



DEDICACES

A

*DIEU Tout Puissant, pour ses Grâces qui m'ont permis d'en arriver
là !*

*Je dédie ce mémoire à ma famille, à mon cher et tendre père
Dramane DIAGOLA qui est mon exemple, ma mère Marcelline
ASSAMOI qui a fait de ma réussite sa priorité et à mes sœurs
DIAGOLA qui m'ont toujours soutenu
Tous ceux qui ont été là, Je vous dédie ce mémoire.*

REMERCIEMENTS

J'exprime toute ma reconnaissance aux personnes morales et aux personnes physiques qui m'ont soutenu pendant mon parcours universitaire.

Tout d'abord, Au corps professoral de l'institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, pour la brillante formation dont j'ai bénéficié.

Mes remerciements vont à l'endroit de mon encadreur Dr Boukary SAWADOGO, enseignant chercheur, qui malgré ses occupations a accepté conduire la réalisation de mon mémoire.

Mes sincères remerciements au Projet de sauvegarde et de valorisation de la baie de Cocody, pour m'avoir accordé ce stage qui m'a permis de prendre part à ce projet de grande envergure et d'avoir mis à ma disposition les moyens nécessaires.

J'adresse ma profonde gratitude à Mr Hilaire DOFFOU, Chef de projet de l'Unité de Gestion du projet de sauvegarde et de valorisation de la baie de Cocody et de la lagune Ebrié qui a tenu à être mon encadreur interne à la structure,

Je remercie tous les ingénieurs du suivi-opérationnel, en particulier Mme TORO Fatoumata, Expert hydraulicienne, Monsieur BAKOUAN Abdoul, expert VRD route et ouvrage d'art et Madame KOUASSI née ACHO Marie Dominique, expert environnementaliste,

Sans oublier le bureau assistant au Maître d'ouvrage

MARCHICAMED et toute son équipe.

RESUME

La lagune Ebrié dans la ville d'Abidjan, et la baie de Cocody en particulier, souffre d'une grave dégradation environnementale par l'effet combiné d'une forte urbanisation produisant des déchets liquides et solides incontrôlés qui se déversent dans la baie, et d'une modification défavorable de l'écosystème lagunaire depuis l'ouverture du canal de Vridi. A travers des visites de terrains, des analyses des eaux usées et des enquêtes, cette étude a permis de caractériser les effluents du bassin de Gourou, de concevoir un système de traitement des eaux usées provenant de ce bassin et arrivant à la baie de Cocody, et de faire une évaluation technique, économique, environnementale et sociale de la station d'épuration projetée. De ces activités il ressort l'existence de 39 ouvrages de rejets d'eaux usées et pluviales, autour de la baie de Cocody; Les eaux sont fortement polluées, les valeurs maximales observées de la demande chimique en oxygène(570mg/l), de la demande biologique en oxygène (260mg/l), des matières en suspension (425mg/l) et l'azote (114mg/l) sont au-dessus des valeurs normes pour les rejets sans risque environnemental et dépassent largement les teneurs en matière organique autorisées dans les cours d'eau; Cette situation pourrait, avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau ; d'où l'environnement malsain de la zone cité par les agents qui constitue un danger pour la population. Ainsi pour la mise en place de la station d'épuration projetée, nous avons étudié deux scénarios, à savoir la boue activée et le bioréacteur à membrane. Le critère espace, les raisons de durabilité et certaines conditions locales nous ont permis d'opter pour la station de bioréacteur à membrane. Le cout d'investissement de cette méthode de traitement s'élève à 8 779 580 307 FCFA.

La mise en place de cette station d'épuration contribuera à la dépollution de la Baie de Cocody et aidera à la régénération naturelle de l'eau, de la faune et de la flore.

A cette solution des recommandations ont été formulées en vue d'ajouter une valeur aux eaux issues de ce traitement.

Mots Clés :

1– Demande chimique en oxygène

2– Demande biologique en oxygène

3 – Matière en suspension

4 – Station à boue activée

5 – Station à bioréacteur à membrane

ABSTRACT

The Ebrié lagoon in the city of Abidjan, and Cocody Bay in particular, is suffering from severe environmental degradation due to the combined effect of high urbanization producing uncontrolled liquid and solid waste that flows into the bay, and an adverse change in the lagoon ecosystem since the opening of the Vridi Canal. Through field visits, wastewater analyses and surveys, this study made it possible to characterize the effluents of the Gourou basin, design a treatment system for wastewater from this basin to Cocody Bay, and conduct a technical, economic, environmental and social assessment of the proposed treatment plant. These activities have resulted in the existence of 39 wastewater and stormwater discharge facilities around Cocody Bay; the waters are heavily polluted, the maximum observed values of chemical oxygen demand (570mg/l), biological oxygen demand (260mg/l), suspended solids (425mg/l) and nitrogen (114mg/l) are above the standard values for discharges without environmental risk and largely exceed the levels of organic matter allowed in the watercourses; This situation could have adverse effects on water quality, resulting in an unhealthy environment in the area cited by the agents that poses a danger to the population. Thus, for the installation of the proposed wastewater treatment plant, we studied two scenarios, namely activated sludge and membrane bioreactor. The space criterion, the reasons for durability and certain local conditions allowed us to choose the membrane bioreactor station. The investment cost of this treatment method amounts to 8,779,580,307 FCFA.

The installation of this wastewater treatment plant will contribute to the depollution of Cocody Bay and will help the natural regeneration of water, fauna and flora.

In addition to this solution, recommendations have been formulated to add value to the water resulting from this treatment.

Keyword :

1 – Chemical demand for oxyene

2 – Biological oxygen demand

3 – Suspended matter

4 – Activated sludge plant

5 – Membrane bioreactor station

LISTE DES ABBREVIATIONS

AMO : Assistant Maitrise d'Ouvrage

BàM : Bioréacteur à membrane

BA : Boue activée

BADEA : Banque Arabe pour le développement économique en Afrique

BID : Banque Islamique de Développement

BNETD : Bureau national d'études techniques et de développement

CIAPOL : Centre Ivoirien Antipollution

DBO : Demande Biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

E. Coli : Escherichia Coli

EP : Eaux pluviales

EPI : Equipement de protection individuel

EU : Eaux usées

GPS : Global Positioning System

Ha : Hectare

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

ISO: International Organisation for Standardization / Organisation Internationale de
Normalisation

LCE : Laboratoire central de l'environnement

OFID : the OPEC fund for international Development

OPEC : Organisation of petroleum exporting countries

OMS : Organisation mondial de la santé

OMS/PNUE : Organisation mondial de la santé / Programme des nations unies pour
l'environnement

M : mètre

Mm : millimètre

MES : Matière en suspension

Etude de faisabilité de la mise en place d'une station d'épuration pour la gestion des eaux
usées de la baie de Cocody

M² : mètre carré

M³ : mètre cube

M³/h : mètre cube par heure

N : Azote

ND : Non dénombrable

NF : Norme française

Ng : Azote global

N ammoniacal : Azote ammoniacal

NTK : Azote KJEDAHN

OMS : Organisation mondiale de la santé

P : Phosphore

PCB: Polychlorobiphényles

Pt : Phosphore total

PABC : Projet de sauvegarde et de valorisation de la baie de Cocody et de la lagune Ebrié

U : Unité

UFC : Unité formant colonie

SDA : Schéma Directeur d'Abidjan

STEP : Station d'épuration

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
TABLE DES MATIERES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
I. INTRODUCTION	1
II- PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE	
3	
II-1. Présentation de la structure d'accueil.....	3
II-2. Présentation de la zone d'étude	4
II-2.1. Généralités sur la zone d'étude.....	4
II-2.2. Rejets des eaux usées urbaines dans la baie	4
II-2.3. Apports fluviaux, océaniques, et marée en lagune.....	7
II-2.4. Courantologie de la baie	7
III- METHODOLOGIE GENERALE	8
IV-PRESENTATION DU PROJET	10
IV-1. Le projet et ses composantes	10
IV-2.Construction d'une station de traitement des eaux usees	11
V- ETUDE TECHNIQUE	13
V-1. Analyses au laboratoire	13
V-2. Présélection des filières de traitement.....	17

V-3. DIMENSIONNEMENT DE LA FILIERE DE TRAITEMENT.....	18
V-3.1. Solution 1: BOUE ACTIVEE	19
V-3.2. Solution 2 : BIOREACTEUR A MEMBRANE.....	35
VI- ETUDE DES COUTS.....	43
VI-1. Etude du coût de la station a boue activée	43
VI-2. Etude du cout du Bioréacteur à membrane	45
VII- ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	48
VII-1. Cadre législatif, règlementaire et autres exigences applicables au projet.....	48
VII-2. Impacts potentiels identifiés sur le site	51
VII-2.1. Problèmes généraux rencontrés sur la zone d'étude	51
VII-2.2. Impacts sur la qualité de l'eau	53
VII-2.3. Impacts sur la faune aquatique.....	54
VII-2.4. Impacts sur la flore aquatique.....	54
VII-2.5. Impacts sanitaires	55
VII-3. Plan de gestion environnemental et social (PGES)	56
VIII- Conclusion et recommandations	57
IX- Bibliographie.....	58
Annexes.....	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Résultats des paramètres physico-chimiques	13
Tableau II: Résultats des paramètres bactériologiques	15
Tableau III: tableau d'évaluation biodégradabilité, dénitrification, déphosphatation	16
Tableau IV: Avantages et inconvénients des variantes.....	17
Tableau V: tableau récapitulatif des données et charges polluantes.....	18
Tableau VI: caractéristiques grille	22
Tableau VII: caractéristiques dessableur	23
Tableau VIII: caractéristiques déshuileur	24
Tableau IX: Caractéristiques décanteur primaire	25
Tableau X: performance du décanteur.....	25
Tableau XI: évolution de la charge polluante	27
Tableau XII: Volume bassin et masse de boues	27
Tableau XIII: Caractéristiques bassin d'aération	27
Tableau XIV: Besoin en Oxygène	28
Tableau XV: Puissance requise pour le brassage	28
Tableau XVI: Caractéristique des clarificateurs	32
Tableau XVII: Paramètres de dimensionnement	37
Tableau XVIII: caractéristiques de la membrane.....	39
Tableau XIX: Caractéristiques du réacteur biologique et du compartiment membranaire.....	40
Tableau XX: Seuils réglementaires de quelques paramètres des eaux avant rejet dans le milieu naturel par les ICPE (rapport final EIES baie de Cocody, 2013)	49
Tableau XXI: Caractéristiques des ouvrages de rejet des eaux usées et pluviales dans la baie de Cocody.....	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Zone d'étude: Baie de Cocody	4
Figure 2: Trajets des eaux usées	6
Figure 3: Station à boue activée projetée	35
Figure 4: Bioréacteur à membrane.....	42
Figure 5: Répartition des charges d'exploitation BâM aérée	46
Figure 6: Charge d'exploitation d'un BâM anaérobie	47
Figure 7: Problèmes constatés sur la zone d'étude	52
Figure 8: Problèmes liés aux activités	52
Figure 9: Causes de la pollution	53
Figure 10: Intercepteur Ouest	69
Figure 11: Intercepteur Est	70

I. INTRODUCTION

La perspective d'un développement durable doit impérativement tenir compte de la préservation et de la valorisation d'un cadre de vie urbain en harmonie avec l'environnement et les écosystèmes où l'activité humaine et sociétale se déploie. De ce point de vue, la dynamique environnementale du centre stratégique et névralgique que représente la baie de Cocody et les sites lagunaires d'Abidjan et Grand-Bassam est d'une contribution capitale à la plus-value socio-économique, logistique et touristique de la capitale économique ivoirienne. La lagune Ebrié dans son ensemble, et la baie de Cocody en particulier, souffre d'une grave dégradation environnementale par l'effet combiné d'une forte urbanisation produisant des déchets liquides et solides incontrôlés qui se déversent dans la baie, et d'une modification défavorable de l'écosystème lagunaire depuis l'ouverture du canal de Vridi au début de la décennie 1950.

Les pouvoirs publics ivoiriens ont donc établi un vaste programme de réhabilitation et de valorisation des baies et berges lagunaires d'Abidjan et de Grand-Bassam au regard des dégradations environnementales constatées au cours des dernières décennies. Le projet de sauvegarde et de mise en valeur de la baie de Cocody qui en découle a pour objectif fondamental la résolution durable de la problématique de la pollution de la baie et de son bassin versant. Il a également pour objectif de fournir à la population d'Abidjan un environnement socio-économique sain dans un écosystème dépollué, reboisé et aménagé dans un cadre conceptuel cohérent et inclusif. La proposition d'une unité de traitement des eaux usées arrivant à la baie de Cocody pour sa dépollution fait donc partie des activités inscrites dans ce vaste chantier de modernisation de la capitale ivoirienne.

En attente de la réalisation des ouvrages du schéma directeur d'assainissement (SDA) d'Abidjan, la station de traitement projetée traitera les eaux usées du bassin du Gourou non interceptées par les réseaux existants.

❖ Objectif général

L'objectif général du présent mémoire est de concevoir un système de traitement des eaux usées en vue de contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux de la baie de Cocody, en proposant une solution innovante pour une meilleure gestion des eaux provenant du bassin de Gourou.

❖ Objectifs spécifiques

Notre travail a consisté à faire de manière spécifique, un état des lieux sur la gestion des eaux autour de la baie à travers lequel il sera identifié les ouvrages de rejets présents autour de la baie de Cocody à; Un dépouillement des résultats d'analyse des eaux usées pour la proposition d'un système de traitement adapté à ces eaux ; Une étude financière des variantes proposées en évaluant les coûts d'exploitation et d'investissements ; Et enfin proposer un éventuel Plan de gestion environnemental et social (PGES) .

La réalisation d'une station d'épuration contribuera à la dépollution de la Baie de Cocody en améliorant la qualité de l'eau, et en favorisant la régénération naturelle de l'eau de la Baie, le développement la flore aquatique de la Baie, L'élimination des gaz et odeurs, et l'amélioration du cadre de vie sanitaire et hygiénique dans l'environnement immédiat de la Baie.

II- PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

II-1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Le Comité Interministériel Permanent chargé du pilotage et de la coordination du Projet est présidé par le Ministre, Secrétaire Général de la Présidence. Il est chargé du pilotage, de la supervision et de la coordination de toutes les activités liées à la préparation, à la mise en œuvre, au suivi et à l'évaluation du projet. Le Comité comprend : le Comité de Pilotage et de Supervision ; le Comité Technique Interministériel ; le Secrétariat Technique.

Ainsi les comités techniques sectoriels, chargés de mener des réflexions sur des thématiques spécifiques dans le cadre de la mise en œuvre du PABC, sont composés de : Ministère de l'Équipement et de l'entretien Routier (MEER) pour les projets d'Infrastructures (Pont de Cocody, aménagement du carrefour de l'Indénié) ; Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) pour le projet d'ouverture de l'embouchure du fleuve Comoé à Grand Bassam et Ministère de l'Assainissement et de la Salubrité (MINASS) pour les projets d'assainissement (construction du bassin écrêteur de Williamsville et de la station de traitement des eaux usées).

L'Agence d'Exécution: La Cellule de Coordination du Projet de Renaissance des Infrastructures de Côte d'Ivoire (PRICI), est désignée Maître d'Ouvrage Délégué du PABC, Au sein de cette cellule, l'Unité de Gestion du PABC (UG-PABC) a été mise en place afin d'assurer la coordination de l'exécution ; la gestion administrative et financière et la passation des marchés; le suivi-évaluation de l'ensemble des activités du Projet. Elle est rattachée directement au Secrétariat Général de la Présidence de la République, en vue d'être dédiée spécialement au Projet.

Dans le cadre de notre stage, nous avons été au sein de la cellule opérationnelle (suivi-évaluation), spécifiquement avec les chargés du suivi VRD , Route et Ouvrage d'art, Hydraulique et maritime, et Environnement.

II-2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II-2.1. Généralités sur la zone d'étude

Située au centre de la ville d'Abidjan, la baie de Cocody est limitée par les communes du Plateau, de Cocody et d'Adjamé et par la lagune Ebrié. Elle est soumise en permanence, à des perturbations diverses dues aux activités anthropiques croissantes (activités urbaines, activités industrielles, activités agricoles) ; avec une superficie de 1,3 km², la baie de Cocody est sur la rive nord et plus précisément dans le chenal Est de la lagune Ebrié.



Figure 1: Zone d'étude: Baie de Cocody

II-2.2. Rejets des eaux usées urbaines dans la baie

Les ouvrages rejetant les eaux usées et pluviales dans la baie de Cocody sont majoritairement répartis le long de la bordure Ouest (côté Boulevard lagunaire) et le long de la bordure Est de la baie (côté PISAM). Seuls quelques ouvrages (dalot triple 3*3*2 et dalot quadruple 4*3*2) rejettent les eaux usées et pluviales au niveau de la partie nord de la baie.

Sur la base du plan de récolement des réseaux et ouvrages de rejets existants et suite aux visites

Etude de faisabilité de la mise en place d'une station d'épuration pour la gestion des eaux usées de la baie de Cocody

effectuées sur le terrain, un total de 39 ouvrages de rejets dans la baie ont été identifiés, repérés et inventoriés (voir annexe). Sur les 39 ouvrages de rejet identifiés, vingt-six (26) sont situés le long du boulevard lagunaire, deux (2) dans la partie nord de la baie et onze (11) le long de la bordure Est (Coté PISAM).

Les illustrations photographiques de quelques-uns des ouvrages de rejet; les rejets 27 et 28 ; inventoriés sont présentées.



Etude de faisabilité de la mise en place d'une station d'épuration pour la gestion des eaux usées de la baie de Cocody

A ce jour, pour le volet assainissement du projet, il est prévu deux (02) intercepteurs, dont l'intercepteur Est et l'intercepteurs Ouest qui conduiront ces eaux usées et eaux pluviales à l'émissaire, en mer. (Voir intercepteur en Annexe)

Le système de traitement des eaux usées et eaux pluviales, que nous proposerons s'appliquera aux eaux arrivant aux rejets 27 et 28 (dans la partie nord). L'ensemble de ses rejets envoie environ 75% des eaux urbaines arrivant baie de Cocody.

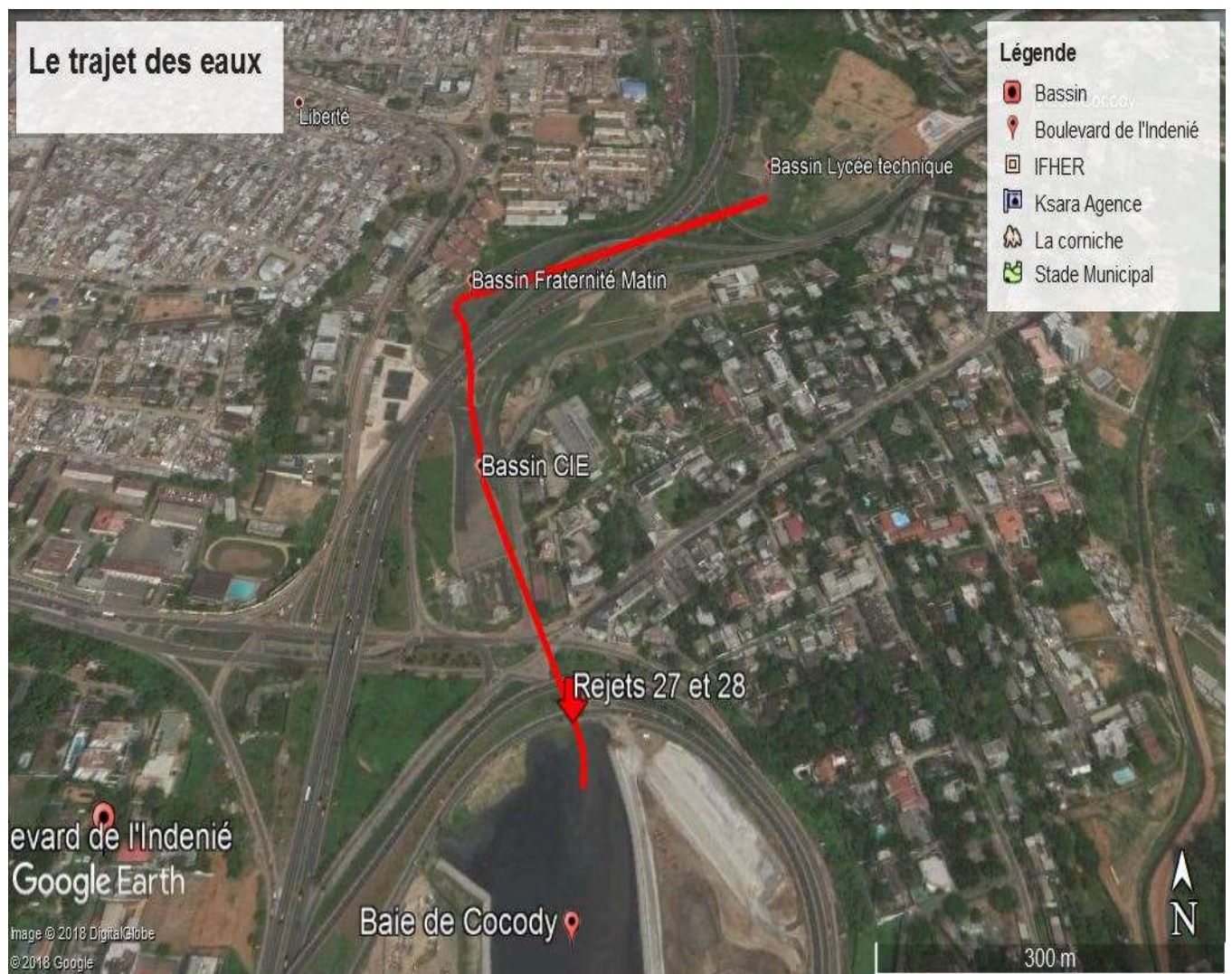


Figure 2: Trajets des eaux usées

II-2.3. Apports fluviaux, océaniques, et marée en lagune

Les apports de macro déchets et de sédiment par les trois principaux réseaux d'eaux pluviales (Canaux C1 et C2, et le Pluvial Lycée Technique qui drainent des bassins versants fortement urbanisés) entraînent des dépôts sableux qui forment une mince frange le long des berges Est et Ouest. Dans la partie Nord de la baie, ils présentent un développement particulièrement important.

Ces dépôts qui ont commencé à se former avant 1970 et ont pris de l'extension dans les années 1990 en envahissant tout le fond de baie, ont constitués au fil des années des atterrissements importants, constituant de vastes surfaces émergées et recouvertes de végétations spontanées. Ces apports ont causées aujourd'hui l'envasement (ensablement) de 33,5 ha au détriment du plan d'eau qui ne couvre plus que 78 ha. (Rapport d'Etude d'Impact Environnemental et Social. Final de la baie de Cocody).

Aussi, cette sédimentation demeure persistante du faite que la baie soit peu soumise aux courants de crue et de marée qui balayent le chenal central.

II-2.4. Courantologie de la baie

Les courants de la baie de Cocody à l'instar des autres baies sont liés essentiellement aux conditions locales de marée à l'exception des courants de surface qui peuvent être générés aussi par le vent. En surface les vitesses sont inférieures à 1 m/s sauf en profondeur où des vitesses de plus de 2 m/s sont observées. Les directions de ces courants ont varié progressivement quoique l'on observe généralement deux directions qui soient approximativement opposées. Dans les baies de la lagune Ebrié, la spécificité des courants est leur caractère bidirectionnel aussi bien en surface qu'en profondeur. Ils sont plus ou moins alternatifs en baie de Cocody et rotatifs en baie de Biétry et du Banco. Le jusant est plus long que le flot dans les trois baies. (Rapport d'Etude d'Impact Environnemental et Social. Final de la baie de Cocody).

III- METHODOLOGIE GENERALE

La méthodologie adoptée pour arriver à mener à bien ce projet s'est articulée autour des points suivants :

- **Acquisition des données:**

L'approche méthodologique adoptée comporte:

- *Une enquête sur l'impact des eaux usées sur les agents exerçant sur chantier pour l'évaluation environnementale,*

Le plan de collecte et de traitement de données utilisé est : L'enquête-échantillon. Pour cette étape nous avons fait des entretiens avec différents représentants des entreprises intervenantes sur le projet. Aussi, nous avons effectué une recherche documentaire au PABC et sur internet en ce qui concerne l'origine des eaux de la baie, leur mode de collecte, les rejets urbains et les mesures de lutte mise en place pour la réalisation de ce projet. Les questionnaires élaborés ont permis de disposer des informations sur les impacts des eaux usées et eaux pluviales sur l'environnement et sur les différentes activités menées à la baie, sur l'avancement du volet assainissement du projet, et sur la gestion de ces eaux. Ces questionnaires portaient aussi sur les conditions de travail de ceux-ci.

L'enquête s'est déroulée sur trois jours (du 25 septembre au 27 septembre 2018) durant lesquels nous avons pu nous entretenir avec les différents agents (14 agents) des entreprises exerçant sur le chantier. Les entreprises sont les suivantes :

- SGTM (Société Générale des Travaux du Maroc), Entreprise chargée des travaux
- MARCHICAMED, Assistant à maîtrise d'ouvrage
- BNETD (Bureau National d'Etude Territoriale et de Développement), Mission de contrôle
- UG-PABC (Unité de Gestion du Projet de Sauvegarde et de valorisation de la baie de Cocody et de la lagune Ebrié), Maitre d'ouvrage délégué.

Après cette collecte des données, nous avons procédé à leur traitement; Puis les informations ont été saisies et consolidées dans un fichier Excel élaboré pour la circonstance.

- *L'échantillonnage des eaux et leur analyse au laboratoire*

Les données ont été obtenues en année 2017, au cours de laquelle nous avons effectué les

analyses de ces mêmes eaux avec le Centre Ivoirien Antipollution (CIAPOL) au laboratoire central de l'environnement (LCE). Notre site d'étude comprenait cinq (05) stations de prélèvements. La méthode utilisée était la suivante:

Les échantillons ont été prélevés en utilisant la méthode de prélèvement manuel instantané durant la journée 18 juillet 2017. Au total cinq (05) échantillons d'eaux usées ont été prélevés. Ils ont été mis dans des bouteilles en plastique d'un (01) litre pour les analyses physico-chimiques. Sur le terrain, avant le remplissage des bouteilles, celles-ci ont été lavées avec l'eau distillée puis l'eau à prélever. Le remplissage des bouteilles a été fait à ras bord puis le bouchon vissé afin d'éviter tout échange gazeux avec l'atmosphère pour les analyses physico-chimiques. Les échantillons d'eau ont été ensuite transportés au laboratoire pour analyse dans une glacière contenant des accumulateurs de froid. Lors des prélèvements, les paramètres physiques des eaux tels que la température, le pH, l'oxygène dissous et la turbidité ont été mesurés in situ. Par la suite nous avons mesuré d'autres paramètres au laboratoire physico-chimique du LCE. Ces différents paramètres sont les suivants : DCO, DBO, MES, COT, azote ammoniacal, les nitrates, les nitrites, azote total, pH, température, turbidité, conductivité et les sulfures.

En plus, dans le cadre du Projet de sauvegarde et de valorisation de la baie de Cocody, le laboratoire ENVAL a été mandaté par l'entreprise SGTm pour effectuer les analyses des eaux de la baie. Les analyses ont été faites **le 10 Aout 2017** (analyses microbiologique, physicochimique et métaux lourds des eaux usées), le dépouillement de leur résultat nous permettra d'avoir plus d'informations sur l'évolution de la pollution afin de proposer des stratégies de traitement adaptées à ces eaux.

- **Identification des ouvrages de rejets dans la baie de Cocody**

Nous avons fait l'inventaire de 39 ouvrages de rejets d'eaux usées et eaux pluviales dans la baie de Cocody à l'aide d'un GPS.

- **Conception du système de traitement proposé**

Il s'agissait ici d'analyser et d'interpréter les résultats des analyses recueillies, lors de la première phase dans le souci de mettre en œuvre, dimensionner un système innovant, capable d'améliorer la qualité des eaux de la baie.

IV-PRESENTATION DU PROJET

IV-1. LE PROJET ET SES COMPOSANTES

Le Gouvernement ivoirien, avec l'appui de ses partenaires arabes (BID, BADEA, OFID et Fonds Koweïtien) met en œuvre le Projet de sauvegarde et de valorisation de la Baie de Cocody et de la Lagune Ebrié (PABC). Le coût global du Projet a été évalué à 282 milliards de FCFA lors de la Table ronde tenue les 18 et 19 juillet 2016 à Abidjan. Il sera mis en œuvre selon le phasage suivant :

Les composantes retenues dans le cadre du projet de sauvegarde et de valorisation de la baie de Cocody sont les suivantes :

- ❖ **Le plan bleu (hydraulique et renouvellement des eaux)** qui comporte les travaux suivants :
 - Dragage complémentaire et aménagement des berges de la baie de Cocody
 - Réalisation d'une marina, de quais et terre-pleins
 - Réalisation de l'embouchure à Grand-Bassam
 - Ouverture de l'embouchure de Petit Bassam
 - Ouverture de la digue de Koumassi
- ❖ **Le plan vert (aménagement urbain et paysager)** qui comporte les travaux suivants :
 - Aménagement paysager de la baie de Cocody : Parc urbain coté Cocody et aménagement urbain et paysager de la rive plateau
 - Aménagement de la coulée verte du banco
- ❖ **Le plan Gris (Assainissement)** qui comporte les travaux suivants :
 - Construction du Bassin écrêteur de Williamsville et confortement des barrages existants
 - Interception des rejets liquides au niveau de la baie de Cocody
 - Construction d'une station d'épuration
- ❖ **Le plan Ocre (Mobilité)** qui comporte les travaux suivants :
 - Aménagement du Carrefour de l'indénié
 - Réalisation du Pont à haubans reliant les communes du Plateau et Cocody.

Nous travaillerons sur le sous projet du plan gris : la mise en place de la station d'épuration. Les fonds à mobiliser pour ce sous-projet s'élèvent à 22 milliards de Francs CFA.

IV-2.CONSTRUCTION D'UNE STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

▪ Contexte et Justification

Le canal principal du Bassin versant du Gourou collecte le drainage des eaux pluviales et des eaux d'assainissement non contrôlées des communes du Plateau, Cocody, d'Abobo et d'Adjamé. Les eaux acheminées par ce canal sont déversées dans la baie de Cocody au niveau du carrefour de l'indénié. En période sèche le ruissèlement des eaux usées non collectées par le réseau d'assainissement correspond à un débit de 1500 m³/ heure, débit certifié par une campagne de mesures. Le débit moyen journalier est de 24 000 m³/j.

La conséquence directe de ce débit d'eau non traitée se traduit par l'augmentation en continu de la pollution de la baie de Cocody, le développement de gaz (H₂S), des odeurs sans oublier les conditions sanitaires et hygiène des passants.

La construction d'une station de traitement des eaux usées au niveau de l'indénié est la solution à la problématique de la pollution générée par ce débit très important d'eaux usées d'assainissement.

Tenant compte de la proximité de la ville pour l'implantation de cette station de traitement des eaux usées et du manque d'espace, la méthodologie de construction a été analysée. Les ouvrages présentant des nuisances olfactives, seront confinés et désodorisés par des technologies adaptées.

▪ Objectifs du projet

- Contribuer à la dépollution de la Baie de Cocody en vue d'améliorer la qualité de l'eau
- Aider à la régénération naturelle de l'eau de la Baie
- Développer la flore aquatique de la Baie
- Contribuer à l'élimination de gaz et odeurs

- Améliorer le cadre de vie sanitaire et hygiénique dans l'environnement immédiat de la Baie

▪ **Impacts attendus**

- Traitement cadrant avec les objectifs du SDA d'Abidjan, d'un débit de 1500m³/heure des eaux usées collectées dans le canal principal du Bassin versant du Gourou (24 000 m³/j)
- Traitement de la pollution Carbonée
- Elimination total des déchets solides dans l'effluent traité
- Elimination des odeurs des effluents traités
- Contribuer à la régénération naturelle de la lagune en mélangeant les eaux claires venant de la station de traitement avec le milieu existant
- Contribuer à la dépollution de la Baie en réduisant les odeurs la pollution visuelle et à améliorer les conditions d'hygiène et sanitaire autour de la Baie de Cocody.

V- ETUDE TECHNIQUE

Pour l'étude technique de cette étude, il s'agira de dépouiller les résultats d'analyse des paramètres physico chimiques et bactériologiques ; puis de proposer un système de gestion adapté à ces eaux usées.

V-1. ANALYSES AU LABORATOIRE

Le tableau suivant présente les valeurs minimales et maximales obtenues lors des mesures des paramètres physico-chimiques :

Tableau I: Résultats des paramètres physico-chimiques

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES						
Paramètres mésurés	Méthodes		ENVAL	CIAPOL	Normes	Valeur maximale
NTK (mgN/l)	NF EN 25- 663	HACH	37,7 – 114	4– 45	Ng 15	114
Phosphore total (mgP/l)	NF ISO 6878	HACH	0,359 – 6,76	–	10	6,76
Soufre total (mgS/l)	NF ISO 11885 : 2007	HACH	7,44 – 1310	–		1310
DCO (mg/l)	NF T 90- 101 : 2001	HACH	113 –521	170– 570	300	570
DBO5 (mg/l)	NF EN 1899-1	HACH	27,5 – 155	70 –260	100	260
Nitrite (mg/l)	NF ISO 26777	HACH	0,03 – 0,06	0,05 – 0,16	Ng 15	0,16
Nitrate (mg/l)	NF ISO 7890-3	HACH	15,6 – 55,1	3 – 7	Ng 15	55,1
MES (mg/l)	-	HACH	–	110 – 425	150	425

Turbidité(NTU)	-	HACH	—	40 – 100		100
COT(mg/l)	-	HACH	—	170 – 570		570
Conductivité	-		—	0,67– 2,92		2,92
pH	-		—	6,72 – 7,2	5,5 – 8,5	7,2
Température			—	23,3 –27,2		
Plomb (µg/l)		—	108 – 166	—	0,5 mg/I si le rejet dépasse 5 g/j	166
Chrome (µg/l)	NF ISO 11885 : 2007	—	<5	—	0,5 mg/I si le rejet dépasse 5 g/j	
Arsenic (µg/l)		—	30 à 60	—		
Zinc (µg/l)		—	<50	—		
Cuivre (µg/l)		—	65 – 79	—	0,5 mg/I si le rejet dépasse 5 g/j	79
Nickel (µg/l)			<50	—		
Mercure (µg/l)			<0,1	—		

Le tableau II présente les résultats des paramètres bactériologiques observé :

Tableau II: Résultats des paramètres bactériologiques

PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES				
Paramètres mesurés	Méthodes	Résultats	Normes	Valeurs maximale/Observations
E. Coli	Méthode interne	$3,3.10^5$ – $4,8.10^5$ UFC/100ml	1000UFC/100ml	$4,8.10^5$ UFC/100ml
Entérocoques intestinaux	Méthode interne	$1,7.10^5$ – $2,6.10^5$ UFC/100mmml	1000UFC/100ml	$2,6.10^5$ UFC/100ml
Streptocoques fécaux	Méthode interne	ND	1000UFC/100ml	ND
Clostridium perfringens	Méthode interne	$4,8.10^5$ – $7,6.10^5$ UFC/100ml	1000UFC/100ml	$7,6.10^5$ UFC/100ml

Physico-chimiques

Les résultats obtenus nous montrent que cette eau est fortement polluée. Les valeurs de la DCO, de la DBO₅, des MES et l'azote sont au-dessus des valeurs normes pour les rejets sans risque environnemental. Au regard de ces résultats nous pouvons dire que ces eaux sont fortement polluées par la matière organique, la matière azotée et dépassent largement les teneurs en matière organique autorisées dans les cours d'eau, cette situation pourrait, avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau entraînant la chute de la teneur en oxygène en générale et sur l'écosystème aquatique en particulier. Ils indiquent également la présence de plomb, d'où la nécessité, d'un traitement poussé. Cette eau a aussi besoin d'une surveillance accrue pour les loisirs et sports aquatiques. Par ailleurs, pour la protection de la lagune Ebrié, il serait nécessaire de traiter cette eau avant son rejet dans la lagune.

Microbiologie

Les concentrations de ces germes pathogènes dans la baie sont supérieures à la valeur seuil de 1000 CFU/100 ml indiquée par l'OMS concernant les eaux destinées aux activités balnéaires (Etat de la pollution fécale dans les baies de la lagune Ebrié à Abidjan, Côte d'Ivoire). Les résultats d'analyse indiquent que les échantillons sont de qualité microbiologique moins satisfaisante. Pour les activités de loisirs et sports aquatiques, une surveillance accrue est nécessaire.

Evaluation des rapports de biodégradabilité, dénitrification, déphosphatation

Tableau III: tableau d'évaluation biodégradabilité, dénitrification, déphosphatation

	Dénitrification	Déphosphatation	Biodégradabilité
Conditions	$10 < \text{DCO/N} < 60$	$30 < \text{DCO/P} < 300$	$2 < \text{DCO/DBO}_5 < 3$
Résultats	3, 37	84,31	2,19

Au vu de ces évaluations nous pouvons conclure que cette eau pourrait nécessiter d'un traitement biologique couplé à une filière de traitement de déphosphatation.

V-2. PRESELECTION DES FILIERES DE TRAITEMENT

Il existe de nombreuses filières de traitement dans le domaine de l'épuration des eaux résiduaires domestiques ; le système de traitement extensif et le système de traitement intensif. Le choix technique d'un procédé en particulier dépend essentiellement de la capacité de la station, des performances de traitement exigées, de la superficie disponible pour le projet, et d'autres contraintes telles que les conditions d'exploitation dans le pays. La présélection des filières d'épuration que nous ferons est principalement dictée par la surface du terrain disponible qui est de 9000m².

Nous opterons donc pour une filière de type intensif. Et les traitements de type intensif adapté aux eaux usées arrivant à la baie de Cocody sont la boue activée et le bioréacteur à membrane. Pour un rendement épuratoire compris en 80% et 90%, la boue activée à moyenne charge conviendrait, avec une quantité de boue moyennement élevée.

Nous examinerons ces deux (02) filières dans le cadre de la future STEP de l'Indénie.

Tableau IV: Avantages et inconvénients des variantes

Solutions	Principal intérêt technique	Inconvénients
Boues activées moyenne charge	Filière classique conventionnelle Facilité d'exploitation (adaptée au contexte local) Coûts d'investissement et d'exploitation modérés	- Emprise au sol importante - Extraction des boues fréquentes, nécessité d'un traitement des boues - Très peu d'efficacité sur l'élimination des germes pathogènes (1 unité log)

Bioréacteur à Membrane	Filière compacte, du fait de la combinaison du traitement biologique et de la séparation dans un même ouvrage	- consommation élevée en énergie, colmatage de la membrane - Coût d'investissement et d'exploitation plus élevé que la BA classique - Moins d'entreprises concurrentes qu'en BA classique
-------------------------------	---	---

V-3. DIMENSIONNEMENT DE LA FILIERE DE TRAITEMENT

Pour le calcul de la capacité de la station en nombre d'équivalent habitant, il a été proposé comme hypothèse, un ratio d'eaux usées de 110l/hab.jr, ratio qui semble refléter le contexte local d'usage de l'eau à Abidjan. Pour rappel, le SDA a présenté dans le rapport D-EU2 page 18, des ratios de 81 à 151 l/jr.hab, pour le prédimensionnement des 7 STEP projetées sur Abidjan.

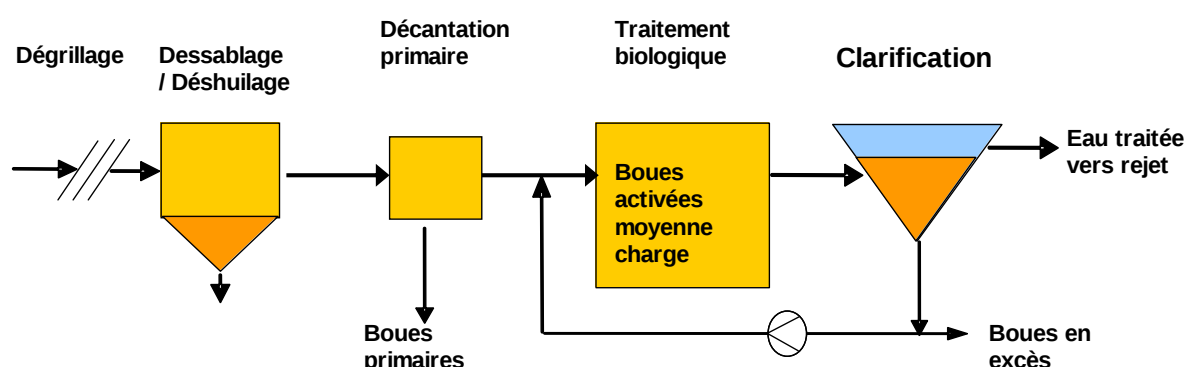
A partir de ces éléments, les données d'entrée de la future STEP de l'Indénie sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau V: tableau récapitulatif des données et charges polluantes

Désignation	valeurs	Unités
Débit de pointe temps sec	1500	m ³ /h
Débit moyen	1000	m ³ /h
Débit journalier	24000	m ³ /j
Ratio de debit par habitant	110	l/hab.jr
Nombre d'EH collecté	218000	EH
Ratio DBO5	45	gDBO5/hab.jr
Charge polluante en DBO5	9818	KgDBO5/jr
Ratio DCO	90	gDCO/hab.jr
Charge polluante DCO	19636	KgDCO/jr
Ratio MES	14,4	gMES/hab.jr

Charge polluante MES	3163	KgMES/jr
Ratio NTK	9,2	gNTK/hab.jr
Charge polluante NTK	2007	KgNTK/jr
Concentration en NTK	84	mg/l
Ratio Pt	0,5	gPt/hab.jr
Charge polluante en Pt	109	KgPt/jr
Concentration en Pt	5	mg/l

V-3.1. Solution 1: BOUE ACTIVEE



Le procédé comprend un traitement biologique par boues activées à moyenne charge couplé avec une décantation primaire, et une clarification secondaire.

Afin de stabiliser les boues produites en excès et de réduire la quantité de boues à évacuer à la décharge, une digestion des boues est intégrée.

Pour diminuer les nuisances olfactives des eaux usées et des installations de traitement seront couverts : les ouvrages d'arrivée et de prétraitement des effluents, les décanteurs primaires, ainsi que l'épaississeur des boues.

a) Bâche de pompage

La bâche de pompage est sous la forme d'un parallélépipède verticale. Elle sera réalisée en béton armé. Le dimensionnement de la bâche de pompage est basé sur le volume utile (V_u) calculé par la formule :

$$V_u = \frac{Q_p}{4 \times D}$$

Etude de faisabilité de la mise en place d'une station d'épuration pour la gestion des eaux usées de la baie de Cocody

$$Vu = \frac{1500}{4 \times 6}$$

Avec,

Qp: Débit de pointe horaire

D: Nombre maximal de démarrage par heure est fixé de 6 à 10 en fonction de la puissance de la pompe. On fixera D à 6.

$$\textbf{\underline{Volume utile de la b\^ache = 62,5m^3}}$$

On fixera une hauteur H=2,5m

La surface horizontale est de 25m²

b) Ouvrages de prétraitement

Dégrillage

- La superficie ouverte (surface verticale) de la grille est donnée par la formule.

$$S = \frac{Q}{V \times \theta \times C}$$

Avec ,

θ est le coefficient de passage

a diamètre des barreaux, on prendra a=10mm sachant que $8\text{mm} < a < 10\text{mm}$

b espacement entre les barreaux, on prendra b=50mm sachant que $10\text{mm} < b < 50\text{mm}$

$$\theta = \frac{a}{a + b}$$

$$\theta = \frac{10}{50 + 10}$$

$$\theta = 0,167$$

C coefficient de colmatage,

Généralement : $0.1 < C < 0.3$ pour une grille manuelle.

$0.4 < C < 0.5$ pour une grille automatique.

On optera pour une grille automatique, C= 0,5

Q= 0,416m³/s

V= 1,2m/s

$$S = \frac{1500}{1,2 \times 0,167 \times 0,5}$$

$$\textbf{Section mouillée = 4,167m²}$$

- Détermination de la hauteur,

On fixera la largeur, $l = 2\text{m}$

$$H = \frac{4,167}{2}$$

$$\textbf{Hauteur} = \textbf{2,084m}$$

Tableau VI: caractéristiques grille

Désignation	valeurs	unités
Section mouillée (superficie ouverte)	4,167	m ²
Hauteur	2,084	m

Dessablage

Les critères de dimensionnement d'un dessableur aéré sont :

- Le temps de séjour de l'eau (T_s) dans le dessableur est de 1 à 5 minutes,
- La hauteur de dessableur est de 1 à 3 m,
- La quantité d'air à injecter est estimée de $1,5 \text{ m}^3$ par m^3 d'eau usée.

➤ Volume du dessableur

On adoptera des dessableurs circulaires, le volume total des dessableurs est donné par :

$$V = Q_p \times T_s$$

Avec :

$T_s = 5 \text{ min}$

Q_p : le débit de pointe

$$V = 1500 \times 0,083$$

$$\textbf{Volume total dessableur} = \textbf{125m3}$$

➤ Surface totale des dessableurs

On prendra hauteur, $H = 2,5\text{m}$

$$S = \frac{V}{H}$$

$$S = \frac{125}{2,5}$$

Surface totale dessableur = 50m²

On prendra deux dessableurs de surface unitaire 25 m²

➤ Diamètre d'un dessableur

$$D = \sqrt{4 \times \frac{V}{\pi \times h}}$$

$$D = \sqrt{4 \times \frac{62,5}{\pi \times 2,5}}$$

Diamètre unitaire = 5,64 m

➤ Débit volumique d'air injecté

La quantité d'air à injecter est donnée par la relation :

$$Q_{air} = Q_p \times V$$

V = 1,25 m³ / m³, volume d'air injecté

$$Q_{air} = 0,417 \times 1,25$$

Q_{air} = 0.52 m³/m³

➤ Quantité de matière éliminée

Le dessableur élimine 80% de la matière minérale existant dans les eaux usées. La matière minérale représente 20% de la charge en matière en suspension (MES), les 80% restants, représentent les matières volatiles en suspension (MVS). Partant de ces hypothèses, s'ensuit :

$$\text{matières minérales totale} = 0,2 \times 3163 = 632,2 \text{ Kg/jr}$$

$$\text{matières minérales éliminées par le dessableur} = 0,8 \times 632,2 = 505,76 \text{ Kg/jr}$$

$$\text{matières minérales restante} = 632,2 - 505,76 = 126,44 \text{ Kg/jr}$$

$$\text{MES sortant du dessableur} = (0,8 \times 3163) + 126,44 = 2656,84 \text{ Kg/jr}$$

$$\text{Charge en MVS} = 0,8 \times 3163 = 2530,4 \text{ kg/jr}$$

Tableau VII: caractéristiques dessableur

Désignation	valeur	unité
Temps de séjour	5	min
Hauteur	2,5	m
Volume total	125	m ³

Nombre de dessableur	2	u
Diamètre unitaire	5,64	m
Débit d'air à injecter	0,52	m ³ /m ³
Quantité totale de MM éliminée	505,76	Kg/jr
Quantité totale de MES sortant du dessableur	2656,84	Kg/jr

Déshuileur/ dégraisseur

Nous avons opté pour un déshuileur aéré,

- Caractéristiques

Tableau VIII: caractéristiques déshuileur

Désignation	Valeurs	unités
Hauteur	2	m
Débit de pointe (Qp) (m³/s)	0,4166667	m ³ /s
Vitesse ascensionnelle Vas	15	m/h
Temps de séjour	0,0833333	h
Temps de séjour (Ts)	5	min
Vitesse ascensionnelle Vas	18	m/h
Volume d'air d'émulsion des graisses par unité de surface	10	m ³ /m ² /h
Volume déshuileur	125	m ³
Surface horizontale du déshuileur	55,555556	m ²
Hauteur déshuileur	2,25	m
Longueur	10	m
Largeur	5,55555556	m

c) Ouvrages de traitement primaire

Décanteur primaire circulaire

Nous avons opté pour 3 bassins circulaires.

- Caractéristiques

Tableau IX: Caractéristiques décanteur primaire

Désignation	valeurs	Unités
Q débit de pointe moyen	1 500	m ³ /h
T séjour	1,5	h
Volume	2250	m ³
Hauteur	3	m
Surface totale	750	m ²
Vérification	≥ 15 à 20	m3/m/h
Qld	15,4548861	m3/m/h
nombre de bassin	3	u
Surface unitaire	250	m ²
rayon unitaire	8,92	m

➤ Charges polluantes

Le décanteur primaire élimine 35% de la DBO₅ et 95% de matière minérale.

DBO₅ = 9818 kg/j

Les matières minérales restantes = 126,44 Kg/jr

Charge en DBO₅ = 0,35 × 9818 = 3436,3 kg/jr

Charge en MM = 0,95 × 126,44 = 120,08 kg/jr

Charge à la sortie en DBO₅ = 6381,7 kg/jr

Charge à la sortie en MM = 126,44 – 120,08 = 6,36 kg/jr

Tableau X: performance du décanteur

Désignation	valeurs	unités
Charges à l'entrée		
DBO₅	9818	Kg/jr
MM	126,44	
Charges éliminées		
DBO₅	3436,3	Kg/jr
MM	120,08	
Charges à la sortie		

DBO₅	6381,7	Kg/jr
MM	6,36	

➤ Volume de boues par jour

La quantité totale des boues produites B dans les trois décanteurs est :

$$B = \text{DBO}_5 + \text{MM} (\text{éliminé}) = 3436,3 + 120,08 = 3556,38 \text{ kg/j}$$

$$\text{Pour chaque décanteur le BT} = \text{DBO}_5 + \text{MM} = (3436,3 + 120,08)/3 = 1185,46 \text{ kg/j}$$

➤ Concentration MES

$$[\text{MES}] = \frac{B}{Q_j}$$

$$[\text{MES}] = 148,18 \text{ mg/l}$$

d) Ouvrage de traitement secondaire

Bassins d'aération

Les bassins d'aération sont des réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue l'élimination de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière boues activées.

Nous allons supposer que le traitement par les boues activées sera à moyenne charge ;

- La longueur / largeur = 1,5 et une hauteur du bassin d'aération comprise entre 3 et 5m ;
- La concentration en DBO₅ à la sortie doit être inférieure à 30mg/l (normes de rejets établies par l'OMS).
- La puissance pour le brassage par m² du bassin doit être entre 70 et 80 W/m²
- $C_v = 1 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3/\text{j}$
- $C_m = 0,4 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS}$

➤ La charge polluante

Les charges polluantes en DBO₅ à l'entrée du bassin d'aération seront notées (**L₀**) **DBO₅** = **L₀** = **6381,7 kg/j** et (**L_s**) les charges à la sortie.

Tableau XI: évolution de la charge polluante

Charges polluantes DBO ₅		
Charge DBO ₅ à l'entrée (L ₀)	kgDBO ₅ /jr	6381,7
concentration DBO ₅ à l'entrée	kg/m ³	0,2659039
Charge DBO ₅ à la sortie (L _s)	kgDBO ₅ /jr	720,0006
charges à éliminer		5661,6994
Rendement	%	88,71773

➤ Volume du bassin et masse des boues

Tableau XII: Volume bassin et masse de boues

Volume du bassin		
la charge volumique Cv	kg DBO ₅ / m ³ /j	1
Charge DBO à l'entrée du bassin d'aération	Kg/j	6381,7
débit de pointe en temps sec	m ³ /h	1500
Volume bassin	m ³	6381,7
Masse de boue dans le bassin		
la charge massique	kg DBO ₅ / kg MVS j	0,4
la masse totale des boues dans le bassin	Kg	15954,25
concentration des boues	kg/m ³	2,5

➤ Dimensions bassin d'aération

On prendra une hauteur= 3,5m

Tableau XIII: Caractéristiques bassin d'aération

DIMENSIONNEMENT BASSIN AERATION					
Volume	m ³	6381,7	on optera pour la mise en place de 6 bassins		
Hauteur	m	3,5	volume unitaire	m ³	1063,6167

surface horizontale	m ²	1823,3429	Surface unitaire	m ²	303,89048
largeur totale bassin	m	34,864909	largeur unitaire	m	14,23354
longueur totale bassin	m	52,297364	longueur unitaire	m	21,350309
temps de séjour hydraulique	h	4,2544667	Temps de séjour (Ts)	h	0,7090778

➤ Besoin en oxygène

Pour favoriser la réaction aérobie qui est plus rapide que la fermentation anaérobie, il faut que le milieu contienne une concentration suffisante en oxygène. On admet que les micro-organismes aérobies n'utilisent pas directement l'oxygène mais il doit être dissous dans l'eau. La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse et celle nécessaire à la respiration endogène. Elle est donnée par la relation :

$$qO_2 \text{ (kg/j)} = (a' \times Le) + (b' \times X_a)$$

Tableau XIV: Besoin en Oxygène

BESOIN EN OXYGENE		
Charge DBO5 en éliminée (Le)	kgDBO5/ jr	5661,6994
besoin pour la synthèse de la biomasse(a')		0,6
besoin pour la respiration (b')		0,08
Besoin en oxygène	Kg/jr	4673,36
la quantité horaire d'oxygène nécessaire	kg de O2/h	194,7233183

➤ Puissance requise pour le brassage

La puissance spécifique absorbée (P) pour les aérateurs de surface est $P_c = 80W/m^2$ (C.Cardot, 1999) ;

Tableau XV: Puissance requise pour le brassage

PUISSANCE REQUISE POUR LE BRASSAGE

Surface horizontale totale des bassins	m ²	1823,3429
Puissance	W/m ²	80
Eb (w)	W	145867,43
Eb (Kw)	kW	145,86743

➤ Bilan des boues

Les boues en excès sont liées à la quantité de la DBO5 éliminée et à la charge massique dans le bassin d'aération. La quantité des boues en excès est déterminée par la relation suivante:

$$\Delta B = B_{min} + B_{dur} + (a_m \times Le) - (b \times X_a)$$

Avec,

ΔB : Boues en excès exprimé en kg/j ,

Le : Charge de la DBO5 éliminée exprimé en kg/j

Xa: Boues organiques dans le bassin (MVS) exprimé en kg

B min: Matières minérales (MM) en suspension apportées par l'effluent exprimé en kg/j

B dur : Matières organiques en suspension difficilement biodégradables apportées par l'effluent exprimé en kg/j

a_m: Augmentation de la biomasse par élimination de la DBO5.

b: Diminution de la biomasse par respiration endogène.

$$\Delta B = 6,36 + 505,76 + (0,6 \times 5661,69) - (0,08 \times 15954,25)$$

$$\Delta B = 2632,794 \text{ Kg/jr}$$

➤ Concentration des boues en excès

$$X_m = \frac{1,2 \times 10^3}{I_m}$$

Si on suppose que les boues se décantent normalement, l'indice de Mohlman se situe entre 100 et 150. On prend I_m=125

$$X_m = \frac{1,2 \times 10^3}{125}$$

$$\underline{X_m = 9,6 \text{ kg/m}^3}$$

- Débit de boues en excès

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta B}{X_m}$$

$$Q_{\text{excès}} = \frac{2632,794}{9,6}$$

$$\underline{Q_{\text{excès}} = 275,66 \text{ m}^3/\text{jr}}$$

- Débit de boues recyclées (Q_r)

$$Q_r = \frac{R \times Q_j}{100}$$

Le taux de recyclage des boues (R),

$$R = \frac{100 \times [X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$$

$$R = \frac{100 \times 3}{\frac{1200}{125} - 3}$$

$$R = 45,45\%$$

Alors ,

$$Q_r = \frac{45,45 \times 24000}{100}$$

$$\underline{Q_r = 10908 \text{ m}^3/\text{jr}}$$

- Age des boues (A_b)

L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta B}$$

$$A_b = \frac{15954,25}{2632,794}$$

$$\underline{A_b = 6,06 \text{ jours}}$$

Clarificateur

Le clarificateur a pour but la séparation des floccs biologiques de l'eau à épurer. Les boues déposées dans le clarificateur sont recirculées vers le bassin d'aération afin d'y maintenir une concentration quasi constante en bactéries et les boues en excès sont évacuées vers les installations de traitement de boues

Les dimensions du clarificateur seront identiques à celles du décanteur primaire, puisque nous allons traiter le même débit d'eau.

➤ Caractéristiques

Tableau XVI: Caractéristique des clarificateurs

Désignation	Unités	valeurs
Q débit de pointe moyen	m3/h	1 500
T séjour	H	1,5
Volume	m3	2250
Hauteur	M	3
Surface totale	m2	750
Rayon	M	15,4548861
Vérification		
Qld	15,4548861	m3/m/h
nombre de bassin	U	3
Surface unitaire	m2	250
rayon unitaire	M	8,92

e) Traitement des Boues

Les problèmes que posent les boues sont essentiellement leurs fermenticibilité et leurs volumes à évacuer.

Le traitement des boues consistera essentiellement à une stabilisation de ces boues sous produites, afin de réduire une partie de la matière organique puis la réduction du volume de ces sous-produits.

Épaississement

➤ Volume épaisseur

Le temps de séjour dans l'épaisseur est de l'ordre de (10 à 15) h (A.GAID, 1984)

On adopte un temps de séjour de 15 h.

Cb : la concentration de la boue dans l'épaisseur ; on prend Cb=10 mg/l.

$$V_{ep} = \frac{\Delta B}{Cb}$$

$$V_{ep} = \frac{2632,794}{10}$$

$$V_{ep} = 263,28 m^3/jr$$

$$V_{ep} = \frac{263,28 \times 15}{24}$$

$$\mathbf{V_{ep} = 164,55 m^3}$$

- Surface épaisseur

On adopte à une hauteur H= 4m

$$Sep = \frac{V_{ep}}{H}$$

$$\mathbf{Sep = 41,14 m^2}$$

- Diamètre de l'épaisseur

$$D = \sqrt{4 \times \frac{Sep}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{4 \times \frac{41,14}{\pi}}$$

$$\mathbf{D = 7,26 m}$$

Lits de séchage

Les boues épaissies sont épandues sur les lits de séchage pour y être déshydratés naturellement, les lits en forme d'aires délimitées par des murettes, sont constituées d'une couche de sable (10 à 20 cm) disposée sur une couche support de gravier (15 à 25 cm). (A. Gaid, 1984).

L'épaisseur maximale à admettre sur les lits de séchage est de 40 cm. Une grande épaisseur conduit à un colmatage de la couche du sable. La surface des lits de séchage dépend de la nature de la boue et des conditions climatiques, on admet pour les boues fraîches la surface minimale rapportée à l'équivalent habitant est de 15 hab/m². (A.Gaid, 1984).

- Surface totale lits de séchage

$$S_{lits} = \frac{218000}{15}$$

$$\mathbf{S_{lit} = 14\,533,33 m^2}$$

On fixera un lit de 8 m de largeur et de 30 m de longueur, soit une surface d'un seul lit est :

$$S_u = l \times L = 8 \times 30 = 240 \text{ m}^2$$

$$\text{Nombre de lits} = 61 \text{ lits}$$

La profondeur adoptée pour un lit de séchage est de 1m donc $H=1\text{m}$.

La hauteur des boues $H_b=0,4\text{m}$

➤ Volume des boues

$$V_b = 0,4 \times 240 = 96 \text{ m}^3$$

➤ Le nombre de lit travaillant par jour

$N = \text{Volume de boues fraîches journalières} / \text{volumes de boues dans un lit}$

$$N = 164,55 / 96$$

$N=1,71 \text{ lits}$ soit 2 lits travaillant par jour

Conclusion solution1 :

L'implantation de cette solution nécessiterait une superficie de 1,8 ha environ (pour 0,9 ha disponible sur le site présélectionné). Un autre site doit être recherché si le maître d'ouvrage souhaite retenir cette solution.

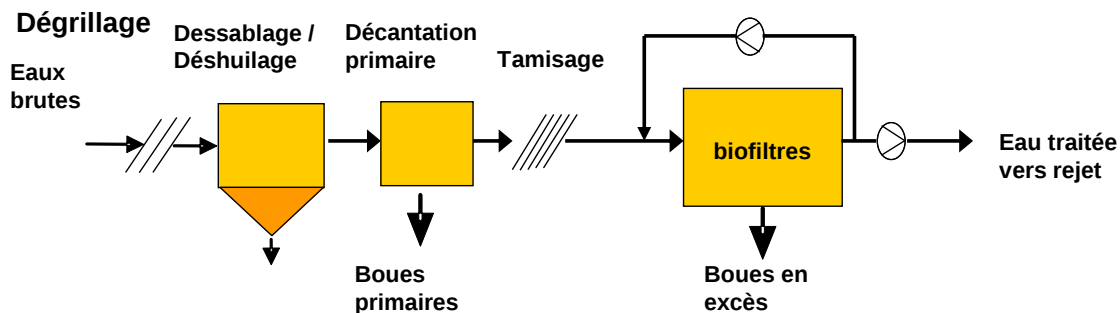


Figure 3: Station à boue activée projetée

V-3.2. Solution 2 : BIOREACTEUR A MEMBRANE

Nombreux sont les avantages liés à la mise en place de cette station. Retenons que sur le plan technique cette station serait l'une des premières à être équipée de technologies membranaires en Cote d'Ivoire et même dans la sous-région ouest africaine.

Aussi les caractéristiques de l'eau traitée offriraient la possibilité d'une réutilisation au sein de la Step pour les opérations de lavage, de refroidissement, d'hygiène et d'entretien des espaces verts. Il ne sera donc plus question de payer des pénalités relatives aux déversements d'eaux non conformes aux normes de rejet environnementales. La possible production de biogaz offrirait de l'énergie supplémentaire à utiliser au sein de la Step.



Ce procédé se fait en deux étapes majeures : un traitement biologique anaérobie ou aérobie pour

éliminer les pollutions carbonées, azotées et phosphorées, puis une filtration membranaire pour séparer les boues de l'eau épurée. Les membranes permettent une rétention absolue de la biomasse à l'intérieur du système et donc la maîtrise de l'âge des boues. L'âge des boues correspond au temps de séjour des boues dans le réacteur. Des rétro-lavages réguliers sont effectués pour déstabiliser le gâteau qui s'est formé sur les parois et ainsi éviter un colmatage trop important.

a) Filtration membranaire

Cette solution nécessite un traitement plus poussé des effluents par tamisage fin. Les dimensions des ouvrages de prétraitement restent les mêmes que celles de station à boue activée, sachant que le dessablage couplé à un dispositif de tamisage (solution 1).

La filtration membranaire assure la séparation entre boue activée et eau épurée. La boue en excès est directement extraite du bassin biologique pour être ensuite déshydratée. La filtration maintient également les microorganismes dans le bioréacteur.

Le maintien des performances de la filtration membranaire a une grande importance dans le procédé. Il repose sur différentes fonctions automatisées permettant de décolmater et de nettoyer les membranes : lavage à contre-courant, injection d'air et nettoyage chimique.

- Phase de filtration
- Phase de rétrolavage

b) Dimensionnements

Le dimensionnement du bioréacteur à membrane se fait en trois étapes. Il nous faut calculer le volume du réacteur, la quantité d'oxygène à fournir pour l'aération et enfin le nombre de modules membranaires de microfiltration en définissant leurs caractéristiques.

Il faut tout d'abord fixer les données en entrée, voici un tableau récapitulatif issu des parties précédentes:

➤ Réacteur biologique

Tableau XVII: Paramètres de dimensionnement

Paramètres	unité	valeur
Débit à l'entrée du réacteur (Qe)	m ³ /j	24000
Concentration de DCO à l'entrée (Se)	g DCO/L	0,818
Concentration de DCO dans le perméat (S)	g DCO/L	0,3
Concentration de biomasse dans le réacteur (X)	g MES/L	10
Temps de séjour des boues (Tb)	j	30
Taux de décès de la biomasse (Kd)	j ⁻¹	0,1
Taux de conversion apparent de la biomasse (Yh)	g _{MVS} /g _{DCO}	0,45
Rapport MVS/MES		0,85

Les caractéristiques de la biomasse sont déterminées à partir des équations suivantes :

- Rendement de production de boues observé (Yobs)

$$Y_{obs} = \frac{Y_H}{1 + k_d * T_b}$$

$$Y_{obs} = 0,1125 \text{ gMVS/gDCO}$$

- La charge massique dans le réacteur (Cm)

$$C_m = \frac{k_d + T_b^{-1}}{Y_H}$$

$$C_m = 0,296 \text{ gMVS/gDCO/j}$$

- La masse de biomasse nécessaire dans le bioréacteur (MVS)

$$M = \frac{Q \cdot (S_e - S)}{C_m}$$

$$M = 41\,958\,000 \text{ gMVS}$$

- La masse de biomasse nécessaire dans le bioréacteur (MES)

$$M' = VX = \frac{M}{0,8}$$

$$M' = 49\,362\,352,94 \text{ gMES}$$

- Le volume du réacteur (V)

$$V = \frac{M'}{X}$$

$$V = 4936,2354 \text{ m}^3$$

- Le temps de séjour hydraulique (T_H)

$$T_H = \frac{V}{Q}$$

$$T_H = 4,936 \text{ h}$$

- Le volume de purge journalière (Qw)

$$Q_w = \frac{V}{\tau_b}$$

$$Q_w = 164,541 \text{ m}^3/\text{j}$$

- La quantité d'oxygène nécessaire ($Q(O_2)$) et la quantité de l'air ($Q(\text{air})$)

$$Q(O_2) = Q * (S_s - S) - Q_w * X * 0,8 * 1,44$$

$$Q(\text{air}) = \frac{Q(O_2)}{0,21} * \frac{29}{32}$$

$$Q(O_2) = 10\,536,485 \text{ kg/j}$$

$$Q(\text{air}) = 45\,469,953 \text{ kg/j}$$

➤ Compartiment membranaire

Les caractéristiques de la membrane sont données dans le tableau suivant:

Tableau XVIII: caractéristiques de la membrane

Paramètres	Unité	valeur
Flux (J)	L/h/bar	990
Surface utile (S)	m ²	4,5
Diamètre moyen des pores (dp)	µm	0,2
Diamètre du module (dm)	Mm	75
Longueur du module (Lm)	Mm	550
Pression de filtration (Pf)	Bar	0,3
Temps de filtration (Tf)	H	1
Pression de retrolavage (Pf)	bar	2
Temps de retrolavage (Tf)	S	30

- Le débit brut de filtration ($Q_{m,\text{brut}}$)

$$Q_{m,brut} = \frac{J}{pf}$$

$$Q_{m,brut} = 3300 \text{ L/h}$$

- Le débit net de filtration ($Q_{m,net}$)

$$Q_{m,net} = \frac{Q_{m,brut} * T_f - J * S * P_{rl} * T_{rl}}{T_f + T_{rl}}$$

$$Q_{m,net} = 3256,364 \text{ L/h} = 78,153 \text{ m}^3/\text{j}$$

- Le nombre de modules membranaires nécessaire (N_m)

$$N_m = \frac{Q}{Q_{net}} = \frac{Q}{J_{net} S_{Module}}$$

$$N_m = 308 \text{ modules}$$

Le temps de filtration (T_f) a été fixé à 1 heure avec une pression (P_f) de 0,3 bar et le temps de retrolavage (T_{rl}) à 30 secondes à une pression (P_{rl}) de 2 bars.

Le tableau suivant résume les résultats du dimensionnement du Bàm. Les résultats ainsi obtenus montrent que la charge massique correspondante est de 0,296 gMVS/gDCO/j. Pour une concentration en MES dans le bioréacteur fixé à 10 gMES/L, le volume de réacteur biologique à installer est estimée à 4936,235m³ correspondant ainsi à un temps de séjour hydraulique de 4,93h. Pour maintenir l'âge des boues à 30 jours, une purge quotidienne de 164,541 m³/h de boue doit être effectuée. Dans le cas de la configuration aérée, la quantité d'air nécessaire est estimée à 45 469,953 kg/j. Le compartiment membranaire sera donc constitué de 308 modules parallèles de membrane de microfiltration.

Tableau XIX: Caractéristiques du réacteur biologique et du compartiment membranaire

Paramètres	unité	Valeur
La charge massique dans le réacteur (C_m)	gMVS/gDCO/j	0,296

La masse de MVS dans le bioréacteur (M)	g_{MVS}	41 958 000
La masse de MES dans le bioréacteur (M')	g_{MES}	49 362 352,94
Le volume du réacteur (V)	m^3	4936,2354
Le temps de séjour hydraulique (T_H)	h	4,936
Le volume de purge journalière (Qw)	m^3/j	164,541
La quantité d'oxygène nécessaire ($Q(O_2)$)	kg/j	10 536,485
La quantité d'air nécessaire ($Q(air)$)	kg/j	45 469,953
Le nombre de modules membranaires nécessaire (Nm)	u	308

Conclusion solution 2 :

Le site pressenti pour l'implantation de la future station d'épuration, se situe à la limite entre les quartiers d'Adjamé et du Plateau. Le site est délimité par la route C37 à l'est et par le bassin CIE, drainant les eaux usées vers la baie, à l'ouest. Le terrain est quasi plat avec une altimétrie moyenne de 5 m NGCI. La superficie du site est de 9000 m² environ. La STEP recueillera et traitera ces eaux usées. Ce site permettra l'implantation de cette solution en raison d'une emprise d'environ 9000m².



Figure 4: Bioréacteur à membrane

VI- ETUDE DES COUTS

VI-1. ETUDE DU COUT DE LA STATION A BOUE ACTIVEE

Nous tirons d'une analyse réalisée dans l'observatoire de l'eau (2015), des estimations pour les coûts des opérations d'assainissement, en fourchette de coûts HT minimaux et maximaux sur la base de ce qui a été observé dans les dossiers passés. Ces données sont issues des opérations financées par le Département sur une plage de temps allant de 2004 à 2015. Ces études ont permis d'aboutir à une formule simple d'estimation des coûts. Les plages de validité des formules ont été indiquées ainsi que les éventuelles limites et précautions à prendre dans l'utilisation de l'outil.

Station d'épuration type boues activées Capacité maximale de 33 300 EH, sans bassin d'orage :

Prix théorique = $316 (+ \text{ ou } - 11) \times \text{Capacité de traitement} + 961\,797 (+ \text{ ou } - 138\,528)$

Prix minimal théorique = $(316 - 11) \times 33\,000 + (961\,797 - 138\,528)$

Prix minimal théorique = 1 341 849 €

Nous allons faire une extrapolation pour atteindre les 218000 EH.

$X = 218\,000 \text{ EH} / 33\,300 \text{ EH}$

$X = 6,55$

Prix minimal théorique = $1\,341\,849 \times 6,55$

Prix minimal théorique = 8 784 476, 94€

Prix minimal théorique = 5 758 742 916, 3 FCFA

Prix maximal théorique = $(316 + 11) \times 33\,300 + (961\,797 + 138\,528)$

Prix maximal théorique = 11 538 127 €

Prix maximal théorique = $11\,538\,127 \times 6,55$

Prix maximal théorique = 75 574 731,85€

Prix maximal théorique = 49 543 695 636, 854 FCFA

On entend par coûts d'opération l'ensemble des coûts à déployer pour la réalisation des ce projet (AMO, maîtrise d'œuvre, frais annexes, travaux, etc...). D'une manière générale, les opérations se décomposent entre des coûts d'études et des coûts de travaux.

Notons qu'il existe des limites à cet indicateur qui peuvent influencer les résultats de ces analyses. En effet, plusieurs paramètres peuvent entrer en ligne de compte pour expliquer les coûts de mise en place d'une station d'épuration. La présence d'un bassin d'orage en entrée de station ou encore le choix de la filière boue peuvent également expliquer des fluctuations de coûts.

VI-2. ETUDE DU COUT DU BIOREACTEUR A MEMBRANE

Les couts d'investissement et d'exploitation du Bàm sont déterminés à partir de ces équations proposées par Iglesias et al. (2018) :

➤ Coût de l'installation

$$Y1=82147 \times X^{-0,495}$$

Où :

Y1 est le coût de l'installation en euro/m³/j

X est le débit journalier d'eaux usées en m³/j

$$Y1=82147 \times 24000^{-0,495}$$

$$Y1=557,68 \text{ €/m}^3/\text{j}$$

$$Y1=13384383,9 \text{ €}$$

$$Y1= 8\,779\,580\,307 \text{ FCFA}$$

➤ Coût d'exploitation

$$Y2=4,4499 \times X^{-0,34}$$

Où :

Y2est le coût d'exploitation du système en euro/m³/j

X est le débit journalier d'eaux usées traitées en m³/j

$$Y2=4,4499 \times 24000^{-0,34}$$

$$Y2=0,144 \text{ euro/m}^3/\text{j}$$

$$Y2= 94,61365071 \text{ FCFA}$$

En utilisant un débit de 24000 m³/j on obtient un investissement de 13 384 383,9 euros soit 8 779 580 307 FCFA et un cout d'exploitation 94,61 FCFA/m³ d'eau traitée. Ce coût englobe l'ensemble des charges y compris, les charges de personnel, du prétraitement, de gestion de la filière boue, des produits chimiques pour les lavages, de suivi et de maintenance et d'amortissement avec le remplacement de certains composants (membranes).

L'évaluation des charges totales d'exploitation de ce système ainsi constitué prendra en compte les charges pour la neutralisation acide et pour le relevage du bassin tampon vers le Bàm aéré. Les charges totales sont donc estimées 201,78 FCFA/m³.

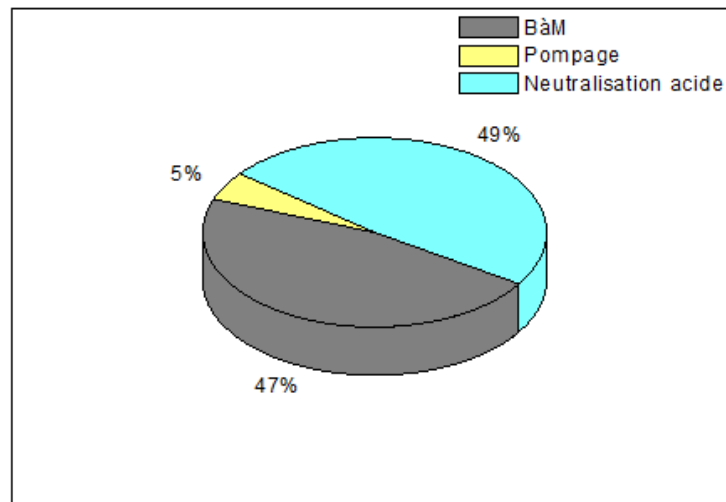


Figure 5: Répartition des charges d'exploitation BâM aérée

Par contre, pour un BâM anaérobie la production de biogaz pourrait permettre de supporter une partie des besoins énergétiques. Les tests ont conduit à un rendement de production biogaz estimé à $0,21 \pm 0,03$ Lbiogaz/gDCO éliminé. En tenant compte d'une production moyenne de 0,518 gDCO/L éliminé pour un débit moyen de 24 000 m³/j, on obtient une production journalière de 2610,72 m³/j de biogaz. La quantité correspondante de méthane est évaluée à 1540,32 m³CH₄/j en considérant un pourcentage de méthane de 59% dans le biogaz (Chen et al., 2016). La quantité d'électricité correspondante est donc estimée à 14 941,15 kWh/j.

Andrade et al. (2015) ont rapporté que les besoins pour un BâM traitant des eaux usées industrielles (laiterie) sont estimés à 1,1 kWh/m³ d'eau traitée. Le fonctionnement du BâM nécessiterait donc 23 760 kWh/j voir plus ; en ajoutant les besoins pour le relevage des eaux usées et le bassin tampon.

Selon Iglesias et al. (2018), les besoins énergétiques du BâM représentent 41% des coûts d'exploitation ce qui conduit à un coût d'exploitation de 55,82 FCFA/m³. Les charges d'exploitation de la variante BâM anaérobie sont estimées au total à 153,9 FCFA/m³ d'eau traitée soit une baisse de 23,7% relativement au coût d'exploitation du BâM aéré.

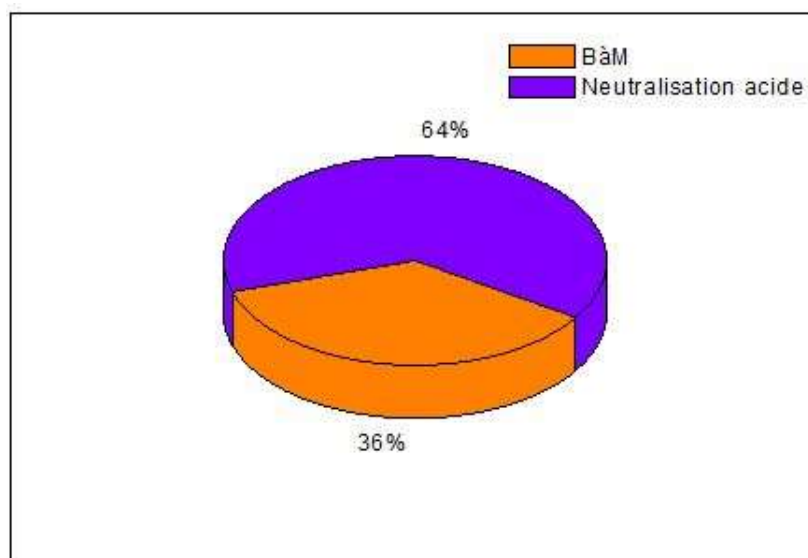


Figure 6: Charge d'exploitation d'un BâM anaérobie

Aux coûts d'investissement nous ajouterons le coût du terrassement s'élevant à **65 539 758 FCFA** et les d'installation chantier s'élevant à **15 404 822 FCFA**.

Cout total d'investissement du projet

Le montant global du projet s'élève à **8 860 524 867 FCFA**.

VII-ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

D'après le décret N°96-894 (Côte d'Ivoire), les projets visés à l'article 2 alinéa 1 tels que les projets de : agriculture, aménagements forestiers, industries extractives, industrie de l'énergie, élimination des déchets, industries des produits alimentaires, industries chimiques, travail des métaux, fabrication de verre, industries chimiques, industrie textile, industrie du cuir, du bois et du papier, industries du caoutchouc, projets d'infrastructures, documents d'urbanisme ; doivent être soumis à une étude d'impact environnemental.

Le projet de mise en place dont la construction de la station d'épuration faisant partie intégrante de celui-ci, doit être soumis à une étude d'impact environnemental. Et à partir de cette étude nous établirons le Plan de Gestion Environnemental de ce sous-projet.

VII-1. CADRE LEGISLATIF, REGLEMENTAIRE ET AUTRES EXIGENCES APPLICABLES AU PROJET

Les principaux textes applicables sont la loi n°96-766 du 3 octobre portant 1996 Code de l'environnement , la loi n°98-755 du 23 décembre 1998 portant Code de l'eau, le décret n°97-678 du 3 décembre 1997 portant sur la protection de l'environnement marin et lagunaire contre la pollution et l'Arrêté n°01164/MINEF/CIAPOL/SDIIC du 04 novembre 2008 portant réglementation des rejets et émissions des installations classées pour la protection de l'environnement.

Le code de l'environnement et code de l'eau visent, en partie, à la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et zones humides.

Ainsi, les articles 48 et 49 du code de l'eau stipulent respectivement que « les déversements, dépôts de déchets de toute nature... susceptibles de provoquer ou d'accroître la pollution des ressources en eau sont interdits » et « tout rejet d'eaux usées dans le milieu récepteur doit respecter les normes en vigueur ».

Quant au code de l'environnement, on peut retenir les articles 75, 76 et 77 qui stipulent respectivement que « Sont interdits les déversements, les rejets de tous corps solides, de toutes

substances liquides et gazeuses dans les cours et plans d'eaux et leurs abords », « Il est interdit de rejeter dans les zones maritimes et lagunaires, toutes substances susceptibles de détruire la faune et la flore, porter atteinte à la valeur esthétique et touristique de la lagune,... » Et « Il est interdit de rejeter dans les zones maritimes et lagunaires des eaux usées, à moins de les avoir préalablement traitées conformément aux normes en vigueur ».

Appliqué au projet, l'article 48 du Code de l'Eau et les articles 75 et 76 du Code de l'Environnement contraignent implicitement à la prévention des pollutions accidentelles (notamment par les produits liquides tels que les hydrocarbures) et des pollutions susceptibles d'être engendrées par les déchets dangereux générés lors des travaux. Des dispositions devront donc être prises par la (les) société(s) adjudicataire(s) pour s'y conformer.

Quant à l'article 49 du Code de l'Eau et aux articles 76 et 77 du code de l'environnement, ils contraignent implicitement à la construction et l'exploitation d'ouvrages capables de mitiger les charges polluantes (surtout les éléments grossiers biodégradables ou non, sable et eaux usées domestiques) des eaux urbaines avant leur rejet dans la baie.

L'Arrêté n°01164/MINEF/CIAPOL/SDIIC du 04 novembre 2008 ; Bien qu'étant destiné aux installations classées pour la protection de l'environnement, la préoccupation majeure de ce texte est la protection des milieux récepteurs. Ainsi, au paragraphe 6 de son article 3, il stipule que « Les valeurs limites de rejets d'eau sont compatibles avec les objectifs de qualité et la vocation piscicole du milieu récepteur, les orientations du schéma Directeur d'aménagement et de gestion des eaux. Dans ce but, l'arrêt d'autorisation fixe plusieurs niveaux de valeurs limites, selon le débit du cours d'eau, le taux d'oxygène dissout ou tout autre paramètre significatif ou la raison pendant laquelle s'effectue le rejet ».

En son article 4, l'arrêté définit, sous réserve de certaines activités, les concentrations de certains paramètres que doivent respecter les eaux résiduaires avant leur rejet dans le milieu naturel. Le tableau suivant donne quelques seuils de rejet à respecter.

Tableau XX: Seuils réglementaires de quelques paramètres des eaux avant rejet dans le milieu naturel par les ICPE (rapport final EIES baie de Cocody, 2013)

Paramètres	Seuils
Potentiel d'Hydrogène (pH)	5,5- 8,5
Température	< ou = 40°C

Matières en suspension (matières en suspension et matières organiques)	• niveau A, abattement de : - 80% sur la DBO5 et les MES - 75% sur la DCO, les substances azotées et phosphorées • niveau B (flux) - 150 mg/I si le flux journalier maximal $\leq$ 15 Kg/j, - 50 mg/I si flux journalier maximal $>$ 15 Kg
Demande biochimique en oxygène (DBO5) sur effluent non décanté	• 150 mg/I si le flux journalier maximal $\leq$ 50kg/j ; • 100 mg/I si le flux journalier maximal $>$ 50kg/j
Demande chimique en oxygène (DCO) sur un effluent non décanté	• 500 mg/I si le flux journalier maximal $\leq$ 150 kg/j ; • 300 mg/I si le flux journalier maximal $>$ 150 kg/j. Toutefois, des valeurs limites de concentration ou de flux différents, imposés ci-dessus, peuvent être fixées par suite à des cas spécifiques notamment lorsque la capacité d'auto épuration du milieu récepteur est insuffisante
Azote (Azote global comprenant l'azote organique, l'azote ammoniacal et l'azote oxydé)	15 mg/I en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal est $\geq$ 30 kg/j. Toutefois, des valeurs limites de concentration différentes peuvent être fixées pour les cas spécifiques notamment lorsqu'on prend en compte les caractéristiques du milieu récepteur (milieu récepteur fortement pollué ou destiné à des usages spécifiques).
Phosphore (phosphore total)	• 30 mg/I en concentration moyenne mensuelle si le flux journalier maximal $\leq$ 5 kg/j • 10 mg/I en concentration moyenne mensuelle si le flux journalier maximal $>$ 5 kg/j

Autres substances	
Phénols	0,3 mg/I si le rejet dépasse 3 g/j
Chrome Hexavalent	0,1 mg/I si le rejet dépasse 1 g/j
Cyanures	0,1 mg/I si le rejet dépasse 1 g/j

Plomb (Pb)	0,5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j
Cuivre (Cu)	0,5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j
Chrome (Cr)	0,5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j

Ces paramètres et seuils sont des contraintes pour les ICPE, mais toutefois, certains paramètres devront être suivis par principe de précaution, de prévention et surtout pour préserver la baie de Cocody (milieu récepteur des eaux de drainage du projet) contre les pollutions. Les paramètres qui sont directement liés au projet et qui devront être maîtrisés sont les apports de macrodéchets, de sable et d'eaux usées domestiques. La satisfaction de ces contraintes demande la conception d'ouvrages effectivement aptes à épurer les eaux drainées avant leurs rejets dans la baie.

Concernant les autres substances (susceptibles d'être contenues dans les eaux drainées), surtout chimiques (huiles et graisses, azote, phosphore, hydrocarbures, etc.), leur maîtrise s'avère délicat car les sources, les circonstances et les personnes directement impliquées ne sont pas sous contrôle, d'où leur présence et proportion dans les eaux ne sont pas une contrainte pour ce dernier.

Cependant, des actions pourraient être menées en amont de la Baie de Cocody pour mitiger la contamination des eaux pluviales à drainer (identification des sources et causes de contamination, identification des personnes impliquées, les sensibiliser, voir les assister techniquement et financièrement, etc.).

VII-2. IMPACTS POTENTIELS IDENTIFIES SUR LE SITE

Les impacts potentiels identifiés ont été recueillis sur le site à la phase de l'enquête.

VII-2.1. Problèmes généraux rencontrés sur la zone d'étude

Les problèmes soulevés en majorité sont les mauvaises odeurs avec persistance au nord de la baie de Cocody et plus précisément au niveau du chenal. Cela est certainement dû à l'apport des eaux chargées en matière organique (apport de déchets). Quelques autres agents quant à eux, ont souligné le problème de débordement au niveau de l'indénie durant les temps pluvieux.

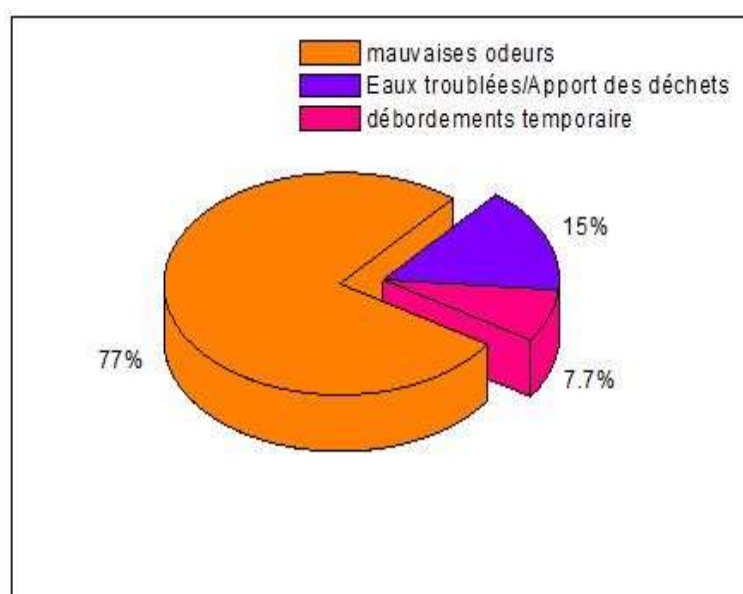


Figure 7: Problèmes constatés sur la zone d'étude

➤ Les problèmes liés aux activités

Les problèmes majeurs liés aux activités sont majoritairement les problèmes de salubrité, et le ralentissement des travaux. A côté de ceux-ci nous notons la défaillance de certains EPI, les lenteurs de correction de non-conformité et la difficulté du port permanent de EPI.

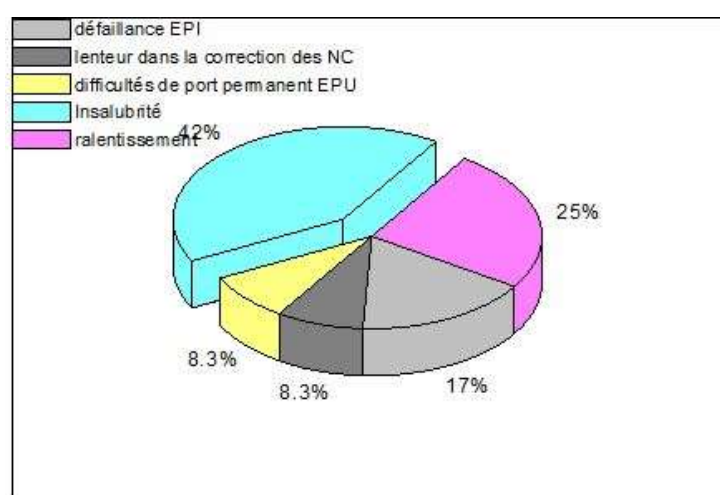


Figure 8: Problèmes liés aux activités

➤ Les causes de la pollution de la baie

Selon les agents, les causes de la pollution de baie pourraient-être les mauvaises

habitudes des populations, et à l'ignorance de celles-ci face à ce phénomène. Cette pollution pourrait être due également à l'insuffisance des infrastructures de drainage selon certains agents.

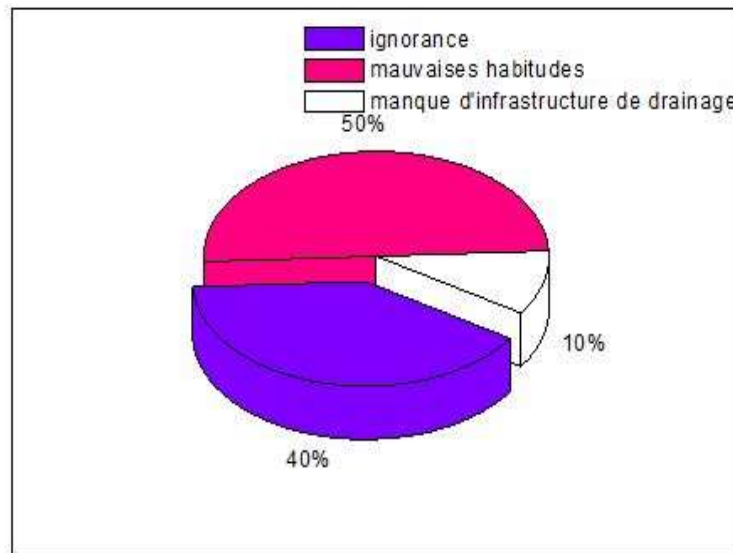


Figure 9: Causes de la pollution

VII-2.2. Impacts sur la qualité de l'eau

Les impacts sur la qualité de l'eau identifiés sur la zone d'étude sont spécifiquement :

- une pollution microbienne qui se manifeste par la présence de germes indicateurs de contamination fécale (coliformes thermorésistants, entérocoques, streptocoques et Clostridium sulfitoréducteurs) à forte concentration (voir le rapport d'analyse du Laboratoire Enval). Elle est liée à l'apport des eaux usées domestiques et est plus élevée auprès des points de rejet et des berges.
- une pollution organique qui est liée à la charge en matières organiques qui ont un effet fertilisant immédiat sur les phytoplanctons. Les matières organiques se dégradent (se minéralisent) rapidement du fait des températures élevées et dégagent des gaz (ammoniac, sulfures et mercaptan) et augmentent le taux de nutriments (azote et phosphate) dans la baie. Les matières dégradées s'incorporent aux sédiments et engendrent l'envasement du fond de la baie. Les gaz occasionnent des nuisances olfactives et les nutriments augmentent la production de phytoplanctons qui par la suite entraînent l'eutrophisation de la baie.

En somme, la pollution organique :

- présente un aspect désagréable de la baie (odeurs, couleur, etc.) ;
- limite les activités de pêche ;
- entraîne une eutrophisation de ces eaux;
- cause la migration des espèces fauniques aquatiques ;
- entraîne la réduction de l'étendue de la baie ;
- provoque une contamination chimique caractérisée par des métaux lourds, des PCB, etc. qui présentent des risques sanitaires.

VII-2.3. Impacts sur la faune aquatique

L'envasement et l'ensablement suite à l'érosion ainsi qu'aux rejets des eaux usées et de déchets ménagers ont des effets néfastes sur la faune aquatique en entraînant la baisse de la productivité halieutique, une perte d'habitat. Par ailleurs, la coloration noirâtre actuelle des eaux de la baie et le dégagement du sulfure d'hydrogène (H_2S) caractérisé par l'odeur d'œuf pourri fait courir d'énormes risques sanitaires aux poissons, mollusques et crustacés. En effet, les eaux usées déversées dans la baie pourraient entraîner un enrichissement de celle-ci en bactéries et virus entériques et favoriser la mortalité de la faune. De même, la contamination des eaux de la baie par les polluants (pesticides) suite au lessivage et remise en suspension de ceux-ci accumulées dans les sédiments pourrait agir sur la physiologie des organismes aquatiques par les phénomènes de bioaccumulation et bioamplification.

Cependant, soulignons que les conditions létales pour certaines espèces sont très localisées (zone eutrophiée et/ou quasiment envasée).

VII-2.4. Impacts sur la flore aquatique

En absence du projet, le site en tant que milieu récepteur, est depuis longtemps soumis à un apport excessif d'éléments solides et en suspension dont beaucoup sont des polluants. De plus, le site est le débouché de plusieurs égouts domestiques très chargés qui viennent s'y confiner. A cela s'ajoute l'arrivée des plantes aquatiques qui proviennent des systèmes en amont et qui viennent mourir dans la baie. La putréfaction de tous ces éléments a des impacts négatifs sur la santé du site. Toute cette situation a engendré une disparition progressive de l'écosystème mangrove, notamment du Palétuvier rouge (*Rhizophora racemosa*) et une prolifération

d'espèces envahissantes telles que *Eichhomia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Nelumbo nucifera*, *Echinochloa pyramidalls*.

VII-2.5. Impacts sanitaires

La pollution de la baie de Cocody présente un risque épidémiologique, un risque écotoxicologique en termes de santé publique et les risques sanitaires liés à la contamination de l'air.

➤ Le risque épidémiologique : comme signifié, la pollution microbienne est la plus importante dans la baie et constitue le type de pollution le plus préoccupant en milieu lagunaire. Les concentrations de Germes Indicateurs de Contamination Fécales observées (à certains endroits) sont très supérieures aux normes sanitaires OMS/PNEU ce qui rend l'eau impropre aux baignades (risque de contamination par contact directs avec le corps) et à la pêche (risques de contamination par la consommation de poissons, crustacés et mollusques). Les populations sont donc exposées à la fièvre typhoïde, au choléra, aux salmonelloses, aux maladies diarrhéiques, etc.

➤ Les risques toxicologiques liés aux risques écotoxicologiques causés par la présence de micropolluants qui s'accumulent dans la chaîne trophique. Jusqu'en l'an 2002, les analyses de métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, cobalt, nickel) et d'organochlorés (DDT, lindane, PCB) dans les organismes vivants (poissons et crustacés) pêchés dans le secteur urbain de la lagune ont toujours mis en évidence des concentrations inférieures aux normes internationales admises pour la consommation des produits de la pêche.

➤ Les risques sanitaires liés à la contamination de l'air par l'ammoniac, les sulfures (hydrogène sulfuré, etc.) et le mercaptan : la manifestation des dangers liés à ces composantes sont liées à leur concentration dans l'air et au temps d'exposition des personnes. Bien que nous n'ayons pas de données quantitatives de ces gaz dans la zone.

VII-3. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (PGES)

Le PGES vise à définir les moyens organisationnels et opérationnels que devra mettre en œuvre le Ministère de la Construction, de l'Assainissement et de l'Urbanisme pour assurer la mise en œuvre adéquate de l'ensemble des mesures environnementales et sécuritaires suggérées dans le rapport de l'Etude d'Impact Environnemental et Sociale (EIES). Le PGES comprendra (03) phases à savoir :

- La phase de préparation et d'installation comprendra la préparation des emprises, et l'installation de chantier (installation des bureaux, de dépôt de matériels et des matériaux, d'ateliers mécaniques, de toilettes, des aires de stockage de carburant et autres dérivés d'hydrocarbures, etc.).
- La phase de construction (ou phase des travaux) concernera la construction des activités de terrassement, la réalisation des cavaliers de protection et des murs de soutènement, et la fourniture et la pose des ouvrages. Les intrants nécessaires aux travaux seront principalement les matériaux graveleux et sables, les granulats le ciment, l'eau, les enrochements, béton armé, etc.).
- La phase d'exploitation et d'entretien consistera en la mise en service de la STEP

Au plan environnemental, certains travaux sont planifiés et les contraintes techniques inhérentes au projet seront les suivantes :

- Utiliser des matériaux naturels de très bonne qualité ;
- Maintenir dans les meilleures conditions possibles, la circulation routière dans la zone du projet durant les travaux ;
- Installer une centrale d'enrobage, les bureaux et un atelier de réparation mécanique dans une zone optimale ;
- Recenser tous les réseaux souterrains (fibres optiques, conduites d'eau potable, conduites d'assainissement, etc.) de la zone du projet.

En dehors des contraintes techniques, il faut compter également avec les contraintes environnementales et sociales ci-après :

- Protéger du mieux possible la qualité de l'eau de la Lagune Ebrié, la qualité de l'air et l'état acoustique de la zone du projet ;
- Protéger du mieux possible la faune et la flore aquatique de la zone du projet ;

Vous trouverez en annexe le PGES.

VIII- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

En définitive, il ressort de ce travail que le deuxième scénario qui est la mise en place d'une station d'épuration à bioréacteur à membrane est la solution optimale en considérant l'espace d'emplacement pressenti pour la mise en place du projet ; la réalisation d'une station de traitement à boue activée nécessiterait doublement d'espace que celui disponible.

Pour un coût d'environ 8 779 580 307 FCFA, cet investissement pourrait être amorti si nous optons pour des bioréacteurs anaérobies. La qualité de l'eau issue de cette station est conforme aux exigences environnementales, élimine efficacement les pollutions carbonées et azotées ainsi que la quasi-totalité des MES. La désinfection de l'eau épurée est assurée par l'étape intégrée de filtration membranaire. Ainsi la réalisation de ce projet serait avantageuse au plan financier car le financement obtenu pour la mise en place de la STEP de l'Indenié s'élève à 22milliards de franc CFA, En plus elle contribuera effectivement à l'amélioration du cadre de vie des populations.

Le système proposé est théoriquement capable de fournir des eaux épurées qui permettront les renouvellements des eaux de la baie de Cocody voire une réutilisation en partie pour l'irrigation, l'arrosage des espaces verts et pour les installations de production d'air conditionné.

Contrairement aux filières de traitements classique (élimination des grands bassins de décantation, de filtration sur sable...), cette filière de traitement ne possède que deux grandes étapes et présente d'énormes avantages en terme de performance, de rapidité et de gain de place. Cette optimisation permet d'augmenter considérablement la vitesse de traitement des eaux.

Le site peut donc être implanté dans n'importe quel endroit puisque sa conception innovante et optimisée en fait un ouvrage compact, sans nuisances olfactives, sonores et environnementales.

IX- BIBLIOGRAPHIE

- Abdlerkader, G.**, Traitement des eaux résiduaires, document issue des Techniques de l'ingénieur, ref. C 5 220.
- Andrade, L.H., Mendes, F.D.S., Espindola, J.C., Amaral, M.C.S., Federal University of Minas Gerais, Brazil, (2015).** Reuse of dairy wastewater treated by membrane bioreactor and nanofiltration : technical and economic feasibility. Braz. J. Chem. Eng. 32, 735–747. doi :10.1590/0104-6632.20150323s00003133
- BNETD, and C.I.D., (2016).** Etudes techniques et techniques et suivi des travaux composante «Assainissement» Mission 2 : avant-projet detaille. Abidjan, République de Côte d'Ivoire: Bureau d'étude.
- Bordereau des prix unitaires, (2007).** Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE), Cote d'Ivoire
- Bouhoreira, M., and Kaoutar, B., (2015).** Dimensionnement d'une Station d'épuration pour la ville de Adrar. Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie
- BURGEAP, Cote d'Ivoire, and Ministère de la construction, de l'assainissement et de l'urbanisme, (2013).** Renforcement des ouvrages de drainage au carrefour de l'Indénie et de l'aménagement des berges de la baie de Cocody, LOT 1 : Rapport d'Etude d'Impact Environnemental et Social. Final. Abidjan, Cote d'Ivoire.
- Chen, H., Chang, S., Guo, Q., Hong, Y., Wu, P., (2016).** Brewery wastewater treatment using an anaerobic membrane bioreactor. Biochem. Eng. J. 105, 321–331. doi : 10.1016/j.bej.2015.10.006
- Cheng, W.P., Fung H.C., Ruey F.Y., and Yu, C.L. (2005).** Using Chitosan as a Coagulant in Recovery of Organic Matters from the Mash and Lauter Wastewater of Brewery. Journal of Polymers and the Environment 13 (4): 383–88.
- Ecole national des Sciences appliquées Agadir.** Support-de-cours-Dimensionnement-STEP.” In STEP-GPEE-5 par boues activées, 4 à 22. Maroc.
- Grasmick, A., Cabassud, C., Sperandio, M., Wisniewski, C., Bioréacteurs à membranes et traitement des eaux usées,** document issue des Techniques de l'Ingénieur, ref. W 4 140
- Iglesias, R., Simón, P., Moragas, L., Arce, A., Rodriguez-Roda, I., (2018).** Cost comparison

of full-scale MBRs. MBR Site. URL <https://www.thembrsite.com/features/cost-comparison-of-full-scale-water-reclamation-technologies-with-an-emphasis-on-membrane-bioreactors/> (accessed 7.27.18)

Marchicamed, (2018). Rapport de la mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour le mois de Juillet. Abidjan, République de Côte d'Ivoire: Assistant maîtrise d'ouvrage.

Novec, Groude C.D.G., (2018). Etude de pré-faisabilité: Station d'épuration des eaux usées de l'indénie, Maroc

Observatoire de l'eau, (2015). Les coûts des opérations dans le domaine de l'eau en Seine-et-Marne.

Ourahmoun, L., (2015). "Contribution au dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées OUED FALLI commune et DAIRA de TIZI OUZOU. Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, Algérie.

Patrice, B., (2008). *Principes de base des Technologies à Membranes*, Lien: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00201760/document>

Président de la République, (1996). Décret n° 96-894 déterminant les règles et procédures applicables aux études relatives à l'impact environnemental des projets de développement, Pub. L. No 96-894, N° 96-894.

SGTM, and Enval Laboratoire, (2005). Analyses microbiologique, physicochimique et métaux lourds des Eaux usées. Abidjan, Cote d'Ivoire: Entreprise.

Webographie :

Site de Bureau d'Etudes Industrielles Energies Renouvelables et Environnement, Lien: <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0910/bei/beiere/groupe2/node/67.html>

Site de Veolia Eau, Rubrique Biosep, Lien: <http://www.veoliawaterst.com/bioseps/fr/>

Vincent N., Cabassud C., Babassud M., Durand-Bourlier L., Laine J-M., *Method for regulating a membrane filtering installation*, 2004, Lien: <http://www.patent-de.com/20040909/EP1343575.html>

ANNEXES

Annexe I : Inventaire des rejets identifiés

Annexe II : Visites chantier

Annexe III : Fiche d'enquête

Annexe IV : Remplissage des bouteilles

Annexe V : Intercepteurs projetés

Annexe VI : Plan de gestion environnemental et social

Annexe VII : Intercepteurs projetés

Annexe I : Inventaire des rejets identifiés

Tableau XXI: Caractéristiques des ouvrages de rejet des eaux usées et pluviales dans la baie de Cocody

Ouvrage de rejet	Coordonnées X	Coordonnées Y	Nature des eaux rejetées
RJ 1	388 043	588 168	EU + EP
RJ 2	387 926	588 338	EU + EP
RJ 3	387 797	588 394	EP
RJ 4	387 683	588 474	EU + EP
RJ 5	387 635	588 535	EU + EP
RJ 6	387 587	588 592	EP
RJ 7	387 554	588 690	EP
RJ 8	387 437	588 875	EP
RJ 9	387 345	588 980	EU + EP
RJ 10	387 329	588 980	EU + EP
RJ 11	387 262	588 980	EP
RJ 12	387 199	589 216	EP
RJ 13	387 173	589 282	EP
RJ 14	387 157	589 346	EU + EP
RJ 15	387 158	589 393	EP
RJ 16	387 166	589 621	EP
RJ 17	387 204	589 699	EP
RJ 18	387 240	589 784	EU + EP
RJ 19	387 235	589 887	EP
RJ 20	387 202	589 942	EU
RJ 21	387 214	589 988	EP
RJ 22	387 221	590 041	EP
RJ 23	387 290	590 092	EP
RJ 24	387 332	590 281	EP
RJ 25	387 352	590 303	EU + EP
RJ 26	387 411	590 357	EP
RJ 27	387 431	590 375	EU + EP

Etude de faisabilité de la mise en place d'une station d'épuration pour la gestion des eaux
usées de la baie de Cocody

RJ 28	387 471	382	EU + EP
RJ 29	387 549	590 333	EP
RJ 30	387 583	590 281	EP
RJ 31	387 639	590 093	EU
RJ 32	387 610	589 980	EU
RJ 33	387 609	589 890	EU
RJ 34	387 828	589 709	EU + EP
RJ 35	387 915	589 770	EP
RJ 36	387 965	589 825	EP
RJ 37	388 016	590 052	EU + EP
RJ 38	387 991	589 585	EP
RJ 39	388 067	589 232	EP

Annexe II : Visites chantier



Annexe III : Fiche d'enquête

QUESTIONNAIRE

Date : /__/_/-/__/_/- 2018

N° fiche /__/_/_/

I- IDENTIFICATION DU REPONDANT

1- Tranche d'âge :

Moins de 25ans /__/

25ans – 35ans /__/

36ans – 50ans /__/

Plus de 50 ans /__/

2- Sexe : M /__/ F /__/

3- Quel est votre niveau d'étude ?

/... /CEPE /... / BEPC /... / Bac /.../ Bac + 2 /.... / Bac+3 /.... / Bac+4

/.... / Bac+5

/.... / Bac+5 ou plus

4- Nom de l'entreprise:

5- Fonction:

II- INFORMATIONS GENERALES

6- Avez-vous reçu une formation sur la gestion des eaux usées ?

Oui /__/

Non /__/

Si oui, où ? École de formation /__/ Séminaire /__/ Atelier /__/

Autres (préciser).....

7- Quelles sont vos missions sur le chantier ?

.....

8- Depuis combien de temps êtes-vous sur le chantier ?

.....

III- HYGIENE DU MILIEU ET L'ASSAINISSEMENT

9- Quelles sont les mesures de sécurité prises contre les pollutions auxquelles vous êtes confrontées ?

.....
.....

10- Avez-vous eu ces derniers mois des problèmes du type : mauvaises odeurs, débordements des eaux autour de la baie?

.....
.....

11- Avez-vous une connaissance du volet assainissement prévu pour l'aménagement de la baie de Cocody?

Oui /__/

Non /__/

12- Quels sont les problèmes liés à l'hygiène et à l'assainissement :

➤ Dans le milieu naturel ?

.....
.....

➤ dans vos différentes activités ?

.....
.....

13- Quelles peuvent-être les causes de ces problèmes ?

.....
.....
.....

14- Quelles sont les conséquences de ces problèmes?

.....

.....
.....
15- Que penseriez-vous de la mise en place d'un système de traitement de ces eaux usées ?

Mauvaise idée/___/

Bonne idée/___/

Très bonne idée /___/

16- Avez-vous des souhaits ou des remarques particulières en matière d'assainissement des eaux usées ?

.....
.....
Merci pour votre attention !!

Annexe IV : Remplissage des bouteilles



Annexe V: INTERCEPTEURS PROJETES

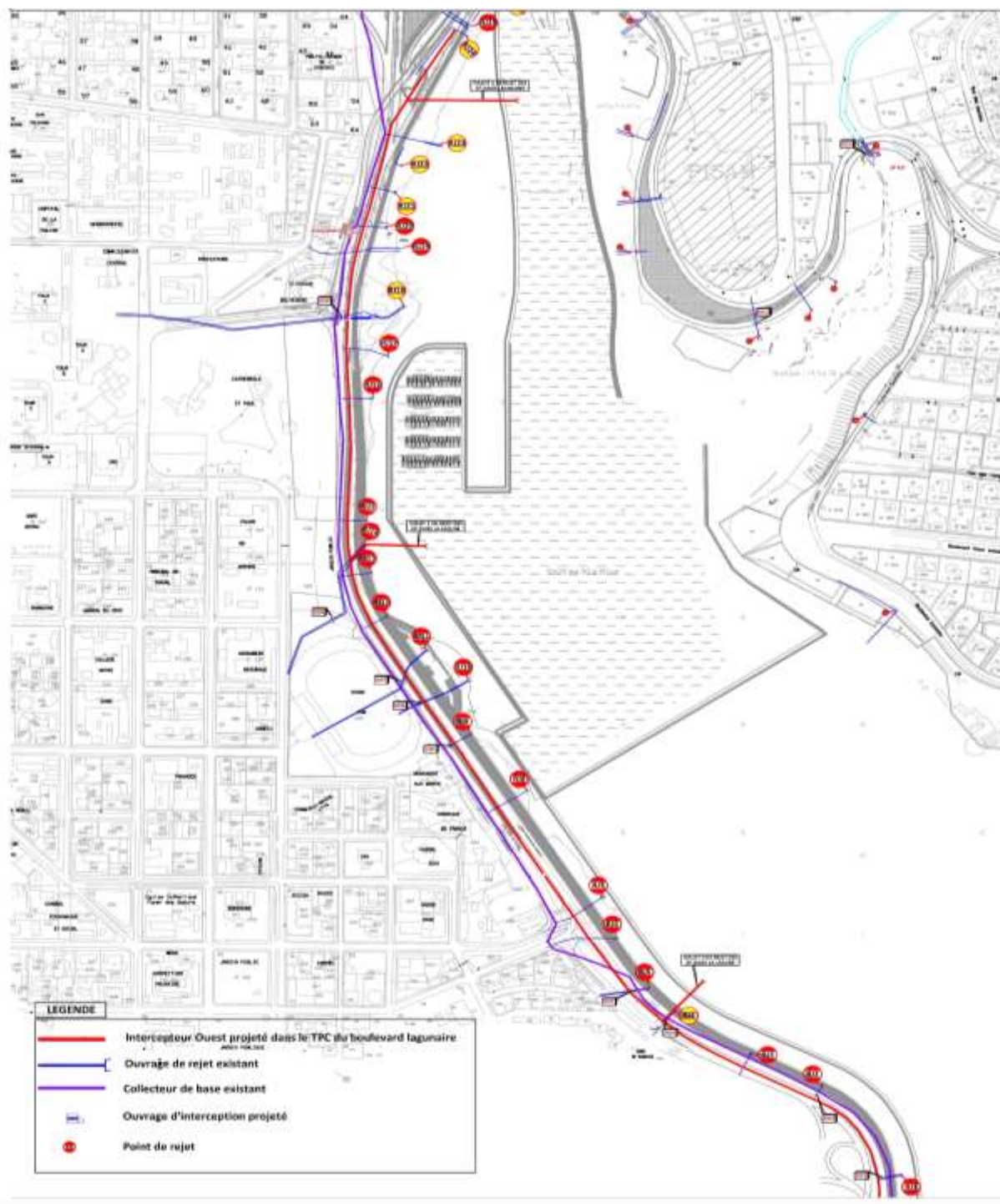




Figure 11: Intercepteur Est

Annexe VI: Plan de gestion environnemental et social (PGES)

Activités et sources potentielles d'impacts	Impacts									Mesures d'atténuation/ de compensations/ de bonification des impacts	
	Compartiment environnemental et social					Caractérisation					
	Eau		A	S	Faune/	Description	Ampleur				
	surface	Souterraine	i r	o l	flore socio- eco		Intensité	Etendue	Durée		Importan ce
Phase de pré aménagement											
Transport des matériaux et engins roulants de chantier			X			Contamination de l'air par les rejets (gaz de combustion) et la poussière.	1 à 2	1	1	Faible	. Faire une maintenance préalable des véhicules de transport et tenir compte de la qualité du carburant; . Limiter la circulation des engins de chantier aux stricts besoins.
			X			Contamination de l'air par les bruits des véhicules	1 à 2	1	1	Faible	
				X		Contamination du sol par les fuites et déversements accidentels	1	1	1	Faible	Faire une maintenance préalable des véhicules de transport.
					X	Perturbation du trafic routier	1	2	1	Faible	. Disposer les équipements dans les véhicules de transport conformément aux normes de transport; éviter les pannes

Phase de pré aménagement											
Installation du chantier			X			Contamination de l'air par les émanations gazeuses de carburant	1	1	2	Faible	Disposer les stocks de produits pétroliers en milieu aéré afin d'éviter des poches de concentration de gaz
			X			Contamination de l'air par les bruits des véhicules	1	1	1	Faible	Limiter l'usage des signaux sonores
	X			X	X	Contamination du sol et eaux pluviales par les produits pétroliers et huiles	1 à 2	1 à 2	1 à 2	Faible à moyenne	Disposer les produits liquides dangereux (carburant, etc.) sur des aires étanches munies de dispositif de rétention et protégés contre les eaux pluviales afin d'éviter tout risque d'infiltration ;
				X		Déstabilisation de la structure du sol	1	1	2	Faible	. Veiller à enherber le site après les travaux.
					X	Accroissement du taux de déchets solides	1	1	2	Faible	Collecter et gérer les déchets suivant les filières appropriées.
Déblaiement du site			X			Contamination de l'air par les émanations gazeuses de carburant	1	1	1	Faible	Utiliser des méthodes moins polluantes; Limiter l'usage des engins et équipements de chantier aux stricts nécessaires.
			X			Contamination de l'air par les bruits des véhicules	1 à 2	1 à 2	1	Faible à moyenne	faire une maintenance préalable des véhicules de transport et tenir compte de la qualité du carburant.
			X			Risque de démantèlement d'équipements souterrains et altération du bitume.	1 à 2	1 à 2	1	Faible à moyenne	Prendre des dispositions pour limiter les démantèlements ; Remettre en état dans les brefs délais ceux

										qui seront démantelés
				X	Perturbation du trafic routier	2	1	2	moyenne	Mettre en place des signaux et balises de sécurité; Créer des routes de déviation si nécessaire; Réguler la circulation des véhicules sur le bitume en cas de besoin.
Phase d'aménagement										
Terrassements généraux du site			X		Contamination de l'air par la poussière.	1	1	1	Faible	Limiter la circulation des engins de chantier au strict besoin.
			X		Contamination de l'air par les rejets des engins motorisés.	1	1	1	Faible	Faire des maintenances mécaniques préalables et durant les travaux des engins roulants et tenir compte de la qualité du carburant
	X	X		X	Contamination du sol et eaux pluviales par les produits pétroliers	1 à 2	1	1	Faible	Faire une maintenance préalable des engins de chantier (étanchéité, etc.).
				X	Perturbation du trafic routier	3	2	2	Moyenne	Sécuriser le périmètre restreint des travaux (balises et de signaux de signalisation des travaux); Informer les usagers de l'axe routier (syndicats de transports communaux et intercommunaux, populations, etc.) des dispositions relatives aux travaux (dates de démarrage et fin des

											travaux, jours et heures de travail, etc.) au travers de canaux de communication ; Désigner des agents pour réguler la circulation en cas de besoins.
Phase d'aménagement											
Terrassements généraux du site					X	Risque de démantèlement d'équipements souterrains et altération du bitume	1 à 2	1	1	Faible	Prendre attache avec les structures potentielles disposant d'équipements souterrains dans la zone afin d'identifier les emplacements ; Prendre des dispositions pour limiter les démantèlements ; Remettre en état dans les brefs délais ceux qui seront démantelés; Remettre en état le bitume après les travaux.
					X	Opportunité d'emplois	1	1	1	Faible	Employer dans la mesure du possible les populations du district d'Abidjan (de préférence ceux des communes concernées par le projet) pour l'exécution des tâches non qualifiantes.
					X	Emission de bruits émis par les engins et équipements de chantier.	1 à 2	1 à 2	1	Faible à moyenne	Employer des engins insonorisés au maximum; Utiliser les outils et équipements que dans les cas nécessaires et pendant des durées optimisées.
			X			Contamination de l'air par la poussière et le ciment	1	1	1	Faible	Limiter la manipulation des matériaux de construction aux stricts besoins tout en

Etude de faisabilité de la mise en place d'une station d'épuration pour la gestion des eaux usées de la baie de Cocody

Travaux de génie civil						lors des opérations.					utilisant des procédés de limitation d'émission de poussière.
			X			Contamination de l'air par les rejets des engins motorisés.	1	1	1	Faible	Faire des maintenances mécaniques préalables et durant les travaux des équipements motorisés et tenir compte de la qualité du carburant.
	X	X			X	Contamination du sol et eaux pluviales par les produits pétroliers	1 à 2	1	1	Faible	Faire une maintenance préalable des engins de chantier (étanchéité, etc.) et veiller à minimiser la contamination des eaux
Phase d'aménagement											
Travaux de génie civil					X	Emission de bruits émis par les engins et équipements de chantier	1	1	1	Faible	Employer des engins insonorisés au maximum; Utiliser les outils et équipements que dans les cas nécessaires et pendant des durées optimisées.
					X	Opportunité d'emplois	1	1	1	Faible	Employer dans la mesure du possible les populations du district d'Abidjan (de préférence ceux des communes concernées par le projet) pour l'exécution des tâches non qualifiantes.
					X	Perturbation du trafic routier	3	2	2	Moyenne	Mettre en place des signaux et balises de sécurité; Créer des routes de déviation si nécessaire; Réguler la circulation des véhicules sur le

										bitume en cas de besoin.	
Remblaiement des abords			X			Contamination de l'air par la poussière, par les rejets des engins motorisés.	1 à 2	1 à 2	1	Faible à Moyenne	Limiter l'utilisation des engins aux stricts besoins Faire des maintenances mécaniques préalables et durant les travaux des équipements motorises et tenir compte de la qualité du carburant.
			X			Emission de bruits émis par les engins et équipements de chantier.	1 à 2	2	1 à 2	Faible à moyenne	Employer des engins insonorisés au maximum (conformément aux normes); Utiliser les outils et équipements que dans les cas nécessaires et pendant des durées optimisées; Limiter l'usage des avertisseurs sonores aux stricts nécessaires.
Remblaiement des abords	X			X	X	Réduction de l'étendue spatiale initiale	3	3	3	Majeure	Optimiser l'exploitation de quantité importante du "sable propre" pour conserver une part importante du plan.
					X	Perturbation des activités socio-économiques dans la zone.	1 à 2	2	2	moyenne	Sécuriser le périmètre restreint des travaux ; Informers les usagers de l'axe routier des dispositions relatives aux travaux (dates de démarrage et fin des travaux, jours et heures de travail, etc.); Désigner des agents pour

											réguler la circulation en cas de besoins.
					X	Opportunité d'emplois	1	1	2	faible	Employer dans la mesure du possible les populations du district d'Abidjan (de préférence ceux des communes concernées par le projet) pour l'exécution des tâches non qualifiantes.
Phase d'exploitation											
Exploitation du plan d'eau aménagée					X	Opportunités de reprise et développement des activités économiques, éco-touristiques aux environs du plan d'eau.	2	2	2 à 3	Moyenne	Mitiger les charges polluantes des eaux qui seront rejetées via les ouvrages Mitiger les charges polluantes des eaux qui seront rejetées via les ouvrages d'assainissement; d'assainissement;
					X	Opportunité d'emplois	2	2	2 à 3	Faible	Mettre en place un mécanisme pour optimiser l'insertion des jeunes sans emplois
					X	Amélioration des conditions socio-économiques et socio-touristiques de la zone	2 à 3	2	2 à 3	Moyenne à majeur	Assurer de manière permanente l'entretien et la maintenance des infrastructures mises en place

Entretiens de la Step (curage du fond) et ses abords			X		Emissions de bruits par les engins et équipements d'entretien.	1 à 2	1 à 2	1	Faible à moyenne	Utiliser des engins moins bruyants et travailler aux heures réglementaires.
			X	X	Contamination de l'air par les rejets des engins motorisés.	1 à 2	1	1	Faible	Faire des maintenances mécaniques préalables et durant les travaux des équipements motorisés et tenir compte de la qualité du carburant
				X	Perturbation du trafic routier	1	1	1	Faible	Sécuriser le périmètre restreint des travaux d'entretien (balises et de signaux de signalisation des travaux); Informer les exploitants des aires aménagées et les populations environnantes de la tenue des travaux; Désigner des agents pour réguler la circulation en cas de besoins.

Annexe VII: Organigramme de l'UG-PABC

