



**ÉTUDES D'EXECUTION ET SUIVI CONTROLE DES
TRAVAUX DE DEPLACEMENT DU RESEAU AEP DU
DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE DE DABOU (SORTIE
OUEST D'ABIDJAN, COTE D'IVOIRE)**

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER EN GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'AMENAGEMENT
HYDRO-AGRICOLE (GEAAH)
SPÉCIALISE EN APPROVISIONNEMENT EN EAU (AE)**

Présenté et soutenu publiquement le [05/02/2022] par

Aristide Jean Yao YEBOUE (20150100)

Directeur de mémoire : Dr Lawani MOUNIROU, Enseignant au Département de Génie de l'Eau, de l'Assainissement et de l'Aménagement hydro-agricole (GEAAH), 2iE

Maîtres de stage : Daouda SYLLA, Ingénieur Génie Civil, Chef projet FRANZETTI-CI

Jean Michel KASSI, Ingénieur Génie Civil, conducteur travaux FRANZETTI-CI

Jury d'évaluation du stage :

Président : Pr Angelbert C. BIAOU

Membres et correcteurs : Mr. Moussa OUEDRAOGO

Mr. Moussa FAYE

Promotion [2020/2021]

DEDICACES

Humblement, nous tenons à dédier ce travail :

- ✚ À mon très cher père YEBOUE YAO ;
- ✚ À ma mère Yao Aмоin Odette pour ces prières et motivation ;
- ✚ À tous mes frères et sœurs que je garde immensément dans mon cœur ;
- ✚ À ma destinée N'Goran Yah Bienvenue
- ✚ À ma famille d'accueil au Burkina Faso, M. Adama KONE et son épouse
Mme KONE, née CISSE Aïssa;
- ✚ À M. GBANDAMA Victor, un homme au grand cœur ;
- ✚ À Mme BAMBA pour son accompagnement ;
- ✚ À mon ami KOUADIO Amiehou Nicaïse, repose en paix ;
- ✚ À l'État de Côte d'Ivoire ;
- ✚ À tous mes proches ;
- ✚ À mon JESUS.

Que ce mémoire témoigne de ma gratitude.

CITATIONS

« Croyez en vos rêves et ils se réaliseront peut-être.

Croyez en vous et ils se réaliseront sûrement »

Martin Luther King

REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements à tous ceux qui ont contribué à la bonne réalisation de ce rapport.

Tout d'abord, à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), ce centre d'excellence africain qui m'a accueilli et qui m'a formé pendant 5ans au métier de l'ingénierie en hydraulique et aux compétences transversales. C'est donc, l'occasion pour moi de remercier l'ensemble du corps enseignant du département « Génie de l'Eau de l'Assainissement et de l'aménagement hydro-Agricole (GEAAH) ».

Je remercie ensuite, Dr Lawani MOUNIROU mon encadreur académique, pour son suivi, sa disponibilité, malgré la distance.

Je remercie, enfin l'ensemble de l'équipe de FRANZETTI pour l'encadrement que j'ai reçu depuis le début de mon stage. Grand merci, au directeur d'entreprise M. Laurent ROUGET, chef projet M. Sylla DAOUDA, au conducteur travaux M. Jean Michel KASSI, et à Emilie RIBAUCOURT Ingénieur travaux, au chef chantier et aux responsables HSE.

Merci à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail

RÉSUMÉ

Au vu de l'impact lors de l'exécution des travaux du projet de dédoublement de la route de Dabou (route national A2) en 2 x 2 voies sur un linéaire de 19 km allant du quartier de Gesco, Yopougon jusqu'à Songon précisément au carrefour Jacquville (Sortie Ouest d'Abidjan, Côte d'Ivoire), les réseaux AEP existant à proximité de l'ancienne voie connaîtront un dysfonctionnement. Dans une optique de garantir l'accès à l'eau potable en quantité suffisante aux populations impactées par le projet routier, nous effectuons le déplacement de réseau d'AEP existant. Le déplacement du réseau AEP concerne deux types de conduites, les PVC à pression et fontes ductiles sur tout le linéaire du projet d'un coût estimé à 2 142 084 573 FCFA donc 6% pour le génie civil et 85% pour le déplacement réseau d'AEP. L'objectif principal de ce mémoire est l'étude d'exécution et le suivi contrôle des travaux de placement de réseaux d'eau potable (AEP) dans la commune de Songon suite au dédoublement de la route de Dabou sortie Ouest d'Abidjan. D'abord, nous avons effectué en partie une étude diagnostique du réseau d'AEP sur 09 villages de Songon alimentés par une station de pompage d'une capacité 75 m³/h (Source SODECI) de 2014 à 2032, qui nous a permis de savoir que ladite commune rencontre d'énormes problèmes en alimentation en eau potable. Par la suite nous avons réalisé une étude technique des travaux de fouille en tranchée, de pose de conduites, et de remblai, le choix du type de ventouses et vannes de vidange de même pour le calcul de la poussée hydraulique, et de butée et redimensionnement de conduites à déplacer (annexe 6). A la fin de ces travaux des regards sont réalisés aux différents nœuds du réseau. Ensuite, nous avons apporté notre contribution au suivi et contrôle lors de l'exécution des travaux tout en assurant de leur conformité au marché et aux règles de l'art.

Enfin, dans l'élaboration du plan environnemental et social nous avons veillé au respect de l'application du plan d'assurance qualité (PAQ) incluant les clauses de respect de l'environnement, et aussi du plan de protection de l'environnement du site (PPES) et un plan de gestion de l'environnement du chantier (PGEC).

Mots Clés :

1. Eau potable ;
2. Poussée hydraulique ;
3. Le polychlorure de vinyle (PVC) ;
4. Fonte ductile ;
5. Songon.

ABSTRACT

In view of the impact during the execution of the works of the project of doubling the road of Dabou (national road A2) in 2 x 2 lanes on a linear of 19 km going from the district of Gesco, Yopougon to Songon precisely at the crossroads Jacquville (Western exit of Abidjan, Ivory Coast), the existing AEP networks near the old way will know a dysfunction. In order to guarantee the access to drinking water in sufficient quantity to the populations impacted by the road project, we carry out the displacement of the existing AEP network. The relocation of the water supply network concerns two types of pipes, PVC pressure and ductile iron over the entire length of the project at an estimated cost of 2,142,084,573 FCFA, i.e. 6% for civil engineering and 85% for relocation of the water supply network. The main objective of this thesis was the study of the execution and monitoring of the works for the installation of drinking water networks (AEP) in the commune of Songon, doubling of the road to Dabou, west exit of Abidjan. Firstly, we carried out a diagnostic study of the water supply network in 09 villages of Songon supplied by a pumping station with a capacity of 75 m³/h (Source: SODECI) from 2014 to 2032, which allowed us to know that the said township is experiencing problems in drinking water supply. Subsequently conducted a technical study of the excavation work in trench, laying pipes, and backfill, the choice of the type of suction cups and drain valves as well as for the calculation of hydraulic thrust, and stop and resize the choice of pipes to be moved (Annex 6) At the end of these works, the manholes are made on the different sectioning pieces. Then, to bring our contribution to the follow-up and control during the execution of work while ensuring their conformity with the market and the rules of art.

Finally, in the elaboration of the environmental and social plan, we ensured the respect of the application of the quality assurance plan (PAQ) including the clauses of respect of the environment, and also of the environmental protection plan of the site (PPES) and a management plan of the environment of the building site (PGEC).

-
1. Drinking water
 2. Hydraulic thrust
 3. Polyvinyl chloride (PVC)
 4. Ductile iron
 5. Songon

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en Eau Potable

CAN : Coupe d'Afrique des Nations

CCTP : Le Cahier des Clauses Techniques Particulières du marché

DN : Diamètre Nominal

ODD : Objectif de développement durable

PAQ : Plan Assurance Qualité

PGESC : Plan de Gestion Environnemental et Social du chantier

PVC : Le polychlorure de vinyle

PGSSH : Le Plan de Gestion Hygiène Sécurité Environnement

PTUA : Projet de Transport Urbain d'Abidjan

RGPH DAA: Recensement Générale de la Population et de l'Habitat du District autonome d'Abidjan

SODECI : Société de Distribution d'Eau en Côte d'Ivoire

UV : Ultra-Violet

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	ii
CITATIONS.....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
RÉSUMÉ.....	v
ABSTRACT.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	3
LISTE DES TABLEAUX.....	4
INTRODUCTION.....	5
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE.....	6
I.1. Présentation de la structure d'accueil.....	6
I.1.1. Historique.....	6
I.1.2. Organisation et missions de l'entreprise.....	6
I.1.3. Organigramme de l'entreprise.....	7
I.2. Présentation de la zone d'étude.....	7
I.2.1. Situation géographique.....	7
I.2.2. Milieu physique.....	8
II. PRESENTATION DU PROJET.....	10
II.1. Localisation du projet.....	10
II.2. Contexte du projet.....	10
II.3. Objectif global.....	11
II.4. Objectifs spécifiques.....	11
III. METHODOLOGIE GENERALE.....	11
III.1. Recherche documentaire et acquisition des données.....	11
III.1.1. Etats des lieux du réseau existant.....	12
III.2. Phase d'étude technique d'exécution des travaux.....	13
III.3. Phase d'appui, de suivi et de contrôle technique des différents travaux du chantier.....	13
III.4. Phase de rédaction du mémoire.....	13
III.4.1. Diagnostic du réseau existant.....	13
III.4.2. Méthode de calcul de la poussée hydraulique.....	16
III.4.3. Méthode de calcul des butées.....	16
III.4.4. Evaluation des pertes de charge.....	18
III.4.5. Vérification de la perte de charge et de la vitesse dans le réseau.....	18
IV. ETUDE TECHNIQUE D'EXECUTION ET APPUI AU SUIVI CONTROLE DES TRAVAUX.....	19
V.1. Diagnostic du réseau AEP de Songon.....	19
V.1.1. Généralité.....	19
V.1.2. Estimation de la population impactée par le projet à Songon.....	19
V.1.3. Evaluation du débit de distribution.....	20
V.1.4. Courbe de la consommation en eau de Songon.....	20
V.2. ETUDE TECHNIQUE D'EXECUTION DES TRAVAUX :.....	21
V.2.1. Exécution des travaux de terrassement.....	21
V.2.2. Exécution des travaux de pose de conduites.....	24
V.2.3. Exécution des travaux de remblai.....	27
V.2.4. Installation d'appareil de protections et d'équipements.....	28
V.2.5. Épreuve des conduites.....	30
V.2.6. Raccordement définitif du réseau et mise en service.....	31
V.2.7. Etude d'exécution des ouvrages annexes.....	32
V.2.8. Vérification des pertes de charge et de la vitesse dans le réseau.....	34
V. COUT DU PROJET.....	36
VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU PROJET.....	36

VI.1. Impacts positifs du projet	36
VI.2. Impacts négatifs du projet	37
VI.3. Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES).....	38
CONCLUSION GENERALE.....	40
RECOMMANDATIONS / PERSPECTIVES	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	42
ANNEXES.....	43
Annexe 1 : Synoptique du réseau AEP	44
Annexe 2 : plan de fouille et coupe de principe.....	48
Annexe 3 : plan des regards	49
Annexe 4 : plan des nœuds	50
Annexe 5 : Linéaire des conduites.....	51
Annexe 6 : Dimensionnement des conduites et vérification des vitesses	52
Annexe 5 : Devis quantitatif.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de l'entreprise.....	7
Figure 2: Carte de la commune de Songon et Abidjan.	8
Figure 3: réseau hydrologique de la zone d'étude	9
Figure 4: Zone du projet.....	10
Figure 5: Emprise projet	12
Figure 6 : Estimation de la capacité de production actuelle face à la demande future	21
Figure 7: Implantation d'emprise projet.....	22
Figure 8: fouille et Fond de fouille	24
Figure 9: Transport et manutention.....	24
Figure 10: Bardage.....	24
Figure 11: Répartition des charges sur la conduite	26
Figure 12: Remplissage de conduite DN200	31
Figure 13: Manomètre et la canne d'essai de pression	31
Figure 14: Plan du réseau d'eau potable vers carrefour Jacquville (au PK19) du projet.	34
Figure 15: Taux des différents travaux de génie civil et déplacements de conduite AEP	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Valeurs de k en fonction de la singularité	16
Tableau II : Valeurs de la résistance admissible du terrain en fonction de la nature des sols	17
Tableau III : Valeurs des coefficients de frottement en fonction de la nature du sol	17
Tableau IV : Population de Songon en 2014	19
Tableau V : Population de Songon de 2014 à 2032.....	20
Tableau VI: Evaluation des besoins, demandes et calcul de débits d'adduction et de distribution.....	20
Tableau VII: Profondeurs des fouilles.....	22
Tableau VIII: Largeurs de fouilles	23
Tableau IX : Choix rapide d'une ventouse type VENTEX en fonction du diamètre et de la PFA	29
Tableau X: Valeurs de k en fonction de la singularité.....	32
Tableau XI : Valeurs de la poussée hydraulique en fonction de la singularité.....	32
Tableau XII: Résultat de calcul de butée.....	33
Tableau XIII : Vérification de la vitesse et perte de charge avec changement de diamètres	35
Tableau XIV : Vérification de la vitesse et perte de charge sans changement de diamètres.....	35
Tableau XV : Estimation du cout du projet.....	36
Tableau XVI: Impacts positif du projet.....	36
Tableau XVII : Impacts négatifs du projet	37
Tableau XVIII: Mesures Préventives	38

INTRODUCTION.

Les infrastructures de transport des biens et de services connaissent aujourd'hui des désagréments, des bouchons interminables, un vrai défi à relever. L'Afrique est le continent le plus impacté par le faible moyen de financement dans le secteur routier malgré la forte présence de produit de matières premières (l'or, diamant, manganèse, cacao, café et bien d'autres). L'Etat de Côte d'Ivoire s'est imprégné de ces réalités et a décidé d'en faire son projet de développement à Abidjan tout comme à l'intérieur du pays. Dans le district autonome d'Abidjan, ces projets routiers sont pilotés par le PTUA (Projet de Transport Urbain d'Abidjan) depuis 08 Août 2014 en sollicitant l'appui technique et financier des bailleurs de fonds. Par ailleurs, pour ce qui est de l'accès aux services sociaux de base, plusieurs actions ont été conduites pour améliorer le quotidien des populations. En matière d'eau potable, avant les ODD, 78% de la population nationale avait accès à une source d'eau améliorée avec 92% pour le milieu urbain et 67% pour le milieu rural tandis que 20% de la population utilisait une source d'eau non améliorée dont 7% en milieu urbain et 33% en milieu rural (Meeting, 2019). En 2017, 81% de la population nationale a accès à une source d'eau améliorée soit un progrès de 3%. (Developement, Juin 2019). De ces taux à faible évolution, les populations de la commune de Songon en particulier font face à d'énormes difficultés d'accès à l'eau potable malgré les projets entrepris.

De ces grands projets, l'un fait l'objet de notre rédaction. Le projet dénommé dédoublement de l'autoroute de Dabou (sortie Ouest d'Abidjan) qui consiste à l'élargissement de la route de Dabou en 2*3 voies allant du quartier de Gesco jusqu' à Bimbresso (PK8), et en 2*2 du PK8 jusqu'au carrefour Jacquerville ou encore appelé « projet de la côtière ». Ce projet facilitera le déplacement des personnes à l'occasion de la CAN 2023 prévue en Côte d'Ivoire. Au vu de l'impact du projet et de son envergure, il est question de déplacer le réseau humide (Conduite d'Eau potable) et les réseaux secs (Electricité, orange, MTN, Moov, Huawei et Awalé). Cette étude concerne principalement le déplacement de réseau humide de plusieurs diamètres afin de toujours satisfaire les besoins en eau potable des populations impactées et d'en faciliter l'exécution projet routier. En d'autres termes, ce travail s'intitule « Etudes d'exécution et suivi contrôle des travaux de déplacement du réseau AEP du dédoublement de la route de Dabou (sortie ouest d'Abidjan, Côte d'Ivoire) ».

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Présentation de la structure d'accueil

I.1.1. Historique

L'entreprise FRANZETTI-CI, société anonyme a été créée en 1955 sur l'initiative de certains hommes d'affaires étrangères avec à leur tête Monsieur FRANZETTI Jérôme. A l'origine, la société FRANZETTI-CI n'exécute que des travaux de captage et de pompage ainsi que des travaux de traitement d'eau et de canalisation. FRANZETTI-CI S.A au capital de 100 000 000 F.CFA est inscrite au registre du commerce ivoirien et se situe dans la zone industrielle de Koumassi, une des communes d'Abidjan. Depuis 1997, FRANZETTI-CI est devenue une filiale de SADE-CGTH (Compagnie Générale des Travaux Hydrauliques), elle-même filiale de la Compagnie Générale des eaux devenue VIVENDI. Dans la sous-région, FRANZETTI-CI est également implantée au Bénin.

Basée sur des structures sobres, rationnelles et efficaces, l'entreprise FRANZETTI-CI privilégie la sous-traitance. Cette politique a pour but de développer des PME satellites et a l'avantage d'une très grande maîtrise des coûts de réalisation des projets. Les Principaux clients sont : les Clients publics, Clients industriels et Clients privés.

I.1.2. Organisation et missions de l'entreprise

Pour son bon fonctionnement, FRANZETTI-CI est doté d'un conseil d'administration dont les membres sont issus des différents départements qui constituent les parties prenantes de celle-ci. Ce conseil d'administration est conduit par Président Conseil d'Administration (PCA). FRANZETTI-CI est piloté par un Directeur Général, aidé dans ses fonctions par trois (03) conseillers techniques (Administratif, Financier et Technique). Elle est structurée en deux pôles.

Le pôle de métier est constitué des Directions suivantes :

- ✦ La Direction de Développement, des Études et Travaux avec pour mission principale la planification et les études, le développement, le suivi et le contrôle des travaux ;
- ✦ La Direction du Contrôle d'Exploitation et de la Qualité avec pour mission essentielle le contrôle d'exploitation concédée et la veille sur l'intégrité du patrimoine.

Le pôle financier est constitué des Directions suivantes :

- ✦ La Direction Administrative et Financière (DAF) qui assure la gestion administrative et financière de FRANZETTI-CI ;

- ✦ La Direction de la Logistique et de l'Approvisionnement qui joue un rôle important pour le bon respect de qualité et délai.

Certifiée ISO 9001 depuis 2015, FRANZETTI-CI est animée par des hommes et des femmes de très grandes expériences dans le secteur des Travaux d'assainissement et d'adduction d'eau potable et bonne gestion des services privés.

I.1.3. Organigramme de l'entreprise

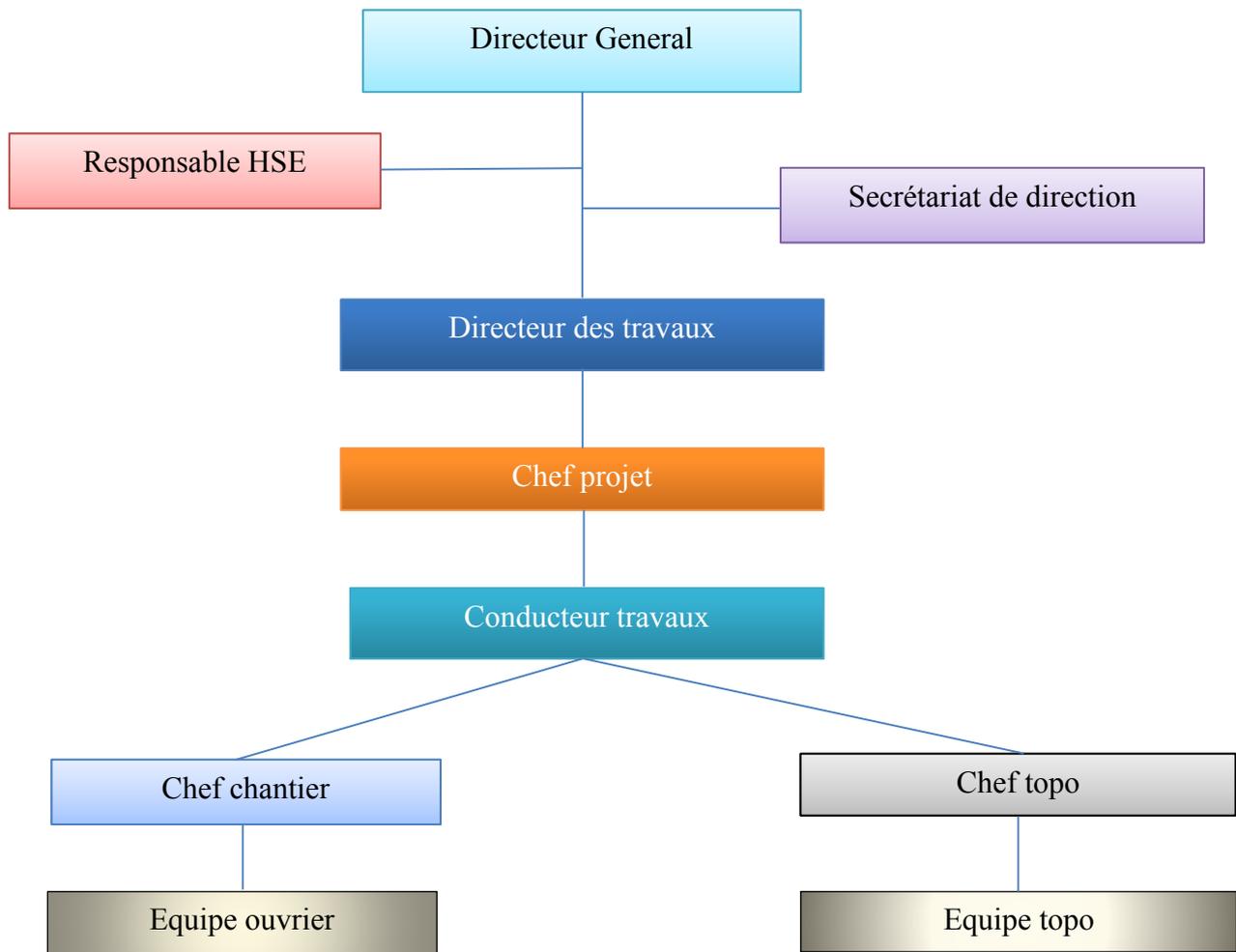


Figure 1: Organigramme de l'entreprise

I.2. Présentation de la zone d'étude

I.2.1. Situation géographique

La Commune de Songon est située au Sud de la Côte d'Ivoire dans le District Autonome d'Abidjan. Depuis 2003, la commune de Songon est délimitée par la commune de Yopougon à l'ouest d'Abidjan. Sa sous-préfecture est essentiellement composée de plusieurs villages Ébriés tels que : Songon-Kassemble, Songon-Dagbé, Songon-Agban, Abiaté, Nonkouagon, Bago, Guebo, Djepote, Adiapoto 1, Adiapoto 2 et

bien d'autres. Le village de Kassemblé est le chef-lieu de la sous-préfecture et est hôte de l'hôpital de Songon et de l'agence de Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire (SODECI). Le village de Songon-Agban est le centre commercial de cette sous-préfecture.

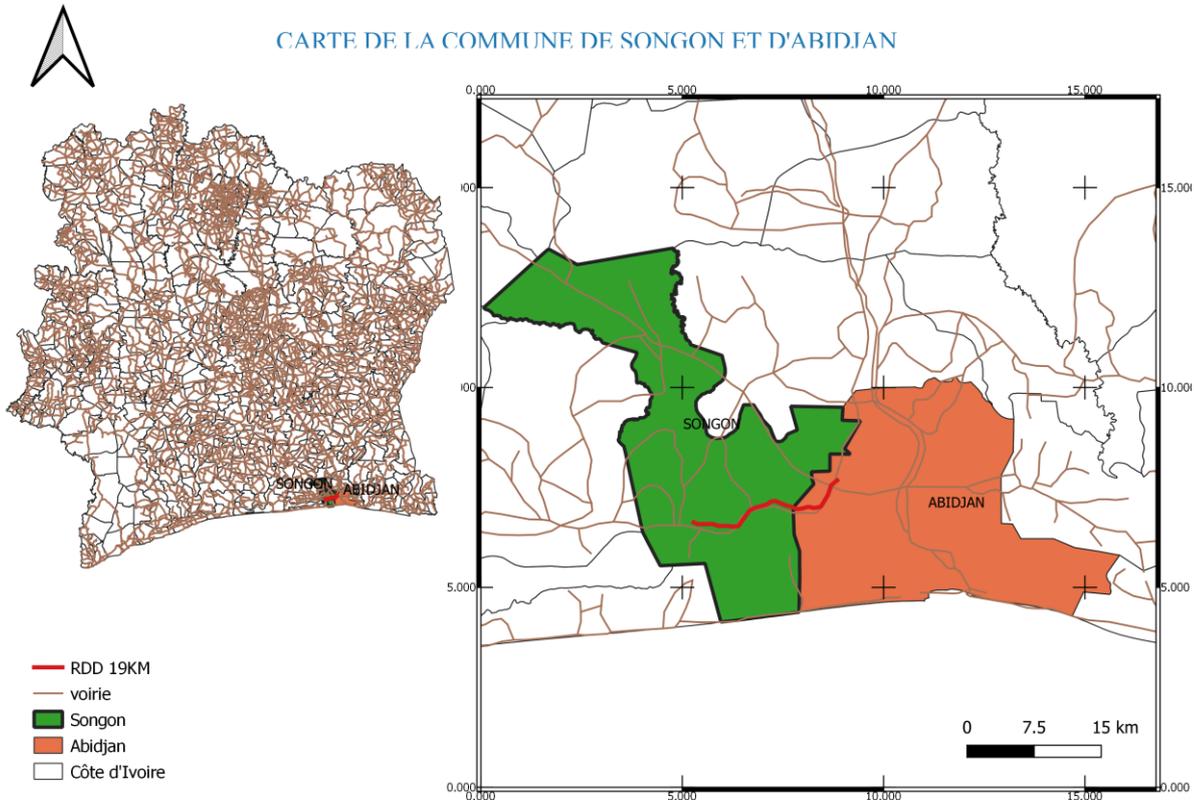


Figure 2: Carte de la commune de Songon et Abidjan.

I.2.2. Milieu physique

I.2.2.1. Relief et géomorphologie

Le district autonome d'Abidjan est marqué par la présence de trois (03) grands ensembles de géomorphologies :

- Les hauts plateaux à deux niveaux (40 à 50 m et 100 à 150 m), représentés par les buttes du continental terminal au Nord de la lagune Ebrié ;
- Les vallées profondes allant de 12 à 40 m, entaillent les hauts plateaux de Tertiaire. C'est l'exemple des ravins de la forêt de Banco. Ces vallées jouent le rôle de drains de la partie Nord de la ville, à l'instar des différents talwegs. De ce fait, tout écoulement se dirige vers l'ensemble de plus affaissé, c'est à dire vers la lagune ;
- Les moyens et bas plateaux d'altitude allant de 8 à 12 m, qui constituent les affleurements du cordon littoral du Quaternaire, les plaines et lagunes, au Sud, représentent l'ensemble le plus affaissé.

Les formations géologiques rencontrées appartiennent au bassin sédimentaire côtier. Du point de vue pédologique, le district autonome d'Abidjan dispose dans son sous-sol d'aquifères homogènes et très perméables. La colonne lithologique de la partie continentale du bassin sédimentaire montre des sables, des argiles sableuse, des argiles et des calcaires.

I.2.2.2. Climat, changement climatique et condition météorologiques

La zone du projet, à l'image de tout le District Autonome d'Abidjan, est soumise à un climat équatorial de transition atténué ou climat Attiéen ou climat subéquatorial qui se divise en quatre (4) saisons dans le cycle annuel : grande saison sèche de décembre à mai, grande saison des pluies de mai à juillet, petite saison sèche d'août à septembre et petite saison des pluies d'octobre à novembre. D'une manière générale, la pluviométrie annuelle varie de 2150,3 à 1637,1 mm (2010 à 2012) avec une moyenne interannuelle de 1 903,67 mm et la température oscille entre des maximas supérieurs à 27°C et des minimas inférieurs à 24°C. La zone est caractérisée par une faible variabilité thermique et un vent de mousson (direction Sud-ouest) observé tous les mois de l'année.

I.2.2.3. Hydrologie

Le District Autonome d'Abidjan est arrosé par un vaste système lagunaire composé des lagunes Ebrié (parallèle à l'océan atlantique et entrecoupant le littoral), Aghien et Potou, ainsi que par de nombreux cours d'eaux qui alimentent les plans d'eau lagunaires et la nappe d'Abidjan.

Ce système hydrologique se caractérise par des coefficients de ruissellement relativement variables selon les cours d'eau en raison de la faiblesse des pentes et de la densité du couvert végétal, et élevés pour les autres cours d'eau du fait du déboisement affectant ces zones.



Figure 3: réseau hydrologique de la zone d'étude

II. PRESENTATION DU PROJET.

II.1. Localisation du projet.

Le projet est localisé exactement dans la partie Ouest du District. Il traverse et/ou côtoie les quartiers GESCO, les cités immobilières Batim 1 et 3, Déapleu, Ananeraie, Bonikro, Niangon-Adjamé, Adiopodoumé de la Commune de Yopougon et des localités de la Sous-préfecture de Songon. Le carrefour GESCO, juste au Sud de l'Autoroute du Nord marque le début du projet qui prend fin à Songon Dagbé (carrefour Jacquévillie) au PK 19,0 repartir en 6 zones (zone 1, zone 2, zone 3, zone 4 et zone 6). A noter que l'aspect nous concernant dans ce projet est le déplacement de réseaux d'eau potable depuis le début du projet au PK0 jusqu'à sa fin au PK19.

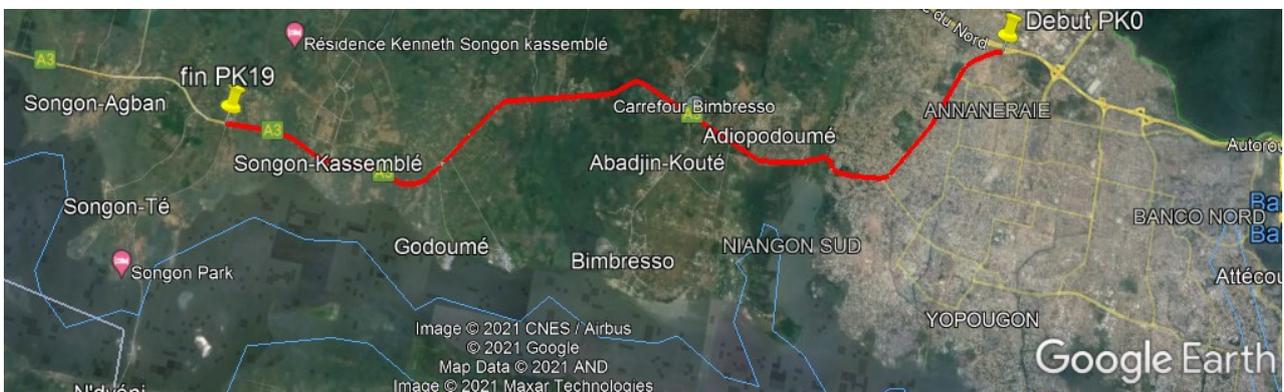


Figure 4: Zone du projet.

II.2. Contexte du projet.

La Côte d'Ivoire en plein essor grâce aux projets routiers facilitant l'accès dans le transport des produits de premières nécessités et de permettre la circulation des personnes et de leurs biens. En prélude de la CAN 2023 prévue dans certaines villes de la Côte d'Ivoire, l'élargissement de certaines voiries à Abidjan et dans ses environs sont en cours de réalisation à savoir le projet de dédoublement de la route d'Abidjan Dabou sortie Ouest. Dans la vision de faciliter les travaux de réalisation du dit projet nous effectuerons des travaux de déplacement de conduites AEP existantes. Dans le but de rendre ce réseau AEP plus accessibles aux ménages environnants, nous assurons la bonne mise en œuvre d'exécution des travaux. C'est dans ce contexte, que le thème suivant a été proposé : « **Études d'exécution et suivi contrôle des travaux de déplacement du réseau AEP du dédoublement de la route de Dabou (sortie ouest d'Abidjan, Côte d'Ivoire)** ».

II.3. Objectif global

La présente étude s'inscrit dans le cadre des projets de dédoublement de l'autoroute de Dabou sortie Ouest d'Abidjan en vue de contribuer au développement de la Côte d'Ivoire par l'amélioration des cadres de vie des populations et la réduction des bouchons.

L'objectif général de notre travail consiste à faire une étude d'exécution et suivi contrôle technique du projet de dévoiement du réseau d'eau potable du quartier de GESCO sis dans la commune de Yopougon passant par Songon jusqu'au carrefour Jacquerville du district autonome d'Abidjan, Côte d'Ivoire.

II.4. Objectifs spécifiques

Pour atteindre l'objectif principal de ce projet, il nous faut répondre aux points suivants :

- ✦ Elaborer l'étude technique d'exécution des travaux
- ✦ Apporter un appui, de suivi et de contrôle technique des différents travaux du chantier
- ✦ Evaluer le coût du projet
- ✦ Établir une notice de l'impact du projet sur son environnement.

III. METHODOLOGIE GENERALE

Cette partie présentera la méthodologie générale adoptée dans cette étude. (05) parties essentielles seront abordées que sont :

- ✦ Recherche documentaire et acquisition des données ;
- ✦ Etat des lieux du réseau existant ;
- ✦ Phase d'étude technique d'exécution des travaux ;
- ✦ Phase d'appui, de suivi et de contrôle technique des différents travaux du chantier ;
- ✦ Phase de rédaction du mémoire.

Pour une meilleure compréhension, de notre travail, nous l'avons structuré en 04 grandes parties. Dans chacune de ces parties, on y trouve une introduction, ensuite, une analyse et enfin, une présentation des résultats sous forme de tableau.

III.1. Recherche documentaire et acquisition des données

La recherche documentaire a consisté à la collecte des données relatives au projet. Le dossier d'appel d'offre, les prescriptions techniques et particulières relatives à l'exécution des travaux de déplacement du réseau ont été soigneusement lus et compris. De même, la procédure d'exécution, au suivi technique des travaux, à l'organisation d'un chantier ont été consultés.

L'acquisition des données a consisté à la compréhension, des plans d'exécution des différentes conduites, des ouvrages tels que les butées, les regards ainsi que les schémas de nœuds.

III.1.1. Etats des lieux du réseau existant

III.1.1.1 Visite du chantier

Avant le démarrage des travaux, les premières visites de terrain ont permis d'identifier : la zone d'étude, l'emprise dédiée au projet, les lieux de passage des conduites, le point des pièces (vanne, ventouse, Té, vidange...) installées sur les conduites dans les regards, les sites des stations de pompage et de traitement d'eau, les potentiels ménages pour les branchements privés.

III.1.1.2. Identification de l'emprise du projet

L'élargissement de route de Dabou s'étant sur une largeur de Cinquante (50) mètres (m) matérialisé par des bornes d'emprise. Pour le déplacement des conduites d'adduction, elles doivent être réalisées suivant une fouille en tranchée d'une largeur de deux (2) mètres (m) maximum à partir des bornes d'emprise. Ces bornes d'emprise ne sont tout pas visible en raison de la présence des bâtis (habitation, boutiques, magasin...) obstruant le passage des conduites.

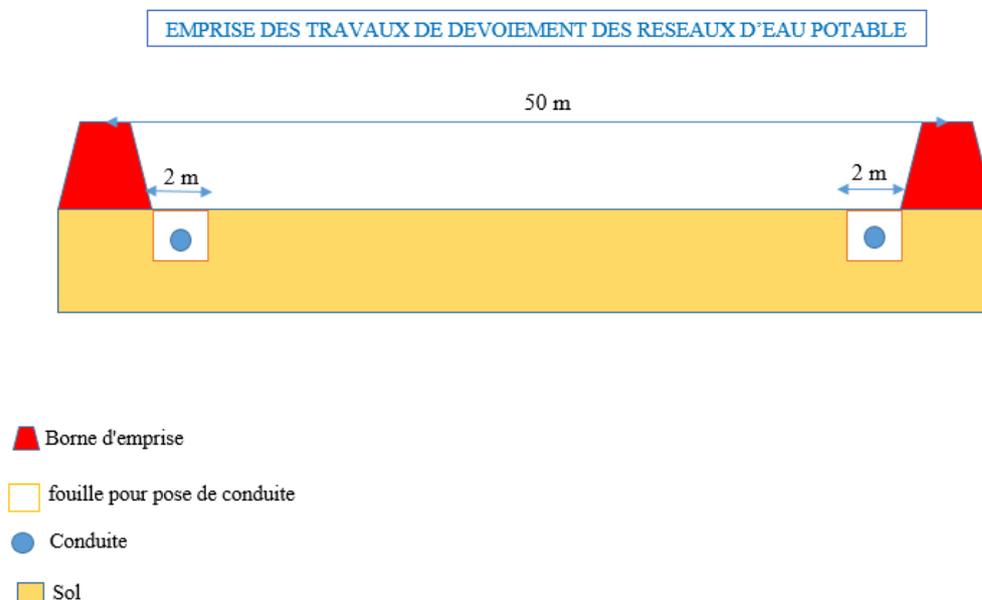


Figure 5: Emprise projet

III.1.1.3. Fonctionnement du réseau actuel

La commune de Songon fait face à d'énormes difficultés en adduction d'eau potable. Les ménages y vont de leur génie afin de trouver soit des revendeurs d'eau ou effectuer des branchements clandestins pour

satisfaire leur besoin primaire. Songon dispose d'un forage équipé d'un groupe électropompe d'une capacité de production de 75 m³/h avec un temps de pompage de 18h (4h à 22h) (Source SODECI).

III.2. Phase d'étude technique d'exécution des travaux

L'élaboration de la procédure d'exécution des travaux sera conforme aux prescriptions techniques du projet. Dans cette procédure les thématiques essentielles sont de faire ressortir la construction des tranchées, lit de pose, la pose de conduite, l'enrobage et le remblai, les essais de pression.

III.3. Phase d'appui, de suivi et de contrôle technique des différents travaux du chantier

Cette phase a consisté à apporter un appui technique pour les différentes activités menées sur le terrain. Il s'agit principalement de la réalisation des fouilles et poses des conduites, réalisation des regards ainsi que les différents raccordements au réseau existant. Nous assurons le suivi pour que ces différentes activités se fassent dans les règles de l'art et conformément aux prescriptions techniques du projet avant que la mission de contrôle technique du maître d'œuvre ne valide les travaux réalisés. Notre supervision des activités permet de limiter les rejets du contrôle.

III.4. Phase de rédaction du mémoire

Cette phase a consisté à effectuer les notes de calculs des besoins en eau des populations ; des courbatures, de la poussée hydraulique, des butées, du choix des ventouses, du dimensionnement des conduites de vidange et de la réalisation des carnets de nœuds.

III.4.1. Diagnostic du réseau existant

III.4.1.1. Informations et hypothèses

Cette procédure de calcul s'est faite avec des formules usuelles d'hydraulique à partir des données recueillies du recensement général de la population de la commune de Songon en 2014 et de la capacité actuelle de production du forage dans la même localité. Les informations recueillies sont les suivantes :

- ✦ Population de base en 2014 est de 32 0154 habitants ;
- ✦ Capacité de pompage du forage de 75 m³/h d'une durée de 18 h (04h à 22h) (Source donnée SODECI).
- ✦ Taux d'accroissement 2.6% (RGPH, 2014)
- ✦ Consommation moyennes spécifique 97 litres par jour par habitant (97 l/j/hbt) (Source SODECI)

III.4.1.2. Evaluation de la population

Le calcul de la population s'est fait sur la base des formules usuelles.

P_n : Population à l'horizon n ; P_0 : Population de référence ;

$$P_n = P_0 \times (1 + \text{taux d'accroissement})^{n-0}$$

III.4.1.3. Evaluation des besoins en eau

A cette étape, nous avons considéré une consommation spécifique moyenne C_{sm} de 97 L par jour par habitant (97 L/j/habt) (source donnée SODECI). Les calculs ont été effectués par les formules suivantes :

$$(\text{Besoin journalier domestique}) B_{jd} = \frac{(P_n * C_{sm})}{1000} [m^3/j]$$

Équation I

$$\text{Taux des besoins annexe } [T_{bannexe}] : 10\% \text{ (Source Franzetti)}$$

Équation II

$$(\text{Besoin non domestique}) B_{nd} [m^3/j] = T_{bannexe} * B_{jd}$$

Équation III

$$(\text{Besoin moyen journalier}) B_{MJ} [m^3/j] = B_{nd} + B_{jd}$$

Équation IV

Ce coefficient s'applique aux besoins moyens journaliers dans le calcul du dimensionnement pour satisfaire aux besoins du jour de pointe.

$$(\text{Coefficient de point saisonniere}) K_{pj} = 1.15$$

Le besoin du jour de pointe est la quantité d'eau à fournir pour couvrir les besoins du jour de pointe des consommateurs, intégrant les différentes pertes. Il correspond alors au produit entre les besoins en eau journaliers ; le coefficient de pointe journalier.

$$(\text{Besoin du jour de pointe}) B_{jp} = B_{MJ} * K_{pj} [m^3/j]$$

Équation V

$$(\text{Besoin du jour de pointe}) B_{jp} = B_{MJ} * K_{pj} [m^3/j]$$

Équation VII

$$(\text{Demande du jour de pointe}) D_{JP} [m^3/j] = B_{jp} / \text{Rend} (\%)$$

Équation VIII

III.4.1.4. Calcul de la capacité du réseau de distribution

Pour le calcul du réseau de distribution nous avons utilisé les formules suivantes :

$$(Débit de production actuel) Q_P = 75 [m^3/h]$$

Sous réserve de l'exploitation du débit retenu en essai de pompage de longue durée

$$Temps de production (T_p) = 18h \text{ (Source SODECI)}$$

$$Capacité actuelle maximale(C_{aM}) = Q_P * T_P$$

Équation VIII

$$Déficit journalier = B_{JP} - C_{aM}$$

Équation IX

III.4.1.5. Evaluation du débit du réseau de distribution

Pour le calcul du réseau de distribution nous avons utilisé les formules suivantes :

$$Temps de distribution(T_d) = 24h$$

$$(Débit moyen horaire de distribution) Q_{mhd} [m^3/h] = D_{JP}/T_d$$

Équation X

Ce coefficient s'applique aux débits moyens horaires dans le calcul du dimensionnement pour satisfaire aux besoins à l'heure de pointe :

$$K_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mhd}}}$$

Équation XII

$$(Débit de pointe horaire) Q_{ph} [m^3/h] = Q_{mh} * K_{ph}$$

Équation XII

NB : Les différents résultats obtenus sont résumés dans le tableau VI.

III.4.2. Méthode de calcul de la poussée hydraulique

Pour le calcul de la poussée hydraulique, nous avons utilisé la méthode simplifiée. Dans cette méthode, il ne sera pas tenu compte des efforts engendrés par l'écoulement de l'eau car ils sont négligeables pour les vitesses rencontrées dans les réseaux d'eau potable (inférieures à 3 [m/s]). Seule interviendra donc, la poussée hydrostatique de l'eau sur les pièces spéciales citées précédemment. On calcule les poussées à l'aide de l'expression suivante :

$$\text{Force} = k \times \text{Pression} \times \text{Surface}$$

Force : Poussée exprimée en [daN]

Pression : Pression d'essai hydraulique sur chantier en [bar]

Surface : Surface de la section intérieure du tuyau en [cm²]

k : Coefficient dont la valeur est fonction de la géométrie de l'élément de la canalisation concerné.

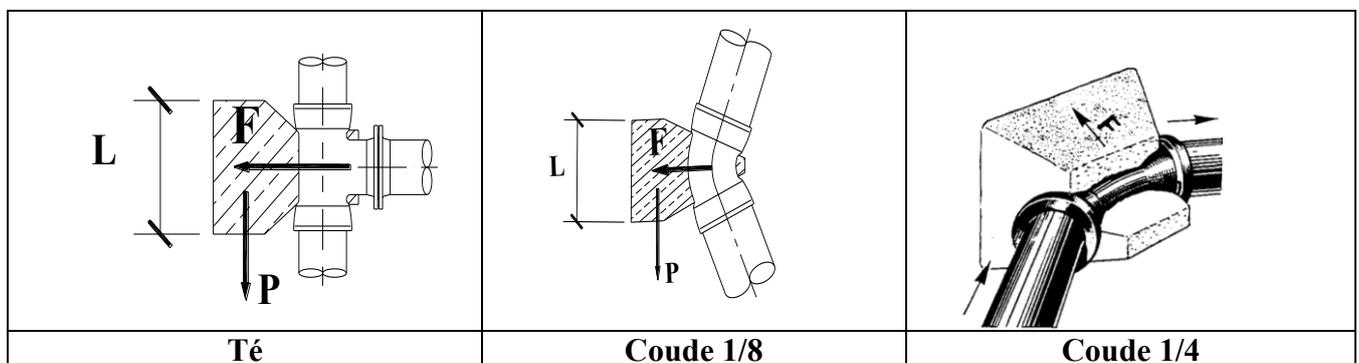


Tableau I : Valeurs de k en fonction de la singularité

Nom de la singularité	Angle de déviation (°)	Valeur de k
Extrémité de conduite		1.0
Branchement en té		1.0
Coude ¼	90°	1.4142
Coude 1/8	45°	0.7654
Coude 1/12	30°	0.5176
Coude 1/16	22°30'	0.3902
Coude 1/32	11°15'	0.1960

III.4.3. Méthode de calcul des butées

La majorité des butées à mettre en place sont des butées à surface d'appui. On se sert de la cohésion du sol en place autour de la butée pour reprendre les efforts. Ces butées nécessitent de ne pas toucher au sol en place autour de la butée à postériori. La surface d'appui de la butée est donnée par la relation suivante :

Équation XIII

$$\text{Surface} = \frac{\text{Force}}{\text{Résistance admissible du terrain}}$$

Surface : Surface d'appui en [cm²] ;

Force : Poussée hydraulique de l'eau calculée précédemment en [daN]

Résistance de terrain : dépend de la nature du terrain en [daN/cm²]

Tableau II : Valeurs de la résistance admissible du terrain en fonction de la nature des sols

Nature des sols	Résistance [daN/cm ²]
Vases et terrains fluents	0.30 – 0.50
Sable rapporté	0.80
Terre végétale	1.00
Marne ou argile compactée	2.0 – 3.0
Sable argileux ou gravier	2.0 – 5.0
Craie ou roche tendre	2.0 – 5.0
Roche dure	5.0 – 15.0

Le volume de béton de la butée est fourni par la relation suivante :

Équation XIV

$$Volume = \frac{Force \times Coefficient\ de\ sécurité}{Masse\ volumique\ du\ béton \times Coefficient\ de\ frottement\ entre\ béton\ et\ terrain} \times \beta$$

Volume : volume de béton à mettre en œuvre en [m³];

Force : Poussée hydraulique de l'eau calculée précédemment en [daN]

Coefficient de sécurité : prendre entre 1.1 et 1.25

Coefficient de frottement entre béton et terrain : dépend de la nature du terrain (voir tableau ci-dessous)

Masse volumique du béton : de 2 000 à 2 400 [kg/m³].

Tableau III : Valeurs des coefficients de frottement en fonction de la nature du sol

Nature du sol	Angle de frottement en degré ϕ		Coefficient de frottement	
	Sec/Humide	Immergé	Sec/Humide	Immergé
Débris rocheux	40	35	0.84	0.70
Tout venant	35	30	0.70	0.58
Sables limoneux	30	25	0.58	0.47
Argile	25	15	0.47	0.27

Dans cette étude, nous avons pris les valeurs suivantes :

- Résistance du terrain est pris égal à 1.5 [daN/cm²] en raison de la nature des sols de la zone d'étude jugés comme sols argilo-sableux.
- Coefficient de sécurité : 1.2 car le terrain est de bonne qualité
- Angle de frottement : $\phi = 40^\circ$
- Coefficient de frottement équivalent : 0.84 car il n'y a d'affleurement de la nappe phréatique (sol sec)
- Masse volumique du béton : 2 300 [kg/m³]
- β : 10 % de la poussée est repris par la butée et le reste par le sol.

III.4.4. Evaluation des pertes de charge.

Dans le cas d'exécution des travaux de pose des tuyaux en fonte, il est impérativement important de suivre la pente du projet de sorte à faciliter une vitesse d'écoulement dans la conduite et de profiter de la pression disponible d'où la condition d'une mise en place d'un réseau entièrement gravitaire. Tandis que pour les tuyaux PVC, la pression disponible dans les conduites est soit sous l'effet de l'action de la pompe ou par gravitaire sous l'action d'un réservoir surélevé.

Avant de commencer l'étude détaillée d'un tel réseau, il est donc nécessaire de faire une étude préliminaire de faisabilité dont l'objectif est d'estimer si la dénivelée entre les différents éléments du réseau est suffisante pour permettre l'écoulement gravitaire de l'eau ou par pompage. Une estimation rapide est donnée par l'équipe topographique pour relever l'altitude des points caractéristiques du tracé. Ces relevés serviront ensuite à déterminer les pressions statiques et dynamiques dans les canalisations en tout point du réseau.

III.4.5. Vérification de la perte de charge et de la vitesse dans le réseau

Pour mener à bien cette étude nous nous sommes donné de vérifier les vitesses dans les différentes conduites à déplacer et d'en vérifier également les pertes de charge dans le réseau. Cette vérification s'est effectuée par deux conditions :

- ✦ La première est de faire un dimensionnement afin de vérifier le choix des diamètres à déplacer et les conditions hydrauliques.
- ✦ La deuxième est de faire le dimensionnement en tenant compte des diamètres existant dans le réseau.

NB : cette vérification concerne les conduites alimentées par le forage dont la capacité de pompage est de 75 m³/h. le plan du réseau est fourni (voir annexe 6)

Hypothèses

- ✦ Vitesse recommandée dans les conduites de distributions comprise en (0.6 à 1.5 m/s)
- ✦ Utilisation de la formule de Hazen Williams pour l'évaluation des pertes de charge en réseau.
- ✦ Célérité de l'onde dans les conduites PVC égal à 150
- ✦ Equation de continuité : $Q = VS$

$$\Delta H = 10.675 * \left(\frac{Q}{C_{hw}} \right)^{1.852} * \frac{1}{D_{int}^{4.87}} * L \quad \text{Équation XV : Formule de Hazen William}$$

Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux XIII et XIV.

IV. ETUDE TECHNIQUE D'EXECUTION ET APPUI AU SUIVI CONTROLE DES TRAVAUX

V.1. Diagnostic du réseau AEP de Songon

V.1.1. Généralité

L'eau, en tant que ressource indispensable à la vie, reste inaccessible par une proportion importante de la population de Songon. Neuf (09) villages de cette commune sont actuellement alimentés par un (01) forage équipé d'un groupe électropompe d'une capacité de de 75 m³/h sur un temps de 18h (04h à 22h). Mais à cause de l'avènement du projet de dédoublement de la route de Dabou un accroissement rapide de la population va se faire ressentir. A cet effet, l'ouvrage d'alimentation en eau n'est plus à même de satisfaire la demande croissante d'eau potable. Il est alors indispensable de revoir le système d'alimentation en eau de la commune Songon pour l'adapter à la situation démographique de la localité, mais surtout pour le moderniser afin d'améliorer l'accès à l'eau potable des populations.

V.1.2. Estimation de la population impactée par le projet à Songon.

Selon le RGPH DAA (Recensement Général de la Population et de l'Habitat District autonome d'Abidjan) en 2014, la population des neuf villages de Songon est de 32154 (voir tableau IV) :

Tableau IV : Population de Songon en 2014

Localité	Hommes	Femmes	Total	rapport de masculinité
SONGON-AGBAN	5 865	5 689	11 554	103.09
SONGON-AGBAN-ATTIE 2	564	551	1 115	102.36
SONGON-DAGBE	1 581	1 741	3 322	90.81
SONGON-KASSEMBLE	1 395	1 326	2 721	105.20
SONGON-M'BRATHE	2 700	3 199	5 899	84.40
SONGON-TE	969	864	1 833	112.15
ADIAPOTE	1 574	1 428	3 002	110.22
ADIAPOTO 1	782	931	1 713	84.00
ADIAPOTO 2	537	458	995	117.25
Total	15 967	16 187	32 154	98.64
Population totale	32 154			

Nous avons effectué une projection en allant sur la base de 2014 à 2022 (soit 8 ans) qui a permis d'obtenir une population de 38 269 habitants et de 2022 à 2032 (soit 10 ans) une population de 51 037. Le taux d'accroissement dans cette localité est de 2.6%. Les résultats sont mentionnés dans le tableau 5 (RGPH, 2014).

Tableau V : Population de Songon de 2014 à 2032

Année	Unité	2 014	2 022	2 024	2 028	2 032
Population totale	Hbt	32 154	39 483	41 563	46 057	51 037

V.1.3. Evaluation du débit de distribution.

Cette évaluation de débit de distribution permet de faire une étude comparative de la capacité de pompage du forage actuelle et de celle liée à la projection en 2022 et 2032 dont les détails des calculs sont présentés dans le tableau VI.

Tableau VI: Evaluation des besoins, demandes et calcul de débits d'adduction et de distribution

Désignation	Année	Unité	2 014	2 022	2 024	2 028	2 032
	Population totale	Hbt	32 154	39 483	41 563	46 057	51 037
Besoins en eau	Consommation spécifique moyenne	l/j/hbt	97	97	97	97	97
	Besoins journaliers domestiques	m ³ /j	3 118.9	3 829.9	4 031.6	4 467.6	4 950.6
	Taux des besoins annexes	%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
	Besoins non domestiques	m ³ /j	312	383	403	447	495
	Besoins moyens journaliers	m ³ /j	3 431	4 213	4 435	4 914	5 446
	Coefficient de pointe saisonnier K _{pj}		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
	Besoins du jour de pointe	m ³ /j	3 945	4 845	5 100	5 651	6 263
	Rendement global du réseau	%	95.0%	95.0%	93.0%	92.0%	90.0%
	Demande du jour de pointe	m ³ /j	4 153	5 100	5 484	6 143	6 958
Réseau d'adduction	Débit de pompage actuel	m ³ /h	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
	Temps d'adduction	H	18	18	18	18	18
	Capacité actuelle maximale	m ³ /j	1 350				
	Déficit journalier	m ³ /j	-2 803	-3 750	-4 134	-4 793	-5 608
Réseau de distribution	Temps de distribution	H	24	24	24	24	24
	Débit moyen horaire de distribution	m ³ /h	173.0	212.5	228.5	256.0	289.9
	K _{ph}		1.69	1.67	1.67	1.66	1.65
	Débit de pointe horaire du réseau de distribution	m ³ /h	292.5	355.2	380.5	423.9	477.5
		l/s	81.2	98.7	105.7	117.8	132.6

V.1.4. Courbe de la consommation en eau de Songon

Cette courbe nous a permis d'associer la production actuelle à celle à venir afin d'identifier si celle-ci couvre la forte demande en eau potable de la commune de Songon.

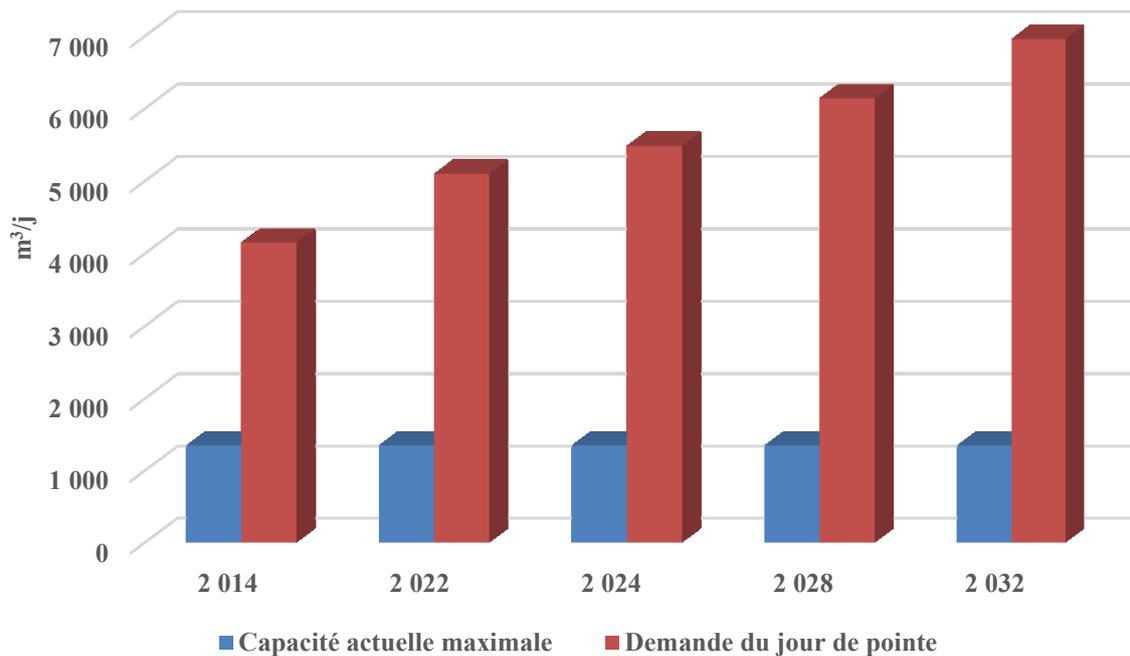


Figure 6 : Estimation de la capacité de production actuelle face à la demande future

COMMENTAIRE

Le diagnostic du réseau d'eau potable à Songon qui alimente les 09 villages montre que les besoins en eau des populations sont énormes. Malgré l'avènement de ce projet de déplacements du réseau AEP le problème d'alimentation en eau demeure toujours. De cette projection de 10 ans soit 2022 à 2032 la population sera fortement accrue et l'alimentation en eau sera un gros problème pour les populations de Songon. Nous avons la production actuelle du forage qui occupe que 1/3 des besoins en eau en 2022 et 1/5 en 2032.

V.2. ETUDE TECHNIQUE D'EXECUTION DES TRAVAUX :

V.2.1. Exécution des travaux de terrassement

V.2.1.1. Libération et implantation d'emprise

V.2.1.1.1. Libération d'emprise

L'emprise dédiée au projet est rythmée par une forte habitation des riverains, où nous trouvons des immeubles allant de R+1 à R+4 des magasins, des marchés de vente de légumes et de bétails, baraques, des conteneurs et plein d'autres occupants. Ces emprises sont à libérer par le maître d'ouvrage.

V.2.1.1.2. Implantation d'emprise

Après libération de l'emprise réservée au projet, l'entreprise chargée de l'exécution des travaux routiers définit l'emprise du projet par l'implantation des piqués ou bornes. Notons qu'une fois les implantations effectuées, les travaux de déplacement s'en suivent.



Figure 7: Implantation d'emprise projet

V.2.1.2. Fouilles

V.2.1.2.1. Généralités

Les conduites d'eau potable sont en général enterrées par l'action des fouilles manuelles ou pelles mécaniques afin d'éviter toute rupture due à la pression interne, les intempéries (ensoleillement, réchauffement de l'eau). Elles sont aussi enterrées pour éviter leur écrasement par les charges trop lourdes (gros engins, véhicule poids lourds).

V.2.1.2.2. Procédure d'exécution

Les fouilles sont aussi appelées excavation qui consiste à extraire le sol pour le passage de conduite ou de tout autres ouvrages. Dans le cas de notre étude, les fouilles sont des tranchées réalisées conformément aux règles en vigueur (fascicule 71), dont les dimensions sont variables suivant le diamètre des conduites qu'elles reçoivent (voir tableau 7). Les terres extraites sont déposées à proximité des fouilles pour leur réutilisation.

Tableau VII: Profondeurs des fouilles

Diamètre (mm)	Profondeur minimale (cm)	Profondeur avec DN (m)	Enrobage (cm)	Profondeur (m)
PVC DN 63	80	0.863	30	1.16
PVC DN 90		0.890		1.19
PVC DN 110		0.910		1.21
PVC DN 160		0.960		1.26
PVC DN 200		1.000		1.30
PVC DN 225		1.025		1.33
PVC DN 315		1.115		1.42
Fonte ductile DN200		1.000		1.30
Fonte ductile DN 400		1.200		1.50
Fonte ductile DN 700		1.500		1.80
Fonte ductile DN 800		1.600		1.90

Pour la pose des conduites en fonte ductile de diamètre 700 et 800, il est impérativement important de suivre la côte projet (pente) du profil en long pendant l'ouverture de la tranchée. En effet, en plus d'être en charge, l'écoulement d'eau dans ces deux conduites est gravitaire de l'amont vers l'aval suivant la pente du projet. Une équipe topographique est chargée d'effectuer les levés pendant et après la pose des conduites.

La largeur de la tranchée est égale au diamètre extérieur des tuyaux avec des sur largeurs de 0.30 m de part et d'autre de la conduite, et varie en fonction de la disposition des conduites dans la fouille. Cette surlargeur est dédiée à faciliter l'assemblage des tuyaux (Voir tableau 8).

NB : les largeurs varient si plusieurs conduites se retrouvent dans la tranchée. (Voir Annexe 2)

Tableau VIII: Largeurs de fouilles

Diamètre (mm)	DN (mm)	DN (m)	Largeur nominale (m)	Largeur (m)
PVC DN 63	63	0.063	0.6	0.66
PVC DN 90	90	0.09		0.69
PVC DN 110	110	0.11		0.71
PVC DN 160	160	0.16		0.76
PVC DN 200	200	0.2		0.80
PVC DN 225	225	0.225		0.83
PVC DN 315	315	0.315		0.92
Fonte ductile DN200	200	0.2		0.80
Fonte ductile DN 400	400	0.4		1.00
Fonte ductile DN 700	700	0.7		1.30
Fonte ductile DN 800	800	0.8		1.40

V.2.1.3. Fond de fouille

Les fonds de fouilles sont soigneusement purgés de toute terre arable. Les racines, détritiques et les autres matériaux jugés indésirables sont enlevés au cours de l'exécution des fouilles afin d'éviter leur inclusion dans le matériau de remblai. Cette opération est réglée suivant la pente prescrite. Les éventuelles venues d'eau sont épuisées de manière à maintenir la nappe à une cote inférieure à celle du fond de fouille pendant la durée des travaux. Lorsque les bancs rocheux ou maçonneries sont rencontrées, la fouille est approfondie au moins de 10 cm et sablée jusqu'au niveau initialement prévu. Si le fond de fouille n'a pas les caractéristiques de portance suffisante pour assurer l'appui correct des tuyaux et la stabilité du remblai, la tranchée est approfondie d'une hauteur au moins égale à 20 cm.



Figure 8: fouille et Fond de fouille

V.2.2. Exécution des travaux de pose de conduites

V.2.2.1. Transport et manutention

Le transport des tuyaux s'exécute de sorte à éviter leur détérioration. Pour ce projet, le transport est assuré par des camions grue (hiab) du point de stockage aux lieux de travail. La manutention des tuyaux de toutes espèces doit se faire avec les plus grandes précautions. Les tuyaux sont déposés sans brutalité sur le sol ou dans le fond des tranchées. Il convient d'éviter de les rouler sur des pierres ou sur sol rocheux sans avoir constitué au préalable des chemins d'accès.



Figure 9: Transport et manutention

V.2.2.2. Bardage

Le bardage consiste à aligner les tuyaux le long de la fouille. Il faut éviter cette opération sur une longue durée en bordures de fouille afin d'éviter leur détérioration sous l'effet de l'ensoleillement. Il est en effet préférable d'approcher les tubes de la tranchée au fur et à mesure de leur utilisation. (SOTICI, 2003)



Figure 10: Bardage

V.2.2.3. Pose de conduite en tranchée

V.2.2.3.1. Généralité

Une conduite enterrée à une certaine profondeur est obligatoirement soumise à différentes charges auxquelles elle doit résister sans rupture. Pour ce projet deux types de conduites sont concernées. Il s'agit de conduites semi rigide (polychlorure de vinyle (PVC)) et de conduites rigide (fonte ductile).

V.2.2.3.2. Conduite semi-rigide

Le polychlorure de vinyle (PVC) a été découvert en 1835, Le PVC est la troisième matière plastique la plus utilisée au monde après le PE (polyéthylène) et le PP (polypropylène). Le PVC est un polymère thermoplastique obtenu par la polymérisation du monomère de chlorure de vinyle après une synthèse entre l'éthylène (dérivés de pétrole à hauteur de 43 %) et le chlore (à hauteur de 57 %). Il peut être rigide ou souple, opaque ou transparent, mat ou irisé, antidérapant ou lisse. Sa palette de couleurs et de reliefs est infinie. Il est résistant à l'eau et aux UV, est d'un entretien facile et a une grande longévité. Matériau inerte, donc sans danger pour la santé.

V.2.2.3.3. Conduite rigide

Les tuyaux en fonte grise ou fonte ductile sont d'un emploi peu courant pour les canalisations souterraines d'eau et de gaz. Ces tuyaux réunissent les qualités de la fonte pour l'inoxidabilité, et celles du fer pour la solidité. Ils offrent une grande sécurité par leur résistance aux coups de bélier et aux chocs extérieurs. Les tuyaux enterrés devront subir un goudronnage à chaud (réalisé dès la fabrication) afin d'améliorer leur résistance à la corrosion.

V.2.2.3.4. Comportement de la conduite dans le sol

Le comportement des conduites vis-à-vis des sollicitations présentes dans le sol varie principalement selon la nature de la conduite. Une conduite souple ou rigide ne réagit pas aux charges de la même façon. Dans une conduite rigide, la contrainte maximale est à la clé de la conduite tandis que pour une canalisation souple ou flexible la contrainte maximale se situe à la symétrie centrale de la conduite.

L'une des méthodes de classification des conduites est proposée par (Moser, 1990) qui a suggéré que si une conduite subit une déflexion diamétrale de plus de 2% sans rupture, alors elle peut être considérée comme flexible.

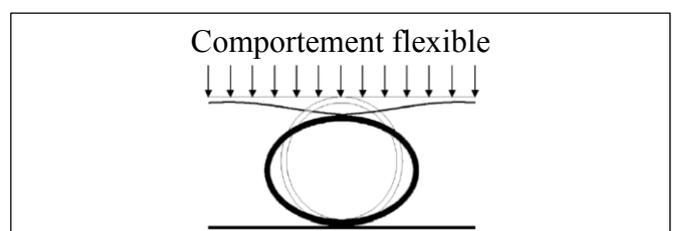
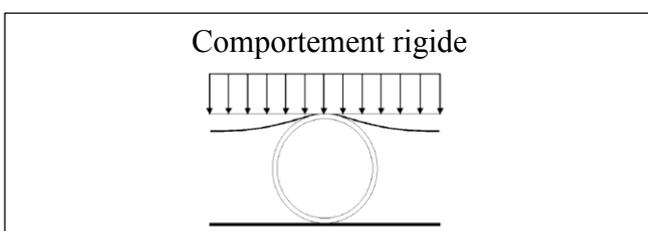


Figure 11: Répartition des charges sur la conduite

V.2.2.3.5. Mode d'exécution

Les travaux de pose de tuyaux sont exécutés tout en examinant l'intérieur des tuyaux et en les débarrassant de tous corps étrangers s'y trouvant. Une fois qu'ils sont introduits dans la tranchée, les tuyaux sont alignés l'un après l'autre de sorte à faciliter leur assemblage. A chaque arrêt de travail, les extrémités des conduites en cours de pose sont obturées pour éviter l'introduction de corps étrangers. Lorsqu'il arrive que lors de la pose des conduites traversent les voies bitumées, la méthode d'exécution se fait de deux façons soit la traversée par fonçage ou la traversée par démolition de chaussées bitumées :

V.2.2.3.6. La traversée par fonçage

La réalisation de la traversée se fera selon les étapes suivantes :

- Autorisation d'arrêt de la circulation des usagers ;
- Réalisation d'un avant trou par une traversée horizontale de la route à l'aide d'un tuyau PVC DN 63 ;
- Projection d'eau sous pression à l'aide d'une motopompe afin de déboucher l'avant trou ;
- Elargissement du trou jusqu'à obtenir le diamètre souhaité. Lorsque le diamètre souhaité est atteint, la conduite utilisée pour le fonçage reste en place afin de servir de fourreau.

V.2.2.3.7. La traversée par démolition de chaussées bitumées :

La réalisation de la traversée par démolition de la chaussée en place se fera selon les étapes suivantes :

- Autorisation d'arrêt de la circulation des usagers ;
- Ouverture de la chaussée au niveau d'un marquage à l'aide d'une scie mécanique (dans le cas d'une chaussée bitumée) ;
- Casse de la chaussée à l'aide d'une pelle hydraulique (dans le cas d'une chaussée bitumée) ;
- Fouille à la pelle hydraulique et à la main si nécessaire pour atteindre la profondeur requise. Les profondeurs de fouilles requises sont définies dans la procédure « Déplacement des réseaux secs et AEP ». Les matériaux bitumineux et autre non utilisables en remblai seront évacués. Le matériau utilisable pour le remblai de la traversée sera stocké hors chaussée bitumée et à au moins 2m du bord de la tranchée.
- Les conduites AEP seront introduites dans des fourreaux PVC (évacuation) dont les diamètres seront adaptés en fonction du diamètre de la conduite.
- Fermeture de la chaussée par couches successives (reconstitution de la chaussée).

V.2.2.3.8. Assemblage des conduites

L'assemblage des conduites consiste en la mise en œuvre des joints entre éléments contigus du réseau. Leur introduction dans le tuyau se fait avec beaucoup de précautions.

- La propreté de toutes les pièces.
- La bonne position de tous les éléments.
- L'alignement parfait des deux éléments a emboîté

V.2.3. Exécution des travaux de remblai

V.2.3.1. Généralités

Le remblai de la fouille en dessous et au-dessus de la conduite comprend : l'enrobage, et le remblai total. Il est réalisé conformément au projet en mettant en place des matériaux de nature appropriée qui proviennent en général de la réutilisation des déblais des fouilles et du sable de mer ou lagune. Dans tous les cas, les éléments susceptibles de blesser la canalisation par des effets poinçonnement, tassements ou chocs lors de la consolidation sont éliminés : débris végétaux, les pierres, produits de démolition.

V.2.3.2. Enrobage

L'enrobage comprend : le lit de pose, l'assise, le remblai de protection.

- Le lit de pose est réalisé avec une couche d'au moins 10 cm de matériaux rapportés : sable roulé dont la granulométrie est comprise entre 0,1 et 5 mm.
- L'assise est réalisée au-dessus du lit de pose et jusqu'à la hauteur de l'axe de la canalisation, le matériau de remblai est poussé sous les flancs de la canalisation et compacté de façon à éviter tout mouvement de celle-ci et lui constituer l'assise prévue.
- Après le lit de pose et l'assise vient le remblai de protection, en général il est confondu a l'assise et réalisé avec le même matériau sur une épaisseur de 20 cm.

V.2.3.3. Grillage avertisseur

La conduite une fois enterrée doit minutieusement être protégée par une signalisation. Il est nécessaire de placer un grillage avertisseur détectable et de couleur bleu conventionnelle, selon l'application à au moins 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure des tuyaux. (Voir annexe 2)

V.2.3.4. Remblai total

Le remblai supérieur peut être réalisé avant ou après les épreuves de pression, en fonction des contraintes de l'environnement et de la sécurité des personnes et des biens. Il est exécuté en mettant en place des

matériaux appropriés qui proviennent en général de la réutilisation des déblais des fouilles dont on élimine les éléments impropres tout comme les débris végétaux, gros blocs de roche. (Voir annexe 2)

V.2.4. Installation d'appareil de protections et d'équipements.

V.2.4.1. Généralité

Les adductions d'eau n'ont que très rarement une pente régulière. En règle générale, tout au long de leur parcours, leurs pentes varient, augmentent ou diminuent. Ces variations de pente forment ainsi dans l'adduction des points hauts et des points bas qu'il est indispensable de repérer et de placer une ventouse en point haut et une vidange en point bas. En ce qui concerne les pièces de raccordement elles servent de point de connexion aux conduites.

V.2.4.2. Vidange

Lors de l'écoulement d'eau dans les conduites d'eau potable, des corps inertes (poussière, petit cailloux, sable) vont, à l'occasion d'un écoulement à faible vitesse (périodes creuses), venir se déposer au point bas du réseau. Ce dépôt a donc besoin d'être évacué par une vidange afin d'éviter la détérioration de la qualité physico-chimique de l'eau.

✦ Méthode de Calcul des conduites de vidange.

Le diamètre de la vanne de vidange est dimensionné en fonction du diamètre de la canalisation et du linéaire en question.

Le débit vidangé peut être évalué par la formule des orifices :

$$q = \mu \times s \times \sqrt{2gh_{moy}}$$

Avec : q = débit de la vidange [m^3/s] ;

μ = coefficient de débit (0.68 à 0.72)

h_{moy} = charge moyenne de l'eau dans le tronçon contrôlé par la vidange [m]

s = section de la vidange [m^2]. Pour une longueur du tronçon l [m] et pour un diamètre D de la conduite [m], le volume d'eau évacuée est :

$$V[m^3] = \pi \times \frac{D^2}{4} \times L$$

En fixant une durée maximale T de vidange, on détermine la section s de la conduite de vidange.

$$V = q \times T \rightarrow q = \frac{V}{T} \text{ et } s = \frac{\pi D^2}{4}$$

Le rapport des sections s/S (vidange / principale) devra être compris entre [1/40 ; 1/30]

V.2.4.3. Choix du type de ventouse

Les ventouses sont des organes de protection du réseau. Elles permettent de chasser l'air des canalisations autant lors de la mise en service qu'en exploitation. Sur chacun de ces points hauts, une ventouse est installée dans un regard en béton armée, de profondeur variable. Elle est implantée sur la génératrice supérieure de la canalisation et équipée d'une vanne d'isolement à carrée de manœuvre à axe vertical.

- ✦ Évacuer les bulles d'air pour un fonctionnement normal ;
- ✦ Évacuer l'air à grand débit lors de la mise en eau du réseau ;
- ✦ Introduire l'air à grand débit lors de la vidange d'un tronçon du réseau ;
- ✦ Protège les réseaux lors des éventuels phénomènes transitoires de coup de bélier.

✚ Le choix de la ventouse se fera entre les types VENTEX.

Ventouses Type VENTEX : Elles existent dans une gamme allant de DN 50 à 200. Elle permet un remplissage de la canalisation à une vitesse de 1 [m/s]. De plus l'échelonnement des Ventex permet, en cas de casse franche de la canalisation, de limiter la dépression maximale de 0.3 [bar] pour un débit résultant de l'écoulement libre sur une pente donnée. Le tableau IX permet de faire un choix rapide de la ventouse du type VENTEX en fonction du diamètre de la canalisation et de la pression de fonctionnement admissible.

Tableau IX : Choix rapide d'une ventouse type VENTEX en fonction du diamètre et de la PFA

Canalisation	Ventouse	PFA	Φ perçage tuyère [mm]
DN ≤ 250	VENTEX DN 50, 60, 65	10, 16 ou 25 bars	2.2 – 1.7 – 1.4
DN 300 à 600	VENTEX DN 80, 100	10, 16 ou 25 bars	3.0 – 2.4 – 1.9
DN 700 à 900	VENTEX DN 150	10, 16 ou 25 bars	3.0 – 2.4 – 1.9
DN 1000 à 1200	VENTEX DN 200	10, 16 ou 25 bars	3.0 – 2.4 – 1.9
DN 1200 à 1800	2 VENTEX DN 200	10, 16 ou 25 bars	3.0 – 2.4 – 1.9

V.2.4.4. Les pièces de raccordement

Elles sont installées de sorte à permettre un bon fonctionnement du réseau, tout comme les:

- **Vannes de sectionnement** qui permet la mise en arrêter ou en servie de l'écoulement dans la conduite.
- **Coudes**, ils sont installés lorsque nous rencontrons des changements de direction. Leur choix dépend de l'angle de changement de direction (voir tableau 9).
- **Cônes de réduction**, ils sont installés dans le réseau dans le cas ou deux conduites de diamètres différentes se rencontrent. Exemple si nous avons une conduite PVC DN 90 qui rencontre une autre de DN63 alors il faut utiliser une réduction DN 90/63.

- **Adaptateurs de brides**, permettent la jonction entre un appareil à brides et un bout uni de tuyaux ou de tube. Ils sont utilisés pour connecter sur des réseaux de différents matériaux ou de matériaux similaires.

V.2.5. Épreuve des conduites

V.2.5.1. Généralité

Les conduites une fois installées et remblayée, elles sont soumises à un test (essai de pression) qui permet de vérifier si les conduites ont bien été emboîtées, bonne mise en œuvre des joints, sur la qualité du tuyau du fabricant, afin d'éviter d'éventuel fuite lors de la mise en service. Conformément aux normes du CCTP et du Fascicule 71, il est judicieux de suivre ces étapes pour le bon déroulement de l'essai de pression, il s'agit de :

- Remplissage de la conduite
- Mise à la pression d'épreuve.

Les conduites sont éprouvées au fur et à mesure de l'avancement des travaux et avant raccordement définitif sur le réseau existant.

La longueur maximale des tronçons en essai de pression est de 500 ml (Source Franzetti-CI) sur une certaine durée sur le terrain. Comparativement à la limite de longueur maximale recommandée dans le Fascicule 71 qui est de 2000 ml. La longueur maximale précisée par le C.C.T.P du projet s'avère plus judicieux du point de vue mis en œuvre, car en cas de fuites dans le réseau suite à une mauvaise pose ou un défaut de fabrication, la recherche est plus aisée. Sous recommandation du maitre d'œuvre, La pression requise lors de l'essai est de 8 bars pour les conduites dont la pression nominale est de 10 bars et 10 bars pour les conduites de pression nominal 16 bars.

Une fois la pression d'épreuve atteint, un procès-verbal est signé conjointement avec l'entreprise chargée de la distribution d'eau (SODECI).

V.2.5.2. Remplissage de la conduite

Le remplissage de la conduite est fait avec beaucoup de précautions car l'eau utilisée ne doit pas être susceptible d'apporter une contamination à l'eau ultérieurement véhiculée. Pour ce projet, la méthode de remplissage se fait au point haut du tuyau plus précisément au point d'installation de ventouse. L'eau introduite est répartie dans la conduite. Il est recommandé d'installer une vanne ainsi qu'une plaque adaptée au diamètre du tuyau, afin d'éviter l'évacuation de l'eau.



Figure 12: Remplissage de conduite DN200

V.2.5.3. Mise en pression

Après que la conduite soit proprement remplie. La mise en pression a consisté par l'installation d'un manomètre qui indique des variations de pression. Toutefois, avant le début de cet essai, il faut installer la ventouse sur ladite conduite au point haut. Au résultat souhaité, La pression est rétablie par la suite à la pression d'épreuve, pendant le temps prescrit.



Figure 13: Manomètre et la canne d'essai de pression

V.2.6. Raccordement définitif du réseau et mise en service.

V.2.6.1. Rinçage et Désinfection.

Après avoir été éprouvées, les conduites neuves sont lavées intérieurement au moyen de chasses d'eau ou autres procédés adéquats. Pour les conduites d'alimentation en eau potable, ces lavages sont répétés, si nécessaire, afin que la turbidité de l'eau soit inférieure au maximum admis par les normes et règlements en vigueur pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Il est ensuite procédé à la désinfection et au rinçage des conduites avec le produit chimique hypochlorite de sodium (appelé couramment « javel en grain ») avant leur mise en service.

V.2.6.2. Mise en service

Avant la mise en service du réseau, il est judicieusement recommandé de raccorder le nouveau réseau à l'ancien réseau situé hors emprise du projet routier. Lors de ce raccordement, nous en informons la société de distribution d'eau (SODECI) de ladite commune afin qu'il en informe la population sur la coupure d'eau (qui va consister à l'arrêt immédiat du forage ou fermeture de certaine vannes) valable pour un temps allant de 5h à 8h de temps de la journée.

Toutes les conduites entrant dans les différents quartiers de la commune sont raccordées sur le nouveau réseau par utilisation des pièces de raccordements.

V.2.7. Etude d'exécution des ouvrages annexes

V.2.7.1. Calcul de la poussée hydraulique

En règle générale, les forces de poussée hydraulique apparaissent aux changements de direction et aux réductions de diamètre (coude, tés, cône). Pour supporter ses forces de poussée hydraulique, nous réalisons des massifs de butées. Pour le calcul de la poussée hydraulique, nous avons utilisé la méthode simplifiée. Dans cette méthode, il ne sera pas tenu compte des efforts engendrés par l'écoulement de l'eau car ils sont négligeables pour les vitesses rencontrées dans les réseaux d'eau potable (inférieures à 3 [m/s]). Seule interviendra donc, la poussée hydrostatique de l'eau sur les pièces spéciales citées précédemment. On calcule les poussées à l'aide de l'expression suivante : Nous avons considéré deux types de conduites pour le calcul de la poussée pour différentes singularités (voir tableau 10). Il s'agit des conduites PVC DN200 PN16 et PVC DN160 PN10 rencontrés en zone 6 du projet.

Tableau X: Valeurs de k en fonction de la singularité

Nom de la singularité	Angle de déviation (°)	Valeur de k
Extrémité de conduite (plaque pleine)		1.0
Branchement en té		1.0
Coude ¼	90°	1.4142
Coude 1/8	45°	0.7654
Coude 1/12	30°	0.5176
Coude 1/16	22°30'	0.3902
Coude 1/32	11°15'	0.1960

Tableau XI : Valeurs de la poussée hydraulique en fonction de la singularité

DN [mm]	Dint [mm]	Type de singularité	k	P (bars)	S [cm ²]	F [daN]
200	186.6	Extrémité de conduite	1	10	273.47	4375.55
		Branchement en té	1			4375.55
		Coude ¼	1.4142			6187.91
		Coude 1/8	0.7654			3349.05

		Coude 1/12	0.5176			2264.79
		Coude 1/16	0.3902			1707.34
		Coude 1/32	0.196			857.61
160	152.4	Extrémité de conduite	1	10	182.41	1824.15
		Branchement en té	1			1824.15
		Coude ¼	1.4142			2579.71
		Coude 1/8	0.7654			1396.20
		Coude 1/12	0.5176			944.18
		Coude 1/16	0.3902			711.78
		Coude 1/32	0.196			357.53

V.2.7.2. Note de calcul des butées

Les butées sont constituées de massifs de béton d'un poids suffisant pour s'opposer à la poussée hydraulique tendant à déboîter les joints au niveau des changements de direction. Les butées sont exécutées en béton dosé à 250 kg/m³. Le massif de butées ou d'ancrages, sont exécutés conformément aux plans d'exécution soumis à l'agrément. Pour certaines butées nécessitant une remise en service rapide, il est utilisé du béton avec ciment à prise rapide.

Tableau XII: Résultat de calcul de butée

DN [mm]	Dint [mm]	Type de singularité	F [daN]	Résistance terrain	S (cm ²)	H (cm)	L (cm)	V (cm ³)
200	186.6	Extrémité de conduite	2734.72	2.5	1093.89	38.5	28.41	2.95
		Branchement en té	2734.72		1093.89		28.41	2.95
		Coude ¼	3867.44		1546.98		40.18	4.17
		Coude 1/8	2093.16		837.26		21.75	2.26
		Coude 1/12	1415.49		566.20		14.71	1.53
		Coude 1/16	1067.09		426.84		11.09	1.15
		Coude 1/32	536.01		214.40		5.57	0.58
160	152.4	Extrémité de conduite	1459.32	2.5	583.73	28.5	20.48	1.57
		Branchement en té	1459.32		583.73		20.48	1.57
		Coude ¼	2063.77		825.51		28.97	2.22
		Coude 1/8	1116.96		446.78		15.68	1.20
		Coude 1/12	755.34		302.14		10.60	0.81
		Coude 1/16	569.43		227.77		7.99	0.61
		Coude 1/32	286.03		114.41		4.01	0.31

V.2.7.3. Plan type de regards.

Les regards permettent l'accès aux organes de commande, de contrôle et d'exploitation du réseau. Il se retrouve sur le réseau des regards d'accès aux ventouses, aux vidanges et aux vannes. Afin de faciliter l'accès aux exploitants du réseau, des dimensions constructives respectant l'accès facile ont été retenues. Ils sont exécutés en béton armé dosé à 350 kg/m³ de ciment. Ils comportent une dalle de couverture composée de dalles en béton armé amovibles ou métalliques permettant éventuellement l'enlèvement des équipements. Les dimensions et l'exécution des regards (ferraillage radié et voile, coffrage des voiles et coulage du béton) sont soumis à l'agrément à l'entreprise chargée de la réalisation de la route et la mission de contrôle pour validation avant l'avancement des travaux. Aussi la réalisation des regards permet l'entretien et de remplacement aisé des pièces qu'ils abritent. Ces ouvrages sont classés par type suivant le diamètre de la conduite concernée et l'encombrement des accessoires. Ils sont conçus conformément aux plans types joints au dossier et sont répartis comme suit (à hauteur variable). (Voir plan de regard en annexe 3)

- Regard de type 1,00*1,00*1,30
- Regard de type 1,10*1,10*1,40
- Regard de type 1,90*1,60*1,70
- Regard de type 2,30*2,00*2,05

N.B. : les dimensions sont en mètres

V.2.8. Vérification des pertes de charge et de la vitesse dans le réseau

Après avoir utilisé les différentes formules nous obtenons les résultats ci-dessous

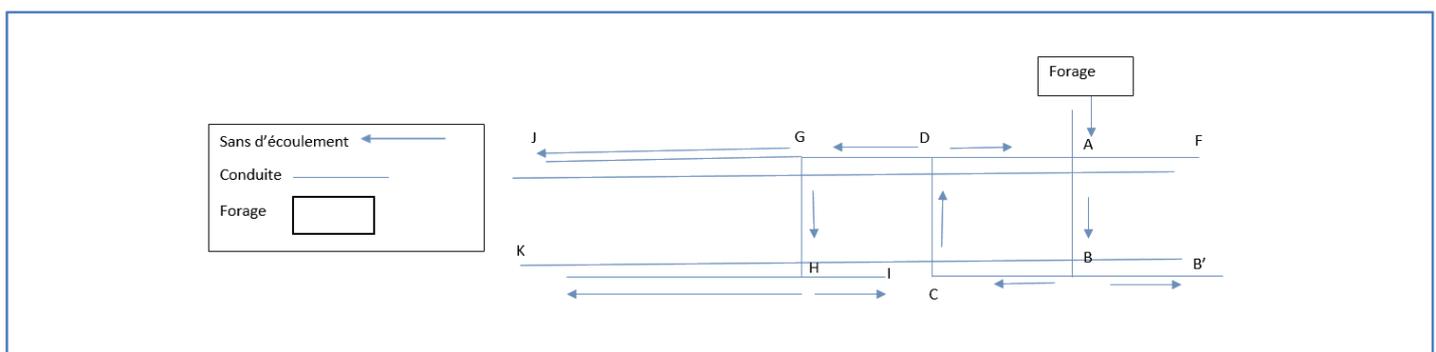


Figure 14: Plan du réseau d'eau potable vers carrefour Jacqueville (au PK19) du projet.

Tableau XIII : Vérification de la vitesse et perte de charge avec changement de diamètres

Dimensionnement sans utilisation des diamètres du projet								
Tronçons	L (m)	Q (m ³ /s)	Q cumul	Dth (m)	D int (m)	DN (mm)	perte de charge (m)	V (m/s)
AB	50		75.00	0.16	0.17	200	0.21	0.92
BC	1920	13.82	60.18	0.15	0.17	200	5.45	0.73
BB'	320	14.80	14.80	0.07	0.08	90	2.67	0.82
CD	50	0.36	46.36	0.13	0.14	160	0.26	0.88
DF	1540	11.09	11.09	0.06	0.06	75	22.66	0.96
DG	1320	9.50	34.91	0.11	0.12	140	7.61	0.86
GH	50	0.36	16.63	0.08	0.08	90	1.56	0.92
GJ	1220	8.78	8.78	0.06	0.06	75	11.65	0.76
HI	1820	13.10	13.10	0.07	0.08	90	36.45	0.72
HK	440	3.17	3.17	0.03	0.06	75	0.64	0.30

✦ A Travers ce tableau nous constatons que les pertes de charge en réseau sont toutes inférieures à pression maximale de service de 10 bars.

✦ Les vitesses dans le réseau vérifient cette condition [0.3 et 1.5 m/s].

Tableau XIV : Vérification de la vitesse et perte de charge sans changement de diamètres

Dimensionnement avec les diamètres du projet								
Tronçons	L (m)	Q (m ³ /s)	Q cumul	Dth (m)	D int (mm)	DN (mm)	perte de charge (m)	V (m/s)
AB	50		75.00	0.16	179	200	0.21	0.83
BC	1920	13.82	60.18	0.15	179	200	5.45	0.66
BB'	320	14.80	14.80	0.07	179	200	2.67	0.16
CD	50	0.36	46.36	0.13	144	160	0.26	0.79
DF	1540	11.09	11.09	0.06	144	160	22.66	0.19
DG	1320	9.50	34.91	0.11	98	110	7.61	1.29
GH	50	0.36	16.63	0.08	53	63	1.56	2.09
GJ	1220	8.78	8.78	0.06	80	90	11.65	0.49
HI	1820	13.10	13.10	0.07	53	63	36.45	1.65
HK	440	3.17	3.17	0.03	53	63	0.64	0.40

On remarque que le tableau ci-dessus, les vitesses au niveau du tronçon GH qui est une traversée doit être augmentée de sorte à réduire la vitesse, tandis que celle du tronçon BB' et DF, le diamètre doit être réduit pour augmenter la vitesse.

V. COUT DU PROJET

Le coût total du projet est de (2 142 084 573 FCFA) deux milliards cent quatre-deux millions quatre-vingt-quatre mille cinq cent soixante-treize francs CFA, avec taxes. Le détail est mentionné dans l'annexe 5. Le coût du mètre linéaire de conduite varie en fonction des diamètres et des profondeurs de pose allant de 3500 à 13500 FCFA.

Tableau XV : Estimation du cout du projet

Désignations	Coût	%
Sous total : canalisation, pièces de raccords et robinetterie	1 438 398 900	67%
Sous total : génie civil et prix spéciaux	118 315 009	6%
Total hors taxe : travaux de déplacement de réseau d'AEP PTUA sortie Ouest	1 815 325 909	85%
Tva (18%)	326 758 664	15%
Montant total du projet	2 142 084 573	

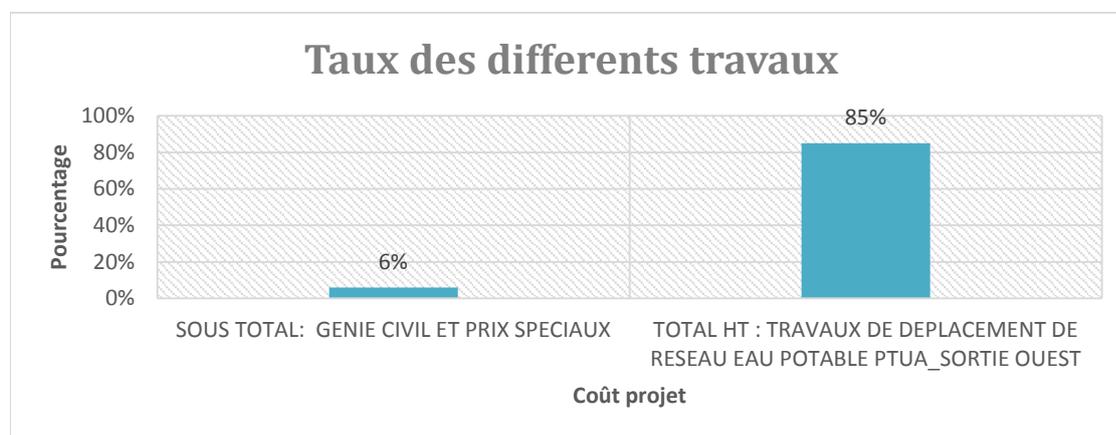


Figure 15: Taux des différents travaux de génie civil et déplacements de conduite AEP

VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU PROJET

VI.1. Impacts positifs du projet

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des effets positifs que nous pourrions constater lors de la réalisation du projet.

Tableau XVI: Impacts positif du projet

IMPACT POSITIF	DESCRIPTION
Opportunité d'emplois temporaires	La mise en œuvre du projet comprend des travaux à haute intensité de main d'œuvre, cela va susciter la création d'emplois temporaires au profit des jeunes valides qui seront recrutés par les entreprises et permettra ainsi une affectation des bénéfices liés au projet. Par conséquent, la création d'emplois et de revenus financiers pendant la durée de l'exécution des travaux, contribuera à réduire temporairement le taux de chômage

Développement circonstanciel d'activités économiques	La création d'emplois temporaires contribuera au développement des AGR (petits commerces au profit des femmes). En effet, les femmes, actives surtout dans le petit commerce, pourraient réaliser de bonnes affaires avec l'ouverture de lieux de restauration. Cela favorisera une augmentation de la commercialisation de plusieurs produits locaux et améliorera les chiffres d'affaires de ces commerçants locaux...
Ouverture des Tranchées des conduites d'eau potable	Création d'emplois due au recrutement de main d'œuvre locale pour la réalisation des tranchées des canalisations du réseau d'eau potable
Pose de conduites d'eau potable	Création d'emplois due au recrutement de main d'œuvre locale pour la pose des conduites d'eau potable. Aussi dans l'amélioration des conditions de vie en leur garantissant un accès à l'eau potable.

VI.2. Impacts négatifs du projet

Les impacts négatifs du projet peuvent se ressentir principalement sur l'écosystème et l'environnement humain et social.

Tableau XVII : Impacts négatifs du projet

Impacts	Mesures d'atténuation.
Ecosystème	
Pollution de l'air	Les mouvements des camions et autres engins lors des travaux de terrassement et génie civil généreront une émission de poussière et de gaz d'échappement
Inhalation à la poussière	La proximité du projet en bordure des voies inondées par la forte circulation des camions et engins entraîne un soulèvement de poussières.
Production des bruits et vibration	Le trafic des véhicules et autres engins seront source de nuisances sonores
Pollution du sol et sous-sols	Du fait de la proximité de la lagune, les activités d'entretien des camions et autres engins présentent des risques de contamination des sols et des sous-sols par ruissellements et/ou infiltrations des polluants.

Environnement humain et social.	
Impact sur la santé	La production de déchets et les travaux de terrassement, d'excavation et de génie civil durant cette phase du projet présentent pour la santé et la sécurité des populations riveraines, des risques d'infections respiratoires, risques de collision, d'accident de travail.
Densité de la mobilité	La phase de construction du projet occasionnera une densification du trafic, avec les nombreux mouvements et déplacements de camions et autres engins de chantier. Cette densification du trafic peut être source de : <ul style="list-style-type: none"> • Dégradation des tronçons routiers ; • Perturbation de la circulation ; • D'accidents de circulation.

VI.3. Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)

La nature des impacts négatifs pousse à prendre des mesures d'atténuation. Les mesures d'atténuation se définissent comme l'ensemble des moyens envisagés pour éviter, réduire, supprimer ou compenser les impacts négatifs sur l'environnement et les communautés. Il s'agit donc d'identifier les actions, dispositifs, correctifs ou modes de gestion alternatifs qui seront appliqués pour éliminer, atténuer ou compenser les impacts négatifs du projet. Ces mesures font partir du Plan de Gestion et Environnemental et Social (PGES). Nous les avons regroupés dans le tableau suivant.

Tableau XVIII: Mesures Préventives

TACHES	RISQUES	MESURES PREVENTIVES
Toutes tâches	Méconnaissance des risques et des consignes en vigueur	Porter des EPI conformes aux travaux à réaliser Respecter le code de la route - Faire une rencontre pré-tâche et une rencontre de démarrage. Impliquer tous les agents dans l'analyse des risques potentiels et la définition des mesures préventives.
Opérations de levage	Chute d'une charge ou collision	- Définir l'équipe de levage (Chef de Manœuvre, Elingueur, Levageur.) - Les conducteurs d'engins de levage (HIAB, Grue, Etc...) doivent être titulaire du C.A.C.E.S et d'une autorisation de conduite employeur. - Les engins de levage doivent être à jour du contrôle agréé par organisme extérieur. Vérifier les appareils de levage avant chaque tâche ; - Garder les distances de sécurité lors des opérations de levage ;

		<ul style="list-style-type: none"> - Baliser les zones de travail - Guidage de la charge à l'aide de bouts de guidage - Le levage des canalisations en container doit être réalisé à l'aide d'une lance.
Travaux en profondeur	<p>Chute d'objet dans la fouille ;</p> <p>Blessure à cause de chute de matériaux ou d'objets ;</p> <p>Ensevelissement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Taluter les fouilles ; - Blinder les tranchées de profondeur supérieure à 1m30 : aucun travail de fouille conduisant in fine à une tranchée d'une profondeur supérieure à 1,3m ne doit être entamé tant que les blindages qui seront nécessaires au travail ne sont pas présents sur site. La règle des "2/3 - 1/3", n'est pas applicable. - Baliser les zones de travail
Coupe de tuyaux	Blessure avec les engins de coupe	<ul style="list-style-type: none"> - S'assurer de la stabilité et de la propreté de la zone de travail ; - Contrôler les appareils de coupe (meule, disque) ; - Baliser la zone de travail et/ou avertir les personnes à proximité de la mise en route de la meule ; - S'assurer qu'aucun matériau inflammable ne se trouve à proximité de la zone de travail

CONCLUSION GENERALE

Le district autonome d'Abidjan est soumis par de forte urbanisation et une croissance galopante de la population. De nos jours, on rencontre des problèmes non seulement dans la circulation des biens et services mais aussi dans l'approvisionnement en eau potable. L'arrivée du projet de dédoublement de la route de Dabou sortie Ouest d'Abidjan nous a permis de connaître le réseau de distribution d'eau de la commune de Songon et en partie celle de Yopougon impacté par le projet. Vu l'ampleur du projet routier, nous avons effectué des travaux de déplacement des conduites existantes tout en tenant compte de l'emprise dédiée au dévoiement de réseaux. D'où l'élaboration du mémoire sous le thème : « Etude d'exécution et suivi contrôle des travaux de déplacement du réseau AEP cas du dédoublement de la route de Dabou (sortie Ouest d'Abidjan Côte d'Ivoire) ». Tout d'abord, l'étude d'exécution des travaux nous a permis de mettre en place une phase de diagnostic du réseau AEP, et d'établir une procédure de réalisations des travaux partant l'exécution des fouilles, de pose de conduite d'eau potable, de remblai, d'essai de pression jusqu'à la mise en service du réseau. Ensuite le suivi-contrôle des travaux nous a permis d'apporter notre modeste contribution et disponibilité sur le l'application strict de la procédure d'exécution dans les règles de l'art et selon le marché.

Le coût total du projet est de deux milliards cent quatre-deux millions quatre-vingt-quatre mille cinq cent soixante-treize francs CFA, avec taxes 2 142 084 573 FCFA qui est indiqué en annexe 5 montrant un détail quantitatif et estimatif.

Ce stage nous a été très bénéfique d'autant plus qu'il nous a permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques, de connaître les réalités du terrain et d'acquérir de nouvelles connaissances dans le domaine de l'exécution des travaux de pose des conduites d'AEP.

Ainsi, nous avons pu développer notre capacité d'analyse et de synthèse et cela nous a permis de renforcer notre organisation personnelle.

RECOMMANDATIONS / PERSPECTIVES

Au terme de ce travail, nous proposons des recommandations pour l'amélioration du réseau d'eau potable de commune de Songon :

- ✦ La réalisation d'autres forages pour compenser la forte demande en eau potable ;
- ✦ La construction de stations de traitement pour les eaux souterraines et de châteaux d'eau pour le stockage avant distribution aux ménages ;
- ✦ L'amélioration du réseau de distribution d'eau potable ;
- ✦ Des campagnes de sensibilisation sur la gestion de l'eau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BNETD. (2016). *RESUME DE L'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES)*. Abidjan: BNETD.
- BNETD. (2016). *RESUME DU PLAN D'ACTION DE REINSTALLATION (PAR)*. Abidjan: OITC.
- Developement, M. d. (Juin 2019). *RAPPORT VOLONTAIRE D'EXAMEN NATIONAL DE LA MISE EN OEUVRE DES OBJECTIFS DE L'ODD EN COTE D'IVOIRE*. Abidjan: MINISTERE DU PLAN ET DU DEVELOPPEMENT.
- Fascicule 71. (2003). Fourniture et pose de conduites d'adduction et de distribution d'eau. *Fascicule 71 du CCTG-travaux*, 215.
- FRANZETTI-CI. (2021). *Le Cahier des Clauses Techniques Particulières du marché - CCTP*. Abidjan: FRANZETTI-CI.
- FRANZETTI-CI. (2021). *Plan Assurance Qualité - PAQ*. Abidjan : FRANZETTI-CI.
- FRANZETTI-CI. (2021). *Plan de Gestion Environnemental et Social PGES*. Abidjan : Franzetti-CI.
- FRANZETTI-CI. (2021). *Plan de Gestion Hygiène Sécurité Environnement – PGSSH*. Abidjan : FRANZETTI-CI.
- Meeting, S. m. (2019). the Côte d'Ivoire country brief. *San José* (p. 6). Casta Rica: San José.
- MOUNIROU, D. L.-C. (Edition Janvier 2019). *ESSENTIEL de Dimensionnement des Ouvrages Hydrauliques et Electromécaniques*. Ouagadougou : Institution 2iE.
- PAM, S.-G. (1989). *Formulaire* . Paris : Rue Lavoisier.
- RGPH. (2014). *Repectoire des localités District autonome d'Abidjan*. District d'Abidjan: institut national de la statistique.
- SOGEA-FRANZETTI. (2021). *Precedure d'execution des tuyaux PVC et Fonte* . Abidjan : Songon .
- SOTICI. (2003). *préconisations-de-pose-assainissement-PVC-VI.IN*. Abidjan : Côte d'ivoire .

ANNEXES

Annexe 1 : Synoptique du réseau AEP

Annexe 2 : plan de fouille et coupe de principe

Annexe 3 : plan des regards

Annexe 4 : plan des Nœuds

Annexe 5 : Linéaire des conduites

Annexe 6 : Dimensionnement des conduites et vérification des vitesses

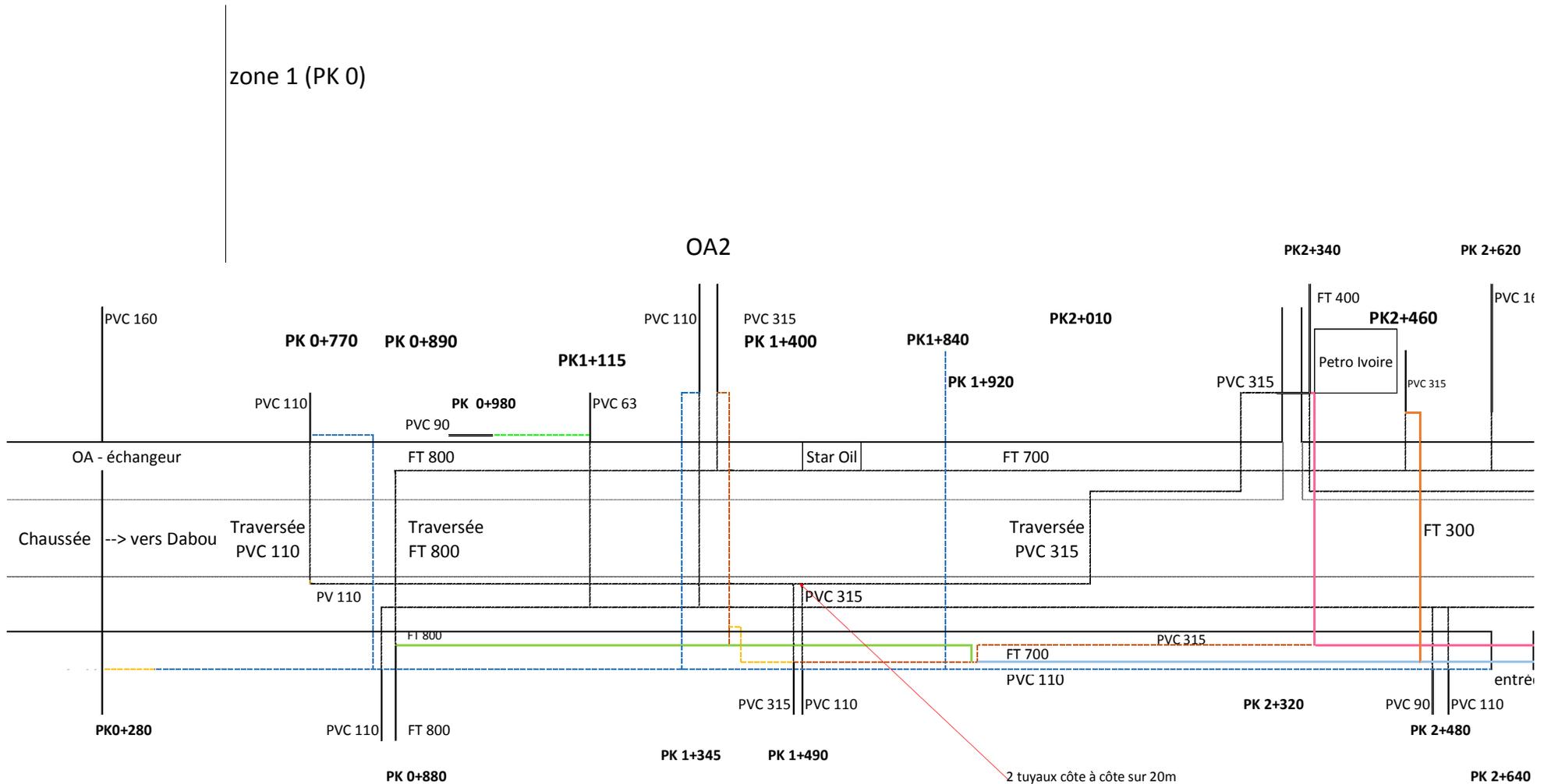
Annexe 7 : Devis quantitatif

Annexe 1 : légende du réseau AEP

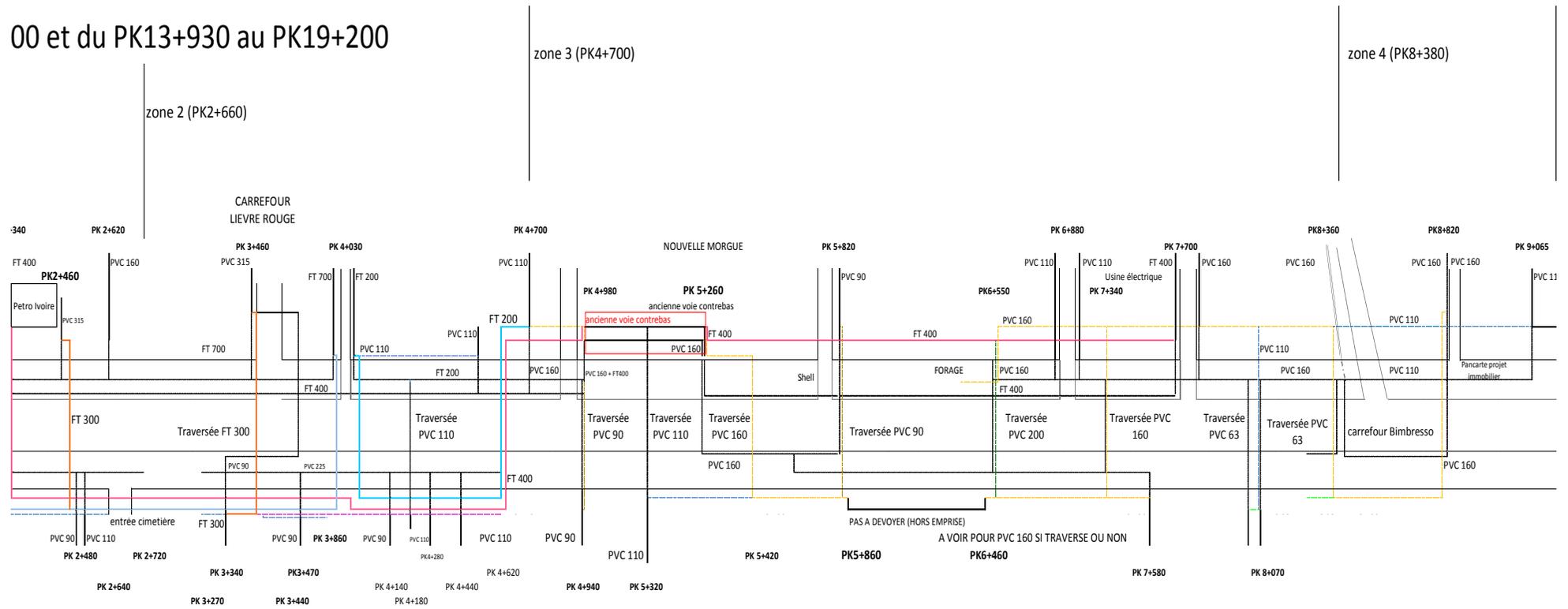
Réseau projeté

----- PVC 63	----- PVC 315	----- ancienne voie
----- PVC 90	■ FT 200	----- nouvelle voie
----- PVC 110	■ FT 300	----- conduite déjà existante à garder
----- PVC 160	■ FT 315	----- conduite déjà existante à supprimer
----- PVC 200	■ FT 400	
----- PVC 225	■ FT 700	
	■ FT 800	

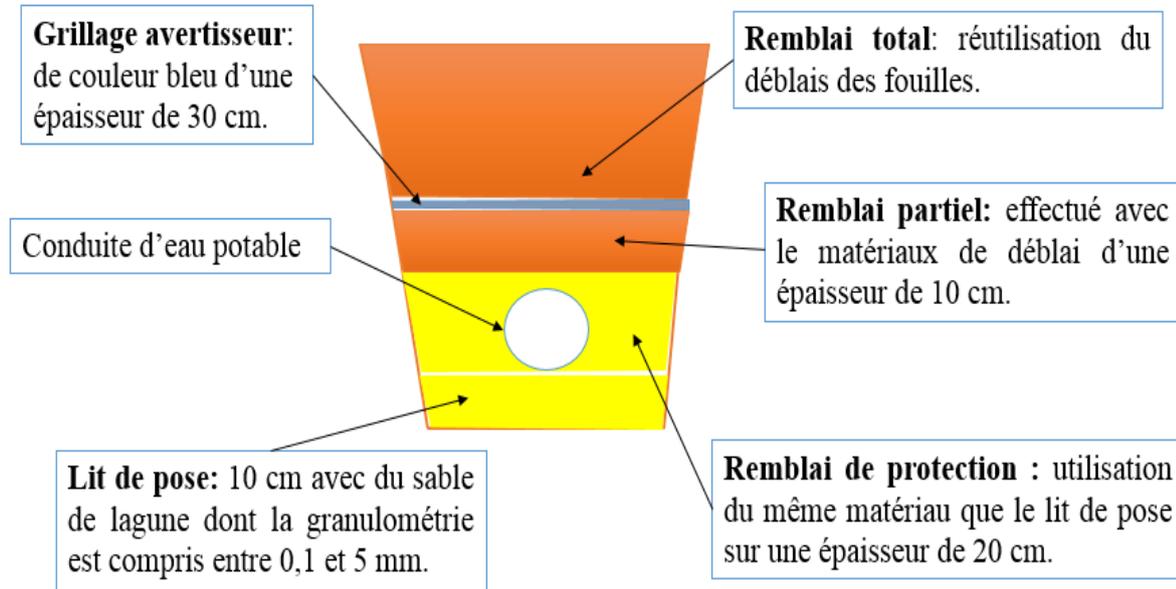
SODECI - Réseaux existants et projetés du PK 0 au PK 9+500 et du PI



00 et du PK13+930 au PK19+200



Annexe 2 : plan de fouille et coupe de principe



Annexe 3 : plan des regards

Annexe 4 : plan des nœuds

Annexe 5 : Linéaire des conduites

Tuyauterie réseau AEP du PK 0+750 au PK 9+500

GROUPE	DESIGNATION	UNITE	Longueur totale
CONDUITE FONTE	Conduite FONTE DN 800	ml	1110
	Conduite FONTE DN 700	ml	2184
	Conduite FONTE DN 400	ml	5262
	Conduite FONTE DN 300	ml	160
	Conduite FONTE DN 200	ml	738
CONDUITE PVC	Conduite PVC DN 315 PN 16	ml	876
	Conduite PVC DN 225 PN 10	ml	1176
	Conduite PVC DN 200 PN 10	ml	60
	Conduite PVC DN 160 PN 10	ml	4746
	Conduite PVC DN 110 PN 10	ml	3042
	Conduite PVC DN 90 PN 10	ml	288
	Conduite PVC DN 63 PN 10	ml	60
Tuyauterie réseau AEP du PK 13+930 au PK 19+200			
CONDUITE PVC	Conduite PVC DN 179/200 PN 16	ml	1920
	Conduite PVC DN 98/110 PN 10	ml	2664
	Conduite PVC DN 80/90 PN 10	ml	1026
	Conduite PVC DN 53/63 PN 10	ml	1224

Annexe 6 : Dimensionnement des conduites et vérification des vitesses

Dimensionnement sans diametre du projet															
T	L	Q	Q cumul	Qm/s	4*V	PI	Dth (m)	D int	DN	C	D^(4.87)	(Q/Chw)^(1.852)	Perte de CH	S	V
AB	50.00		75.00	0.02	0.08	3.14	0.16	0.17	200.00	150.00	1.80E-04	7.18E-08	0.21	0.02	0.92
BC	1920.00	13.82	60.18	0.02	0.07	3.14	0.15	0.17	200.00	150.00	1.80E-04	4.78E-08	5.45	0.02	0.73
BB'	320.00	14.80	14.80	0.00	0.02	3.14	0.07	0.06	63.00	150.00	1.51E-06	3.56E-09	8.03	0.00	1.29
CD	50.00	0.36	46.36	0.01	0.05	3.14	0.13	0.14	160.00	150.00	6.07E-05	2.95E-08	0.26	0.01	0.88
DF	1540.00	11.09	11.09	0.00	0.01	3.14	0.06	0.06	75.00	150.00	1.51E-06	2.08E-09	22.66	0.00	0.96
DG	1320.00	9.50	34.91	0.01	0.04	3.14	0.11	0.12	140.00	150.00	3.23E-05	1.74E-08	7.61	0.01	0.86
GH	50.00	0.36	16.63	0.00	0.02	3.14	0.08	0.06	63.00	150.00	1.51E-06	4.41E-09	1.56	0.00	1.44
GJ	1220.00	8.78	8.78	0.00	0.01	3.14	0.06	0.05	63.00	150.00	6.13E-07	1.35E-09	28.74	0.00	1.11
HI	1820.00	13.10	13.10	0.00	0.01	3.14	0.07	0.08	90.00	150.00	4.55E-06	2.84E-09	12.11	0.01	0.72
HK	440.00	3.17	3.17	0.00	0.00	3.14	0.03	0.05	63.00	150.00	6.13E-07	2.05E-10	1.57	0.00	0.40

Dimensionnement Avec les Diametre du projet															
T	L	Q	Q cumul	Qm/s	4*V	PI	D (m)	D (mm) projet	D (m) projet	C	D^(4.87)	(Q/Chw)^(1.852)	Perte de charge	S	V
AB	50.00		75.00	0.02	0.08	3.14	0.16	179.00	0.179	150.00	2.30E-04	7.18E-08	0.17	0.03	0.83
BC	1920.00	13.82	60.18	0.02	0.07	3.14	0.15	179.00	0.179	150.00	2.30E-04	4.78E-08	4.26	0.03	0.66
BB'	320.00	14.80	14.80	0.00	0.02	3.14	0.07	179.00	0.179	150.00	2.30E-04	3.56E-09	0.05	0.03	0.16
CD	50.00	0.36	46.36	0.01	0.05	3.14	0.13	144.00	0.144	150.00	7.97E-05	2.95E-08	0.20	0.02	0.79
DF	1540.00	11.09	11.09	0.00	0.01	3.14	0.06	98.00	0.098	150.00	1.22E-05	2.08E-09	2.80	0.01	0.41
DG	1320.00	9.50	34.91	0.01	0.04	3.14	0.11	98.00	0.098	150.00	1.22E-05	1.74E-08	20.08	0.01	1.29
GH	50.00	0.36	16.63	0.00	0.02	3.14	0.08	53.00	0.053	150.00	6.13E-07	4.41E-09	3.84	0.00	2.09
GJ	1220.00	8.78	8.78	0.00	0.01	3.14	0.06	80.00	0.080	150.00	4.55E-06	1.35E-09	3.87	0.01	0.49
HI	1820.00	13.10	13.10	0.00	0.01	3.14	0.07	53.00	0.053	150.00	6.13E-07	2.84E-09	89.95	0.00	1.65
HK	440.00	3.17	3.17	0.00	0.00	3.14	0.03	53.00	0.053	150.00	6.13E-07	2.05E-10	1.57	0.00	0.40

Annexe 5 : Devis quantitatif

Numéro	Désignation	Unité	Quantité
1	TERRASSEMENT		
1.1	Fouille de larguer 0.60m et profondeur 1.20 m	ml	1 710
1.2	Fouille de larguer 0.80m et profondeur 1.30 m	ml	6 972
1.3	Fouille de larguer 0.90m et profondeur 1.50 m	ml	984
1.4	Fouille de larguer 1.00m et profondeur 1.60 m	ml	5 232
1.5	Fouille de larguer 1.20m et profondeur 1.80 m	ml	2 082
1.6	Fouille de larguer 1.30m et profondeur 1.90 m	ml	1 182
1.7	PV pour fouille avec outils pneumatiques	m ³	1 005
1.8	Fourniture et mise en place de sable	m ³	720
1.9	Démolition ou évacuation d'ouvrage en maçonnerie	m ²	2 015
1.10	Démolition ou réfection de voie bitumée	m ²	600
1.11	Démolition ou évacuation d'ouvrage en béton armé	m ²	860
SOUS TOTAL : 1 - TERRASSEMENT			
2	CANALISATION, PIECES DE RACCORDS ET ROBINETTERIES		
2.1	Fourniture et pose de conduite PVC DN 63	ml	432
2.2	Fourniture et pose de conduite PVC DN 90	ml	342
2.3	Fourniture et pose de conduite PVC DN 110	ml	936
2.4	Fourniture et pose de conduite PVC DN 160	ml	5 034
2.5	Fourniture et pose de conduite PVC DN 225	ml	1 104
2.6	Fourniture et pose de conduite PVC DN 315	ml	882
2.7	Fourniture et pose de fourreau PVC DN 315	ml	180
2.8	Fourniture et pose de fourreau PVC DN 500	ml	180
2.9	Fourniture et pose de conduite fonte DN 200	ml	834
2.10	Fourniture et pose de conduite fonte DN 300	ml	102
2.11	Fourniture et pose de conduite fonte DN 400	ml	5 232
2.12	Fourniture et pose de conduite fonte DN 700	ml	2 082
2.13	Fourniture et pose de conduite fonte DN 800	ml	1 182
2.14	Fourniture et pose de pièces de raccord PVC de diam. 63	ml	43
2.15	Fourniture et pose de pièces de raccord PVC de diam. 90	ml	34
2.16	Fourniture et pose de pièces de raccord PVC de diam. 110	ml	94
2.17	Fourniture et pose de pièces de raccord PVC de diam. 160	ml	503
2.18	Fourniture et pose de pièces de raccord PVC de diam. 225	ml	110
2.19	Fourniture et pose de pièces de raccord fonte de diam. 200	ml	105
2.20	Fourniture et pose de pièces de raccord fonte de diam. 300	ml	36
2.21	Fourniture et pose de pièces de raccord en acier	kg	6 500
2.22	Fourniture et pose de RVR 60	u	7

Numéro	Désignation	Unité	Quantité
2.23	Fourniture et pose de RVR 80	u	12
2.24	Fourniture et pose de RVR 100	u	14
2.25	Fourniture et pose de RVR 150	u	15
2.26	Fourniture et pose de RVR 200	u	3
2.27	Fourniture et pose de RVR 250	u	2
2.28	Fourniture et pose de RVR 300	u	6
2.29	Fourniture et pose de vanne papillon DN 400	u	4
2.30	Fourniture et pose de vanne papillon DN 700	u	2
2.31	Fourniture et pose de vanne papillon DN 800	u	2
2.32	Fourniture et pose de cône de réduction 2E DN 800/700	u	1
2.33	Fourniture et pose de Té fonte 2EB DN 400/100	u	5
2.34	Fourniture et pose de Té fonte 2EB DN 400/200	u	3
2.35	Fourniture et pose de Té fonte 2EB DN 800/300	u	1
2.36	Fourniture et pose de Té fonte 2EB DN 800/150	u	1
2.37	Fourniture et pose de Té fonte 2EB DN 800/200	u	1
2.38	Fourniture et pose de Té fonte 2EB DN 700/300	u	2
2.39	Fourniture et pose de coude 1/4 fonte 2E DN 400	u	4
2.40	Fourniture et pose de coude 1/8 fonte 2E DN 400	u	12
2.41	Fourniture et pose de coude 1/8 fonte 2E DN 700	u	6
2.42	Fourniture et pose de coude 1/4 fonte 2E DN 800	u	2
2.43	Fourniture et pose de coude 1/8 fonte 2E DN 800	u	3
2.44	Fourniture et pose d'adaptateur fonte DN 400	u	22
2.45	Fourniture et pose d'adaptateur fonte DN 700	u	13
2.46	Fourniture et pose d'adaptateur fonte DN 800	u	12
2.47	Fourniture et pose de BE DN 400	u	4
2.48	Fourniture et pose de BU DN 401	u	4
2.49	Fourniture et pose de manchon DN 400	u	4
2.50	Fourniture et pose de manchon DN 700	u	8
2.51	Fourniture et pose de manchon DN 800	u	6
2.52	Fourniture et pose de Compteur DN 200	u	4
2.53	Fourniture et pose de Compteur DN 300	u	1
2.54	Fourniture et pose de bouche à clé	u	253
2.55	Fourniture et pose de ventouse SE DN 60	u	5
2.56	Fourniture et pose de ventouse SE DN 80	u	8
2.57	Fourniture et pose de ventouse SE DN 100	u	6
2.58	Fourniture et pose de ventouse TE DN 150	u	3
2.59	Fourniture et pose de poteau d'incendie DN 100	u	4
2.60	Piquage ou raccordement sur conduites PVC diam. 60	u	8
2.61	Piquage ou raccordement sur conduites PVC diam. 90	u	6

Numéro	Désignation	Unité	Quantité
2.62	Piquage ou raccordement sur conduites PVC diam. 110	u	15
2.63	Piquage ou raccordement sur conduites PVC diam. 160	u	9
2.64	Piquage ou raccordement sur conduites PVC diam. 200	u	7
2.65	Piquage ou raccordement sur conduites fonte diam. 200	u	3
2.66	Piquage ou raccordement sur conduites fonte diam. 300	u	2
2.67	Piquage ou raccordement sur conduites fonte diam. 400	u	6
2.68	Piquage ou raccordement sur conduites fonte diam. 700	u	5
2.69	Piquage ou raccordement sur conduites fonte diam. 800	u	2
2.70	Déplacement branchement 30 sur PVC 90	u	42
2.71	Déplacement branchement 30 sur PVC 110	u	35
2.72	Déplacement branchement 30 sur PVC 150	u	75
2.73	Déplacement branchement 30 sur PVC 200	u	25
2.74	Déplacement branchement 20 sur PVC 110	u	36
2.75	Déplacement branchement 20 sur PVC 90	u	40
2.76	Annonce à domicile	u	12
2.77	Annonce par radio et presse	u	15
SOUS TOTAL : 2 - CANALISATION, PIECES DE RACCORDS ET ROBINETTERIE			
3	GENIE CIVIL ET PRIX SPECIAUX		
3.1	Béton pour butées	m ³	436
3.2	Confection d'un regard 100 × 100 × 130 en BA	u	8
3.3	Confection d'un regard 110 × 110 × 140 en BA	u	12
3.4	Confection d'un regard 190 × 160 × 170 en BA	u	10
3.5	Confection d'un regard 230 × 200 × 205 en BA	u	5
3.6	Confection d'un regard 300 × 300 × 200 en BA	u	4
3.7	Fourniture et pose de grillage avertisseur	ml	18 162
3.8	Construction d'ouvrage de franchissement des passages spéciaux	fft	5
3.9	Etablissement de plan d'exécution	hm	182
3.10	Etablissement de plan de récolement	hm	182