

2016-01

Projet d'adduction en eau potable en milieu rural : cas du réseau Nyarunazi III en commune Buraza Province Gitega

Havyarimana, Athanase

UB, ITS

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2326>

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



INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

PROJET D'ADDUCTION EN EAU POTABLE EN MILIEU
RURAL : CAS DU RESEAU NYARUNAZI III EN
COMMUNE BURAZA PROVINCE GITEGA

PAR :
HAVYARIMANA Athanase
ET
KARABAGEGA Thierry

Sous la Direction de:
Msc Ir NIYONZIMA William

Projet de fin d'études présenté
et défendu publiquement en vue
d'obtention d'un diplôme
d'Ingénieur en Génie Civil

DEDICACE

A DIEU Tout Puissant
A mes Parents
A mes frères et sœurs
A mes neveux et nièces
A mes oncles et tantes
A mes cousins et cousines
A tous ceux qui me sont chers
A mon confrère KARABAGEGA Thierry
Je dédie ce travail

HAVYARIMANA Athanase

A DIEU Tout Puissant
A ma chère mère
A mon regretté père
A mes sœurs
A la famille Hon. Emmanuel NENGO
A mes neveux et nièces
A mes oncles et tantes
A tous ceux qui me sont chers
A mon confrère, HAVYARIMANA Athanase
Je dédie ce travail

KARABAGEGA Thierry

REMERCIEMENTS

Le présent projet n'aurait pas pu aboutir sans la combinaison d'efforts de certaines personnes auxquelles nous profitons de cette occasion pour exprimer nos vifs et sincères remerciements.

Nous remercions en premier lieu l'Eternel Tout Puissant qui nous a protégés durant le déroulement de notre travail.

Ainsi, nos vifs et sincères remerciements s'adressent à notre Directeur de mémoire Msc Ir NIYONZIMA William, qui, malgré ses multiples responsabilités, n'a pas cessé de nous accompagner depuis le début jusqu'à la fin de ce projet. Ses conseils, ses pertinentes remarques ainsi que sa rigueur *scientifique nous ont été d'une importance capitale. Qu'il trouve ici notre profonde gratitude.*

Nos vifs et sincères remerciements vont à l'endroit de tous les enseignants depuis l'Ecole primaire jusqu'à l'Université du Burundi plus particulièrement ceux de l'Institut Technique Supérieur dans le département de Génie Civil pour la formation scientifique tant morale qu'intellectuelle qu'ils nous ont dispensées.

Nos sincères remerciements s'adressent ensuite au personnel de l'Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale(ABHR), de l'Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi(ISTEEBU) pour nous avoir accordés et facilités l'accès à la documentation.

Enfin, nos vifs remerciements s'adressent à toute la communauté de l'Université du Burundi *particulièrement celle du campus KIRIRI*, à tous ceux, qui, de près ou de loin nous ont témoigné sympathie. Nous leur disons **<<Grand Merci>>**.

LISTES DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1: Cycle de l'eau | 4 |
| Figure 2: Carte de la province GITEGA..... | 9 |
| Figure 3: Découpage administratif de la commune BURAZA | 11 |
| Figure 4: Figure illustrant la zone du projet (source ABHR) | 12 |
| Figure 5: Shéma du principe de captage proposé | 24 |
| Figure 6: Schémas type du réservoir de 10 m ³ | 41 |
| Figure 7: Schémas type du réservoir de 15 m ³ | 45 |
| Figure 8: Schémas type du réservoir de 50 m ³ | 49 |
| Figure 9: Vue en Plan et coupe de Chambre de vanne et sectionnement | 53 |
| Figure 10: vue en Plan et coupe de Chambre de ventouse. | 54 |
| Figure 11: Vue en Plan et Coupe de Chambre de purge..... | 55 |
| Figure 12: Borne fontaine | 56 |
| Figure 13: Schémas illustratif de l'équation de Bernoulli | 61 |
| Figure 14: Schémas de fonctionnement du réseau..... | 64 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1. Caractéristiques de l'eau potable (Source OMS)..... | 7 |
| Tableau 2 : Projection de département de la population du MIN INTER..... | 14 |
| Tableau 3: Effectif de la population à desservir | 15 |
| Tableau 4: Les besoins spécifique généralement utilisés | 16 |
| Tableau 5: besoins journaliers totaux | 18 |
| Tableau 6: tableau récapitulatif des besoins en eau | 21 |
| Tableau 7: Coefficients horaires en milieu Rural | 31 |
| Tableau 8: Capacité de la chambre de départ | 32 |
| Tableau 9: Capacité du réservoir de Nyakabuye | 33 |
| Tableau 10: Capacité du réservoir de Butezi | 33 |
| Tableau 11: Capacité du réservoir Nyarunazi..... | 34 |
| Tableau 12: capacité du réservoir de Buhogo..... | 34 |
| Tableau 13: capacité du réservoir pour les collectivités | 35 |
| Tableau 14: Dimensions des réservoirs | 36 |
| Tableau 15: <i>Calculs hydraulique</i> | 63 |
| Tableau 16: Récapitulatif des matériaux pour le captage..... | 66 |
| Tableau 17: Récapitulatif des matériaux pour les réservoirs et la chambre de départ | 74 |
| Tableau 18: Récapitulatif des matériaux pour la canalisation | 77 |
| Tableau 19: Récapitulatif des matériaux pour les chambres de vanne et sectionnement..... | 80 |
| Tableau 20: Récapitulatif des matériaux pour les chambres de ventouses..... | 83 |
| Tableau 21: récapitulatif des matériaux pour les chambres de purge..... | 86 |
| Tableau 22: <i>Récapitulatif des matériaux pour les bornes fontaines</i> | 90 |
| Tableau 23: Planification des tâches..... | 96 |
| Tableau 24: Graphique de Gantt (planning des activités) | 97 |

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

| | |
|-----------|--|
| A.E.P | : Adduction en Eau Potable |
| ABHR | : Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale |
| BF | : Borne Fontaine |
| CD | : Chambre de départ |
| CP | : Chambre de Purge |
| CV | : Chambre de Ventouse |
| CVS | : Chambre de Vanne et Sectionnement |
| ECOFO | : Ecole fondamentale |
| EP | : Ecole Primaire |
| FBU | : Francs Burundais |
| ISTEEBU | : Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi |
| MIN INTER | : Ministère de l'Intérieur |
| OMS | : Organisation Mondiale de la Santé |
| pH | : Potentiel d'Hydrogène |
| RCE | : Régie Communale de l'Eau |
| REGIDESO | : Régie de Distribution d'Eau et d'Electricité |
| UB | : Université du Burundi |

RESUME

Dans le monde des êtres vivants, l'eau est la vie et la source d'une bonne santé. Nul n'ignore que l'eau est un élément indispensable dans l'existence des êtres vivants en général et de l'être humain en particulier. Sans eau, la vie serait impossible sur notre planète terre.

C'est ainsi que notre travail de fin d'études est consacré à l'adduction d'eau potable des habitants et des équipements repartis sur la colline BUTEZI et les sous collines Nyakabuye, Nyarunazi et Buhogo toutes de la commune BURAZA province GITEGA. Le linéaire auquel s'approvisionne cette population est de 7.2821 km. Notre réseau est alimenté par la source Nyagatika III située sur la sous colline Nyakabuye avec un débit de 1.3 l/s et le débit nécessaire pour satisfaire la population de notre réseau est de 1.028 l/s pour un horizon de planification de 2014 à 2039.

Cette alimentation est totalement gravitaire. Les ouvrages utilisés pour notre projet sont : une chambre de départ, quatre chambres de vanne et de sectionnement, trois chambres de purge, deux chambre de ventouse, cinq réservoirs et douze bornes fontaines. Les conduites seront en PVC.

Le devis quantitatif nous a permis d'élaborer le coût global de notre projet qui s'élève à cent nonante-neuf millions neuf- cent nonante-deux mille six- cent septante sept francs burundais avec TVA (199 992 677 FBU avec TVA) .

Enfin, pour que le réseau puisse être exploité en toute sa qualité et en bonne gestion, nous avons signalé qu'il faut un effort conjugué de la population et des autorités locales. Et comme ce projet n'est pas encore exécuté, nous espérons que ce travail contribuera pour sa réalisation et à d'autres chercheurs qui voudraient contribuer à son amélioration ou s'en servir pour des projets pareils.

TABLE DE MATIERES

| | |
|---|-----|
| DEDICACE | i |
| REMERCIEMENTS | ii |
| LISTES DES FIGURES | iii |
| LISTE DES TABLEAUX | iv |
| LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS | v |
| RESUME | vi |
| TABLE DE MATIERES | vii |
| CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| I.1 Généralités | 1 |
| I.2. Objet du sujet | 2 |
| I.3. Motivation du sujet | 2 |
| I.4 Généralité sur l'eau | 2 |
| I.4.1 Cycle de l'eau | 3 |
| I.4.2. Propriété de l'eau potable | 5 |
| I.4.2.1 Définition de l'eau potable | 5 |
| I.4.2.2 Quelques éléments qui déterminent la qualité de l'eau | 6 |
| CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET | 8 |
| II 1 : Situation géographique..... | 8 |
| II.1.1 Province GITEGA | 8 |
| II.1.2 La commune concernée par le projet | 9 |
| II.2. Zone du projet | 11 |
| CHAPITRE III. EVALUATION DES BESOINS EN EAU | 13 |
| III.1. Introduction | 13 |
| III.2. Evaluation de la population à desservir | 13 |
| III.2.1. Population actuelle | 13 |
| III.2.2. La population future..... | 14 |
| III.3. Estimation des besoins en eau..... | 16 |
| III3.1. Besoins moyen journaliers | 17 |

| | |
|--|-----------|
| III.3.2.Besoins en eau maximum | 18 |
| III.3.2.1 production de pointe | 18 |
| III.3.2.2 Pertes d'eau et marge de sécurité dans la distribution..... | 19 |
| CHAPITRE IV : CAPTAGE D'UNE SOURCE..... | 22 |
| IV.1.Généralités | 22 |
| IV.2. Définition..... | 22 |
| IV.3 Les ouvrage de captage..... | 22 |
| IV.3.1. La chambre de captage | 22 |
| IV.3.2. La chambre de départ..... | 23 |
| IV.4. Description de la source à capter | 23 |
| IV.5. Proposition du système de captage..... | 23 |
| IV.5.1 Principe de captage | 23 |
| IV.5.2: Caractéristique des drains et du gravier filtrant..... | 25 |
| IV.5.3 : Désinfection du captage..... | 25 |
| IV.5.4 Protection et maintenance des ouvrages de captage..... | 25 |
| CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ART ET CALCULS HYDRAULIQUES | 27 |
| V.1 Introduction générale | 27 |
| V.2. Les ouvrages de stockage et de régulation..... | 27 |
| V2.1. Définition et utilité | 27 |
| V.2.2. Emplacement du réservoir | 27 |
| V.2.3 Principe de construction des réservoirs..... | 28 |
| V.2.4. Equipement des réservoirs | 28 |
| V.2.5. Dans quel cas un réservoir est nécessaire | 29 |
| V.2.6. Entretien des réservoirs..... | 29 |
| V.2.7. Capacité des réservoirs..... | 30 |
| V.2.7.1. Généralité | 30 |
| V.2.7.2 Capacité théorique..... | 30 |
| V 2.7.2.1 Principe de calcul de la capacité du réservoir..... | 30 |
| V.2.8 Dimensions des réservoirs du projet | 35 |

| | |
|---|------------|
| V.2.9. Dimensionnement des réservoirs proprement dit | 37 |
| V.3. Dimensionnement du réseau de distribution..... | 49 |
| V.3.1 généralité | 49 |
| V3.2 Différents types de réseau | 50 |
| V .3.2.1 Le réseau ramifié..... | 50 |
| V.3.2.2. Le réseau maillé | 50 |
| V.3.3. Types de conduites..... | 51 |
| V3.3.1 Les accessoires de la conduite | 52 |
| V.3.3.2. notion de borne fontaine | 56 |
| V.4.paramètre indispensable pour le dimensionnement..... | 57 |
| V.5. Calculs hydrauliques proprement dits..... | 59 |
| CHAPITRE VI : EVALUATION FINANCIERE DU COUT DU PROJET ET PLANNING DES TRAVAUX..... | 65 |
| VI.1.Généralité..... | 65 |
| VI.2Devis descriptif et quantitatif des travaux | 65 |
| VI.2.1 Captage | 65 |
| VI.2.2. Chambre de départ et les ouvrages de stockage | 67 |
| VI.2.3 Conduite d'alimentation | 74 |
| VI.2.4. Accessoires à la conduite..... | 77 |
| VI.3 Devis estimatif..... | 91 |
| VI.4.Planning des travaux..... | 94 |
| VI.4.1.Planification des tâches..... | 96 |
| VI.4.2.Planning des travaux (à l'aide du graphique de Gantt) | 97 |
| CHAPITRE VII. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATION | 98 |
| VII.1 Conclusion générale | 98 |
| VII.2. Recommandations | 98 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 100 |
| ANNEXE..... | 101 |

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

I.1 Généralités

L'eau est une ressource naturelle indispensable à toute réalisation sur notre planète. Sans cette ressource, la vie serait impossible. Depuis la création, l'eau a toujours été l'un des facteurs les plus importants qui contiennent l'organisation et le développement des collectifs humains.

L'eau est d'abord condition directe de survie, puis très vite facteur clé de la production agricole et enfin support essentiel de la production industrielle.

- comme condition directe de survie, l'eau est un élément important pour tout être vivant et surtout pour les êtres humains car ces derniers l'utilisent non seulement pour la consommation et la préparation de la nourriture, mais aussi pour l'hygiène de leur corps.
- Comme support essentiel de la production industrielle, presque toutes les industries modernes utilisent de l'énergie électrique produite par les centrales hydroélectriques pour actionner les machines et l'énergie nécessaire.

Bien que l'eau est indispensable à la vie humaine, animale et végétale, elle ne peut pas être distribuée telle qu'elle se présente dans la nature parce qu'elle n'a pas toutes les qualités requises afin d'être utilisée pour les divers usages. Aussi faut-il fournir de l'eau potable, c'est-à-dire ne contenant pas des germes pathogènes dangereux pour la vie tant humaine qu'animale et préconiser les moyens d'évacuations adéquats des eaux usées.

Un ravitaillement en eau potable joue un rôle très important dans le développement des zones rurales, il réduit fortement les maladies liées à la saleté, de plus, il est souvent à la base d'autres projets de développement concernant la santé, la nutrition, l'hygiène etc. Un des objectifs principaux de *développement communautaires* consiste donc à *aider la population rurale à améliorer la qualité de leur eau et la rendre plus accessible.*

I.2. Objet du sujet

Notre projet tel qu'il est énoncé consiste à l'adduction en eau potable du réseau NYARUNAZI III .Vu que le manque d'eau potable est un problème délicat dans les pays en voies de développement avec une population augmentant du jour au jour à l'exemple du BURUNDI où la grande majorité de la population rurale est dépourvue d'une source facilement accessible à l'eau saine. Notre *visée profonde est d'améliorer les conditions sur l'état de santé de la population* qui habite la zone concernée par notre réseau.

I.3. Motivation du sujet

Un peu partout dans notre pays et particulièrement dans la commune Buraza, on remarque un manque d'eau potable et cela engendre de plaintes envers la population surtout les femmes qui effectuent de longues distances à la recherche de l'eau.

Cela est dû soit à un manque total, soit à l'insuffisance de l'eau, soit à un mauvais état des infrastructures d'eau potable. Les conséquences de ce manque d'eau les pertes de temps, la fatigue etc.

Ces manifestation de manque d'eau sont aussi remarquées et sont liées à l'inexistence des infrastructures d'eau potable. On peut observer des ouvrages existants d'eau potable se traduisant par des ressources aménagées mais devenues non fonctionnelles suite à une conduite bouchée par des divers matériaux ou totalement détruite.

De cela, la population utilise de l'eau impropre qui est à l'origine des maladies diverses. La cause majeure de cette défectuosité des ouvrages est la mauvaise tenue, une mauvaise maintenance, un manque d'entretien et l'incompétence des comités de gestion.

I.4 Généralité sur l'eau

L'eau est indispensable pour tout être humain dans ses besoins multiples. Le domaine de l'eau est directement lié au domaine de la santé pour tous les êtres vivants pour boire, pour se laver, pour faire la vaisselle, pour abreuver les animaux, irriguer les plantes,

A l'absence de l'eau la vie des êtres vivant sera impossible. En effet cet élément le plus important à la vie est l'un des facteurs clés pour le développement se trouve dans le monde entier dans les proportions suivantes :

- L'eau salée dans les mers 97.39%
- L'eau glacée aux pôles 2.01%
- L'eau souterraine 0.58%
- L'eau des lacs et des rivières 0.02%
- L'eau dans l'atmosphère 0.001%

L'eau n'étant pas toujours potable, l'homme préfère l'eau souterraine comme étant la meilleure pour son usage car en traversant les différentes couches de la terre ; elle subit un filtrage naturel. Pour cette raison, il est plus important de protéger les nappes d'eau souterraine contre la pollution. A l'absence de l'eau souterraine, l'homme peut utiliser l'eau des rivières ou du lac mais en la faisant subir des traitements avant l'utilisation. Pour satisfaire ses besoins, l'homme doit produire de l'eau en quantité suffisante et doit toujours vérifier que cette eau est de bonne qualité sinon il est appelé à capter plusieurs sources et cette eau captée doit être traitée.

- De ce fait toute personne doit se poser les questions ci-après :
Quelle est l'origine de cette eau que nous avons besoin au cours de notre vie sur terre ?
- Pourquoi cette eau ne s'épuise pas ?
- Par quel mécanisme obtient- on cette eau ?

Pour essayer de répondre à ces questions, nous nous referons au cycle de l'eau.

I.4.1 Cycle de l'eau

Le principe du cycle hydrologique se base sur les phénomènes de :

- L'évaporation (sur les mers et océans)
- L'évapotranspiration (sur les sols, la flore et la faune)
- La condensation
- Les précipitations
- Le ruissellement (sur la terre)
- L'infiltration (dans la terre)

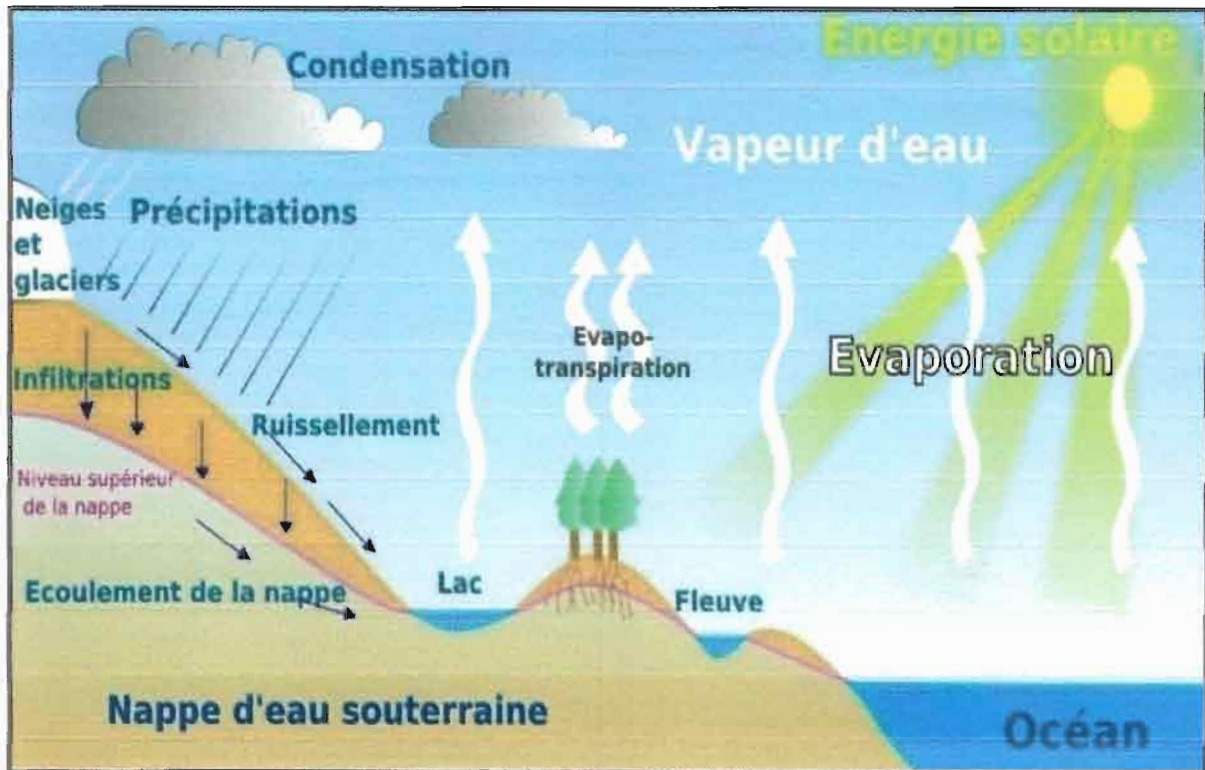


Figure 1: Cycle de l'eau

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau des lacs, rivières, mers, océans, ... s'évapore dans l'atmosphère sans le sel et les autres impuretés. L'évaporation est plus importante au niveau des océans qu'à l'intérieur des terres : lacs, rivières et fleuves. Les rayons du soleil réchauffent ces eaux et les font passer de l'état liquide à l'état vapeur : c'est **l'évaporation**. Les plantes et les autres espèces puisent l'eau dans le sol et la rejettent sous la forme de vapeur d'eau : c'est **l'évapotranspiration**. Ces 2 phénomènes libèrent de l'humidité qui s'élève dans l'atmosphère sous forme de nuages.

Le vent déplace ces vapeurs au-dessus des terres. Etant donné que l'élévation en altitude entraîne une chute progressive de température, la vapeur d'eau se refroidit et se transforme en petites gouttelettes qui vont être à l'origine de la formation des nuages : c'est **la condensation**.

Ces nuages se dirigent vers l'intérieur des terres sous l'action des vents. Et avec l'effet de gravité, l'eau retombe sur le sol sous forme, soit liquide (pluie), soit solide (neige ou grêle) : ce sont **les précipitations**.

Une partie de ces eaux de pluie ruissellent le long des pentes et va augmenter la quantité des cours d'eaux et des lacs. Elle sera ensuite transportée jusqu'aux mers et océans.

Les ruisseaux, les rivières, les fleuves ou les lacs qui reçoivent les eaux de ruissellement sont appelés cours d'eau de drainage. L'eau de pluie s'écoule lorsqu'elle rencontre un sol imperméable et dévale de l'amont vers l'aval : c'est le **ruissellement**.

L'autre partie des eaux de pluie s'infiltré dans le sol si celui-ci est perméable : c'est l'**infiltration des eaux**. Les eaux d'infiltration sont reprises en partie par la végétation qu'elles alimentent avant d'être rejetées dans l'atmosphère. En s'infiltrant dans un sol perméable, l'eau peut parfois remplir une poche souterraine (grotte) et former un véritable réservoir d'eau. L'eau contenue dans ce réservoir (nappe phréatique) trouve parfois un chemin naturel vers l'extérieur. L'endroit où jaillit l'eau hors du sol s'appelle la source. Certaines nappes d'eau souterraines, une fois découvertes, peuvent aussi être exploitées par l'homme comme réserves d'eau potable pour ces besoins quotidiens.

On signalera aussi qu'après l'usage domestique des eaux, elles sont rejetées et évacuées (eaux usées) soit dans la terre qui est merveilleux filtre naturel où elles rejoignent les nappes souterraines pour former un véritable réservoir, soit dans les ruisseaux pour s'acheminer vers les fleuves, rivières ou lacs.

Ainsi, grâce à l'énergie solaire, l'évaporation reprend. Et le phénomène devient cyclique.

A partir de ce cycle, l'eau se présente sous diverses formes.

On a :

- Les eaux pluviales (precipitation)
- Les eaux souterraines (infiltration)
- Les eaux de source
- Les eaux de surface

La responsabilité revient à l'homme de l'adapter à ses besoins.

I.4.2. Propriété de l'eau potable

I.4.2.1 Définition de l'eau potable

Une eau potable est celle que l'on peut boire sans risque de nuire la santé du consommateur, répondant aux normes établies fixant les teneurs limites ainsi que la composition des substances présentées dans cette dernière. Ces normes sont fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Au Burundi c'est la REGIDESO qui se charge de capter, traiter et distribuer l'eau conformément à ladite norme c'est –à dire que la REGIDESO vérifie que *cette eau est exempte des germes pathogènes et d'organisme parasites.*

I.4.2.2 Quelques éléments qui déterminent la qualité de l'eau

- La turbidité : C'est le degré d'abondance des matières colloïdes finement divisées comme les argiles ou grains de silices ;
- pH : Il détermine l'acidité ou la basicité de l'eau ;
- La conductibilité : C'est le pouvoir de laisser passer le courant électrique, on la mesure par conductimètre à deux électrodes métalliques ;
- La dureté : on parle d'eau dure pour évoquer une eau contenant beaucoup de sels dissous, comme des sels de calcium et de magnésium, on dit alors, dans le langage courant qu'elle calcaire ;
- Les microbes : il ya des bactéries dites germes indicateurs de pollution pour la santé des utilisateurs, les germes totaux, les coliformes totaux et Escherichia coli ;
- La coloration : L'eau potable doit être parfaitement incolore ou très faiblement teinté en bleu-vert, sous grande épaisseur comme l'eau pure ;
- L'odeur : Une eau potable doit être parfaitement inodore même après quelque jours de conservation en vase clos à 20^oc ;
- La saveur : l'eau potable doit avoir une saveur agréable mais faible ;
Pouvoir colmatant : il est dû à la présence de particules fines en suspension dans l'eau. Il a pour effet de colmater les filtres utilisés dans les installations de traitement. On l'apprécie au moyen de filtres étalons dans de condition expérimentale exactement définie. Une eau potable doit présenter un pouvoir colmatant très faible.

| Caractéristiques | Unité | Valeur limites d'une eau potable recommandées par l'OMS |
|--|---------------------|---|
| Turbidité | NTU | 5 |
| Valeur Ph | - | 7,0-8,5 |
| Conductivité | $\mu\text{S/cm}$ | 700 |
| Matière en suspension (M.E.S) | mg/l | 500 |
| Fer (Fe^{++}) | mg/l | 0,3 |
| Dureté totale | $^{\circ}\text{DG}$ | 20-30 |
| Sodium (Na^{+}) | mg/l | 20 |
| Ammoniaque (NH_4^{+}) | mg/l | 1,0 |
| Calcium (Ca^{++}) | mg/l | 75 |
| Température | $^{\circ}\text{C}$ | 25 |
| Sulfates (SO_4^{--}) | mg/l | 200 |
| Gaz carbonique (CO_2) | mg/l | - |
| Nitrate (NO_2^{-}) | mg/l | 25 |
| Potassium (K^{+}) | mg/l | 10 |
| Phosphates (PO_4^{-}) | mg/l | 7 |
| Magnésium (Mg^{++}) | mg/l | 50 |
| Oxygène | % de saturation | 20 |
| Demande chimique en O_2 : DCO | mg/l | 5/ KMnO_4 |
| Chlorures (Cl^{-}) | mg/l | 200 |

Tableau 1. Caractéristiques de l'eau potable (Source OMS)

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET

II 1 : Situation géographique

II.1.1 Province GITEGA

La province GITEGA est située dans le centre du pays. Elle est limitée au Nord par les provinces de NGOZI et KAYANZA, au sud par les provinces de RUTANA et BURURI, à l'Est par les provinces de RUYIGI et KARUSI et à l'Ouest par les provinces de MWARO et MURAMVYA.

La province GITEGA compte 11 communes à savoir : BUGENDANA, BURAZA, BUKIRASAZI, GIHETA, GISHUBI, GITEGA, ITABA MAKEBUKO, MUTAHO, NYARUSANGE, RYANSORO.

La province GITEGA fait partie de régions naturelles, l'IMBO à l'ouest, le MIRWA et le BUTUTSI au centre Nord, le BURAGANE au centre et KUMOSO à l'Est .La pluviométrie y est moyenne de 1200 mm par an dans les zones de moyenne et de basses altitudes et elle atteint 1600 mm par an dans la *partie centre Nord où les altitudes sont plus élevées.*

CARTE DE LA PROVINCE GITEGA

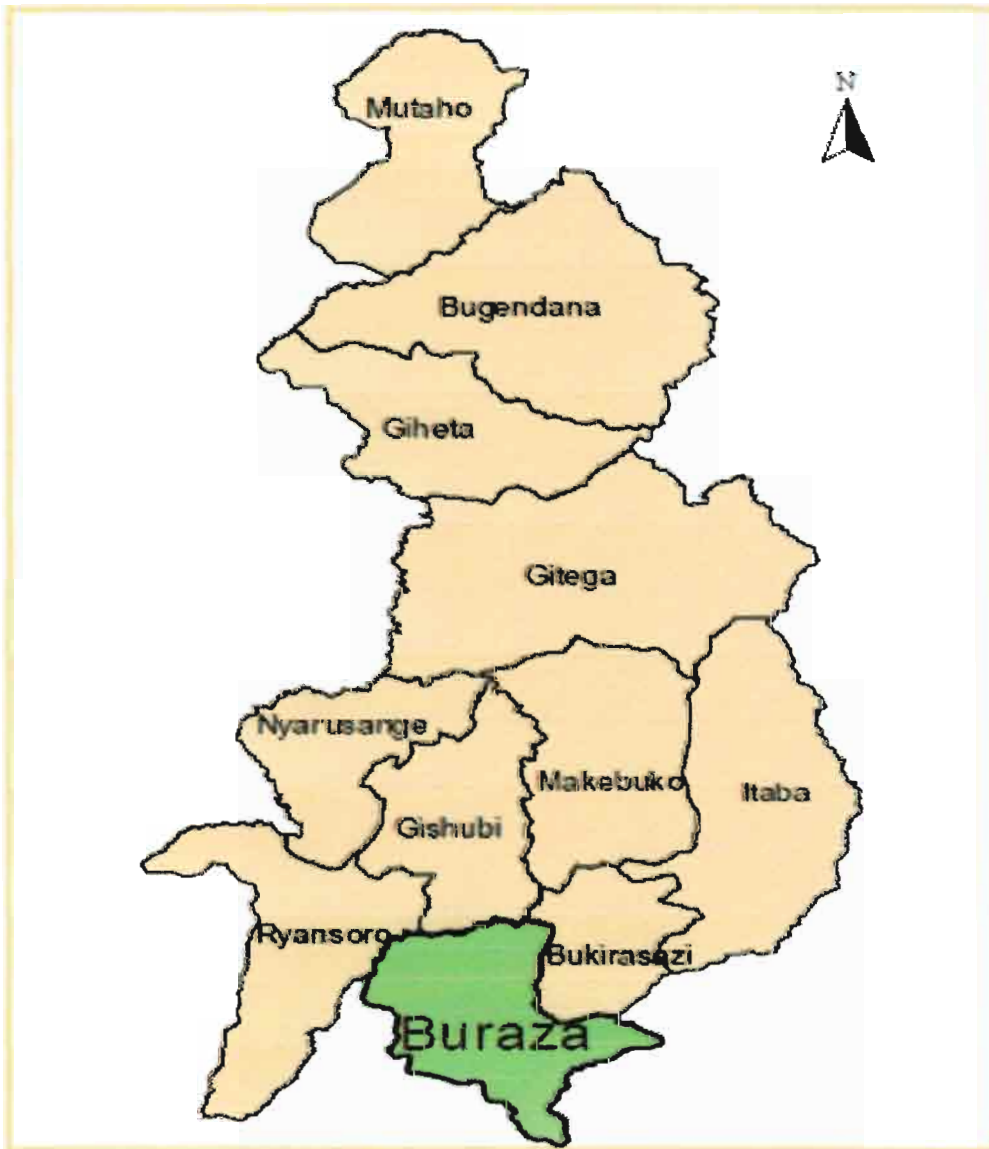


Figure 2: Carte de la province GITEGA

(Source :Google, monographie de la commune BURAZA)

II.1.2 La commune concernée par le projet

Commune BURAZA

La commune Buraza figure parmi les 11 communes qui constituent la province de Gitega. Elle a pris naissance en 1983 après son détachement de la commune Bukirasazi et se situe au Sud de la province. Elle a une superficie de 158,78 km² pour une population estimée à 52210 habitants en 2012, soit une densité de 329 habitats par km².

Elle est délimitée au nord par la commune Gishubi au sud par les communes Rutovu et Rutana, à l'Est par la commune Bukirasazi et à l'Ouest par la commune Ryansoro par l'intermédiaire de la rivière Ruvyironza, au Sud- Est par la commune Musongati par intermédiaire des cours d'eau Tawe et Muyovozi. Deux région naturelles caractérisent la commune Buraza à savoir ; kirimiro et Bututsi. Les collines mugano, Buriza et Ndago se trouvent dans la région Bututsi et le reste se situe dans la région naturelle de Kirimiro.

Elle est caractérisée par un relief accidenté à l'Est car elle est entrecoupée par la chaîne de montagne de Kangozi qui englobe les collines de recensements Butemba, Butezi, Kabumbe, Muyange, Ndago et Ndava. Par ailleurs entre les montagnes de Gicumbi, Kangozi, Ntega, Sanzu et Gikwazo, c'est une cuvette surmontée de part et d'autre de sommets couverts d'herbes et de bois. La commune se caractérise aussi par les éléments suivant :

- Une altitude moyenne comprise entre 1600 et 2000 m ;
- Un climat de type tropical, une température moyenne de 19⁰c, une pluviométrie de 1200 mm ;
- Un réseau hydrographique très important constitue par de rivières et de ruisseaux dont la Ruvyironza ;
- Un relief, les plateaux centraux accidentés avec des sommets érodés et affleurements rocheux.

CARTE DE LA COMMUNE BURAZA

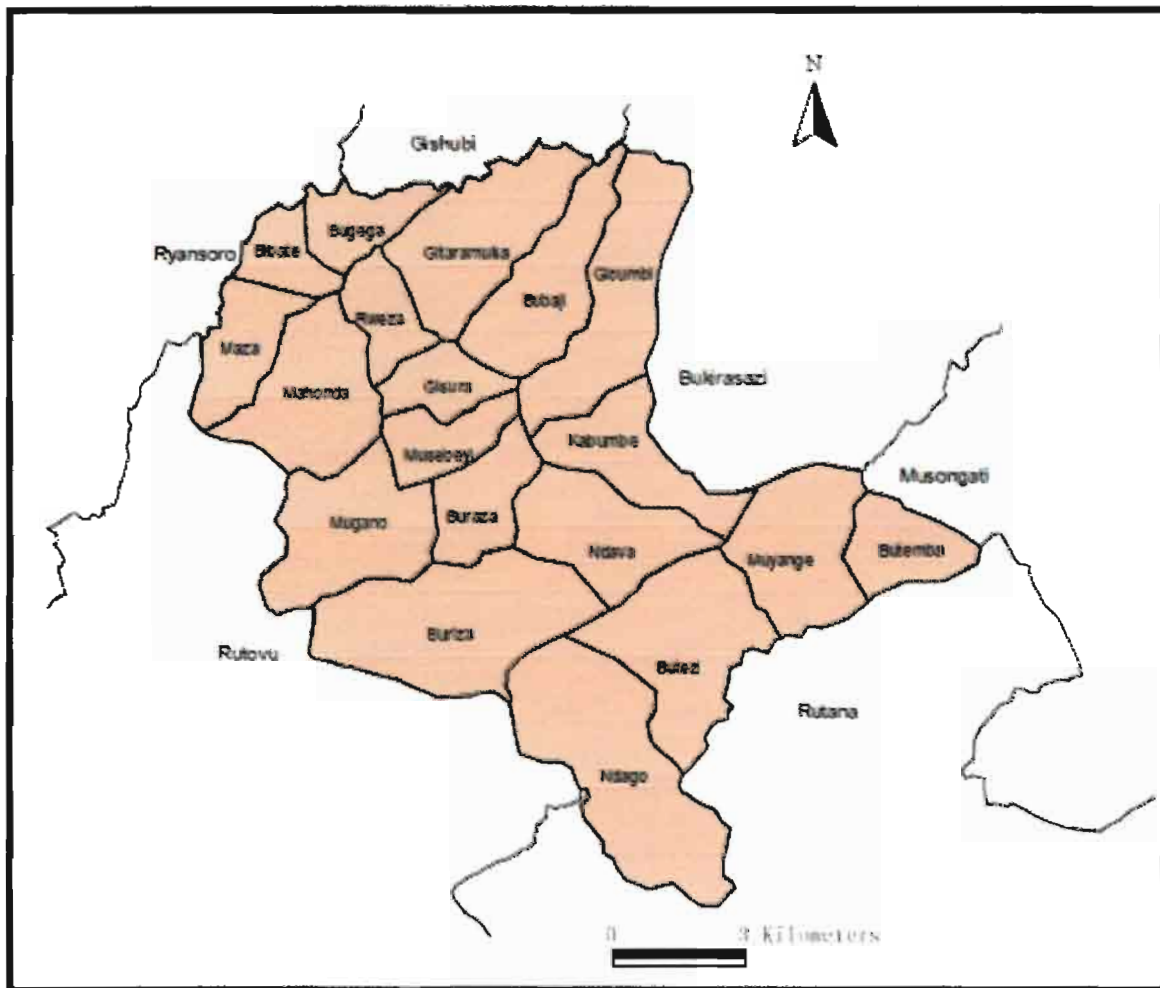


Figure 3: Découpage administratif de la commune BURAZA

(Source : Google, monographie de la commune BURAZA)

II.2. Zone du projet

La colline Butezi et les sous collines Nyakabuye, Nyarunazi et Buhogo qui font l'objet de notre zone d'étude se trouvent dans la commune BURAZA de la province GITEGA.



Figure 4: Figure illustrant la zone du projet (source ABHR)

CHAPITRE III. EVALUATION DES BESOINS EN EAU

III.1. Introduction

L'objectif du système d'adduction en eau potable est de satisfaire au maximum possible les besoins en eau de toute la population de la zone considérée pendant une période bien précise et qui est considérée comme durée de vie du réseau. Cette durée est généralement de 20 à 30 ans pour une zone rurale.

On note ici que l'horizon de planification du projet est fixe à 25 ans (2014-2039) pour notre cas. En effet, pour parvenir au résultat, nous allons faire l'évaluation de la population à desservir. C'est-à-dire la population concernée par le réseau et ensuite la détermination des besoins éventuels en eau potable, *on doit déterminer les besoins pour la population résidente, les besoins pour les équipements publics et sociaux sans oublier les besoins pour les particuliers*

III.2. Evaluation de la population à desservir

Une population est caractérisée en générale par sa croissance, notre horizon de planification est de 2014-2039. Nous ne pouvons pas considérer les effectifs de l'an 2014 pour déterminer les besoins en eau nécessaire.

III.2.1. Population actuelle

Dans le but d'obtenir les données de base les plus actualisées en matière de la population et pouvoir effectuer une prévision à la situation future à l'horizon d'étude, l'évaluation de la population s'est faite sur base des données de recensement ou d'une enquête menée auprès de l'administration. D'autres services comme l'ISTEEBU ou le Ministère de l'intérieur peuvent fournir des données d'étude statistiques fiables. On procède par dénombrement des ménages et nous avons considéré une taille moyenne de six personnes par ménage.

- La sous colline NYAKABUYE 59 ménages;
- la colline BUTEZI 72 ménages ;
- La sous colline NYARUNAZI 92 ménages;
- La sous colline BUHOGO 47 ménages;
- Et comme infrastructure publique nous avons Ecole Primaire de NYARUNAZI 614 écoliers;
- Ecole fondamentale de NYARUNAZI 180 élèves;
- Eglise de NYARUNAZI 600 chrétiens;

III.2.2. La population future

Connaissant la population actuelle 2014 et les effectifs de la population précédente, il s'avère nécessaire indispensable de connaître le taux de croissance de la population de la zone faisant l'objet de notre projet afin de savoir à quel degré aura augmenté la population durant notre horizon de planification 2014-2039. Nous ne pouvons pas donc considérer les effectifs de la population de l'an 2014 pour déterminer les besoins en eau. L'estimation de la population durant la période fixée est effectuée sur base de la formule suivante :

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

(III.1)

Avec :

P_n : population projetée

P_0 : population actuelle

n : Nombre d'année de projection

Z : Taux de croissance de la population

par la suite définissant le taux de croissance annuel comme suit :

$$Z = (P_n / P_0)^{1/n} - 1$$

(III.2)

Ainsi la formule (III.2) et le tableau suivant va nous aider au calcul du taux de croissance annuel

| Année | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Commune | | | | | | | | |
| BURAZA | 44777 | 45480 | 46191 | 46919 | 47656 | 48404 | 49164 | 49936 |

Tableau 2 : Projection de département de la population du MIN INTER

$$Z = (49936/44777)^{1/7} - 1 = 0.0157 \text{ soit } 1.57\%$$

Le taux de croissance de la commune BURAZA est calculé entre 2003 et 2010.

On constate donc que le taux de croissance de la population de la commune Buraza est de 0.0157 soit 1.57%. Le tableau suivant nous donne la population à desservir en tenant compte d'une taille moyenne de 6 personnes par ménage.

| Population | Ménages | Taille du ménage | Effectifs 2014 | Effectifs 2039 |
|--------------------|----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| NYAKABUYE | 59 | 6 | 354 | 523 |
| BUTEZI | 72 | 6 | 432 | 638 |
| NYARUNAZI | 92 | 6 | 552 | 815 |
| BUHOGO | 47 | 6 | 282 | 416 |
| E.P NYARUNAZI | 614 | | 614 | 906 |
| ECO.FO NYRUNAZI | 180 | | 180 | 266 |
| EGLISE | 600 | | 600 | 886 |
| TOTAL | | | 3014 | 4450 |

Tableau 3: Effectif de la population à desservir

III.3. Estimation des besoins en eau

Les besoins spécifique généralement utilisés au BURUNDI pour le dimensionnement des installations d'alimentation en eau potable en milieu rural ou les valeurs recommandées par l'OMS sont les suivantes

| Besoins | valeurs de l'OMS | Valeurs locales |
|---------------------------|-------------------|-----------------|
| 1.Consommation domestique | | |
| Borne fontaines,puits | 20-25l/jrs/pers | 20l/j/pers |
| branchement particulier | 70 - 250 l/j/pers | 100 l/j/pers |
| 2.Etablissement publics | | |
| Ecole primaire | 15 - 30 l/j/pers | 5 l/j /pers |
| Ecole polyvalent | 15-30l/j/pers | 10 l/j/pers |
| Foyer social | 15 - 30l/j/pers | 20 l/j/pers |
| Prison | 25-40l/j/pers | 15l/j/pers |
| Bureau communal | 15-20l/j/pers | 10l/j/pers |
| Centre de negoce | 10-15l/j/pers | 10l/j/pers |
| Ecole avec internat | 90-140l/j/pers | 30l/j/pers |
| Camps militaires | | 30l/j/pers |
| Communauté religieuse | | 230l/j/pers |
| Catechumen at | | 5l/j/pers |
| Atelier | | 5l/pers |
| 3.Betail | | |
| Vaches | 25-35l/j/tête | 15-25l/j/tête |
| Moutons | 15-25l/j/tête | 1.5-7l/j/tête |
| Chèvres | 15-25l/j/tête | 1.5-7l/j/tête |
| Porcs | 10-15l/j/tête | - |

Tableau 4: Les besoins spécifique généralement utilisés

Signalons aussi que ces dotations seront considérées comme invariables durant toute la durée de vie du réseau.

Ainsi les besoins en eau se présentent comme suit :

- Besoins journaliers ;
- Besoins en eau maximum ;
- Production de pointe ;
- Perte et Marge.

III3.1. Besoins moyen journaliers

Une étude menée le long du réseau au cours de visite sur terrain nous a permis de classer les besoins en deux catégories essentielles à savoir :

- Les besoins de consommations de la population villageoises ;
- Les besoins pour les équipements publics et sociaux.

a) Besoins de consommations de la population villageoise

La population sera alimentée essentiellement par les bornes fontaines, et chaque ménage ne devra pas dépasser une distance de 500 m pour s'approvisionner. Le total de la population résidente actuelle en 2014 à desservir est de 1620 habitants et la population future en 2039 est de 2392 habitants et si nous adoptons 20l/j/pers. Les besoins en eau en 2014 = $20\text{l/j/pers} \times 1620 = 32400\text{ l/j}$ ou $32.400\text{m}^3/\text{j}$.

b) Infrastructure publiques

E.P NYARUNAZI : - 600 écoliers et 14 enseignants

Ecofo NYARUNAZI : - 174 élèves et 6 enseignants

Eglise NYARUNAZI :- 600 chrétiens.

Besoins en eau : $614 \times 5\text{l/j} = 3070\text{ l/j}$

$180 \times 5\text{ l/j} = 900\text{ l/j}$

$600 \times 5\text{ l/j} = 3000\text{ l/j}$

C) Les besoins journaliers totaux

Le tableau suivant nous montre la récapitulation des besoins calculés pour l'an 2014 et 2039.

| Designation | Situation en 2014 | | | Situation en 2039 | |
|------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | Effectif | Q _s l/j/hab | Q _{jmoy} (l/j) | Effectif | Q _{jmoy} (l/j) |
| population desservie | 1620 | 20 | 32400 | 2392 | 47840 |
| Etablissements publics | | | | | |
| E.P NYARUNAZI | 614 | 5 | 3070 | 906 | 4530 |
| ECO.FO NYRUNAZI | 180 | 5 | 900 | 266 | 1330 |
| EGLISE | 600 | 5 | 3000 | 738 | 3690 |
| TOTAL | | | 39370 | | 57390 |

Tableau 5: besoins journaliers totaux

III.3.2. Besoins en eau maximum

Les besoins en eau totaux que nous venons de trouver en 2014 ne peuvent pas servir pour le dimensionnement des ouvrage hydraulique car avec la durée de vie du réseau de 25 ans la population va aussi croître avec le temps. Par conséquent, il y aura l'augmentation des besoins en eau.

Alors nous déterminerons la production de pointe ainsi que les pertes d'eau mais de plus nous allons fixer une marge nécessaire suffisante.

III.3.2.1 production de pointe

La production de pointe est calculée en comparaisons avec la production de pointe dans des villes au Burundi ici connues et tient notamment compte des activités quotidiennes des populations comme les jours de marché et les dimanches .On constate des variations au niveau de consommation d'eau, un facteur de production sera donc considéré pour tenir compte de ses variation.

Le bureau d'étude « GWK » a considéré 25% de facteur de production de pointe dans la ville de Ngozi. Ainsi donc, au fait que notre projet se trouve dans la zone rurale, moins développée par rapport à la ville de Ngozi, nous allons considérer par la suite 10% comme facteur de production. Cette source estime la production de pointe par la formule suivante :

$$Q_{j\text{pointe}} = Q_{j\text{moy}} * (1+c) \quad (\text{III.3})$$

Avec :

- $Q_{j\text{pointe}}$: production de pointe
- $Q_{j\text{moy}}$: Besoins moyen journalier
- C : Facteur de pointe

$$Q_{j\text{pointe}} = 39.370 \text{ m}^3/\text{j} * (1+0.1) = 43.307 \text{ m}^3/\text{j}$$

III.3.2.2 Pertes d'eau et marge de sécurité dans la distribution

a) Perte d'eau

Dans les milieux ruraux, le volume des pertes d'eau varie entre 25 et 50% de la quantité consommée. Pour notre cas, nous considérons une perte d'eau de 30% car le réseau peut être classé dans la catégorie des réseaux moyennement entretenus au Burundi par rapport aux réseaux urbains qui subissent des *entretiens et réparations régulièrement*.

Des pertes de charges d'eau s'observent sur tout le projet du lieu de production au lieu d'utilisation. Ces pertes sont dues à des multiples causes à savoir :

- Fuites aux joints du tuyau
- Fuites des robinets et vannes etc.

Ainsi la formule suivante nous permet d'exprimer les pertes inévitables :

$$Q_{\text{pertes}} = Q_{j\text{moy}} * \left(\frac{1}{1-p} - 1 \right) \quad (\text{III.4})$$

$$Q_{\text{pertes}} = Q_{j\text{moy}} * \left(\frac{p}{1-p} \right)$$

Avec :

- $Q_{j\text{moy}}$: Besoins moyen journalier
- P : pourcentage de la perte d'eau

b) Marge de sécurité

Notre étude s'étend sur une période de 25 ans. Et on se rend compte que la population aura sensiblement augmentée, si on tient compte du taux de croissance de 1.57%, mais aussi de la consommation individuelle. C'est pour cela qu'une marge de sécurité sera nécessaire afin d'éviter de fréquences réhabilitations.

Ainsi avec ce taux de croissance, la population passe de 3014 à 4450 habitants soit une augmentation de :

$$T = (P_n - P_0) / P_0 \quad (\text{III.5})$$

$$T = \left(\frac{4450 - 3014}{3014} \right) = 0.476 \text{ soit } 47.6\%$$

Puisque l'augmentation de la population engendre une augmentation de la consommation, le coefficient de majoration représentant la marge de sécurité sera de 47.6%. D'où les besoins maximaux pour l'an 2039 dans le tableau suivant par la formule :

$$Q_{jmax} = (Q_{jpointe} + Q_{perte}) * (1 + T) \quad (\text{III.6})$$

Avec Q_{jmax} : Besoin maximum journalier

T : Marge de sécurité

| Désignation | Situation en 2014 | | | | | | situation en 2039 | | | |
|---------------|-------------------|-------------|----------|--------------|---------------|--------------|-------------------|------------------|--------------|--------------|
| | ménage | Effectifs | Qs | Qjmoy | Qjpointe | Perte | Qjmax | I/j | I/s | m3/h |
| Population | | | I/j/hab. | I/j | m3/j | I/j | I/j | I/j | I/s | m3/h |
| NYAKABUYE | 59 | 354 | 20 | 7080 | 7,080 | 7788 | 3034,286 | 15978,491 | 0,185 | 0,666 |
| BUTEZI | 72 | 432 | 20 | 8640 | 8,640 | 9504 | 3702,857 | 19499,175 | 0,226 | 0,812 |
| NYARUNAZI | 92 | 552 | 20 | 11040 | 11,040 | 12144, | 4731,429 | 24915,613 | 0,288 | 1,038 |
| BUHOGO | 47 | 282 | 20 | 5640 | 5,640 | 6204 | 2417,143 | 12728,628 | 0,147 | 0,530 |
| Collectivité | | | | | | | | | | |
| E.P.NYARUNAZI | | 614 | 5 | 3070 | 3,070 | 3377 | 1315,714 | 6928,526 | 0,080 | 0,289 |
| ECO.FO | | | | | | | | | | |
| NYARUNAZI | | 180 | 5 | 900 | 0,900 | 990 | 385,714 | 2031,164 | 0,024 | 0,085 |
| EGLISE | | 600 | 5 | 3000 | 3 | 3300 | 1285,714 | 6770,547 | 0,078 | 0,282 |
| Total | | 3014 | | 39370 | 39,370 | 43307 | 16872,857 | 88852,145 | 1,028 | 3,702 |

Tableau 6: tableau récapitulatif des besoins en eau

Conclusion:

La source de notre projet nous fournit un débit de 1.3 l/s mais nous n'allons capter que 1.028 l/s pour satisfaire les besoins en eau.

CHAPITRE IV : CAPTAGE D'UNE SOURCE

IV.1. Généralités

La source à capter doit être à mesure de fournir la quantité d'eau suffisante pour la réalisation d'un projet d'adduction en eau potable et cela nécessite une évaluation du débit de la source et les variations des saisons de l'écoulement. La source de captage doit se trouver dans un milieu favorable au tracé d'une *canalisation qui conduit l'eau jusqu'aux points à desservir.*

IV.2. Définition

Le « captage » consiste à collecter les filets d'eau d'une source dans un ouvrage approprié (galerie ou drain) et les amener dans un petit réservoir visitable sur lequel est branchée la conduite d'alimentation.

Souvent, le captage se fait par tranchée car il est rare qu'une source sorte de terre à un endroit unique. Il ya le plus souvent plusieurs émergences d'eau réparties sur une certaine distance ; on creuse une tranchée sur toute la longueur où l'eau apparait, un peu au-dessus de la sortie d'eau et perpendiculairement à leur direction. On recouvre le fond d'une couche imperméable, le plus souvent une couche d'argile. On pose un drain (un tuyau perforé) dans le fond de la tranchée. On remplit la tranchée de gravier plus gros que les trous du tuyau du drain jusqu'au 30 cm de la surface du sol et on le couvre d'une feuille plastique. On termine le remplissage avec de la couche d'argile bien tassée et la terre.

IV.3 Les ouvrage de captage

On distingue :

- La chambre de captage
- La chambre de départ

IV.3.1. La 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 (si on a plusieurs source) ou dans la chambre de départ dans le cas où on a une seule source. Comme nous avons une seule source, nous n'allons pas construire une chambre collectrice.

IV.3.2. La chambre de départ

La chambre de départ est un ouvrage souvent construit en moellon, et est destiné à accueillir les eaux de la chambre de captage.

IV.4. Description de la source à capter

- Caractéristique :
Sol : la source NYAGATIKA III se trouve sur un sol rocheux.
- Altitude : C'est le point le plus élevé du réseau d'après les levés topographiques, d'où nous avons un écoulement gravitaire.
- Débit : La source de NYAGATIKA III a un débit de 1.3 l/s.

IV.5. Proposition du système de captage

Le captage d'une source devra être fait de manière à éviter toute contamination de l'eau. On y réussit en construisant une galerie au sein du gisement.

IV.5.1 Principe de captage

On creusera une tranchée (galerie) à l'endroit où se trouve l'eau, Construction d'un mur de barrage, Prévoir des matériaux drainant et poser par-dessus les tuyaux perforés qui achemineront l'eau à l'endroit de l'ouvrage de collecte. Il faut rendre étanche les parois par les matériaux appropriés.

Le détail d'un schéma de principe de captage proposé est montré sur la figure suivante :

Schéma de principe adapté pour le captage :

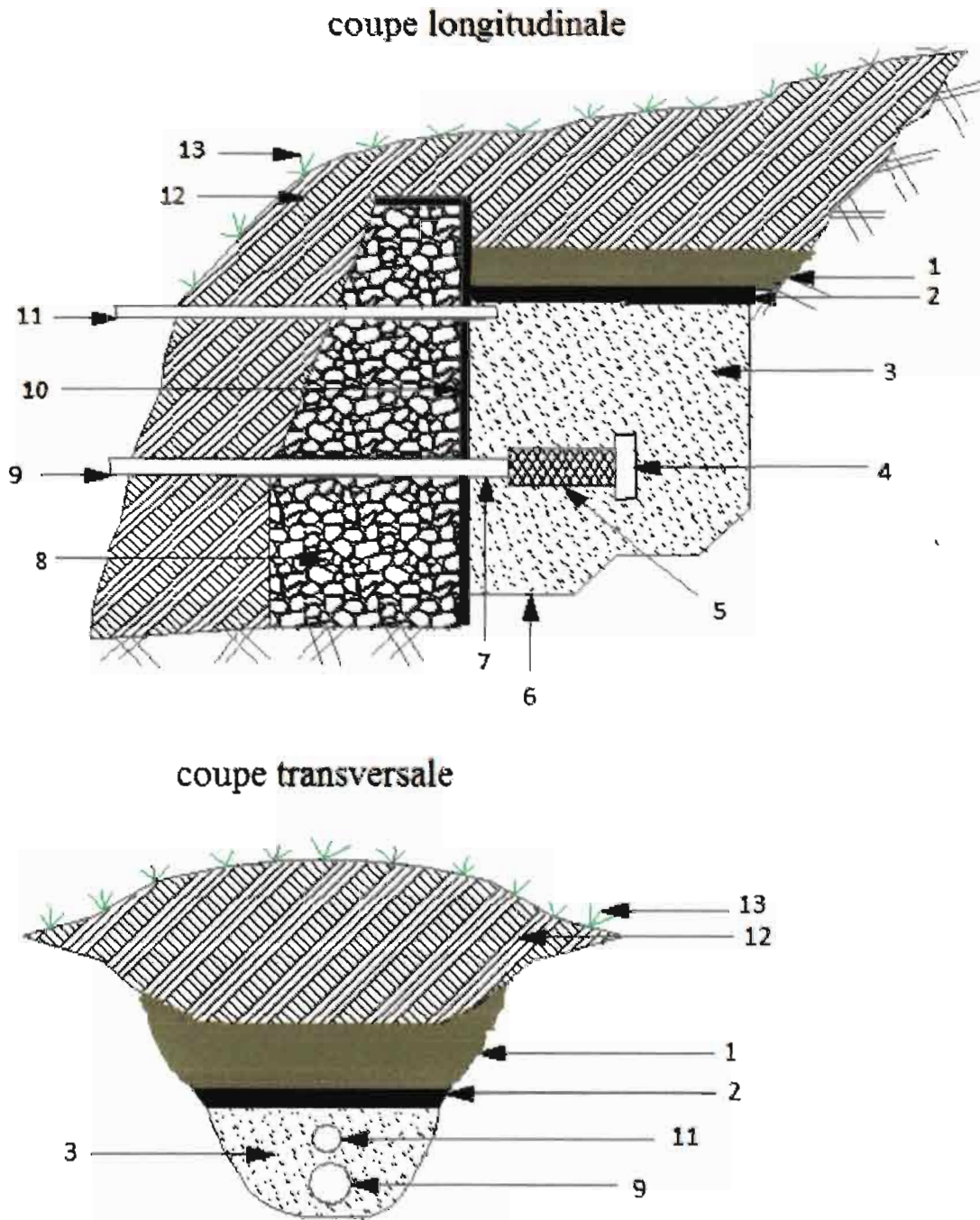


Figure 5: Shéma du principe de captage proposé

Legende :

- 1.Couche d'étanchéité en argile ;
- 2.Etanchéité en plastique ;
- 3.Couche filtrante ;
- 4.Bouchon ;
- 5.Drain perforé en PVC ;

6. Couche naturelle ;
7. Tuyau en PVC de sortie ;
8. Barrage en moellon ;
9. Vers la chambre de départ ;
10. Couche d'étanchéité ;
11. Trop plein ;
12. Remblais ;
13. Gazon.

IV.5.2: Caractéristique des drains et du gravier filtrant

Les drains ont pour rôle de capter le maximum d'eau pour une charge hydraulique la plus faible possible. La pente des drains ne doit pas dépasser 770.5%.

Les drains doivent avoir un coefficient d'ouverture et un slot (ouverture des fentes) plus élevé. Les drains sont alors posés dans l'aquifère sur un lit de graviers filtrants. Les caractéristiques du drain et du gravier filtrant sont fonction de la granulométrie du sable de la source.

IV.5.3 : Désinfection du captage

Le gravier filtrant et le massif de sable doivent subir une désinfection par opération d'hypochlorite. Ceci assure un certain potentiel de résistance aux germes microbiens pouvant contaminer la source.

IV.5.4 Protection et maintenance des ouvrages de captage

Une fois le captage est réalisé, la zone est composée de terres (sans compactage ou compactage primaire) il y a lieu de s'assurer la protection contre l'érosion.

- Il faudra former le comité eau, les usagers et le propriétaire du terrain où se trouve le captage afin qu'ils prennent conscience de l'importance de la protection et maintenance durable de la zone de captage ;
- Un périmètre de protection de la zone de captage devra être défini et clôturé, afin d'empêcher les pollutions de surface (animaux, eaux usées, déchets...);
- Des fosses de déviation des eaux de ruissellements et des protections anti-érosion seront installés si nécessaire ;

- Sol se trouvant au-dessus de drains ne devra plus être cultivé ; On laissera s'y développer une végétation naturelle qui sera fauchée régulièrement afin d'empêcher l'apparition de végétation arbustive ou arborée ;
- Il faudra former les usagers à ce qu'aucune végétation arbustive ou arborée ne s'installe à proximité de l'emplacement des drains car les racines profondes peuvent y pénétrer et les colmater sur long terme.

CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ART ET CALCULS HYDRAULIQUES

V.1 Introduction générale

Pour assurer l'alimentation jusqu'à tous les points souhaités, il faut mener des calculs pour fournir une quantité suffisante et pour dimensionner les divers ouvrages qui vont jouer le grand rôle dans la distribution. Ces ouvrages seront entre autres : réservoirs, chambre de purges, chambre de ventouse, brise charges....Pour cela nous allons analyser tous les détails nécessaires partant du lieu de captage (amont) jusqu'au lieu de distribution (aval).

V.2. Les ouvrages de stockage et de régulation

V2.1. Définition et utilité

Un réservoir est un ouvrage destiné à emmagasiner l'eau en vue de l'utiliser même en cas de panne ou d'entretien des sources. Il peut servir de secours lors des incendies.

Un réservoir offre une régulation dans le fonctionnement des réseaux. Il répond à des sollicitations régulières d'eau et assure la régularité des pressions dans la conduite de distribution.

V.2.2. Emplacement du réservoir

Dans un réservoir, il y arrive un débit horaire q et en sort un débit horaire $x \cdot q$ au moment de la pointe. Dans cette condition l'emplacement optimal du réservoir doit se situer au centre de gravité de l'agglomération en tenant compte de la topographie du lieu. L'altitude du radier du réservoir doit se trouver à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée par la distribution. Il faut fournir aux bénéficiaires une quantité d'eau suffisante, en permanence et surtout par gravité. Donc l'emplacement des réservoirs tient compte des reliefs, des variations des débits, des distributions et des capacités des réservoirs.

V.2.3 Principe de construction des réservoirs

Le plus souvent les réservoirs utilisés sont :

- En métal
- En maçonnerie
- En béton- armés

Leur choix dépend entre autre du type de fluide, La quantité et l'emplacement du réservoir. Selon la topographie du site, le réservoir peut être totalement enterré, semi-enterré, ou surélevé. Quant à la construction, les matériaux doivent être durables pour rendre étanche les réservoirs. Ses réservoirs sont munis des dispositifs de réglage (vanne) pour faciliter des travaux d'entretien et permettre la visite à l'intérieur. Il est prévu un trop plein et une couverture permettant d'éviter la contamination.

V.2.4. Equipement des réservoirs

Le réservoir doit être muni d'une conduite d'amenée, d'une conduite de distribution, d'une conduite de vidange et d'une conduite du trop-plein.

a) Conduite d'amenée

Quand l'eau arrive à son niveau maximum, la conduite doit être munie d'un système de contrôle pour pouvoir s'obturer. On veillera à ce que la chute se fasse librement ou bien prolonger la conduite de manière à ce que l'extrémité soit noyée.

b) La conduite de distribution

La conduite de distribution sera fixée au point bas mais un peu au-dessus du radier et à l'opposé de la conduite d'arrivée en aménageant une vanne sur le départ de la conduite. A son origine elle munie d'une crépine.

c) conduite de vidange

Elle est faite d'une conduite installée en bas du réservoir sur le radier. Son rôle est de permettre l'évacuation des dépôts. La conduite de vidange peut être raccordée sur la conduite du trop-plein et est munie d'un robinet vanne que l'on ouvre au moment de vidange et que l'on ferme après le nettoyage.

d) conduite de trop plein

C'est une conduite destinée à empêcher l'eau de dépasser un niveau déterminé, en l'évacuant à l'extérieur du réservoir.

e) Un système d'aération

Il est fait d'un dispositif similaire à un cheminé ou un trou qui sort de la couverture du réservoir et permet l'oxygénation de l'eau.

f) Une échelle d'accès

Elle doit être prévue à l'intérieur et à l'extérieur du réservoir. L'accès à l'intérieur est facilité par un trou appelé « trou d'homme » ce trou est prévu sur la couverture supérieure.

V.2.5. Dans quel cas un réservoir est nécessaire

- a) Quand le débit continu de la source en 24h est juste suffisant pour assurer le besoin maximal de la population, avec les variations sensibles de la consommation pendant 24h, il faut avoir suffisamment de réserve pour couvrir les heures de pointe.
- b) Pour pouvoir réparer la conduite d'amenée entre la source et le réservoir sans interrompre la distribution.
- c) Pour limiter la section de la conduite d'amenée qui devrait être beaucoup plus grande si on alimentait le village.

V.2.6. Entretien des réservoirs

Un réservoir est un ouvrage qui doit être suivi régulièrement concernant tout les fissures, les phénomènes de corrosion pour les parties métallique en raison de l'atmosphère humide régnant à l'intérieur. Pour cela un soin particulier est apporté aux cuves. Il faut :

- Eliminer les dépôts sur les parois ;
- Examiner celles-ci et éventuellement les réparer ;
- Désinfecter à l'aide des produits chlorés.

V.2.7. Capacité des réservoirs

V.2.7.1. Généralité

La première chose à considérer lors de l'étude du réservoir est la capacité qu'il doit fournir. Cela dépendra non seulement de la différence entre la quantité d'eau fournie par la source et la quantité d'eau nécessaire à la consommation déterminée au chapitre de l'évaluation des besoins en eau de la population ; mais aussi des réserves nécessaires afin d'assurer une alimentation continue. L'eau doit être emmagasinée pendant une période de faible consommation si l'on veut en avoir lors des heures de pointe. Cette capacité des réservoirs dépendra donc de la consommation des habitants en 24h. Les conditions et les habitudes varient suivant les régions données.

V.2.7.2 Capacité théorique

Le calcul théorique repose sur une répartition des débits en distribution qui peut différer d'une agglomération à une autre. De ce fait, nous allons nous servir du débit horaire moyen de distribution (Q_h) qui est la valeur de la consommation journalière répartie en 24h et des coefficients horaires estimés en tenant compte de l'activité génératrice de revenus la plus pratiquée sur la zone du projet.

$$Q_h = \frac{C_j}{24} \quad (V.1)$$

C_j : Consommation journalière en m^3

Q_h : débit horaire moyen en m^3

V 2.7.2.1 Principe de calcul de la capacité du réservoir

Soit Q_e , la quantité d'eau qui entre dans le réservoir par unité de temps et Q_s , la quantité d'eau qui en sort pendant les heures de consommation minimales.

On a : $Q_s < Q_e$ ce surplus s'appelle supplément

Soit V_s , le volume sortant dans le réservoir et V_e le volume entrant dans le réservoir, on a :

$$V_e = Q_e \cdot T \quad (V.2)$$

V_e : Volume entrant au temps T en m^3

$$V_s = Q_s * T \quad (V.3)$$

V_s : Volume sortant au temps T en m³

Pendant les heures de pointe, la quantité d'eau $V_e - V_s$ est appelée : réserve tandis que les heures creuses, cette quantité s'appelle supplément. Ainsi, on définit la capacité théorique d'un réservoir comme la somme de ces deux valeurs quand elles atteignent leur maximum exprimé en valeur absolue, l'intervalle pris comme références est de 24 heures.

$$\text{Capacité théorique} = \text{grand supplément} + \text{grand déficit en valeur absolue} \quad (V.4)$$

Pratiquement la capacité du réservoir est prise égale à 1.5 fois le volume journalier.

De ce fait on a :

$$\text{Capacité pratique} = \text{Capacité théorique} * 1.5 \quad (V.5)$$

Selon la destination du réservoir, des coefficients horaires sont appliqués aux consommateurs pour tenir compte des variations horaires comme le montre le tableau suivant fournie par la REGIDESO.

a) En milieu rural

| | | | | | | | | |
|-------------|-----|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| Temps (h) | 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 7: Coefficients horaires en milieu Rural

Dans les tableaux suivant, nous allons utiliser les symboles suivants :

C_h : Coefficient horaire ;

T : temps en heure ;

V_{sp} : Volume sortant partiel ;

V_{sc} : Volume sortant cumulé ;

V_{ep} : Volume entrant partiel ;

V_{ec} : Volume entrant cumulé ;

Q_e : Débit entrant ;

Q_s : Débit sortant.

$$Q_s = Q_e * \text{coefficient horaire} \quad (\text{V.6})$$

$$V_{ep} = Q_e * T \quad (\text{V.7})$$

$$V_{sp} = Q_s * T \quad (\text{V.8})$$

Pour notre cas, nous allons utiliser les coefficients du milieu rural. En voici donc les tableaux récapitulatifs.

Capacité du réservoir de chambre de départ ($Q=3.702\text{m}^3/\text{h}$)

| P | T | Ch | Q_e | Q_{sp} | V_{sp} | V_{sc} | V_{ep} | V_{ec} | $V_{ec}-V_{sc}$ |
|--------------|----------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | H | | m^3/h | m^3/h | m^3 | m^3 | m^3 | m^3 | m^3 |
| 0-2 | 2 | 0 | 3,702 | 0 | 0 | 0 | 7,404 | 7.404 | 7.404 |
| 2-6 | 4 | 0,350 | 3,702 | 1,296 | 5,183 | 5,183 | 14,808 | 22.212 | 17.029 |
| 6-7 | 1 | 2,500 | 3,702 | 9,255 | 9,255 | 14,438 | 3,702 | 25.914 | 11.476 |
| 7-12 | 5 | 1,200 | 3,702 | 4,442 | 22,212 | 36,650 | 18,510 | 44.424 | 7.774 |
| 12-14 | 2 | 1,700 | 3,702 | 6,293 | 12,587 | 49,237 | 7,404 | 51.828 | 2.591 |
| 14-19 | 5 | 1,900 | 3,702 | 7,034 | 35,169 | 84,406 | 18,510 | 70.338 | -14.068 |
| 19-22 | 3 | 0,300 | 3,702 | 1,111 | 3,332 | 87,737 | 11,106 | 81.444 | -6.293 |
| 22-4 | 2 | 0,150 | 3,702 | 0,555 | 1,111 | 88,848 | 7,404 | 88.848 | 0 |

Tableau 8: Capacité de la chambre de départ

$$\text{Capacité théorique} = 1\text{m}^3 * (17.029 + /14.068) = 31.097\text{m}^3$$

$$\text{Capacité pratique} = 31.097 * 1.5 = 46.64\text{m}^3 ; \text{ soit un réservoir de } 50\text{m}^3$$

Capacité du réservoir, colline NYAKABUYE (Q=0.666m³)

| P | T | C _h | Q _e | Q _{sp} | V _{sp} | V _{sc} | V _{ep} | V _{ec} | V _{ec} -V _{sc} |
|--------------|----------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | h | | m ³ /h | m ³ /h | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| 0-2 | 2 | 0 | 0.666 | 0 | 0 | 0 | 1.332 | 1.332 | 1.332 |
| 2-6 | 4 | 0.35 | 0.666 | 0.233 | 0.932 | 0.932 | 2.664 | 3.996 | 3.064 |
| 6-7 | 1 | 2.5 | 0.666 | 1.665 | 1.665 | 2.597 | 0.666 | 4.662 | 2.065 |
| 7-12 | 5 | 1.2 | 0.666 | 0.799 | 3.996 | 6.593 | 3.330 | 7.992 | 1.399 |
| 12-14 | 2 | 1.7 | 0.666 | 1.132 | 2.264 | 8.858 | 1.332 | 9.324 | 0.466 |
| 14-19 | 5 | 1.9 | 0.666 | 1.265 | 6.327 | 15.185 | 3.330 | 12.654 | -2.531 |
| 19-22 | 3 | 0.3 | 0.666 | 0.200 | 0.599 | 15.784 | 1.998 | 14.652 | -1.132 |
| 22-24 | 2 | 0.15 | 0.666 | 0.100 | 0.200 | 15.984 | 1.332 | 15.984 | 0 |

Tableau 9: Capacité du réservoir de Nyakabuye

Capacité théorique=1m³x (3.064+/2.531/)=5.595m³

Capacité pratique=1m³x5.595x 1.5=8.392m³, soit un réservoir de 10m³

Capacité du réservoir, colline BUTEZI (Q=0.812m³/h)

| P | T | Ch | Q _e | Q _{sp} | V _{sp} | V _{sc} | V _{ep} | V _{ec} | V _{ec} -V _{sc} |
|--------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | H | | m ³ /h | m ³ /h | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| 0-2 | 2 | 0 | 0.812 | 0 | 0 | 0 | 1.624 | 1.624 | 1.624 |
| 2-6 | 4 | 0.35 | 0.812 | 0.284 | 1.137 | 1.137 | 3.248 | 4.872 | 3.735 |
| 6-7 | 1 | 2.5 | 0.812 | 2.030 | 2.030 | 3.167 | 0.812 | 5.684 | 2.517 |
| 7-12 | 5 | 1.2 | 0.812 | 0.974 | 4.872 | 8.039 | 4.060 | 9.744 | 1.705 |
| 12-14 | 2 | 1.7 | 0.812 | 1.380 | 2.761 | 10.8 | 1.624 | 11.368 | 0.568 |
| 14-19 | 5 | 1.9 | 0.812 | 1.543 | 7.714 | 18.514 | 4.060 | 15.428 | -3.086 |
| 19-22 | 3 | 0.3 | 0.812 | 0.244 | 0.731 | 19.244 | 2.436 | 17.864 | -1.380 |
| 22-24 | 2 | 0.15 | 0.812 | 0.122 | 0.244 | 19.488 | 1.624 | 19.488 | 0 |

Tableau 10: Capacité du réservoir de Butezi

Capacité théorique = 1m³*(3.735+/3.086/)=6.821m³

Capacité pratique=1m³*(6.821*1.5)=10.2315m³, Soit un réservoir de 15 m³.

Capacité du réservoir pour colline NYARUNAZI (Q=1.038)

| P | T | Ch | Q _e | Q _{sp} | V _{sp} | V _{sc} | V _{ep} | V _{ec} | V _{ec} -V _{sc} |
|--------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | h | | m ³ /h | m ³ /h | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| 0-2 | 2 | 0 | 1.038 | 0 | 0 | 0 | 2.076 | 2.076 | 2.076 |
| 2-6 | 4 | 0.35 | 1.038 | 0.363 | 1.453 | 1.453 | 4.152 | 6.228 | 4.775 |
| 6-7 | 1 | 2.5 | 1.038 | 2.595 | 2.595 | 4.048 | 1.038 | 7.266 | 3.218 |
| 7-12 | 5 | 1.2 | 1.038 | 1.246 | 6.228 | 10.276 | 5.190 | 12.456 | 2.180 |
| 12-14 | 2 | 1.7 | 1.038 | 1.765 | 3.529 | 13.805 | 2.076 | 14.532 | 0.727 |
| 14-19 | 5 | 1.9 | 1.038 | 1.972 | 9.861 | 23.666 | 5.190 | 19.722 | -3.944 |
| 19-22 | 3 | 0.3 | 1.038 | 0.311 | 0.934 | 24.601 | 3.114 | 22.836 | -1.765 |
| 22-24 | 2 | 0.15 | 1.038 | 0.156 | 0.311 | 24.912 | 2.076 | 24.912 | 0 |

Tableau 11: Capacité du réservoir Nyarunazi

Capacité théorique = $1\text{m}^3 \cdot (4.775 + /3.944) = 8.719\text{m}^3$

Capacité pratique = $1\text{m}^3 \cdot (8.719 \cdot 1.5) = 13.0785\text{m}^3$, soit un réservoir de 15m^3 .

Capacité du réservoir pour la colline BUHOGO (Q=0.530m³/h)

| P | T | Ch | Q _e | Q _{sp} | V _{sp} | V _{sc} | V _{ep} | V _{ec} | V _{ec} -V _{sc} |
|--------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | H | | m ³ /h | m ³ /h | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| 0-2 | 2 | 0 | 0.530 | 0 | 0 | 0 | 1.060 | 1.060 | 1.060 |
| 2-6 | 4 | 0.35 | 0.530 | 0.186 | 0.742 | 0.742 | 2.120 | 3.180 | 2.438 |
| 6-7 | 1 | 2.5 | 0.530 | 1.325 | 1.325 | 2.067 | 0.530 | 3.710 | 1.643 |
| 7-12 | 5 | 1.2 | 0.530 | 0.636 | 3.180 | 5.247 | 2.650 | 6.360 | 1.113 |
| 12-14 | 2 | 1.7 | 0.530 | 0.901 | 1.802 | 7.049 | 1.060 | 7.420 | 0.371 |
| 14-19 | 5 | 1.9 | 0.530 | 1.007 | 5.035 | 12.084 | 2.650 | 10.070 | -2.014 |
| 19-22 | 3 | 0.3 | 0.530 | 0.159 | 0.477 | 12.561 | 1.590 | 11.660 | -0.901 |
| 22-24 | 2 | 0.15 | 0.530 | 0.080 | 0.159 | 12.720 | 1.060 | 12.720 | 0 |

Tableau 12: capacité du réservoir de Buhogo

Capacité théorique = $1\text{m}^3 \cdot (2.438 + /2.014) = 4.452\text{m}^3$

Capacité pratique = $1\text{m}^3 \cdot (4.452 \cdot 1.5) = 6.678\text{m}^3$, soit un réservoir de 10m^3 .

Capacité du réservoir pour les collectivités

| P | T | Ch | Q _e | Q _{sp} | V _{sp} | V _{sc} | V _{ep} | V _{ec} | V _{ec} -V _{sc} |
|--------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | h | | m ³ /h | m ³ /h | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ | m ³ |
| 0-2 | 2 | 0 | 0.656 | 0 | 0 | 0 | 1.312 | 1.312 | 1.312 |
| 2-6 | 4 | 0.35 | 0.656 | 0.230 | 0.918 | 0.918 | 2.624 | 3.936 | 3.018 |
| 6-7 | 1 | 2.5 | 0.656 | 1.640 | 1.640 | 2.558 | 0.656 | 4.592 | 2.034 |
| 7-12 | 5 | 1.2 | 0.656 | 0.787 | 3.936 | 6.494 | 3.280 | 7.872 | 1.378 |
| 12-14 | 2 | 1.7 | 0.656 | 1.115 | 2.230 | 8.725 | 1.312 | 9.184 | 0.459 |
| 14-19 | 5 | 1.9 | 0.656 | 1.246 | 6.232 | 14.957 | 3.280 | 12.464 | -2.493 |
| 19-22 | 3 | 0.3 | 0.656 | 0.197 | 0.590 | 15.547 | 1.968 | 14.432 | -1.115 |
| 22-24 | 2 | 0.15 | 0.656 | 0.098 | 0.197 | 15.744 | 1.312 | 15.744 | 0 |

Tableau 13: capacité du réservoir pour les collectivités

Capacité théorique = $1\text{m}^3 \cdot (3.018 + /2.493) = 5.511\text{m}^3$

Capacité pratique = $1\text{m}^3 \cdot (5.511 \cdot 1.5) = 8.2665\text{m}^3$, soit un réservoir de 10m^3

V.2.8 Dimensions des réservoirs du projet

Le radier et la dalle de couvercle du réservoir seront réalisés en béton armé dosés à 350kg/m^3 et les parois en maçonnerie de moellons avec un mortier de ciment dosé à 250kg/m^3 .

- Les parois extérieures en contactes avec le sol seront recouvertes d'un enduit bitumineux.
- Les parois intérieure, c'est-à-dire en contacte avec l'eau seront revêtues d'un enduit d'étanchéité.

Les dimensions tiendront compte de la hauteur au-dessus du radier, de la hauteur utile d'eau portant du volume d'eau dans le réservoir.

Diamètre

Ayant déjà déterminé le volume de chaque réservoir, nous pouvons utiliser les formules de FONLLADOSA pour le calcul des diamètres.

$$D = 1.405 \cdot \sqrt[3]{V} \quad (\text{V.9})$$

D : diamètre du réservoir en m

V : volume du réservoir

Hauteur

- Hauteur Utile (Hu)

Toujours avec FONLLADOSA, la hauteur utile est déterminée par la formule suivante :

$$H_u = 0.46 * D \quad (V.10)$$

Avec :

Hu : hauteur utile en m

D : diamètre en m

- Hauteur libre (hl)

Il s'agit de la hauteur entre le niveau d'eau et le bord supérieur du réservoir. Elle est comprise entre 0.2 et 0.5. Nous, on considère que la tranchée d'air est de 0.35

- Hauteur totale du réservoir

$$H = h_u + h_l \quad (V.11)$$

Avec :

H : hauteur totale du réservoir en m

hu : hauteur utile

hl : hauteur libre

Avec les formules (V.9, V.10, V.11) nous obtenons les caractéristiques des réservoirs proposés suivant (Voir tableau)

| Volume stocké | 10m ³ | 15m ³ | 50m ³ |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Dimensions (m) | | | |
| Hauteur des parois | 1.741 | 1.944 | 2.73 |
| Niveau d'eau max | 1.391 | 1.594 | 2.38 |
| Diamètre intérieur | 3.026 | 3.465 | 5.176 |
| Diamètre extérieur | 3.826 | 4.265 | 5.976 |
| Diamètre extérieur fondation | 4.026 | 4.465 | 6.176 |
| Diamètre couvercle | 4.026 | 4.465 | 6.176 |
| Epaisseur fondation | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

Tableau 14: Dimensions des réservoirs

V.2.9. Dimensionnement des réservoirs proprement dit

1. Réservoir de 10 m³

La dalle de couverture est de type plancher. Elle protège l'eau contre les intempéries et d'autres éléments nuisibles à l'eau potable lors de son pré-dimensionnement, il sera tenu en compte les éléments suivants :

- Le poids propre appelé charge permanente G ; elle est composée de : Béton armé 25 KN/m³.
- Les surcharges appelées «charges d'exploitation Q».

$Q=1\text{kN/m}^2*2=2\text{kN/m}^2$, ici on suppose que 2 personnes peuvent assurer l'entretien au-dessus de la couverture. Le calcul se fait selon la norme DIN1045. Comme la dalle est circulaire, elle sera étudiée comme un carré dont le côté est égal au diamètre du cercle.

$$D=1.405*\sqrt[3]{V}$$

$$D=1.405*\sqrt[3]{10}$$

$$\text{Diamètre de la dalle}=3.026+(0.4*2)=3.826\text{m}$$

$$l_x=l_y=3.826+(0.1*2)=4.026\text{m}$$

$$\text{Hauteur du mur}=1.741\text{m}$$

$$\text{Selon la norme DIN 1045 ; } h \geq \frac{\alpha * l}{35} \quad (\text{V.12})$$

Dans les cas, α est fonction des conditions aux appuis. Pour notre cas $\alpha = 1$

$$h \geq \frac{1*4.026\text{m}}{35}$$

$$h \geq 0.12\text{ m}$$

$$h \geq 12\text{cm}$$

$$d=h+e+1/2\varnothing_s \quad (\text{V.13})$$

$$\text{Prenons } \varnothing_s=1\text{cm}$$

$$d=12\text{cm} + 1\text{cm} + \frac{1}{2}\text{cm} = 13.5\text{cm}$$

$$\text{soit } d=14\text{cm}$$

Supposons une dalle carrée de cote 4.026 m
avec : d : Epaisseur de la dalle

h : hauteur utile

e : Enrobage

\varnothing_s : diamètre des aciers

prenons $\varnothing_s=1\text{ cm}$

$$\frac{l_x}{l_y} = \frac{4.026\text{ cm}}{4.026\text{ cm}} = 1, \text{ donc la dalle porte dans deux directions}$$

avec l_x : longueur de la dalle dans le sens de x, sens de petite portée

l_y : longueur de la dalle dans le sens de y, sens de la plus grande portée

Calcul des charges

Charges permanentes

$$g = \delta * b \quad (\text{V.14})$$

$$= 25\text{ kN/m}^3 * 0.14\text{ m} = 3.5\text{ kN/m}^2$$

Charges d'exploitation

$$P = 2\text{ kN/m}^2$$

$$\text{Charge totale : } q = g + p = 3.5 + 2 = 5.5\text{ kN/m}^2 \quad (\text{V.15})$$

Calcul des sollicitations

$$l_x = l_y = 4.026\text{ m.}$$

$$\frac{l_x}{l_y} = 1 \rightarrow f_x^0 = 20$$

$$f_y^0 = 20$$

Avec f_x^0 et f_y^0 coefficient pour le calcul des moments pour le dimensionnement basé sur la méthode proposée par PIEPER et MARTENS pour le calcul des dalles continues sans charges uniformément réparties (ou dalles sans armature de torsion).

1. calcul des moments en travée

$$M_{t_x} = q * l_x^2 / f_x^0 \quad (\text{V.16})$$

avec M_{t_x} : moment en travée dans le sens de x

$$M_{t_x} = 5.5 * \frac{(4.026)^2}{20} = 4.458\text{ kNm/m}$$

$$M_{ty} = 4.458 \text{ kNm/m}$$

Avec M_{ty} : moment en travée de y

1.1. Calcul des sections des armatures

En travée

$$m_{sx} = \frac{M_{tx}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cu}} \quad (\text{V.17})$$

$$m_{sy} = \frac{M_{ty}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cu}} \quad (\text{V.18})$$

$$A_{sx} = \frac{b \cdot w_2 \cdot h}{f_e / f_{cu}} \quad (\text{V.19})$$

$$h' = h - 1/2 \varnothing_s = 12 \text{ cm} - 1/2 \text{ cm} = 11.5 \text{ cm}$$

$$m_{sx} = \frac{4.458 \text{ kNm/m}}{1 \cdot (0.12)^2 \cdot 17500} = 0.017$$

$$w_2 = 0.018 + \frac{0.019 \cdot 0.0076}{0.01} = 0.0324$$

$$A_{sx} = \frac{0.0324 \cdot 1 \cdot 0.12}{24} = 0.000162 \text{ m}^2/\text{m} \text{ Soit } 1.62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Choix d'armatures : \varnothing_8 , St= 20 cm avec $A_{s \text{ eff}} = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$m_{sy} = \frac{4.458 \text{ kNm/m}}{1 \cdot (0.115)^2 \cdot 17500} = 0.0192$$

$$W_2 = 0.018 + \frac{0.0092 \cdot 0.019}{0.01} = 0.0354$$

$$A_{sy} = \frac{b \cdot w_2 \cdot h'}{f_e / f_{cu}} = \frac{1 \cdot 0.0354 \cdot 0.115}{24} = 0.000169 \text{ m}^2/\text{m} \text{ soit } 1.69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Choix d'armature \varnothing_8 , St= 20 cm avec $a_{s \text{ eff}} = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$

avec ; M_{tx} : moment en travée dans le sens des x

M_{ty} : moment en travée dans le sens des y

b : la largeur de la dalle pour une bande de 1m

h : hauteur utile

f_{cu} : résistance de calcul du béton pour B₂₅

w_2 : coefficient lu dans le tableau en fonction de m_{sx} et m_{sy}

f_e : limite d'élasticité des aciers utilisés

Calcul de w_2 (d'après DIN 1045 tableau 5.2 page 5.14)

2. Radier

Le radier est calculé comme un plancher, le radier doit supporter :

- Son poids propre «charge permanente» ;
- Surcharge due à l'eau et celle transmise par parois qui reçoivent à leur tour la charge de couverture.

$d = 0.4$ m Avec d : épaisseur du radier

$h = 0.4 - 0.5 = 0.35$ m

$g = 25 \text{ kN/m}^3 * 0.4 \text{ m} + 0.7 \text{ kN/m}^2 = 10.7 \text{ kN/m}^2$

Avec :

g : poids propre du radier ;

0.7 kN/m^2 : charge de l'enduit.

2.1 Charge d'exploitation

- Poids de la dalle : $P_1 = 5.5 \text{ kN/m}^2 * (4.026)^2 = 89.147 \text{ kN}$
- Poids du mur : $P_2 = 1.741 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 * 3.826 \text{ m} * 4 * 0.4 \text{ m} = 234.47 \text{ kN}$
- Poids du revêtement : $P_3 = 0.7 \text{ kN/m}^2 * 4.026 \text{ m} * 1.741 \text{ m} * 4 = 19.625 \text{ kN}$

Pression totale sur le radier $= \frac{1 \text{ kN}}{\text{m}^2} * \left(\frac{89.147 + 234.47 + 19.625}{0.4 * 3.826 * 4} \right) = 56.1 \text{ kN/m}^2$

Pression de l'eau sur le radier $= 10 \text{ kN/m}^3 * 1.391 \text{ m} \approx 14 \text{ kN/m}^2$

On voit que la charge des parois provoque une pression beaucoup plus grande sur le radier par rapport à la charge de l'eau. Donc pour dimensionner ; on utilisera la charge des parois comme surcharge $P = 56.1 \text{ kN/m}^2$.

La charge totale

$q = p + g = 1 \text{ kN/m}^2 * (56.1 + 10.7) = 66.8 \text{ kN/m}^2$

Calcul des sollicitations

$M_{tx} = q * l_x^2 / f_x$

$M_{tx} = \frac{66.8 * (4.026)^2}{20} = 54.137 \text{ kN m/m}$

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

$m_{sx} = \frac{54.137}{1 * (0.35)^2 * 17500} = 0.02$

$W_2 = 0.037 + \frac{0.0052 * 0.018}{0.01} = 0.04636$

$$A_{S_x} = \frac{b \cdot w_2 \cdot h}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{S_x} = \frac{1 \cdot 0.04636 \cdot 0.35}{24} = 0.000676 \frac{m^2}{m} \text{ soit } 6.76 \text{ cm}^2 / m$$

Choix d'armatures \emptyset_{10} , St=11.5 cm Avec $A_{s \text{ eff}} : 6.83 \text{ cm}^2 / m$

$$M_{t_x} = M_{t_y}$$

$$h' = h - 0.005 = 0.35 \text{ m} - 0.005 \text{ m} = 0.345 \text{ m}$$

$$m_{S_y} = \frac{M_{t_y}}{b \cdot h'^2 \cdot f_{cu}}$$

$$m_{S_y} = \frac{5.137}{1 \cdot (0.345)^2 \cdot 17500} = 0.0343$$

$$W_2 = 0.055 + \frac{0.0043 \cdot 0.02}{0.01} = 0.0636$$

$$A_{S_y} = \frac{b \cdot w_2 \cdot h'}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{S_y} = \frac{1 \cdot 0.0636 \cdot 0.345}{24} = 0.000795 \frac{m^2}{m} \text{ soit } 7.95 \text{ cm}^2 / m$$

Choix d'armature: \emptyset_{10} , St=9.5, $a_{s \text{ eff}} : 8.27 \text{ cm}^2 / m$

Schémas type du réservoir de 10 m³

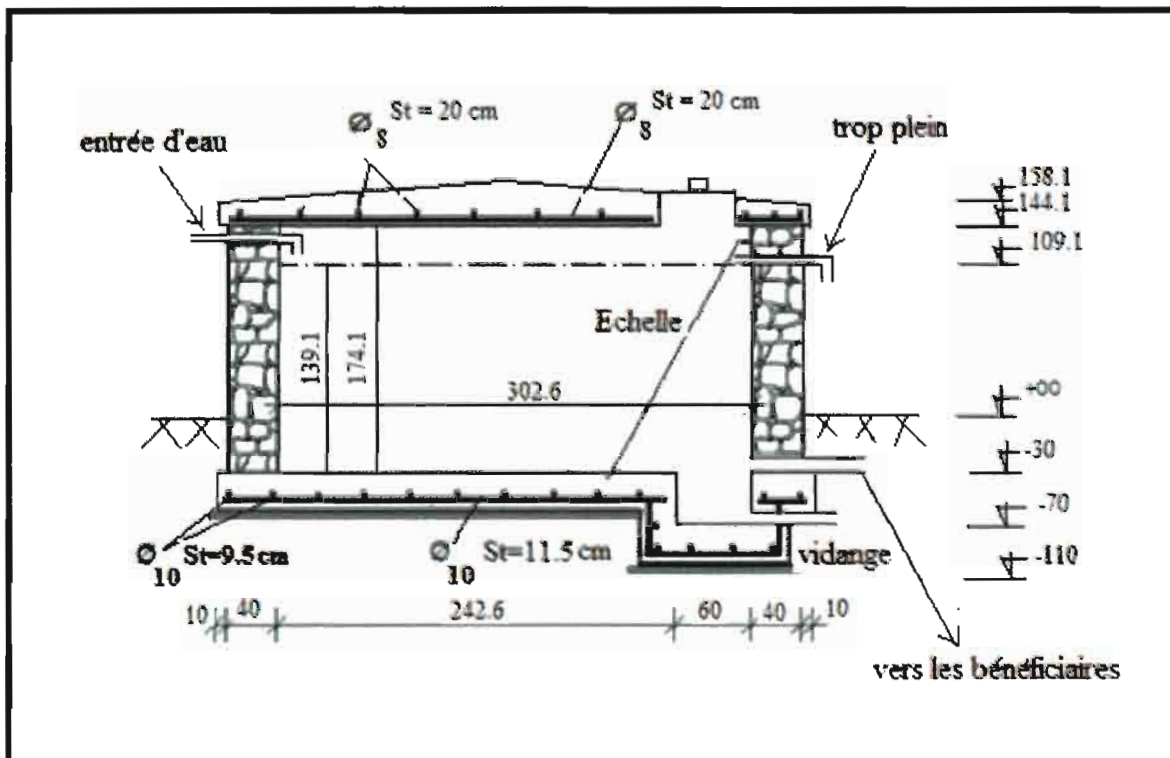


Figure 6: Schémas type du réservoir de 10 m³

2. Dimensionnement du réservoir de 15 m³

Diamètre (D)

$$D = 1.405 \cdot \sqrt[3]{V}$$

$$D = 1.405 \cdot \sqrt[3]{15} = 3.465 \text{ m}$$

Hauteur utile (hu)

$$H_u = 0.46 \cdot D$$

$$H_u = 0.46 \cdot 3.465 \text{ m} = 1.594 \text{ m}$$

Hauteur totale du réservoir

$$H = h_u + h_l$$

$$H = 1.594 \text{ m} + 0.35 \text{ m} = 1.944 \text{ m}$$

$$\text{Diamètre de la dalle} = 3.465 \text{ m} + (0.4 \text{ m} \cdot 2) = 4.265 \text{ m}$$

$$l_x = l_y = 4.265 \text{ m} + (0.1 \text{ m} \cdot 2) = 4.465 \text{ m}$$

$$\text{Hauteur du mur} = 1.944 \text{ m}$$

$$\text{Selon la norme DIN 1045 ; } h \geq \frac{\alpha \cdot l}{35}$$

$$h \geq \frac{1 \cdot 4.465}{35} = 0.13 \text{ m Soit } 13 \text{ cm}$$

$$d = h + e + 1/2 \phi_s$$

$$= 13 \text{ cm} + 1 + 0.5 \text{ cm} = 14.5 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

Supposons une dalle carrée de cote = 4.465 m

Avec d : épaisseur de la dalle ;

H : hauteur utile ;

e : enrobage ;

ϕ_s : diamètre des aciers.

$$\frac{l_x}{l_y} = \frac{4.465}{4.465} = 1 ; \text{ donc la dalle porte dans deux directions.}$$

Avec l_x : Longueur de la dalle dans le sens des x

l_y : longueur de la dalle dans le sens des y

Calcule des charges

Charges permanentes

$$g = \delta \cdot d$$

$$g = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.15 \text{ m} = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

δ : Poid volumique du béton

d: épaisseur de la dalle

Charge d'exploitation

$$P=2\text{kN/m}^2$$

$$\text{Charge totale } q=g+p=2\text{kN/m}^2+3.75\text{kN/m}^2=5.75\text{kN/m}^2$$

Calcul des sollicitations

$$L_x=l_y=4.465\text{m}$$

$$\frac{l_x}{l_y} = 1 \rightarrow f_{x^0}=20$$

$$f_{y^0}=20$$

Calcul des moments en travée

$$M_{tx} = \frac{q \cdot l_x^2}{f_{x^0}} = \frac{5.75 \cdot 4.465^2}{20} = 5.732 \text{ kN m/m}$$

$$M_{tx} = M_{ty} = 5.732 \text{ kNm/m}$$

Calcul des sections d'armature

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

$$m_{s_x} = \frac{5.732}{1 \cdot 0.13^2 \cdot 17500} = 0.0194$$

$$\omega_2 = 0.018 + \frac{0.0094 \cdot 0.019}{0.01} = 0.03586$$

$$A_{s_x} = \frac{b \cdot \omega_2 \cdot h}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{s_x} = \frac{0.03586 \cdot 1 \cdot 0.13}{24} = 0.00194 \text{ m}^2 / \text{m} \text{ Soit } 1.94 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Choix d'armatures \emptyset_8 , $st=20 \text{ cm}$, $A_{s \text{ eff}} = 2.51 \text{ cm}^2 / \text{m}$

$$m_{s_y} = \frac{M_{ty}}{b \cdot h'^2 \cdot f_{cu}} \text{ avec } h' = h - 0.5 \emptyset_s = 0.13 \text{ m} - 0.005 \text{ m} = 0.125 \text{ m}$$

$$m_{s_y} = \frac{5.732}{1 \cdot 0.125^2 \cdot 17500} = 0.02090$$

$$\omega_2 = 0.037 + \frac{0.0009 \cdot 0.018}{0.01} = 0.03862$$

$$A_{s_y} = \frac{b \cdot \omega_2 \cdot h'}{f_e / f_{cu}} = \frac{0.03862 \cdot 1 \cdot 0.125}{24} = 2.01 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Choix d'armature \emptyset_8 , $st=20$, $a_{s \text{ eff}} = 2.51 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Radier

$$d = 0.4\text{m}$$

$$h = 0.4 - 0.05 = 0.35\text{m}$$

Charges permanentes

$$g = \delta * d + 0.7\text{kN/m}^2$$

Avec 0.7kN/m^2 : charge de l'enduit

$$g = 25\text{kN/m}^3 * 0.4\text{m} + 0.7\text{kN/m}^2 = 10.7\text{kN/m}^2$$

Charges d'exploitation

Poid de la dalle

$$P_1 = 5.732\text{kN/m}^2 * (4.465)^2 = 114.274\text{kN}$$

Poid du mur

$$P_2 = 1.944\text{m} * 22\text{kN/m}^3 * 4.265\text{m} * 3.14 * 0.4\text{m} = 229.1\text{kN}$$

Poid du revêtement

$$P_3 = 0.7\text{kN/m}^2 * 4.265\text{m} * 3.14 * 1.944\text{m} = 18.224\text{kN}$$

$$\text{Pression totale sur le radier} = 1\text{kN/m}^2 * \left(\frac{114.274 + 229.1 + 18.224}{0.4 * 4.265 * 4} \right) = 52.99\text{kN/m}^2$$

$$\text{Pression de l'eau sur le radier} = 10\text{kN/m}^3 * 1.594\text{m} = 15.94\text{kN/m}^2$$

On voit que la charge des parois provoque une pression beaucoup plus grande sur le radier par rapport à la charge de l'eau. Donc pour dimensionner, on utilisera la charge des parois comme charge d'exploitation $P = 52.99\text{ kN/m}^2$

La charge totale

$$q = P + g = 1\text{kN/m}^2 * (52.99 + 10.7) = 63.69\text{kN/m}^2$$

Calcul des sollicitations

$$M_{tx} = \frac{q * l_x^2}{f_{x0}} = \frac{63.69 * 4.465^2}{20} = 63.487\text{kN m/m}$$

$$m_{s_x} = \frac{M_{tx}}{b * h^2 * f_{cu}}$$

$$m_{s_x} = \frac{63.487}{1 * 0.35^2 * 17500} = 0.0296$$

$$\omega_2 = 0.037 + \frac{0.0096 * 0.018}{0.01} = 0.05428$$

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

$$As_x = \frac{0.05428 \cdot 1 \cdot 0.35}{24} = 0.0007915 m^2/m \text{ Soit } 7.915 cm^2/m$$

Choix d'armature \emptyset_{10} , $st=9.5cm$, $as\text{ eff}=8.27cm^2/m$

$$ms_y = \frac{M_{ty}}{b \cdot h'^2 \cdot f_{cu}} = \frac{63.487}{1 \cdot 0.345^2 \cdot 17500} = 0.0304, h' = 0.35m - 0.005m = 0.345m$$

$$\omega_2 = 0.055 + \frac{0.0004 \cdot 0.02}{0.01} = 0.0558$$

$$As_y = \frac{b \cdot w_2 \cdot h'}{f_e / f_{cu}} = \frac{0.0558 \cdot 1 \cdot 0.345}{24} = 8.02 cm^2/m$$

Choix d'armature \emptyset_{10} , $st=9.5cm$, $as\text{ eff}=8.27 cm^2/m$

Schémas type du réservoir de 15 m³

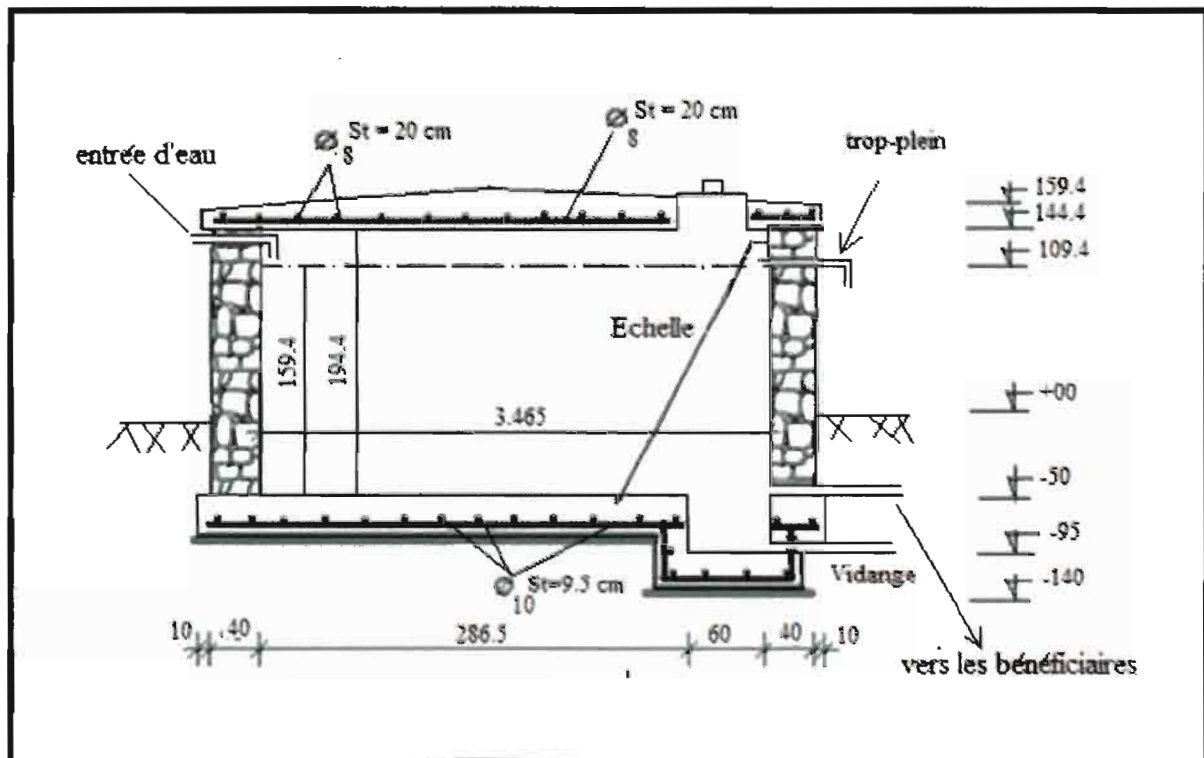


Figure 7: Schémas type du réservoir de 15 m³

3. Dimensionnement du réservoir de 50 m³

Diamètre (D)

$$D = 1.405 \cdot \sqrt[3]{V}$$

$$D = 1.405 \cdot \sqrt[3]{50} = 5.176m$$

Hauteur utile (hu)

$$Hu = 0.46 \cdot D$$

$$Hu = 0.46 \cdot 5.176m = 2.38m$$

Hauteur totale du réservoir

$$H = h_u + h_l$$

$$H = 2.38\text{m} + 0.35\text{m} = 2.73\text{m}$$

$$\text{Diamètre de la dalle} = 5.176\text{m} + (0.4\text{m} * 2) = 5.976\text{m}$$

$$l_x = l_y = 5.976\text{m} + (0.1\text{m} * 2) = 6.176\text{m}$$

$$\text{Hauteur du mur} = 2.73\text{m}$$

$$\text{Selon la norme DIN 1045 ; } h \geq \frac{\alpha * l}{35}$$

$$h \geq \frac{1 * 6.176}{35} = 0.18\text{m} \text{ Soit } 1.8\text{cm}$$

$$d = h + e + 1/2 \phi_s$$

$$= 18\text{cm} + 1 + 0.5\text{cm} = 19.5\text{cm} \approx 20\text{cm}$$

Supposons une dalle carrée de cote = 6.176m

Avec d : épaisseur de la dalle ;

H : hauteur utile ;

e : enrobage ;

ϕ_s : diamètre des aciers.

$$\frac{l_x}{l_y} = \frac{6.176}{6.176} = 1 ; \text{ donc la dalle porte dans deux directions.}$$

Avec l_x : Longueur de la dalle dans le sens des x

l_y : longueur de la dalle dans le sens des y

Calcul des charges

Charges permanentes

$$g = \delta * d$$

$$g = 25\text{kN/m}^3 * 0.2\text{m} = 5\text{kN/m}^2$$

δ : Poid volumique du béton

d: épaisseur de la dalle

Charge d'exploitation

$$P = 2\text{kN/m}^2$$

$$\text{Charge totale } q = g + p = 2\text{kN/m}^2 + 5\text{kN/m}^2 = 7\text{kN/m}^2$$

Calcul des sollicitations

$$L_x = l_y = 6.176\text{m}$$

$$\frac{l_x}{l_y} = 1 \rightarrow f_{x^0} = 20$$

$$f_{y^0} = 20$$

Calcul des moments en travée

$$M_{tx} = \frac{q \cdot l_x^2}{f_{x0}} = \frac{7 \cdot 6.176^2}{20} = 13.35 \text{ kN m/m}$$

$$M_{tx} = M_{ty} = 13.35 \text{ kNm/m}$$

Calcul des sections d'armature

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

$$m_{S_x} = \frac{13.35}{1 \cdot 0.18^2 \cdot 17500} = 0.0235$$

$$\omega_2 = 0.037 + \frac{0.0035 \cdot 0.018}{0.01} = 0.0433$$

$$A_{S_x} = \frac{b \cdot \omega_2 \cdot h}{f_e / f_{cu}}$$

$$A_{S_x} = \frac{0.0433 \cdot 1 \cdot 0.18}{24} = 0.000324 \text{ m}^2/\text{m} \text{ Soit } 3.24 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Choix d'armatures \emptyset_8 , $st=15.5 \text{ cm}$, $A_{s \text{ eff}}=3.24 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$m_{S_y} = \frac{M_{ty}}{b \cdot h'^2 \cdot f_{cu}} \text{ avec } h' = h - 0.5 \emptyset_s = 0.18 \text{ m} - 0.005 \text{ m} = 0.175 \text{ m}$$

$$m_{S_y} = \frac{13.35}{1 \cdot 0.175^2 \cdot 17500} = 0.0249$$

$$\omega_2 = 0.037 + \frac{0.0049 \cdot 0.018}{0.01} = 0.04582$$

$$A_{S_y} = \frac{b \cdot \omega_2 \cdot h'}{f_e / f_{cu}} = \frac{0.03862 \cdot 1 \cdot 0.175}{24} = 3.34 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Choix d'armature \emptyset_8 , $st=15$, $a_{s \text{ eff}}=3.35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Radier

$$d = 0.4 \text{ m}$$

$$h = 0.4 - 0.05 = 0.35 \text{ m}$$

Charges permanentes

$$g = \delta \cdot d + 0.7 \text{ kN/m}^2$$

Avec 0.7 kN/m^2 : charge de l'enduit

$$g = 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.4 \text{ m} + 0.7 \text{ kN/m}^2 = 10.7 \text{ kN/m}^2$$

Charges d'exploitation

Poid de la dalle

$$P_1 = 7 \text{ kN/m}^2 * (6.176)^2 = 267 \text{ kN}$$

Poid du mur

$$P_2 = 2.73 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 * 5.976 \text{ m} * 3.14 * 0.4 \text{ m} = 450.8 \text{ kN}$$

Poid du revêtement

$$P_3 = 0.7 \text{ kN/m}^2 * 5.976 \text{ m} * 3.14 * 2.73 \text{ m} = 35.86 \text{ kN}$$

$$\text{Pression totale sur le radier} = 1 \text{ kN/m}^2 * \left(\frac{267 + 450.8 + 35.86}{0.4 * 5.976 * 4} \right) = 78.82 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pression de l'eau sur le radier} = 10 \text{ kN/m}^3 * 2.38 \text{ m} = 23.8 \text{ kN/m}^2$$

On voit que la charge des parois provoque une pression beaucoup plus grande sur le radier par rapport à la charge de l'eau. Donc pour dimensionner, on utilisera la charge des parois comme charge d'exploitation $P = 78.82 \text{ kN/m}^2$

La charge totale

$$q = P + g = 1 \text{ kN/m}^2 * (78.82 + 10.7) = 89.52 \text{ kN/m}^2$$

Calcul des sollicitations

$$M_{tx} = \frac{q * l_x^2}{f_{x0}} = \frac{89.52 * 6.176^2}{20} = 170.73 \text{ kN m/m}$$

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

170 73

$$A_{Sy} = \frac{b \cdot w_2 \cdot h'}{f_e / f_{cu}} = \frac{0.15799 \cdot 1 \cdot 0.345}{24} = 22.71 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Choix d'armature \emptyset_{14} , $st=6.5\text{cm}$, $as\text{ eff}=23.68 \text{ cm}^2/\text{m}$

Schémas type du réservoir de 50 m³

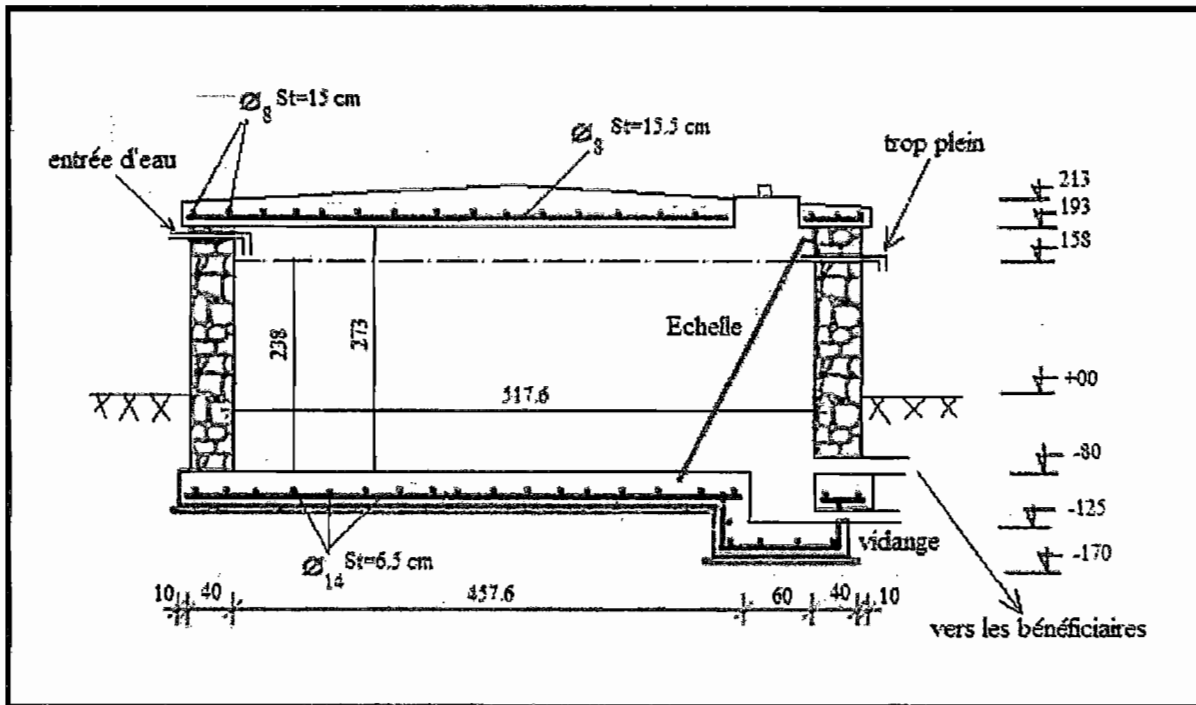


Figure 8: Schémas type du réservoir de 50 m³

V.3. Dimensionnement du réseau de distribution

V.3.1 généralité

La distribution de l'eau est le moyen de porter l'eau du réservoir aux bénéficiaires. L'eau potable est distribuée aux consommateurs par un réseau de différentes conduites. Depuis la canalisation principale l'eau arrive dans les conduites de raccordement pour les immeubles. A partir du lieu de branchement l'eau est conduite vers chaque prise d'eau à travers les domestiques.

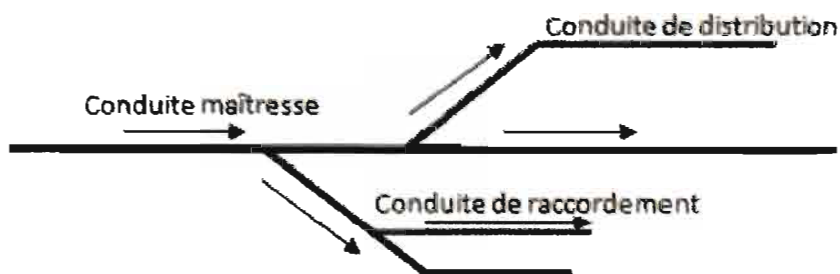
V3.2 Différents types de réseau

On peut installer un réseau de distribution de trois manières à savoir :

- Le réseau ramifié
- Le réseau maillé ou mixte

V.3.2.1 Le réseau ramifié

La caractéristique d'un réseau ramifié est que chaque point du réseau reçoit l'eau que d'un seul côté. L'eau coule dans un seul sens. Ce système est plus employé dans les petites agglomérations en alimentation en eau potable. Son avantage est que reste plus économique.



Les inconvénients sont :

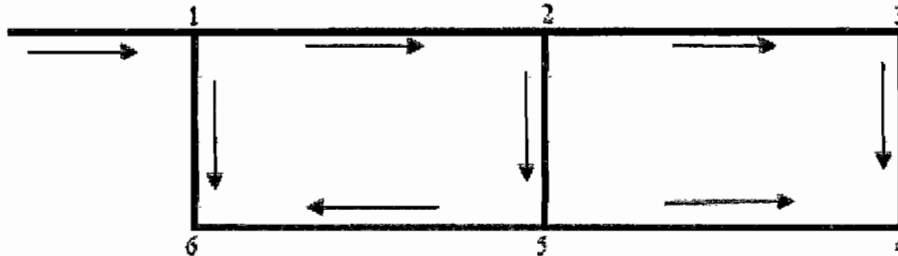
S'il y a une fuite, l'eau n'arrive plus aux consommateurs ; la vitesse à la fin de la conduite est trop petite et la boue dans l'eau peut se décanter, il faut purger plusieurs fois ces conduites (en installant les chambres de purges aux points bas du réseau et les chambres de ventouses aux points hauts du réseau pour chasser l'air accumulé dans ces conduites).

V.3.2.2. Le réseau maillé

C'est le cas le plus fréquent en distribution surtout dans les zones urbaines. Le réseau maillé est un assemblage de deux ou plusieurs réseaux ramifiés par des conduites qui permettent un échange entre le réseau et qui constituent des mailles (permettant une alimentation retour). Chaque maille du réseau peut être alimenté en eau de deux ou plusieurs cotés.

Avantages

Plus de sécurité dans l'alimentation en cas de casse d'une conduite, il suffit d'isoler et tous les abonnés situés en aval seront alimentés par les autres conduites. Mais par contre il est plus coûteux et plus difficile à calculer.



V.3.3. Types de conduites

- a) Les tuyaux en matière plastiques sont surtout les plus employés dans les petites distributions d'eau potable.

Les variétés les plus rencontrées sont :

- Le polychlorure de vinyle (PVC) : rugosité et thermoplastique, résiste aux pressions de 6, 10, 16 bars
- Le polyéthylène (PE) : souple et thermoplastique, résiste aux pressions de 4, 6, 10, 16 bars.

Le P.V.C est aujourd'hui le plus usuel en raison de sa légèreté, résistance à la corrosion, facilité de pose et faiblesse de porte charge. Les joints se réalisent à l'aide du caoutchouc ou des emboitements collés.

Les diamètres nominaux qu'on trouve sur le marché sont :

20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 160 mm. Le calcul du diamètre intérieur (DI) permet d'opérer le diamètre nominal (DN) et la pression nominale (PN) qui convient (voir le tableau dans les annexes).

- b) Les tuyaux en fonte répondent aux conditions d'emplois. Néanmoins ; ils résistent aux pressions nominales (PN) comprises entre 16 et 40 bars. La fonte ductile est la plus utilisée aux D.N :

60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, et 1250 mm.

- c) Les tuyaux en acier sont particulièrement employés pour les grandes distances de transport et aux débits plus élevés avec de fortes pression allant au- delà de 40 bars. L'acier galvanisé (AG) étant le plus utilisé avec des diamètres nominaux exprimés en pouce. Signalons qu'1 pouce est égal à 2.4 cm

En raison de leurs avantages d'être insensibles aux eaux agressives, le fait d'être lisse réduisant ainsi les pertes de charges à un minimum ; notre proposition va à l'usage des tuyaux en PVC.

V3.3.1 Les accessoires de la conduite

D'une façon générale, les accessoires rencontrés que ce soit les conduites gravitaires ou celles de refoulement à la pompe sont :

- Les robinets ;
- Les vannes ;
- les ventouses ;
- Les décharges ;

- Les robinets

On distingue deux types de robinets, les robinets dit «quart de tour» pour les diamètres allant jusqu'à 0.10m et les robinets dits «robinet vanne » pour les gros diamètres.

Malgré cela, il existe des robinets-vanne pour les petits diamètres, ils présentent l'avantage d'une fermeture lente de sorte que leur manœuvre n'apporte généralement pas de perturbations sensible dans le réseau.

- Les vannes

Il en existe plusieurs types. Trois raisons principales guident l'installation des vannes sur le réseau de distribution à savoir ;

- Permettre l'arrêt de l'eau dans la conduite ;
- Contrôler la pression ;
- contrôler le débit.

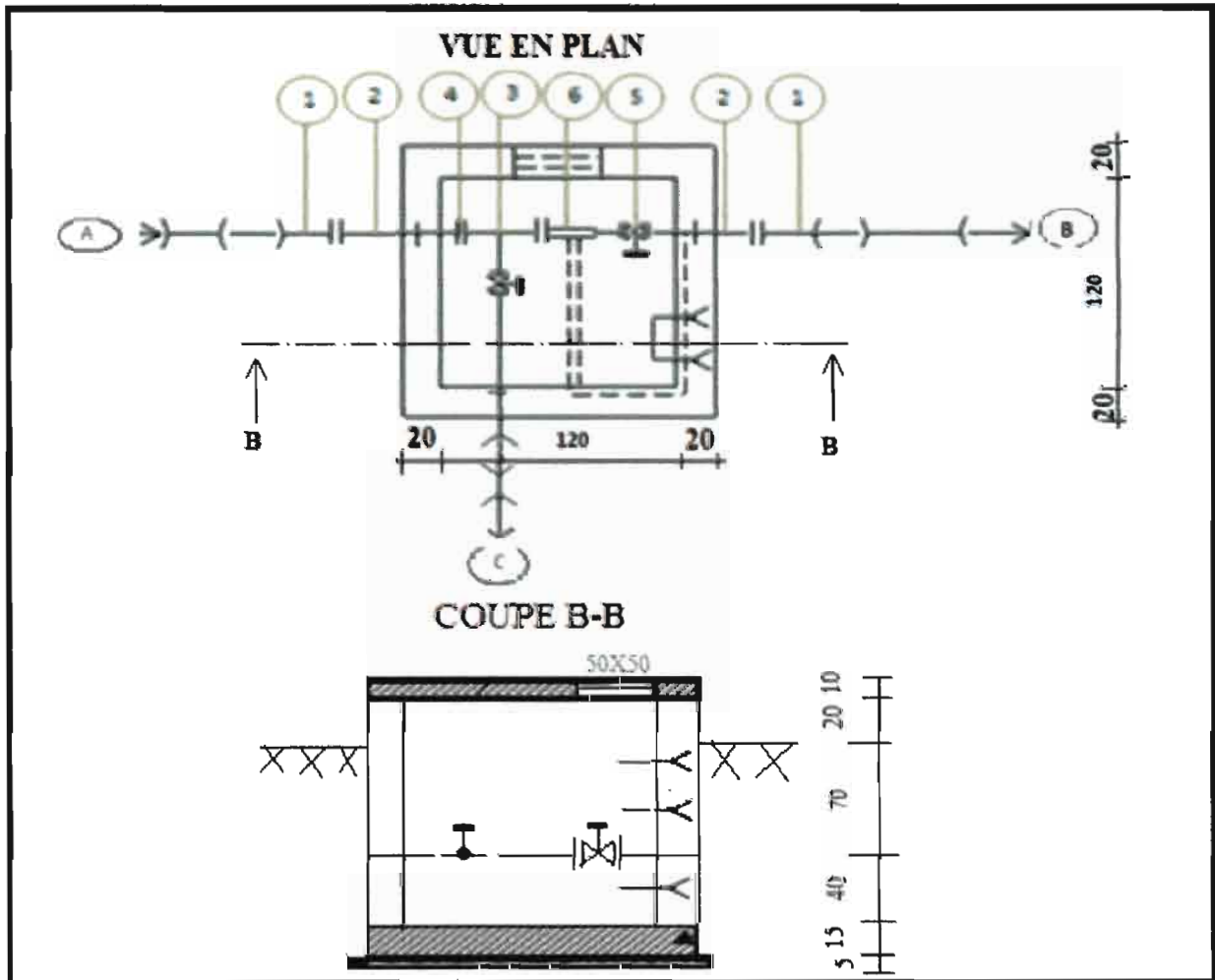


Figure 9: Vue en Plan et coupe de Chambre de vanne et sectionnement

Légende :

1. Bride-embouement ;
2. Manchette d'encrage ;
3. Té DN A, B ou C ;
4. Raccord d'union ;
5. Vanne ;
6. Joint de démontage.

- Ventouses

Leur rôle est d'évacuer l'air contenu dans les conduites. Le cas se présente lorsque la conduite étant vide, on procède à son remplissage. L'eau prend petit à petit la place de l'air qui se trouve chassé. Il est nécessaire d'évacuer également l'air abandonné par l'eau où il se trouvait dissout quand la conduite est en service. Cet air se cantonne aux points hauts de canalisation ; s'il n'est pas évacué, il peut empêcher l'écoulement et entraîner parfois des ruptures. Elles seront prévues aux points hauts du tracé.

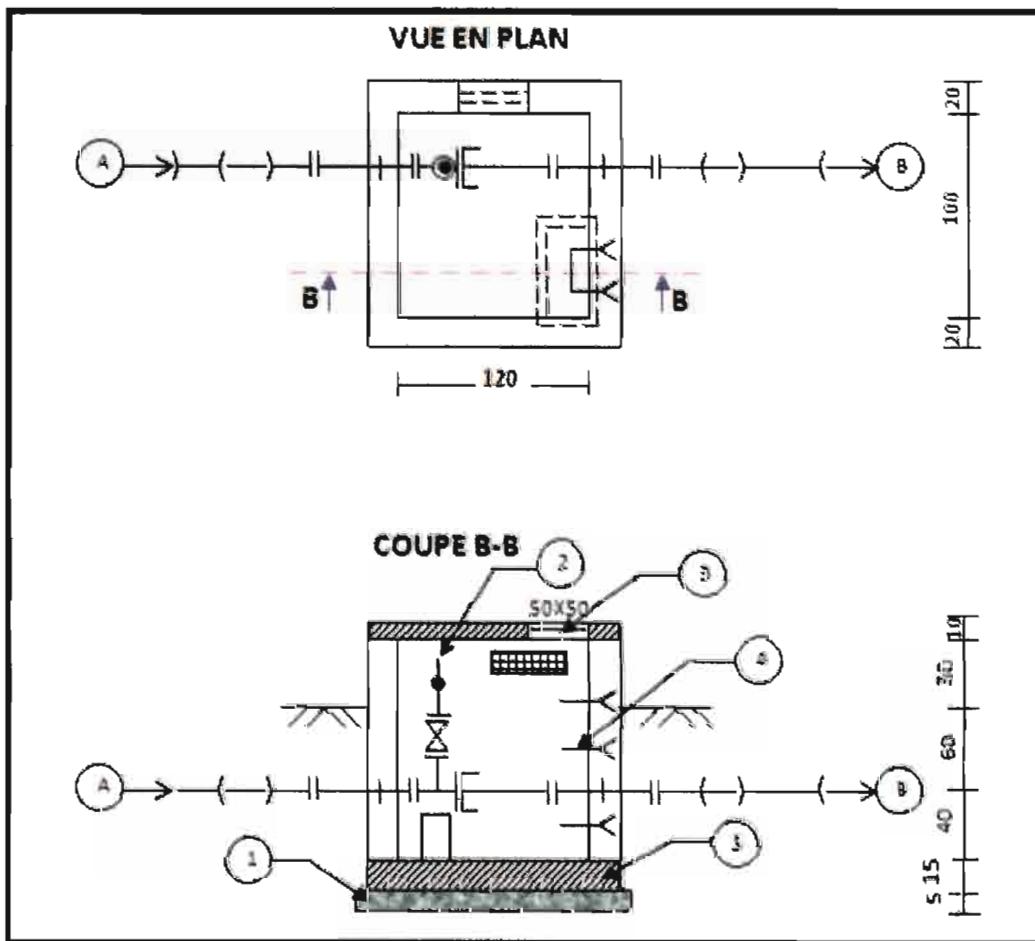


Figure 10: vue en Plan et coupe de Chambre de ventouse.

Légende :

1. Béton de propreté ;
2. Ventouse ;
3. Trapillon ;
4. Echillon ;
5. Béton armé.

- Chambre de décharge ou Chambre de purge

Ce sont des robinets vannes disposés aux points bas du tracé en vue de la vidange des conduites. Cette évacuation s'effectue à l'égout voisin ou dans le fossé de la route.

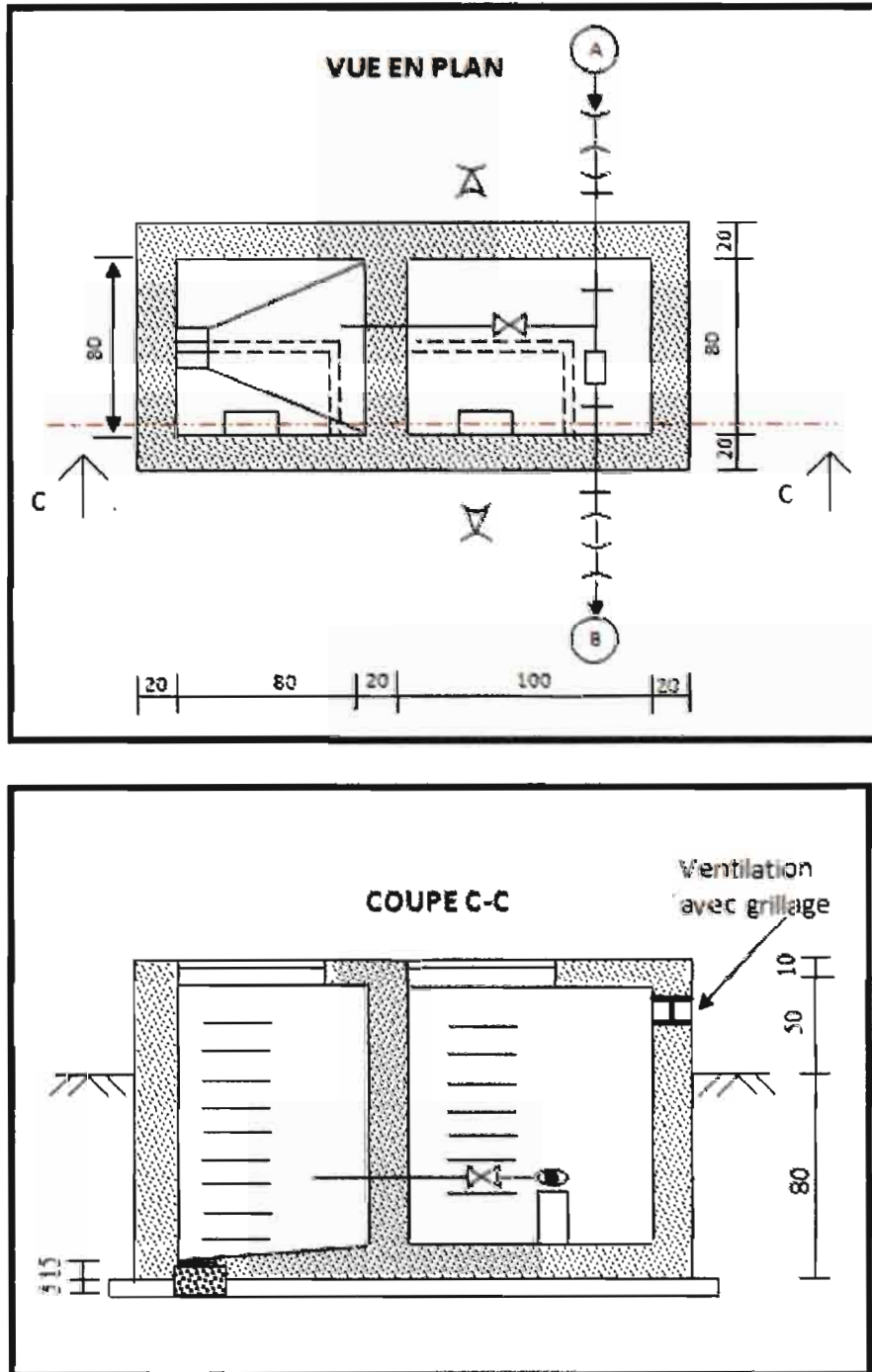


Figure 11: Vue en Plan et Coupe de Chambre de purge

V.3.3.2. notion de borne fontaine

Une borne fontaine est un ouvrage d'alimentation qui sert à fournir à la population environnante une eau en qualité et en quantité suffisante. Une borne fontaine sera alimentée par un réservoir construit non loin du réseau principal.

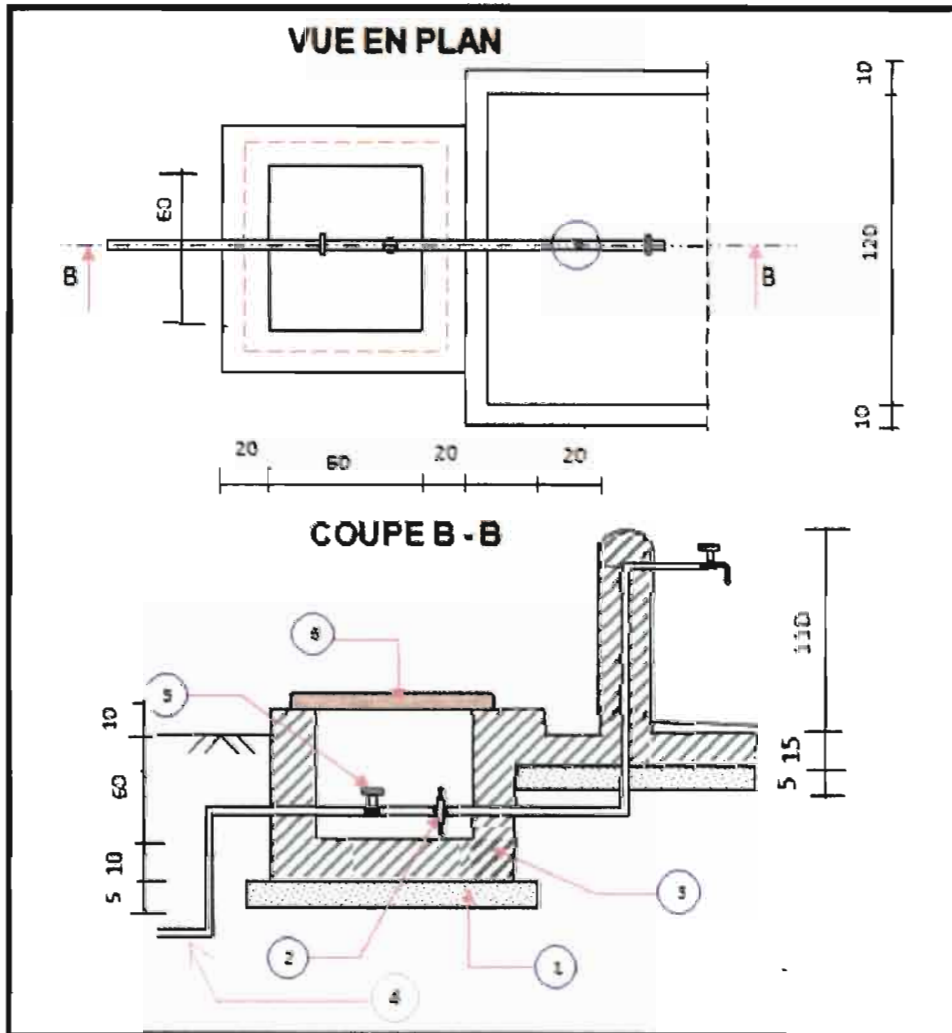


Figure 12: Borne fontaine

Légende :

1. Béton de propreté ;
2. Réducteur de pression ;
3. Béton armé ;
4. Conduite de distribution ;
5. Robinet ;
6. Couvercle.

V.4.paramètre indispensable pour le dimensionnement

Dans l'étude de notre réseau nous tenons à signaler les paramètres indispensables au dimensionnement :

- Le débit Q m^3/s : C'est une donnée fournie par les consommations des bénéficiaires.
- La vitesse d'écoulement V (m/s) : Elle est choisie de sorte que : $0.3 \text{ m/s} \leq V \leq 1.5 \text{ m/s}$.
- Le diamètre D (m) ; connaissant Q et V , le diamètre est calculé à partir de la formule $Q=A*V$ (V.20)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (V.21)$$

Avec A : section de la conduite

$$\text{Il en résulte que : } D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V}} \quad (V.22)$$

Les pertes de charge

Elles représentent l'énergie perdue suite à la viscosité et frottement de l'eau dans la conduite. Les pertes de charges sont fonction du débit Q , de la vitesse V , du diamètre D , de la rugosité de la conduite ainsi que les caractéristiques du liquide notamment sa viscosité cinématique ν .

a) les pertes de charges linéaires

selon Darcy-Weisbach

$$j = \frac{\lambda * V^2}{2 * g * D} \quad (V.23)$$

Avec j : pertes de charges unitaire (m/m) ;

λ : coefficient de perte de charge ;

Pour un tronçon de longueur L (km), les pertes de charges totales sont données

$$\text{par : } J = L * \frac{\lambda * V^2}{2 * g * D} \quad (V.24)$$

Notons que : $\lambda = f(R_e, \varepsilon)$

$$Re = \frac{V * D}{\nu} \quad (V.25)$$

Avec Re : nombre de Reynolds ;

ε : rugosité relative ;

ν :viscositécinématique ($10^{-6}m^3/s$) ;

V :vitesse en m/s ;

D : diamètre ;

K : rugosité absolue ($10^{-4}m$ pour un réseau neuf)

Formulation de quelque chercheurs pour le calcul de λ :

$$\text{Formule de Prandtl-Karman : } \frac{1}{\lambda} = -2 \log \frac{2.51}{\sqrt{\lambda} * Re} \quad (V.26)$$

$$\text{Formule de d'Heinrich Blasius : } \lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} \quad (V.27)$$

Ces deux formules sont valables aux tuyaux lisses

Formule de Johann NIKURADSE tenant compte des tuyaux rugueux :

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} = -2 \log * \frac{k}{3.7 * D} \quad (V.28)$$

Formule de la plus générale de Colebrook couvrant tous les régimes d'écoulements.

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} = -2 \log * \left(\frac{K}{3.7 * D} + \frac{2.51}{\sqrt{\lambda} * Re} \right) \quad (V.29)$$

Une formule graphique de cette formule est fournie par le diagramme de Moody ; exprimant la variation de $\lambda = f(Re, \varepsilon)$

b) Les pertes charge singulières ou locales

Elles expriment les pertes d'énergie dues aux variations locales de la forme et des dimensions de la conduite. Ces pertes des charges ont eu lieu dans les résistances hydrauliques telles que les vannes, les coudes, les ventouses, les purges, les changements de section et de direction etc.

$$J_s = \xi * \frac{V^2}{2g} \quad (V.30)$$

ξ : coefficient de perte de charge locale caractéristique de charges linéaires, les calculs se baseront à ces dernières.

N.B : dans la suite comme les pertes de charges singulières sont faibles vis-à-vis à des pertes de charges linéaires, les calculs se baseront à ces dernières.

La pression au sol

La pression au sol en un point sera donnée par la différence entre la cote piézométrique et la cote du sol. Et en guise du théorème de Bernoulli exprimant la loi de la conservation de l'énergie, on a :

$$\frac{P}{\gamma} = \text{cote piézométrique} - Z \quad (\text{V.31})$$

$\frac{P}{\gamma}$: *Pression au sol*;

Z : cote du sol

V.5. Calculs hydrauliques proprement dits

Le débit nécessaire pour satisfaire les besoins en eau conditionne le dimensionnement des conduites. Comme nous l'avons déjà signalé, la vitesse dans la conduite sera de préférence comprise entre 0.3 et 1.5m/s. dans le cas où les pressions nominales sont inférieures ou égales à 16 ; on utilisera les tuyaux en pvc. Pour des pressions nominales supérieures à 16 bars, on utilisera les tuyaux en fonte ou en acier galvanisé. Le calcul hydraulique se fait tronçons par tronçon. Les symboles suivants seront utilisés dans les différents tableaux de calcul

L : Distance du tronçon ;

Q : Débit du tronçon ;

D : *Diamètre de la conduite* ;

PN : Pression nominale ;

J : perte de charge totale ;

j : Perte de charge unitaire ;

Z : Altitude du terrain naturel ;

Cote pièzo : Cote piézométrique ;

P/γ =pression au sol ;

CD : chambre de départ.

Dans le calcul, un plan systématique sera suivi tel que présente les étapes suivantes :

1. Se fixer un diamètre D (voir tableau des diamètres se trouvant sur le marché) ;

2. Avec un débit Q connu, trouver la vitesse V dans la conduite à partir de l'expression $V = \frac{Q}{A}$ (V. 32),

$$\text{avec } A: \text{ section de la conduite} = \frac{\pi D^2}{4} ;$$

$$\text{D'où } V = \frac{Q \cdot 4}{\pi D^2} \text{ (V. 33) et } V \text{ comprise entre } 0.3 \text{ m/s et } 1.5 \text{ m/s.}$$

3. Ayant le diamètre D et la vitesse on calcule le nombre de Reynolds à partir de l'expression $Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$; si $Re > 4000$, on calcule λ par l'expression: $\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$

4. Ayant la vitesse V , le diamètre D et λ , on calcul les pertes de charges unitaire selon la loi de Darcy-Weisbach. Comme on a la longueur de la conduite nous allons pouvoir déterminer les pertes de charges totales par les formules suivantes :

$$j = \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D} \quad \text{et} \quad J = L \cdot \frac{\lambda \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot D}$$

Avec j : perte de charge unitaire ;

J : Perte de charge totale ;

L : Longueur du tronçon.

5. calcul de la pression au sol :

La pression au sol est un point qui sera donné par la différence entre la cote piézométrique et cote du sol. et en guise du théorème de Bernoulli exprimant la loi de la conservation de l'énergie, on a :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + J_{1-2}$$

Avec Z_i : représente l'énergie potentielle

$\frac{P_i}{\gamma}$: représente l'énergie due à la pression

$\frac{V_i^2}{2g}$: L'énergie due à la vitesse ou l'énergie cinétique

La somme de ces trois termes s'exprime en mètre colonne d'eau par conséquence on a :

P : en $N/m^2 = \text{pascal}$

γ : poids volumique exprimé en N/m^3

V : La vitesse

g : Accélération de la pesanteur en m/s^2

Interprétation géométrique de l'équation de Bernoulli

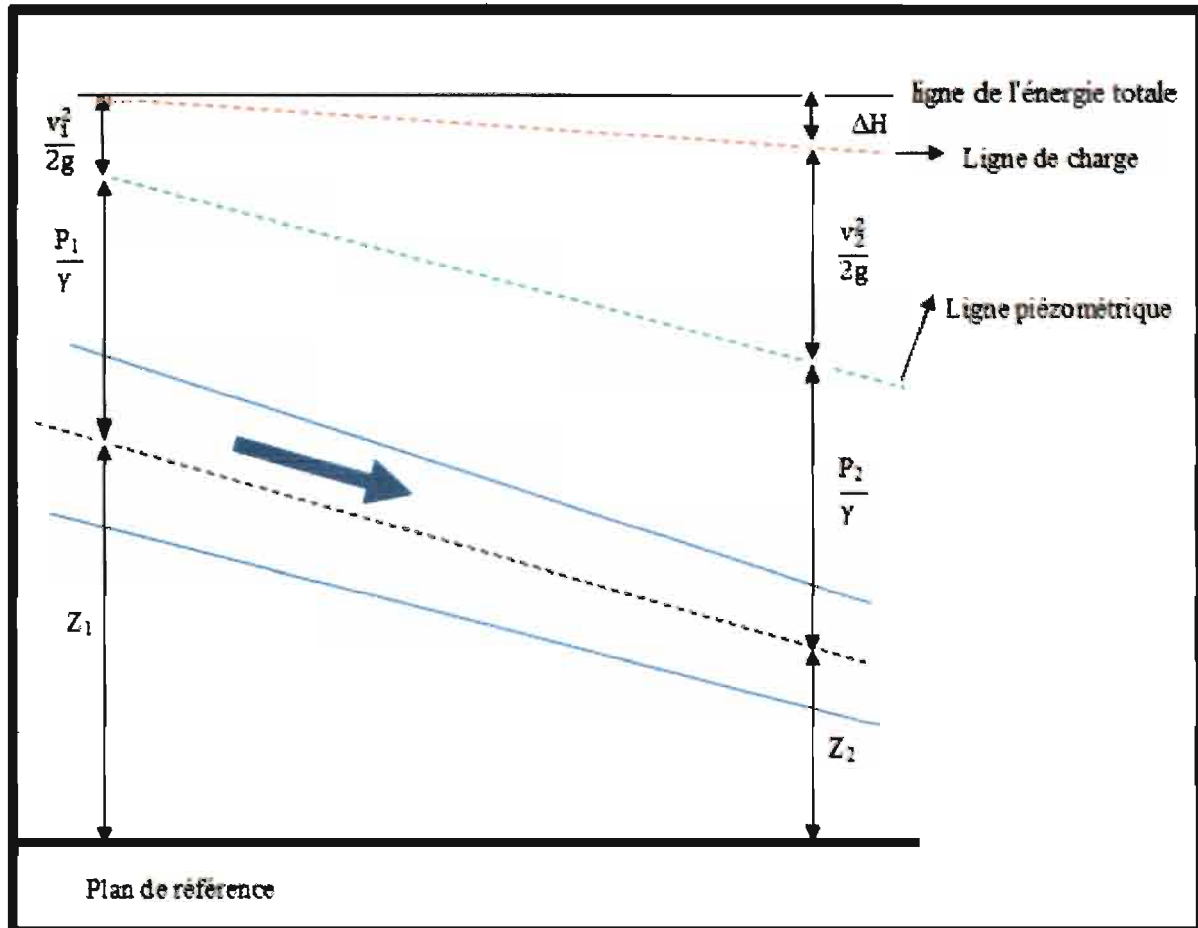


Figure 13: Schémas illustratif de l'équation de Bernoulli

Tableau de calculs hydraulique

| TRONCON | L | NC | DE | DI | Q | V | Re | Λ | J | J | Altitude | | cote piezometrique | | Pression dynamique | PN |
|------------|-------|-----|----|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|----------|--------|--------------------|--------|--------------------|------|
| | | | | | | | | | | | Amont | Aval | Amont | Aval | | |
| | m | PVC | mm | Mim | l/s | m/s | | | m/ml | M | m | m | m | mCe | mCe | bars |
| CD--1 | 110 | PVC | 40 | 36 | 1,028 | 1,010 | 36376,504 | 0,023 | 0,033 | 3,643 | 1800 | 1790 | 1796,357 | 0,000 | 6,357 | 10 |
| 1--2 | 250 | PVC | 40 | 36 | 1,028 | 1,010 | 36376,504 | 0,023 | 0,033 | 8,280 | 1790 | 1777 | 1788,077 | 6,357 | 11,077 | 10 |
| 2--3CVS1 | 270 | PVC | 40 | 36 | 1,028 | 1,010 | 36376,504 | 0,023 | 0,033 | 8,942 | 1777 | 1764 | 1788,077 | 11,077 | 15,136 | 10 |
| 3CVS1--R1 | 30 | PVC | 32 | 26,8 | 0,185 | 0,328 | 8793,612 | 0,033 | 0,007 | 0,201 | 1764 | 1764 | 1778,935 | 15,136 | 14,935 | 16 |
| 3CVS1--4 | 300 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 7,021 | 1764 | 1751,2 | 1772,115 | 15,136 | 20,915 | 10 |
| 4--5 | 120 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 2,808 | 1751,2 | 1745,1 | 1776,327 | 27,936 | 31,227 | 10 |
| 5--6 | 320 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 7,489 | 1745,1 | 1720,1 | 1768,838 | 31,227 | 48,738 | 10 |
| 6--7 | 100 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 2,340 | 1720,1 | 1705 | 1766,498 | 48,738 | 61,498 | 10 |
| 7--CP1 | 280 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 6,553 | 1705 | 1685,1 | 1759,945 | 61,498 | 74,845 | 10 |
| CP1--9 | 350 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 8,191 | 1685,1 | 1670,1 | 1751,754 | 74,845 | 81,654 | 10 |
| 9--10 | 400 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 9,361 | 1670,1 | 1675 | 1742,392 | 81,654 | 67,392 | 10 |
| 10--CV1 | 60 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 1,404 | 1675 | 1679 | 1740,988 | 67,392 | 61,988 | 10 |
| CV1-12CVS2 | 350 | PVC | 40 | 36 | 0,843 | 0,829 | 29830,149 | 0,024 | 0,023 | 8,191 | 1679 | 1678,1 | 1732,797 | 61,988 | 54,697 | 10 |
| 12CVS2--R2 | 40 | PVC | 32 | 26,8 | 0,226 | 0,401 | 10742,466 | 0,031 | 0,009 | 0,380 | 1678,1 | 1678,1 | 1732,797 | 54,697 | 54,317 | 16 |
| 12CVS2--13 | 155 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 2,101 | 1678,1 | 1676,2 | 1730,696 | 54,697 | 54,496 | 10 |
| 13--14 | 170,1 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 2,306 | 1676,2 | 1670 | 1728,391 | 54,496 | 58,391 | 10 |
| 14--15 | 299 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 4,053 | 1670 | 1660,5 | 1724,338 | 58,391 | 63,838 | 10 |
| 15--16 | 140 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 1,898 | 1660,5 | 1655 | 1722,440 | 63,838 | 67,440 | 10 |
| 16--CP2 | 297 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 4,026 | 1655 | 1645 | 1718,415 | 67,440 | 73,415 | 10 |
| CP2--CV2 | 320 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 4,337 | 1645 | 1646,2 | 1714,077 | 73,415 | 67,877 | 10 |
| CV2-19CVS3 | 190 | PVC | 40 | 36 | 0,617 | 0,606 | 21832,979 | 0,026 | 0,014 | 2,575 | 1646,2 | 1644 | 1711,502 | 67,877 | 67,502 | 10 |
| 19CVS3--R3 | 40 | PVC | 32 | 26,8 | 0,288 | 0,511 | 13689,514 | 0,029 | 0,015 | 0,581 | 1644 | 1644 | 1710,921 | 67,502 | 66,921 | 16 |
| 19CVS3--20 | 180,4 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 3,131 | 1644 | 1627,1 | 1708,370 | 67,502 | 81,270 | 16 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-----|----|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|----------|--------|--------|----|
| 20--21 | 200 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 3,472 | 1627,1 | 1620,3 | 1708,370 | 1704,899 | 81,270 | 84,599 | 16 |
| 21--22 | 250 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 4,340 | 1620,3 | 1605,2 | 1704,899 | 1700,559 | 84,599 | 95,359 | 16 |
| 22--23 | 170 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 2,951 | 1605,2 | 1600,2 | 1700,559 | 1697,608 | 95,359 | 97,408 | 16 |
| 23--24 | 400 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 6,943 | 1600,2 | 1595,2 | 1697,608 | 1690,665 | 97,408 | 95,465 | 16 |
| 24--25 | 200 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 3,472 | 1595,2 | 1594,1 | 1690,665 | 1687,193 | 95,465 | 93,093 | 16 |
| 25--CP3 | 370 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 6,423 | 1594,1 | 1590,1 | 1687,193 | 1680,771 | 93,093 | 90,671 | 16 |
| CP3-27CVS4 | 380 | PVC | 32 | 26,8 | 0,319 | 0,566 | 15163,038 | 0,029 | 0,017 | 6,596 | 1590,1 | 1595 | 1680,771 | 1674,174 | 90,671 | 79,174 | 16 |
| 27CVS4--R4 | 50 | PVC | 25 | 21 | 0,182 | 0,526 | 11040,340 | 0,031 | 0,021 | 1,035 | 1595 | 1595 | 1674,174 | 1673,139 | 79,174 | 78,139 | 16 |
| 27CVS4--28 | 125 | PVC | 25 | 21 | 0,147 | 0,425 | 8917,197 | 0,033 | 0,014 | 1,781 | 1595 | 1594 | 1674,174 | 1672,393 | 79,174 | 78,393 | 16 |
| 28--29 | 80 | PVC | 25 | 21 | 0,147 | 0,425 | 8917,197 | 0,033 | 0,014 | 1,140 | 1594 | 1593,1 | 1672,393 | 1671,253 | 78,393 | 78,153 | 16 |
| 29--30 | 395,6 | PVC | 25 | 21 | 0,147 | 0,425 | 8917,197 | 0,033 | 0,014 | 5,637 | 1593,1 | 1591 | 1671,253 | 1665,617 | 78,153 | 74,617 | 16 |
| 30--R5 | 350 | PVC | 25 | 21 | 0,147 | 0,425 | 8917,179 | 0,033 | 0,014 | 4,987 | 1591 | 1586 | 1665,617 | 1660,629 | 74,617 | 74,629 | 16 |

Tableau 15: Calculs hydraulique

Schémas de calcul du réseau

Le schéma de Calcul proposé ici-bas montre l'agencement et le fonctionnement préconisés afin de satisfaire les besoins des bénéficiaires.

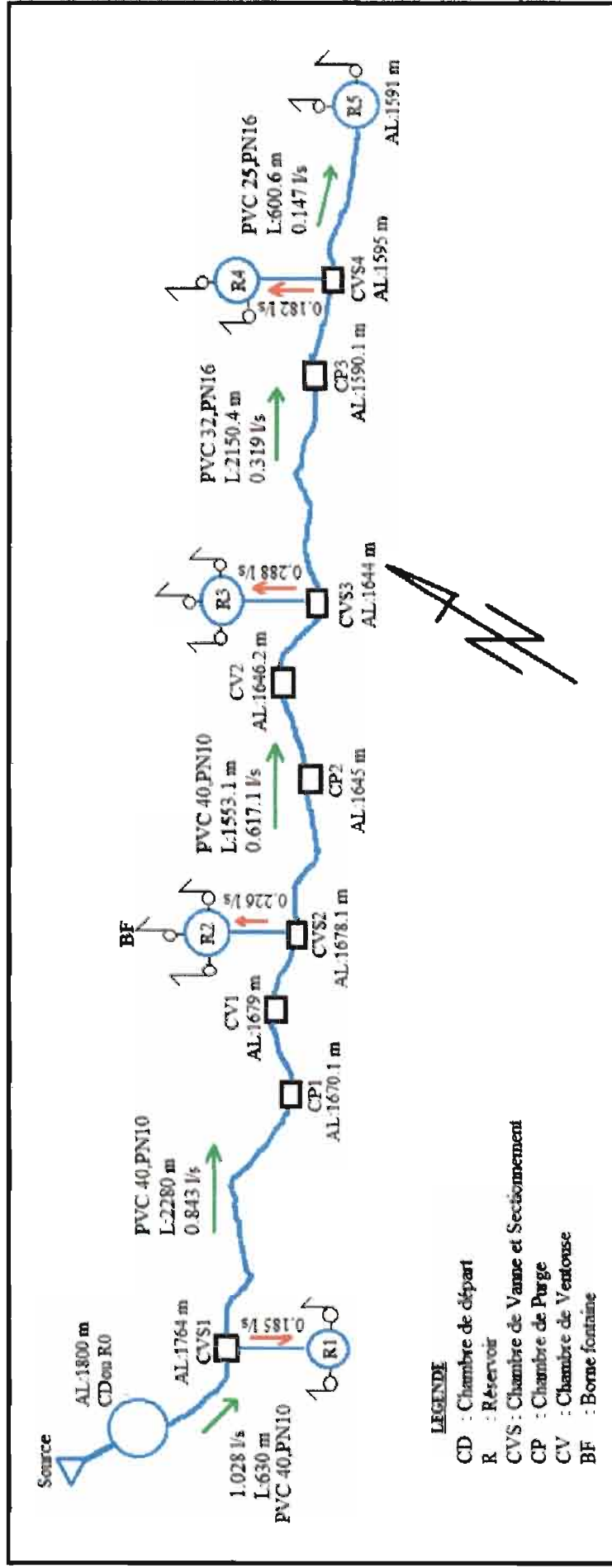


Figure 14: Schémas de fonctionnement du réseau

CHAPITRE VI : EVALUATION FINANCIERE DU COUT DU PROJET ET PLANNING DES TRAVAUX

VI.1.Généralité

L'évaluation financière du coût du projet consiste à déterminer les dépenses en valeur et en quantité qu'il faut prévoir pour parvenir à la réalisation du projet.

Ces dépenses sont en deux catégories :

- Déboursés secs ou frais secs : Ce sont des frais qui peuvent être directement attachés, notamment au frais d'achat des matériaux et ceux de la main d'œuvre.
- Des frais de chantier : Ce sont les frais qui peuvent être attachés au chantier dont les frais d'installation ; les frais improductif et les frais de transport interne.

Elle permet aussi à évaluer en comptabilisant les matériaux, le matériel, la main d'œuvre et argent nécessaire pour l'exécution des travaux. Une majoration de 10% de la valeur trouvée sera prise en considération pour les imprévus et fluctuation monétaires.

VI.2Devis descriptif et quantitatif des travaux

VI.2.1 Captage

- Terrassement en déblais les déblais sont exécutés jusqu'au cotes prescrites. Le volume des terres enlevées est donné par la profondeur et la largeur des matériaux enlevés.
- Pose des drains ; les drains sont posés sur du gravier filtrant d'une certaine épaisseur. Les drains seront en pvc et perforés de manière à capter le maximum d'eau ; ils seront aussi recouverts respectivement d'une couche de gravier filtrant, d'une feuille en plastique, d'une couche d'argile et de la terre ordinaire.

Une clôture de protection de la zone de captage en fil barbelé, construite à l'aide des piquets distant de 3m l'un de l'autre. Nombre de piquet= $((L/3) + 1) * 4 = ((20/3) + 1) * 4 = 31$ piquets ; la longueur de fil

Barbelé= $L * 4 * 3 = 20m * 4 * 3 = 240m$; on a proposé 3 rangées de fil barbelé.

| | L(m) | l(m) | e(m) | Unité | Quantités |
|---------------------------|--|-------------|-------------|----------------|------------------|
| DECAPAGE | 20 | 20 | 0.2 | m ³ | 80.00 |
| FOUILLE | 3.5 | 3.5 | 2.5 | m ³ | 30.63 |
| MATERIAUX UTILISES | | | | | |
| TUYAUX PVC φ | 12m | | | | |
| Argile | 3.5 | 3.5 | 0.5 | m ³ | 6.13 |
| Sable | 3.5 | 3.5 | 0.2 | m ³ | 2.45 |
| Gravier | 3.5 | 3.5 | 0.5 | m ³ | 6.13 |
| Feuille plastique | 3.7 | 3.7 | – | m ² | 13.69 |
| Remblais | 3.5 | 3.5 | 1.3 | m ³ | 15.93 |
| | En tenant compte du coefficient de foisonnement de 1.15, on a: | | | | 18.31 |
| Barrage en moellon | 3.5 | 0.4 | 2.5 | m ³ | 3.5 |

Récapitulatif des matériaux pour le captage

| Matériaux | Unités | Quantités | Coeff. sécurité | Quantités à Commander |
|-------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------------------|
| Décapage | m ³ | 80.00 | – | |
| Fouille | m ³ | 30.63 | – | |
| Argile | m ³ | 6.13 | 1.15 | 7 |
| Sable | m ³ | 3.5 | 1.15 | 4 |
| Gravier | m ³ | 6.13 | 1.15 | 7 |
| Feuille plastique | m ² | 13.69 | 1.15 | 16 |
| Tuyau captant | M | 12 | 1.15 | 14 |
| Fil barbelé | M | 240 | 1.1 | 264 |
| Moellon | m ³ | 2.45 | 1.15 | 3 |
| Ciment | Kg | 315 | 1.1 | 347 |

Tableau 16: Récapitulatif des matériaux pour le captage

Avec e : épaisseur ;

L : longueur de la zone de captage ;

l : largeur de la zone de captage, mais pour notre cas $L=l$.

VI.2.2. Chambre de départ et les ouvrages de stockage

- a) Le décapage est exécuté sur une profondeur de 20cm, avec un dépassement de 1m pour faciliter la pose des matériaux. Pour le terrassement en déblais, les quantités sont évaluées suivant les plans de fondation d'après la formule suivante :

$$V = \pi * D^2 * H / 4 \quad (VI.34)$$

Avec D : diamètre de l'ouvrage considéré

H : profondeur de la fouille

- b) Dosage du béton

Le béton de propreté sera d'une épaisseur de 5cm et sera mis sur un sol non remanié. Il sera dosé à 150kg/m^3 . Le béton armé des radier et les couvercles sera mis sur les épaisseurs déjà calculés lors de dimensionnement de ces ouvrages, avec un ciment dosé à 350kg/m^3 ; armature déjà calculé ; gravier dosé à 800l/m^3 et le sable à 400l/m^3 .

- c) Maçonnerie d'élévation

Les parois sont en maçonnerie des moellons rejointoyés avec du mortier de ciment dosé à 300kg/m^3 . signalons que les moellons occupent 85% et le mortier 15% du volume de la maçonnerie.

- d) Revêtement intérieur

Les parois seront enduites en mortier de ciment dosé à 400kg/m^3 avec une épaisseur de 3cm. Le revêtement est appliqué avec beaucoup de précaution pour assurer une étanchéité parfaite. Ainsi l'enduit sera recouvert par une Chappe lisse hydrofugée.

Les tableaux suivants montrent la quantité des différents matériaux de ces ouvrages.

1) Pour 3 réservoirs de 10 m³

| Désignation | Formule | Unité | D(m) | π | e(m) | Quantités |
|-----------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------|-------|------|-----------|
| Décapage | $(\pi \cdot D^2 \cdot e) / 4 \cdot 3$ | m ³ | 6.026 | 3.140 | 0.2 | 17.103 |
| Fouille | $(\pi \cdot D^2 \cdot e) / 4 \cdot 3$ | m ³ | 5.026 | 3.140 | 0.75 | 44.617 |
| B.propreté(150kg/m ³) | $(\pi \cdot D^2 \cdot e) / 4 \cdot 3$ | m ³ | 4.226 | 3.140 | 0.05 | 2.103 |
| B.radier(350kg/m ³) | $(\pi \cdot D^2 \cdot e) / 4 \cdot 3$ | m ³ | 4.026 | 3.140 | 0.35 | 13.360 |
| v.dalle(350kg/m ³) | $(\pi \cdot D^2 \cdot e) / 4 \cdot 3$ | m ³ | 4.026 | 3.140 | 0.14 | 5.344 |

| Avec sable = 0.4m ³ /m ³ et le gravier 0.8m ³ /m ³ | | | | |
|--|--------|------------|------------------------|--------------------------|
| Dosage | Volume | Ciment(kg) | Sable(m ³) | Gravier(m ³) |
| B.propreté(150kg/m ³) | 2.103 | 315.436 | 0.841 | 1.682 |
| B.radier(350kg/m ³) | 13.360 | 4676 | 5.344 | 10.688 |
| v.dalle(350kg/m ³) | 5.344 | 1870.4 | 2.138 | 4.275 |

| | Formule | DI (m) | DE (m) | HT (m) | Quantités | Unité |
|-----------------------|----------------------------|--------|--------|--------|-----------|----------------|
| Maçonnerie de moellon | $(SE-SI) \cdot HT \cdot 3$ | 3.026 | 3.826 | 1.741 | 22.475 | m ³ |
| v.moellon | V.maçonnerie*85% | | | | 19.104 | m ³ |
| v.mortier | V.maçonnerie*15% | | | | 3.371 | m ³ |
| Ciment | V.mortier*300 | | | | 1011.369 | Kg |
| Sable | V.mortier | | | | 3.371 | m ³ |

| | Formule | e(m) | DI(m) | HT (m) | Quantités | Unité |
|----------|---|-------|-------|--------|-----------|----------------|
| v.enduit | $DI \cdot \pi \cdot e \cdot HT \cdot 3$ | 0.030 | 3.026 | 1.741 | 1.489 | m ³ |
| Ciment | V. enduit*400kg/m ³ | | | | 595.525 | Kg |
| Sable | V. enduit | | | | 1.489 | m ³ |

| Formule | | $(\frac{L}{St}+1)*3$ | $(\frac{L}{St}+1)*3$ | $(n\phi x+n\phi y)*L$ | $\frac{long. tot}{12}$ | $V*\mu_v$ | $m_{Acier}*5\%$ |
|-------------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-----------------|
| | L(m) | nφ sens de x | nφ sens de y | Long. Totale en(m) | Pièces de 12 m | Poid aciers | Fil ligaturer |
| Radier nΦ10 | 4.026 | 108 | 130 | 958.844 | 80.000 | 590.86 | 29.543 |
| Dalle de couverture nΦ8 | 4.026 | 63 | 63 | 510.416 | 43 | 201.3 | 10.065 |

Les fils à ligaturer occupent 5% de poid des aciers et sont exprimés en (kg)

| Radier | Formule | DE(m) | l (m) | e(m) | Quantités | Unité |
|-------------|-----------------------|-------|-------|-------|-----------|----------------|
| s.à coffrer | $DE*\pi*e*3$ | 4.026 | | 0.350 | 13.274 | m ² |
| s.planche | $L*1$ | 2.000 | 0.150 | | 0.300 | m ² |
| n.planche | S coffrer/S planche | | | | 44.246 | pieces |
| Q. Clous | 0.15kg/m ² | 1.991 | | | 1.991 | kg |

| dalle de couverture | Formule | L(m) | DE(m) | e(m) | Quanté | Unité |
|-------------------------|-----------------------|------|-------|-------|---------|----------------|
| s.horizontale à coffrer | $\pi*DE^2/4*3$ | | 4.026 | | 38.171 | m ² |
| S Verticale | $\pi*DE*e*3$ | | 4.026 | 0.140 | 5.309 | m ² |
| S totale | | | | | 43.481 | m ² |
| s.d'une planche | $L*1$ | 2 | | 0.150 | 0.300 | m ² |
| Nombre | S à coffrer/S planche | | | | 144.936 | Pieces |
| Q.clous | 0.15kg/m ² | | | | 6.522 | Kg |

Avec

- D : Diamètre ;
 e : Epaisseur ;
 DI :Diamètre Intérieur ;
 DE :Diamètre Extérieur ;
 HT :Hauteur totale des murs ;
 L :Longueur ;
 l :largeur ;
 St :Espacement entre les aciers ;
 SE :Surface extérieure ;
 SI :surface intérieure ;
 B.radier : Béton pour radier ;
 B.propreté :Béton de propreté ;
 n ϕ sens x : Nombre des aciers dans le sens des x ;
 n ϕ sens y : Nombre des aciers dans le sens des y ;
 S.à coffrer :surface à coffrer ;
 S.planche :surface d'une planche ;
- Q.clous : Quantité de clous ;
 S.verticale : Surface verticale ;
 V.dalle : Volume de la dalle ;
 V.moellon : volume des moellons ;
 V.mortier : Volume du mortier ;
 V.enduit : volume de l'enduit.

2) Pour 2 réservoirs de 15m³

| Désignation | Formule | Unité | D(m) | π | e(m) | Quantités |
|--|---------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|-------|-----------|
| Décapage | $(\pi * D^2 * e) / 4 * 2$ | m ³ | 6.465 | 3.140 | 0.200 | 13.124 |
| Fouille | $(\pi * D^2 * e) / 4 * 2$ | m ³ | 5.465 | 3.140 | 0.95 | 44.545 |
| B.propreté(150kg/m ³) | $(\pi * D^2 * e) / 4 * 2$ | m ³ | 4.665 | 3.140 | 0.050 | 1.708 |
| B.radier(350kg/m ³) | $(\pi * D^2 * e) / 4 * 2$ | m ³ | 4.465 | 3.140 | 0.350 | 10.955 |
| v.dalle(350kg/m ³) | $(\pi * D^2 * e) / 4 * 2$ | m ³ | 4.465 | 3.140 | 0.150 | 4.695 |
| Avec sable = 0.4m ³ /m ³ et le gravier 0.8m ³ /m ³ | | | | | | |
| Dosage | Volume | Ciment (kg) | Sable(m ³) | Gravier (m ³) | | |
| B.propreté(150kg/m ³) | 1.708 | 256.250 | 0.683 | 1.367 | | |
| B.radier(350kg/m ³) | 10.955 | 3834.234 | 4.382 | 8.764 | | |
| v.dalle(350kg/m ³) | 4.695 | 1643.243 | 1.878 | 3.756 | | |

- Quantité des matériaux pour la maçonnerie en moellon

| | Formule | DI(m) | DE(m) | HT (m) | Quantités | Unité |
|-----------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|-----------|----------------|
| Maçonnerie de moellon | $(SE-SI)*HT*2$ | 3.465 | 4.265 | 1.944 | 18.874 | m ³ |
| v.moellon | V.maçonnerie*85% | | | | 16.043 | m ³ |
| v.mortier | V.maçonnerie*15% | | | | 2.831 | m ³ |
| Ciment | V.mortier*300kg/m ³ | | | | 849.333 | Kg |
| Sable | V.mortier | | | | 2.831 | m ³ |

- Quantité des matériaux (mortier pour enduit intérieur des parois)

| | Formule | e(m) | DI(m) | HT (m) | Quantités | Unité |
|----------|-----------------|-------|-------|--------|-----------|----------------|
| v.enduit | $DI*\pi*e*HT*2$ | 0.030 | 3.465 | 1.944 | 1.269 | m ³ |
| ciment | V enduit*400 | | | | 507.622 | Kg |
| Sable | V enduit | | | | 1.269 | m ³ |

-Quantité des matériaux pour les aciers et les fils à ligaturer

| | L(m) | n ϕ sens de x | n ϕ sens de y | Long. Totale en(m) | Pièces de 12m | Poid aciers | Fil à ligaturer |
|-----------------------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|------------------|
| Formule | | $(\frac{L}{St}+1)*2$ | $(\frac{L}{St}+1)*2$ | $(n\phi x+n\phi y)*L$ | $\frac{Long. total}{12}$ | $V*\mu_v$ | $m_{Acier} *5\%$ |
| Radier n Φ 10 | 4.465 | 96 | 96 | 857.280 | 72 | 528.277 | 26.414 |
| Dalle de couverture n Φ 6 | 4.465 | 46.650 | 46.650 | 35 | 49 | 164.294 | 8.215 |

- Quantité des matériaux pour les planches de coffrage et les clous

| Radier | Formule | DE(m) | l(m) | h(m) | Quantités | Unité |
|-------------|-----------------------|-------|-------|-------|-----------|----------------|
| s.à coffrer | $DE*\pi*e*2$ | 4.465 | | 0.350 | 9.814 | m ² |
| s.planche | L*1 | 2.000 | 0.150 | | 0.300 | m ² |
| n.planche | S coffrer/S planche | | | | 32.714 | Pieces |
| Q. clous | 0.15kg/m ² | | | 1.472 | 1.472 | kg |

| Dalle de couverture | Formule | L(m) | DE(m) | e(m) | Quanté | Unité |
|-------------------------|-----------------------|------|-------|-------|---------|----------------|
| s.horizontale à coffrer | $\pi*DE^2/4*2$ | | 4.465 | | 31.300 | m ² |
| S Verticale | $\pi*DE*e*2$ | | 4.465 | 0.150 | 4.206 | m ² |
| S totale | | | | | 35.506 | m ² |
| s. d'une planche | L*1 | 2 | | 0.150 | 0.300 | m ² |
| Nombre | S coffrer/S planche | | | | 118.353 | pieces |
| Q.clous | 0.15kg/m ² | | | | 5.326 | kg |

3) La chambre de départ

| Désignation | Formule | Unité | D(m) | π | e(m) | Quantités |
|--|-----------------|----------------|------------------------|--------------------------|-------|-----------|
| Décapage | $(\pi*D^2*e)/4$ | m ³ | 8.176 | 3.140 | 0.200 | 10.495 |
| Fouille | $(\pi*D^2*e)/4$ | m ³ | 7.176 | 3.140 | 1.25 | 50.529 |
| B.propreté(150kg/m ³) | $(\pi*D^2*e)/4$ | m ³ | 6.376 | 3.140 | 0.050 | 1.596 |
| B.radier(350kg/m ³) | $(\pi*D^2*e)/4$ | m ³ | 6.176 | 3.140 | 0.350 | 10.480 |
| v.dalle(350kg/m ³) | $(\pi*D^2*e)/4$ | m ³ | 6.176 | 3.140 | 0.200 | 5.988 |
| Avec sable = 0.4m ³ /m ³ et le gravier 0.8m ³ /m ³ | | | | | | |
| Dosage | Volume | Ciment(kg) | Sable(m ³) | Gravier(m ³) | | |
| B.propreté(150kg/m ³) | 1.596 | 239.347 | 0.638 | 1.277 | | |
| B.radier(350kg/m ³) | 10.480 | 3667.924 | 4.192 | 8.384 | | |
| v.dalle(350kg/m ³) | 5.988 | 2095.957 | 2.395 | 4.791 | | |

- Quantité des matériaux pour la maçonnerie en moellon

| | Formule | DI(m) | DE(m) | HT (m) | Quantités | Unité |
|-----------------------|--------------------------------|-------|-------|--------|-----------|----------------|
| Maçonnerie de moellon | $(SE-SI)*HT$ | 5.176 | 5.976 | 2.730 | 19.119 | m ³ |
| v.moellon | V.maçonnerie*85% | | | | 16.252 | m ³ |
| v.mortier | V.maçonnerie*15% | | | | 2.868 | m ³ |
| Ciment | V.mortier*300kg/m ³ | | | | 860.375 | kg |
| Sable | V.mortier | | | | 2.868 | m ³ |

-Quantité des matériaux (mortier pour enduit intérieur des parois)

| | Formule | e(m) | DI(m) | HT (m) | Quantités | Unité |
|----------|-------------------------------|-------|-------|--------|-----------|----------------|
| v.enduit | $DI*\pi*e*HT$ | 0.030 | 5.176 | 2.730 | 1.331 | m ³ |
| ciment | V enduit*400kg/m ³ | | | | 532.436 | Kg |
| Sable | V enduit | | | | 1.331 | m ³ |

- Quantité des matériaux pour les aciers et les fils à ligaturer

| | L(m) | n ϕ sens de x | n ϕ sens de y | Long. Totale en(m) | Pièces de 12m | Poid aciers | Fil à ligaturer en kg |
|--------------------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|-----------------------------|
| Formule | | $\frac{L}{St}+1$ | $\frac{L}{St}+1$ | $(n\phi_x+n\phi_y)*L$ | $\frac{Long. tot}{12}$ | $V*\mu_v$ | $m_{Acier}*5\%$ |
| Radier N ϕ 14 | 6.176 | 96.015 | 96.015 | 1185.982 | 99.000 | 1432.43 | 71.622 |
| Dalle de couverture n ϕ 8 | 6.176 | 40.845 | 42.173 | 512.722 | 43.000 | 202.209 | 10.110 |

-Quantité des matériaux pour les planches de coffrage et les clous

| Radier | Formule | DE(m) | l(m) | h(m) | Quantités | Unité |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-----------|----------------|
| s.à coffrer | $DE*\pi*e$ | 6.176 | | 0.350 | 6.787 | m ² |
| s.planche | $L*1$ | 2.000 | 0.150 | | 0.300 | m ² |
| n.planche | S coffrer/S planche | | | | 22.625 | pieces |
| Q. clous | $0.15kg/m^2$ | 1.018 | | | 1.018 | kg |

| dalle de couverture | Formule | L(m) | DE(m) | e(m) | Quantité | Unité |
|---------------------------|-----------------------|------|-------|-------|----------|----------------|
| s.horizontal à coffrer | $\pi*DE^2/4$ | | 6.176 | | 29.942 | m ² |
| S Verticale | $\pi*DE*e$ | | 6.176 | 0.200 | 3.879 | m ² |
| S totale | | | | | 33.821 | m ² |
| s.d'une planche | L*l | 2 | | 0.150 | 0.300 | m ² |
| Nombre | S coffrer/S planche | | | | 112.736 | pieces |
| Q.clous | 0.15kg/m ² | | | | 5.073 | Kg |

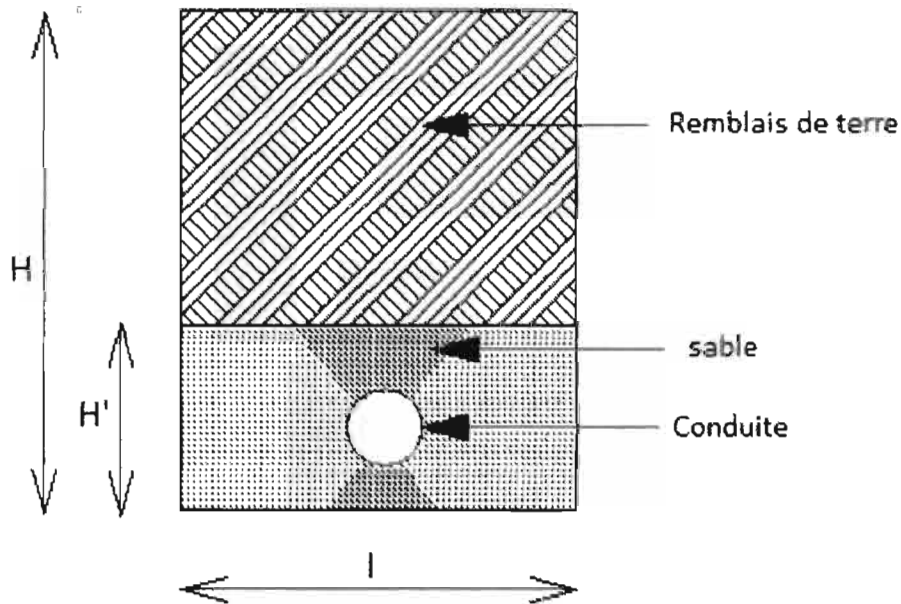
Tableau récapitulatif des matériaux pour les réservoirs et la chambre de départ

| Matériaux | Unités | Quantités | coeff.de sécurité | Quantités à commander |
|-----------------|------------------------|-----------|-------------------|-----------------------|
| Décapage | m ³ | 40.72 | — | |
| Fouille | m ³ | 139.691 | — | |
| Ciment | Kg | 22955.451 | 1.10 | 25251.00 |
| Sable | m ³ | 35.65 | 1.15 | 41.00 |
| Gravier | m ³ | 44.98 | 1.15 | 51.73 |
| Moellon | m ³ | 51.40 | 1.15 | 59.11 |
| Planches | Pièces | 475.61 | 1.15 | 546.95 |
| Armatures | | | | |
| | Barre Φ 8 de 12m | 121 | 1.10 | 133.1 |
| | Barre Φ 10de 12m | 152.00 | 1.10 | 167.20 |
| | Barre Φ 14 de 12m | 99.00 | 1.10 | 108.90 |
| Clous | Kg | 21.40 | 1.20 | 25.68 |
| Fil à ligaturer | Kg | 155.969 | 1.15 | 179.36 |

Tableau 17: Récapitulatif des matériaux pour les réservoirs et la chambre de départ

VI.2.3 Conduite d'alimentation

La tranchée sera de 0.9m de profondeur sur 0.6m de largeur. Une couche de sable sera placée en dessous et au-dessus de la conduite pour une bonne stabilité. On exécutera ensuite un remblai avec des terres dépourvues de débris animaux et végétaux. Des gaines métalliques sont prévues pour la protection des tuyaux en pvc aux traversées des routes et des ruisseaux.



Le métré des travaux de canalisation concerne :

- Le volume de déblais (V_d)
- Le volume de sable de pose et d'enrobage (V_s)
- Le volume des remblais de terres (V_r)

$$V_d = H * L * l \quad (\text{VI.35})$$

$$V_c = \pi * D^2 * L / 4 \quad (\text{VI.36})$$

$$V_s = \text{Volume (sable+conduite)} - V_c \quad (\text{VI.37})$$

$$\text{Volume (sable+conduite)} = H' * L * l \quad (\text{VI.38})$$

$$V_r = (V_d - \text{Volume (sable+conduite)}) * f \quad (\text{VI.39})$$

Avec :

V_c : Volume de la conduite ;

V_d : volume des déblais ;

H : profondeur de la tranchée ;

L : Longueur de la tranchée ;

l : largeur de la tranchée ;

D : Diamètre de la conduite ;

H' : Epaisseur de la couche de sable + Diamètre de la conduite ;

f : coefficient de foisonnement.

Les tableaux suivant montrent la quantité des matériaux pour les conduites d'alimentation.

- Quantité des volumes en déblais et les remblais

| | Formule | L(m) | e (m) | largeur (m) | volume(m ³) |
|--|----------|--------|-------|-------------|-------------------------|
| Fouille | $L*1*H$ | 7282.1 | 0.9 | 0.6 | 3932.334 |
| V (sables+conduite) | $L*1*H'$ | 7282.1 | 0.3 | 0.6 | 1310.778 |
| Volume remblai (Vr)=volume fouille -(volume sable+volume conduites) | | | | | 2621.556 |
| En tenant compte du coefficient de foisonnement de 15% du volume à remblayer | | | | | 3014.789 |

- Quantité du volume de sable servant à enrober les conduites

| TRONCON | Formule | DE | L | π | Volume (m ³) |
|----------|----------------------------------|-------|------|-------|--------------------------|
| Vc1 | $L*\pi*DE^2/4$ | 0.040 | 4481 | 3.140 | 5.628 |
| Vc2 | $L*\pi*DE^2/4$ | 0.032 | 2260 | 3.140 | 1.817 |
| Vc3 | $L*\pi*DE^2/4$ | 0.025 | 651 | 3.140 | 0.319 |
| Vc Total | | | | | 7.764 |
| V sable | Volume (sable+conduite)-VC Total | | | | 1303.014 |

Calcul du nombre des conduites

| TRONCON | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Longueur occupée(m) | Type de conduites | L(PVC) en m | N.de conduites 6m |
| 4481.00 | PVCΦ40 PN10 | 6 | 746.83 |
| 2260.00 | PVCΦ32 PN16 | 6 | 376.67 |
| 1001 | PVCΦ25 PN16 | 6 | 166.83 |

Récapitulatif des matériaux pour la canalisation

| Matériaux | Unités | Quantités | Coefficient de sécurité | Quantités à commander |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| Fouille | m ³ | 3932.334 | – | |
| Sable | m ³ | 1303.014 | 1.15 | 1498.4661 |
| Tuyaux | tuyaux PVCΦ25 PN16 de 6m | 166.83 | 1.1 | 183.513 |
| | Tuyaux PVCΦ32PN16 de 6m | 376.67 | 1.1 | 414.337 |
| | Tuyaux PVCΦ40PN10 de 6m | 746.83 | 1.1 | 821.513 |
| Remblais | m ³ | 3014.789 | | 3014.789 |

Tableau 18: Récapitulatif des matériaux pour la canalisation

VI.2.4. Accessoires à la conduite

a) 4Chambre de vanne et sectionnement

Le décapage de la terre végétale sera exécuté sur une profondeur de 20cm avec un dépassement de 0.5mètre de chaque côté pour faciliter la pose des matériaux. Chacune d'elles ayant comme dimension de 1.6m pour chaque côté sur 1.6m de profondeur. Les parois seront en maçonnerie de brique (de dimension 19*9*5cm), rejointoyés avec du mortier de ciment dosé à 300kg/m³. Signalons que les briques occuperont 165briques/m²et à l'intérieur les parois seront enduits également au mortier de ciment dosé à 300kg/m³ avec enduit 2cm.

Les tableaux suivant nous renseignent sur la quantité des matériaux nécessaire pour ces 4 chambres de vanne.

- Quantité des volumes à découper et fouille

| Désignation | Formule | Longueur | largeur | e | Volume | Unité |
|-------------|---------|----------|---------|-------|--------|----------------|
| Décapage | L*l*e*n | 2.600 | 2.600 | 0.200 | 5.408 | m ³ |
| Fouille | L*l*h*n | 2.200 | 2.200 | 1.300 | 25.168 | m ³ |
| Total | | | | | 30.576 | m ³ |

-nombre de brique

| | Formules | L(m) | l(m) | h(m) | Quantité | Unité |
|------------------|---------------------------|------|------|------|----------|----------------|
| surf. à maçonner | $(L+l)*2*h*4$ | 1.6 | 1.6 | 1.3 | 33.280 | m ² |
| Nombre de brique | 165briques/m ² | | | | 5491.200 | pièces |

- Quantité des matériaux pour le mortier dosé à 300kg/m³

| | Formules | L(m) | l(m) | e (m) | Quantité | Unité |
|--|--|------|------|-------|----------|----------------|
| volume (mortier+brique) | Surf. maçonner*e | | | 0.2 | 6.656 | m ³ |
| Volume des briques | N.brique*v.briques | 0.19 | 0.09 | 0.05 | 4.695 | m ³ |
| Volume du mortier | volume mortier+brique-Volume des briques | | | | 1.961 | m ³ |
| Enduit interieur en m ³ | Sur. Maçonnee*e | 1.2 | 1.2 | 0.02 | 0.499 | m ³ |
| Vo.tot.du mortier en m ³ | V. mortier du maçonnerie+v. enduit interieur | | | | 2.460 | m ³ |
| Nous proposons un dosage de 300kg/m ³ | | | | | | |
| Quantité du ciment en kg | V total mortier*300kg/m ³ | | | | 738.067 | Kg |
| Quantité de sable en m ³ | | | | | 2.460 | m ³ |

- Calcul des matériaux pour les dalles qui serviront des couvercles et les radiers.

Ces dalles seront en béton armé dosé à 350kg/m^3 . Les aciers nous avons proposé $\phi 8$ dont l'espacement sera 15cm.

| | Formule | I(m) | L(m) | e(m) | Volume (m^3) | Ciment (kg) | Gravier (m^3) | Sable (m^3) |
|--|-----------|------|------|------|----------------------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|
| Dalle (350kg/m^3) | $L*I*e*4$ | 1.6 | 1.6 | 0.1 | 1.024 | 358.4 | 0.8192 | 0.4096 |
| béton de propreté (150kg/m^3) | $L*I*e*4$ | 1.7 | 1.7 | 0.05 | 0.578 | 86.7 | 0.4624 | 0.2312 |
| Radier en B.A(350kg/m^3) | $L*I*e*4$ | 1.6 | 1.6 | 0.15 | 1.536 | 537.6 | 1.2288 | 0.6144 |

| | Formule | unité | L(m) | St(m) | Quantités*2 |
|------------------------------------|-------------------|-------|------|-------|-------------|
| Dans le sens de longueur | $((L/St.)+1)*2*4$ | Piece | 1.60 | 0.15 | 186.67 |
| Nombre de longueur de 12m | | | | | 24.89 |
| La longueur totale des barres en m | | | | | 298.67 |
| Fil à ligaturer en kg = mAcier*5% | | | | | 5.89 |

- Les matériaux pour le coffrage

| | Formule | Unité | L(m) | l(m) | e(m) | Surf |
|--|------------------------------|--------------|------|------|------|-------|
| surf du coffrage pour la dalle de couverture (S1) | $l*4*e*4$ | m^2 | 1.6 | 1.6 | 0.10 | 2.56 |
| surf à coffrer pour radier(S2) | $(L+l)*e*2*4$ | m^2 | 1.6 | 1.6 | 0.15 | 3.38 |
| surface d'une planche | $L*e$ | m^2 | 2 | — | 0.15 | 0.30 |
| N.planches | $(S1+S2)/S. \text{ planche}$ | | | | | 17.07 |
| Quantités de Clous | 0.15kg/m^2 | | | | | 0.77 |

Avec : e : Epaisseur ;
 n : nombre de chambre de vanne et sectionnement ;
 L : longueur ;
 l : largeur ;
 h : Profondeur ;
 Surf. A maçonner : surface à maçonner ;
 N.brique : Nombre de brique.

Récapitulatif des matériaux pour les chambres de vanne et sectionnement

| Matériaux | Unités | Quantités | Coeff. de Sécurité | Quantité à Commander |
|-----------------|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Décapage | m ³ | 5.41 | – | |
| Fouille | m ³ | 25.17 | – | |
| Ciment | Kg | 1720.77 | 1.10 | 1892.84 |
| Sable | m ³ | 3.72 | 1.15 | 4.27 |
| Gravier | m ³ | 2.51 | 1.15 | 2.89 |
| Briques | Pièces | 5491.20 | 1.15 | 6314.88 |
| Planches | Pièces | 17.07 | 1.15 | 19.63 |
| Armatures | Barre Φ 8 de 12m | 24.89 | 1.10 | 27.38 |
| Clous | Kg | 0.77 | 1.20 | 0.92 |
| Fil à ligaturer | Kg | 5.89 | 1.15 | 6.77 |

Tableau 19: Récapitulatif des matériaux pour les chambres de vanne et sectionnement.

b) 2Chambre de ventouses

Le décapage de la terre végétale sera exécuté sur une profondeur de 20cm avec un dépassement de 0.5mètre de chaque côté pour faciliter la pose des matériaux. Chacune d'elles ayant comme dimension de 1.6mx1.4m sur 1.6m de profondeur. Les parois seront en maçonnerie de brique (de dimension 19*9*5cm), rejointoyés avec du mortier de ciment dosé à 300kg/m³. Signalons que les briques occuperont 165briques/m²et à l'intérieur les parois seront enduits également au mortier de ciment dosé à 300kg/m³ avec enduit de 2cm.

Les tableaux suivant nous renseignent sur la quantité des matériaux nécessaire pour ces 2 chambres de ventouses.

- Quantité des volumes à décaper et fouille

| | Formule | Longueur | largeur | e | volume | Unité |
|----------|-----------------|----------|---------|-------|--------|-------|
| Décapage | $L * l * e * n$ | 2.600 | 2.400 | 0.200 | 2.496 | m^3 |
| Fouille | $L * l * h * n$ | 2.000 | 1.800 | 1.20 | 8.640 | m^3 |
| Total | | | | | 11.136 | m^3 |

- nombre de brique

| | Formule | L(m) | l(m) | h(m) | Quantités | Unité |
|----------------------------------|---------------------|------|------|------|-----------|--------|
| Surface en Maçonnerie de briques | $(L+l) * h * 2 * n$ | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 15.6 | m^2 |
| Nombre briques | 165briques/ m^2 | | | | 2574 | pieces |

-Quantité des matériaux pour le mortier dosé à $300kg/m^3$

| | Formule | L(m) | l(m) | e(m) | v(m^3) |
|--------------------------------|--|------|------|------|------------|
| volume mortier+brique en m^3 | S. Maçonnée*e | | | 0.2 | 3.120 |
| Volume des briques | N.brique*v.briques | 0.19 | 0.09 | 0.05 | 2.201 |
| Volume du mortier | volume (mortier+brique)-Volume des briques | | | | 0.919 |

| | Formule | L(m) | L(m) | E(m) | v(m^3) |
|---|---|-------|------|-------|------------|
| Enduit interieur en m^3 | $L * l * e$ | 1.200 | 1 | 0.020 | 0.229 |
| V.tot.du mortier en m^3 | V. mortier du maçonnerie+v enduit intérieur | | | | 1.148 |
| Nous proposons un dosage de $300kg/m^3$ | | | | | |
| Quantité du ciment en kg | V. total du mortier* $300kg/m^3$ | | | | 344.409 |
| Quantité de sable en m^3 | | | | | 1.148 |

- Calcul des matériaux pour les dalles qui serviront des couvercles et les radiers.

Ces dalles seront en béton armé dosé à 350kg/m^3 . Les aciers nous avons proposé $\phi 8$ dont l'espacement sera 15cm.

| | Formule | L(m) | l(m) | e(m) | Volume (m ³) | ciment | gravier | sable |
|--|-----------|------|------|------|--------------------------|--------|---------|-------|
| Béton dalle (350kg/m ³) | $L*l*e*2$ | 1.6 | 1.4 | 0.1 | 0.448 | 156.8 | 0.358 | 0.179 |
| Béton de propreté (150kg /m ³) | $L*l*e*2$ | 1.6 | 1.4 | 0.05 | 0.224 | 33.6 | 0.179 | 0.090 |
| BetonRadier (350kg/m ³) | $L*l*e*2$ | 1.6 | 1.4 | 0.15 | 0.672 | 235.2 | 0.538 | 0.269 |

| | Formule | unité | L(m) | l(m) | St(m) | Qté*2 |
|------------------------------------|------------------|-------|------|------|-------|--------|
| Dans le sens de longueur | $((L/St)+1)*2*2$ | Piece | 1.60 | 1.40 | 0.15 | 46.67 |
| Dans le sens de largeur | $((l/St)+1)*2*2$ | Piece | 1.60 | 1.40 | 0.15 | 41.33 |
| nombre de longueur de 12m | | | | | | 11.04 |
| La longueur totale des barres en m | | | | | | 132.53 |
| Fil à ligaturer en kg = mAcier*5% | | | | | | 2.61 |

- Les matériaux pour le coffrage

| | Formule | Unité | L(m) | l(m) | e(m) | Q |
|---------------------------------|---------------|----------------|------|------|------|-------|
| Surf. à coffrer pour Couverture | $(L+l)*e*2*2$ | m ² | 1.60 | 1.40 | 0.10 | 1.20 |
| surf. A ce pour radier | $(L+l)*e*2*2$ | m ² | 1.60 | 1.40 | 0.15 | 1.80 |
| surf d'l planche | $L*e$ | m ² | 2.00 | _ | 0.15 | 0.30 |
| N.planches | | | | | | 10.00 |
| Quantites de clous | 0.15kg/m2 | | | | | 0.45 |

Avec e : Epaisseur ;

n : nombre de chambre de ventouse ;

L : longueur ;

l : largeur ;

h : Profondeur ;

Surf. à maçonner : surface à maçonner ;

N.brique : Nombre de brique.

Récapitulatif des matériaux pour les chambres de ventouses

| Matériaux | Unités | Quantités | coeff. de sécurité | Quantité à commander |
|-----------------|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Décapage | m ³ | 2.50 | — | |
| Fouille | m ³ | 9.00 | — | |
| Ciment | kg | 770.60 | 1.10 | 847.66 |
| Sable | m ³ | 1.69 | 1.15 | 1.94 |
| Gravier | m ³ | 1.08 | 1.15 | 1.24 |
| Briques | pièces | 2574.00 | 1.15 | 2960.10 |
| Planches | pièces | 10.00 | 1.15 | 11.50 |
| Armatures | Barre Φ 8 de 12m | 11.04 | 1.10 | 12.14 |
| Clous | kg | 0.50 | 1.20 | 1 |
| Fil à ligaturer | kg | 2.61 | 1.15 | 3.00 |

Tableau 20: Récapitulatif des matériaux pour les chambres de ventouses

c) 3 Chambres de purge

Le décapage de la terre végétale sera exécuté sur une profondeur de 20cm avec un dépassement de 0.5mètre de chaque côté pour faciliter la pose des matériaux. Chacune d'elles ayant comme dimension de 2.4mx1.2m sur 1.6m de profondeur. Les parois seront en maçonnerie de brique (de dimension 19*9*5cm), rejointoyés avec du mortier de ciment dosé à 300kg/m³. Signalons que les briques occuperont 165briques/m² et à l'intérieur les parois seront enduits également au mortier de ciment dose a 300kg/m³ avec d'enduit 2cm.

Les tableaux suivant nous renseignent sur la quantité des matériaux nécessaire pour ces 3 chambres de purge.

-Quantité des volumes à décaper et fouille

| | Formule | Longueur | largeur | e | Volume | Unité |
|----------|-----------------|----------|---------|-------|--------|-------|
| Décapage | $L * l * e * n$ | 3.400 | 2.000 | 0.200 | 4.080 | m^3 |
| Fouille | $L * l * e * n$ | 3.000 | 1.600 | 0.85 | 12.240 | m^3 |
| Total | | | | | 16.320 | m^3 |

- nombre de brique

| | Formule | L(m) | l(m) | h(m) | Quantités | Unité |
|------------------|---------------------------|------|------|-------|-----------|--------|
| surf. à maçonner | $(L * 2 + l * 3) * h * n$ | 2.4m | 1.2m | 1.15m | 28.980 | m^2 |
| Nombre briques | 165briques/ m^2 | | | | 4781.7 | Pièces |

-Quantité des matériaux pour le mortier dose à $300kg/m^3$

| | Formule | L(m) | l(m) | e(m) | volume | Unité |
|-------------------------|--|------|------|------|--------|-------|
| Volume (mortier+brique) | S. maçonnerie * e | | | 0.2 | 5.796 | m^3 |
| Volume des briques | N.brique * v. brique | 0.19 | 0.09 | 0.05 | 4.088 | m^3 |
| Volume du mortier | volume mortier+brique-Volume des briques | | | | 1.708 | m^3 |

| | Formule | L(m) | l(m) | e(m) | Quantités | |
|------------------|--|------|------|-------|-----------|-------|
| Enduit interieur | $(L * 2 + l * 4) * n * e * h$ | 1 | 0.8 | 0.020 | 0.510 | m^3 |
| Vo.tot mortier | V mortier du maçonnerie + v enduit interieur | | | | 2.234 | m^3 |

Nous proposons un dosage de $300kg/m^3$

| | | | |
|----------------------------|--|---------|-------|
| Quantite du ciment en kg | $= V_{total} \text{ du mortier} * 300kg / m^3$ | 670.067 | Kg |
| Quantite de sable en m^3 | | 2.234 | m^3 |

-Calcul des matériaux pour les dalles qui serviront des couvercles et les radiers.

Ces dalles seront en béton armé dosé à 350kg/m^3 . Les aciers nous avons proposé $\phi 8$ dont l'espacement sera 12cm.

| | Formule | L(m) | l(m) | e(m) | Volume(m^3) | ciment | gravier | sable |
|--|-----------|------|------|------|------------------------|--------|---------|-------|
| Béton dalle (350kg/m^3) | $L*l*e*3$ | 2.4 | 1.2 | 0.1 | 0.864 | 302.4 | 0.691 | 0.346 |
| Béton propreté (150kg/m^3) | $L*l*e*3$ | 2.7 | 1.4 | 0.05 | 0.567 | 85.05 | 0.454 | 0.227 |
| Béton Radier (350kg/m^3) | $L*l*e*3$ | 2.4 | 1.2 | 0.15 | 1.296 | 453.6 | 1.037 | 0.518 |

| | Formule | unité | L(m) | l(m) | St(m) | Qté*2 |
|-------------------------------------|-------------------|-------|------|------|-------|--------|
| Dans le sens de longueur | $((L/St.)+1)*3*2$ | Pièce | 2.4 | 1.2 | 0.12 | 126.00 |
| Dans le sens de largeur | $((L/St.)+1)*3*2$ | Pièce | 2.4 | 1.2 | 0.12 | 66 |
| nombre de longueur de 12m | | | | | | 31.8 |
| La longueur totale des barres en m | | | | | | 381 |
| Fil à ligaturer = mAcier*5% (en kg) | | | | | | 7.52 |

-Les matériaux pour le coffrage

| | Formule | Unité | L(m) | L(m) | e(m) | Quantités |
|---------------------------------|---------------------|--------------|------|------|------|-----------|
| Surf. à coffrer pour couverture | $(L+l)*e*2*3$ | m^2 | 2.4 | 1.2 | 0.10 | 2.16 |
| surf. À coffrer pour radier | $(L+l)*e*2*3$ | m^2 | 2.4 | 1.2 | 0.15 | 3.24 |
| surf d'1 planche | $L*e$ | m^2 | 2 | — | 0.15 | 0.30 |
| N.planches | | | | | | 18.00 |
| Quantités de Clous | 0.15kg/m^2 | | | | | 0.81 |

Avec e : Epaisseur ;
 n : nombre de chambre de purge ;
 L : longueur ;
 l : largeur ;
 h : Profondeur ;
 Surf.à maçonner : surface à maçonner ;
 N.brique : Nombre de brique.

Récapitulatif des matériaux pour les chambres de purge

| Matériaux | Unites | Quantités | coeff. de sécurité | Quantité à commander |
|-----------------|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Décapage | m ³ | 4.08 | – | |
| Fouille | m ³ | 12.240 | – | |
| Ciment | Kg | 1511.117 | 1.10 | 1662.23 |
| Sable | m ³ | 3.325 | 1.15 | 3.85 |
| Gravier | m ³ | 2.18 | 1.15 | 2.51 |
| Briques | pieces | 4781.7 | 1.15 | 5498.96 |
| Planches | pieces | 18.00 | 1.15 | 20.7 |
| Armatures | Barre Φ 8 de 12m | 31.8 | 1.10 | 34.98 |
| Clous | Kg | 0.81 | 1.20 | 1 |
| Fil à ligaturer | Kg | 7.52 | 1.15 | 8.65 |

Tableau 21: récapitulatif des matériaux pour les chambres de purge

d) 12 bornes fontaines

Le décapage de la terre végétale sera exécuté sur une profondeur de 20cm avec un dépassement de 0.8mètre de chaque coté pour faciliter la pose des matériaux. Les parois pour les regards de vanne seront en maçonnerie de brique (de dimension 19*9*5cm), rejointoyés avec du mortier de ciment dosé à 300kg/m³. Signalons que les briques occuperont 165briques/m² et à l'intérieur les parois seront enduits également au mortier de ciment dosé à 300kg/m³ avec enduit de 2cm.

Les tableaux suivant nous renseignent sur la quantité des matériaux nécessaire pour ces 12 bornes fontaine.

-Quantité des volumes à décaper et fouille

| | Formule | Longueur | largeur | e (m) | volume | Unité |
|----------|------------|----------|---------|-------|--------|----------------|
| Décapage | $L*l*e*12$ | 3 | 3 | 0.200 | 21.600 | m ³ |
| Fouille | $L*l*e*12$ | 1.5 | 1.5 | 0.750 | 20.250 | m ³ |
| Total | | | | | 41.850 | m ³ |

- nombre de brique pour 12 regards des bornes fontaines

| | Formule | L | L | h | Quantités | unités |
|------------------|---------------------------|---|---|-----|-----------|----------------|
| surf. à maçonner | $(L+1)*2*h*n$ | 1 | 1 | 0.7 | 33.6 | m ² |
| Nombre de brique | 165briques/m ² | | | | 5544 | pièces |

- Quantité des matériaux pour le mortier dose à 300kg/m³

| | Formule | L(m) | L(m) | e(m) | quantité | unités |
|-----------------------|--|------|------|------|----------|----------------|
| volume mortier+brique | S. maçonnée*e | | | 0.2 | 6.720 | m ³ |
| Volume des briques | N.brique*v.brique | 0.19 | 0.09 | 0.05 | 4.740 | m ³ |
| Volume du mortier | volume mortier+brique-Volume des briques | | | | 1.980 | m ³ |

| | Formule | L=l*4 | h(m) | e(m) | Quantités(m ³) |
|------------------|--|-------|------|------|----------------------------|
| Enduit interieur | $L*l*e$ | 0.6 | 0.70 | 0.02 | 0.403 |
| Vo.tot mortier | V mortier du maçonnerie+v enduit intérieur | | | | 2.383 |

Nous proposons un dosage de 300kg/m³

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Quantité du ciment en kg | 714.924 |
| Quantité de sable en m ³ | 2.383 |

-Calcul des matériaux pour les plates-formes des bornes fontaines ; les dalles qui serviront des couvercles et les radiers.

Ces plates-formes et ces dalles seront en béton armé dosé à 350kg/m³. Les aciers nous avons proposé $\phi 8$ dont l'espacement sera 15cm.

| | Formule | L(m) | l(m) | e (m) | Volume(m ³) | Ciment(kg) | gravier | sable |
|---|------------------|------|------|-------|-------------------------|------------|---------|-------|
| Béton dalle pour les regards (350kg/m ³) | $L * l * e * 12$ | 1 | 1 | 0.1 | 1.200 | 420 | 0.960 | 0.480 |
| Béton de propreté pour les regards (150kg /m ³) | $L * l * e * 12$ | 1.2 | 1.2 | 0.05 | 0.864 | 129.6 | 0.691 | 0.346 |
| Béton radier pour les regards (350kg/m ³) | $L * l * e * 12$ | 1 | 1 | 0.1 | 1.200 | 420 | 0.960 | 0.480 |
| Béton de propreté pour les plates-formes (150kg /m ³) | $L * l * e * 12$ | 1.6 | 1.6 | 0.05 | 1.536 | 230.4 | 1.229 | 0.614 |
| Béton pour les plateformes des bornes fontaine (350 kg/m ³) | $L * l * e * 12$ | 1.4 | 1.4 | 0.15 | 3.528 | 1234.800 | 2.822 | 1.411 |
| Béton pour Pilier 350kg/m ³ | $S * h * 12$ | 0.2 | | | 0.414 | 145.068 | 0.332 | 0.166 |

| | Formule | Unité | L (m) | l (m) | St. (m) | N.barres |
|--------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------|----------|
| plateforme | $((L/St.)+1)*2*12$ | Piece | 1.40 | 1.40 | 0.15 | 248.00 |
| Couvercle pour les regards | $((L/St.)+1)*2*12$ | Piece | 1 | 1 | 0.15 | 184.00 |
| Radier regard | $((L/St.)+1)*2*12$ | Piece | 1 | 1 | 0.15 | 184.00 |
| La longueur totale des barres en m | | | | | | 715.20 |
| Fil à ligaturer= $mAcier*5%$ (en kg) | | | | | | 14.10 |

Pour Les 12 piliers des bornes fontaines prenons $\Phi 8$, et pour chaque pilier on prend forfaitairement : - 4 aciers $\phi 8$ de $H=h+encrage$ (1.65m)

- Espacement entre ces acier $=\frac{1}{4}D$
avec D : Diamètre du pilier (0.2m)

| | Formule | H (m) | N.barres |
|---|-----------------|-------|----------|
| pilier | $N.barres=4*12$ | 1.65 | 48 |
| Longueur totale des barres en m= $H*N.barres$ | | | 79.20m |

- pour le calcul du nombre d'étrier pour les piliers prenons $\phi 6$

| | Formule | L etrier (m) | h | St(m) | N.etriers |
|--|-----------------|--------------|------|-------|-----------|
| Pilier | $((h/St)-1)*12$ | 0.25 | 1.25 | 0.15 | 88.00 |
| Longueur totale des étriers= $L*N.étrier(m)$ | | | | | 22.00 |
| Fil à ligaturer= $mAcier*5%$ en (kg)= $(3.14*\phi^2/4*Ltot*7850*0.05)$ | | | | | 0.24 |

h : hauteur du pilier ; L : longueur d'étrier ; N.étriers : Nombre d'étrier.

- Les matériaux pour le coffrage

| | Formule | Unité | L(m) | l(m) | e(m) | Quantité |
|--|----------------|----------------|------|------|------|----------|
| surf. Plateforme | $(L+l)*2*e*12$ | m ² | 1.4 | 1.4 | 0.15 | 10.08 |
| surf. Pilier de borne | $D*\pi*h*12$ | m ² | | | | 8.2896 |
| surf. couvercle regard | $(L+l)*2*e*12$ | m ² | 1 | 1 | 0.1 | 4.8 |
| surf. radier regard | $(L+l)*2*e*12$ | m ² | 1 | 1 | 0.1 | 4.8 |
| surf d'l planche | $L*e$ | m ² | 2 | — | 0.15 | 0.3 |
| N.planche | | | | | | 93.232 |
| Quantité de clous= 0.15kg*surf. Totale à coffrer | | | | | | 4.195 |

D=0.2m et h=1.1m

Avec e : Epaisseur ;

n : nombre de borne fontaine ;

L : longueur ;

l : largeur ;

h : Hauteur ;

Surf. à maçonner : surface à maçonner ;

N.brique : Nombre de brique.

Récapitulatif des matériaux pour les bornes fontaines

| Matériaux | Unités | Quantités | coeff. de sécurité | Quantité à commander |
|-----------------------|-----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Décapage | m ³ | 21.60 | — | |
| Fouille | m ³ | 20.25 | — | |
| Ciment | Kg | 3294.79 | 1.10 | 3624.27 |
| Sable | m ³ | 5.88 | 1.15 | 6.76 |
| Gravier | m ³ | 6.99 | 1.15 | 8.04 |
| Briques | Pieces | 5544 | 1.15 | 6376 |
| Planches | Pieces | 93.23 | 1.15 | 107.22 |
| Armatures | Barre Φ 8 de 12m | 66.20 | 1.10 | 72.82 |
| Clous | Kg | 4.20 | 1.20 | 5.03 |
| Fil à ligaturer | Kg | 14.34 | 1.15 | 16.49 |
| Armatures de Φ 6 | Pieces | 1.83 | 1.10 | 2.01 |

Tableau 22: Récapitulatif des matériaux pour les bornes fontaines

VI.3 Devis estimatif

On applique à chaque matériau du devis quantitatif son prix unitaire. Ces prix permettent d'estimer le coût, ce sont des prix se trouvant sur le marché. L'estimation du coût du projet est accompagnée par l'estimation du coût global du projet qui tient compte de la main d'œuvre et les imprévus liés à ce projet. Le coût de la main d'œuvre est égal à 30% du coût total du projet et les imprévus étant estimés à 10%.

| N° | Désignation des ouvrages et des matériaux | U | Q | PU(FBU) | PT(FBU) |
|----|---|----------------|--------|---------|----------------|
| 0 | Installation des travaux | FF | | | 1000000 |
| | ST0 | | | | 1000000 |
| 1 | Captage de la source | | | | |
| | Décapage | m ³ | 80 | 2000 | 160000 |
| | Fouille | m ³ | 31 | 5000 | 155000 |
| | Gravier | m ³ | 7 | 25000 | 175000 |
| | Moellon | m ³ | 3 | 25000 | 75000 |
| | Tuyau captant | m | 12 | 6000 | 72000 |
| | Argile | m ³ | 7 | 10000 | 70000 |
| | Sable | m ³ | 4 | 15000 | 60000 |
| | Feuille plastique | m ² | 16 | 5500 | 88000 |
| | Remblais | m ³ | 18.31 | 2000 | 36620 |
| | Longueur du fil barbelé | m | 264 | 2500 | 660000 |
| | Clôture | Piquet | 31 | 8000 | 248000 |
| | ST1 | | | | 1799620 |
| 2 | Reservoir | | | | |
| | Décapage | m ³ | 40.72 | 2000 | 81440 |
| | Fouille | m ³ | 132.35 | 5000 | 698455 |
| | Ciment | Sacs | 505 | 28000 | 14140000 |
| | Sable | m ³ | 41 | 15000 | 615000 |
| | Gravier | m ³ | 52 | 25000 | 1300000 |
| | Moellon | m ³ | 59 | 25000 | 1475000 |

| | | | | | |
|---|--|------------------------|-------|-------|-----------------|
| | Planches | Pièces | 547 | 3500 | 1914500 |
| | | Barre Φ 8 de 12m | 133 | 10500 | 1396500 |
| | | Barre Φ 10 de 12m | 167 | 20000 | 3340000 |
| | | Barre Φ 14 de 12m | 109 | 28000 | 3052000 |
| | Clous | Kg | 26 | 4000 | 104000 |
| | Fil à ligaturer | Kg | 179 | 4500 | 805500 |
| | ST2 | | | | 28922395 |
| 3 | Chambre des vannes et sectionnement | | | | |
| | Décapage | m ³ | 5.41 | 2000 | 10820 |
| | Fouille | m ³ | 25.17 | 5000 | 125850 |
| | Ciment | Sacs | 38 | 28000 | 1064000 |
| | Sable | m ³ | 4 | 15000 | 60000 |
| | Gravier | m ³ | 3 | 25000 | 75000 |
| | Briques | Pièces | 6315 | 30 | 189450 |
| | Planches | Pièces | 20 | 3500 | 70000 |
| | Armatures | Barre Φ 8 de 12m | 27 | 10500 | 283500 |
| | Clous | Kg | 1 | 4000 | 4000 |
| | Fil à ligaturer | Kg | 7 | 4500 | 31500 |
| | ST3 | | | | 1914120 |
| 4 | Chambre des ventouses | | | | |
| | Décapage | m ³ | 2.5 | 2000 | 5000 |
| | Fouille | m ³ | 9 | 5000 | 45000 |
| | Ciment | Kg | 17 | 28000 | 476000 |
| | Sable | m ³ | 2 | 15000 | 30000 |
| | Gravier | m ³ | 1 | 25000 | 25000 |
| | Briques | Pièces | 2960 | 30 | 88800 |
| | Planches | Pièces | 12 | 3500 | 42000 |
| | Armatures | Barre Φ 8 de | 12 | 10500 | 126000 |

| | | | | | |
|----------|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|----------------|
| | | 12m | | | |
| | Clous | Kg | 1 | 4000 | 4000 |
| | Fil à ligaturer | Kg | 3 | 4500 | 13500 |
| | ST4 | | | | 855300 |
| 5 | Chambre des purges | | | | |
| | Décapage | m ³ | 4.08 | 2000 | 8160 |
| | Fouille | m ³ | 20.16 | 5000 | 100800 |
| | Ciment | Sacs | 34 | 28000 | 952000 |
| | Sable | m ³ | 4 | 15000 | 60000 |
| | Gravier | m ³ | 3 | 25000 | 75000 |
| | Briques | Pièces | 5499 | 30 | 164970 |
| | Planches | Pièces | 21 | 3500 | 73500 |
| | Armatures | Barre Φ 8 de 12m | 25 | 10500 | 367500 |
| | Clous | Kg | 1 | 4000 | 4000 |
| | Fil à ligaturer | Kg | 9 | 4500 | 40500 |
| | ST5 | | | | 1846430 |
| 6 | les bornes fontaines | | | | |
| | Décapage | m ³ | 21.6 | 2000 | 43200 |
| | Fouille | m ³ | 20.25 | 5000 | 101250 |
| | Ciment | Sacs | 73 | 28000 | 2044000 |
| | Sable | m ³ | 7 | 15000 | 105000 |
| | Gravier | m ³ | 8 | 25000 | 200000 |
| | Briques | Pièces | 6376 | 30 | 191280 |
| | Planches | Pièces | 107 | 3500 | 374500 |
| | Armatures | Barre Φ 6 de 12m | 2 | 9000 | 18000 |
| | | Barre Φ 8 de 12m | 73 | 10500 | 766500 |
| | Clous | Kg | 5 | 3500 | 17500 |
| | Fil à ligaturer | Kg | 16.5 | 4000 | 66000 |
| | ST6 | | | | 3937980 |

| 7 Conduites de canalisation | | | | | |
|------------------------------------|---|----------------|---------|-------|--------------------|
| | Fouille | m ³ | 3932.5 | 5000 | 19662500 |
| | Sable | m ³ | 1498.5 | 15000 | 22477500 |
| | Tuyaux PVCΦ40 PN10 de 6m | Pièces | 821 | 25000 | 20525000 |
| | Tuyaux PVCΦ32PN16 de 6m | Pièces | 414 | 20000 | 8280000 |
| | Tuyaux PVCΦ25PN16 de 6m | Pièces | 183 | 15000 | 2745000 |
| | Accessoires de Tuyauteries et Robinetteries | - | - | FF | 3000000 |
| | Remblais | m ³ | 3014.79 | 2000 | 6029578 |
| | ST7 | | | | 84719578 |
| | TG | | | | 124 995 423 |
| | Main d'oeuvre (30%) | | | | 37 498 627 |
| | Imprévus (10%) | | | | 12 499 542 |
| | TG1 | | | | 174 993 592 |
| | TVA (20%) | | | | 24 999 085 |
| | TG2 | | | | 199 992 677 |

Nous disons une somme de cent nonante-neuf millions neuf- cent nonante-deux mille six cent septante sept franc Burundais.

VI.4.Planning des travaux

Dans la construction, l'objectif du planning est de donner un maximum possible d'informations sur les données de réalisation. Il faut donc que chaque activité soit déterminée et détaillée suivant sa phase d'exécution.

Le planning consiste à:

- Déterminer les étapes de déroulement des travaux, c'est-à-dire d'établir le calendrier des tâches ;
- Connaître les relations existantes entre différentes activités pour prévoir le flux du personnel, des matériaux et du matériel à certains moments de la réalisation du projet ;
- Savoir à quel moment on a besoin de tels matériaux pour éviter un stockage hâtif et des risques de détérioration qui en découlent ;

- Identifier les besoins et prendre conscience des unités et moyens dont on dispose.

Pour le présent projet, nous choisissons le planning classique appelé également « graphique de GANTT ». Cette méthode est simple tant au niveau de la présentation qu'au niveau de la lecture. C'est un graphique à deux entrées:

- **En ordonnée** : désignation des phases des travaux dans l'ordre technique d'exécution
- **En abscisse** : Les dates prévues pour l'exécution de ces travaux.

Alors les barres horizontales de longueurs variables selon la durée de faisabilité sont placées en face de ces activités.

VI.4.1. Planification des tâches

| Designation de l'activité | U | Q | TEM h/U | T(semaine) | Nombre d'ouvriers |
|--|----------------|---------|------------|------------|----------------------|
| Installation du chantier 1Semaine | FF | | | | 15 |
| Décapage de la terre végétale: 2Semaines | m ³ | 154.30 | 3.50 | 13.50 | 7 |
| Fouille de canalisation et ouvrage de G.C:5Semaines | m ³ | 4170.58 | 3.60 | 375.35 | 76 |
| Lit de sable pour enrobage: 2Semaines | m ³ | 1303.01 | 2.50 | 81.44 | 41 |
| Pose de conduites: 5Semaines | ml | 7392.00 | 0.50 | 92.40 | 19 |
| Remblayage et étalage:3semaines | m ³ | 3033.10 | 5.50 | 417.05 | 139 |
| Maçonnerie en moellon: 4Semaines | m ³ | 63.97 | 20 | 31.99 | 8 |
| Maçonnerie en briques: 3Semaines | m ³ | 22.35 | 15 | 8.38 | 3 |
| coffrage:3semaine | m ² | 170.48 | 1.40 | 5.97 | 2 |
| Ferraillage: 3Semaines | kg/ml | 3614.47 | 0.3 | 27.11 | 10 |
| Coulage et mise en œuvre du béton:4semaines | m ³ | 71.74 | 18 | 32.28 | 9 |
| Nettoyage et repliement:1.5Semaines | FF | | | | 10 |

Tableau 23: Planification des tâches

VI.4.2.Planning des travaux (à l'aide du graphique de Gantt)

| MOIS | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEMAINE | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0.Installation du chantier | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1. Décapage | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Fouille | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Lit de sable | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 4. Pose de conduite | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 5. Remblayage et etalage | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 6. Maçonnerie en moellon | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 7.Maçonnerie en brique | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 8. Coffrage | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| 9. Ferailage | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| 10. Bétonnage | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 11. Nettoyage , replie et mis en service du reseau | | | | | | | | | | | | | ■ | | | |

Tableau 24: Graphique de Gantt (planning des activités)

CHAPITRE VII. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

VII.1 Conclusion générale

L'eau potable est un élément indispensable à la bonne santé mais également elle contribue au développement socio-économique de l'homme. Notre pays connaît un manque d'eau potable malgré les potentialités en eau qu'il dispose.

C'est la raison pour laquelle notre projet de fin d'études est focalisé sur l'adduction en eau potable car l'absence d'eau potable entraîne inévitablement des maladies hydriques et par conséquent fait reculer l'économie du pays.

L'évaluation des besoins en eau potable de la population à desservir nous a rassurés que le débit de notre source est satisfaisant pour alimenter les localités concernées par notre projet.

En ce qui concerne le réseau de distribution, suite à la topographie de la localité concernée par le réseau et les calculs effectués; il sera alimenté gravitairement de la chambre de départ jusqu'aux réservoirs à travers les conduites.

Des contributions et compléments de ceux qui seront intéressés par notre projet seraient d'une grande importance.

VII.2. Recommandations

Les recommandations sont d'une importance capitale, nous connaissons que tout ouvrage non entretenu se détériore très rapidement.

1. Au Gouvernement :

- D'engager et former le personnel local qui pourra suivre et veiller sur l'entretien pour intervenir à temps ;
- De mettre en place une politique de gestion des réseaux dont l'objectif est :
 - D'assurer le bon fonctionnement du réseau
 - De contrôler la quantité et la qualité de l'eau
 - D'évaluer et rentabiliser au maximum toutes les ressources en eau potable pour alimenter d'autres zones rurales dépourvues d'eau potable.
 - Dépanner le réseau à temps en cas de panne
 - De mettre en place une politique d'entretien notamment les différents appareils du réseau (réservoirs, conduites, vannes, ventouses, etc.).

2. A la régie communale d'eau et à la population :

De sensibiliser les bénéficiaires à la prise de conscience sur la bonne gestion des infrastructures reçues, d'en assurer la protection, l'entretien et la réparation.

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. BAHANIBANJE Salvator et NZISABIRA Egide : Projet d'adduction d'eau potable de MUZIRA en commune MATANA de la province BURURI : Cas de la source MASHUHA. Projet de fin d'études, UB 2012
2. Jean Berchimans KANYAMWANIRA et Emmanuel NDAYIRAGIJE: Etude d'alimentation en eau potable en milieu rural : Cas du réseau KAVUMU-MURAMA en commune MUYINGA, province MUYINGA. Projet de fin d'étude, UB 2012.
3. 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, UB 2011.
4. NTIKAJAHATO Jean Epimaque et NDURURUTSE Frédéric : Projet d'adduction d'eau potable en milieu rural : Cas du réseau KIYANGE-CANGWE-GAKERE-KIZITIRO, en commune KIREMBA dans la Province NGOZI. Projet de fin d'étude, UB 2012.

III. Notes de cours

1. Dipl. Ir NDUWIMANA Richard, Béton Armé I et II, ITS 3° GC, 2011-2012
2. Dr Ir NIYONGABO Henri, Hydraulique Urbaine, ITS 3° GC, 2011-2012
3. Msc Ir NIYONZIMA William, Hydraulique Générale, ITS 2° GC, 2010-2011
4. Msc Ir NIYONZIMA William, Métré et Etudes des prix, ITS 4° GC, 2012-2013

ANNEXE

Tableau des diamètres normalisés des conduites

| AG | PVC | | | |
|-------|---------|-------------------------|---------|---------|
| | D.E(mm) | PN (N/mm ²) | D.I(mm) | D.I (m) |
| - | 20 | 16 | 16.0 | 0.016 |
| - | 25 | 16 | 21 | 0.021 |
| 1" | 32 | 16 | 26.8 | 0.0268 |
| 1"1/4 | 40 | 16 | 33.6 | 0.0336 |
| | | 10 | 36.0 | 0.036 |
| 1"1/2 | 50 | 16 | 42.0 | 0.042 |
| | | 10 | 44.8 | 0.0448 |
| 2" | 63 | 16 | 53.0 | 0.053 |
| | | 10 | 56.6 | 0.0566 |
| | | 6 | 58.4 | 0.0584 |
| 2"1/2 | 75 | 16 | 63.2 | 0.0632 |
| | | 10 | 67.4 | 0.0674 |
| | | 6 | 69.8 | 0.0698 |
| 3" | 90 | 16 | 75.8 | 0.0758 |
| | | 10 | 80.8 | 0.0808 |
| | | 6 | 83.6 | 0.0836 |
| 4" | 110 | 16 | 92.4 | 0.0924 |
| | | 10 | 98.8 | 0.0988 |
| | | 6 | 102.8 | 0.1028 |

| Dimensions nominales de barres d'acier | | | |
|--|-----------|-----------------|---------------|
| diamètre nominal | épaisseur | section | pois au m. l. |
| mm | mm | cm ² | Kg/m |
| 6 | 1.80 | 0.283 | 0.222 |
| 8 | 2.51 | 0.503 | 0.395 |
| 10 | 3.13 | 0.785 | 0.617 |
| 12 | 3.77 | 1.13 | 0.888 |
| 14 | 4.40 | 1.54 | 1.21 |
| 16 | 5.03 | 2.01 | 1.58 |
| 18 | 5.65 | 2.54 | 2.00 |
| 20 | 6.28 | 3.14 | 2.47 |
| 22 | 6.91 | 3.80 | 2.98 |
| 25 | 7.85 | 4.91 | 3.85 |
| 28 | 8.80 | 6.16 | 4.83 |

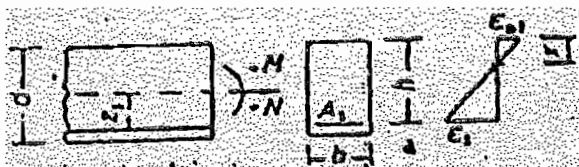
| Nombre de barres | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| épaisseur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 6 | 0.3 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.3 | 2.5 | 2.8 |
| 8 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
| 10 | 0.8 | 1.6 | 2.4 | 3.1 | 3.9 | 4.7 | 5.5 | 6.3 | 7.1 | 7.9 |
| 12 | 1.1 | 2.2 | 3.4 | 4.5 | 5.7 | 6.8 | 7.9 | 9.1 | 10.2 | 11.3 |
| 14 | 1.5 | 3.1 | 4.6 | 6.2 | 7.7 | 9.2 | 10.8 | 12.3 | 13.9 | 15.4 |
| 16 | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.1 | 12.2 | 14.1 | 16.1 | 18.1 | 20.1 |
| 18 | 2.5 | 5.1 | 7.6 | 10.2 | 12.7 | 15.1 | 17.8 | 20.4 | 22.9 | 25.5 |
| 20 | 3.1 | 6.3 | 9.4 | 12.6 | 15.7 | 18.6 | 21.6 | 24.5 | 27.4 | 31.4 |
| 22 | 3.8 | 7.6 | 11.1 | 14.7 | 17.8 | 20.8 | 23.8 | 26.8 | 29.8 | 33.8 |
| 25 | 4.9 | 9.8 | 14.7 | 19.6 | 24.5 | 29.2 | 34.1 | 38.4 | 42.7 | 49.1 |
| 28 | 6.2 | 12.3 | 18.5 | 24.6 | 30.8 | 36.9 | 43.1 | 49.3 | 55.4 | 61.6 |

| 3 | | Nombrage minimal de barres par nappes dans les dalles | | | | | | | | | |
|-------------------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| largeur de nappes | | diamètre des barres | | | | | | | | | |
| en cm | | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 20 | 22 | 25 | 28 | |
| 10 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 15 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 25 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 30 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 35 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | |
| 40 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | |
| 45 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| 50 | 15 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | |
| 55 | 17 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | |

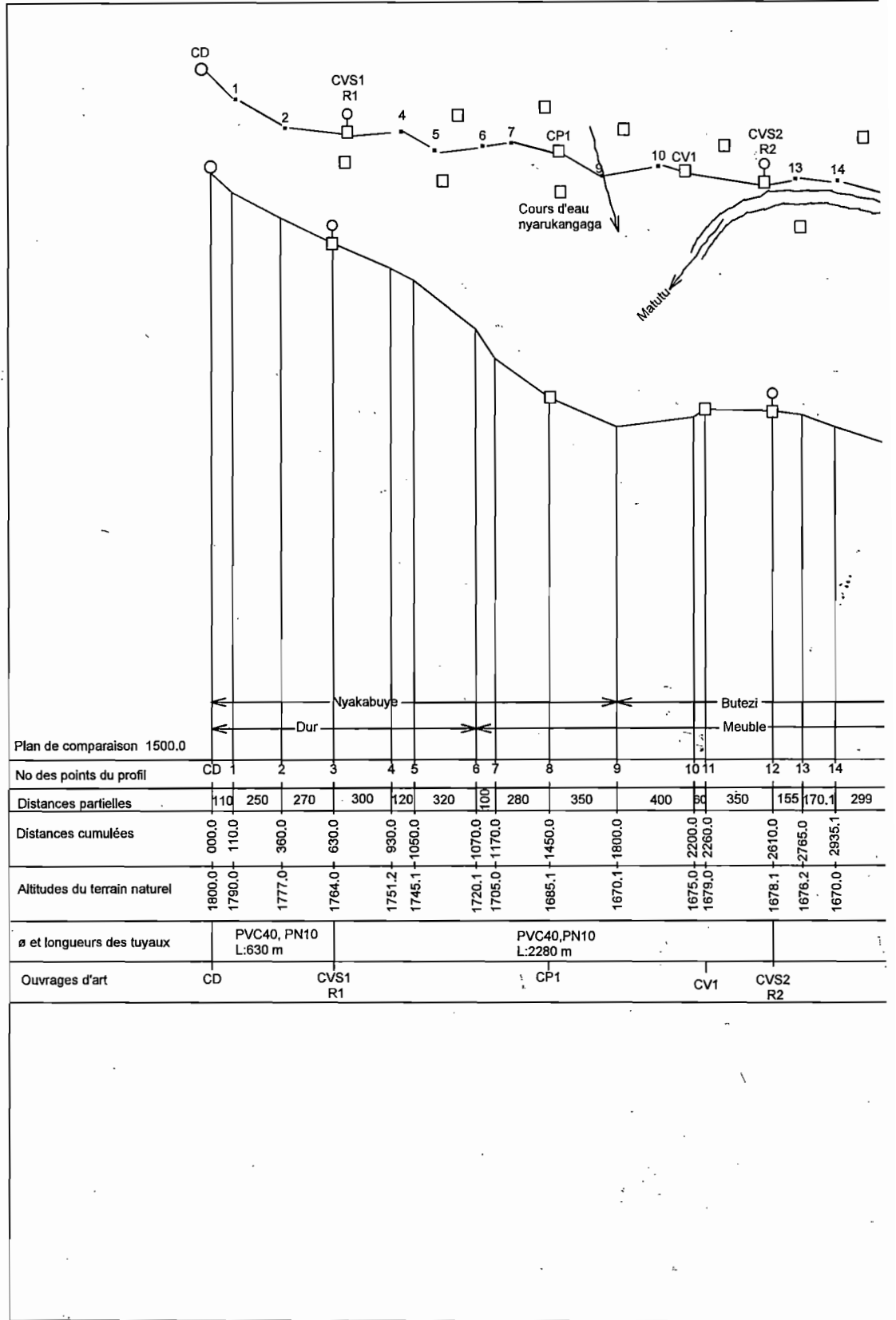
| 4 Sections des barres (en cm ² /m) en fonction de l'écartement, pour 1 m de largeur de dalle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| épaisseur (cm) | diamètre (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | nombre de barres par m ² | | | | |
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | 4.71 | 8.28 | 13.08 | 18.85 | 25.66 | 33.52 | 42.41 | 52.36 | 63.36 | 75.41 | 88.51 | 102.67 | 117.00 | 131.50 | 146.17 | 161.00 | 176.00 | 191.17 | 206.50 | 222.00 | 237.67 | 253.50 | 269.50 | 285.67 | 302.00 | 318.50 | 335.17 | | | |
| 8.5 | 4.71 | 7.77 | 12.08 | 17.40 | 23.68 | 30.95 | 39.15 | 48.33 | 58.48 | 69.67 | 80.91 | 93.20 | 105.54 | 117.93 | 130.37 | 142.86 | 155.40 | 167.99 | 180.63 | 193.32 | 206.06 | 218.85 | 231.69 | 244.58 | 257.52 | 270.51 | 283.55 | 296.64 | | |
| 10.5 | 4.71 | 7.16 | 11.22 | 16.16 | 21.99 | 28.73 | 36.35 | 44.87 | 54.30 | 64.67 | 75.00 | 86.29 | 97.54 | 108.75 | 119.91 | 131.03 | 142.11 | 153.15 | 164.15 | 175.11 | 186.03 | 196.91 | 207.75 | 218.55 | 229.31 | 240.03 | 250.71 | 261.35 | 272.05 | |
| 12.5 | 4.71 | 6.70 | 10.47 | 15.08 | 20.52 | 26.81 | 33.93 | 41.83 | 50.51 | 59.97 | 69.20 | 79.19 | 89.13 | 99.01 | 108.83 | 118.61 | 128.35 | 138.05 | 147.71 | 157.33 | 166.91 | 176.45 | 185.95 | 195.41 | 204.83 | 214.21 | 223.55 | 232.85 | 242.11 | |
| 15.0 | 4.71 | 6.28 | 9.82 | 14.14 | 19.24 | 25.14 | 31.81 | 39.26 | 47.51 | 56.51 | 65.26 | 74.67 | 84.03 | 93.35 | 102.63 | 111.87 | 121.07 | 130.23 | 139.35 | 148.43 | 157.47 | 166.47 | 175.43 | 184.35 | 193.23 | 202.07 | 210.87 | 219.63 | 228.35 | 237.03 |
| 17.5 | 4.71 | 5.91 | 9.24 | 13.31 | 18.11 | 23.66 | 29.94 | 36.95 | 44.72 | 53.26 | 62.51 | 71.47 | 80.33 | 89.11 | 97.81 | 106.43 | 114.97 | 123.43 | 131.81 | 140.11 | 148.33 | 156.47 | 164.53 | 172.51 | 180.43 | 188.31 | 196.15 | 203.95 | 211.71 | 219.43 |
| 20.0 | 4.71 | 5.59 | 8.73 | 12.57 | 17.10 | 22.34 | 28.28 | 34.90 | 42.23 | 50.35 | 59.21 | 67.83 | 76.31 | 84.65 | 92.85 | 100.91 | 108.93 | 116.91 | 124.85 | 132.75 | 140.61 | 148.43 | 156.21 | 163.95 | 171.65 | 179.31 | 186.93 | 194.51 | 202.05 | 209.55 |
| 22.5 | 4.71 | 5.29 | 8.27 | 11.99 | 16.20 | 21.17 | 26.79 | 33.05 | 40.01 | 47.69 | 56.11 | 64.29 | 72.33 | 80.23 | 88.01 | 95.67 | 103.21 | 110.71 | 118.17 | 125.61 | 132.93 | 140.23 | 147.51 | 154.75 | 161.95 | 169.11 | 176.23 | 183.31 | 190.35 | 197.35 |
| 25.0 | 4.71 | 5.00 | 7.85 | 11.31 | 15.53 | 20.11 | 25.45 | 31.41 | 38.01 | 45.10 | 52.67 | 60.61 | 68.41 | 76.07 | 83.61 | 91.03 | 98.43 | 105.81 | 113.17 | 120.51 | 127.83 | 135.13 | 142.41 | 149.67 | 156.91 | 164.11 | 171.27 | 178.41 | 185.51 | 192.57 |
| 27.5 | 4.71 | 4.79 | 7.48 | 10.77 | 14.66 | 19.15 | 24.24 | 29.91 | 36.20 | 43.07 | 50.43 | 58.17 | 66.17 | 74.13 | 82.05 | 89.93 | 97.77 | 105.57 | 113.33 | 121.07 | 128.79 | 136.49 | 144.17 | 151.83 | 159.47 | 167.07 | 174.63 | 182.17 | 189.67 | 197.13 |
| 30.0 | 4.71 | 4.57 | 7.14 | 10.27 | 13.90 | 18.28 | 23.14 | 28.55 | 34.54 | 41.54 | 49.04 | 56.94 | 65.13 | 73.51 | 81.87 | 90.21 | 98.51 | 106.77 | 115.01 | 123.23 | 131.43 | 139.61 | 147.77 | 155.91 | 164.03 | 172.13 | 180.21 | 188.27 | 196.31 | 204.33 |
| 32.5 | 4.71 | 4.37 | 6.83 | 9.84 | 13.30 | 17.49 | 22.10 | 27.31 | 33.05 | 40.20 | 48.07 | 56.35 | 64.93 | 73.71 | 82.57 | 91.41 | 100.23 | 109.03 | 117.81 | 126.57 | 135.31 | 144.03 | 152.73 | 161.41 | 170.07 | 178.71 | 187.33 | 195.93 | 204.51 | 213.07 |
| 35.0 | 4.71 | 4.19 | 6.54 | 9.42 | 12.83 | 16.76 | 21.21 | 26.17 | 31.67 | 38.17 | 45.92 | 54.11 | 62.67 | 71.51 | 80.53 | 89.51 | 98.47 | 107.41 | 116.33 | 125.23 | 134.11 | 142.97 | 151.81 | 160.63 | 169.43 | 178.21 | 186.97 | 195.71 | 204.43 | 213.13 |
| 37.5 | 4.71 | 4.02 | 6.28 | 9.05 | 12.32 | 16.09 | 20.25 | 25.13 | 30.41 | 36.28 | 42.88 | 49.81 | 57.07 | 64.63 | 72.47 | 80.57 | 88.63 | 96.67 | 104.69 | 112.69 | 120.67 | 128.63 | 136.57 | 144.49 | 152.39 | 160.27 | 168.13 | 175.97 | 183.79 | 191.59 |
| 40.0 | 4.71 | 3.87 | 6.04 | 8.70 | 11.94 | 15.47 | 19.58 | 24.16 | 29.24 | 34.77 | 40.73 | 47.03 | 53.67 | 60.63 | 67.81 | 75.11 | 82.53 | 90.07 | 97.63 | 105.17 | 112.69 | 120.19 | 127.67 | 135.13 | 142.57 | 150.01 | 157.43 | 164.83 | 172.21 | 179.57 |
| 42.5 | 4.71 | 3.72 | 5.82 | 8.38 | 11.40 | 14.60 | 18.65 | 23.27 | 28.16 | 33.37 | 38.91 | 44.81 | 51.07 | 57.61 | 64.33 | 71.13 | 77.91 | 84.67 | 91.43 | 98.17 | 104.89 | 111.59 | 118.27 | 124.93 | 131.57 | 138.19 | 144.79 | 151.37 | 157.93 | 164.47 |
| 45.0 | 4.71 | 3.59 | 5.61 | 8.09 | 11.00 | 13.85 | 17.81 | 22.44 | 27.15 | 32.07 | 37.11 | 42.40 | 47.95 | 53.67 | 59.47 | 65.25 | 71.01 | 76.75 | 82.47 | 88.17 | 93.85 | 99.51 | 105.15 | 110.77 | 116.37 | 121.95 | 127.51 | 133.05 | 138.57 | 144.07 |
| 47.5 | 4.71 | 3.47 | 5.42 | 7.80 | 10.62 | 13.30 | 17.15 | 21.65 | 26.21 | 30.89 | 35.61 | 40.39 | 45.23 | 50.13 | 55.01 | 59.87 | 64.71 | 69.53 | 74.33 | 79.11 | 83.87 | 88.61 | 93.33 | 98.03 | 102.71 | 107.37 | 112.01 | 116.63 | 121.23 | 125.83 |
| 50.0 | 4.71 | 3.35 | 5.24 | 7.54 | 10.26 | 12.81 | 16.57 | 20.94 | 25.34 | 29.73 | 34.11 | 38.47 | 42.81 | 47.13 | 51.43 | 55.71 | 59.97 | 64.21 | 68.43 | 72.63 | 76.81 | 80.97 | 85.11 | 89.23 | 93.33 | 97.41 | 101.47 | 105.51 | 109.53 | 113.53 |
| 52.5 | 4.71 | 3.24 | 5.07 | 7.30 | 9.83 | 12.37 | 16.02 | 20.27 | 24.52 | 28.74 | 32.91 | 37.07 | 41.21 | 45.33 | 49.43 | 53.51 | 57.57 | 61.61 | 65.63 | 69.63 | 73.61 | 77.57 | 81.51 | 85.43 | 89.33 | 93.21 | 97.07 | 100.91 | 104.73 | 108.53 |
| 55.0 | 4.71 | 3.14 | 4.91 | 7.07 | 9.52 | 12.07 | 15.50 | 19.64 | 23.76 | 27.81 | 31.83 | 35.83 | 39.81 | 43.77 | 47.71 | 51.63 | 55.53 | 59.41 | 63.27 | 67.11 | 70.93 | 74.73 | 78.51 | 82.27 | 86.01 | 89.73 | 93.43 | 97.11 | 100.77 | 104.43 |
| 57.5 | 4.71 | 3.05 | 4.76 | 6.85 | 9.33 | 12.19 | 15.42 | 19.04 | 23.04 | 27.01 | 30.93 | 34.81 | 38.67 | 42.51 | 46.33 | 50.13 | 53.91 | 57.67 | 61.41 | 65.13 | 68.83 | 72.51 | 76.17 | 79.81 | 83.43 | 87.03 | 90.61 | 94.17 | 97.71 | 101.23 |
| 60.0 | 4.71 | 2.96 | 4.66 | 6.65 | 9.05 | 12.13 | 14.97 | 18.48 | 22.30 | 26.09 | 29.83 | 33.53 | 37.21 | 40.87 | 44.51 | 48.13 | 51.73 | 55.31 | 58.87 | 62.41 | 65.93 | 69.43 | 72.91 | 76.37 | 79.81 | 83.23 | 86.63 | 90.01 | 93.37 | 96.71 |
| 62.5 | 4.71 | 2.87 | 4.49 | 6.46 | 8.79 | 11.89 | 14.64 | 17.95 | 21.72 | 25.45 | 29.13 | 32.77 | 36.37 | 39.93 | 43.47 | 46.99 | 50.49 | 53.97 | 57.43 | 60.87 | 64.29 | 67.69 | 71.07 | 74.43 | 77.77 | 81.09 | 84.39 | 87.67 | 90.93 | 94.17 |
| 65.0 | 4.71 | 2.78 | 4.28 | 6.28 | 8.55 | 11.67 | 14.14 | 17.45 | 21.12 | 24.73 | 28.29 | 31.81 | 35.29 | 38.73 | 42.13 | 45.51 | 48.87 | 52.21 | 55.53 | 58.83 | 62.11 | 65.37 | 68.61 | 71.83 | 75.03 | 78.21 | 81.37 | 84.51 | 87.63 | 90.73 |
| 67.5 | 4.71 | 2.69 | 4.13 | 6.07 | 8.33 | 11.47 | 13.72 | 16.94 | 20.55 | 24.11 | 27.61 | 31.07 | 34.49 | 37.87 | 41.23 | 44.57 | 47.89 | 51.19 | 54.47 | 57.73 | 60.97 | 64.19 | 67.39 | 70.57 | 73.73 | 76.87 | 80.01 | 83.13 | 86.23 | 89.31 |
| 70.0 | 4.71 | 2.58 | 4.00 | 5.80 | 8.00 | 11.10 | 13.10 | 16.00 | 19.00 | 22.00 | 25.00 | 28.00 | 31.00 | 34.00 | 37.00 | 40.00 | 43.00 | 46.00 | 49.00 | 52.00 | 55.00 | 58.00 | 61.00 | 64.00 | 67.00 | 70.00 | 73.00 | 76.00 | 79.00 | 82.00 |
| 72.5 | 4.71 | 2.51 | 3.90 | 5.65 | 7.90 | 10.64 | 12.72 | 15.71 | 18.61 | 21.41 | 24.11 | 26.81 | 29.51 | 32.21 | 34.91 | 37.61 | 40.31 | 42.91 | 45.51 | 48.11 | 50.71 | 53.31 | 55.91 | 58.51 | 61.11 | 63.71 | 66.31 | 68.91 | 71.51 | 74.11 |

Tableau 5.3 : Barres d'acier ; diamètres nominaux, pasées, sections

20

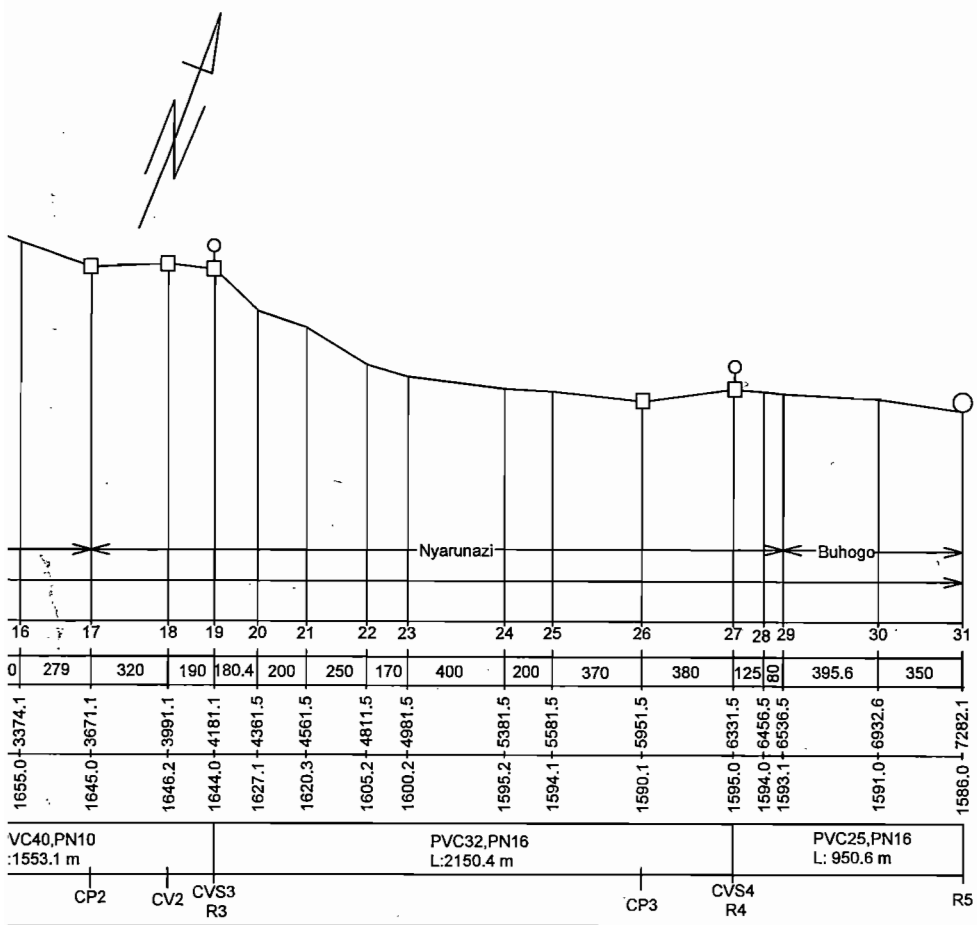
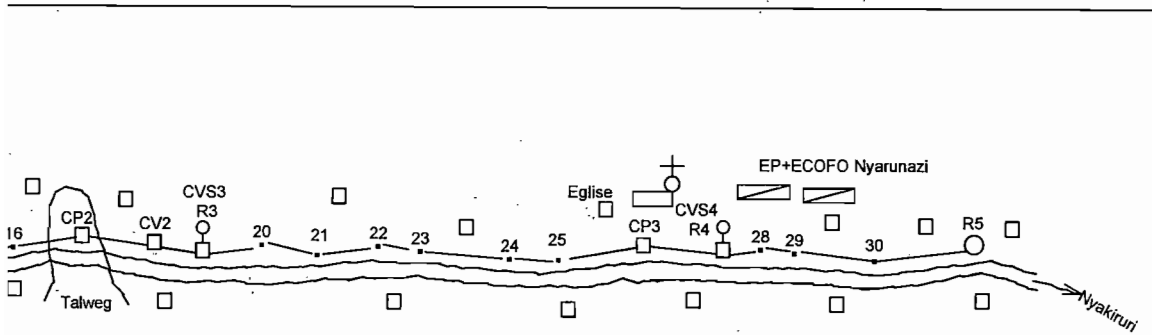


| m_1 | ω_1 | k_2 | k_1 | $\frac{-\epsilon_2}{1000}$ | $\frac{\epsilon_1}{1000}$ | γ |
|-------|------------|-------|-------|----------------------------|---------------------------|----------|
| 0.01 | 0.018 | 0.09 | 0.97 | 0.46 | 5.00 | 1.75 |
| 0.02 | 0.037 | 0.12 | 0.96 | 0.68 | 5.00 | |
| 0.03 | 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 | 2.23 | 5.00 | |
| 0.12 | 0.241 | 0.33 | 0.87 | 2.42 | 5.00 | |
| 0.13 | 0.264 | 0.33 | 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 | 0.43 | 0.81 | 3.50 | 4.23 | |
| 0.18 | 0.395 | 0.49 | 0.80 | 3.50 | 3.67 | |
| 0.19 | 0.436 | 0.54 | 0.78 | 3.50 | 3.00 | 1.75 |



Plan de comparaison 1500.0

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|------------------------|--------|------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|
| No des points du profil | CD | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| Distances partielles | | 110 | 250 | 270 | 300 | 120 | 320 | 100 | 280 | 350 | 400 | 30 | 350 | 155 | 170.1 | 299 |
| Distances cumulées | 000.0 | 110.0 | 360.0 | 630.0 | 930.0 | 1050.0 | 1370.0 | 1470.0 | 1750.0 | 2100.0 | 2500.0 | 2530.0 | 2880.0 | 3035.0 | 3205.1 | 3504.1 |
| Altitudes du terrain naturel | 1800.0 | 1790.0 | 1777.0 | 1764.0 | 1751.2 | 1745.1 | 1720.1 | 1705.0 | 1685.1 | 1670.1 | 1675.0 | 1679.0 | 1678.1 | 1676.2 | 1670.0 | |
| ø et longueurs des tuyaux | | PVC40, PN10 L:630 m | | | PVC40, PN10 L:2280 m | | | | | | | | | | | |
| Ouvrages d'art | CD | | | CVS1 R1 | | | | | CP1 | | | CV1 | | CVS2 R2 | | |



REPUBLIQUE DU BURUNDI
 AGENCE BURUNDAISE DE L'HYDRAULIQUE RURALE
PROJET D'ADDUCTION EN EAU POTABLE DE NYARUNAZI III
 Commune Buraza
 Province GITEGA
 Source Nyagatika III Débit : 1.3 l/s

