



République de Côte d'Ivoire
Union – Discipline – Travail



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



ACTUALISATION DU SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE DU DISTRICT D'ABIDJAN



MISSION D – ETABLISSEMENT DU SCHEMA DIRECTEUR

RAPPORT DE SYNTHESE

 Cabinet MERLIN Groupe MERLIN	SIEGE	IMPLANTATION REGIONALE
	6, Rue Grolée 69289 LYON Cedex 02 Téléphone : 04-72-32-56-00 Télécopie : 04-78-38-37-85 E-mail : cabinet-merlin@cabinet-merlin.fr	Département International 6, Rue Grolée 69289 LYON CEDEX 02 – FRANCE Téléphone : + 33 (0) 472.32.56.47 Télécopie : + 33 (0) 472.32.57.18 E-mail : international@cabinet-merlin.fr

GRUPE MERLIN \ Réf. doc : 143122-ME-108-Mission D-Rapport de synthèse-B.docx

Ind	Etabli par	Approuvé par	Date	Objet de la révision
A	T. COUGARD PH TORSET	P. TORSET	25/04/2018	Premier établissement VERSION DEFINITIVE
B	P.TORSET	P.TORSET	29/04/2019	Révision phase 1 EP

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
2	PRESENTATION DU SCHEMA DES FLUX EAUX USEES A L'HORIZON FINAL	6
2.1	SCENARIO RETENU.....	6
2.2	SYSTEME STEP ANYAMA	8
2.3	SYSTEME STEP ADJAHUI.....	8
2.4	SYSTEME STEP VRIDI GADA.....	11
2.5	SYSTEME STEP COCODY BINGERVILLE	13
2.6	SYSTEME VITRE 2.....	14
2.7	SYSTEME STEP 60 000 LOGEMENTS (SONGON)	15
2.8	ZONE STEP PK 24 (SONGON)	15
3	STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES	16
4	HIERARCHISATION ET ETUDE PROGRAMMATIQUE DES TRAVAUX EAUX USEES	20
4.1	CRITERES DE HIERARCHISATION.....	20
4.1.1	<i>VULNERABILITE DES POPULATIONS.....</i>	<i>20</i>
4.1.2	<i>PRESERVATION DU MILIEU RECEPTEUR.....</i>	<i>21</i>
4.1.3	<i>LOGIQUE HYDRAULIQUE.....</i>	<i>21</i>
4.1.4	<i>COORDINATION DES TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT AVEC LES TRAVAUX DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS.....</i>	<i>21</i>
4.2	DEFINITION DES PHASES DE TRAVAUX DU PROGRAMME EU	22
4.2.1	<i>PRESENTATION GENERALE.....</i>	<i>22</i>
4.2.2	<i>PHASAGE DES TRAVAUX EU.....</i>	<i>22</i>
4.2.3	<i>REALISATION DES STATIONS D'EPURATION</i>	<i>25</i>
4.2.4	<i>RACCORDEMENT DES MENAGES.....</i>	<i>25</i>
5	REHABILITATION DES RESEAUX EAUX USEES.....	26
5.1	RESEAUX PRIMAIRES ET SECONDAIRES	26
5.1.1	<i>COLLECTEUR DE BASE.....</i>	<i>26</i>
5.1.2	<i>AUTRES RESEAUX</i>	<i>28</i>
5.1.2.1	<i>TREICHVILLE.....</i>	<i>28</i>
5.1.2.2	<i>ADJAME</i>	<i>28</i>
5.1.2.3	<i>AUTRES RESEAUX.....</i>	<i>28</i>
5.2	COLLECTEURS TERTIAIRES.....	28
5.3	DEVERSOIRS D'ORAGE	28
5.4	STATIONS DE POMPAGE	29
5.5	STATION DE KOUMASSI DIGUE.....	30
6	AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EAUX USEES.....	31
6.1	LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT	31
6.2	GESTION DU RISQUE H2S.....	31
6.3	EXPLOITATION DES COLLECTEURS	32
6.3.1	<i>SECURITE EN EXPLOITATION</i>	<i>32</i>
6.3.2	<i>AUTOSURVEILLANCE.....</i>	<i>32</i>
6.4	SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE	33
7	PRECONISATIONS EN MATIERE DE GESTION DE L'ASSAINISSEMENT AUTONOME.....	34
7.1	SURVEILLANCE ET CONTROLES.....	34
7.2	NOUVELLES INSTALLATIONS.....	34
7.3	INSTALLATIONS EXISTANTES	34
7.4	GESTION DES BOUES DE VIDANGE	35
8	SENSIBILISATION DES POPULATIONS.....	35
9	PROGRAMME DE TRAVAUX D'AMENAGEMENTS EAUX PLUVIALES	36
9.1	STRATEGIE GENERALE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	36
9.1	DEFINITION DES OBJECTIFS DE PROTECTION.....	36
9.1.1	<i>PERIODE DE RETOUR.....</i>	<i>36</i>
9.1.2	<i>PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES PLUIES</i>	<i>37</i>
9.1.3	<i>MONTEE DU NIVEAU DE LA MER.....</i>	<i>37</i>

9.2	MISE EN PLACE DE ZONES D'ECRETEMENT	37
9.2.1	<i>PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....</i>	<i>37</i>
9.2.2	<i>IDENTIFICATION DU NIVEAU DE REMPLISSAGE ACCEPTABLE.....</i>	<i>38</i>
9.2.3	<i>SYNTHESE DES ZONES DE STOCKAGE.....</i>	<i>39</i>
9.3	REALISATION DES COLLECTEURS (CANAUX ET DALOTS)	42
9.3.1	<i>CAS DES BASSINS VERSANTS PENTUS.....</i>	<i>42</i>
9.3.2	<i>CAS DES BASSINS VERSANTS PLATS ET URBANISES.....</i>	<i>43</i>
9.4	AMENAGEMENT DES CUVETTES NATURELLES	44
9.5	RESTRUCTURATION DES FRANCHISSEMENTS DE LA ZONE D'ETUDE	48
9.6	SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE DES AMENAGEMENTS PRECONISES.....	49
10	TRAVAUX SUR LES DIGUES ET LES RAVINS	51
10.1	SECURISATION DES DIGUES EXISTANTES	51
10.2	STABILISATION DES ZONES DE RAVINEMENT	54
11	ACTIONS D'AMELIORATION DES CONDITIONS D'EXPLOITATION EAUX PLUVIALES	55
11.1	CURAGE DES CANAUX.....	56
11.2	EXPLOITATION DES ZONES DE SURINONDATIONS	58
11.3	PLAN DE PREVENTION CONTRE LES CRUES	59
12	HIERARCHISATION ET ETUDE PROGRAMMATIQUE DES TRAVAUX D'EAUX PLUVIALES.....	60
12.1	PRISE EN COMPTE DES PROJETS EN COURS.....	61
12.2	COORDINATION AVEC LES TRAVAUX SUR RESEAUX EAUX USEES	61
12.3	CIBLAGE DES ZONES LES PLUS VULNERABLES	62
12.4	PHASAGE DES TRAVAUX	62
13	ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE	62
13.1	PRESENTATION DES COUTS.....	63
13.1.1	<i>INVESTISSEMENTS DU PROGRAMME EAUX USEES.....</i>	<i>63</i>
13.1.2	<i>INVESTISSEMENTS DU PROGRAMME EAUX PLUVIALES.....</i>	<i>64</i>
13.1.3	<i>COUTS D'EXPLOITATION.....</i>	<i>65</i>
13.1.4	<i>SYNTHESE DES COUTS PAR PHASE ET PAR TRANCHE QUINQUENNALE</i>	<i>65</i>
13.2	ANALYSE FINANCIERE	65
13.2.1	<i>BESOIN DE FINANCEMENT</i>	<i>66</i>
13.2.2	<i>SOURCES DE FINANCEMENT.....</i>	<i>67</i>
13.2.2.1	LES TRANSFERTS.....	67
13.2.2.2	LA TARIFICATION	68

1 INTRODUCTION

Le Ministère de la Construction, du Logement, de l'Assainissement et de l'Urbanisme (MCLAU) représenté par la Direction de l'Assainissement Urbain et du Drainage (DAUD) a mandaté le Cabinet Merlin pour la réalisation du Schéma Directeur d'Assainissement et de Drainage du District d'Abidjan.

Il s'agit pour la DAUD d'obtenir, tel que formulé dans les termes de références :

- ✓ L'identification des mesures nécessaires pour améliorer l'hygiène publique et préserver les milieux récepteurs environnants et principalement la lagune Ébrié ;
- ✓ L'identification des mesures nécessaires pour assurer une bonne évacuation des eaux pluviales urbaines ;
- ✓ Des propositions pour améliorer la gestion de l'assainissement pour les zones raccordées au réseau et celles qui ne sont pas et ne seront pas raccordées ;
- ✓ Une estimation des besoins financiers en matière d'assainissement pour Abidjan à l'horizon 2030,
- ✓ Une stratégie de développement organisationnelle pour répondre aux besoins d'une opération d'assainissement offrant à sa clientèle un service de haute qualité ;
- ✓ Une vision de développement des infrastructures d'assainissement d'Abidjan jusqu'à l'horizon 2030.

Cette étude se déroule en 4 grandes phases distinctes :

- ✓ Mission A : Établissement des données de base : Collecte des données, enquêtes auprès des ménages, état des lieux environnemental, enquêtes auprès des industries polluantes, conception d'un SIG ;
- ✓ Mission B : Diagnostic de la situation existante : reconnaissance des réseaux, visites des stations de pompage et de la station de prétraitement de Koumassi Digue, campagne de mesure, modélisation hydraulique et diagnostic de fonctionnement ;
- ✓ Mission C : Stratégie d'intervention et variantes : établissement des scénarios d'aménagements, comparatif des solutions envisagées, études techniques, programme de protection contre les inondations ;
- ✓ **Mission D : Établissement du Schéma Directeur : Sur la base de la solution retenue, établissement d'un programme de travaux chiffré et hiérarchisé ; Etude socio-économique et financière, sensibilisation des populations.**

La mission D est répartie en 2 composantes :

- ✓ Mission D-EU : Schéma Directeur relatif à la gestion des eaux usées,
- ✓ Mission D-EP : Schéma Directeur relatif à la gestion des eaux pluviales.

Les rapports constituant la mission D sont les suivants :

Volet assainissement des eaux usées :

- ✓ Rapport D-EU1 : Schéma Directeur d'assainissement Eaux Usées d'Abidjan – Programme de travaux neufs de réseaux
- ✓ Rapport D-EU2 : Schéma Directeur d'assainissement Eaux Usées d'Abidjan – Aménagement des filières de traitement
- ✓ Rapport D-EU3 : Schéma Directeur d'assainissement Eaux Usées d'Abidjan – Descriptif détaillé des réseaux futurs
- ✓ Rapport D-EU4 : Schéma Directeur d'assainissement Eaux Usées d'Abidjan – Réhabilitation de l'existant et amélioration de l'exploitation

Volet assainissement des eaux pluviales :

- ✓ Rapport D-EP1 : Schéma Directeur d'assainissement Pluvial d'Abidjan
- ✓ Rapport D-EP2 : Eaux pluviales - Détail des aménagements par bassin versant
- ✓ Rapport D-EP3 : Eaux pluviales - Rapport d'annexes

Les rapports suivants traitent des deux composantes du schéma directeur :

- ✓ Mission D : Rapport de synthèse
- ✓ Mission D : Etablissement du Schéma Directeur – Analyse économique et financière
- ✓ Mission D : Priorisation d'une 1ere tranche de la phase 1 du programme de travaux
- ✓ Mission D : Priorisation d'une 2eme et 3eme tranche de la phase 1 du programme de travaux
- ✓ Mission D : Etablissement du Schéma Directeur – Dossier de plans

Un CD est fourni qui comprend les fichiers informatiques suivants :

- ✓ Tous les fichiers des rapports ci-dessus,
- ✓ Tous les plans fournis dans le dossier de plans,
- ✓ Des tableurs extraits du SIG.

Le présent mémoire est le rapport de synthèse de la mission D.

2 PRESENTATION DU SCHEMA DES FLUX EAUX USEES A L'HORIZON FINAL

2.1 SCENARIO RETENU

Cinq scénarios d'aménagement ont été étudiés (sur la base de 9 scénarios globaux discutés dans le cadre du Comité de Pilotage en date du 03/08/2016). Un sixième scénario a été élaboré sur la base de la comparaison des 5 premiers.

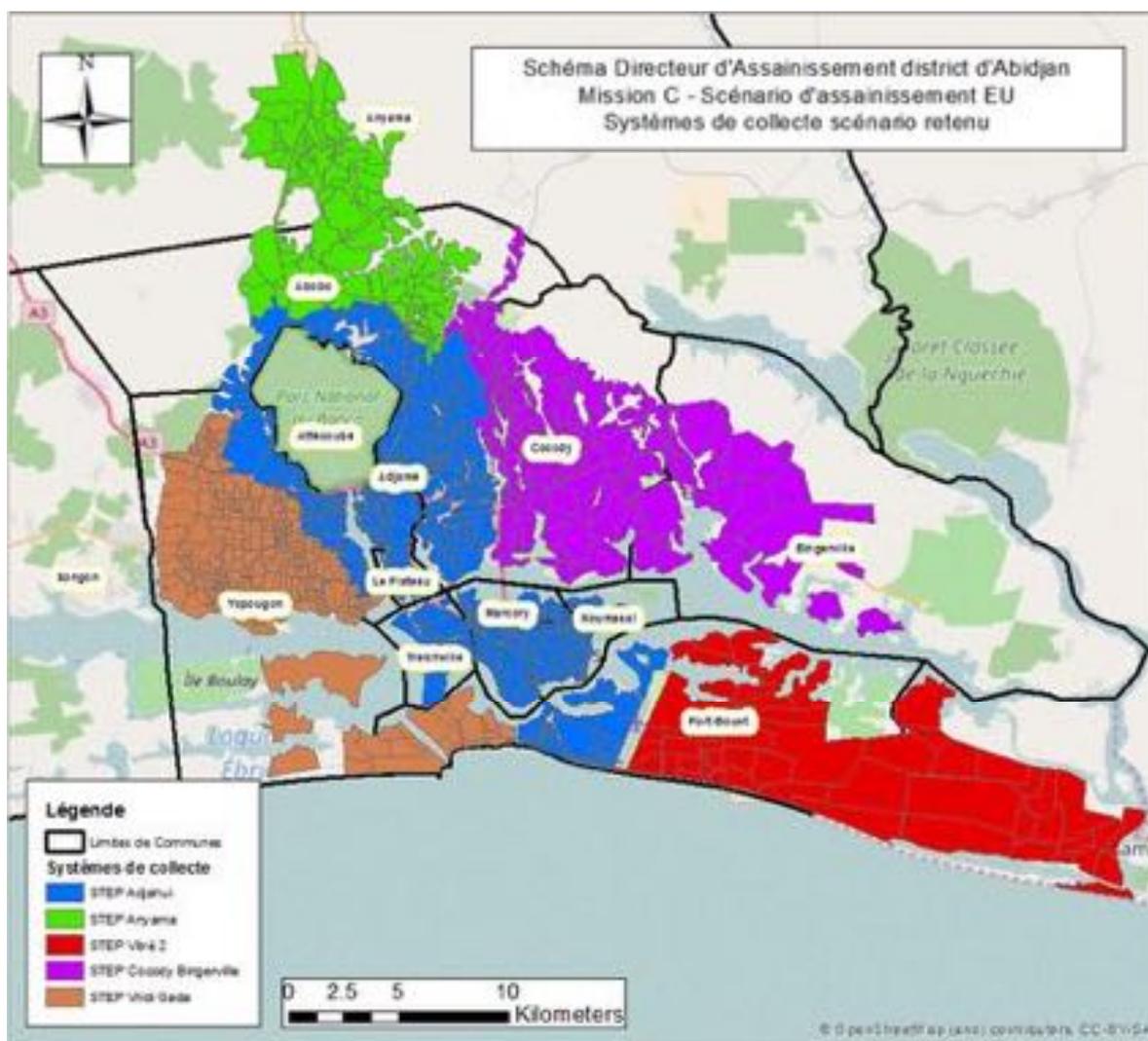
Finalement lors de la réunion du 18/01/2017 un 7eme scénario (variante du scénario 6) a été validé par le Comité de Pilotage.

Ce scénario retenu est le suivant :

- ✓ **Système « STEP Anyama »** : « Zone Nord » pour transfert vers une « STEP Anyama » avec rejet dans le système lagunaire Aghien,
- ✓ **Système « STEP Vridi Gada »** : « Zone Ouest » et « Zone Ako » (Yopougon), avec traitement des eaux usées par la « STEP Vridi Gada » avant rejet par émissaire en mer,
- ✓ **Système « STEP Adjahui »** : « Zone Centrale », « Ile de Petit Bassam », « Zone Côtière Port-Bouët », « Zone Banco Attécoubé », avec traitement des eaux usées par une « STEP Adjahui » (Île Tête de Chien) avant rejet par émissaire en mer,
- ✓ **Système « STEP Cocody-Bingerville »** : « Zone Est + Bingerville », avec traitement des eaux usées par une « STEP Cocody-Bingerville » avant rejet par émissaire en lagune,
- ✓ **Système « STEP Vitré 2 »** : « Zone Port-Bouet Est », « Grand Bassam » avec traitement des eaux usées par une « STEP Vitré 2 ».

Le schéma des flux du scénario retenu et le phasage sont présentés dans le rapport D-EU1 (143122-ME-108-Mission D-EU1-Travaux neufs) et le détail des aménagements par zone de collecte est présenté dans le rapport D-EU3 (143122-ME-108-Mission D-EU3-Detail réseaux futurs) portant sur le descriptif détaillé du scénario retenu.

La carte ci-dessous délimite ces grands ensembles.

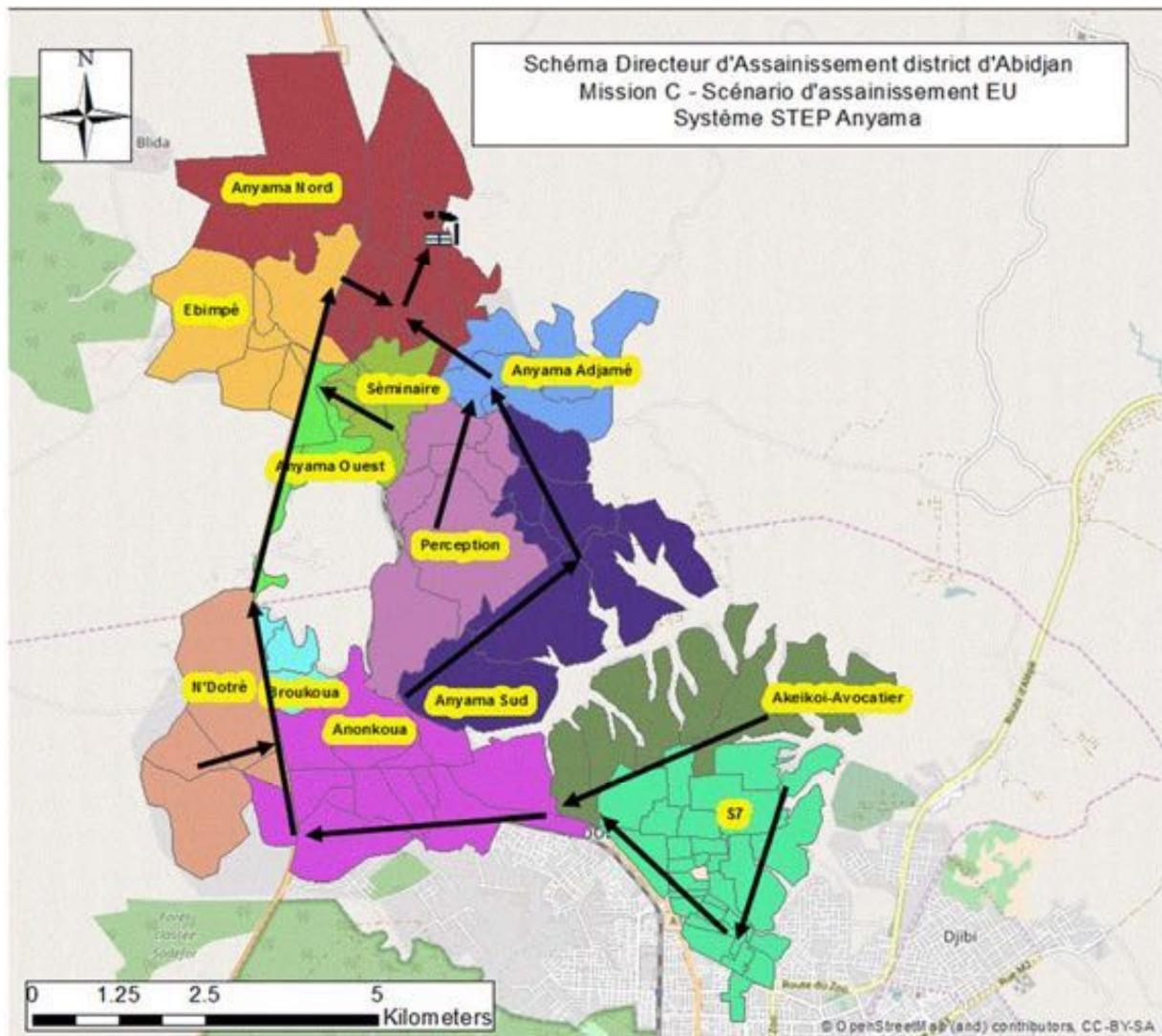


Le tableau ci-dessous synthétise les données quantitatives pour ce scénario.

DONNEE	SYSTÈME										
	STEP Adjahui	Part (%)	STEP Cocody Bingerville	Part (%)	STEP Anyama	Part (%)	STEP Vridi Gada	Part (%)	STEP Vitré 2	Part (%)	TOTAL
Superficie du bassin de collecte (km ²)	11 809	24,2%	11 577	23,7%	6 586	13,5%	7 842	16,0%	11 067	22,6%	48 881
Population future (hab.)	3 168 576	40,6%	920 566	12,9%	1 226 333	15,7%	1 856 608	23,8%	550 677	7,1%	7 805 478
Production eaux usées (m3/j)	236 394	44,7%	62 480	15,9%	66 917	12,7%	121 683	23,0%	19 728	3,7%	528 799
Production ECPP (m3/j)	242 117	49,6%	41 695	13,4%	63 023	12,9%	92 115	18,9%	25 054	5,1%	487 659
Production eaux usées totale (m3/j)	478 511	47,1%	104 175	14,7%	129 940	12,8%	213 798	21,0%	44 782	4,4%	1 016 458
Débit moyen (l/s)	5 538	47,1%	1 206	14,7%	1 504	12,8%	2 475	21,0%	518	4,4%	11 765
Linéaire réseau primaire en gravitaire (km)	107	30,0%	67	24,0%	32	9,1%	85	24,0%	40	11,2%	349
Linéaire réseau primaire en refoulement (km)	29	29,7%	12	18,8%	22	21,8%	18	18,3%	13	13,3%	100
Linéaire réseau secondaire (km)	399	39,1%	193	20,9%	125	12,2%	209	20,5%	81	7,9%	1 028
Linéaire réseau secondaire en refoulement (km)	45	28,1%	44	30,3%	25	15,3%	16	9,8%	26	16,3%	160
Linéaire total (km)	580	35,5%	315	22,4%	203	12,4%	328	20,1%	160	9,8%	1 637
Nombre de stations de pompage réseau primaire	42	39,6%	18	19,8%	12	11,3%	21	19,8%	11	10,4%	107
Nombre de stations de pompage réseau secondaire	75	39,1%	56	32,3%	16	8,3%	22	11,5%	17	8,9%	192
Nombre total de stations de pompage	117	39,3%	74	27,9%	28	9,4%	43	14,4%	28	9,4%	299

2.2 SYSTEME STEP ANYAMA

Le système Anyama est sectorisé en 107 zones de collecte regroupées en 12 sous-systèmes. Le schéma ci-dessous présente le principe de transfert des effluents de chaque sous-système vers la STEP Anyama.



Les eaux produites sont principalement des eaux usées domestiques, seul le sous-système « Anyama Nord » étant destiné à produire des eaux industrielles.

2.3 SYSTEME STEP ADJAHUI

Le système STEP Adjahui est sectorisé en 566 zones de collecte regroupées en 58 sous-systèmes. La collecte et le transfert des eaux usées à partir du nord de la lagune vers les communes du sud de la lagune sont effectués via trois traversées de lagune, avec, de l'ouest vers l'est :

- ✓ Nouvelle traversée empruntant le futur pont Yopougon-Plateau,
- ✓ La traversée du pont Charles-de-Gaulle, par le tracé actuel du Collecteur de Base,
- ✓ La traversée à partir de Blokosso par la conduite immergée actuelle,

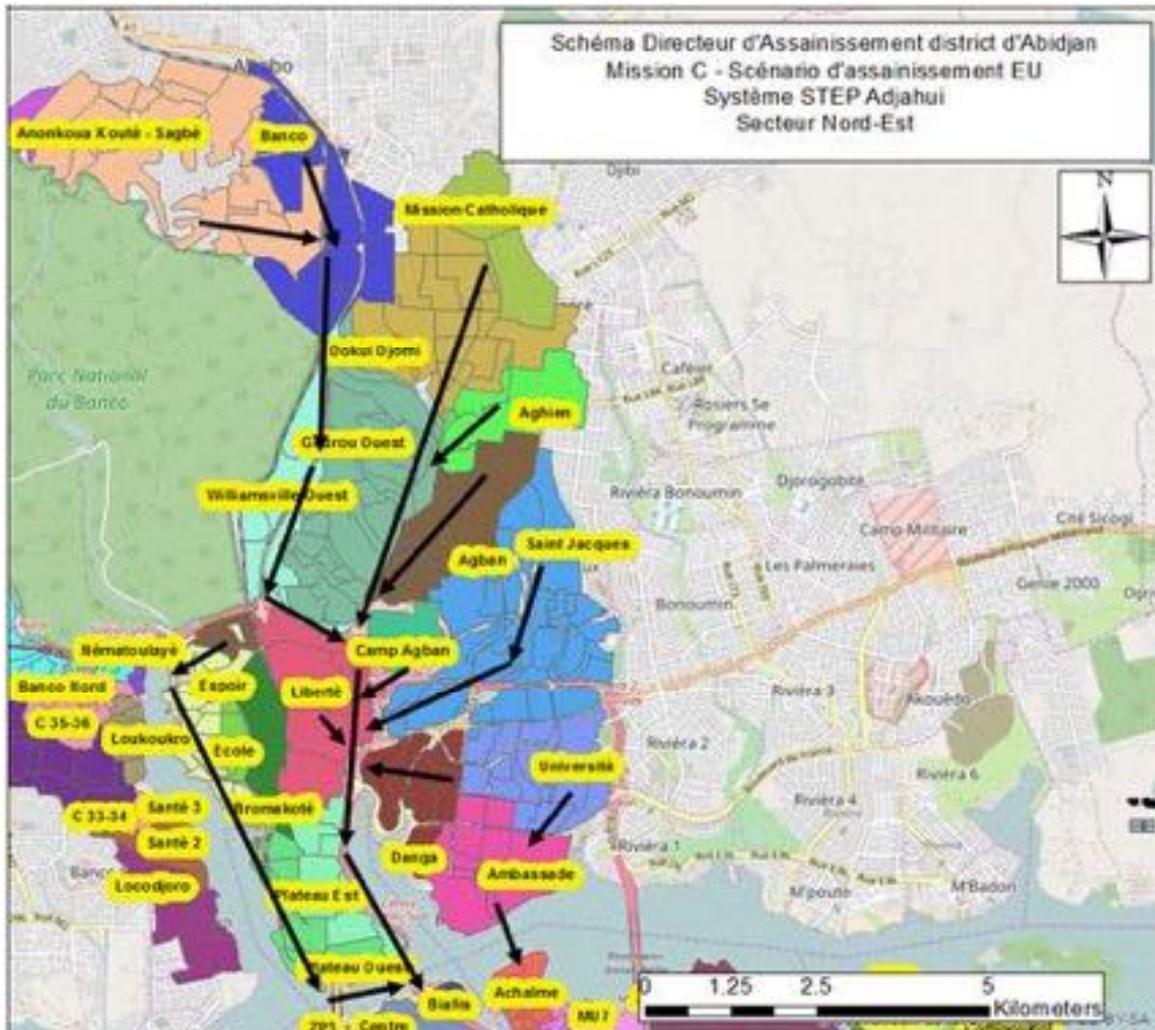
Ces trois traversées se connectent aux réseaux de collecteurs positionnés dans les communes de Treichville, Marcory et Koumassi, puis de Port-Bouët, pour raccordement final à la STEP Adjahui.

Secteur Nord-Est

Le tracé actuel du Collecteur de Base est maintenu à partir de l'aval de la Station S7 (cette dernière étant rattachée au système STEP Anyama) et jusqu'à la traversée du pont Charles de Gaulle par refoulement à partir de la station Charles de Gaulle. Deux nouvelles branches majeures viennent compléter le Collecteur de Base :

- ✓ A partir des quartiers Anonkoua et Banco jusqu'au carrefour Camp Agban : nouveau collecteur primaire empruntant l'Autoroute d'Abobo, avec raccordement au Collecteur de Base au carrefour Camp Agban ;
- ✓ A partir du quartier Bromakoté : mise en service du collecteur en attente Boulevard de la Paix, avec raccordement à la station Charles de Gaulle.

Les tracés de collecteurs primaires du secteur Université et Ambassade sont maintenus pour la traversée de la lagune Ebrié par refoulement à partir de la station Blokosso.



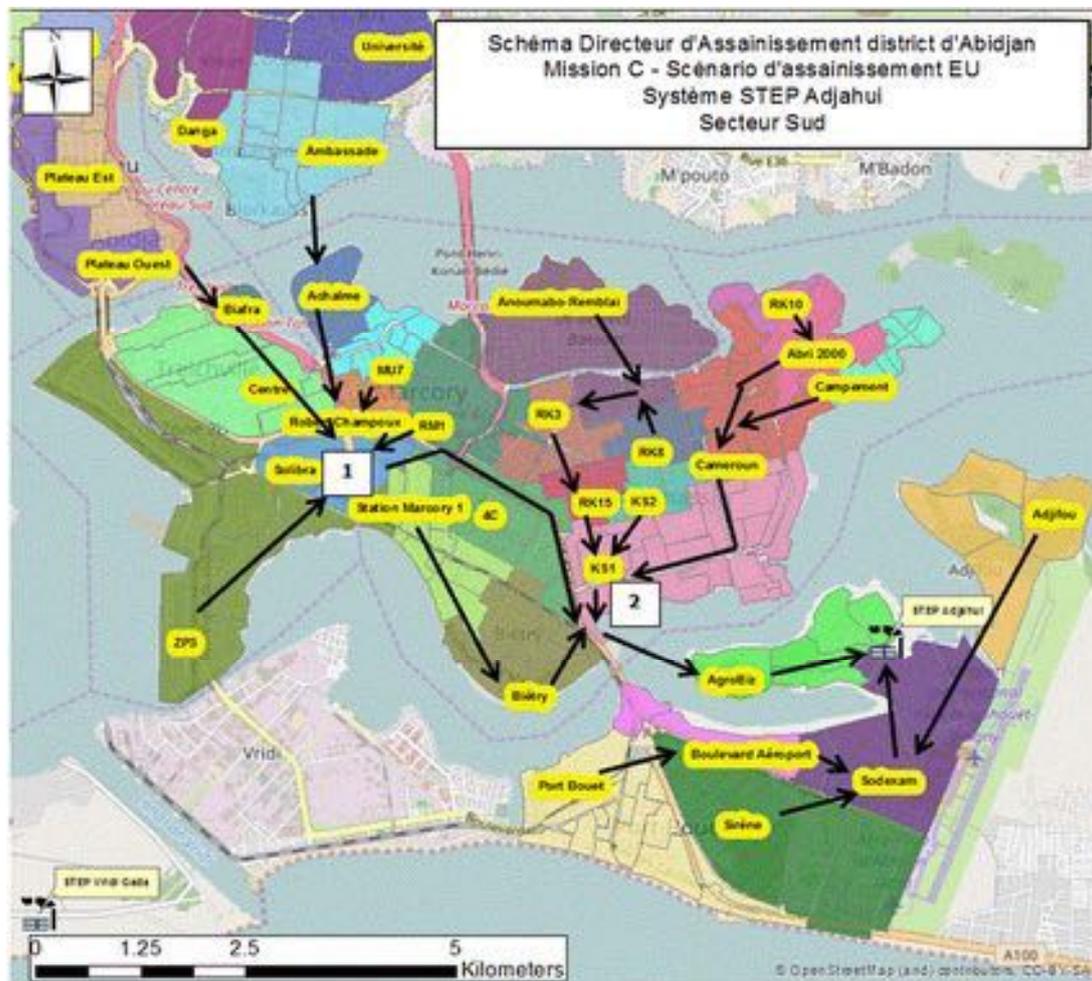
Secteur Nord-Ouest

Ce secteur est caractérisé par deux branches principales :

- ✓ Un collecteur primaire à partir du quartier Bel Air, commune de Yopougon, et collectant les eaux usées produites par la Zone Industrielle et par les quartiers Macca à Santé 3, ce collecteur emprunte la Route d'Abobo, puis l'Autoroute du Nord et le Boulevard Lagunaire,
- ✓ Un collecteur primaire à partir de Lokodjoro, commune d'Attécoubé, et collectant les eaux usées produites jusqu'au quartier Santé 3 ; ce collecteur emprunte le Boulevard Lagunaire.

Ces deux collecteurs se connectent pour la traversée en refoulement par le futur pont Yopougon-Plateau.

- ✓ Tracés des collecteurs primaires à partir des stations RK10 et RK3 vers KS1 (commune de Koumassi), complétés à l'amont de RK3 par un nouveau collecteur pour collecte et transfert des eaux usées produites à Anoumabo ;
- ✓ Tracés des collecteurs implantés à Port Bouët, avec refoulement actuel vers Koumassi Digue ; ce refoulement est détourné pour emprunter le Boulevard de l'Aéroport ;
- ✓ Tracés des collecteurs primaires à partir de la station ZP1 vers la station ZP3, puis refoulement vers l'aval en empruntant le Boulevard de Marseille.



Les eaux collectées transitent par deux stations majeures :

- ✓ Station de refoulement 7J1 (1), avec maintien de la zone de collecte actuelle (reprise des eaux usées transférées par le Collecteur de Base, Achalme, MU7 et ZP3) ; les volumes et débits sont cependant à adapter pour un refoulement empruntant le Boulevard VGE ;
- ✓ Station de refoulement à Koumassi Digue (2), dont le prétraitement sera abandonné à terme mais la station de refoulement sera conservée en adaptant les pompes afin de refouler jusqu'à la STEP d'Adjahui.

2.4 SYSTEME STEP VRIDI GADA

Le système rattaché à la STEP de Vridi Gada comprend :

- ✓ La commune de Yopougon à l'exception des quartiers Banco Nord, Andokoia, Sotra et Zone Industrielle ;
- ✓ Les quartiers Jérusalem et Abobo Doumé de la commune d'Attécoubé ;

- ✓ L'ouest de la commune de Port-Bouët (ouest du Canal de Vridi).

Ce système a pour objectif de collecter les eaux usées sur ce bassin et de les transférer vers la STEP Vridi Gada, positionnée au sud de la localité de Vridi Ako, dans la commune de Port-Bouët.

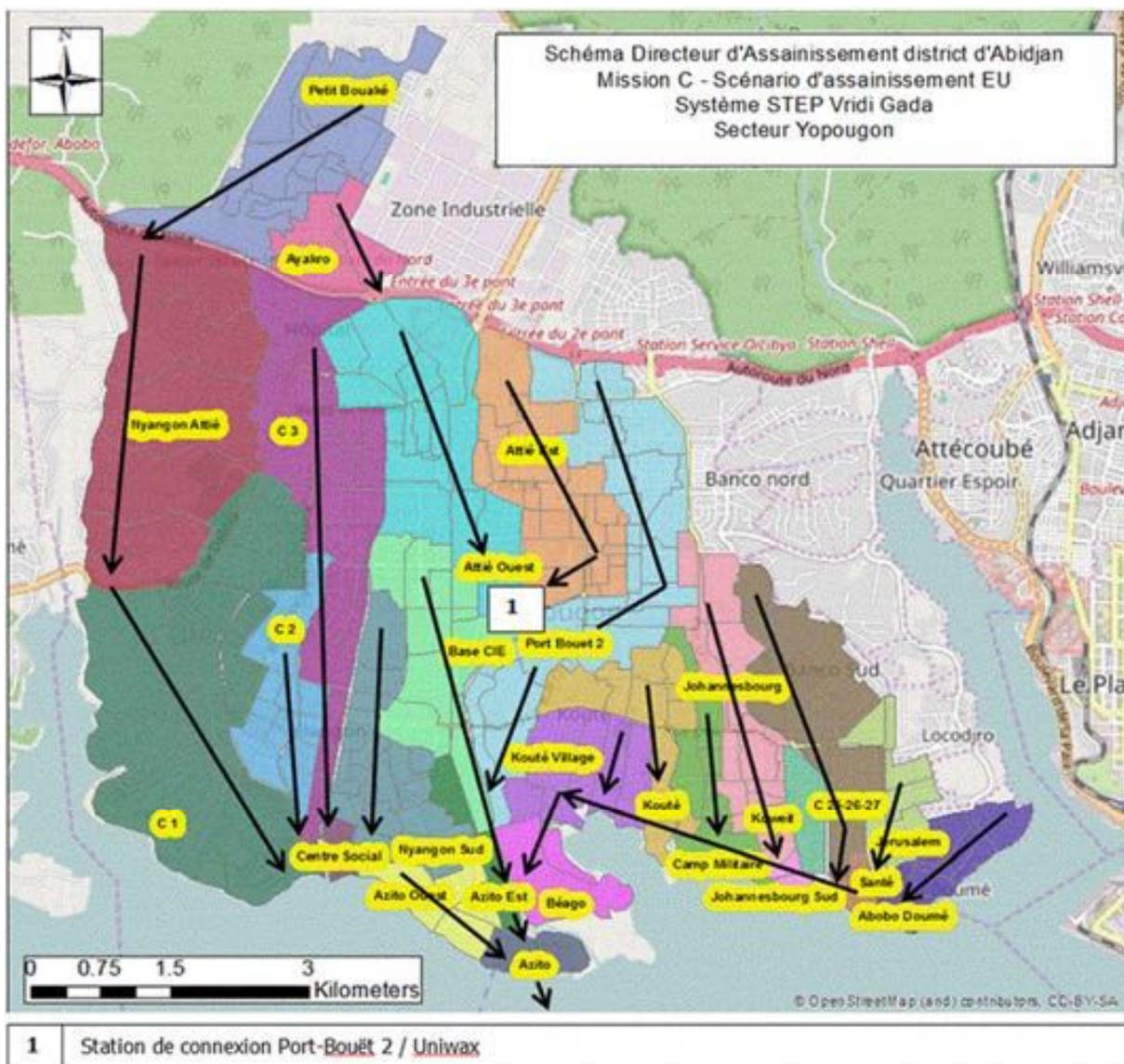
Le système STEP Vridi Gada est sectorisé en 270 zones de collecte regroupées en 33 sous-systèmes.

Secteur Yopougon

Le secteur actuellement fortement urbanisé de la commune de Yopougon sera ceinturé par deux collecteurs primaires :

- ✓ Un collecteur primaire à partir de Petit Bouaké vers Azito, après traversée de l'Autoroute du Nord et de Niangon Attié, Adjamé, Pays-Bas, Académie de la Mer,
- ✓ Un collecteur primaire à partir d'Abobo Doumé vers Azito.

Ces deux collecteurs se connectent à Azito, pour la traversée de la Lagune Ebré par refoulement empruntant le futur pont prévu au SDUGA (échéance 2018-2021).



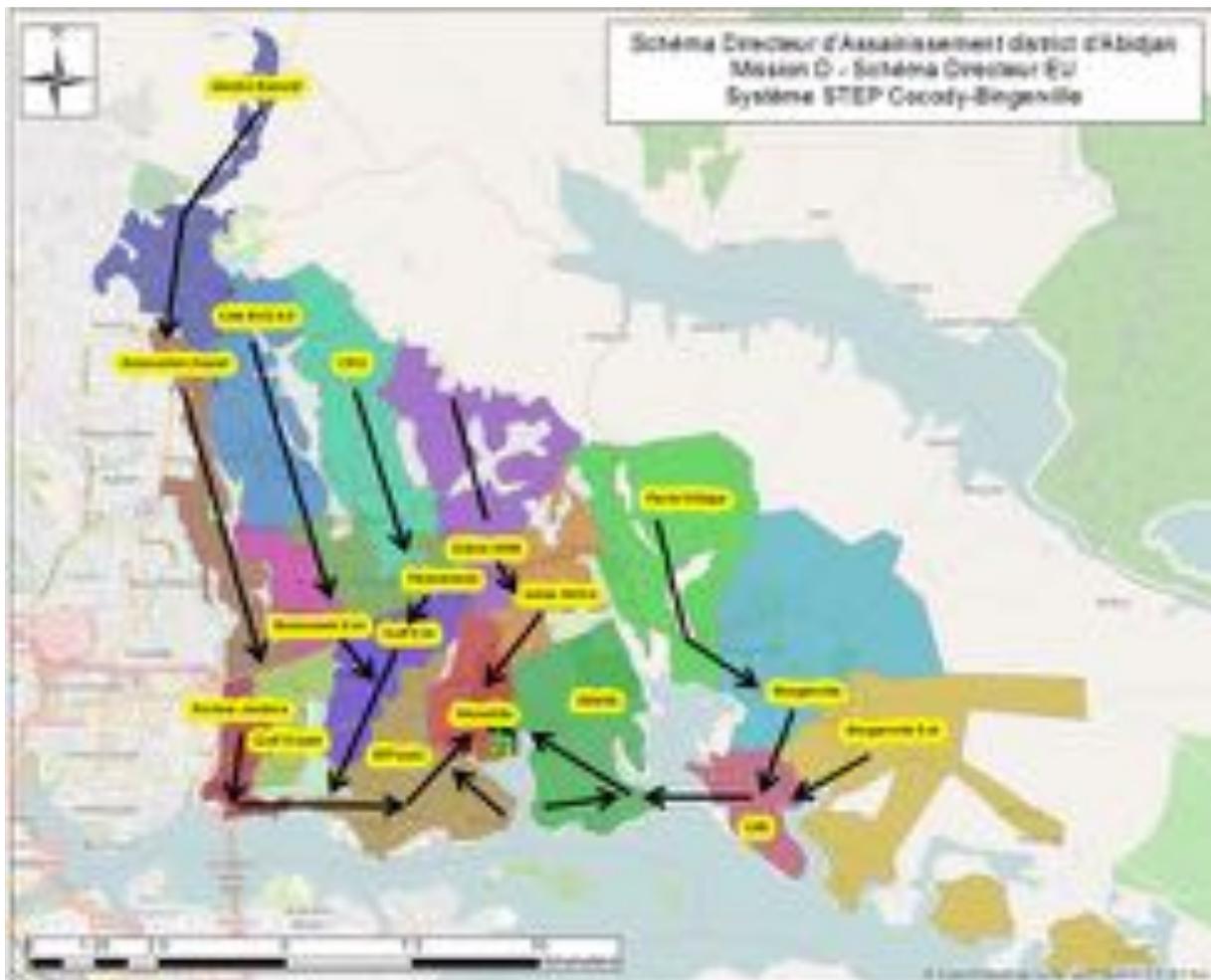
2.5 SYSTEME STEP COCODY BINGERVILLE

Le système STEP Cocody Bingerville couvre la totalité de la commune de Bingerville, ainsi que la commune de Cocody à l'est du thalweg de Riviera. Les eaux usées sont transférées vers le site d'Akoba, retenu pour l'implantation de la STEP du système.

La carte ci-dessous présente la structure du système STEP Cocody Bingerville.

Ce secteur est caractérisé par :

- ✓ Neuf collecteurs primaires de direction nord-sud pour un transfert des eaux usées collectées vers la berge de lagune ;
- ✓ Deux collecteurs d'orientation est-ouest et ouest-est, pour interception des neuf collecteurs précédents et transfert vers le site de la STEP.



- ✓ Les eaux usées produites à l'ouest du système (Bassins Riviera et Bonoumin) sont réceptionnées par une station de refoulement implantée à M'Pouto pour transfert vers la STEP,
- ✓ Les eaux usées produites au nord du système (Génie 2000, Jules Verne) sont raccordées à une station de pompage pour transfert vers la STEP.

2.6 SYSTEME VITRE 2

Le système rattaché à la STEP Vitré 2 couvre l'ensemble des zones de production d'eaux usées prévues au SDUGA situées entre l'aéroport Félix Houphouët-Boigny à l'ouest (commune de Port-Bouët) et la rive droite de la Comoé à l'est (commune de Grand Bassam), à l'exception de l'est de l'Ile Vitré, prévue en zone industrielle et en zone à faible densité urbaine.

La commune de Grand Bassam représente une part importante de ce système, et l'étude en cours pour établissement d'un Schéma Directeur spécifique à cette commune devra être fortement reliée au présent Schéma Directeur. Les valeurs ci-dessous sont strictement indicatives et ont pour objectif majeur de d'ores et déjà intégrer ce territoire à la réflexion globale à l'échelle du Grand Abidjan.

Le système STEP Vitré2 est sectorisé en 58 zones de collecte regroupées en 6 sous-systèmes ; Il est organisé autour d'une STEP pré-positionnée en limite des communes de Port-Bouët et de Grand Bassam, au droit de la localité de Vitré 2 (localisée en berge de lagune Ebrié), avec deux axes principaux :

- ✓ Un axe positionné en commune de Port-Bouët, de direction ouest-est à partir des quartiers Adjouffou et Bénogosso et transitant par le quartier Gonzagueville ;
- ✓ Un axe positionné en commune de Grand Bassam, de direction est-ouest à partir du quartier France, pour collecter les eaux usées de la ville de Grand Bassam avant d'emprunter la nouvelle autoroute en direction de la STEP Vitré 2.

La carte ci-dessous localise les sous-systèmes et les transferts d'eaux usées vers la STEP.

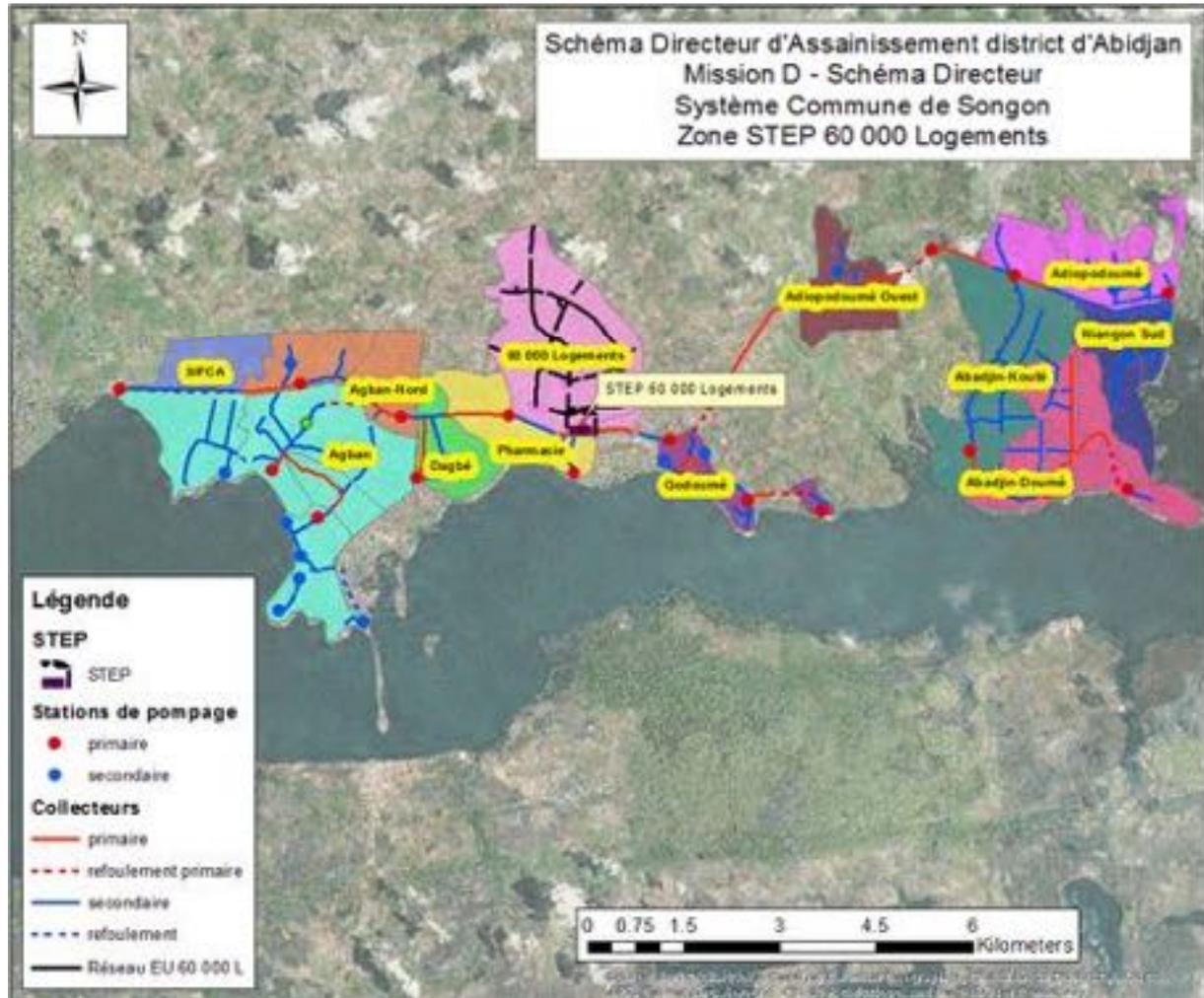


2.7 SYSTEME STEP 60 000 LOGEMENTS (SONGON)

Le principe retenu est celui de deux collecteurs primaires implantés Route de Dabou :

- ✓ Collecteur primaire de branche Est et d'une longueur de 10 700 m, à partir d'Adiopodoumé vers la STEP 60 000 Logements, avec transfert des eaux usées collectées à Adiopodoumé, Abadjin et Godoumé,
- ✓ Collecteur primaire de branche Ouest et d'une longueur de 7 400 m, à partir de la SIFCA vers la STEP 60 000 Logements, avec transfert des eaux usées collectées à Agban et Dagbé.

Un ensemble de réseaux secondaires collecte les eaux usées des secteurs urbains desservis et se raccorde à ces deux branches.

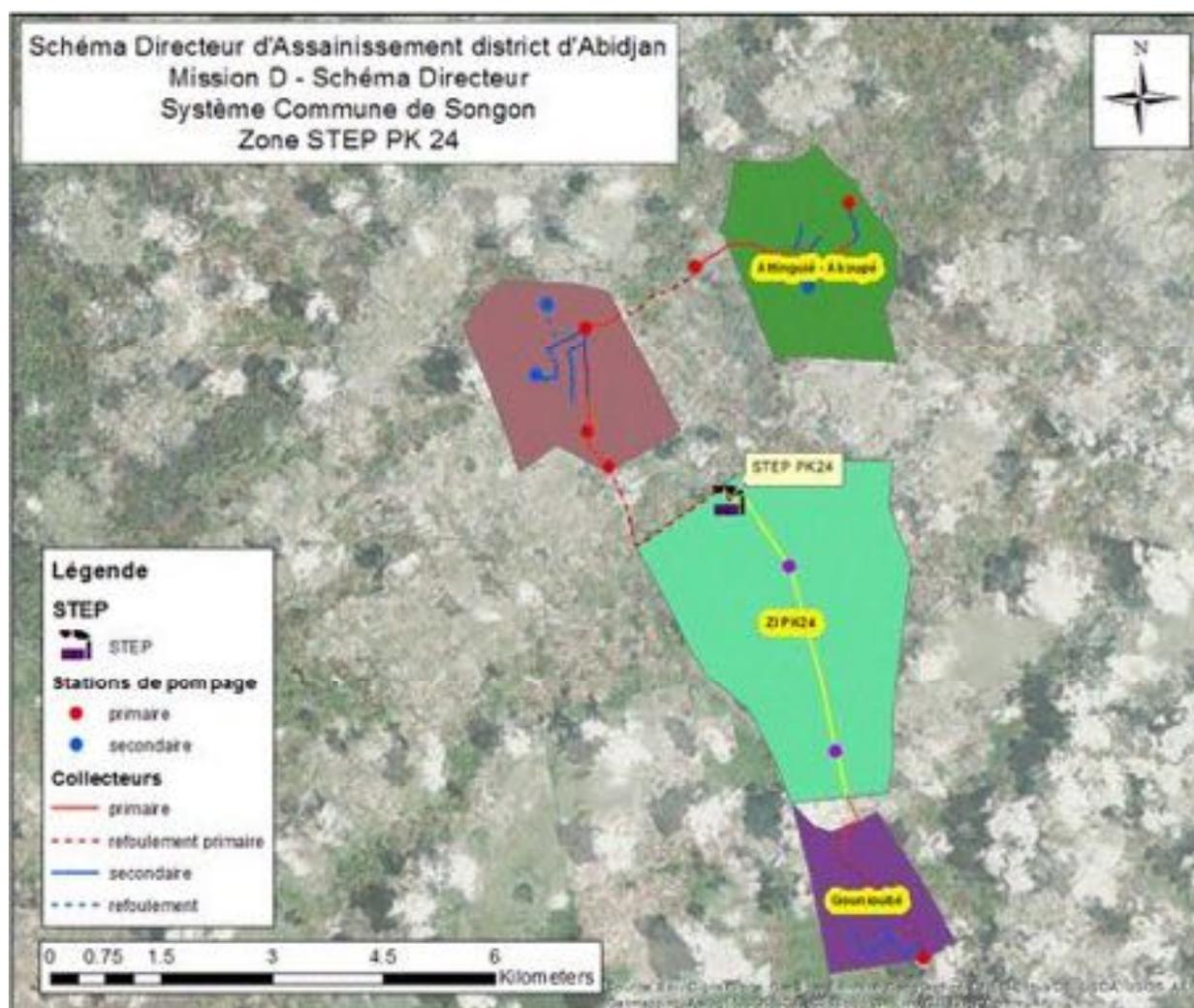


2.8 ZONE STEP PK 24 (SONGON)

- ✓ Au nord, un collecteur primaire relierait Akoupé à Attinguié avant d'emprunter l'Autoroute du Nord et bifurquer vers la STEP PK 24 en empruntant la future voirie nord de la Zone Industrielle,
- ✓ Au sud, un collecteur primaire connecterait Gounioubé au collecteur prévu dans la Zone Industrielle, pour transfert des eaux usées vers l'aval et la STEP PK 24.

Trois réseaux secondaires pour chacune des trois localités viendraient compléter ces aménagements.

La carte ci-dessous représente ces aménagements :



3 STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES

Les procédés retenus pour les stations d'épuration d'Abidjan sont les suivants :

- ✓ Boues activées faible charge ;
- ✓ Boues activées moyenne charge.

Ces procédés sont maîtrisés et fiables depuis 1950. Ils sont également éprouvés partout dans le monde et sont compatibles avec le contexte d'Abidjan.

Le rapport D-EU2 (143122-ME-102-Mission D-EU2-STEP) expose les milieux récepteurs, les niveaux de traitement et les critères de conception des filières retenus dans le SDAD ainsi que les coûts de construction et d'exploitation.

Les filières boues des stations d'épuration dans le cadre du présent schéma directeur ne peuvent être totalement figées sans une étude spécifique de la gestion des boues d'Abidjan.

Les premières études de destination des boues devront être conduites lors des études de conception des premières STEP, afin d'adapter les procédés de déshydratation et de séchage des boues aux filières d'évacuation ou de valorisation qui seront alors d'accord pour accepter les boues de STEP (sous des conditions contractuelles précises).

Néanmoins au vu du contexte d'Abidjan, deux grands principes de traitement des boues ont été retenus à priori :

- ✓ Etape de digestion sur toutes les STEP ;

- ✓ A l'issue de cette étape, dans l'objectif de réduire les quantités de boues à évacuer, deux techniques ont été retenues :
 - La déshydratation mécanique pour les plus grandes stations ;
 - Le séchage couvert pour les petites stations ayant peu de contrainte foncière (STEP Vitré 2, 60 000 logements et PK24).

Cependant, afin de limiter les productions de boues lors de la 1ere phase à venir, il est préconisé que la station de Vridi Gada (seule station de la phase 1 rejetée en émissaire en mer) soit composée uniquement de prétraitements (comme actuellement sur Koumassi Digue). La décantation primaire (qui produira un grand volume de boues) sera prévue dans l'emprise initiale de la station et construite dès la phase 2 (après achèvement du schéma directeur des boues).

La station d'Anyama quant à elle devra évacuer les boues produites dès la phase 1 (boues primaires et secondaires). Les débouchés de ces boues seront recherchés et étudiés dans les études de conception détaillée de la station d'épuration (APS/APD). Ces études devront aboutir à une précontractualisation avec les filières de valorisation (agricoles ou industrielles).

STEP Adjahui

La station d'Adjahui est la plus importante des futures stations de traitement d'Abidjan. La filière proposée à terme est le prétraitement associé à une décantation primaire avec gestion des boues, avec un rejet dans l'Océan :

- ✓ Dans un premier temps via l'émissaire existant ;
- ✓ A terme via un nouvel émissaire long à construire.

Capacité totale à terme :	3 440 000 Eqh 155 000 kgDBO5/j 519 000 m3/j
Filière à terme :	Prétraitement Décantation primaire Emissaire long dans l'océan
Surface nécessaire :	5 ha

La réalisation d'un process de traitement poussé permettant le rejet en lagune n'a pas été retenue, compte tenu de la taille très importante de la station, pour les raisons suivantes :

- ✓ Risque d'arrêt ou de mauvais fonctionnement du process conduisant à une pollution importante de la lagune ;
- ✓ Contraintes foncières sur le site d'Adjahui ;
- ✓ Incertitude sur la capacité auto-épuratrice de la lagune à long terme et application du principe de précaution.

De même le rejet en émissaire court en océan avec un traitement biologique des effluents se heurte à des contraintes foncières sur le site, pour une solution de toute façon beaucoup plus coûteuse en investissement et en exploitation.

La station sera construite en 2 tranches :

- ✓ Tranche 1 en phase 2 : 2/3 de la capacité : prétraitement + traitement primaire et rejet via l'émissaire existant à Port-Bouet ;
- ✓ Tranche 2 en phase 4 : complément de capacité (1/3) et réalisation du nouvel émissaire long.

STEP Anyama

Compte tenu du milieu de rejet en rivière Bété, se rejetant dans la lagune Aghien, un seul scénario a été envisagé avec traitement biologique de la pollution carbonée et azotée. Un traitement tertiaire du phosphore pourra être envisagé dans l'avenir si cela s'avère nécessaire.

Capacité totale à terme :	1 160 000 Eqh 52 000 kgDBO₅/j 123 000 m³/j
Filière à terme :	Prétraitement Décantation primaire Boues activées faible charge Rejet dans la Bété
Surface nécessaire :	10 ha

La station sera construite en 2 tranches :

- ✓ Tranche 1 en phase 1 : 2/3 de la capacité ;
- ✓ Tranche 2 en phase 2 : complément de capacité (1/3).

STEP Vridi Gada

Pour cette STEP, l'étude a conduit à retenir la solution de traitement de la pollution particulaire + émissaire long qui est beaucoup moins coûteuse en investissement et en exploitation.

En effet malgré des infrastructures plus coûteuses pour la création des émissaires longs et plus énergivores (pompages plus puissants), les scénarios « émissaire long » sont au global plus intéressants économiquement compte tenu des économies réalisées sur le coût des investissements nécessaires en traitement et sur le coût d'exploitation du traitement.

Capacité totale à terme :	1 910 000 Eqh 86 000 kgDBO₅/j 220 000 m³/j
Filière à terme :	Prétraitement Décantation primaire Emissaire long dans l'océan
Surface nécessaire :	3 ha

La station sera construite en 2 tranches :

- ✓ Tranche 1 en phase 1 : 100 % de la capacité : prétraitement ;
- ✓ Tranche 2 en phase 2 : Décantation primaire.

STEP de Cocody Bingerville

Compte tenu du rejet dans la lagune Ebrié dans une zone avec un fort hydrodynamisme (chenal principal de la lagune), il a été retenu un traitement biologique de la pollution carbonée. Un traitement complémentaire de la pollution azotée pourra être envisagé dans l'avenir si cela s'avère nécessaire (un suivi environnemental sera mis en place dès le démarrage de la STEP).

Capacité totale à terme :	960 000 Eqh 43 000 kgDBO₅/j 143 000 m³/j
Filière à terme :	Prétraitement Décantation primaire Boues activées moyenne charge Emissaire en lagune
Surface nécessaire :	8 ha

Si le milieu récepteur l'exige, lors de l'extension de capacité de la station (en phase 5), le traitement pourra être poussé (traitement partiel de l'azote par biofiltres). Il est donc indispensable de réserver dès maintenant les emprises foncières nécessaires pour l'extension et le traitement plus poussé sur le site retenu d'Akouedo.

La station sera construite en 2 tranches :

- ✓ Tranche 1 en phase 2 : 2/3 de la capacité : boues activées moyenne charge ;
- ✓ Tranche 2 en phase 5 : complément de capacité (1/3) + traitement de l'azote si nécessaire.

STEP de Vitré 2

Pour cette STEP, l'étude a conduit à retenir la solution de traitement de la pollution particulaire + émissaire long dans l'océan qui est beaucoup moins couteuse en investissement et en exploitation.

Cependant, ce choix pourrait être revu sur la base du choix précis du site de la STEP, choix qui pourrait modifier les avantages/inconvénients des scénarios, notamment si le site finalement retenu était à proximité de la lagune.

La station sera construite en une seule tranche en phase 5.

Capacité totale à terme :	530 000 Eqh 24 000 kgDBO₅/j 43 000 m³/j
Filière à terme :	Prétraitement Décantation primaire Emissaire long dans l'océan
Surface nécessaire :	6 ha

STEP 60 000 Logements

Compte tenu du rejet en lagune Ebrié dans une zone de faible hydrodynamisme, il a été retenu un traitement biologique de la pollution carbonée et azotée. Un traitement tertiaire du phosphore pourra être envisagé dans l'avenir si cela s'avère nécessaire.

La station sera construite en une seule tranche en phase 7.

Capacité totale à terme :	260 000 Eqh 11 500 kgDBO₅/j 24 000 m³/j
Filière à terme :	Prétraitement Décantation primaire Boues activées faible charge Emissaire en lagune
Surface nécessaire :	6 ha

STEP PK24

Compte tenu du rejet en rivière se rejetant dans la lagune Ebrié il a été retenu un traitement biologique de la pollution carbonée et azotée. Un traitement tertiaire du phosphore pourra être envisagé dans l'avenir si cela s'avère nécessaire.

La station sera construite en une seule tranche en phase 8.

Capacité totale à terme :	60 000 Eqh 2 700 kgDBO₅/j 5 300 m³/j
Filière à terme :	Prétraitement Boues activées faible charge Rejet en rivière
Surface nécessaire :	2 ha

4 HIERARCHISATION ET ETUDE PROGRAMMATIQUE DES TRAVAUX EAUX USEES

4.1 CRITERES DE HIERARCHISATION

La hiérarchisation du programme de travaux a été réalisée sur la base des critères suivants.

4.1.1 VULNERABILITE DES POPULATIONS

Sur la base de ce critère, nous retenons :

- ✓ Une priorité à donner aux secteurs denses et vulnérables d'Abobo et Yopougon,
- ✓ Une priorité suivante aux secteurs denses et vulnérables d'Adjamé et Koumassi-Marcory.

Toutefois, compte tenu des difficultés très importantes de raccordement des ménages les plus pauvres, le raccordement de zones plus aisées, avec des capacités et volontés de payer plus importantes, pourra être privilégié dans certains secteurs, afin de servir d'exemple et d'accélérer les branchements.

4.1.2 PRESERVATION DU MILIEU RECEPTEUR

La préservation du milieu récepteur constitue un enjeu majeur pour l'élaboration du programme d'investissement. Trois indicateurs sont retenus pour l'appréciation de l'impact de chaque tranche de travaux :

- ✓ Le niveau de diminution des volumes évacués par rejets directs (diminution d'impact) et des volumes pris en charge par l'Assainissement Collectif (diminution du risque d'impact) : volumes d'eaux usées supplémentaires raccordés aux réseaux réalisés.
- ✓ La vulnérabilité environnementale des milieux récepteurs associés aux rejets directs et la prise en compte de leur impact. Elle conduit à prioriser les zones se rejetant actuellement :
 - dans le bassin hydrographique de la lagune Aghien, en raison de son caractère de réserve potentielle stratégique pour l'alimentation en eau potable du District,
 - Dans les baies les plus fermées de la lagune Ebrié : baie de Cocody, baie de M'Badon, du Banco, baie de Bietry et baie de Bingerville.
- ✓ L'impact des travaux envisagés sur la diminution des rejets directs de pollution, mesurés lors de la Mission B (voir rapport B3 : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B3-Diag hydrau EU-012) : pourcentage de réduction des rejets directs majeurs mesurés.

4.1.3 LOGIQUE HYDRAULIQUE

La hiérarchisation des travaux suit une logique hydraulique avec un sens de réalisation des ouvrages de l'aval vers l'amont.

Ainsi, un collecteur primaire ne peut être réalisé qu'après la réalisation du réseau primaire aval et de l'intercepteur raccordant le bassin versant concerné aux différentes unités de traitement.

Par ailleurs, une fois les unités de transfert et de traitement réalisées, une augmentation rapide des débits sera nécessaire afin de s'assurer que les temps de séjour corrects soient respectés dans les conduites.

C'est pourquoi il est nécessaire que les travaux de raccordement et de branchements démarrent rapidement après la pose des conduites.

4.1.4 COORDINATION DES TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT AVEC LES TRAVAUX DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

Différents projets relatifs à l'assainissement EU et EP sont déjà bien avancés sur la zone d'étude :

- ✓ Les 3 phases de travaux établies par l'UGP du Gourou sur les réseaux EU et EP ;
- ✓ La réhabilitation du barrage de Bonoumin et des ouvrages aval (projet EP), sous Maîtrise d'Ouvrage PRICI (étude réalisée par le BNEDT) ;
- ✓ Le projets d'aménagement du réseau de drainage des bassins versants d'Abidjan Est et Abidjan Ouest (projet EP) sous maîtrise d'ouvrage PRICI (étude réalisée par Roche Itée), dont la tranche 1 est réalisée par le PRICI et la tranche 2 fait l'objet d'un accord de financement entre l'ONAD et la BID pour travaux sur la période 2017-2020 ;
- ✓ Le projet de réhabilitation du Canal de Béago (projet EP sur la commune de Yopougon) sous maîtrise d'ouvrage du District d'Abidjan (étude réalisée par le BNEDT) ;
- ✓ Le projet d'aménagement de la baie de Cocody (projet EU et EP), géré par le PRICI (étude réalisée par BNEDT/CID).

Le Comité de Pilotage du schéma directeur a pris les décisions suivantes :

- ✓ Ces projets doivent être considérés comme des « coups partis » et leurs composantes EU seront donc intégrées à la tranche 1 du présent programme de travaux EU,

- ✓ Leur conception pourra être modifiée pour prendre en compte les résultats du schéma directeur.

Ces projets constituent en effet une opportunité de coordination permettant potentiellement :

- ✓ Une réduction de l'impact des travaux sur les riverains et les transports (réduction des durées totales de travaux),
- ✓ Une réduction de risque d'impact sur les réseaux en place : concomitance des travaux,
- ✓ Une réduction des coûts cumulés : diminution des coûts d'implantation de chantier, de signalétique, de régulation des circulations et transports, des retraits de chantier.

Les projets d'aménagement en cours concernent les réseaux d'eaux usées et les réseaux d'eaux pluviales.

4.2 DEFINITION DES PHASES DE TRAVAUX DU PROGRAMME EU

4.2.1 PRESENTATION GENERALE

Le phasage des travaux du programme EU présentés lors du Comité de Pilotage en date du 29 mars 2017 a été mis à jour :

- ✓ Pour intégrer les avis émis par le Comité de Pilotage :
- ✓ Pour intégrer les aménagements proposés pour la commune de Songon dans le calendrier général proposé à l'échelle du District d'Abidjan.

Les conséquences majeures de ces modifications sont les suivantes :

- ✓ Limitation à 8 phases de travaux en lieu et place des 9 phases initialement prévues,
- ✓ Nouvelle répartition des secteurs de travaux sur la base des éléments indiqués ci-dessus.

Une planification financière par phase et par an des coûts d'investissements, charges d'exploitation et dotations aux amortissements vient compléter ce phasage technique des travaux.

4.2.2 PHASAGE DES TRAVAUX EU

Sur la base des éléments ci-dessus, le District d'Abidjan étendu à la commune de Grand Bassam a été divisé en 27 secteurs, eux-mêmes regroupés en 8 phases de travaux.

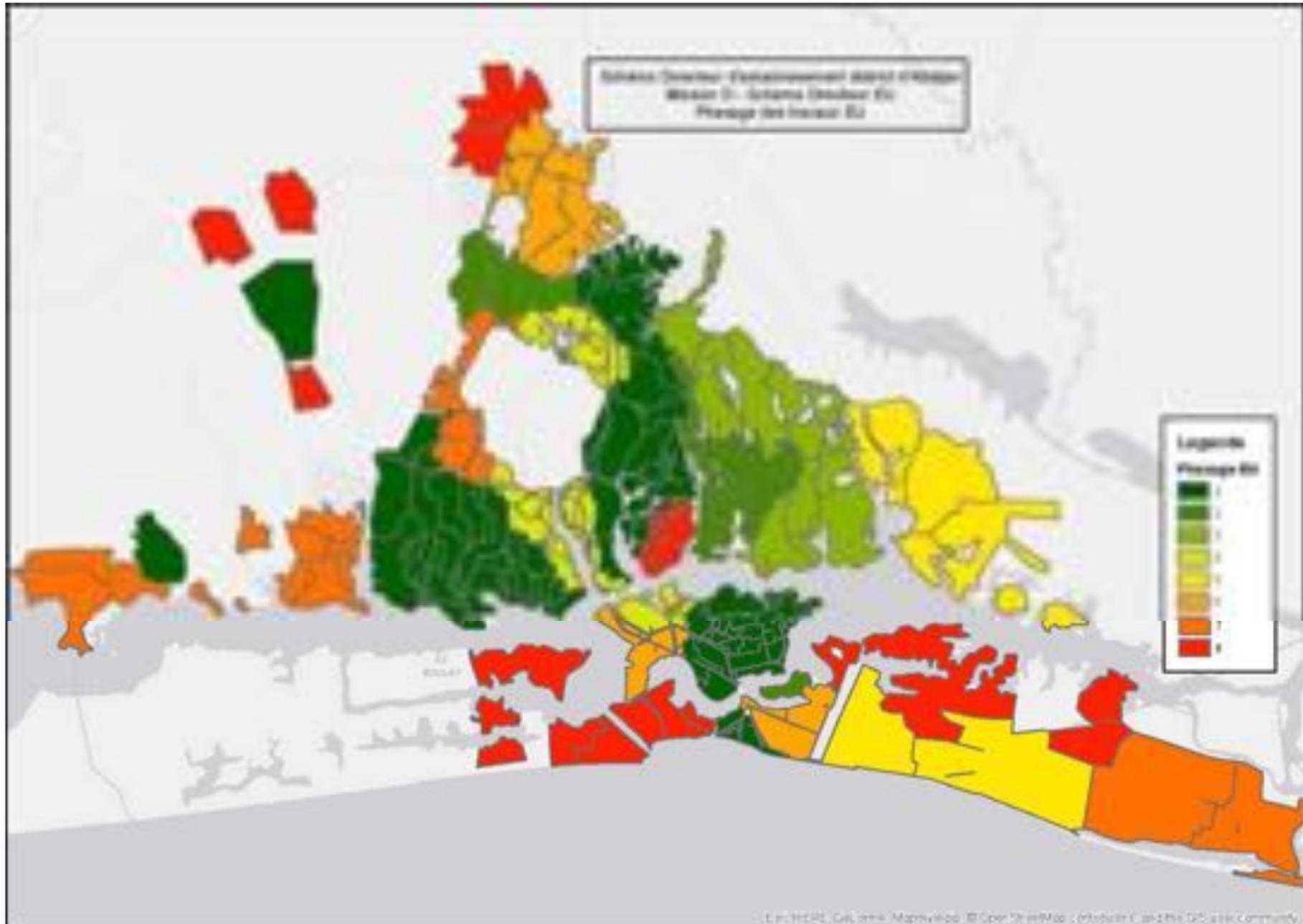
Ce phasage a intégré les avis émis par le Comité de Pilotage lors des réunions de travail intermédiaire, portant notamment sur l'intégration des « coups partis » dans les phases 1 et 2 :

- ✓ Intervention en phase 1 pour les secteurs concernés par les aménagements eaux pluviales programmés par l'ONAD en commune de Yopougon : secteur urbanisé de la commune de Yopougon dans son intégralité,
- ✓ Intervention en phase 1 pour la totalité du Bassin Versant du Gourou (regroupement des travaux de phases 1, 2 et 3 planifiés par l'UGP BV du Gourou),
- ✓ Intervention en phase 2 pour le secteur Riviera, concerné en phase 1 par les aménagements eaux pluviales programmés par l'ONAD en commune de Cocody.

Le tableau ci-dessous indique les dates de démarrage et de fin des phases de travaux d'eaux usées, de même que l'évolution du taux de couverture et la population raccordée.

Phase	Date début	Date fin	Population future couverte	Taux de couverture cumulé (%)	Population future raccordée	Nombre de raccords/ abonnés
1	2020	2035	3 645 588	48%	2 734 191	125 630
2	2030	2038	841 663	59%	631 247	29 004
3	2033	2041	427 096	64%	320 322	14 718
4	2037	2042	970 028	77%	727 521	33 428
5	2042	2047	843 095	88%	632 321	29 054
6	2045	2057	153 054	90%	114 791	5 274
7	2048	2059	405 872	95%	304 404	13 987
8	2051	2062	349 042	100%	261 781	12 028
Valeurs finales			7 635 438	100%	5 726 578	294 710

Le détail des travaux par phase est exposé dans le rapport D-EU1 (143122-ME-108-Mission D-EU1-Travaux neufs). La carte ci-dessous identifie ces secteurs et leur positionnement dans les phases de travaux.



L'enchaînement des phases de réalisation présentée ci-dessus intègre l'ensemble des critères retenus pour la hiérarchisation.

Elle consiste principalement à débiter par les zones aux populations les plus vulnérables, densément peuplées.

4.2.3 REALISATION DES STATIONS D'EPURATION

Les STEP seront réalisés en plusieurs tranches chacune, afin de suivre le raccordement progressif au réseau collectif et la montée en charge hydraulique (voir ch3. Stations d'épuration des eaux usées).

Le fonctionnement des STEP nécessite une charge polluante minimale à 33 % de sa capacité nominale.

Le raccordement des zones à forte densité sera donc recherché pour assurer ce débit minimal arrivant à la STEP dès sa mise en service.

4.2.4 RACCORDEMENT DES MENAGES

Les opérations de raccordement des ménages pourront être démarrées dès la pose des conduites primaires et secondaires, mais seront terminées après la pose de ces dernières.

L'ordre de hiérarchisation de chaque secteur doit donc être vu comme un ordre de démarrage des travaux, mais non comme un ordre de séquence, puisque le démarrage d'un secteur pourra commencer après la fin des travaux de réseaux primaires de la tranche précédente, mais avant la fin des réseaux secondaires, tertiaires et des raccordements.

Il y aura donc des travaux réalisés simultanément sur des secteurs de hiérarchisations différentes.

5 REHABILITATION DES RESEAUX EAUX USEES

Le diagnostic des infrastructures existantes a été réalisé en mission B et exposé dans le rapport B2 (143122-ME-108-Mission B-Rapport B2-Diag physique réseaux-011).

Les propositions de travaux de réhabilitation de ces infrastructures sont exposées en détail dans le rapport D-EU4 (143122-ME-108-Mission D-EU4-Réhab et exploitation).

5.1 RESEAUX PRIMAIRES ET SECONDAIRES

Un état des lieux des collecteurs primaires et secondaires a été effectué dans le cadre de la Mission B (voir rapport B2 : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B2-Diag physique réseaux-011) et sur la base des campagnes suivantes :

- Etat des lieux structurel des collecteurs par campagne ITV,
- Etat des lieux des désordres par campagne de reconnaissance des regards.

Les principaux défauts observés lors de ces investigations sont les suivants :

- ✓ Les zones de dépôts concernent 29% des défauts observés et sont présents dans 83% des conduites inspectées
- ✓ Les écaillages du revêtement concernent 22% des défauts observés et sont présents dans 71% des conduites inspectées
- ✓ Les granulats visibles concernent 18% des défauts observés et sont présents dans 61% des conduites inspectées

Les collecteurs ont fait l'objet d'une note structurelle globale synthétisant l'ensemble des caractéristiques techniques relevées :

- 1 : bon état,
- 2 : état moyen,
- 3 : mauvais état,
- 4 : très mauvais état.

Cette base de notation a permis d'identifier que :

- ✓ 31% des conduites inspectées sont en bon état,
- ✓ 53% des conduites inspectées sont en état moyen,
- ✓ 14% des conduites inspectées sont en mauvais état,
- ✓ 2% des conduites inspectées sont en très mauvais état.

5.1.1 COLLECTEUR DE BASE

La carte suivante présente les actions recommandées sur le collecteur de base :



5.1.2 AUTRES RESEAUX

5.1.2.1 Treichville

Nous préconisons la conservation et la réhabilitation du réseau unitaire là où il existe. De plus, pour améliorer les performances du réseau pour et limiter les inondations, le volet « Eaux Pluviales » du présent Schéma Directeur prévoit l'implantation d'un réseau EP pour renforcement du réseau unitaire en place.

Les opérations suivantes sont préconisées sur le réseau unitaire de Treichville :

- ✓ Campagne de curage des réseaux à l'échelle du secteur historique de Treichville (nord VGE) pour évacuation des déchets solides et des sables,
- ✓ Pose de grille avaloir permettant l'intensification du taux de collecte en temps de pluie
- ✓ Protection des ouvrages des intrusions de déchets solides : pose de tampons en composite verrouillé
- ✓ De procéder à une campagne d'information, de l'amont à l'aval des travaux et de prendre les mesures répressives applicables en matière de protection des biens publics.

5.1.2.2 Adjamé

L'UGP du Gourou prévoit la mise en séparatif du quartier connecté aux DO Garden Center et Fraternité Matin

5.1.2.3 Autres réseaux

D'autres travaux de réhabilitation et remplacement de conduites sont décrits, notamment sur les communes de Marcory, Koumassi, Attécoubé, sur le BV du Gourou etc.. Ils sont détaillés dans le rapport D-EU4 (143122-ME-108-Mission D-EU4-Réhab et exploitation).

5.2 COLLECTEURS TERTIAIRES

Le niveau de connaissance actuel sur les réseaux tertiaires, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, est globalement insuffisant pour déterminer les travaux à engager avec fiabilité et précision. Un travail d'inventaire et de caractérisation spécifique doit être mené.

Compte tenu des informations disponibles, les actions de réhabilitation à mener sont les suivantes :

- ✓ Etant donné leur niveau important de dégradation lié à leur âge : tous les réseaux en amiantement, soit un linéaire identifié de 185,5 km.
- ✓ Le réseau PVC d'Abobo 4 Etages, identifié en état « mauvais » (17,8 km).
- ✓ Les réseaux PVC de Yopougon Banco Sud (24 km) et de Koumassi SOGEFIHA (3,8 km), identifiés en état « moyens ».
- ✓ Remplacement du réseau Fairmount à Attécoubé : linéaire de 1.8km, matériau inconnu
- ✓ Le linéaire total concerné par les réhabilitations est de 265,7 km, dont 175,3 km de réseaux classés « bon » et 90,4 km classés « correct ».
- ✓ Investigations complémentaires à mener dans un deuxième temps sur l'ensemble des autres réseaux PVC pour un linéaire total de 176,6 km.

5.3 DEVERSOIRS D'ORAGE

Un travail d'inventaire et de diagnostic des 13 déversoirs d'orage existants a été réalisé dans le cadre de la Mission B (voir rapport B2 : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B2-Diag physique réseaux-011) du présent Schéma Directeur.

Le réseau des déversoirs d'orage sera très fortement remanié par les projets suivants :

- ✓ Projet de Gestion Intégrée du Bassin Versant du Gourou,
- ✓ Le projet d'aménagement de la baie de Cocody.

Pour chaque collecteur unitaire concerné, un débit de référence a été déterminé avec les objectifs suivants :

- ✓ Pour un débit inférieur au débit de référence : renvoi de toutes les eaux arrivant de l'amont vers le réseau eaux usées aval sans aucun déversement vers le milieu naturel,
- ✓ Pour un débit supérieur au débit de référence : maintien du débit de référence dans le réseau eaux usées aval et débordement (surverse) du déversoir d'orage vers le milieu naturel.

Les équipements suivants pourront être installés pour compléter les déversoirs d'orage, au niveau des collecteurs amont, des collecteurs aval et des collecteurs de décharge :

- ✓ Chambre de tranquillisation à l'amont du déversoir d'orage afin de garantir un régime hydraulique permettant le bon fonctionnement du déversoir d'orage,
- ✓ Equipements de rétention des solides : dégrilleur (éléments grossiers), piège à sable (éléments fins), paroi siphonoïde (flottants) afin de protéger le déversoir d'orage, le collecteur aval et le collecteur de décharge des obstructions et le milieu récepteur de la part solide de la pollution en temps de pluie,
- ✓ Vannes de régulation pour contrôle du fonctionnement du déversoir d'orage (variation du débit conservé) ou pour isolement des équipements (entretien et réparation),
- ✓ Clapet sur le collecteur de décharge pour protéger des intrusions des eaux du milieu récepteur dans le réseau.

5.4 STATIONS DE POMPAGE

Le programme prioritaire en cours de mise en œuvre permettra de traiter les 11 stations stratégiques présentant les dysfonctionnements les plus pénalisants.

De plus, les stations de pompage incluses dans la phase 1 du SDAD devront être renforcées à court terme conjointement aux travaux de la phase 1, afin de prendre en compte les augmentations importantes de flux qui s'y produiront à court terme. Ces stations n'ont donc pas vocation à faire partie d'un programme de réhabilitation puisque des travaux y seront faits à court terme

La sélection des stations de pompage pour lesquelles un programme de réhabilitation est nécessaire répond donc aux 3 critères suivants :

- ✓ Station non prise en compte dans le programme prioritaire ou tout autre programme récent ;
- ✓ Station non incluse dans la phase 1 du schéma d'extension des réseaux du SDAD (BV Gourou jusqu'à SP Charles De Gaulle) ;
- ✓ Station en mauvais état général d'après le diagnostic de 2015.

Ces 3 critères permettent d'identifier les 17 stations suivantes, classées par état général croissant :

SP	Quartier	Etat général
RPB3	RPB3	1.75
RM4	RM4	1.8
RK13	RK13	1.95
RPB1	Abattoirs	1.95
RPB2	RPB2	2.05

SP	Quartier	Etat général
RK4	Remblais RK4	2.1
RK11	RK11 Abri 2000-147 logements	2.15
RK12	RK12 Abri 2000	2.15
RT5 (Avenue 2)	Avenue 2	2.15
RK3	Remblais RK3	2.15
Université	Université	2.25
RC12	II Plateau 3ème tranche	2.3
ZP1	Zone portuaire ZP1	2.3

Ces stations de pompage devront faire l'objet d'un programme de réhabilitation.

5.5 STATION DE KOUMASSI DIGUE

Un programme d'amélioration du fonctionnement de la station de prétraitement de Koumassi Digue est en cours d'étude (mission F du SDAD).

En effet, selon les diagnostics réalisés ces dernières années par la SODECI et celui réalisé dans le cadre de la mission B du SDAD (rapport B2 : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B2-Diag physique réseaux-011) certains dysfonctionnements ont été observés, qui nécessitent d'être repris afin d'améliorer le taux de traitement (fiabilité de la station) et de diminuer les rejets au milieu naturel.

Les types d'aménagements de la station en cours d'étude dans la mission F sont du type :

- ✓ Travaux de génie civil (adaptions des gabarits des chenaux à l'aval des vis, travaux sur les déversoirs (vis et pompes de refoulement) adaptations dans le cadre du pompage des sables,
- ✓ Travaux de mise à niveau du dégrillage (réparation, renouvellement, automatique/fixe),
- ✓ Travaux de mise à niveau des dessableurs (éventuels remplacements par systèmes air-lift de pompage des sables),
- ✓ Mise en place des automatismes nécessaires sur les équipements,
- ✓ Mise en place d'une télésurveillance adéquate afin de pouvoir connaître en temps réel à minima :
 - Débit entrant,
 - Débit surversé en lagune,
 - Débit pompé vers l'émissaire,
 - Temps de fonctionnement des équipements.

Le but de ce programme n'est pas d'augmenter la capacité de traitement ou le niveau de traitement de la station de Koumassi Digue car elle sera remplacée lors de la phase 2 du SDAD par la station d'épuration d'Adjahui. Seule subsistera sur le site de Koumassi Digue la station de pompage dont la capacité de refoulement devra être augmentée.

6 AMELIORATION DU FONCTIONNEMENT DES RESEAUX EAUX USEES

Les préconisations concernant l'amélioration de l'exploitation sont détaillées dans le rapport D-EU4 (143122-ME-108-Mission D-EU4-Réhab et exploitation).

6.1 LUTTE CONTRE L'ENSABLEMENT

Les désordres liés à l'ensablement sont importants :

- ✓ Limitation des sections et bouchages, débordements (réseau unitaire de Treichville), un problème majeur concernant très fortement les communes de Port-Bouët, Koumassi, Marcory et Treichville :
 - 40% des regards visités lors de la campagne de visite des regards étaient en charge (70% à Port-Bouët, 57% à Koumassi, 49% à Marcory et 46% à Treichville),
 - 54% des regards visités lors de la campagne de visite des regards présentaient des traces de mise en charge (89% à Treichville 83% à Port-Bouët, 75% à Koumassi et 60% à Marcory),
- ✓ Apports massifs aux stations de pompage avec saturation des dégrilleurs et dessableurs,
- ✓ Coûts d'exploitation élevés et monopolisation des moyens en saison des pluies.

Au total sont prévus :

- ✓ 12 dessableurs, dont
 - 3 dessableurs autonomes,
 - 9 dessableurs implantés en station de pompage,
- ✓ 73 chambres de dessablage.

6.2 GESTION DU RISQUE H2S

D'après les mesures réalisées lors des diagnostics de réseau, près de 9% des regards présentent des concentrations en H2S significatives.

Ces réactions se produisent principalement dans les conduites en charge et donc en conditions anaérobie. Les tronçons en refoulement sont donc les principaux secteurs de productions, mais les conduites gravitaires en charge ou sujettes à une mauvaise oxygénation (lié à la présence de secteurs en charge par exemple), peuvent également être le siège de la production de H2S.

Trois stations de pompage ont été sélectionnées pour la réalisation de projets pilotes de traitement du H2S : ZP3, RK3 et 7J1. Ces projets pilotes ont vocation à être dupliqués aux autres stations de pompage après en avoir tiré les enseignements et les adaptations nécessaires.

Les solutions techniques préconisées sont les suivantes :

- ✓ Augmentation du potentiel redox par injection d'air : cette solution est adaptée pour les petits refoulements, de débit caractéristiques 15 à 20m³/h. Elle n'est donc pas adaptée au contexte
- ✓ Injection de sels de nitrates pour précipiter les sulfures : cette solution est curative et préventive.

6.3 EXPLOITATION DES COLLECTEURS

6.3.1 SECURITE EN EXPLOITATION

Les conditions de sécurité en exploitation des réseaux constituent un point primordial qui devra faire l'objet d'une attention particulière. Il s'agira par conséquent :

- ✓ De protéger le personnel exploitant des risques physiques et sanitaires liés à leur activité professionnelle : chutes et blessures (risques physiques), contaminations et risque H2S (risque sanitaire),
- ✓ De protéger les personnels des entreprises intervenantes vis-à-vis de ces mêmes risques,
- ✓ De protéger les tiers vis-à-vis de ces mêmes risques : risques liés à la proximité et à l'accessibilité des réseaux.

A minima, l'ensemble du personnel d'intervention devra être formé aux modalités d'intervention sécurisée en réseau.

Les équipements suivants devront être fournis au personnel d'intervention :

- ✓ des appareils d'apport d'air neuf ;
- ✓ des équipements destinés à la prévention des chutes de hauteurs (garde-corps...) ;
- ✓ des équipements pour le balisage du chantier ;
- ✓ des équipements de travail adaptés (casque, gants, chaussures de sécurité, bottes...) ;
- ✓ des détecteurs d'atmosphère portatifs adaptés aux risques évalués (oxygénomètre, explosimètre, détecteurs de gaz et vapeurs dangereux...) ;
- ✓ des lunettes ou visières de protection faciale ;
- ✓ des casques antibruit ou des bouchons d'oreilles ;
- ✓ des harnais avec stop-chute ;
- ✓ des trépieds (ou potences) conformes à la norme EN 795 ;
- ✓ des appareils de protection respiratoire isolant de travail à adduction d'air comprimé ou autonome (bouteilles d'air comprimé).

6.3.2 AUTOSURVEILLANCE

L'autosurveillance d'un réseau d'assainissement est l'ensemble des mesures quantitatives et qualitatives installées à l'échelle du système d'assainissement pour plusieurs objectifs :

- ✓ Mesurer et justifier l'efficacité du système vis-à-vis de ses objectifs : objectifs de collecte (volumes transitant par les collecteurs) et objectifs de rejet (qualité et quantité de rejet par les STEP et les ouvrages de sécurité et de délestage),
- ✓ Evaluer la performance du réseau du point de vue des eaux parasites : importance des eaux claires parasites permanentes (ECP), survolumes d'eaux claires en temps de pluie (Eaux Claires Météoriques)
- ✓ Disposer de données de dimensionnement ajustées du système : dans le cas spécifique d'Abidjan, les données de dimensionnement initiales des réseaux, STEP et ouvrages de régulation (calage des déversoirs d'orage pourront être précisées par exploitation des volumes et débits collectés et transférés, traités et rejetés,
- ✓ Disposer d'un outil d'alerte permanent : identification de panne, rupture ou intrusion, alerte pollution,
- ✓ Disposer de données de diagnostic permanent : identification des évolutions, dérives et dysfonctionnements du système afin d'anticiper et planifier les besoins d'intervention.

41 points de mesure et 7 pluviomètres ont été prévus dans le cadre de ce programme d'instrumentation des réseaux.

Ces points seront :

- ✓ Pour 22 d'entre eux, posés en entrée de station de pompage ou sur les conduites de refoulement,
- ✓ Pour 9 d'entre eux posés sur les réseaux gravitaires.

6.4 SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

Dans le cadre de l'étude du SDAD un Système d'Information Géographique (SIG) a été élaboré par le Cabinet MERLIN et remis à la DAUD.

Le Système d'Information Géographique permet de recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer, visualiser des données spatiales et géographiques. Il est une bibliothèque accessible et modifiable de tous les ouvrages et données concernant l'assainissement et le drainage sur le district d'Abidjan.

Le SIG a été élaboré sur le logiciel ArcGis de ESRI. Il contient les données relatives aux infrastructures d'assainissement et de drainage existantes (réseaux, canaux, stations de pompage, zones de collecte, bassins versants...).

Il contient également les fichiers de données suivant relatifs aux infrastructures projetées dans le SDAD :

Nom	Nombre d'entités	Nombre d'attributs
Stations d'épuration	5	3
Réseau gravitaire primaire	366	31
Réseau gravitaire secondaire	1818	11
Réseau gravitaire tertiaire	1919	31
Refoulement primaire	97	24
Refoulement secondaire	184	24
Stations de pompage	342	19
Equipements	90	6
Points de dépotage	20	2
Points autosurveillance	47	3
Zones de collecte	1206	27
Points d'injections zones de collecte	1206	7
Ruptures de pentes	44	4

Afin d'avoir une meilleure gestion et une visibilité des actions menées par les différents acteurs du projet et assurer une meilleure organisation du processus d'échange, de mise à jour et de modification des données du SIG et pour éviter les pertes d'information, la DAUD mettra en place un serveur sur le cloud disponible 24h/24h et accessible via internet/intranet à tous les acteurs du projet.

L'objectif du cloud est d'assurer l'organisation des échanges de données entre les différents acteurs, la sécurité des données du SIG, la cohérence et l'intégrité de la base de données SIG. Le cloud mis en œuvre (en cours de définition) devra être compatible avec la solution ArcGIS utilisée pour l'élaboration du SIG.

7 PRECONISATIONS EN MATIERE DE GESTION DE L'ASSAINISSEMENT AUTONOME

Les préconisations concernant la gestion de l'assainissement autonome sont exposées en détail dans le rapport D-EU1 (143122-ME-108-Mission D-EU1-Travaux neufs).

7.1 SURVEILLANCE ET CONTROLES

Les menaces de contaminations provenant de l'assainissement autonome nous conduisent à préconiser la mise en place de zones de surveillance renforcée des installations.

Ces zones seront prioritaires pour :

- ✓ La réhabilitation et le remplacement des installations existantes,
- ✓ La mise en place de contrôles renforcés (contrôles annuels),
- ✓ La mise en œuvre de techniques de traitement à la parcelle pour les nouvelles constructions.

7.2 NOUVELLES INSTALLATIONS

Les nouvelles installations devront être des équipements :

- ✓ Adaptés en termes de besoins : dimensions adaptées aux besoins en termes de volumes de stockage,
- ✓ Adaptés à la filière ANC : principes et dimensions adaptés à un pré-traitement effectif des eaux usées stockées,
- ✓ Adaptés en termes de protection du milieu récepteur : qualité de l'ouvrage (étanchéité),
- ✓ Accessibles à un service de vidange de qualité et à un tarif abordable :
 - accessibilité des fosses : équipements de vidange adaptés),
 - accessibilité d'un point de dépotage adapté à une prise en charge de qualité.

7.3 INSTALLATIONS EXISTANTES

Des tests d'étanchéité et des diagnostics devront être menés à l'occasion des vidanges de fosses.

Ces opérations de requalification devront permettre de réduire le risque de développement de moustiques et de mauvaises odeurs, en assurant une bonne étanchéité de surface des installations.

De plus, les réseaux d'amenée devront être éventuellement reprofilés, pour limiter les risques de colmatage des conduites, qui sont signalés pour 30% des équipements individuels.

Un contrôle régulier (tous les 5 ans environ) devrait être réalisé chez les particuliers.

7.4 GESTION DES BOUES DE VIDANGE

Actuellement, la population d'Abidjan est majoritairement raccordée à un assainissement non collectif. Les travaux de construction et de raccordement de réseaux étant échelonnés sur plusieurs dizaines d'années, et le taux objectif à terme de la population équipée en ANC étant de 20% (soit plus de 1,5 millions d'habitants) les boues ou matières de vidange sont à évacuer vers un potentiel traitement avant rejet au milieu naturel.

Actuellement environ 50% des volumes curés dans les fosses actuellement ne sont pas dépotés dans les points de dépotage existants

Afin de faire tendre le taux de décharge sauvage vers 0%, tout en prenant en compte une augmentation de la population sur le District, il est nécessaire d'augmenter le parc de station de dépotage en assurant une répartition permettant d'harmoniser la desserte des différentes communes.

Ainsi 20 nouveaux sites de dépotage sont prévus (dont les 7 sites de STEP qui accueilleront également les boues de vidange). Ces sites seront équipés :

- ✓ D'un système de rétention des particules trop volumineuses (piège à cailloux suivi d'un dégrilleur) ;
- ✓ D'un système de brassage à l'air pour éviter la décantation des matières de vidange et réduire leur septicités (surpresseurs avec rampes de diffusion moyennes bulles) ;
- ✓ D'un système de dilution afin de lisser les charges polluantes avant l'arrivée à la station de traitement.

Les préconisations concernant les points de dépotage des boues de vidange sont exposées en détail dans le rapport D-EU2 (143122-ME-102-Mission D-EU2-STEP).

8 SENSIBILISATION DES POPULATIONS

Il n'existe pas de stratégie de communication planifiée au niveau de l'Etat sur le long terme concernant les activités de promotion de l'hygiène et de sensibilisation des ménages à l'utilisation des ouvrages d'assainissement. Les rares activités relatives à ce secteur sont prises en charge dans le cadre de programmes et projets dont les zones d'influence sont circonscrites sur une partie du territoire et dont la durée est relativement courte.

Un programme de sensibilisation des populations en matière d'utilisation des réseaux d'évacuation des eaux usées et pluviales a été élaboré sur trois axes stratégiques, voir rapport D-EU1 (143122-ME-108-Mission D-EU1-Travaux neufs).

- ✓ La communication de proximité - information, éducation, communication (IEC) - ayant pour cible les ménages et consistant à développer des activités de mobilisation sociale, d'information, de sensibilisation, de marketing social. L'objectif étant de faire prendre conscience aux ménages des conséquences liées au manque d'assainissement, la mauvaise utilisation des ouvrages, et les amener à adopter des comportements et pratiques pour maintenir leur milieu de vie sain.
- ✓ La communication de masse, toujours destinée aux ménages, consiste à utiliser les médias pour toucher un large public en un délai très court en vue de les amener à comprendre l'intérêt de l'assainissement et à s'équiper, avec parfois des opportunités qui s'offrent à eux tels que la possibilité de se raccorder au réseau public d'assainissement à moindre coût.
- ✓ Le plaidoyer par contre cible des acteurs institutionnels notamment les collectivités locales, qui a pour objectif d'améliorer les actions de suivi et de maintenance des ouvrages d'assainissement et de sensibilisation des populations à leur bonne utilisation.

9 PROGRAMME DE TRAVAUX D'AMENAGEMENTS EAUX PLUVIALES

La stratégie générale de gestion des eaux pluviales est exposée dans le rapport D-EP1 (143122-ME-108-Mission D-EP1-SDA Pluvial) et le détail des aménagements prévus par bassin versant est exposé dans le rapport D-EP2 (143122-ME-108-Mission D-EP2-Detail par BV).

Le calcul et le dimensionnement des canaux ont été présentés en mission C dans les 3 volumes du rapport C-EP1 (143122-ME-108-Mission C-EP1-Scenarios EP 1sur3 ; 143122-ME-108-Mission C-EP1-Scenarios EP 2sur3 ; 143122-ME-108-Mission C-EP1-Scenarios EP 3sur3).

9.1 STRATEGIE GENERALE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

En matière d'aménagement pluvial, plusieurs types d'aménagements peuvent être envisagés et combinés, étant donné que chaque talweg, chaque rivière, présente des aspects spécifiques en termes de morphologie du lit mineur et du lit majeur, d'ouvrages (ponts...), de mode d'occupation des sols (habité et urbanisé, ou faiblement habité...), des enjeux, etc...

Les types d'aménagements envisageables sont schématiquement les suivants :

- ✓ Création de canaux ou élargissement des canaux existants ;
- ✓ Reprise de ponts, d'ouvrages de traversée de rivière, de busages, de passerelles, etc...
- ✓ Aménagement de zones de « sur-inondations » (zones d'écrêtement) dans les secteurs les moins densément habités afin de limiter l'impact des crues en aval et/ou de compenser une augmentation de la dynamique des crues liée à des aménagements amont tels que recalibrage, création de canaux bétonnés, modification d'ouvrage de franchissement sur rivière, etc... Ces zones de sur-inondations sont conçues de telle sorte qu'elles assurent un amortissement significatif des débits de pointe de crue.

L'étude menée a montré toute l'utilité de ces zones d'écrêtement. Il a en effet pu être constaté que celles-ci, en imposant des taux d'écrêtement très élevés allant jusqu'à 96% du débit décennal amont, permettaient de très largement réduire les dimensions de canaux à construire à l'aval, que ce soit en largeur ou en hauteur.

De plus, en réduisant les dimensions des canaux, et notamment leurs largeurs, la problématique de disponibilité foncière pourra être atténuée, et la nécessité d'expropriation pour la mise en place des canaux et des équipements associés se verra réduite.

La stratégie générale d'aménagement des eaux pluviales retenue est donc la suivante :

- ✓ Mise en place systématique des canaux aux dimensions requises pour les réseaux primaires ;
- ✓ Sécurisation foncière et réalisation concrète des zones de sur-inondations ;
- ✓ Redimensionnement des ouvrages hydrauliques associés (franchissements sous voiries, ponts...).

De plus, des stratégies d'aménagements des cuvettes sont systématiquement proposées.

9.1 DEFINITION DES OBJECTIFS DE PROTECTION

9.1.1 PERIODE DE RETOUR

La période de retour décennale (T10) est la période retenue par la majorité des études précédentes. Cette période de retour peut être vue comme un minimum.

Cependant, au vu de la densification rapide d'Abidjan, l'augmentation du niveau de protection au-delà de T10 ans risque de se heurter à des problèmes importants de faisabilité foncière et financière.

C'est pourquoi il a été retenu dans le cadre de la mission B l'occurrence décennale (voir rapport B6 : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B6-Criteres conception-014).

9.1.2 PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES PLUIES

Les sources étudiées dans le cadre de la mission B (voir rapport B4.1 : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B4.1 Diag hydrauEP Model-013) conduisent aux conclusions suivantes :

- ✓ Les évolutions des pluies intenses sur les périodes récentes sont variables selon les zones considérées, et de faible magnitude (légèrement à la hausse sur Abidjan, mais globalement à la baisse sur la Cote d'Ivoire) ;
- ✓ Les données de simulations climatiques du PNUD sur le Libéria (plus proches simulations réalisées) montrent que la probabilité d'une hauteur des pluies maximales journalières est moyenne, avec une espérance d'augmentation de 2% en moyenne. Dans certains cas, une diminution pourrait également être observée, selon certains modèles.

Compte tenu des fortes incertitudes, et de l'absence de tendance forte sur les évolutions futures, ainsi que du caractère local des évolutions, il n'apparaît pas réaliste de modifier les pluies de projet actuelles pour prendre en compte le changement climatique car :

- ✓ Une augmentation des hyétogrammes de projet conduirait à des conséquences fortes en termes d'enveloppe financière sur les travaux à mener, conséquences que la faiblesse des tendances extraites ne permet pas de justifier ;
- ✓ Une diminution des hyétogrammes apparaîtrait également incertaine – voire hasardeuse - compte tenu de la variabilité des évolutions prédites, et ne serait pas sécuritaire vis-à-vis de l'impératif actuel de protection des biens et des personnes.

C'est pourquoi à ce stade, les pluies de projet actuelles ont été retenues comme base de dimensionnement des ouvrages.

9.1.3 MONTEE DU NIVEAU DE LA MER

Des fourchettes d'élévation du niveau de l'océan Atlantique pour l'Afrique sont fournies par le rapport « DIVA - Sea-Level Rise and Impacts in Africa, 2000 to 2100 » produit par l'Université de Southampton en avril 2011. Une version révisée de 2014 a été mise en ligne par le site WeAdapt.org.

Ces valeurs ont été présentées en mission B dans le rapport B4.1 (143122-ME-108-Mission B-Rapport B4.1 Diag hydrau EP Model-013).

En l'absence de donnée validée sur ce sujet, une valeur de rehaussement de 0.27 m entre la situation actuelle et la situation future a été retenue comme hypothèse

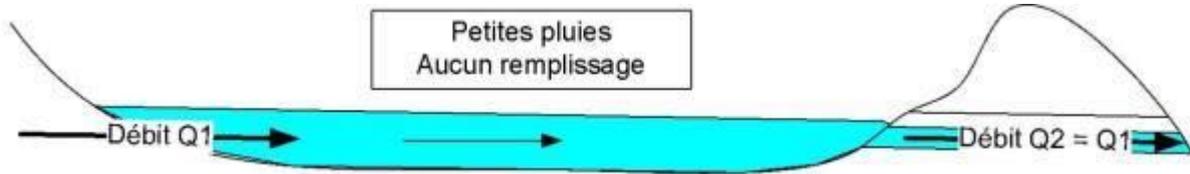
9.2 MISE EN PLACE DE ZONES D'ECRETEMENT

9.2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

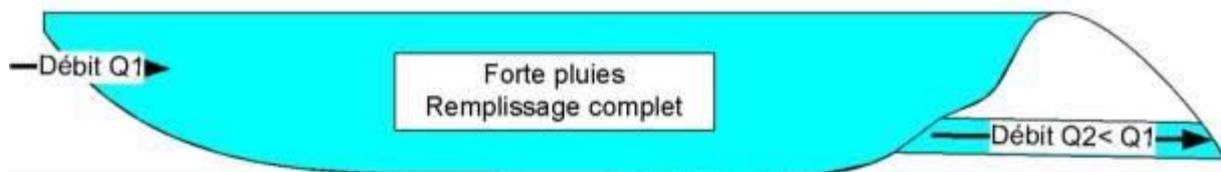
Il s'agit d'une zone de stockage mise en œuvre soit par la réalisation d'un remblai frontal submersible de faible hauteur (et stable mécaniquement) avec une section de passage libre ou légèrement contractée au niveau du lit mineur de la rivière, soit par la présence d'un remblai existant et large avec un ouvrage de franchissement calibré.

Le fonctionnement d'une telle zone est le suivant :

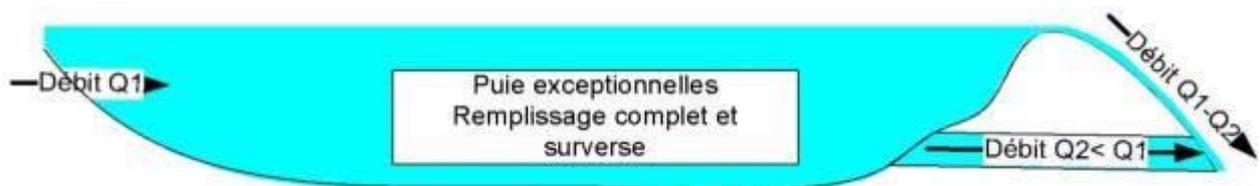
- ✓ Pluies faibles : pour le temps sec et les pluies les plus courantes, le stockage n'est pas opérationnel et la zone de sur-inondation a un effet quasiment négligeable sur l'hydrogramme qui l'alimente ($Q_2 = Q_1$ et $Q_1 < Q_{\text{fuite}}$) :



- ✓ Pluies fortes : Lorsque la période de retour des pluies d'alimentation dépasse le débit de fuite du bassin, le niveau dans ce dernier commence à monter et le débit à exutoire devient inférieur au débit d'entrée. Ce phénomène se prolonge tant que le niveau dans le bassin est inférieur à sa cote de trop plein :



- ✓ Pluies exceptionnelles : lorsque la période de retour de la pluie est supérieure au niveau de protection offert par le bassin (ici, pluie T25 ou pluie T100 selon les zones), la surverse du bassin commence à fonctionner. A ce moment, le débit amont est égal au débit aval :



La surverse peut :

- ✓ Soit se passer avant l'arrivée de la pointe de débit de l'hydrogramme amont, auquel cas le débit de pointe ne sera pas modifié ;
- ✓ Soit se produire après, auquel cas le max à l'aval du bassin sera inférieur au débit de pointe. Dans ce cas de figure, dont la probabilité dépend de la forme de la pluie, le bassin, même sous-dimensionné, conservera une fonction hydraulique importante.

9.2.2 IDENTIFICATION DU NIVEAU DE REMPLISSAGE ACCEPTABLE

L'augmentation du volume de stockage par la surélévation du niveau d'eau maximum dans les zones de sur-inondation identifiées assure une meilleure protection de l'aval, ainsi qu'une réduction des coûts des canaux bétonnés à l'aval.

Cependant, l'impact d'une surélévation est une augmentation du nombre de délocalisations nécessaires, et donc des coûts de délocalisations, ainsi qu'un risque accru de mécontentement des riverains. Il est donc nécessaire de trouver un compromis entre les deux contraintes : hydraulique et sociale.

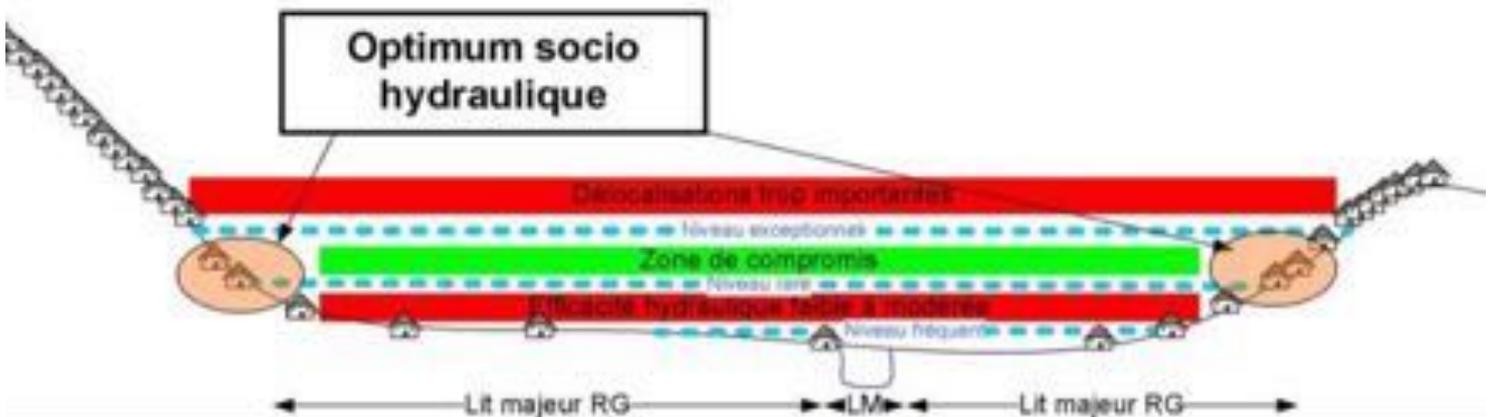
On définit à cet effet un niveau d'optimisation qui synthétise les constats suivants :

- ✓ Les zones les plus basses des fonds de vallées sont très régulièrement inondées. Les riverains sont donc très pénalisés par leur situation, et accepteraient dans leur grande majorité des relocations

convenablement indemnisées. Ces tranches d'altitudes doivent être utilisées pour le stockage et devront faire l'objet d'expropriations ;

- ✓ Les zones situées dans les pentes à plus de 3 ou 4m du fond sont en général épargnées par les inondations. Les habitats sont en dur, signe d'un habitat principalement constitué de classes moyennes, donc la localisation du logement n'a pas été subie, mais choisie, au contraire des habitants des zones basses, arrivés pour la plupart en dernier. Cette zone doit rester hors d'eau, car le mètre supplémentaire de tranche de stockage se traduirait par des délocalisations trop nombreuses et très difficiles à mettre en œuvre.

Le compromis est donc à trouver dans la zone intermédiaire, qui se situe souvent entre 2 et 3 mètres du fond. Il est constitué par la dernière ligne de maisons qui ont pu se mettre plus ou moins hors d'eau.



Sur la base des photos aériennes, chaque zone de stockage a été caractérisée par une altitude de submersion maximale, permettant d'optimiser le niveau des délocalisations à réaliser.

9.2.3 SYNTHÈSE DES ZONES DE STOCKAGE

Le tableau en page suivante présente les zones de stockage retenues pour le District d'Abidjan.

Les informations suivantes ont été rassemblées :

- ✓ Délocalisations nécessaires (sur la base des dernières images satellites correspondant au printemps 2017) : au total la réalisation des canaux nécessitera la délocalisation de 860 ménages, soit de l'ordre de 5 000 personnes.
- ✓ Volumes de stockage : les volumes sont compris entre 10 000 et 2 375 000 m³ pour un total de 7 170 000 m³.
- ✓ Taux d'écrêtement pour T10 ans $((1 - Q_{\text{sortie}}/Q_{\text{entrée}}))$: il est compris entre 3% et 97%. (Notons que le taux d'écrêtement de 3% correspond à la seule retenue du Mahou, dont le rôle est uniquement d'éviter le passage au trop-plein du barrage Dokui-Est situé en aval, ce qui pourrait menacer sa stabilité). Concernant les nouvelles retenues préconisées, 19 ont un taux d'écrêtement supérieur à 80% et parmi elles, 10 ont un taux d'écrêtement supérieur à 90%.

Ces taux d'écrêtement permettent de réduire très largement la largeur des canaux à implanter à l'aval de ces zones de rétentions, ce qui, compte-tenu des linéaires concernés, évite des nombreux problèmes de disponibilité foncière, d'importants coûts en travaux ainsi que de nombreuses expropriations. C'est d'ailleurs pourquoi le nombre d'expropriations envisagées pour la mise en place de ces zones de rétentions est à mettre en regard avec celui beaucoup plus important qu'aurait généré le choix d'un scénario tout transit (sans écrêtement).

- ✓ Fréquence de remplissage des ouvrages de stockage : Sur les 26 nouveaux ouvrages, 22 commencent à faire de la rétention lors la pluie annuelle. La fréquence de remplissage partiel des

bassins sera donc relativement faible. Ils resteront donc secs la majeure partie de l'année, ce qui conduit à 2 conséquences :

- Le bassin étant globalement sec, des activités voire des logements anarchiques auront tendance à se développer. Les pouvoirs publics devront prendre les dispositions nécessaires pour maintenir le périmètre dans sa fonction de stockage. Notons que des activités annexes, tel des terrains de sport, des parcs récréatifs ou autres, pourraient être compatibles avec la vocation hydraulique des ouvrages.
- Aucun plan d'eau permanent ne se développera : les ouvrages préconisés ne deviendront pas des foyers de prolifération des vecteurs pathogènes (insectes, moustiques...).
-

Au-delà de cette occurrence décennale, les zones de rétentions et leurs ouvrages associés ne permettront pas d'éviter toute inondation à leur aval, mais elles limiteront tout de même leur impact.

Les fiches de visite des sites sont données dans le rapport d'annexes D-EP3 (143122-ME-108-Mission D-EP3-Annexes).

Nom	Commune	Bassin versant	Qfuite (m3/s)	Volume stocké (m³)	Longueur digue	Zheau Max	TN	Hmax	surface (ha)	Delocalisations nécessaires	Débit aval transit (m³/s)	Efficacité hydraulique	efficacité hydraulique/délocalisations	seuil début stockage	Commentaire
camp Militaire	Cocody	Akouédo Synacassi	0.8	92700	120	40	34.7	5.3	2.8	4	24.7	97%	51.76	T1an	
Synacassi	Cocody	Akouédo Synacassi	7.2	9700	140	27.64	25.26	2.38	1.4	10	21.4	66%	14.20	T1an	
Cité Verdoyante	Cocody	Akouédo Synacassi	1.5	151500	270	20.95	14.28	6.67	7	25	16.7	91%	7.79	T1an	
Sicogi	Cocody	Akouédo Synatrésor	5	174100	340	40.94	34.8	6.14	7.1	140	76.3	93%	1.43	T1an	
Ogriville	Bingerville	Akouédo Synatrésor	7	432000	80	25.08	12.16	12.92	4.2	30	40.6	83%	5.90	T1an	
Synatresor	Cocody	Akouédo Synatrésor	1.5	228500	150	38.7	31.3	7.4	6.4	2	23	93%	100.00	T1an	
NDOTRE	Abobo	Anonkoua	11	468000	230	78.62	68.92	9.7	11.9	45	90.3	88%	4.18	T1an	
ONUCL	Abobo	Anonkoua	1.3	19600	60	86.56	80.9	5.66	0.75	3	6.6	80%	57.27	T1an	
SOTRAPIM	Abobo	Anonkoua	27.5	38500	220	87.19	82.9	4.29	3	25	42.8	36%	3.06	T3ans	
Kouaokrou	Anyama	Anyama1	3.4	173300	162	69.5	64	5.5	8.1	75	34.5	90%	2.57	T1an	
Sossokoua1	Anyama	Anyama1	1.2	627,000	179	49.5	44	5.5	18	56	40.8	97%	3.71	T1an	
Sossokoua2	Anyama	Anyama1	7.7	2375000	282	56.93	52	6	8.2	55	42.7	82%	3.19	T1an	
M6	Anyama	Anyama2	21.2	16200	115	62.4	64.5	2.3	2.5	9	24.4	13%	3.12	>T5ans	
M6_2	Anyama	Anyama2	3.4	148500	110	77.29	71.5	5.79	5.4	12	21.3	84%	14.98	T1an	
Akoue Sante	Bingerville	Bingerville Ouest	2.5	72300	110	25.02	19.7	5.32	5	30	18.4	86%	6.16	T1an	
Jardin Botanique	Bingerville	Bingerville Ouest	1.6	53900	105	32.44	28	4.44	1.3	25	13.8	88%	7.57	T1an	
Coco Service	Abobo	Gourou	5.9	486000	95	80	66	14	3.3	15	27.75	79%	11.23	T1an	permet d'éviter le passage au trop plein du barrage aval Dokui Ouest
Mahou	Cocody	Gourou	55.98	208500	105	82	65	17	3.2	8	57.95	3%	0.91	>T5ans	permet d'éviter le passage au trop plein du barrage aval Dokui Est
Arcades	Cocody	Riviera	2	194000	120	76.5	70	6.5	6.8	40	27.3	93%	4.96	T1an	
Soleil3	Cocody	Riviera	8.6	273000	150	59.5	50.7	8.8	8.8	10	62.4	86%	18.45	T1an	
RosierP6	Cocody	Riviera	1.3	80000	180	66.5	62	4.5	11.6	10	1.9	32%	6.76	T3ans	
Genie2000	Cocody	Riviera	2.1	277500	280	50.6	45.5	5.1	12	33	49.6	96%	6.21	T1an	
St-Viateur	Cocody	Riviera	1.2	67000	150	49.3	44	5.3	4.1	20	23.7	95%	10.16	T1an	
SAGESIM	Cocody	Riviera	2.7	36000	70	71	65	6	1.1	20	12.2	78%	8.33	T1an	
RosierP6_B	Cocody	Riviera	1	84000	250	59.7	56	3.7	7.3	50	17	94%	4.03	T1an	
Abobo Gare	Abobo	Sagbé	7	159000	130	77	65	12	6.7	110	50	86%	1.67	T1an	
Bracody1	Adjamé	Gourou	35.1	30400							39.8	12%		>T5ans	barrage terrassé rempli par un déversoir latéral, le débit de fuite correspond ici au débit dans le canal en aval de la vidange du bassin
Bracody2	Adjamé	Gourou	20.6	45500							35.1	41%		T1an	barrage terrassé rempli par un déversoir latéral, le débit de fuite correspond ici au débit dans le canal en aval de la vidange du bassin
Bracody3	Adjamé	Gourou	44.4	28250							48.1	8%		>T5ans	barrage terrassé rempli par un déversoir latéral, le débit de fuite correspond ici au débit dans le canal en aval de la vidange du bassin
Williamsville	Adjamé	Gourou	26.22	71250							40.55	35%		T3ans	barrage terrassé rempli par un déversoir latéral, le débit de fuite correspond ici au débit dans le canal en aval de la vidange du bassin
Paillet - Cimetière	Adjamé	Gourou	12.5	48670							20	38%		T3ans	barrage terrassé rempli par un déversoir latéral, le débit de fuite correspond ici au débit dans le canal en aval de la vidange du bassin

9.3 REALISATION DES COLLECTEURS (CANAUX ET DALOTS)

9.3.1 CAS DES BASSINS VERSANTS PENTUS

Ces bassins versants sont ceux à pentes fortes ou moyennes : sur ceux-ci, les eaux pluviales sont en général collectées par des caniveaux de petite dimension, puis acheminés vers des canaux de grande échelle ou des thalwegs peu artificialisés. Les passages enterrés ne sont pas prédominants, et principalement constitués de franchissements ponctuels (moins de 10m) ou semi ponctuels (de 10 à 50m), qui peuvent être assimilés à des ponts. Ces cas de figure se rencontrent sur **le bassin du Gourou, sur Cocody, sur Attécoubé Est, sur Yopougon.**

La restitution de capacités hydrauliques compatibles avec les débits de pointe générés par la pluie de projet nécessite le recalibrage des talwegs et cours d'eau. L'augmentation de la capacité hydraulique est obtenue par deux effets :

- ✓ Augmentation de la section géométrique de passage par le reprofilage des lits mineurs et majeurs ;
- ✓ Amélioration de l'hydraulicité par des mesures de diminution de la rugosité du lit (abattage d'arbres et de buissons, couverture béton ou terre, faucardage, suppression de la micro rugosité de surface, rectification du tracé...).

Les tracés des canaux ont été réalisés en tenant compte des contraintes suivantes :

- ✓ Calcul des sections d'écoulement nécessaires en fonction des débits de pointes à transiter.
- ✓ Les sections d'écoulements sont évaluées en prenant en compte un revêtement bétonné (Strickler = 60).
- ✓ Des franchissements supplémentaires des futurs canaux sont intégrés au programme pour permettre la circulation des véhicules.
- ✓ Des voiries de bordures à chaussée unique, permettant l'exploitation des canaux ont été prises en compte :
 - Double voirie (rive gauche et rive droite) lorsque le relief et l'occupation foncière le permettent,
 - Voirie simple lorsque les contraintes sont trop fortes.
 - Ces voiries permettront :
 - D'assurer l'exploitation et la surveillance des canaux, ainsi que les opérations de curage,
 - De désenclaver certains quartiers sous intégrés,
 - D'assurer la pose des conduites d'eaux usées sous ces voiries, permettant ainsi une exploitation aisée des futurs réseaux,
 - D'assurer le franchissement des conduites d'eaux usées.

Les linéaires de canaux dimensionnés sur chacun de ces bassins versants sont synthétisés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]	Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]
Adiopodoumé	5 355	Bingerville Gbagba	1 225
Akouedo Décharge	4 830	Bingerville Ouest	7 030
Akouedo Synacassi CM	4 395	Bingerville Sud Mairie	650
Akouedo Synatrézor	1 100	Danga	1 960
Anonkoua	6 365	Gourou	5 630
Anyama 1	14 945	Niambo Agban Village	1 775

Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]	Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]
Anyama 2	12 755	Niambo Bolibana	2 300
Anyama 3	2 165	Niambo Gbebouto	1 105
Anyama 4	570	Riviera	36 535
Banco Jérusalem Lackman	405	Sagbe	2 435
Banco Locodjoro	1 925	Songon Abadjin-Doumé	1 825
Banco Lycée Municipal	340	Songon Bimbresso	3 500
Banco Santé 2	1 795	Songon Kassemblé	825
Bingerville Adjamé	1 785	Songon Park	615

Sont également considérés comme bassins versants « pentus » les bassins versants étudiés par le bureau Roche. Les linéaires de canaux dimensionnés sur chacun de ces bassins versants sont synthétisés dans le tableau suivant :

Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]	Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]
Angre 2	2 040	Angre 2	2 040
Angre 3	2 655	Angre 3	2 655
Yopougou 3	1 340	Yopougou 3	1 340
Yopougou 4	1 625	Yopougou 4	1 625
Yopougou 5	555	Yopougou 5	555

Sur certains tronçons, pas ou très peu urbanisés et donc à enjeux faibles voir inexistant, il a été préconisé de laisser le lit préférentiel des écoulements à l'état naturel.

Le linéaire de tronçon laissé à l'état naturel par bassin versant est présenté dans le tableau suivant : au total plus de 56 km de linéaire d'écoulement des eaux pluviales seront laissés à l'état naturel.

Bassin versant	Linéaire laissé à l'état naturel [m]	Bassin versant	Linéaire laissé à l'état naturel [m]
Adiopodoumé	11 030	Bingerville Adjamé	165
Akouedo Décharge	175	Bingerville Ouest	610
Akouedo SynacassiCM	790	Niambo Agban Village	250
Akouedo Synatresor	5 820	Niambo Bolibana	120
Anonkoua	1 355	Riviera	500
Anyama 1	7 350	Sagbe	7 065
Anyama 2	2 970	Songon Abadjin-Doumé	65
Anyama 3	4 810	Songon Bimbresso	485
Anyama 4	2 200	Songon Kassemblé	3 585
Banco Jérusalem Lackman	1 420	Songon Park	5 330
Banco Locodjoro	120		

9.3.2 CAS DES BASSINS VERSANTS PLATS ET URBANISES

Pour les zones **d'Abobo Nord, du Plateau, de Petit Bassam et de Vridi/Port Bouet**, la réalisation de canaux à ciel ouvert n'est pas envisageable en raison de l'imperméabilisation forte, des densités urbaines importantes et des pentes faibles voire nulles.

De plus, compte tenu de la densité urbaine et de l'absence de pentes, l'hypothèse de bassins d'écrêtement n'a pas été retenue.

La réduction des inondations sur chaussée sera donc gérée par des solutions de type transit.

Compte tenu des contraintes d'encombrement par l'urbanisme et des constats de bouchage des collecteurs à ciel ouvert, l'hypothèse de travail de base a été la réalisation de cadres rectangulaires enterrés (dalots) pour l'ensemble de cette zone d'étude, permettant un drainage efficace des eaux pluviales.

Le programme présenté ne concerne que les collecteurs d'eaux pluviales primaires. Les études de maîtrise d'oeuvre devront étudier les réseaux secondaires et tertiaires à réaliser, en s'appuyant sur le réseau de caniveaux existant.

Les linéaires de collecteurs souterrains dimensionnés dans le cadre de l'étude des bassins versants plats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]	Bassin versant	Linéaire dimensionné [m]
Petit Bassam	67 095	Port Bouet Ouest	10 565
Plateau	2 860	Vridi Est	4 845
Port Bouest Est	5 570	Vridi Ouest	8 470



9.4 AMENAGEMENT DES CUVETTES NATURELLES

Plusieurs dépressions naturelles (appelées cuvettes) sont présentes sur les communes d'Abidjan. Ces cuvettes se remplissent par temps de pluie et peuvent inonder les quartiers environnants. Des aménagements ont été définis pour régler les dysfonctionnements observés.

Deux types d'aménagement ont été étudiés :

- ✓ Cuvette avec réseau de vidange : la cuvette est assortie d'un réseau gravitaire vers un exutoire naturel à proximité,
- ✓ Cuvette sans réseau de vidange : la vidange de la cuvette a lieu par infiltration et/ou par évaporation.

Création d'un réseau de vidange :

Si un exutoire naturel est présent à proximité, un réseau sera construit afin d'y évacuer l'eau de pluie. Ce réseau peut être aménagé dans un thalweg ou dans le réseau d'eaux pluviales existant.

La capacité d'évacuation a été déterminée de façon à éviter l'inondation des habitations riveraines.

Si la cuvette est actuellement partiellement remplie par un plan d'eau permanent en équilibre avec la nappe, celui-ci ne sera pas vidangé et le volume d'eau correspondant ne contribuera pas à l'écrêtement.

Cuvette sans exutoire :

Si aucun exutoire naturel n'est présent à proximité la cuvette sera aménagée en bassin d'infiltration. Cette solution implique le déplacement des habitations se trouvant dans la cuvette en dehors des zones inondables pour obtenir une solution pérenne et viable. Dans ce cas l'entretien régulier de la cuvette devra être assuré afin d'éviter l'étanchéisation progressive de son fond.

Interactions entre cuvettes :

Dans le cas de cuvettes proches, les interactions entre les niveaux de remplissages des cuvettes doivent être prises en compte. C'est pourquoi deux types de cuvettes ont été traités de façon différenciée :

- ✓ Les cuvettes indépendantes, dont la vidange n'est pas liée au fonctionnement d'une autre cuvette en aval, mais uniquement à la conduite la reliant à son exutoire final,
- ✓ Les cuvettes en réseaux, dont l'évolution et l'aménagement ne peuvent être compris que dans un cadre d'une modélisation d'ensemble.

Synthèse des aménagements des cuvettes

Le tableau ci-après présente une synthèse des aménagements prévus pour les différentes cuvettes.

On rappelle que seules les conduites de vidange sont traitées ici. Les éventuels reprofilages des cuvettes devront être étudiés (comme dans le cas de la cuvette MACA ou GESCO) au cas par cas dans le cadre des missions de maîtrise d'oeuvre.

Le détail des aménagements retenus est présenté dans le rapport D-EP2 (143122-ME-108-Mission D-EP2-Detail par BV).

Descriptif de la cuvette							Caractéristiques exutoire				
Nom	Commune	Ampleur des impacts	Problèmes signalés	Etude antérieure	Volume stocké (m ³)	Priorité	Longueur (m)		Dimensions	Profondeur max (m)	Contraintes travaux
Abobo Baoulé	Abobo	Inondation impactant des industries	Déversement eaux usées	TERRABO	10 350	Fort	972		DN1200 / C2.00*1.50	10.8	Profondeur de pose
Abobo Baoulé Nord	Abobo	Zone entièrement urbanisée	Déversement eaux usées		0	Fort	467		DN1800	7.0	Profondeur de pose
Abobo Gare	Abobo	Exutoire insuffisant	Dépôt d'ordures		1 750	Fort	467		DN1000 / DN1400	2.5	Déplacement d'habitations à prévoir
Abobo Té	Abobo	Aucune inondation		TERRABO	10 680	Faible	620		DN1800 / DN2000 / DN1600	5.4	
Akeikoi Est	Abobo	Zone très urbanisée		TERRABO	0	Fort	703		DN2000	3.9	
Anonkoua Kouté Sud	Abobo	Faible inondation			1 280	Faible	278		DN1800	4.3	
Avocatier	Abobo	Débordement en période pluvieuse			2 810	Faible	684		DN1600 / DN1200 / DN1000	5.6	Déplacement d'habitations à prévoir
Ayakro	Yopougon	Inondation impactant des industries			1 740	Fort	1200		C2.50*2.00	6.2	Profondeur de pose
Bokabo	Abobo	Habitations dans la cuvette		TERRABO	8480	Fort	555		DN1000 / DN600	4.7	Déplacement d'habitations à prévoir
Cargill	Yopougon	Débordement en période pluvieuse	Déversement eaux usées de l'usine avoisinante		5 190	Fort	520	662	DN1800 / DN1000 / DN1800	6.8 / 5.4	Profondeur de pose
Collège Nanti	Abobo	Débordement en période pluvieuse			706	Fort	1080		C3.75*2.25 / 2*C2.00*2.00	7.0	Profondeur de pose
Dark Vallée	Cocody	Débordement en période pluvieuse				Faible	1000		C6.50*2.50		
Dépôt Sotra	Abobo	Exutoire insuffisant	Déversement eaux usées		980	Fort	601		DN2000 / DN1400	2.1	
Dokui-Djomi	Cocody	Habitations dans la cuvette			13	Fort	422		DN1800 / DN1200	3.2	
Forêt Sacrée	Abobo	Débordement en période pluvieuse	Déversement eaux usées et dépôt d'ordures		6 220	Fort	212		DN1600 * C2.00*1.50	3.2	
GESCO	Yopougon	Débordement en période pluvieuse	Industries à proximité et habitations dans la cuvette	HYDRO - CO	0	Fort			Canal trapézoïdal 3.75*2.00		

Descriptif de la cuvette							Caractéristiques exutoire					
Nom	Commune	Ampleur des impacts	Problèmes signalés	Etude antérieure	Volume stocké (m ³)	Priorité	Longueur (m)		Dimensions	Profondeur max (m)		Contraintes travaux
Lauriers 9	Cocody	Habitations dans la cuvette			181 000	Faible	150	33	DN1000 / DN1400	2.5		
MACA	Yopougon	Inondation impactant la voirie et des industries	Station de refoulement hors service et déversement eaux usées	HYDRO - CO		Fort	1764	2282	DN1800	4.3	4.6	
Mermoz	Abobo	Inondation impactant des industries	Déversement eaux usées		3 560	Fort	890		DN2000 / C2.8*2.2 / 2* C2.5*2.0/DN1800/DN200	8.2		Profondeur de pose
Monastère	Abobo	Débordement en période pluvieuse		TERRABO	25	Faible	835		DN2000 / C2.80*2.20 / 2 * C2.50*2.00	2.3		Déplacement d'habitations à prévoir
PK18 Unicafé	Abobo	Débordement en période pluvieuse	Déversement eaux usées	TERRABO	0	Fort	943		C2.55*1.80 / C1.50*1.50	3.2		
Route d'Alépé	Abobo				6300	Faible	380		DN1200	5.5		
S40	Abobo	Débordement en période pluvieuse			0	Fort	540		DN1600 / DN1400	3.5		
Sagbé Ouest	Abobo	Débordement en période pluvieuse	Déversement eaux usées et dépôt d'ordures		0	Fort	347		C2.00*2.50 / DN1400	5.6		
Sainte Foi	Abobo	Zone entièrement urbanisée			0	Fort	610		C2.0*2.0 / DN1400	7.0		Profondeur de pose
SODECI	Abobo	Débordement en période pluvieuse			2 185	Fort	485		DN1600 / C2.00*2.00	4.2		Déplacement d'habitations à prévoir

9.5 RESTRUCTURATION DES FRANCHISSEMENTS DE LA ZONE D'ETUDE

Les réseaux d'eaux pluviales structurants d'Abidjan comportent 214 ouvrages de franchissement (ponts, passerelles, dalots...) qui ont fait l'objet au cours de l'étude de levés topographiques d'ouvrages et de fiches descriptives. D'autre part, 71 ouvrages ont fait l'objet de visites de terrain.

Ces ponts constituent des verrous hydrauliques importants et sont pour la plupart sous-dimensionnés par rapport aux objectifs de protection T10 définis. Ces sous-dimensionnements occasionnent des remontées de ligne d'eau, causées par la contraction de l'écoulement forcée par le pont, puis par la surverse au-dessus du tablier.



Figure 1 Exemple de restriction forcée de la section d'écoulement

La restructuration d'une grande partie de ces ponts sera nécessaire afin de limiter les rehaussements de lignes d'eau à un niveau acceptable pour la période de retour T10 ans.

Au total ces restructurations portent sur 79 ouvrages.

Deux stratégies ont été mises en place afin de prendre en compte ces phénomènes et limiter les remontées de ligne d'eau à l'amont.

Option 1 : Passerelle

Dans le cas d'une traversée piétonne ou d'une voie étroite (longueur de traversée inférieure à 5 m environ) il n'est pas nécessaire de mettre en place un dalot en béton. En effet, une passerelle traversant le canal trapézoïdal permet d'avoir une continuité hydraulique, sans créer de contraction. C'est l'option de la transparence hydraulique totale. En fonction de la largeur du canal, il peut être nécessaire de mettre en place une pile de pont centrale pour renforcer l'ouvrage, ou un léger rétrécissement de manière à diminuer la largeur de la traversée. Les photos ci-dessous illustrent ce principe d'ouvrage, avec des traversées actuellement en place sur le Gourou.



Passerelle avec contraction accompagnée



Pont piéton sans contraction

Pour les ouvrages de ce type déjà en place, aucune restructuration n'est à prévoir, étant donné leur bon fonctionnement.

Option 2 : Dalot

Pour des traversées de chaussée sous des voies plus importantes, il est nécessaire de mettre en place des dalots bétonnés enterrés. Dans ce cas, étant donné la section trapézoïdale des canaux, un changement de section est obligatoire.

L'option d'un dalot intermédiaire entre la largeur du radier et la largeur supérieure a été retenue pour limiter les remous d'exhaussement en temps de forte pluie et la limitation des coûts de réalisation. Le schéma ci-dessous présente la géométrie globale de ce type d'ouvrage. Dans le cas de largeurs trop importantes, plusieurs dalots seront posés en parallèle.



Figure 2 exemple de dalot de franchissement sur un canal rectangulaire



La transition entre la section trapézoïdale amont et le cadre de passage du pont devra être progressive (angle inférieur à 8°) afin d'éviter le décollement de la couche limite de l'écoulement et l'augmentation sensible des pertes de charges singulière

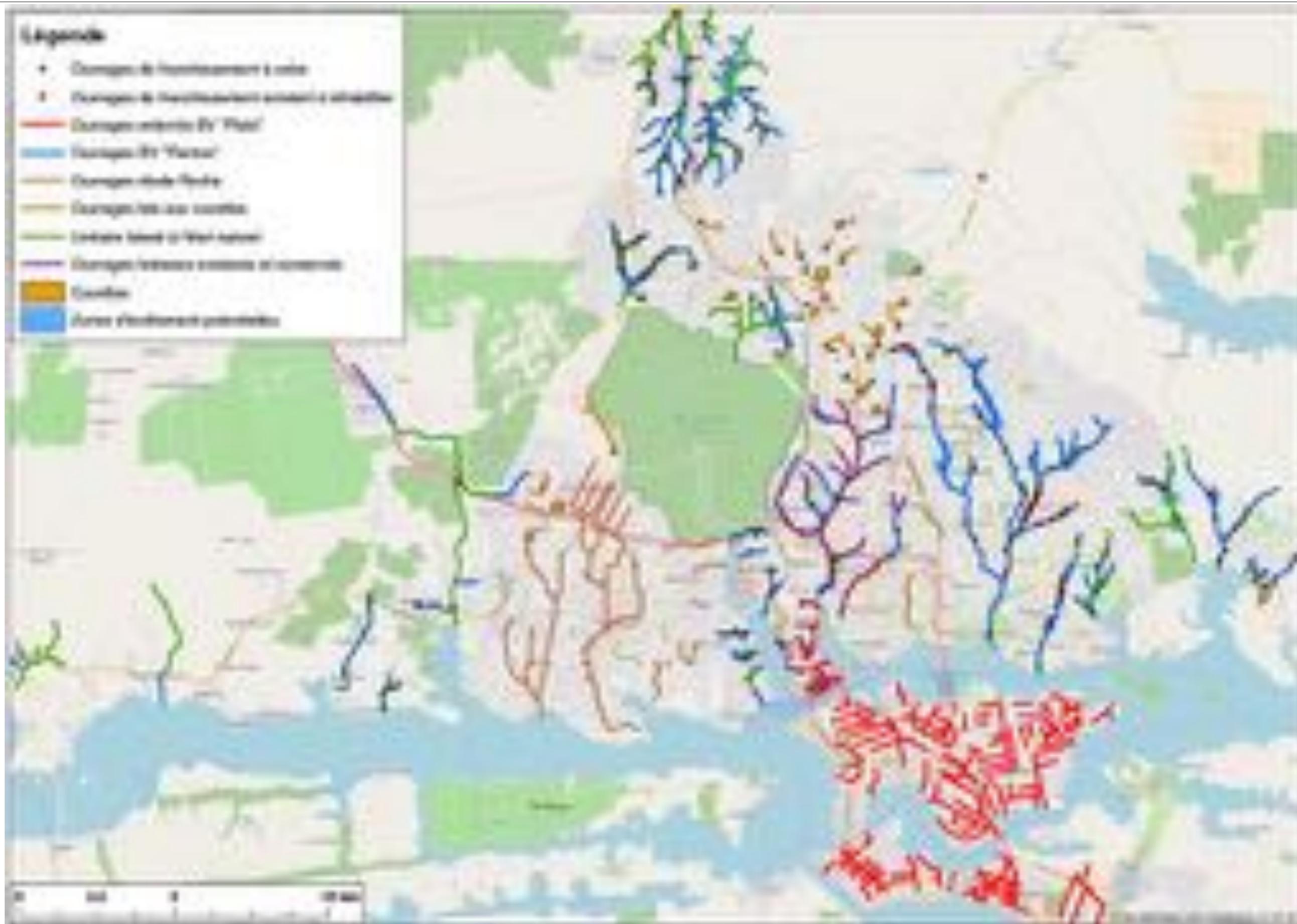
La définition précise des aménagements devra être faite dans le cadre des missions de maîtrise d'oeuvre futures.

Chaque ouvrage fait l'objet d'une fiche spécifique présentée dans le rapport d'annexes D-EP3 (143122-ME-108-Mission D-EP3-Annexes).

Les aménagements des ponts sont présentés dans le rapport D-EP2 (143122-ME-108-Mission D-EP2-Detail par BV).

9.6 SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE DES AMÉNAGEMENTS PRÉCONISÉS

Les aménagements préconisés sur le district d'Abidjan, tel que les canaux bétons, les collecteurs enterrés et les ouvrages de franchissement à créer ou à réhabiliter sont présentés dans la carte ci-dessous :



10 TRAVAUX SUR LES DIGUES ET LES RAVINS

Ces préconisations d'études et de travaux sont détaillées dans le rapport D-EP1 (143122-ME-108-Mission D-EP1-SDA Pluvial).

10.1 SECURISATION DES DIGUES EXISTANTES

La rupture d'une digue est un phénomène considéré comme probable, et pouvant engendrer des conséquences graves. Bien que le dimensionnement des digues s'attache à limiter les risques de rupture, celles-ci, comme tout ouvrage, vieillissent et s'affaiblissent, et des crues plus fortes que la crue de dimensionnement des digues peuvent survenir et entraîner leur ruine et donc la rupture.

Dans le cadre du diagnostic, 3 digues « à risque » ont été identifiées :

- ✓ Digue de Bonoumin,
- ✓ Digue de Palmeraie,
- ✓ Digue de Danga.

Les caractéristiques des 3 digues sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Nom	Zpl haut de digue	Zpl Bas	Longueur
Palmeraie	51.5	38.1	285.0
Bonoumin	34.9	27.8	213.0
Danga	36.4	28.3	140.0

La carte ci-après localise ces 3 digues.

Surveillance des digues :

Des visites techniques annuelles sont nécessaires pour tous les ouvrages de rétention d'Abidjan, et à fortiori pour les 3 digues ci-dessus.

Des visites intermédiaires peuvent s'imposer en cas de circonstance exceptionnelle (forte crue, tempête...).

Les points à surveiller concerneront :

- ✓ l'état des parements : fissures, bombements ou affaissements, venues d'eau ;
- ✓ l'état des caniveaux de drainage : présence de matériaux pouvant provenir du drain ou des filtres ;
- ✓ l'état du terrain en aval du barrage : résurgences ;
- ✓ l'état des évacuateurs : absence de matériaux obstruant le coursier ;
- ✓ le comportement des versants de la cuvette, en particulier après les vidanges rapides de la retenue.



Figure 3 : Position des digues à sécuriser

Sondages géotechniques et essais de laboratoire :

Des investigations géotechniques devront être réalisées sur ces 3 digues afin d'évaluer les risques suivants :

- ✓ Glissement,
- ✓ Renard,
- ✓ Erosion de surface.

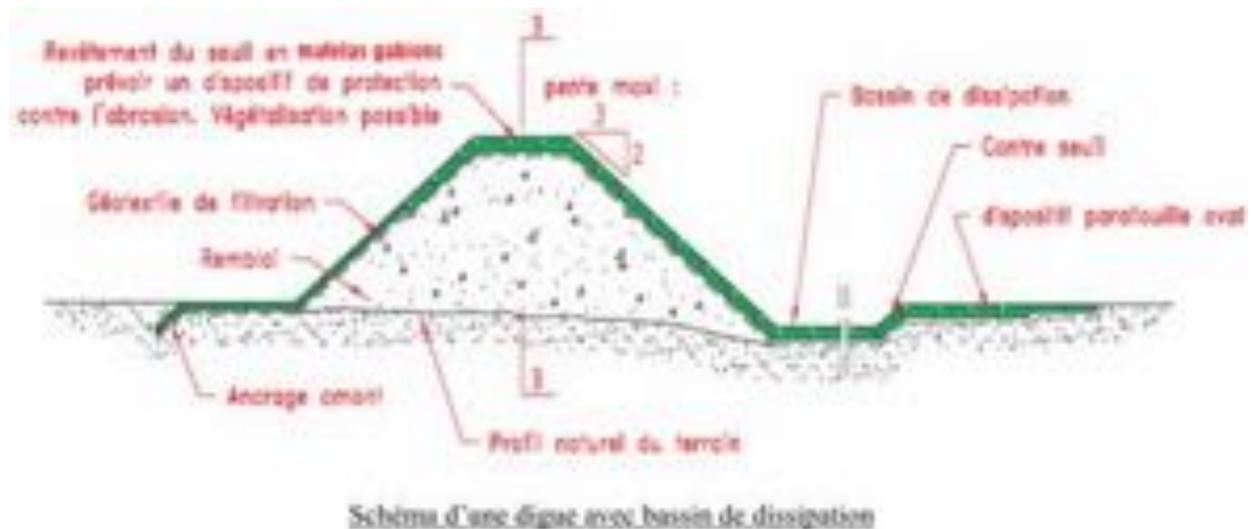
Ces investigations pourront comprendre :

- ✓ Carottages en tête et en pied de digue,
- ✓ Mise en place de piézomètres,
- ✓ Essais pénétrométriques,
- ✓ Essais de perméabilité et essais Lefranc,
- ✓ Essais de labo : Identification, Teneur en eau, Limites d'Atterberg, Granulométrie et sédimentologie.

Réalisation d'évacuateur de crue :

Pour chacune des 3 digues, il sera nécessaire de réaliser un évacuateur de crue permettant la dissipation contrôlée des énergies de dissipation causées par les débits excédentaires.

L'évacuateur le plus simple est le seuil déversant (ou déversoir) frontal suivi d'un bassin de dissipation d'énergie à l'aval (type de ceux réalisés sur les bassins Paillet et HMA). Il permet d'évacuer les crues supérieures à la crue pour laquelle le bassin a été dimensionné.



Réalisation d'une étude d'impact :

En cas de rupture de digue, les impacts sur les biens et les personnes situés en aval pourraient s'avérer catastrophiques. Des études d'impact, évaluant les aléas hydrauliques causés par un tel scénario devront être réalisés dans le cas où les évacuateurs de crue ne pourraient pas être réalisés dans l'urgence.

Ces études devront évaluer :

- ✓ Les débits de crue exceptionnels (T100 à T10 000 ans),
- ✓ Le ou les scénarios les plus probables en termes de rupture de digue,
- ✓ La dynamique du scénario de rupture,
- ✓ Les zones impactées, les hauteurs d'eau et les champs de vitesse engendrés par ces scénarios,
- ✓ La nature et l'ampleur des impacts sur les biens et les personnes.

Cette étude pourra servir de base à l'élaboration d'un service d'alerte permettant des scénarios d'évacuation des populations en cas de péril imminent.

10.2 STABILISATION DES ZONES DE RAVINEMENT

Diagnostic :

Les sols de la zone d'Abidjan sont des sols ferrallitiques, hydromorphes et des sols récents.

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

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

L'ensemble de ces horizons constituent des sols peu cohésifs et propices à des phénomènes d'érosion intenses.

De ce fait, l'effondrement progressif des talwegs récupérant les apports des collecteurs d'eaux pluviales est une problématique majeure sur la zone d'étude. En effet, une grande partie des talwegs qui entourent le plateau connaissent des problèmes d'érosion, notamment dus aux débits importants en temps de pluie, liés à l'urbanisation, et aux apports permanents d'eaux usées.

Les lits des talwegs, non stabilisés pour ces débits, se sont progressivement érodés et affaissés jusqu'à créer des gouffres à parois quasi-verticales de 40 m dans certains cas. Les rejets des collecteurs chutent dans le talweg et aggravent l'érosion en affouillant la base des parois verticales, très instables, qui s'effondrent régulièrement.



Yopougon Koweit. Erosion en aval d'un réseau en béton

La progression des zones d'effondrement peut atteindre ponctuellement jusqu'à 5 m par an et s'explique par l'imperméabilisation croissante des sols. Ces avancées s'effectuent souvent dans des quartiers densément peuplés, au moment des fortes pluies, occasionnant des dégâts matériels et humains importants.

Ces zones sont de plus des secteurs privilégiés par les précollecteurs de déchets pour évacuer les déchets, entraînant des zones de fermentation concentrées, avec des impacts forts sur les eaux superficielles et souterraines situées à l'aval.

Les zones d'effondrement ont été cartographiées systématiquement. Au total, le linéaire d'effondrement concerné est de l'ordre de 96 km sur 67 sites différents

Les communes les plus touchées sont Abobo, Cocody et Yopougon avec 94 % du linéaire concerné. Notons que la commune d'Anyama présente actuellement des niveaux d'artificialisation inférieurs aux autres communes, mais pourrait, avec le développement urbain en cours, connaître un développement important de la problématique de ravinement.

Techniques de confortement :

Les conditions de stabilité étant directement liées à la pente du terrain, le terrassement reste le moyen d'action le plus naturel. On peut distinguer plusieurs méthodes de stabilisation : terrassement, mur de soutènement, remblais renforcés (gabions), tirants d'ancrage, parois clouées.... En général la solution réside dans la mise en oeuvre simultanée de plusieurs de ces solutions aux endroits adéquats.

Techniques de lutte contre l'érosion :

Les phénomènes d'érosion à l'origine du ravinement doivent également être combattus, parallèlement à la mise en place de techniques de confortement. Pour cela il est nécessaire de canaliser les écoulements vers des exutoires où les sols seront protégés contre l'érosion :

- ✓ Création de caniveaux et guidage des écoulements jusqu'aux zones où la vitesse de l'écoulement est quasi nulle,
- ✓ Création de descentes d'eau.

Les techniques qui devront être adaptées à la topographie des lieux regroupent : matelas Reno, gabions, gradins, caniveaux....

Recommandations :

Des études géotechniques devront être lancées au cas par cas en fonction des urgences pour définir les techniques adaptées pour chaque zone de ravinement.

Les études géotechniques devraient être de niveau G2 PRO afin d'établir le DAO des travaux :

- ✓ Caractériser les aspects géologiques, géotechniques et hydrologiques du site,
- ✓ Définir les conditions de terrassement,
- ✓ Etudier les conditions de mise en remblai des matériaux du site,
- ✓ Etudier la stabilité des ouvrages projetés et des pentes des talus (stabilité interne et générale) en considérant le contexte hydrologique du site,
- ✓ Etudier le dimensionnement des ouvrages conformément aux prescriptions et règlements en vigueur (par exemple norme NF P 94-281 sur les ouvrages de soutènement pour les murs et les gabions),
- ✓ Etudier l'utilisation de techniques alternatives pour la stabilisation des talus (solutions antiérosives naturelles),
- ✓ Conception des ouvrages afin d'établir le DCE à partir des hypothèses.

Pour cela des investigations géotechniques de terrain devront être réalisées, consistant notamment en :

- ✓ Sondages à la pelle mécanique,
- ✓ Sondages pressiométriques,
- ✓ Essais en laboratoire (teneur en eau, analyses granulométriques, limites d'Atterberg ou valeurs au bleu),
- ✓ Essais Proctor avec poinçonnement IPI destinés à apprécier le compactage des différents horizons traversés,
- ✓ Essais de cisaillement à la boîte de Casagrande de type CD destinés à apprécier les caractéristiques de cisaillement des différents horizons traversés.

11 ACTIONS D'AMÉLIORATION DES CONDITIONS D'EXPLOITATION EAUX PLUVIALES

Ces préconisations sont détaillées dans le rapport D-EP1 (143122-ME-108-Mission D-EP1-SDA Pluvial).

11.1 CURAGE DES CANAUX

Deux grands types de secteurs ont été identifiés dans le cadre de la mission B, voir rapport B2 (143122-ME-108-Mission B-Rapport B2-Diag physique réseaux-011) :

- ✓ De vastes zones dans lesquelles les caniveaux sont fortement obstrués :
 - zone sud, Koumassi et une partie notable de Marcory,
 - à l'ouest la commune de Yopougon,
 - au nord la commune d'Abobo,
- ✓ Des secteurs dans lesquels les caniveaux sont peu perturbés par les déchets : Cocody, Bingerville, Songon, Port-Bouët.

Près de 45% du linéaire de Koumassi présente un taux d'obstruction très préoccupant.

Les zones les plus touchées sont présentées sur la carte en page suivante.

Une intensification des opérations de nettoyages devra donc être mise en place partout sur le territoire du District et principalement sur les communes de Koumassi, Attecoubé, Abobo, Marcory et Yopougon.

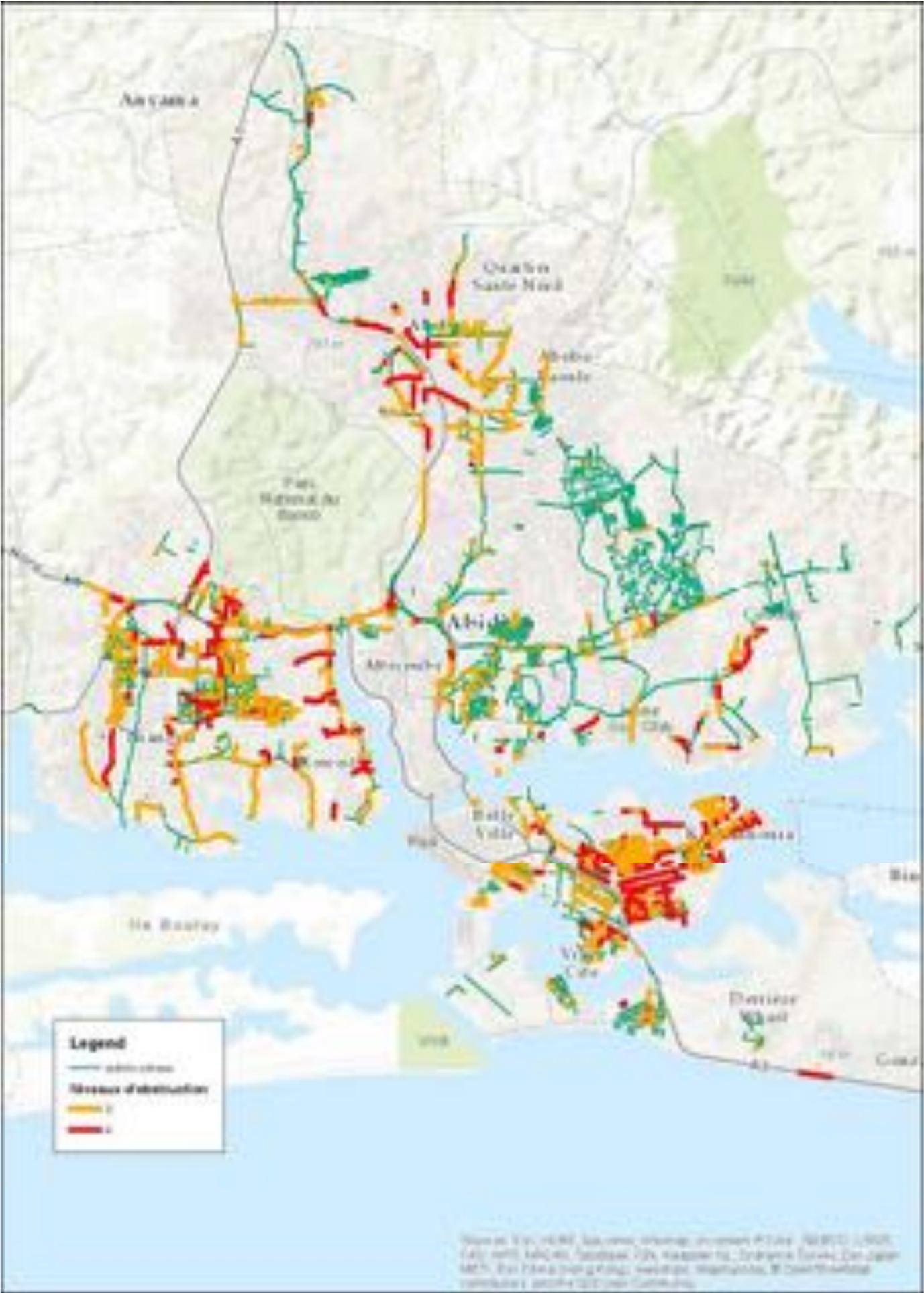
Le bouchage des exutoires des canaux devra faire l'objet d'attention spéciale et de curages spécifiques notamment dans le canal d'Anoumabo.

Les opérations de curage devront inclure deux types d'interventions :

- ✓ Entretien régulier (fréquence à définir par endroit) des macro-déchets (ordures, matériaux, déchets verts),
- ✓ Entretien de curage (fréquence à définir par endroit) des sédiments (sables, limons),
- ✓ Entretien sur constat d'obstruction.

Des visites devront être effectuées régulièrement par les agents en charge des canaux. Un numéro de téléphone devra être mis à disposition pour recueillir les plaintes des riverains.

Ces opérations devront être intégrées dans le plan de sensibilisation de la population qui sera mis en place à l'échelle d'Abidjan (voir rapport D-EU1 : 143122-ME-108-Mission D-EU1-Travaux neufs).



11.2 EXPLOITATION DES ZONES DE SURINONDATIONS

Des opérations régulières d'entretien et de prévention seront nécessaires pour assurer que les zones d'écrêtement resteront inoccupées.

Malgré la faible importance des ouvrages à réaliser une surveillance sera nécessaire afin de prévenir le risque de rupture.

Trois types d'opérations seront nécessaires.

Entretien et surveillance

L'entretien doit porter notamment sur les points suivants :

- ✓ **La maîtrise du développement de la végétation** : la végétation est à proscrire sur les barrages, sur leurs équipements annexes et à proximité. Un fauchage régulier est important. Une fréquence de deux fois par an est généralement adaptée. Le retrait de végétation déjà enracinée est complexe et doit se faire avec précaution pour éviter la déstabilisation des talus.
- ✓ **L'entretien des organes de sécurité** : les organes de sécurité doivent être entretenus régulièrement pour garantir leur bon fonctionnement dans le temps. Il est notamment indispensable de veiller en permanence à l'absence de dépôts (arbres, feuilles, éboulements, etc.) qui pourraient gêner l'écoulement de l'eau. Les organes disposant de vannes nécessitent également de s'intéresser à la peinture protégeant de la corrosion, au graissage des engrenages, vérins,... et à l'état des joints garantissant l'étanchéité.
- ✓ **L'entretien du dispositif d'auscultation** : les appareils mis en place doivent être protégés des agressions extérieures susceptibles de les détériorer ou de fausser les mesures.
- ✓ **La lutte contre les animaux fouisseurs** : la mise en place de protections et leur entretien dans le temps est indispensable pour protéger l'ouvrage des dégâts occasionnés par les animaux.
- ✓ **Les petites réparations** : les réparations des garde-corps, grillages des gabions, petits défauts de surface du génie civil, peinture anti corrosion... doivent être réalisées rapidement pour éviter leur aggravation.

Verification du bon fonctionnement des organes de sécurité

Les organes de sécurité sont les organes de vidange et les dispositifs d'évacuation des crues.

Leur rôle est capital pour le bon fonctionnement de l'ouvrage :

- ✓ Les organes de vidange doivent permettre de vider la retenue rapidement si des désordres apparaissent sur l'ouvrage ;
- ✓ le dispositif d'évacuation des crues doit permettre d'évacuer le surplus d'eau apporté par des épisodes de crue importants voire extrêmes afin de préserver l'ouvrage de tout désordre dû à une contrainte trop importante ou à un débordement.

Des essais réguliers sont nécessaires afin de :

- ✓ vérifier le bon fonctionnement des organes y compris des dispositifs de manœuvre de secours ;
- ✓ déceler des désordres lors des manœuvres (bruits, vibrations,..) ;
- ✓ maîtriser les modalités de fonctionnement des organes ;
- ✓ vérifier les temps de manœuvre en condition réelle.

Visites en période de crue

Ces visites d'inspection menées après chaque événement important concernent :

- ✓ le parement aval du barrage notamment au droit de l'ouvrage de fuite ;

- ✓ la cote maximum d'eau (quand il se remplit) ;
- ✓ l'absence d'embâcles au niveau des orifices de fuite ;
- ✓ le fonctionnement des organes de fuite ;
- ✓ la vérification du passage éventuel en surverse en attachant une attention particulière aux jonctions entre surverse et corps de barrage ;
- ✓ l'état du talus amont et aval autour de l'ouvrage de fuite et des zones d'ancrage ou de discontinuité des matériaux.

Prévention de l'habitat anarchique

La sécurisation foncière des terrains sera assurée par des rachats si nécessaire. L'urbanisation de ces périmètres devra être prévenue par des opérations de communication par voie de presse et médias, ainsi que par des panneaux explicites installés à intervalles réguliers dans la parcelle.

Par ailleurs, des opérations de contrôle des implantations anarchiques dans la zone de stockage devront être réalisées par les autorités, avec, si nécessaire, expulsion des habitations illégales.

11.3 PLAN DE PREVENTION CONTRE LES CRUES

Etat du risque inondation

Les rapports de diagnostic hydraulique réalisés en mission B (voir rapport B.4.2 en 2 volumes : 143122-ME-108-Mission B-Rapport B4.2.1 et 143122-ME-108-Mission B-Rapport B4.2.2) ont montré que l'ensemble des bassins versants sont exposés au risque inondation. Cette exposition est principalement due à l'imperméabilisation intensive des sols ainsi qu'à une urbanisation semi-anarchique n'ayant pas pris en compte les zones d'expansion naturelles des crues.

Définition des systèmes de prévision des inondations et d'alerte

Sur les zones de plus fort risque hydraulique la mise en place de système d'alerte pourra être envisagée.

Son objectif est d'informer le public et les acteurs de la gestion de crise en cas de risque de crues sur les cours d'eau surveillés par l'Etat, dans le cadre de sa mission réglementaire de surveillance, de prévision et de transmission de l'information sur les crues

La vigilance crue est destinée à informer tous les publics intéressés, particuliers ou professionnels, sous une forme simple et claire. Elle est notamment destinée aux pouvoirs publics en charge de la sécurité civile (préfets, maires, etc.), qui déclenchent les alertes lorsque cela est nécessaire et mobilisent les moyens de secours.

Acteurs impliqués

Cette mise en place devra inclure :

- ✓ La SODEXAM, en charge des alertes pluviométriques,
- ✓ L'ONAD, ou l'Office National de Protection Civile - ou toute autre structure à définir - qui devra développer un Service de Protection contre les Crues (SPC) qui sera l'instrument de centralisation des données et de coordination des actions en période de crise,
- ✓ Les mairies des zones concernées, qui seront en charge de la communication d'urgence auprès des populations,
- ✓ Les services de secours et la sécurité civile,
- ✓ Les médias locaux et les réseaux sociaux.

Schéma organisationnel

Le schéma organisationnel devra être déterminé par une étude spécifique.

La SODEXAM sera en charge de la mission de vigilance. Elle notifiera chaque jour l'état des prévisions météorologiques au SPC.

Ces prévisions se présenteront sous la forme suivante :

- ✓ Cumul pluviométriques attendus dans les 24h, 12h, 6h, 3h et 1h
- ✓ Intensité pluviométriques associés
- ✓ Période de retour des évènements anticipés
- ✓ Bassins versants concernés
- ✓ Autres informations : risques d'orage

Sur la base des éléments fournis par la SODEXAM, le Service de Protection contre les Crues sera en charge d'émettre des avis de vigilance par bassin versant compte tenu des phénomènes prévus pour les 24 heures à venir et ce par une échelle de couleur à quatre niveaux : vert, jaune, orange et rouge, en allant du niveau de risque le plus faible au plus élevé :

- ✓ Vert : pas de crue prévisible constatée ; pas de vigilance particulière requise ;
- ✓ Jaune : risque de montée rapide des eaux ou de crue n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cadre d'activités saisonnières et/ou exposées ;
- ✓ Orange : risque de crue, prévisible et constatée, génératrice de débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective ou la sécurité des biens et des personnes ;
- ✓ Rouge : risque de crue exceptionnelle ou majeure, menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens.

Chaque niveau d'alerte déclenchera des procédures d'alerte différenciées :

- ✓ Alerte verte : aucune procédure
- ✓ Alerte jaune : alerte limitées aux activités exposées
- ✓ Alerte orange : alerte des communes concernées et de la sécurité civile
- ✓ Alerte rouge : alerte généralisée, incluant les ministères de l'intérieur, de l'équipement et toutes les agences gouvernementales concernées.

Etablissement des niveaux d'alerte

En raison des aléas d'exploitation et de pérennisation des équipements, nous ne préconisons pas la mise en place d'un schéma d'instrumentation des cours d'eau.

En effet, les contraintes de sécurisation et d'exploitations sont trop élevées au regard de la faible fréquence de mobilisation des équipements et les coûts sont trop élevés pour justifier l'installation d'un matériel coûteux et complexe à exploiter (mesure en tout temps, télétransmission en direct etc.).

C'est pourquoi l'établissement du risque devra inclure :

- ✓ De l'imagerie radar avec projection des intensités pluviométriques sur 24h,
- ✓ Un système expert permettant d'établir une carte d'aléa à partir des données pluviométriques,
- ✓ Une cartographie des risques sur la base du croisement alea * enjeu.

Le premier aspect sera de la responsabilité de la SODEXAM. Les points 2 et 3 seront centralisés par le SPC sur la base des modèles hydrauliques, des MNT, du SIG de la zone etc.

12 HIERARCHISATION ET ETUDE PROGRAMMATIQUE DES TRAVAUX D'EAUX PLUVIALES

12.1 PRISE EN COMPTE DES PROJETS EN COURS

Les principaux projets actuellement en cours sur le District relatifs aux aménagements d'eaux pluviales sont les suivants :

- ✓ Les 3 phases de travaux établies par l'UGP du Gourou sur les réseaux EU et EP ;
- ✓ La réhabilitation du barrage de Bonoumin et des ouvrages aval, sous Maîtrise d'Ouvrage PRICI (étude réalisée par le BNEDT) ;
- ✓ Les projets d'aménagement du réseau de drainage des bassins versants d'Abidjan Est et Abidjan Ouest sous maîtrise d'ouvrage PRICI (étude réalisée par Roche Itée), dont la tranche 1 est réalisée par le PRICI et la tranche 2 fait l'objet d'un accord de financement entre l'ONAD et la BID pour travaux sur la période 2017-2020 ;
- ✓ Le projet de réhabilitation du Canal de Béago (commune de Yopougon) sous maîtrise d'ouvrage du District d'Abidjan (étude réalisée par le BNEDT) ;
- ✓ Le projet d'aménagement de la baie de Cocody, géré par le PRICI (étude réalisée par BNEDT/CID).

Ces projets sont en cours de réalisation. Les zones concernées sont donc incluses dans la phase 1 du calendrier de réalisation globale.

12.2 COORDINATION AVEC LES TRAVAUX SUR RESEAUX EAUX USEES

Le principe d'une coordination entre les travaux spécifiques à l'aménagement des canaux d'eaux pluviales et les travaux spécifiques à l'aménagement des réseaux eaux usées a été retenu par le comité de pilotage.

La réalisation simultanée des travaux EU et EP constituent en effet une opportunité de coordination permettant potentiellement :

- ✓ Une réduction de l'impact des travaux sur les riverains et les transports : réduction des durées totales de travaux,
- ✓ Une réduction des risques d'impact sur les réseaux en place,
- ✓ Une réduction des coûts cumulés : diminution des coûts d'implantation de chantier, de signalétique, de régulation des circulations et transports, des retraits de chantier.

Dans la mesure du possible, les travaux d'aménagement des ouvrages d'eaux pluviales devront donc être réalisés en même temps que les travaux d'assainissement.

Ce principe implique la pose de conduites d'assainissement eaux usées :

- ✓ Sur les voiries qui seront réalisées en bordure de canal pour les canaux à section rectangulaire,
- ✓ Dans les lits majeurs des sections complexes.

C'est pourquoi le calendrier de réalisation des aménagements sur les réseaux EP est calé sur le programme de réalisation des réseaux EU (voir 4.2 Définition des phases de travaux du programme EU).

12.3 CIBLAGE DES ZONES LES PLUS VULNERABLES

Les zones les plus affectées par les inondations seront prioritaires dans le calendrier de réalisation des canaux. Ces zones étant en général les plus densément peuplées, ce critère recoupe largement le critère précédent.

12.4 PHASAGE DES TRAVAUX

Le phasage des travaux d'eaux pluviales est donc le même que celui des eaux usées (mêmes zones dans les mêmes phases) à l'exception de certains travaux de phase 2 qui ont été ajoutés en phase 1 pour les eaux pluviales compte tenu de la situation critique des quartiers : Bonoumin, Riviera Golf, Palmeraies.

Le tableau ci-dessous indique les dates de démarrage et de fin des phases des travaux d'eaux pluviales, de même que l'évolution des taux de couverture et la part de linéaire à réaliser.

Phase	Date début	Date fin	Population future couverte	Taux de couverture cumulé (%)	Linéaire de canaux à ciel ouvert implantés (m)	Linéaire de canalisations enterrées implantées (m)	Linéaire total (m)
1	2020	2035	3 999 554	50%	62 715	85 300	148 015
2	2030	2038	500 893	56%	5 915	455	6 370
3	2033	2041	314 464	60%	25 465	2 575	28 040
4	2037	2042	861 934	70%	13 105	16 660	29 765
5	2042	2047	828 305	81%	10 250	965	11 215
6	2045	2057	607 592	88%	29 910	13 260	43 170
7	2048	2059	359 861	93%	13 435	11 265	24 700
8	2051	2062	605 807	100%	3805	15 165	18 970
Valeurs finales			8 078 410	100%	164 600	145 645	310 245

13 ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

Le détail de l'analyse économique et financière est présenté dans le rapport correspondant (143122-ME-108-Mission D-Analyse ecofin).

13.1 PRESENTATION DES COUTS

13.1.1 INVESTISSEMENTS DU PROGRAMME EAUX USEES

Synthèse des coûts d'investissement du programme EU par phase :

Phase EU	Consistance														Coûts (Millions FCFA HT)									
	Linéaire primaire gravitaire (m)	Linéaire primaire refoulement (m)	Linéaire secondaire gravitaire (m)	Linéaire secondaire refoulement (m)	dont remplacement/réhabilitation	dont nouveau collecteur	linéaire tertiaire	Linéaire émissaire (terre + mer)	Nombre station de dépotage	Nombre station de pompage	Nombre STEP	Nombre de décanteurs	Nombre de chambre de dessablage	Linéaire tertiaire a remplacer	reseau primaire et secondaire gravitaire	reseau tertiaire gravitaire	Stations de pompage primaires secondaires refoulements	Raccordements	STEP	Points de dépotage	Dessableurs	Emissaires (SP + conduites terrestres et maritimes)	Total investissements EU	
Phase 1	146 340	40 173	462 933	40 587	122 071	567 854	1 137 497	4 019	9	94	2	8	26	175 799	111 311	98 242	59 300	17 914	44 752	3 402	226	20 384	355 532	
Phase 2	30 717	11 355	92 705	13 293	10 117	137 954	306 228	2 420	2	28	3	0	3	0	19 556	26 448	20 933	4 823	104 935	887	0	3 492	181 073	
Phase 3	32 840	10 934	102 743	28 997	0	175 513	433 989	0	1	45	0	0	6	0	20 406	37 482	31 102	6 835	0	148	0	0	95 973	
Phase 4	36 451	7 942	84 971	9 976	25 752	113 588	232 721	5 344	3	31	1	4	10	13 471	20 302	20 099	14 213	3 665	24 220	1 183	19	37 520	121 222	
Phase 5	37 419	4 767	78 096	18 489	0	138 773	681 327	5 600	2	28	2	0	2	0	15 409	58 844	12 372	10 730	59 661	740	0	8 098	165 854	
Phase 6	19 175	7 148	70 866	9 842	5 891	101 140	324 657	0	1	18	0	0	7	0	14 703	28 040	10 665	5 113	0	444	0	0	58 965	
Phase 7	34 619	31 529	98 195	17 931	1 623	180 648	789 870	0	2	54	1	0	1	0	19 297	68 219	24 152	12 440	14 375	740	0	0	139 222	
Phase 8	23 953	17 658	85 901	29 610	13 436	143 682	789 809	0	0	45	2	0	0	12 078	14 290	68 213	25 700	12 439	23 826	0	0	0	144 468	
Total programme	361 514	131 506	1 076 411	168 724	178 890	1 559 153	4 696 098	17 383	20	343	11	12	55	201 348	235 275	405 588	198 437	73 958	271 769	7 543	245	69 494	1 262 309	

Synthèse des coûts d'investissement de la phase 1 par commune :

Eaux usées	Coûts (M FCFA HT)					
	Investissements programme EU	Financement acquis PADSAD/BID	Financement acquis PRICI-FA/BM	Total	Reste à financer	Financement en cours de discussion BAD+BOAD (Gourou)
Total Cocody	42 039	170		170	41 869	
Total Koumassi	38 655	60		60	38 595	
Total Adjamé	28 056	1 100		1 100	26 956	
Total Abobo	82 585	400		400	82 185	
Total Marcory	8 852	270		270	8 582	
Total Yopougon	141 047	0		0	141 047	
Total Port-Bouet	6 406	0		0	6 406	
Total Plateau	2 150	0		0	2 150	
Total Songon	5 742	0		0	5 742	
TOTAL Phase 1 EU	355 532	2 000	0	2 000	353 532	162 000*
		raccordements				

* Les projets UGP_GOUROU ont fait l'objet d'une proposition de financement de 80 Mds par la BOAD et 82 Mds par la BAD (pour le total des projets EU et EP) lors de la Table Ronde du 22/10/2016.

13.1.2 INVESTISSEMENTS DU PROGRAMME EAUX PLUVIALES

Synthèse des couts d'investissement du programme EP par phase :

Phase	Ouvrages EP					Coûts EP (Millions f CFA HT)				
	Linéaire canaux ciel ouvert	Linéaire canaux EP enterrés	Nombre de franchissements à réhabiliter	Nombre de franchissements nouveaux	Nombre de zones de stockage	Canaux ciel ouvert	Réseaux enterrés	Franchissements	Bassins de stockage	Cout total (Millions FCFA)
1	119 632	95 339	82	71	19	106 556	100 659	19 551	2 768	229 534
2	5 981	452	2	5	2	6 902	658	800	614	8 974
3	5 032	1 826	4	2	0	5 478	1 681	752	-	7 911
4	7 101	14 478	1	2	1	2 678	15 197	560	341	18 776
5	10 248	963	3	2	2	8 723	1 224	456	264	10 667
6	9 900	13 257	7	2	1	2 345	12 237	433	288	15 303
7	2 887	4 144	2	1	1	2 456	5 425	342	58	8 281
8	3 805	15 161	2	1	0	3 532	10 987	301		14 820
Total	164 585	145 620	103	86	26	138 670	148 068	23 195	4 333	314 266

Synthèse des couts d'investissement de la phase 1 par commune :

Eaux pluviales	Coûts (M FCFA HT)					
Récapitulatif	Investissements programme EP	Financement acquis PADSAD/BID	Financement acquis PRICI-FA/BM	Total	Reste à financer	Financement en cours de discussion BAD+BOAD (Gourou)
Total Cocody	75 324	8 475	2 900	11 375	63 949	
Total Koumassi	35 329			0	35 329	
Total Adjamé	10 962			0	10 962	
Total Abobo	23 687		1 200	1 200	22 487	
Total Marcory	12 554			0	12 554	
Total Yopougon	23 103	19 492	8 000	27 492	-4 389	
Total Port-Bouet	8 359			0	8 359	
Total Plateau	1 262			0	1 262	
Total Anyama	27 090			0	27 090	
Total Bingerville	11 862			0	11 862	
TOTAL Phase 1 EP	229 531	27 967	12 100	40 067	189 464	162 000*

* Les projets UGP_GOUROU ont fait l'objet d'une proposition de financement de 80 Mds par la BOAD et 82 Mds par la BAD (pour le total des projets EU et EP) lors de la Table Ronde du 22/10/2016.

13.1.3 COUTS D'EXPLOITATION

Une synthèse par phase est présentée ci-dessous. Les coûts annuels sont ceux obtenus pour l'exploitation de tous les ouvrages de la phase (sans tenir compte du chevauchement des phases).

Phase EU	EU (Millions FCFA HT/an)							EP (M FCFA HT/an)	EU + EP
	Réseaux primaires secondaires tertiaires	Stations de pompage primaires secondaires refoulements	STEP	Points de dépotage	Dessableurs	Emissaires	Total EU	Total EP	Total exploitation
Phase 1	2 040.448	13 565.866	255.012	63.000	49.000	1 759.507	17 732.834	712	18 445.029
Phase 2	605.700	3 852.949	437.720	14.000	0.000	900.402	5 810.771	405	6 215.839
Phase 3	566.737	4 500.726	0.000	7.000	0.000	0.000	5 074.463	382	5 456.854
Phase 4	440.799	2 119.771	78.952	14.000	7.000	5 299.664	7 960.186	214	8 173.797
Phase 5	952.672	1 373.673	231.893	14.000	0.000	1 943.100	4 515.337	154	4 669.150
Phase 6	505.369	1 162.583	0.000	7.000	0.000	0.000	1 674.952	460	2 135.364
Phase 7	1 291.126	1 613.098	83.658	7.000	0.000	0.000	2 994.882	213	3 207.514
Phase 8	647.803	1 567.106	25.506	0.000	0.000	0.000	2 240.415	73	2 313.802
Total programme	7 050.654	29 755.771	1 112.742	126.000	56.000	9 902.673	48 003.840	2 614	50 617.349

13.1.4 SYNTHESE DES COUTS PAR PHASE ET PAR TRANCHE QUINQUENNALE

Compte tenu du chevauchement des phases, les coûts annuels d'exploitation au cours du temps ne sont pas ceux indiqués ci-dessus mais tiennent compte du chevauchement de la construction et de la mise en service des différentes phases techniques.

Récapitulatif des coûts annuels par phase de construction (tenant compte du chevauchement des phases) :

Phase	Année de début	Année de fin	Total investissement EU (Millions FCFA HT)	Total investissement EP (Millions FCFA HT)	Coût d'exploitation annuel EU en fin de phase (Millions FCFA HT/an)	Coût d'exploitation annuel EP en fin de phase (Millions FCFA HT/an)
1	2 020	2 035	355 532	165 550	29 754	1 500
2	2 030	2 038	181 073	10 370	37 329	1 867
3	2 033	2 041	95 973	23 060	39 057	1 867
4	2 037	2 042	121 222	30 575	39 422	1 867
5	2 042	2 047	165 854	11 862	41 722	2 327
6	2 045	2 057	58 965	37 638	48 069	2 613
7	2 048	2 059	139 222	18 047	48 069	2 613
8	2 051	2 062	144 468	17 164	48 069	2 613
Total programme			1 262 309	314 266		

13.2 ANALYSE FINANCIERE

L'analyse financière vise à évaluer la viabilité financière de l'actualisation du Schéma Directeur d'Assainissement d'Abidjan.

Elle porte sur l'horizon du schéma directeur, soit sur la période 2020-2060.

Son objectif est de définir, sur la base des coûts du projet et de ses recettes prévisibles, les conditions d'équilibre financier pour l'opérateur et, dans ce cadre, des orientations pour une réévaluation tarifaire des services d'assainissement de la ville.

Elle est réalisée à partir de données exogènes (évolution de la population, inflation, etc.) et des prévisions d'évolution de la consommation d'eau. Ces données sont des clés d'entrée de l'évaluation des coûts et des produits du projet. Elles sont issues des schémas directeurs, de l'enquête socio-économique réalisée auprès de la population d'Abidjan et de l'analyse de la demande.

Les coûts du projet permettent de dimensionner le besoin de financement. On distingue trois types de coûts : les investissements d'extension, les investissements de renouvellement, et les coûts d'exploitation.

L'analyse est effectuée en FCFA courants, avec une inflation annuelle de 2,2%, soit la moyenne de l'inflation en Côte d'Ivoire entre 2011 et 2016 d'après les données de la Banque Mondiale.

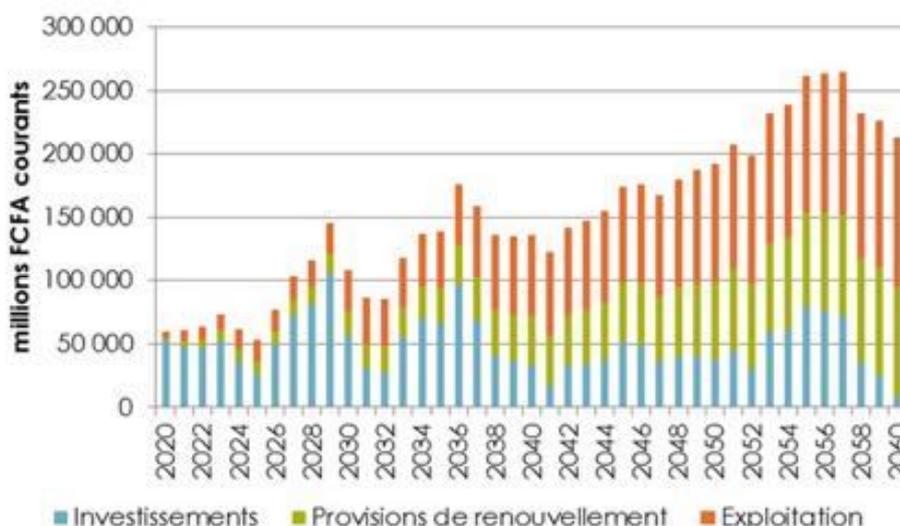
13.2.1 BESOIN DE FINANCEMENT

Compte tenu des hypothèses démographiques, de consommation, d'évaluation des coûts de renouvellement, et de financement des investissements prises en compte lors de l'analyse, le coût total du projet est de 6 218 milliards de FCFA courants sur la période 2020-2060, dont 90 % au titre de l'assainissement des eaux usées. Les coûts d'investissement représentent 32 % des coûts, les coûts d'exploitation 41 % et les coûts de renouvellement 27 %.

Total des coûts :

En millions de FCFA	Total 2020-2060 en valeur 2017	Total 2020-2060 en valeur courante
Total des coûts	3 701 342	6 218 295
Eaux usées	3 313 324	5 620 988
Investissements	1 025 650	1 555 189
Renouvellement	930 036	1 664 158
Exploitation	1 357 638	2 401 641
Eaux pluviales	388 017	597 307
Investissements	312 706	465 760
Exploitation	75 311	131 547

Echéancier des coûts :

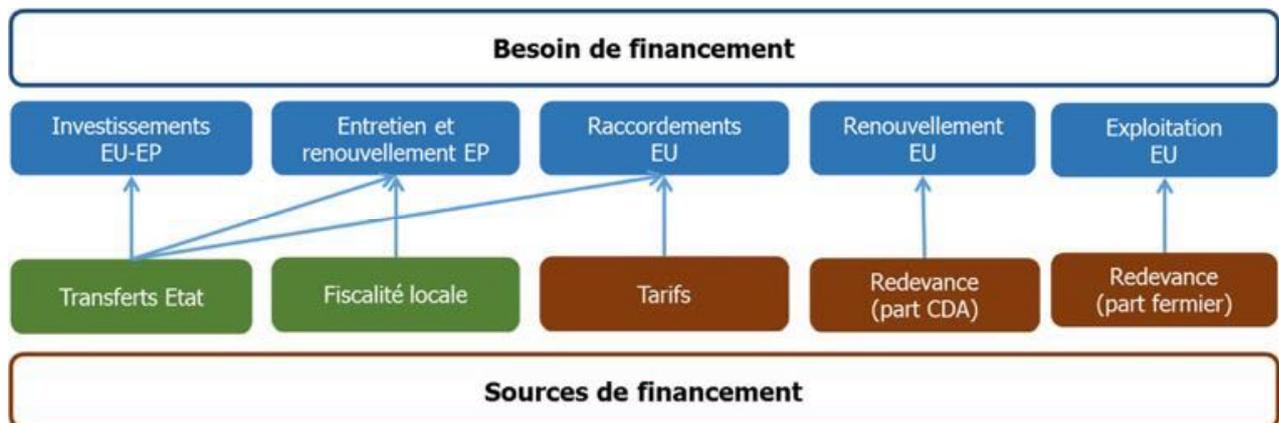


13.2.2 SOURCES DE FINANCEMENT

La politique sectorielle du secteur de l'assainissement en Côte d'Ivoire édicte les grands principes suivants pour le financement de l'assainissement :

- les investissements de développement sont financés essentiellement par des concours externes ;
- la Contribution au Développement de l'Assainissement, assise sur les volumes d'eau potable facturés par la SODECI et sur les forages privés, est destinée à financer : le renouvellement d'équipements et de canalisation, les subventions aux branchements (84.000 FCFA/branchement) et aux installations semi-collectives, (35% des coûts), les frais de supervision de l'ONAD.
- le financement de l'exploitation et de l'entretien des ouvrages d'assainissement des eaux usées est assuré par la redevance d'assainissement, assise sur la facture d'eau potable.
- Le financement de l'assainissement des eaux pluviales, tant en investissement qu'en exploitation, est assurée par la fiscalité, en particulier par une contribution de l'impôt sur le patrimoine foncier et des crédits budgétaires provenant du budget de l'Etat et des concours des bailleurs de fonds.

Principes généraux du financement du réseau d'assainissement d'Abidjan :



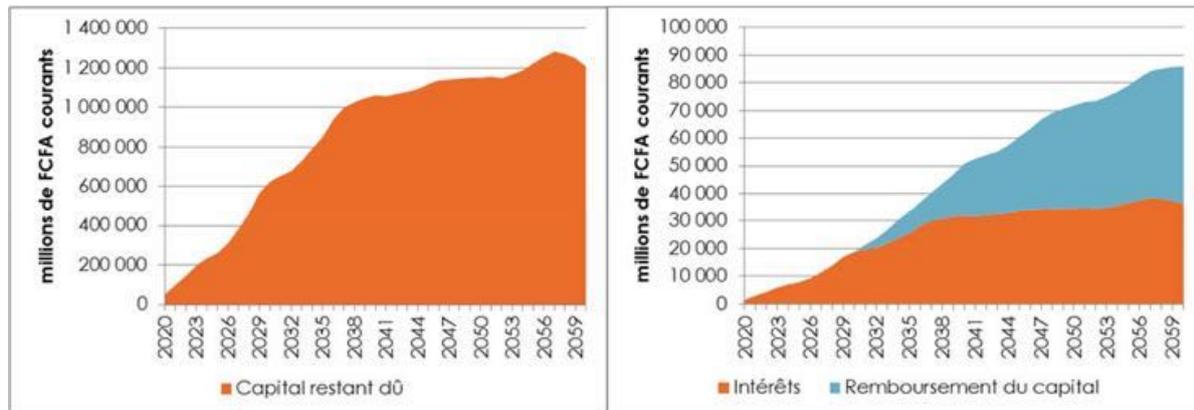
13.2.2.1 Les transferts

A ce stade de l'étude du Schéma Directeur, le plan de financement des investissements n'est pas arrêté. A titre d'illustration, le financement de l'ensemble des investissements initiaux (eaux usées et eaux pluviales), soit 2.021 milliards de FCFA sur la période 2020-2060, par des emprunts concessionnels successifs remboursables sur 40 ans (dont 10 ans de délais de grâce) et assujettis à un taux d'intérêt de 3% a été simulé.

Selon cette simulation :

- L'encours de la dette augmente rapidement pour dépasser 600 milliards de FCFA en 2030, avant les premiers remboursements en capital. Les tirages étant supérieurs aux remboursements, l'encours continuera de croître jusqu'à près de 1.300 milliards de FCFA en 2057. En 2060, l'encours de la dette aura commencé à décroître mais sera encore de 1.200 milliards de FCFA.
- Les annuités de remboursement sont constituées uniquement du règlement des intérêts sur les 10 premières années. Elles atteignent 18,8 milliards de FCFA annuels en 2030. Avec le début des remboursements en capital, les annuités augmentent rapidement pour approcher 86 milliards de FCFA annuels en fin de période alors que les paiements d'intérêts sont stabilisés autour de 37 milliards de FCFA annuels à partir de 2040.
- En définitive, le coût du financement des 2 021 milliards de FCFA d'investissement s'élève à 1.063 milliards de FCFA et, en fin de période, l'encours de la dette est de 1.207 milliards de FCFA, 814 milliards de FCFA ayant été remboursés.

Graphique 1 : Encours de la dette et échéancier de remboursement prévisionnel



13.2.2.2 La tarification

Dans le cadre de l'analyse financière du Schéma Directeur des redevances moyennes sont calculées et appliquées à chaque catégorie de consommateurs d'eau.

On estime ainsi que la redevance d'assainissement moyenne actuelle appliqués aux raccordés est de 33 FCFA/m³ : 14 FCFA au titre de la part fermier et 19 FCFA au titre de la CDA.

Redevances d'assainissement des eaux usées moyennes actuelles (raccordés)

En FCFA/m ³ HT	Redevance d'assainissement		
	Total	Part fermier	Part CDA
Raccordés	33	14	19
Raccordables	23	12	11
Non raccordables	6	2	4

Il apparait très clairement que les redevances perçues, selon la grille tarifaire actuelle, sont nettement insuffisantes pour couvrir les coûts. Si l'on considère que la part fermier est destinée à couvrir les coûts d'exploitation du service d'assainissement des eaux usées, on observe que le taux de couverture moyen sur la période 2020-2060 avec la redevance actuelle serait de l'ordre de 6%. La CDA est également insuffisante pour couvrir les coûts de renouvellement (seulement 11% des coûts de renouvellement).

Couverture des charges d'exploitation et de renouvellement du service d'assainissement des eaux usées avec la redevance actuelle sur la période 2020-2060

Coût d'exploitation (Md.FCFA courants)	Coût de renouvellement (Md.FCFA courants)	Coût total (Md.FCFA courants)
2 402	1 664	4 066
Produit redevance Part Fermier (Md.FCFA courants)	Produit redevance Part CDA (Md.FCFA courants)	Produit redevance Total (Md.FCFA courants)
135	185	320
Taux de couverture	Taux de couverture	Taux de couverture
6%	11%	8%

Ainsi, la problématique principale est de mettre en place une nouvelle grille tarifaire permettant de couvrir la hausse des coûts d'exploitation et de renouvellement liée au projet.

En parallèle à la mise en œuvre des investissements prévus dans le schéma directeur, se traduisant par un accroissement significatif des coûts d'exploitation et de renouvellement, un réajustement important des redevances d'assainissement est donc nécessaire pour rapprocher les produits du service des coûts.

Un accroissement progressif de la redevance est programmé sur une période de 10 ans (2020-2030) de telle sorte que, à partir de 2030, le produit de la Part Fermier de la redevance couvre les coûts d'exploitation et que le produit de la Part CDA couvre les coûts de renouvellement. Par la suite, la redevance est réévaluée annuellement pour suivre l'évolution des coûts.

Pour couvrir les coûts, la redevance devrait être augmentée de 25% par an en moyenne sur la période 2020-2030 pour atteindre 258 FCFA/m³ en 2030 pour les ménages raccordés (33 FCFA/m³ en 2020). Par la suite un accroissement annuel moyen de 2 à 4% par an permettrait de suivre l'évolution des coûts.

Evolution prévisionnelle de la redevance d'assainissement des eaux usées moyenne en francs courants (équilibre à partir de 2030)

En FCFA/m ³	2020	2030	2040	2050	2060
Redevance totale	24	219	313	406	500
Raccordés	33	258	368	478	588
Raccordables	23	194	274	355	435
Non raccordables	6	43	63	82	101
Part fermier	10	136	186	237	288
Raccordés	14	160	220	280	340
Raccordables	12	138	189	240	292
Non raccordables	2	23	31	40	49
Part CDA	14	83	126	169	212
Raccordés	19	98	148	198	248
Raccordables	11	57	85	114	143
Non raccordables	4	21	31	42	52
Accroissement annuel moyen		25%	4%	3%	2%

Cette tarification permet d'assurer la pérennité du financement des coûts d'exploitation et de renouvellement. L'équilibre financier est atteint à partir de 2028.

Cette analyse met clairement en lumière la nécessité de procéder à un réajustement important de la redevance, tant pour sa Part Fermier que pour sa Part CDA, pour assurer la couverture à long terme des coûts d'exploitation et de renouvellement du service d'assainissement des eaux usées qui résulteront de la mise en œuvre des investissements programmés dans le cadre du schéma directeur.

Cependant, cette approche purement financière ne saurait constituer à elle seule une étude tarifaire. L'acceptabilité du niveau d'équilibre de la redevance et de la progressivité de son évolution doit être appréhendée en profondeur en tenant compte du prix de l'eau dans sa globalité, de la capacité et de la volonté à payer des usagers et, également, de la pertinence de la mise en œuvre d'une tarification sociale.