

2017-03

# Projet d'adduction d'eau potable en milieu rural : cas du réseau Nyakabingo-Mitakataka II en commune Bubanza Province Bubanza

Ndereyimana, Jules Stève

UB,ITS

---

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2288>

*Téléchargé depuis le dépôt institutionnel officiel de l'Université du Burundi*

INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR

DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT ET URBANISME



**PROJET D'ADDUCTION D'EAU POTABLE  
EN MILIEU RURAL : CAS DU RESEAU  
NYAKABINGO- MITAKATAKA II EN  
COMMUNE BUBANZA PROVINCE  
BUBANZA**

Par:  
NDEREYIMANA Jules Steve  
et  
NJENEZA Consolée

**Sous la direction de :**

Ir. NDUWIMANA Donatien

Projet de fin d'études  
présenté et défendu  
publiquement en vue de  
l'obtention du grade  
d'Ingénieur Industriel  
en Aménagement et  
Urbanisme

**DEDICACES**

A Dieu Tout Puissant;  
A mes parents;  
A mes frères et sœurs;  
A mes oncles et tantes;  
A mes cousins et cousines;  
A mes neveux et nièces;  
A toutes mes connaissances;  
A mon collègue NJENEZA Consolée;

Je dédie ce travail

**NDEREYIMANA Jules Steve**

A Dieu Tout Puissant;  
A mes parents;  
A ma sœur;  
A toute ma famille et ceux qui me sont chers;  
A mon collègue NDEREYIMANA Jules Steve;

Je dédie ce travail

**NJENEZA Consolée**

**REMERCIEMENTS**

A la fin de ce travail, nous serions ingrats si à travers ces lignes nous ne remercions pas toute personne qui d'une manière ou d'une autre nous a été utile dans l'exécution des différentes tâches qui ont abouti à la présentation du présent document.

En premier, nous rendons grâce à Dieu pour sa bonté envers nous jusqu'à cet instant. Ensuite, nous remercions particulièrement l'Ir Donatien NDUWIMANA, directeur de ce mémoire pour sa disponibilité, ses conseils et pertinentes remarques qui nous ont été d'une grande utilité, malgré ses multiples occupations. Qu'il trouve ici notre profonde gratitude.

Nos remerciements vont également à l'endroit de nos parents. N'eut été leur volonté, nous ne serions pas formés et ne serions pas parvenu à cette étape. Qu'ils trouvent ce document comme le couronnement de leurs efforts.

Nous devons aussi une dette de reconnaissance généralement à tous les enseignants depuis l'Ecole primaire jusqu'à l'université, en particulier aux professeurs de l'Institut Technique Supérieur, département d'Aménagement et Urbanisme pour la formation scientifique qu'ils nous ont donné.

Enfin, à tous nos camarades de cours, à nos amis du campus avec qui, nous avons cueilli les roses et les épines, nous ne dirons jamais assez merci.

**LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>AEP</b>      | : Alimentation en Eau Potable                                 |
| <b>OMS</b>      | : Organisation Mondiale de la Santé                           |
| <b>C.M</b>      | : Centre Mitakataka   |
| <b>L.C.M</b>    | : Lycée Communal Mitakataka                                   |
| <b>ECOFO.M</b>  | : Ecole Fondamentale de Mitakataka                            |
| <b>ISP.M</b>    | : Institut Supérieur de Police de Mitakataka                  |
| <b>REGIDESO</b> | : Régie de l'Eau et d'Electricité                             |
| <b>PVC</b>      | : Polychlorure de Vinyle                                      |
| <b>PN</b>       | : Pression Nominale   |
| <b>R</b>        | : Réservoir   |
| <b>CV</b>       | : Chambre de Ventouse   |
| <b>CP</b>       | : Chambre de Purge  |
| <b>BF</b>       | : Borne Fontaine  |
| <b>FF</b>       | : Forfaitaire   |
| <b>PU</b>       | : Prix Unitaire   |
| <b>Q</b>        | : Quantité  |
| <b>U</b>        | : Unité   |
| <b>PT</b>       | : Prix Total  |
| <b>ST</b>       | : Sous Total  |
| <b>TG</b>       | : Total Général   |
| <b>TGHTVA</b>   | : Total Général Hors Taxe sur Valeur Ajoutée                  |
| <b>TVA</b>      | : Taxe sur Valeur Ajoutée                                     |
| <b>TEM</b>      | : Temps d'Exécution Moyen                                     |
| <b>AHR</b>      | : Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale                   |
| <b>DGAHR</b>    | : Direction Générale d'Agence Burundaise d'Hydraulique Rurale |

**LISTE DES TABLEAUX**

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tableau 1:  | Valeur indicatif de la qualité de l'eau.....  | 3  |
| Tableau 2 : | Collines de recensement, zones et communes de la province de bubanza.....                         | 5  |
| Tableau 3:  | Population à desservir en 2016.....   | 7  |
| Tableau 4:  | Résultats des recensements généraux de 1990 et 2008 de la commune<br>Bubanza.....                 | 8  |
| Tableau 5:  | Population projetée en 2036.....  | 8  |
| Tableau 6:  | Consommation spécifiques.....   | 9  |
| Tableau 7:  | Consommation journalière de la population (2016 et 2036).....                                     | 10 |
| Tableau 8:  | Besoins actuels et futurs.....  | 12 |
| Tableau 9:  | Récapitulatif des besoins en 2036.....  | 12 |
| Tableau 10: | Coefficients horaires en milieu rural.....  | 20 |
| Tableau 11: | Tableau 11 : Capacité du réservoir R1.....  | 21 |
| Tableau 12: | Capacité du réservoir2 R2.....  | 21 |
| Tableau 13: | Capacité du réservoir R3.....   | 22 |
| Tableau 14: | Capacité du réservoir R4.....   | 22 |
| Tableau 15: | Récapitulatif des dimensionnements des réservoirs.....  | 23 |
| Tableau 16: | Calculs hydrauliques.....   | 41 |
| Tableau 17: | Quantité des travaux pour le captage, les chambres, les conduites et les<br>bornes fontaines..... | 53 |
| Tableau 18: | Quantité des travaux et des matériaux pour les résultats.....                                     | 54 |
| Tableau 19: | Devis quantitatif et estimatif.....   | 57 |
| Tableau 20: | Planification des tâches.....   | 58 |

## LISTE DES FIGURES

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figure 1:  | découpage administratif.....   | 4  |
| Figure 2:  | Plan de localisation de la zone du projet.....                       | 6  |
| Figure 3:  | Source d'affleurement .....  | 14 |
| Figure 4:  | Source d'émergence .....   | 14 |
| Figure 5:  | Source de déversement .....  | 15 |
| Figure 6:  | Schémas de principe de captage .....                                 | 17 |
| Figure 7:  | Réservoir de 5m <sup>3</sup> .....                                   | 28 |
| Figure 8:  | Réservoir de 30m <sup>3</sup> .....                                  | 32 |
| Figure 9:  | Chambre de départ.....   | 33 |
| Figure 10: | Vue en plan et coupe de chambre de vannes et de sectionnements ..... | 34 |
| Figure 11: | Vue en plan et coupe de chambre de purge .....                       | 34 |
| Figure 12: | Vue en plan et coupe de la chambre de ventouse .....                 | 35 |
| Figure 13: | Vue en plan et coupe de la chambre de vannes pour BF .....           | 36 |
| Figure 14: | Vue en plan et coupe d'une borne fontaine .....                      | 36 |
| Figure 15: | Schémas illustratif de l'équation de Bernoulli .....                 | 39 |
| Figure 16: | Schéma de fonctionnement.....  | 42 |
| Figure 17: | Diagramme de Gantt.....  | 59 |

## **RÉSUMÉ DU MÉMOIRE**

L'objectif de notre projet est de satisfaire la population en eau potable et généralement assurer la survie de tout être vivant sur les collines de la commune BUBANZA qui sont les suivantes: NYARUNAZI, KUNYANGE et MITAKATAKA .Ces collines sont alimentées à partir de la source NYAKABINGO de débit égal à 1,5l/s.

Notre travail est subdivisé en 6 chapitres :

- le premier chapitre qui est l'introduction générale, parle des généralités sur l'eau, la qualité de l'eau potable, les sources d'approvisionnement ainsi que les critères souhaitables que doit remplir l'eau potable d'après l'OMS et décrit la zone du projet.
- le second chapitre montre l'effectif de la population actuelle et future à desservir ainsi que la détermination des besoins en eau correspondant.
- le troisième chapitre parle du système de captage d'une source.
- le quatrième chapitre quant à lui parle du dimensionnement des ouvrages du réseau : le volume et les dimensions des réservoirs, les ouvrages d'art ainsi que les calculs hydrauliques.
- le cinquième chapitre concerne la quantification des travaux, l'évaluation du coût du projet ainsi que la planification des travaux.
- le sixième qui est le dernier parle des conclusions et des recommandations.

Le présent projet est le renforcement d'un projet qui a déjà été exécuté, on a un grand espoir que ce travail pourra être consulté lors de la réalisation dudit projet.

Après l'exécution des travaux, nous recommandons aux autorités administratives d'assurer la protection, l'entretien des ouvrages du réseau et d'appliquer en général des sanctions envers les gens qui ne respecteront pas les prescriptions pour le bon fonctionnement du réseau.

Nous laissons notre projet de fin d'études à la portée de tout chercheur qui désire contribuer ou s'en servir pour d'autres projets similaires.

**TABLE DE MATIERES**

|   |            |
|---|------------|
| <b>DEDICACES.....</b>   | <b>i</b>   |
| <b>REMERCIEMENTS.....</b>                                       | <b>ii</b>  |
| <b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....</b>                    | <b>iii</b> |
| <b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>                                  | <b>iv</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES.....</b>                                   | <b>v</b>   |
| <b>RÉSUMÉ DU MÉMOIRE.....</b>                                   | <b>vi</b>  |
| <b>TABLE DE MATIERES.....</b>                                   | <b>vii</b> |
| <b>CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE DU PROJET.....</b>        | <b>1</b>   |
| I.1. INTRODUCTION.....  | 1          |
| I.1.1. Généralités.....   | 1          |
| I.1.2. Motivation du sujet.....                                 | 1          |
| I.1.3. Objet du sujet.....                                      | 1          |
| I.1.4. Eau potable.....   | 1          |
| I.1.5. Qualité d'eau potable.....                               | 2          |
| I.1.6. Analyses des aspects bactériologiques.....               | 2          |
| I.1.7. Analyses des aspects physico-chimiques.....              | 3          |
| I.2. DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET.....                      | 4          |
| I.2.1. Situation géographique.....                              | 4          |
| I.2.2. Organisation administrative.....                         | 5          |
| I.2.3. Localisation de la zone du projet.....                   | 6          |
| <b>CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE.....</b> | <b>7</b>   |
| II.1. INTRODUCTION.....   | 7          |
| II.2. POPULATION A DESSERVIR.....                               | 7          |
| II.2.1. Population actuelle(2016). ....                         | 7          |
| II.2.2. Population à l'horizon de planification.....            | 8          |
| II.3. CALCUL DES BESOINS EN EAU.....                            | 9          |
| II.3.1. Introduction.....                                       | 9          |
| II.3.2. Calcul des pertes.....                                  | 10         |
| II.3.3. Notion de production de pointe.....                     | 11         |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CHAPITRE III : SYSTEME DE CAPTAGE.....</b>                        | <b>13</b> |
| III.1. CAPTAGE DES EAUX DE SURFACE.....                              | 13        |
| III.2. CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES .....                           | 13        |
| III.3. TYPES DE SOURCES .....  | 13        |
| III.4. DETERMINATION DU DEBIT D'UNE SOURCE.....                      | 15        |
| III.5. LES OUVRAGES DE CAPTAGE.....                                  | 15        |
| III.6. PRINCIPE ADAPTE POUR LE CAPTAGE .....                         | 16        |
| III.6.1. Terrassement.....   | 16        |
| III.6.2. Construction.....   | 16        |
| III.7. PROTECTION DE LA ZONE DE CAPTAGE.....                         | 17        |
| <b>CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ET CALCULS</b>         |           |
| <b>HYDRAULIQUES.....</b>   | <b>18</b> |
| IV.1. INTRODUCTION .....   | 18        |
| IV.2. STOCKAGE DE L'EAU.....   | 18        |
| IV.2.1. Principe de construction des réservoirs .....                | 18        |
| IV.2.2. Types de réservoirs .....                                    | 18        |
| IV.2.3. Emplacement des réservoirs .....                             | 19        |
| IV.2.4. Equipements d'un réservoir .....                             | 19        |
| IV.3. CAPACITE DES RESERVOIRS .....                                  | 19        |
| IV.3.1. Calcul de la capacité des réservoirs .....                   | 20        |
| IV.3.2. Pré dimensionnement des réservoirs.....                      | 23        |
| IV.3.3. Dimensionnement proprement dit .....                         | 24        |
| IV.4. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION .....                | 32        |
| IV.4.1. Types de tuyaux .....  | 32        |
| IV.4.2. Quelques ouvrages de transport.....                          | 33        |
| IV.5. DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES .....                            | 37        |
| IV.5.1. Interprétation géométrique de l'équation de Bernoulli: ..... | 39        |
| IV.5.2. Calculs hydrauliques.....                                    | 39        |
| <b>CHAPITRE V : EVALUATION DU COUT DU PROJET.....</b>                | <b>43</b> |
| V.1. INTRODUCTION .....  | 43        |
| V.2. QUANTITES DES TRAVAUX ET DES MATERIAUX.....                     | 43        |
| V.3. PLANNING DES TRAVAUX .....                                      | 58        |

|  |                              |           |
|--|------------------------------|-----------|
| V.3.1.   | Panification des tâches..... | 58        |
| V.3.2.   | Diagramme de Gantt.....      | 59        |
| <b>CHAPITRE VI : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....</b> |                              | <b>60</b> |
| VI.1.  | CONCLUSION GENERALE.....     | 60        |
| VI.2.  | RECOMMANDATIONS.....         | 60        |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>                          |                              | <b>61</b> |

## **CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE DU PROJET**

### **I.1. Introduction**

#### **I.1.1. Généralités**

L'eau est indispensable à l'existence de tout être vivant, au développement et la vie de l'homme. De sa conception à la réalisation de ses activités comme l'industrie ou l'agriculture, l'homme a besoin de l'eau. Elle est une ressource si vitale qu'elle semble banale, mais sans elle, l'homme disparaîtrait. L'eau est une ressource indispensable à l'existence de l'homme. Si les premières collectivités humaines se sont fondées le long des cours d'eau, il est encore vrai aujourd'hui que l'eau reste un facteur important de progrès. Aucune communauté ne peut évoluer sans un approvisionnement en eau adéquat permettant à ses habitants de vivre sainement et confortablement et à son économie de se développer. Parallèlement, cette notion d'évolution ne peut se concevoir sans celle de salubrité. S'il est nécessaire de pourvoir en quantités suffisantes, il est également requis que cette eau soit saine, car l'eau constitue le véhicule le plus commun et le plus important de la transmission des maladies

En effet, beaucoup d'efforts doivent être déployés pour satisfaire les besoins en eau des bénéficiaires en qualité et quantité suffisante.

#### **I.1.2. Motivation du sujet**

La majeure partie de la population dans les milieux ruraux au Burundi n'a pas accès à l'eau potable ; c'est pour ce fait que nous avons choisi l'adduction d'eau potable en milieu rural comme sujet de notre travail et ainsi approfondir les connaissances acquises en AEP.

#### **I.1.3. Objet du sujet**

Le présent projet a pour objet: Etude du projet d'adduction d'eau potable en commune Bubanza qui se limitera sur les collines:

- NYARUNAZI
- KUNYANGE
- MITAKATAKA

Ces dernières seront alimentées à partir de la source NYAKABINGO de débit égal à 1,5l/s.

#### **I.1.4. Eau potable**

Une eau potable selon l'OMS est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. C'est une eau exempte d'agents pathogènes (bactéries, virus) et chimiques à des concentrations ne pouvant pas nuire à la santé. Elle doit être claire, limpide, inodore et sans goût.

### **I.1.5. Qualité d'eau potable**

Une eau potable doit être incolore, inodore, avec température comprise entre 8 et 12°C, liquide et exempt de saveur désagréable. Mais, ces aspects ne sont pas suffisants pour caractériser une eau potable car d'une part, ils sont subjectifs et difficiles à déterminer.

L'eau servant d'usage domestique doit satisfaire à certaines conditions pour ne pas mettre en danger la santé des consommateurs. Conscient que les maladies hydriques sont causées par l'utilisation d'eau sale, l'eau peut véhiculer des germes pathogènes qui peuvent causer des maladies diarrhéiques entériques tels que la cholera, la fièvre typhoïde, la fièvre paratyphoïde, la dysenterie bacillaire, la dysenterie amibienne, etc.

La mise en évidence de ces germes est alors l'indice d'une contamination d'origine fécale et doit déclencher des mesures de protection et de stérilisation nécessaires si de nouvelles analyses viennent confirmer les faits constatés.

Parlant ainsi de qualité d'eau potable, l'eau potable doit répondre à des critères:

- Physiques : couleur, pouvoir colmatant ;
- Bactériologiques : absence de germes pathogènes, virus ;
- Radioactives : laisser passer la lumière ;
- Chimiques : concentration des éléments constitutifs.

### **I.1.6. Analyses des aspects bactériologiques**

Pendant les analyses, on doit vérifier s'il y aurait des germes tels que:

1. Le Bacille de coli
2. L'Entérocoque
3. Le clostridium sulforeducteur
4. Bactériophages fécaux
5. ET autres, etc.

### I.1.7. Analyses des aspects physico-chimiques

L'eau potable remplit certaines normes. D'après l'OMS, les normes sont les suivantes:

| Caractéristiques              | Unité           | Valeurs limites |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| Turbidité                     | NTU             | 5               |
| Valeur de pH                  | -               | 6.5 à 9.2       |
| Conductibilité                | S/cm            | 700             |
| Matières en suspension (MES)  | mg/l            | 500             |
| Fer ( $Fe^{2+}$ )             | mg/l            | 0.3             |
| Dureté                        | mg/l            | 20 à 30         |
| Sodium(Na)                    | mg/l            | 20              |
| Ammoniaque( $NH_4$ )          | mg/l            | 1.0             |
| Calcium ( $Ca^{2+}$ )         | mg/l            | 75              |
| Température                   | °C              | 9 à 12          |
| Sulfates ( $SO_4^{2-}$ )      | mg/l            | 200             |
| Gaz carbonique( $CO_2$ )      | mg/l            | -               |
| Nitrite ( $NO^-$ )            | mg/l            | 25              |
| Potassium ( $K^+$ )           | mg/l            | 10              |
| Phosphates ( $PO_4^-$ )       | mg/l            | 7               |
| Magnésium                     | mg/l            | 50              |
| Oxygène( $O_2$ )              | % de saturation | 20              |
| Demande chimique en $O_2$ DCO | mg/l            | 5 / $KMNO_4$    |
| Chlorures (Cl)                | mg/l            | 200             |

Tableau 1: Valeur indicatif de la qualité de l'eau

## I.2. Description de la zone du projet

### I.2.1. Situation géographique

La commune Bubanza est située au Nord-Ouest de la Province Bubanza et c'est dans cette commune qu'est situé le chef-lieu de la province. Elle a une superficie estimée à 224,82km<sup>2</sup>.

La commune Bubanza est frontalière:

- Au Nord, des communes Musigati (province Bubanza) et Murwi (province Cibitoke);
- Au Sud-Est, de la commune Mpanda (province Bubanza) ;
- Au Sud-Ouest, de la commune Gihanga (province Bubanza) ;
- A l'Ouest, de la commune Buganda (province Cibitoke) ;

Elle est située à 39km au Nord-Ouest de la capitale du pays sur la route macadamisée Bujumbura-Bubanza RN9.

Figure 1: découpage administratif



### I.2.2. Organisation administrative

La commune Bubanza est subdivisée en 4 zones administratives et en 23 collines réparties comme suit :

| <b>ZONES</b>      | <b>COLLINES DE RECENSEMENT</b>                                   |
|-------------------|--|
| <b>Bubanza</b>    | Centres urbains: Buhoro I ,Buhoro II ,Shari I, Shari II          |
| <b>Buvyuko</b>    | Muhanza, Muhenga, Nyabitaka, Rugunga, Zina, Cimbizi, Rurabo      |
| <b>Mitakataka</b> | Gahongore, Mitakataka, Gatura                                    |
| <b>Muramba</b>    | Ciya, Gitanga, Karinzi, Kivyiru, Mwanda, Muramba, Ngara, Mugimbu |

Tableau 2 : Collines de recensement, zones et communes de la province de bubanza

Source : Découpage administratif du Burundi/MININTER/DPP/ IFES/USAID/Déc. 2005

### I.2.3. Localisation de la zone du projet

Le projet de notre zone d'étude va s'étendre sur les collines NYARUNAZI, KUNYANGE, et MITAKATAKA, de la commune Bubanza en province Bubanza.

#### PLAN DE LOCALISATION DE LA ZONE DU PROJET

Figure 2: Plan de localisation de la zone du projet



## CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE

### II.1. Introduction

Une étude d'alimentation en eau potable ne pourrait être bien réalisée sans connaître la population à desservir et les équipements existants dans la zone du projet. L'objectif est de satisfaire au maximum possible les besoins en eau de la population pendant une période considérée.

Pour déterminer les besoins actuels et futurs en eau potable, on doit déterminer les besoins de la population résidente, les besoins pour les équipements publics et sociaux sans oublier les besoins des particuliers.

Toutes ces données sont déterminées en fonction de la durée de vie du réseau. Cette durée varie généralement de 20 à 30 ans pour une zone rurale. Ici, nous avons adopté un horizon de 20 ans. La fourniture de l'eau potable devra suivre les normes en vigueur en termes de qualité définie par l'OMS.

### II.2. Population à desservir

#### II.2.1. Population actuelle(2016).

D'après les données fournies par l'AHR, nous avons le nombre de ménages sur chaque colline du présent projet et suivant les données de l'ISTEEBU, nous adoptons une taille moyenne de 6 personnes/ménage. L'effectif de la population actuelle à desservir est donné par le tableau ci-dessous :

| Collines      | Ménages | Effectifs en 2016 |
|---------------|---------|-------------------|
| NYARUNAZI     | 15      | 90                |
| KUNYANGE      | 19      | 114               |
| MITAKATAKA    | 27      | 162               |
| C.M           | 107     | 642               |
| Sous-Total1   | 168     | 1008              |
| Collectivités |         |                   |
| ECOFO M       | 1       | 620               |
| L.C.M         | 1       | 514               |
| ISP M         | 1       | 200               |
| sous-Total2   |         | 1334              |
| Total         |         | 2342              |

Tableau 3: Population à desservir en 2016

## II.2.2. Population à l'horizon de planification

La population projetée à un horizon donné est calculée par la formule suivante:

$$P_n = P_0 (1+r)^n$$

II.1

Avec :

$P_n$  : Population projetée après n années ;

$P_0$  : Population actuelle ;

r : taux de croissance ;

n : durée de vie du projet.

### Détermination du taux de croissance

Le taux de croissance r est donné par l'ISTEEBU d'après les recensements généraux de la population (en 1990 et 2008). Les résultats donnés pour la commune Bubanza sont les suivants:

| Commune | Population 1990 | Population 2008 | r     |
|---------|-----------------|-----------------|-------|
| Bubanza | 58857           | 83678           | 2,0 % |

Tableau 4: Résultats des recensements généraux de 1990 et 2008 de la commune Bubanza

La population trouvée pour notre horizon de 20 ans est donnée dans le tableau ci - après:

| Collines             | Ménages    | Effectifs en 2016 | Effectifs en 2036 |
|----------------------|------------|-------------------|-------------------|
| NYARUNAZI            | 15         | 90                | 134               |
| KUNYANGE             | 19         | 114               | 170               |
| MITAKATAKA           | 27         | 162               | 241               |
| CENTRE M             | 107        | 642               | 954               |
| <b>Sous-Total1</b>   | <b>168</b> | <b>1008</b>       | <b>1499</b>       |
| <b>collectivités</b> |            |                   |                   |
| ECOFO M              | 1          | 620               | 922               |
| L.C.M                | 1          | 514               | 764               |
| ISP.M                | 1          | 200               | 298               |
| <b>Sous-Total2</b>   |            | <b>1334</b>       | <b>1984</b>       |
| <b>Total</b>         |            | <b>2342</b>       | <b>3483</b>       |

Tableau 5: Population projetée en 2036

### II.3. Calcul des besoins en eau

#### II.3.1. Introduction

L'évaluation des besoins en eau potable est faite à base des données fournies par la REGIDESO. Ces dernières sont synthétisées dans le tableau suivant:

| Type de consommateur                  | Unité          | Dotation |
|---------------------------------------|----------------|----------|
| Domestique                            |                |          |
| BP (branchement privé)                | l/j/p          | 60       |
| BF (bornes fontaines)                 | l/j/p          | 20       |
| Etablissements scolaire/universitaire |                |          |
| Elève/étudiant interne                | l/j/p          | 40       |
| Elève/Etudiant externe                | l/j/p          | 5        |
| Hôpital                               | l/j/lit        | 150      |
| Dispensaire:                          |                |          |
| Consultant                            | l/j/consultant | 5        |
| Alité                                 | l/j/lit        | 50       |
| Camps militaire/police                | l/j/p          | 50       |
| Administration                        | l/j/p          | 5        |
| Prison                                | l/j/p          | 40       |
| Mission religieuse chrétienne         | l/j/p          | 50       |
| Mosquée                               | l/j/p          | 25       |
| Abattoir                              | l/j/tête       | 100      |
| Hôtel/Auberge                         | l/j/lit        | 50       |
| Restaurant/Bar                        | forfait/j      | 100      |

Tableau 6: Consommation spécifiques

Notre projet ressort du milieu rural. Pour ce, nous adoptons une consommation spécifique de 20l/j tandis que pour les équipements collectifs dont ECOFO MITAKATAKA et LYCEE COMMUNAL MITAKATAKA, nous adoptons une consommation spécifique de 5l/j/écolier et 40l/j/pers pour l'ISP.

L'estimation des besoins de la population en 2036 nous est donnée par le tableau suivant:

| Collines             | SITUATION EN 2016 |             |       | SITUATION EN 2036 |             |              |              |
|----------------------|-------------------|-------------|-------|-------------------|-------------|--------------|--------------|
|                      | Ménages           | Effectifs   | Qs    | Qjmoy             | Effectif    | Qjmoy        |              |
|                      |                   |             | l/j/p |                   |             | l/j          | l/j          |
| NYARUNAZI            | 15                | 90          | 20    | 1800              | 134         | 2680         | 2,68         |
| KUNYANGE             | 19                | 114         | 20    | 2280              | 170         | 3400         | 3,4          |
| MITAKATAKA           | 27                | 162         | 20    | 3240              | 241         | 4820         | 4,82         |
| C.M                  | 107               | 642         | 20    | 12840             | 954         | 19080        | 19,08        |
| <b>Sous-Total.1</b>  | 168               | 1008        |       | 20160             | 1499        | 29980        | 29,98        |
| <b>Collectivités</b> |                   |             |       |                   |             |              |              |
| ECOFO M              | 1                 | 620         | 5     | 3100              | 922         | 4610         | 4,61         |
| L.C.M                | 1                 | 514         | 5     | 2570              | 764         | 3820         | 3,82         |
| ISP M                | 1                 | 200         | 40    | 8000              | 298         | 11920        | 11,92        |
| <b>Sous-Total.2</b>  |                   | 1334        |       | 13670             | 1984        | 20350        | 20,35        |
| <b>Total</b>         |                   | <b>2342</b> |       | <b>33830</b>      | <b>3483</b> | <b>50330</b> | <b>50,33</b> |

Tableau 7: Consommation journalière de la population (2016 et 2036)

### II.3.2. Calcul des pertes

Les raisons de ces pertes sont diverses:

- Les fuites aux joints des tuyaux ;
- Les fuites sur les corps même des tuyaux;
- Les fuites des robinets-vannes;
- Les faux relevés des compteurs qui ne sont pas fréquents.

Le volume des pertes peut représenter 25 à 50% de la quantité d'eau consommée en milieu rural. Ici, elles sont estimées à 25%.

Les pertes d'eau sont évaluées à base de la formule suivante:

$$\text{Pertes} = \text{Qjmoyens} * \left( \frac{1}{1-p} - 1 \right) \quad \text{II.2}$$

$$\text{Qjmoyens} = \text{besoins journaliers moyens} \quad \text{II.3}$$

P=pourcentages des pertes d'eau prises égal à 25%.

### II.3.3. Notion de production de pointe

Compte tenu des activités quotidiennes des populations notamment les jours de congé, les dimanches et les jours de marchés, on constate des variations au niveau de consommation en eau.

La production de pointe est donnée par la relation suivante:

$$\text{Qjp} = \text{Qjmoy} * (1+c) \quad \text{II.4}$$

Avec :

**Qjp**=production journalière de pointe.

**Qjmoy** =besoins moyens journaliers

C=coefficient de pointe qui varie de 10% à 25%

Nous adoptons C=15% Ainsi, les besoins maximaux en 2036 en tenant compte des pertes et de la production de pointe sont déterminés de la façon ci-contre :

$$\text{Qj.max} = (\text{Q.jp} + \text{pertes}) \quad \text{II.5}$$

| Collines      | SITUATION EN 2016 |             |       |              | SITUATION EN 2036 |              |                |                |              |             |              |
|---------------|-------------------|-------------|-------|--------------|-------------------|--------------|----------------|----------------|--------------|-------------|--------------|
|               | Ménages           | Effectifs   | Qs    | Qjmoy        | Effectif          | Qjmoy        | Qj pointe      | Pertes         | Qmax         |             |              |
|               |                   |             | l/j/p | l/j          |                   | l/j          | l/j            | l/j            | l/j          | m3/h        | l/s          |
| Nyarunazi     | 15                | 90          | 20    | 1800         | 134               | 2680         | 3082           | 670            | 3752         | 0,15        | 0,043        |
| Kunyange      | 19                | 114         | 20    | 2280         | 170               | 3400         | 3910           | 850            | 4760         | 0,19        | 0,055        |
| Mitakataka    | 27                | 162         | 20    | 3240         | 241               | 4820         | 5543           | 1205           | 6748         | 0,28        | 0,078        |
| C.M           | 107               | 642         | 20    | 12840        | 954               | 19080        | 21942          | 4770           | 26712        | 1,11        | 0,309        |
| Sous-Total.1  | 168               | 1008        |       | 20160        | 1499              | 29980        | 34477          | 7495           | 41972        | 1,74        | 0,485        |
| Collectivités |                   |             |       |              |                   |              |                |                |              |             |              |
| ECOFO.M       | 1                 | 620         | 5     | 3100         | 922               | 4610         | 5301,5         | 1152,5         | 6454         | 0,26        | 0,074        |
| L.C.M         | 1                 | 514         | 5     | 2570         | 764               | 3820         | 4393           | 955            | 5348         | 0,22        | 0,061        |
| ISP.M         | 1                 | 200         | 40    | 8000         | 298               | 11920        | 13708          | 2980           | 16688        | 0,69        | 0,193        |
| Sous-Total.2  |                   | 1334        |       | 13670        | 1984              | 20350        | 23402,5        | 5087,5         | 28490        | 1,18        | 0,329        |
| <b>Total</b>  |                   | <b>2342</b> |       | <b>33830</b> | <b>3483</b>       | <b>50330</b> | <b>57879,5</b> | <b>12582,5</b> | <b>70462</b> | <b>2,93</b> | <b>0,815</b> |

Tableau 8: Besoins actuels et futurs

| Collines             | Catégories     | Q <sub>max</sub> |              |       |
|----------------------|----------------|------------------|--------------|-------|
|                      |                | l/J              | l/s          | m3/h  |
| <b>NYARUNAZI</b>     | Villageois     | 3752             | 0,043        | 0,156 |
| <b>KUNYANGE</b>      | Villageois     | 4760             | 0,055        | 0,198 |
| <b>MITAKATAKA</b>    | Villageois     | 6748             | 0,078        | 0,281 |
|                      | Centre         | 26712            | 0,309        | 1,113 |
|                      | ECOFO          | 6454             | 0,074        | 0,268 |
|                      | Lycée Communal | 5348             | 0,061        | 0,222 |
|                      | ISP            | 16688            | 0,193        | 0,695 |
| <b>TOTAL GENERAL</b> |                | <b>70462</b>     | <b>0,815</b> |       |

Tableau 9: Récapitulatif des besoins en 2036

### **CHAPITRE III : SYSTEME DE CAPTAGE**

Le Captage consiste à collecter les filets d'eau d'une source dans un ouvrage approprié et les amener dans un petit réservoir visitable sur lequel est branchée la conduite d'alimentation. Le captage concerne soit des eaux superficielles (rivières, lacs; ou mers); soit des eaux souterraines (sources, nappes aquifères).

#### **III.1. Captage des eaux de surface**

Pour capter les eaux de surface, il est important de concevoir une prise d'eau. Une prise d'eau de surface est une structure qui permet de capter l'eau naturelle (l'eau dite brute) du lac ou de la rivière dans lesquelles on l'a immergée. On doit l'installer là où l'eau brute qu'elle capte est de la meilleure qualité possible c'est à dire aussi loin de toute source de pollution.

#### **III.2. Captage des eaux souterraines**

Les eaux souterraines ont toujours été recherchées en raison de leur fraîcheur et de leurs qualités chimiques et bactériologiques. La source constitue l'exutoire de la nappe ou du gisement. Son débit varie selon la nature des terrains dans lesquels l'eau circule (coefficient de perméabilité). Il est intéressant de connaître, pour une source, son débit de crue et son débit d'étiage.

#### **III.3. Types de sources**

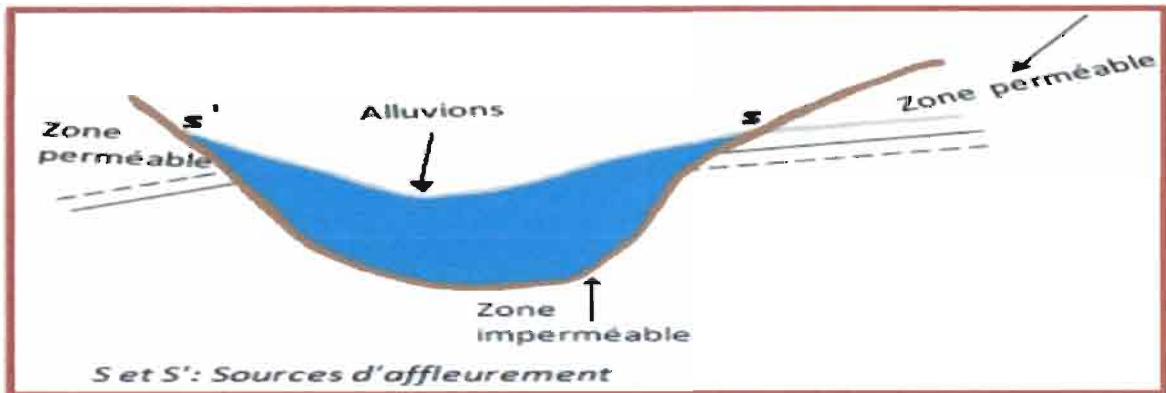
Dans la nature les sources se présentent comme suit :

- Sources d'affleurement ;
- Sources d'émergence;
- Sources de déversement.

##### **a) Sources d'affleurement avec son schéma**

Elles sont dues à l'affleurement le long de la surface topographique de la couche imperméable supportant la nappe. La pente de cette couche imperméable influence le débit de la source. Ces sources sont plus faciles à capter et tarissent rarement à cause de leur débit important.

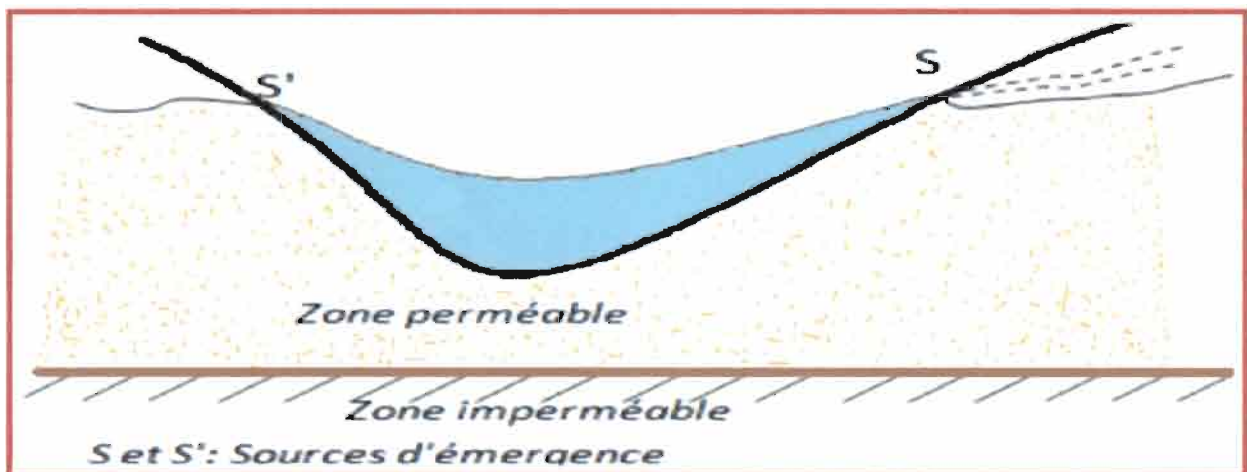
Figure 3: Source d'affleurement



### b) Sources d'émergence

Elles prennent naissance quand la surface piézométrique d'une nappe rencontre la surface topographique, le substratum imperméable n'affleurant pas nécessairement. Elles sont alimentées par la partie supérieure de la nappe phréatique.

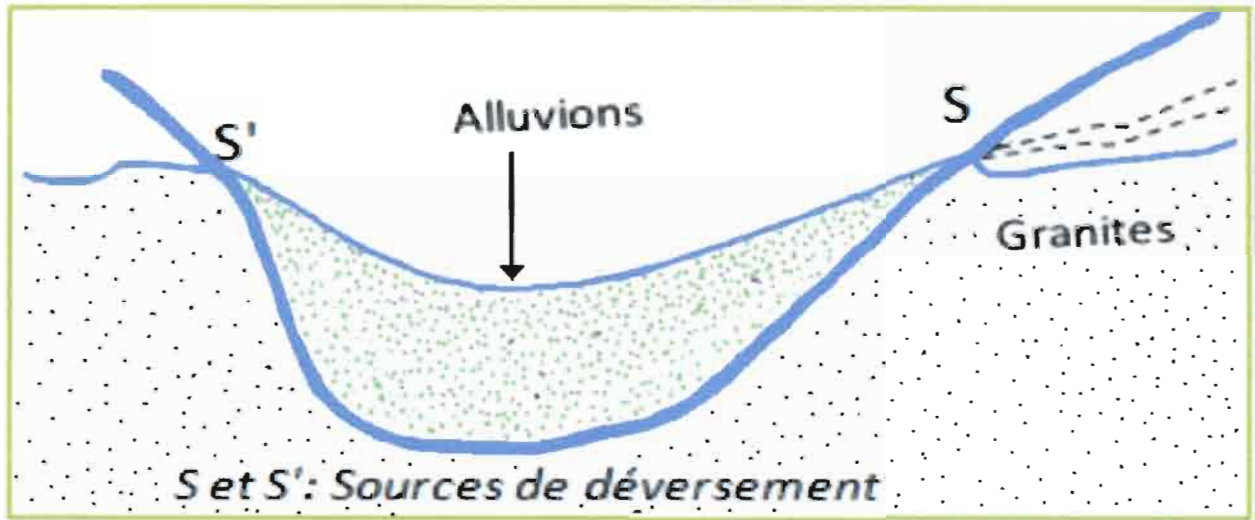
Figure 4: Source d'émergence



### c) Source de déversement

Quand la vallée est ouverte dans des formations fissurées en surface seulement, comme dans le granit, l'eau apparaît au point de rencontre des fissures. Ce sont des sources de déversement. Leur débit est ordinairement faible.

Figure 5: Source de déversement



Il est à signaler qu'il est conseillé de les observer sur une longue période en termes de saison avant de prendre une décision définitive de son captage.

#### III.4. Détermination du débit d'une source

Avant le captage, il est nécessaire de vérifier le débit d'une source pour savoir s'il est suffisant à l'alimentation. Deux méthodes peuvent être utilisées pour le déterminer

- A l'aide d'un débit-mètre qui est un appareil moderne muni d'un chronomètre dont le rôle est le comptage du temps lors du mesurage.

##### **$Q = \text{volumed'unrécipient} + \text{tempsmispourremplirerécipient}$ III.1**

- A l'aide d'un seau et d'une montre (chronomètre). Cette méthode est moins précise et exige des effets répétitifs (3 essais au minimum) pour plus de précision.

#### III.5. Les ouvrages de captage

Parmi les ouvrages de captage nous pouvons distinguer :

- La chambre de captage
- La chambre de départ

##### **a) Chambre de captage**

La chambre de captage est un ouvrage qui consiste à collecter les filets d'eau d'une source et les amener dans un petit réservoir visitable appelé chambre collectrice dans le cas où on a plusieurs sources ou dans une chambre de départ dans le cas où on a une seule source.

### **b) Chambre de départ**

La chambre de départ est souvent construite en moellons ou en briques cuites et est destinée à accueillir les eaux de la chambre de captage. Elle comporte deux compartiments pour pouvoir décanter les particules solides (sable) dans le 1er compartiment et l'eau passe ensuite au-dessus du seuil plat pour se déverser dans le second compartiment pour le départ.

### **III.6. Principe adapté pour le captage**

Le captage étant le cœur de l'adduction d'eau, on veillera à ce que sa construction soit bien exécutée.

#### **III.6.1. Terrassement**

Le terrassement débute en principe à l'endroit où l'eau sort du sol. On construit le creusement en remontant la source (descendant) tout en ayant pris soin d'assurer l'écoulement de l'eau au moyen d'une canalisation.

#### **III.6.2. Construction**

Lorsque le terrassement est achevé on construit le captage en deux parties :

- Une partie perméable dans laquelle l'eau entre : Le drainage
- Une partie imperméable : Le barrage.

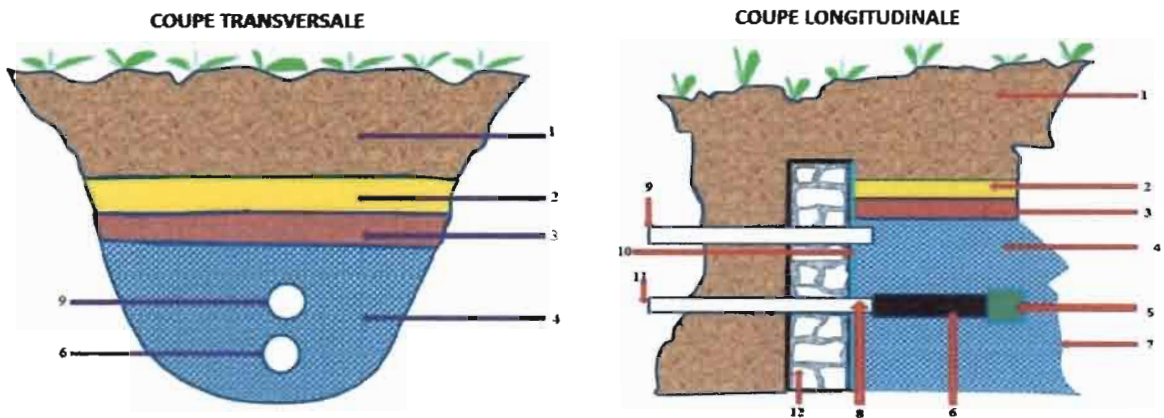
##### **a) Drainage**

C'est la partie qui permet à l'eau de la source d'être recueillie et dirigée vers le barrage. Elle doit être suffisamment grande pour assurer un passage aisé de l'eau et garantir le débit suffisant. Le drainage est constitué d'un drain perforé ou de pierres sèches, la base doit être étanche et avoir une pente de 1 à 2%. Habituellement, la base sera constituée de pierres sèches à plus forte raison sur un sol sableux. Autour des drains, on placera un filtre de gravier que l'on aura soin de protéger de toute contamination. Cette ouverture étanche doit pénétrer dans les parois de côté, les eaux de surfaces seront drainées hors de l'aire.

##### **b) Barrage**

Le barrage est construit à l'opposé de l'arrivée de l'eau dans le captage. Il permet à l'eau d'entrer dans la conduite d'alimentation de la galerie de contrôle. On coulera la fondation du barrage directement contre le sol de l'excavation afin qu'elle soit solide avec le sol. On peut construire le barrage soit en maçonnerie, soit en béton à partir de la fondation et toujours en béton pour garantir une étanchéité.

Figure 6: Schémas de principe de captage



### Légende

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Remblai simple               | 7. Couche naturel imperméable                 |
| 2. Couche d'étanchéité (argile) | 8. Tuyau PVC de sortie                        |
| 3. Etanchéité en plastique      | 9. Trop plein                                 |
| 4. Couche filtrante             | 10. Couche d'étanchéité                       |
| 5. Bouchon                      | 11. Tuyau de sortie vers la chambre de départ |
| 6. Drain en PVC                 | 12. Barrages en moellons                      |

### **III.7. Protection de la zone de captage**

La zone de captage doit être protégée contre :

- Les animaux domestiques et sauvages pouvant s'y introduire ;
- Les eaux de ruissellement pendant la saison de pluies.

Pour ce, il faut :

- Eriger une clôture entourant tout le périmètre de la zone de captage par des tubes métalliques ceinturés par des fils barbelés ;
- Creuser une tranchée en tête de la zone de captage pour orienter ces eaux à l'intérieur de cette zone.
- Il faut aussi planter du gazon sur toute la surface de cette zone.

## **CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ET CALCULS HYDRAULIQUES**

### **IV.1. Introduction**

L'étude du transport de l'eau est la détermination en chaque point de l'adduction de la charge de l'eau. Nous allons déterminer la force que possède l'eau en ces points et est exprimée en hauteur. Les conduites sont dimensionnées en fonction du débit qui les traverse. Trop élevé, entraîne des perturbations dans les conduites et peut compromettre sa durée de vie. Après, nous allons passer à la phase des calculs hydrauliques pour que les conduites (tuyaux) puissent acheminer l'eau à tous les points de destination en quantité et qualité suffisante et exigée

### **IV.2. Stockage de l'eau**

Le stockage se fait au moyen des réservoirs bien dimensionnés suivant le débit entrant qu'ils disposent. Les réservoirs ont le rôle de la mise en réserve d'un volume d'eau utilisable pendant les heures de pointe et dans le cas d'une panne dans le réseau, d'incendie. Le stockage de l'eau commence d'abord par le calcul de la capacité du réservoir

#### **IV.2.1. Principe de construction des réservoirs**

Les réservoirs doivent être construits en matériaux durables. Leurs parois doivent être étanches pour empêcher les fuites d'eau. Les réservoirs doivent aussi être couverts à l'abri des contaminations des eaux souterraines d'infiltration, les eaux de pluies et les poussières. Il est conseillé d'utiliser un dosage du ciment compris entre 350 et 400kg /m<sup>3</sup>. Il faut réaliser un revêtement intérieur avec beaucoup de précautions au moyen d'un ciment riche

#### **IV.2.2. Types de réservoirs**

Selon la manière dont on construit et selon la hauteur d'eau inférieure à celle de la cuve; on distingue:

- Les réservoirs enterrés ;
- Les réservoirs semi-enterrés;
- Les réservoirs surélevés

On peut classer aussi les réservoirs selon les matériaux:

- Les réservoirs en maçonnerie
- Les réservoirs en béton précontraint;
- Les réservoirs métalliques

Au niveau de la forme, on peut trouver régulièrement:

- Les réservoirs cylindriques.

- Les réservoirs parallélépipédiques.

#### **IV.2.3. Emplacement des réservoirs**

Pour pouvoir placer des réservoirs alimentés par un réseau d'alimentation en eau potable, il faut voir l'endroit où la consommation est la plus forte. Il est recommandé de placer les réservoirs en tenant compte des altitudes de la zone du projet. D'une manière générale, un réservoir doit être placé à l'endroit élevé c'est à dire une altitude supérieure à celle du point de puisage pour permettre à l'eau d'y arriver facilement.

#### **IV.2.4. Equipements d'un réservoir**

Les éléments d'un réservoir sont :

- La conduite d'alimentation: qui part de la source captée vers le réservoir de stockage. Son bout est muni d'un limiteur de débit et d'une vanne à flotteur à l'arrivée en cas d'adduction gravitaire ou d'un dispositif qui permet l'arrêt du moteur dans le cas où l'adduction s'effectue par pompage.
- La conduite de distribution: qui part de quelques centimètres (15 à 20 cm) au-dessus du radier pour que les dépôts dus à la décantation ne soient pas canalisés dans la conduite vers le point de puisage. Le départ est placé de préférence du côté opposé de celui d'arrivée. Sur le départ de la conduite, un robinet vanne est installé dans le but d'isoler cette dernière en cas de panne.
- Une conduite de trop plein qui permet d'éliminer sans causer des dégâts la quantité d'eau excédentaire au niveau prévu dans le réservoir.
- Un système de vidange: qui est une conduite installée en bas du réservoir sur le radier. Il a pour rôle d'évacuer les dépôts et peut être connecté à la conduite du trop-plein. Elle est munie d'un robinet vanne qu'on ouvre pendant le vidange et qu'on ferme juste après le nettoyage.
- Un système d'aération qui est fait d'un dispositif ressemblant à une cheminée ou un trou qui sort de la couverture du réservoir et permet l'oxygénation de l'eau.
- Une échelle d'accès : qui doit être prévue à l'intérieur et à l'extérieur ; l'accès à l'intérieur est facilité par un trou appelé trou d'homme. Ce trou est placé sur la couverture supérieure.

#### **IV.3. Capacité des réservoirs**

Le calcul des capacités des réservoirs tiendra compte des besoins en eau et de la répartition journalière des débits de consommation.

Soit  $Q_E$  et  $Q_S$  respectivement la quantité d'eau qui entre dans le réservoir par unité de temps et quantité d'eau qui en sort par unité de temps. Pendant les heures de pointe  $Q_S > Q_E$  et pendant les heures creuses.  $Q_S < Q_E$

Si on appelle  $V_S$  et  $V_E$  respectivement le volume sortant et le volume entrant et  $V_{res}$  la capacité du réservoir, on peut écrire ce qui suit :

$$V_E = Q_E * t = \int_0^t Q_E dt \quad \text{IV.1}$$

$$V_S = Q_S * t = \int_0^t Q_S dt \quad \text{IV.2}$$

Au moment de la pointe, la quantité  $V_E - V_S$  est appelée réserve tandis que pendant les heures creuses, cette quantité s'appelle supplément. On définit la capacité théorique d'un réservoir comme la somme de ces deux volumes quand elles atteignent leurs maximums exprimés en valeur absolue

$$\text{Capacité théorique} = \text{grand supplément} + \text{grand déficit en valeur absolue} \quad \text{IV.3}$$

En pratique, la capacité du réservoir est prise à 1,5fois le volume journalier.

$$\text{Capacité pratique} = \text{capacité théorique} * 1,5 \quad \text{IV.4}$$

Une autre chose importante qui influence la capacité du réservoir, c'est le facteur de variation horaire des consommations suivant la catégorie des bénéficiaires. La REGIDESO propose les coefficients horaires suivants en milieu rural:

| Temps (t)   | 0 - 2 | 2 - 6 | 6 - 7 | 7 - 12 | 12 - 14 | 14 - 19 | 19 - 22 | 22 - 24 |
|-------------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Coefficient | 0     | 0,35  | 2,5   | 1,2    | 1,7     | 1,9     | 0,3     | 0,15    |

Tableau 10: Coefficients horaires en milieu rural

### IV.3.1. Calcul de la capacité des réservoirs

Les tableaux ci-après sont établis selon les formules et symboles suivants:

$$Q_{SP} = Q_{SE} * Ch \quad \text{IV.5}$$

$$V_{SP} = Q_{SP} * T \quad \text{IV.6}$$

$$V_{SC} = \sum V_{SP} \quad \text{IV.7}$$

$$V_{EP} = Q_E * T \quad \text{IV.8}$$

Avec :

**Ch:** Coefficient horaire

$Q_E$ : Débit horaire en  $m^3/h$

$Q_{SP}$ : Débit sortant partiel en  $m^3/h$

$V_{SP}$ : Volume sortant partiel en  $m^3$

$V_{sc}$ : Volume sortant cumulée en  $m^3$

Les résultats sont dans les tableaux suivants:

a. Capacité du réservoir R1 sur la colline NYARUNAZI,  $QE=0,156 m^3/h$

| PERIODE | CH  | T | QE      | VEP   | Vec   | Qsp     | Vsp   | vsc   | vec-vsc |
|---------|-----|---|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
| H       | —   | H | $m^3/h$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3/h$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3$   |
| 0h-2h   | 0   | 2 | 0,156   | 0,31  | 0,312 | 0       | 0     | 0     | 0,31    |
| 2h-6h   | 0,3 | 4 | 0,156   | 0,62  | 0,936 | 0,05    | 0,21  | 0,218 | 0,71    |
| 6h-7h   | 2,5 | 1 | 0,156   | 0,15  | 1,092 | 0,39    | 0,39  | 0,608 | 0,48    |
| 7h-12h  | 1,2 | 5 | 0,156   | 0,78  | 1,872 | 0,18    | 0,93  | 1,544 | 0,32    |
| 12h-14h | 1,7 | 2 | 0,156   | 0,31  | 2,184 | 0,26    | 0,53  | 2,074 | 0,10    |
| 14h-19h | 1,9 | 5 | 0,156   | 0,78  | 2,964 | 0,29    | 1,48  | 3,556 | -0,59   |
| 19h-22h | 0,3 | 3 | 0,156   | 0,46  | 3,432 | 0,04    | 0,14  | 3,697 | -0,26   |
| 22h-24h | 0,1 | 2 | 0,156   | 0,31  | 3,744 | 0,02    | 0,04  | 3,744 | 0       |

Tableau 11: Tableau 11 : Capacité du réservoir R1

Capacité théorique =  $/0,71/+/-0,59/=1,30$

Capacité pratique =  $1,30m^3*1,5=1,95m^3$  Soit un réservoir de  $5m^3$

b. Capacité du réservoir R2 sur la colline KUNYANGE,  $QE=0,198m^3/h$

| PERIODE | CH   | T | QE      | VEP   | Vec   | Qsp     | Vsp    | vsc   | vec-vsc |
|---------|------|---|---------|-------|-------|---------|--------|-------|---------|
| H       | —    | H | $m^3/h$ | $m^3$ | $m^3$ | $m^3/h$ | $m^3$  | $m^3$ | $m^3$   |
| 0h-2h   | 0    | 2 | 0,198   | 0,396 | 0,396 | 0       | 0      | 0     | 0,39    |
| 2h-6h   | 0,35 | 4 | 0,198   | 0,792 | 1,188 | 0,0693  | 0,2772 | 0,27  | 0,91    |
| 6h-7h   | 2,5  | 1 | 0,198   | 0,198 | 1,386 | 0,495   | 0,495  | 0,77  | 0,61    |
| 7h-12h  | 1,2  | 5 | 0,198   | 0,99  | 2,376 | 0,2376  | 1,188  | 1,96  | 0,41    |
| 12h-14h | 1,7  | 2 | 0,198   | 0,396 | 2,772 | 0,3366  | 0,6732 | 2,63  | 0,13    |
| 14h-19h | 1,9  | 5 | 0,198   | 0,99  | 3,762 | 0,3762  | 1,881  | 4,51  | -0,75   |
| 19h-22h | 0,3  | 3 | 0,198   | 0,594 | 4,356 | 0,0594  | 0,1782 | 4,69  | -0,33   |
| 22h-24h | 0,15 | 2 | 0,198   | 0,396 | 4,752 | 0,0297  | 0,0594 | 4,75  | 0       |

Tableau 12: Capacité du réservoir2 R2

Capacité théorique= $/0,910/+/-0,75/=1,66$

Capacité pratique= $1,66m^3*1,5=2,49m^3$  Soit un réservoir de  $5m^3$

c. Capacité du réservoir R3 sur la colline MITAKATAKA, QE=0, 281m<sup>3</sup>/h

| PERIODE | CH   | T | QE                | VEP            | Vec            | Qsp               | Vsp            | vsc            | vec-vsc        |
|---------|------|---|-------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| H       | —    | H | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> |
| oh-2h   | 0    | 2 | 0,281             | 0,562          | 0,562          | 0                 | 0              | 0              | 0,56           |
| 2h-6h   | 0,35 | 4 | 0,281             | 1,124          | 1,686          | 0,0983            | 0,3934         | 0,393          | 1,29           |
| 6h-7h   | 2,5  | 1 | 0,281             | 0,281          | 1,967          | 0,7025            | 0,7025         | 1,095          | 0,87           |
| 7h-12h  | 1,2  | 5 | 0,281             | 1,405          | 3,372          | 0,3372            | 1,686          | 2,781          | 0,59           |
| 12h-14h | 1,7  | 2 | 0,281             | 0,562          | 3,934          | 0,4777            | 0,9554         | 3,737          | 0,19           |
| 14h-19h | 1,9  | 5 | 0,281             | 1,405          | 5,339          | 0,5339            | 2,6695         | 6,406          | -1,06          |
| 19h-22h | 0,3  | 3 | 0,281             | 0,843          | 6,182          | 0,0843            | 0,2529         | 6,659          | -0,47          |
| 22h-24h | 0,15 | 2 | 0,281             | 0,562          | 6,744          | 0,0421            | 0,0843         | 6,744          | 0              |

Tableau 13: Capacité du réservoir R3

Capacité théorique= $1,29/+/-1,06=2,35$ Capacité pratique= $2,35\text{m}^3*1,5=3,525\text{m}^3$ Soit un réservoir de  $5\text{m}^3$ d. Capacité du réservoir R4 sur le centre MITAKATAKA, QE=2,3m<sup>3</sup>/h

| PERIODE | CH   | T | QE                | VEP            | Vec            | Qsp               | Vsp            | vsc            | vec-vsc        |
|---------|------|---|-------------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| H       | —    | H | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> |
| oh-2h   | 0    | 2 | 2,3               | 4,6            | 4,6            | 0                 | 0              | 0              | 4,6            |
| 2h-6h   | 0,35 | 4 | 2,3               | 9,2            | 13,8           | 0,805             | 3,22           | 3,22           | 10,5           |
| 6h-7h   | 2,5  | 1 | 2,3               | 2,3            | 16,1           | 5,75              | 5,75           | 8,97           | 7,1            |
| 7h-12h  | 1,2  | 5 | 2,3               | 11,5           | 27,6           | 2,76              | 13,8           | 22,77          | 4,8            |
| 12h-14h | 1,7  | 2 | 2,3               | 4,6            | 32,2           | 3,91              | 7,82           | 30,59          | 1,6            |
| 14h-19h | 1,9  | 5 | 2,3               | 11,5           | 43,7           | 4,37              | 21,85          | 52,44          | -8,7           |
| 19h-22h | 0,3  | 3 | 2,3               | 6,9            | 50,6           | 0,69              | 2,07           | 54,51          | -3,9           |
| 22h-24h | 0,15 | 2 | 2,3               | 4,6            | 55,2           | 0,345             | 0,69           | 55,2           | 0              |

Tableau 14: Capacité du réservoir R4

Capacité théorique= $10,5/+/-8,7=19,2$ Capacité pratique= $19,2\text{m}^3*1,5=28,8\text{m}^3$  Soit un réservoir de  $30\text{m}^3$ Pour tout le projet, nous allons utiliser 4 réservoirs dont 3 de  $5\text{m}^3$  et 1 de  $30\text{m}^3$ .

### IV.3.2. Pré dimensionnement des réservoirs

Nous allons tenir compte :

- de la hauteur au-dessus du radier ;
- de la hauteur utile d'eau partant du volume d'eau dans le réservoir.

#### a. Diamètre :

En se basant sur des formules de FONLLADOSA pour le calcul des diamètres, on a :

$$D = 1,405 \sqrt[3]{V} \quad \text{IV.9}$$

Avec :

$D$  : Diamètre intérieur en  $m$

$V$  : Volume du réservoir en  $m^3$  qui est déjà déterminé

#### b. Hauteur:

▪ La hauteur utile ( $h_u$ ) : Toujours avec les formules de FONLLADOSA. La hauteur utile ( $h_u$ ) qui est le volume portant le volume d'eau libre est déterminé selon la formule suivante :

$$h_u = 0,46 D \quad \text{IV.10}$$

Avec :

$h_u$  : La hauteur utile en  $m$  ;

$D$  : Diamètre intérieur en  $m$ .

▪ Hauteur libre ( $h_l$ ) : Il s'agit de la hauteur entre le niveau d'eau et le bord supérieur du réservoir. Elle est comprise entre 0,2m et 0,5m. On considère que la hauteur totale du réservoir est  $H$ .

$$H = h_u + h_l \quad \text{IV.11}$$

$H$ : Hauteur totale du réservoir en  $m$

$h_u$ : Hauteur utile en  $m$

$h_l$ : Hauteur libre en  $m$

| Réservoir         | Diamètre intérieur<br>D | Epaisseur des parois(e) | Diamètre extérieur<br>Dext | $h_u$ | $h_l$ | $H$ | Lx=Ly | Epaisseur dalle |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------|-------|-----|-------|-----------------|
| 5 m <sup>3</sup>  | 2,4                     | 0,4                     | 3,2                        | 1,10  | 0,4   | 1,5 | 3,36  | 12              |
| 5 m <sup>3</sup>  | 2,4                     | 0,4                     | 3,2                        | 1,10  | 0,4   | 1,5 | 3,36  | 12              |
| 5 m <sup>3</sup>  | 2,4                     | 0,4                     | 3,2                        | 1,10  | 0,4   | 1,5 | 3,36  | 12              |
| 30 m <sup>3</sup> | 4,36                    | 0,4                     | 5,16                       | 2,01  | 0,4   | 1,5 | 5,41  | 17              |

Tableau 15: Récapitulatif des dimensionnements des réservoirs

Nous allons utiliser :

- La norme DIN1045
- Enrobage=1,5cm

- $\gamma_b=25\text{KN/m}^3$  (poids volumique du béton armé)
- $p=2\text{KN/m}^3$  (Charge d'exploitation)
- Béton B25  $\Rightarrow f_{cu} = 17500$
- $\gamma_m=22,6\text{KN/m}^2$  (poids volumique du mur)
- $\gamma_e=10\text{KN/m}^3$  (poids volumique de l'eau)
- $b=1\text{m}$  (unités de bande par mètre de longueur)

L'épaisseur des parois est comprise entre 0,3 et 0,4m

Concernant notre cas nous prenons 0,4m car nous avons les parois en moellon.

### IV.3.3. Dimensionnement proprement dit

#### Introduction

- Le radier et la dalle de couvercle du réservoir seront en béton armé dosé à  $350\text{Kg}/\text{m}^3$  et les parois en maçonneries de moellon avec un mortier de ciment dosé à  $250\text{Kg}/\text{m}^3$ .
- Les parois intérieures c'est-à-dire en contact avec l'eau seront revêtues d'une couche d'étanchéité.
- Les parois extérieures c'est-à-dire en contact avec le sol seront recouvertes d'un enduit bitumineux et celles visibles seront rejointoyées.
- Les échelles intérieures seront nécessaires dans le but de faciliter l'entretien du réservoir.

Pour notre cas, le dimensionnement consistera à déterminer les armatures nécessaires pour le couvercle et pour le radier.

#### Réservoir de $5\text{ m}^3$

a. La dalle

##### - Hauteur

$$L_x=L_y= D_{ext}+2\min\left(\frac{e}{3}, \frac{D_{ext}}{40}\right)$$

$$= 3,2+ 2(0,08) = 3,36\text{m}$$

$$\alpha = \frac{L_x}{L_y}=1 \quad \text{Car } L_x = L_y$$

Si  $0,4 \leq \alpha \leq 1$ : on a une dalle bidirectionnelle

Si  $\alpha < 0,4$  : on a une dalle unidirectionnelle

Ici, nous avons une dalle bidirectionnelle car  $\alpha=1$

$$h \geq \frac{\alpha \cdot l}{35} = \frac{1 \cdot 3,36}{35} = 0,096\text{m} \quad \text{soit } 10\text{Cm}$$

IV.13

##### - Epaisseur

$$d = h + e + \frac{1}{2} \phi 10$$

IV.14

$$d=10+1,5+\frac{1}{2}=12\text{cm}=0,12\text{m}$$

### - Calcul des charges

Charges permanents

Poids de la dalle  $g_1$

$$g_1 = \gamma_b \cdot d$$

IV.15

$$g_1 = 25\text{KN/m}^3 \cdot 0,12\text{m} = 3\text{KN/m}^2$$

Charges d'exploitation  $p=2\text{KN/m}^2$

$$\text{Revêtement } \Delta_g = 1,5\text{KN/m}^2$$

$$\text{Charge totale : } q = g_1 + p + \Delta_g$$

IV.16

$$q = 3\text{KN/m}^2 + 2\text{KN/m}^2 + 1,5\text{KN/m}^2$$

$$q = 6,5\text{KN/m}^2$$

### - Calcul des sollicitations

$$l_x = l_y = 5,418\text{m}, \frac{l_x}{l_y} = 1 \rightarrow f_x^0 = f_y^0 = 20$$

$$m_{tx} = m_{ty} = q \frac{l_x^2}{f_x^0} = q \frac{l_y^2}{f_y^0}$$

IV.17

$$m_{tx} = m_{ty} = 6,5 \cdot \frac{3,36^2}{20} = 3,66\text{KNm/m}$$

### - Calcul des armatures

$$m_{sx} = \frac{m_{tx}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cu}}$$

IV.18

$$m_{sx} = \frac{3,66}{1 \cdot 0,1^2 \cdot 17500} = 0,020$$

$$\text{On a } \omega_2 = 0,0514$$

$$m_{sy} = \frac{m_{ty}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cu}}$$

IV.19

Avec :

$$h' = h - 1\text{cm} \quad h' = 10\text{cm} - 1\text{cm} = 14\text{cm}$$

$$m_{sy} = \frac{3,66}{1 \cdot 0,09^2 \cdot 17500} = 0,025$$

Et par interpolation

$$- 0,02 \leftrightarrow 0,037$$

$$- 0,025 \leftrightarrow \omega_2$$

$$- 0,03 \leftrightarrow 0,055$$

On trouve  $\omega_2 = 0,046$

**Sections des armatures**

$$A_{sx} = \omega_2 * \frac{b * h}{f_e / f_{cu}} = \frac{0,037 * 1 * 0,1}{24} = 0,00015 \text{ m}^2/\text{m} = 1,5 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{IV.20}$$

$$A_{sy} = \omega_2 * \frac{b * h}{f_e / f_{cu}} = \frac{0,046 * 1 * 0,09}{24} = 0,00017 \text{ m}^2/\text{m} = 1,7 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{IV.21}$$

Choix:  $\emptyset_8$   $s_t = 20 \text{ cm}$   $A_{seff} = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$

### b. Le radier

#### Epaisseur du radier

L'épaisseur du radier est comprise entre 20cm et 40cm

On choisit  $d = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$

$$h_x = d - (\text{enrobage} + \frac{\phi_{10}}{2}) = 30 - (1,5 + 0,5) = 28 \text{ cm} = 0,28 \text{ m} \quad \text{IV.22}$$

$$h_y = h_x - 1 \text{ cm} = 27 \text{ cm} = 0,27 \text{ m}$$

#### Calcul des charges

Charges permanentes du radier :

Poids de l'enduit et de l'étanchéité  $g_1 = 0,7 \text{ KN/m}^2$

Poids propre du radier  $g_2 = \gamma_b * d$

$$g = \gamma_b * d + g_1 = 25 \text{ KN/m}^3 * 0,3 \text{ m} + 0,7 \text{ KN/m}^2 = 8,2 \text{ KN/m}^2 \quad \text{IV.23}$$

#### Surcharge d'exploitation

$$\text{Poids de la dalle } P_1 = q_d * \text{diam ext}^2 * \frac{\pi}{4} \quad \text{IV.24}$$

$$\text{Diam ext} = DE + (2 * \text{Débord}) = 3,2 + (2 * 0,1) = 3,4 \text{ m} \quad \text{IV.25}$$

$$P_1 = 6,5 \text{ KN/m}^2 * 3,4^2 * \frac{3,14}{4} = 58,9 \text{ KN}$$

Poids du mur

$$P_2 = \gamma_m * \frac{(De^2 - Di^2)}{4} * \pi * H \quad \text{IV.26}$$

$$P_2 = 22,6 * \frac{3,2^2 - 2,4^2}{4} * 3,14 * 1,5 = 119,2 \text{ KN}$$

Poids de l'enduit et l'étanchéité sur le mur

$$P_3 = g_1 * (Di * \pi * H) \quad \text{IV.27}$$

$$P_3 = 0,7 * (2,4 * 3,14 * 1,5) \text{ KN/m}^2 = 7,91 \text{ KN}$$

La pression totale sous le mur est calculée comme suit

$$q = \frac{(P_1 + P_2 + P_3)}{S(De * e * \pi)} \quad \text{IV.28}$$

$$q = \frac{58,9 + 119,2 + 7,91}{3,2 * 0,4 * 3,14} = 46,28 \text{ KN/m}^2$$

Charge due à l'eau que contiendront les réservoirs

$$P_e = \gamma_e \cdot h_u \text{ avec } \gamma_e = \gamma_{\text{eau}} = 10 \text{KN/m}^3$$

IV.29

$$P_e = 10 \text{KN/m}^3 \cdot 1,1 = 11 \text{KN/m}^3$$

$$q > P_e$$

La pression sous le mur est supérieure à la pression de l'eau, nous allons dimensionner avec la pression sous le mur pour être du côté sécurité.

### Calcul des sollicitations

Sans armature de torsion

$$f_x^0 = 20,0 \text{ et } f_y^0 = 20,0$$

$$m_{tx} = m_{ty} = q \frac{l_x^2}{f_x^0} = q \frac{l_y^2}{f_y^0}$$

IV.30

$$m_{tx} = \frac{46,28 \cdot 3,36^2}{20} = 26,1 \text{KN/m}$$

$$m_{ty} = m_{tx} = 26,1 \text{KN/m}$$

### Calcul des armatures

$$m_{sx} = \frac{m_{tx}}{b \cdot h_x^2 \cdot f_{cu}}$$

IV.31

$$m_{sx} = \frac{26,1}{1 \cdot 0,8^2 \cdot 17500} = 0,019$$

Par interpolation

$$-0,01 \leftrightarrow 0,018$$

$$-0,019 \leftrightarrow \omega_2$$

$$-0,02 \leftrightarrow 0,037. \text{ On trouve } \omega_2 = 0,0351$$

$$A_{sx} = \omega^2 \cdot \frac{b \cdot h_x}{f_e / f_{cu}}$$

IV.32

$$A_{sx} = 0,0351 \cdot \frac{1 \cdot 0,28}{24} = 0,000409 \text{m}^2/\text{m} = 4,09 \text{cm}^2/\text{m}$$

$$m_{sy} = \frac{m_{ty}}{b \cdot h_y^2 \cdot f_{cu}}$$

IV.33

$$m_{sy} = \frac{26,1}{1 \cdot (0,27)^2 \cdot 17500} = 0,020$$

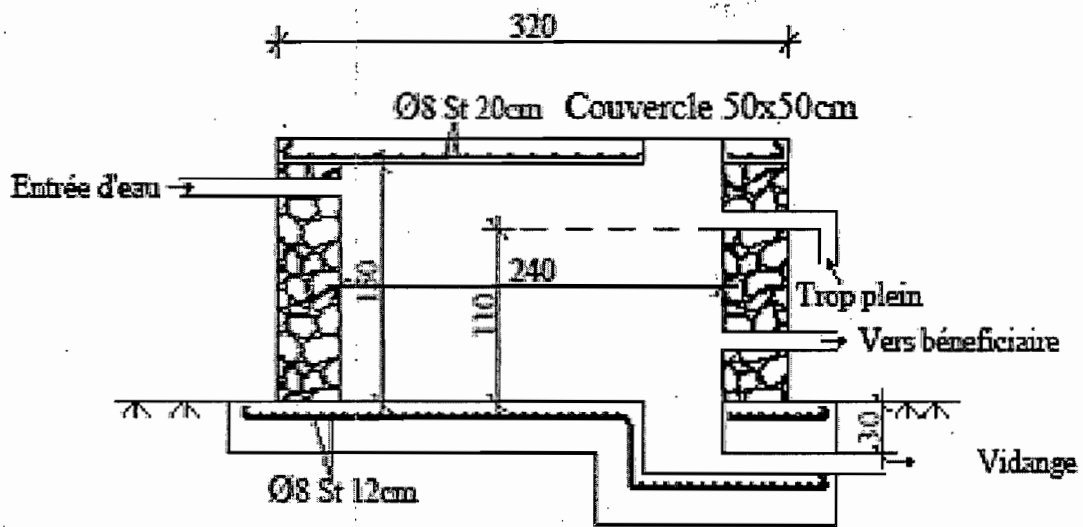
On a  $\omega_2 = 0,037$

$$A_{sy} = \omega^2 \cdot \frac{b \cdot h_y}{f_e / f_{cu}}$$

IV.34

$$A_{sy} = 0,037 \cdot \frac{1 \cdot 0,27}{24} = 0,0004162 \text{m}^2/\text{m} = 4,1 \text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Choix: } \emptyset_8 \text{ } s_t = 12 \text{cm} \quad A_{s \text{ eff}} = 4,19 \text{cm}^2/\text{m}$$

Figure 7: Réservoir de 5m<sup>3</sup>**Réservoir de 30 m<sup>3</sup>****a. La dalle**

- Hauteur

$$L_x = L_y = D_{ext} + 2 \min \left( \frac{e}{3}, \frac{D_{ext}}{40} \right)$$

$$= 5,16 + 2 * 0,129 = 5,418$$

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = 1. \text{ Car } L_x = L_y$$

Si  $0,4 \leq \alpha \leq 1$ : on a une dalle bidirectionnelleSi  $\alpha < 0,4$ : on a une dalle unidirectionnelleIci, nous avons une dalle bidirectionnelle car  $\alpha = 1$ 

$$h \geq \frac{\alpha * l}{35} = 1 * 5,418 / 35 = 0,1548 \text{ m soit } 15 \text{ cm}$$

- Epaisseur

$$d = h + e + \frac{1}{2} \varnothing 10$$

$$d = 15 + 1,5 + \frac{1}{2} = 17 \text{ cm} = 0,17 \text{ m}$$

- Calcul des charges

**Charges permanentes****Poids de la dalle  $g_1$** 

$$g_1 = \gamma_b * d$$

$$g_1 = 25 \text{ KN/m}^3 * 0,17 \text{ m} = 4,25 \text{ KN/m}^2$$

Charges d'exploitation

$$p=2\text{KN/m}^2$$

$$\text{Revêtement } \Delta_g=1,5\text{KN/m}^2$$

$$\text{Charge totale : } q=g_1+p+\Delta_g$$

$$q=4,25\text{KN/m}^2+2\text{KN/m}^2+1,5\text{KN/m}^2$$

$$q=7,75\text{KN/m}^2$$

- Calcul des sollicitations

$$l_x=l_y=5,418\text{m}, \frac{l_x}{l_y}=1 \rightarrow f_x^0=f_y^0=20$$

$$m_{tx} = m_{ty} = q \frac{l_x^2}{f_x^0} = q \frac{l_y^2}{f_y^0}$$

$$m_{tx}=m_{ty}=7,75 * \frac{5,418^2}{20}=11,37\text{KNm/m}$$

- **Calcul des armatures**

$$m_{sx} = \frac{m_{tx}}{bh^2f_{cu}}$$

$$m_{sx} = \frac{11,37}{1*0,15^2*17500}=0,028$$

Et par interpolation

$$- 0,02 \leftrightarrow 0,037$$

$$- 0,02 \leftrightarrow \omega_2 - 0,03 \leftrightarrow 0,055.$$

$$\text{On trouve } \omega_2=0,0514$$

$$m_{sy} = \frac{m_{ty}}{bh'^2f_{cu}}$$

Avec :

$$h'=h-1\text{cm} \quad h'=15\text{cm}-1\text{cm}=14\text{cm}$$

$$m_{sy} = \frac{11,37}{1*0,14^2*17500}=0,033$$

Et par interpolation

$$- 0,03 \leftrightarrow 0,055$$

$$- 0,033 \leftrightarrow \omega_2$$

$$- 0,04 \leftrightarrow 0,075$$

$$\text{On trouve } \omega_2=0,061$$

**Sections des armatures**

$$A_{sx} = \omega_2 * \frac{b*h}{f_e/f_{cu}}$$

$$A_{sx} = 0,0514 * \frac{1*0,15}{24}=0,00032\text{m}^2/\text{m}=3,2\text{cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sy} = \omega_2 * \frac{b * h}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{sy} = 0,0514 \frac{1 * 0,14}{24} = 0,00035 \text{ m}^2/\text{m} = 3,5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Choix: Ø<sub>8</sub> s<sub>t</sub>=14cm**  $A_{seff} = 3,59 \text{ cm}^2/\text{m}$

### b. Le radier

#### Epaisseur du radier

L'épaisseur du radier est comprise entre 20cm et 40cm

On choisit d=30cm =0,3m

$$h_x = d - (\text{enrobage} + \varnothing 10 / 2) = 30 - (1,5 + 0,5) = 28 \text{ cm} = 0,28 \text{ m} \quad h_y = h_x - 1 \text{ cm} = 0,27 \text{ m}$$

#### Calcul des charges

##### Charges permanentes du radier :

Poids de l'enduit et de l'étanchéité  $g_1 = 0,7 \text{ KN/m}^2$

Poids propre du radier  $g_2 = \gamma_b * d$

$$g = \gamma_b * d + g_1 = 25 \text{ KN/m}^3 * 0,3 \text{ m} + 0,7 \text{ KN/m}^2 = 8,2 \text{ KN/m}^2$$

##### Surcharge d'exploitation

Poids de la dalle  $P_1 = q_d * \text{diam ext}^2 * \frac{\pi}{4}$

Diam ext = DE + (2 \* Débord) = 5,16 + (2 \* 0,1) = 5,36m

$$P_1 = 7,75 * 5,36^2 * \frac{3,14}{4} = 174,78 \text{ KN}$$

Poids du mur

$$P_2 = \gamma_m * \frac{(D_e^2 - D_i^2)}{4} * \pi * H P_2 = 22,6 * \frac{(5,16^2 - 4,36^2)}{4} * 3,14 * 2,4 = 324,2 \text{ KN}$$

Poids de l'enduit et l'étanchéité sur le mur

$$P_3 = g_1 * (D_i * \pi * H)$$

$$P_3 = 0,7 * (4,36 * 3,14 * 2,4) \text{ KN/m}^2 = 2,29 \text{ KN}$$

La pression totale sous le mur est calculée comme suit :

$$q = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{S(D_e * e * \pi)} = \frac{174,78 + 324,2 + 22,9}{5,16 * 0,4 * 3,14} = 80,5 \text{ kN/m}^2$$

Charge due à l'eau que contiendront les réservoirs

$$P_e = \gamma_e * h_u \quad \text{avec } \gamma_e = \gamma_{\text{eau}} = 10 \text{ KN/m}^3 \quad P_e = 10 \text{ KN/m}^3 * 2,01 = 20,1 \text{ KN/m}^3$$

$$q > P_e$$

La pression sous le mur est supérieure à la pression de l'eau, nous allons dimensionner avec la pression sous le mur pour être du côté sécurité.

**Calcul des sollicitations**

Sans armature de torsion

$$f_x^0 = 20,0 \text{ et } f_y^0 = 20,0$$

$$m_{tx} = \frac{80,5 * 5,418^2}{20} = 118,2 \text{ KN/m}$$

$$m_{ty} = m_{tx} = 118,2 \text{ KN}$$

**Calcul des armatures**

$$m_{sx} = \frac{m_{tx}}{b * h^2 * x * f_{cu}}$$

$$m_{sx} = \frac{118,2}{1 * 0,28^2 * 17500} = 0,086$$

Par interpolation

- 0,08 ↔ 0,154
- 0,086 ↔  $\omega_2$
- 0,09 ↔ 0,175.

On trouve  $\omega_2 = 0,166$

$$A_{sx} = \frac{b * h * x}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{sx} = 0,166 * \frac{1 * 0,28}{24} = \frac{0,001936 \text{ m}^2}{\text{m}} = \frac{19,3 \text{ cm}^2}{\text{m}}$$

$$m_{sy} = \frac{m_{ty}}{b * h * y^2 * f_{cu}}$$

$$m_{sy} = \frac{118,2}{1 * 0,27^2 * 17500} = 0,092$$

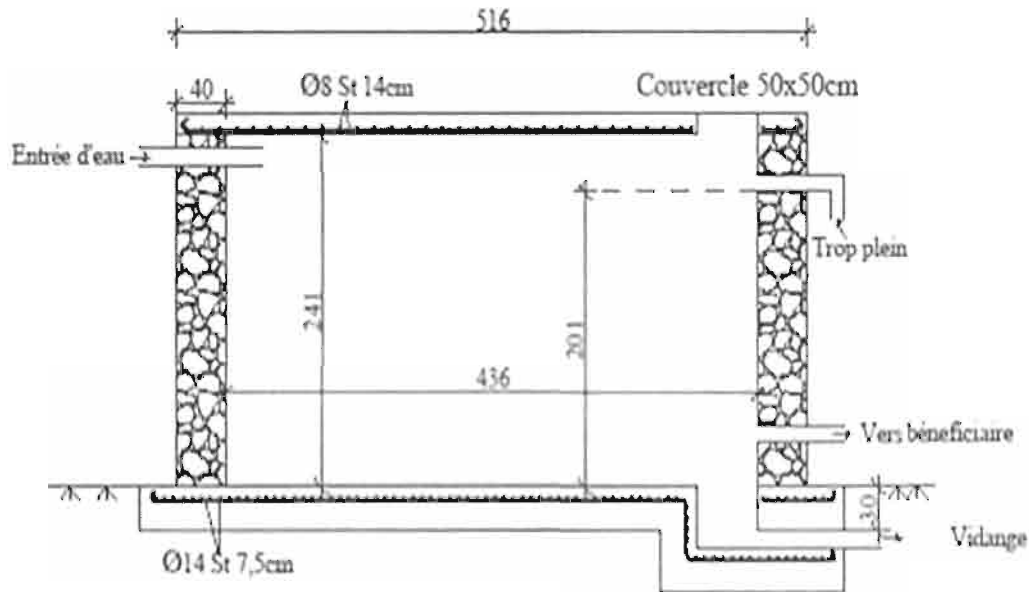
Par interpolation

- 0,09 ↔ 0,175
- 0,092 ↔  $\omega_2$  - 0,1 ↔ 0,197.
- On trouve  $\omega_2 = 0,179$

$$A_{sy} = \omega_2 * \frac{b * h * y}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{sy} = 0,179 * \frac{1 * 0,27}{24} = 0,00201 \text{ m}^2/\text{m} = 20,1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Choix:  $\emptyset_{14}$        $s_t = 7,5 \text{ cm}$        $A_{s_{eff}} = 20,52 \text{ cm}^2/\text{m}$**

Figure 8: Réservoir de 30m<sup>3</sup>

#### IV.4. Dimensionnement du réseau de distribution

L'eau est transportée de la source jusqu'aux lieux d'utilisation grâce aux ouvrages de transport appelés "conduites". L'eau est acheminée gravitairement à partir de la chambre de départ vers le réseau de distribution. Ils assurent aussi le transport des eaux usées depuis les utilisateurs jusqu'au lieu de rejet.

##### IV.4.1. Types de tuyaux

Les tuyaux utilisés dans le transport de l'eau sont de type :

- les tuyaux en matière plastique ;
- les tuyaux en acier galvanisé ;
- les tuyaux en fonte ;
- les tuyaux en béton armé ;
- les tuyaux en amiante ;

Ici, nous comptons utiliser les tuyaux plastiques. Ces derniers sont les plus employés et connus sous le nom de Polychlorure de Vinyle (PVC). Ils sont vendus en longueur de 6m avec un emboîtement à l'une de ses extrémités permettant le collage des uns aux autres.

Les tuyaux en matière plastique sont groupés en catégories suivant leurs pressions nominales (PN) :

- Les tuyaux en PVC qui résistent jusqu'à une pression de 6bars (PVC PN6)
- Les tuyaux en PVC qui résistent jusqu'à une pression de 10bars (PVC PN10)

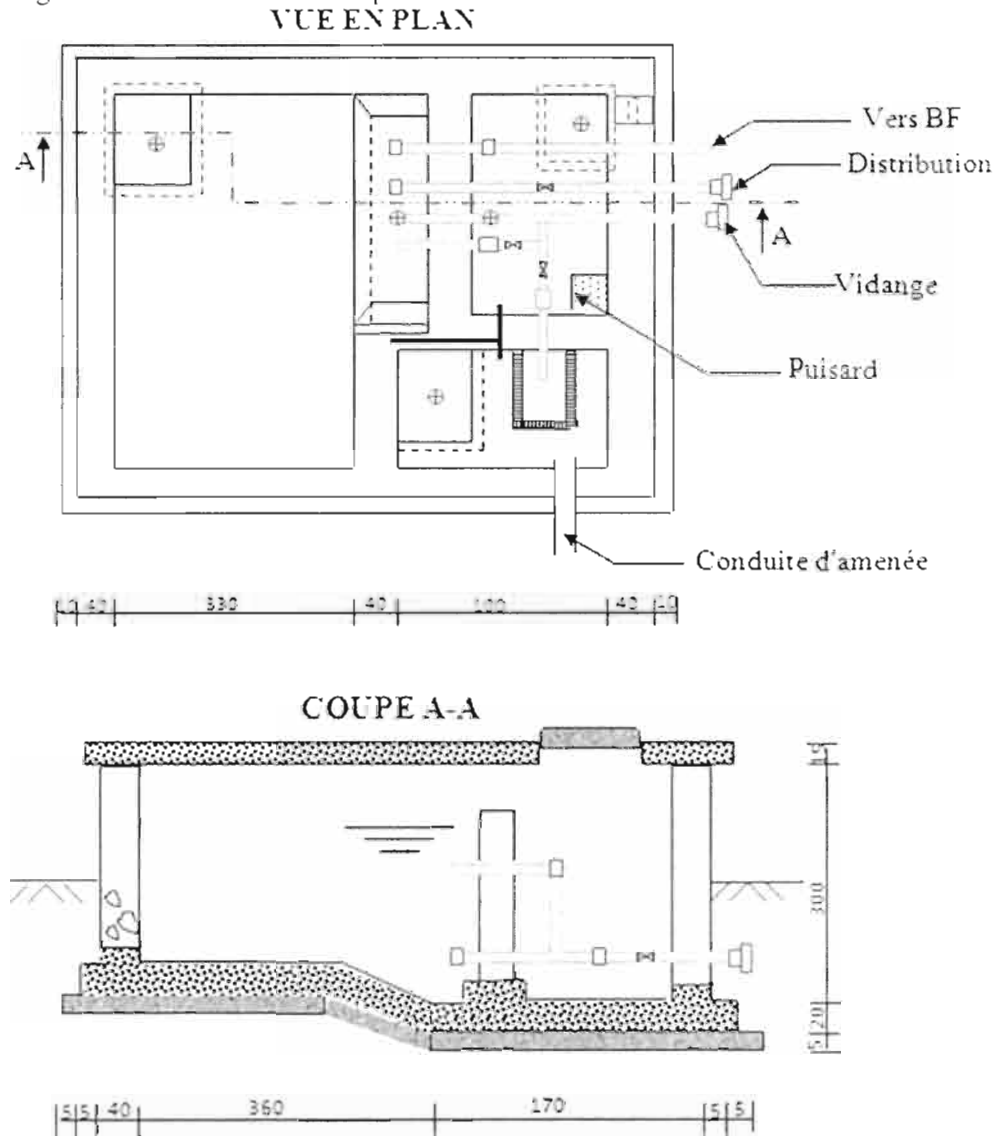
- Les tuyaux en PVC qui résistent jusqu'à une pression de 16bars (PVC PN16)

#### IV.4.2. Quelques ouvrages de transport

##### a. La chambre de départ

C'est un ouvrage construit en briques cuites ou en moellons destiné à recevoir l'eau de la source de captage et comporte deux compartiments pour la décantation des particules solides. En cas de plusieurs sources, elle porte le nom de "chambre collectrice".

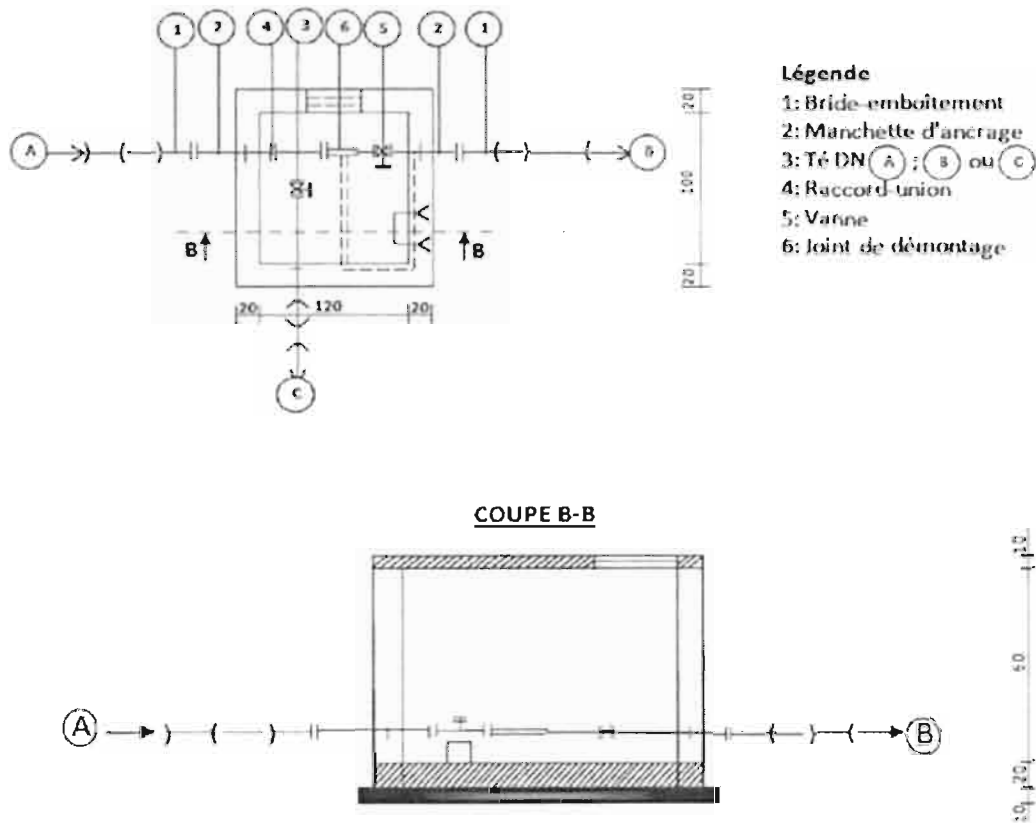
Figure 9: Chambre de départ



##### b. La chambre de vannes et de sectionnement

Celle-ci permet en cas de fortes pressions de bloquer ou orienter l'eau dans une ou plusieurs directions du réseau ramifié.

Figure 10: Vue en plan et coupe de chambre de vannes et de sectionnements

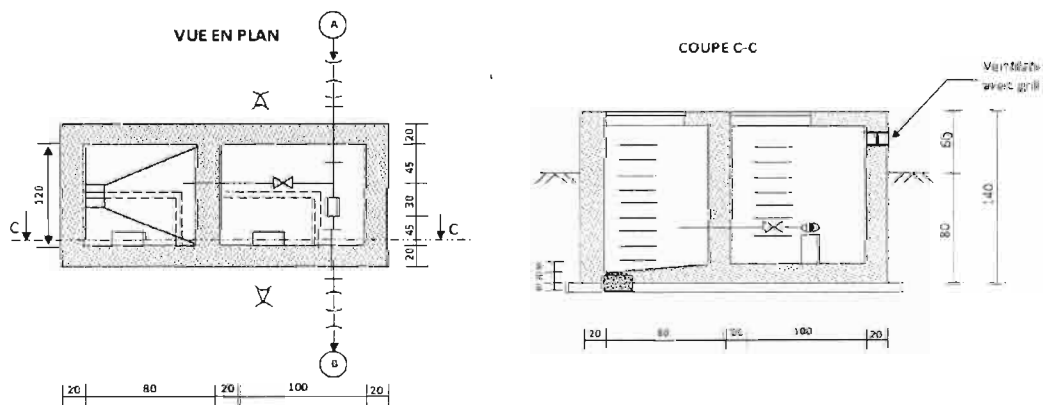


**c. La chambre de purge**

Cet ouvrage est placé au niveau plus bas du réseau pour permettre la vidange et le nettoyage des conduites. L'évacuation se fait vers l'égout voisin ou dans les fossés des routes. Il est conçu avec des vannes.

Figure 11: Vue en plan et coupe de chambre de purge

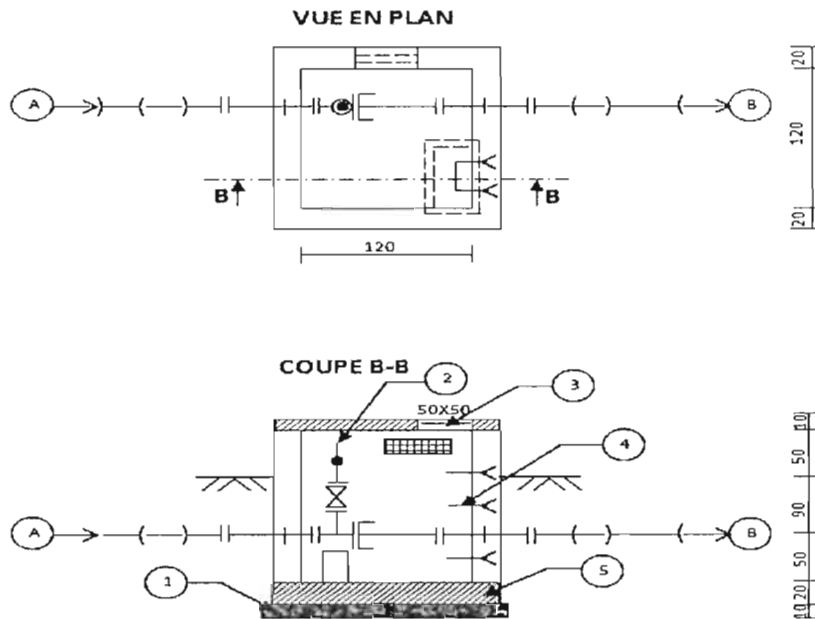
**Vue en plan**



#### d. La chambre de ventouse

La chambre de ventouse est installée aux points les plus hauts du réseau pour permettre l'évacuation de l'air enfermé dans les conduites et on évite ainsi le phénomène de cavitation que pourraient subir les conduites.

Figure 12: Vue en plan et coupe de la chambre de ventouse



#### Légende :

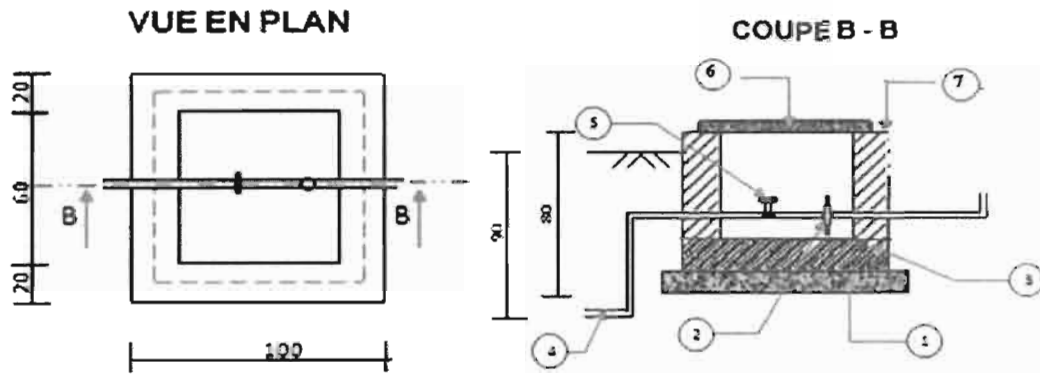
- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Béton de propreté | 4. Echelons en acier |
| 2. Ventouse          | 5. Béton armé        |
| 3. Couvercle         |                      |

#### e. La chambre de vannes

Les vannes sont placées sur le réseau de distribution dans le but de:

- Contrôler le débit ;
- Permettre l'arrêt de l'eau dans les conduits
- Contrôle

Figure 13: Vue en plan et coupe de la chambre de vannes pour BF

**Légende**

- |                      |            |              |                   |
|----------------------|------------|--------------|-------------------|
| 1. Béton de propreté | 3. Radier  | 5. Robinet   | 7. Mur en briques |
| 2. Réducteur         | 4. Conduit | 6. Couvercle |                   |

**f. Les raccords**

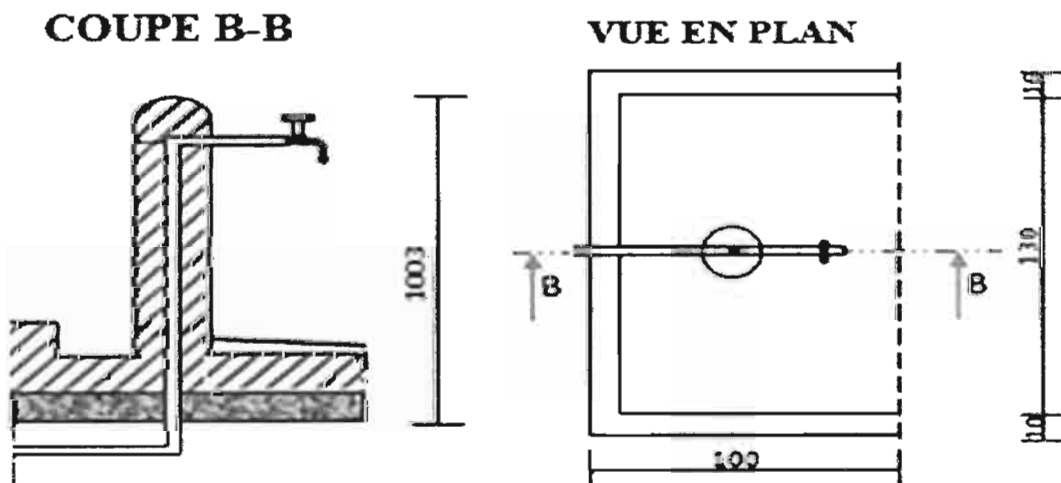
Ils ont un double rôle

- -Changer les directions (coudes) ;
- -La diminution ou l'augmentation de diamètre (cône ou réducteur).

**g. Bornes fontaines**

Une borne fontaine est un ouvrage d'alimentation servant à fournir à la population environnante une eau en quantité suffisante. Elle est constituée d'un coffre en fonte abritant une cuvette qui débouche vers l'extérieur. Le manœuvre d'un bouton ou d'un volant ouvre un clapet et l'eau s'écoule par le dégorgeoir.

Figure 14: Vue en plan et coupe d'une borne fontaine



#### IV.5. Dimensionnement des conduites

Quatre paramètres sont indispensables pour le dimensionnement des conduites:

*a) La vitesse*

La vitesse moyenne d'écoulement peut être fixée et choisie dans l'intervalle de 0,5 à 1,5m/s

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad \text{IV.35}$$

*b) Le débit*

Il est exprimé en m<sup>3</sup>/s (ou en l/s) et il est nécessaire à chaque tronçon conformément aux besoins en eau potable de la population :

$$Q = S.VQ = \frac{\pi D^2 V}{4} \quad \text{IV.36}$$

*c) Le diamètre*

Le diamètre D de la conduite sera choisi de façon à ce que la vitesse de l'eau reste dans une marge acceptable.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad \text{IV.37}$$

*d) Pertes de charge*

Les pertes de charge sont des pertes d'énergies de l'eau sur son parcours. Il y a :

- Les pertes de charges linéaires qui correspondent aux frictions de l'eau contre les parois de la conduite ;
- Les pertes de charges singulières qui correspondent à la présence d'un obstacle particulier.

Les pertes de charge sont fonction du débit Q, de la vitesse d'écoulement, du diamètre, de la rugosité de la conduite ainsi que des caractéristiques du liquide notamment de la viscosité cinématique  $\nu$  ( $\nu = 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ ) Selon DARCY-WEISBACH :

$$j = \frac{\lambda * V^2}{2 * g * D}$$

**Avec :**

$j$ : Perte de charge unitaire ;

$\lambda$  : Coefficient de perte de charge ;

$g$ : Accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>)

$V$ : Vitesse d'écoulement (m/s).

Avec :  $\lambda = f(\text{Re}, \frac{\epsilon}{D})$  coefficient de frottement qui est fonction du nombre de Reynolds ( $\text{Re}$ )

$$\text{Re} = \frac{V * D}{\nu}$$

Où :

$\frac{\varepsilon}{D}$  : Rugosité relative

Re : Nombre de Reynolds

$\varepsilon$  : Rugosité absolue

Pour un tronçon de longueur L, les pertes de charges totales sont données par :

$$J = j \times L$$

Le coefficient de frottement  $\lambda$  est donné par certaines expressions selon la nature et le diamètre de la conduite, le nombre de Reynolds et selon les auteurs:

1° Pour Colebrook et White

Cette formule peut être utilisée pour tous les types de tuyaux

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

2° Pour Prandtl NIKURADSE

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1,74 + 2 \log \left( \frac{D}{2\varepsilon} \right)$$

Cette formule est utilisée pour les tuyaux rugueux (tuyaux en acier, en fonte et en béton armé).

3° Pour BLASIUS

$$\lambda = \frac{0,316}{(Re)^{1/4}}$$

Cette formule est utilisée pour les tuyaux lisses (tuyaux en PVC)

La pression en un point du réseau est donnée par la différence entre la cote piézométrique et la cote du sol.

La pression de l'eau à chaque point des conduites est obtenue à partir de la formule de Bernoulli exprimant la loi de conservation d'énergie pour un fluide:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} - J_{1-2} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g}$$

Avec :

$J_{1-2}$ : pertes de charges totales entre 1 et 2

$\frac{P}{\gamma}$  : Énergie due à la pression (p en N/m<sup>2</sup> et  $\gamma$  en N/m<sup>3</sup>)

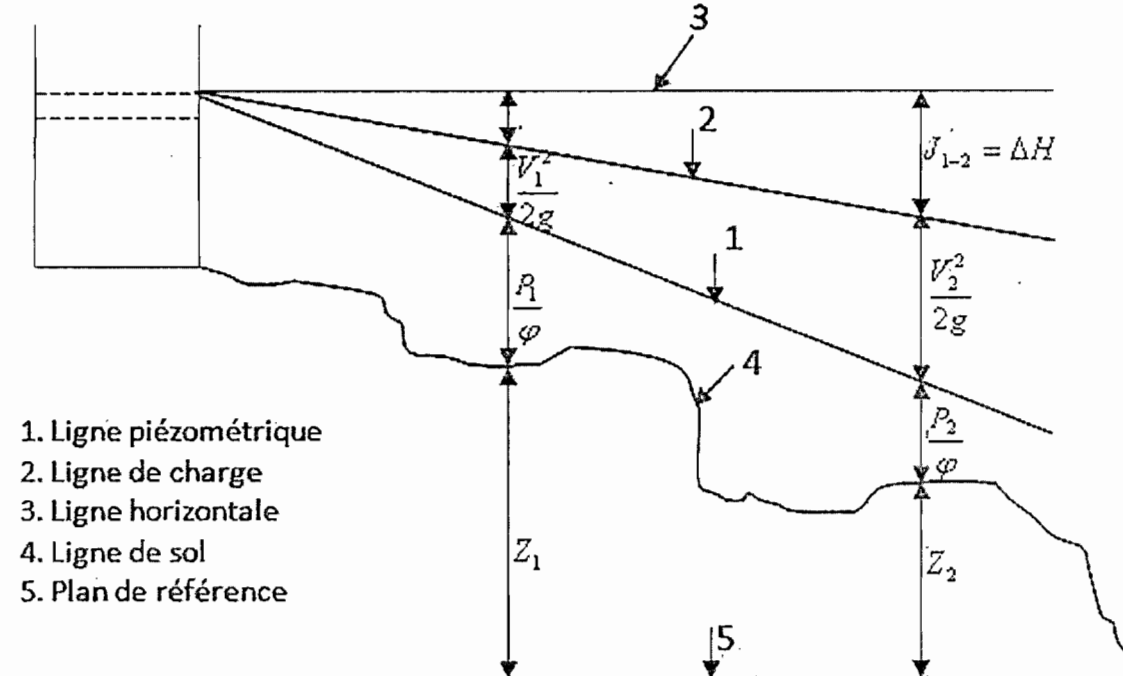
$\frac{V^2}{2 * g}$  : Énergie cinétique (v en m/s et g en m/s<sup>2</sup>)

$z_1$  et  $z_2$  : côte piézométrique

$\frac{v^2}{2 \cdot g}$  : Entre deux points consécutifs, la vitesse est la même raison pour laquelle les énergies dues à la vitesse se simplifient.

#### IV.5.1. Interprétation géométrique de l'équation de Bernoulli:

Figure 15: Schémas illustratif de l'équation de Bernoulli



1. Ligne piézométrique
2. Ligne de charge
3. Ligne horizontale
4. Ligne de sol
5. Plan de référence

#### IV.5.2. Calculs hydrauliques

Le dimensionnement des conduites dépendra du débit trouvé lors de la recherche de l'adéquation entre les sources et les besoins en eau

La vitesse de la conduite sera de préférence, comprise entre 0,3 et 1,5m/s. Les calculs hydrauliques se font tronçon par tronçon

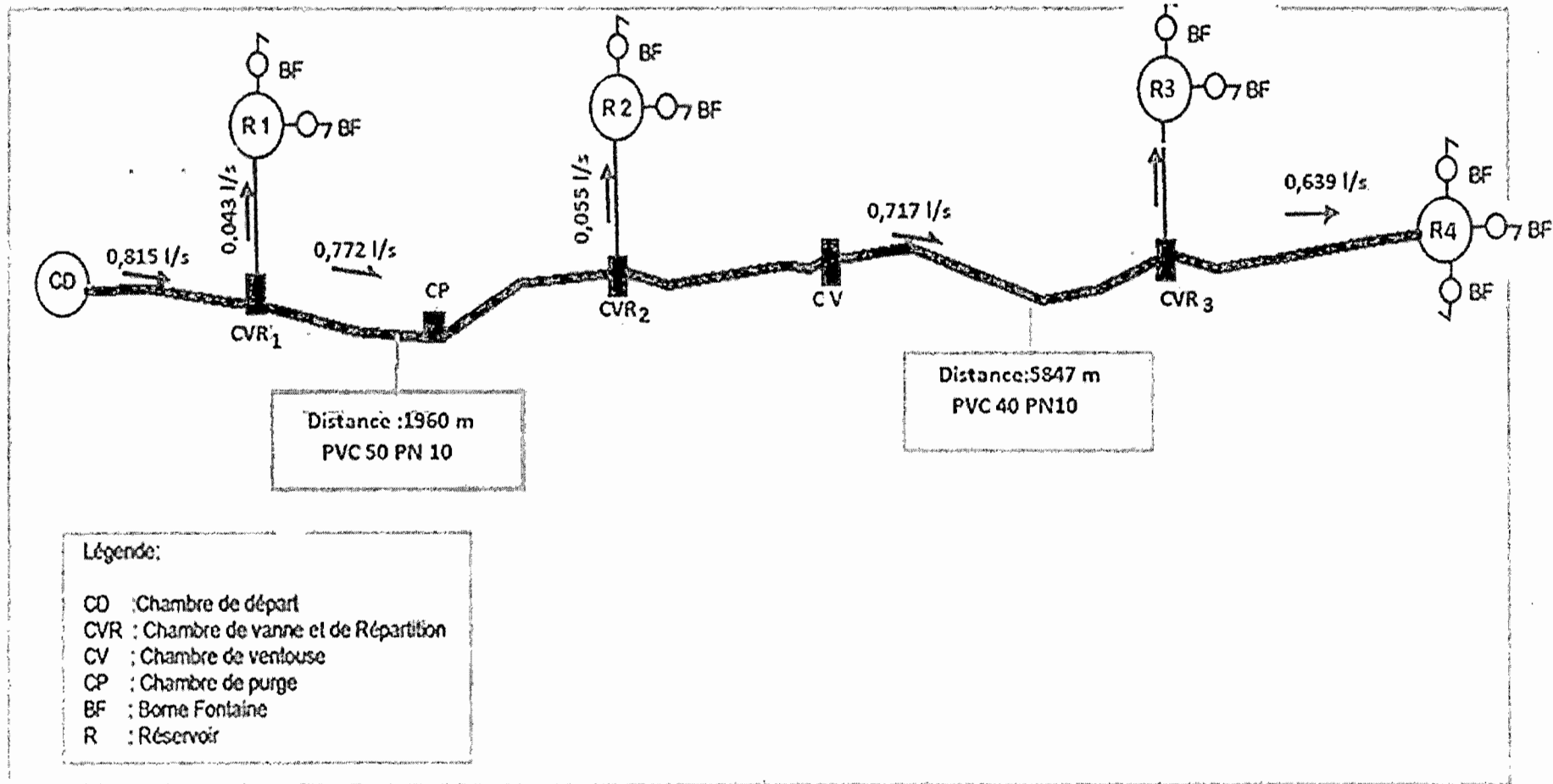
| Tronçons | Altitude du TN(m) |      | Lp(m) | débit<br>(m <sup>3</sup> /s) | Conduite |            |        |             | V<br>(m/s) | Re        | λ      | j(m)   | J(m)  | Hpiézométrique(m) |          | Pdynamique(mcE) |        |
|----------|-------------------|------|-------|------------------------------|----------|------------|--------|-------------|------------|-----------|--------|--------|-------|-------------------|----------|-----------------|--------|
|          | amont             | aval |       |                              | Type     | DE<br>(mm) | DI(m)  | PN<br>(bar) |            |           |        |        |       | amont             | aval     | amont           | aval   |
| CD-R1    | 1060              | 1055 | 200   | 0.00082                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.52       | 23,174.48 | 0.0256 | 0.0078 | 1.561 | 1,060.00          | 1,058.44 | 0               | 3,44   |
| R1-2     | 1055              | 1045 | 195   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 1.385 | 1,058.44          | 1,057.05 | 3.44            | 12.05  |
| 2-3      | 1045              | 1015 | 325   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 2.308 | 1,057.05          | 1,054.75 | 12.05           | 39.75  |
| 3-CP     | 1015              | 1010 | 400   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 2.840 | 1,054.75          | 1,051.91 | 39.75           | 41.91  |
| CP-5     | 1010              | 1012 | 120   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 0.852 | 1,051.91          | 1,051.05 | 41.91           | 39.054 |
| 5_6      | 1012              | 1015 | 140   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 0.994 | 1,051.05          | 1,050.06 | 39.05           | 35.05  |
| 6-7      | 1015              | 1009 | 420   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 2.982 | 1,050.06          | 1,047.08 | 35.06           | 38.08  |
| 7-R2     | 1009              | 1000 | 160   | 0.00077                      | PVC      | 50         | 0.0448 | 10          | 0.49       | 21,951.77 | 0.0260 | 0.0071 | 1.136 | 1,047.08          | 1,045.94 | 38.08           | 45.94  |
| R2-9     | 1000              | 970  | 200   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 3.168 | 1,045.94          | 1,042.77 | 45.94           | 72.77  |
| 9-10     | 970               | 965  | 180   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 3.173 | 1,042.77          | 1,039.60 | 72.77           | 74.60  |
| 10-CV    | 965               | 966  | 250   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 4.407 | 1,039.60          | 1,035.19 | 74.60           | 69.19  |
| VV-12    | 966               | 950  | 360   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 6.347 | 1,035.19          | 1,028.85 | 69.19           | 78.85  |
| 12-13    | 950               | 945  | 170   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 2.997 | 1,028.85          | 1,025.85 | 78.85           | 80.85  |
| 13-14    | 945               | 944  | 500   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 8.815 | 1,025.85          | 1,017.04 | 80.85           | 73.035 |
| 14-15    | 944               | 930  | 197   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 3.473 | 1,017.04          | 1,013.56 | 73.04           | 83.56  |
| 15-16    | 930               | 925  | 370   | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 6.523 | 1,013.56          | 1,007.04 | 83.56           | 82.04  |
| 16-17    | 925               | 925  | 80    | 0.00072                      | PVC      | 40         | 0.0360 | 10          | 0.70       | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 1.410 | 1,007.04          | 1,005.63 | 82.04           | 80.63  |

|       |     |     |     |         |     |    |        |    |      |           |        |        |       |          |          |       |       |
|-------|-----|-----|-----|---------|-----|----|--------|----|------|-----------|--------|--------|-------|----------|----------|-------|-------|
| 17-18 | 925 | 929 | 90  | 0.00072 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.70 | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 1.587 | 1,005.63 | 1,004.04 | 80.63 | 75.04 |
| 18-19 | 929 | 928 | 100 | 0.00072 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.70 | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 1.763 | 1,004.04 | 1,002.28 | 75.04 | 74.28 |
| 19-20 | 928 | 932 | 410 | 0.00072 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.70 | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 7.228 | 1,002.28 | 995.05   | 74.28 | 63.05 |
| 20-21 | 932 | 939 | 320 | 0.00072 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.70 | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 5.641 | 995.05   | 989.41   | 63.05 | 50.41 |
| 21-R3 | 939 | 944 | 160 | 0.00072 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.70 | 25,371.55 | 0.0251 | 0.0176 | 2.821 | 989.41   | 986.59   | 50.41 | 42.59 |
| R3-23 | 944 | 940 | 150 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 2.162 | 986.59   | 984.43   | 42.59 | 44.43 |
| 23-24 | 940 | 940 | 140 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 2.018 | 984.43   | 982.41   | 44.43 | 42.41 |
| 24-25 | 940 | 941 | 340 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 4.900 | 982.41   | 977.51   | 42.41 | 36.51 |
| 25-26 | 941 | 938 | 430 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 6.197 | 977.51   | 971.31   | 36.51 | 33.31 |
| 26-27 | 938 | 937 | 400 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 5.765 | 971.31   | 965.55   | 33.31 | 28.55 |
| 27-28 | 937 | 935 | 280 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 4.035 | 965.55   | 961.51   | 28.55 | 26.51 |
| 28-29 | 935 | 930 | 320 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 4.612 | 961.51   | 956.90   | 26.51 | 26.90 |
| 29-R4 | 930 | 925 | 400 | 0.00064 | PVC | 40 | 0.0360 | 10 | 0.63 | 22,611.46 | 0.0258 | 0.0144 | 5.765 | 956.90   | 951.14   | 26.90 | 26.13 |

Tableau 16: Calculs hydrauliques

## Schéma de fonctionnement

Figure 16: Schéma de fonctionnement



## CHAPITRE V : EVALUATION DU COUT DU PROJET

### V.1. Introduction

L'étude d'un projet nécessite d'évaluer la quantité des matériaux à mettre en œuvre, les travaux à effectuer et la main d'œuvre nécessaire afin d'estimer le coût global du projet.

### V.2. Quantités des travaux et des matériaux

| N°    | Désignation des travaux          | Unité          | Formules              | Quantité |
|-------|----------------------------------|----------------|-----------------------|----------|
| I     | <b>INSTALLATION DU CHANTIER</b>  | Fbu            | -                     | -        |
| II    | <b>CAPTAGE</b>                   |                |                       |          |
| II.1  | Long=larg de décapage (L1=l1)    | ml             | -                     | 20       |
|       | Epaisseur de décapage e1         | ml             |                       | 0.2      |
|       | Décapage                         | m <sup>3</sup> | $L_1 * l_1 * e_1$     | 80       |
| II.2  | Long. de fouille(L2)             | m              | -                     | 4        |
|       | larg. de fouille(l2)             | m              | -                     | 3        |
|       | Profondeur de fouille(prof)      | m              | -                     | 2.8      |
|       | Fouille                          | m <sup>3</sup> | $L_2 * l_2 * prof$    | 33.6     |
| II.3  | Epaisseur du gravier filtrant e2 | m              |                       | 0.4      |
|       | volume gravier filtrant          | m <sup>3</sup> | $L_2 * l_2 * e_2$     | 4,8      |
| II.4  | Tuyau captant                    | ml             | Forfaitaire           | 12       |
| II.5  | Epaisseur du sable(ep3)          | m              | -                     | 0.1      |
|       | Vol du Sable                     | m <sup>3</sup> | $L_2 * l_2 * e_3$     | 1,2      |
| II.6  | Feuille plastique                | m <sup>2</sup> | $L_2 * l_2$           | 12       |
| II.7  | Epaisseur d'argile(ep4)          | m              | -                     | 0.3      |
|       | volume d'argile                  | m <sup>3</sup> | $L_2 * l_2 * e_4$     | 3,6      |
| II.8  | Epaisseur de remblayage(ep5)     | m              | -                     | 2        |
|       | Vol. des remblais                | m <sup>3</sup> | $L_2 * l_2 * e_5$     | 24       |
| II.9  | Nombres de contour(n)            | -              | -                     | 3        |
|       | Longueur du fil barbelé          | ml             | $P = ((L+1) * 2) * n$ | 42       |
|       | Clôture                          | Piquet         | $(P/3)+1$             | 15       |
| III   | <b>CONDUITES D'ALIMENTATION</b>  |                |                       |          |
| III.1 | Long tronçon1 (L3):PVC50         | m              |                       | 1960     |

|       |  |                |                   |        |
|-------|--|----------------|-------------------|--------|
|       | Long tronçon L4:PVC40                                | m              |                   | 5847   |
|       | Long totale de des conduite=long .décapage(LT)       | m              | L3+L4             | 7807   |
| III.2 | Décapage   |                |                   |        |
|       | Epaisseur de décapage(ep6)                           | m              | -                 | 0.2    |
|       | Larg de décapage(l1)                                 | m              | -                 | 1      |
|       | Vol de Décapage(VT1)                                 | m <sup>3</sup> | $l1*ep6*LT$       | 1561,4 |
| III.3 | Fouille  |                |                   |        |
|       | Profondeur de la tranchée(prof2)                     | m              | -                 | 1      |
|       | Larg de la tranchée(l3)                              | m              | -                 | 0.5    |
|       | Vol. de la fouille(VT2)                              | m <sup>3</sup> | $l3*prof2*LT$     | 3903,5 |
| III.4 | Sable pour enrobage                                  |                |                   |        |
|       | Epaisseur sable pour enrobage(ep7)                   | m              | -                 | 0,15   |
|       | Vol.totsable+vol conduite VT3                        | m <sup>3</sup> | $l3*ep7*LT$       | 585,52 |
|       | Diamètre des tuyaux pour tronçon 1(DE <sub>1</sub> ) | m              | -                 | 0,05   |
|       | Diamètre des tuyaux pour tronçon 2(DE <sub>2</sub> ) | m              | -                 | 0,04   |
|       | Vol.conduites1(Vc1)                                  | m <sup>3</sup> | $(DE^2/4)*\pi*L3$ | 3,84   |
|       | Vol.conduites2(Vc2)                                  | m <sup>3</sup> | $(DE^2/4)*\pi*L4$ | 7,34   |
|       | Vol. sable   | m <sup>3</sup> | $VT3-(Vc1+Vc2)$   | 574,34 |
| III.5 | Remblayage   |                |                   |        |
|       | Vol. fouille+décapage(VT)                            | m <sup>3</sup> | $VT1+VT2$         | 5464,9 |
|       | Vol. sable+conduites(VT3)                            | m <sup>3</sup> | VT3               | 585,52 |
|       | Coefficient de foisonnement(f)                       | -              | -                 | 1.25   |
|       | Vol. des remblais                                    | m <sup>3</sup> | $(VT*f)-VT3$      | 6245,6 |
| III.6 | Tuyaux PVC 50,PN 10                                  | Pièce          | L1/6              | 327    |
|       | Tuyaux PVC 40 PN 10                                  | Pièce          | L2/6              | 975    |
| IV    | <b>CHAMBRES DE VENTOUSE(1,6*1,6)</b>                 |                |                   |        |
| IV.1  | Long de la chambre(L')                               | m              | -                 | 1.6    |
|       | Largueur de la chambre(l')                           | m              | -                 | 1.6    |

|             |   |                                    |                             |          |      |
|-------------|---|------------------------------------|-----------------------------|----------|------|
|             | Hauteur de la maçonnerie en briques(h)                                    | m                                  | -                           | 1,9      |      |
| IV.2        | Décapage  |                                    |                             |          |      |
|             | Epaisseur de décapage e8  | m                                  | -                           | 0.2      |      |
|             | Long à décaper(L6)  | m                                  | L'+1m                       | 2.6      |      |
|             | Larg à décaper (l2)   | m                                  | L'+1m                       | 2.6      |      |
|             | Décapage  | m <sup>3</sup>                     | (L6*l2*e8)                  | 1,35     |      |
| IV.3        | Fouille   |                                    |                             |          |      |
|             | Profondeur de la fouille prof3  | m                                  | -                           | 1,7      |      |
|             | Vol.fouille   | m <sup>3</sup>                     | (( L'+0.1)*(l' +0.1)*prof3) | 4,91     |      |
| IV.4        | Long développée de cet ouvrage(d)   | m                                  | (L'+l')*2                   | 6,4      |      |
|             | Surface de la maçonnerie en briques(Sm)                                   | m <sup>2</sup>                     | d*h                         | 12.16    |      |
|             | Epaisseur du mur(ep9)   | m                                  | -                           | 0.2      |      |
|             | Volume de la maçonnerie en briques(Vm)                                    | m <sup>3</sup>                     | Sm*ep9                      | 2,432    |      |
|             | Vol des briques(Vb)   | m <sup>3</sup>                     | 0.7*Vm                      | 1,7024   |      |
|             | Volume d'une brique(vb)   | m <sup>3</sup>                     | l''*L''*h''                 | 0.000684 |      |
|             | Nbre de briques   | Pieces                             | (Vb/vb)*1.15                | 2863     |      |
|             | Vol du mortier (vm)   | m <sup>3</sup>                     | Vm-Vb                       | 0,72     |      |
|             | Vol du mortier pour enduit intérieur (1 cm d'ep)(ve)                      | m <sup>3</sup>                     | (Sm*0,01)                   | 0,12     |      |
|             | Ciment pour mortier de la maçonnerie(300kg/m <sup>3</sup> )(c1)           | Kg                                 | vm*300                      | 218,88   |      |
|             | Ciment pour enduit(400kg/m <sup>3</sup> )(c2)                             | Kg                                 | ve*400                      | 48,64    |      |
|             | Sable pour enduit (1m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )(S1)                  | m <sup>3</sup>                     | ve*1                        | 0,12     |      |
|             | Sable pour mortier de la maçonnerie(1m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )(S2) | m <sup>3</sup>                     | vm*0.4                      | 0,29     |      |
|             | IV.5  | Béton de propreté (ep 5cm)Vp       | m <sup>3</sup>              | L'*l'*ep | 0,12 |
|             |   | Ciment (150kg/m <sup>3</sup> )(c3) | Kg                          | Vp*150   | 19,2 |
| Gravier(G1) |   | m <sup>3</sup>                     | 0,8*Vp                      | 0,1      |      |
| Sable(S3)   |   | m <sup>3</sup>                     | 0.4*Vp                      | 0,05     |      |
| IV.6        | Dalle de couverture ep10cm Vd   | m <sup>3</sup>                     | L'*l'*ep                    | 0,25     |      |

|       |  |                                   |   |               |
|-------|--|-----------------------------------|---|---------------|
|       | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(c4)                            | Kg                                | Vd*350  | 89,6          |
|       | Gravier(G2)  | m <sup>3</sup>                    | 0,8*Vd  | 0,2           |
|       | Sable(S4)  | m <sup>3</sup>                    | 0.4*Vd  | 0,1           |
| IV.7  | Radier ep 20cm Vr  | m <sup>3</sup>                    | L'*l'*ep  | 0,51          |
|       | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(5)                             | Kg                                | 350*Vr  | 179,2         |
|       | Gravier(G3)  | m <sup>3</sup>                    | 0,8*Vr  | 0,4           |
|       | Sable(5)   | m <sup>3</sup>                    | 0.4*Vr  | 0,2           |
| IV.8  | <b>VOL.TOTAL DE CIMENT</b>                                   | Kg                                | (c <sub>1</sub> +c <sub>2</sub> +c <sub>3</sub> +c <sub>4</sub> + c <sub>5</sub> )*1.05 | <b>583,29</b> |
|       | <b>VOL.TOTAL DE GRAVIER</b>                                  | m <sup>3</sup>                    | ( G1+G 2+G3)*1,15   | <b>0,82</b>   |
|       | <b>VOL.TOTAL DE SABLE</b>                                    |                                   | ( S1+S2+S3+S4+S5)*1.15  | <b>0,88</b>   |
| IV.9  | Coffrage   |                                   | -   |               |
|       | Longueur d'une planche(Lp)                                   | m                                 | -   | 3,5           |
|       | Largeur d'une planche(lp)                                    | m                                 |   | 0,15          |
|       | Radier (Sr)  | m <sup>2</sup>                    | ((L'+l')*2)*ep  | 1,28          |
|       | Dalle (Sd)   | m <sup>2</sup>                    | ((L'+l')*(2*ep)+(L'*l'))  | 3,84          |
|       | Surface totale à coffrer St                                  | m <sup>2</sup>                    | Sr+Sd   | 5,12          |
|       | Planches   | Pièce                             | (St/(3.5*0.15))*1,2   | 12            |
|       | Clous(0,15kg/m <sup>2</sup> )                                | Kg                                | 0,15*St   | 0,76          |
| IV.10 | Dalle de couverture=radier                                   | m                                 |   |               |
|       | Sens x =sens y dalle l"                                      | m                                 |   | 1,6           |
|       | Sens X=sens y radier l"                                      | m                                 |   | 1,6           |
|       | Nombre de long<br>φ <sub>8</sub> st=15cmde 12m pour<br>dalle | Pièce                             |   | 4             |
|       | Nombre deφ <sub>8</sub> st=15cm de<br>12m pour radier        | Pièce                             |   | 4             |
|       | Fil à ligaturer  | Kg                                |   | 1             |
|       | V  | <b>CHAMBRES DE PURGE(2,4*1,6)</b> |   |               |
| V.1   | Long de la chambre(L')                                       | m                                 | -   | 2.4           |
|       | Largeur de la chambre(l')                                    | m                                 | -   | 1.6           |
|       | Hauteur de la maçonnerie<br>en briques(h)                    | m                                 | -   | 1.4           |
|       | Décapage   |                                   |   |               |
|       | Epaisseur de décapage  | m                                 | -   | 0.2           |

|     |  |                |                             |          |
|-----|--|----------------|-----------------------------|----------|
|     | Long a décaper(L6)   | m              | $L'+1m$                     | 3,4      |
|     | Larg à décaper (l2)  | m              | $l'+1m$                     | 2,6      |
|     | Décapage   | m <sup>3</sup> | $(L6*12*e8)$                | 1,76     |
| V.2 | Fouille  |                |                             |          |
|     | Profondeur de la fouille prof3   | m              | -                           | 0,8      |
|     | Vol.fouille  | m <sup>3</sup> | $((L'+0.1)*(l'+0.1)*prof3)$ | 3,4      |
|     | Long développée de cet ouvrage(d)  | m              | $(2L'+3l')$                 | 9,6      |
|     | Surface de la maçonnerie en briques(Sm)                                    | m <sup>2</sup> | $d*h$                       | 13,44    |
| V.3 | Epaisseur du mur (ep9)   | m              | -                           | 0.2      |
| V.4 | Volume de la maçonnerie en briques(Vm)                                     | m <sup>3</sup> | $Sm*ep9$                    | 2,68     |
|     | Vol des briques(Vb)  | m <sup>3</sup> | $0.7*Vm$                    | 1,88     |
|     | Volume d'une brique (vb)   | m <sup>3</sup> | $l''*L''*h''$               | 0.000684 |
|     | Nbre de briques  | Pièces         | $(Vb/vb)*1.15$              | 3161     |
|     |  |                |                             |          |
|     | Vol du mortier(vm)   | m <sup>3</sup> | $Vm-Vb$                     | 0,8      |
|     | Vol du mortier pour enduit intérieur(3cmd'ep)(ve)                          | m <sup>3</sup> | $(Sm*0,03)$                 | 0,4      |
|     | Ciment pour mortier de la maçonnerie(300kg/m <sup>3</sup> )(1)             | Kg             | $vm*300$                    | 242,1    |
|     | Ciment pour enduit(400kg/m <sup>3</sup> )(2)                               | Kg             | $ve*400$                    | 161,2    |
|     | Sable pour enduit (1m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )(1)                    | m <sup>3</sup> | $ve*1$                      | 0,4      |
| V.5 | Sable pour mortier de la maçonnerie(0.4m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )(2) | m <sup>3</sup> | $vm*0.4$                    | 0,32     |
|     | Béton de propreté (ep 5cm) Vp  |                | $L'*l'*ep$                  | 0,19     |
|     | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(3)   | Kg             | $Vp*350$                    | 67,2     |
|     | Gravier(1)   | m <sup>3</sup> | $0,8*Vp$                    | 0,15     |
| V.6 | Sable(3)   | m <sup>3</sup> | $0.4*Vp$                    | 0,07     |
|     | Dalle de couverture ep10cm Vd  | m <sup>3</sup> | $L'*l'*ep$                  | 0,38     |
|     | Ciment (350kg/m <sup>3</sup> )(4)  | Kg             | $Vd*350$                    | 134,4    |
|     | Gravier(2)   | m <sup>3</sup> | $0,8*Vd$                    | 0,3      |
| V.7 | Sable(4)   | m <sup>3</sup> | $0.4*Vd$                    | 0,15     |
|     | Radier ep 20cm Vr  | m <sup>3</sup> | $L'*l'*ep$                  | 0,76     |

|      |  |                |                        |               |
|------|--|----------------|------------------------|---------------|
|      | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(5)                           | Kg             | 350*Vr                 | 268,8         |
|      | Gravier(3)   | m <sup>3</sup> | 0,8*Vr                 | 0,61          |
|      | Sable(5)   | m <sup>3</sup> | 0.4*Vr                 | 0,3           |
|      | <b>VOL.TOTAL DE CIMENT</b>                                 | Kg             | (1+2+3+4+5)*1,05       | <b>917,38</b> |
|      | <b>VOL.TOTAL DE GRAVIER</b>                                | m <sup>3</sup> | (1+2+3)*1.15           | <b>1,23</b>   |
|      | <b>VOL.TOTAL DE SABLE</b>                                  |                | (1+2+3+4+5)*1,15       | <b>1,45</b>   |
| V.8  | Coffrage   |                | -                      |               |
|      | Longueur d'une planche(Lp)                                 | m              | -                      | 3.5           |
|      | Largeur d'une planche (lp)                                 | m              |                        | 0.15          |
|      | Radier (Sr)  | m <sup>2</sup> | (2L'+3l')*ep           | 1,92          |
|      | Dalle (Sd)   | m <sup>2</sup> | (2 L'+3l')*ep +(L'*l') | 5,76          |
|      | Surface totale à coffrer St                                | m <sup>2</sup> | Sr+Sd                  | 7,68          |
|      | Planches   | Pièce          | (St/(3.5*0.15))*1.2    | 18            |
|      | Clous (0,15kg/m <sup>2</sup> )                             | Kg             | 0,15*St                | 1,5           |
| V.9  | Armatures (dalle de couverture et radier)                  |                |                        |               |
|      | Dalle de couverture=radier                                 | m              |                        |               |
|      | Sens x   |                |                        | 2,4           |
|      | Sens y   |                |                        | 1,6           |
|      | Nombre de longueur $\phi_8$ pour la dalle                  | Pièce          |                        | 5             |
|      | Nombre de longueur $\phi_8$ pour radier                    | Pièce          |                        | 5             |
|      | Fil à ligaturer  | Kg             |                        | 2             |
| VI   | <b>CHAMBRE DE VANNES POUR BF ET RESERVOIRS (1.00*1.00)</b> |                |                        |               |
| VI.1 | Long de la chambre(L')                                     | m              | -                      | 1             |
|      | Largeur de la chambre (l')                                 | m              | -                      | 1             |
|      | Hauteur de la maçonnerie en briques(h)                     | m              | -                      | 0,9           |
| VI.2 | Décapage   |                |                        |               |
|      | Epaisseur de décapage                                      | m              | -                      | 0,2           |
|      | Long à décaper(L6)   | m              | L'+1m                  | 2             |

|  |  |          |                                  |          |
|--|--|----------|----------------------------------|----------|
|  | Largeur à découper (l2)                                  | m        | $L'+1m$                          | 2        |
|  | Décapage   | $m^3$    | $(L6*12*e)*13$                   | 10,4     |
| VI.3                                     | Fouille  |          |                                  |          |
|  | Profondeur de la fouille prof3                           | m        | -                                | 1        |
| VI.4                                     | Vol. Fouille   | $m^3$    | $((L'+0.1)*(l'+0.1)*prof\ 3)*13$ | 15,73    |
|  | Long développée de cet ouvrage(d)                        | m        | $(L'+l')*2$                      | 4        |
|  | Surface de la maçonnerie en briques (Sm)                 | $m^2$    | $d*h$                            | 3,6      |
|  | Epaisseur du mur (ep9)                                   | m        | -                                | 0,2      |
|  | VOLUME de la maçonnerie en briques (Vm)                  | $m^3$    | $Sm*ep9*13$                      | 9,36     |
|  | Vol des briques (Vb)                                     | $m^3$    | $0.7*Vm$                         | 6,55     |
|  | VOLUME d'une brique (vb)                                 | $m^3$    | $l''*L''*h''$                    | 0.000684 |
|  | Nbre de briques  | Pieces   | $(Vb/vb)*1.15$                   | 11016    |
|  | Vol du mortier (vm)                                      | $m^3$    | $Vm-Vb$                          | 2,8      |
|  | Vol du mortier pour enduit intérieur (1 cm d'ep) (ve)    | $m^3$    | $(Sm*0,01)*13$                   | 0,46     |
|  | Ciment pour mortier de la maçonnerie                     |          |                                  |          |
|  | (300kg/m <sup>3</sup> ) (1)                              | Kg       | $vm*300$                         | 842,4    |
|  | Ciment pour enduit (400kg/m <sup>3</sup> ) (2)           | Kg       | $ve*400$                         | 187,2    |
|  | Sable pour enduit (1m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) (1) | $m^3$    | $ve*1$                           | 0,46     |
| Sable pour mortier de la maçonnerie      |  |          |                                  |          |
| (0.4m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) (2) | $m^3$  | $vm*0.4$ | 1,12                             |          |
| VI.5                                     | Béton de propreté (ep 10cm)Vp                            |          | $L'*l'*ep*13$                    | 1,3      |
|  | Ciment (350kg/m <sup>3</sup> ) (3)                       | Kg       | $Vp*350$                         | 455      |
|  | Gravier(1)   | $m^3$    | $0,8*Vp$                         | 1,04     |
|  | Sable(3)   | $m^3$    | $0.4*Vp$                         | 0,52     |
| VI.6                                     | Dalle de couverture ep10cm Vd                            | $m^3$    | $L'*l'*ep*13$                    | 1,3      |
|  | Ciment (350kg/m <sup>3</sup> ) (4)                       | Kg       | $Vd*350$                         | 455      |
|  | Gravier(2)   | $m^3$    | $0,8*Vd$                         | 1,04     |
|  | Sable(4)   | $m^3$    | $0.4*Vd$                         | 0,52     |

|       |   |                      |                           |                |
|-------|---|----------------------|---------------------------|----------------|
|       | Ciment (350kg/m <sup>3</sup> ) (5)        | Kg                   | 350*Vr                    | 910            |
|       | Gravier(3)                                | m <sup>3</sup>       | 0,8*Vr                    | 2,08           |
|       | Sable(5)                                  | m <sup>3</sup>       | 0.4*Vr                    | 1,04           |
|       | <b>VOL.TOTAL DE CIMENT</b>                | Kg                   | (1+2+3+4+5)*1,05          | <b>2992,08</b> |
|       | <b>VOL.TOTAL DE GRAVIER</b>               | m <sup>3</sup>       | (1+2+3)*1.15              | <b>4,78</b>    |
|       | <b>VOL.TOTAL DE SABLE</b>                 |                      | (1+2+3+4+5)*1,15          | <b>4,22</b>    |
| VI.7  | Coffrage                                  |                      | -                         |                |
|       | Longueur d'une planche (Lp)               | m                    | -                         | 3.5            |
|       | Largeur d'une planche (lp)                | m                    |                           | 0.15           |
|       | Radier (Sr)                               | m <sup>2</sup>       | ((L'+l')*2)*ep*13         | 10,4           |
|       | Dalle (Sd)                                | m <sup>2</sup>       | ((L'+l')*2)*ep+(L'*l')*13 | 31,2           |
|       | Surface totale à coffrer St               | m <sup>2</sup>       | Sr+Sd                     | 41,6           |
|       | Planches                                  | Pièce                | (St/(3.5*0.15))*1,2       | 96             |
|       | Clous (0,15kg/m <sup>2</sup> )            | Kg                   | 0,15*St                   | 4,32           |
| VI.8  | Armatures (dalle de couverture et radier) |                      |                           |                |
|       | Dalle de couverture=radier                | m <sup>3</sup>       |                           |                |
|       | Sen s Y                                   |                      |                           | 1              |
|       | Sens X                                    |                      |                           | 1              |
|       | L totale                                  | ml                   |                           | 181,19         |
|       | ø8st20cm de 12m                           | Pièce                |                           | 16             |
|       | Fil à ligaturer                           | Kg                   |                           | 4              |
|       | Fil à ligaturer                           | Kg                   |                           | 4              |
| VII   | <b>BORNE FONTAINE</b>                     |                      |                           |                |
| VII.1 | Nbre de BF                                |                      | -                         | 9              |
|       | Long de la base d'une borne               | m                    | -                         | 1.5            |
|       | Largeur de la base d'une borne            | m                    | -                         | 1              |
|       | Epaisseur de décapage                     | m                    | -                         | 0.2            |
|       | Décapage                                  | m <sup>3</sup>       |                           | 4,21           |
| VII.2 | Fouille                                   | m <sup>3</sup>       |                           | 1,8            |
| VII.3 | <b>Vol béton de propreté (ép. 0,05)</b>   | <b>m<sup>3</sup></b> |                           | <b>0.67</b>    |
|       | Ciment (150kg/m <sup>3</sup> ) (1)        | Kg                   |                           | 101,25         |
|       | Sable(1)                                  | m <sup>3</sup>       |                           | 0,27           |

|                |  |                   |                      |                |
|----------------|--|-------------------|----------------------|----------------|
|                | Gravier(1)                             | m <sup>3</sup>    |                      | 0,54           |
| VII.4          | <b>béton de plate-forme (ép. 0,15)</b> | m <sup>3</sup>    |                      | <b>2,02</b>    |
|                | Ciment (350kg/m <sup>3</sup> ) (2)     | Kg                |                      | 708,75         |
|                | Sable(2)                               | m <sup>3</sup>    |                      | 0,81           |
|                | Gravier(2)                             | m <sup>3</sup>    |                      | 1,62           |
| VII.5          | Diamètre du pilier                     | m                 |                      | 0,3            |
|                | hauteur du pilier                      | m                 |                      | 1              |
|                | V béton du pilier                      | m <sup>3</sup>    |                      | 0,63           |
|                | Sable(3)                               | m <sup>3</sup>    |                      | 0,25           |
|                | Ciment (350kg/m <sup>3</sup> ) (3)     | Kg                |                      | 222,25         |
|                | Gravier(3)                             | m <sup>3</sup>    |                      | 0,5            |
|                | <b>CIMENT</b>                          | Kg                | (1)+(2)<br>+(3)*1.05 | <b>1083,86</b> |
|                | <b>SABLE</b>                           | m <sup>3</sup>    | (1)+(2)+(3)*1.15     | <b>1,53</b>    |
| <b>GRAVIER</b> | m <sup>3</sup>                         | (1)+(2) +(3)*1.15 | <b>3,06</b>          |                |
| VII.6          | Armatures                              |                   |                      |                |
|                | Pour la plate-forme                    |                   |                      |                |
|                | Sens Y                                 |                   |                      | 1,5            |
|                | Sens X                                 |                   |                      | 1              |
|                | L totale                               | ml                |                      | 255,54         |
|                | Pour le pilier de la BF                |                   |                      |                |
|                | On prend forfaitairement 1 barre de    |                   |                      |                |
|                | øst15cm de 12 m/BF                     |                   |                      | 1              |
|                | <b>Φ6 de 12m</b>                       | Pièce             |                      | 22             |
|                | Fil à ligaturer                        | Kg                |                      | 3              |
| VII.7          | Coffrages                              |                   |                      |                |
|                | Plate-forme(0,15)                      | m <sup>2</sup>    | (L'+l')*2*h* 9       | 6,75           |
|                | surface d'une planche                  | m <sup>2</sup>    |                      | 0.52           |
|                | Planches                               | Pièce             |                      | 13             |
|                | Clous                                  | Kg                |                      | 1,5            |
| VII.8          | Pilier                                 |                   |                      |                |
|                | Longueur développée du pilier          | ml                |                      | 0.65           |
|                | hauteur du pilier                      | ml                |                      | 1              |
|                | Surface du pilier                      | m <sup>2</sup>    |                      | 1              |
|                | Surface de 9 piliers                   | m <sup>2</sup>    |                      | 9              |

| VIII   | <b>CHAMBRES DE DEPART (5,90*5,70)</b>                                      |                |                           |               |
|--------|--|----------------|---------------------------|---------------|
| VIII.1 | Long de la chambre (L')  | m              | -                         | 5.9           |
|        | Largeur de la chambre (l')   | m              | -                         | 5.7           |
|        | Hauteur de la maçonnerie en briques(h)                                     | m              | -                         | 3             |
| VIII.2 | Décapage   |                |                           |               |
|        | Epaisseur de décapage (e8)   | m              | -                         | 0.2           |
|        | Long à décaper(L6)   | m              | L'+1m                     | 6.9           |
|        | Larg. à décaper (l2)   | m              | l'+1m                     | 6.7           |
|        | Décapage   | m <sup>3</sup> | (L6*l2*e8)                | 9.246         |
| VIII.3 | Fouille  |                |                           |               |
|        | Profondeur de la fouille prof3   | m              | -                         | 1.3           |
|        | Vol.fouille  | m <sup>3</sup> | (L'+0.2)*(l'+0.2)*(prof3) | 46.787        |
|        | Long développée de cet ouvrage(d)  | m              | (L'+l')*2                 | 23.2          |
|        | Surface de la maçonnerie en briques(Sm)                                    | m <sup>2</sup> | d*h                       | 69.6          |
| VIII.4 | Epaisseur du mur (ep9)   | m              | -                         | 0.2           |
|        | Volume de la maçonnerie en briques(Vm)                                     | m <sup>3</sup> | Sm*ep9                    | 13.92         |
|        | Vol des briques(Vb)  | m <sup>3</sup> | 0.7*Vm                    | 9.744         |
|        | Volume d'une brique (vb)   | m <sup>3</sup> | l''*L''*h''               | 0.000684      |
|        | Nbre de briques  | Pièces         | (Vb/vb)*1.15              | 16382.45<br>6 |
| VIII.5 | Vol du mortier(vm)   | m <sup>3</sup> | Vm-Vb                     | 4.176         |
|        | Vol du mortier pour enduit intérieur(3cm d'ep)(ve)                         | m <sup>3</sup> | (Sm*0,03)                 | 2.088         |
|        | Ciment pour mortier de la maçonnerie(300kg/m <sup>3</sup> )(1)             | Kg             | vm*300                    | 1252.8        |
|        | Ciment pour enduit(400kg/m <sup>3</sup> )(2)                               | Kg             | ve*400                    | 835.2         |
|        | Sable pour enduit (1m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )(1)                    | m <sup>3</sup> | ve*1                      | 2.088         |
| VIII.6 | Sable pour mortier de la maçonnerie(0.4m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )(2) | m <sup>3</sup> | vm*0.4                    | 1.6704        |
|        | Béton de propreté (ep 5cm) Vp  |                | L'*l'*ep                  | 1.6815        |

|         |   |                |                              |                 |
|---------|---|----------------|------------------------------|-----------------|
|         | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(3)                  | Kg             | Vp*350                       | 588.525         |
|         | Gravier(1)  | m <sup>3</sup> | 0,8*Vp                       | 1.3452          |
| VIII.7  | Sable(3)  | m <sup>3</sup> | 0.4*Vp                       | 0.6726          |
|         | Dalle de couverture<br>ep15cm Vd                  | m <sup>3</sup> | L'*l'*ep                     | 5.0445          |
|         | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(4)                  | Kg             | Vd*350                       | 1765.575        |
|         | Gravier(2)  | m <sup>3</sup> | 0,8*Vd                       | 4.0356          |
|         | Sable(4)  | m <sup>3</sup> | 0.4*Vd                       | 2.0178          |
| VIII.8  | Radier ep 20cm Vr                                 | m <sup>3</sup> | L'*l'*ep                     | 6.726           |
|         | Ciment(350kg/m <sup>3</sup> )(5)                  | Kg             | 350*Vr                       | 2354.1          |
|         | Gravier(3)  | m <sup>3</sup> | 0,8*Vr                       | 5.3808          |
|         | Sable(5)  | m <sup>3</sup> | 0.4*Vr                       | 2.6904          |
|         | <b>VOL.TOTAL DE<br/>CIMENT</b>                    | Kg             | (1+2+3+4+5)*1,5              | <b>7136.01</b>  |
|         | <b>VOL.TOTAL DE<br/>GRAVIER</b>                   | m <sup>3</sup> | (1+2+3)*1.15                 | <b>12.37584</b> |
|         | <b>VOL.TOTAL DE<br/>SABLE</b>                     |                | (1+2+3+4+5)*1,15             | <b>5.09565</b>  |
|         | VIII.9  | Coffrage       |                              | -               |
| VIII.10 | Longueur d'une<br>planche(Lp)                     | m              | -                            | 3.5             |
|         | Largeur d'une planche(lp)                         | m              |                              | 0.15            |
|         | Radier (Sr)                                       | m <sup>2</sup> | ((L'*e*2) +<br>(l'*e*2))     | 4.64            |
|         | Dalle (Sd)  | m <sup>2</sup> | ((L'*e*2) +(l'*e*2)+(L'*l')) | 37.11           |
|         | Surface totale a coffrer St                       | m <sup>2</sup> | Sr+Sd                        | 41.75           |
|         | Planches  | Pièce          | (St/(3.5*0.15))*1,2          | 95.42857        |
|         | Clous(0,15kg/m <sup>2</sup> )                     | Kg             | 0,15*St                      | 6.2625          |
| VIII.11 | Armatures(dalle de<br>couverture = radier)        | m              |                              |                 |
|         | Sens x  | m              |                              | 5.9             |
|         | Sens y  | m              |                              | 5.7             |
|         | Nombre de longueurφ <sub>8</sub><br>pour la dalle | Pièce          |                              | 11              |
|         | Nombre de longueurφ <sub>8</sub><br>pour radier   | Pièce          |                              | 11              |
|         | Fil à ligaturer pour la dalle                     | Kg             |                              | 3.5             |

Tableau 17: Quantité des travaux pour le captage, les chambres, les conduites et les bornes fontaines

|   | Les matériaux pour les ouvrages | Unité          | Quantité totale  |
|---|---------------------------------|----------------|------------------|
| 1 | Ciment                          | Kg             | 10285,8          |
| 2 | Sable                           | m <sup>3</sup> | 14,7             |
| 3 | Gravier                         | m <sup>3</sup> | 26,1             |
| 4 | Clous                           | Kg             | 9,5              |
| 5 | Fil à ligaturer                 | Kg             | 86,5             |
| 6 | Armatures                       | φ8             | 132barres de 12m |
|   |                                 | φ14            | 76barres de 12m  |
| 7 | Planches                        | Planche        | 121              |
| 8 | Briques                         | Pièce          | 26293            |
| 9 | Moellons                        | m <sup>3</sup> | 2,2              |

Tableau 18: Quantité des travaux et des matériaux pour les résultats

| N° | Désignation des ouvrages   | Unité          | Quantité | PU(FBu)  | PT (FBu)       |
|----|----------------------------|----------------|----------|----------|----------------|
| 1  | Installation du chantier   | FF             | FF       | 1300 000 | 1300000        |
|    | ST 1                       |                |          |          | <b>1300000</b> |
| 2  | <b>Captage à la source</b> |                |          |          |                |
|    | Décapage                   | m <sup>3</sup> | 80       | 2500     | 200000         |
|    | Fouille                    | m <sup>3</sup> | 33.6     | 5000     | 168000         |
|    | Moellons et gravier        | m <sup>3</sup> | 4,8      | 15000    | 72000          |
|    | Tuyaux captant             | m <sup>3</sup> | 12       | 6000     | 72000          |
|    | Sable                      | m <sup>3</sup> | 1.2      | 12500    | 15000          |
|    | Feuille plastique          | m <sup>2</sup> | 12       | 6000     | 72000          |
|    | Argile                     | m <sup>3</sup> | 3,6      | 12000    | 43200          |
|    | Remblai                    | m <sup>3</sup> | 24       | 2000     | 48000          |
|    | Longueur du fil barbèle    | M              | 42       | 3000     | 126000         |
|    | Clôture                    | Piquet         | 15       | 12000    | 180000         |
|    |                            | ST2            |          |          |                |
| 3  | <b>Conduites</b>           |                |          |          |                |
|    | Décapage                   | m <sup>3</sup> | 1561,4   | 2500     | 3903500        |

|   |                             |                |         |       |                 |
|---|-----------------------------|----------------|---------|-------|-----------------|
|   | Fouille                     | m <sup>3</sup> | 3903,5  | 5000  | 19517500        |
|   | Sable                       | m <sup>3</sup> | 574,345 | 12500 | 7179315         |
|   | Remblai                     | m <sup>3</sup> | 6245,6  | 2000  | 12491200        |
|   | Tuyau en PVC50 PN10         | Pièces         | 327     | 20000 | 6540000         |
|   | Tuyau PVCØ40,PN10           | Pièces         | 975     | 15000 | 14625000        |
|   | <b>ST3</b>                  |                |         |       | <b>64256515</b> |
| 4 | <b>Chambres de ventouse</b> |                |         |       |                 |
|   | Décapage                    | m <sup>3</sup> | 1,352   | 2500  | 3380            |
|   | Fouille                     | m <sup>3</sup> | 4,913   | 5000  | 24565           |
|   | Ciment                      | Sacs           | 12      | 27000 | 324000          |
|   | Sable                       | m <sup>3</sup> | 0,824   | 12000 | 9888            |
|   | Gravier                     | m <sup>3</sup> | 0,883   | 20000 | 17660           |
|   | Planches                    | Pièces         | 12      | 4000  | 48000           |
|   | Briques                     | Pièces         | 2863    | 45    | 128835          |
|   | Armatures                   | Ø8             | 8       | 12000 | 96000           |
|   | Clous                       | Kg             | 1       | 4000  | 4000            |
|   | Fil à ligaturer             | Kg             | 2       | 4000  | 8000            |
|   |                             | <b>ST4</b>     |         |       |                 |
| 5 | <b>Chambres de purge</b>    |                |         |       |                 |
|   | Décapage                    | m <sup>3</sup> | 1,768   | 2500  | 4420            |
|   | Fouille                     | m <sup>3</sup> | 3,4     | 5000  | 17000           |
|   | Ciment                      | Sacs           | 19      | 27000 | 513000          |
|   | Sable                       | m <sup>3</sup> | 1,450   | 12500 | 18125           |
|   | Gravier                     | m <sup>3</sup> | 1,235   | 20000 | 24700           |
|   | Planches                    | Pièces         | 18      | 4000  | 72000           |
|   | Briques                     | Pièces         | 3161    | 45    | 142245          |
|   | Armatures                   | Ø8             | 10      | 12000 | 120000          |
|   | Clous                       | Kg             | 1,5     | 4000  | 6000            |
|   | Fil à ligaturer             | Kg             | 4       | 4000  | 16000           |
|   |                             | <b>ST5</b>     |         |       |                 |

|   |   |                |         |       |                |
|---|---|----------------|---------|-------|----------------|
| 6 | <b>Chambres de vanne pour BF et pour les réservoirs</b> |                |         |       |                |
|   | Décapage  | m <sup>3</sup> | 10,4    | 2500  | 26000          |
|   | Fouille   | m <sup>3</sup> | 15,73   | 5000  | 78650          |
|   | Ciment  | Sacs           | 60      | 27000 | 1620000        |
|   | Sable   | m <sup>3</sup> | 4,221   | 12500 | 52763          |
|   | Gravier   | m <sup>3</sup> | 4,784   | 20000 | 95680          |
|   | Briques   | Pièces         | 11016   | 45    | 495720         |
|   | Planches  | Pièces         | 96      | 4000  | 384000         |
|   | Armatures   | Ø8             | 32      | 12000 | 384000         |
|   | Clous   | Kg             | 4,5     | 4000  | 18000          |
|   | Fil à ligaturer   | Kg             | 8       | 4000  | 32000          |
|   | <b>ST6</b>  |                |         |       | <b>3186813</b> |
| 7 | <b>Bornes fontaines</b>                                 |                |         |       |                |
|   | Décapage  | m <sup>3</sup> | 4,212   | 2500  | 10530          |
|   | Fouille   | m <sup>3</sup> | 1,8     | 5000  | 9000           |
|   | Ciment  | Sacs           | 22      | 27000 | 594000         |
|   | Sable   | m <sup>3</sup> | 1,534   | 12500 | 19175          |
|   | Gravier   | m <sup>3</sup> | 3,068   | 20000 | 61360          |
|   | Planches  | Pièces         | 13      | 4000  | 52000          |
|   | Armatures   | Ø6             | 22      | 12000 | 264000         |
|   | Triplex   | m <sup>2</sup> | 8       | 17000 | 136000         |
|   | Clous   | Kg             | 1,5     | 4000  | 6000           |
|   | Fil à ligaturer   | Kg             | 6       | 4000  | 24000          |
|   | <b>ST7</b>  |                |         |       | <b>1176065</b> |
| 8 | <b>Chambres de départ</b>                               |                |         |       |                |
|   | Décapage  | m <sup>3</sup> | 9.246   | 2500  | 23115          |
|   | Fouille   | m <sup>3</sup> | 47      | 5000  | 233500         |
|   | Ciment  | Sacs           | 143     | 27000 | 3861000        |
|   | Sable   | m <sup>3</sup> | 5.09565 | 12000 | 61147.8        |

|           |                         |                |          |       |                    |
|-----------|-------------------------|----------------|----------|-------|--------------------|
|           | Gravier                 | m <sup>3</sup> | 12.37584 | 20000 | 247516.8           |
|           | Planches                | Pièces         | 95       | 4000  | 380000             |
|           | Briques                 | Pièces         | 16383    | 45    | 737235             |
|           | Armatures               | Ø8             | 22       | 12000 | 264000             |
|           | Clous                   | Kg             | 6.5      | 4000  | 26000              |
|           | Fil à ligaturer         | Kg             | 2        | 4000  | 8000               |
|           | <b>ST8</b>              |                |          |       | <b>5841515</b>     |
|           | <b>Réservoirs</b>       |                |          |       |                    |
|           | Décapage                | m <sup>3</sup> | 14,25    | 2500  | 35625              |
|           | Fouille                 | m <sup>3</sup> | 33,27    | 5000  | 166350             |
|           | Ciment                  | Sacs           | 206      | 27000 | 5562000            |
|           | Sable                   | m <sup>3</sup> | 14,77    | 12500 | 184625             |
|           | Gravier                 | m <sup>3</sup> | 26,15    | 20000 | 523000             |
|           | Moellons                | m <sup>3</sup> | 2,24     | 20000 | 44800              |
|           | Planches                | Pièces         | 121      | 4000  | 484000             |
|           | Armatures               | Ø8             | 132      | 12000 | 1584000            |
|           |                         | Ø14            | 76       | 22000 | 1672000            |
|           | Clous                   | Kg             | 9,5      | 4000  | 38000              |
|           | Fil à ligaturer         | Kg             | 86,5     | 4000  | 346000             |
|           | <b>ST9</b>              |                |          |       | <b>10640400</b>    |
|           | <b>TG</b>               |                |          |       | <b>90002126</b>    |
|           | <b>Main d'œuvre 30%</b> |                |          |       | <b>27000638</b>    |
|           | <b>Imprévus 10 %</b>    |                |          |       | <b>900.023</b>     |
|           | <b>TGHTVA</b>           |                |          |       | <b>117.902.787</b> |
|           | <b>TVA 18%</b>          |                |          |       | <b>21.222.502</b>  |
|           | <b>TG&amp;TVA</b>       |                |          |       | <b>139.125.289</b> |
| <b>9</b>  |                         |                |          |       |                    |
| <b>10</b> |                         |                |          |       |                    |

Tableau 19: Devis quantitatif et estimatif

Nous disons une somme de Cent Trente-Neuf Millions Cents Vingt-Cinq Mille Deux Cents Quatre- Vingt-Neuf francs burundais (**139.125.289FBu**) y compris la TVA.

### V.3. PLANNING DES TRAVAUX

#### V.3.1. Panification des tâches

| Désignation de l'activité                                  | U              | Q       | T.E.M<br>(h/U) | T(h)     | T(sem.) | Nombre<br>d'ouvriers |
|--|----------------|---------|----------------|----------|---------|----------------------|
| Installation du chantier:1<br>semaine                      | FF             | –       | –              | –        | –       | 14                   |
| Décapage de la terre végétale:<br>3semaines                | m <sup>3</sup> | 1673,38 | 3              | 5020,14  | 104,58  | 35                   |
| Fouille des canalisations et autres<br>ouvrages:8 semaines | m <sup>3</sup> | 3996,21 | 4,5            | 17982,94 | 374,64  | 47                   |
| Lit de sable pour<br>enrobage:5semaines                    | m <sup>3</sup> | 574,34  | 2              | 1148,69  | 23,931  | 5                    |
| Pose des conduites: 2 semaines                             | ml             | 7807    | 0,5            | 3903,5   | 81,322  | 41                   |
| Remblayage+ étalage:<br>5semaines                          | m <sup>3</sup> | 6269,6  | 4              | 25078,4  | 522,46  | 104                  |
| Maçonnerie en briques:<br>2semaines                        | m <sup>3</sup> | 14,48   | 12             | 173,76   | 3,36    | 2                    |
| Maçonnerie en moellons:<br>4semaines                       | m <sup>3</sup> | 9,6     | 20             | 192      | 4       | 1                    |
| Coffrage: 2semaines  | m <sup>2</sup> | 61,15   | 2,5            | 152,875  | 3,18    | 2                    |
| Ferrailage: 3semaines                                      | Kg             | 1994    | 0,5            | 997      | 20,77   | 7                    |
| Coulage et mise en place du<br>béton: 3 semaines           | m <sup>3</sup> | 39,22   | 15             | 588,39   | 12,25   | 5                    |
| Décoffrage: 1 semaine                                      | m <sup>2</sup> | 61,15   | 0,3            | 18,345   | 0,38    | 1                    |
| Nettoyage et repliement: 1<br>semaine                      | FF             | –       | –              | –        | –       | 12                   |

Tableau 20: Planification des tâches

### V.3.2. Diagramme de Gantt

Figure 17: Diagramme de Gantt

| Mois  | 1 <sup>er</sup> |   |   |   | 2 <sup>e</sup> |   |   |   | 3 <sup>e</sup> |   |   |   | 4 <sup>e</sup> |   |   |   |
|---|-----------------|---|---|---|----------------|---|---|---|----------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
|   | 1               | 2 | 3 | 4 | 1              | 2 | 3 | 4 | 1              | 2 | 3 | 4 | 1              | 2 | 3 | 4 |
| <b>Semaines</b>                               |                 |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |
| <b>Désignation des activités</b>              |                 |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |
| Installation du chantier                      | ■               |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |
| Décapage de la terre végétale                 |                 | ■ | ■ | ■ |                |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |
| Fouilles des canalisations et autres ouvrages |                 |   | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |                |   |   |   |
| Lit de sable pour enrobage                    |                 |   |   |   |                |   | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |                |   |   |   |
| Pose des conduites                            |                 |   |   |   |                |   |   |   |                | ■ | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Remblayage et étalage                         |                 |   |   |   |                |   |   |   |                |   | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Maçonnerie en briques                         |                 |   |   |   |                |   |   |   | ■              | ■ | ■ | ■ |                |   |   |   |
| Maçonnerie moellons                           |                 |   |   |   |                |   |   |   |                | ■ | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Coffrage                                      |                 |   |   |   |                |   |   |   | ■              | ■ | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Ferraillage                                   |                 |   |   |   |                |   |   |   |                | ■ | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Bétonnage                                     |                 |   |   |   |                |   |   |   |                |   | ■ | ■ | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Décoffrage                                    |                 |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   | ■              | ■ | ■ | ■ |
| Nettoyage et repliement                       |                 |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   |   |                |   |   | ■ |

## CHAPITRE VI : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

### VI.1. Conclusion générale

Tout comme au début de notre travail, nous continuons à affirmer que l'eau est vitale pour l'homme. L'eau potable est un facteur indispensable dans la vie socio-économique de la population.

Notre projet de fin d'étude sur l'AEP en commune BUBANZA va permettre à la population des collines NYARUNAZI, KUNYANGE et MITAKATAKA d'accéder à l'eau potable sans qu'elle ait à parcourir des kilomètres et des kilomètres. Nous sommes rassurés par le débit calculé de notre source car il nous certifie que cette population bénéficiera ces infrastructures hydrauliques jusqu'en 2036 sans problèmes.

### VI.2. Recommandations

Après l'exécution de ce projet, nous recommandons ce qui suit:

#### **Au gouvernement:**

- D'engager et former le personnel local pour suivre et veiller à l'entretien du réseau ;
- De déterminer et évaluer les ressources en eau disponibles en vue d'alimenter d'autres zones rurales qui n'ont pas accès à l'eau potable.

#### **A la régie communale d'eau :**

- De sensibiliser les bénéficiaires pour qu'ils prennent conscience de la bonne gestion de ces infrastructures ;
- D'entretenir les réseaux et en faire une priorité.

#### **Aux usagers:**

- De contribuer au bon déroulement des activités et de verser une petite somme à cette fin à la régie communale de l'eau pour les travaux d'entretien.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### I. Ouvrages généraux

1. BDU PONT A., Hydraulique urbaine, Seyroles, Paris, 1981  
Tome I : Captage et traitement des eaux  
Tome II : Ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux
2. WAGNER, E.G : Approvisionnement en eau des zones rurales et des Petites agglomérations, Genève, 1961

### II. Mémoires

1. **NDAYISHIMIYE Jean Bosco et NIYIBIGIRA Alexandre** : Etude d'alimentation en eau potable du centre KIYANGE en commune de KIBAGO, province MAKAMBA. Projet de fin d'étude, U B 2011.
2. **CISHAHAYO Célestin et BANZUBAZE Diomède**: Etude du projet d'adduction d'eau potable en milieu rural : Cas du réseau GATABO de la commune SHOMBO en province KARUSI. Projet de fin d'étude, UB 2015.
3. **MUNEZERO Clovis et NDAYISHIMIYE Godin** : Projet d'adduction en eau potable en milieu rural : Cas du réseau DUNGAI, en commune KANYOSHA-PROVINCE BUJUMBURA Projet de fin d'étude, UB 2016.
4. **BAHANIBANJE Salvator et NZISABIRA Egide** : Projet d'alimentation en eau potable en milieu rural : cas réseau MIRAMA-MUGUTU en commune GITEGA de la province GITEGA Projet de fin d'etudes,UB 2013

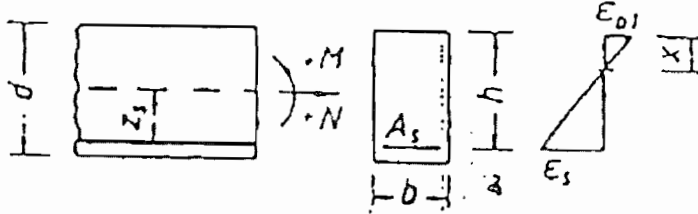
# ANNEXES

## ANNEXE1

|       |       |       | PVC                 |      | ACIER |
|-------|-------|-------|---------------------|------|-------|
|       |       |       | DIAMETRE INTERIEURS |      |       |
| ACIER | PVC   | PN6   | PN10                | PN16 | PN25  |
|       |       |       |                     |      |       |
|       |       |       |                     |      |       |
| 3/4"  | DE25  |       |                     | 21   | 21,7  |
| 1"    | DE32  |       |                     | 26,8 | 28,2  |
| 1"1/4 | DE40  |       | 36                  | 33,6 | 36    |
| 1"1/2 | DE50  |       | 44,8                | 42   | 42,3  |
| 2"    | DE63  | 58,4  | 56,6                | 53   | 54,1  |
|       |       |       |                     |      |       |
|       |       |       |                     |      |       |
| 2" ½  | DE75  | 69,8  | 67,4                | 63,2 | 69,1  |
| 3"    | DE90  | 83,6  | 80,9                | 75,8 | 81,8  |
|       |       |       |                     |      |       |
| 4"    | DE110 | 102,8 | 98,8                | 92,4 | 106,2 |
| 6"    | DE160 | 149,2 | 144                 | 137  | 156,1 |
|       | DE200 | 187   | 180                 | 170  |       |
|       |       |       |                     |      |       |

ANNEXE2 :

sans armatures comprimées:

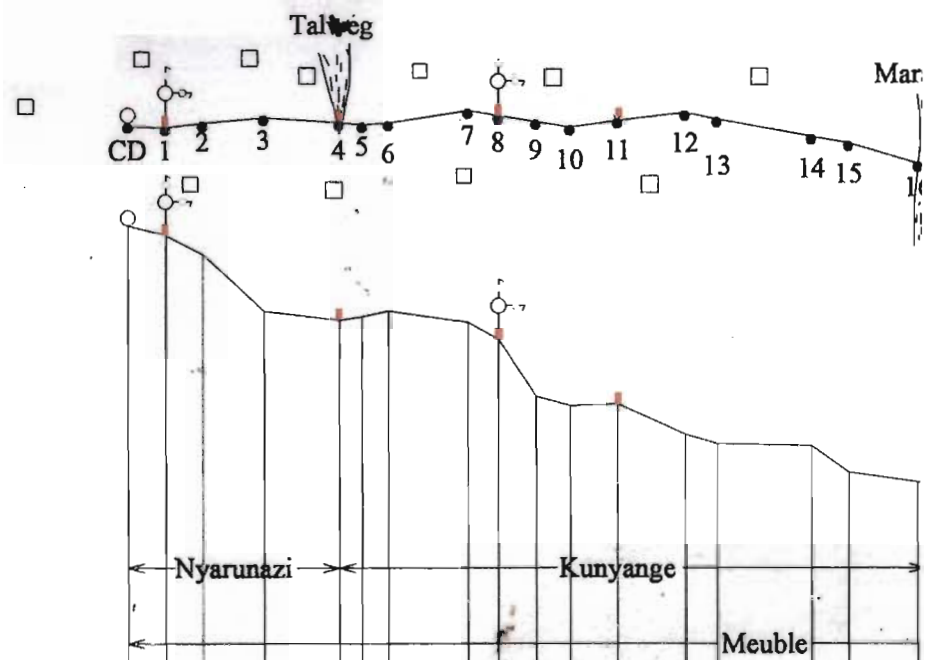


| $m_s$         | $\omega_s$ | $k_x$ | $k_z$ | $-\epsilon_b$<br>[‰] | $\epsilon_s$<br>[‰] | $\gamma$ |
|---------------|------------|-------|-------|----------------------|---------------------|----------|
| 0,01          | 0,018      | 0,09  | 0,97  | 0,46                 | 5,00                | 1,75     |
| 0,02          | 0,037      | 0,12  | 0,96  | 0,68                 | 5,00                |          |
| 0,03          | 0,055      | 0,15  | 0,95  | 0,87                 | 5,00                |          |
| 0,04          | 0,075      | 0,17  | 0,94  | 1,04                 | 5,00                |          |
| 0,05          | 0,094      | 0,20  | 0,93  | 1,21                 | 5,00                |          |
| 0,06          | 0,114      | 0,22  | 0,92  | 1,37                 | 5,00                |          |
| 0,07          | 0,134      | 0,24  | 0,92  | 1,53                 | 5,00                |          |
| 0,08          | 0,154      | 0,25  | 0,91  | 1,70                 | 5,00                |          |
| 0,09          | 0,175      | 0,27  | 0,90  | 1,87                 | 5,00                |          |
| 0,10          | 0,197      | 0,29  | 0,89  | 2,05                 | 5,00                |          |
| 0,11          | 0,218      | 0,31  | 0,88  | 2,25                 | 5,00                |          |
| 0,12          | 0,241      | 0,33  | 0,87  | 2,47                 | 5,00                |          |
| 0,13          | 0,264      | 0,35  | 0,86  | 2,70                 | 5,00                |          |
| 0,14          | 0,288      | 0,37  | 0,85  | 2,96                 | 5,00                |          |
| 0,15          | 0,313      | 0,39  | 0,84  | 3,25                 | 5,00                |          |
| 0,16          | 0,339      | 0,42  | 0,83  | 3,50                 | 4,86                |          |
| 0,17          | 0,367      | 0,45  | 0,81  | 3,50                 | 4,23                |          |
| 0,18          | 0,395      | 0,49  | 0,80  | 3,50                 | 3,67                |          |
| $m_s^*$ 0,193 | 0,436      | 0,54  | 0,78  | 3,50                 | 3,00                | 1,75     |

## ANNEXE3 :

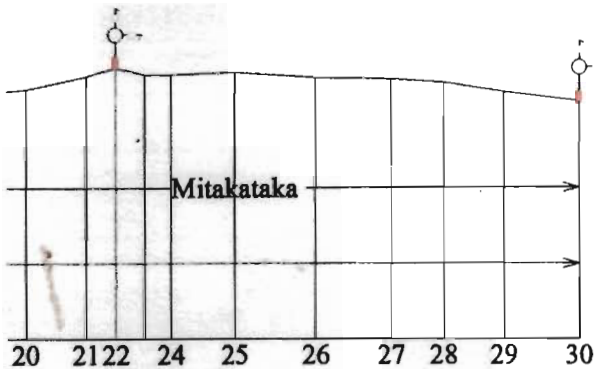
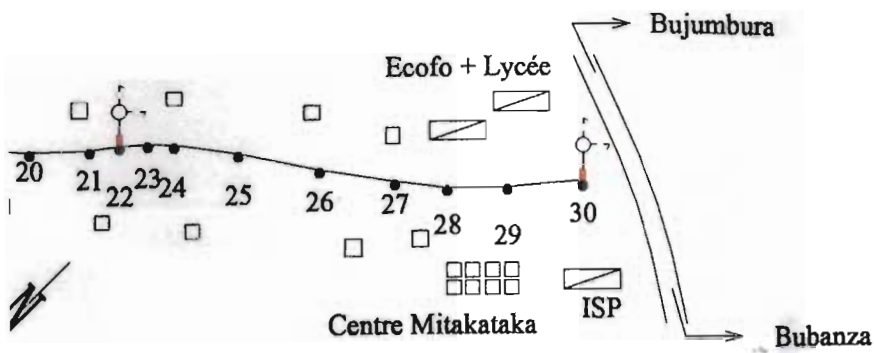
Tableau : Barres d'acier ; Diamètres nominaux

| 4 Sections des barres (en $\text{cm}^2/\text{m}$ ) en fonction de l'écartement, pour 1 m de largeur de dalle |               |      |       |       |       |       |       |       |       |       |        |                               |
|--|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------------------|
| écartement<br>s<br>(cm)  | diamètre (mm) |      |       |       |       |       |       |       |       |       |        | nombre<br>de barres<br>par m. |
|  | 6             | 8    | 10    | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 22    | 25    | 28     |                               |
| 6.0  | 4.71          | 8.38 | 13.09 | 18.85 | 25.66 | 33.52 | 42.41 | 52.36 | 63.36 | 81.83 | 102.67 | 16.7                          |
| 6.5  | 4.35          | 7.73 | 12.08 | 17.40 | 23.68 | 30.95 | 39.15 | 48.33 | 58.48 | 75.54 | 94.77  | 15.4                          |
| 7.0  | 4.04          | 7.18 | 11.22 | 16.16 | 21.99 | 28.73 | 36.36 | 44.87 | 54.30 | 70.14 | 88.00  | 14.3                          |
| 7.5  | 3.77          | 6.70 | 10.47 | 15.08 | 20.52 | 26.81 | 33.93 | 41.88 | 50.81 | 65.47 | 82.13  | 13.4                          |
| 8.0  | 3.53          | 6.28 | 9.82  | 14.14 | 19.24 | 25.14 | 31.81 | 39.26 | 47.51 | 61.38 | 77.00  | 12.5                          |
| 8.5  | 3.33          | 5.91 | 9.24  | 13.31 | 18.11 | 23.66 | 29.94 | 36.95 | 44.72 | 57.76 | 72.47  | 11.8                          |
| 9.0  | 3.14          | 5.59 | 8.73  | 12.57 | 17.10 | 22.34 | 28.28 | 34.90 | 42.23 | 54.56 | 68.44  | 11.1                          |
| 9.5  | 2.98          | 5.29 | 8.27  | 11.90 | 16.20 | 21.17 | 26.79 | 33.06 | 40.01 | 51.68 | 64.84  | 10.5                          |
| 10.0   | 2.83          | 5.00 | 7.85  | 11.31 | 15.39 | 20.11 | 25.45 | 31.41 | 38.01 | 49.10 | 61.60  | 10.0                          |
| 10.5   | 2.69          | 4.79 | 7.48  | 10.77 | 14.66 | 19.15 | 24.24 | 29.91 | 36.20 | 46.76 | 58.67  | 9.5                           |
| 11.0   | 2.57          | 4.57 | 7.14  | 10.28 | 13.99 | 18.28 | 23.14 | 28.55 | 34.55 | 44.64 | 56.00  | 9.1                           |
| 11.5   | 2.46          | 4.37 | 6.83  | 9.84  | 13.39 | 17.49 | 22.13 | 27.31 | 33.05 | 42.70 | 53.57  | 8.7                           |
| 12.0   | 2.36          | 4.19 | 6.54  | 9.42  | 12.83 | 16.76 | 21.21 | 26.17 | 31.67 | 40.92 | 51.33  | 8.3                           |
| 12.5   | 2.26          | 4.02 | 6.28  | 9.05  | 12.32 | 16.09 | 20.36 | 25.13 | 30.41 | 39.28 | 49.28  | 8.0                           |
| 13.0   | 2.17          | 3.87 | 6.04  | 8.70  | 11.84 | 15.47 | 19.58 | 24.16 | 29.24 | 37.77 | 47.38  | 7.7                           |
| 13.5   | 2.09          | 3.72 | 5.82  | 8.38  | 11.40 | 14.90 | 18.85 | 23.27 | 28.16 | 36.37 | 45.63  | 7.4                           |
| 14.0   | 2.02          | 3.59 | 5.61  | 8.08  | 11.00 | 14.36 | 18.18 | 22.44 | 27.15 | 35.07 | 44.00  | 7.1                           |
| 14.5   | 1.95          | 3.47 | 5.42  | 7.80  | 10.62 | 13.87 | 17.55 | 21.66 | 26.21 | 33.86 | 42.48  | 6.9                           |
| 15.0   | 1.89          | 3.35 | 5.24  | 7.54  | 10.26 | 13.41 | 16.97 | 20.94 | 25.34 | 32.73 | 41.07  | 6.7                           |
| 15.5   | 1.82          | 3.24 | 5.07  | 7.30  | 9.93  | 12.97 | 16.42 | 20.27 | 24.52 | 31.68 | 39.74  | 6.5                           |
| 16.0   | 1.77          | 3.14 | 4.91  | 7.07  | 9.62  | 12.57 | 15.90 | 19.64 | 23.76 | 30.69 | 38.50  | 6.3                           |
| 16.5   | 1.71          | 3.05 | 4.76  | 6.85  | 9.33  | 12.19 | 15.42 | 19.04 | 23.04 | 29.76 | 37.33  | 6.1                           |
| 17.0   | 1.66          | 2.96 | 4.62  | 6.65  | 9.05  | 11.83 | 14.97 | 18.48 | 22.36 | 28.88 | 36.24  | 5.9                           |
| 17.5   | 1.62          | 2.87 | 4.49  | 6.46  | 8.79  | 11.49 | 14.54 | 17.95 | 21.72 | 28.06 | 35.20  | 5.7                           |
| 18.0   | 1.57          | 2.79 | 4.36  | 6.28  | 8.55  | 11.17 | 14.14 | 17.46 | 21.12 | 27.28 | 34.22  | 5.6                           |
| 18.5   | 1.53          | 2.72 | 4.25  | 6.11  | 8.32  | 10.87 | 13.76 | 16.94 | 20.55 | 26.54 | 33.30  | 5.4                           |
| 19.0   | 1.49          | 2.65 | 4.13  | 5.95  | 8.10  | 10.58 | 13.39 | 16.54 | 20.01 | 25.84 | 32.42  | 5.3                           |
| 19.5   | 1.45          | 2.58 | 4.03  | 5.80  | 7.89  | 10.31 | 13.05 | 16.11 | 19.49 | 25.18 | 31.59  | 5.1                           |
| 20.0   | 1.41          | 2.51 | 3.93  | 5.65  | 7.69  | 10.05 | 12.72 | 15.71 | 19.01 | 24.55 | 30.80  | 5.0                           |



Plan de comparaison 800,00

|                              |      |                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N° des points du profil      | CD   | 1                     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |
| Distances partielles         |      | 200                   | 195  | 325  | 400  | 120  | 140  | 420  | 160  | 200  | 180  | 250  | 360  | 170  | 500  | 197  | 370  |
| Distances cumulées           | 000  | 200                   | 395  | 720  | 1120 | 1240 | 1380 | 1800 | 1960 | 2160 | 2340 | 2590 | 2950 | 3120 | 3620 | 3817 | 4187 |
| Altitudes du terrain naturel | 1060 | 1055                  | 1045 | 1015 | 1010 | 1012 | 1015 | 1009 | 1000 | 970  | 965  | 966  | 950  | 945  | 944  | 930  | 925  |
| Ø et longueurs des tuyaux    |      | PVC50 PN10<br>L 1960m |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Ouvrages d'art               |      | R1                    |      |      |      | CP   |      |      | R2   |      |      | CV   |      |      |      |      |      |



|                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20                    | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   |
| 320                   | 160  | 150  | 140  | 340  | 430  | 400  | 280  | 320  | 400  |      |
| 4867                  | 5187 | 5347 | 5497 | 5637 | 5977 | 6407 | 6807 | 7087 | 7407 | 7807 |
| 932                   | 939  | 944  | 940  | 940  | 941  | 938  | 937  | 935  | 930  | 925  |
| PVC40 PN10<br>L 5847m |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| R3                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      | R4   |

# UNIVERSITE DU BURUNDI



## Institut Technique Supérieur

### Projet d'Adduction d'Eau Potable de NYAKIBINGO-MITAKATAKA II

Commune : Bubanza  
Province : Bubanza

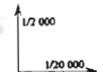
Source Nyakabingo

Débit : 1,5l/s

### Profil en long & Plan de Situation

Levé et dressé par: AHR

Echelles



Date

Octobre  
. 2016