



**INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE
DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT**

République de Côte d'Ivoire
Union – Discipline – Travail



**MINISTERE DE LA CONSTRUCTION
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'URBANISME**

MASTER SPECIALISE GENIE SANITAIRE ET ENVIRONNEMENT

Année Académique : 2010-2011

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du Diplôme de Master Spécialisé Génie Sanitaire et Environnement

OPTIMISATION DES CONDITIONS D'EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DU CARREFOUR DE L'INDENIE A LA BAIE DE COCODY

Présenté par

AKOSSI Oreste Santoni

Jury de soutenance

M. Sewa DA SILVEIRA

M. David MOYENGA

M. Lawani MOUNIROU

Encadreur

M. YRO Monkoho Syriaque

**Ingénieur à la Direction de
l'Assainissement et du Drainage**

TABLE DE MATIERES

Dédicace.....	i
Remerciement.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
Liste de figures.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des photos.....	vi
Résumé.....	vii
Abstract.....	viii
INTRODUCTION	1

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

<u>CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....</u>	6
1.1-Présentation du Ministère de la construction, de l'assainissement et de l'urbanisme (MCAU).....	6
1.2-Présentation de la Direction de l'Assainissement et du Drainage (DAD).....	6
1.3-Cadre institutionnel de l'assainissement en Côte d'Ivoire.....	8
1.4-Cadre réglementaire de l'assainissement en Côte d'Ivoire.....	8
1.5-Autres intervenants dans la gestion de l'assainissement au niveau national.....	8
 <u>CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE.....</u>	 9
2.1 - Présentation de la zone d'étude.....	9
2.1.1- Le carrefour de l'Indenié	10
2.1.2- Le bassin versant Gourou.....	10
2.1.3- La lagune d'Ebrié et la baie de Cocody.....	11
2.2 - Milieu physique de la zone d'étude.....	11
2.2.1 – Climatologie.....	11
2.2.2 – Pluviométrie.....	12
2.2.3 - Température	13
2.2.4 – Insolation.....	13
2.2.5 – Hygrométrie.....	14
2.2.6 – Géomorphologie.....	14
2.2.7 – Hydrographie.....	15
2.2.8 – Pédologie.....	15
2.2.9 - Géologie et Hydrogéologie	16
2.2.10 - Relief et Géomorphologie.....	17

CHAPITRE III : DIAGNOSTIC DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

D'ASSAINISSEMENT DE LA ZONE D'ETUDE.....	18
3.1- Etat actuel des ouvrages de drainage au carrefour de l'Indenié	18
3.2- Etat actuel des ouvrages de drainage du Bassin du Gourou.....	19
3.2.1- Canaux et dalots.....	19
3.2.2 - Retenues d'eau.....	21
3.3 - Etat actuel de la baie de Cocody.....	22

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE IV : MATERIEL ET DONNEES.....

4.1- Matériels utilisés.....	25
4.2 - Logiciels utilisés.....	25

CHAPITRE V : METHODES.....

5.1- Recherche bibliographique	26
5.2- Entretiens, Visites et travaux de terrain	26
5.2.1- Entretien	26
5.2.2- Visite et travaux de terrain	27
5.3- Traitement des données	27
5.3.1 - Délimitation du bassin versant	28
5.3.2 - Délimitation des sous bassins principaux.	28
5.3.3 - Détermination des surfaces des bassins élémentaires	29
5.3.4 - Détermination de la longueur hydraulique et de la pente de chaque sous bassin du réseau.	29
5.3.5- Détermination des paramètres de dimensionnement	30
5.3.5.1- Choix de la période de retour (T) et de la durée de pluie.....	30
5.3.5.2- Choix des coefficients de ruissellement (C).....	30
5.3.5.3- Choix des coefficients a et b de Montana.....	31
5.3.5.4- Choix de la méthode de calcul de débits de pointe aux exutoires	31
5.3.5.5- Détermination des caractéristiques hydrauliques différents caniveaux.....	33
5.3.5.6- Détermination du volume des retenues d'eau.....	34

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

CHAPITRE VI : CALCUL DES DEBITS ET DIMENSIONNEMENT DES CANAUX.....38

6.1- Délimitation du bassin versant et de sous bassins.....	38
6.2- Détermination de la longueur hydraulique et de la pente de chaque sous bassin du réseau.....	39
6.3- Détermination des paramètres de dimensionnement	40
6.4- Inventaire des canaux existants du bassin versant Gourou.....	40
6.5- Débits à l'exutoire de chaque sous bassin.....	41
6.6- Débits équivalents des sous bassins associés.....	42
6.7- Comparaison des résultats des différents canaux existants et canaux prévisionnels.....	43
6.8- Capacité des canaux principaux C_1 , C_2 et leurs dalots en aval à évacuer la crue.....	44

CHAPITRE VII: DIMENSIONNEMENT DE BASSINS DE RETENUE.....45

7.1- Objectif de bassins de retenue.....	45
7.2- Caractéristiques des sites (sous bassin versant) pour les bassins de retenue.....	45
7.3- Etude hydraulique.....	45
7.3.1- Hypothèses pour le dimensionnement des bassins de retenue.....	45
7.3.2- Détermination des volumes.....	45
7.3.2.1-Volumes requis pour les bassins du Lycée Technique et Fraternité Matin.....	45
7.3.2.2- Volumes des bassins avec les levés topographiques.....	45
7.3.2.3- Comparaison des volumes précédents.....	46
7.3.3- Détermination du déversoir.....	46
7.3.4- Description des bassins de retenue.....	48
7.3.4.1-Site du Lycée Technique.....	48
7.3.4.2-Site du Fraternité Matin.....	49
7.3.4.3-Site de la CIE.....	50
7.3.5- Contraintes de réalisation des bassins de retenue.....	52
7.3.5.1- Site du Lycée Technique.....	52
7.3.5.2- Site de Fraternité Matin.....	52
7.3.5.3- Site de la CIE.....	52

CHAPITRE VIII : ORGANISATION ET PLANIFICATION DES TRAVAUX

D'ASSAINISSEMENT DES RESEAUX DE DRAINAGE.....	53
8.1- Proposition d'aménagement du carrefour de l'Indenié.....	53
8.2- Organisation des travaux.....	53
8.2.2- Volume à curer des différents ouvrages.....	54
8.2.2.1 -Volume des dalots.....	54
8.2.2.2- Volume du dessableur Cité SICOGL.....	54
8.2.2.3- Volume des Canaux.....	55
8.2.3- Coût pour le curage des différents ouvrages.....	55
8.3- Proposition de gestion du système d'assainissement du carrefour de l'Indenié.....	56
8.4 - Evaluation environnementale du projet.....	56
8.5- Fonctionnement des bassins	57

CHAPITRE IX: ESTIMATION DU COUT DU PROJET.....

9.1- Aménagement des sites.....	59
9.2- Site 1 (CIE).....	59
9.3- Site 2 (Lycée Technique) :.....	60
9.3- Site 3 (Fraternité Matin).....	60

DISCUSSIONS.....

CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....

ANNEXES.....

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire

*À mon défunt Père AKOSSI Abraham et ma défunte Maman BROU Maye Joséphine
arrachés très tôt à notre affection.*

Que la terre vous soit légère !

*À ma fiancée N'GUESSAN Aya Nathalie, notre fils AKOSSI Abraham Enock Odilon et
notre fille AKOSSI Grace Melinda Esther. Vous qui me donnez la force malgré mes
longues heures d'absence consacrées à l'obtention de ce Diplôme, que Dieu vous bénisse
et vous donne longue vie.*

Amen

REMERCIEMENTS

Ce travail que nous présentons ici a été effectué entièrement au Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme à la Direction de l'Assainissement et du Drainage (DAD).

J'exprime ma profonde gratitude à tous ceux et toutes celles qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.

*Je ne saurais commencer sans toute fois exprimer ma reconnaissance à **DIEU** qui m'a donné la santé, la force, le courage, et la volonté de réaliser ce travail.*

*Je voudrais remercier particulièrement Monsieur **TAPE ZEKRE PASCAL**, Directeur de l'Assainissement et du Drainage et Monsieur **ANGOULA Kouadio Marc** sous Directeur de la dite Direction, qui ont bien voulu m'accueillir dans leur structure.*

*Je remercie Monsieur **YRO Monkofo Syriaque** mon encadreur, qui a accepté de me suivre durant ce travail et qui a souvent su me comprendre et me prodiguer de sages conseils pendant les moments difficiles pour la réussite de ce mémoire. Que tout le bien que vous m'avez apporté vous soit rendu au centuple. Merci une fois de plus.*

*Je voudrais exprimer toute ma gratitude à Messieurs **KOUADIO Ernest**, **COULIBALY Brahima** et **BENIAMBIE Aka Francis** de la DAD, **TRAORE Abdoulaye** et **Coulibaly Seydou** de TERRABO Conseil, **OGA Dominique** d'ICI, **BAMBA Seydou** du BNETD. Ils ont contribué à améliorer ce travail à travers leurs conseils, leur grande disponibilité et leurs documentations mises à ma disposition.*

*Je remercie infiniment **Mlle FADOUL Alexia** à travers l'entreprise SIFCI, **Dr KOUASSI Kplî Delphin**, **Col. KOUNANDI Kouakou** et **ESSE Ferdinand** pour leur soutien financier.*

À tous les enseignants du 2iE pour leurs enseignements et leur encadrement pédagogique de qualité reçue tout au long de la formation, je vous exprime mes remerciements.

Je tiens à saluer la contribution et la collaboration de tous mes collègues de promotion du Génie Sanitaire et Environnement et mes frères de l'Association Ivoirienne des Elèves et Stagiaires Ingénieurs de 2iE pour l'esprit d'entraide et l'ambiance très fraternelle.

*Que **DIEU** vous récompense au centuple.*

RESUME

La situation du bassin Gourou au cœur du district d'Abidjan est un problème majeur pour les autorités et populations abidjanaises. Ce bassin est à la base des inondations récurrentes qui ont lieu au carrefour de l'Indenié en dépit des réseaux de canalisation et des bassins de retenue qui y existent.

C'est dans sa mise en œuvre concrète que des études y sont menées, eu égard à l'immensité des problèmes et leurs récurrences, ceci pour les résoudre durablement.

Ce travail a donc pour objectif de contribuer à la résolution des problèmes de l'ensablement et de l'inondation du carrefour de l'Indenié en temps de pluie.

La réalisation de ce projet devra contribuer ainsi à l'amélioration de l'environnement urbain dans le bassin Gourou et par ricochet du cadre de vie générale des populations de la capitale économique ivoirienne.

En effet, la phase de recherche documentaire de notre étude a permis de dresser la carte du bassin versant Gourou et ses sous bassins. Cette étude a permis de diagnostiquer les infrastructures existantes d'assainissement de la zone d'étude après une visite de terrain.

Notre choix pour l'évaluation des débits d'eau pluviale arrivant à l'exutoire du bassin Gourou (carrefour de l'Indenié) est porté sur la méthode superficielle de CAQUOT qui surestime des débits de crue à évacuer. Cependant, cette étude montre que les réseaux de canalisation et les bassins de retenue améliorés et entretenus sont capables d'évacuer les eaux pluviales et se posent en rempart contre les ensablements, les déchets solides ; les eaux usées, etc.

De ce qui précède, il est important de proposer autant d'autres réseaux de canalisation que d'autres bassins de retenue de ceux existants avec des mécanismes de dessablement et des travaux d'assainissement afin de réduire le risque l'inondation.

Mots clés : Bassin Gourou, inondation, ensablement, assainissement, déchets solides, eaux usées.

ABSTRACT

The presence of the "Gourou" basin in the core of Abidjan district represents a major problem for authorities and for the population of this district. Most of the recurrent floods that occur to the «Indenié» cross road, though the existence of restraint basins and water main systems, are due to this "Gourou" basin.

In the vision of genuine implementation, researches are carried out, in consideration of the recurrence and the large scale aspect of problems, in order to find sustainable solutions to them.

This work aims mainly to give a help in the resolution of the silting up and flood that occur to the "Indenié" cross road in rainy season.

The achievement of this project should thus contribute to the improvement of "Gourou" basin environment. And at the same time, will permit to improve the Ivoirian's economic capital population living area.

Indeed, the actual documentary research step of our study permits us to set up "Gourou" basin slope and its under-basins map. This study also permits us to make the diagnostic of cleansing structures existing in this area, after a visit paid in this place.

Then, we choose the superficial method of CAQUOT, that over estimates the rising florals to be evacuated, for the evaluation of rain water flows arriving in "Gourou" basin outlet. Therefore, this analyse states that improved and kept water main systems and restraint basins are able to evacuate rain waters and are also used as efficient solution to silting ups, solids waters and dish waters.

Apart from what stated above, it is necessary to suggest as much water main systems as other restraint basins in down stream of the existing ones, with mecanismes of unsilting up and cleansing systems in order reduce flood risk.

Key words: "Gourou" basin, flood, silting up, cleansing, solid wastes, dish waters.

LISTE DES ABREVIATIONS

ANASUR : Agence Nationale de la Salubrité Urbaine.

ANDE : Agence Nationale de l'Environnement.

BM : Banque Mondiale.

BNETD : Bureau National d'Etude Technique et de Développement.

BV : Bassin Versant.

CIAPOL : Centre Ivoirien Anti-Pollution.

CREPA CI : Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement.

DAD : Direction de l'Assainissement et du Drainage.

DDD : Dichlorodiphényldichloroéthane.

DDT : Dichlorodiphényl-trichloroéthane.

DGACM : Direction Générale de l'Assainissement, de la Construction et de la Maintenance.

HDF : Hauteur-Durée-Fréquence.

HYDRO-CO : Hydrologie Conseil.

ICI : Ingénierie Conseil en Infrastructures.

IDF : Intensité-Durée-Fréquence.

IDH : Indice de Développement Humain.

IGN : Institut Géographique National.

INHP : Institut National d'Hygiène Publique.

MCAU : Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme.

MCUH : Ministère de la Construction, de l'Urbanisme et de l'Habitat.

OMD : Objectif du Millénaire en matière de Développement.

PCB : Polychlorobiphényles.

PDAD : Plan Directeur d'Assainissement et de Drainage.

PNUD : Fond des Nations Unies pour le Développement.

PUIUR : Projet d'Urgence d'Infrastructures Urbaines.

PUR : Projet d'Urgence de Réhabilitation.

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitation.

SODECI : Société de Distribution d'Eau de la Cote d'Ivoire.

SODEXAM : Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique.

UNICEF : Fond des Nations Unies pour l'Enfance.

VRD : Voiries et réseaux divers.

ZCIT : Zone de convergence intertropicale.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de la Direction de l'Assainissement et du Drainage (Koffi, 2011)	7
Figure 2: Carte de la situation de la zone d'étude	9
Figure 3: Courbe d'évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle (1990-2006). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët).....	12
Figure 4: Courbe d'évolution de la température moyenne (1990-2006). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët).....	13
Figure 5: Courbe d'évolution de l'insolation moyenne (1990-2000). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët).....	13
Figure 6: Courbe d'évolution de l'humidité relative moyenne (1990-2003). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët).....	14
Figure 7: Schéma type d'un déversoir à profil Craeger.....	35
Figure 8: Graphe permettant de calculer le coefficient de débit (m) dans le cas d'un déversoir à profil Craeger	36
Figure 9: Bassin et sous bassin du Gourou.....	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Paramètres hydrodynamiques du bassin sédimentaire de la Cote d'Ivoire (Jourda, 1987 ; SOGREAH, 1996a).....	16
Tableau II: Caractéristiques de certains canaux et dalots du bassin Gourou	20
Tableau III: Description des retenues de la zone d'étude	21
Tableau IV: Coefficient de ruissellement selon le type d'occupation du sol d'après [Satin, Selmi, 1999, p 103].....	30
Tableau V: Formules permettant de calculer le débit équivalent des bassins en série	32
Tableau VI: Formules permettant de calculer le débit équivalent des bassins en parallèle	33
Tableau VII: Surface en ha des sous bassins versants	39
Tableau VIII: Longueur hydraulique et pente de chaque sous bassin	39
Tableau IX: Coefficient de ruissellement des différents sous bassins	40
Tableau X: Caractéristiques des canaux du bassin Gourou.....	40
Tableau XI: Débit de chaque sous bassin	41
Tableau XII: Débit équivalent des sous bassins associés	42
Tableau XIII: Comparaison des débits des canaux existants et ceux produits par les sous bassins	43
Tableau XIV: Capacité des canaux C_1 et C_2 et dalots	44
Tableau XV: Caractéristiques des sites choisis	45
Tableau XVI: Volume requis des bassins	46
Tableau XVII: Volume de la retenue du Lycée Technique	47
Tableau XVIII: Volume de la retenue de Fraternité Matin	47
Tableau XIX : Caractéristiques des déversoirs des différents sites	48
Tableau XX: Volume des dalots à curer	54
Tableau XXI: Volume du dessableur	54
Tableau XXII: Volume des canaux à curer.....	55
Tableau XXIII: Montant pour le curage	55
Tableau XXIV: Montant global par site.....	59
Tableau XXV: Montant estimatif pour le site 1	59
Tableau XXVI: Montant estimatif pour le site 2	60
Tableau XXVII: Montant estimatif pour le site 3.....	60

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Carrefour de l'Indenié : Dalots sur C_2 en amont des échangeurs.....	18
Photo 2 : Carrefour de l'Indenié : Dalots sur C_1 en amont des échangeurs	18
Photo 3 : Importante érosion de la voirie au carrefour de l'Indenié.....	18
Photo 4 : Dépôt important d'ordures au carrefour de l'Indenié après la pluie.....	18
Photo 5 : Point de ramification du canal principal en canaux C_1 et C_2	19
Photo 6 : Canal C_1 au site du Lycée Technique.....	19
Photo 7 : Canal C_1 au site CIE.....	19
Photo 8 : Canal C_2 au site de Fraternité Matin	19
Photo 9 : Dalot en aval du canal C_1	20
Photo 10 : Dalot en aval du canal C_2	20
Photo 11 : Ensablement de la baie de Cocody.....	22
Photo 12 : Dalot sur le canal C_1 en aval des échangeurs (<i>entrée de la baie de Cocody</i>).....	22

INTRODUCTION

Le déficit en assainissement, de sa plus stricte définition - ne pas disposer de toilettes saines, des canaux d'évacuations des eaux usées domestiques et industrielles – à celle du manque ou de l'insuffisance criante d'ouvrages de drainage public des eaux pluviales urbaines, rend compte de ce que les pays africains sont à la traine en matière d'infrastructures de développement. Il porte atteinte au bien-être de millions de personnes généralement pauvres du fait de ses corollaires et implique donc une atteinte quotidienne à la dignité humaine.

Selon le rapport sur l'Indice de Développement Humain (IDH) du PNUD, 2,1 millions le nombre de personnes en Côte d'Ivoire n'ont pas accès à un assainissement de base et par la même occasion encourage les gouvernements à investir dans le secteur de l'assainissement afin d'atteindre l'Objectif du Millénaire en matière de Développement (**PNUD, 2007-2008**).

En Côte d'Ivoire, le développement des équipements d'assainissement pluvial principalement à Abidjan, s'est conformé aux plans directeurs d'assainissement de 1970 et de 1981 qui prévoyaient :

- pour les eaux usées, un système en réseau séparatif constitué de collecteurs primaires selon une orientation Nord-Sud, avec un émissaire de rejet en mer après prétraitement pour la partie centrale de la ville, et des collecteurs secondaires à l'est dans les quartiers de Cocody et à l'Ouest pour Yopougon) ;
- pour les eaux pluviales, la construction de collecteurs souterrains ou à ciel ouvert rejetant dans les exutoires naturels les plus proches, la création de bassins d'orage et la construction de barrages d'écroulement de crues.

Sur sept (07) phases de travaux que prévoyait le schéma directeur d'assainissement initial, seulement trois (03) ont été réalisées correspondant à 43% des besoins (**Marc et al, 1999**).

Les infrastructures mises en place dans le temps se sont dégradées et même vu dépassés dans leur ensemble. Aussi l'aménagement très partiel des bassins d'orage provoque de graves problèmes d'inondations récurrentes dans les Communes comme Abobo, Cocody et Yopougon. Mais plus grave, les exutoires en lagune de la plupart des réseaux d'eaux usées risquent depuis de contaminer la nappe souterraine par leurs infiltrations. A Abidjan par an, 4,4 millions de m³ de rejets résiduels des industries et des ménages sont déversés dans la lagune Ebrié (**Koné, 2008**).

Cette situation précarise d'avantage les conditions de vie des populations riveraines qui sont menacées non seulement par les eaux de ruissellement, mais également par des maladies

hydriques. Elle entraîne également la dégradation précoce de la voirie du fait d'un mauvais drainage, rendant difficile la mobilité des populations cibles ; et son corolaire de restriction d'accès aux services de base (santé, école, lieux de travail, etc.). Il est donc particulièrement urgent d'améliorer les conditions de vie de ces populations, par l'assainissement de leur environnement social et sanitaire.

Pour faire face à cette situation, l'Etat, dans un Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté a prévu : le renforcement des capacités opérationnelles des Structures en charge de l'assainissement et de l'environnement, la création d'un Fonds de l'Assainissement, la dépollution des plans d'eau et la création/réhabilitation des ouvrages d'assainissement.

C'est en application de cette politique que l'Etat de Côte d'Ivoire à travers la Direction Générale de l'Assainissement, de Construction et de la Maintenance (DGACM) du Ministère de la Construction, de l'Urbanisme et de l'Habitat (MCUH) depuis **2003**, est à pieds d'œuvre pour réaliser le projet de gestion intégrée du carrefour de l'Indenié par la mise en œuvre du bassin Gourou du fait de sa position structurante en la matière au cœur du District d'Abidjan.

Le carrefour de l'Indenié, situé à l'intersection de trois communes d'Abidjan, Plateau, Cocody et Adjamé, est un vaste espace renfermant plusieurs ouvrages de drainage des eaux de ruissellement :

- un canal à ciel ouvert du côté de Cocody (C_1) ;
- un canal à ciel ouvert du côté d'Adjamé (C_2) ;
- des dalots.

Ces ouvrages drainent les eaux provenant d'Abobo Sud, Williamsville, Camp de Gendarmerie d'Agban, Adjamé-Bracodi, Adjamé-220 logements, Cocody-Lycée Technique, Plateau Indenié.

Le bassin versant Gourou qui alimente l'exutoire que constitue le carrefour de l'Indenié couvre une superficie de $27,22 \text{ km}^2$. Il s'étend du Nord au Sud d'Abidjan (d'Abobo à l'échangeur de l'Indenié à Adjamé) sur environ 9 km. D'une largeur moyenne de 3 km, il est limité à l'Est par le prolongement du boulevard Latrille vers le quartier des II Plateaux et à l'Ouest par la ligne du chemin de fer (Adjamé-Anyama). Il comprend plusieurs talwegs et débouche en aval sur la baie de Cocody par le canal Gourou, son exutoire principal. Ce bassin connaît une urbanisation galopante et une occupation anarchique des thalwegs posant des problèmes de déguerpissement.

En amont du carrefour de l'Indenié, les infrastructures de stockage temporaire, de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement sont insuffisantes, ou détériorées. Toute chose qui favorise les apports de sédiments, consécutifs à l'érosion régressive des sols, et les transports de matières solides par charriage, principales causes des désagréments récurrents à l'échangeur de l'Indenié en aval et l'envasement de la baie de Cocody.

Pendant les grandes pluies la situation d'ensemble demeure préoccupante, les surfaces sont lessivées et drainent vers les canaux, non seulement les apports de sédiments, mais également les ordures ménagères non enlevées. Ces canaux reçoivent en outre des ordures ménagères qui y sont jetées directement et les eaux usées issues de branchements anarchiques.

L'insuffisance des ouvrages de stockage temporaire et le manque d'entretien des canaux (manque de curage régulier qui limite la capacité des ouvrages) et des dalots ont pour conséquences :

- les inondations récurrentes au carrefour de l'Indenié depuis les années 2005;
- la dégradation de la voirie du fait d'un mauvais drainage ;
- Les trafics urbains sont constamment perturbés par les eaux de ruissellement ;
- l'ensablement de la baie de Cocody.

C'est pour pallier à ces problèmes et proposer des solutions synoptiques que le Ministère de la Construction, de l'Urbanisme et de l'Habitat (MCUH), à travers sa Direction de l'Assainissement et du Drainage (DAD) a entrepris des travaux portant sur le thème : **« Optimisation des conditions d'évacuation des eaux pluviales du carrefour de l'Indenié à la baie de Cocody. »** dont l'objectif général de cette étude est de contribuer à la résolution des problèmes de l'ensablement et de l'inondation du carrefour de l'Indenié en temps de pluie. La réalisation de ce projet devra contribuer ainsi à l'amélioration de l'environnement urbain dans le bassin Gourou du district d'Abidjan et par ricochet du cadre de vie générale des populations de la capitale économique ivoirienne.

Pour atteindre cet objectif, plusieurs objectifs spécifiques sont définis :

- Diagnostiquer les infrastructures existantes d'assainissement de la zone d'étude ;
- Evaluer les débits d'eau pluviale arrivant à l'exutoire du bassin Gourou (carrefour de l'Indenié) ;
- Réhabiliter le réseau de drainage des eaux pluviales au carrefour ;
- Organiser et planifier des travaux d'assainissement des réseaux de drainage.

Ce travail est structuré autour de trois grandes parties formulées en huit (8) chapitres:

➤ Première partie : **Généralités**

Cette première partie composée de trois (3) chapitres, traite des généralités concernant la présentation de la structure d'accueil et la zone d'étude d'une part et d'autre part les différents aspects du cadre institutionnel et réglementaire de l'assainissement en Côte d'Ivoire. En outre, elle permettra de diagnostiquer les infrastructures d'assainissement existantes de la zone d'étude.

➤ Deuxième partie : **Matériels et Méthodes**

Cette partie fait un vaste tour d'horizon des matériels et méthodes qui interviennent dans l'évaluation des débits d'eau pluviale ; la réhabilitation du réseau de drainage et l'organisation, la planification des travaux d'assainissement des réseaux d'eaux pluviales. Elle est composée deux (2) chapitres.

➤ Troisième partie : **Résultats et Interprétations**

La troisième partie composée de trois (3) chapitres, analysera les principaux résultats obtenus. Cette analyse des résultats va déboucher sur leur interprétation qui sera suivie de discussions. Enfin, cette étude s'achèvera par une conclusion générale qui fera une synthèse de tous les résultats obtenus soutenue par des recommandations.

Première partie : Généralités

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1.1- Présentation du Ministère de la construction, de l'assainissement et de l'urbanisme (MCAU)

Le Ministère de la Construction, de l'Urbanisme et de l'Habitat (MUCH) régie par le décret n°2007-472 du 15 mai 2007 devenu Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCAU) depuis Juin 2011 est chargé de la conception et de l'exécution de la politique du Gouvernement en matière d'urbanisation de la Côte d'Ivoire. En liaison avec les différents départements ministériels intéressés, il assure également la conception et la programmation des investissements, la gestion des infrastructures, la définition et l'application des réglementations en matière d'assainissement et de protection de l'environnement à travers son service d'assainissement.

A ce titre, il est le maître d'ouvrage de tous les projets réalisés et à réaliser dans bassin versant Gourou.

1.2- Présentation de la Direction de l'Assainissement et du Drainage (DAD)

La Direction de l'Assainissement et du Drainage, l'une des directions Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme est chargée de :

- programmer, l'élaborer et contrôler les études des plans directeurs d'assainissement en milieu urbain ;
- étudier et contrôler les projets de voiries urbaines et de réseaux divers et en suivre l'exécution en conformité avec les Plans Directeurs d'Assainissement et de Drainage (PDAD) ;
- assurer le suivi et le contrôle des travaux relatifs aux réseaux primaire d'assainissement et de drainage en conformité avec le plan d'urbanisme ;
- suivre l'exploitation et la maintenance des réseaux d'assainissement et de drainage
- assister les collectivités décentralisées en matière d'assainissement, de drainage, de voirie et de réseaux divers (VRD) ;
- organiser les professionnels de l'assainissement et du drainage.

En tant que service technique du Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCAU), la Direction de l'Assainissement et du Drainage assure la maîtrise d'ouvrage déléguée des projets dans bassin versant Gourou.

L'organisation de la Direction de l'Assainissement et du Drainage (DAD) est représentée par l'organigramme de la figure 1 ci dessous :

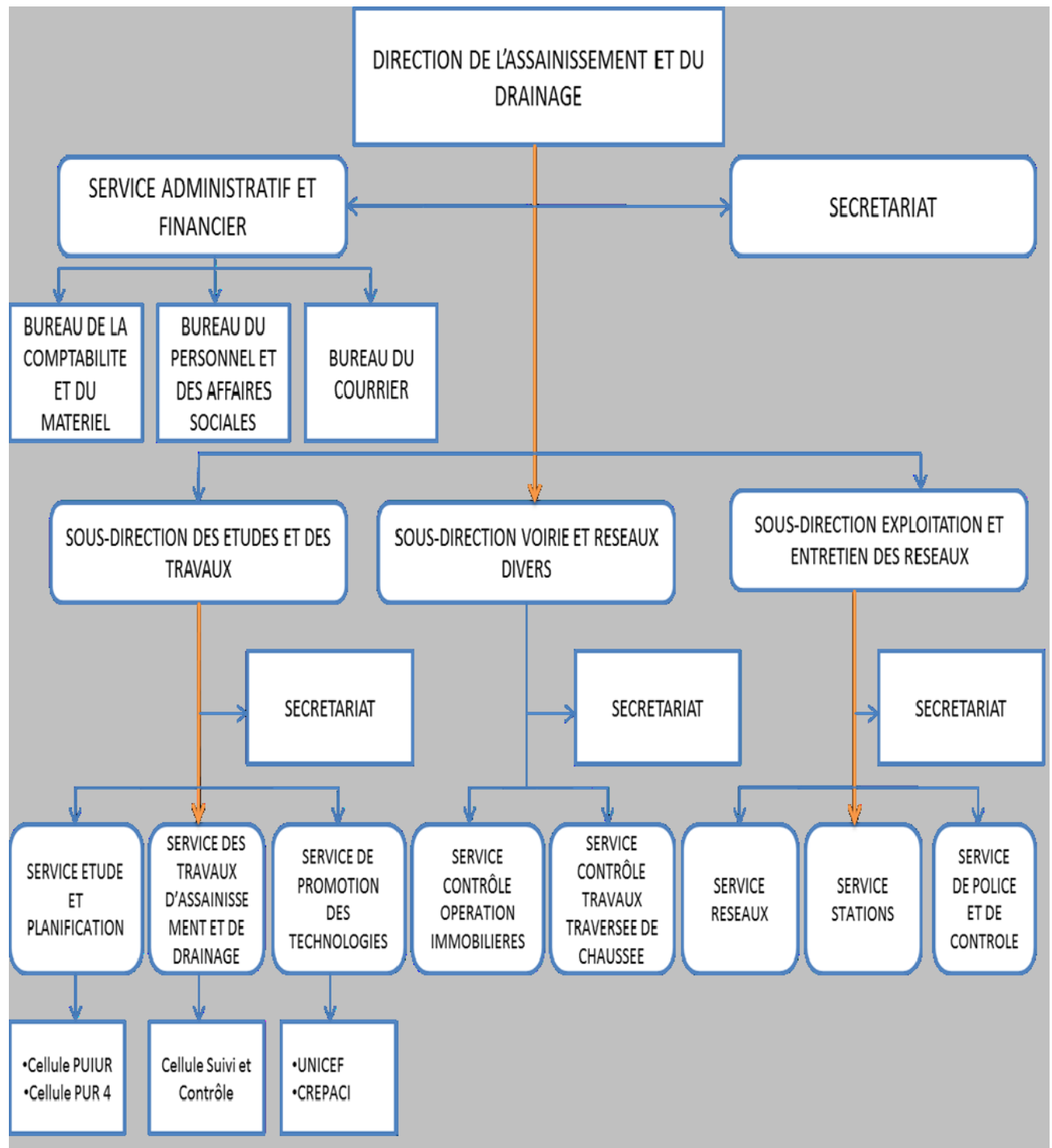


Figure 1: Organigramme de la Direction de l'Assainissement et du Drainage (Koffi, 2011)

1.3- Cadre institutionnel de l'assainissement en Côte d'Ivoire

Au plan institutionnel, le Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCAU) est chargé de la gestion du secteur de l'assainissement. Toutefois, dans le cadre de l'amélioration durable de l'environnement urbain d'Abidjan, le Gouvernement a décidé en 1995 de transformer le contrat de prestations de services en contrat d'affermage liant l'état à la Société de Distribution d'Eau de la Cote d'Ivoire (SODECI). Le MCUH assure également la maîtrise d'ouvrage ainsi que la maîtrise d'œuvre du secteur de l'assainissement à travers la Direction de l'assainissement qui le représente. Il définit la politique sectorielle et élabore des schémas directeurs d'assainissement ; il assure aussi la conception et la programmation des investissements, la gestion des grandes infrastructures, la définition et l'application de la réglementation. Les communes assurent les travaux de curage de caniveaux.

1.4- Cadre réglementaire de l'assainissement en Côte d'Ivoire

A partir des années 1970, l'Etat de Côte d'Ivoire s'est sérieusement préoccupée de la résolution des problèmes d'assainissement des eaux usées et du drainage des eaux pluviales dans la ville d'Abidjan et quelques autres grandes villes du pays. C'est à cette époque que plusieurs textes législatifs et réglementaires ont été pris. On peut citer les Lois **N°76-01 et 76-02 du 02 janvier 1976**, et les décrets subséquents (**76-03 et 76-04 du 02 janvier 1976**) portant création respectivement du Fonds national de l'assainissement et fixant l'organisation, les modalités d'intervention et les ressources de ce fonds.

1.5- Autres intervenants dans la gestion de l'assainissement au niveau national

Départements ministériels :

- Le Ministère de l'Environnement des Eaux et Forêts ;
- Le Ministère des Infrastructures Economiques ;
- Le Ministère de l'Intérieur ;
- Le Ministère de l'Economie et des Finances ;
- Le Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique ;
- Le Ministère de la Ville et de la Salubrité Urbaine.

Établissements sous-tutelle :

Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement (CREPA CI) ;

Centre Ivoirien Anti-Pollution (CIAPOL) ;

Agence Nationale de l'Environnement (ANDE) ;

Institut National d'Hygiène Publique (INHP) ;

Agence Nationale de la Salubrité Urbaine (ANASUR) ;

CHAPITRE II: GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

2.3 - Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe à Abidjan, capitale économique de la République de Côte d'Ivoire. Située en Afrique Occidentale, la Côte d'Ivoire est délimitée au Sud par l'Océan Atlantique, au Nord par le Burkina Faso et le Mali, à l'Est par le Ghana et à l'Ouest par la Guinée et le Libéria. La République de Côte d'Ivoire compte une population estimée, selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 1998, à 15 366 672 habitants, et s'étend sur une superficie de 322 462 km².

La ville d'Abidjan est comprise entre 5°00' et 5°30' de latitude Nord, et 3°50' et 4°10' de longitude Ouest, et s'étend sur une superficie de 137.000 hectares, dont 58 000 hectares pour la seule ville d'Abidjan et 79 000 hectares pour les Communes périphériques de Bingerville, Anyama, Bassam et Songon.

Depuis 2000, Abidjan a été érigé en District et compte treize Communes dont dix de l'ex-Ville d'Abidjan (Abobo, Adjamé, Attécoubé, Cocody, Koumassi, Marcory, Plateau, Port-Bouët, Treichville et Yopougon) et les Communes de Bingerville, Anyama et Songon.

Le Bassin versant du Gourou, objet de notre étude est à cheval sur plusieurs commune dont celle d'Abobo, d'Adjamé et de Cocody comme d'indique la figure 2 ci-dessous :

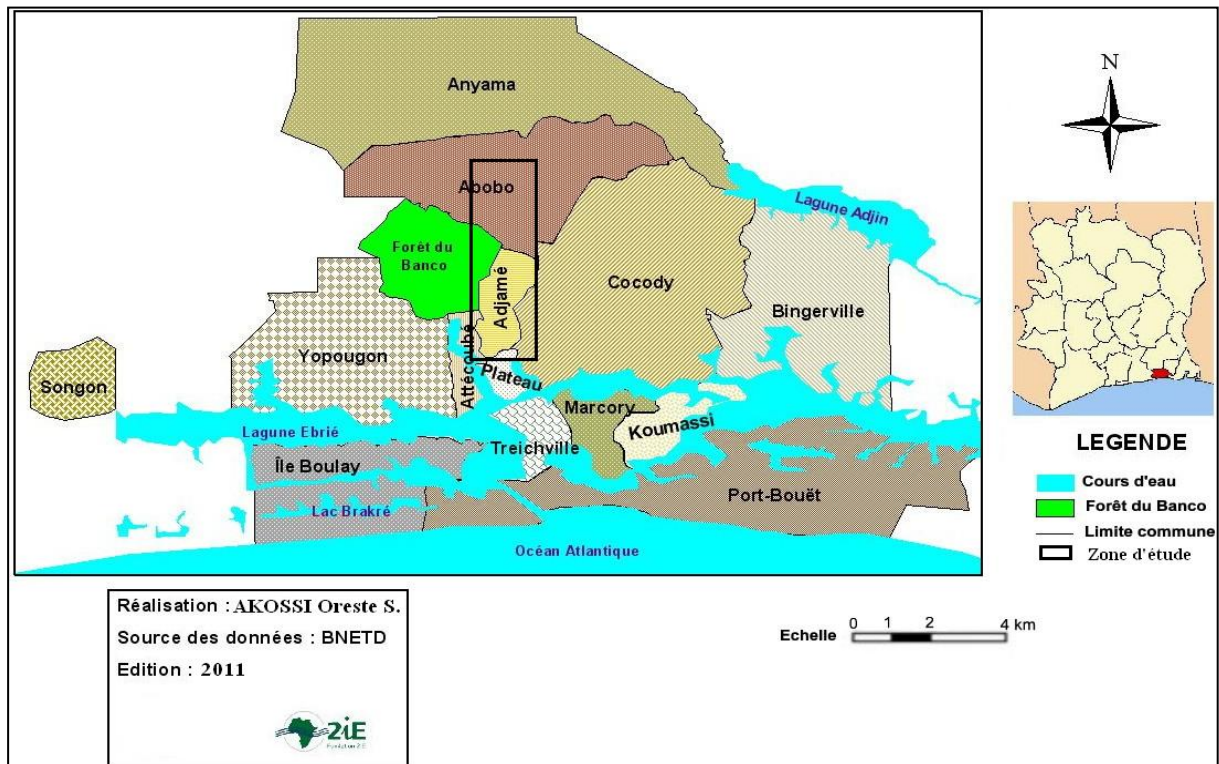


Figure 2: Carte de la situation de la zone d'étude

2.1.1- Carrefour de l'Indenié

Le carrefour de l'Indenié est le point de convergence de trois collecteurs principaux du réseau d'assainissement pluvial du bassin versant Gouro, point dont névralgique au cœur de la capitale économique. Il se produit souvent des inondations par temps pluvieux au carrefour de l'Indenié, d'importants travaux d'aménagement et de drainage y sont été effectués. Malgré ces efforts, les trafics urbains sont constamment perturbés par les eaux de ruissellement en aval. La voirie dans son ensemble est précocement dégradée du fait d'un mauvais drainage et le risque de propagation de maladies d'origine hydrique demeure très élevé dans la zone d'étude.

2.1.2- Bassin versant Gourou

Le bassin Gourou couvre une superficie de 2 750 hectares. Il s'étend d'Abobo à l'échangeur de l'Indenié à Adjamé sur 9 kilomètres. Il est limité :

- à l'Est par le prolongement du boulevard Latrille,
- à l'Ouest par la ligne du chemin de fer Adjamé-Anyama,
- au Nord par le quartier d'Abobo-té,
- au Sud par la baie de Cocody, son exutoire à travers les canaux C₁ et C₂.

Tout le bassin versant est aujourd'hui urbanisé jusqu'au lit mineur des thalwegs (et sous bassins versants), avec des occupations anarchiques. Cela engendre les problèmes suivants :

- engorgement des ouvrages de drainage existants et de leur exutoire respectif en lagune du fait du par charriage de déchets de toutes sortes: de déchets ménagers, débris de matériaux de construction, terres d'emprunt, carcasses de véhicules, troncs d'arbres etc.
- imperméabilisation continue des sols avec pour conséquence augmentation du volume d'eau à évacuer ;
- occupations des zones de servitude des ouvrages d'assainissement et de drainage ;
- démolitions volontaires des parois des ouvrages de drainage existants ;
- pollution continue de la baie en dépit de tous travaux de réhabilitation et de mise en conformité.

2.1.3- Lagune Ebrié et la baie de Cocody

La formation des lagunes en Côte d'Ivoire est l'un des éléments les plus caractéristiques de la topographie du pays, qui possède un littoral de plus de 550 km de long. La superficie totale des lagunes atteint environ 1200 km² avec plus de 1500 km de rivages. D'Ouest en Est, on distingue la lagune de Grand-Lahou (superficie 190 km²), celle d'Ebrié, (566 km² de superficie), et d'Aby (superficie 427 km²). Les trois principaux canaux joignant les différentes lagunes sont : celle d'Azagny, long de 17 km et reliant les lagunes de Grand-Lahou et d'Ebrié, le canal de Groguida qui connecte deux branches de la lagune de Grand-Lahou avec une longueur de 1 km et le canal d'Assinie qui lie la lagune Ebrié à celle d'Aby avec une longueur de 48 km.

La lagune d'Ebrié divise la ville en deux zones (nord et sud), reliées par deux ponts. C'est un vaste plan d'eau saumâtre au fond sablonneux et boueux de profondeur variable, relié à la mer par le canal de Vridi depuis 1951. Destination naturelle de la plus grande partie des déchets liquides de la ville, la lagune est très polluée. Ses trois baies, situées au carrefour de l'Indénie et dans les zones industrielles de Biétry et Koumassi, reçoivent la plus forte proportion d'effluents. Elles présentent un degré très élevé de pollution et dégagent des odeurs nauséabondes (**Koné, 2008**).

La baie de Cocody, exutoire final du bassin versant Gourou est aujourd'hui très ensablée. En effet, en amont du bassin Gourou, les infrastructures de stockage temporaire, de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement sont insuffisantes, ou détériorées ; toute chose qui favorise les apports de sédiments, consécutifs à l'érosion régressive des sols, et les transports de matières solides par charriage, principales causes des désagréments récurrents à l'échangeur de l'Indénie à l'aval et l'envasement de la baie de Cocody. Plusieurs hectares sont envasés et couverts de plantes.

2.4 - Milieu physique de la zone d'étude

2.2.1 - Climatologie

Les communes d'Adjamé, de Cocody et du Plateau, sont soumises à un climat équatorial de transition (climat Attiéen), marqué par quatre (4) saisons nettement différenciées par le régime pluviométrique, à défaut de variations importantes de la température (**Eldin, 1971**) :

➤ la grande saison sèche, de décembre à avril, caractérisée par un ciel très nuageux et brumeux, le matin, dégagé et ensoleillé, le reste de la journée. La tension de vapeur d'eau est forte car les effets de l'harmattan sont moins marqués. Les précipitations sont rares ;

- la grande saison des pluies, de mai à juillet, caractérisée par de très fortes nébulosités, des pluies fréquentes et abondantes, et souvent longues (24 heures ou plus) ;
- la petite saison sèche, d'août à septembre, caractérisée par une durée de l'insolation très faible. Le nombre de jours de pluies est élevé mais les quantités d'eau recueillies sont très faibles ;
- la petite saison des pluies, d'octobre à novembre, caractérisée par une température et une tension de vapeur d'eau très élevée. La durée de l'insolation est importante.

La période de la grande saison des pluies correspond à celle des crues des fleuves de la région. L'inégale répartition des deux saisons pluvieuses est due aux mouvements ascendant et descendant dans la direction nord-sud de la zone de convergence intertropicale(ZCIT). Le ZCIT provient du contact entre les deux masses d'air que sont l'harmattan, vent chaud soufflant du Nord-Est vers le Sud du pays, et la mousson, vent froid et humide d'origine atlantique et circulant vers le Nord.

2.2.2 - Pluviométrie

La courbe d'évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle de 1990 à 2006 (figure 3) dans le secteur de l'étude met en évidence deux pics. Le pic majeur correspond au mois de juin qui est le mois le plus pluvieux de l'année avec 421,34 mm. La moyenne mensuelle est de 131,54 mm et le total annuel de pluie enregistrée sur la période d'observation (1990-2006) varie de 1040 à 2079 mm, pour une moyenne de plus de 1400 mm.

Ces conditions climatiques engendrent des écoulements importants d'eau pendant la grande saison des pluies dans les talwegs qui sont souvent inondés.

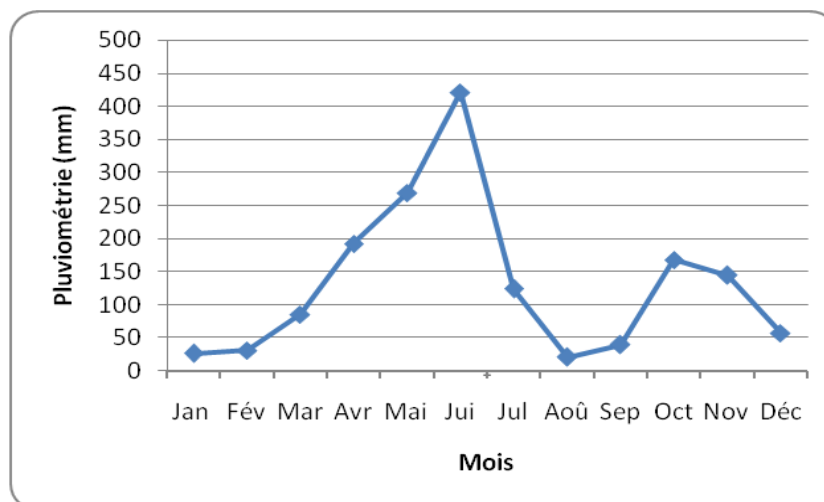


Figure 3: Courbe d'évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle (1990-2006). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët)

2.2.3 - Température

La figure 4 fait état de l'évolution de la température moyenne de 1990 à 2006. Les mois les plus chauds de l'année sont les mois de février, mars et avril, avec une température supérieure à 27 °C. Ces mois correspondent à la grande saison sèche. Par contre, la température est relativement basse de juillet à septembre, avec des valeurs inférieures à 25 °C.

La température moyenne annuelle est de 26,11°C, pendant que l'amplitude moyenne annuelle, de l'ordre de 3°C, est faible. A l'échelle inter-mensuelle, la variabilité thermique n'est donc pas assez importante.

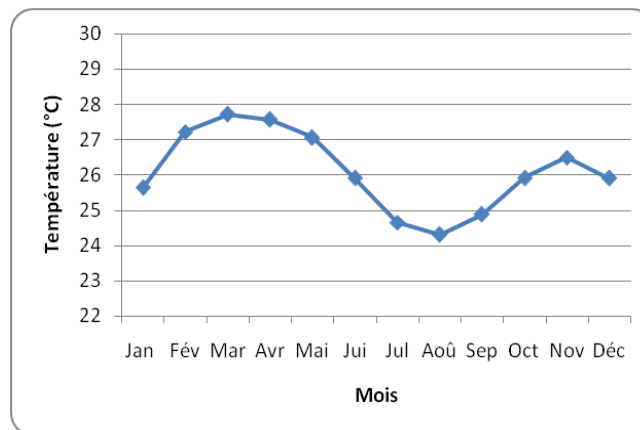


Figure 4: Courbe d'évolution de la température moyenne (1990-2006). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët)

2.2.4 - Insolation

La figure 5 exprimant l'évolution de l'insolation moyenne mensuelle de 1990 à 2000 montre que l'insolation évolue dans le même sens que la température. Elle est plus élevée dans le mois de février (7,51 h/j) et plus faible dans le mois d'août (3,80 h/j). Les courtes durées de l'insolation peuvent être attribuées aux couvertures nuageuses.

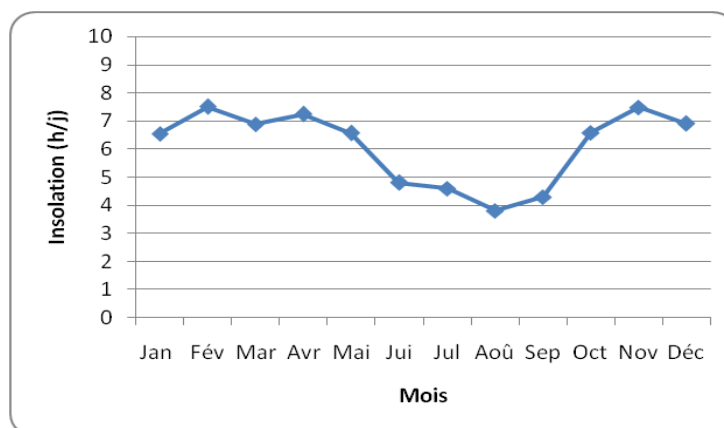


Figure 5: Courbe d'évolution de l'insolation moyenne (1990-2000). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët)

2.2.5 - Hygrométrie

L'hygrométrie ou humidité relative varie à l'inverse de la température et de l'insolation. Elle est assez élevée dans la région car les valeurs moyennes mensuelles varient de 80,21%, au mois de décembre, à 87,78%, au mois d'août (figure 6).

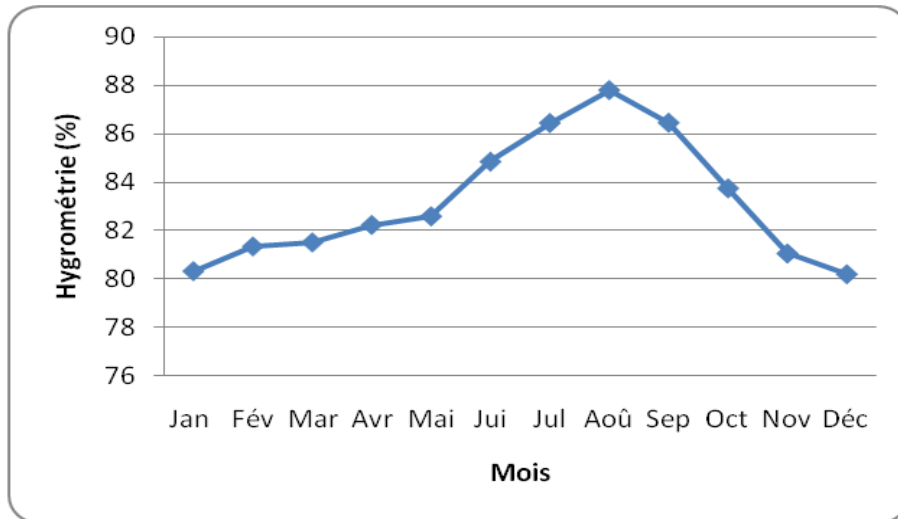


Figure 6: Courbe d'évolution de l'humidité relative moyenne (1990-2003). (SODEXAM, Station d'Abidjan, Port-Bouët)

2.2.6 - Géomorphologie

La géomorphologie de la Côte d'Ivoire présente trois (3) types de paysages (**Avenard, 1971**) :

- le panneau le plus élevé couvre la région Ouest autour de la ville de Man. Cette zone montagneuse regroupe les massifs des Dans et des Touras avec quelques surélévations ;
- le panneau le plus affaissé, au Sud, est représenté par la zone des lagunes ;
- le troisième panneau qui correspond à la majeure partie du modelé est caractérisé par une succession de collines très monotones avec quelques fois des reliefs plus élevés.

Au niveau de la grande région d'Abidjan (zone des lagunes), trois (3) ensembles géomorphologiques peuvent être également individualisés. Ce sont :

- les hauts plateaux, à deux niveaux (40 à 50m et 100 à 120 m), représentés par les buttes du Continental Terminal, au Nord de la lagune Ebrié ;
- les moyens plateaux, d'altitude allant de 8 à 12 m, constituant les affleurements du cordon littoral Quaternaire ;
- les plaines et les lagunes, constituant l'ensemble le plus affaissé.

Les hauts plateaux du Tertiaire sont entaillés par des vallées profondes issues du Centre-Nord de la région, à l'exemple des ravins du Banco et du Gbangbo. Ces vallées qui jouent le rôle de drains, délimitent des unités hydrogéologiques secondaires.

2.2.7 - Hydrographie

Dans la zone d'influence directe du projet, il 'existe pas de cours d'eau à signaler dans le cadre de cette étude.

Par ailleurs, dans la zone d'influence indirecte du projet, on rencontre de nombreux cours d'eau de directions variables :

- le Banco, le Gbangbo et l'Anguédédou sont de petites rivières de direction Nord-Sud ;
- la Djibi et la Bété, qui se jettent dans la lagune Adjin, sont de direction Nord Ouest-Sud Est.

2.2.8 - Pédologie

La pédologie de la région d'Abidjan au 1/200 000^{ème} fait apparaître les sols ferralitiques, les sols hydromorphes et les sols récents (**Perraud, 1971**).

Les sols ferralitiques qu'on rencontre sur les bas et hauts plateaux présentent une structure dans laquelle l'altération des minéraux est complète. La mise en place de cette texture pédologique provient du processus de ferralisation développé sous l'influence des facteurs paléo climatiques et des types très anciens de végétation.

L'abondance des pluies et les températures élevées entraînent la constitution d'un profil étagé avec :

- un premier horizon peu épais, pauvre en humus et riche en matière organique ;
- un deuxième horizon, très épais avec prédominance de teinte rouge ou brune et abondance de fer et d'alumine ;
- un troisième horizon argileux, compact et quelque peu perméable ;
- un horizon de base très épais de teinte variable liée à la nature de la roche mère.

Les sols hydromorphes constituent le deuxième élément pédologique important du secteur d'Abidjan. Cette hydromorphie a été provoquée par une évolution pédologique dominée par un excès d'eau.

Les sols récents et très peu évolués, bien que spatialement plus réduits que les deux autres, se sont développés dans le secteur littoral, en présentant un faciès assez grossier où dominent les éléments sableux. Ce sont les dunes littorales.

2.2.9 - Géologie et Hydrogéologie

La Côte d'Ivoire est occupée dans sa partie sud par le bassin sédimentaire d'âge Crétacée - Quaternaire qui s'étend de Fresco à la frontière sud du pays. Il s'étend sur environ 40 km. Le district d'Abidjan appartient à ce bassin sédimentaire qui présente une géologie simple : sables et vases quaternaires, des sables argileux avec quelques niveaux d'argiles bariolées du Continental Terminal et des calcaires gréseux du crétacée (**Tastet, 1979**). La nature géologique de la région d'Abidjan recèle donc des nappes importantes qui dépendent de la nature des sédiments. Ces nappes présentent des caractéristiques hydrauliques intéressantes avec une perméabilité très élevée comprise entre 10^{-6} à 10^{-3} m/s, de même qu'une transmissivité élevée comprise entre 0,14 et $0,2 \cdot 10^{-2}$ m²/s. les débits sont de l'ordre de 2 à 200 m³/h et les profondeurs varient de 50 à 200 m (**Anghui et al, 1984**). Ces nappes sont les principales sources d'alimentation en eau potable du district d'Abidjan (voir tableau I)

Tableau I: Paramètres hydrodynamiques du bassin sédimentaire de la Cote d'Ivoire (**Jourda, 1987 ; SOGREAH, 1996a**)

Aquifère	Epaisseur (mètre)	Transmissivité (m ² /s)	Perméabilité (m/s)	Niveau Statique (mètre)	Emmagasinement (%)	Direction d'écoulement
Aquifère du Quaternaire	80	$1,4 \cdot 10^{-1}$ à $2 \cdot 10^{-1}$	10^{-3} à $4 \cdot 10^{-5}$	0,5 à 1		Nord-Sud
Aquifère du Moi-Pliocène (Continental Terminal)	160	0,14 à 20	10^{-5} à 10^{-6}	5 à 80	0,05 à 0,2	Nord-Sud
Aquifère du Crétacé Supérieur ou Maestrichtien	50	inconnue	inconnue	2	inconnu	Nord-Sud

2.2.10 - Relief et Géomorphologie

Le périmètre de la zone d'Abidjan couvre une superficie de 137 000 hectares soit 1 370 km², décomposé en 3 grands ensembles :

- le cordon littoral (Est et Ouest) ;
- les lagunes et les îles (Île Boulay, île de Petit Bassam, île Désirée) ;
- les plateaux (le Plateau, les Plateaux du Banco, de Cocody, d'Abobo, de Djibi, etc...).

La zone d'étude est située dans les plateaux :

Les Plateaux : les hauts plateaux du Tertiaire sont entaillés par des vallées profondes des cours d'eau issus du Centre-Nord de la région. Ce sont 82 000 hectares de plateaux entrecoupés par les talwegs, quatre cours d'eau qui se déversent dans les lagunes Ebrié et Adjin : à l'Ouest le Gbambo, au centre le Banco et au Nord-Est la Djibi et le Bété. Ces vallées, qui jouent le rôle de drain, délimitent des unités hydrogéologiques secondaires.

CHAPITRE III : DIAGNOSTIC DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

D'ASSAINISSEMENT DE LA ZONE D'ETUDE

3.1- Etat actuel des ouvrages de drainage au carrefour de l'Indenié



Photo 1 : Carrefour de l'Indenié : Dalots sur C₂ en amont des échangeurs



Photo 2 : Carrefour de l'Indenié : Dalots sur C₁ en amont des échangeurs



Photo 3 : Importante érosion de la voirie au carrefour de l'Indenié



Photo 4 : Dépôt important d'ordures au carrefour de l'Indenié après la pluie

L'analyse des photos ci-dessus, nous permet d'observer la dégradation de voirie liée à l'érosion régressive (écoulement des eaux hors du canal C₂), des dalots complètement bouchés par le sable et les ordures charriées par l'eau de ruissèlement ce qui sans doute entrainera une inondation inévitable du carrefour de l'Indenié en cas d'averse.

3.2- Etat actuel des ouvrages de drainage du Bassin du Gourou

Les photos ci-dessous nous présentent l'état des ouvrages (canaux, dalots et retenues d'eau) de drainage du bassin Gourou :



Photo 5 : Point de ramification du canal principal en canaux C₁ et C₂



Photo 6 : Canal C₁ au site du Lycée Technique



Photo 7 : Canal C₁ au site CIE



Photo 8 : Canal C₂ au site de Fraternité Matin



Photo 9 : Dalot en aval du canal C₁



Photo 10 : Dalot en aval du canal C₂

Tableau II: Caractéristiques de certains canaux et dalots du bassin Gourou

Photo	Désignation	Dimension	Observation
Photo 5	Point de ramification du canal principal en canaux C ₁ et C ₂	C ₁ = 8,25 x 2,65 C ₂ = 9,0 x 1,6	*charrient des ordures de toutes natures ; *période non pluvieuse, écoulement d'eaux usées.
Photo 6	Canal C ₁ au site du Lycée Technique	8,25 x 2,65	*réduction de la profondeur du canal ; *érosion du sol à partir de la section réduite ; *période non pluvieuse, écoulement d'eaux usées.
Photo 7	Canal C ₁ au site CIE	15 x 11 x 2,25	*canal très ensablé, pratiquement obstrué ; *poussée de végétation dans le canal ; *stagnation d'eau, inondation inévitable ; *dépôt important de solides.
Photo 8	Canal C ₂ au site de Fraternité Matin	16 x 14 x 1,5	*canal pratiquement obstrué ; *présence de végétation dans le canal ; *stagnation d'eau, inondation inévitable ; *Dépôt de sable important.
Photo 9	Dalot en aval du canal C ₁	3xD (3,5 x 2,25)	*3 ^{ème} cellule du dalot pratiquement obstruée. *dépôt d'ordures et de sable ; *défaut d'écoulement des eaux donc baisse de la capacité d'auto curage du canal ; *dépôt d'ordures sur la dalle du dalot, indicateur du débordement en période de crue ; *présence d'eaux usées, environnement très insalubre ;
Photo 10	Dalot en aval du canal C ₂	4xD (3,5 x 1,5)	*les 4 cellules du dalot sont pratiquement obstruées ; *dépôt d'ordures et de sable ; *dépôt d'ordures de toutes sortes en amont immédiat du dalot ; *présence d'eaux usées, environnement très insalubre.

3.2.2 - Retenues d'eau (bassin d'équilibre)

Le bassin versant Gourou compte à ce jour trois (3) bassins de retenues d'eau. Ces retenues sont des dépressions naturelles aménagées depuis 1978 (ICI et al, 2011) afin de réduire les débits de points à l'exutoire (la baie de Cocody après de carrefour de l'Indenié). Cependant, cet objectif est loin d'être atteint à cause des inondations de plus en plus récurrentes à ce carrefour. Les différentes retenues sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau III: Description des retenues de la zone d'étude

Retenue	Localisation/Quartier	Caractéristiques	Description
Dokui-Ouest	A Abobo-Anador (Ouest du Plateau Dokui)	Surface (A)=335 ha Longueur (L)=25 hm Pente (I)= 2,01% Allongement (M)=1,37 Débit (Q)=135 m ³ /s	*Une cuvette *Une digue *Un déversoir *Un ouvrage de vidange
Dokui-Est	Au Plateau Dokui (Est du quartier)	Surface (A)= 433 ha Longueur (L)= 28 hm Pente (I)= 2,05% Allongement (M)= 1,35 Débit (Q)= 168 m ³ /s	Idem à celui de Dokui-Ouest
Agban-Gendarmerie	A Agban (à coté de la gendarmerie)	Surface (A)= 132 ha Longueur (L)= 20 hm Pente (I)= 2,75% Allongement (M)= 1,30 Débit (Q)= 63 m ³ /s	Idem à celui de Dokui-Ouest

Description des retenues

- **Retenue de Dokui-Ouest** : elle est enherbée ; les activités agricoles (champs de banane, manioc, etc.) s'y pratiquent.
- **Retenue de Dokui-Est** : obstruction de sa vidange de fond ; elle est le siège des pressions anthropiques dont les rejets d'eau usées, les ordures et les activités agricoles par les riverains ; présence de végétaux aquatiques sur le plan d'eau caractéristique d'une eutrophisation avancée.
- **Retenue d'Agban-gendarmerie** : elle est aussi le siège des pressions anthropiques dont les habitations, les rejets d'eaux usées, les activités agricoles par les riverains et le rejet des déchets urbains. En amont de la digue se trouve le quartier précaire Allakro qui compte un peu plus de cent (100) habitants.

3.3 - Etat actuel de la baie de Cocody

La baie de Cocody, exutoire final du bassin versant Gourou est aujourd'hui très ensablée comme l'indiquent les photos ci-dessous. En effet, en amont du bassin Gourou, les infrastructures de stockage temporaire, de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement sont insuffisantes, ou détériorées ; toute chose qui favorise les apports de sédiments, consécutifs à l'érosion régressive des sols, et les transports de matières solides par charriage, principales causes des désagréments récurrents à l'échangeur de l'Indenié à l'aval et l'envasement de la baie de Cocody. Plusieurs hectares sont envasés et couverts de plantes.

En outre, selon **Kouadio (2000)**, les eaux de ruissellement entraînent vers la lagune via la baie les résidus des engrais (nitrates et phosphores). Cette étude a permis de mettre en évidence quatre (4) métaux lourds (cuivre, zinc, plomb, cadmium) dont leur concentration totale varie entre 486 ppm et 146 ppm. Les analyses faites par le Centre Ivoirien Anti Pollution (**CIAPOL**) en lagune de 1993 à 1998 montre que les polychlorobiphényles ou PCB sont de loin, les pesticides les plus abondants retrouvés dans le plan lagunaire, suivis du dichlorodiphényldichloroéthane (DDD) qui est un métabolite du dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) et enfin du Lindane. La baie lagunaire de Cocody est parmi les plus polluées de la lagune Ebrié en *Escherichia coli* (plus de 4 cellules/100 ml) et bactérie sulfite-réductrice (plus de 2,5 cellules/100 ml) (**CIAPOL, 1998 ; Hykpo, 2001**).



Photo 11 : Envasement de la baie de Cocody



Photo 12 : Dalot sur le canal C_1 en aval des échangeurs (*entrée de la baie de Cocody*)

Conclusion partielle

Le manque d'assainissement occasionne des préjudices dommageables au niveau socio-économique, environnemental et sanitaire. Les principaux impacts sont :

- Au niveau environnemental
 - ✓ dégradation du cadre de vie et la qualité des eaux (marines, lagunaires, souterraines) ;
 - ✓ stagnation des eaux pluviales dans des quartiers ;
 - ✓ destruction de la voirie par le ruissellement.
- Au niveau sanitaire
 - ✓ recrudescence des maladies hydriques ;
 - ✓ surgissement des immondices occasionnant un choc visuel ;
 - ✓ exposition des déchets de toute sorte pouvant occasionner des maladies graves.
- Au niveau socio-économique
 - ✓ ralentissement des activités économiques ;
 - ✓ entrave à la circulation piétonne et routière ;
 - ✓ entrave à l'activité touristique.

Deuxième partie :

Matériel et Méthodes

La présente étude a pour objectif de contribuer à la résolution des problèmes de l'ensablement et de l'inondation du carrefour de l'Indenié en temps de pluie, contribuant ainsi à l'amélioration de l'environnement urbain dans le bassin Gourou et du cadre de vie des populations. Pour atteindre ces objectifs, la méthodologie adoptée combine la recherche documentaire et leur traitement, les entretiens avec les différentes structures et responsables impliqués dans la gestion du bassin Gourou et enfin les observations de terrain. Ainsi, l'étude a été réalisée en adoptant les trois étapes suivantes :

- la phase de recherche documentaire ;
- les entretiens, visites et travaux de terrain ;
- le traitement des données.

CHAPITRE IV : MATERIEL ET DONNEES

4.1- Matériel utilisé

Pour mettre en application ces étapes citées ci-dessus, un certain nombre de matériels a été nécessaire.

- La carte topographique de l'Institut Géographique National (IGN) France (1988) à l'échelle 1/5 000 ;
- La carte d'occupation du sol à l'échelle 1/ 13 800 de la ville d'Abidjan de 1982;
- La carte du bassin Gourou à l'échelle 1/ 21 000 ;
- Un appareil photo numérique pour les prises de vue.

Aussi, nous avons disposé des matériels de bureau (ordinateur, imprimante), rame papiers, l'internet pour réaliser notre étude.

4.2 - Logiciels utilisés

Les données ou informations collectées après les entretiens et la visite de terrains ont été saisies et organisées à l'aide des logiciels "Excel", "Excel " et " Covadis ".

- le logiciel Excel a servi pour les différents calculs, en ce qui concerne le calcul des débits aux exutoires ; ainsi que les coûts de la réhabilitation du Bassin Gourou ;
- le logiciel Word a servi à la saisie des informations qui aident à la compréhension de gestion du BV Gourou afin de réduire les inondations au carrefour de l'Indenié ;
- le logiciel Covadis nous a permis de calculer les volumes des bassins de retenue.
- Le logiciel Mapinfo pour le géoréférencement et la numérisation des cartes.

CHAPITRE V : METHODES

Notre méthode de travail à consister de faire une recherche bibliographique, des entretiens, des visites de travaux de terrain et le traitement des données acquises pendant les première phases.

5.1- Recherche bibliographique

Elle a constitué la première prise de contact avec le sujet de mémoire et le contexte dans lequel il s'inscrit. Cela a permis de faire la collecte des informations indispensables à la conduite de l'étude. Au cours de cette phase, la recherche a été axée sur deux types de documentation à savoir :

- les documents existant sur le pays et la zone d'étude en matière de gestion du bassin versant Gourou ;
- les documents abordant des thèmes similaires ou ayant certains points communs avec notre sujet de mémoire.

L'ensemble de ces documents et informations a été obtenu auprès :

- des structures opérationnelles que sont le Bureau National d'Etude Technique et de Développement (BNETD), TERRABO Conseil, Ingénierie Conseil en Infrastructure (ICI), Hydrologie Conseil (HYDRO-CO);
- des structures étatiques telles que la Direction de l'Assainissement et du Drainage (DAD) ;
- des structures de finance telles que le Programme d'Urgence d'Infrastructures Urbaines (PUIUR) financé par la Banque Mondiale (BM).
- des sites internet via le moteur de recherche GOOGLE (www.google.fr)

5.2- Entretiens, Visites et travaux de terrain

5.2.1- Entretien

Ces entretiens ont concerné les responsables et structures suivantes :

Le chef de service adjoint de l'assainissement du BNETD : l'entretien a été axé sur la délimitation du bassin versant Gourou sur l'IGN afin de relever les courbes de niveau sur chaque sous bassin en vue de déterminer leurs pentes.

Le sous Directeur de l'assainissement et du drainage : cet entretien a porté sur tous les projets réalisés et à réaliser dans le bassin versant du Gourou. Cela a permis d'avoir des renseignements sur les difficultés actuelles à gérer le bassin ainsi que les inondations récurrentes au niveau du carrefour de l'Indenié.

Le responsable de TERRABO Conseil en charge de l'Assainissement : l'entretien a porté sur les études déjà effectuées par leur bureau d'étude sur le bassin dans le but de déterminer les différents coefficients de ruissellement utilisés dans leurs travaux de dimensionnement.

Le responsable de l'Ingénierie Conseil en Infrastructures (ICI) : l'entretien a porté sur la méthode utilisée pour le calcul du débit à l'exutoire de chaque sous-bassin en particulier et du bassin Gourou en général.

Le responsable du PUIUR-Chef de projet de gestion intégrée du BV du Gourou : cet entretien concerne leurs financements pour la réhabilitation du Bassin versant Gourou.

5.2.2- Visite et travaux de terrain

Au cours du séjour dans la zone d'études, le 19/09/2011 et 3-10/10/2011, une visite s'est faite au niveau du BV Gourou (Exutoire, la baie de Cocody, les canaux d'évacuation des eaux C_1 et C_2 et la délimitation du BV du côté de la commune d'Abobo) et les bassins de retenues d'EP de Dokui-Est et Dokui-Ouest ainsi que le chantier des travaux de réhabilitation des canaux du bassin Gourou : Tronçon Agban-Zoo-Dokui et construction de dalot. Au cours de la visite de ces sites, notre équipe a essayé de détecter des sites potentiels pour la réalisation d'autres bassins de retenues et des canaux d'évacuation d'eaux pluviales.

Il a été constaté des pressions anthropiques dans le bassin Gourou à cause des plantations (banane, manioc, ...) et des habitations sur des talwegs ce qui entraîne le dépôt d'ordures et de la défécation dans le bassin justifiant en outre l'inondation en aval de celui-ci. On note aussi l'arrivée des eaux usées dans le bassin.

5.3- Traitement des données

Cette phase a consisté à l'exploitation de l'ensemble de la documentation obtenue au cours de la recherche documentaire, des entretiens et observations de terrain. L'exploitation des données a donc permis :

- de choisir les paramètres de dimensionnement à savoir la période de retour (T), les différents coefficients de ruissellement utilisés, les coefficients de la formule (paramètres) de Montana ;
- de délimiter le bassin versant gourou et de ses sous bassin ;
- de déterminer la surface, la pente, la longueur hydraulique de chaque sous bassin.
- de choisir la méthode de calcul de débits de pointe aux exutoires ;
- de dimensionner des ouvrages (canaux et retenues d'eau) qui seront préconisés pour l'évacuation des eaux pluviales dans le bassin Gourou.

5.3.1 - Délimitation du bassin versant

Un **bassin versant** est une portion de territoire délimitée par des lignes de crête, dont les eaux alimentent un exutoire commun: cours d'eau, lac, mer, océan, *etc.*

Chaque bassin versant se subdivise en un certain nombre de bassins élémentaires (parfois appelés « sous-bassin versant ») correspondant à la surface d'alimentation des affluents se jetant dans le cours d'eau principal.

Un bassin versant se caractérise par différents paramètres géométriques (surface, pente), pédologiques (nature et capacité d'infiltration des eaux), urbanistiques (présence de bâtiments) mais aussi biologiques (type et répartition de la couverture végétale). On peut également y distinguer trois types de continuité :

- une continuité longitudinale, de l'amont vers l'aval (ruisseaux, rivières, fleuves) ;
- une continuité latérale, des crêtes vers le fond de la vallée ;
- une continuité verticale, des eaux superficielles vers les eaux souterraines et inversement.

Les bassins versants sont délimités à partir de la carte topographique comportant des courbes de niveaux et des points cotés. La délimitation se fait de la manière suivante :

- designer l'exutoire par rapport auquel se fait la délimitation du bassin versant (ouvrages de franchissement) ;
- repérer le réseau hydrographique (cours d'eau principal et affluent) dont l'écoulement passe en ce point ;
- relier les points hauts par rapport à l'exutoire puis les courbes de niveaux de ces points hauts ;
- joindre la ligne de crête à l'exutoire par une perpendiculaire aux courbes de niveau appelé la ligne de plus grande pente.

Toutes les surfaces comprises entre ces lignes se referment en un point appelé exutoire.

5.3.2 - Délimitation des sous bassins principaux.

Cette opération est faite à partir des sens d'écoulement des eaux obtenus, en tenant compte de la convergence des eaux. Ce qui nous a permis d'obtenir vingt un (21) sous bassins dans le bassin Gourou. Selon la position de leur exutoire par rapport aux réseaux, les sous bassins élémentaires seront associés en parallèle ou en série et le débit à drainer dans le réseau sera obtenu en fonction de leurs paramètres équivalents.

5.3.3 - Détermination des surfaces des bassins élémentaires

La détermination de la superficie des bassins élémentaires, a été faite à l'aide du papier millimétré calque. En effet nous avons procédé au calque des bassins élémentaires puis au décompte des carrés à partir du papier millimétré, le nombre de carrés obtenus est multiplié par la superficie d'un carré.

5.3.4 - Détermination de la longueur hydraulique et de la pente de chaque sous bassin du réseau.

✓ Longueur de chemin hydraulique (L)

Le plus long cheminement hydraulique, dans un bassin versant, est utilisé pour déterminer le temps de concentration qui servira ensuite à la détermination de débit du cours d'eau via l'intensité des pluies qui est fonction du temps de concentration.

Pour déterminer ce plus long cheminement hydraulique d'un cours d'eau, on trace d'abord son bassin versant. Puis du point où le bassin se referme, on suit le cours d'eau en le remontant jusqu'à la limite la plus éloignée. On mesure cette longueur à laquelle on applique l'échelle de carte utilisée. On obtient ainsi une distance réelle en mètre (m) puis en kilomètre (Km) et enfin en hectomètre (hm).

✓ Pente longitudinale (I)

La pente longitudinale d'un sous bassin élémentaire est déterminée par la formule suivante :

$$I = \frac{Z_h - Z_b}{L}$$

Z_h : côte la plus haute en amont du bassin versant

Z_b : côte la plus basse en aval du bassin versant

L : longueur de chemin hydraulique

5.3.5 - Détermination des paramètres de dimensionnement

5.3.5.1- Choix de la période de retour (T) et de la durée de pluie

Une averse d'intensité moyenne maximale i sur une durée t survenant en moyenne toutes les T années sera dite de période de retour T . elle apparait comme une durée moyenne au sens statistique. La durée de la pluie a été prise inférieure à une heure compte tenu du temps maximal de l'intensité maximale qui est à 30 mn. Le choix de temps de retour est fonction des zones. On choisit $T= 10$ ans pour les réseaux d'assainissement pluviaux et les zones très vulnérables (**François, 2001**). Ainsi pour notre étude, le temps de retour T est fixé à 10 ans compte tenu de l'importance moyenne des ouvrages à réaliser.

5.3.5.2- Choix des coefficients de ruissellement (C)

L'évaluation du coefficient de ruissellement C est élément déterminant. C'est le rapport entre le volume d'eau ruisselé et entrant dans le réseau et le volume d'eau tombant et moyenne sur l'ensemble du bassin versant.

Ce coefficient dépend de la nature du sol, la pente du terrain et l'occupation du sol. Pour choisir ce coefficient dans notre zone d'étude, nous nous sommes basés sur l'occupation du sol et la densification de notre zone. Dans cette zone, on a des plantations, résidentiels collectifs en majorité et habitat dispersé. Notre choix est fait sur la base des valeurs consignées dans le tableau suivant :

Tableau IV: Coefficient de ruissellement selon le type d'occupation du sol d'après [**Satin, Selmi, 1999, p 103**]

Type d'occupation du sol		Coefficient C
Commercial		$0.70 < c < 0.95$
Résidentiels	lotissements	$0.30 < c < 0.50$
	collectifs	$0.50 < c < 0.75$
	habitat dispersé	$0.25 < c < 0.40$
Industriels		$0.50 < c < 0.80$
Pars et jardins		$0.05 < c < 0.25$
Terrain de sports		$0.10 < c < 0.30$
Terrains vagues		$0.05 < c < 0.15$
Terrains agricoles	drainés	$0.05 < c < 0.13$
	non drainés	$0.03 < c < 0.07$

5.3.5.3- Choix des coefficients a et b de Montana

Des études réalisées en Côte d'Ivoire en 1986 à partir des relevés significatifs des stations d'observation, ont permis de régionaliser les averses en trois (3) zones (Voir **figure de l'annexe 1**). Dans le cas présent, l'étude se déroule à Abidjan, donc dans la zone 1. **Le Tableau de l'annexe 2** donne les valeurs des différents paramètres pour une fréquence de retour décennale. Ce sont : **a= 460 et b= - 0.37**

5.3.5.4- Choix de la méthode de calcul de débits de pointe aux exutoires

Le plus souvent les ouvrages d'assainissement pluvial sont dimensionnés en Côte d'Ivoire avec la méthode rationnelle qui donne un débit net à évacuer. Mais étant dans une situation de pluviométrie à forte fréquence et de l'importance de l'ouvrage à réaliser, notre choix est porté sur la méthode superficielle de CAQUOT qui surestime des débits de crue à évacuer.

Cette méthode peut être considérée comme une évolution de la méthode rationnelle.

Elle est plus complète car elle tient compte de deux phénomènes qui interviennent dans le ruissellement urbain :

- le stockage temporaire de l'eau dans le réseau ;
- le fait que le temps de concentration du bassin versant dépende du débit (donc de la période choisie). (Yao, 2009)

Pour notre zone étude les trois conditions de Caquot sont vérifiées selon Sighomnou «CIEH»:
0,002 < I < 0,05 ; 0,2 < C < 1 et A < 300 ha

➤ Expression de la méthode superficielle de Caquot

Un débit brut Q_{brut} est calculé par la formule de CAQUOT comme suit:

$$Q_{brut}(T) = \left[\frac{a(T) \times \mathbb{Q}(M)^{b(T)}}{6 \times (\beta + \delta r)} \right]^{\frac{1}{1-b(T) \times f}} \times I^{\frac{c \times b(T)}{1-b(T) \times f}} \times C^{\frac{1}{1-b(T) \times f}} \times A^{\frac{d \times b(T) + 1 - \epsilon}{1-b(T) \times f}}$$

On trouve souvent cette formule de CAQUOT sous la forme :

$$Q_{brut}(T) = K^{\frac{1}{u}} \times I^{\frac{v}{u}} \times C^{\frac{1}{u}} \times A^{\frac{w}{u}}$$

- T représente le temps de retour

- $a(T)$, $b(T)$ sont les coefficients de Montana, fonction de T exprimée avec l'intensité i en mm/mn et le temps t en mn
- I représente la pente du bassin versant en m/m;
- C représente le coefficient de ruissellement ;
- A représente la superficie du bassin en ha;
- β , δ , ε , μ , c , d , f représentent les coefficients d'ajustement :
- $\beta + \delta = 1,40$; $\varepsilon = 0,05$; $\mu = 0,19 \times M^{0,84}$; $c = -0,41$; $d = 0,507$; $f = -0,287$; $M = 2$.

NB : Les valeurs proposées ci-dessus sont celles issues de **Sighomnou 1986**.

On corrige ensuite ce débit en fonction de l'allongement réel du bassin pour $M \neq 2$. Ainsi le débit final Q s'obtient par la formule suivante :

$$Q = Q_{\text{brut}}(T) \times m$$

Avec :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{\frac{0,84 \times b(T)}{1 - b(T) \times f}}$$

et

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

➤ Détermination des débits des sous bassins élémentaires en association.

Le principe de l'association des bassins dans la méthode de Caquot a pour but de déterminer les débits équivalents dans les bassins disposés en série ou en parallèle.

• Bassins en série

La détermination du débit équivalent des bassins en série est faite à partir des formules consignées dans le tableau V ci-dessous :

Tableau V: Formules permettant de calculer le débit équivalent des bassins en série

Superficies	Coefficient de ruissellement	Pente	Allongement
$A_{\text{éq}} = \sum A_j$	$C_{\text{éq}} = \frac{\sum C_j \times A_j}{\sum A_j}$	$I_{\text{éq}} = \frac{(\sum L_j)^2}{(\sum \frac{L_j}{\sqrt{I_j}})^2}$	$M_{\text{éq}} = \frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}}$

Si $Q_{\text{éq}} < \max(Q_j)$ alors $Q_{\text{éq}} = \max(Q_j)$

• **Bassin en parallèle**

Les formules consignées dans le tableau VI ci-dessous permet de déterminer le débit équivalent des bassins en parallèle.

Tableau VI: Formules permettant de calculer le débit équivalent des bassins en parallèle

Superficies	Coefficient de ruissellement	Pente	Allongement
$A_{eq} = \sum A_j$	$C_{eq} = \frac{\sum C_j x A_j}{\sum A_j}$	$I_{eq} = \frac{\sum L_j x Q_j}{\sum Q_j}$	$M_{eq} = \frac{L(Q_{jmax})}{\sqrt{\sum A_j}}$

Si $Q_{eq} < \sum Q_j$ alors $Q_{eq} = \sum Q_j$

5.3.5.5- Détermination des caractéristiques hydrauliques différents

caniveaux.

➤ **Choix des ouvrages**

Le choix des ouvrages est fait en tenant compte des contraintes socio-économiques, institutionnelles et le type de lotissement au niveau de la ville. Nous avons opté pour un réseau à ciel ouvert, où tous les caniveaux seront en section trapézoïdale et en béton armé ($K_s=70$). Nous justifions ce choix par le fait que :

✓ les caniveaux à ciel ouvert sont les plus utilisés en assainissement des eaux pluviales, leur coût de réalisation est relativement bas par rapport aux réseaux enterrés et offrent un entretien beaucoup plus facile ;

✓ les sections trapézoïdales bien qu'elles possèdent une largeur au gueule grande et risquant d'avoir une grande emprise sur la voie public du fait de l'étroitesse de certaine rue sont celles même qui ont été utilisées dans les travaux antérieurs.

➤ **Détermination de la section des ouvrages**

La détermination de la section ou de la capacité d'évacuation des ouvrages de drainage à ciel ouvert est effectuée à partir de la formule de Manning Strickler. Cette formule donne le débit maximum admissible (Q_{max}) dans l'ouvrage en fonction de la pente et des dimensions de cet ouvrage. On a :

$$Q_{max} = K_s \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{I}$$

Avec : $R_h = \frac{S}{P}$ sachant que : $S = y(b+my)$ et $P = b+2y\sqrt{1+m^2}$

- K_s est le coefficient de rugosité ($K_s=70$ pour les canaux à parois bétonnés) ;
- R_h est le rayon hydraulique (m) ;
- S (m^2) et P (m) étant respectivement la section et le périmètre mouillés ;
- I est la pente longitudinale de l'ouvrage (m/m) ;
- y est la lame d'eau (m) ;
- b est la largeur au radier (m) ;
- m le fruit de berge.

➤ **Condition de vitesse maximale et minimale – Condition de pente maximale et minimale**

Pour une section d'ouvrage donnée, on peut exprimer le débit ci-dessus par l'expression :

$$Q_{max} = V_{max} \times S$$

Avec V_{max} : vitesse maximale d'écoulement (m/s),

Pendant le dimensionnement des ouvrages à ciel ouvert, il est nécessaire de vérifier que la vitesse n'est ni trop rapide ($V_{max} \leq 5$ m/s) pour éviter la dégradation des ouvrages, ni trop lente ($V_{min} \geq 0,60$ m/s) pour garantir l'autocurage.

Ces conditions de vitesses maximales et minimales fixent également celles des pentes.

5.3.5.6- Détermination du volume des retenues d'eau

La méthode des pluies est utilisée pour le calcul du volume de la retenue. Cette méthode découle des courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) par l'analyse statistique des pluies de la zone du projet. En effet, les courbes IDF sont transformées en courbes HDF (Hauteur-Durée-Fréquence). L'application de cette méthode suppose cinq étapes (**TERRABO, 2010**) :

1) La détermination de toutes les valeurs fondamentales nécessaire au calcul, à savoir :

- le débit Q de fuite admissible à l'aval en m^3/s : $Q_f = m \times S \times \sqrt{2 \times g \times h}$

[**m** : Coefficient de débit (m est pris égale à 0,62) ; **S** : Section de l'ouvrage d'évacuation de l'eau (ici il s'agit du puits de fond) ; **g** : Intensité de la pesanteur ($g=9,810$ m/s²) ; **h** : tirant d'eau (hauteur entre le fond du bassin et la cote des plus hautes eaux)].

- la valeur S_a de la surface active en ha : $S_a = C_a \times A$; (C_a : Coefficient d'apport du bassin versant, représente la part du volume ruisselé sur le volume précipité. Il est égal à **0,9**)

2) La transformation du débit de fuite en hauteur équivalente q (mm/h) répartie sur toute la surface active, soit : $q = \frac{360 \times Q}{S_a}$;

3) Le calcul de la hauteur maximale de stockage en mm qui correspond au temps t_m , où les pentes des courbes HDF et les courbes de vidange sont égales. Les deux équations s'écrivent comme suite :

➤ Equation de la courbe HDF : $H(t, T) = a(T) \times t^{1+b(T)}$, où $a(T)$ et $b(T)$ sont les coefficient d'ajustement de Montana.

Sa pente est : $H'(t, T) = a(T) \times [b(T) + 1] \times t^{b(T)}$

➤ Equation de la hauteur vidangée : $Hv(t) = q \times t$ et sa pente est : $H'v(t) = q$

➤ Le temps t_m d'égalité des pentes est : $t_m = \left[\frac{q}{a(t) \times [b(t)+1]} \right]^{1/b(t)}$

➤ La hauteur maximale est égale : $H_{max} = H(t_m, T) - Hv(t_m, T)$ soit,

$$H_{max} = - \frac{b(t) \times q}{b(t) + 1} \times t_m$$

4) Le calcul du volume de la retenue à débit constant par : $V = H_{max} \times S_a$

5) La correction du volume calculé à débit constant par le coefficient de majoration en intégrant une vidange non constante: $\rho = (\alpha + 1)^{-(1+\frac{1}{b(t)})}$, avec $\alpha=0,5$ pour un orifice et $\alpha=1,5$ pour un seuil.

5.3.5.7- Détermination des caractéristiques du déversoir

Le bassin de retenue sur un site donné sera constitué d'une cuvette barrée par un déversoir de type Craeger représenté sur la figure 7 sera dimensionné pour évacuer le débit capable du canal qui s'y trouve.

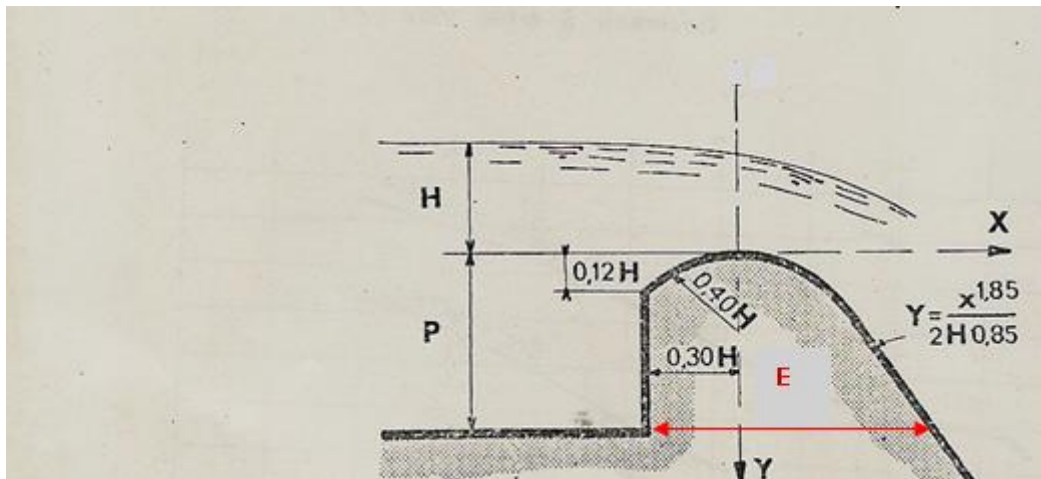


Figure 7: Schéma type d'un déversoir à profil Craeger

Le débit Q déversé est donné par la formule : $Q = mL\sqrt{2gH^3}$,

m = coefficient de débit donné par le graphique de la figure 8 ci-dessous :

L = largeur du déversoir avec $L = \frac{Q}{m\sqrt{2gH^2}}$

g = accélération de la pesanteur,

H = hauteur de la lame déversante,

E = épaisseur à la base du déversoir avec $E = X + 0,30H$

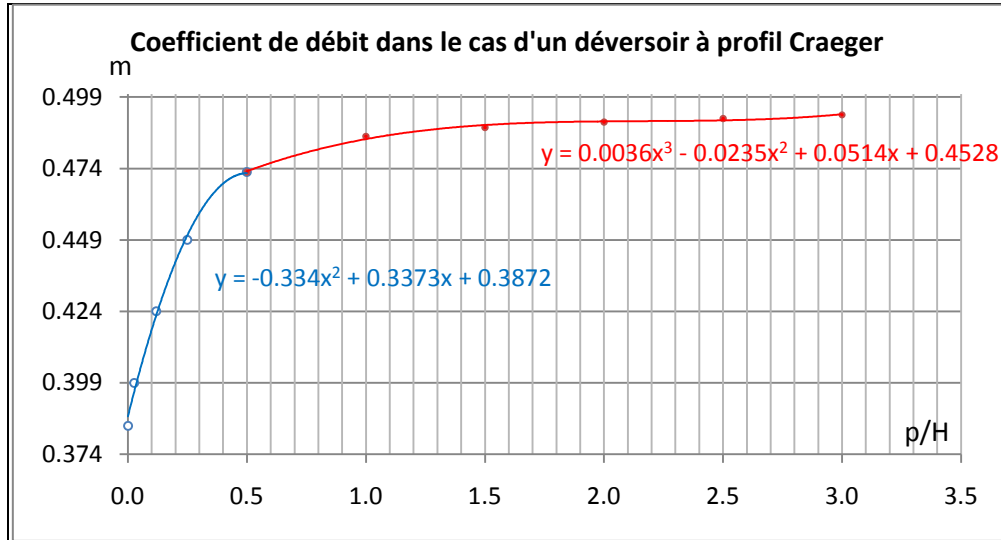


Figure 8: Graphe permettant de calculer le coefficient de débit (m) dans le cas d'un déversoir à profil Craeger

Troisième partie :

Résultats et Interprétations

CHAPITRE VI : CALCUL DES DEBITS ET DIMENSIONNEMENT DES CANAUX

6.1- Délimitation du bassin versant et de sous bassins

Comme sur mentionné, la délimitation du bassin Gourou et ses sous bassins au total vingt un (21) sont représentés dans la figure 9 ci-dessous :

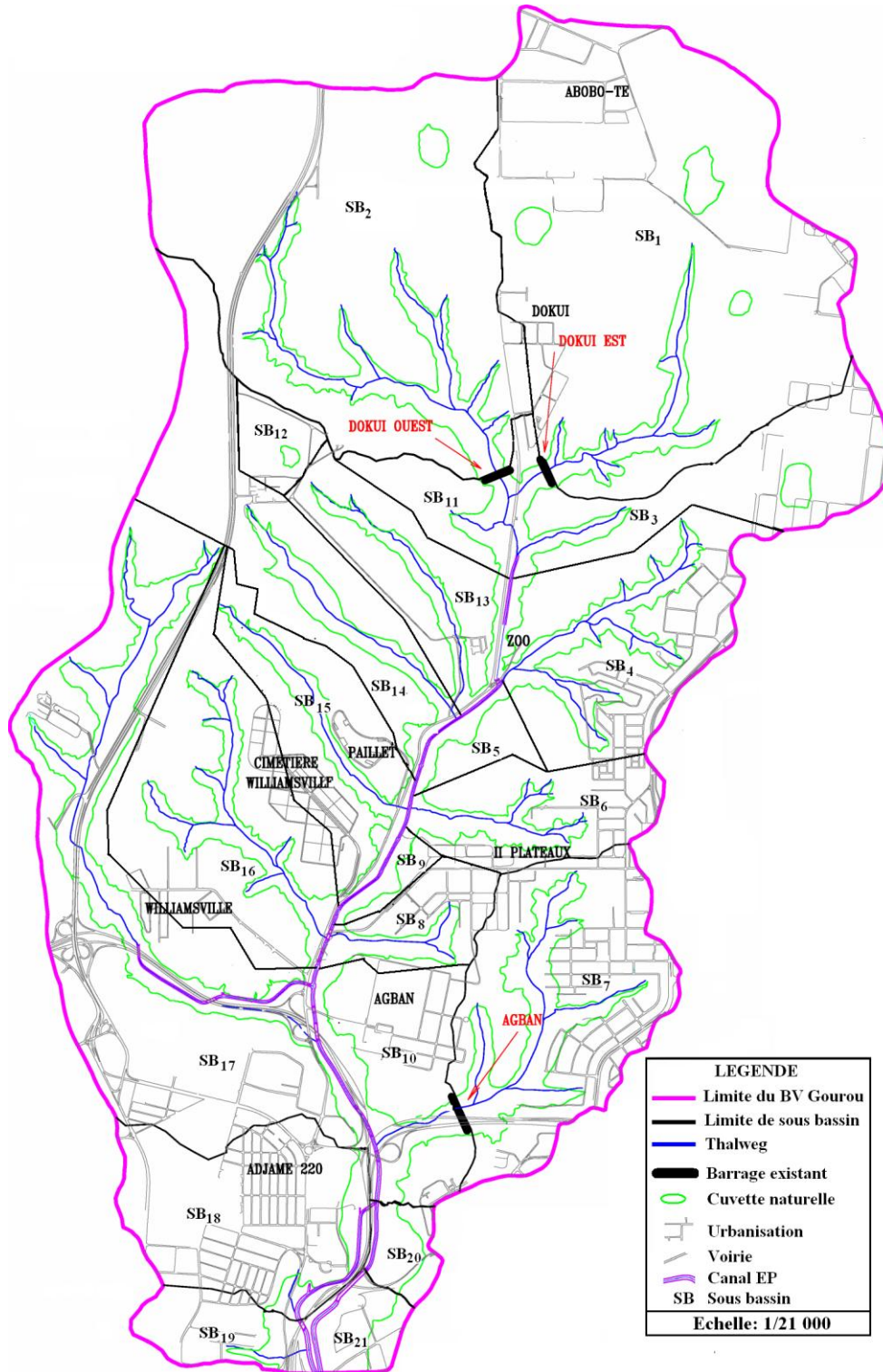


Figure 9: Bassin et sous bassin du Gourou

Tableau VII: Surface en ha des sous bassins versants

Nom de Sous BV	SB ₁	SB ₂	SB ₃	SB ₄	SB ₅	SB ₆	SB ₇	SB ₈	SB ₉	SB ₁₀
Surface en ha	453	473	94	144	22	83	187	40	15	152

SB ₁₁	SB ₁₂	SB ₁₃	SB ₁₄	SB ₁₅	SB ₁₆	SB ₁₇	SB ₁₈	SB ₁₉	SB ₂₀	SB ₂₁	Total
33	20	81	138	90	167	258	134	51	21	66	2722

La superficie totale des différentes unités hydrologiques (voir tableau VII) ainsi délimitées varie de 15 à 473 ha et correspondant à la zone d'étude est de l'ordre de 2750 ha.

6.2- Détermination de la longueur hydraulique et de la pente de chaque sous bassin du réseau

Les longueurs hydrauliques et les pentes de chaque sous bassin sont consignées dans le tableau VIII suivant :

Tableau VIII: Longueur hydraulique et pente de chaque sous bassin

Nom de Sous BV	L _{plan} (mm)	L _{réelle} (cm)	L _{réelle} (hm)	CÔTES		Pente I (m/m)
				Amont (m)	Aval (m)	
SB ₁	8,1	170100	17,01	100	61,4	0,0227
SB ₂	9,5	199500	19,95	110,7	56	0,0274
SB ₃	7,3	153300	15,33	94	48,4	0,0297
SB ₄	5,1	107100	10,71	94	46,4	0,0444
SB ₅	2,2	46200	4,62	46,4	32,1	0,031
SB ₆	4,8	100800	10,08	80	32,8	0,0468
SB ₇	6	126000	12,6	76	30	0,0365
SB ₈	3,6	75600	7,56	69,8	27	0,0566
SB ₉	2,2	46200	4,62	66	30	0,0779
SB ₁₀	4	84000	8,4	60	22,2	0,045
SB ₁₁	3,8	79800	7,98	97,1	38,2	0,0738
SB ₁₂	2,6	54600	5,46	103,6	91,8	0,0216
SB ₁₃	5,5	115500	11,55	100	49,9	0,0434
SB ₁₄	8	168000	16,8	105	32	0,0435
SB ₁₅	6	126000	12,6	93,5	36,6	0,0452
SB ₁₆	7,1	149100	14,91	89,6	30	0,04
SB ₁₇	13	273000	27,3	104	30	0,0271
SB ₁₈	4,7	98700	9,87	57,5	30	0,0279
SB ₁₉	3,4	71400	7,14	46	20	0,0364
SB ₂₀	1,3	27300	2,73	50	20	0,0538
SB ₂₁	2	42000	4,2	60	22,2	0,0366

Les résultats ci-dessus nous permettent de constater que les longueurs hydrauliques de notre zone d'étude varient de 2, 73 à 27,3 hm tandis les pentes varient de 0,0216 à 0,0779.

6.3- Détermination des coefficients de ruissellement

Le tableau suivant présente les coefficients de ruissellement des différents sous bassins qui varient de 0,65 à 0,85 selon la structure de chaque sous bassin comme mentionné plus haut.

Tableau IX: Coefficient de ruissellement des différents sous bassins

Nom de Sous BV	SB ₁	SB ₂	SB ₃	SB ₄	SB ₅	SB ₆	SB ₇	SB ₈	SB ₉	SB ₁₀
Coefficient C	0,65	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,75	0,65	0,65	0,85

SB ₁₁	SB ₁₂	SB ₁₃	SB ₁₄	SB ₁₅	SB ₁₆	SB ₁₇	SB ₁₈	SB ₁₉	SB ₂₀	SB ₂₁
0,65	0,65	0,65	0,75	0,8	0,85	0,85	0,8	0,8	0,85	0,85

6.4- Inventaire des canaux existants du bassin versant Gourou

Le réseau de drainage des eaux pluviales est constitué uniquement de caniveaux rectangulaires, trapézoïdaux et des dalots dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau X suivant :

Tableau X: Caractéristiques des canaux du bassin Gourou

N°	Type de canal	Dimensions			
		Nombre de cellules n (si dalot)	Largeur en radier ou Base b (m)	Tirant d'eau ou Hauteur y ou h (m)	Largeur en gueule ou en miroir L (m)
1	Trapézoïdal	/	11,00	2,25	15,00
2	Dalot	2	3,10	4,00	/
3	Trapézoïdal	/	14,00	1,50	16,00
4	Trapézoïdal	/	3,00	1,60	6,25
5	Rectangulaire	/	9,00	1,60	/
6	Rectangulaire	/	8,25	2,65	/
7	Dalot	2	4,00	1,60	/
8	Rectangulaire	/	11,90	2,65	/
9	Dalot	2	4,60	3,50	/
10	Dalot	2	4,60	3,50	/
11	Trapézoïdal	/	4,21	4,03	10,52
12	Rectangulaire	/	8,30	2,70	/
13	Trapézoïdal	/	4,03	3,85	10,06
14	Trapézoïdal	/	4,15	2,46	8,50
15	Dalot	2	2,60	2,05	/

16	Trapézoïdal	/	2,50	2,22	5,80
17	Trapézoïdal	/	2,50	2,05	5,80
18	Trapézoïdal	/	3,39	3,24	8,46
19	Dalot	2	3,39	2,75	/
20	Trapézoïdal	/	3,39	3,24	8,46
21	Trapézoïdal	/	3,18	3,04	7,90
22	Trapézoïdal	/	3,18	3,04	7,90
23	Trapézoïdal	/	3,18	3,04	7,90
24	Trapézoïdal	/	2,50	1,75	6,00

6.5- Débits à l'exutoire de chaque sous bassin

Le tableau suivant présente les différents débits obtenus à l'exutoire de chaque sous bassin. Il est à noter que l'importance de débit est liée en majorité à la grandeur (surface) du bassin versant.

Tableau XI: Débit de chaque sous bassin

BV	Long hyd. L (hm)	Pente I (m/m)	Surface A (ha)	Coef. de ruiss. C	Débit Q (M=2)	M	m	Débit corrigé Q _{cor} m ³ /s
SB ₁	17,01	0,0227	453	0,65	94,611	0,800	1,267	119,950
SB ₂	19,95	0,0274	473	0,70	110,110	0,917	1,223	134,740
SB ₃	15,33	0,0297	94	0,70	28,132	1,581	1,063	29,897
SB ₄	10,71	0,0444	144	0,80	50,318	0,893	1,232	62,012
SB ₅	4,62	0,0310	22	0,70	8,211	0,985	1,201	9,863
SB ₆	10,08	0,0468	83	0,70	27,328	1,106	1,166	31,850
SB ₇	12,60	0,0365	187	0,75	56,587	0,921	1,222	69,166
SB ₈	7,56	0,0566	40	0,65	13,938	1,195	1,143	15,920
SB ₉	4,62	0,0779	15	0,65	6,374	1,193	1,143	7,286
SB ₁₀	8,40	0,0450	152	0,85	56,519	0,800	1,267	71,650
SB ₁₁	7,98	0,0738	33	0,65	12,374	1,389	1,099	13,590
SB ₁₂	5,46	0,0216	20	0,65	6,553	1,221	1,136	7,440
SB ₁₃	11,55	0,0434	81	0,65	24,323	1,283	1,122	27,280
SB ₁₄	16,80	0,0435	138	0,75	44,987	1,430	1,090	49,060
SB ₁₅	12,60	0,0452	90	0,80	33,800	1,328	1,112	37,581
SB ₁₆	14,91	0,0400	167	0,85	60,032	1,153	1,153	69,220
SB ₁₇	27,30	0,0271	258	0,85	88,652	1,699	1,043	84,940
SB ₁₈	9,87	0,0279	134	0,80	43,733	0,852	1,247	54,530
SB ₁₉	7,14	0,0364	51	0,80	20,070	1,000	1,191	24,018
SB ₂₀	2,73	0,0538	21	0,85	10,767	0,800	1,267	13,650
SB ₂₁	4,20	0,0366	66	0,85	26,787	0,800	1,267	33,960

6.6- Débits équivalents des sous bassins associés

Les débits équivalent des sous bassins associés en série et /ou en parallèle ont été déterminés et consignés dans le tableau XII ci-dessous :

Tableau XII: Débit équivalent des sous bassins associés

N°	Tronçon	Association des bassins	Longueur éq (hm)	Surface éq (ha)	Pente éq (m/m)	Coef éq	M éq	Qéq (m ³ /s)	m éq	Qcor éq (m ³ /s)
1		1//2	17,01	13,6	0,02503	0,67	4,61	4,9763	0,805	4,00
2		éq(1_2)//3	15,33	107,6	0,02914	0,69	1,47	31,313	1,081	33,86
3	a-b	éq(1_2_3)//11	15,33	140,6	0,04192	0,68	1,29	41,104	1,119	46,02
4	b-c	éq(1_2_3_11)//4	10,71	284,6	0,04334	0,74	0,80	82,571	1,267	104,68
5		12 série 13	17,01	101,0	0,03374	0,65	1,69	28,133	1,044	29,37
6		éq(12_13)//éq(1_2_3_11_4)	10,71	385,6	0,04123	0,71	0,80	102,18	1,267	129,54
7	c-d	éq(12_13_1_2_3_11_4)//14	10,71	523,6	0,04183	0,72	0,80	134,64	1,267	170,70
8		éq(12_13_1_2_3_11_4_14)//5	10,71	545,6	0,04121	0,72	0,80	138,86	1,267	176,05
9	d-e	éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5)//15	10,71	635,6	0,04184	0,73	0,80	161,13	1,267	204,29
10		éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5_15)//6	10,71	718,6	0,04250	0,73	0,80	178,25	1,267	225,98
11	e-f	éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5_15_6)//9	10,71	733,6	0,04390	0,73	0,80	181,94	1,267	230,67
12		éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5_15_6_9)//8	10,71	773,6	0,04472	0,72	0,80	189,75	1,267	240,57
13	f-g	éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5_15_6_9_8)//16	10,71	940,6	0,04366	0,74	0,80	230,83	1,267	292,66
14	g-h	éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5_15_6_9_8_16)//17	10,71	1198,6	0,03990	0,77	0,80	288,68	1,267	365,99
15		7 série 10	21,00	154,5	0,03958	0,84	1,68	55,958	1,044	58,45
16	h-i	éq(12_13_1_2_3_11_4_14_5_15_6_9_8_16_17)//éq(7_10)	10,71	1350,6	0,04073	0,77	0,80	324,94	1,267	411,97
17	j-k	18//19	9,87	185,0	0,03049	0,80	0,80	58,459	1,267	74,11
18	l-m	20//21	4,20	87,0	0,04153	0,85	0,80	34,641	1,267	43,91

Les différents tronçons sont donnés par la figure de l'annexe 5.

6.7- Comparaison des résultats des différents canaux existants et canaux prévisionnels

Le tableau ci-dessous montre la comparaison entre les débits des canaux existants et les débits produits par les sous bassins empruntant les différents tronçons ci-dessous désignés.

Tableau XIII: Comparaison des débits des canaux existants et ceux produits par les sous bassins

N°	Tronçon	Canal	Dimensions (B;b;y)	Pente I (m/m)	Fruit de berge m	Débit capable (m ³ /s)	Débit calculés avec les SBV	Observation
1	a-b	24	6m x 2,5m x 1,75m	0,041930	1,00	106,49	46,02	Suffisant
2	b-c	24	6m x 2,5m x 1,75m	0,043347	1,00	108,27	104,68	Suffisant
3	c-d	23	7,95m x 3,2m x 3,0m	0,041832	0,79	317,86	170,70	Suffisant
4	d-e	22	7,95m x 3,2m x 3,0m	0,041849	0,79	312,32	204,29	Suffisant
5	e-f	21	7,95m x 3,2m x 3,0m	0,043904	0,79	319,89	230,67	Suffisant
6	f-g	18	8,5m x 3,4m x 3,25m	0,043668	0,78	387,01	292,66	Suffisant
7	g-h	13	10,0m x 4,0m x 3,85m	0,039901	0,77	575,73	365,99	Suffisant
8	h-i	11	10,52m x 4,21m x 4,03m	0,040735	0,78	661,74	411,97	Suffisant
9	i-j	5	9,0m x 1,60m	0,027862	/	187,91	260,51	Insuffisant
10	j-k	3	16,0m x 14m x 1,5m	0,036415	0,67	350,40	284,53	Suffisant
11	i-l	6	8,25m x 2,65m	0,053800	/	488,31	219,63	Suffisant
12	l-m	1	15m x 11m x 2,25m	0,036600	0,89	558,41	253,59	Suffisant

On remarque en observation que la quasi-totalité des canaux existants sont suffisant pour évacuer les eaux pluviales par tronçon sauf celui du canal **i-j** (Voir Figure de l'annexe 5). Cependant, on constate de façon récurrente les inondations au carrefour de l'Indenié. Cette inondation pourrait être du à l'envasement et l'ensablement des principaux canaux C₁ et C₂ après chaque pluie. Nous proposons la construction de bassins de retenue au niveau de trois (3) sites se situant pratiquement à l'exutoire du bassin Gourou afin de freiner l'ensablement des canaux principaux.

6.8- Capacité des canaux principaux C₁, C₂ et leurs dalots en aval à évacuer la crue

Le tableau ci-dessous présente la capacité des deux canaux et des leurs dalots à évacuer le débit d'eau collecté par le bassin en amont.

Tableau XIV: Capacité des canaux C₁ et C₂ et dalots

Ouvrage	Dimensions (m)	Débit à évacuer (m ³ /s)	Débit imposé par le bassin amont (m ³ /s)	Observation
Canal C ₁	8,25 x 2,65	402,75	219,63	Suffisant
Canal C ₂	9,0 x 1,6	215,37	260,51	Insuffisant
Dalot aval C ₁	3*(3,5 x 2,25)	295,17	298,59	Insuffisant
Dalot aval C ₂	4*(3,5 x 1,5)	243,90	284,53	Insuffisant

D'après le tableau qui précède, seul le canal C₁ est suffisant pour évacuer les eaux pluviales. Le canal C₂ est insuffisant ainsi que les dalots. Dans le cas le plus favorable, il convient de réaliser des ouvrages d'écêtement des crues sur le bassin versant Gourou pour garantir que les débits qui parviennent aux canaux C₁ et C₂, n'excèdent pas les débits capables comme nous constatons plus haut. Il est par conséquent indispensable de créer des bassins de retenue en vue d'écêter les crues.

Malgré la relative fréquence du curage des canaux et de leurs débouchés, force est de constater que le carrefour de l'Indénie est très ensablé et que le spectacle des dépôts solides est désolant: Il est donc important de créer des bassins de retenue en vue de faire écran aux dépôts solides qui vont boucher les dalots.

Les bassins sont dimensionnés pour écêter la crue décennale sur les sous-bassins relatifs aux sites et les débits capables des canaux. Ces bassins sont équipés de seuils déversoirs, de dégrilleurs et de tamis qui concourent à bloquer les matériaux fins et grossiers.

CHAPITRE VII: DIMENSIONNEMENT DE BASSINS DE RETENUE

7.1- Objectif de bassins de retenue

L'objectif visé ici en mettant en place des bassins de retenue est :

- d'empêcher ou de réduire l'ensablement au carrefour de l'Indénié ;
- d'écarter les crues et de réduire le débit d'eaux pluviales au carrefour de l'Indénié.

Le bassin de retenue sur un site donné sera constitué d'une cuvette barrée par un déversoir de type Craeger qui sera dimensionné pour évacuer le débit capable du canal qui s'y trouve.

7.2- Caractéristiques des sites (sous bassin versant) pour les bassins de retenue

Les trois (3) sites à étudier se situant pratiquement à l'exutoire du bassin Gourou (**Voir la figure de l'annexe 4**), nous donnons ci-après leurs caractéristiques, en faisant abstraction des bassins en amont de ces sites.

Tableau XV: Caractéristiques des sites choisis

Site	Sous bassin	Superficie (km²)	Périmètre (km)	Longueur (km)	Largeur (km)	Pente (%)	Débit (m³/s)
Lycée Technique	SB ₂₀	0,21	1,95	0,56	0,57	5,38	14,95
Fraternité Matin	SB ₁₈	1,34	5,00	1,63	1,34	2,77	54,02
Indénié-CIE	SB ₂₁ +SB ₁₉	0,66	4,18	0,70	1,64	3,66	34,56

7.3- Etude hydraulique

7.3.1- Hypothèses pour le dimensionnement des bassins de retenue

On admettra que le bassin de retenue reçoit un débit égal au débit capable du canal en amont (C_1 pour le site du Lycée Technique et C_2 pour le site de Fraternité Matin) et que le déversoir permet d'évacuer le débit capable du canal qui traverse le site.

7.3.2- Détermination des volumes

Le débit restitué en aval des bassins de retenue à dimensionner ou suggérés est égal ou plus au débit capable du canal en aval. Pour l'estimation du volume de la retenue, la méthode des pluies comme décrite plus haut, a été utilisée. Elle consiste à calculer, en fonction du temps, la différence entre la lame d'eau précipitée sur le terrain et la lame d'eau évacuée par le ou

les ouvrages de rejet. Dans le cas de notre étude, le site de réalisation du bassin de retenue est urbanisé. Donc nous donnons une section de la vidange de fond, avec celle-ci, il est calculé le débit de fuite et le volume de la retenue qui permet d'écarter les eaux issues du bassin versant. Il est ensuite vérifié que ce volume tient dans l'espace disponible et minimise les déplacements des habitations.

7.3.2.1-Volumes requis pour les bassins du Lycée Technique et Fraternité

Matin

En application de la méthodologie adoptée plus haut, les volumes requis pour les bassins de retenues pour les deux sites durant les cinquante (50) années de retour sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XVI: Volume requis des bassins

SITES	T (an)					
	1	2	5	10	25	50
Lycée Technique	463	522	676	799	969	1 104
Fraternité Matin	99 103	10 751	13 937	16 465	19 966	22 751

Selon le tableau ci-dessus, les volumes de stockage nécessaires pour écarter la crue décennale sont :

- Pour le site du Lycée Technique : **799 m³** ;
- Pour le site de Fraternité Matin : **16 465 m³**

7.3.2.2- Volumes des bassins avec les levés topographiques

L'exploitation des levés topographiques avec le logiciel Covadis a permis de déterminer les volumes des bassins de retenue suivants :

- Bassin de retenue du Lycée Technique : **4 500 m³**
- Bassin de retenue de Fraternité Matin : **18 800 m³**

7.3.2.3- Comparaison des volumes précédents

Le volume de la retenue et le volume requis des sites du Lycée Technique et de Fraternité Matin pour les cinquante années de retour sont représentés dans les tableaux XVII et XVIII suivants :

Tableau XVII: Volume de la retenue du Lycée Technique

Site :	Lycée Technique					
Volume de la retenue :	4 500 m ³					
Volume	T (an)					
	1	2	5	10	25	50
Requis	463	522	676	799	969	1 104
Suffisant	oui	oui	Oui	oui	oui	oui

Il est prouvé plus haut que le canal C₁ est suffisant. Un bassin de retenue n'est pas nécessaire pour écrêter les crues. Le tableau ci-dessus indique que le volume requis varie de 463 à 1104 m³. Le volume de 4 500 m³ disponible prévu pour le stockage et le dépôt solide est largement suffisant même pour **une crue cinquantennale**.

Tableau XVIII: Volume de la retenue de Fraternité Matin

Site :	Fraternité Matin					
Volume de la retenue :	18 800 m ³					
Volume	T (an)					
	1	2	5	10	25	50
Requis	9 103	10 751	13 937	16 465	19 966	22 751
Suffisant	oui	oui	oui	oui	non	non

D'après le tableau XVIII, le volume du bassin de retenue du site de Fraternité Matin est suffisant pour écrêter **la crue décennale**.

7.3.3- Détermination du déversoir

Eu égard à l'application de la méthodologie ci-dessus, les caractéristiques du déversoir de tous les sites de notre étude sont consignés dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Caractéristiques des déversoirs des différents sites

	P(m)	H(m)	E(m)	L(m)
Lycée Technique	1,65	1,0	2,21	55,29
Fraternité Matin	2,00	1,0	2,42	41,90
CIE (C₂)	1,00	1,5	2,20	39,00
CIE (C₁)	1,75	1,5	2,82	14,00

7.3.4- Description des bassins de retenue

7.3.4.1-Site du Lycée Technique

L'ouvrage du Lycée Technique est un bassin de retenue comprenant un seuil déversoir et un regard en béton armé, un puits de fond, un batardeau, des dégrilleurs et un tamis.

- Le bassin de retenue : Il s'étend sur 142 m, occupe une superficie de 0,49 ha avec un volume de 4 500 m³ (*en amont du déversoir*). Il débouche sur le dalot (C₁) en amont du site de CIE. Un seuil déversoir est implanté à 47 m du dalot (C₁). Le radier et les talus seront engazonnés en amont du déversoir et bétonnés en aval. Le radier et la paroi droite bétonnés du canal C₁ à l'intérieur du bassin seront conservés. Les parois bétonnées seront munies de barbacanes.

- Le seuil déversoir : Il est à profil Craeger et surmonté d'un dégrilleur haute de 1,20m, constitué de barreaux de fers plats espacés de 5 cm. La hauteur du déversoir est de 1,65m. Son épaisseur à la base est de 2,21 m. La lame déversante est large de 60 m et haute de 1 m. Des murs voiles en béton armé sont réalisés de chaque côté du déversoir. Le radier du déversoir est muni d'une parafouille sur toute la largeur de la partie non bétonnée.

- Le puits de fond : De diamètre 1 m, il est taillé dans le déversoir et laisse passer de faibles débits ou assure la vidange de l'eau stockée en amont. Il est protégé contre l'envasement par deux (2) dégrilleurs fixes en amont.

- Le dégrilleur encastré dans la paroi du canal et dans le radier : Il est perpendiculaire à l'écoulement et est situé à une distance de 3,5 m du déversoir. Il a une largeur de 3 m et une hauteur de 1,5 m. Il est constitué de barreaux de fer plats espacés de 2 cm. Le barreau a une épaisseur de 1 cm et une largeur de 4 cm.
- Le dégrilleur encastré dans le déversoir et dans le radier : Il est parallèle à l'écoulement et est situé à une distance de 2,50 m de la paroi du canal C₁. Il a une largeur de 2 m et une hauteur de 1,5 m. Il est constitué de barreaux de fer plats espacés de 2 cm. Le barreau a une épaisseur de 1 cm et une largeur de 4 cm..
- Le tamis amovible : Il est en L. La partie horizontale est en fer plein d'épaisseur 1 cm, de dimensions 0,5m x 1 m. La partie verticale est de dimensions 1,10mx1,10m et est constituée de fils d'aciers inoxydables de diamètre 1mm. La maille du tamis est de 3mm x 3mm ; il est muni d'un crochet auquel est attachée une chaîne qui remonte en surface. Pour enlever les dépôts solides, le tamis peut être complètement extrait du regard avec un palan auquel on accroche cette chaîne ;
- La clôture : du côté de la voie express est haute de 1,5 m et est constituée de tubes en acier galvanisé. Du côté des habitations, elle est en agglos et haute de 2 m.

7.3.4.2-Site du Fraternité Matin

L'ouvrage de Fraternité Matin est un bassin de retenue comprenant les mêmes éléments que celui du Lycée Technique.

- Le bassin de retenue : Il s'étend sur 278 m, occupe une superficie de 1,29 ha avec un volume de 18 800 m³ (*en amont du déversoir*). Il débouche sur le dalot (C₂) en amont du site de CIE. Un seuil déversoir est implanté à 28 m du dalot (C₂). Le radier et les talus seront engazonnés en amont du déversoir et bétonnés en aval. Le radier et la paroi droite bétonnés du canal C₂ à l'intérieur du bassin seront conservés. Le talus au-dessus de cette paroi droite sera bien réglé et engazonné en amont et bétonné en aval du déversoir. Les parois bétonnées seront munies de barbacanes.
- Le seuil déversoir : Il est à profil Craeger et surmonté d'un dégrilleur haute de 1,20m, constitué de barreaux de fers plats espacés de 5 cm. La hauteur du déversoir est de 2 m. Son épaisseur à la base est de 2,42 m. La lame déversante est large de 45 m et haute de 1 m. Des murs voiles en béton armé sont réalisés de chaque côté du déversoir.

- Le pertuis de fond : De diamètre 1 m, il est taillé dans le déversoir et laisse passer de faibles débits ou assure la vidange de l'eau stockée en amont. Il est protégé contre l'envasement par deux (2) dégrilleurs fixes en amont.
- Le dégrilleur encastré dans la paroi du canal et dans le radier : Il est perpendiculaire à l'écoulement et est situé à une distance de 3,5 m du déversoir. Il a une largeur de 3 m et une hauteur de 1,5 m. Il est constitué de barreaux de fer plats espacés de 2 cm. Le barreau a une épaisseur de 1 cm une largeur de 4 cm.
- Le dégrilleur encastré dans le déversoir et dans le radier : Il est parallèle à l'écoulement et est situé à une distance de 2,50 m de la paroi de l'ouvrage du côté de la voie express. Il a une largeur de 2 m et une hauteur de 1,5 m. Il est constitué de barreaux de fer plats espacés de 2 cm. Le barreau a une épaisseur de 1 cm et une largeur de 4 cm.
- Le tamis amovible : Il est en L. La partie horizontale est en fer plein d'épaisseur 1 cm, de dimensions 0,5m x 1 m. La partie verticale est de dimensions 1,10mx1,10m et est constituée de fils d'aciers inoxydables de diamètre 1mm. La maille du tamis est de 3mm x 3mm ; il est muni d'un crochet auquel est attachée une chaîne qui remonte en surface. Pour enlever les dépôts solides, le tamis peut être complètement extrait du regard avec un palan auquel on accroche cette chaîne ;
- L'accès et la sortie de l'ouvrage : se font par un portail métallique sur la clôture, puis une rampe en béton armée, large de 4m, avec une longueur de 30m et une pente de 10%. Une voie d'accès à la rampe sera aménagée avec un ouvrage de franchissement de canal.
- La clôture : du côté de la voie express est haute de 1,5 m et est constituée de tubes en acier galvanisé. Du côté des habitations, elle est en agglôs et haute de 2 m.

7.3.4.3-Site de la CIE

L'ouvrage comprend la fusion des canaux C_1 et C_2 rehaussés, un seuil déversoir et un regard en béton armé, un pertuis de fond, un batardeau, des dégrilleurs et un tamis.

- La fusion C_1 et C_2 Elle s'étend sur 255 m, occupe une superficie de 1,33 ha avec un volume de $8\,878\text{ m}^3$ (*en amont du déversoir*). Elle débouche sur le dalot (C_1) et le dalot (C_2). Un seuil déversoir est implanté à 52 m du dalot (C_1) et 58 m du dalot (C_2). L'espace compris entre les deux canaux C_1 et C_2 sera bétonné. L'ouvrage sera muni de barbacanes de façon à rabattre la nappe phréatique et réduire ainsi la pression hydrostatique

sur les parois. Les parois des canaux sur ce site seront rehaussées. Les parois du canal C_1 et du petit canal qui débouche sur C_1 en amont de la fusion seront également rehaussées de à 0,5 m.

- Le seuil déversoir Il est à profil Craeger et surmonté d'un dégrilleur haute de 1,70m, constitué de barreaux de fers plats espacés de 5 cm. La hauteur du déversoir est de 1 m au niveau de C_2 et 1,75m au niveau de C_1 . Son épaisseur à la base est de 2,82 m au niveau de C_1 . La lame déversante est large de 53 m et haute de 1,5m. Des murs voiles en béton armé sont réalisés de chaque côté du déversoir.

- Le regard : Il est solidaire du déversoir avec une section de 1,30m x 1,15m. A l'intérieur seront installés d'amont en aval, trois éléments amovibles, distants de 0,5 m qui sont : un batardeau, un dégrilleur et un tamis,

- Le pertuis de fond : De diamètre 1 m, ouvert en permanence, il est taillé dans le déversoir et laisse passer de faibles débits ou assure la vidange de l'eau stockée en amont. Il est protégé contre l'envasement par deux (2) dégrilleurs fixes en amont.

- Le dégrilleur encastré dans la paroi du canal et dans le radier : Il est perpendiculaire à l'écoulement et est situé à une distance de 3,5 m du déversoir. Il a une largeur de 4,53 m et une hauteur de 1,5 m. Il est constitué de barreaux de fer plats espacés de 2 cm. Le barreau a une épaisseur de 1 cm et une largeur de 4 cm.

- Le dégrilleur encastré dans le déversoir et dans le radier : Il est parallèle à l'écoulement et est situé à une distance de 2,50 m de la paroi du canal C_1 . Il a une largeur de 2 m et une hauteur de 1,5 m. Il est constitué de barreaux de fer plats espacés de 2 cm. Le barreau a une épaisseur de 1 cm et une largeur de 4 cm.

- Le tamis amovible : Il est en L. La partie horizontale est en fer plein d'épaisseur 1 cm, de dimensions 0,5m x 1 m. La partie verticale est de dimensions 1,10mx1,10m et est constituée de fils d'aciers inoxydables de diamètre 1mm. La maille du tamis est de 3mm x 3mm ; il est muni d'un crochet auquel est attachée une chaîne qui remonte en surface. Pour enlever les dépôts solides, le tamis peut être complètement extrait du regard avec un palan auquel on accroche cette chaîne ;

- L'accès et la sortie de l'ouvrage : se font par une rampe en béton armée, large de 4m, avec une longueur de 20m et une pente de 10%.

- Les assises des parties à bétonner : elles seront bien réglées et compactées avant la mise en œuvre du béton.

7.3.5- Contraintes de réalisation des bassins de retenue

Les contraintes enregistrées sur les différents sites sont les suivantes :

7.3.5.1- Site du Lycée Technique

- Niveau de la nappe phréatique varie de 2,20 à 5, 70 m ;
- Possibilité de créer une retenue selon les levés topographiques ;
- Très gros risque d'ensablement et de dépôt d'ordures ménagères de toutes sortes ;
- En cas d'obstruction des dalots en aval, risque sanitaire et de pollution à cause du stockage (i) d'eaux pluviales, lieux de prédilection pour la prolifération des moustiques, et (ii) d'eaux usées déversées dans les canaux en amont.

7.3.5.2- Site de Fraternité Matin

- Niveau de la nappe phréatique varie de 1,20 à 1, 40 m ;
- Possibilité de créer une retenue selon les levés topographiques ;
- Très gros risque d'ensablement et de dépôt d'ordures ménagères de toutes sortes ;
- En cas d'obstruction des dalots en aval, risque sanitaire et de pollution à cause du stockage (i) d'eaux pluviales, lieux de prédilection pour la prolifération des moustiques, et (ii) d'eaux usées déversées dans les canaux en amont.

7.3.5.3- Site de la CIE

- Niveau de la nappe phréatique varie de 0,80 à 1, 20 m ;
- Terrain très plat, n'offre pas la possibilité d'avoir un volume suffisant ;
- Très gros risque d'ensablement et de dépôt d'ordures ménagères de toutes sortes ;
- En cas d'obstruction des dalots en aval, risque sanitaire et de pollution à cause du stockage (i) d'eaux pluviales, lieux de prédilection pour la prolifération des moustiques, et (ii) d'eaux usées déversées dans les canaux en amont.

CHAPITRE VIII : ORGANISATION ET PLANIFICATION DES TRAVAUX

D'ASSAINISSEMENT DES RESEAUX DE DRAINAGE

8.1- Proposition d'aménagement du carrefour de l'Indenié

A l'issue des propositions d'aménagement hydrauliques au niveau du carrefour de l'Indenié, des interventions architecturales sont nécessaires pour assurer des fonctionnalités humaines et environnementales. Certes les aménagements hydrauliques jouent le rôle de protection du carrefour contre les inondations, mais ils ne doivent pas être condamnés vu leur emplacement important et stratégique à Abidjan. Nous proposons entre autre des aménagements touristiques comme suit :

- Des aires de jeux d'enfant, un jardin public, des toilettes afin de permettre à la population de se recréer.
- De l'horticulture et verger afin de monter les richesses forestières de notre beau Pays.
- Le secteur artisanal pour valoriser le tourisme.

8.2- Organisation des travaux

L'une des causes principales de l'inondation du carrefour de l'Indenié réside dans l'impossibilité pour les eaux qui arrivent à l'exutoire de s'écouler vers la baie. Les eaux ne peuvent s'écouler parce que les ouvrages prévus à cet effet sont partiellement ou complètement encombrés ou bouchés. Cet aménagement consiste à connaître ces ouvrages et leurs volumes en vue de proposer les périodes de curage. Les ouvrages en question sont :

- Les dalots ;
- Le dessableur de la Cité SICOI ;
- Les canaux.

8.2.2- Volume à curer des différents ouvrages

8.2.2.1 Volume des dalots

Les dalots répertoriés et les volumes à curer sont les suivants :

Tableau XX: Volume des dalots à curer

DALOTS		Nombre de cellules	Volume (m ³)
Le long du canal C ₁	Aval bassin du Lycée Technique	2	4 048,00
	A l'exutoire (Indénie-CIE)	3	2 716,88
	Sur la voie qui passe derrière la Fourrière	1	15,75
Le long du canal C ₂	Dalot n°7 (à la dérivation C ₁ et C ₂)	2	220,00
	Aval bassin de Fraternité Matin	4	1 050,00
	A l'exutoire (Indénie-CIE)	3	2 432,25
Le long du canal venant du marché Gouro (vers Fraternité Matin)		1	24,00
TOTAL:			10 506,88

8.2.2.2- Volume du dessableur Cité SICOI

Les ouvrages et les volumes à enlever au niveau du dessableur sont les suivants :

Tableau XXI: Volume du dessableur

DESSABLEUR (Adjamé cité SICOI)	Volume (m ³)
4 canaux de largeur 1,70 m chacun	40,80
Canal aval	10,80
TOTAL DESSABLEUR :	51,60

8.2.2.3- Volume des Canaux

Les volumes des canaux à curer sont les suivants :

Tableau XXII: Volume des canaux à curer

CANAUX		Volume (m ³)
Canal principal	Tronçon n°8 (avant la ramification en C ₁ et C ₂)	856,8
C ₁	Tronçon n°6 (avant le bassin du Lycée Technique)	668,25
	Tronçon n°1 (avant la fusion C ₁ et C ₂)	8 100,00
C ₂	Tronçon n°5 (avant bassin de Fraternité Matin)	2 520,00
Canal reliant le dalot situé sur la voie passant derrière la Fourrière au canal C ₁		382,5
Canal venant du marché Gouro du côté de Frat-Mat		300
TOTAL CANAUX :		12 827,55

8.2.3- Coût pour le curage des différents ouvrages

L'évaluation du coût de curage dépend des paramètres que sont : du volume de l'ouvrage, la quantité de la boue par unité de longueur à curer et la main d'œuvre. Le coût de curage des différents ouvrages est estimé à **199 994 660 FCFA**. Le tableau suivant récapitule ces coûts.

Tableau XXIII: Montant pour le curage

	MONTANT (FCFA)		
	HT	TVA	TTC
Dalot	105 091 250	18 916 425	124 007 675
Dessableur	258 000	46 440	304 440
Canaux	64 137 750	11 544 795	75 682 545
Total :	169 487 000	30 507 660	199 994 660

8.3- Proposition de gestion du système d'assainissement du carrefour de l'Indenié

Jusqu'en 1995, la périodicité des opérations de curage était de cinq (5) ans, puis de deux (2) ans (1996 – 2002). Ce curage est effectué chaque année depuis 2008.

Notre très grande appréhension en proposant les bassins de retenue à des endroits aussi sensibles est le manque d'entretien qui peut entraîner des risques sanitaires et environnementaux très graves. Nous recommandons par conséquent :

- **Le curage des ouvrages** trois fois dans l'année aux périodes suivantes :
 - mois de Mars, avant le début de la grande saison pluvieuse ;
 - mois de Juillet à l'intersaison ;
 - en Novembre, à la fin de la petite saison pluvieuse.
- **La présence d'un gardien sur chaque site** qui jouera les rôles suivants :
 - surveiller les ouvrages et les équipements afin d'éviter les dépôts d'ordures et les vols ;
 - ouvrir en cas de besoin le batardeau pour laisser écouler l'eau stockée dans la retenue ;
 - remonter le dégrilleur et le tamis installés dans le regard en vue de vider leur contenu en dépôt solide ;
 - enlever régulièrement les dépôts solides et les stocker à proximité du bassin ;
 - alerter le Maître d'ouvrage en cas d'incident.

8.4 - Evaluation environnementale du projet

Dans le cadre de ce plan d'urgence, la réalisation des ouvrages dimensionnés peut avoir des impacts sur l'environnement. Ces impacts peuvent être positifs comme négatifs. L'évaluation de ces impacts nécessite un travail de terrain approfondi pour une étude d'impacts. Mais pour faute de temps, cela n'a pas pu être fait. Nous nous limiterons donc dans ce travail, à citer approximativement des impacts potentiels du projet sur son environnement.

Impacts positifs du projet

La réalisation des ouvrages d'assainissement aura pour impact direct le bon drainage des eaux pluviales au carrefour de l'Indenié. Les endroits supposés inondables du carrefour seront désengorgés d'eau, ce qui favorisera la circulation des abidjanais, la réduction de la prolifération des moustiques qui baignent dans les eaux stagnantes et la suppression des sources de pollution (sources de vecteurs de maladies), de nuisance. Elle permettra donc d'assainir, d'améliorer le cadre de vie des populations et limiter l'érosion des terrains et des

voiries. La réalisation de ces ouvrages nécessitera une mobilisation de la main d'œuvre locale et sera donc une source d'emplois pour les chômeurs. Toutes fois, la mise en place de ce projet, malgré ses effets positifs, présente aussi des impacts négatifs potentiels.

Impacts négatifs du projet

Les ouvrages d'assainissement pluvial, bien qu'ils résolvent de façon durable le problème d'évacuation d'eau, leur mise en œuvre présente des impacts néfastes qui sont entre autres : le rétrécissement de chaussée car les bassins de retenue occupent beaucoup d'espace, les excavations et l'augmentation de la circulation associés aux activités de construction des ouvrages. A cela s'ajoutent les voies barrées, les déviations et les bruits des engins lors de la construction des ouvrages. Mais aussi le comportement de la population à utiliser les bassins comme lieu de rejet des eaux usées et des ordures ménagères. L'absence d'entretien de ces ouvrages pénaliserait non seulement l'ensemble des investissements effectués, mais aussi augmenterait l'insalubrité et donc les risques sanitaires de la ville toute entière. Au vu de ces impacts négatifs, il serait nécessaire de proposer quelques mesures d'atténuation.

Mesures opérationnelles

Pour assurer une longue durée de vie des ouvrages, il incombe aux autorités (municipales, districts, ministérielles) de la ville d'Abidjan de mener une campagne de sensibilisation de la population permettant d'inverser leur comportement. La mairie d'Adjamé et celle du Plateau doivent renforcer leurs services techniques chargés de l'environnement afin d'entretenir régulièrement des caniveaux et bassins de retenue.

8.5- Fonctionnement des bassins

Le bon fonctionnement des bassins de retenue est conditionné par :

- la réalisation d'ouvrages de retenue en amont du carrefour de l'Indenié pour limiter les débits dans les canaux et dalots à leurs débits capables ;
- la prise de dispositions pour éviter que les eaux usées rejetées à tort dans les canaux arrivent dans les bassins ;
- la prise de dispositions pour que les bassins ne servent pas de dépôts d'ordures ménagères et qu'elles soient enlevées le cas échéant ;

- la prise de dispositions pour que les bassins soient curés régulièrement, étant entendus qu'ils serviront en même temps de dessableurs ;
- le curage des canaux en amont et surtout en aval pour que le débit restitué puisse s'écouler librement et à pleine section ;
- le curage des dalots pour libérer les sections d'écoulement ;
- le dragage de la baie pour que les débits restitués parviennent à la lagune ;
- la mise à disposition de personnel pour la manipulation et l'entretien des batardeaux, dégrilleurs et tamis amovibles.

CHAPITRE IX: ESTIMATION DU COUT DU PROJET

Pour réduire au mieux les désagréments des inondations au carrefour de l'Indenié, le coût estimatif total du projet est de **1 526 487 796 F CFA TTC** et se décompose come suit :

9.1- Aménagement des sites

Le tableau suivant nous indique le montant global qu'il faut pour la réalisation du projet par site.

Tableau XXIV: Montant global par site

SITE	Montant HT (FCFA)	TVA (18%)	Montant TTC (FCFA)
CIE	523 496 360	94 229 345	617 725 704
LYCEE TECHNIQUE	270 955 936	48 772 068	319 728 004
FRATERNITE MATIN	329 694 430	59 344 997	389 039 428
TOTAL :	1 124 146 726	202 346 410	1 326 493 136

NB : Le montant de la TVA est égal au 18% du HT.

9.2- Site 1 (CIE)

La totalité du montant pour la réalisation de cet ouvrage au niveau de la CIE s'élève à **617 725 704 FCFA** comme l'indique le tableau suivant :

Tableau XXV: Montant estimatif pour le site 1

	MONTANT (FCFA)		
	HT	TVA	TTC
SECTION 000 : INSTALLATIONS DE CHANTIER	30 000 000	5 400 000	35 400 000
SECTION 100 : TERRASSEMENTS GENERAUX	98 507 925	17 731 426	116 239 351
SECTION 200 : GROS ŒUVRES	383 630 275	69 053 450	452 683 725
SECTION 300 : TRAVAUX GENERAUX	11 358 160	2 044 469	13 402 629
TOTAL :	523 496 360	94 229 345	617 725 704

9.3- Site 2 (Lycée Technique) :

Quant au site 2 du Lycée Technique, la réalisation du bassin est estimée à **319 728 004 FCFA** comme le tableau ci-dessous le signifie.

Tableau XXVI: Montant estimatif pour le site 2

	MONTANT (FCFA)		
	HT	TVA	TTC
SECTION 000 : INSTALLATIONS DE CHANTIER	30 000 000	5 400 000	35 400 000
SECTION 100 : TERRASSEMENTS GENERAUX	51 975 651	9 355 617	61 331 268
SECTION 200 : GROS ŒUVRES	147 007 535	26 461 356	173 468 891
SECTION 300 : TRAVAUX GENERAUX	41 972 750	7 555 095	49 527 845
TOTAL :	270 955 936	48 772 068	319 728 004

9.3- Site 3 (Fraternité Matin)

Le montant estimatif pour la réalisation de cet ouvrage au niveau de Fraternité Matin s'élève à **389 039 428 FCFA** comme l'indique le tableau suivant :

Tableau XXVII: Montant estimatif pour le site 3

	MONTANT (FCFA)		
	HT	TVA	TTC
SECTION 000 : INSTALLATIONS DE CHANTIER	30 000 000	5 400 000	35 400 000
SECTION 100 : TERRASSEMENTS GENERAUX	127 084 180	22 875 152	149 959 333
SECTION 200 : GROS ŒUVRES	96 089 500	17 296 110	113 385 610
SECTION 300 : TRAVAUX GENERAUX	76 520 750	13 773 735	90 294 485
TOTAL :	329 694 430	59 344 997	389 039 428

DISCUSSIONS

Pour remédier aux problèmes d'inondation récurrente au carrefour de l'Indenié, différentes études ont été effectuées.

Les études réalisées par le BNETD (2007) dont l'objectif est de réhabiliter le boulevard Hassan II et du carrefour de l'Indenié a proposé la construction d'un barrage écrêteur dans le quartier Reboul d'Adjamé.

Le bureau d'étude TERRABO (2010) a proposé la réhabilitation des bassins de retenue déjà existants et la réalisation de trois nouveaux bassins de retenue. Cette étude propose de construire des ouvrages de retenues d'eau en amont de ceux existants (Dokui Est et Ouest) c'est-à-dire la retenue d'eau du quartier Forestier ; la retenue de Coco service et celle du Mahou.

ARC INGENIERIE (2010), quant à lui propose la création de deux (2) retenues en aval de ceux déjà existant. Il s'agit des bassins de retenues d'eau de HMA et Paillet.

Selon HYDRO CO (2010), la construction d'un bassin de retenue au Zoo (aval des bassins de Dokui) pourrait emmagasiner le sur plus de crue libéré par ceux-ci.

N'DA (2011) a décrit le fonctionnement des systèmes d'évacuations et de drainage de la ville d'Abidjan (Bassin Gourou) afin de comprendre les causes des différents dysfonctionnements des réseaux de drainage des eaux pluviales en vue de proposer une solution aux problèmes de drainage des eaux pluviales

ANOMA (2010) propose dans son mémoire la réalisation d'un barrage écrêteurs dans le quartier Dokoui Djomi en amont du bassin de retenue de Dokui Ouest.

Toutes ces études bien que concourant à la résolution définitive de ces problèmes étaient en deçà de ce que l'on attendait car situées loin du carrefour de l'Indenié.

Ces études ont proposé aussi la construction des canaux à ciel ouvert dans les thalwegs et la réhabilitation des canaux détériorés afin de limiter l'apport excessif des sédiments, consécutif à l'érosion régressive des sols et le transport des matières solides par charriage.

Les études menées par KAKADIE (2009) ont révélé qu'il faut un nouveau cadre institutionnel fort, stable, et doté de moyens financiers réguliers afin de construire et d'exploiter les installations d'assainissement. Ce cadre institutionnel doit conduire à redonner une nouvelle autonomie de gestion et de mobilisation des ressources financières et humaines pour redynamiser le secteur de l'assainissement. Comme pour le secteur de l'eau en Côte d'Ivoire, il propose la création de l'Office National de l'Assainissement et du Drainage (ONAD).

La méthode superficielle de Caquot utilisée pour le dimensionnement des ouvrages d'assainissement pourra satisfaire les résultats escomptés dans la mesure où elle surestime les débits à drainer. Elle a été utilisée en France depuis 1949. L'instruction technique de 1977 a confirmé par la suite son rôle quasi normatif. En un demi-siècle, sa large utilisation n'a pas conduit à des catastrophes en termes de conception d'ouvrages ce qui prouve son applicabilité. Cette approche innovatrice en utilisant cette méthode à Abidjan à l'instar des bureaux d'étude, est pour moi une manière d'adapter les ouvrages d'assainissement pluvial aux effets de la variabilité climatique.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

A Abidjan, on s'amuse à dire que dès que le ciel s'assombrit, le carrefour de l'Indénie est inondé, ceci pour exprimer la gravité de la situation.

Les études menées dans le bassin Gourou sur l'optimisation des conditions d'évacuation des eaux pluviales de carrefour de l'Indénie à la baie de Cocody permettent de retenir les points suivants :

Les problèmes d'inondation resteront entiers si les canaux et dalots existants ne sont pas curés régulièrement surtout avant et pendant la saison pluvieuse et que les principaux thalwegs ne sont pourvus de canaux en béton afin de freiner l'ensablement des canaux C_1 et C_2 .

Il est important de se pencher sur l'établissement ou la révision des lois urbanistiques qui pourraient apporter une réglementation en matière d'occupation des sols et des emprises de canaux en intégrant une administration des eaux pluviales. Cette administration des eaux pluviales aura pour objectif, entre autres, la mise en place de zones d'infiltration et de stockage en vue de leur réutilisation éventuelle.

Par ailleurs, il faut mettre à la disposition de la D.A.D à travers une structure autonome des moyens conséquents pour le suivi, le contrôle, et la télégestion des systèmes d'assainissement évolutifs basé sur l'informatisation des données.

La réalisation des trois bassins de retenue le long des canaux principaux qui débouchent sur le carrefour de l'Indénie soulagera la population abidjanaise.

Il faut garantir le fonctionnement efficient des ouvrages de drainage des eaux pluviales de ce réseau, des actions sont recommandées. Il s'agit essentiellement de s'assurer du respect des cahiers de charges, sensibiliser les populations sur les bonnes pratiques en matière d'entretien des ouvrages de drainage.

Les projets en assainissement et surtout pour la réalisation des canaux et bassins étant à coût élevé, les autorités étatiques doivent prendre le problème à bras le corps pour assurer une vie pérenne aux ouvrages à réaliser.

L'état doivent rechercher des fonds d'appui auprès des partenaires au développement, prêts à intervenir dans tout ce qui concerne l'assainissement afin d'améliorer les conditions de vie de ses populations, par l'assainissement de leur environnement social et sanitaire.

Les problèmes d'assainissement doivent être pris au sérieux par les décideurs compte tenu de leurs impacts négatifs sur le bien-être des populations. Cela passera bien sur par réalisation du nouveau schéma directeur de l'assainissement élaboré par le BNETD.

Nous faisons les perspectives suivantes pour le bon fonctionnement de l'assainissement :

- Recourir aux services du Génie Militaire pour curer les canaux et dalots au carrefour de l'Indenié ;
- Dans la mesure du possible, solliciter l'aide de l'ONUCI qui dispose de matériel de travaux publics performant pour curer les canaux et dalots au carrefour de l'Indenié ;
- L'acceptation de l'assainissement et du drainage comme la conséquence directe de l'approvisionnement en Eau et de l'urbanisation ;
- Le droit des personnes, des agglomérations urbaines et rurales de vivre dans un habitat sain et dans un environnement protégé contre la pollution ;
- L'obligation de l'intégration de l'assainissement et du drainage dans la conception de l'urbanisation opérationnel et de l'habitat ;
- L'interdiction formelle pour tout individu, collectivité, organisme, ou structure privée ou étatique, de transférer ses propres déchets liquides ou solides dans les bassins de retenue ;
- La prise en compte des services efficaces d'assainissement et de drainage comme paramètres prioritaires et de base en matière de santé individuelle et collective.
- La considération des services efficaces d'assainissement et de drainage comme l'un des critères importants de développement économique et social ;
- La contribution financière obligatoire des populations, collectivités de l'Etat, au développement du secteur de l'assainissement et du drainage ;
- La considération de l'assainissement et du drainage comme éléments d'infrastructures de base pour la lutte efficace contre la pauvreté et le développement humain.

Au terme de ce stage, il apparaît opportun de mentionner certains points importants qui méritent d'être soulignés.

Nous avons constaté que l'intégration au sein du milieu professionnel qui nous a accueillis, a été aisée compte tenu de la disponibilité du personnel et surtout de l'intérêt que nous avons accordé à ce stage.

Du point de vue technique, la complexité des objectifs à atteindre dans ces études a accentué et poussé notre esprit de recherche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGHUI N. et BIEMI J. (1984). Géologie et hydrogéologie des nappes de la région d'Abidjan. Risques de contamination. *Ann. Un. Nat. De Côte d'Ivoire, série C (Sciences)*, tome 20, pp 313-347.

ANOMA B. G. H. (2010). Étude technique de dimensionnement d'un bassin d'orage au plateau dokoui ouest. *Rapport de stage, Technicien Supérieur de l'ESTP : Option Equipement*, 59p.

AVENARD J. M. (1971). Aspect de la géomorphologie : le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mémoires ORSTOM*, n° 50, pp 11-72.

BIAOU A.C. (2010). Cours d'hydraulique à surface libre, M1 Environnement et ISTOM. *Polycopie de cours 2iE*, 46p.

BNETD (2009). Actualisation du plan directeur d'assainissement et de drainage du district d'Abidjan. Etudes diagnostiques. *Rapport préliminaire*, 94p.

DIRECTION DE L'EAU (1986). Instructions techniques relatives aux réseaux d'assainissement des agglomérations. *Version 1*, 84p.

ELDIN M. (1971). Le climat : le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mémoires ORSTOM*, n° 50, pp 77-108.

FRANÇOIS N. (2001). CRES : Hydrologie urbaine quantitative-Assainissement pluvial. *Polycopie de cours EIER*, 127p.

ICI et CONCEPT E. M. (2011). Etudes hydrauliques et géotechniques en vue de la réhabilitation des ouvrages au carrefour de l'Indenié-Baie de Cocody Abidjan. *Rapport de la mission I*, 63p.

KAKADIE Y. G. (2009). Projet de politique nationale de l'assainissement et du drainage en Côte d'ivoire (P.N.A.D). *Doc provisoire*, 127p.

KOFFI N. J. (2011). Problématique de l'aménagement des systèmes d'évacuation et de drainage des eaux pluviales de la "casse" d'Adjamé (Abidjan). *Rapport de stage, Master 2 Option Eau*, 39p.

KONE B. (2008). Pollution lagunaire, risques sanitaires et environnementaux dans trois villages périurbains de la commune de Yopougon. *Thèse de 3^{ème} cycle. Université d'Abobo-Adjamé-Abidjan*, 274p.

MARC S. et BECHIR S. (1999). Guide Technique de l'Assainissement. *Deuxième édition*, 680p.

MINISTERE DU LOGEMENT ET DE L'URBANISME (1999). Entretien et exploitation des réseaux et ouvrages d'assainissement et de drainage de la ville d'Abidjan. *Contrat d'affermage : cahier des charges*, 62p.

SOGREAH (1996a). Etude de la gestion et de la protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan. Étude sur modèle mathématique. *Rapport d'étude de phase 1, 2, 3, et 4. BNETD décembre 1996*.

TASTET J. P. (1979). Environnements sédimentaires et structuraux quaternaires du littoral du Golfe de Guinée. (Côte d'Ivoire, Togo, Benin). *Thèse Doctorat ès Sc. Nat., Université Bordeaux I, n° 621, 181p. 127 fig.*

TERRABO INGENIEUR-CONSEIL (2010). Etude de réhabilitation des barrages écreteurs des crues existants dans le bassin versant Gourou et de construction de trois nouveaux. *Volume I : Avant projet détaillé*, 45p.

YAO T. V. (2009). Contribution a la gestion durable des eaux pluviales dans un contexte de changement climatique : cas de la ville de Korhogo. *Mémoire de fin d'étude Master Spécialisé Génie Sanitaire et Environnement, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE)*, 53p.

ANNEXES

Annexe 1 : Carte de régionalisation des averses ≤ 120 mm

Annexe 2 : Coefficients relatifs à la pluviométrie

Annexe 3 : Bassin Gourou présentant les différents canaux d'évacuation d'eaux pluviales

Annexe 4 : Bassin Gourou représentant les sites de réalisation des bassins de retenue

Annexe 5 : Bassin Gourou présentant les différents tronçons

Annexe 6 : Devis SITE 1: CIE

Annexe 7 : Devis SITE 2: LYCEE TECHNIQUE

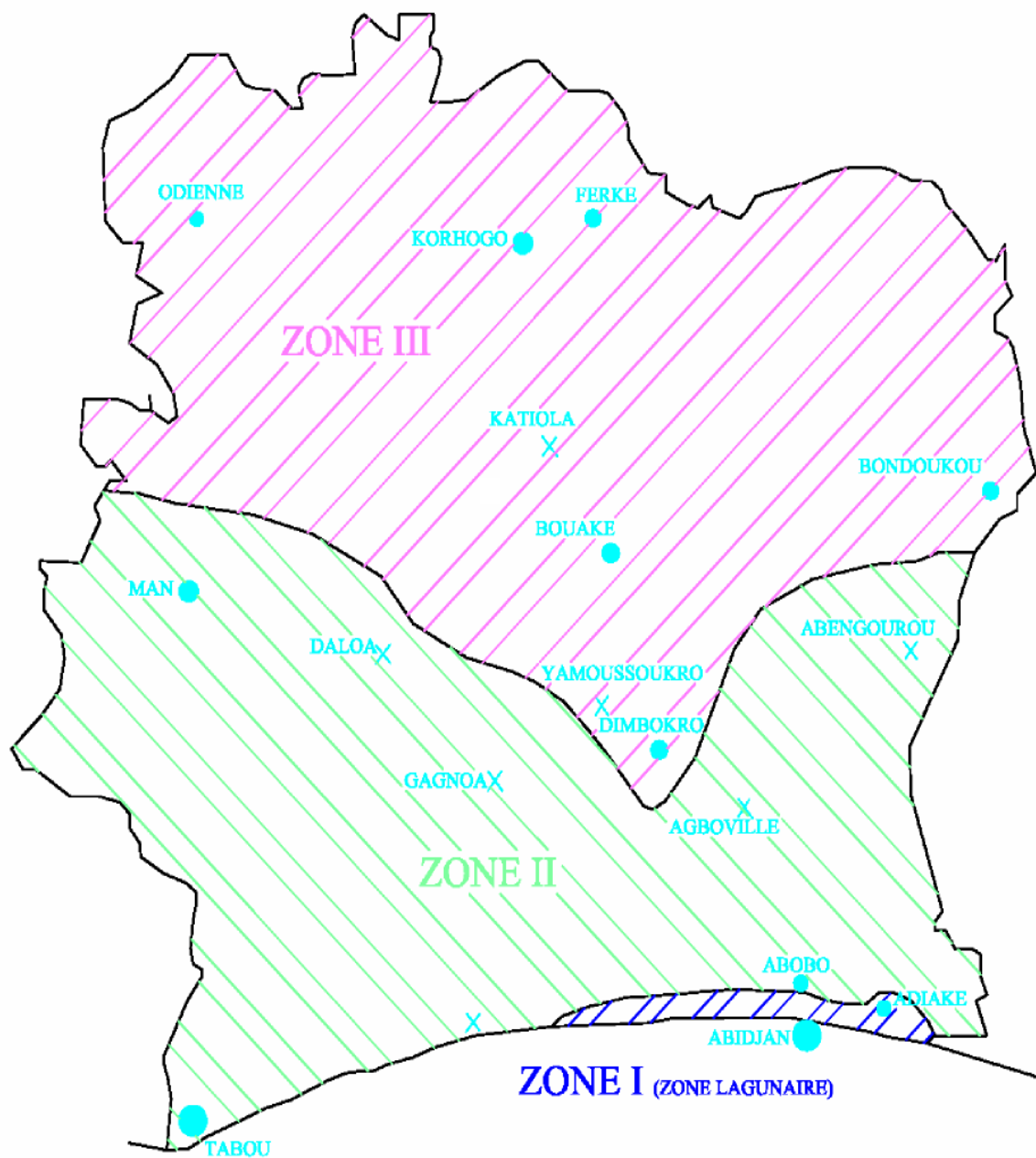
Annexe 8 : Devis SITE 3: FRATERNITE MATIN

Annexe 9 : Devis curage dalots

Annexe 10 : Devis curage dessableur

Annexe 11 : Devis curage canaux

Annexe 1 : Carte de régionalisation des averses ≤ 120 mm



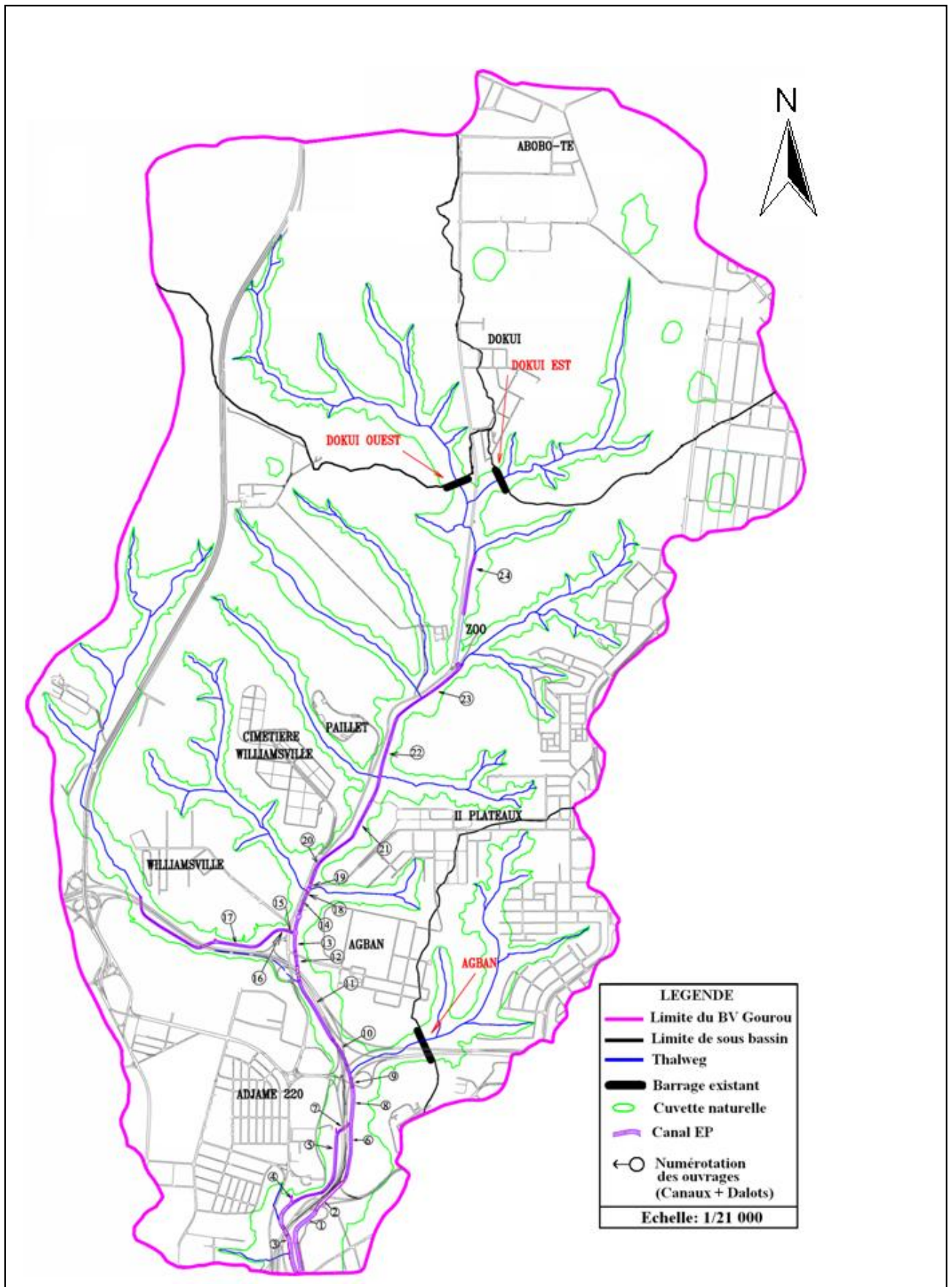
Source : Instruction technique de l'assainissement des agglomérations en Côte d'Ivoire

Annexe 2 : Coefficients relatifs à la pluviométrie

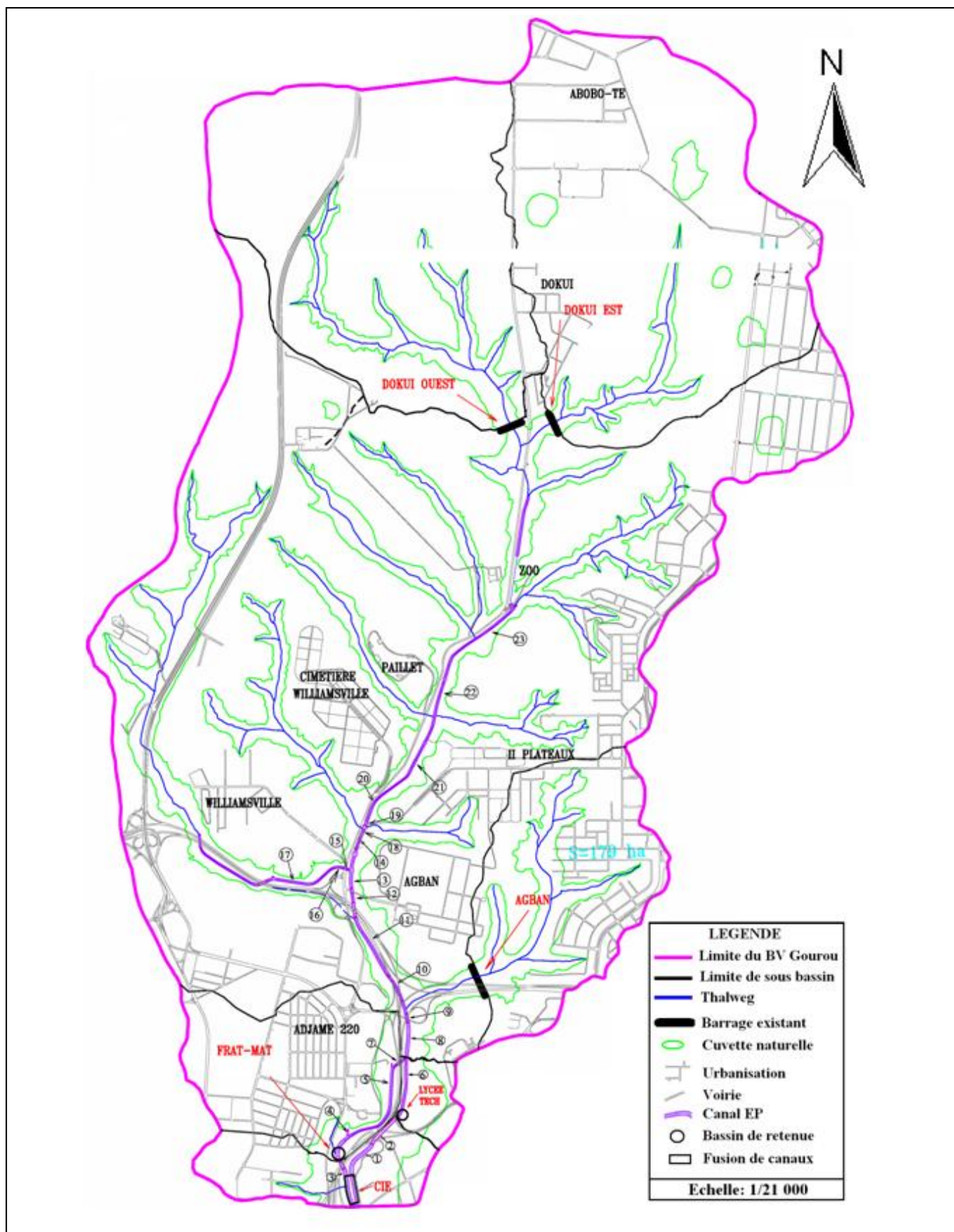
PERIODE DE RETOUR $P=1/F$	PARAMETRES $i=a.t^b$		FORMULES SUPERFICIELLES $Q (m^3/s) = m.K.I^U.C^V.A^W$			
	a(F)	b(F)	K	U	V	W
REGION I						
10 ans	460	-0,37	1,58	0,17	1,12	0,85
5 ans	418	-0,37	1,42	0,17	1,12	0,85
2 ans	365	-0,37	1,22	0,17	1,12	0,85
1 an	310	-0,37	1,01	0,17	1,12	0,85
REGION II						
10 ans	570	-0,48	2,24	,23	1,16	0,82
5 ans	518	-0,48	2,01	0,23	1,16	0,82
2 ans	460	-0,48	1,75	0,23	1,16	0,82
1 an	375	-0,48	1,38	0,23	1,16	0,82
REGION III						
10 ans	532	-0,46	2,03	0,22	1,15	0,83
5 ans	472	-0,46	1,77	0,22	1,15	0,83
2 ans	397	-0,46	1,45	0,22	1,15	0,83
1 an	330	-0,46	1,17	0,22	1,15	0,83
i : Intensité de la pluie (mm/h) t : durée de l'averse (mn) ≤ 120 mn Q : débit en m^3/s I : Pente du bassin (m/m) C : Coefficient de ruissellement du bassin A : Surface du bassin (ha) m : Coefficient de forme du bassin - Pour les valeurs de P supérieures à 10 ans, on multipliera les débits décennaux par les coefficients suivants : P=20 ans : 1,20 ; P=50 ans : 1,50 $m = \left(\frac{M}{2}\right)^{\frac{0,84 \times b(T)}{1-b(T) \times f}} ; M = \frac{L}{100 \cdot \sqrt{A}}$ avec $M \geq 0,8$ (L : plus long chemin hydraulique du bassin en m)						

Source : Instruction technique de l'assainissement des agglomérations en Côte d'Ivoire

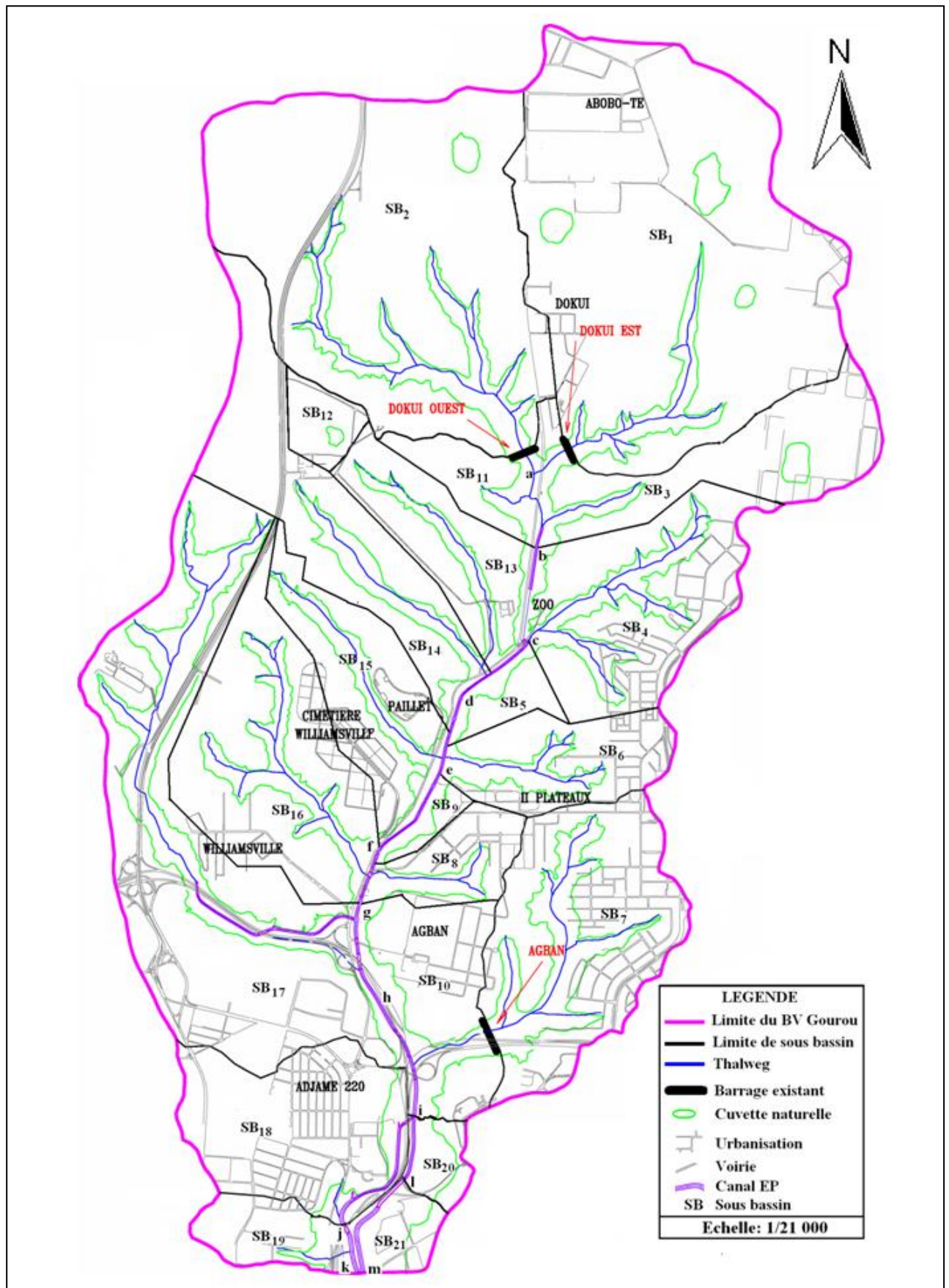
Annexe 3 : Bassin Gourou présentant les différents canaux d'évacuation d'eaux pluviales



Annexe 4 : Bassin Gourou représentant les sites de réalisation des bassins de retenue



Annexe 5 : Bassin Gourou présentant les différents tronçons



Annexe 6 : Devis SITE 1: CIE

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant total
SECTION 000 : INSTALLATIONS DE CHANTIER					
001	Installation générale de chantier, amenée et repli du matériel général	Ft	1,0	20 000 000	20 000 000
002	Provision pour déplacement de réseaux	Prov	1,0	10 000 000	10 000 000
SOUS TOTAL 000					30 000 000
SECTION 100 : TERRASSEMENTS GENERAUX					
101	Déblais de toute nature mis en dépôt	m ³	26 310,0	3 500	92 085 000
102	Démolition de canaux (éléments en BA) y compris évacuation à la décharge)	m ³	170,7	37 638	6 422 925
SOUS TOTAL 100					98 507 925
SECTION 200 : GROS ŒUVRES					
201	BETON				
201.1	Béton de propreté C150 sur une épaisseur de 10 cm	m ³	600,0	80 000	48 000 000
201.2	Béton de qualité Q350 au ciment CPA 350	m ³	1 482,4	125 000	185 300 000
202	ARMATURE				
202.1	Acier à haute adhérence	kg	114 445,0	1 300	148 778 500
203	COFFRAGE				
203.1	Coffrage ordinaire	m ²	62,0	6 500	403 000
203.2	Coffrage pour parements soignés	m ²	153,2	7 500	1 148 775
SOUS TOTAL 200					383 630 275
SECTION 300 : TRAVAUX GENERAUX					
302	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE DE VIDANGE				
302.1	Fourniture et pose de batardeau (fer plein: 1,10x1,10x0,015m)	u	1,0	375 000	375 000
302.2	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 4,53x1,50m)	u	1,0	835 410	835 410
302.3	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 2,00x1,50m)	u	1,0	450 000	450 000
302.4	Fourniture et pose de dégrilleur amovible (Section: 1,10x1,10m)	u	1,0	560 000	560 000
302.5	Fourniture et pose de grille de tamisage (Section: 1,10x1,10m)	u	1,0	1 337 750	1 337 750
302.6	Fourniture et pose de palan et accessoires	u	1,0	300 000	300 000
302.7	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 45x1,70m)	u	1,0	7 500 000	7 500 000
SOUS TOTAL 300					11 358 160
Montant Hors taxes					523 496 360
Montant de la TVA (à 18%)					94 229 345
Montant TTC					617 725 704

Annexe 7 : Devis SITE 2: LYCEE TECHNIQUE

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant total
SECTION 000 : INSTALLATIONS DE CHANTIER					
001	Installation générale de chantier, amenée et repli du matériel général	Ft	1,0	20 000 000	20 000 000
002	Provision pour déplacement de réseaux	Prov	1,0	10 000 000	10 000 000
SOUS TOTAL 000					30 000 000
SECTION 100 : TERRASSEMENTS GENERAUX					
101	Débroussement	m ²	3 715,0	200	743 000
102	Décapage de la terre végétale	m ²	3 715,0	150	557 250
103	Déblais de toute nature mis en dépôt	m ³	13 600,0	3 500	47 600 000
104	Démolition de parois de canaux (éléments en BA) y compris évacuation à la décharge	m ³	81,7	37 638	3 075 401
SOUS TOTAL 100					51 975 651
SECTION 200 : GROS ŒUVRES					
201	BETON				
201.1	Béton de propreté C150 sur une épaisseur de 10 cm	m ³	151,6	80 000	12 127 200
201.2	Béton de qualité Q350 au ciment CPA 350	m ³	612,0	125 000	76 500 000
202	ARMATURE				
202.1	Acier à haute adhérence	kg	42 713,0	1 300	55 526 900
203	COFFRAGE				
203.1	Coffrage ordinaire	m ²	186,1	6 500	1 209 585
203.2	Coffrage pour parements soignés	m ²	219,2	7 500	1 643 850
SOUS TOTAL 200					147 007 535
SECTION 300 : TRAVAUX GENERAUX					
301	CLOTURE				
301.1	<i>Protection du côté de la voie express</i>				
301.1.1	Garde-corps métallique sur 1,5 m de hauteur reposant sur 2 rangées d'agglos + semelle	ml	140,0	89 000	12 460 000
301.2	<i>Protection du côté des habitations</i>				
301.2.1	Clôture de 2 m de hauteur en agglos 15 creux	ml	250,0	50 000	12 500 000
302	AMENAGEMENT DES SURFACES NON BETONNEES				
302.1	Protection par engazonnement	m ²	2 950,0	1 200	3 540 000
303	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE DE VIDANGE				
303.1	Fourniture et pose de batardeau (fer plein: 1,10x1,10x0,015m)	u	1,0	375 000	375 000
303.2	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 3,00x1,50m)	u	1,0	750 000	750 000
303.3	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 2,00x1,50m)	u	1,0	450 000	450 000
303.4	Fourniture et pose de dégrilleur amovible (Section: 1,10x1,10m)	u	1,0	560 000	560 000
303.5	Fourniture et pose de grille de tamisage (Section: 1,10x1,10m)	u	1,0	1 337 750	1 337 750
303.6	Fourniture et pose de palan et accessoires	u	1,0	300 000	300 000
302.7	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 60x1,20m)	u	1,0	8 500 000	8 500 000
304	AMENAGEMENT DE VOIE D'ACCES				
304.1	Voie d'accès de 4 m de large en graveleux latéritique	ft	1,0	1 200 000	1 200 000
SOUS TOTAL300					41 972 750
Montant Hors taxes					270 955 936
Montant de la TVA (à 18%)					48 772 068
Montant TTC					319 728 004

Annexe 8 : Devis SITE 3: FRATERNITE MATIN

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Montant total
SECTION 000 : INSTALLATIONS DE CHANTIER					
001	Installation générale de chantier, amenée et repli du matériel général	Ft	1,0	20 000 000	20 000 000
002	Provision pour déplacement de réseaux	Prov	1,0	10 000 000	10 000 000
SOUS TOTAL 000					30 000 000
SECTION 100 : TERRASSEMENTS GENERAUX					
101	Abattage d'arbres Ø < 1m	n	34,0	39 900	1 356 600
102	Déblais de toute nature mis en dépôt	m³	34 766,0	3 500	121 681 000
103	Démolition de canaux (éléments en BA) y compris évacuation à la décharge	m³	88,5	37 638	3 329 834
104	Remblais provenant de déblais y compris compactage (pour la zone à remblayer)	m3	157,7	4 545	716 747
SOUS TOTAL 100					127 084 180
SECTION 200 : GROS ŒUVRES					
201	BETON				
201.1	Béton de propreté C150 sur une épaisseur de 10 cm	m³	80,8	80 000	6 464 000
201.2	Béton de qualité Q350 au ciment CPA 350	m³	410,0	125 000	51 250 000
202	ARMATURE				
202.1	Acier à haute adhérence	kg	26 816,0	1 300	34 860 800
203	COFFRAGE				
203.1	Coffrage ordinaire	m²	283,3	6 500	1 841 450
203.2	Coffrage pour parements soignés	m²	223,1	7 500	1 673 250
SOUS TOTAL 200					96 089 500
SECTION 300 : TRAVAUX GENERAUX					
301	CLOTURE				
301.1	<i>Protection du côté de la voie express</i>				
301.1.1	Garde-corps métallique sur 1,5 m de hauteur reposant sur 2 rangées d'agglos + semelle	ml	278,0	89 000	24 742 000
301.2	<i>Protection du côté des habitations</i>				
301.2.1	Clôture de 2 m de hauteur en agglos 15 creux	ml	360,0	50 000	18 000 000
301.2.1	Portail métallique à 2 vantaux	m²	8,0	83 000	664 000
302	AMENAGEMENT DES SURFACES NON BETONNEES				
302.1	Protection par engazonnement	m²	9 360,0	1 200	11 232 000
302.2	Perrés maçonnés au-dessus de la tête du dalot en aval	m²	28,0	20 000	560 000
303	EQUIPEMENT DE L'OUVRAGE DE VIDANGE				
303.1	Fourniture et pose de batardeau (fer plein: 1,10x1,10x0,015m)	u	1,0	375 000	375 000
303.2	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 3,00x1,50m)	u	1,0	750 000	750 000
303.3	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 2,00x1,50m)	u	1,0	450 000	450 000
303.4	Fourniture et pose de dégrilleur amovible (Section: 1,10x1,10m)	u	1,0	560 000	560 000
303.5	Fourniture et pose de grille de tamisage (Section: 1,10x1,10m)	u	1,0	1 337 750	1 337 750
303.6	Fourniture et pose de palan et accessoires	u	1,0	300 000	300 000
302.7	Fourniture et pose de dégrilleur fixe (Section: 45x1,20m)	u	1,0	7 100 000	7 100 000
304	AMENAGEMENT DE VOIE D'ACCES				
304.1	Voie d'accès de 4 m de large en graveleux latéritique	ml	15,0	30 000	450 000
304.2	Ouvrage de franchissement de canal	u	1,0	10 000 000	10 000 000
SOUS TOTAL300					76 520 750
Montant Hors taxes					329 694 430
Montant de la TVA (à 18%)					59 344 997
Montant TTC					389 039 428

Annexe 9 : Devis curage dalots

DALOTS		b (m)	épaisseur sable(m)	Nbre cellules	Longueur(m)	VOLUME (m ³)	PU	MONTANT
Le long du canal C1	Aval bassin du Lycée Technique	4,0	2,00	2	253	4 048,00	10 000	40 480 000
	A l'exutoire (Indénié-CIE)	3,5	2,25	3	115	2 716,88	10 000	27 168 750
Le long du canal C2	Dalot n°7 (à la dérivation C1 et C2)	4,0	0,50	2	55	220,00	10 000	2 200 000
	Aval bassin de Frat-Mat	3,5	1,50	4	50	1 050,00	10 000	10 500 000
	A l'exutoire (Indénié-CIE)	4,7	1,50	3	115	2 432,25	10 000	24 322 500
Dalot sur la voie qui passe derrière la Fourrière		3,0	1,50	1	4	18,00	10 000	180 000
Le long du canal venant du marché Gouro (vers Fraternité Matin)		4,0	0,30	1	20	24,00	10 000	240 000
TOTAL DALOT						10 509,13	10 000	105 091 250
Montant Hors taxes								105 091 250
Montant de la TVA (à 18%)								18 916 425
Montant TTC								124 007 675

Annexe 10 : Devis curage dessableur

DESSABLEUR (Adjamé cité SICOGI)		b(m)	épaisseur sable(m)	Nbre cellules	Longueur(m)	VOLUME (m ³)	PU	MONTANT
4 canaux de largeur 1,70 m chacun		1,7	0,5	4	12	40,80	5 000	204 000
Canal aval		3,0	0,3	1	12	10,80	5 000	54 000
TOTAL DESSABLEUR						51,60	5 000	258 000
Montant Hors taxes								258 000
Montant de la TVA (à 18%)								46 440
Montant TTC								304 440

Annexe 11 : Devis curage canaux

CANAUX		b(m)	épaisseur sable(m)	Longueu r (m)	VOLUME (m³)	PU	MONTANT
Canal principa l	Tronçon n°8 (avant la ramification en C1 et C2)	11,90	0,3	240	856,80	5 000	4 284 000
C1	Tronçon n°6 (avant le bassin du Lycée Technique)	8,25	0,3	270	668,25	5 000	3 341 250
	Tronçon n°1 (avant la fusion C1 et C2)	15,00	2,25	240	8 100,00	5 000	40 500 000
C2	Tronçon n°5 (avant bassin de Fraternité Matin)	9,00	0,5	560	2 520,00	5 000	12 600 000
Canal reliant le dalot situé sur la voie passant derrière la Fourrière au canal C1		3,00	1,5	85	382,50	5 000	1 912 500
Canal venant du marché Gouro du côté de Frat-Mat		5,00	0,5	120	300,00	5 000	1 500 000
TOTAL CANAUX					12 827,55	5 000	64 137 750
Montant Hors taxes							64 137 750
Montant de la TVA (à 18%)							11 544 795
Montant TTC							75 682 545