

CIMELEC Ivoire
Centrale Industrielle de Maintenance Electromécanique

Distributeur agréé: GRUNDFOS

ETUDE D'EXECUTION DES TRAVAUX DE REALISATION DE DIX (10) SYSTEMES D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE AMELIOREE (HVA) DANS LA NAWA (RCI)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 28 / 10 / 2016 par

N'Guessan Avaly KRA

Travaux dirigés par :

M. Sidibé ZOUMANA, Chef de Mission Adjoint, CIMELEC IVOIRE

M. Moussa OUEDRAOGO, Enseignant, 2iE

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Mahamadou KOITA

Membres et correcteurs : M. Béga OUEDRAOGO
M. Roland YONABA
M. Moussa OUEDRAOGO

Promotion 2014 - 2015

AVANT – PROPOS

La structure d'accueil du présent projet est l'Entreprise CIMELEC Ivoire. La Centrale Industrielle de Maintenance Electromécanique (CIMELEC) a été créé en septembre 2001 et est implantée en Côte d'Ivoire avec une succursale au Burkina Faso. Elle est une Société à Responsabilité Limité (SARL) avec un capital de 10 millions de francs CFA. Ses principales activités sont :

- Travaux et équipements hydrauliques ;
- Maintenance électromécanique ;
- Fourniture et équipement industriels ;
- Construction soudée ;
- Electricité
- Entretien des groupes de pompages, des groupes électrogènes etc.

Son siège social est situé à Abidjan (Côte d'Ivoire), précisément à Yopougon, Banco Nord Résidentiel – Route Institut Des Aveugles.

Avec son jeune âge, CIMELEC Ivoire (la branche ivoirienne) est en train de s'imposer sur l'échiquier national à travers la qualité de ses prestations et le soutien de ses principaux actionnaires.

Ce rapport est le fruit de notre modeste participation au projet de réalisation de dix (10) systèmes d'Hydraulique Villageoise Améliorée dans la Nawa, thème de notre étude dont le sujet est libellé comme suit :

Etude d'exécution des travaux de réalisation de dix (10) systèmes d'hydraulique villageoise améliorée (HVA).

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à remercier sincèrement toutes les personnes qui m'ont apporté leurs soutiens dans la réalisation de ce mémoire. Il m'est difficile de citer ici toutes ces personnes, mais je tiens à assurer à chacune d'elles, toute ma reconnaissance et ma gratitude.

Je tiens d'abord à remercier particulièrement Monsieur OUATTARA Sory, premier responsable de CIMELEC IVOIRE pour la confiance placée en ma personne, pour son soutien sans faille, et ses conseils avisés. Ma reconnaissance s'adresse également à Monsieur Sidibé ZOUMANA, mon encadreur dont les orientations, les conseils durant l'écriture et la lecture critique ont accompagné la maturation de ce mémoire. Je n'oublie pas du tout les autres agents et mes collègues stagiaires pour leurs accueils chaleureux et l'esprit de fraternité qui a prévalu durant mon séjour.

Je tiens également à remercier Monsieur Moussa OUEDRAOGO, enseignant à 2iE, pour avoir accepté d'encadrer ce travail. Vos expertises et jugements ont permis, sans aucun doute d'améliorer la qualité du présent document.

Mes années de formations au sein de 2iE, m'ont permis de bénéficier d'un cadre de travail exceptionnel et très stimulant. Je voudrais donc exprimer toute ma gratitude à la Direction Générale, au service de la scolarité centrale, au corps professoral et au personnel administratif de cet établissement pour leur disponibilité ainsi que les conditions de travail conviviales.

Je remercie l'ensemble de mes amis pour leurs soutiens indéniables durant toutes ces années. Ils se reconnaîtront à travers ces lignes.

Ce travail s'est également construit grâce à la confiance, la patience et au soutien sans faille durant toutes ces longues années de ma famille, sans laquelle il n'aurait pu aboutir. Je pense principalement à mon frère YAO Kouamé Gabriel, qui ne cesse de m'accompagner financièrement, de m'encourager et de me faire confiance.

DEDICACES

- ✚ A la mémoire de mon père KRA Yao
- ✚ A la mémoire de ma mère KONAN Bohoussou
- ✚ A la mémoire de mon frère KONAN Yao
- ✚ A la mémoire de ma sœur AHOU Solange
- ✚ A la mémoire de ma sœur Amenan Honorine
- ✚ A mes frères & sœurs
- ✚ A toute la grande famille KRA
- ✚ A MAHAN S. Emilie
- ✚ A ma fiancée KOUTOU A. Stéphanie
- ✚ A KOFFI Serge Kablan Douglas
- ✚ A OUATTARA Idrissa
- ✚ A OUATTARA N. Husseyn
- ✚ A la communauté ivoirienne à 2iE

.....*Je vous porterai toujours dans mon cœur !*

RESUME

Le projet d'exécution des travaux de dix (10) systèmes d'hydraulique villageoise améliorée dans la région de la Nawa (Côte d'Ivoire) a été initié par le gouvernement pour combler les besoins en eau des populations concernées. La mise en œuvre de ce projet consistera à poser 36380 ml de canalisation et leurs équipements, à construire 55 bornes fontaines, 15 branchements individuels et 10 châteaux d'eau pour un délai d'exécution de 6 mois.

L'exécution de ces travaux conformément aux prescriptions techniques exige une étude prévisionnelle afin de planifier toutes les actions à mener et d'optimiser les ressources disponibles. De ces études préparatoires, il ressort un dossier d'exécution constitué des plans d'exécution (réseau, profils en long, schémas des nœuds ...), des plans de génie civil et des notes de calculs.

Pour mener à bien cette étude, une démarche méthodologique à trois (3) étapes a été adoptée. Cette démarche se décrit par une recherche documentaire suivie d'une phase de collecte de données sur le terrain et en fin la phase de conception qui consiste à réunir les documents qui composent le dossier d'exécution.

Cette étude a permis d'anticiper sur les éventuels problèmes qui retarderaient l'avancement des travaux, d'offrir un bon cadre de travail au personnel, de quantifier et évaluer les coûts des écarts entre les prévisions et les résultats de calculs adoptés à mettre en œuvre et de maîtriser les charges financières.

En termes de résultats, elle a permis de conclure que la pose des conduites de refoulement en PVC PN 16 ne se justifie pas, la protection anti – bélier des réseaux d'adduction n'est pas nécessaire. Enfin pour l'exécution des travaux, il faut mobiliser 196 tonnes de ciment, 22 voyages de 15 m³ de graviers, 167 voyages de 15m³ de sable et 13,4 tonnes de fer à béton ; le tout pour un budget d'exécution de 269 344 313 F CFA.

Mots Clés :

1 – Etude d'exécution

2 - Région de la Nawa

3 - HVA

4 – CIMELEC

5 –Eau potable

ABSTRACT

The execution of work for ten (10) village water supply systems improved in the region of the Nawa (Ivory Coast) was initiated by the government to meet the water needs of the populations concerned. The implementation of this project will put 36380 ml of network and equipment; build 55 fountains, 15 individual connections and 10 water towers for a time limit of 6 months.

The execution of this work to technical requirements requires a forecast study to plan all the actions to be taken and to optimize available resources. These preparatory studies, it appears an execution file including execution plans (network, height profiles, node diagrams ...), the engineering plans and the calculation notes.

To carry out this study, a methodological approach to three (3) steps was adopted. This approach is described in a literature search followed by data collection phase on the ground and in the end the design phases of bringing together the documents that make up the file of execution.

This study will: to anticipate potential problems that would delay the progress of work, to offer a good working environment for staff, quantify and evaluate the costs of the gaps between forecasts and results of calculations adopted to implement and master the financial burden.

In terms of results, it was concluded that the installation of PVC pressure pipes PN 16 is not justified, the anti - ram of supply networks is not necessary. Finally for the execution of the work, must be mobilized 196 tons of cement, 22 trips of 15 m³ of gravel, sand 167 15m³ trips and 13.4 tons of reinforcing steel; all for a budget execution of 269 344 313 FCFA.

Key words:

- 1 - Execution study**
- 2 - Region of Nawa**
- 3 - HVA**
- 4 - CIMELEC**
- 5 – Drinking water**

LISTE DES ABRÉVIATIONS

APD: Avant-projet Détaillé

APS: Avant-Projet Sommaire

BF: Borne Fontaine

DAO: Dossier d'Appel d'Offre

DET: Dossier d'Etude Technique

DN: Diamètre Nominal

ELS: Etat Limite de Service

ELU: Etat Limite Ultime

HG : Hauteur Géométrique

HMT: Hauteur Manométrique Totale

HVA: Hydraulique Villageoise Améliorée

GPS: Global Positioning System

PRICI: Projet de Renaissance des Infrastructures de Côte d'Ivoire

PEHD: Polyéthylène Haute Densité

PVC: Poly Chlorure de Vinyle

SOMMAIRE

Avant – propos	i
Remerciements	ii
Dédicaces.....	iii
RESUME	iv
ABSTRACT.....	v
liste des abréviations	vi
Sommaire	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
Introduction générale	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES ET APPROCHES METHODOLOGIQUES	3
<i>Chapitre I : Généralités sur la zone d'étude</i>	<i>4</i>
<i>I. Présentation de la zone d'étude</i>	<i>4</i>
<i>II. Milieu physique de la zone d'étude.....</i>	<i>5</i>
<i>Chapitre II : Approches méthodologiques</i>	<i>8</i>
<i>I. Phase préliminaire</i>	<i>8</i>
<i>II. Phase de terrain.....</i>	<i>9</i>
<i>III. Phase de conception</i>	<i>11</i>
DEUXIEME PARTIE : ASPECT TECHNIQUE DE L'ETUDE.....	12
<i>Chapitre I : Dispositions techniques des études antérieures (APD)</i>	<i>13</i>
<i>I. Forage.....</i>	<i>13</i>
<i>II. Canalisations</i>	<i>14</i>
<i>III. Ouvrages de desserte</i>	<i>15</i>
<i>IV. Les réservoirs</i>	<i>16</i>
<i>Chapitre II : Etudes d'exécution</i>	<i>18</i>
<i>I. Etudes préliminaires.....</i>	<i>18</i>
<i>II. notes de calculs.....</i>	<i>19</i>
<i>III. Quantification des matériaux</i>	<i>33</i>
<i>Chapitre III : l'exécution des travaux.....</i>	<i>35</i>

I. Budget prévisionnel d'exécution.....	35
II. Mise en œuvre des ouvrages, suivi des équipes et des systèmes hva	35
TROISIEME PARTIE : L'ASPECT SOCIO – ECONOMIQUE DU PROJET.....	39
Chapitre I : Les impacts socio-économiques durant la phase des travaux	40
I. Les impacts positifs.....	40
II. Les impacts négatifs	40
Chapitre II : Projection des conditions de vie des populations bénéficiaires durant la phase post-projet	42
I. Revenus et condition de vie	42
II. Santé et sécurité.....	42
III. Genre et petite enfance.....	42
Conclusion et recommandations.....	43
Bibliographie	45
Annexes	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Population des centres concernés.....	5
Tableau II : Diamètre de manifold et débits d'équipement des forages par localité	14
Tableau III : métrés des réseaux de refoulement et de distribution	15
Tableau IV : Répartition des ouvrages de desserte par localité	15
Tableau V : capacités des réservoirs	17
Tableau VI : choix du diamètre de la conduite de refoulement en PVC PN 10.....	21
Tableau VII: Types de ventouse sur le réseau d'adduction	23
Tableau VIII : Valeur du coefficient k selon le type de raccord	25
Tableau IX : Dimensionnement des butées.....	26
Tableau X : Caractéristiques des compteurs pour l'équipement du forage.....	27
Tableau XI : Caractéristiques des compteurs des B.F et B.I.....	27
Tableau XII : Calcul des HMT des groupes électropompes et vérification de la résistance aux coups de bélier.....	30
Tableau XIII : Type de pompe choisi pour l'équipement des forages.....	31
Tableau XIV : les sections d'armature des ouvrages de dessertes.....	32
Tableau XV : quantités prévisionnelles de granulats, de ciment et d'acier pour les travaux...	34
Tableau XVI : Récapitulatif du budget prévisionnel	35
Tableau XVII : récapitulatif réseaux et bornes fontaines.....	55
Tableau XVIII : Evaluation des matériaux de construction par ouvrage type.	62
Tableau XIX : Calcul détaillé du budget prévisionnel	65
Tableau XX : Table récapitulatif du point de fonctionnement du réseau de Dabouyo	68

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Cartographie des villages bénéficiant du projet HVA dans la région de la Nawa	4
Figure 2: Réseau hydrographique du fleuve Sassandra	6
Figure 3 : Schéma descriptif de la méthodologie.....	8
Figure 4 : schéma des butées par singularité.....	24
Figure 5 : Equipement hydraulique de la tête de forage	28
Figure 6: Traversée de chaussée par fonçage horizontal et pose de fourreau à Gblétia	36
Figure 7 : Plan de réseau du centre de Tagbayo.....	52
Figure 8 : Schéma des nœuds du réseau de Tagbayo.....	53
Figure 9 : Exemple de point de fonctionnement	68

INTRODUCTION GENERALE

Contexte et justification

Le conflit armé qui a affecté le pays durant plus d'une décennie et qui a conduit la Côte d'Ivoire à une crise socio – politique sans précédent a causé une forte dégradation et un déficit en infrastructures de base, notamment dans les secteurs de la voirie urbaine, de l'eau potable, de l'assainissement urbain, de l'éclairage public, de la santé et de l'éducation.

Dans le secteur de l'eau, l'une des conséquences majeures de cette longue crise a été la détérioration des installations de production et de distribution d'eau potable particulièrement en milieu rural. De nombreuses infrastructures ont été endommagées lors des affrontements ou se sont détériorées par manque d'entretien. Par ailleurs, en ce qui concerne le taux d'équipement en infrastructures, celui-ci reste faible: seulement 12% des villages éligibles sont équipés de systèmes d'hydraulique villageoise améliorée (HVA). Les besoins des populations dans ce secteur se sont énormément accrus au point de devenir des priorités pour l'Etat de Côte d'Ivoire.

Le Gouvernement ivoirien a décidé de répondre à ces besoins des populations urbaines et rurales en initiant le Projet d'Urgence de Renaissance des Infrastructures en Côte d'Ivoire (PRICI).

Il s'agit d'une initiative conjointe du Gouvernement ivoirien et de la Banque mondiale dont l'objectif est de mettre l'accent sur la reconstruction des infrastructures du pays dans les secteurs susmentionnés. La première phase des travaux va concerner notamment les villes capitales des districts d'Abidjan et de Yamoussoukro puis les régions, avec comme Chefs lieu, les villes de Bouaké, Abengourou, Korhogo, San Pedro et Soubré. Dans le cadre de ses activités, le PRICI a initié un projet, au travers de l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), structure chargée de tous les investissements des projets de desserte en eau des populations en Côte d'Ivoire. Ce projet est destiné à couvrir les besoins en eau potable actuels et futurs (2020,2027) de dix villages dans la région de la Nawa (Soubré). Ainsi, cette étude (APS, APD) confiée au bureau GAUFF INGENIEURE a été réalisée et approuvée par le PRICI et l'ONEP.

Suite à un appel d'offres, l'entreprise CIMELEC (Centrale Industrielle de Maintenance Electromécanique) a été désignée adjudicataire des travaux dudit programme. Ce marché concerne les rubriques suivantes:

- La réalisation de dix (10) stations de pompage ;

- La réalisation de dix (10) réseaux d'adduction et de distribution puis leurs équipements ;
- La réalisation de dix (10) châteaux d'eau et leurs équipements.

Ce projet, à terme, a pour objectifs la pose d'environ 35 kilomètres de réseau, la construction de 55 bornes fontaines et de dix (10) châteaux d'eau pour le stockage ; le tout pour un délai d'exécution de 6 mois.

Objectif de l'étude

L'objectif général de cette étude est de fournir un dossier d'exécution des travaux de construction de dix (10) systèmes d'hydraulique villageoise améliorée (HVA) dans la région de la Nawa conformément aux règles de l'art.

Objectifs spécifiques

L'atteinte de l'objectif nécessite la définition d'objectifs spécifiques :

- Réaliser l'étude d'exécution ;
- Relever les impacts socio-économiques durant la phase des travaux ;
- Projeter les conditions de vie des populations bénéficiaires durant la phase post-projet.

Ce travail est structuré autour de trois (03) grandes parties subdivisées en sept (07) chapitres qui sont :

- **Première partie : les généralités et approches méthodologiques**

Cette première partie du document est composée de deux (2) chapitres. Elle présente la zone d'étude dans tous ces aspects tout en spécifiant la démarche suivie pour la réalisation de cette étude.

- **Deuxième partie : l'aspect technique**

Cette partie fait un vaste tour d'horizon des dispositions techniques des études antérieures, les notes de calcul et la mise en œuvre des ouvrages. Elle est composée de trois (3) chapitres.

- **Troisième partie : l'aspect socio – économique du présent projet**

La troisième partie composée de deux (2) chapitres analyse les impacts socio-économiques du projet pendant la réalisation des travaux qui sera suivi d'une projection des conditions de vie des populations bénéficiaires durant la phase post – projet.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES ET APPROCHES METHODOLOGIQUES

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Situation géographique

La région de la Nawa est située dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Elle est née de la scission de l'ancienne région du Bas-Sassandra. Elle comprend quatre (4) départements (Buyo, Gueyo, Méagui et Soubre) avec pour chef-lieu Soubré. Les villages qui bénéficient de la réalisation des infrastructures HVA dans la région de la Nawa sont situés entre les longitudes 5°45'W et 7°15'W et les latitudes 5°14'N et 6°45'N (**Figure 1**). Le potentiel agricole et forestier fait de cette région l'un des pôles économiques les plus importants de la Côte d'Ivoire mais également une des régions les plus convoitées.

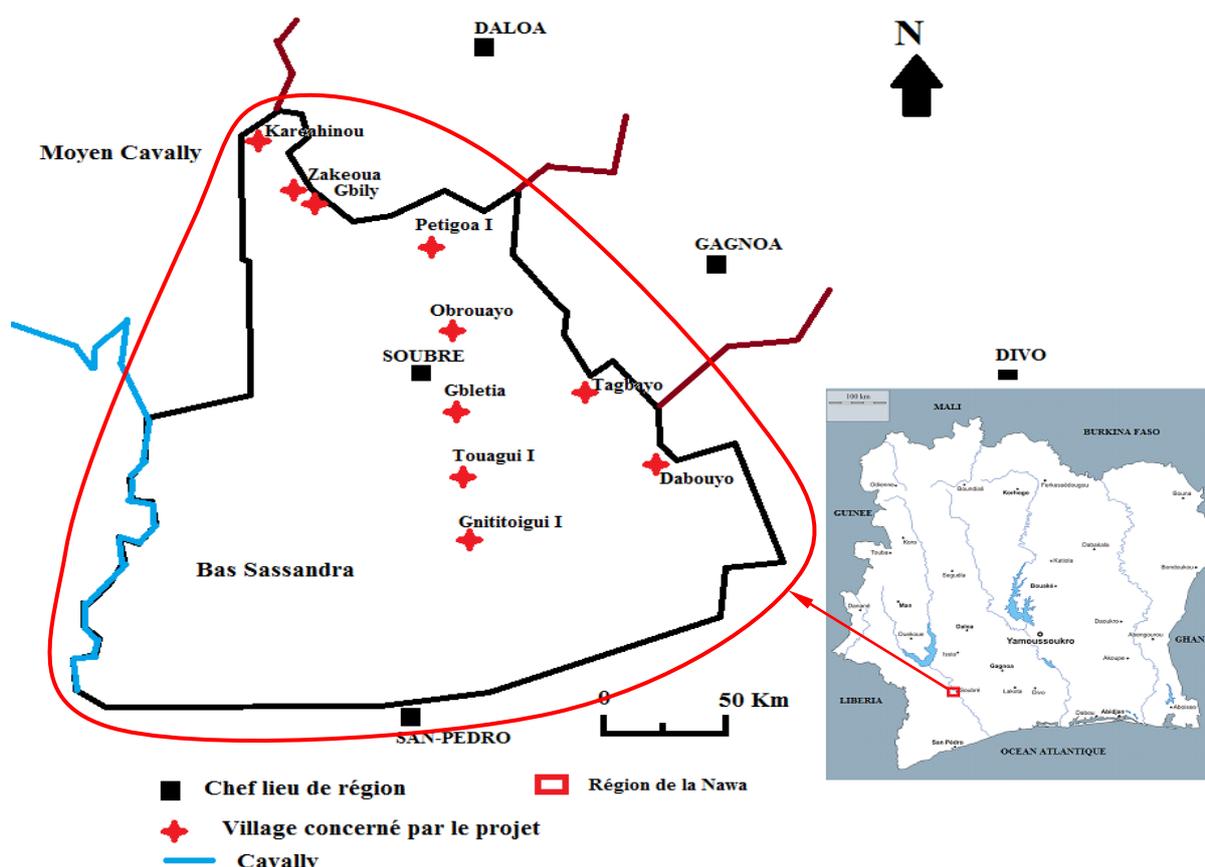


Figure 1: Cartographie des villages bénéficiant du projet HVA dans la région de la Nawa

2.2. Population de la région de la Nawa

Le peuplement de la région de la Nawa est d'origine diverse. Les bakoués, les bétés, et les

Kouziés constituent les autochtones de cette région et font partie du groupe Krou. Les allochtones et allogènes issus des différentes groupes ethniques sont essentiellement constitué d'Akans (Baoulé, Agni, Abron Abey, Attié, Ebrié), de Mandés du Nord (sénoufo, tabgbana, lobi, koulango, djimini, nafana), Mandés du Sud (malinké, yacouba, Toura, Gouro). Les communautés non ivoiriennes proviennent en grande partie du Bénin, Burkina-Faso, Niger, Ghana, Nigéria, Togo, Sénégal, Liban.

Les données sur la population proviennent du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de l'année 1998. Le taux d'accroissement de la région de la Nawa est 3% par année selon l'Institut National de la Statistiques (INS). Le tableau suivant donne une estimation de la population actuelle.

Tableau I: Population des centres concernés

Village	1998	2027
GBILY	2 218	5 227
KOREAHINO	2 121	4 998
PETIGOA 1	1 039	2 448
ZAKUEOUA	1 898	4 473
GBLETIA	1 579	3 721
GNITITOUAGUI 1	1 884	4 440
TOUAGUI 1	1 915	4 513
OBROUAYO	663	1 562
TAGBAYO	752	1 772
DABOUYO	3 718	8 762
$\Sigma =$		41 916

II. MILIEU PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Géographie physique, climat, hydrographie et sol

La région de la Nawa a un relief caractérisé par de vastes plateaux que surmontent par endroits quelques élévations constituées de collines dont le mont Trokoa, situé dans la sous-préfecture d'Okrouyo. La végétation y est marquée par la forêt, dense et humide qui fait place aujourd'hui à des lambeaux de forêts et d'immenses plantations de cultures pérennes traditionnelles et/ou industrielles. Toutefois, il existe deux forêts classées dans le département gérées et protégées par la SODEFOR (les monts Kourabahi (3 350 ha) et la forêt classée de Niégré dans la Sous-préfecture d'Okrouyo). Mais ces forêts n'existent plus que de nom ; car,

fortement infiltrées par les populations pour la culture des produits de rente.

La Nawa a un climat, de type subéquatorial caractérisé par deux saisons pluvieuses qui se situent entre avril-juin et septembre-novembre et deux saisons sèches (juillet-août et décembre-mars). La pluviométrie est abondante dans cette zone avec des hauteurs de pluie variant entre 1400 et 2000 mm.

Cette région est drainée par un réseau hydrographique constitué de cours d'eaux permanents dont les plus importants sont le fleuve Sassandra et ses principaux affluents (**Figure 2**).

Sur le plan pédologique, on y rencontre des sols de type ferrallitique très fertiles favorable à la culture de tous types de cultures vivrières et/ou industrielles (Café, Cacao, hévéa, Palmier à huile, etc.).

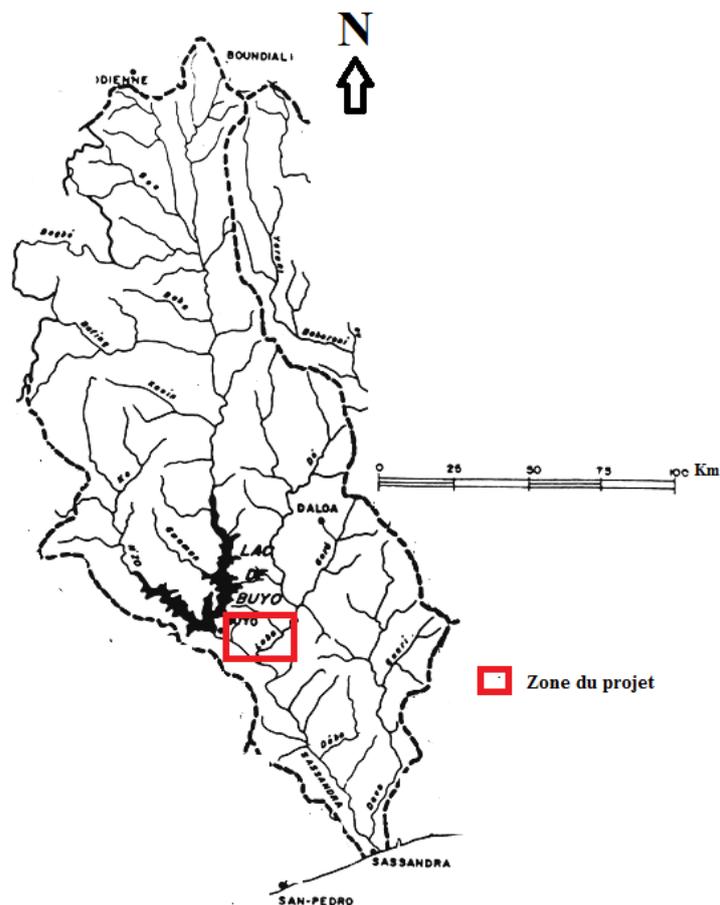


Figure 2: Réseau hydrographique du fleuve Sassandra

2.2. Géomorphologie, géologie, hydrogéologie, hydrologie et alimentation en eau

La zone du projet appartient à la pénéplaine du sud-ouest de la Côte d'ivoire constituée de formations granito-gneissiques (*KOFFI, 2015*). Ce relief est constitué de plateaux granitiques de 150 à 300 m d'altitude (*KOFFI, 2015*). Il s'agit généralement de mamelons séparés par des bas-fonds. Cette zone appartient à la province hydrogéologique du socle où on distingue deux (2) types d'aquifères (les aquifères de fractures ou de fissures et les aquifères des altérites). Les aquifères de fissures et de fractures sont captés par des forages comme c'est le cas dans le cadre de ce projet et les aquifères d'altérites, par les puits.

Les villages disposent de plusieurs sources d'approvisionnement en eau de consommation. Ces sources peuvent être classées en deux groupes :

- les sources d'eau potable (les forages à motricité humaine captant les nappes de fissures),
- les sources à risques (les puits traditionnels captant les nappes d'altérites et les sources d'eau de surface).

CHAPITRE II : APPROCHES METHODOLOGIQUES

Pour atteindre les objectifs fixés à cette étude, il convient d'adopter une démarche qui permettra de spécifier les actions à mener les unes après les autres. La figure ci-dessous est une illustration simplifiée des différentes actions menées dans le cadre de ce travail.

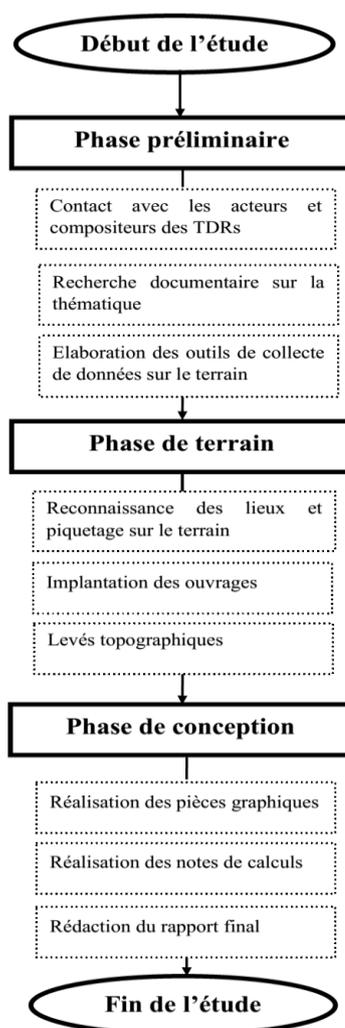


Figure 3 : Schéma descriptif de la méthodologie.

I. PHASE PRELIMINAIRE

Elle a consisté à s'imprégner du sujet afin de mieux cerner ses contours. Cette étape est constituée essentiellement de la recherche documentaire, la prise de contact avec les acteurs du TDR et de l'élaboration des outils de collecte des informations.

1.1. Contact avec les acteurs et auteurs des TDRs

Cette phase a consisté à échanger essentiellement avec les responsables de la structure d'accueil, en charge du projet afin d'approuver les TDRS. Au menu des échanges, il y avait la définition des objectifs de l'étude, la situation des responsabilités de chacun des acteurs et les moyens à déployer pour mener à bien cette étude.

1.2. Recherche documentaire

Il s'agit de la collecte des informations indispensables à la bonne conduite de notre sujet de mémoire. Au cours de cette phase, deux types de documents ont été consultés à savoir :

- **Les documents produits par les études d'APD** : ce sont principalement le DAO et les pièces graphiques qui ont été consultées afin de cerner tous les contours de notre projet.
- **Les documents ayant trait au sujet** : l'exploitation de ces documents a d'avantage clarifié le sujet et le contexte de l'étude. De l'analyse qui en découle, nous avons élaboré la première partie de ce travail.

1.3. Elaboration des outils de collecte de données sur le terrain

Ici, il est question de la mise en place des fiches de collecte des données topographiques et coordonnées géographiques sur le terrain. Deux fiches ont retenues notre attention : la fiche de nivellement et la fiche des coordonnées géographiques des ouvrages spéciaux (forage, château, vidange etc.).

La fiche de nivellement encore appelée feuille topographique est un tableau récapitulatif élaboré pour recueillir les données de nivellement lors des travaux de levées sur le terrain.

Mise à part la distance entre les points et les lectures sur mire, elle comporte les dénivelés entre les points, les altitudes des points visés ainsi que les cotes du terrain naturel et du projet.

La seconde fiche a servi à collecter les coordonnées rectangulaires (x, y et z) des certains ouvrages particuliers des différents systèmes.

Ces différentes données nous ont permis d'établir les profils en long des réseaux d'adduction et l'établissement des plans d'exécution des réseaux.

II. PHASE DE TERRAIN

Elle s'est effectuée du 05 au 11 / 01 / 2016 pendant notre séjour à CIMELEC IVOIRE et

est articulée autour de trois (03) étapes. Cette phase a permis de réunir les informations nécessaires à l'établissement du dossier technique d'exécution (DET).

2.1. Reconnaissance des lieux et piquetage sur le terrain

Les opérations de piquetages ont été effectuées conformément aux plans d'APD approuvés. Elles consistent au tracé du réseau dans l'emprise du domaine public, à un (1) mètre des poteaux électriques existant ou à un mètre cinquante (1,50m) des bornes des lots.

Les moyens humains mobilisés pour ces opérations sont : un (01) chef de mission, deux (02) conducteurs des travaux, deux (02) chefs chantier, un (01) environnementaliste et trois (03) contrôleurs de travaux représentant le maître d'œuvre délégué. Dans le cadre des travaux, nous avons occupé la fonction de conducteur des travaux sur le volet réseaux et leurs équipements. Ce volet comprend la pose des canalisations, des pièces spéciales et la construction des bornes fontaines.

Les moyens matériels sont : cinq (05) chaînes de 100 m, deux (02) GPS, un (01) pot de peinture bleu à huile, dix (10) plans de réseau.

2.2. Implantation des ouvrages spéciaux

Cette étape a consisté à positionner sur le terrain les ouvrages à construire à l'aide des piquets d'implantation. Les ouvrages qui ont retenu l'attention de notre équipe d'implantation sont principalement les bornes fontaines, les châteaux d'eau, les regards de vidange et de ventouse.

Les piquets d'implantation ont été positionnés à l'aide de la méthode topographique trois, quatre, cinq. Ce sont des piquets en acier, plantés bien solidement dans le sol dont les coordonnées rectangulaires ont été relevées à l'aide des GPS. Ils doivent être conservés jusqu'au démarrage effectif des travaux de terrassement et des fondations.

2.3. Levés topographiques

Pendant plus d'une dizaine de jours, des travaux topographiques ont été réalisés sur les différents tronçons de refoulement de chaque système. Ce levé de détail permettra le choix des groupes électropompes et l'implantation des points caractéristiques du réseau de refoulement. Pour déterminer la dénivelée, nous avons utilisé le procédé de nivellement direct ou géométrique avec une station totale et une mire.

III. PHASE DE CONCEPTION

C'est la dernière phase de notre travail. Elle aboutit à la mise en place du dossier d'exécution technique (DET) à soumettre au visa de la mission de contrôle. C'est ici que l'on réunit tous les éléments nécessaires pour l'exécution des travaux.

3.1. Les pièces graphiques

Les pièces graphiques sont les plans établis à la suite de la phase de terrain. Ce sont principalement les plans de réseau et carnets des nœuds, les plans d'exécution des bornes fontaines, les profils en long des conduites de refoulement et les plans d'exécution des châteaux d'eau. L'étape d'implantation des ouvrages a révélé que le tracé des réseaux tel que prévu par l'APD n'était pas en adéquation avec les données du terrain. Ainsi, certains tronçons ont été modifiés, déplacés voir supprimés de leurs emplacements d'origine. Ces modifications sont parfois dues à des obstacles (occupation anarchique...) ou à l'inexistence des voies de communications sur le terrain. Il faut noter aussi que les forages qui vont être équipés pour le fonctionnement des systèmes des villages de Touagui 1 et de Tagbayo ne sont pas ceux prévus par l'APD. Les forages prévus se sont avérés négatifs. Ces différents constats nous ont conduits à procéder à une modification des ossatures des réseaux.

3.2. Les notes techniques

Les notes de calculs constituent la seconde composante du DET. Elles accompagnent les pièces graphiques et justifient les informations figurant sur ces dessins.

Dans le cadre de ce projet, nous avons réalisé :

- Le métré des réseaux et le calcul des butées pour la canalisation ;
- Le dimensionnement des pompes pour les stations de pompage ;
- Les calculs de ferrailages des BF et des châteaux d'eau etc.
- L'évaluation des quantités de matériaux et l'établissement du budget prévisionnel.

3.3. Rédaction du rapport final

C'est la rédaction du présent document qui est l'œuvre finale de cette étude. Ce rapport a été établi à l'aide des logiciels Word et Excel. Les données géographiques et cartographiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Autocad.

DEUXIEME PARTIE : ASPECT TECHNIQUE DE L'ETUDE

CHAPITRE I : DISPOSITIONS TECHNIQUES DES ETUDES ANTERIEURES (APD)

I. FORAGE

Les forages sont de nouveaux forages réalisés dans le cadre du présent programme. Cinquante-trois (53) forages furent réalisés dont certains ont donné des débits favorables pour la réalisation des mini réseaux d'adduction d'eau potable dans les localités remplissant les critères de réalisation de systèmes de HVA en Côte d'Ivoire. Ils ont fait l'objet d'essais de pompage.

1.1. Equipement prévu au sol

L'équipement prévu au sol comprendra :

- Une margelle 2,00 X 2,00 m ;
- Une tête de forage en acier galvanisé DN200 ou DN250.

1.2. Equipement prévu dans le forage

Dans le forage, il est prévu les équipements suivants :

- Une pompe en acier inoxydable alimentée en courant électrique triphasé ;
- Colonne d'exhaure souple de type foraduc en 1''^{1/2} ou 2'' (en fonction de la sortie de la pompe avec raccords en acier inoxydable ;
- Câble d'alimentation en électricité et pour les sondes de protection de section appropriée ;
- Un tube de suivi de la piézométrie.

1.3. Manifold de surface

Encore appelé la tête du forage, le manifold de surface joue un rôle de protection de la pompe et de la canalisation. Il assure le bon fonctionnement du réseau d'adduction.

Il est constitué des éléments suivants :

- Manifold DN 50 ou DN 80 en fonte ou acier galvanisé à chaud ;
- 1 filtre à tamis (diamètre manifold) ;
- 1 clapet anti retour (diamètre du manifold) ;
- 1 compteur de diamètre adapté au débit du forage ;
- 1 pressostat type Leichner & Sohn ;
- 1 ventouse 3 fonctions, ventouse simple ;

- 1 robinet d'isolement en fonte ;
- 1 dispositif de vidange avec évacuation hors concession DN 50 ;
- Un dispositif de prélèvement d'eau brute.

Le tableau ci-après retrace les diamètres de manifold et les débits d'équipement des forages.

Tableau II : Diamètre de manifold et débits d'équipement des forages par localité

Village	DN Foraduc [mm]	PN 16 / DN Manifold[mm]	Débit [m ³ /h]
GBILY	50	50	5
KOREAHINO	50	50	5
PETIGOA 1	50	50	3
ZAKUEOUA	50	50	5
GBLETIA	50	50	5
GNITITOIGUI 1	50	50	5
TOUAGUI 1	50	50	5
OBROUAYO	50	50	2
TAGBAYO	50	50	2
DABOUYO	80	80	10

II. CANALISATIONS

Les canalisations seront en PVC PN 10 bars pour la distribution et en PVC PN 16 bars pour le refoulement. Elles seront à coller.

Le diamètre minimal retenu pour le réseau de distribution est 57/63.

Dans le cadre de ce projet, la distribution se fait par bonne fontaine avec des branchements individuels dans les établissements scolaires et hospitaliers. Les canalisations vers ces points de desserte seront en diamètre de 36,1/40 à coller. **Le tableau III** présente le métré des réseaux par localité selon l'APD.

Tableau III : mètres des réseaux de refoulement et de distribution

Village	Refoulement		Distribution					
	Diamètre	Longueur	113/125	99.4/110	81.4/90	57/63	36.2/40	Totaux
	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
GBILY	76.8/90	1100			605	1802	105	2512
KOREAHINO	76.8/90	1305		352	727	1712	105	2896
PETIGOA	53.6/63	399			186	1636	60	1882
ZAKOUEOUA	76.8/90	903			752	2319	90	3161
GBLETIA	76.8/63	589			789	1660	75	2524
GNITITOUAGUI	76.8/90	561			407	1659	75	2141
TOUAGUI	76.8/90	1364		578	148	2103	90	2919
OBROUAYO	53.6/63	1578				1428	30	1458
TAGBAYO	53.6/63	370				1562	45	1607
DABOUYO	110.2/125	2380	598	399	411	3108	150	4666

Légende : 76.8/90 = Diamètre Intérieur/Diamètre Extérieur

III. OUVRAGES DE DESSERTE

Les ouvrages de desserte sont essentiellement les bornes fontaines et les branchements privés. Il est prévu au total 55 bornes fontaines et 15 branchements individuels repartis dans les 10 villages bénéficiaires suivant la population à desservir (**Voir tableau IV**).

Tableau IV : Répartition des ouvrages de desserte par localité

Village	Branchement Individuel (B.I.)	Borne Fontaine (B.F.)	Habitants/B.F.
	[U]	[U]	[hbt]
GBILY	1	7	747
KOREAHINO	2	7	714
PETIGOA	1	4	613
ZAKOUEOUA	2	6	746
GBLETIA	1	5	744
GNITITOUAGUI	2	5	888
TOUAGUI	1	6	752
OBROUAYO	2	2	781
TAGBAYO	1	3	591
DABOUYO	2	10	876

3.1. Bornes fontaines

Les bornes fontaines prévues dans le cadre de ce projet seront équipées de deux robinets de puisage en PVC 22/25 soutenus chacun par une équerre scellé dans le béton et placés de la manière suivante :

- Une sortie basse pour le remplissage des récipients posés au sol (seau en général) ;
- Une sortie haute pour le remplissage d'un récipient posé sur la tête (cuvette de 30 litres).

En plus des robinets de puisage, un compteur posé dans un regard permet de comptabiliser la fourniture. Les robinets d'arrêt sont à boisseau (au quart de tour).

Les bornes fontaines seront raccordées sur le réseau par un collier de prise en charge, sur lequel se trouve un robinet de prise placé sous bouche à clé (BAC).

Le génie civil comprend :

- Une dalle générale avec évacuation des eaux résiduelles vers un puits perdu. Cette dalle aura en finition une chape résistante qui pourra être incorporée ou non.
- Un mur de clôture de dimensions : 4 m x 4 m x 1.5 m en agglomérés de ciment de 0.15 m et enduits lissé ;
- Deux portes de sorties opposées permettant une circulation ordonnée des usagers, de dimensions 1 m x 1.4 m.

3.2. Branchements Individuels

Le branchement individuel est un système sommaire de desserte à domicile à un robinet de puisage raccordé à la conduite du réseau de distribution. Ce système de puisage sera soutenu par une équerre en acier galvanisé dans le béton. L'équipement comprend :

- Un collier de prise adapté à la conduite maitresse;
- Un robinet d'arrêt après compteur;
- Un compteur d'eau DN 15 mm protégé par une niche
- Un robinet de prise avec poignée acier
- Tuyau PVC DN 25 ;

IV. LES RESERVOIRS

Les châteaux d'eau (réservoirs surélevés) retenus dans ce projet sont de deux types. Ceux dont les capacités sont comprises entre 10 et 20 m³ seront en polyester armé de fibres de verre montés sur piétements ayant la forme de cône tronqué. Les réservoirs de 30 m³ et plus seront

réalisés en béton armé avec une forme tronconique.

L'équipement hydraulique retenu est en annexe du présent document. Le tableau ci-dessous donne les capacités des cuves et les hauteurs de chaque ouvrage.

Tableau V : capacités des réservoirs

Village	Volume Château	Consommation journalière attendue	Hauteur sous radier de la cuve du Château
	[m ³]	[m ³ /j]	[m]
GBILY	40	196	10
KOREAHINO	40	187	10
PETIGOA	20	92	12
ZAKEOUA	35	168	10
GBLETIA	35	140	12
GNITITOUAGUI	35	167	12
TOUAGUI	35	169	14
OBROUAYO	15	59	14
TAGBAYO	15	66	12
DABOUYO	65	329	14

CHAPITRE II : ETUDES D'EXECUTION

I. ETUDES PRELIMINAIRES

1.1. Modification/actualisation des plans de réseaux et établissement des carnets des nœuds

Au démarrage des travaux, l'étape d'implantation des réseaux a révélé que le tracé en plan des tronçons de canalisation tel que prévu par l'APD n'était pas en adéquation avec les réalités du terrain. A titre d'exemple, l'on peut citer l'inexistence ou l'occupation de certaines voies de communication par les habitations. En outre certains ouvrages (forages, BF) ont été délocalisés de leurs emplacements initiaux pour des résultats jugés insatisfaisants (forage négatif) ou pour le respect des normes environnementales prévues par le projet. Les forages concernés par cette situation sont ceux des villages de Touagui 1, Gnititouagui et de Tagbayo.

Ces différents constats nous ont conduits à procéder à la modification des canevas hydrauliques des réseaux et à l'actualisation des données.

Cette phase de notre travail s'est soldée par l'établissement des carnets des nœuds des réseaux. Le carnet ou schéma des nœuds constitue un récapitulatif des raccords de tubes en PVC et des robinetteries de branchement et de réseaux correspondant à chaque nœud du plan de réseau.

Le nœud est un point particulier du réseau, particulier de par la composition des pièces qui le constitue ; particulier aussi de par le fait qu'il constitue un point de faiblesse potentielle du réseau. Outre l'importance de son repérage, la récapitulation, l'identification des pièces constitutives et leurs modes d'assemblage sont donc indispensables pour toute intervention ultérieure.

Les plans d'exécution suivis des schémas des nœuds sont en **annexe II**

1.2. Métrés des réseaux et des bornes fontaines

Il s'agit ici de réaliser un devis quantitatif des réseaux des BF suivant les localités concernées par le projet. Ce devis est réalisé à l'aide des plans de réseaux et des schémas des nœuds. Les composantes de ce devis sont :

- **Les conduites sous pression** : les conduites sous pression constituent des éléments essentiels au transport et à la distribution de l'eau. Les conduites sont en PVC à coller. Leurs diamètres nominaux varient de 63 mm à 125 mm pour les réseaux d'adduction

et de distribution. Les pressions nominales sont de 16 bars pour les conduites de refoulement et de 10 bars pour les conduites de distribution.

- **Les raccords PVC et métalliques de branchements:** les raccords équipent tous les points singuliers de la canalisation. Ces points singuliers sont principalement les déviations, les réductions, les dérivations et piquages, les sectionnements et les liaisons aux appareils de sectionnements et de protection des conduites. Ils s'assemblent avec les tubes par collage ou autre système mécanique.
- **Fourreau en PVC renforcé ou conduites PEHD pour une traversée de piste, routes, marigot ou cour d'eau :** Compte tenu de la fragilité des conduites PVC et de leur perméation dans les zones marécageuses, nous avons utilisé les fourreaux renforcés et les conduites PEHD pour les traversées. C'est ainsi les fourreaux renforcés (diamètre 100 mm et 160 mm) ont été utilisé pour le traversée des pistes, routes puis des ravins et les conduites PEHD pour la traversée des zones marécageuses.
- **Pièces spécialisées utilisées pour traversées zones marécageuses :** ce sont principalement les adaptateurs brides bloquées et les collets brides en PVC ainsi que les accessoires tels que les joints plats et les boulons qui ont été utilisé pour la jonction des conduites PEHD et PVC.

Le tableau récapitulatif des composantes du métré du réseau et des bornes fontaines est en **annexe III** du présent document.

II. NOTES DE CALCULS

2.1. Réseaux d'adduction et de distribution

2.1.1. Choix du diamètre de la conduite de refoulement en PVC PN 10

Il s'agit pour nous de faire une vérification du choix systématique de la pression nominale (PN) des conduites de refoulement choisies pendant l'étude d'avant-projet détaillée. L'objectif est de justifié cette pression (16 bars) ou d'optimiser le choix des conduites de refoulement suivant les contraintes techniques et économiques. C'est ainsi que nous procédons aux calculs des conduites de refoulement des différents systèmes avec une pression nominale de 10 bars. Les diamètres sont déterminés par la formule de Bresse pour des conditions économiques moyennes (**LENCASTRE, 1961**) et par la formule de Munier :

- L'expression mathématique de la formule de Bresse est : $D_{th}(m) = 1,5 \times \sqrt{Q}$ (m^3/s);

- L'expression de la formule de Munier est : $D_{th}(m) = (1 + 0.02n) \sqrt{Q}$ (m^3/s) avec n : le nombre d'heure de pompage/jour (18h).

Les résultats des calculs sont consignés dans le tableau ci – dessous.

Ce tableau présente deux cas de figure : les diamètres dites élevés (cas des conduites prévues) et les diamètres que l'on peut caractériser de faibles (diamètres issus de la PN 10).

Les diamètres élevés entraînent de faibles vitesses (0.3 m/s) qui favorisent des risques de dépôt de matières en suspension. Ces grands diamètres génèrent aussi de grands investissements d'équipement.

La vitesse d'écoulement dans les conduites d'adduction se situe idéalement entre 0.8 et 1.2 m/s (**ZOUNGRANA, 2003**). Ces vitesses dites économiques n'admettent ni les dépôts de sédiments, ni le développement de la culture microbienne fixée sur les parois des conduites et engendrent de faibles coûts d'investissement d'équipement. C'est à ces critères que répond la seconde colonne de notre tableau avec des vitesses de l'ordre de 0.54 m/s qui sont meilleures que les premières.

Cependant, les vitesses des réseaux des centres de Tagbayo et Obrouayo restent encore faibles (0,22 m/s). Cela est dû aux faibles débits et au diamètre minimal de canalisation imposé dans le réseau. Nous recommandons donc un suivi un peu plus poussé des systèmes de Tagbayo et d'Obrouayo après leur mise en service.

Vu ces contraintes techniques et économiques évoquées, nous préconisons le choix des diamètres de pression nominale 10 bars qui sont un compromis entre l'investissement d'équipement et les charges de fonctionnement.

Cependant, ce choix sera effectif après la vérification de la résistance de ces conduites aux coups de bélier qui sera fait dans le paragraphe suivant.

Tableau VI : choix du diamètre de la conduite de refoulement en PVC PN 10

Village	Caractéristiques refoulement prévu			Qexploitable forage (m3/h)	Diamètres (mm) selon					
	Ø int PVC PN16	Vitesse	Longueur		Bresse			Munier (18h)		
	[mm]	[m/s]	[m]		Théorique	Standard	V. réelle	Théorique	Standard	V. réelle
GBILY	76,8	0,30	1100	5	55,9	57	0,54	50,7	57	0,54
KOREAHINO	76,8	0,30	1305	5	55,9	57	0,54	50,7	57	0,54
PETIGOA	53,6	0,37	399	3	43,3	57	0,33	39,3	57	0,33
ZAKOUEOUA	76,8	0,30	903	5	55,9	57	0,54	50,7	57	0,54
GBLETIA	76,8	0,30	589	5	55,9	57	0,54	50,7	57	0,54
GNITITOIGUI	76,8	0,30	561	5	55,9	57	0,54	50,7	57	0,54
TOUAGUI	76,8	0,30	1364	5	55,9	57	0,54	50,7	57	0,54
OBROUAYO	53,6	0,25	1578	2	35,4	57	0,22	32,1	57	0,22
TAGBAYO	53,6	0,25	370	2	35,4	57	0,22	32,1	57	0,22
DABOUYO	110,2	0,29	2380	10	79,1	81,4	0,53	71,7	81,4	0,53

2.1.2. Protection des réseaux

Afin de maintenir un parfait état de fonctionnement des réseaux, ils doivent être protégés contre la présence de l'air dans les conduites, les surpressions et les dépressions, les pertes de capacités dues à l'accumulation des impuretés dans les conduites.

▪ **La lutte contre la suppression et la dépression (Coup de bélier)**

Les coups de bélier sont les variations de pression générées par une modification brusque du régime d'écoulement d'un liquide dans la canalisation. Ces phénomènes sont provoqués soit par l'arrêt ou la marche brusque d'une pompe ; soit par l'ouverture et la fermeture brusque d'une vanne sur une installation hydraulique. Le phénomène de coup de bélier a des conséquences telles que la rupture de la canalisation et la détérioration d'appareils traversés par l'eau.

En pratique, on prévoit un dispositif anti-bélier lorsque la pression du régime permanent ajoutée aux effets du bélier hydraulique dépasse la pression de fonctionnement admissible (PFA) : $P + \Delta P \geq PFA \approx PN$

La variation de pression provoquée par le coup de bélier peut être calculée par la formule suivante : $\Delta P = 0.866 \times \frac{c \cdot V}{g}$ (SOTICI, 2011),

Avec

ΔP : La variation de pression en mCE

V : la vitesse d'écoulement dans la conduite en m/s

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$: la pesanteur

c : La célérité des ondes de pression

Elle se calcule en fonction du matériau de la conduite : $c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{d}{e}}}$

Avec :

c : la célérité (m/s)

d : diamètre intérieur du tube (mm)

K : dépend de la nature de la conduite, $K_{PVC} = 33$

e : épaisseur de la paroi du tube (mm)

A l'issue des calculs du **tableau XII**, nous tirons la conclusion qu'une protection anti-bélier n'est pas nécessaire dans la mesure où la pression nominale (PN) des conduites est supérieure à la pression du régime permanent ajoutée aux effets du bélier hydraulique.

La vérification de la résistance de la conduite aux coups de bélier effectuée sur le PVC immédiatement en aval du manifold donne des valeurs de surpression allant de 37 à 73 mCE. Ces valeurs nous permettent d'affirmer que la pose des conduites PVC PN 16 ne se justifie

donc pas. Par mesure de prudence, nous retiendrons des conduites PVC PN10 à joints standards comme le recommandent les fabricants. Ce type d'assemblage permettra aux réseaux d'avoir une parfaite étanchéité.

▪ **Les ventouses**

Les ventouses sont placées aux points hauts du réseau. Elles ont pour rôle de dégager l'air présent dans les conduites afin de rétablir le diamètre de la conduite pour l'eau, de bloquer le déplacement des poches d'air vers des lieux où elles pourraient provoquer des coups de bélier importants ou d'admettre l'air atmosphérique dans certaines conditions pour éviter l'écrasement des conduites. Elles sont dimensionnées en fonction du diamètre de la canalisation et de la pression de service (en liaison avec le débit d'air à évacuer).

Pour le diamètre de la canalisation, sur les tronçons de diamètres inférieurs à 200 mm, on a :

- Mise en place de ventouse DN 40/60 simple fonction sur les tronçons ne présentant pas un point de vidange ;
- Mise en place de ventouse DN 40/60 triple fonction sur les tronçons présentant un point de vidange.

En tenant compte de ces critères de dimensionnement, nous faisons les choix de ventouses consignés dans le tableau ci – dessous. Ces gammes de ventouses sont du constructeur BAYARD.

Les ventouses seront implantées sur la génératrice supérieure de la canalisation et équipées d'une vanne d'isolement à carré de manœuvre à axe vertical.

Tableau VII: Types de ventouse sur le réseau d'adduction

Village	Type	Références de la marque Bayard	Quantité
GBILY	Simple	Type 102, PFA 16, DN 50 modèle G1	01
KOREAHINO	Simple	Type 102, PFA 16, DN 50 modèle G1	02
PETIGOA I	Simple	Type 102, PFA 16, DN 50 modèle G1	01
ZAKEOUA	Simple	Type 102, PFA 16, DN 50 modèle G1	01
GBLETIA	Trois fonctions	TWIN – AIR, série F1 21, PFA 16, DN 50	02
GNITITOUAGUI	Simple	Type 102, PFA 16, DN 50 modèle G1	01
TOUAGUI I	Trois fonctions	TWIN – AIR, série F1 21, PFA 16, DN 50	02
OBROUAYO	Trois fonctions	TWIN – AIR, série F1 21, PFA 16, DN 50	02
TAGBAYO	Trois fonctions	TWIN – AIR, série F1 21, PFA 16, DN 50	02
DABOUYO	Trois fonctions	TWIN – AIR, série F1 21, PFA 16, DN 50	02

2.1.3. Calcul des massifs de butée

L'étude du comportement d'un réseau d'eau sous pression montre que les contraintes sont concentrées en particulier sur certains accessoires tels que les coudes, les tés, les cônes et les plaques pleines.

Afin d'équilibrer la poussée hydraulique pouvant provoquer le désassemblage d'un ou plusieurs accessoires, des massifs en béton d'une certaine masse volumique sont mis en place, en opposition et perpendiculairement à la poussée.

Les hypothèses de calcul vont permettre de déterminer le volume de béton à prévoir. Deux solutions sont à envisager :

- Soit on ne prend pas en compte la butée des terres et à partir de là, la masse de béton majorée du coefficient de glissement est considérée comme suffisante.
- Soit on met en appui le massif de béton sur la paroi verticale de la tranchée et dans ce cas, la poussée sera répartie sur une surface de sol suffisante. Il y a dans ces conditions, une dépendance forte du massif vis-à-vis du sol.

En pratique, les massifs bétons sont calculés en tenant compte des forces de frottement et de la résistance d'appui sur le terrain.

Le schéma des butées se présente comme suit :

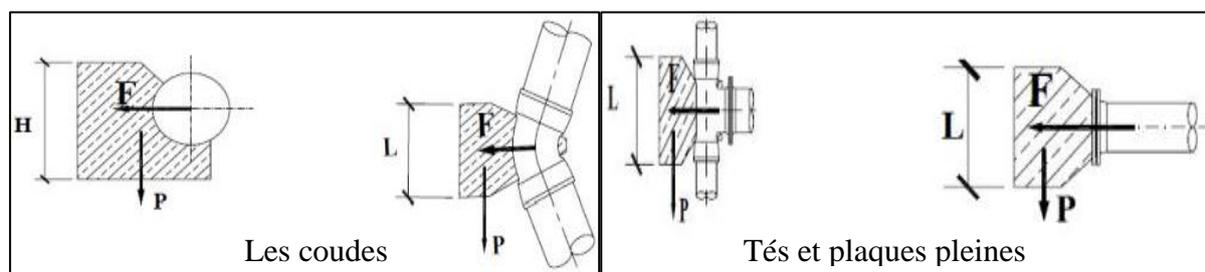


Figure 4 : schéma des butées par singularité

▪ Calcul des poussées

Pour le calcul des poussées, 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 (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 : Force = k. P. S. f

Avec :

Force : poussée exprimée en daN ou en Kgf

P : pression d'essai hydraulique du chantier en bar

S : Surface de la section intérieure du tuyau en cm²

k : Coefficient, fonction de la géométrie de l'élément de canalisation concerné

f : coefficient de frottement interne

Les valeurs du coefficient k sont inscrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau VIII : Valeur du coefficient k selon le type de raccord

Raccord	k
Plaque pleine et Té	1.000
Coude 1/4	1.414
Coude 1/8	0.765

Source : (DINEPA, 2013)

▪ Section et dimensions de la butée

La surface de la butée est donnée par : $S_b = \frac{F \cdot C_s}{\sigma}$

Avec :

S_b : Surface d'appui en cm²

F : Poussée hydraulique de l'eau en Kgf ou daN

C_s : Coefficient de sécurité : prendre entre 1.2 et 1.5

σ : Résistance du terrain en daN/cm², on prendra 1.5 daN/cm² (DINEPA, 2013) en tenant compte de la nature du terrain (Marne ou argile compactée).

En faisant l'hypothèse ci-dessous sur les coefficients de conception, on obtient les dimensions du massif de béton présentées dans le tableau ci-dessous.

Coefficient de conception (n = L/H) : 2,0 ;

Coefficient de conception (m = B/H) : 2,0 ;

La section de la butée $S_b = B \times H$.

L'égalité des coefficients de conception nous permet d'affirmer que $L = B$

L, B, H représentent respectivement la longueur, la largeur et la hauteur du massif de béton.

Tableau IX : Dimensionnement des butées

P.E.	Type de Pièce	Poussée	Section butée	Dimensions des massifs (cm)			Volume béton (l)
		F (daN)	Sb (cm ²)	H (cm)	B (cm)	L (cm)	
10	Coude 1/4 DE 125	1 388	833	25	35	35	31
	Té DE 125	982	589	20	30	30	18
	Coude 1/4 DE 110	1 075	645	20	35	35	25
	Té DE 110	760	456	15	30	30	14
	Coude 1/4 DE 90	720	432	15	30	30	14
	Té DE 90	509	305	15	25	25	9
	Coude 1/4 DE 63	353	212	15	15	15	3
	Té DE 63	249	150	15	10	10	2
	Bouchon DE 63	249	150	15	10	10	2
16	Coude 1/4 DE 125	2 221	1 333	30	45	45	61
	Coude 1/4 DE 90	1 151	691	20	35	35	25
	Coude 1/4 DE 63	564	339	15	25	25	9

Légende : P.E.= pression d'épreuve en bars

2.1.4. Justification du choix des compteurs d'eau

La mesure des volumes a une très grande importance dans la gestion optimale des systèmes d'eau potable. Elle permet la détermination des volumes d'eau pompés, traités et vendus aux abonnés. C'est ainsi que des compteurs d'eau sont placés en des endroits stratégiques des systèmes d'eau potable afin de quantifier les volumes d'eau qui transitent en ces lieux. Le choix des compteurs s'effectue à partir des abaques et des tableaux des constructeurs.

D'après les catalogues du fabricant, on cherchera le compteur capable de laisser passer le débit probable instantané de pointe.

Dans cette étude, les compteurs seront dimensionnés selon les nouvelles directives MID (directives sur les instruments de mesure). On utilisera les compteurs mécaniques à jets multiples de ratio 80 (selon MID). Selon l'ancienne réglementation, ces types de compteurs étaient désignés par la classe métrologique B. La propriété de cette classe est l'utilisation de plusieurs jets qui améliore la précision de la mesure lors de faibles débits.

▪ **Choix des compteurs placés au niveau du forage**

Les caractéristiques des compteurs choisis à partir des directives MID sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau X : Caractéristiques des compteurs pour l'équipement du forage

Village	Q _e	Débit permanent Q ₃	Débit de surcharge Q ₄	Débit de transition Q ₂	Débit minimal Q ₁	Plage de mesure R	DN
	[m ³ /h]		[m ³ /h]	[l/h]	[l/h]	[-]	[mm]
GBILY	5	6,3	7,875	126	78,75	80	25
KOREAHINO	5	6,3	7,875	126	78,75	80	25
PETIGOA	3	4	5,00	80	50	80	20
ZAKOUEOUA	5	6,3	7,875	126	78,75	80	25
GBLETIA	5	6,3	7,875	126	78,75	80	25
GNITITOIGUI	5	6,3	7,875	126	78,75	80	25
TOUAGUI	5	6,3	7,875	126	78,75	80	25
OBROUAYO	2	2,5	3,125	50	31,25	80	15
TAGBAYO	2	2,5	3,125	50	31,25	80	15
DABOUYO	10	10	12,50	200	125	80	32

▪ **Les compteurs pour les B.F. et B.I.**

Le compteur est choisi à partir du débit minimal par borne fontaine (B.F.) et le branchement individuel (B.I.). Les bornes fontaines seront équipées de deux robinets capables d'un débit minimum de 1 m³/h sous une pression de 5 m, et dans normales d'utilisation par les usagers. Quant aux branchements individuels, ils seront équipés d'un robinet capable de débiter 0.5 m³/h. Le tableau ci – dessous présente les résultats de nos calculs.

Tableau XI : Caractéristiques des compteurs des B.F et B.I

Caractéristiques	Unités	B.F et B.I
Débit permanent Q ₃	[m ³ /h]	1
Débit de surcharge Q ₄	[m ³ /h]	1,25
Débit de transition Q ₂	[l/h]	20
Débit minimal Q ₁	[l/h]	13
Plage de mesure R	[-]	80
DN	[mm]	15

2.2. Equipements des forages

2.2.1. Choix de la colonne d'exhaure et équipement hydraulique de la tête de forage

Contrairement au foraduc qui est prescrit dans le DAO, nous utiliserons les colonnes montantes flexibles borline pour l'équipement des forages. Ce choix justifie à deux niveaux. D'une part CIMELEC IVOIRE en est le distributeur agréé et d'autre part pour ses nombreux avantages :

- son poids, très léger, permet une manutention et un transport simple, des méthodes d'installation et de relevage rapides et peu coûteux, qui se traduisent par des économies substantielles lors de l'installation et de l'entretien des pompes ;
- son inertie totale à la corrosion et à l'entartage ;
- l'impact réduit des phénomènes de coup de bélier contrairement aux systèmes rigides (le coup de bélier se produit en cas de changement soudain de pression ;
- Design haute performance : bonne résistance à la pression et à la traction ;
- Diminution des coûts d'énergie de part ses qualités hydrauliques
- Etc.

Les diamètres et longueurs nécessaires pour l'installation des groupes électropompes sont mentionnés dans le **tableau XII**.

L'équipement de la tête de forage se présente comme suit :

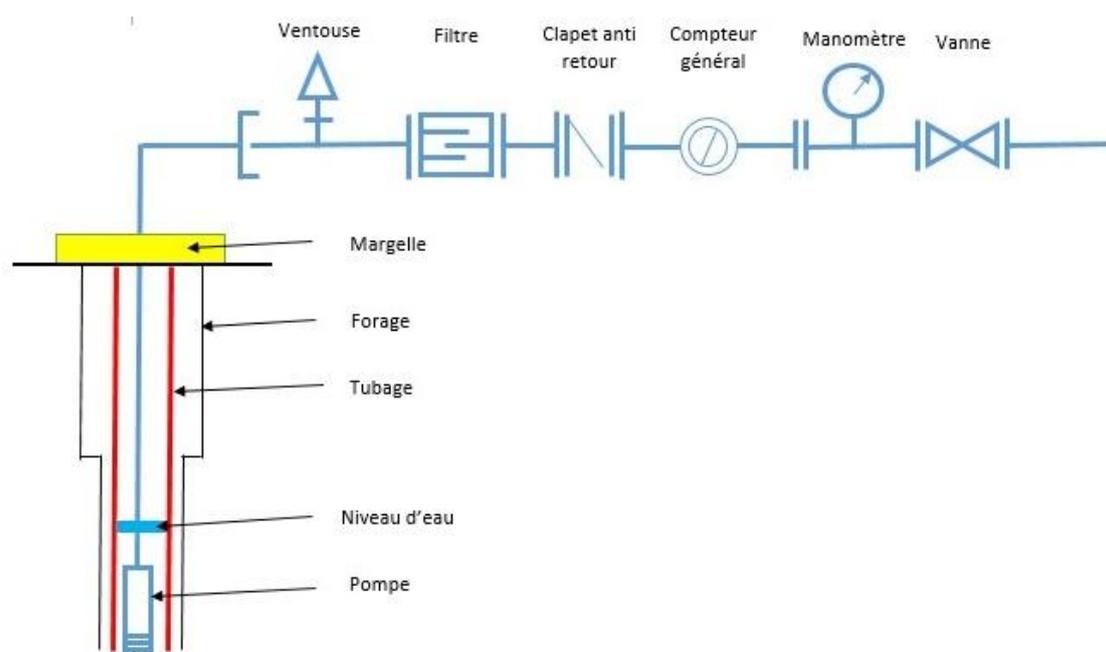


Figure 5 : Equipement hydraulique de la tête de forage

Ces équipements installés en aval de la pompe garantissent son bon fonctionnement et son contrôle. Le rôle joué par chaque appareil est :

- Manomètre : mesure de la pression à la sortie de la pompe ;
- Vanne de refoulement : isolement de la pompe pour entretien ;
- Purge d'air : élimination de l'air ;
- Compteur : évaluation des quantités d'eau refoulées ;
- Clapet anti – retour : protection de la pompe ;
- Filtre : c'est un piège à sable.

2.2.2. Paramètres de dimensionnement des groupes électropompe

Le choix de la pompe est fonction de deux paramètres hydrauliques que sont la quantité de liquide véhiculée ou débit (Q) et la hauteur manométrique totale (HMT).

La HMT est la pression mesurée en mCE qu'une pompe devra inculquer à un débit de liquide donné pour assurer son transfert d'un point (forage) à un point hydrauliquement plus haut. Deux éléments principaux permettent le calcul de la HMT :

- La hauteur géométrique HG est la différence d'altitude entre les niveaux d'eau : ce l'aspiration et celui à atteindre dans les réservoirs. Elle s'exprime en mètre (m). En faisant l'hypothèse d'une alimentation par surverse, la hauteur géométrique (HG) est déterminée par la relation suivante :

$$HG (m) = \Delta h(m) + ND(m) + H_{\text{radier/sol}} (m) + H_{\text{cuve}} (m)$$

Avec :

$\Delta h(m)$: Dénivelé entre le réservoir et le forage ;

$ND(m)$: Niveau dynamique du forage ;

$H_{\text{radier/sol}} (m)$: Hauteur du radier de la cuve du réservoir par rapport au sol ;

$H_{\text{cuve}} (m)$: Hauteur d'eau dans la cuve.

- Les pertes de charges ΔH sont la sommation des pertes de charges linéaires générées par les conduites et des pertes de charges singulières dues aux robinetteries installées sur ces conduites. Elles seront déterminées par la formule de Manning Strickler :

$$\Delta H(m) = \frac{1,10 \times 10,29 Q^2 L}{K_s^2 D^{\frac{16}{3}}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} 1,10 = \text{coefficient de perte de charge singulière ;} \\ K_s \text{ PVC} = 120 \quad K_s \text{ borline} = 120 \end{array}$$

L'expression mathématique de la HMT est : **HMT (mCE) = HG (m) + ΔH (m)**

Tableau XII : Calcul des HMT des groupes électropompes et vérification de la résistance aux coups de bélier.

Paramètres	Localités									
	GBILY	KOREAHINO	PETIGOAI	ZAKUEOUA	GBLETIA	GNITTOUAGUI	TOUAGUI I	OBROUAYO	TAGBAYO	DABOUYO
Qe (m ³ /h)	5	5	3	5	5	5	5	2	2	10
Profondeur du forage (m)	89,00	60,00	118,00	64,00	58,83	103,88	72,18	59,50	64,85	60,10
ND (m)	48,1	50,02	89,34	35,45	49,28	40,11	43,36	29,55	55,02	58
Cote ND (m)	133,04	179,08	96,37	177,66	63,62	84,56	69,15	144,81	89,84	92,27
Cote TN forage (m)	181,14	229,1	185,71	213,11	112,9	124,67	112,51	174,36	144,86	150,27
Cote TN réservoir (m)	214,34	254,5	196,03	245,31	125,69	152,55	122,19	194,13	175,4	179,48
Hauteur sous radier cuve(m)	10	10	12	10	12	12	14	14	12	14
Hauteur cuve (m)	2,65	2,65	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,8
Cote alimentation cuve(m)	226,99	267,15	210,36	257,64	140,02	166,88	138,52	210,46	189,73	196,28
Hauteur Géométrique(m)	93,95	88,07	113,99	79,98	76,4	82,32	69,37	65,65	99,89	104,01
Diam. Intérieur Borline (mm)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	76
Longueur Borline (m)	49	50	90	36	50	41	44	30	55	58
Long. refoulement (m)	830	1305	490	800	435	710	1070	1145	1090	2190
Diamètre intérieur PVC (mm)	57	57	57	57	57	57	57	57	57	81,4
DN refoul. PVC (mm)	63	63	63	63	63	63	63	63	63	90
ΔH totales(m)	6,57	9,96	1,69	6,17	3,76	5,60	8,21	1,37	1,36	9,67
Hmt (m)	101	98	116	86	80	88	78	67	101	114
V réelle (m/s)	0,54	0,54	0,33	0,54	0,54	0,54	0,54	0,22	0,22	0,53
Célérité de l'onde (m/s)	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364
Surpression – dépression: ΔH (m)	17	17	11	17	17	17	17	7	7	17
Pression max. cond. (m)	118	115	126	103	97	105	95	74	108	131
Pression min. cond. (m)	83	81	105	69	63	71	60	60	94	97
Pression max. cond.(m)	70	65	37	68	48	65	52	45	53	73
Pression min. cond. (m)	35	31	16	33	14	30	17	30	39	39

2.2.3. Choix des pompes et points de fonctionnement

Le débit d'adduction et la hauteur géométrique totale nous permettent de choisir une pompe adéquate pour l'ouvrage de captage à partir du catalogue d'un fabricant. Pour un bon fonctionnement du système (pompe et conduite), il faut tenir compte du point de fonctionnement afin d'optimiser le choix de la pompe.

Le point de fonctionnement est l'intersection entre la courbe résistante du réseau $Q = f(\Delta H)$ et la courbe caractéristique $Q = f(HMT)$ de la pompe choisie (**voir annexe IV**). Ce point d'intersection est le point de fonctionnement de la pompe avec un débit et une hauteur manométrique bien donnée.

Le point de fonctionnement doit se tenir un peu au-delà du point de rendement maximum pour tenir compte d'une diminution éventuelle de débit due au vieillissement de l'installation. (**LENCASTRE, 1961**).

Les caractéristiques des pompes retenues pour l'équipement des forages sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau XIII : Type de pompe choisi pour l'équipement des forages

Village	Type de groupe électropompe choisi	Code article	Point de fonctionnement		Qe
			Q (m ³ /h)	H (mCE)	
GBILY	SP 5A -25	5001925	4,98	101	5
KOREAHINO			5,10	98	5
PETIGOA 1	SP 3A - 29	10001929	3,30	116	3
ZAKEOUA	SP 5A -21	5001921	5,10	86	5
GBLETIA			5,20	80	5
GNITITOUAGUI			4,90	88	5
TOUAGUI			5,39	78	5
OBROUAYO	SP 2A - 18	9001918	2,05	67	2
TAGBAYO	SP 2A - 28	09001K28	2,10	101	2
DABOUYO	SP 9 - 25	98699061	10,20	114	10

2.3. Les bornes fontaines

Il s'agit de calculer les sections d'acier que doivent porter les éléments porteurs des ouvrages de dessertes (B.F).

Les éléments dont les sections d'acier seront déterminées sont le poteau principal de dimensions 30 cm x 30 cm, les poteaux d'entrée de dimensions 25 cm x 25 cm, les poteaux intermédiaires de dimensions 15 cm x 15 cm, le chaînage haut de dimensions 15 cm x 20 cm

et la fondation des ouvrages.

S'agissant des poteaux, il faut noter qu'ils travaillent en compression centrée et ne supportent pas de charges énormes. Donc les sections d'aciers longitudinaux sont déterminées de façon forfaitaire par la formule d'acier minimal.

Les fondations sont des ouvrages de transition destinés à transmettre au sol, dans de bonnes conditions, les charges permanentes et les charges variables d'une ossature. Nous adoptons une semelle continue de dimensions 15 cm x 40 cm avec une profondeur d'encrage de 65 cm conformément aux exigences de l'APD. Dans le cadre des calculs des fondations superficielles, le calcul des pressions exercées sur le sol s'effectue à l'ELS alors que le calcul des sections d'acier s'effectue à l'ELU. On admet dans les cas courants que les charges sont centrées sur les semelles et se répartissent uniformément sur le sol qui est considéré homogène.

Les résultats des calculs des sections d'acier des poteaux sont consignés dans le tableau ci-après. Pour les armatures du chaînage haut, nous retiendrons 4 HA 8 pour les aciers longitudinaux et AH 6 pour les cadres avec le même espacement que les poteaux.

Les fondations seront armées par un diamètre de HA 6 pour une section de 0.28 cm² au niveau de la nappe inférieure. Pour la nappe inférieure, le B.A.E.L 91 modifié 99 recommande une section de 2 cm² pour les armatures haute adhérence HA. Nous choisissons donc 3 HA 10 pour une section de 2.36 cm².

Les notes de calcul détaillées sont en **annexe I**.

Tableau XIV : les sections d'armature des ouvrages de dessertes.

Désignation	Unité	Poteau central	Poteau d'entrée	Poteau intermédiaire
Section théorique Ascmin	[cm ²]	4,80	4,00	2,40
Diamètre retenu	[-]	4 HA 12	4 HA 12	4 HA 10
Section réelle	[cm ²]	4,52	4,52	3,14
Øt calculé	[mm]	4,00	4,00	3,00
Øt retenu	[-]	HA 6	HA 6	HA 6
St calculé	[cm]	18	18	15
St retenu	[cm]	15	15	15
Lr	[cm]	32	32	26
St' calculé	[cm]	9	9	7
St' retenu	[cm]	5	5	5

2.4. Les ouvrages de stockage

Les notes de calcul des ouvrages de stockage n'ont pas été réalisées par notre structure. Elles ont été réalisées par le Bureau National d'Etude Technique et de Développement (BNETD) et vérifié par le bureau Veritas.

III. QUANTIFICATION DES MATERIAUX

Il s'agit maintenant de déterminer les quantités de granulats, de ciment et de fer nécessaires pour la réalisation des ouvrages. Il existe plusieurs méthodes pour déterminer les quantités de granulats, sachant bien que ce sont les grains de granulats emboîtées les unes dans les autres dans les autres qui forment le volume de béton. Ici, nous proposons la méthode dite méthode des volumes absolus. Cette méthode consiste à supposer qu'un mètre cube de volume de béton est la somme des volumes de graviers et des vides en tenant compte du coulisement des grains, c'est-à-dire le fait que les petits grains vont occuper les vides laissés entre les gros grains. Les détails des calculs sont en présentés en **annexe III**.

3.1. Dosage en ciment

Le dosage en ciment du béton est la quantité de ciment, exprimée en kilogrammes (kg) de ciment pour un mètre cube (m^3) de béton. Le dosage des éléments constitutifs des ouvrages de génie civil est effectué comme suit :

- 150 kg/ m^3 pour les bétons de propriétés ;
- 200 kg/ m^3 pour les agglomérés ;
- 250 kg/ m^3 pour les butées et redans ;
- 350 kg/ m^3 pour les autres éléments en béton armé.

3.2. Dosage en agrégats et quantité de fer à béton

Le dosage en agrégats (gravier et sable) du béton est la quantité d'agrégat, exprimée généralement en litres, pour un mètre cube ($1 m^3$) de béton ; il est noté G pour le gravier et S pour le sable.

Couramment pour la confection du béton armé, on utilise un rapport gravier/sable en volume $G/S = 2,0$. Il faut noter que ce rapport ne correspond obligatoirement pas à la composition optimale donnant une résistance maximale en compression ; toutefois, sur chantier, une telle disposition est facilement gérable avec les ouvriers.

La quantité d'acier à utiliser est évaluée en kilogrammes (kg) en fonction des plans de ferrailage. Les coefficients qui ont été utilisé pour déterminer la quantité d'acier sont :

- 0,222 kg/ml pour les HA de diamètre 6 mm ;
- 0,395 kg/ml pour les HA de diamètre 8 mm ;
- 0,617 kg/ml pour les HA de diamètre 10 mm ;
- 0,888 kg/ml pour les HA de diamètre 12 mm.

3.3. Résultats des calculs

Les quantités déterminées sont majorées de 10% pour le sable et le gravier puis de 5% pour le ciment et le fer à béton. Le tableau ci – dessous est un récapitulatif des résultats des résultats par localité.

Tableau XV : quantités prévisionnelles de granulats, de ciment et d'acier pour les travaux

Localité	Ciment [Tonnes]	Sable [Voyage de 15 m ³]	Gravier [Voyage de 15 m ³]	Acier Haute Adhérence			
				HA 12 [Tonnes]	HA 10 [Tonnes]	HA 8 [Tonnes]	HA 6 [Tonnes]
GBILY	24,80	18	3	0,4	0,5	0,4	0,4
PETIGOA I	14,40	12	2	0,3	0,3	0,2	0,2
ZAKEOUA	21,30	18	2	0,4	0,4	0,3	0,3
OBROUAYO	7,50	12	1	0,1	0,1	0,1	0,01
GBLETIA	17,80	14	2	0,3	0,4	0,3	0,2
TOUAGUI I	21,30	18	2	0,4	0,4	0,3	0,3
GNITITOUAGUI	17,80	13	2	0,3	0,4	0,8	0,2
TAGBAYO	11,00	12	1	0,2	0,2	0,2	0,1
DABOUYO	35,20	30	4	0,6	0,7	0,6	0,5
KOREAHINO	24,80	20	3	0,4	0,5	0,4	0,3
Totaux	196	167	22	3,4	3,9	3,6	2,5

CHAPITRE III : L'EXECUTION DES TRAVAUX

I. BUDGET PREVISIONNEL D'EXECUTION

Il s'agit de faire une estimation du coût d'exécution des travaux pour l'Entreprise. Cette estimation permettra aux plus hautes instances de la structure de mobiliser les ressources financières nécessaires et de faire une planification financière tout au long des travaux.

L'estimation financière établie dans le cadre de ce projet prend en compte six (6) volets qui sont : le coût des matériaux de construction, les fouilles et canalisations, les pièces hydrauliques, l'équipement des forages, la main d'œuvre d'éventuels prestataires pouvant intervenir sur le projet et les charges non maitrisables qui sont estimées à 5% du montant des autres composantes.

Le tableau ci-dessous est un récapitulatif des grandes composantes du budget prévisionnel d'exécution des travaux. Les calculs détaillés sont consignés en **annexe IV** du présent rapport.

Tableau XVI : Récapitulatif du budget prévisionnel

N°	Désignation	Montant total (F CFA)
1	Matériaux et matériels de construction	43 353 881
2	Fouille, canalisation et raccords PVC pression	97 149 654
3	Pièces hydrauliques pour équipement	9 800 672
4	Equipement des forages	93 564 186
5	Prestation ou main d'œuvre	12 650 000
6	Charges imprévues 5%	12 825 920
	Total général	269 344 313

II. MISE EN ŒUVRE DES OUVRAGES, SUIVI DES EQUIPES ET DES SYSTEMES HVA

2.1. Fouilles et pose des conduites

Le tracé des canalisations est effectué à 1 m des poteaux électriques ou à 1.5 m des bornes de lotissement.

Les fouilles des conduites sont réalisées à une profondeur minimale de 0,8 m et d'une largeur de 0,5 m. Les fouilles devant recevoir une double canalisation (refoulement et distribution) ont une largeur de 1,00 m. Un lit de pose de 10 cm de sable est mise en place

avant la pose des conduites. Les traversées des chaussées bitumées sont réalisées par fonçage avec un fourreau de protection en PVC (**Voir figure 6**). Le fonçage est réalisé avec une motopompe et des tiges dentées dont l'extrémité épouse le diamètre du fourreau de protection. La conduite de refoulement de la motopompe est reliée à l'autre bout de la tige (en rotation) et injecte de l'eau dans le trou avec une certaine pression. Cette eau injectée a pour rôle d'imbiber le sol en place afin de faciliter la percée. La rotation de la tige est actionnée par deux personnes.



Figure 6: Traversée de chaussée par fonçage horizontal et pose de fourreau à Gblétia

2.2. Regards de ventouse et de vanne

Les pièces spéciales telles que les vannes de sectionnement et les ventouses sont protégées par des regards de dimensions 0.8 x 0.8 x 1.2 m et recouverts par une dalle d'épaisseur 15 cm. Ce regard de protection est réalisé en agglomérés pleins et couronné par un béton de 10 cm d'épaisseur sur lequel est posé la dalle de couverture.

Les robinets-vannes destinés à assurer les vidanges des canalisations sont placés en terre sous bouche à clé.

2.3. Aménagement des ouvrages

Les ouvrages mis en œuvre pendant la phase d'exécution des travaux sont principalement les clôtures de forage, les bornes fontaines et les branchements individuels. Ces travaux que nous avons supervisés comprennent :

- réalisation d'une fouille de fondation de profondeur 65 cm et d'une largeur de 40 cm pour la clôture du forage et de la borne fontaine;

- mise en place d'un béton de propriété d'épaisseur 5 cm dosé à 150 kg/m³ ;
- mise en place d'un béton de fondation d'épaisseur 15 cm dosé à 350 kg/m³ ;
- montage des clôtures de B.F et de forages en parpaings creux ;
- coulage du béton des poteaux des clôtures dosé à 350 kg/m³ ;
- coulage du béton du chainage haut dosé à 350 kg/m³ ;
- coulage du regard de compteur dosé à 350 kg/m³ pour la B. F ;
- revêtement intérieur des puits perdus en agglomérés pleins ;
- mise en place de l'enduit mural
- coulage du poteau de la B.F dosé à 350 kg/m³ ;
- coulage de la dalle anti-bourbier dosé à 350 kg/m³.

Il faut noter que chaque étape des travaux effectuée par nos équipes fait l'objet de validation par le maître d'œuvre délégué.

2.4. Suivi des équipes

L'exécution des travaux est à la charge de CIMELEC IVOIRE qui a signé dans certains cas des conventions de collaboration avec des tacherons. Ces tacherons ont en charge la réalisation des gros œuvres, les fouilles et la pose de canalisation. L'équipement des forages est assuré entièrement par les agents de CIMELEC IVOIRE.

La supervision des travaux est faite par les conducteurs des travaux (dont nous même) de l'Entreprise. Ces conducteurs ont pour mission de veiller à l'exécution des travaux selon les règles de l'art, faire respecter le planning, de repartir le matériel selon le besoin et de faire le suivi budgétaire des travaux.

Pour mener à bien ses travaux, l'Entreprise a déployé sur le chantier cent cinquante (150) ouvriers et trois (3) conducteurs des travaux.

2.5. Suivi techniques des systèmes

Après la mise en place des systèmes, nous abordons la question de l'entretien des équipements pour un fonctionnement durable des installations. L'entretien d'un système d'eau potable peut être préventif (purge du réseau...) ou une maintenance (remplacement des consommables (filtres, etc.)).

S'agissant des stations de pompage, nous préconisons des visites périodiques (une fois par an) par une équipe technique qualifiée pour une inspection générale des stations et un réglage des équipements.

Quant aux réseaux de canalisations, nous recommandons un entretien préventif semestriel pour les centres de Tagbayo et Obrouayo dont les vitesses sont relativement faibles et qui pourront engendrer des dépôts de matières solides dans la canalisation. L'auto – curage de ces systèmes se mettra en place tout seul, avec l'augmentation des consommations au fil des années.

Et enfin, pour les réseaux des huit (08) autres centres, nous suggérons un entretien préventif annuel.

Le respect strict des périodicités d'entretien préventif et de remplacement des consommables constitue un facteur primordial de fonctionnement durable des équipements.

TROISIEME PARTIE : L'ASPECT SOCIO – ECONOMIQUE DU PROJET

CHAPITRE I : LES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DURANT LA PHASE DES TRAVAUX

I. LES IMPACTS POSITIFS

L'impact positif direct du projet pendant la phase de la réalisation des travaux concerne généralement la lutte contre la pauvreté à travers la création d'emplois. En effet, l'on assistera de façon directe à l'augmentation des revenus et à l'amélioration des conditions de vie des employés et ouvriers et de certaines personnes des villages concernées par le projet qui seront recrutées pour les travaux. Les impacts positifs indirects comprennent quant à eux : l'augmentation des revenus de certains locataires et hôtels où logeront les personnes qui vont intervenir sur les différents chantiers dans le Nawa ; l'augmentation des revenus des différents commerces (maquis, restaurants et petits commerces) grâce aux achats qu'effectueront les différents employés et ouvriers embauchés par l'Entreprise et intervenant dans le projet sur l'ensemble des 10 villages dans la région de la Nawa.

Le présent projet favorisera la rencontre de personnes d'origines diverses. Cette situation contribuera à créer des relations entre les travailleurs et les villageois. Ceci est un facteur de cohésion sociale et de brassage socioculturel.

II. LES IMPACTS NEGATIFS

2.1. Infrastructures

On notera la démolition totale ou partielle de certains magasins ou boutiques installées le long des tracés des réseaux de canalisation. Ces activités peuvent aussi entraîner la perte d'une partie des superficies des lots de certaines populations dues à l'acquisition de terrains pour l'installation des bornes fontaines et des châteaux d'eau dans plusieurs villages bénéficiaires du présent projet. Ces impacts seront de longue durée ; car, persisteront même après la fin des différents travaux.

2.2. Circulation des personnes et des biens

Pendant la réalisation des travaux, on assistera à la perturbation de la circulation des biens et des personnes à cause de la traversée de voies de circulation par les fouilles. Ces impacts disparaîtront à la fin des travaux (courte durée).

2.3. Sécurité

Les cas de blessure pendant les fouilles, la pose des canalisations, leur recouvrement et la construction des bornes fontaines, les risques de blessure avec les objets tranchants sur les sites de rejets des débris de chantier sont possibles à cette phase des travaux, les cas de vols de matériel et de matériaux de chantiers, les accidents de travail (chute d'objet, électrocution, etc.) et les accidents de circulation (camions alimentant les chantiers en matériels et matériaux) sont les impacts négatifs liés à la sécurité à signaler pendant ces phases des travaux. Ces impacts se limiteront à cette phase des travaux du projet d'HVA de la région de la Nawa et disparaîtront à la fin des travaux.

CHAPITRE II : PROJECTION DES CONDITIONS DE VIE DES POPULATIONS BENEFICIAIRES DURANT LA PHASE POST-PROJET

I. REVENUS ET CONDITION DE VIE

La consommation d'eau plus potable en provenance des bornes fontaines va surement amoindrir la survenue de maladies hydriques. La suppression de dépenses liées à ces maladies peut ainsi permettre aux villageois d'économiser de l'argent et d'accroître leurs investissements dans les activités économiques telles que l'agriculture et l'élevage. La présence d'eau potable en abondance dans ces villages peut également attirer des personnes qui viendraient investir et donner des emplois à la jeunesse. Ces emplois vont augmenter les revenus de ces personnes et améliorer leur niveau de vie.

II. SANTE ET SECURITE

En consommant de l'eau potable, l'ensemble des populations des 10 villages concernés par le projet se portera bien. La majeure partie des grossesses des femmes arriveront désormais à terme et les enfants ainsi que les personnes âgées seront moins vulnérables aux maladies liées à l'eau de mauvaise qualité.

III. GENRE ET PETITE ENFANCE

L'utilisation des bornes fontaines va alléger la tâche des femmes et des enfants (petites filles). Les femmes pourront désormais se consacrer entièrement au bien être de leur différente famille et s'adonner à d'autres activités économiques. En ce qui concerne les enfants (petites filles), elles pourront grâce à cette facilité d'avoir de l'eau de bonne qualité poursuivre leur étude dans de bonnes conditions. En effet, ces femmes et ces enfants ne seront plus obligé de faire plusieurs kilomètres pour avoir de l'eau.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La longue crise militaro –politique qu'a connu la Côte d'Ivoire durant plus d'une décennie a eu de nombreux impacts négatifs sur les populations ; notamment les populations rurales. Ces impacts se traduisent d'une part par des déficits en infrastructures de base dans le secteur de l'eau potable. Pour pallier ce déficit en milieu rural, l'Etat ivoirien et ses partenaires au développement ont initié plusieurs projets dont la réalisation de dix (10) systèmes d'alimentation en eau potable simplifié dans la région de la Nawa qui est à sa phase d'exécution. Ce projet à terme, couvrira les besoins en eau potable actuels et futurs d'une population estimée à environ 41 916 habitants à l'horizon 2027.

Dans le souci d'exécuter les travaux conformément aux règles de l'art, de fonctionnalité des installations et de la maîtrise du budget, la structure en charge des travaux a engagé des études préparatoires. Les résultats de cette étude prévisionnelle portent sur trois volets.

Sur le volet quantitatif, nous notons la mobilisation d'environ 2500 m³ de sable, 350 m³ de gravier et 13.4 tonnes d'acier Haute Adhérence pour la mise en œuvre des ouvrages.

Au niveau technique, nous retenons :

- L'établissement des plans d'exécution ;
- L'évaluation des quantités de béton pour la protection des canalisations ;
- Le dimensionnement des groupes électropompes ;
- La définition et la quantification des pièces hydrauliques nécessaires au bon fonctionnement des dix (10) systèmes ;
- La vérification de la résistance des conduites aux phénomènes transitoires.

Les études ont mis aussi en exergue la non nécessité de pose des conduites PVC PN 16, traduisant ainsi un gain financier sur le projet.

Enfin elles ont permis d'évaluer le coût financier des travaux qui est estimé à environ 269 344 313 F CFA.

Pour le bon déroulement du projet dans tous ses aspects, nous proposons les actions suivantes :

- La nécessaire implication des femmes dans tout le processus de réalisation des infrastructures comme : la décision de création des points d'eau, la mise en place des comités de gestion ;
- Impliquer les femmes, en tant que principales usagères, à tous les niveaux de la gestion : comme usagères, comme déléguée des usagers et usagères d'un point d'eau, et comme gestionnaire au sein de l'association des usagers ;

- Au niveau technique, vulgariser le B.I au dépens des B.F qui a un coût d'investissement trois fois moins élevé que celui de la B.F et qui assure la potabilité de l'eau jusqu'au point de consommation;
- Un suivi un peu plus poussé des systèmes des villages de Tagbayo et d'Obrouayo à cause des faibles vitesses dans les conduites de refoulement qui entraineront des dépôts de sédiments après la mise en service ;
- Déconcentrer la structure chargée de tous les investissements des projets de desserte en eau des populations en Côte d'Ivoire pour un meilleur suivi des ouvrages dans l'après projet et plus loin dans le suivi de la ressource en eau pour minimiser le taux d'échec pendant la réalisation des ouvrages de captage ;
- faire un test de percolation préalable avant toute proposition des dimensions des puits d'infiltration.

Au regard de ce qui précède, retenons que la participation se présente comme la pierre angulaire du succès des projets d'approvisionnement en eau potable en milieu rural.

BIBLIOGRAPHIE

- BURGEAP (2000) Adduction d'eau potable en milieu rural, Guide des Projets (*Mauritanie*)
- DINEPA (2012) Conception des kiosques et bornes fontaines, directives techniques (1.2.3. DIT 1)
- DINEPA (2013) Protection des conduites d'eau potable, directives techniques (4.2.1. DIT 1)
- DNH (2004) Guide méthodologique des projets d'alimentation en eau potable en milieu rural, semi – urbain et urbain pour les collectivités territoriales (*Mali*), 185p.
- Fascicule 65 du C.G.T.C (2008) Exécution des ouvrages de génie civil en en béton armé ou précontraint, 276p.
- Hubert M. G. et Alain P. (1993), éléments sur les développements techniques de la fabrication mécanisée des puits le cas de la méthode hydrafrisque au Mali, Bulletin du CIEH n°93, 9 – 19.
- Houeha Y. C (2007) l'amélioration des conditions d'accès à une eau potable pour l'eau de boisson dans les milieux ruraux urbain du Benin : étude des pratiques locales, Mémoire de maitrise, Université du Québec à Montréal
- Kam O. (2008) Problématique de la gestion des infrastructures d'hydrauliques dans les projets d'approvisionnement du milieu rural en eau potable, Doctorat en Sociologie, Université de Cocody– Abidjan
- Komenan Y. W. (1995) Etude de la gestion des systèmes communautaires de distribution d'eau : préparation d'une étude de cas Côte d'Ivoire – Bénin, Mémoire de fin d'étude, ENSTP (Côte d'Ivoire)
- Lencastre A. (1961) Manuel d'hydraulique générale
- Mahamat A. A. (2012) élaboration d'un modèle d'étude technique de système simplifié d'AEP pour l'équipement des centres ruraux de la région du Mandoul (Tchad), exemple d'application pour le centre de BARA II, Mémoire de fin de cycle de Master 2, 2iE (Burkina Faso).
- Mar A. L (2003) Ecoulement en charge (T1), cours d'hydraulique, Groupe des écoles EIER – ETSSHER (Burkina Faso).
- Maurice M. (1983), Les bornes fontaines en Afrique, 3ème congrès UADE de Libreville (*Gabon*), 92p.
- N'da R. E. (2014), Contribution à l'amélioration des performances du parc de compteurs d'eau de la zone R7 de Ouagadougou, Mémoire de fin de cycle de Master 2, 2iE (Burkina Faso).

SOGREAH (1978), les pompes et les petites stations de pompage, 2^{ème} éd, collection « Techniques rurales en Afrique ».

Toyin G. D. (2013), Organisation et exécution d'un chantier d'AEP : cas de la zone franche industrielle de SEME KPODJI, Mémoire de fin de cycle Master 2, 2iE (Burkina Faso).

Zoungana D. (2003) Cours d'approvisionnement en eau potable, 2iE Ouagadougou (Burkina Faso)

ANNEXES

SOMMAIRE DES ANNEXES

- Annexe I : note de calcul des sections d'acier des plans d'exécution des ouvrages de desserte
- Annexe II : plan d'exécution des réseaux d'eau potable et schémas des nœuds
- Annexe III : métré des réseaux et estimation des matériaux de construction
- Annexe IV : principe de détermination des points de fonctionnement des groupes électropompes et budget prévisionnel

**ANNEXE I : NOTE DE CALCUL DES SECTIONS D'ACIER DES PLANS
D'EXECUTION DES OUVRAGES DE DESSERTE**

Hypothèses de calcul des sections d'aciers

- Les matériaux

Les matériaux pris en compte (selon le BAEL 91 révisé 99) pour la structure en béton armé sont les suivant :

Béton B25

$$f_{c28} = 20 \text{ MPa}$$

$$E_{\text{instantané à 28 jours}} = 11000 * f_{c28}^{\frac{1}{3}}$$

$$\gamma_b = 1.5$$

Armatures HA FeE500 (Fiche technique du fournisseur)

$$f_e = 500 \text{ MPa}$$

$$E = 200\,000 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1.15$$

Hypothèses de calcul des sections d'acier des poteaux

La section d'aciers longitudinaux : $A_{s_{\text{min}}} = \max \left\{ \frac{4U}{100}, \frac{0.2 * B}{100} \right\}$ avec U ; le périmètre du poteau et B ; la section du poteau ;

Le diamètre des armatures transversales : $\phi_t \geq \frac{\phi_l}{3}$ Avec ϕ_l , le diamètre des aciers longitudinaux.

L'espacement en zone courante : $S_t \leq \min(40 \text{ cm}; (a + 10); 15 * \phi_l)$ avec a le petit coté du poteau.

La longueur de recouvrement : $l_r = 0.6l_s$; avec l_s , la longueur de scellement qui est déterminée par le rapport $\frac{l_s}{\phi_l} = 44$ avec $\gamma = 1.5$.

L'espacement en zone de recouvrement : $S_t' = \frac{l_r - 2 * e}{3}$; e= 2 cm, l'enrobage.

Détermination des sections d'acier de la fondation

- Actions et sollicitations

Les charges qui s'exercent sur la fondation sont :

- Poids du poteau intermédiaire : $25 \times 0.15 \times 0.15 \times 2.05 = 1.15 \text{ kN}$;
- Poids du poteau de 25×25 : $25 \times 0.25 \times 0.25 \times 2.28 = 3.56 \text{ kN}$;

- Poids du chaînage haut : $25 \times 0.15 \times 0.15 \times 1.93 = 1.09 \text{ kN}$;
- Poids du chaînage bas : $25 \times 0.15 \times 0.2 \times 1.93 = 1.45 \text{ kN}$;
- Poids du mur en agglos creux : $9 \times 1.25 \times 1.93 \times 0.2 = 4.34 \text{ kN}$;
- Enduit mural : $(18 \times 0.015 \times 1.5 \times 1.93) \times 2 = 1.56 \text{ kN}$
- Poids de la semelle : $25 \times 0.4 \times 0.15 \times 4.30 = 6.45 \text{ kN}$

La combinaison des sollicitations à l'ELS est : $N = G + Q$ soit $N = 19.6 \text{ kN}$. Avec G , l'ensemble des charges permanentes et Q représentant les charges variables ($Q = 0 \text{ kN}$).

- Contraintes de calcul admises par le sol et vérification de la portance du sol

La réaction du sol sous une structure peut être caractérisée par une valeur ultime q_u . La valeur ultime est calculée à partir des résultats des essais géotechniques du sol de fondation. En absence d'essais géotechniques, nous nous référons aux valeurs indicatives du BAEL 91 additif 99 pour les valeurs de contrainte du sol ($q_u = 0.15 \text{ Mpa}$).

Selon le D.T.U 13.12, la contrainte de calcul du sol pour une semelle est $\sigma_{\text{sol}} = \frac{q_u}{2}$ soit 0.075 Mpa .

S'agissant de la vérification de la portance du sol, elle est évaluée pour une longueur de semelle de 1 m .

$$\frac{N}{S} = \frac{19.6 \times 10^{-3}}{0.4 \times 1} ; \text{ avec } S, \text{ la section de semelle.}$$

$$\frac{N}{S} = 0.049 \text{ Mpa} ; \text{ ce qui est inférieur à la contrainte de calcul.}$$

La condition étant vérifiée, nous pouvons calculer les sections d'acier.

- Les sections d'acier

$$\text{Nappe inférieure // B : } A_{st}(x) = \frac{N_u \times (B-b)}{8 \times d \times f_{su}} ; \text{ avec :}$$

$A_{st} (\text{cm}^2)$: la section d'acier ;

N_u : sollicitation à l'ELU ; $N_u 1.35 \times 1936 = 26.46 \text{ kN}$.

$d (\text{m})$: la hauteur utile, $d = h - 5$;

$f_{su} = F_e / \gamma_s$.

$$A_{st}(x) = \frac{26.46 \times 10^{-3} \times (0.4 - 0.25)}{8 \times 0.1 \times \left(\frac{500}{1.15}\right)} ;$$

$$A_{st}(x) = 0.11 \text{ cm}^2.$$

**ANNEXE II : PLAN D'EXECUTION DES RESEAUX D'EAU POTABLE ET
SCHEMAS DES NŒUDS**

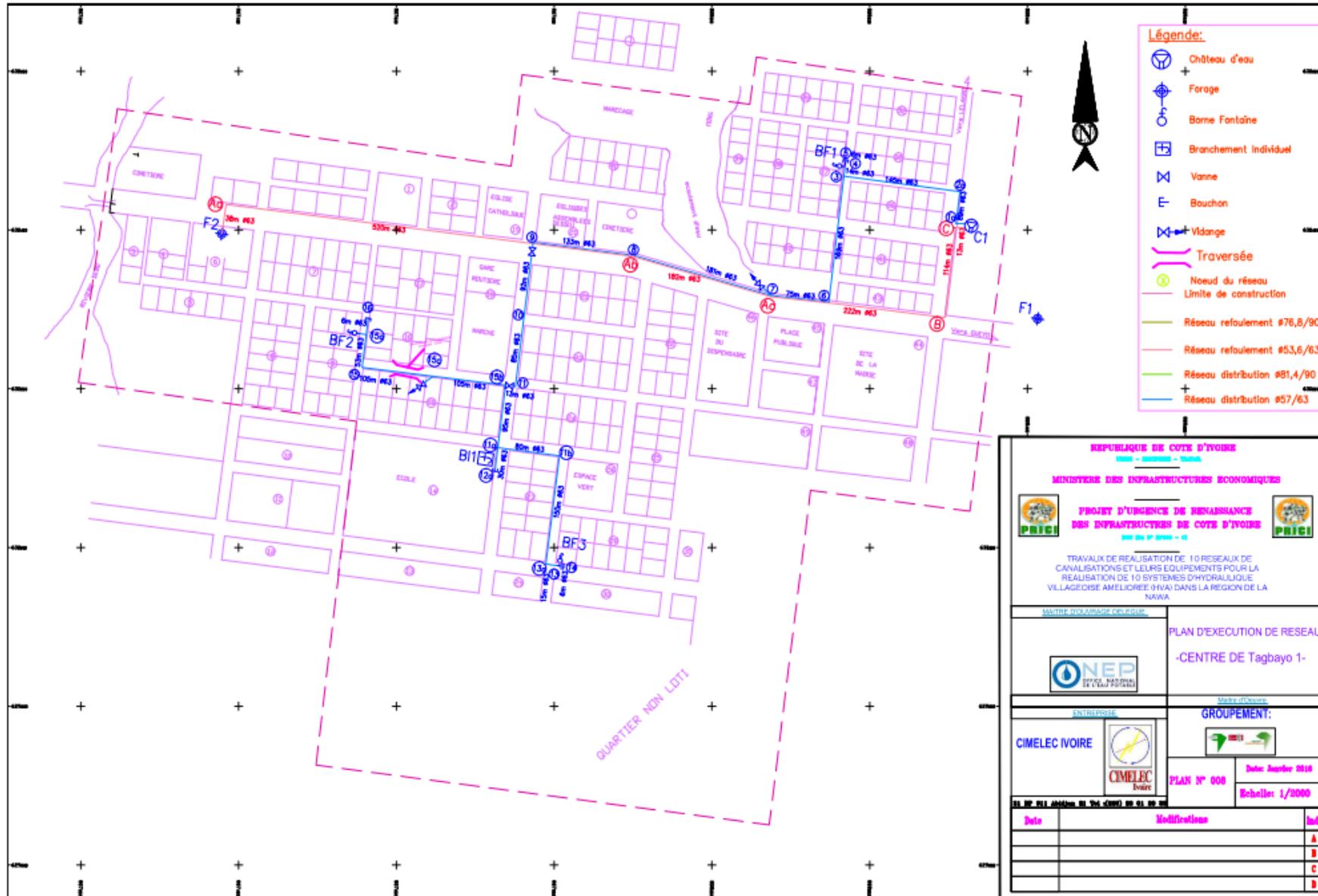


Figure 7 : Plan de réseau du centre de Tagbayo

Noeud	Désignation	u	Qté	Croquis
Aa,B,C	-Coude 90° FF PVC à coller ø63 PN16	u	3	
Ab,Ac	-Coude 45° FF PVC à coller ø63 PN16	u	2	
1a-2a 6-15 11b-13a	-Coude 90° FF PVC à coller ø63 PN10	u	6	
4-13 15a	Borne Fontaine -collier de prise en charge 110/32 -robinet de prise en charge 32/40	u u	3 3	
8	-Coude 45° FF PVC à coller ø63 PN16	u	1	
9-11	-brides rapides pour PVC ø63 -Coude 90° à coller F ø63 -vannes à brides DN 60 -joints plat en caoutchouc DN 60 -boulons Azn M16X70 Bac complète : -tête de bac hexagonal -Tube allonge F DE 90	u u u u u u u u	4 2 2 4 16 2 2	
7-15c	Vidange en cours de réseau -Té égal FFF PVC à coller ø63 PN10 -brides rapides pour PVC DN60 -Coude 90° à coller F ø63 -Coude 45° à coller F ø63 -vannes à brides DN 60 -joints plat en caoutchouc DN60 -boulons Azn M16X70 Bac complète : -tête de bac hexagonal -Tube allonge F DE90	u u u u u u u u u	2 4 4 4 2 2 4 16 2 2	
3-11a 15b	-Té égal PVC FFF à coller ø63 PN10	u	3	
9-11 12-13 14-21	-Coude 90° FF PVC à coller ø90 PN16	u	6	
BI1	Branchement individuel -collier de prise en charge 63/32 -robinet de prise en charge 32/40	u u	1 1	
5-14-16	-Bouchons PVC ø63 à coller	u	3	
Vidange refoulement (2)	Vidange en cours de réseau -Té égal FFF PVC à coller ø63 PN10 -brides rapides pour PVC F DN60 -Coude 90° à coller F ø63 -vannes à brides DN 60 -joints plat en caoutchouc DN 60 -boulons Azn M16X70 Bac complète : -tête de bac hexagonal -Tube allonge F DE90	u u u u u u u u	2 4 4 2 4 16 2 2	

Figure 8 : Schéma des nœuds du réseau de Tagbayo

**ANNEXE III : METRE DES RESEAUX ET ESTIMATION DES MATERIAUX DE
CONSTRUCTION**

Tableau XVII : récapitulatif réseaux et bornes fontaines

Rep.	Désignation	Unité	TOTAL PAR VILLAGE											TOTAL
			GBIBLY	KOREAHINO	PETIGOA	ZAKOUEOUA	GBLETIA	GNITI TOUAGUI	TOUAGUI	OBROUAYO	TAGBAYO	DABOUYO		
I	Refoulement													
I.1	<i>Tuyau PVC Pression PN 16</i>													
1.1	- F 63	ml			490			435			1145	1090		3 160
1.2	- F 90	ml	830	1305		800			710	1070				4 715
1.3	- F 110	ml												-
1.4	- F 125	ml											2190	2 190
I.2.	<i>Raccords PVC pression PN 16</i>													-
2.1	Coude 90° F 63 PVC	u			3			3			2	3		11
2.2	Coude 45° F 63 PVC	u									1	2		3
2.3	Coude 90° F 90 PVC	u	4	4		4			5	4				21
2.4	Coude 45° F 90 PVC	u	3	4						1				8
2.5	Coude 90° F 125 PVC	u											5	5
2.6	Coude 45° F125 PVC	u											2	2
II	Distribution													-
II.1.	<i>Tuyau PVC Pression PN 10</i>													-
1.1	- F 63	ml	1580	1670	1650	2278	1510	1475	1910	1705	1500	3035		18 313
1.2	- F 90	ml	190	730	195	590	645	390	150			395		3 285
1.3	- F 110	ml		310					615			380		1 305

Etude d'exécution des travaux de réalisation de dix systèmes d'hydraulique villageoise améliorée dans la Nawa

1.5	- F 125	ml										570	570
II.2.	Raccords PVC pression PN 10												-
2.1	Coude 90° F63 PVC	u	5	2	6	3	1	2	6	4	8	6	43
2.2	Coude 90° F 90 PVC	u	1		2	1	2	2				1	9
2.3	Coude 90° F 110 PVC	u		2					2				4
2.4	Coude 90° F 125 PVC	u										2	2
2.5	Coude 45° F63 PVC	u	2	1	1	2	2	4		1	2	1	16
2.6	Coude 45° F 90 PVC	u		2				1					3
2.7	Coude 45° F 110 PVC	u		1					2				3
2.8	Té égal F 63 PVC	u	3	3	3	2	3	2	1	1	3	3	24
2.9	Té égal F 90 PVC	u										1	1
2.10	Té réduit PVC 125/110											1	1
2.11	Té réduit PVC 110/90								1			1	2
2.12	Té réduit PVC 90/63	u	2	2	2	3	3	2	1			2	17
2.13	Té réduit PVC 110/63	u										1	1
2.14	Té réduit PVC 125/63	u										1	1
2.15	Réduction PVC 110/90 PVC	u		1									1
2.16	Réduction PVC 90/63 PVC	u	1	1	1		1	1				2	7
2.17	Réduction PVC 110/63 PVC	u							1			1	2
2.18	Réduction PVC 125/63 PVC	u										1	1
2.19	Bouchons F 63 PVC	u	5	6	5	5	6	3	3	2	3	9	47
II.3	Vannes de sectionnement BB PN 10												-
3.1	Vanne DN 80 BB	u		1						0	0	1	2
3.2	Vanne DN 60 BB	u	1		1	2	1	2	1	0	2	2	12
3.3	Joints Plats Pour DN 100	u	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Etude d'exécution des travaux de réalisation de dix systèmes d'hydraulique villageoise améliorée dans la Nawa

3.4	Joints Plats Pour DN 80	u		0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4
3.5	Joints Plats Pour DN 60	u		2	0	2	4	2	4	2	0	4	4	24
3.6	Boulons Azn M16 x 70	u		8	16	8	16	8	16	8	0	16	32	128
3.7	Brides Rapides DN 63	u		2	0	2	4	2	4	2	0	4	4	24
3.8	Brides Rapides DN 90	u		0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4
3.9	Tête de bouche à clé	u		1	1	1	2	1	2	1	0	2	3	14
3.10	Tube allonge PVC diam. ext. 90	u		1	1	1	2	1	2	1	0	2	3	14
III-4	Bornes Fontaines			7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.1	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 63/32 F	u		7	6	4	6	5	4	5	3	3	10	53
4.2	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 90/32 F	u							1					1
4.3	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 110/32 F	u			1					1				2
4.4	Robinet de prise en charge DN 32/40 MF avec raccord à visser	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.5	Tête de bouche à clé	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.6	Tube allonge PVC diam. ext. 90	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.7	Tabernacle DN 32/40	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.8	Tuyau diam. 33,6/40 PVC PN 10	ml	5	35	35	20	30	25	25	30	15	15	50	280
4.9	Réduction double MF PVC pression diamètre 40/25 PN 10	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.10	Tuyau diam. 21/25 PVC PN 10	ml	10	70	70	40	60	50	50	60	30	30	100	560
4.11	Embout fileté PVC pression Diam 25 F à coller / Visser DN 20 (3/4")	u	6	42	42	24	36	30	30	36	18	18	60	336
4.12	Vanne à boisseau sphérique 1/4 tr DN 20 FF avec poignée	u	3	21	21	12	18	15	15	18	9	9	30	168
4.13	Compteur d'eau à cadran noyé MM Filetage 20/27 Calibre 15, DN 20	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.14	Té égal FFF PVC pression à coller Ø25	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.15	Manchon PVC pression mixte taraudé F à coller DN 25 et F à Visser DN 20	u	2	14	14	8	12	10	10	12	6	6	20	112
4.16	Coude 90° FF PVC pression à coller Diam 25	u	8	56	56	32	48	40	40	48	24	24	80	448

4.17	CONSOLE RAIL MPC 38/40 - 720 MM ép. 2mm	u	2	14	14	8	12	10	10	12	6	6	20	112
4.18	C. A VIS DUO DAMMGULAST M8- M10 - 3/4" (25-30)	u	4	28	28	16	24	20	20	24	12	12	40	224
4.19	DOUBLE ECROU RAIL ZINGUE 38/40 - 40/60 M8 - 100	u	4	28	28	16	24	20	20	24	12	12	40	224
4.20	CAPUCHON SECURIT POUR RAIL D'INSTALLATION 38/40	u	2	14	14	8	12	10	10	12	6	6	20	112
4.21	Vis tête Hexagonale Zinguée M8 - 55	u	4	28	28	16	24	20	20	24	12	12	40	224
4.22	Cheville mécanique Femelle M8 Zinguée	u	4	28	28	16	24	20	20	24	12	12	40	224
4.23	Rondelle Zinguée M8 -18	u	4	28	28	16	24	20	20	24	12	12	40	224
4.24	Collier de fixation PP à pince ouverte + vis + cheville	u	10	70	70	40	60	50	50	60	30	30	100	560
4.25	Siphon de sol diam. 100 sortie verticale platine 110/110	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.26	Coude évacuation diam. 110 87°30	u	1	7	7	4	6	5	5	6	3	3	10	56
4.27	Tuyau diam. 125 PVC évacuation	ml	3,2	22,4	22,4	12,8	19,2	16	16	19,2	9,6	9,6	32	179
III-5	Branchements individuel			1	2	15								
5.1	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 63/32 F	u		1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	14
5.2	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 90/32 F	u			1									1
5.3	Robinet de prise en charge DN 32/40 MF avec raccord à visser	u	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	15
IV.	Vidanges sur distribution													-
IV.1	Vidange sur tuyau diam. 63-BOUT DE RESEAU			1			2	9						
1.1	Vanne DN 60 BB	u	1	1	1	1	1	1	1	1			2	9
1.2	Joints Plats Pour DN 60	u	2	2	2	2	2	2	2	2			4	18
1.3	Boulons Azn M16 x 70	u	8	8	8	8	8	8	8	8			16	72
1.4	Brides Rapides DN 63	u	2	2	2	2	2	2	2	2			4	18
1.5	Coude 90° F 63 PVC à coller	u	2	2	2	2	2	2	2	2			4	18
1.6	Tuyau PVC Pression PN 10 F 63	ml	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			3	14
1.7	Tête de bouche à clé	u	1	1	1	1	1	1	1	1			2	9
1.8	Tube allonge PVC diam. ext. 90	u	1	1	1	1	1	1	1	1			2	9

IV.2	Vidange sur tuyau diam. 63- EN COURS DE RESEAU												-	
2.1	Vanne DN 60 BB	u	1									2	2	
2.2	Joints Plats Pour DN 60	u	2									4	4	
2.3	Boulons Azn M16 x 70	u	8									16	16	
2.4	Brides Rapides DN 63	u	2									4	4	
2.5	Coude 90° F 63 PVC à coller	u	2									4	4	
2.6	Coude 45° F 63 PVC à coller	u	1									2	2	
2.7	Té égal F 63 PVC à coller	u	1									2	2	
2.8	<i>Tuyau PVC Pression PN 10 F 63</i>	u	1,5									3	3	
2.9	Tête de bouche à clé	u	1									2	2	
2.10	Tube allonge PVC diam. ext. 90	u	1									2	2	
2.11	Tête de bouche à clé	u	1										-	
2.12	Tube allonge PVC diam. ext. 90	u	1										-	
V.	Vidanges sur refoulement - en cours de réseau				1			1		1	1	1	1	6
	PN 16													-
	Vanne DN 60 BB	u	1		1			1		1	1	1	1	6
	Joints Plats Pour DN 60	u	2		2			2		2	2	2	2	12
	Boulons Azn M16 x 70	u	8		8			8		8	8	8	8	48
	Brides Rapides DN 63	u	2		2			2		2	2	2	2	12
	Coude 90° F 63 PVC à coller	u	2		2			2		2	2	2	2	12
	Té réduit 90/63 PVC	u	1		1					1				2
	Té réduit F 125/63 PVC à coller	u	1										1	1
	Té égal F 63 PVC à coller	u	1					1			1	1		3
	<i>Tuyau PVC Pression PN 10 F 63</i>	u	1,5		1,5			1,5		1,5	1,5	1,5	1,5	9
	Tête de bouche à clé	u	1		1			1		1	1	1	1	6

	Tube allonge PVC diam. ext. 90	u	1		1			1		1	1	1	1	6
VII.	Traversée de PISTES-ROUTES-MARIGOTS-COURS D'EAU													-
VII.1	Fourreau Ø100 en PVC renforcé pour F 63		4	1	1	1	1			1	2	1		12
	Tuyau Ø100 en PVC renforcé	ml	60	15	15	15	15			15	30	15		180
VII.2	Fourreau Ø100 en PVC renforcé pour F 90		2	3		1		1	2					9
	Tuyau Ø160 en PVC renforcé	ml	30	45		30		15	30					150
VII.4	Tuyau PEHD pression PN16													-
4.1	- F 63	ml					80							80
4.2	- F 90	ml	500			30								530
VII.5	Tuyau PEHD pression PN10													-
5.1	- F 63	ml	350		30	42	200	30	125		100			877
5.2	- F 90	ml	150				80							230
VII.6	Pièces spécialisées pour traversée													-
	PN16													-
6.1	Adaptateurs brides bloquées DN 60 pour PEHD DE63	u					2							2
6.2	Adaptateurs brides bloquées DN 80 pour PEHD DE 90	u	4			2								6
6.3	Collet brides en PVC F à coller pour PVC Diam 63	u	-	-	-		2							2
6.4	Collet brides en PVC F à coller pour PVC Diam 90	u	4	-	-	2	-							6
6.5	Joints plats pour brides DN 60	u	-	-	-		2							2
6.6	Joints plats pour brides DN 80	u	4	-	-	2	-							6
6.7	Boulons AZN M16 x 70 pour brides DN60	u	-	-	-		8							8
6.8	Boulons AZN M16 x 70 pour brides DN80	u	32	-	-	16	-							48
	PN10													-
6.9	Adaptateurs brides bloquées DN 60 pour PEHD DE63	u	2		2	2	2	2	4		2			16
6.10	Adaptateurs brides bloquées DN 80 pour PEHD DE 90	u	2				2							4

Etude d'exécution des travaux de réalisation de dix systèmes d'hydraulique villageoise améliorée dans la Nawa

6.11	Collet brides en PVC F à coller pour PVC Diam 63	u		2	-	2	2	2	2	4		2		16
6.12	Collet brides en PVC F à coller pour PVC Diam 90	u		2	-	-		2	-	-		-		4
6.13	Joints plats pour brides DN 60	u		2	-	2	2	2	2	4		2		16
6.14	Joints plats pour brides DN 80	u		2	-	-		2	-	-		-		4
6.15	Boulons AZN M16 x 70 pour brides DN60	u		8	-	8	8	8	8	16		8		64
6.16	Boulons AZN M16 x 70 pour brides DN80	u		16	-	-		16	-	-		-		32
VIII.	Ventouse													-
7.1	Ventouse	u			1			1		1	1	1	1	6

Tableau XVIII : Evaluation des matériaux de construction par ouvrage type.

Rep.	CLÔTURE ET BORNE FONTAINE	Unité	Quantité	Matériaux			
				Ciment Kg	Fer Kg	Gravier m ³	Sable m ³
I.	Fondation						
	Semelle filante						
	Béton de propreté 150 kg	m ³	0,32	47,51		0,25	0,13
	Epingle HA 6	ml	30,40		6,75		
	Filant HA 10	ml	47,52		29,32		
	Béton dosé à 350 kg semelle	m ³	1,03	361,20		0,83	0,41
	Soubassement agglo 15 plein						
	Agglos 15 plein (2 rangées)	m ²	5,16	234,63			1,39
	Chainage bas						
	Béton dosé à 350 kg	m ³	0,39	135,45		0,31	0,15
Cadre HA 6	ml	36,72		8,15			
Filant HA 8	ml	71,36		28,19			
II.	Elévation						
	Mur en élévation						
	Agglos 15 creux	m ²	20,39	681,55			4,67
	Enduit intérieur et extérieur	m ²	57,79	404,54			1,73
	Chainage haut						
	Cadre HA 6	ml	33,48		7,43		
	Filant HA 8	ml	56,16		22,18		
	Béton dosé à 350 kg	m ³	0,31	107,89		0,25	0,12
III.	Poteaux						
	Poteau intermédiaire 15x15						
	Cadre HA 6	ml	38,88		8,63		
	Attente HA 10	ml	27,60		17,03		
	rallonge HA 10	ml	38,40		23,69		

	Béton dosé 350 kg	m ³	0,22	77,96		0,18	0,09
	Poteau d'entrée 25x25						
	Cadre de 20 cm HA 6	ml	48,88		10,85		
	Attente HA 12	ml	20,80		18,47		
	Rallonge HA 12	ml	25,60		22,73		
	Coffrage ordinaire 20 mm	m ²	7,80				
	Béton dosé à 350 kg	m ³	0,58	202,42		0,46	0,23
IV.	Dalle anti bourbier						
	Béton dosé à 350 kg	m ³	1,81	634,67		1,45	0,73
	Enduit lissé	m ²		0,00			0,00
V.	Superstructure béton borne fontaine						
	Béton de propreté 150 kg	m ³	0,03	4,80		0,03	0,01
	Epingle semelle BF HA 12	ml	8,00		7,10		
	Attente HA 12	ml	12,00		10,66		
	Béton semelle BF dosé 350 kg	m ³	0,10	34,30		0,09	0,05
	Cadre HA 6	ml	23,40		5,19		
	Béton dosé à 350 kg pour borne fontaine	m ³	0,27	94,11		0,22	0,11
	Coffrage soigné 25 mm	m ²	3,60				
VI.	Regard pour compteur						
	Béton propreté 150 kg	m ³	0,01	1,88		0,01	0,01
	Béton dosé à 350 kg	m ³	0,08	28,00		0,06	0,03
VII.	Puits perdu						
	Béton propreté 150 kg	m ³	0,04	6,00		0,03	0,02
	Agglos 15 plein	m ²	6,00	200,60			1,38
	Cadre ouvert HA 8 (esp : 15cm)	ml	9,60		3,79		
	Coffrage ordinaire 20 mm	m ²	0,38				
	Béton dosé à 350 kg couvercle	m ³	0,12	40,32		0,09	0,05
	TOTAL			3297,83	230,18	4,25	11,30

**ANNEXE IV : PRINCIPE DE DETERMINATION DES POINTS DE
FONCTIONNEMENT DES GROUPES ELECTROPOMPES ET BUDGET
PREVISIONNEL**

Tableau XIX : Calcul détaillé du budget prévisionnel

N°	Désignation	Unités	Quantité	Prix unitaire	Prix total (F CFA)
100	Matériaux et matériels de construction				
101	Sable	m ³	2 454	6 250	15 337 500
102	Ciment	T	196	65 315	12 782 146
103	Gravier	m ³	275	22 333	6 141 666
104	Acier HA 6	Kg	2 715	350	950 250
105	Acier HA 8	Kg	3 128	350	1 094 800
106	Acier HA 10	Kg	4 045	350	1 415 750
107	Acier HA 12	Kg	3 405	350	1 191 750
108	Portail de dimensions 100/140	u	110	29 166	3 208 260
109	Portillon pour niche au forage	u	20	12 583	251 660
110	Couvercle pour regard de compteur	u	55	17 820	980 100
	Total 100				43 353 881
200	Fouille, canalisation et raccords PVC pression				
201	Fouille de largeur 0,50 m hauteur 1,10 m et pose de canalisation	ml	36 380	500	18 190 000
202	Fourniture de grillage avertisseur	ml	36 360	52	1 886 211
203	Fourniture canalisations Ø 113/125 PN 10 bars.	ml	570	4 695	2 676 150
204	Fourniture de canalisations Ø 110,2/125 PN 16 bars.	ml	2 190	4 060	8 891 400
205	Fourniture de canalisations Ø 99,4/110 PN 10 bars.	ml	1 305	2 965	3 869 325
206	Fourniture de canalisations Ø 81,4/90 PN 10 bars.	ml	3 285	2 455	8 064 675
207	Fourniture de canalisations Ø 76,8/90 PN 16 bars.	ml	4 715	3 609	17 016 435
208	Fourniture de canalisations Ø 57,6/63 PN 10 bars.	ml	18 313	987	18 074 931
209	Fourniture de canalisations Ø 53,6/63 PN 16 bars.	ml	3 160	1 805	5 703 800
210	Fourniture de canalisations Ø 33,6/40	ml	825	645	532 125
211	Fourniture de canalisations Ø 21/25	ml	300	260	78 000
212	Fourniture de canalisation PEHD Ø63 PN16	ml	4 535	80	362 800
213	Fourniture de canalisations PEHD Ø90 PN16	ml	9 195	530	4 873 350
214	Fourniture de canalisation PEHD Ø63 PN10	ml	3 115	877	2 731 855
215	Fourniture de canalisations PEHD Ø90 PN10	ml	6 290	230	1 446 700
216	Fourniture de fourreau Ø100 en PVC renforcé, pour protection de canalisations (traversée de chemins, routes et marigots)	ml	1 945	180	350 100
217	Fourniture de fourreau Ø160 en PVC renforcé, pour protection de canalisations (traversée de chemins, routes et marigots)	ml	3 375	150	506 250
218	Traversée de chaussée et trottoir bitumés par fonçage	ml	75	12 000	900 000
219	Coude 90° F63 PVC	u	88	2 771	243 817
220	Coude 90° F 90 PVC	u	30	8 456	253 682
221	Coude 90° F 110 PVC	u	4	10 428	41 710
222	Coude 90° F 125 PVC	u	7	15 438	108 068
223	Coude 45° F63 PVC	u	19	1 055	20 036
224	Coude 45° F 90 PVC	u	11	2 830	31 126
225	Coude 45° F 110 PVC	u	3	4 539	13 617
226	Coude 45° F 125 PVC	u	2	7 205	14 410

227	Té égal F 63 PVC	u	29	1 133	32 861
228	Té égal F 90 PVC	u	1	3 675	3 675
229	Té réduit PVC 125/110	u	1	23 500	23 500
230	Té réduit PVC 110/90	u	2	9 000	18 000
231	Té réduit PVC 90/63	u	19	5 400	102 600
232	Té réduit PVC 110/63	u	1	9 000	9 000
233	Té réduit PVC 125/63	u	1	23 500	23 500
234	Réduction PVC 110/90 PVC	u	1	3 308	3 308
235	Réduction PVC 90/63 PVC	u	7	2 489	17 423
236	Réduction PVC 110/63 PVC	u	2	3 308	6 616
237	Réduction PVC 125/63 PVC	u	1	7 664	7 664
238	Bouchons F 63 PVC	u	47	445	20 934
	Total 200				97 149 654
300	Pièces hydrauliques pour équipement				
301	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 63/32 F	u	66	2 351	155 196
302	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 90/32 F	u	2	3 373	6 747
303	Collier de prise en charge pour Tuyau PVC PN 10 110/32 F	u	2	3 779	7 559
304	Robinet de prise en charge DN 32/40 MF avec raccord à visser	u	70	12 445	871 150
305	Bouche à clé hexagonale trottoir	u	101	5 050	510 055
306	Tube allonge PVC diam. ext. 90 1 m en terre	u	101	3 930	396 930
307	Tabernacle DN 32/40	u	70	1 808	126 546
308	Réduction double MF PVC pression diamètre 40/25 PN 10	u	70	524	36 680
309	Embout fileté PVC pression Diam 25 F à coller / Visser DN 20 (3/4")	u	396	203	80 388
311	Vanne à boisseau sphérique 1/4 tr DN 20 FF avec poignée	u	165	2 129	351 244
313	Robinet d'arrosage avec tête cache-entrée, poli diamètre 20/25 PN 10	u	15	2 000	30 000
314	Compteur d'eau à cadran noyé MM Filetage sortie 1" Calibre DN 15	u	70	9 399	657 948
316	Té égal FFF PVC pression à coller Ø25	u	55	210	11 550
317	Manchon PVC pression mixte taraudé F à coller DN 25 et F à Visser DN 20	u	142	350	49 700
318	Coude 90° FF PVC pression à coller Diam 25	u	493	175	86 275
319	Coude 90° Fileté PVC pression Diam 25 F	u	15	200	3 000
320	CONSOLE RAIL MPC 38/40 - 720 MM ép 2mm	u	110	13 231	1 455 410
329	Siphon de sol diam. 100 sortie verticale platine 110/110	u	70	4 913	343 875
330	Coude évacuation diam. 110 87°30	u	70	9 825	687 750
331	Tuyau diam. 125 PVC évacuation	ml	191	1 084	207 044
332	Vanne volant fonte bride DN60 FSH PN10-16	u	29	42 772	1 240 374
333	Vanne volant fonte bride DN80 FSH PN10-16	u	2	53 055	106 110
334	Joint plat percée 5 mm caoutchouc DN60-65	u	58	642	37 230
335	Joint plat percée 5 mm caoutchouc DN80	u	4	740	2 961
336	Boulons 6,8 Azn M16 x 70/38	u	416	301	125 341
337	Adaptateur de bride fonte pour tube PVC DE 63 DN 60-65	u	58	7 067	409 912
338	Adaptateur de bride fonte pour tube PVC DE 90 DN 80	u	4	7 919	31 676
339	Adaptateurs brides autobloquant "Major stop" PVC & PE 63 percée DN 60/65 (joint de bride intégré)	u	36	8 554	307 955

340	Adaptateurs brides autobloquant "Major stop" PVC & PE 90 percée DN 80 (joint de bride intégré)	u	20	12 511	250 210
341	Ventouse triple fonction de type TWIN - AIR	u	5	175 632	878 159
342	Ventouse simple effet de type 102, PFA 16, DN 50 modèle G1	u	6	55 950	335 701
	Total 300				9 800 672
400	Equipement des forages				
401	Groupe électropompe de 1 à 3m ³ /h à 80m de hauteur manométrique totale	u	1	1 365 071	1 365 071
402	Groupe électropompe de 1 à 3m ³ /h à 100m de hauteur manométrique totale	u	2	1 392 594	2 785 188
403	Groupe électropompe de 3 à 5m ³ /h à 80m de hauteur manométrique totale	u	1	1 733 643	1 733 643
404	Groupe électropompe de 5 à 10m ³ /h à 100m de hauteur manométrique totale	u	5	2 770 778	13 853 889
405	Groupe électropompe de 5 à 10m ³ /h à 120m de hauteur manométrique totale	u	1	3 708 917	3 708 917
406	Fourniture et pose d'une colonne d'exhaure en matériau flexible DN 50	ml	445	34 211	15 224 029
407	Fourniture et pose d'une colonne d'exhaure en matériau flexible DN 76	ml	58		
408	Fourniture et pose de manifold diam 50 comprenant une ventouse 3 fonctions	ens	4	1 614 586	6 458 342
409	Fourniture et pose de manifold diam 80 comprenant une ventouse 3 fonctions	ens	1	3 067 648	3 067 648
410	Fourniture et pose de manifold diam 50 comprenant une ventouse simple	ens	5	2 327 154	11 635 769
412	Fourniture et pose d'une ligne d'air	ens	10	291 238	2 912 382
413	Fourniture et pose d'une sonde électrique	ens	10	550 000	5 500 000
414	Fourniture et pose d'un coffret de commande de type CS 103, CS 101 ou similaire y compris électrodes et câbles unifilaires de protection ainsi que les câbles d'alimentation et sous-fourreau du coffret à la tête de forage et d'une protection contre la foudre	u	10	1 627 788	16 277 880
415	Fourniture et pose d'une boîte de jonction	u	10	141 568	1 415 680
416	Fourniture et pose d'un coffret de démarrage avec système de régulation automatique	u	10	510 692	5 106 920
	Total 400				93 564 186
500	Prestation ou main d'œuvre				
501	Main d'œuvre Prestation pour B. F et clôtures	u	65	175 000	11 375 000
502	Main d'œuvre prestation pour B. I	u	15	25 000	375 000
503	Main d'œuvre prestation pour pose de pièces hydrauliques	u	90	10 000	900 000
	Total 500				12 650 000
	Charges imprévues 5%				12 825 920
	Total général				269 344 313

Principe de détermination des points de fonctionnement des réseaux

- Détermination des valeurs de débit et de HMT à partir de la courbe caractéristique de la pompe ;
- Pour chaque valeur de débit, calculer la perte de charge dans la canalisation avec la formule de Manning Strickler ;
- Tracer la courbe caractéristique de la pompe $Q = f(\text{HMT})$;
- Tracer la courbe des pertes de charges $Q = f(H)$;
- Déterminer les caractéristiques du point de fonctionnement qui est l'intersection des deux courbes.

Tableau XX : Table récapitulatif du point de fonctionnement du réseau de Dabouyo

Q (m3/h)	0	1	3	5	7	8,2	9,2	10	11
HMT	160	160	160	159	150	140	130	119	101
Conduite	104,01	104,1	104,88	106,42	108,75	110,51	112,19	113,68	115,71

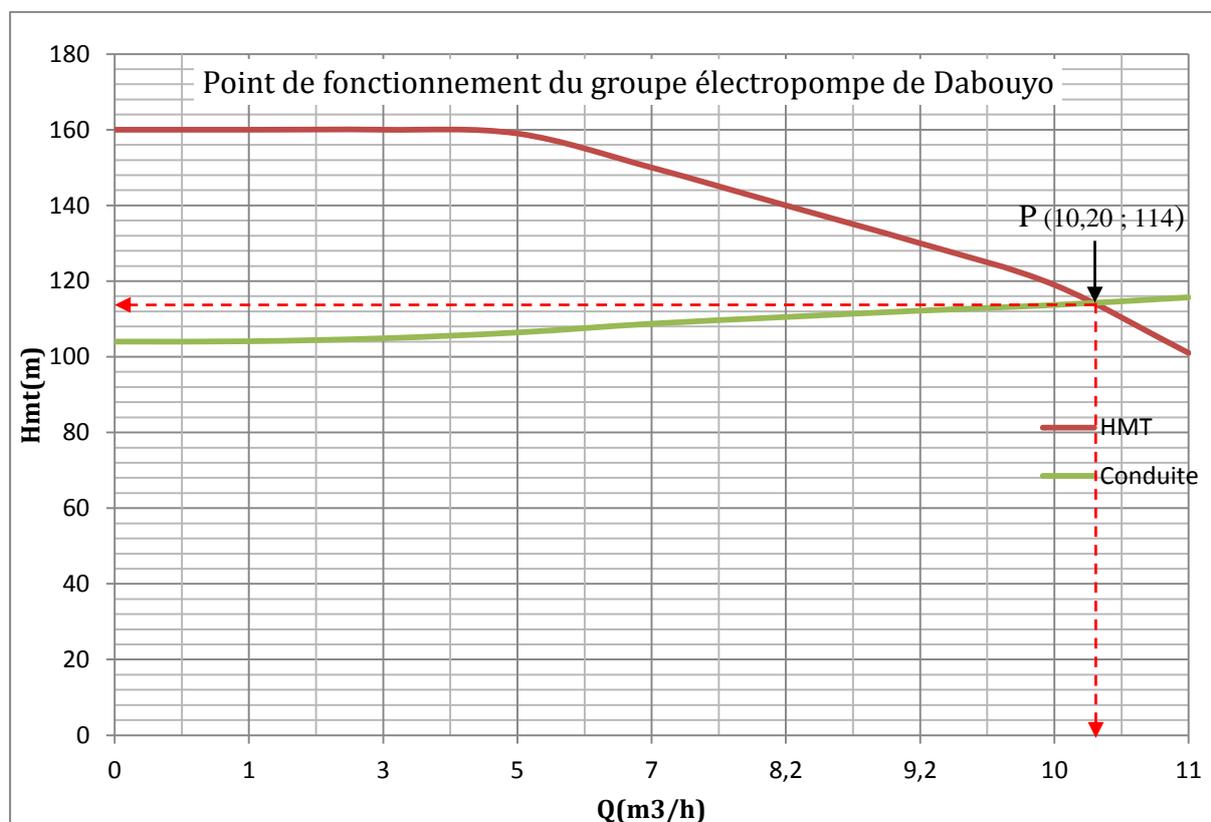


Figure 9 : Exemple de point de fonctionnement