



AMENAGEMENT DE LA CUVETTE DE CLOUETCHA DANS LA COMMUNE D'ABOBO A ABIDJAN (COTE D'IVOIRE)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE MASTER DANS LA SPECIALITE
GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUES

OPTION : *Infrastructures et Réseaux Hydrauliques*

Présenté et soutenu publiquement le 07 juillet 2017 par :

Donadrigué Mamadou COULIBALY

Travaux dirigés par :

Dr. Dial NIANG, *Enseignant-Chercheur, LEAH/2iE*

M. DIAKITE Bouraima, *Ingénieur des travaux publics à Horizon Côte d'Ivoire*

Membres du jury :

Président : Dr Amadou KEITA

Membre et correcteur : Dr Fowé TAZEN

Membre et correcteur : M. Moussa LO

Membre : Dr Dial NIANG

Promotion [2015/2016]

DEDICACES

Je dédie ce présent mémoire à :

Ma mère chérie

Mon « feu » père

Mon adorable épouse

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire de fin d'étude de la formation de maters II à 2iE a été possible grâce à la volonté de plusieurs personnalités dont il me serait impossible de taire les noms.

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de :

- ⇒ Monsieur NABOLE Souleymane et Son épouse DABRE Maï, mes tuteurs au Burkina Faso pour m'avoir hébergé et soutenu durant mon séjour.
- ⇒ Dr. Dial NIANG, mon encadreur au sein du 2iE pour son suivi et sa disponibilité ;
- ⇒ Monsieur KABA Ibrahim, Directeur général d'Horizon Côte d'Ivoire, pour m'avoir accepté au sein de sa structure.
- ⇒ Monsieur Bouraima DIAKITE, Directeur Technique d'Horizon Côte d'Ivoire, pour sa disponibilité ;
- ⇒ Tout le personnel administratif de 2iE, à sa tête Monsieur Le Directeur Général et l'ensemble du corps professoral pour la qualité de la formation reçue.

Je n'oublie pas tous mes amis de l'école pour les très bons moments passés ensemble, tous ceux qui de près ou de loin ont apporté leur concours à la réalisation de ce travail, surtout **ma grande famille** qui n'a jamais cessé de me soutenir moralement, matériellement comme financièrement.

RESUME

Le territoire de la Commune d'Abobo regorge de nombreuses dépressions naturelles qui sont pour la plupart non aménagées. L'objet général de cette étude est de contribuer à la résolution des problèmes d'inondation de l'une des cuvettes d'Abobo notamment celle Clouétcha et à l'amélioration du cadre de vie de la population pendant la saison pluvieuse. Cette étude a nécessité une visite de terrain qui a permis de ressortir l'état des lieux et le diagnostic de la cuvette.

Les études hydrologiques et hydrauliques ont permis d'actualiser les paramètres hydrologiques, de tracer l'hydrogramme de crue avec méthode de BOUVIER et de dimensionner le bassin de retenue par le modèle du réservoir linéaire.

Les contraintes hydrologiques, topographiques, environnementales et les suggestions du maître d'ouvrage ont conduit à adopter des solutions suivantes pour une période de retour de 10 ans, de sorte à éviter d'éventuelles inondations lors des saisons pluvieuses. Comme solutions adoptées, nous avons la réalisation d'un bassin de rétention sec d'un volume de 10 850 m³, la pose d'une buse de vidange d'un diamètre de 2000 mm et de caniveaux de sections variables en bordure des voies.

Toutefois, pour garantir un bon fonctionnement des bassins, nous recommandons d'une part la surveillance et l'entretien régulier des ouvrages et d'autre part la sensibilisation de la population riveraine sur le bien-fondé des ouvrages et le changement de comportement.

Le coût total du projet hors taxe, hors douane est estimé à **878 187 500 F CFA**.

Mots clés

- 1) Clouétcha
- 2) Bassin versant
- 3) Cuvette
- 4) Inondation
- 5) Diagnostic

ABSTRACT

The territory of the Municipality of Abobo is full of many natural depressions, most of which are undeveloped. The general purpose of this study is to contribute to the resolution of the flooding problems of one of the Abobo basins, in particular the Clouétcha basin, and to the improvement of the population's living environment in rainy weather. This study necessitated a field visit which made it possible to highlight the state of the site and the diagnosis of the basin.

Hydrological and hydraulic studies made it possible to update the hydrological parameters, to plot the flood hydrograph with BOUVIER method and to size the reservoir by the linear reservoir model.

Hydrological, topographic and environmental constraints and the suggestions of the contracting authority led to the following solutions being adopted for a return period of 10 years, so as to avoid possible floods during the rainy seasons. As solutions adopted, we have the construction of a dry retention basin with a volume of 10 850 m³. The installation of a drain nozzle with a diameter of 2000 mm and gutters of variable sections at the edge of the tracks.

However, in order to ensure the proper functioning of the basins, we recommend on the one hand the supervision and regular maintenance of the structures and, on the other hand, the sensitization of the riparian population on the merits of the structures and the change of behavior.

The total cost of the project excluding taxes, excluding customs duties is estimated at **878 187 500 CFA francs**.

Keywords:

- 1) Clouetcha
- 2) Drainage basin
- 3) Basin
- 4) Flood
- 5) Diagnosis

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

SIGLES	DEFINITIONS
AEP	: Adduction d'eau potable
APD	: Avant-projet détaillé
APS	: Avant-projet sommaire
BNETD	: Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement
CPT	: Cahier des Prescriptions Techniques
DAD	: Direction de l'Assainissement et du Drainage
DAO	: Dossier d'appel d'offres
FIT	: Front Intertropical
HDF	: Hauteur-Durée-Fréquence
IDF	: Intensité-Durée-Fréquence
MIE	: Ministère des Infrastructures Économiques
MOD	: Maîtrise d'Ouvrage Déléguée
MT	: Moyenne Tension
ONEP	: Office National de l'Eau Potable
ONAD	: Office National de l'Assainissement et du Drainage
PRICI	: Projet d'Urgence d'Infrastructures Urbaines
RMSE	: Racines Carrées des Erreurs Quadratiques Moyennes
SODECI	: Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire
SODEFOR	: Société de Développement des Forêts
SODEXAM	: Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire Aéronautique et Météorologique
TDR	: Termes de référence

TABLE DES MATIÈRES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	ix
1. INTRODUCTION	1
1.1. Contexte	1
1.2. Objectifs de l'étude	1
2. DONNEES GENERALES SUR LA ZONE DU PROJET	2
2.1. Localisation du site d'intervention	2
2.2. Géographie	2
2.2.1. Relief et géomorphologie	2
2.2.2. Végétation.....	3
2.2.3. Faune.....	3
2.3. Données climatologiques	3
2.3.1. Climat	3
2.3.2. Pluviométrie	4
2.3.3. Analyse des températures	5
2.3.4. Analyse de l'évaporation.....	6
2.4. Géologie, hydrogéologie et hydrographie	6
2.4.1. Géologie	6
2.4.2. Pédologie.....	7
2.4.3. Hydrogéologie	7
2.4.4. Hydrographie	8
2.5. Situation sanitaire	8
3. METHODOLOGIE DE L'ETUDE	9
3.1. Collecte des données sur la zone du projet	9
3.2. Visite du site d'étude	9
3.3. Etudes topographiques	9
3.4. Etudes hydrologiques	9
3.4.1. Analyse de la variabilité climatique	9
3.4.2. Actualisation des paramètres de Montana	10
3.4.3. Caractérisation du bassin versant	16
3.4.4. Hydrogramme à l'exutoire.....	17
3.4.5. Détermination de la surface inondable pour chaque période de retour	21
3.5. Etudes hydrauliques	22
3.5.1. Volume de la retenue.....	22
3.5.2. Dimensionnement du collecteur de vidange	22
3.6. Différents types de bassins de retenue	23
3.6.1. Définition d'un bassin de rétention	23
3.6.2. Différents types de Bassin de retenue.....	23
4. ÉTAT DES LIEUX ET CARACTÉRISTIQUES DE LA CUVETTE	26
4.1. Cuvette de Clouetcha	26
4.1.1. Caractéristiques du bassin versant.....	26

4.1.2.	<i>Description de la cuvette et ses environs</i>	26
4.2.	Impacts des cuvettes sur le cadre de vie des riverains	28
5.	AMENAGEMENT DE LA CUVETTE	28
5.1.	Types d'aménagements retenus pour la cuvette de Clouetcha	28
6.	RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	29
6.1.	Actualisation des paramètres de Montana	29
6.1.1.	<i>Caractérisation de la variabilité climatique</i>	29
6.1.2.	<i>Valeurs des paramètres de Montana obtenues</i>	30
6.1.3.	<i>Evolution des paramètres de Montana</i>	31
6.1.4.	<i>Courbe Intensité-Durée-Fréquence de pluies</i>	32
6.2.	Hydrogramme de ruissellement à l'exutoire	33
6.2.1.	<i>Caractéristiques de la pluie projet</i>	33
6.2.2.	<i>Caractéristiques de l'hydrogramme</i>	34
6.3.	Volume de la cuvette et dimensions des collecteurs de vidange	36
6.3.1.	<i>Caractéristiques de la cuvette et des collecteurs de vidange</i>	36
6.3.2.	<i>Caractéristiques des regards de visites sur les collecteurs de vidanges</i>	39
	CONCLUSION	40
	RECOMMANDATIONS	41
	BIBLIOGRAPHIE	42
	ANNEXES	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Analyse saisonnière du climat à partir de la station d'Abidjan-Aéroport (1950-2015).....	4
Tableau 2: Minimum, maximum et moyennes pluviométrique (1950-2015)	4
Tableau 3: Paramètres d'estimation des températures (1970-2015)	5
Tableau 4: Lois statistiques présélectionnées pour l'ajustement des variables de pluies journalières extrêmes.	11
Tableau 5 : Quantile de pluie à la station d'Abidjan-Aéroport	12
Tableau 6 : Indépendance, stationnarité et homogénéité à l'échelle annuelle des maxima annuels de la station d'Abidjan-Aéroport.	13
Tableau 7 : Classement des lois statistiques à l'aide des critères de comparaison d'Akaike (AIC) et Bayésien (BIC) (la loi retenue est en gris)	14
Tableau 8 : Lois statistiques appropriées aux séries des maxima annuels des pluies de courtes durées et leurs paramètres.	15
Tableau 9 : Données d'entrée du modèle du réservoir linéaire de Bouvier	19
Tableau 10 : Paramètres caractéristiques de la pluie de projet.....	20
Tableau 11 : Paramètres caractéristiques de la pluie nette discrétisée	21
Tableau 12 : Débit à ruisseler issus de la pluie nette sur le bassin versant	21
Tableau 13: Surfaces inondables de la cuvette suivant la période de retour	22
Tableau 14: Valeurs des paramètres de Montana pour une durée d'averse inférieure à 2 heures.	30
Tableau 15 : Valeurs des paramètres de Montana pour une durée d'averse supérieure à 2 heures.	30
Tableau 16: Evolution du paramètre (a) du modèle de Montana	31
Tableau 17: Evolution du paramètre (b) du modèle de Montana	31
Tableau 18: Paramètre hydrologique de la pluie projet (T=10 ans)	34
Tableau 19: Débits à l'exutoire du bassin versant	35
Tableau 20 : Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T : 10 ans)	36
Tableau 21: Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T= 20 ans)	36
Tableau 22: Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T= 50 ans)	36
Tableau 23: Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T= 100 ans)	37
Tableau 24: Comportement du remplissage et de la vidange de la retenue d'eau de Clouetcha(T=10 ans)	38
Tableau 25: Récapitulatif des regards de la cuvette	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la commune d'Abobo.....	2
Figure 2 : Variation de la pluie moyenne mensuelle à la station d'Abidjan- aéroport (1950-2015)	5
Figure 3: Variation moyenne du nombre de jours moyen de pluie mensuel (>0.4 mm)	5
Figure 4 : Évolution de l'évaporation à dans le District d'Abidjan (Période 2000-2009).....	6
Figure 5: Géologie de la zone d'étude	7
Figure 6: Ajustement des lois statistiques aux maxima annuels de la station d'Abidjan pour des durées de 15 minutes à 180 minutes	15
Figure 7 : Hyétogramme de projet discrétisé	20
Figure 8: Vue de la cuvette et de ces environs	26
Figure 9: Activités humaines dans la cuvette.....	27
Figure 10: Réseau d'évacuation d'eau usées et pluviales.....	27
Figure 11: Etat de la voie d'accès à l'exutoire.	28
Figure 12: Evolution de l'indice standardisé de précipitation à la station d'Abidjan sur la période 1970-2015.....	30
Figure 13 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée inférieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport.	32
Figure 14 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée inférieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport (échelle logarithmique).....	32
Figure 15 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée supérieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport	33
Figure 16 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée supérieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport (échelle logarithmique).....	33
Figure 17: Hyétogramme de la pluie (Clouetcha T=10 ans)	34
Figure 18 : Hydrogramme de crue à l'exutoire du bassin de Clouetcha T=10 ans	34
Figure 19: Comparaison des débits du bassin suivant la variation de la période de retour	35

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

En Côte d'Ivoire, la ville d'Abidjan continue de bénéficier d'une grande partie des investissements en matière d'assainissement et de drainage malgré son important réseau existant contrairement aux autres régions du pays. En vue de corriger cette disparité, plusieurs actions ont été entreprises pour améliorer le système d'assainissement urbain de la capitale, de ses agglomérations et de quelques grandes villes de l'intérieur. C'est ainsi les sociétés telles que la Société d'Equipement des Terrains Urbains (SETU), puis un contrat d'affermage avec la Société de Distribution d'Eau en Côte d'Ivoire (SODECI) et l'Office National de l'Assainissement et du Drainage (ONAD) ont été créées. Cette démarche repose sur le renforcement du système d'assainissement et de drainage des eaux de pluie sur toute l'étendue du territoire. C'est dans ce contexte que le Programme d'Urgence de Renaissance des Infrastructures (PRICI) a initié le financement des travaux du volet Assainissement, drainage et prévention des inondations pour la commune d'Abobo. Cette commune regorge de nombreuses dépressions naturelles non aménagées devenant ainsi des réceptacles privilégiés de déchets provenant des ménages (ordures ménagères, eaux usées).

Ces milieux récepteurs, ainsi constitués, sont des poches de prolifération des vecteurs de maladies hydriques et d'émanation d'odeurs putrides. En saison sèche, les habitations construites dans ces cuvettes accueillent des ménages de manière temporaire. Par contre, en saison pluvieuse, ces populations abandonnent ces sites sous l'effet de la montée des eaux de ménage. L'urbanisation du quartier associée au non aménagement des cuvettes sont les causes principales des inondations dans les quartiers. Cette situation précarise davantage les conditions de vie des populations riveraines qui sont menacées non seulement par les eaux de ruissellement, mais également par des maladies hydriques.

1.2. Objectifs de l'étude

Ce projet a pour but de contribuer à l'amélioration du cadre de vie des populations de la commune d'Abobo. En particulier, elle permettra de protéger les personnes et les biens contre les inondations, de promouvoir la santé publique et l'hygiène et offrir un cadre de vie décent aux résidents.

L'objectif de notre travail de fin d'études est de réaliser l'étude technique d'avant-projet détaillé (APD) de l'aménagement de la cuvette de Clouétcha.

Pour mener à bien ce travail, il s'agira pour nous de faire l'état des lieux de la cuvette, puis de concevoir et dimensionner les ouvrages de rétention et enfin de faire des recommandations pour le bon usage de cet aménagement.

2. DONNEES GENERALES SUR LA ZONE DU PROJET Localisation du site d'intervention

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.

Les coordonnées géographiques de la ville d'Abidjan, capitale économique de la Côte d'Ivoire, sont : 5°30' de latitude Nord et 4°10' de longitude Ouest.

Le présent projet a lieu dans la commune d'Abobo qui est situé au Nord d'Abidjan. Limité au Nord par la commune d'Anyama, Abobo est rattaché à trois autres communes du District d'Abidjan. Abobo est l'une des communes les plus peuplées du district (environ 1 300 000 habitants) sur une superficie de 90 km², soit une densité d'environ 16700 habitants / km² (selon RGPH 2014).

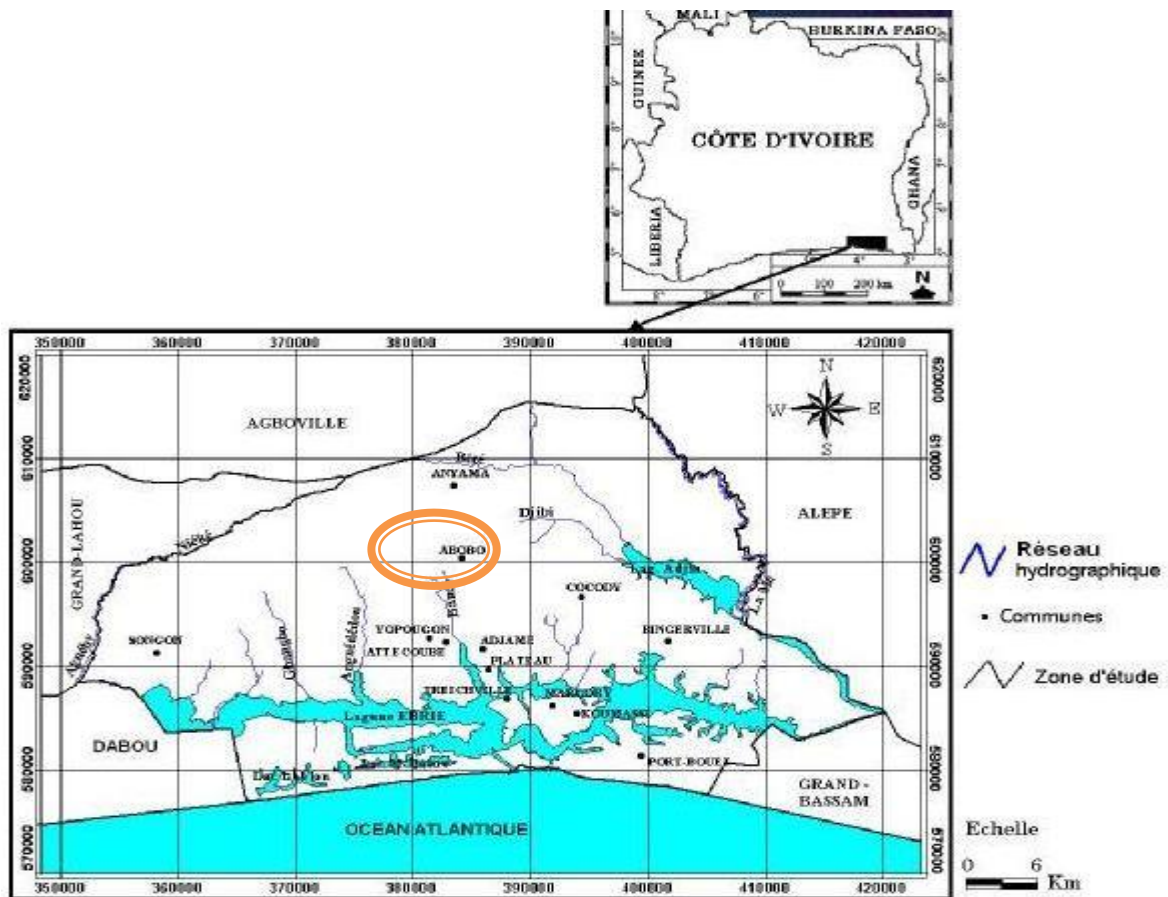


Figure 1: Localisation de la commune d'Abobo.

La cuvette de Clouetcha est située au quartier Clouetcha dans la commune d'Abobo. Elle se localise précisément à proximité de l'EPV Dick et Fils, en face de la pharmacie Monastère sur la route d'Alépé, à environ 300m du carrefour Samaké. Cette cuvette se trouve dans une zone urbanisée dont les populations subissent les impacts des inondations à chaque saison de pluie.

2.2. Géographie

2.2.1. Relief et géomorphologie

La ville d'Abidjan couvre une superficie de 1 370 km², décomposée en 3 grands ensembles :

- Le cordon littoral (Est et Ouest)

Celui-ci couvre une superficie d'environ 99 km² soit 20,40%. Les cotes varient de zéro (le niveau de la mer) à environ 80 mètres, ce qui en fait un ensemble relativement plat à l'intérieur duquel on retrouve, dans la partie Ouest, des lacs d'eau douce (lac Brakré).

- Les lagunes et les îles (île Boulay, île de Petit Bassam, île Désirée)

Elles regroupent 5 395 hectares. C'est le deuxième grand ensemble qui compose le site de la lagune Ebrié et cinq îles notamment l'île de Petit Bassam, l'île Boulay, l'île Désirée, l'île Vitrée, l'île Morin.

- Les plateaux (le Plateau, les Plateaux du Banco, de Cocody, d'Abobo, de Djibi, etc.).

Ceux-ci sont entaillés par des vallées profondes et des cours d'eau issus du Centre-Nord de la région. Ces vallées, qui jouent le rôle de drain, délimitent des unités hydrogéologiques secondaires.

2.2.2. Végétation

Sur le plan de la division phytogéographique, la région du projet appartient au milieu forestier de la Côte d'Ivoire. Dans le détail, les nuances géologiques font observer plusieurs paysages végétaux : la forêt dense humide, les savanes pré-lagunaires, les mangroves et les forêts marécageuses. Cette végétation disparaît progressivement au profit de l'extension de la ville d'Abidjan et des défrichements pour l'agriculture. Aujourd'hui, il ne reste qu'environ quelques hectares de cette forêt, représentée par le Parc National du Banco et par quelques petits lambeaux forestiers.

2.2.3. Faune

La zone d'Abidjan, dont l'écosystème se prêtait au développement de toutes sortes de mammifères forestiers, était naguère riche en faune terrestre. La plupart des espèces ont été décimées depuis bien longtemps du fait du braconnage et de l'urbanisation galopante.

2.3. Données climatologiques

2.3.1. Climat

Du point de vue climatique, la Côte d'Ivoire est traversée par les mouvements de deux masses d'air importantes : une masse d'air venant du Nord, caractérisée par un vent sec et chaud (l'harmattan) de Décembre à Janvier, et une masse d'air venant du Sud-ouest, de l'Océan Atlantique, constituée d'air humide (la mousson). Le contact de ces deux masses d'air forme le Front Intertropical (FIT). Les mouvements saisonniers du FIT au-dessus de la Côte d'Ivoire permettent de distinguer quatre principales zones climatiques caractérisées par un rythme et un volume de précipitations variables. Parmi les quatre régions climatiques (Sud, Centre, Nord et Centre-Ouest), le Sud, qui abrite le présent projet, est caractérisé par un climat équatorial de transition avec deux saisons de pluie (Avril – Juillet et Octobre – Novembre) alternant avec deux saisons sèches (Décembre – Mars et Août – Septembre).

Analyse saisonnière du climat

L'approche simplifiée utilisant le déficit hydrique climatique (D) permet de situer la période des différentes saisons qui composent le climat de la zone ; Ce déficit s'exprime par la formule suivante :

$$D = P - ETP$$

Avec :

- ETP : Évapotranspiration potentielle (mm) ;
- P : Pluviométrie (mm).

La démarche consiste à considérer l'algorithme suivant :

- Si $D > 0$ → Mois humide ;
- Si $D < 0$ → Mois sec ;

Tableau 1 : Analyse saisonnière du climat à partir de la station d'Abidjan-Aéroport (1950-2015)

Mois	ETP (mm/j)	ETP (mm/mois)	P (mm/mois)	D >0	D <0	Type de saison
Décembre	3,68	114,04	86,77		-27,27	Sèche
Janvier	3,85	119,45	26,06		-93,39	
Février	4,64	129,81	46,83		-82,98	
Mars	4,33	134,14	106,48		-27,66	
Avril	4,64	139,28	170,51	31,23		Humide
Mai	4,10	127,07	308,39	181,32		
Juin	3,53	105,95	571,11	465,17		
Juillet	3,21	99,54	191,82	92,28		
Août	3,06	94,98	29,62		-65,36	Sèche
Septembre	3,26	97,81	63,92		-33,88	Humide
Octobre	3,96	122,84	164,78	41,94		
Novembre	4,29	128,78	149,38	20,59		
TOTAL	46,56	1413,68	1915,66	832,53	-330,55	

Cette approche a permis de ressortir que le climat des champs captants comporte quatre saisons décrites dans le tableau 1 :

- Décembre à Mars : Grande saison sèche ;
- Avril à Juillet : Grande saison des pluies avec un maximum en Juin ;
- Août à Septembre : Petite saison sèche ;
- Octobre à Novembre : Petite saison des pluies.

2.3.2.Pluviométrie

✚ Pluviométrie mensuelle

Le tableau 2 présente les valeurs minimales, maximales et moyennes de la pluie mensuelle de la station d'Abidjan.

Tableau 2: Minimum, maximum et moyennes pluviométrique (1950-2015)

Station	Paramètre	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Abidjan-Aéroport	Min.	0,2	0,1	6,5	45,6	116,5	158,6	6,7	2,1	1,8	3,5	47,4	2,2
	Max.	154,5	159,9	287,2	508,4	669,6	1150	936,1	238,1	411,1	417,0	348,2	261,0

Moy.	26,1	46,8	106,5	170,5	308,4	571,1	191,8	29,6	63,9	164,8	149,4	86,8
------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	-------	-------	------

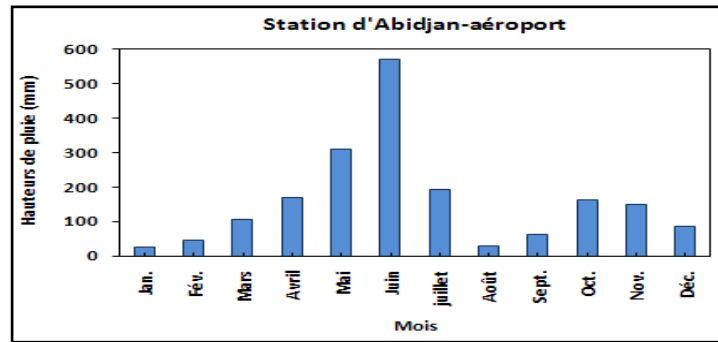


Figure 2 : Variation de la pluie moyenne mensuelle à la station d'Abidjan- aéroport (1950-2015)

Ce graphique permet de mieux distinguer la variation des pluies mensuelles au niveau de la zone d'étude. Le pic moyen est atteint au mois de Juin qui est le mois le plus pluvieux de l'année.

✚ Nombre de jours de pluie

Un jour de pluie correspond au jour où la pluie enregistrée est supérieure ou égale à 0,4 mm. Le nombre moyen annuel de jours de pluie sur la période (1950-2015) est de 120 jours.

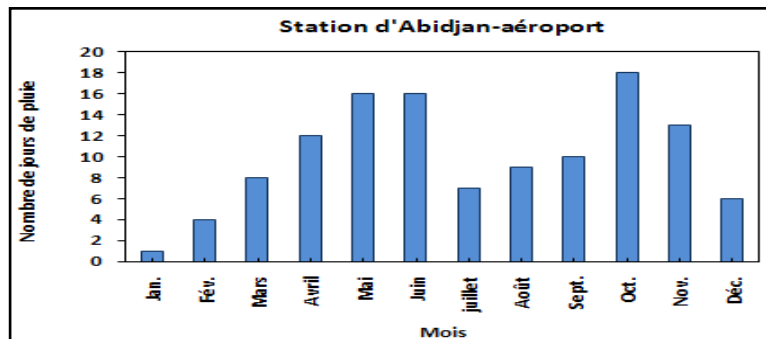


Figure 3: Variation moyenne du nombre de jours moyen de pluie mensuel (>0.4 mm)

Il existe une bonne relation entre le nombre de jours de pluie mensuel et les saisons. Par ordre d'importance, la grande saison pluvieuse (Avril-Juillet) correspond à la période ayant le plus grand nombre de jours. La grande saison sèche (Décembre-Mars) constitue la période où le nombre de jours de pluie est faible comparativement à la saison pluvieuse.

2.3.3. Analyse des températures

Les températures minimales et maximales moyennes mensuelles varient de 22,1 à 31,2°C (Tableau 3). La période la plus chaude de l'année part de Novembre à Mai avec des températures moyennes mensuelles dépassant les 27°C. Quant à la période la plus froide, elle part de Juin à Octobre avec des valeurs inférieures à 25°C.

Tableau 3: Paramètres d'estimation des températures (1970-2015)¹

Mois	Température Maximales (°C)	Température Minimales (°C)
------	----------------------------	----------------------------

¹Source : SODEXAM

	Min	Max	Med	Moy	ET	CV	Min	Max	Med	Moy	ET	CV
Janvier	29,0	32,5	30,4	30,5	0,81	0,03	21,2	25,4	23,5	23,5	1,01	0,04
Février	28,5	33,3	31,0	31,0	1,03	0,03	21,6	26,5	24,5	24,5	0,91	0,04
Mars	29,6	34,0	31,1	31,2	0,96	0,03	22,7	26,9	24,9	24,7	0,82	0,03
Avril	29,7	33,5	31,1	31,2	0,85	0,03	22,5	26,4	24,6	24,7	0,76	0,03
Mai	28,9	32,2	30,4	30,5	0,85	0,03	22,1	25,7	24,4	24,4	0,72	0,03
Juin	26,7	30,8	28,7	28,8	0,93	0,03	21,8	24,9	23,6	23,6	0,61	0,03
Juillet	25,9	29,5	27,5	27,6	0,92	0,03	21,0	24,2	23,0	22,9	0,71	0,03
Août	25,0	28,6	27,1	27,0	0,91	0,03	20,8	24,1	22,1	22,1	0,69	0,03
Septembre	26,1	29,4	27,7	27,6	0,86	0,03	21,0	23,8	22,6	22,5	0,64	0,03
Octobre	27,4	31,9	28,8	29,1	1,03	0,04	21,5	25,1	23,6	23,6	0,57	0,02
Novembre	28,8	32,8	30,3	30,5	0,97	0,03	21,5	29,8	24,3	24,3	1,00	0,04
Décembre	28,8	32,5	30,4	30,5	0,94	0,03	22,2	25,5	23,8	23,9	0,79	0,03

En se référant au tableau 3, l'amplitude des températures maximales moyennes est plus importante (4,2°C) tandis que les valeurs minimales ne varient considérablement pas.

2.3.4. Analyse de l'évaporation

Elle est très importante durant la grande saison sèche (Décembre-Mars) avec un pic en Mars (Figure 04). Au mois d'Août, l'évaporation baisse de manière significative et peut atteindre 25,70 mm. Les mois de Février, d'Avril et de Janvier sont les mois au cours desquels l'évaporation varie considérablement.

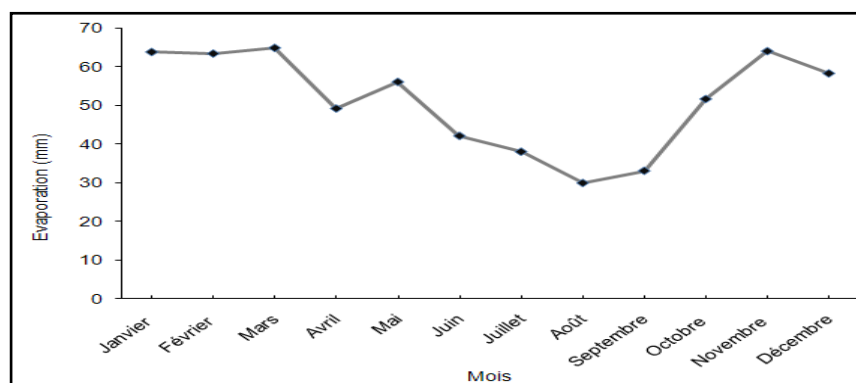


Figure 4 : Évolution de l'évaporation à dans le District d'Abidjan (Période 2000-2009)

2.4. Géologie, hydrogéologie et hydrographie

2.4.1. Géologie

Le contexte géologique de la ville d'Abidjan est celui du bassin sédimentaire de Côte d'Ivoire. Le bassin sédimentaire à Abidjan est caractérisé par une longueur de 350 km de l'Est à l'Ouest et une largeur Nord-Sud, très réduite, qui est comprise entre 10 et 40 km. Les couches successives sont en position monoclinale, le pendage étant dirigé vers l'océan.

On note, au sein de ce bassin sédimentaire, un accident majeur de direction Est-Ouest présentant un tracé qui correspond sensiblement aux lagunes. Cette faille lagunaire détermine deux séries sédimentaires ; l'une peu épaisse (environ 100 mètres) au Nord, et l'autre, très épaisse (3 000 mètres)

au Sud. Les formations sédimentaires sont d'une grande variété : sables, argiles, grès ferrugineux et vases.

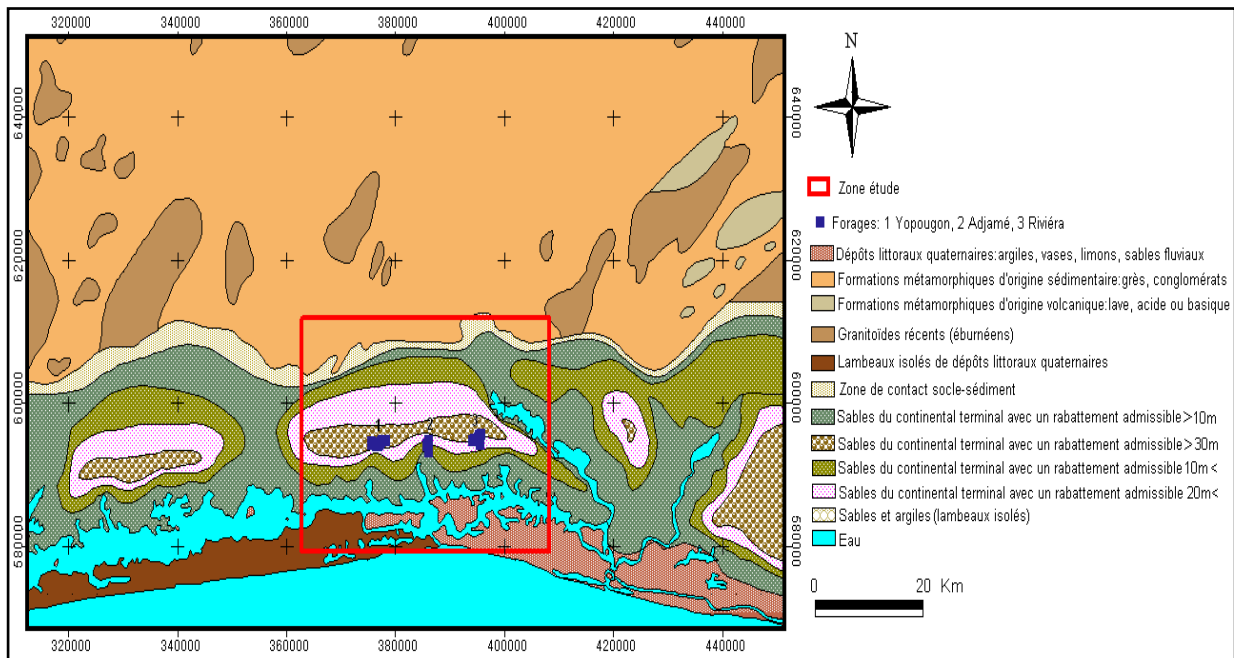


Figure 5: Géologie de la zone d'étude

2.4.2. Pédologie

Les sols du District d'Abidjan sont des sols ferralitiques, hydromorphes et des sols récents.

Les sols ferralitiques, rencontrés 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.

2.4.3. Hydrogéologie

Les aquifères du bassin sédimentaire côtier sont des nappes assez homogènes et très perméables. Excepté des bancs argileux lenticulaires, la nappe d'Abidjan est constituée, par les sables grossiers fluviatiles à passer d'argiles versicolores, les argiles sableuses et sables argileux.

Toutefois, elle est intensément exploitée et, surtout, elle est fortement exposée à des risques de pollution pouvant provenir des importants rejets de déchets industriels et domestiques dans l'environnement urbain, les déversements anarchiques d'eaux usées dans le milieu lagunaire, le manque ou l'inefficacité des réseaux d'assainissement, les accidents de transport des produits polluants, etc.

2.4.4. Hydrographie

La région est drainée par de nombreux cours d'eau de directions variables :

- l'Agnéby et la Mé, qui délimitent la zone d'intervention, sont globalement de direction Nord-Sud. Ce sont les plus importants cours d'eau de la région ;
- le Banco, le Gbangbo et l'Anguédedou sont de petites rivières de direction Nord-Sud ;
- la Djibi et la Bété, qui se jettent dans la lagune Aghien, sont de direction NW-SE.

Les coefficients de ruissellement sont variables selon les cours d'eau. Ils sont relativement faibles pour les fleuves Mé et Agnéby ; ceci est lié à la faiblesse des pentes et à la densité du couvert végétal. Ces coefficients sont élevés pour les autres cours d'eau du fait du déboisement qui affecte ces zones.

2.5. Situation sanitaire

La situation sanitaire de la ville d'Abidjan reste tributaire de l'environnement physique et social dans lequel les gens vivent, de leur mode de vie et de l'organisation des soins de santé.

En effet, l'environnement physique de la ville d'Abidjan et le climat social se sont fortement dégradés ces dernières années. Les différentes formes de pollution de l'air, de l'eau, du sol et toutes autres formes d'agressions nuisibles à la santé (comme le bruit dans les dancings,...) se sont accentuées. Parmi les maladies qui sévissent dans la population abidjanaise, la fièvre typhoïde reste préoccupante selon une étude réalisée à Abidjan par le laboratoire de microbiologie de l'UFR des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'Université de Cocody.

3. METHODOLOGIE DE L'ETUDE

3.1. Collecte des données sur la zone du projet

En vue de la maîtrise de l'environnement global du site, nous avons procédé à la collecte des rapports d'études socio-économiques et techniques des études antérieures réalisées dans la zone du projet, ainsi que les informations utiles sur l'environnement global du projet et nécessaires à l'étude. Ces informations ont permis de :

- décrire l'environnement du bassin ;
- faire l'état des lieux des ouvrages d'assainissement existant ;
- identifier les activités dans l'emprise du projet.

3.2. Visite du site d'étude

Dès le démarrage des études, nous avons procédé à la visite de la cuvette de Clouétcha. Au cours des visites de site, des entretiens ont été réalisés avec les populations riveraines en vue d'apprécier :

- les périodes et degrés d'inondation ;
- les dégâts causés en termes de perte en vie humaine et en biens matériels ;
- le degré d'occupation du sol.

Par ailleurs, ces visites ont permis d'avoir un aperçu général des contraintes liées au projet.

3.3. Etudes topographiques

Les levés topographiques ont été réalisés à échelle 1/500. Ils font la restitution de l'état existant de la cuvette ainsi que les emprises des collecteurs aval jusqu'à exutoire. Les coordonnées sont rattachées au système de coordonnées géodésiques de la Côte d'Ivoire. Le traitement et la restitution sont faits à partir des logiciels AUTOCAD et GLOBAL MAPPER.

3.4. Etudes hydrologiques

Les études hydrologiques ont permis de :

- analyser la variabilité climatique ;
- actualiser les paramètres de Montana ;
- définir les caractéristiques du bassin versant ;
- calculer les apports d'eau au dit bassin versant.

3.4.1. Analyse de la variabilité climatique

Série de données pluviométrique

Les relevés pluviométriques journaliers de la station pluviométrique de l'aéroport d'Abidjan ont été utilisés dans cette étude. Ils proviennent de la base de données de la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire Aéronautique et Météorologique (SODEXAM). Cette série chronologique s'étend globalement sur la période 1970 -2015.

✚ Méthode appliquée

La caractérisation temporelle de la pluviométrie a été mise en œuvre à l'aide de l'indice standardisé de précipitation de Nicholson. Cet indice permet de mettre en évidence les fluctuations des régimes pluviométriques. **Nicholson et al., (1988)** ont défini l'indice qui, calculé chaque année sur la période étudiée, s'exprime par :

$$I = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

Avec :

x_i : pluviométrie de l'année i ;

\bar{x} : Pluviométrie moyenne interannuelle sur la période de référence ;

σ : écart-type de la pluviométrie interannuelle sur la période de référence.

A l'échelle temporelle, une période normale est une période pendant laquelle une fluctuation identique s'observe de part et d'autre de l'axe des abscisses. Dans ce cas, la moyenne annuelle est sensiblement égale à la moyenne de la pluviométrie totale. Pendant la période humide, la moyenne annuelle est supérieure à la moyenne de la pluviométrie totale. Enfin, la période sèche correspond à une période où la moyenne annuelle est inférieure à la moyenne pluviométrique totale.

3.4.2. Actualisation des paramètres de Montana

✚ Données

Les pluviogrammes ont été utilisés ; Celles-ci sont des enregistrements du pluviographe de la station d'Abidjan-Aéroport. Les données pluviographiques couvrent la période 1958-2001. Pour obtenir des séries de pluies de courtes durées, il a été procédé à un dépouillement des pluviogrammes.

✚ Dépouillement des données

La procédure de dépouillement des pluviogrammes se déroule selon les étapes de Puech et Chabi-Gonni (1984).

✚ Méthodes appliquées

La procédure utilisée pour le traitement des données de pluie est basée sur l'analyse fréquentielle et comporte plusieurs étapes distinctes (Monhymont et Démarrée, 2006) :

- i. validation des données de pluies dépouillées ;
- ii. choix des lois statistiques d'ajustement ;
- iii. validation de la loi statistique ;
- iv. estimation des quantiles de pluies de diverses périodes de retour ;
- v. choix du modèle empirique de Montana ;
- vi. détermination ponctuelle des courbes Intensité-Durée-Fréquence.

Les étapes (v) et (iv) ne concernent que l'étude des pluies au pas de temps inférieurs à la journée.

i. Validation des données dépouillées

La constitution d'une série chronologique est un processus au cours duquel de nombreuses erreurs sont susceptibles d'être commises. Il est donc légitime, avant d'utiliser des séries de données, de se préoccuper de leur qualité et de leur représentativité. Ainsi, pour vérifier cette représentativité et cette qualité, les tests de Wald-Wolfowitz, de Kendall et de Wilcoxon ont été utilisés.

Le test d'indépendance de Wald-Wolfowitz (Haché et al. 1999) est utile pour vérifier dans les observations, l'existence d'une dépendance séquentielle qui conduirait, lorsque celle-ci est avérée, à définir le type et le niveau de celle-ci avant de continuer l'étude du processus des fréquences.

Le test de stationnarité de Kendall est un test de corrélation sur le rang qui sert à détecter les tendances dans les séries (Manohar et al. 2005).

Le test d'homogénéité à l'échelle annuelle de Wilcoxon permet de vérifier si l'échantillon est formé de réalisations de la même variable et que les éléments de l'échantillon proviennent de la même population statistique.

ii. Choix des lois statistiques

Le choix des différentes lois statistiques retenus pour l'ajustement des maxima annuels repose uniquement sur les travaux antérieurs réalisées en Côte d'Ivoire (Goula et al. 2007 ; Soro et al. 2008). En effet, aucune règle statistique ne permet de justifier qu'un élément climatique extrême obéit à un type particulier de distribution. Les lois statistiques retenues à priori pour l'ajustement des maxima annuels sont présentées dans le Tableau 4. La méthode du maximum de vraisemblance a été retenue pour l'estimation des paramètres des distributions de probabilité.

Tableau 4: Lois statistiques présélectionnées pour l'ajustement des variables de pluies journalières extrêmes.

Loi statistique	Fonction de densité de probabilité	Paramètres
Loi de Gumbel (EV1)	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp \left(\frac{x-u}{\alpha} \right) \right]$	α, u
Loi Généralisée des Valeurs Extrêmes (GEV)	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left(1 - \frac{x-u}{\alpha} \right) \exp \left\{ - \left[1 - k(x-u) / \alpha \right]^{\frac{1}{k}} \right\}$	α, u, k
Loi Lognormale 2 (LN2)	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ - \frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$	σ, μ

iii. Validation de la loi statistique

Cette étape a pour but de sélectionner, parmi les lois statistiques proposées, celle qui décrit au mieux les données pluviométriques au pas de temps horaires. Deux critères ont été proposés pour cette sélection : le critère d'Akaike et le critère Bayésien.

▪ Critère d'Akaike (AIC)

Il est fondé sur une pseudo distance entre une vraie distribution (g) inconnue et une distribution arbitraire (f) paramétrée par θ . On peut également montrer par définition du critère AIC que sélectionner un modèle via le critère AIC revient à rechercher le modèle faisant le meilleur compromis biais-variance pour le nombre de données N dont on dispose (**Lebartier & Mary-Huard, 2004**). L'expression du critère AIC se note comme suit :

$$AIC = -2\ln(L) + 2k \quad (1) \text{ Où :}$$

- L est la vraisemblance de l'échantillon et k le nombre de paramètres de la loi statistique ;

▪ Critère Bayésien (BIC).

Le critère BIC se place dans un contexte bayésien de sélection du modèle probabiliste. On recherche ici le modèle M_{BIC} qui maximise la distribution à posteriori des modèles, c'est-à-dire le modèle le plus vraisemblable au vu des données. L'expression du critère bayésien est le suivant :

$$BIC = -2\ln(L) + 2k \ln(N) \quad (2) \text{ où :}$$

- L est la vraisemblance de l'échantillon,
- N, la taille de l'échantillon et
- K, le nombre de paramètres de la loi statistique.

iv. Quantiles de pluie pour diverses périodes de retour

Les quantiles estimés à partir des distributions statistiques des pluies de courtes durées sont présentés dans le tableau 5. Les périodes de retour de ces quantiles varient entre 1 an et 100 ans.

L'évolution des quantiles est proportionnelle à celle des périodes de retour et de la durée de l'averse. Lorsque la durée de l'averse augmente, la période de retour et la valeur du quantile associé diminuent.

Tableau 5 : Quantile de pluie à la station d'Abidjan-Aéroport

Durée (mn)	Intensités maximales en fonctions des périodes de retour (mm/h)								
	100 ans	50 ans	25 ans	20 ans	10 ans	5 ans	3 ans	2 ans	1 an
10	406	343	290	275	231	193	168	148	130
15	310	270	234	224	193	164	143	127	110
30	188	173	157	152	137	121	108	96	83,1
45	137	129	120	117	108	97	88,1	79,6	70,4
60	121	113	105	102	93,4	83,7	75,5	67,8	59,5
90	98,7	91,4	84	81,5	73,6	65,1	58	51,4	44,4
120	83,7	77,3	70,7	68,5	61,6	54,1	47,9	42,2	36,2
180	63,7	58,5	53,2	51,4	45,9	39,9	35,1	30,7	26
240	52	47,6	43,1	41,6	36,9	32	28	24,3	20,5
Min.	52	47,6	43,1	41,6	36,9	32	28	24,3	20,5
Moy.	151,21	135,04	120,01	115,46	101,73	88,18	77,96	69,13	60,06
Max.	406	343	290	275	231	193	168	148	130

A une période de retour de 100 ans est associée une probabilité de non dépassement de 0,99. Cela signifie qu'il y a 99% de chance que la valeur du quantile de période de retour 100 ans ne soit pas

dépassée au cours d'une année quelconque. Réciproquement, la probabilité que cette valeur soit dépassée est de 0,01.

v. *Modélisation de la relation Intensité Durée Fréquences des pluies horaires*

Les modèles Intensité Durée Fréquence sont des équations empiriques représentant la relation entre les intensités maximales de pluie (variable dépendante) et autres paramètres d'intérêt comme la durée et fréquence de pluie (variables indépendantes). Dans cette étude, le modèle de Montana est utilisé pour l'établissement des courbes IDF de précipitations de la région d'Abidjan. L'expression analytique du modèle de Montana est la suivante :

$$i = a \times t^{-b} \quad (3) \text{ Où :}$$

- i désigne l'intensité de la pluie (mm/h) ;
- t est la durée de l'averse ;
- a et b sont des paramètres qui dépendent des conditions climatiques locales.

Pour déterminer les paramètres des différentes équations empiriques IDF, une régression non linéaire est appliquée sur les quantiles empiriques estimés (Tableau 5). La valeur des différents paramètres est obtenue au moyen de la minimisation de la somme des racines carrées des erreurs quadratiques moyennes.

Traitement des données de pluie horaire extrême

Qualité des données dépouillées

Pour l'ensemble des séries d'intensités maximales annuelles dépouillées à la station d'Abidjan-Aéroport, les hypothèses d'homogénéité, de stationnarité et l'indépendance sont acceptées à un niveau de signification de 5% à l'exception de la série de durée 45 minutes (Tableau 6).

Tableau 6 : Indépendance, stationnarité et homogénéité à l'échelle annuelle des maxima annuels de la station d'Abidjan-Aéroport.

Durée	Indépendance		Stationnarité		Homogénéité	
	Test de Wald-Wolfowitz		Test de Kendall		Test de Wilcoxon	
	Statistique de test	p-value	Statistique de test	p-value	Statistique de test	p-value
10 min	0,42	0,67	0,01	0,99	0,89	0,37
15 min	0,60	0,54	0,37	0,71	0,69	0,48
30 min	0,72	0,47	0,25	0,80	0,29	0,77
45 min	3,11	0,00	3,23	0,00	1,3	0,19
1 h	0,99	0,33	1,04	0,29	0,91	0,36
1 h 30 min	0,43	0,66	0,45	0,65	1,98	0,04
2h	1,01	0,31	1,39	0,16	1,37	0,17
3h	0,21	0,83	0,47	0,63	1,32	0,18
4h	1,71	0,08	0,13	0,89	1,02	0,12

Au niveau de la série de durée 45min, les valeurs nulles de la p-value des tests de stationnarité et d'indépendance indiquent que ces deux hypothèses se sont pas acceptées. Cependant, cette série respecte les conditions d'homogénéité à l'échelle annuelle. Ce rejet de l'hypothèse d'indépendance et

de stationnarité au niveau de la série de durée 45 min est certainement dû aux erreurs lors du dépouillement des pluviogrammes. En effet, si une tendance ou une persistance existait au niveau des pluies de courtes durées de la station d'Abidjan, celle-ci s'observerait dans toutes les autres séries. Ce qui n'est pas le cas. Cette série horaire peut donc être utilisée pour l'estimation des quantiles de pluies.

Critères de comparaison

Les critères de comparaison AIC et BIC ont permis d'établir un classement des lois statistiques utilisées afin de choisir la plus appropriée. Les lois les plus appropriées pour décrire la distribution des pluies de courtes durées sont celles qui ont les plus petites valeurs du critère AIC et BIC. Ainsi, au niveau de la pluie de durée 10 min, c'est la loi Généralisée des Valeurs Extrêmes (GEV) qui présente les plus faibles valeurs de BIC et AIC.

Tableau 7 : Classement des lois statistiques à l'aide des critères de comparaison d'Akaike (AIC) et Bayésien (BIC) (la loi retenue est en gris)

Durée de l'averse	Classement des lois	Critères de comparaison	
		BIC	AIC
10 min	GEV	446,758	441,545
	Gumbel	446,928	443,452
	Log normale	449,076	445,601
15 min	GEV	431,568	426,355
	Gumbel	432,277	428,802
	Log normale	435,309	431,833
30 min	Gumbel	398,718	395,242
	Log normale	399,319	395,843
	GEV	402,407	397,194
45 min	Log normale	371,458	367,982
	Gumbel	372,081	368,605
	GEV	375,183	369,970
1 h	Log normale	371,458	367,982
	Gumbel	372,081	368,605
	GEV	375,183	369,970
2 h	Log normale	363,390	359,915
	Gumbel	364,159	360,684
	GEV	366,806	361,593
3 h	Log normale	363,390	359,915
	Gumbel	364,159	360,684
	GEV	366,806	361,593
4 h	Log normale	337,293	333,818
	Gumbel	338,049	334,574
	GEV	340,857	335,644

Distribution statistique appropriée aux maxima annuels

Les critères de comparaison ont permis de sélectionner des lois statistiques les plus appropriées pour l'ajustement des séries d'intensités maximales annuelles des pluies de courtes durées.

Tableau 8 : Lois statistiques appropriées aux séries des maxima annuels des pluies de courtes durées et leurs paramètres.

Durée de l'averse	Lois statistiques retenues	Paramètres des lois statistiques		
		Position (mm/h)	Echelle (mm/h)	Forme
10 min	GEV	135,54	32,05	-0,24
15 min	GEV	116,10	28,00	-0,16
30 min	Gumbel	87,94	22,42	-
45 min	Log-normale	4,38	0,23	-
1 h	Log-normale	4,21	0,25	-
1 h 30 min	Log-normale	3,93	0,28	-
2h	Log-normale	3,74	0,29	-
3h	Log-normale	3,42	0,31	-
4h	Log-normale	0,19	0.32	-

Ainsi, la loi Lognormale s'avère la mieux appropriée pour décrire les maxima annuels de durées 45 min, 1h, 2h, 3h et 4h. Les séries d'intensités maximales annuelles de durées 10 min et 15 min ont une distribution statistique qui suit celle de la loi Généralisée des valeurs extrêmes (GEV). La valeur négative du paramètre de forme de cette loi indique que ces séries horaires ont un comportement asymptotique hyper-exponentiel.

La série d'intensité maximale annuelle de durée 30 min peut être ajustée avec une loi de Gumbel. C'est la seule série qui est issue des pluies dont la distribution statistique est de type Gumbel. La loi de Gumbel ne peut donc être systématiquement appliquée à toutes les séries de la station d'Abidjan-Aéroport. Cela pourrait avoir des conséquences sur le dimensionnement des ouvrages hydrauliques.

La figure 6 présente l'ajustement de quelques lois statistiques aux séries d'intensités maximales annuelles. L'ajustement a été fait par la méthode du maximum de vraisemblance.

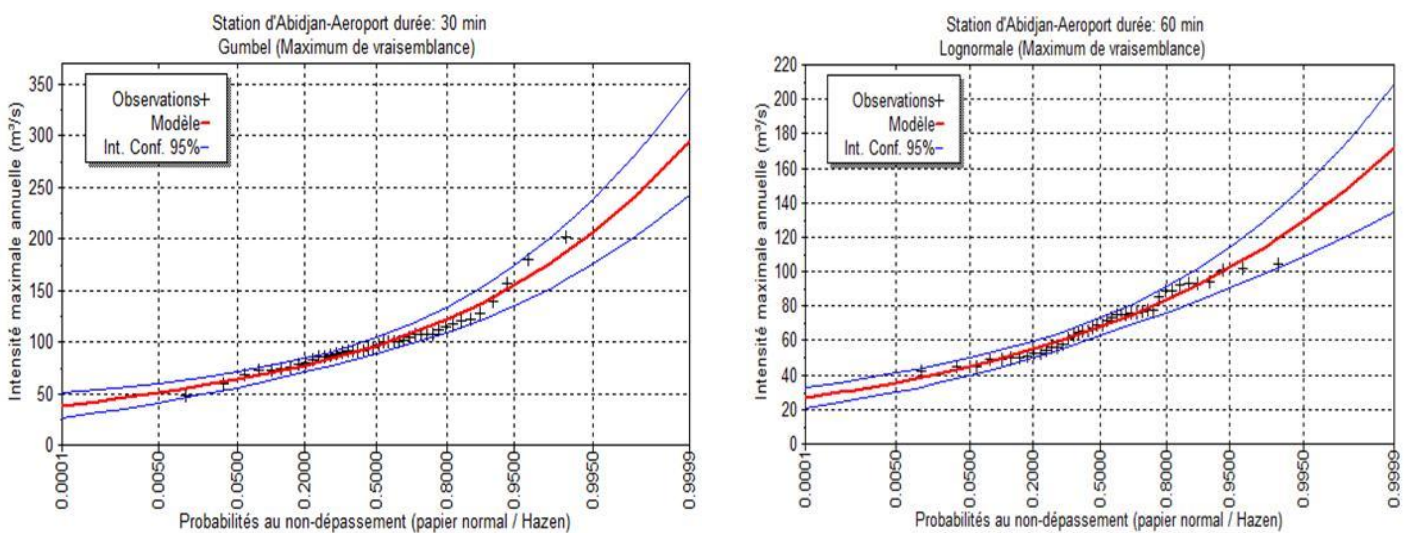


Figure 6: Ajustement des lois statistiques aux maxima annuels de la station d'Abidjan pour des durées de 15 minutes à 180 minutes

3.4.3. Caractérisation du bassin versant

Un bassin versant est caractérisé par sa surface, sa pente moyenne, son coefficient de ruissellement et son temps de concentration. Pour la détermination des caractéristiques des bassins versants, le logiciel GLOBAL MAPPER à été utilisé.

✚ Surface du bassin

A partir des courbes de niveau issues des levés topographiques de la zone du projet et en considérant la cuvette comme exutoire, la superficie du bassin versant a été obtenue.

✚ Pente moyenne

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin. Elle a une influence directe sur le débit de pointe d'une averse. Elle est estimée par la formule suivante :

$$I = \left(\frac{L}{\sum \frac{L_j}{\sqrt{I_j}}} \right)^2 \quad (4)$$

- L : longueur totale du cheminement
- L_j : différentes longueurs qui composent le cheminement
- I_j : différentes pentes qui composent le cheminement

✚ Coefficient de ruissellement

Il est le facteur de concentration du débit. Il englobe de nombreux facteurs comme la perméabilité des sols, l'influence de la topographie et de l'urbanisation du bassin. C'est le rapport du volume d'eau ruisselée sur le volume d'eau précipitée. Selon l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations (1986) en Côte d'Ivoire, ce coefficient varierait entre 0,4 des sols sableux à 0,9 des sols argileux. Un Coefficient de ruissellement de 0,7 a été choisi car le projet se trouve dans une zone urbanisée.

✚ Temps de concentration

Le temps de concentration est le temps du plus long cheminement hydraulique. Il est obtenu par la formule suivante : $T=0,0195 \times F \times L^{0,77} \times I^{-0,385}$ (5) Où :

- L : plus long chemin hydraulique en m ;
- I, pente du bassin étudié en m/m ;
- F = 1 : zone rurale
- F = 2 : surface gazonnée
- F = 0.4 : surface en béton ou asphaltée
- F = 0.2 : dans un canal en béton.

3.4.4. Hydrogramme à l'exutoire

Rappel des méthodes

La génération d'hydrogramme en un point du réseau de drainage, comme réponse d'un bassin versant à un événement pluvieux, est un processus qui dépend des caractéristiques du bassin versant et de la pluie. Dans la transformation de la pluie en débit, la littérature hydrologique dispose de nombreux modèles de prévision. Il existe deux approches à savoir :

Approche mécaniste

Dans les modèles mécanistes, on s'attache à reproduire aussi fidèlement que possible la réalité physique. On distinguera donc les écoulements surfaciques et ceux dans les caniveaux (Mitci, 1974 ; 1978). La modélisation des écoulements dans les caniveaux est réalisée en employant les équations générales de l'hydrodynamique, mais la plupart des auteurs se ramène à des équations simplifiées en faisant l'hypothèse d'une succession d'écoulements uniformes (Chocat et al., 1982). Les modèles mécanistes établis à partir de ces formules fournissent des résultats corrects. Ils présentent cependant deux points faibles importants :

- leurs temps de calculs sont relativement longs (équations lourdes à résoudre par différences finies ou discrétisation sur de nombreux pas de temps) ;
- ils nécessitent, et c'est leur principal handicap, des quantités très importantes de données de base telles que pentes, géométrie, rugosités, pour toutes les surfaces élémentaires et tous les caniveaux. A l'échelle d'une ville, la masse d'informations requises est gigantesque et quasiment impossible à acquérir.

Approche conceptuelle

La transformation pluie-ruissellement peut être décrite de manière globale. On considère le bassin versant comme un système opérant la transformation de la pluie en un débit à l'exutoire. Le bassin peut éventuellement comprendre des tronçons de collecteurs, généralement les parties les plus amont du réseau d'assainissement. L'intérêt porte alors sur la transformation pluie-débit proprement dite et non plus sur le phénomène physique lui-même. Selon les objectifs visés, plusieurs approches du problème sont possibles :

i. Méthodes de calcul d'une valeur de débit maximum

Les méthodes permettant de calculer une valeur de débit maximum ne permettent que de dimensionner un réseau d'assainissement et non de simuler son fonctionnement. Ces méthodes font généralement les hypothèses suivantes : linéarité de la transformation pluie-débit, identité des périodes de retour de la pluie et du débit et proportionnalité entre la pluie et le débit. Cette méthode de calcul peut se faire selon deux types :

- la méthode rationnelle ;
- la méthode de Caquot.

ii. Méthodes de calcul d'un hydrogramme de ruissellement par les méthodes dérivées des méthodes de calcul d'un maximum

Si l'on souhaite obtenir un hydrogramme $Q(t)$, deux voies principales s'offrent au modélisateur : soit une extension des méthodes précédentes, soit une approche de type modèle à réservoir. En introduisant la variable temps, il est possible de modifier la formule rationnelle et de l'employer pour calculer un hydrogramme de ruissellement à partir, par exemple, d'un hyétogramme par paliers. Cette approche regroupe plusieurs variantes qui sont :

- Méthode rationnelle adaptée au calcul d'un hydrogramme ;
- Méthode des courbes isochrones (Réméniéras, 1972) ;
- Méthode de l'hydrogramme unitaire (Sherman, 1932) ;
- Modèle d'Izzard (Izzard, 1946).

iii. Méthodes de calcul d'un hydrogramme de ruissellement par les méthodes dérivées de la méthode des réservoirs linéaires

Ces modèles sont issus de la dynamique des systèmes. Le bassin versant, incluant éventuellement des tronçons dans la partie amont du réseau, est considérée de manière globale comme un système réalisant la transformation pluie-débit (Jovanovic, 1986). Contrairement aux méthodes précédentes, cette approche permet de tenir compte de l'effet de stockage du bassin. De nombreuses variantes sont proposées :

- Modèle du réservoir linéaire de Desbordes ;
- Modèle du réservoir linéaire de Bouvier ;
- Modèle de Muskingum.

Le modèle des *réservoirs linéaires de Bouvier* a été utilisé.

✚ Modèles à réservoir

Le choix du modèle du réservoir linéaire de Bouvier pour la construction des hydrogrammes aux exutoires est basé sur le fait que ce modèle est d'une part applicable aux bassins versants étudiés et d'autre part que ce dernier fournit un hydrogramme complet (y compris le débit de pointe). Au crédit du modèle de Bouvier, on compte :

- une qualité de prévision des débits de pointe ;
- une insertion d'ouvrages de stockage dans le réseau ;
- une bonne simulation de pluies réelles (exceptionnelles) ;
- la prise en compte de caractéristiques locales de la pluviométrie.
- Le modèle est gouverné par les trois lois suivantes :
 - la loi de conservation : $\frac{dV(t)}{dt} = Q_e(t) - Q_s(t)$ (6) ;
 - la loi de stockage : $V(t) = A [H(t)]$ (7) ;
 - la loi de vidange : $Q(t) = B[H(t)]$ (8)

Où :

- $H(t)$: hauteur dans le réservoir à l'instant t ;
- $V(t)$: volume d'eau stocké dans la structure à l'instant t ;
- $Q_e(t)$: débit entrant à l'instant t ;
- $Q_s(t)$: débit sortant à l'instant t ;
- A et B : Fonction de la hauteur H du réservoir.

✚ Hypothèse de travail

Le calcul du débit à l'exutoire et le dimensionnement des bassins de retenue se feront pour plusieurs périodes de retour à savoir $T= 10$ ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans.

✚ Données d'entrée du modèle

Le modèle du réservoir linéaire de Bouvier prend en compte les caractéristiques locales de la pluie et les données physiques du bassin étudié.

Tableau 9 : Données d'entrée du modèle du réservoir linéaire de Bouvier

Désignation	Type de données
Pluie de durée ≤ 2 heures	Paramètre de Montana de période de retour 10 ans
Pluie de durée ≥ 2 heures	Paramètre de Montana de période de retour 10 ans
Caractéristiques physiques du bassin versant	Superficie (ha)
	Pente (%)
	Coefficient de ruissellement

✚ Temps de réponse du bassin ou lag-time

Dans l'équation de stockage du modèle à réservoir linéaire, le temps de réponse est une constante homogène. Ce temps (K) représente le décalage dans le temps des centres de gravités du hétérogramme de la pluie nette et de l'hydrogramme à l'exutoire du bassin. Les paramètres que Bouvier recommande d'utiliser pour reconstituer les hydrogrammes sont exprimés par la relation suivante :

$$K = 0,68 \times A^{0,304} \times IMP^{-0,453} \times I^{-0,385} \quad (9)$$

Où :

- K : temps de réponse (min) ;
- A : superficie du bassin (ha) ;
- IMP : coefficient d'imperméabilisation ;
- I : pente du bassin versant (%).

✚ Choix du niveau de protection

Pour un périmètre urbain déterminé, les débits à prendre en considération, sont ceux engendrés par les événements pluvieux contre lesquels on désire se protéger. Une protection totale contre les

inondations causées par la pluie serait excessive, compte tenu des investissements lourds qu'il faudrait consentir pour satisfaire des besoins à caractère exceptionnel. On est donc amené à admettre des insuffisances de réseaux pour des événements pluvieux ayant des périodes de retour (T) qui dépassent la fréquence seuil déterminée.

Les périodes de retour admises dans le schéma directeur national sont :

- 1 an sur les collecteurs tertiaires ;
- 2 ans sur les collecteurs secondaires ;
- 5 ans ou 10 ans sur les émissaires principaux.

✚ Détermination des caractéristiques de la pluie de projet

Pour un hyétogramme double triangle symétrique, cinq paramètres hydrologiques sont nécessaires à la détermination de la pluie projet. La synthèse des paramètres hydrologiques à calculer à la lumière des données d'entrée du modèle est présentée dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Paramètres caractéristiques de la pluie de projet

Paramètres hydrologiques	Unités
Temps de base (D)	minutes
Temps de montée (DM)	minutes
Temps de pluie (DP)	minutes
Aire du triangle de pluie intense (A1)	millimètre/ minutes
Aire du triangle de pluie non intense (A2)	millimètre/ minutes

✚ Construction du hyétogramme de la pluie de projet

Pour limiter le nombre de calculs, nous choisisons un pas de temps de 1 minute et le double triangle symétrique est simplifié en un double rectangle symétrique, en imposant de conserver les mêmes hauteurs de pluie intense et non intense. En pratique, on discrétise le hyétogramme de la pluie de projet en une suite de valeurs d'intensité. On montre alors aisément que l'ordonnée du rectangle correspond à la période de pluie intense (de base DM) est égale à l'intensité de pluie intense et que l'ordonnée de la pluie non intense (de base DP-DM) est égale à l'intensité de la pluie non intense (figure 8).

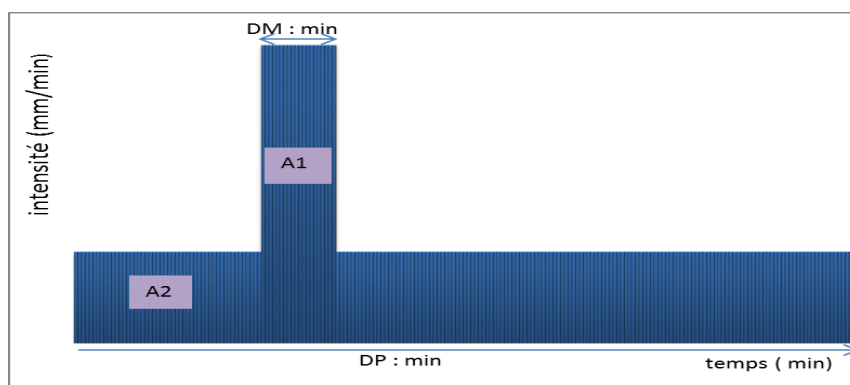


Figure 7 : Hyétogramme de projet discrétisé

✚ De la pluie nette discrétisée au Débit à ruisseler

Le hyétogramme de pluies nettes discrétisées est obtenu, pour chaque intensité, en soustrayant les pertes au ruissellement sur le bassin versant. Les paramètres hydrologiques permettant d'élaborer le hyétogramme de pluies nettes discrétisées, sont consignés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Paramètres caractéristiques de la pluie nette discrétisée

Paramètres hydrologiques	Valeur
Perte initiale (STO)	8,5 mm
Perte continue d'intensité constante (INFEX)	5 mm/h
Coefficient de ruissellement après satisfaction des pertes initiales (C)	0,5

Après discrétisation du hyétogramme de la pluie de projet en une suite de valeurs d'intensité i_k , on en déduit, après application du schéma de pertes convenables, la suite des débits à ruisseler.

Le tableau 12 présente les débits à ruisseler sur les surfaces imperméabilisées et non imperméabilisées.

Tableau 12 : Débit à ruisseler issus de la pluie nette sur le bassin versant

Rang	Débit à ruisseler sur les surfaces imperméabilisées (IMP) (m3/min)	Débit à ruisseler sur les surfaces non imperméabilisées (1-IMP) (m3/min)	Débit total (P_k) (m3/min)
$k-1(k-1\Delta t)$	$IMP \times i_{k-1} \times A$	$(1-IMP) \times A \times C \times i_{k-1}$	P_{k-1}
$k(k\Delta t)$	$IMP \times i_k \times A$	$(1-IMP) \times A \times C \times i_k$	P_k
$k+1(k+1\Delta t)$	$IMP \times i_{k+1} \times A$	$(1-IMP) \times A \times C \times i_{k+1}$	P_{k+1}

✚ Hydrogramme à l'exutoire du bassin

Les ordonnées (débits ruisselés) de l'Hydrogramme à l'exutoire du bassin versant étudié sont des données de proche en proche par la relation suivante qui est la solution de l'équation différentielle du modèle du réservoir linéaire de Bouvier :

$$q_k(t) = q_k - e^{-\frac{\Delta t}{K}} + p_k \times (1 - e^{-\frac{\Delta t}{K}}) \quad (10)$$

Avec :

- q_k : suite des débits (débit en fonction du temps au k-ième pas de temps) ;
- Δt : pas de temps ;
- p_k : pluie nette discrétisée ;
- K : lag time (temps de réponse).

3.4.5. Détermination de la surface inondable pour chaque période de retour

A partir de la configuration topographique du site, l'on détermine les Courbes Hauteur-Volume et Hauteur-Surface. Le modèle de Bouvier donne pour un bassin versant le volume d'eau arrivant à

l'exutoire pour chaque période de retour. Ce volume d'eau sera transformé en Hauteur grâce à la courbe hauteur Volume et en surface aussi à l'aide de la Courbe hauteur-Surface. Cette surface obtenue est en effet la zone inondable du bassin versant pour chaque période de retour.

Tableau 13: Surfaces inondables de la cuvette suivant la période de retour

Période de retour (ans)	T= 10	T= 20	T= 50	T= 100
Clouétcha (ha)	1,90	2,27	2,58	2,96

3.5. Etudes hydrauliques

Les études hydrauliques portent essentiellement sur le dimensionnement du bassin de retenue et du collecteur de vidange de celui-ci.

3.5.1. Volume de la retenue

Dans le modèle du réservoir linéaire de Bouvier, connaissant à chaque pas de temps le débit entrant, les équations (6) et (7) permettent de déterminer la hauteur d'eau et par conséquent le débit sortant (équation (8)). Le volume de la retenue sera la valeur maximale du volume stocké sur la durée de la vidange.

3.5.2. Dimensionnement du collecteur de vidange

Dans la présente étude, il s'agit des buses en béton armé. Le débit Q_s transitant dans la buse est évalué avec les méthodes suivantes :

✚ Buse non en charge

Il est admis que l'écoulement reste uniforme dans la buse. Cette situation est susceptible de se produire quand le niveau d'eau amont dans la retenue est tel que :

$$Z_f \leq Z_s \leq Z_f + D$$

Où

- D : est le diamètre de la buse ;
- Z_f : la cote de fond du bassin ;
- Z_s : cote surface libre à l'instant t.

Le débit est calculé par la formule de Manning-Strickler pour une buse circulaire partiellement remplie. Il s'exprime par la relation suivante : $Q = K_s \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$ (11)

✚ Buse en charge

L'équation de Bernoulli est appliquée entre le niveau d'eau dans la retenue et la sortie de la buse. En appliquant la formule de Manning-Strickler pour une conduite en charge, on aurait ;

$$\Delta H = Z_s - Z_{aval} = (1 + 0.5) * \frac{Q^2}{2gS^2} + \frac{Q^2 L}{S^2 K_s^2 R_h^{4/3}} \quad (12)$$

3.6. Différents types de bassins de retenue

3.6.1. Définition d'un bassin de rétention

Un bassin de retenue ou d'orage sert à stocker l'eau de ruissellement dans une dépression naturelle ou artificielle, et de vidanger ces eaux par infiltration et/ou avec un débit limité. La restitution des eaux peut donc s'opérer soit dans le milieu naturel (sous sol, talweg, cours d'eau,...), soit dans un réseau d'assainissement (CRES, 2001).

Dans les pays en développement de la sous-région, les bassins de rétention représentent une opportunité intéressante d'un point hydraulique et hydrologique :

- Hydraulique car ils permettent efficacement de lutter contre les pointes de débits, donc de protéger les ouvrages avals et le milieu récepteur contre les phénomènes d'érosion.
- Hydrologique car ils permettent de constituer une réserve d'eau soit dédiée à l'infiltration (alimentation de la nappe), soit à usage tels que l'irrigation (maraîchages).

Ces bassins peuvent être classifiés selon plusieurs critères :

- bassin en eau – bassin sec ;
- bassin endigué – dépression naturelle ;
- bassin étanche – bassin d'infiltration ;
- bassin enterré – bassin ouvert.

3.6.2. Différents types de Bassin de rétention

✚ *Bassin en eau – Bassin sec*

Si l'eau est toujours présente dans le bassin, y compris hors période pluvieux, on parle de bassin à eau ; de bassin sec dans le cas contraire.

L'alimentation en eau de ce type de bassin peut se faire :

- par ruissellement direct ;
- par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau) ;
- par mise en charge et débordement du réseau.

✚ *Bassin endigué – Dépression naturelle*

Cette différenciation va influencer en terme de génie civil, un bassin endigué entraînant des travaux plus importants et des protections (déversoirs) de la (ou des) digues. Les coûts seront aussi plus importants.

✚ *Bassin étanche – Bassin d'infiltration*

Un bassin peut-être étanche (donc ne pas infiltrer) soit parce que le terrain en place est imperméable, soit parce qu'on ne veut pas infiltrer. Ce deuxième cas se produit si les eaux de ruissellement sont de mauvaise qualité et que l'on veut protéger le sous-sol et/ou la nappe.

✚ *Bassin enterré – Bassin Ouvert*

Les bassins enterrés se rencontrent en milieu urbain dense, où la place est comptée, et ils sont généralement là comme une technique compensatoire, à l'appui du réseau d'assainissement. Par la

technologie qu'ils impliquent et les coûts très importants qu'ils induisent, ils ne sont pas adaptés aux pays en développement où il est nettement préférable de développer des bassins ouverts.

Bassin sec à ciel ouvert

On en distingue deux principaux types :

Bassin sec planté ou enherbé

Le fond, à très faible pente, est habituellement constitué d'une prairie, d'un espace planté ou engazonné. L'intégration paysagère est donc le principal axe de valorisation.

L'aménagement des berges et talus diffère selon la pente et la profondeur du bassin :

- bassin ayant des talus de faible pente (<20-30%) ou à faible profondeur : (entre 30 et 50 cm de hauteur d'eau au point le plus profond). Aucun aménagement particulier n'est à prévoir en dehors de ceux imposés par les éventuelles activités développées en son sein. On pourra intégrer l'aspect plurifonctionnel du bassin et l'ouvrir au public ;
- bassin ayant des talus pentus (>30%) ou une profondeur conséquente : Le tout étant d'en assurer le maintien et la stabilité, il pourra être conseillé de réaliser les talus selon un profil emboîté (en marches d'escalier). Ils peuvent être, selon les cas, juste engazonnés, plantés d'arbres, arbustes ou de végétaux (ayant un système racinaire compatible : pivotant, fasciculé ou charnu), ou renforcés de matériaux stabilisants, dalles de béton-gazon.

Bassin sec revêtu

L'étanchéité du fond, des berges et talus est assurée par géo membrane, béton, enrobé. Ainsi, tout risque de contamination du sol par une pollution éventuelle est évité. Dans certains cas, cela peut éviter les contraintes d'entretien de la végétation (mais lui confère l'entretien d'un ouvrage de génie civil).

Il est beaucoup moins esthétique (intégration paysagère très difficile, mais peut également trouver une valorisation plurifonctionnelle pour des fonds béton ou enrobé (pistes de skate ou de roller, parkings de surface, cours d'école).

Avantage des bassins secs à ciel ouvert

- dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules ;
- conservation d'espaces verts en zone urbaine ;
- de par leur aspect plurifonctionnel les bassins secs ont une bonne intégration paysagère ;
- bassin sec engazonné : espaces verts, aire de détente, terrains de jeux ;
- bassin sec revêtu : espaces de jeu, parkings de surface ;
- entretien simple, tonte si c'est un bassin engazonné, balayage s'il s'agit d'un bassin revêtu ;
- sensibilisation du public par visualisation directe du problème du traitement des eaux pluviales.

Inconvénients des bassins secs à ciel ouvert

- importante emprise foncière la plupart du temps ;

- risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.

Bassin de rétention en eau

Le volume utile de rétention est le volume engendré par le marnage (variation du niveau).

Leur taille varie en fonction de leur utilité (usage plurifonctionnel) et du volume de rétention nécessaire. Elle peut varier de la petite mare en fond de jardin jusqu'au lac accueillant des activités de loisirs. Leur dimension conditionnera le type d'utilisation et d'exploitation. Les bassins en eau sont à implanter préférentiellement en zone humide ou dans des zones qui l'ont été dans le passé (déconseiller en zone sèche).

Les bassins en eau sont le plus souvent utilisés comme des plans d'eau permanents et paysagers susceptibles d'accueillir des activités variées en fonction de leur dimension :

- activités de loisir s'ils sont de grandes tailles (pêche, canotage, promenade) ;
- aspects paysagers s'ils sont de petites tailles.

Avantages

- Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules.
- très bonne intégration paysagère ;
- possibilité de recréer un écosystème ;
- l'aménagement d'un plan d'eau déjà existant ne demande que peu d'investissement ;
- possibilité de conserver la totalité des eaux pluviales collectées ;
- possibilité de réutiliser les eaux de pluie.

Inconvénients

- importante emprise foncière la plupart du temps ;
- contraintes strictes sur la qualité des eaux collectées d'où la nécessité d'avoir un réseau séparatif strict, de mettre en œuvre un système dégrilleur en amont, voire un ouvrage de prétraitement ;
- risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux) par défaut de réalisation ou manque d'entretien ;
- assurer une gestion appropriée afin de prévenir l'eutrophisation du bassin (suppression des aérateurs), la prolifération de moustiques, de grenouilles.

4. ÉTAT DES LIEUX ET CARACTÉRISTIQUES DE LA CUVETTE

4.1. Cuvette de Clouetcha

4.1.1. Caractéristiques du bassin versant

La cuvette de Clouetcha recueille les eaux de ruissellement issues du bassin versant que nous avons dénommé bassin versant de Clouetcha dont les caractéristiques sont les suivantes :

- superficie (A)= 34 ha ;
- longueur (L)= 410 m ;
- pente (I)= 0,020 m/m ;
- temps de concentration (TC)= 4 min ;
- allongement (M)=0,800.

4.1.2. Description de la cuvette et ses environs

✚ Etat de la cuvette

La cuvette de Clouetcha contient de l'eau en permanence qui présente une couleur verdâtre témoignant une pollution physique. Les eaux de ruissellement y drainent avec une quantité importante de sable et de boue. Elle connaît un envasement très important. Pendant les événements pluvieux importants, l'eau déborde du lit de la cuvette et inonde les habitations et toutes les installations avoisinantes.

Par ailleurs, les populations riveraines ont transformé cet espace en un dépotoir d'ordures ménagères et un lieu de rejet des eaux usées domestiques.

L'environnement socio-économique de la cuvette est composé principalement d'habitations. Les ménages qui y logent subissent l'impact des inondations.

Face à ces inondations récurrentes, certains propriétaires ont été contraints d'abandonner leurs maisons. D'autres par contre, déménagent temporairement à chaque saison pluvieuse.

✚ Typologie de l'habitat du quartier

Il s'agit des habitats bâtis sur des lots individuels. Les habitations sont essentiellement des bâtiments en bande de type cours communes.

Les bâtiments rencontrés dans les environs de la cuvette sont essentiellement des maisons en dur qui subissent les effets de la remontée des eaux de la cuvette. Quelques-uns d'entre eux abandonnés sont en état de dégradation avancée du fait de la stagnation des eaux et l'humidité qui en résulte.



Figure 8: Vue de la cuvette et de ces environs

✚ Activités humaines dans la cuvette et aux alentours

On rencontre dans l'emprise de la cuvette et son environnement immédiat des activités humaines composés essentiellement de ménages, d'activités économiques de type artisanal (point de fumage de poisson, de vente d'attiéké poisson) et d'équipements communautaires (école et mosquée).

Les bâtiments abritant ces installations sont essentiellement construits en dur et couverts de tôles.

✚ Infrastructures de développement

Voirie

On dénombre au total six (6) voies ou entrées par lesquelles on accède à la cuvette. Deux d'entre-elles partent de la voie bitumée d'Alépé. Les quatre autres constituent des voies de circulation dans le quartier. Elles sont toutes dégradées dépourvues d'ouvrage de drainage sauf celle d'Alépé.

Réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales

Dans l'ensemble, le réseau de drainage est insuffisant à Clouetcha. Le réseau existant est en état de dégradation avancée. L'une des deux voies qui partent de la voie d'Alépé pour accéder à la cuvette est pourvue d'un caniveau de 40 cm x 40 cm.

Le quartier n'est pas desservi par un réseau collectif d'évacuation des eaux usées domestiques. Les populations se servent de fosses septiques et puisards pour le traitement de leurs eaux usées notamment les eaux vannes. Quant aux eaux grises (eaux de vaisselle, cuisine et de lessive et de bain), elles sont déversées dans les rues du quartier.

On relève aussi que de nombreux ménages se servent des caniveaux existants et de la cuvette pour le rejet des eaux usées ménagères (eaux de vaisselle, de lessive, de cuisine et toilette) à partir de conduites raccordées aux ménages.

Réseau d'eau potable

La zone du projet est desservie par le réseau de distribution publique d'eau potable de la SODECI. Ce réseau alimente les habitations du quartier. Il est constitué de conduites en PVC enterrées, qui affleurent en plusieurs zones du fait de l'érosion.

Réseau électrique

Le réseau national d'électricité dessert le quartier. La fourniture en électricité de la zone du projet est assurée par la Compagnie Ivoirienne d'électricité(CIE). La fondation des poteaux de la moyenne tension installés est souvent érodée du fait de l'érosion.



Figure 9: Activités humaines dans la cuvette



Figure 10: Réseau d'évacuation d'eau usées et pluviales

Installation de collecte d'ordures ménagères

Aucun bac à ordures n'a été observé dans la zone. Les ordures ménagères sont déposées dans les espaces vagues non aménagés. Il s'agit essentiellement des fossés le long des rues, des emprises en bordures de voies et des terrains abandonnés. La cuvette même fait partie de ces lieux de dépôts d'ordures.

✚ Description de la voie d'accès à l'exutoire

La voie d'accès à l'exutoire le plus proche qui est un grand talweg pour l'évacuation des eaux de la cuvette de Clouetcha est une voie en terre carrossable, longue de 1 km. Les installations rencontrées le long de cette voie sont des habitations, des activités économiques à caractère commercial (boutique, hôtel et autres petites activités de porte), des équipements communautaires (église, école). Cette voie est traversée par une voie (en terre) d'accès au quartier, à trafic relativement dense (gbaka, taxi, motocycliste).



Figure 11: Etat de la voie d'accès à l'exutoire.

Ces installations bien qu'implantées hors de l'emprise des travaux de pose des conduites de drainage des eaux pluviales, subiront leurs impacts.

4.2. Impacts des cuvettes sur le cadre de vie des riverains

Les ménages subissent constamment les impacts des eaux de ruissellement à chaque saison des pluies. Les habitations sont inondées et la plupart des ménages sont obligés de déménager pendant cette période. En outre, les voies qui ceignent le bassin sont inondées pendant la saison des pluies. Par ailleurs, la cuvette constitue des nids des moustiques du fait de la stagnation permanente des eaux et est le siège de dépôt des ordures ménagères des populations riveraines. En période pluvieuse, de la décomposition des ordures fument des odeurs nauséabondes.

Les habitants sont donc exposés aux maladies (paludisme, la fièvre typhoïdes...).

5. AMENAGEMENT DE LA CUVETTE

5.1. Types d'aménagements retenus pour la cuvette de Clouetcha

La cuvette de clouetcha, dans son état actuel, est un lieu d'habitation saisonnière de certaines populations, le réceptacle des ordures ménagères. Sur ce site, le constat est désolant ; les nuisances sont énormes et la situation sanitaire est précaire. C'est pourquoi, nous établissons notre stratégie d'aménagement en privilégiant l'évacuation de toutes les eaux de ruissellement arrivant en ce point bas.

Cette solution empêcherait la stagnation des eaux sur ces sites et permettrait d'éviter les inondations et les maladies liées à la présence des eaux (paludisme, la fièvre typhoïdes...).

Le type de bassin qui conviendrait à un meilleur aménagement de la cuvette est le *bassin sec à ciel ouvert*, c'est à dire faire l'évacuation complète du bassin après l'épisode pluvieuse.

L'aménagement se compose comme suit :

- une cuvette : le volume est dimensionné pour contenir l'événement pluvieux, couplé à la vidange. Le fond sera engazonné pour favoriser l'infiltration des eaux tout en respectant une pente de 0,5 % vers l'ouvrage de vidange. Les pentes des talus seront de 2/1 revêtues de gazons. Il sera construit des descentes d'eau dans la cuvette tous les 20 m ;
- un collecteur de vidange : Il s'agit des buses visitables en béton armé dont le tracé est calé en tenant compte des encombrements sur les sites. Il sera construit sur son tracé des regards de visite, implantés à chaque changement de direction et à tous les 40 m en ligne droite. A la tête de du collecteur de vidange, il sera construit un ouvrage dégrilleur de 100 mm d'épaisseur des grilles en acier inox et 25 cm d'espacement ;
- une clôture munie de barbacane : elle est implantée à une distance de 2 et 4 mètres de la tête du talus ;
- une rampe d'accès à la cuvette : elle sera construite avec une pente inférieure à 8%, selon la configuration du terrain pour permettre aux véhicules d'entretien d'accéder à la cuvette ;
- l'aménagement des voies d'accès à la cuvette et la voie servant de pose au collecteur de vidange y compris les ouvrages de drainage (caniveau, dalot) ;
- Au niveau des exutoires, sera prévu un enrochement pour lutter contre l'érosion progressive.

En vue de minimiser les impacts sociaux, la distance minimum (200 m) des activités autour du bassin de retenue doit être respectée pour l'aménagement de la cuvette. Dans le cas contraire, les voies immédiates qui ceinturent les sites serviront de limite du périmètre de protections après la clôture. Aucune activité économique ne devra être menée dans ce périmètre.

6. RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

6.1. Actualisation des paramètres de Montana

6.1.1. Caractérisation de la variabilité climatique

La figure 12 présente les fluctuations des pluies à l'échelle annuelle sur la base de l'indice standardisé de précipitation. De 1970, les pluies sont caractérisées par une alterne de séquences excédentaires et déficitaires. Après 2013, on observe successivement deux années déficitaires.

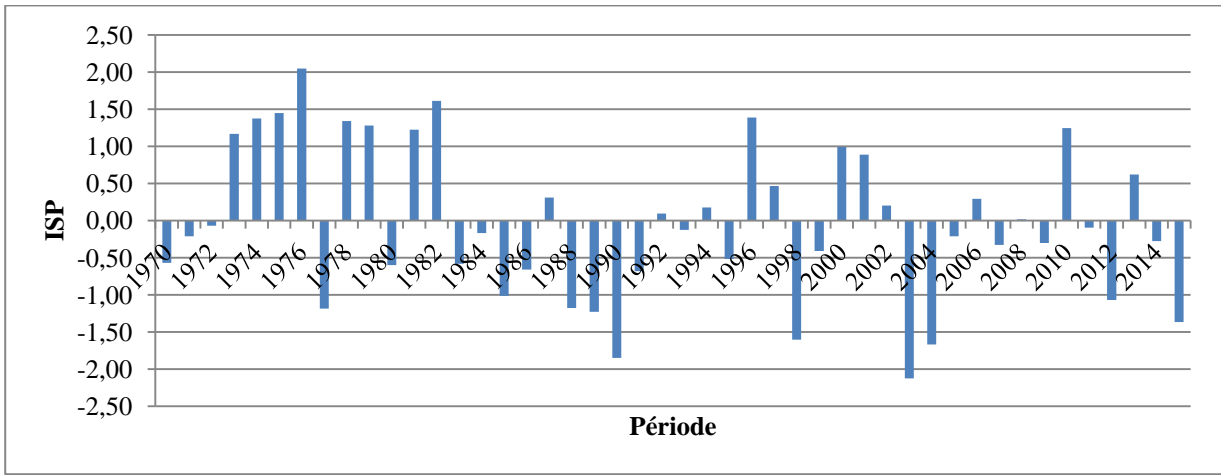


Figure 12: Evolution de l'indice standardisé de précipitation à la station d'Abidjan sur la période 1970-2015

6.1.2. Valeurs des paramètres de Montana obtenues

Les valeurs des paramètres de Montana obtenues après ajustement du modèle aux quantiles de pluie sont indiquées dans les tableaux 14 et 15. Deux plages de régression ont été utilisées pour déterminer les paramètres de Montana : La plage de régression où la durée de l'averse est inférieure à 2 heures et celle où la durée est supérieure à 2 heures.

Ce choix est guidé par le fait que le modèle de Montana présente lors de l'ajustement aux maxima annuels un changement de pente entre les durées 1 heure et 2 heures. Ce phénomène qui est probablement dû au régime particulier des pluies d'Afrique tropicale. En effet, dans cette zone, les pluies ont généralement un caractère orageux quand elles sont de durée inférieure ou égale à 1 heure (rarement 2 heures). Les pluies de durée supérieure à 2 heures sont pour la plupart des pluies de type « mousson », d'intensité plus faible et provenant d'une origine climatique différente.

Tableau 14: Valeurs des paramètres de Montana pour une durée d'averse inférieure à 2 heures.

Période de retour T (ans)	Première plage de régression Durée <2 heures		
	Paramètres		Corrélation
	a(T)	b (T)	R ²
100	1828	-0,66	0,99
50	1406	-0,62	0,99
20	1012	-0,56	0,99
10	786	-0,52	0,99
5	621	-0,49	0,99
2	451	-0,47	0,99
1	399	-0,47	0,99

Tableau 15 : Valeurs des paramètres de Montana pour une durée d'averse supérieure à 2 heures.

Période de retour T (ans)	Première plage de régression Durée >2 heures		
	Paramètres		Corrélation
	a(T)	b (T)	a(T)
100	2177	-0,68	0,99

Période de retour T (ans)	Première plage de régression Durée >2 heures		
	Paramètres		Corrélation
	a(T)	b (T)	a(T)
50	2135	-0,69	0,99
20	2100	-0,71	0,99
10	2077	-0,73	0,99
5	2030	-0,76	0,99
2	1904	-0,80	0,99
1	1835	-0,82	0,99

Les valeurs retenues pour les calculs sont les paramètres pour une période retour de 10, 20, 50 et 100 ans pour une durée de pluie inférieure à 2h.

6.1.3. Evolution des paramètres de Montana

Le tableau 16 et 17 présente l'évolution des paramètres du modèle de Montana. Il ressort des analyses que les paramètres actuellement utilisées pour le dimensionnement des ouvrages sont largement dépassés. En effet, le paramètre « a » a augmenté de 24 % à 71% par rapport à la valeur de référence. Quant au paramètre « b », il a évolué de 27% à 41%.

Tableau 16: Evolution du paramètre (a) du modèle de Montana

Période de retour T (ans)	Paramètre de Montana « a »		Ecart moyen (%)
	Instruction technique (DCAD, 1979)	Etude actuelle(2015)	
10	460	786	71
5	418	621	49
2	365	451	24
1	310	399	29

Tableau 17: Evolution du paramètre (b) du modèle de Montana

Période de retour T (ans)	Paramètre de Montana « b »		Ecart moyen (%)
	Instruction technique (DCAD, 1979)	Etude actuelle (2015)	
10	-0,37	-0,52	41
5	-0,37	-0,49	32
2	-0,37	-0,47	27
1	-0,37	-0,47	27

6.1.4. Courbe Intensité-Durée-Fréquence de pluies

La courbe Intensité-Durée-fréquence est une relation entre l'intensité moyenne de pluie (mesurée en mm/h), la durée (ou temps d'agrégation) de cette pluie (en minutes) et la période de retour de l'événement pluvieux.

La figure 14 présente les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) à la station d'Abidjan pour une durée d'averse inférieure à 2 heures. Au niveau de ces courbes, l'intensité pluvieuse diminue avec la durée de référence et augmente avec la période de retour. La période de retour indique la fréquence d'occurrence de l'évènement pluvieux. A l'échelle logarithmique, ces courbes se présentent sous forme de droites rectilignes (Figure 15).

Les figures 16 et 17 présentent les courbes IDF pour des durées d'averses supérieures à 2 heures.

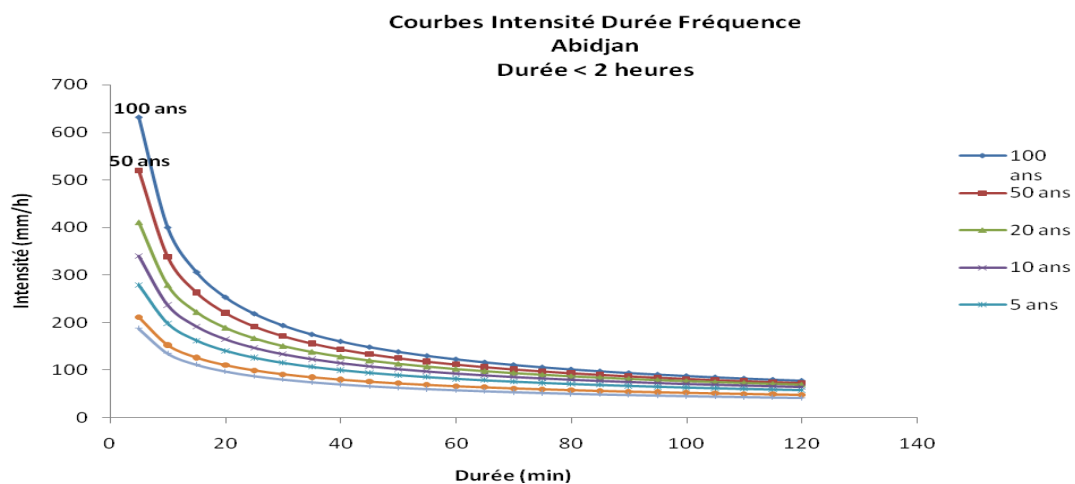


Figure 13 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée inférieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport.

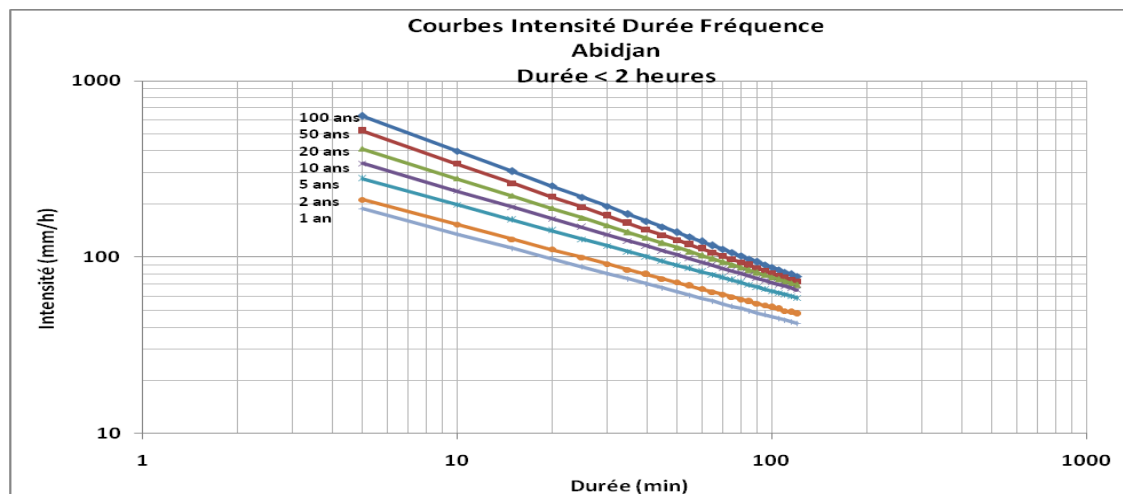


Figure 14 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée inférieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport (échelle logarithmique).

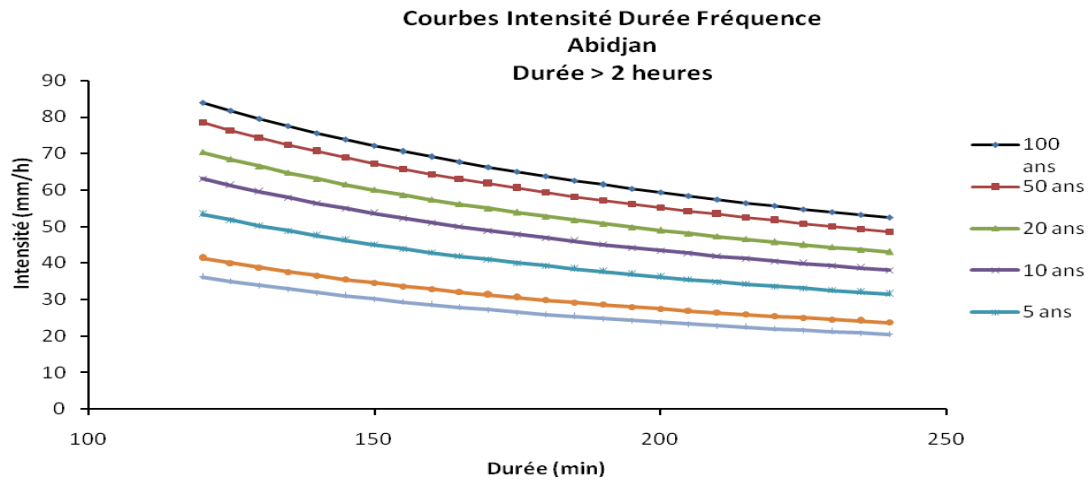


Figure 15 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée supérieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport

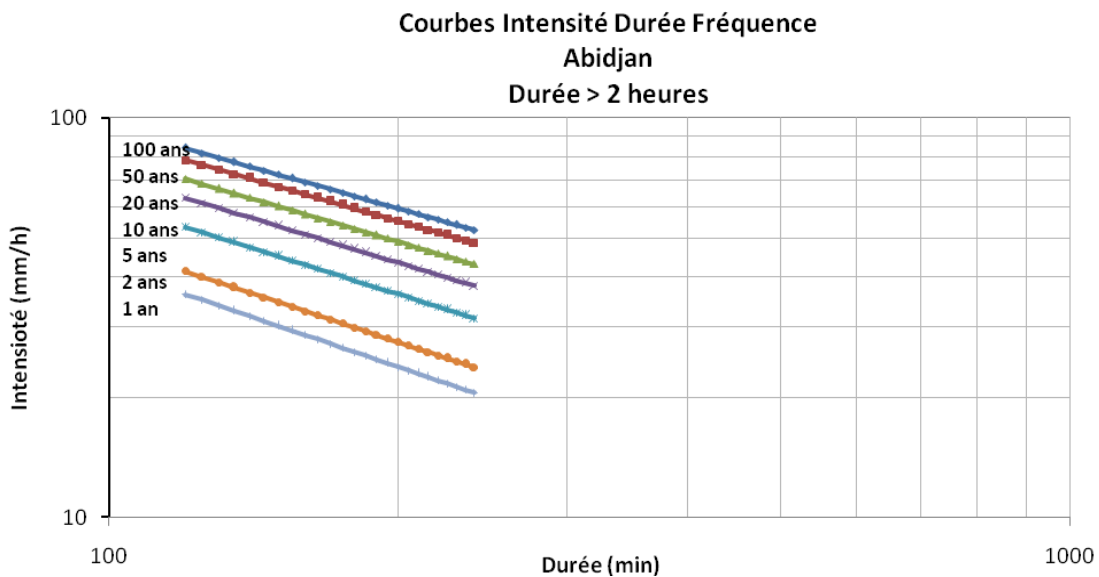


Figure 16 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence des pluies de durée supérieure à 2 h à la station d'Abidjan-Aéroport (échelle logarithmique).

6.2. Hydrogramme de ruissellement à l'exutoire

Les débits des bassins versants à l'exutoire de la retenue sont calculés avec la méthode de Bouvier pour des périodes de retour de 10, 20 50 et 100 ans. Cette méthode est fondée sur la théorie des réservoirs linéaires.

6.2.1. Caractéristiques de la pluie projet

La synthèse des paramètres hydrologiques calculés à la lumière des données d'entrée du modèle est présentée dans le Tableau 18. Le temps de pluie est supérieur à 2h pour la cuvette de Clouetcha. Les intensités maximales sont à 3,32 mm/min pour l'ensemble du bassin. L'intensité de la pluie non intense est au tour de 1,01 mm/min.

Tableau 18: Paramètre hydrologique de la pluie projet (T=10 ans)

Paramètres hydrologiques	Valeurs
Temps de base (D) (min)	28,1
Temps de montée (DM) (min)	14,0
Temps de pluie (DP) (min)	140,4
Aire du triangle de pluie intense (mm/min)	3,32
Aire du triangle de pluie non intense (mm/min)	1,01

La figure 17 illustre l'hyétogramme double rectangle observés pour la cuvette de Clouetcha.

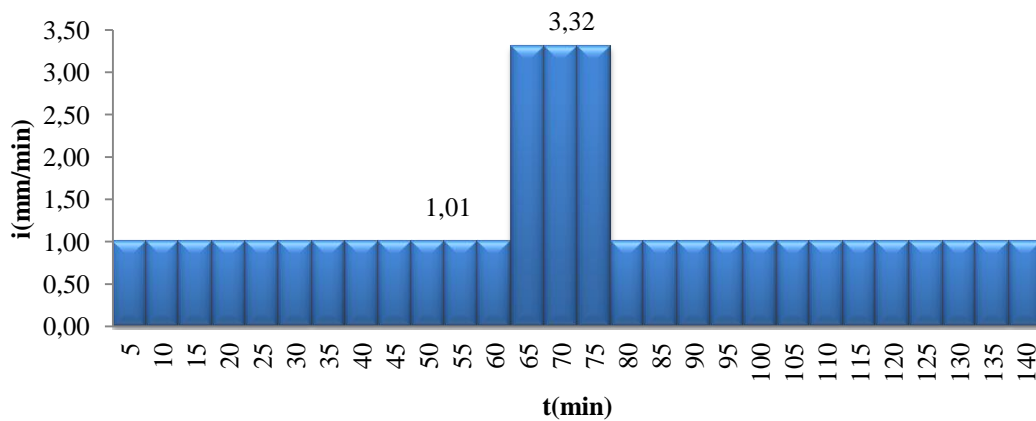


Figure 17: Hyétogramme de la pluie (Clouetcha T=10 ans)

6.2.2. Caractéristiques de l'hydrogramme

Après discrétisation de l'hyétogramme de la pluie de projet en une suite de valeur d'intensité, il est déduit, après application du schéma de pertes convenables, la suite des débits à ruisseler par pas de temps. La figure 18 illustre l'hydrogramme de crue pour une période de retour de 10 ans. Le tableau 19 résume les débits de crue pour des périodes de retour 10, 20, 50 et 100 ans.

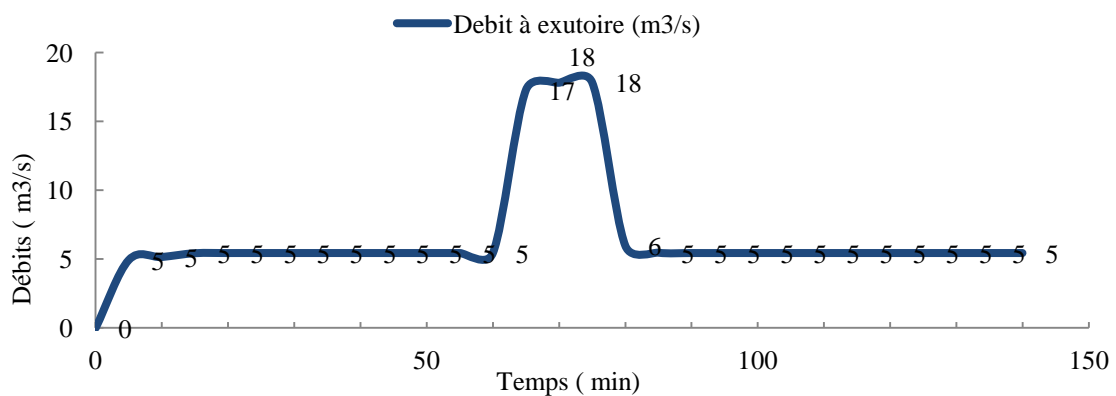


Figure 18 : Hydrogramme de crue à l'exutoire du bassin de Clouetcha T=10 ans

Le tableau ci-dessous résume les débits observés à l'exutoire du bassin versant pour les périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans.

Tableau 19: Débits à l'exutoire du bassin versant

Paramètres hydrologiques	Valeurs
Surface (ha)	34
Pente moyenne (%)	2
Allongement	0,8
Q (modèle Bouvier) (m^3/s) T : 10 ans	18
Q (modèle Bouvier) (m^3/s) T : 20 ans	21
Q (modèle Bouvier) (m^3/s) T : 50 ans	25
Q (modèle Bouvier) (m^3/s) T : 100 ans	29

Les variations des périodes de retour vicennale, cinquantennale et centennale, induisent des augmentations respectives des débits de projet de l'ordre de 16 à 17 % ; 37 à 42% ; et 60 à 68% par rapport à la protection décennale comme le recommande les instructions techniques (1977) pour les ouvrages primaires.

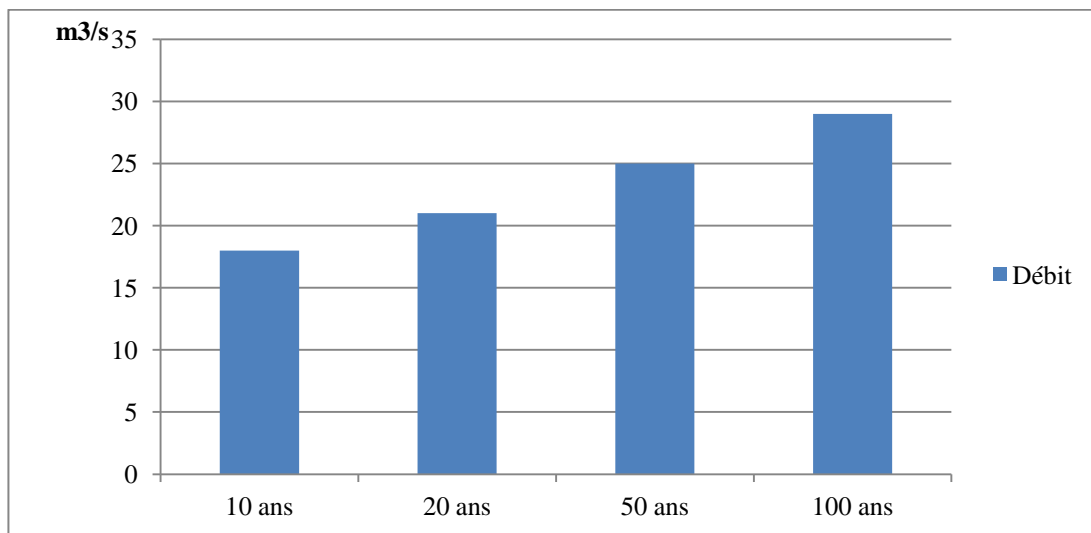


Figure 19: Comparaison des débits du bassin suivant la variation de la période de retour

Cependant, le choix d'un niveau de protection plus élevé que l'occurrence décennale aura pour conséquence soit :

- l'augmentation du diamètre du puits de fond en fixant la surface et la hauteur d'eau dans la cuvette (*option 1*) ;
- l'augmentation du volume des cuvettes avec comme valeurs fixes le diamètre du puits et la surface disponibles (*option 2*).

6.3. Volume de la cuvette et dimensions des collecteurs de vidange

6.3.1. Caractéristiques de la cuvette et des collecteurs de vidange

Dans la présente étude, du faite de l'occupation du site, le volume de la cuvette a été estimé en privilégiant l'option 1. Ainsi les dimensions des collecteurs de vidange et la capacité de stockage de la cuvette, pour une période de retour de 10 ans sont mentionnées dans le tableau 20.

Tableau 20 : Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T : 10 ans)

Caractéristiques	Valeurs
Volume (m ³) PHE	10 824
Profondeur obtenue (m)	2,7
Surface plan d'eau PHE (m ²)	10738
Diamètre collecteur de vidange (mm)	2000
Cote amont d'entrée d'eau(m)	100,2
Cote sortie (m)	98,16
Longueur collecteur (m)	843

Le dimensionnement présenté dans le tableau 20 s'est fait pour une période de retour de 10 ans. Les tableaux 21, 22, 23 illustrent les résultats du dimensionnement pour les périodes de retour de 20, 50 et 100 ans.

Tableau 21: Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T= 20 ans)

Caractéristiques	Valeurs
Volume (m ³) PHE	5 298
Profondeur obtenue (m)	1,6
Surface plan d'eau PHE (m ²)	9656
Diamètre collecteur de vidange (mm)	2 x 1400
Cote amont d'entrée d'eau(m)	100,2
Cote sortie (m)	98,16
Longueur collecteur (m)	843

Tableau 22: Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T= 50 ans)

Caractéristiques	Valeurs
Volume (m ³) PHE	5 627
Profondeur obtenue (m)	1,65
Surface plan d'eau PHE (m ²)	9663
Diamètre collecteur de vidange (mm)	2 x 1400
Cote amont d'entrée d'eau(m)	100,2
Cote sortie (m)	98,16
Longueur collecteur (m)	843

Tableau 23: Caractéristiques de la cuvette et collecteurs de vidange (T= 100 ans)

Caractéristiques	Valeurs
Volume (m³) PHE	5 824
Profondeur obtenue (m)	2
Surface plan d'eau PHE (m²)	9668
Diamètre collecteur de vidange (mm)	2 x 1400
Cote amont d'entrée d'eau(m)	100,2
Cote sortie (m)	98,16
Longueur collecteur (m)	843

Le tableau 24 présente le comportement du remplissage et de la vidange du puits de fond pour une période de retour de 10 ans. Les résultats des autres périodes de retour sont illustrés en annexes.

Tableau 24: Comportement du remplissage et de la vidange de la retenue d'eau de Clouetcha(T=10 ans)

Ordre	Temps (min)	Intensité (mm/min)	Débit à exutoire (m ³ /min)	Débit à exutoire (m ³ /s)	Volume entrant (m ³)	Volume cumulé entrant (m ³)	Niveau d'eau (m)	ΔH (hauteur d'eau dans la buse)	Q Vidange (m ³ /s)	Volume vidangé (m ³)	Volume vidangé cumulé (m ³)	Volume Stocké (m ³)
	0	0	0	0	-	-	100,9	-		-	-	-
1	5	1,01	296	5	1 481	1 481	101,1	0,2	0,23	69,21	69	1 411
2	10	1,01	309	5	1 545	3 026	101,3	0,4	0,62	187,39	257	2 769
3	15	1,01	326	5	1 628	4 654	101,5	0,6	1,33	400,1	657	3 997
4	20	1,01	326	5	1 632	6 286	101,6	0,7	2,21	664,44	1 321	4 965
5	25	1,01	326	5	1 632	7 918	101,8	0,9	3,19	958,06	2 279	5 638
6	30	1,01	326	5	1 632	9 550	102	1,1	4,2	1 260,98	3 540	6 009
7	35	1,01	326	5	1 632	11 182	102,1	1,2	5,19	1 555,70	5 096	6 086
8	40	1,01	326	5	1 632	12 814	102,3	1,4	6,09	1 827,28	6 923	5 890
9	45	1,01	326	5	1 632	14 446	102,4	1,5	6,88	2 063,12	8 986	5 459
10	50	1,01	326	5	1 632	16 078	102,5	1,6	7,51	2 252,32	11 239	4 839
11	55	1,01	326	5	1 632	17 710	102,6	1,7	7,95	2 384,57	13 623	4 086
12	60	1,01	326	5	1 632	19 342	102,8	1,9	8,16	2 446,68	16 070	3 272
13	65	3,32	1037	17	5 187	24 528	103,1	2,2	9,05	2 715,99	18 786	5 743
14	70	3,32	1068	18	5 342	29 870	103,3	2,4	9,27	2 782,37	21 568	8 302
15	75	3,32	1070	18	5 348	35 219	103,5	2,6	9,42	2 826,26	24 394	10 824
16	80	1,01	359	6	1 794	37 012	103,5	2,6	9,45	2 836,13	27 231	9 782
17	85	1,01	328	5	1 639	38 651	103,5	2,6	9,48	2 843,04	30 074	8 578
18	90	1,01	326	5	1 632	40 284	103,6	2,7	9,49	2 847,96	32 922	7 362
19	95	1,01	326	5	1 632	41 916	103,6	2,7	9,5	2 850,91	35 773	6 143
20	100	1,01	326	5	1 632	43 548	103,6	2,7	9,51	2 851,92	38 624	4 923
21	105	1,01	326	5	1 632	45 180	103,6	2,7	9,5	2 850,98	41 475	3 704
22	110	1,01	326	5	1 632	46 812	103,6	2,7	9,49	2 848,08	44 323	2 488
23	115	1,01	326	5	1 632	48 444	103,5	2,6	9,48	2 843,23	47 167	1 277
24	120	1,01	326	5	1 632	50 076	103,5	2,6	9,45	2 836,42	50 003	73
25	125	1,01	326	5	1 632	51 708	103,5	2,6	9,43	2 827,62	52 831	
26	130	1,01	326	5	1 632	53 340	103,4	2,5	9,39	2 816,82	55 648	
27	135	1,01	326	5	1 632	54 972	103,4	2,5	9,35	2 804,00	58 452	
28	140	1,01	326	5	1 632	56 604	103,3	2,4	9,3	2 789,13	61 241	

6.3.2. Caractéristiques des regards de visites sur les collecteurs de vidanges

Il est implanté à chaque changement de direction et à chaque 40 m de ligne droite des regards de visite sur les collecteurs de vidange.

Le tableau 25 montre l'emplacement des regards pour chaque profil de collecteur.

Tableau 25: Récapitulatif des regards de la cuvette

N° Regard	Point métrique	Profondeur (m)
Entrée eau	0	2,15
R20	14,39	2,79
R2	27,44	2,94
R3	67,44	3,15
R4	107,44	3,19
R5	147,44	3,61
R30	176,19	4,13
R6	199,09	4,80
R7	239,1	5,48
R8	279,1	6,42
R9	319,1	7,22
R31	359,1	7,10
R10	399,1	7,76
R11	439,1	8,53
R12	479,1	8,83
R13	519,1	8,46
R32	559,1	7,85
R14	599,1	7,07
R15	639,1	6,69
R33	669,1	6,21
R16	699,1	5,59
R17	730,12	5,22
R18	748,65	4,75

CONCLUSION

L'étude de l'aménagement de la cuvette de Clouétcha nous a permis d'appréhender les problèmes d'assainissement auxquels sont confrontées les villes de la Côte d'Ivoire. En effet, les ouvrages précédemment réalisés souffrent pour la plupart du manque d'entretien et rencontrent des problèmes tels que : la stagnation de l'eau, l'ensablement dû aux eaux pluviales et le rejet des déchets solides dans les collecteurs et les regards. L'étude d'un tel aménagement nécessite plus d'investigations et des mesures concrètes. A travers notre étude le système que nous avons mis en place pour régler le problème des inondations récurrentes que connaît cette localité d'Abobo. Ce système repose sur la mise en place d'un bassin de 10 850m³ et la pose d'un collecteur DN 2000.

Le coût du projet s'élève à **878 187 500 FCFA hors taxes**.

RECOMMANDATIONS

Les causes principales du mauvais fonctionnement des bassins de rétention existants dans la ville d'Abidjan, notamment ceux de Dokoui Est, Ouest, Agban Gendarmerie sont l'envasement et l'obstruction des pertuis de fond par des déchets de toutes sortes. Des programmes de réhabilitation sont en cours, cependant s'ils ne sont pas accompagnés par des actions continues d'entretiens et de sensibilisation sur le changement de comportement, ces programmes seront vains. C'est pourquoi, nous recommandons en vue d'un meilleur fonctionnement en exploitation des ouvrages projetés :

- la surveillance et l'entretien régulier des ouvrages : Le site de Clouetcha devra être surveillé et surveillé en vue de limiter les activités susceptibles de produire et stocker les ordures à proximité. Il faudra également faire le curage régulier de la cuvette par l'établissement d'un planning d'entretien saisonnier. L'accent sera mis sur les périodes pluvieuses.
- la sensibilisation de la population riveraine sur le bien-fondé des ouvrages et le changement de comportement : Les moyens de communications devront être utilisés pour atteindre les objectifs qui sont l'amélioration du cadre de vie des populations par l'exploitation adéquat des ouvrages d'assainissement.

Aussi pour freiner les apports de sédiments dans la retenue et pérenniser l'aménagement, le bitumage des voies jusqu'à la crête s'avère nécessaire et même indispensable.

BIBLIOGRAPHIE

- AGHUI N. ; BIEMI.J. (1984) : Géologie** et hydrogéologie des nappes de la région d'Abidjan. Risques de contamination. Ann. Un. Nat. De Cote d'Ivoire, Série C (Sciences), tome 20, pp313-347.
- DCAD (1979) : Etude des intensités des averses exceptionnelles.** Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement, 53 p.
- GOULA, B. T. A., KONAN, B., BROU, Y. T., SAVANE, I., FADIKA, V. & SROHOUROU, B. (2007) : Estimation des pluies exceptionnelles journalières en zone tropicale : cas de la Côte d'Ivoire par comparaison des lois lognormale et de Gumbel.** Journal des sciences hydrologiques. 52 (2) 49-67.
- HACHE, M., PERREAULT, L., REMILLARD, L. & BOBEE, B. (1999) : Une approche pour la sélection des distributions statistiques : application au bassin hydrographique du Saguenay Lac St Jean.** Rev. Can. Génie Civ. 26 (2) ,216-225.
- LEBARBIER, E. & MARY-HUARD, T. (2004) : Le critère BIC : fondements théoriques et interprétation.** Rapport technique, INRIA.
- MANOHAR, A., GOEL, N. K. & SINGH, P. (2005): Evaluation of temperature trends over India.** Journal des sciences hydrologiques. 50(1), 81-94.
- MINISTERE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'URBANISME (1994) : Actualisation du Schéma Directeur d'Abidjan. Identification du statut foncier des terrains d'extension, 171p.**
- MINISTERE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'URBANISME (1996) : Actualisation du Schéma Directeur d'Abidjan. Bilan diagnostique urbain, 153p.**
- MINISTERE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'URBANISME (1997) : Actualisation du Schéma Directeur d'Abidjan. Schéma de structure, 171p.**
- MONHYMONT, B. & DEMAREE, G.R. (2006) : Courbes Intensité-durée-fréquence des précipitations à Yangambi, Congo au moyen de différents modèles de types Montana.** Journal des sciences hydrologiques 51 (2), 236-253.
- PUECH, C. & GONNI, D., (1984) : Courbes hauteur de pluie-durée-fréquence Afrique de l'Ouest pour des pluies de durée 5 mn à 24 heures.** Ouagadougou : CIEH, 1984, 155 p.
- SORO, G.E, GOULA, B.T.A., KOUASSI, F.W., KOFFI, K., KAMAGATE, B., DOUMOUYA, I., SAVANE, I. & SROHOROU, B. (2008) : Courbes Intensité Durée Fréquence des précipitations en climat tropical humide : Cas de la région d'Abidjan (Côte d'Ivoire).** European Journal of ScientificResearch. 21(3), 394-405.

ANNEXES

ANNEXE 1: PLUIES ANNUELLES ENREGISTREES A LA STATION DE ABIDJAN AEROPORT (1975 - 2015)...	44
ANNEXE 2: COMPORTEMENT DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE DE LA RETENUE D'EAU DE CLOUETCHA POUR T = 20 ANS	45
ANNEXE 3: COMPORTEMENT DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE DE LA RETENUE D'EAU DE CLOUETCHA POUR T =50 ANS	46
ANNEXE 4: COMPORTEMENT DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE DE LA RETENUE D'EAU DE CLOUETCHA POUR T =100 ANS	47
ANNEXE 5: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	48
ANNEXE 6: LES PLANS	49

ANNEXE 1: PLUIES ANNUELLES ENREGISTREES A LA STATION DE ABIDJAN AEROPORT (1970 - 2015)

Année	Pluie (mm)
1970	1 512
1971	1 637
1972	1 687
1973	2 123
1974	2 196
1975	2 221
1976	2 433
1977	1 294
1978	2 183
1979	2 163
1980	1 501
1981	2 142
1982	2 279
1983	1 507
1984	1 653
1985	1 355
1986	1 480
1987	1 821
1988	1 297
1989	1 279
1990	1 060
1991	1 471
1992	1 745

Année	Pluie (mm)
1993	1 668
1994	1 774
1995	1 530
1996	2 201
1997	1 876
1998	1 147
1999	1 568
2000	2 060
2001	2 084
2002	934
2003	1 253
2004	1 316
2005	1 637
2006	1 815
2007	1 596
2008	1 717
2009	1 605
2010	2 151
2011	1 679
2012	1 336
2013	1 946
2014	1 635
2015	1 230

ANNEXE 2: COMPORTEMENT DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE DE LA RETENUE D'EAU DE CLOUETCHA POUR T = 20 ANS

Ordre	Temps (min)	Intensité (mm/min)	Débit à exutoire (m ³ /min)	Débit à exutoire (m ³ /s)	Volume entrant (m ³)	Volume cumulé entrant (m ³)	Niveau d'eau (m)	ΔH (hauteur d'eau dans la buse)	Q Vidange (m ³ /s)	Volume vidangé (m ³)	Volume vidangé cumulé (m ³)	Volume Stocké (m ³)
	0	0	0	0	-	-	100,9	-		-	-	-
1	5	1,13	330	5	1649	1649	101,2	0,3	0,329	99	99	1551
2	10	1,13	344	6	1721	3370	101,3	0,4	0,934	280	379	2991
3	15	1,13	363	6	1814	5184	101,5	0,6	2,030	609	988	4196
4	20	1,13	364	6	1818	7001	101,7	0,8	3,425	1027	2015	4986
5	25	1,13	364	6	1818	8819	101,9	1,0	5,020	1506	3521	5298
6	30	1,13	364	6	1818	10637	102,1	1,2	6,729	2019	5540	5097
7	35	1,13	364	6	1818	12454	102,2	1,3	8,474	2542	8082	4372
8	40	1,13	364	6	1818	14272	102,4	1,5	10,193	3058	11140	3132
9	45	1,13	364	6	1818	16090	102,5	1,6	11,834	3550	14690	1400
10	50	1,13	364	6	1818	17908	102,7	1,8	13,358	4007	18698	0
11	55	1,13	364	6	1818	19725	102,8	1,9	14,738	4421	23119	0
12	60	1,13	364	6	1818	21543	102,9	2,0	15,953	4786	27905	0
13	65	3,84	1201	20	6007	27550	103,2	2,3	18,743	5623	33528	0
14	70	3,84	1238	21	6189	33739	103,4	2,5	19,883	5965	39493	0
15	75	3,84	1239	21	6197	39935	103,6	2,7	20,009	6002,838	45496	0
16	80	1,13	402	7	2008	41944	103,6	2,7	19,990	5997,007	51493	0
17	85	1,13	365	6	1826	43770	103,6	2,7	19,984	5995	57488	0
18	90	1,13	364	6	1818	45588	103,6	2,7	19,993	5998	63486	0
19	95	1,13	364	6	1818	47406	103,5	2,6	20,011	6003	69489	0
20	100	1,13	364	6	1818	49224	103,5	2,6	20,021	6006	75495	0
21	105	1,13	364	6	1818	51041	103,5	2,6	20,000	6000	81495	0
22	110	1,13	364	6	1818	52859	103,4	2,5	19,922	5977	87472	0
23	115	1,13	364	6	1818	54677	103,4	2,5	19,762	5929	93401	0
24	120	1,13	364	6	1818	56495	103,3	2,4	19,498	5849	99250	0
25	125	1,13	364	6	1818	58312	103,3	2,4	19,107	5732	104982	0
26	130	1,13	364	6	1818	60130	103,2	2,3	18,570	5571	110553	0
27	135	1,13	364	6	1818	61948	103,1	2,2	17,874	5362	115915	0
28	140	1,13	364	6	1818	63765	103,0	2,1	17,008	5102	121018	0

ANNEXE 3: COMPORTEMENT DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE DE LA RETENUE D'EAU DE CLOUETCHA POUR T =50 ANS

Ordre	Temps (min)	Intensité (mm/min)	Débit à exutoire (m ³ /min)	Débit à exutoire (m ³ /s)	Volume entrant (m ³)	Volume cumulé entrant (m ³)	Niveau d'eau (m)	ΔH (hauteur d'eau dans la buse)	Q Vidange (m ³ /s)	Volume vidangé (m ³)	Volume vidangé cumulé (m ³)	Volume Stocké (m ³)
	0	0	0	0	-	-	100,9	-		-	-	-
1	5	1,26	369	6	1846,80	1847	101	0,359	0,392	118	117,58	1729
2	10	1,26	385	6	1927,23	3774	101	1,042	1,147	344	461,83	3312
3	15	1,26	406	7	2030,92	5805	102	2,225	2,478	743	1205,24	4600
4	20	1,26	407	7	2035,44	7840	102	3,674	4,142	1243	2447,81	5393
5	25	1,26	407	7	2035,64	9876	102	5,256	6,005	1802	4249,42	5627
6	30	1,26	407	7	2035,65	11912	102	6,859	7,953	2386	6635,42	5276
7	35	1,26	407	7	2035,65	13947	102	8,391	9,890	2967	9602,51	4345
8	40	1,26	407	7	2035,65	15983	103	9,782	11,741	3522	13124,67	2858
9	45	1,26	407	7	2035,65	18019	103	10,980	13,447	4034	17158,76	860
10	50	1,26	407	7	2035,65	20054	103	11,948	14,970	4491	21649,78	
11	55	1,26	407	7	2035,65	22090	103	12,663	16,286	4886	26535,46	
12	60	1,26	407	7	2035,65	24126	103	13,110	17,383	5215	31750,32	
13	65	4,55	1423	24	7114,11	31240	103	14,891	19,596	5879	37629,06	
14	70	4,55	1467	24	7335,31	38575	104	15,142	20,020	6006	43635,05	
15	75	4,55	1469	24	7344,94	45920	104	15,180	19,996	5999	49633,92	
16	80	1,26	453	8	2266,90	48187	104	15,149	20,018	6005	55639,27	
17	85	1,26	409	7	2045,72	50233	104	15,104	20,015	6004	61643,68	
18	90	1,26	407	7	2036,08	52269	103	15,042	19,955	5986	67630,13	
19	95	1,26	407	7	2035,66	54304	103	14,964	19,803	5941	73570,99	
20	100	1,26	407	7	2035,65	56340	103	14,869	19,525	5857	79428,46	
21	105	1,26	407	7	2035,65	58376	103	14,757	19,090	5727	85155,60	
22	110	1,26	407	7	2035,65	60411	103	14,628	18,473	5542	90697,63	
23	115	1,26	407	7	2035,65	62447	103	14,480	17,654	5296	95993,76	
24	120	1,26	407	7	2035,65	64483	103	14,313	16,619	4986	100979,35	
25	125	1,26	407	7	2035,65	66518	103	14,128	15,364	4609	105588,67	
26	130	1,26	407	7	2035,65	68554	103	13,922	13,898	4169	109758,14	
27	135	1,26	407	7	2035,65	70589	103	13,695	12,240	3672	113430,25	
28	140	1,26	407	7	2035,65	72625	102	13,446	10,426	3128	116558,01	

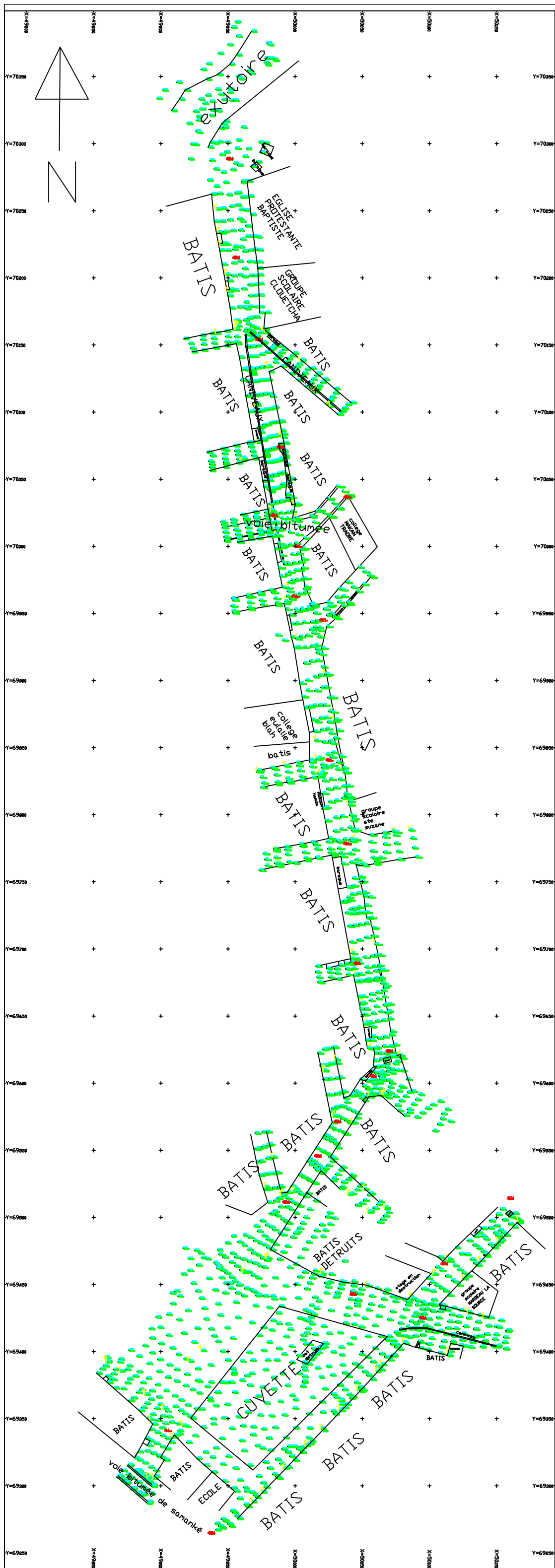
ANNEXE 4: COMPORTEMENT DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE DE LA RETENUE D'EAU DE CLOUETCHA POUR T =100 ANS

Ordre	Temps (min)	Intensité (mm/min)	Débit à exutoire (m ³ /min)	Débit à exutoire (m ³ /s)	Volume entrant (m ³)	Volume cumulé entrant (m ³)	Niveau d'eau (m)	ΔH (hauteur d'eau dans la buse)	Q Vidange (m ³ /s)	Volume vidangé (m ³)	Volume vidangé cumulé (m ³)	Volume Stocké (m ³)
	0	0	0	0	-	-	100,9	-		-	-	-
1	5	1,35	395	7	1976,50	1977	101,20	0,30	0,437	131,01	131	1845
2	10	1,35	413	7	2062,59	4039	101,40	0,50	1,298	389,27	520	3519
3	15	1,35	435	7	2173,56	6213	101,63	0,73	2,789	836,77	1357	4856
4	20	1,35	436	7	2178,39	8391	101,85	0,95	4,631	1389,43	2746	5645
5	25	1,35	436	7	2178,60	10570	102,06	1,16	6,665	1999,44	4746	5824
6	30	1,35	436	7	2178,61	12748	102,25	1,35	8,755	2626,63	7373	5376
7	35	1,35	436	7	2178,61	14927	102,43	1,53	10,795	3238,62	10611	4316
8	40	1,35	436	7	2178,61	17105	102,60	1,70	12,702	3810,66	14422	2684
9	45	1,35	436	7	2178,61	19284	102,75	1,85	14,417	4325,17	18747	537
10	50	1,35	436	7	2178,61	21463	102,89	1,99	15,903	4770,99	23518	
11	55	1,35	436	7	2178,61	23641	103,02	2,12	17,142	5142,53	28661	
12	60	1,35	436	7	2178,61	25820	103,13	2,23	18,130	5438,99	34100	
13	65	5,33	1663	28	8315,01	34135	103,45	2,55	19,912	5973,52	40073	
14	70	5,33	1716	29	8582,28	42717	103,57	2,67	19,985	5995,62	46069	
15	75	5,33	1719	29	8593,92	51311	103,49	2,59	19,992	5997,69	52066	
16	80	1,35	492	8	2458,04	53769	103,43	2,53	19,854	5956,10	58022	
17	85	1,35	438	7	2190,78	55960	103,36	2,46	19,588	5876,34	63899	
18	90	1,35	436	7	2179,14	58139	103,28	2,38	19,150	5744,95	69644	
19	95	1,35	436	7	2178,64	60318	103,18	2,28	18,506	5551,83	75196	
20	100	1,35	436	7	2178,61	62496	103,07	2,17	17,631	5289,36	80485	
21	105	1,35	436	7	2178,61	64675	102,95	2,05	16,509	4952,82	85438	
22	110	1,35	436	7	2178,61	66854	102,82	1,92	15,137	4541,10	89979	
23	115	1,35	436	7	2178,61	69032	102,67	1,77	13,525	4057,44	94036	
24	120	1,35	436	7	2178,61	71211	102,51	1,61	11,701	3510,32	97547	
25	125	1,35	436	7	2178,61	73389	102,34	1,44	9,714	2914,25	100461	
26	130	1,35	436	7	2178,61	75568	102,15	1,25	7,635	2290,56	102751	
27	135	1,35	436	7	2178,61	77747	101,95	1,05	5,560	1668,05	104419	
28	140	1,35	436	7	2178,61	79925	101,74	0,84	3,611	1083,28	105503	

ANNEXE 5: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

SÉRIE	DESIGNATIONS	UNITES	QUANTITÉS	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAL
0	INSTALLATION DE CHANTIER				
100	Installation de chantier (installation et replis de chantier et des services généraux de l'Entreprise)	Forf.	1	40 000 000	40 000 000
101	Dossiers d'exécution	Forf.	1	35 000 000	35 000 000
	Sous total série 100				75 000 000
200	PREPARATION DES TERRES ET TERRASSEMENT GENERAUX				
201	Démolition des habitats	HA	7,5	325 000	2 437 500
202	Déplacement des réseaux d'eau potable et électrique y/c toutes sujétions	Forf.	1	5 000 000	5 000 000
203	Fouille de la cuvette et stabilisation des talus	m ³	10 850	5 000	54 250 000
204	Fouilles et remblai de fouille en tranchées pour canalisations y/c lit de pose	m ³	30 000	5 500	165 000 000
205	Vidange de la cuvette en cas de pluie	Forf.	1	500 000	500 000
206	Curage des caniveaux existant	ml	3 000	5 000	15 000 000
207	Protection temporaire des fouilles avant remblai	Forf.	1	1 000 000	1 000 000
	Sous total série 200				243 187 500
300	MISE EN PLACE DES OUVRAGES				
301	Regard de visite sur collecteur	U	29	650 000	18 850 000
302	Fourniture et pose des collecteurs DN 2000, épaisseur 20 cm dosé à 400kg/m ³	U	865	350 000	302 750 000
303	Cunette directionnelle 80x50 long	ml	135	40 000	5 400 000
304	Canal à ciel en fin du collecteur	m ³	50	150 000	7 500 000
305	Pose des cadres et tampons	U	29	400 000	11 600 000
306	Pose des caniveaux 60cmx60cm	ml	470	30 000	14 100 000
306	Pose des caniveau 80cmx60cm	ml	100	35 000	3 500 000
307	Confection des dalots ouverture (60cmx60cm sur 8m, épaisseur 20 cm) y/c toutes sujétions et aléas de pose	U	4	1 700 000	6 800 000
308	Grillage à l'entrée du collecteur 2,5mx2,5m	U	1	110 000	110 000
309	Maçonnerie pour fixé la grille à l'entrée du collecteur	m ³	3	30 000	90 000
310	Mise en place de poteaux et radier en beton armé	m ³	11	100 000	1 100 000
	Sous total série 300				371 800 000
400	PRESTATION DIVERSE				
401	Construction de clôture de la cuvette 2,5 m de hauteur y compris la peinture.	ml	1 400	20000	28 000 000
402	Portiques métalliques à l'entrée de la cuvette	U	1	200 000	200 000
403	Réalisation de descentes d'eaux entrant dans la cuvette en béton armé de dimension 50X50 cm sur 1,5m.	U	75	20 000	1 500 000
404	Reprofilage lourd de voie	Km	2,6	60 000 000	156 000 000
405	Sensibilisation des riverains dans un rayon de 1 km de la cuvette et sur le long du collecteur.	Forf.	1	2 500 000	2 500 000
	Sous total série 400				188 200 000
	TOTAL GENERAL				878 187 500

ANNEXE 6: LES PLANS



LEGENDE

- 2034 82.75 POINT TOPOGRAPHIQUE
- 824.1 BORNE TOPOGRAPHIQUE
- T MOYENNE TENSION
- T POTEAU TELEPHONIQUE
- P POTEAU ELECTRIQUE

TABLEAU DE COORDONNEES DES BORNES DE STATION

BORNES	X	Y	Z
P1	50 000.000	70 000.000	100.000
P2	50 036.827	70 036.826	100.158
P3	49 982.616	70 022.940	99.735
P4	50 012.711	69 935.218	101.237
P5	49 997.789	69 962.654	100.522
P6	50 018.863	69 945.149	101.043
P7	50 023.416	69 840.698	101.275
P8	50 036.626	69 778.494	100.624
P9	50 044.390	69 689.245	99.989

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union - Discipline - Travail

MINISTRE DES INFRASTRUCTURES ECONOMIQUES

MINISTRE DE LA CONSTRUCTION, DU LOGEMENT, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'URBANISME

Projet de Renaissance des Infrastructures en Côte d'Ivoire (PRICI)

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT ET DU DRAINAGE (D.A.D)

TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE LA CUVETTE DE CLOUETCHA
DANS LA COMMUNE D'ABOBO

PLAN D' ETAT DES LIEUX

C 01

N°

ENTREPRISE













HISTARIS COTE D'IVOIRE

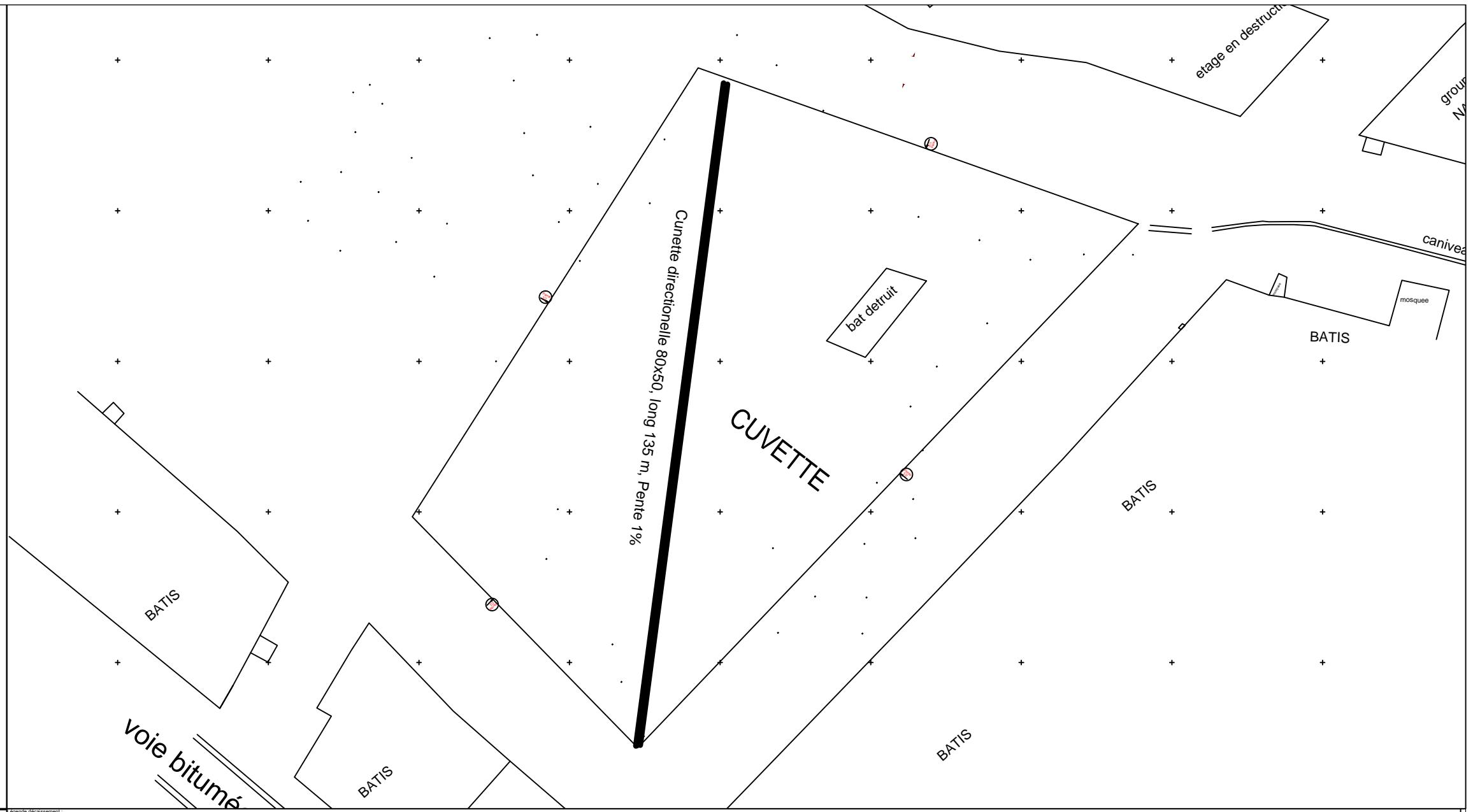
Date: Août 2016

Echelle: 1/1000

Ind.	Avis	Dates	Modifications

Légende

-  Bâtiment en dur intact
-  Ouvrage de vidange
-  Talus
-  Caniveau projeté
-  Axe de voie projeté
-  Voie à bitumer
-  Dalot projeté
-  Clôture de la cuvette
-  Descente d'eau
-  Buse de vidange
-  Rampe d'accès
-  Portail métallique
- 94.66 Cote fond du bassin



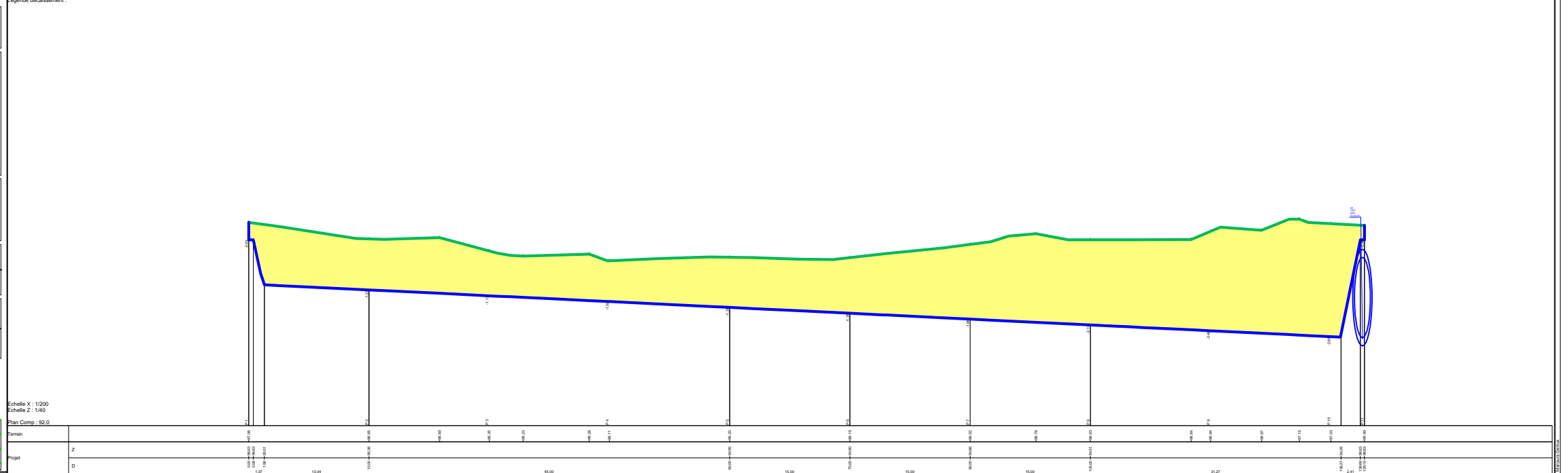
MINISTÈRE DES INFRASTRUCTURES ÉCONOMIQUES
 MINISTÈRE DE LA CONSTRUCTION, DU LOGEMENT, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'URBANISME
Projet de Renaissance des Infrastructures en Côte d'Ivoire (PRICI)
 DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT ET DU DRAINAGE (D.A.D.)

TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DE LA CUVETTE DE CLOUETCHA DANS LA COMMUNE D'ABOBO

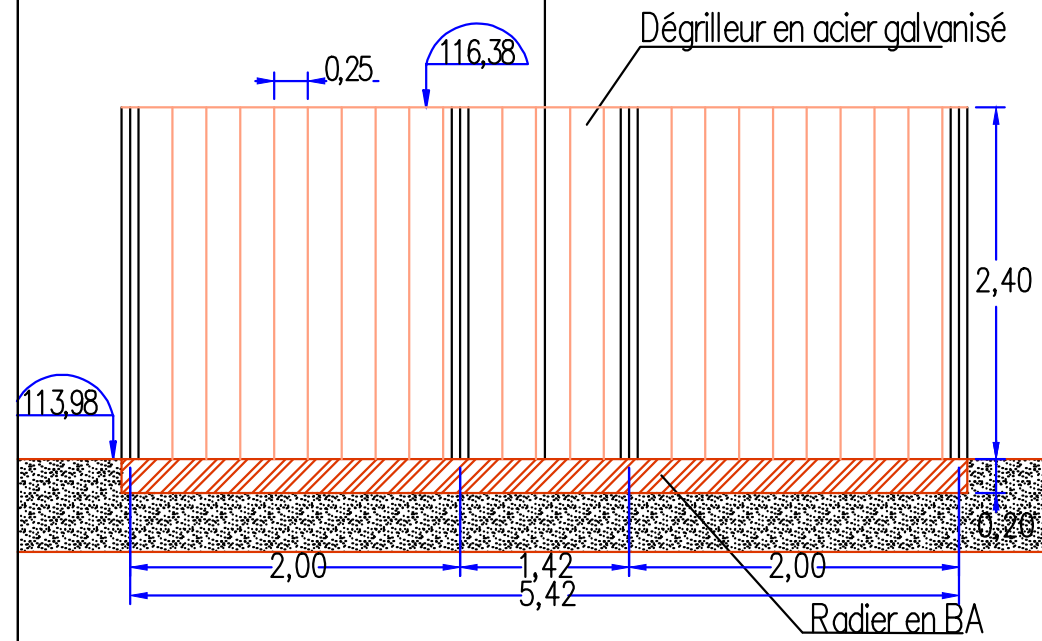
RETENUE D'EAU PROFIL EN LONG

ENTREPRISE:  Date: Août 2016
 Echelle: X : 1/400e
 Z : 20e

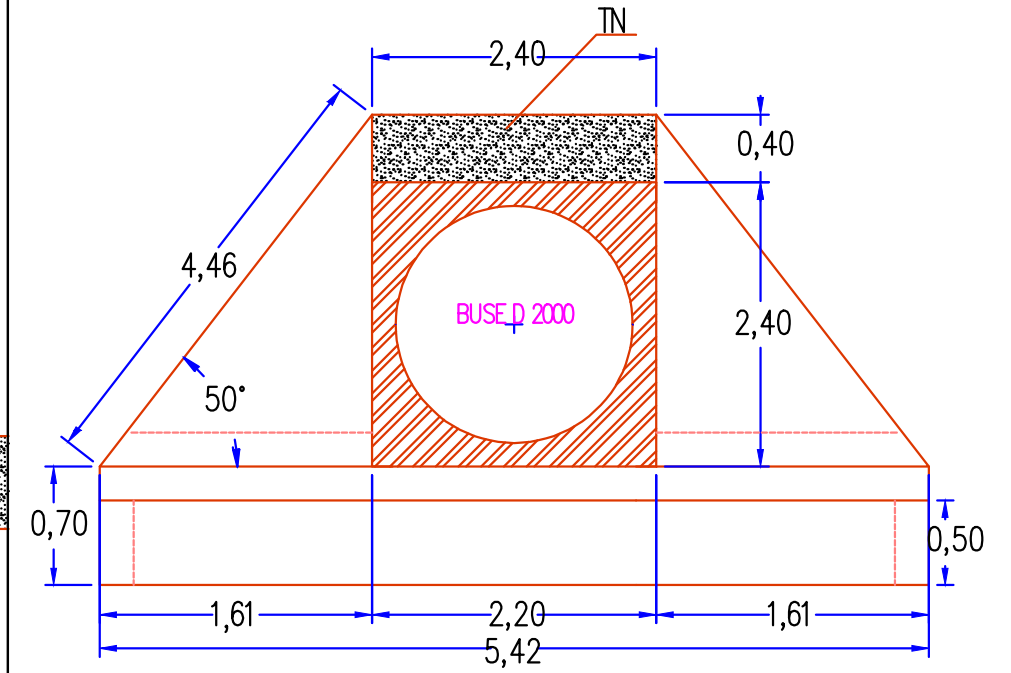
Ind.	Avis	Dates	Modifications



Echelle X : 1/200
 Echelle Z : 1/40
 Plan Comp : 92.0



COUPE C-C



COUPE B-B



MINISTRE DES INFRASTRUCTURES ECONOMIQUES

MINISTRE DE LA CONSTRUCTION, DU LOGEMENT, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'URBANISME

Projet de Renaissance des Infrastructures en Côte d'Ivoire (PRICI)

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT ET DU DRAINAGE (D.A.D)

TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE LA CUVETTE DE CLOUETCHA DANS LA COMMUNE D'ABOBO

OUVRAGE DE VIDANGE
VUE EN PLAN, COUPES A-A, B-B, C-C

N°
C 03

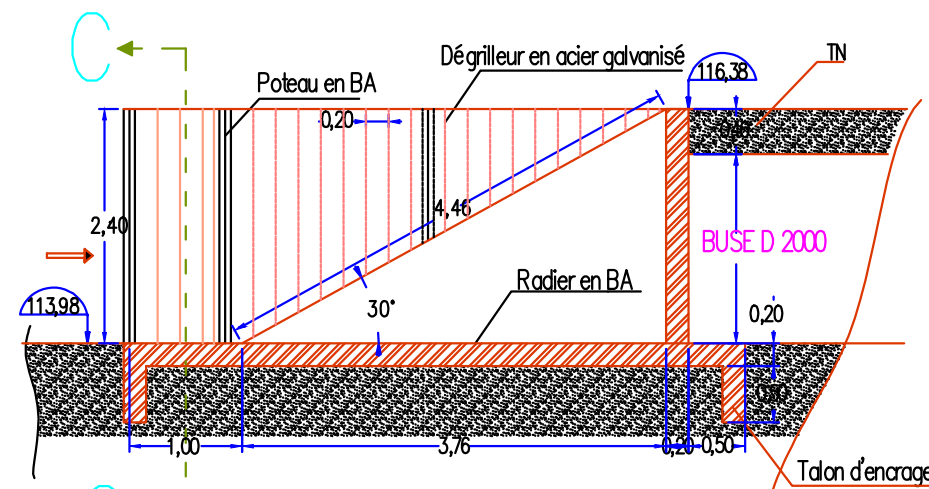
ENTREPRISE

Horizon COTE D'IVOIRE
COCONY, Chef de Projet : 1980
03 BP 60 CROIXES 03
Téléphone : 00 225 08 69 88 21 / 44 69 18 25

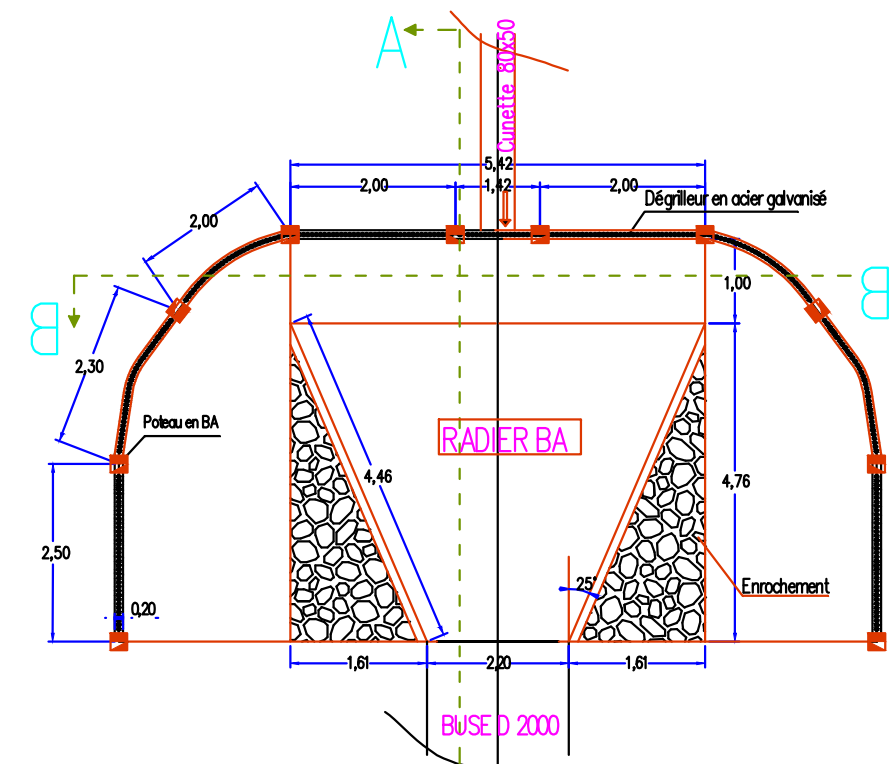


Date: Août 2016

Echelle : 1 / 100




COUPE A-A



A VUE EN PLAN

Ind.	Avis	Dates	Modifications


REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
 Union - Discipline - Travail

MINISTÈRE DES INFRASTRUCTURES ECONOMIQUES
 MINISTÈRE DE LA CONSTRUCTION, DU LOGEMENT, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'URBANISME

Projet de Renaissance des Infrastructures en Côte d'Ivoire (PRICI)

DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT ET DU DRAINAGE (D.A.D)

TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE LA CUVETTE DE CLOUETCHA
 DANS LA COMMUNE D'ABOBO

PLAN DE TYPE REGARD
 VUE EN PLAN, COUPES A-A, B-B, C-C

N° C 04

ENTREPRISE
 Horizon COTE d'IVOIRE
 COCODY, Deux Plateaux Vallon
 © SP 01 C0203 03
 Telephone: 00 225 -08 68 68 2144 69 18 25

Date: Août 2016
 Echelle : 1/100

Ind.	Avis	Dates	Modifications

