UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

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

Ndereyimana, Jules Stève; Njeneza, Consolée; Sous la direction de : Ir. Nduwimana Donatien

2017-03
UB,ITS
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2288

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR

DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT ET URBANISME

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

Par:
NDEREYIMANA Jules Steve
et
NJENEZA Consolée

Sous la direction de :

Ir. NDUWIMANA Donatien

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

Bujumbura, Mars 2017

DEDICACES

A Dieu Tout Puissant;

A mes parents;

A mes frères et sœurs;

A mes oncles et tantes;

A mes cousins et cousines;

A mes neveux et nièces;

A toutes mes connaissances;

A mon collègue NJENEZA Consolée;

Je dédie ce travail

NDEREYIMANA Jules Steve

A Dieu Tout Puissant;

A mes parents;

A ma sœur;

A toute ma famille et ceux qui me sont chers;

A mon collègue NDEREYIMANA Jules Steve;

Je dédie ce travail

NJENEZA Consolée

REMERCIEMENTS

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

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

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

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

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

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en Eau Potable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

C.M : Centre Mitakataka

L.C.M : Lycée Communal Mitakataka

ECOFO.M : Ecole Fondamentale de Mitakataka

ISP.M : Institut Supérieur de Police de Mitakataka

REGIDESO : Régie de l'Eau et d'Electricité

PVC : Polychlorure de Vinyle

PN : Pression Nominale

R : Réservoir

CV : Chambre de Ventouse

CP : Chambre de Purge

BF : Borne Fontaine

FF : Forfaitaire

PU : Prix Unitaire

Q : Quantité

U : Unité

PT : Prix Total

ST : Sous Total

TG : Total Général

TGHTVA : Total Général Hors Taxe sur Valeur Ajoutée

TVA : Taxe sur Valeur Ajoutée

TEM : Temps d'Exécution Moyen

AHR : Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale

DGAHR : Direction Générale d'Agence Burundaise d'Hydraulique Rurale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Valeur indicatif de la qualité de l'eau 3

Tableau 2 : Collines de recensement, zones et communes de la province de bubanza 5

Tableau 3: Population à desservir en 2016 7

Tableau 4: Résultats des recensements généraux de 1990 et 2008 de la commune Bubanza 8

Tableau 5: Population projetée en 2036 8

Tableau 6: Consommation spécifiques 9

Tableau 7: Consommation journalière de la population (2016 et 2036) 10

Tableau 8: Besoins actuels et futurs 12

Tableau 9: Récapitulatif des besoins en 2036 12

Tableau 10: Coefficients horaires en milieu rural 20

Tableau 11: Tableau 11 : Capacité du réservoir R1 21

Tableau 12: Capacité du réservoir2 R2 21

Tableau 13: Capacité du réservoir R3 22

Tableau 14: Capacité du réservoir R4 22

Tableau 15: Récapitulatif des dimensionnements des réservoirs 23

Tableau 16: Calculs hydrauliques 41

Tableau 17: Quantité des travaux pour le captage, les chambres, les conduites et les bornes fontaines 53

Tableau 18: Quantité des travaux et des matériaux pour les résultats 54

Tableau 19: Devis quantitatif et estimatif 57

Tableau 20: Planification des tâches 58

LISTE DES FIGURES

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

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE

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

Notre travail est subdivisé en 6 chapitres :

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

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

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

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

TABLE DE MATIERES

DEDICACES.....I

REMERCIEMENTS.....II

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....III

LISTE DES TABLEAUX.....IV

LISTE DES FIGURES.....V

RÉSUMÉ DU MÉMOIRE.....VI

TABLE DE MATIERES.....VII

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE DU PROJET.....1

I.1. INTRODUCTION.....1

I.1.1. Généralités.....1

I.1.2. Motivation du sujet.....1

I.1.3. Objet du sujet.....1

I.1.4. Eau potable.....1

I.1.5. Qualité d'eau potable.....2

I.1.6. Analyses des aspects bactériologiques.....2

I.1.7. Analyses des aspects physico-chimiques.....3

I.2. DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET.....4

I.2.1. Situation géographique.....4

I.2.2. Organisation administrative.....5

I.2.3. Localisation de la zone du projet.....6

CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE.....7

II.1. INTRODUCTION.....7

II.2. POPULATION A DESSERVIR.....7

II.2.1. Population actuelle(2016).....7

II.2.2. Population à l'horizon de planification.....8

II.3. CALCUL DES BESOINS EN EAU.....9

II.3.1. Introduction.....9

II.3.2. Calcul des pertes.....10

II.3.3. Notion de production de pointe.....11

CHAPITRE III : SYSTEME DE CAPTAGE 13

III.1. CAPTAGE DES EAUX DE SURFACE 13
III.2. CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES 13
III.3. TYPES DE SOURCES 13
III.4. DETERMINATION DU DEBIT D'UNE SOURCE 15
III.5. LES OUVRAGES DE CAPTAGE 15
III.6. PRINCIPE ADAPTE POUR LE CAPTAGE 16
III.6.1. Terrassement 16
III.6.2. Construction 16
III.7. PROTECTION DE LA ZONE DE CAPTAGE 17

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ET CALCULS HYDRAULIQUES 18

IV.1. INTRODUCTION 18
IV.2. STOCKAGE DE L'EAU 18
IV.2.1. Principe de construction des réservoirs 18
IV.2.2. Types de réservoirs 18
IV.2.3. Emplacement des réservoirs 19
IV.2.4. Equipements d'un réservoir 19
IV.3. CAPACITE DES RESERVOIRS 19
IV.3.1. Calcul de la capacité des réservoirs 20
IV.3.2. Pré dimensionnement des réservoirs 23
IV.3.3. Dimensionnement proprement dit 24
IV.4. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION 32
IV.4.1. Types de tuyaux 32
IV.4.2. Quelques ouvrages de transport 33
IV.5. DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES 37
IV.5.1. Interprétation géométrique de l'équation de Bernoulli: 39
IV.5.2. Calculs hydrauliques 39

CHAPITRE V : EVALUATION DU COUT DU PROJET 43

V.1. INTRODUCTION 43
V.2. QUANTITES DES TRAVAUX ET DES MATERIAUX 43
V.3. PLANNING DES TRAVAUX 58

V.3.1. Panification des tâches 58
V.3.2. Diagramme de Gantt 59

CHAPITRE VI : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS 60

VI.1. CONCLUSION GENERALE 60
VI.2. RECOMMANDATIONS 60

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 61

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE DU PROJET

I.1. Introduction

I.1.1. Généralités

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

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

I.1.2. Motivation du sujet

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

I.1.3. Objet du sujet

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

- NYARUNAZI
- KUNYANGE
- MITAKATAKA

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

I.1.4. Eau potable

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

I.1.5. Qualité d'eau potable

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

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

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

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

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

I.1.6. Analyses des aspects bactériologiques

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

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

I.1.7. Analyses des aspects physico-chimiques

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

Caractéristiques	Unité	Valeurs limites
Turbidité	NTU	5
Valeur de pH	-	6.5 à 9.2
Conductibilité	S/cm	700
Matières en suspension (MES)	mg/l	500
Fer (Fe^{2+})	mg/l	0.3
Dureté	mg/l	20 à 30
Sodium(Na)	mg/l	20
Ammoniaque(NH_4)	mg/l	1.0
Calcium (Ca^{2+})	mg/l	75
Température	°C	9 à 12
Sulfates (SO_4^{2-})	mg/l	200
Gaz carbonique(CO_2)	mg/l	-
Nitrite (NO^-)	mg/l	25
Potassium (K^+)	mg/l	10
Phosphates (PO_4^-)	mg/l	7
Magnésium	mg)/l	50
Oxygène(O_2)	% de saturation	20
Demande chimique en O_2DCO	mg/l	5 /$KMNO_4$
Chlorures (Cl^-)	mg/l	200

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

I.2. Description de la zone du projet

I.2.1. Situation géographique

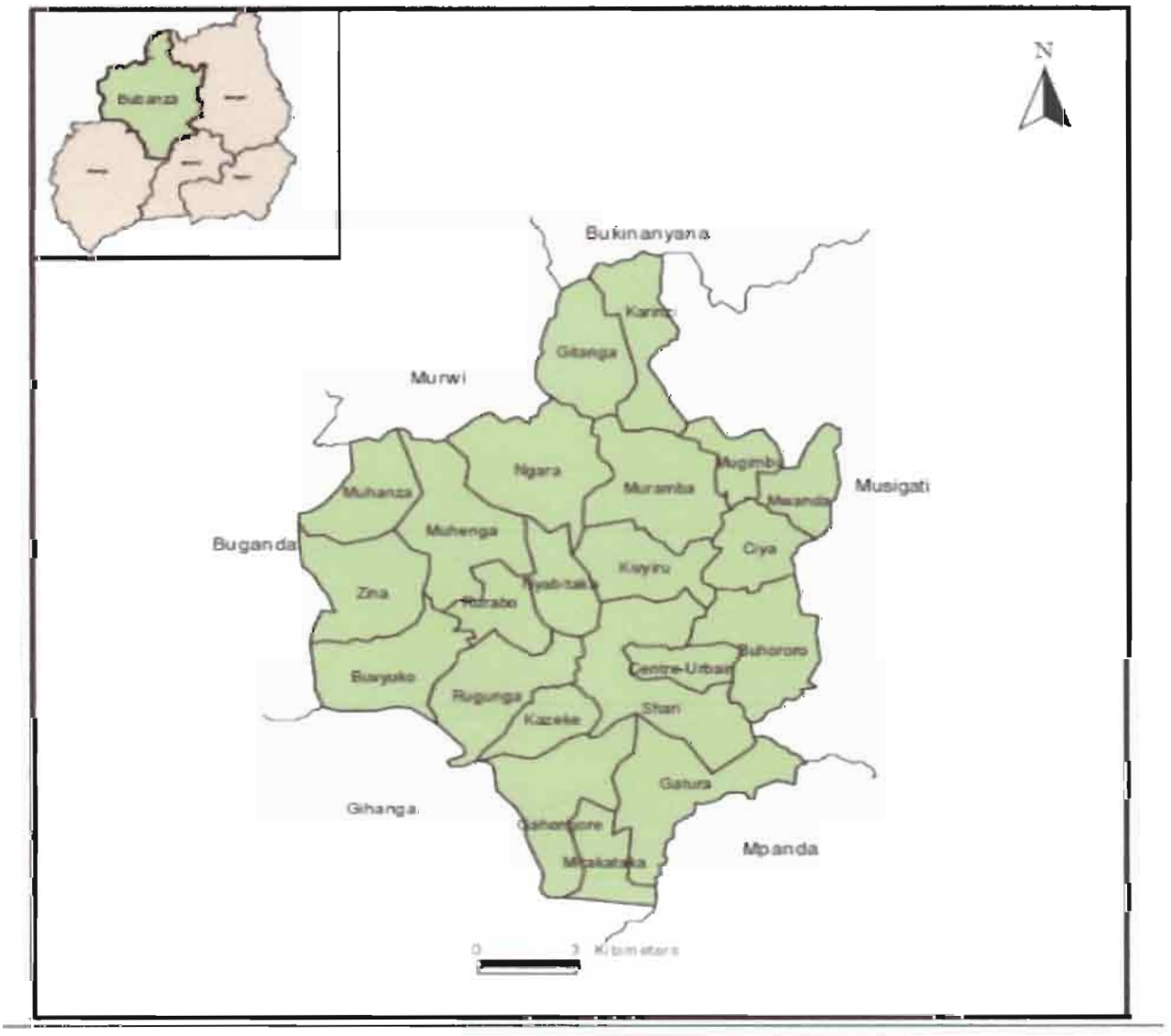
La commune Bubanza est située au Nord-Ouest de la Province Bubanza et c'est dans cette commune qu'est situé le chef-lieu de la province. Elle a une superficie estimée à 224,82km^2.

La commune Bubanza est frontalière:

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

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

Figure 1: découpage administratif



I.2.2. Organisation administrative

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

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

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

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

I.2.3. Localisation de la zone du projet

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

PLAN DE LOCALISATION DE LA ZONE DU PROJET

Figure 2: Plan de localisation de la zone du projet



CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE

II.1. Introduction

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

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

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

II.2. Population à desservir

II.2.1. Population actuelle(2016).

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

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

Tableau 3: Population à desservir en 2016

II.2.2. Population à l'horizon de planification

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

$$P_n = P_0 (1+r)^n \qquad \text{II.1}$$

Avec :

P_n : Population projetée après n années ;

P_O : Population actuelle ;

r : taux de croissance ;

n : durée de vie du projet.

Détermination du taux de croissance

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

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

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

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

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

Tableau 5: Population projetée en 2036

II.3. Calcul des besoins en eau

II.3.1. Introduction

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

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

Tableau 6: Consommation spécifiques

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

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

	SITUATION EN 2016			**SITUATION EN 2036**			
Collines	**Ménages**	**Effectifs**	**Qs**	**Qjmoy**	**Effectif**	**Qjmoy**	
			l/j/p	l/j		l/j	m3/j
NYARUNAZI	15	90	20	1800	134	2680	2,68
KUNYANGE	19	114	20	2280	170	3400	3,4
MITAKATAKA	27	162	20	3240	241	4820	4,82
C.M	107	642	20	12840	954	19080	19,08
Sous-Total.1	168	1008		20160	1499	29980	29,98
Collectivités							
ECOFO M	1	620	5	3100	922	4610	4,61
L.C.M	1	514	5	2570	764	3820	3,82
ISP M	1	200	40	8000	298	11920	11,92
Sous-Total.2		1334		13670	1984	20350	20,35
Total		**2342**		**33830**	**3483**	**50330**	**50,33**

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

II.3.2. Calcul des pertes

Les raisons de ces pertes sont diverses:

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

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

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

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

$$\textbf{Qjmoyens} = \textbf{besoins journaliers moyens} \qquad \textbf{II.3}$$

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

II.3.3. Notion de production de pointe

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

La production de pointe est donnée par la relation suivante:

$$\textbf{Q}_{jp}\textbf{=Qjmoy*(1+c)} \qquad \textbf{II.4}$$

Avec :

Qjp=production journalière de pointe.

Qjmoy =besoins moyens journaliers

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

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

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

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

Tableau 8: Besoins actuels et futurs

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

Tableau 9: Récapitulatif des besoins en 2036

CHAPITRE III : SYSTEME DE CAPTAGE

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

III.1. Captage des eaux de surface

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

III.2. Captage des eaux souterraines

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

III.3. Types de sources

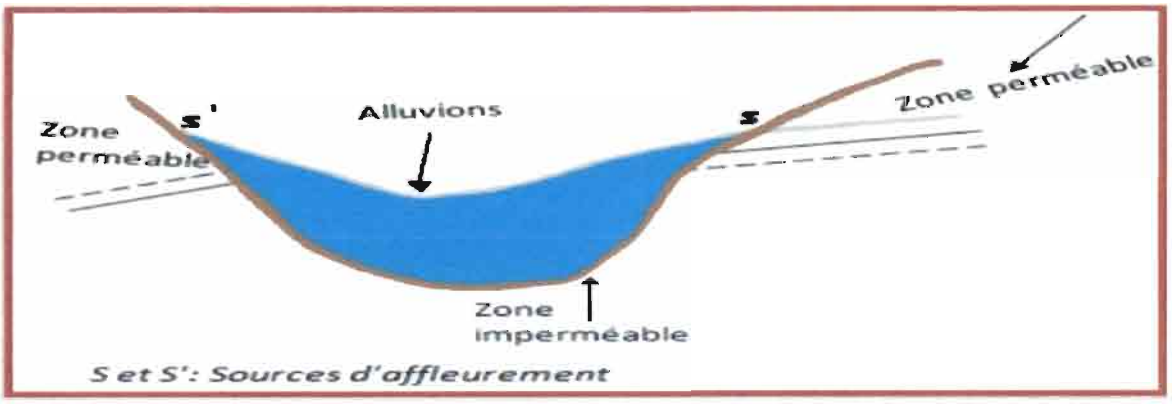
Dans la nature les sources se présentent comme suit :

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

a) Sources d'affleurement avec son schéma

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

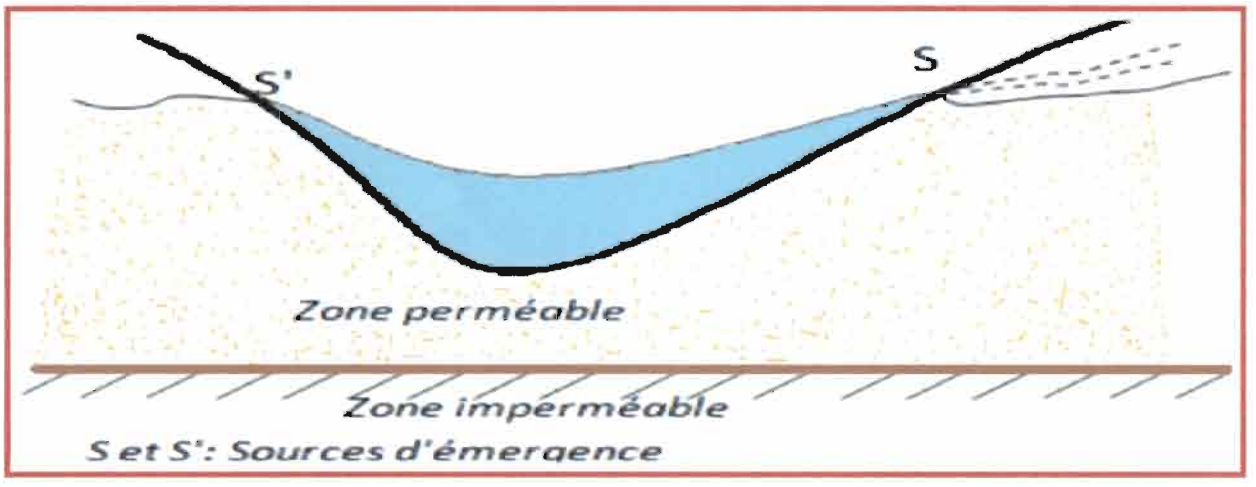
Figure 3: Source d'affleurement



b) Sources d'émergence

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

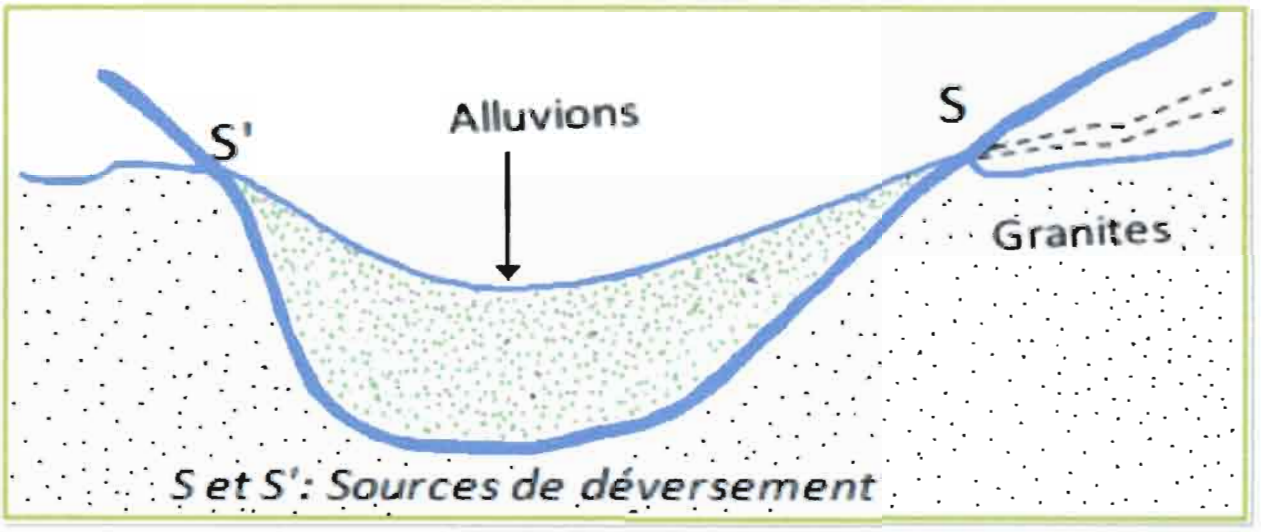
Figure 4: Source d'émergence



c) Source de déversement

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

Figure 5: Source de déversement



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

III.4. Détermination du débit d'une source

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

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

$$Q = \frac{volume d'un récipient}{temps mis pour remplir ce récipient} \quad \text{III.1}$$

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

III.5. Les ouvrages de captage

Parmi les ouvrages de captage nous pouvons distinguer :

- La chambre de captage
- La chambre de départ

a) Chambre de captage

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

b) Chambre de départ

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

III.6. Principe adapté pour le captage

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

III.6.1. Terrassement

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

III.6.2. Construction

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

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

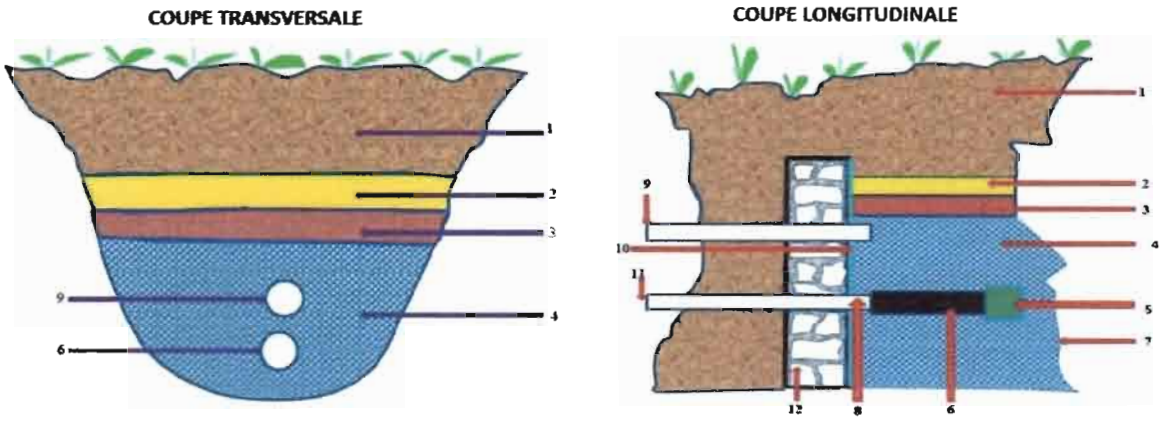
a) Drainage

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

b) Barrage

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

Figure 6: Schémas de principe de captage



Légende

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

III.7. Protection de la zone de captage

La zone de captage doit être protégée contre :

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

Pour ce, il faut :

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

CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ET CALCULS HYDRAULIQUES

IV.1. Introduction

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

IV.2. Stockage de l'eau

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

IV.2.1. Principe de construction des réservoirs

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

IV.2.2. Types de réservoirs

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

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

On peut classer aussi les réservoirs selon les matériaux:

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

Au niveau de la forme, on peut trouver régulièrement:

- Les réservoirs cylindriques.

- Les réservoirs parallélépipédiques.

IV.2.3. Emplacement des réservoirs

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

IV.2.4. Equipements d'un réservoir

Les éléments d'un réservoir sont :

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

IV.3. Capacité des réservoirs

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

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

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

$$V_E = Q_E * t = \int_o^t Q_E \, dt \qquad \text{IV.1}$$

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

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

Capacité théorique = grand supplément + grand déficit en valeur absolue **IV.3**

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

Capacité pratique = capacité théorique * 1, 5 **IV.4**

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

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

Tableau 10: Coefficients horaires en milieu rural

IV.3.1. Calcul de la capacité des réservoirs

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

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

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

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

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

Avec :

Ch: Coefficient horaire

Q_E : Débit horaire en m^3/h

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

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

V_{SC} : Volume sortant cumulée en m^3

Les résultats sont dans les tableaux suivants:

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

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

Tableau 11: Tableau 11 : Capacité du réservoir R1

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

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

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

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

Tableau 12: Capacité du réservoir2 R2

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

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

c. Capacité du réservoir R3 sur la colline MITAKATAKA, QE=O, 281m3/h

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

Tableau 13: Capacité du réservoir R3

Capacité théorique=/1,29/+/-1,06/=2,35

Capacité pratique=2,35m^3*1,5=3,525m^3

Soit un réservoir de 5m^3

d. Capacité du réservoir R4 sur le centre MITAKATAKA, QE=2,3m^3/h

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

Tableau 14: Capacité du réservoir R4

Capacité théorique=/10,5/+/-8,7/=19,2

Capacité pratique=19,2m^3*1,5=28,8m^3Soit un réservoir de 30m^3

Pour tout le projet, nous allons utiliser 4 réservoirs dont 3 de 5 m^3 et 1 de 30 m^3.

IV.3.2. Pré dimensionnement des réservoirs

Nous allons tenir compte :

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

a. Diamètre :

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

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

Avec :

D : Diamètre intérieur en m

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

b. Hauteur:

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

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

Avec :

h_u : La hauteur utile en m ;

D : Diamètre intérieur en m.

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

$$\mathbf{H = h_u + h_l}$$ **IV.11**

H: Hauteur totale du réservoir en m

$\mathbf{h_u}$: Hauteur utile en m

$\mathbf{h_l}$: Hauteur libre en m

Réservoir	Diamètre intérieur D	Epaisseur des parois(e)	Diamètre extérieur Dext	h_u	h_l	H	Lx=Ly	Epaisseur dalle
5 m^3	2,4	0,4	3,2	1,10	0,4	1,5	3,36	12
5 m^3	2,4	0,4	3,2	1,10	0,4	1,5	3,36	12
5 m^3	2,4	0,4	3,2	1,10	0,4	1,5	3,36	12
30 m^3	4,36	0,4	5,16	2,01	0,4	1,5	5,41	17

Tableau 15: Récapitulatif des dimensionnements des réservoirs

Nous allons utiliser :

- La norme DIN1045
- Enrobage=1,5cm

- γ_b=25KN/m^3 (poids volumique du béton armé)
- p=2KN/m^3 (Charge d'exploitation)
- Béton B25 ⇒ fcu =17500
- γ_m=22,6KN/m^2 (poids volumique du mur)
- γ_e=10KN/m^3 (poids volumique de l'eau)
- b=1m (unités de bande par mètre de longueur)

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

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

IV.3.3. Dimensionnement proprement dit

Introduction

- Le radier et la dalle de couvercle du réservoir seront en béton armé dosé à350K$_g$ /m^3 et les parois en maçonneries de moellon avec un mortier de ciment dosé à 250K$_g$/m^3.
- Les parois intérieures c'est-à-dire en contact avec l'eau seront revêtues d'une couche d'étanchéité.
- Les parois extérieures c'est-à-dire en contact avec le sol seront recouvertes d'un enduit bitumineux et celles visibles seront rejointoyées.
- Les échelles intérieures seront nécessaires dans le but de faciliter l'entretien du réservoir.

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

Réservoir de 5 m^3

a. La dalle

- **Hauteur**

$$\mathbf{L_X=L_Y= Dext+2min\ (\frac{e}{3},\frac{Dext}{40})}$$

$= 3,2+2(0,08) = 3,36$m

$\alpha = \frac{Lx}{Ly} = 1$ Car $L_x = L_y$

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

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

Ici, nous avons une dalle bidirectionnelle car α=1

$$\mathbf{h} \geq \frac{\alpha * l}{35} = \frac{1*3,36}{35} = 0,096\text{m} \quad \text{soit } 10\text{Cm} \qquad \textbf{IV.13}$$

- **Epaisseur**

$$\mathbf{d=h+e+\frac{1}{2}\emptyset 10} \qquad \textbf{IV.14}$$

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

- **Calcul des charges**

Charges permanents

Poids de la dalle g_1

$g_1=\gamma_b * d$ **IV.15**

g_1 =25KN/m^3*0, 12m=3KN/m^2

Charges d'exploitation p=2KN/m^2

Revêtement Δ_g=1,5KN/m^2

Charge totale : $q=g_1+p+\Delta_g$ **IV.16**

q= 3KN/m^2+2KN/m^2+1,5KN/m^2

q= 6,5KN/m^2

- **Calcul des sollicitations**

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

$$mtx = mty = q\frac{l_x^2}{f_x^0} = q\frac{l_y^2}{f_y^0}$$ **IV.17**

mtx=mty=6,5*$\frac{3,36^2}{20}$=3,66KNm/m

- **Calcul des armatures**

$$msx = \frac{mtx}{b*h^2*fcu}$$ **IV.18**

msx= $\frac{3,66}{1*0,1^2*17500}$=0,020

On a ω_2=0,0514

$$msy = \frac{mty}{b*h'^2*fcu}$$ **IV.19**

Avec :

h'=h- 1cm h'=10cm–1cm=14 cm

msy=$\frac{3,66}{1*0,09^2*17500}$ =0,025

Et par interpolation

- 0,02↔0,037
- 0,025↔ω2
- 0,03↔0,055

On trouve ω_2=0,046

Sections des armatures

$A_{sx}= \omega_2 * \frac{b*h}{fe/fcu} = \frac{0,037*1*0,1}{24}$=0,00015m²/m=1,5cm²/m **IV.20**

$A_{sy}= \omega_2 * \frac{b*h}{fe/fcu} = \frac{0,046*1*0,09}{24}$=0,00017m²/m =1,7cm²/m **IV.21**

Choix: $\emptyset_8$ s_t=20cm A_{seff}**=2,51cm²/m**

b.Le radier

Epaisseur du radier

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

On choisit d=30cm =0,3m

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

$h_y=h_x$-1cm=27cm=0,27m

Calcul des charges

Charges permanentes du radier :

Poids de l'enduit et de l'étanchéitég_1=0,7KN/m²

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

$g= \gamma_b * d + g_1$=25KN/m³*0,3m+0,7KN/m²=8,2KN/m² **IV.23**

Surcharge d'exploitation

Poids de la dalle $P_1=q_d$***diam ext²*$\frac{\pi}{4}$** **IV.24**

Diam ext=DE+ (2*Débord)=3,2 + (2*0,1)=3,4m **IV.25**

P_1=6,5KN/m²*3,4²*$\frac{3,14}{4}$=58,9KN

Poids du mur

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

$$P_2 = 22.6 * \frac{3,2^2 - 2,4^2}{4} * 3,14 * 1,5 = 119,2KN$$

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

$\mathbf{p_3 = g_1 * (Di * \pi * H)}$ **IV.27**

P_3 = 0,7*(2,4*3,14*1,5) KN/m² =7,91KN

La pression totale sous le mur est calculée comme suit

$q = \frac{(P1+P2+P3)}{S(De*e*\pi)}$ **IV.28**

$q = \frac{58,9+119,2+7,91}{3,2*0,4*3,14}$=46,28KN/m²

Charge due à l'eau que contiendront les réservoirs

$P_e = \Upsilon_e * h_u$ avec $\Upsilon_e = \Upsilon_{eau} = 10KN/m3$ **IV.29**

$P_e = 10KN/m^3 * 1,1 = 11KN/m^3$

$q > P_e$

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

Calcul des sollicitations

Sans armature de torsion

$f_x^0 = 20,0$ et $f_y^0 = 20,0$

$$\boldsymbol{mtx = mty = q\frac{l_x^2}{f_x^0} = q\frac{l_y^2}{f_y^0}} \quad \textbf{IV.30}$$

$mtx = \frac{46,28*3,36^2}{20} = 26,1KN/m$

$mty = mtx = 26,1KN/m$

Calcul des armatures

$$\boldsymbol{msx = \frac{mtx}{b*h_x^2*fcu}} \quad \textbf{IV.31}$$

$msx = \frac{26,1}{1*0,8*17500} = 0,019$

Par interpolation

- $0,01 \leftrightarrow 0,018$
- $0,019 \leftrightarrow \omega_2$
- $0,02 \leftrightarrow 0,037$. On trouve $\omega_2 = 0,0351$

$$\boldsymbol{Asx = \omega^2 * \frac{b*h_x}{fe/fcu}} \quad \textbf{IV.32}$$

$Asx = 0,0351 * \frac{1*0,28}{24} = 0,000409m^2/m = 4,09cm^2/m$

$$\boldsymbol{msy = \frac{mty}{b*hy*fcu}} \quad \textbf{IV.33}$$

$msy = \frac{26,1}{1*(0,27)^2*17500} = 0,020$

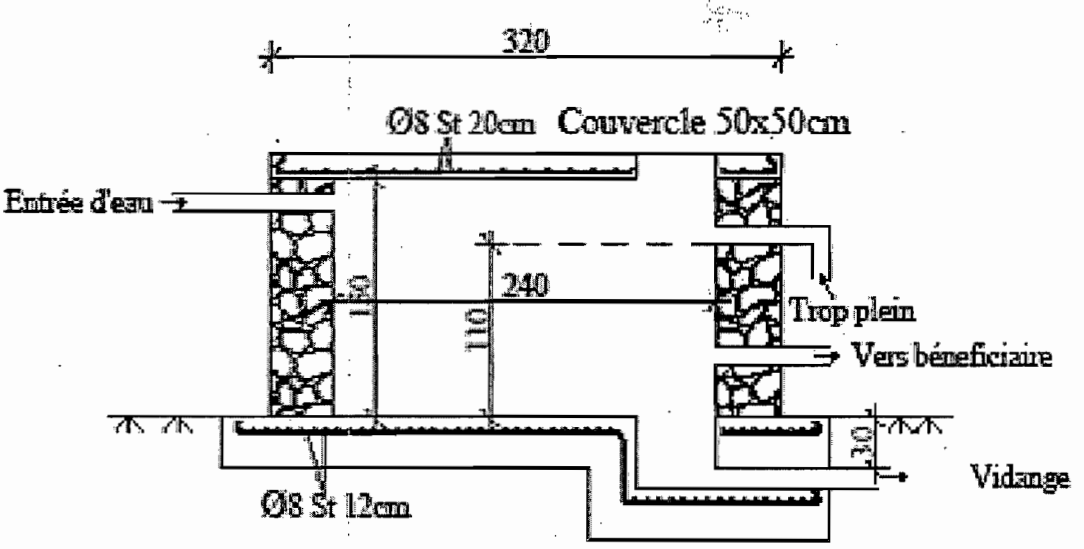
On a $\omega_2 = 0,037$

$$\boldsymbol{Asy = \omega^2 * \frac{b*hy}{fe/fcu}} \quad \textbf{IV.34}$$

$Asy = 0,037 * \frac{1*0,27}{24} = 0,0004162m2/m = 4,1cm^2/m$

Choix: Ø8 s_t=12cm $A_{s\,eff}$ **=4,19cm²/m**

Figure 7: Réservoir de 5m^3



Réservoir de 30 m^3

a. La dalle

- Hauteur

L_X=L_Y= Dext+2min $(\frac{e}{3},\frac{Dext}{40})$

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

$\alpha=\frac{lx}{ly}$=1 Car $L_x = L_y$

Si 0,4≤α≥ 1: on a une dalle bidirectionnelle

Si α<0,4 : on a une dalle unidirectionnelle

Ici, nous avons une dalle bidirectionnelle car α=1

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

- Epaisseur

d=h+e + $\frac{1}{2}$Ø10

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

- Calcul des charges

Charges permanentes

Poids de la dalle g_1

$g_1=\gamma_b$* d

g_1 =25KN/m^3*0, 17m=4,25KN/m^2

Charges d'exploitation

p=2KN/m^2

Revêtement Δ_g=1,5KN/m^2

Charge totale : q=g_1+p+Δ_g

q= 4, 25KN/m^2+2KN/m^2+1,5KN/m^2

q= 7,75KN/m^2

- Calcul des sollicitations

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

$$\boldsymbol{mtx = mty = q\frac{l_x^2}{f_x^0} = q\frac{l_y^2}{f_y^0}}$$

mtx=mty=7,75 $*\frac{5,418^2}{20}$=11,37KNm/m

- **Calcul des armatures**

$$msx = \frac{\text{mtx}}{\text{bh}^2\text{fcu}}$$

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

Et par interpolation

- 0,02↔0,037
- 0,02↔ω2 -0,03↔0, 055.

On trouve ω_2=0,0514

$$msy = \frac{\text{mty}}{\text{bh'}^2\text{fcu}}$$

Avec :

h'=h- 1cm h'=15cm–1cm=14cm

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

Et par interpolation

- 0,03↔0,055
- 0,033↔ω2
- 0,04↔0,075

On trouve ω_2=0,061

Sections des armatures

Asx= $\omega_2*\frac{b*h}{fe/fcu}$

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

$Asy = \omega_2 * \frac{b*h}{fe/fcu}$

$Asy = 0{,}0514\frac{1*0{,}14}{24}$=0,00035m²/m =3,5cm²/

Choix: Ø8 s_t=14cm A_{seff}**=3,59cm²/m**

b. Le radier

Epaisseur du radier

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

On choisit d=30cm =0,3m

h_x=d-(enrobage+Ø10/2)=30-(1,5+0,5)=28cm =0,28m h_y=h_x-1cm=0,27m

Calcul des charges

Charges permanentes du radier :

Poids de l'enduit et de l'étanchéité g_1=0,7 KN/m²

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

$g = \Upsilon_b * d + g_1$ = 25KN/m³*0, 3m+0, 7KN/m²=8,2 KN/m²

Surcharge d'exploitation

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

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

$P1 = 7{,}75 * 5{,}36^2 * \frac{3{,}14}{4}$=174,78KN

Poids du mur

$P_2 = \Upsilon_m * \frac{(D_e^2 - D_i^2)}{4} * \pi * HP_2 = 22{,}6 * \frac{(5{,}16^2 - 4{,}36^2)}{4} * 3{,}14 * 2{,}4 = 324{,}2\text{KN}$

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

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

P_3 = 0,7*(4,36*3,14*2,4)KN/m² =2,29KN

La pression totale sous le mur est calculée comme suit :

$$q = \frac{P1 + P2 + P3}{S(De * e * \pi)} \quad q = \frac{174{,}78 + 324{,}2 + 22{,}9}{5{,}16 * 0{,}4 * 3{,}14} = 80{,}5\text{kN/m}^2$$

Charge du à l'eau que contiendront les réservoirs

$P_e = \Upsilon_e * h_u$ avec $\Upsilon_e = \Upsilon_{eau}$ =10KN/m³ P_e =10KN/m³*2,01=20,1KN/m³

q>P_e

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

Calcul des sollicitations

Sans armature de torsion

f_x^0=20,0 et f_y^0=20,0

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

$$mty = mtx = 118,2KN$$

Calcul des armatures

$$msx = \frac{\text{mtx}}{\text{b*h}^2\text{x*fcu}}$$

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

Par interpolation

- 0,08↔0,154
- 0,086↔ω2
- 0,09↔0, 175.

On trouve ω_2 =0,166

$$Asx = \frac{\text{b*hx}}{\text{fe/fcu}}$$

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

$$msy = \frac{\text{mty}}{\text{b} * \text{hy}^2 * \text{fcu}}$$

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

Par interpolation

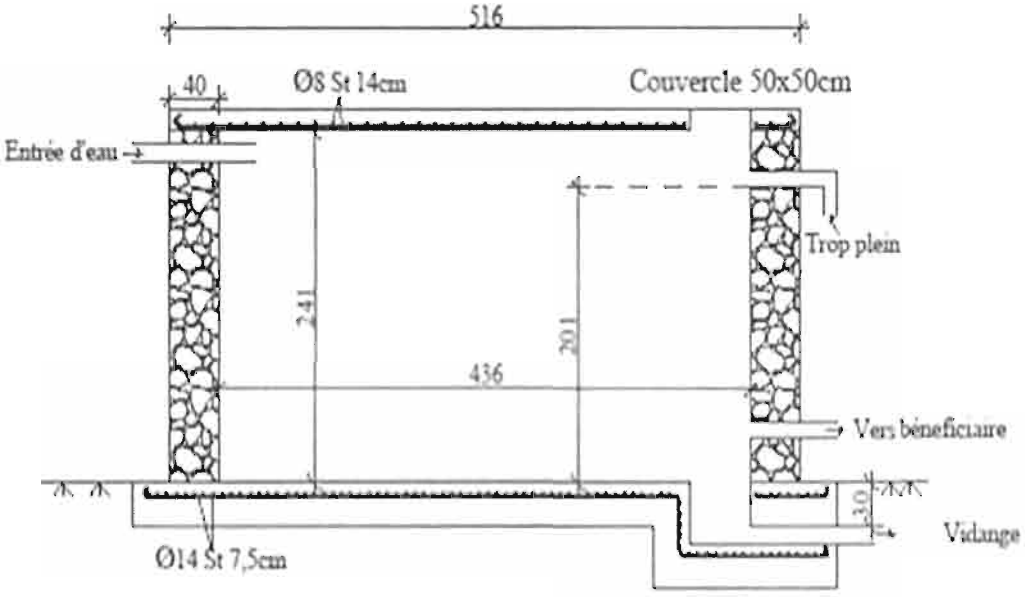
- 0,09↔0,175
- 0,092↔ω2 -0,1↔0,197.
- On trouve ω_2=0,179

$$Asy = \omega_2 \frac{\text{b*hy}}{\text{fe/fcu}}$$

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

Choix: Ø 14 **s_t=7,5cm** **As_{eff}=20,52cm^2/m**

Figure 8: Réservoir de $30m^3$



IV.4. Dimensionnement du réseau de distribution

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

IV.4.1. Types de tuyaux

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

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

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

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

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

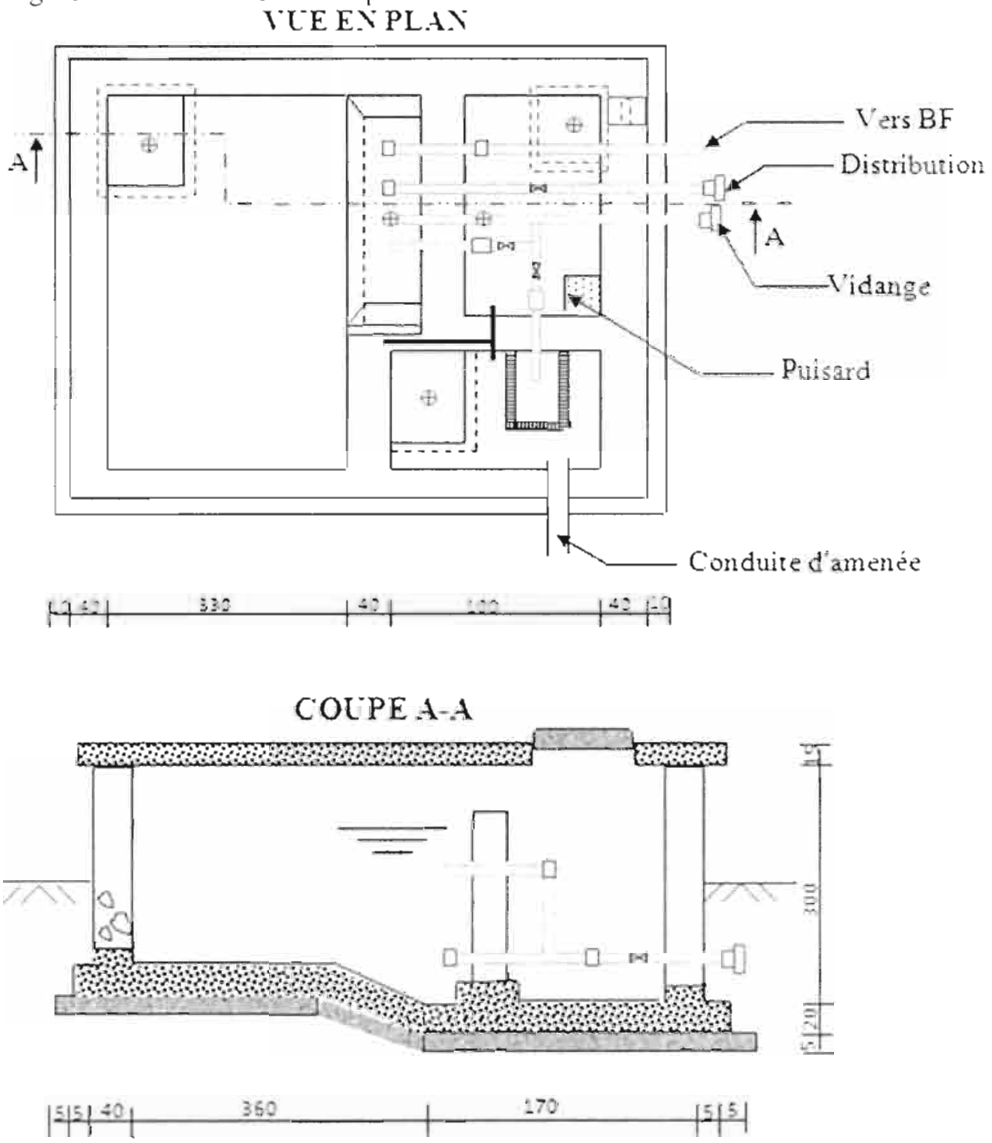
- Les tuyaux en PVC qui résistent jusqu'à une pression de 16bars (PVC PN16)

IV.4.2. Quelques ouvrages de transport

a. La chambre de départ

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

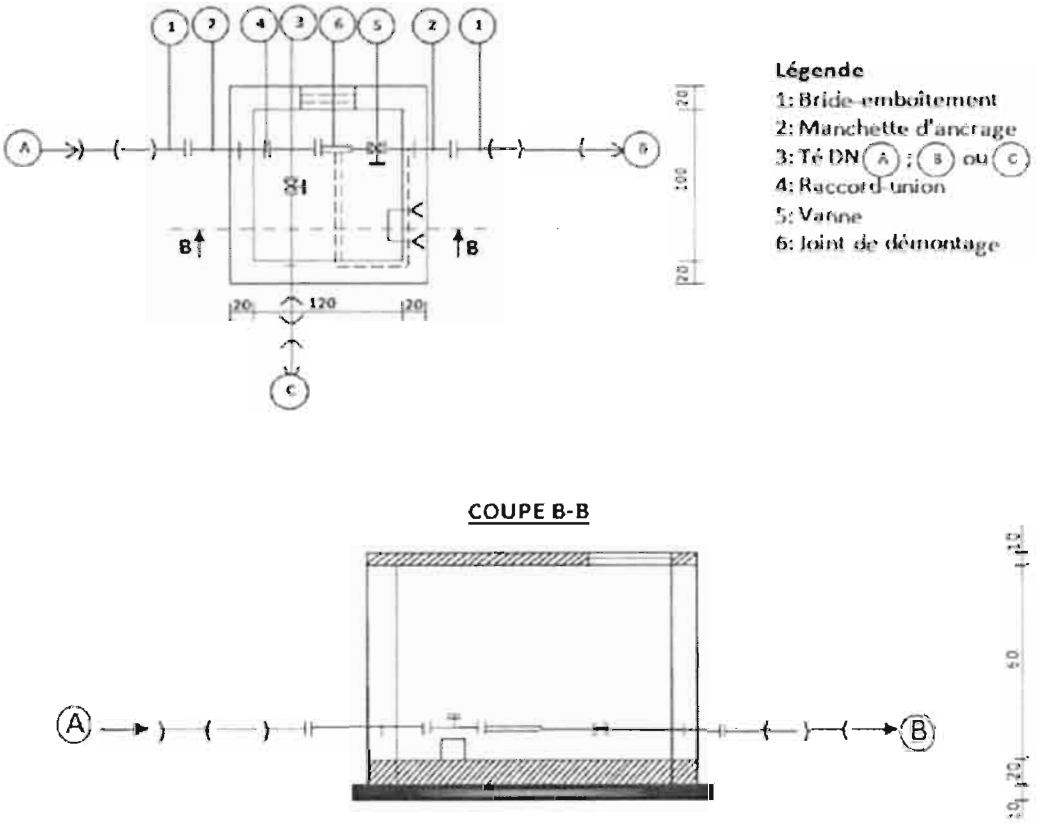
Figure 9: Chambre de départ



b. La chambre de vannes et de sectionnement

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

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

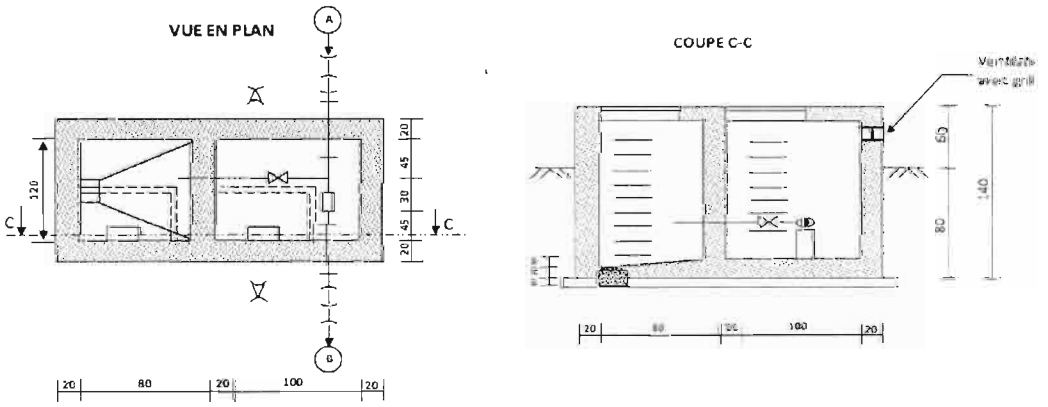


c. La chambre de purge

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

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

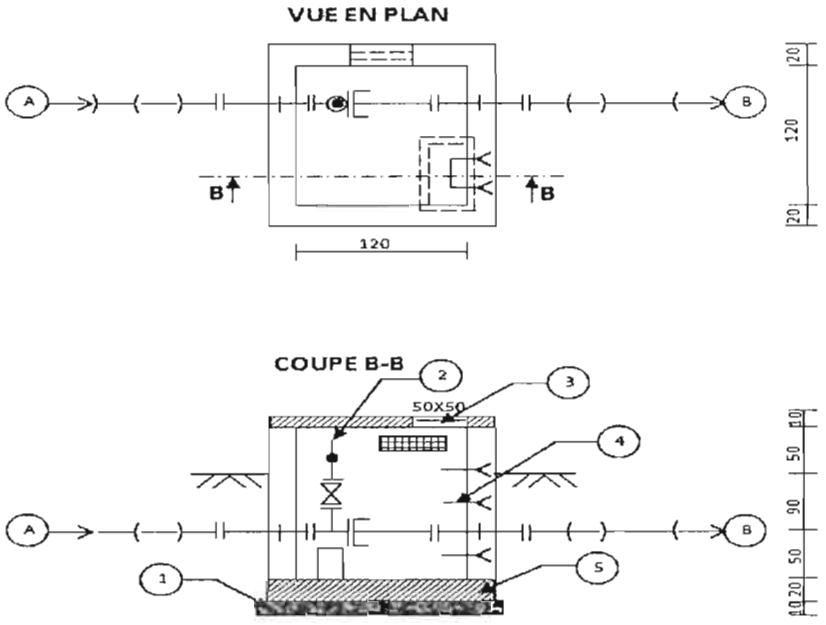
Vue en plan



d. La chambre de ventouse

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

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



Légende :

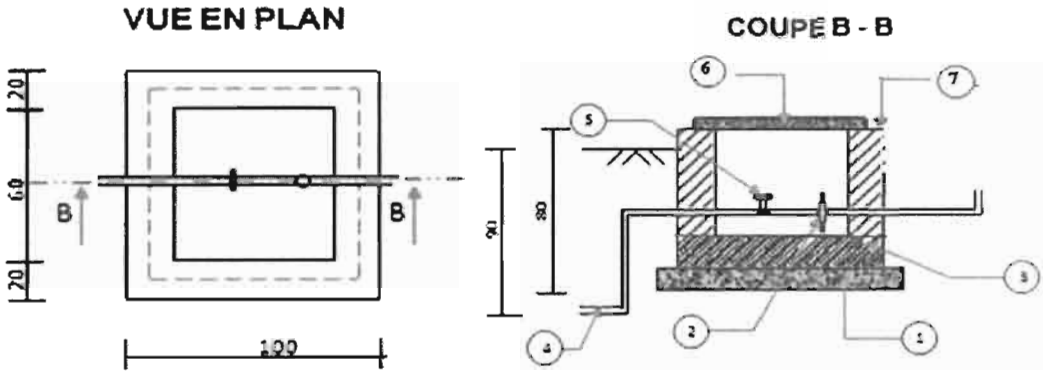
1. Béton de propreté
2. Ventouse
3. Couvercle
4. Echelons en acier
5. Béton armé

e. La chambre de vannes

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

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

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



Légende

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

f. Les raccords

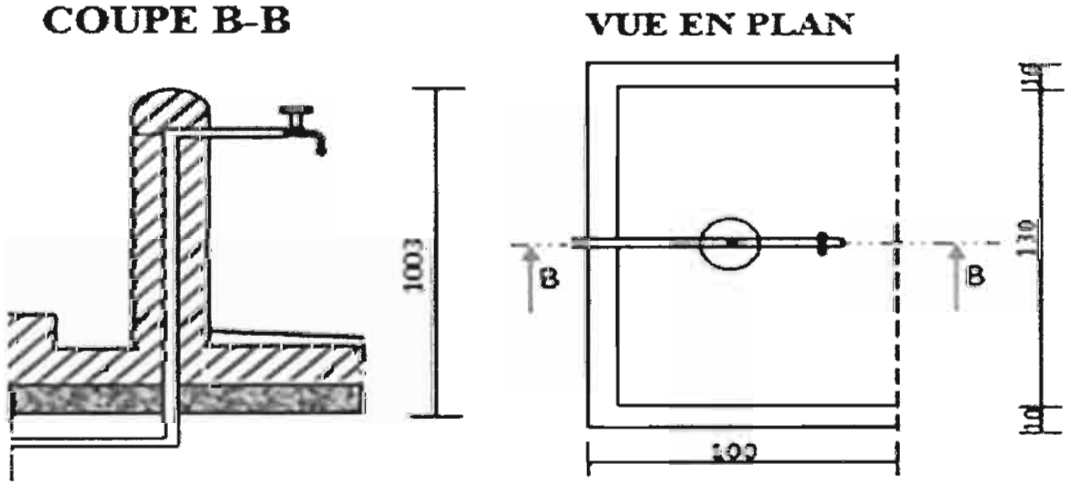
Ils ont un double rôle

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

g. Bornes fontaines

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

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



IV.5. Dimensionnement des conduites

Quatre paramètres sont indispensables pour le dimensionnement des conduites:

a) La vitesse

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

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

b) Le débit

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

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

c) Le diamètre

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

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} 4Q \qquad \textbf{IV.37}$$

d) Pertes de charge

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

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

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

$$j = \frac{\lambda * V_2}{2 * g * D}$$

Avec :

j: Perte de charge unitaire ;

λ : Coefficient de perte de charge ;

g: Accélération de la pesanteur (m/s^2)

V: Vitesse d'écoulement (m/s).

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

$$Re = \frac{V * D}{N}$$

Où :

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

Re : Nombre de Reynolds

ε : Rugosité absolue

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

$J = j \times L$

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

1° Pour Colebrook et White

Cette formule peut être utilisée pour tous les types de tuyaux

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

2° Pour Prandt NIKURADSE

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

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

3° Pour BLASIUS

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

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

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

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

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

Avec :

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

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

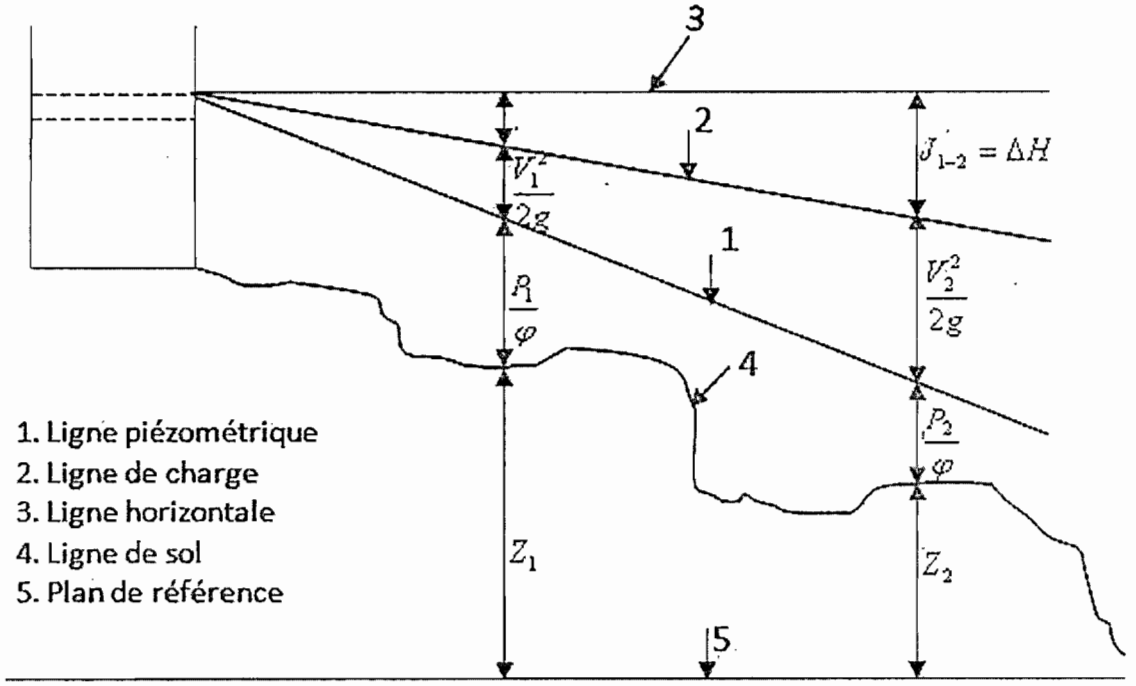
$\frac{V^2}{2*g}$: Énergie cinétique (v en m/s et g en m/s^2)

z_1 et z_2 : côte piézométrique

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

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

Figure 15: Schémas illustratif de l'équation de Bernoulli



IV.5.2. Calculs hydrauliques

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

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

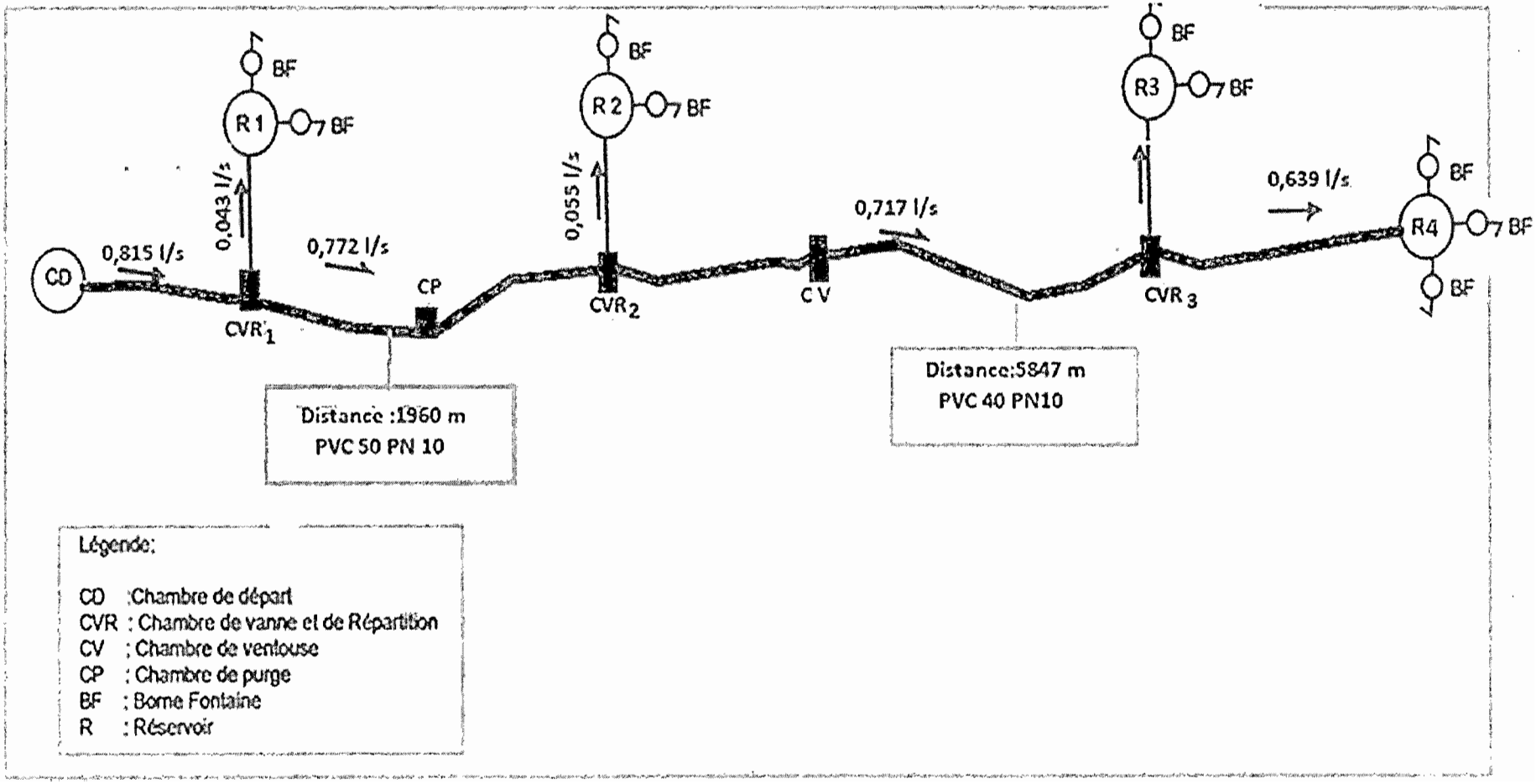
Tronçons	Altitude du TN(m)		Lp(m)	débit (m3/s)	Conduite				V (m/s)	Re	λ	j(m)	J(m)	Hpiézométrique(m)		Pdynamique(mcE)	
	amont	aval			Type	DE (mm)	DI(m)	PN (bar)						amont	aval	amont	aval
CD-R1	1060	1055	200	0.00082	PVC	50	0.0448	10	0.52	23,174.48	0.0256	0.0078	1.561	1,060.00	1,058.44	0	3,44
R1-2	1055	1045	195	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	1.385	1,058.44	1,057.05	3.44	12.05
2–3	1045	1015	325	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	2.308	1,057.05	1,054.75	12.05	39.75
3-CP	1015	1010	400	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	2.840	1,054.75	1,051.91	39.75	41.91
CP-5	1010	1012	120	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	0.852	1,051.91	1,051.05	41.91	39.054
5__6	1012	1015	140	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	0.994	1,051.05	1,050.06	39.05	35.05
6–7	1015	1009	420	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	2.982	1,050.06	1,047.08	35.06	38.08
7-R2	1009	1000	160	0.00077	PVC	50	0.0448	10	0.49	21,951.77	0.0260	0.0071	1.136	1,047.08	1,045.94	38.08	45.94
R2-9	1000	970	200	0.00072	PVC	40	O,O360	10	0.70	25371.55	0.0251	O,O176	3.168	1,045.94	1,042.77	45.94	72.77
9–10	970	965	180	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	3.173	1,042.77	1,039.60	72.77	74.60
10-CV	965	966	250	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	4.407	1,039.60	1,035.19	74.60	69.19
VV-12	966	950	360	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	6.347	1,035.19	1,028.85	69.19	78.85
12–13	950	945	170	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	2.997	1,028.85	1,025.85	78.85	80.85
13–14	945	944	500	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	8.815	1,025.85	1,017.04	80.85	73.035
14–15	944	930	197	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	3.473	1,017.04	1,013.56	73.04	83.56
15–16	930	925	370	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	6.523	1,013.56	1,007.04	83.56	82.04
16–17	925	925	80	0.00072	PVC	40	0.0360	10	0.70	25,371.55	0.0251	0.0176	1.410	1,007.04	1,005.63	82.04	80.63

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

Tableau 16: Calculs hydrauliques

Schéma de fonctionnement

Figure 16: Schéma de fonctionnement



CHAPITRE V : EVALUATION DU COUT DU PROJET

V.1. Introduction

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

V.2. Quantités des travaux et des matériaux

N°	**Désignation des travaux**	**Unité**	**Formules**	**Quantité**
I	**INSTALLATION DU CHANTIER**	Fbu	-	-
II	**CAPTAGE**			
II.1	Long=larg de décapage (L1=l1)	ml	-	20
	Epaisseur de décapage e1	ml		0.2
	Décapage	m^3	$L_1*l_1*e_1$	80
II.2	Long. de fouille(L2)	m	-	4
	larg. de fouille(l2)	m	-	3
	Profondeur de fouille(prof)	m	-	2.8
	Fouille	m^3	$L_2*l2*prof$	33.6
II.3	Epaisseur du gravier filtrant e2	m		0.4
	volume gravier filtrant	m^3	L2*l2*e2	4,8
II.4	Tuyau captant	ml	Forfaitaire	12
II.5	Epaisseur du sable(ep3)	m	-	0.1
	Vol du Sable	m^3	L2*l2*e3	1,2
II.6	Feuille plastique	m^2	L2*l2	12
II.7	Epaisseur d'argile(ep4)	m	-	0.3
	volume d'argile	m^3	L2*l2*e4	3,6
II.8	Epaisseur de remblayage(ep5)	m	-	2
	Vol. des remblais	m^3	L2*l2*e5	24
II.9	Nombres de contour(n)	-	-	3
	Longueur du fil barbelé	ml	P=((L+l)*2)*n	42
	Clôture	Piquet	(P/3)+1	15
III	**CONDUITES D'ALIMENTATION**			
III.1	Long tronçon1 (L3):PVC50	m		1960

	Long troncon2 L4:PVC40	m		5847
	Long totale de des conduite=long .décapage(LT)	m	L3+L4	7807
III.2	Décapage			
	Epaisseur de décapage(ep6)	m	-	0.2
	Larg de décapage(l1)	m	-	1
	Vol de Décapage(VT1)	m^3	I1*ep6*LT	1561,4
III.3	Fouille			
	Profondeur de la tranchée(prof2)	m	-	1
	Larg de la tranchée(l3)	m	-	0.5
	Vol. de la fouille(VT2)	m^3	l3*prof2*LT	3903,5
III.4	Sable pour enrobage			
	Epaisseur sable pour enrobage(ep7)	m	-	0,15
	Vol.totsable+vol conduite VT3	m^3	l3*ep7*LT	585,52
	Diamètre des tuyaux pour tronçon 1(DE_1)	m	-	0,05
	Diamètre des tuyaux pour tronçon 2(DE_2)	m	-	0,04
	Vol.conduites1(Vc1)	m^3	(DE^2/4) *π*L3	3,84
	Vol.conduites2(Vc2)	m^3	(DE^2/4)*π*L4	7,34
	Vol. sable	m^3	VT3-(Vc1+Vc2)	574,34
III.5	Remblayage			
	Vol. fouille+décapage(VT)	m^3	VT1+VT2	5464,9
	Vol. sable+conduites(VT3)	m^3	VT3	585,52
	Coefficient de foisonnement(f)	-	-	1.25
	Vol. des remblais	m^3	(VT*f)-VT3	6245,6
III.6	Tuyaux PVC 50,PN 10	Pièce	L1/6	327
	Tuyaux PVC 40 PN 10	Pièce	L2/6	975
IV	**CHAMBRES DE VENTOUSE(1,6*1,6)**			
IV.1	Long de la chambre(L')	m	-	1.6
	Largeur de la chambre(l')	m	-	1.6

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

	Ciment(350kg/m³)(c4)	Kg	Vd*350	89,6
	Gravier(G2)	m³	0,8*Vd	0,2
	Sable(S4)	m³	0.4*Vd	0,1
IV.7	Radier ep 20cm Vr	m³	L'*l'*ep	0,51
	Ciment(350kg/m³)(5)	Kg	350*Vr	179,2
	Gravier(G3)	m³	0,8*Vr	0,4
	Sable(5)	m³	0.4*Vr	0,2
IV.8	**VOL.TOTAL DE CIMENT**	Kg	$(c_1+c_2+c_3+c_4+ c_5)*1.05$	**583,29**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m³	(G1+G 2+G3)*1,15	**0,82**
	VOL.TOTAL DE SABLE		(S1+S2+S3+S4+S5)*1.15	**0,88**
IV.9	Coffrage		-	
	Longueur d'une planche(Lp)	m	-	3,5
	Largeur d'une planche(lp)	m		0,15
	Radier (Sr)	m²	((L'+l')*2)*ep	1,28
	Dalle (Sd)	m²	((L'+l')*(2*ep)+(L'*l'))	3,84
	Surface totale à coffrer St	m²	Sr+Sd	5,12
	Planches	Pièce	(St/(3.5*0.15))*1,2	12
	Clous(0,15kg/m²)	Kg	0,15*St	0,76
IV.10	Dalle de couverture=radier	m		
	Sens x =sens y dalle l''	m		1,6
	Sens X=sens y radier l''	m		1,6
	Nombre de long ϕ_8st=15cmde 12m pour			
	dalle	Pièce		4
	Nombre deϕ8 st=15cm de 12m pour radier	Pièce		4
	Fil à ligaturer	Kg		1
V	**CHAMBRES DE PURGE(2,4*1,6)**			
V.1	Long de la chambre(L')	m	-	2.4
	Largeur de la chambre(l')	m	-	1.6
	Hauteur de la maçonnerie en briques(h)	m	-	1.4
	Décapage			
	Epaisseur de décapage	m	-	0.2

	Long a décaper(L6)	m	L'+1m	3.4
	Larg à décaper (l2)	m	l'+1m	2.6
	Décapage	m^3	(L6*l2*e8)	1,76
V.2	Fouille			
	Profondeur de la fouille prof3	m	-	0,8
	Vol.fouille	m^3	((L'+0.1)*(l' +0.1)*prof3)	3,4
	Long développée de cet ouvrage(d)	m	(2L'+3l')	9,6
	Surface de la maçonnerie en briques(Sm)	m^2	d*h	13,44
V.3	Epaisseur du mur (ep9)	m	-	0.2
V.4	Volume de la maçonnerie en briques(Vm)	m^3	Sm*ep9	2,68
	Vol des briques(Vb)	m^3	0.7*Vm	1,88
	Volume d'une brique (vb)	m^3	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	Pièces	(Vb/vb)*1.15	3161
	Vol du mortier(vm)	m^3	Vm-Vb	0,8
	Vol du mortier pour enduit intérieur(3cmd'ep)(ve)	m^3	(Sm*0,03)	0,4
	Ciment pour mortier de la			
	maçonnerie(300kg/m^3)(1)	Kg	vm*300	242,1
	Ciment pour enduit(**400kg/m^3)(2)**	Kg	ve*400	161,2
	Sable pour enduit (1m^3/m^3)(1)	m^3	ve*1	0,4
V.5	Sable pour mortier de la maçonnerie(0.4m^3/m^3)(2)	m^3	vm*0.4	0,32
	Béton de propreté (ep 5cm) Vp		L'*l'*ep	0,19
	Ciment(350kg/m^3)(3)	Kg	Vp*350	67,2
	Gravier(1)	m^3	0,8*Vp	0,15
V.6	Sable(3)	m^3	0.4*Vp	0,07
	Dalle de couverture ep10cm Vd	m^3	L'*l'*ep	0,38
	Ciment (350kg/m^3)(4)	Kg	Vd*350	134,4
	Gravier(2)	m^3	0,8*Vd	0,3
V.7	Sable(4)	m^3	0.4*Vd	0,15
	Radier ep 20cm Vr	m^3	L'*l'*ep	0,76

	Ciment(350kg/m³)(5)	Kg	350*Vr	268,8
	Gravier(3)	m³	0,8*Vr	0,61
	Sable(5)	m³	0.4*Vr	0,3
	VOL.TOTAL DE CIMENT	Kg	(1+2+3+4+5)*1,05	**917,38**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m³	(1+2+3)*1.15	**1,23**
	VOL.TOTAL DE SABLE		(1+2+3+4+5)*1,15	**1,45**
V.8	Coffrage		-	
	Longueur d'une planche(Lp)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche (lp)	m		0.15
	Radier (Sr)	m²	(2L'+3l')*ep	1,92
	Dalle (Sd)	m²	(2 L'+3l')*ep +(L'*l')	5,76
	Surface totale à coffrer St	m²	Sr+Sd	7,68
	Planches	Pièce	(St/(3.5*0.15))*1.2	18
	Clous (0,15kg/m²)	Kg	0,15*St	1,5
V.9	Armatures (dalle de couverture et radier)			
	Dalle de couverture=radier	m		
	Sens x			2,4
	Sens y			1,6
	Nombre de longueurϕ_8 pour la dalle	Pièce		5
	Nombre de longueurϕ_8 pour radier	Pièce		5
	Fil à ligaturer	Kg		2
VI	**CHAMBRE DE VANNES POUR BF ET RESERVOIRS (1.00*1.00)**			
VI.1	Long de la chambre(L')	m	-	1
	Largeur de la chambre (l')	m	-	1
	Hauteur de la maçonnerie en briques(h)	m	-	0,9
VI.2	Décapage			
	Epaisseur de décapage	m	-	0,2
	Long à décaper(L6)	m	L'+1m	2

	Largeur à décaper (l2)	m	L'+1m	2
	Décapage	m³	(L6*l2*e)*13	10,4
VI.3	Fouille			
	Profondeur de la fouille prof3	m	-	1
VI.4	Vol. Fouille	m³	((L'+0.1)*(l' +0.1)*prof 3)*13	15,73
	Long développée de cet ouvrage(d)	m	(L'+l')*2	4
	Surface de la maçonnerie en briques (Sm)	m²	d*h	3,6
	Epaisseur du mur (ep9)	m	-	0,2
	Volume de la maçonnerie en briques (Vm)	m³	Sm*ep9*13	9,36
	Vol des briques (Vb)	m³	0.7*Vm	6,55
	Volume d'une brique (vb)	m³	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	Pieces	(Vb/vb)*1.15	11016
	Vol du mortier (vm)	m³	Vm-Vb	2,8
	Vol du mortier pour enduit intérieur (1 cm d'ep) (ve)	m³	(Sm*0,01)*13	0,46
	Ciment pour mortier de la maçonnerie			
	(300kg/m³) (1)	Kg	vm*300	842,4
	Ciment pour enduit (**400kg/m³) (2)**	Kg	ve*400	187,2
	Sable pour enduit (1m³/m³) (1)	m³	ve*1	0,46
	Sable pour mortier de la maçonnerie			
	(0.4m³/m³) (2)	m³	vm*0.4	1,12
VI.5	Béton de propreté (ep 10cm)Vp		L'*l'*ep*13	1,3
	Ciment (350kg/m³) (3)	Kg	Vp*350	455
	Gravier(1)	m³	0,8*Vp	1,04
	Sable(3)	m³	0.4*Vp	0,52
VI.6	Dalle de couverture ep10cm Vd	m³	L'*l'*ep*13	1,3
	Ciment (350kg/m³) (4)	Kg	Vd*350	455
	Gravier(2)	m³	0,8*Vd	1,04
	Sable(4)	m³	0.4*Vd	0,52

	Ciment (350kg/m³) (5)	Kg	350*Vr	910
	Gravier(3)	m³	0,8*Vr	2,08
	Sable(5)	m³	0.4*Vr	1,04
	VOL.TOTAL DE CIMENT	Kg	(1+2+3+4+5)*1,05	**2992,08**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m³	(1+2+3)*1.15	**4,78**
	VOL.TOTAL DE SABLE		(1+2+3+4+5)*1,15	**4,22**
VI.7	Coffrage		-	
	Longueur d'une planche (Lp)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche (lp)	m		0.15
	Radier (Sr)	m²	((L'+l')*2)*ep*13	10,4
	Dalle (Sd)	m²	(((L'+l')*2)*ep+(L'*l'))*13	31,2
	Surface totale à coffrer St	m²	Sr+Sd	41,6
	Planches	Pièce	(St/(3.5*0.15))*1,2	96
	Clous (0,15kg/m²)	Kg	0,15*St	4,32
VI.8	Armatures (dalle de couverture et radier)			
	Dalle de couverture=radier	m³		
	Sen s Y			1
	Sens X			1
	L totale	ml		181,19
	φ8st20cm de 12m	Pièce		16
	Fil à ligaturer	Kg		4
	Fil à ligaturer	Kg		4
VII	**BORNE FONTAINE**			
VII.1	Nbre de BF		-	9
	Long de la base d'une borne	m	-	1.5
	Largeur de la base d'une borne	m	-	1
	Epaisseur de décapage	m	-	0.2
	Décapage	m³		4,21
VII.2	Fouille	m3		1,8
VII.3	**Vol béton de propreté (ép. 0,05)**	**m³**		**0.67**
	Ciment (150kg/m³) (1)	Kg		101,25
	Sable(1)	m³		0,27

	Gravier(1)	m^3		0,54
VII.4	**béton de plate-forme (ép. 0,15)**	**m^3**		**2,02**
	Ciment (350kg/m^3) (2)	Kg		708,75
	Sable(2)	m^3		0,81
	Gravier(2)	m^3		1,62
VII.5	Diamètre du pilier	m		0.3
	hauteur du pilier	m		1
	V béton du pilier	m^3		0,63
	Sable(3)	m^3		0,25
	Ciment (350kg/m^3) (3)	Kg		222,25
	Gravier(3)	m^3		0,5
	CIMENT	Kg	(1)+(2) +(3)*1.05	**1083,86**
	SABLE	m^3	(1)+(2)+(3)*1.15	**1,53**
	GRAVIER	m^3	(1)+(2) +(3)*1.15	**3,06**
VII.6	Armatures			
	Pour la plate-forme			
	Sens Y			1,5
	Sens X			1
	L totale	ml		255,54
	Pour le pilier de la BF			
	On prend forfaitairement 1 barre de			
	ø6st15cm de 12 m/BF			1
	Φ6 de 12m	Pièce		22
	Fil à ligaturer	Kg		3
VII.7	Coffrages			
	Plate-forme(0,15)	m^2	(L'+l')*2*h* 9	6,75
	surface d'une planche	m^2		0.52
	Planches	Pièce		13
	Clous	Kg		1,5
VII.8	Pilier			
	Longueur développée du pilier	ml		0.65
	hauteur du pilier	ml		1
	Surface du pilier	m^2		1
	Surface de 9 piliers	m^2		9

VIII	**CHAMBRES DE DEPART (5,90*5,70)**			
VIII.1	Long de la chambre (L')	m	-	5.9
	Largeur de la chambre (l')	m	-	5.7
	Hauteur de la maçonnerie en briques(h)	m	-	3
VIII.2	Décapage			
	Epaisseur de décapage (e8)	m	-	0.2
	Long à décaper(L6)	m	L'+1m	6.9
	Larg. à décaper (l2)	m	l'+1m	6.7
	Décapage	m³	(L6*l2*e8)	9.246
VIII.3	Fouille			
	Profondeur de la fouille prof3	m	-	1.3
	Vol.fouille	m³	(L'+0.2)*(l' +0.2)*(prof3)	46.787
	Long développée de cet ouvrage(d)	m	(L'+l')*2	23.2
	Surface de la maçonnerie en briques(Sm)	m²	d*h	69.6
VIII.4	Epaisseur du mur (ep9)	m	-	0.2
	Volume de la maçonnerie en briques(Vm)	m³	Sm*ep9	13.92
	Vol des briques(Vb)	m³	0.7*Vm	9.744
	Volume d'une brique (vb)	m³	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	Pièces	(Vb/vb)*1.15	16382.456
VIII.5	Vol du mortier(vm)	m³	Vm-Vb	4.176
	Vol du mortier pour enduit intérieur(3cm d'ep)(ve)	m³	(Sm*0,03)	2.088
	Ciment pour mortier de la maçonnerie(300kg/m³)(1)	Kg	vm*300	1252.8
	Ciment pour enduit(**400kg/m³)(2)**	Kg	ve*400	835.2
	Sable pour enduit (1m³/m³)(1)	m³	ve*1	2.088
VIII.6	Sable pour mortier de la maçonnerie(0.4m³/m³)(2)	m³	vm*0.4	1.6704
	Béton de propreté (ep 5cm) Vp		L'*l'*ep	1.6815

	Ciment(350kg/m³)(3)	Kg	Vp*350	588.525
	Gravier(1)	m³	0,8*Vp	1.3452
VIII.7	Sable(3)	m³	0.4*Vp	0.6726
	Dalle de couverture ep15cm Vd	m³	L'*l'*ep	5.0445
	Ciment(350kg/m³)(4)	Kg	Vd*350	1765.575
	Gravier(2)	m³	0,8*Vd	4.0356
VIII.8	Sable(4)	m³	0.4*Vd	2.0178
	Radier ep 20cm Vr	m³	L'*l'*ep	6.726
	Ciment(350kg/m³)(5)	Kg	350*Vr	2354.1
	Gravier(3)	m³	0,8*Vr	5.3808
	Sable(5)	m³	0.4*Vr	2.6904
	VOL.TOTAL DE CIMENT	Kg	(1+2+3+4+5)*1,5	**7136.01**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m³	(1+2+3)*1.15	**12.37584**
	VOL.TOTAL DE SABLE		(1+2+3+4+5)*1,15	**5.09565**
VIII.9	Coffrage		-	
VIII.10	Longueur d'une planche(Lp)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche(lp)	m		0.15
	Radier (Sr)	m²	((L'*e*2) + (l'*e*2))	4.64
	Dalle (Sd)	m²	((L'*e*2) +(l'*e*2)+(L'*l'))	37.11
	Surface totale a coffrer St	m²	Sr+Sd	41.75
	Planches	Pièce	(St/(3.5*0.15))*1,2	95.42857
	Clous(0,15kg/m²)	Kg	0,15*St	6.2625
VIII.11	Armatures(dalle de couverture = radier)	m		
	Sens x	m		5.9
	Sens y	m		5.7
	Nombre de longueurϕ_8 pour la dalle	Pièce		11
	Nombre de longueurϕ_8 pour radier	Pièce		11
	Fil à ligaturer pour la dalle	Kg		3.5

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

	Les matériaux pour les ouvrages	Unité	Quantité totale
1	Ciment	Kg	10285,8
2	Sable	m^3	14,7
3	Gravier	m^3	26,1
4	Clous	Kg	9,5
5	Fil à ligaturer	Kg	86,5
6	Armatures	$\phi 8$	132barres de 12m
		$\phi 14$	76barres de 12m
7	Planches	Planche	121
8	Briques	Pièce	26293
9	Moellons	m^3	2,2

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

N°	Désignation des ouvrages	Unité	Quantité	PU(FBu)	PT (FBu)
1	Installation du chantier	FF	FF	1300 000	1300000
	ST 1				**1300000**
2	**Captage à la source**				
	Décapage	m^3	80	2500	200000
	Fouille	m^3	33.6	5000	168000
	Moellons et gravier	m^3	4,8	15000	72000
	Tuyaux captant	m^3	12	6000	72000
	Sable	m^3	1.2	12500	15000
	Feuille plastique	m^2	12	6000	72000
	Argile	m^3	3,6	12000	43200
	Remblai	m^3	24	2000	48000
	Longueur du fil barbèle	M	42	3000	126000
	Clôture	Piquet	15	12000	180000
	ST2				**2033000**
3	**Conduites**				
	Décapage	m^3	1561,4	2500	3903500

	Fouille	m³	3903,5	5000	19517500
	Sable	m³	574,345	12500	7179315
	Remblai	m³	6245,6	2000	12491200
	Tuyau en PVC50 PN10	Pièces	327	20000	6540000
	Tuyau PVCØ40,PN10	Pièces	975	15000	14625000
	ST3				**64256515**
4	**Chambres de ventouse**				
	Décapage	m³	1,352	2500	3380
	Fouille	m³	4,913	5000	24565
	Ciment	Sacs	12	27000	324000
	Sable	m³	0,824	12000	9888
	Gravier	m³	0,883	20000	17660
	Planches	Pièces	12	4000	48000
	Briques	Pièces	2863	45	128835
	Armatures	Ø8	8	12000	96000
	Clous	Kg	1	4000	4000
	Fil à ligaturer	Kg	2	4000	8000
	ST4				**634328**
5	**Chambres de purge**				
	Décapage	m³	1,768	2500	4420
	Fouille	m³	3,4	5000	17000
	Ciment	Sacs	19	27000	513000
	Sable	m³	1,450	12500	18125
	Gravier	m³	1,235	20000	24700
	Planches	Pièces	18	4000	72000
	Briques	Pièces	3161	45	142245
	Armatures	Ø8	10	12000	120000
	Clous	Kg	1,5	4000	6000
	Fil à ligaturer	Kg	4	4000	16000
	ST5				**933490**

6	**Chambres de vanne pour BF et pour les réservoirs**				
	Décapage	m³	10,4	2500	26000
	Fouille	m³	15,73	5000	78650
	Ciment	Sacs	60	27000	1620000
	Sable	m³	4,221	12500	52763
	Gravier	m³	4,784	20000	95680
	Briques	Pièces	11016	45	495720
	Planches	Pièces	96	4000	384000
	Armatures	Ø8	32	12000	384000
	Clous	Kg	4,5	4000	18000
	Fil à ligaturer	Kg	8	4000	32000
	ST6				**3186813**
7	**Bornes fontaines**				
	Décapage	m³	4,212	2500	10530
	Fouille	m³	1,8	5000	9000
	Ciment	Sacs	22	27000	594000
	Sable	m³	1,534	12500	19175
	Gravier	m³	3,068	20000	61360
	Planches	Pièces	13	4000	52000
	Armatures	Ø6	22	12000	264000
	Triplex	m²	8	17000	136000
	Clous	Kg	1,5	4000	6000
	Fil à ligaturer	Kg	6	4000	24000
	ST7				**1176065**
8	**Chambres de départ**				
	Décapage	m³	9.246	2500	23115
	Fouille	m³	47	5000	233500
	Ciment	Sacs	143	27000	3861000
	Sable	m³	5.09565	12000	61147.8

	Gravier	m³	12.37584	20000	247516.8
	Planches	Pièces	95	4000	380000
	Briques	Pièces	16383	45	737235
	Armatures	Ø8	22	12000	264000
	Clous	Kg	6.5	4000	26000
	Fil à ligaturer	Kg	2	4000	8000
	ST8				**5841515**
	Réservoirs				
	Décapage	m³	14,25	2500	35625
	Fouille	m³	33,27	5000	166350
	Ciment	Sacs	206	27000	5562000
	Sable	m³	14,77	12500	184625
	Gravier	m³	26,15	20000	523000
9	Moellons	m³	2,24	20000	44800
	Planches	Pièces	121	4000	484000
	Armatures	Ø8	132	12000	1584000
		Ø14	76	22000	1672000
	Clous	Kg	9,5	4000	38000
	Fil à ligaturer	Kg	86,5	4000	346000
	ST9				**10640400**
	TG				**90002126**
	Main d'œuvre 30%				**27000638**
	Imprévus 10 %				**900.023**
10	**TGHTVA**				**117.902.787**
	TVA 18%				**21.222.502**
	TG&TVA				**139.125.289**

Tableau 19: Devis quantitatif et estimatif

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

V.3. PLANNING DES TRAVAUX

V.3.1. Panification des tâches

Désignation de l'activité	U	Q	T.E.M (h/U)	T(h)	T(sem.)	Nombre d'ouvriers
Installation du chantier:1 semaine	FF	–	–	–	–	14
Décapage de la terre végétale: 3semaines	m³	1673,38	3	5020,14	104,58	35
Fouille des canalisations et autres ouvrages:8 semaines	m³	3996,21	4,5	17982,94	374,64	47
Lit de sable pour enrobage:5semaines	m³	574,34	2	1148,69	23,931	5
Pose des conduites: 2 semaines	ml	7807	0,5	3903,5	81,322	41
Remblayage+ étalage: 5semaines	m³	6269,6	4	25078,4	522,46	104
Maçonnerie en briques: 2semaines	m³	14,48	12	173,76	3,36	2
Maçonnerie en moellons: 4semaines	m³	9,6	20	192	4	1
Coffrage: 2semaines	m²	61,15	2,5	152,875	3,18	2
Ferraillage: 3semaines	Kg	1994	0,5	997	20,77	7
Coulage et mise en place du béton: 3 semaines	m³	39,22	15	588,39	12,25	5
Décoffrage: 1 semaine	m²	61,15	0,3	18,345	0,38	1
Nettoyage et repliement: 1 semaine	FF	–	–	–	–	12

Tableau 20: Planification des tâches

V.3.2. Diagramme de Gantt

Figure 17: Diagramme de Gantt

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

CHAPITRE VI : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

VI.1. Conclusion générale

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

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

VI.2. Recommandations

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

Au gouvernement:

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

A la régie communale d'eau :

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

Aux usagers:

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I. Ouvrages généraux

1. BDU PONT A., Hydraulique urbaine, Seyroles, Paris, 1981

   Tome I : Captage et traitement des eaux

   Tome II : Ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux

2. WAGNER, E.G : Approvisionnement en eau des zones rurales et des Petites agglomérations, Genève, 1961

II. Mémoires

1. **NDAYISHIMIYE Jean Bosco et NIYIBIGIRA Alexandre** : Etude d'alimentation en eau potable du centre KIYANGE en commune de KIBAGO, province MAKAMBA. Projet de fin d'étude, U B 2011.

2. **CISHAHAYO Célestin et BANZUBAZE Diomède**: Etude du projet d'adduction d'eau potable en milieu rural : Cas du réseau GATABO de la commune SHOMBO en province KARUSI. Projet de fin d'étude, UB 2015.

3. **MUNEZERO Clovis et NDAYISHIMIYE Godin** : Projet d'adduction en eau potable en milieu rural : Cas du réseau DUNGAII, en commune KANYOSHA-PROVINCE BUJUMBURA Projet de fin d'étude, UB 2016.

4. **BAHANIBANJE Salvator et NZISABIRA Egide :** Projet d'alimentation en eau potable en milieu rural : cas réseau MIRAMA-MUGUTU en commune GITEGA de la province GITEGA Projet de fin d'etudes,UB 2013

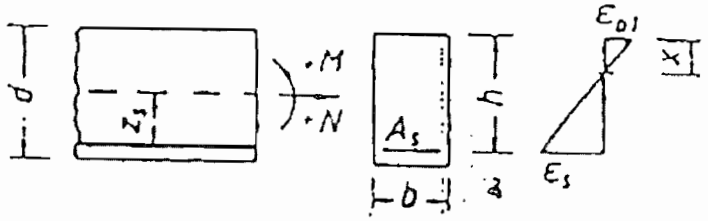
ANNEXES

ANNEXE1

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

ANNEXE2 :

sans armatures comprimées :

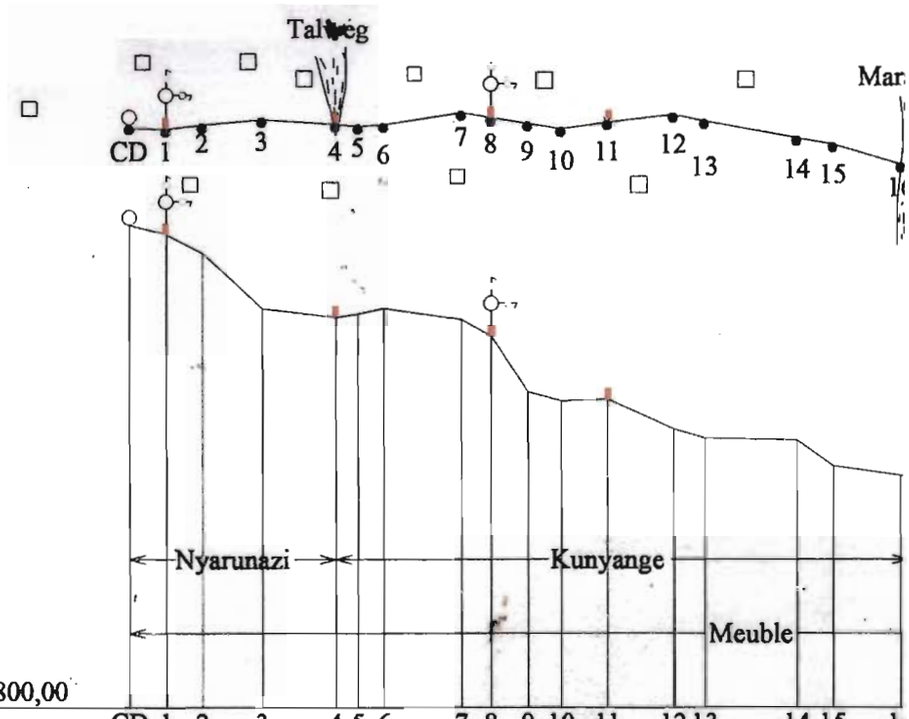


m_s	ω_1	k_x	k_z	$-\epsilon_b$ [‰]	ϵ_s [‰]	γ
0,01	0,018	0,09	0,97	0,46	5,00	1,75
0,02	0,037	0,12	0,96	0,68	5,00	
0,03	0,055	0,15	0,95	0,87	5,00	
0,04	0,075	0,17	0,94	1,04	5,00	
0,05	0,094	0,20	0,93	1,21	5,00	
0,06	0,114	0,22	0,92	1,37	5,00	
0,07	0,134	0,24	0,92	1,53	5,00	
0,08	0,154	0,25	0,91	1,70	5,00	
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	2,25	5,00	
0,12	0,241	0,33	0,87	2,47	5,00	
0,13	0,264	0,35	0,86	2,70	5,00	
0,14	0,288	0,37	0,85	2,96	5,00	
0,15	0,313	0,39	0,84	3,25	5,00	
0,16	0,339	0,42	0,83	3,50	4,86	
0,17	0,367	0,45	0,81	3,50	4,23	
0,18	0,395	0,49	0,80	3,50	3,67	
m_1 0,193	0,436	0,54	0,78	3,50	3,00	1,75

ANNEXE3 :

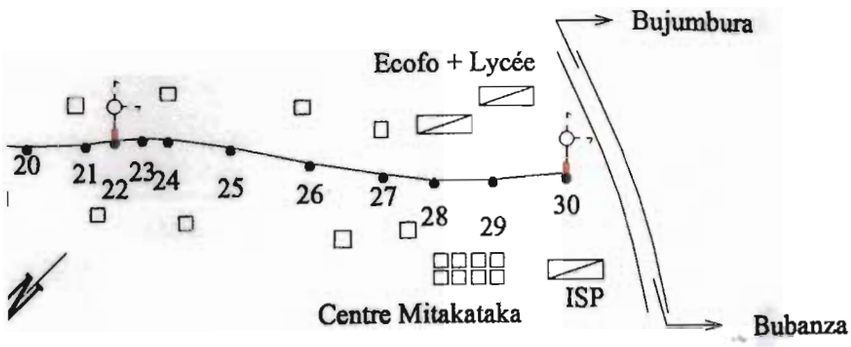
Tableau : Barres d'acier ; Diamètres nominaux

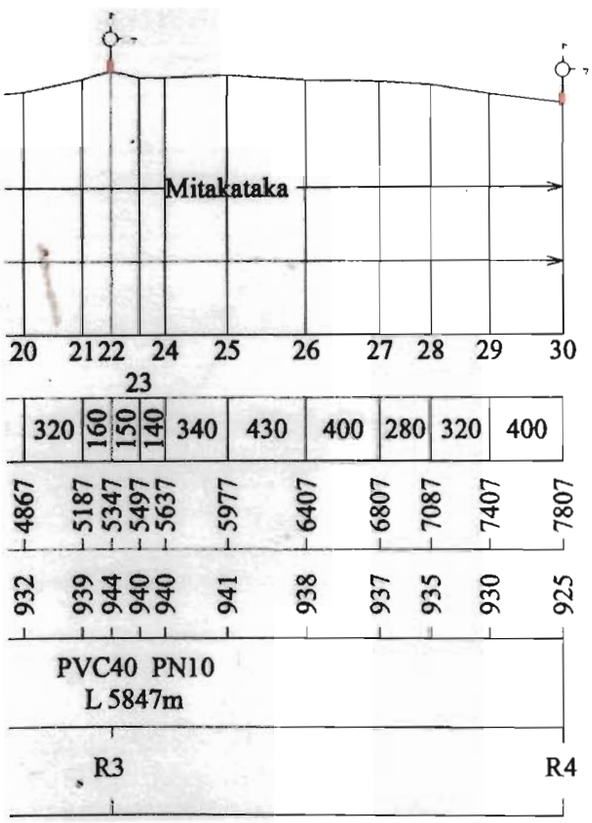
4	Sections des barres (en cm^2/m) en fonction de l'écartement, pour 1 m de largeur de dalle											
écartement s (cm)	diamètre (mm)											nombre de barres par m
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	
6.0	4.71	8.38	13.09	18.85	25.66	33.52	42.41	52.36	63.36	81.83	102.67	16.7
6.5	4.35	7.73	12.08	17.40	23.68	30.95	39.15	48.33	58.48	75.54	94.77	15.4
7.0	4.04	7.18	11.22	16.16	21.99	28.73	36.36	44.87	54.30	70.14	88.00	14.3
7,5	3,77	6,70	10,47	15,08	20,52	26,81	33,93	41,88	50,81	65,47	82,13	13,4
8.0	3.53	6.28	9.82	14.14	19.24	25.14	31.81	39.26	47.51	61.38	77.00	12.5
8.5	3.33	5.91	9.24	13.31	18.11	23.66	29.94	36.95	44.72	57.76	72.47	11.8
9.0	3.14	5.59	8.73	12.57	17.10	22.34	28.28	34.90	42.23	54.56	68.44	11.1
9.5	2.98	5.29	8.27	11.90	16.20	21.17	26.79	33.06	40.01	51.68	64.84	10.5
10.0	2,83	5,00	7,85	11,31	15,39	20,11	25,45	31,41	38,01	49,10	61,60	10,0
10.5	2.69	4.79	7.48	10.77	14.66	19.15	24.24	29.91	36.20	46.76	58.67	9.5
11.0	2.57	4.57	7.14	10.28	13.99	18.28	23.14	28.55	34.55	44.64	56.00	9.1
11.5	2.46	4.37	6.83	9.84	13.39	17.49	22.13	27.31	33.05	42.70	53.57	8.7
12.0	2.36	4.19	6.54	9.42	12.83	16.76	21.21	26.17	31.67	40.92	51.33	8.3
12,5	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,09	20,36	25,13	30,41	39,28	49,28	8,0
13.0	2.17	3.87	6.04	8.70	11.84	15.47	19.58	24.16	29.24	37.77	47.38	7.7
13.5	2.09	3.72	5.82	8.38	11.40	14.90	18.85	23.27	28.16	36.37	45.63	7.4
14.0	2.02	3.59	5.61	8.08	11.00	14.36	18.18	22.44	27.15	35.07	44.00	7.1
14.5	1.95	3.47	5.42	7.80	10.62	13.87	17.55	21.66	26.21	33.86	42.48	6.9
15,0	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,41	16,97	20,94	25,34	32,73	41,07	6,7
15.5	1.82	3.24	5.07	7.30	9.93	12.97	16.42	20.27	24.52	31.68	39.74	6.5
16.0	1.77	3.14	4.91	7.07	9.62	12.57	15.90	19.64	23.76	30.69	38.50	6.3
16.5	1.71	3.05	4.76	6.85	9.33	12.19	15.42	19.04	23.04	29.76	37.33	6.1
17.0	1.66	2.96	4.62	6.65	9.05	11.83	14.97	18.48	22.36	28.88	36.24	5.9
17,5	1,62	2,87	4,49	6,46	8,79	11,49	14,54	17,95	21,72	28,06	35,20	5,7
18.0	1.57	2.79	4.36	6.28	8.55	11.17	14.14	17.46	21.12	27.28	34.22	5.6
18.5	1.53	2.72	4.25	6.11	8.32	10.87	13.76	16.94	20.55	26.54	33.30	5.4
19.0	1.49	2.65	4.13	5.95	8.10	10.58	13.39	16.54	20.01	25.84	32.42	5.3
19.5	1.45	2.58	4.03	5.80	7.89	10.31	13.05	16.11	19.49	25.18	31.59	5.1
20.0	1.41	2.51	3.93	5.65	7.69	10.05	12.72	15.71	19.01	24.55	30.80	5.0



Plan de comparaison 800,00

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





UNIVERSITE DU BURUNDI

Institut Technique Supérieur

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

Commune :Bubanza
Province :Bubanza

Source Nyakabingo *Débit :1,5l/s*

Profil en long & Plan de Situation

Levé et dressé par: AHR	Echelles 1/2 000 1/20 000	Date Octobre 2016