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 Kabumba-Nkenga

Ndagijumukama, Samuel; Nzambimana, Vincent; Sous la direction de : Ir. M.Sc William Niyonzima

2016-02

UB, ITS

https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2284

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

PROJET D'ADDUCTION D'EAU POTABLE EN MILIEU RURAL : CAS DU RESEAU KABUMBA-NKENGA

Par :
Samuel NDAGIJUMUKAMA
Et
Vincent NZAMBIMANA

Sous la direction de :

Ir. M.Sc William NIYONZIMA

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

Bujumbura, Février 2016

DEDICACE

A mes parents ;

A mes frères et sœurs ;

A mes oncles et tantes ;

A mes neveux et nièces ;

A mes cousins et cousines ;

A tous ceux qui me sont chers ;

A mon confrère, NZAMBIMANA Vincent ;

Je dédie ce travail

NDAGIJUMUKAMA Samuel

A ma mère ;

A mon regretté père ;

A mes frères et sœurs ;

A mes oncles et tantes ;

A la famille BARANTEMVYA ;

A mes neveux et nièces ;

A mes cousins et cousines ;

A tous ceux qui me sont chers ;

A mon confrère Samuel NDAGIJUMUKAMA ;

Je dédie ce travail

NZAMBIMANA Vincent

REMERCIEMENTS

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

Ainsi, nos vifs et sincères remerciements s'adressent à Monsieur William NIYONZIMA Ingénieur et Maître des Sciences, Directeur de ce projet, qui, malgré ses multiples responsabilités, n'a pas cessé de nous guidé 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.

Il nous est également agréable de remercier 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, morale et intellectuelle qu'ils nous ont dispensée.

Nos sincères remerciements s'adressent ensuite au personnel de l'Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale(AHR), de l'Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi(ISTEEBU) pour nous avoir accordé et facilité 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. A tous ceux, qui, de près ou de loin nous ont témoigné sympathie, nous leur disons « **Grand Merci** ».

Liste des sigles et abréviations

A.E.P	: Alimentation en Eau Potable
AHR	: Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale
BF	: Borne Fontaine
BP	: Branchement privé
CD	: Chambre de départ
CP	: Chambre de Purge
CV	: Chambre de Ventouse
CVNS	: Chambre de Vanne et de Sectionnement
EP	: Ecole Primaire
FBU	: Francs Burundais
ISTEEBU	: Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi
MINTER	: 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

Liste des tableaux

Tableau 1: Population initiale de la zone du projet de l'an 2015 8
Tableau 2: Evaluation des équipements publics et prives 8
Tableau 3 : Population de la commune Kanyosha en l'an 1990 et 2008 9
Tableau 4:La population de la zone du projet de 2015 à 2035 9
Tableau 5: Infrastructures publiques 9
Tableau 6: Consommations spécifiques 10
Tableau 7: Autres valeur de consommation 10
Tableau 8: Besoins de consommation actuelle et future 11
Tableau 9:Analyse des besoins journaliers et maximum pour la population actuelle et future 13
Tableau 10:Les altitudes des différents endroits qu'on va distribuer l'eau 18
Tableau 11:Caractéristiques du drain et du gravier filtrant 19
Tableau 12: Coefficient horaires de consommation d'eau en milieu rural 23
Tableau 13: calcul de la capacité du réservoir de chambre de départ 23
Tableau 14: calcul de la capacité du réservoir de Mwico-Buhonga 24
Tableau 15:calcul de la capacité du réservoir de l'ECOFO Kabumba et Kabumba 24
Tableau 16: calcul de la capacité du réservoir de Nkenga 25
Tableau 17: Dimensions des réservoirs en fonction de leurs volumes 26
Tableau 18 : Récapitulatif de dimensionnement des réservoirs de 15 m^3et 10m^3 31
Tableau 19:Tableau des calculs hydrauliques 42
Tableau 20:Tableau du devis descriptif 58
Tableau 21:Devis quantitatif et estimatif 61
Tableau 22: Planification des tâches 63
Tableau 23: Planning des travaux 64

Liste des figures, photos

Figure 1: Schéma type du réservoir de 10m ^{3} 31
Figure 2: Schéma type du réservoir de 15m ^{3} 32
Figure 3: Schéma type du réservoir de 50m ^{3} 32
Figure 4: Schéma de vue en plan et coupe d'une chambre de purge 34
Figure 5: Schéma d'une chambre de ventouse 35
Figure 6: Schéma d'une borne fontaine 36
Figure 7: Illustration de l'équation de Bernoulli 40
Figure 8: Schéma de fonctionnement 43
Figure 10: Vue en Plan et Profil en long 70
Photo 1: Un vieillard qui puise l'eau de ruisseau 2
Photo 2: Les enfants qui puisent l'eau de ruisseau 2
Photo 3: Certains habitants de la colline Mwico 7
Photo 4: Ecole Fondamentale de Kabumba 7

Résumé du projet

Le présent projet porte sur la manière de distribuer l'eau à la population et des collectivités de l'une des localités qui se trouvent à l'Ouest du Burundi via le projet d'adduction d'eau potable : Cas du réseau *cas du réseau* Kabumba-Nkenga dans la commune de Kanyosha de la province Bujumbura. L'objectif de ce projet est:

- Aider les bénéficiaires de ce projet à améliorer la qualité et la quantité d'eau potable et les faire accéder à cette dernière ;
- Mettre en place des ouvrages de captage de l'eau, de stockage et de transport d'eau afin de l'acheminer jusqu'aux bénéficiaires du réseau ;
- Effectuer tous les calculs en vue de se rendre compte de la stabilité des ouvrages.

Notre travail est articulé sur les principaux points à savoir :

Le premier point nous parle de l'introduction générale sur l'eau potable, le chapitre premier décrit géographiquement notre zone du projet. Au deuxième chapitre, nous avons évalué les besoins en eau compte tenu du débit de la source qui était de 1.3l/après calcul, nous avons trouvé que le débit de consommation est de 0.779l/s ce qui montre que les besoins en eau sont satisfaits.
Le troisième chapitre donne tous les détails sur le captage.

Au quatrième chapitre, nous avons fait le dimensionnement des ouvrages de stockage et de transports. Notre projet comporte trois réservoirs, trois chambres de purge, trois chambres de ventouse et huit bornes fontaines. Pour le cinquième chapitre ;les ouvrages de transport utilisés sont les conduites en PVC :PVC 50,PN 10 ;PVC 40 PN 16 ;PVC 32 PN 16 et PVC 25 PN 16.L'évaluation du coût du projet faite au chapitre six a montré que ce dernier s'élève à "cent quarante-six million six cent cinquante-quatre mille neuf cent vingt-trois francs Burundais TVA comprise». Le septième chapitre parle du planning des travaux et le dernier est celui de la conclusion générale et des recommandations en vue de bien entretenir le réseau.

Table des matières

DEDICACE ..... **i**
REMERCIEMENTS ..... **ii**
Liste des sigles et abréviations iii
Liste des tableaux iv
Liste des figures, photos v
Résumé du projet vi
Table des matières vii
CHAPITRE 0 : INTRODUCTION GENERALE **1**
0.1. Introduction 1
0.2. Présentation du sujet 1
0.3. Motivation du sujet 1
0.4. La qualité d'une eau de consommation 3
0.4.1. Généralités 3
0.4.2. Les critères d'une potable 3
CHAPITRE I : DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET **5**
I.1. Situation géographique de la province Bujumbura 5
I.2. Localisation géographique de la zone du projet 5
I.3. Carte de la zone du projet 6
CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE **7**
II.1. Généralité 7
II.2. Population 7
II.3. Evaluation des bénéficiaires 7
II.4. Effectif de la population desservi par le réseau 8
II.5. Besoins en eau actuels et futurs 11
II.6. Calculs des pertes 11
II.7. Calcul de la production de pointe 11
CHAPITRE III : SYSTEME DE CAPTAGE DE LA SOURCE D'EAU **14**
III.1. Définition : 14
III.2. Généralité sur le captage 14
III.3. La nature de la source d'eau. 14
III.4. Système de captage 16
III.4.1. Principe de captage 16
III.4.2. Schémas de principe de captage 17
III.4.3. Caractéristique de notre source du projet 18
III.4.4.Ouvrage de captage 18

III.4.5. Investigation du site 19
III.5. Caractéristique des Matériaux de captage 19
III.6. La protection de la zone de captage 20
CHAPITRE IV : OUVRAGE DE STOCKAGE ET DE REGULATION 21
IV.1. Définition et utilité 21
IV.2. Type de réservoirs 21
IV.3. Capacité des réservoirs» 22
V.3.1. Calcul de la capacité des réservoirs 22
IV.3.2. Dimensionnement des réservoirs 25
IV.3.2.1. Introduction 25
IV.3.2.2. Principales dimensions 25
IV.4. Equipements des réservoirs 33
IV.4.1. Construction des réservoirs 33
CHAPITRE V : CALCULS HYDRAULIQUES 34
V.1. Ouvrages du réseau hydraulique 34
V.2. Calcul hydraulique 37
V.2.1. Détermination des pertes de charge 37
V.2.2. Les pertes de charges linéaires 37
V.2.3. Les pertes de charges singulières 38
CHAPITRE VI : EVALUATION SOMMAIRE DU COÛT DU PROJET 44
VI.1. Introduction 44
VI.2. Devis descriptif 44
VI.3. Devis quantitatif et estimatif 59
CHAPITRE VII : PLANNING DES TRAVAUX 62
VII.1. Planification des tâches 62
VII.2. Tableau de planification des tâches 63
CHAPITRE VIII : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS 65
VIII.1. Conclusion générale 65
VIII.2. Recommandations 65
BIBLIOGRAPHIE 66
ANNEXES 67

CHAPITRE 0 : INTRODUCTION GENERALE

0.1. Introduction

L'eau a une grande importance pour les plantes, les animaux et plus particulièrement pour l'homme. Par contre la répartition de celle-ci n'est pas uniforme. Au Burundi, si les habitations sont alimentées en eau ce n'est pas le cas d'une grande partie de village.

Sans l'eau la vie humaine devient difficile, mais aussi pour les plantes et les animaux. Malgré son importance, elle peut être classée parmi l'un des facteurs pouvant causer des dégâts énormes.

Ces dégâts sont entre autres :

- Les inondations ;
- Glissement de terrain ;
- Le transport des déchets qui peut provoquer la pollution.

C'est à ce moment que l'homme doit maîtriser ces phénomènes naturels pour permettre sa survie ainsi que celle des animaux et des plantes face à ces dégâts ci -haut cités.

L'eau n'a pas toujours les qualités nécessaires pour être consommée directement, il faut qu'il soit potable pour être consommée.

L'objet de notre travail sera de distribuer l'eau potable dans la Commune KANYOSHA en tenant compte des problèmes liés à des différentes qualités des eaux mais aussi à celle lies à la croissance de la population qu'on observe dans notre pays.

0.2. Présentation du sujet

Notre projet concerne l'étude d'alimentation en eau potable de la colline MWICO, BUHONGA, KABUMBA et NKENGA de la commune KANYOSHA province Bujumbura.

La source de notre projet se trouve à MWICO et a l'altitude de 1808 m. Il sera nécessaire de connaître la population à desservir, de faire le dimensionnement des ouvrages d'arts et connaître le diamètre des conduites à partir du débit de la chambre de captage.

En dernier lieu, on aura à valoriser le coût du projet en spécifiant les différentes activités à effectuer et les matériaux à utiliser dès le début jusqu'à la fin du projet pour pouvoir estimer le coût global.

0.3. Motivation du sujet

Suite au manque de l'eau potable, certains ménages sont obligés d'utiliser l'eau de rivières environnante entraînant de graves maladies telles que le choléra, la dysenterie, les verres intestinaux pouvant engendrer la mort. L'approvisionnement en eau potable de la population de la commune KANYOSHA dans des sources aménagées ne suffit pas, la grande partie aura tendance à utiliser l'eau de surface qui est rare et impropre, l'eau des rivières, l'eau des ruisseaux mais aussi l'eau de pluie comme le montre les photos ci-après.

Photo 1 & 2 : Photos des bénéficiaires



Photo 1
Un vieillard qui puise l'eau de ruisseau



Photo 2
Les enfants qui puisent l'eau de ruisseau

Nous nous sommes intéressés par ce projet d'alimentation en eau potable dans le but d'améliorer l'accès à l'eau potable pour que les bénéficiaires puissent la consommer sans aucun un risque de nuire la santé.

L'eau étant d'une grande importance capitale et sociale de la population, car la réalisation d'un système d'adduction en eau potable en qualité et en quantité suffisante bien équipé et bien exécuté dans les différents coins du pays constitue l'élément primordial pour le développement socio-économique de la population fondée sur l'intérêt relatif à la santé, les avantages économiques etc.

En principe l'utilisation de l'eau potable engendre :

- Une bonne santé
- Augmentation de la production des activités économique
- Réduction du taux de mortalité et augmentation de l, espérance de vie
- Diminution des soins médicaux

C'est la raison pour laquelle nous avons choisi notre sujet : ***«ADDUCTION EN EAU POTABLE : Cas du RESEAU KABUMBA-NKENGA »***

0.4. La qualité d'une eau de consommation

0.4.1. Généralités

L'eau se trouve à la surface de la terre, elle constitue 60 à 65% du poids total du corps humain. Outre l'aspect constitutif, l'eau intervient aussi dans un certain nombre de réactions métaboliques. La formule chimique de l'eau est H_2O. On y trouve également des gaz dissous comme l'oxygène, l'azote et le gaz carbonique.

L'eau est composée de substances minérales et organiques en faibles quantités : calcium, magnésium, sodium, potassium, carbonates et bicarbonates, sulfates, chlorures et nitrates.

Ces substances ont une origine naturelle mais proviennent aussi des rejets de certaines activités humaines dans les rivières. L'eau à l'état naturel se trouve sous forme d'eau douce dans les rivières, lacs et nappes souterraines et sous formes d'eau salée principalement dans les mers et océans. L'eau est vitale pour notre santé.

Les eaux destinées à l'alimentation publique doivent être minutieusement étudiées ; on fait des analyses à la suite des prélèvements effectués.

0.4.2. Les critères d'une potable

Critères physiques :

- Une eau d'alimentation peut être limpide, fraîche, exempte de couleur aussi d'odeur et de saveur désagréable ;
- La température recommandée à l'état naturel est comprise entre 9° et 12°C.
- Pour la saveur et l'odeur, nous pouvons citer les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable. Ce sont : le fer, le manganèse, le chlore actif, le phénol et les chlorophénols. La saveur se développe avec l'augmentation de la température.
- La couleur : l'eau peut être colorée directement par les éléments qu'elle contient à l'état dissout ou colloïdal

Critères chimiques et bactériologiques:

Au cours du cheminement souterrain, l'eau se charge d'un certain nombre d'éléments minéraux en liaison avec la nature des terrains qu'elle traverse.

Chimiquement, l'eau est composée de deux atomes d'hydrogène (H) et un atome d'oxygène (O) : Sa formule chimique est H_2O.

A part ces critères bactériologiques et chimiques, il est souhaitable que l'eau réponde aux critères suivants :

- Turbidité : 5NTU
- pH : 6,5 à 9
- Conductivité : 700Ms/cm
- Dureté : 75mg/l

Avec pH : potentiel d'hydrogène.

En effet, le pH qui est inférieur à 7correspond à des eaux acides donc agressives, corrosives.

Si le pH est > 7, il correspond à des eaux alcalines elles ont tendance à provoquer des incrustations. Les eaux alcalines contiennent des carbonates, des bicarbonates et des hydroxydes.

La dureté d'une eau est donnée par la quantité de liqueur titré afin de former une masse stable avec un volume donné de cette eau. La dureté est due principalement à la présence des composés de chaux et de magnésium sous forme de bicarbonates, de sulfates et de chlorures.

CHAPITRE I : DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET

I.1. Situation géographique de la province Bujumbura

La province Bujumbura se répartie entre trois régions naturelles à savoir :

Imbo, Mugamba et les Mirwa qui déterminent d'importante variation tend au niveau de relief (700m a 2600m) que des précipitations de 900mm à 1600 mm. Les quatre grands groupes des cultures vivrières sont représentées avec le niveau variable en fonction des étages climatiques.

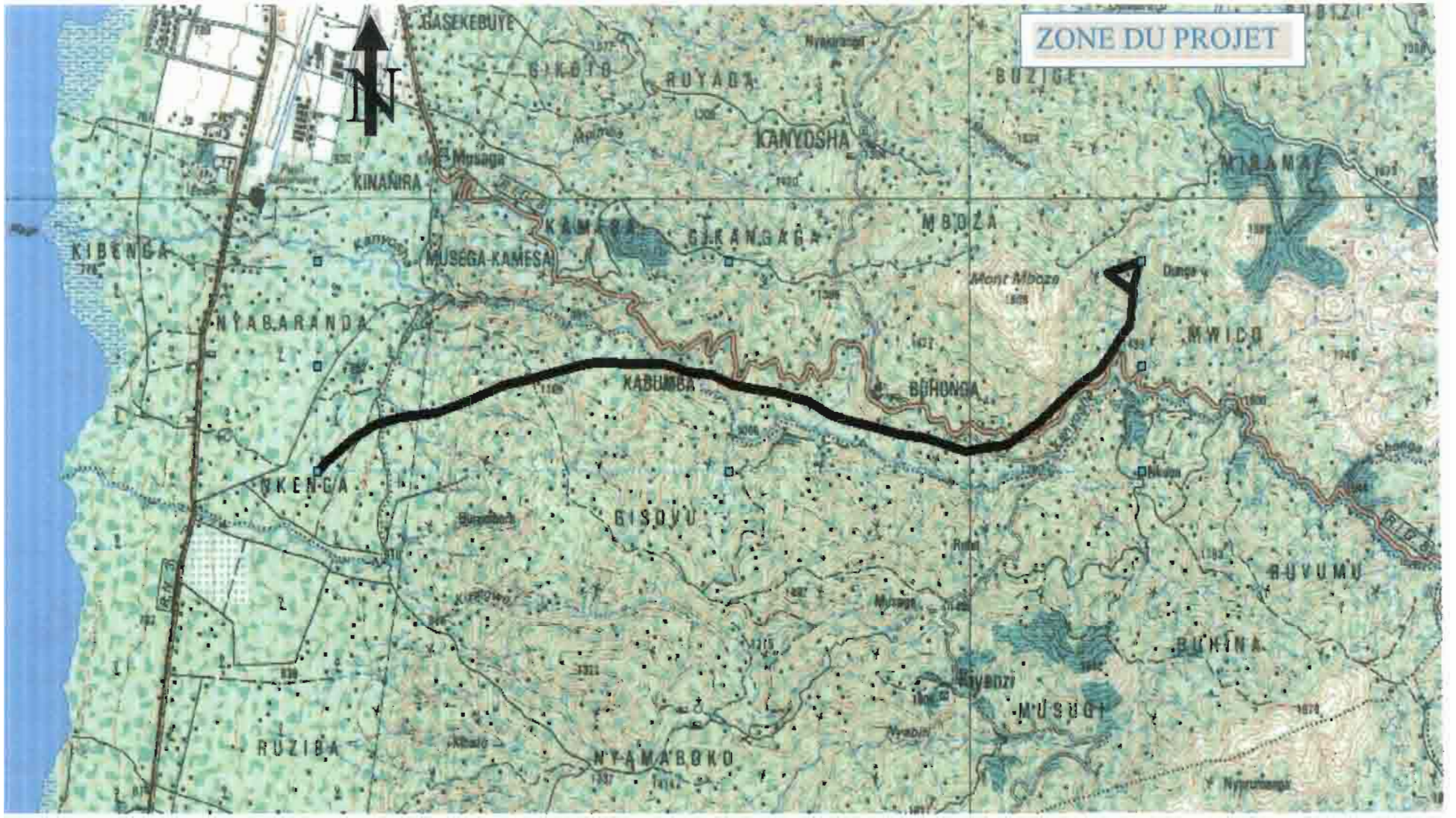
Les cultures des rentes sont : coton, riz, palmier à huile, café et thé. Notre zone du projet se trouve dans la région des MIRWA.

I.2. Localisation géographique de la zone du projet

Notre zone du projet se trouve dans la commune Kanyosha province Bujumbura, caractérisé par des pentes très fortes, rivières torrentielles et les vallées très encaissées. Il est délimité :

- A l'Est :Nyabiraba
- A l'Ouest : Mukaza et Muha
- Au nord : Sale
- Au sud : Mutambu

I.3. Carte de la zone du projet



CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE

II.1. Généralité

La vision principale du système d'alimentation en eau potable comme le cas de notre projet est de donner à la population l'eau en qualité et en quantité suffisantes selon les normes de l'OMS. Pour y arriver, il faut passer à l'évaluation de la population proprement dit de la zone du projet et celle des besoins éventuels de la population concernée.

II.2. Population

D'une façon générale, la population est caractérisée par le taux de natalité, notre planification du projet doit tenir en compte du taux de croissance de la population dans la zone du projet. Sa durée est estimée à vingt ans c'est-à-dire de 2015-2035.

II.3. Evaluation des bénéficiaires

L'alimentation en eau potable commence par étude de l'effectif de la population à desservir pendant une durée quelconque (de l'an 2015 à l'an 2035 pour notre cas).Voici les photos de quelques bénéficiaires:

Photo 3 & 4 : Photo des bénéficiaires et infrastructures publiques



Photo 3 : Certains habitants de la colline Mwico



Photo 4 : Ecole Fondamentale de Kabumba

II.4. Effectif de la population desservi par le réseau

a) Population actuelle

Après avoir eu la permission de l'Administrateur de la Commune Kanyosha en date du 24 décembre 2014, nous autorisant la visite de notre zone du projet, nous avons contacté certains bénéficiaires tout au long du réseau qui nous ont donnés certaines orientations. Nous nous sommes également rendus à l'ISTEEBU qui nous a fourni les données statistiques fiables (la population en 1990 et en 2008 de la commune Kanyosha.)

En considérant que la taille moyenne du ménage est de 6 personnes, le tableau suivant donne l'effectif de la population actuelle des collines traversées par le réseau

Colline	Nombre de ménages	Taille moyenne de ménage	Effectif total
MWICO	40	6	240
BUHONGA	67	6	402
KABUMBA	70	6	420
NKENGA	47	6	282
TOTAL	**184**		**1344**

Tableau 1: Population initiale de la zone du projet de l'an 2015

b) Evaluation des équipements publics et privées

Le tableau dresser ci-dessous montre le nombre des différents équipements publics et privés de notre zone du projet

Désignation	Unités	Effectif
E.P KABUMBA	Ecoliers	680
ECOFO KABUMBA	Élèves	200
TOTAL		**880**

Tableau 2: Evaluation des équipements publics et prives

c) Evaluation de la population projetée

Pour déterminer la population future, on se base sur la population initiale, le taux de croissance de la population qu'on obtient en tenant compte des enquêtes menées sur terrain et à l'ISTEEBU qui nous montrent la variation de la population dans les années antérieures .On parvient à évaluer la population future de toute la durée de vie de notre projet. Concernant la variation de la population de notre zone du projet, on préfère la variation de la population de toute la Commune **Kanyosha.**

d) Taux de croissance

Le taux de croissance de la population de notre zone du projet que nous allons utiliser est celle de la commune Kanyosha.

Il sera donné par la formule suivante

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

P_0 :Population initiale de la commune Kanyosha en 1990

P_n :Population de la commune Kanyosha en 2008

n : durée entre 1990 et 2008 soit 18ans

t : taux de croissance de la population

On aura donc $t= [(\frac{p_n}{p_o})^{\frac{1}{n}}]-1$

Commune	Population en 1990	Population en 2008
Kanyosha	65748	78564

Tableau 3 : Population de la commune Kanyosha en l'an 1990 et 2008

$T=[(\frac{78564}{65748})^{\frac{1}{18}}] - 1 = 0{,}994\%$ soit 1%

Nous estimons la population de notre zone du projet dans le tableau suivant

Localisation	Population en 2015	Population en 2035
MWICO	240	297
BUHONGA	402	498
KABUMBA	420	520
NKENGA	282	349
TOTAL	**1344**	**1664**

Tableau 4:La population de la zone du projet de 2015 à 2035

Infrastructures publiques	En 2015	En 2035
E.P KABUMBA	680	843
ECOFO KABUMBA	200	248

Tableau 5: Infrastructures publiques

II.4. Besoins journaliers moyens et maximum de la population actuelle et future

L'intérêt général de procéder à l'évaluation des besoins en eau pour les bénéficiaires du réseau faisant l'objet de notre projet est surtout de satisfaire au maximum possible une quantité suffisante en eau potable au profit de toute la population de la zone du projet pendant une durée déterminée L'évaluation des besoins en eau potable est faite à base des données fournies par la REGIDESO. Ces dernières sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

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: Consommations spécifiques

Autres valeur de consommation

Mode fournitures	**Besoin en l/j/personne**
Bornes fontaines à moins de 200m d'habitation	20
Robinet dans le cours d'habitation	30 a 50
Distribution simple dans l'habitation	100
Distribution complète dans la maison (avec chasse d'eau)	200 a 400

Tableau 7: Autres valeur de consommation

II.5. Besoins en eau actuels et futurs

Categories	Situation en 2015			Situation en 2035	
	Effectifs	Besoins l/j/hab	Besoins moyens l/j/hab	Effectifs	Besoins moyens l/j
I.villagois	1344	20	26880	1664	33280
II.Etablissements publics	880	5	4400	1091	5455
TOTAL			**31280**		**38735**

Tableau 8: Besoins de consommation actuelle et future

Pour l'an 2015,les besoins moyens en l/s sont

$1l/s*\frac{31280}{24*3600}$ =0,36l/s

Pour l.an 2034,les besoins moyens en l/s

$1l/s*\frac{38735}{24\text{-}3600}$=0,44l/s

II.6. Calculs des pertes

Pour un réseau d'alimentation en eau potable dans en milieu rural, suites aux pertes d'eau dans les conduites de transport ainsi que dans les ouvrages de distribution comme les robinets, le volume de perte d'eau est comprises entre 25% et 50% de la quantité consomme donc nous considérons pour notre projet une perte d'eau évaluer a 25%

Alors, nous utilisons la formule suivante

Pertes =Qj, moy*$(\frac{1}{1-\delta}$-1)

Avec : Qj, moy : besoins journaliers moyens en eau pour l'an 2015

δ: Coefficient pertes pris égal a 25%

Pertes=0.36l/s*$(\frac{1}{1-0,.25}$ -1)=0,12l/s

II.7. Calcul de la production de pointe

En tenant compte des activités quotidiennes la production de pointe est calculée en comparaison avec la production de pointe des villes du Burundi jusqu'ici connue. Le GKW Ingénieur conseil a considéré 25% comme facteur de production de pointe dans la ville de Ngozi.

Pour notre cas, se référant à cette exemple et comme il n'y a pas beaucoup d'activités qui entrainent des variations au niveau de la consommation nous jugeons de bon de prendre 10% comme facteur de production de pointe pour notre projet.

Qj=Qjmoy*(1+C)

Avec :Qjp=production journalier de pointe

Qjmoy : besoins moyen journalier

C : Facteur de production de pointe

Qjmax = (Qjp+pertes)*(1+r) ; avec r : marge de sécurité

Qjp=0.44l/s*(1+10/100)=0.484l/s

Qj max en 2034=0.484l/s+pertes

Pertes=0.44l/s*$(\frac{1}{1-0.25}-1)$=0.146l/s

Marge de sécurité r=$\frac{1664-1344}{1334}$ *100=23.80% soit 0.238

Qjmax=1l/s*(0.484+0.146)*(1+0.238)=0.779l/s

Conclusion : nous constatons que même si les pertes sont évaluées à 25% donc à une absence totale d'entretien, les besoins maximaux utiles en 2035 resteront beaucoup inferieurs à celui du débit de source captée.

Ainsi comme la production de source est de 1.3l/s en le comparant avec les besoins maximales qui sont de 0.779l/s pour notre projet lorsque les pertes sont évaluées à 25% ce qui montre que notre source va satisfaire aux besoins des bénéficiaires durant toute la durée du réseau.

Analyse des besoins journaliers et maximum en eau de la population actuelle et future

Catégories des bénéficiaires	Situation en 2015			Situation en 2035				
	Effectifs	Besoins l/j/hab	Besoins moyensl/j	Effectifs	Besoin moyens l/j	Besoins max l/j	Besoins max l/s	BesoinsMax m^3/h
MWICO	240	20	4800	297	5940	10540.33	0.121	0.4356
BUHONGA	402	20	8040	498	9960	17673.68	0.204	0.7344
KABUMBA	420	20	8400	520	10400	18454.45	0.213	0.7668
NKENGA	282	20	5640	349	6980	12385.77	0.143	0.5148
SOUS-TOTAL 1	**1344**		**26880**	**1664**	**33280**	**59054.23**	**0.681**	**2.4516**
Etablissement publics								
E.P KABUMBA	680	5	3400	843	4215	7477.200	0.086	0.309
ECOFO KABUMBA	200	5	1000	248	1240	2199.698	0.025	0.09
SOUS-TOTAL 2	**880**	**5**	**4400**	**1091**	**5455**	**9676.898**	**0.111**	**0.399**
TOTAL GENERAL	**2224**		**31280**	**2755**	**38735**	**68731,128**	**0,792**	**2,8506**

Tableau 9:Analyse des besoins journaliers et maximum pour la population actuelle et future

Conclusion : Comme la quantité d'eau qui reste est importante, il faudrait la mise en place d'un autre projet visant à alimenter d'autres populations et/ ou infrastructures non desservies en eau potable.

CHAPITRE III : SYSTEME DE CAPTAGE DE LA SOURCE D'EAU

III.1. Définition :

Le captage consiste à collecter le filet d'eau d'une source dans un ouvrage approprié et les amener dans un petit réservoir visitable sur lequel on branche les conduites d'alimentation. C'est le départ et le cœur d'adduction en eau potable.

Toutefois, il existe plusieurs formes source de captage nécessitant autant de méthode de captage.

III.2. Généralité sur le captage

Avant de capter une source, il faut faire une étude sur la nature de la source à capter, le terrain et la communauté à desservir, les caractéristiques de la source et les alentours, le débit de la source, la qualité de l'eau, les risques de contaminations, la topographie,...

Quel que soit le type de captage d'une source d'eau, il faut le construire avec le plus grand soin, il constitue le cœur de l'ouvrage cela signifie que quand il se détériore, l'ensemble du circuit (réseau aval n'a plus raison d'être)

III.3. La nature de la source d'eau.

On appelle source d'eau une nappe souterraine s'échappant du sol naturellement sans moyen artificiel

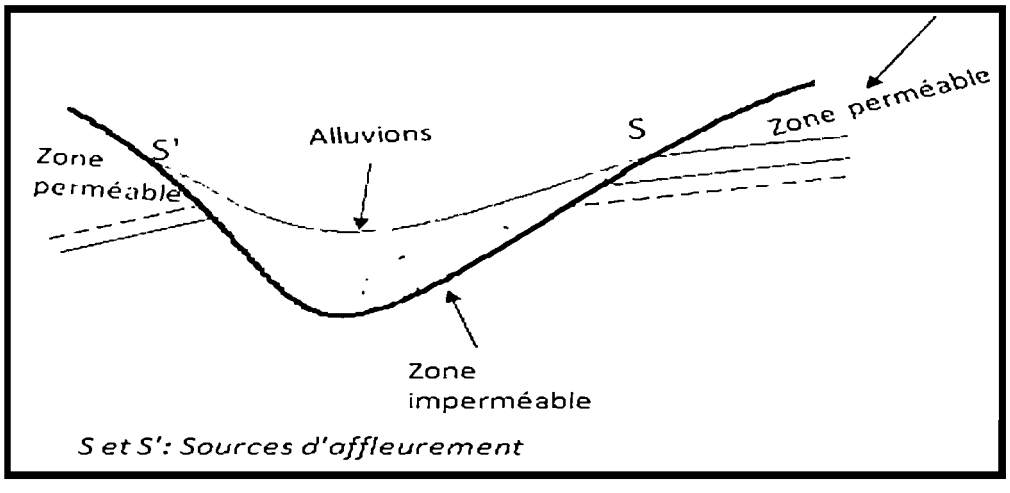
Selon le mode de formation, on distingue trois principales sources à savoir :

a) Les sources d'affleurement

Elles sont dues à l'affleurement le long de la surface topographique de la couche imperméable supportant la nappe.

La pente de la couche imperméable influence le débit de la source.

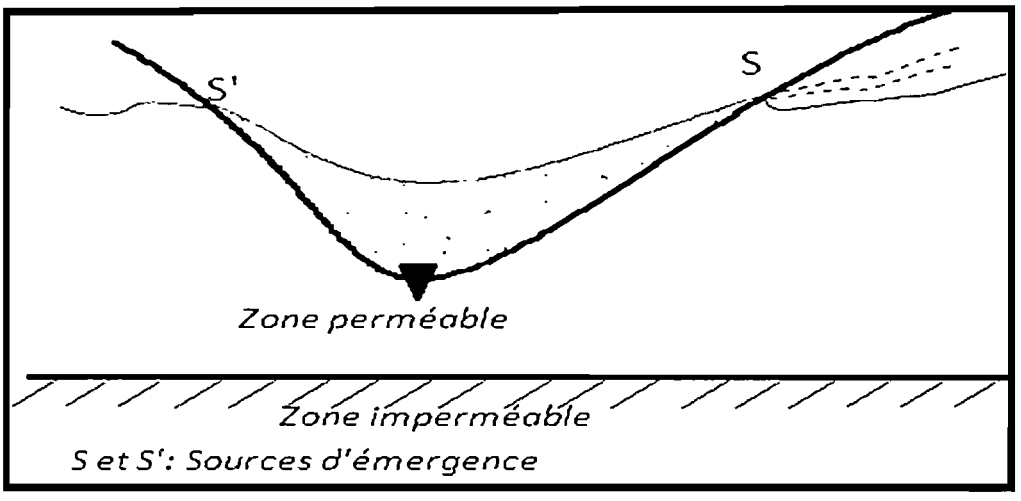
Ces sources sont plus faciles à capter et tarissent rarement à cause de leur débit important.



b) Les sources d'émergence

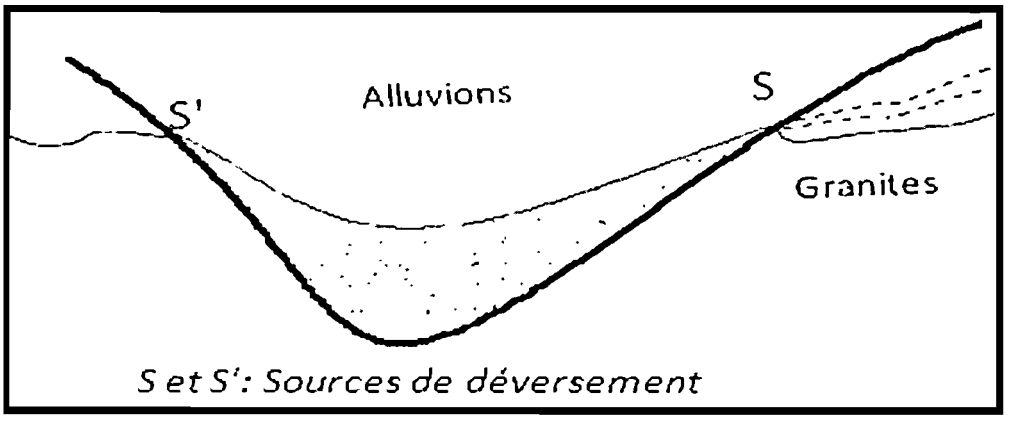
Elles prennent naissance quand la surface piézométrique d'une nappe rencontre la surface topographique, le substratum imperméable n'affleurant pas nécessairement.

Elles sont alimentées par la partie supérieure de la nappe phréatique.



c) Les sources de déversement

On les rencontre dans les roches fissurées en surfaces (granites et calcaires).L'eau apparaît au point de rencontre des fissures à la surface du sol dans une vallée. Par comparaison aux sources d'affleurement leur débit est généralement faible. Ces sources peuvent facilement tarir et sont peu intéressantes à capter.



III.4. Système de captage

III.4.1. Principe de captage

Pour Faire un bon captage, on doit tenir compte de plusieurs paramètres entre autre :

- L'origine et la quantité d'eau qui est fonction du terrain et de sa perméabilité ;
- La quantité de l'eau;
- Le sens d'écoulement des filets liquides ;
- La nature de la source ;
- La hauteur de la nappe ;
- Etc.

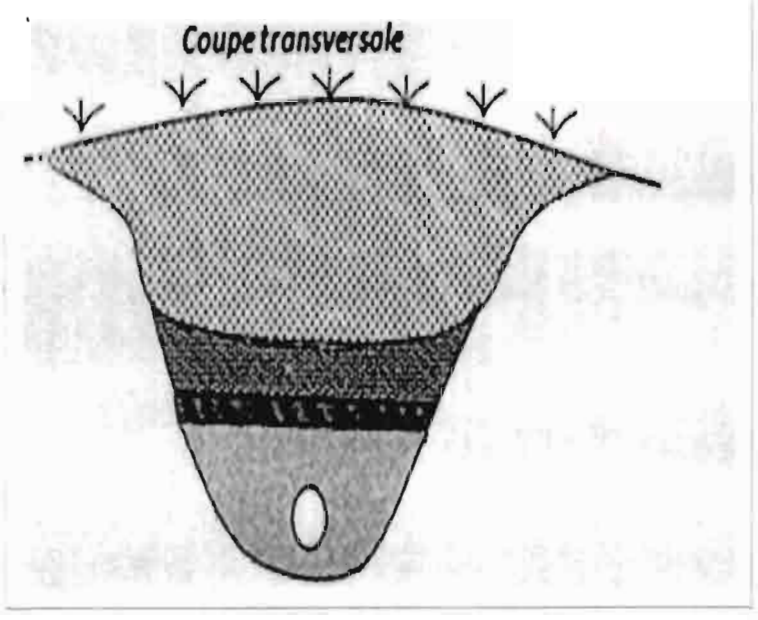
Il ne faut pas capter plus que ce que la nappe donne naturellement à l'étiage.

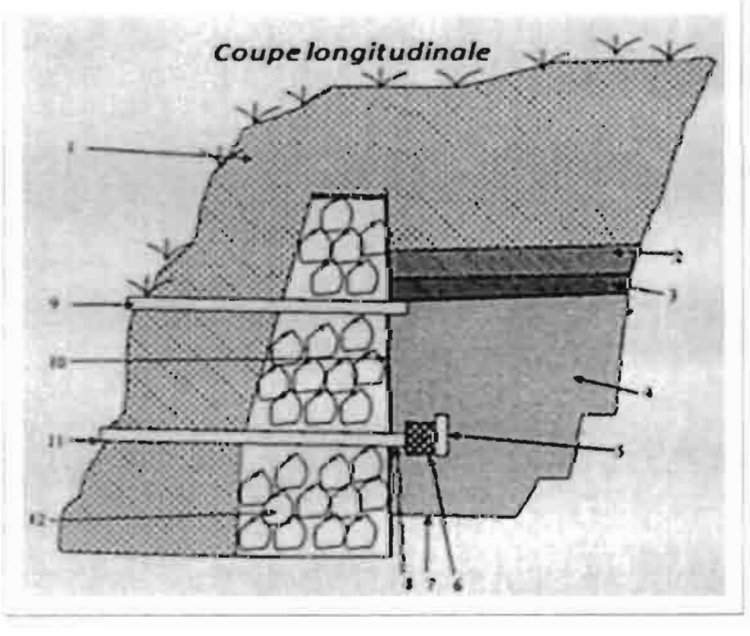
Ce débit a été estimé lors des études menées sur terrain. En captant davantage, on risque d'épuiser les réserves. On se référera donc sur le débit de source déterminé par notre étude d'exécution sur base des mesures effectuées et en tenant compte des difficultés présumées de captage.

Nous devons protéger la zone de captage contre l'infiltration des eaux de surface en remblayant le site au-dessus du toit de la nappe avec une feuille de protection (bâche ou plastique) et des argiles très compactées.

L'eau ne pourra être mise en pression dans le site de la source et sera conduite par un collecteur à écoulement libre jusqu'à la chambre de départ.

III.4.2. Schémas de principe de captage





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	Barrage en moellons

Si les fissures montrent des dépôts de sables ou de particules fines, il faudra poser un drain entouré de graviers filtrant calibré dans le site de fissures. Le drain sera ensuite remblayé par du matériau filtrant jusqu'au niveau du toit de la nappe et un drain de reprise sera implanté à 10 cm sous la bâche de protection qui sera elle-même recouverte d'argile compactée. .

III.4.3. Caractéristique de notre source du projet

La source faisant l'objet de notre captage débute 1.3l/s, elle se trouve à une altitude de 1500m.

Le tableau ci-dessous montre les altitudes sur lesquelles se trouvent des différents réservoirs de stockage.

Endroits	**Altitudes**
CD	1500m
R1	1440m
R2	1315,5m
R3	1236m

Tableau 10:Les altitudes des différents endroits qu'on va distribuer l'eau

III.4.4.Ouvrage de captage

On distingue :

- La chambre de captage
- La chambre collectrice
- La chambre de départ

a) La chambre de captage

L'ouvrage permettant de collecter les filets d'eau d'une source et les amener dans un petit réservoir visitable appelle chambre collectrice si on a plusieurs sources ou dans une chambre de départ dans le cas d'une seule source

b) La chambre collectrice

Destinée à collecter les eaux provenant de plusieurs sources d'émergences dans le but de les achemine dans la cambre de départ

c) La chambre de départ

Chambre de départ est un ouvrage en maçonnerie parfaitement étanché, enduits à l'intérieur et à l'extérieur avec des angles arrondis dans lesquels aboutissent les ouvrages de captage et partent les tuyaux de distribution.

III.4.5. Investigation du site

Il est très important de connaitre sur le site le niveau et l'épaisseur de la nappe à capter car il déterminer le niveau d'implantions des drains, Une reconnaissance détaille du site, le niveau et l'épaisseur de la nappe à capter.

Elle constitue l'objet de première partie des travaux de captage

III.5. Caractéristique des Matériaux de captage

a) Les drains

Les drains doivent pouvoir capter un maximum d'eau pour une charge hydraulique la plus faible possible. A cet effet, ils devront avoir un coefficient d'ouverture le plus possible et un slot (ouverture des fentes) le plus élevé.

Entre l'aquifère et le drain, on implantera un gravier filtrant calibré en fonction du slot de la crépine et de la granulométrie des terrains encaissants.

Le slot de la crépine et la granulométrie du gravier filtrant correspondant seront fonction de la nature du terrain meuble rencontré dans l'environnement de l'émergence. Pour des sables fins (diamètre moyen : 150 à 250 microns), on utilisera un slot de 0,5 mm et pour des sables moyens à grossiers (diamètre moyen : 400 à 500 microns), un slot de 1, 0mm. La crépine des grains (en PVC) de qualité alimentaire sera rainurée longitudinalement. Cela permet un classement naturel autour du drain. Les fentes de 0,5 ou de 1mm seront transversales. Le diamètre extérieur des drains sera d'au moins 95 mm. Pour les captages très ponctuels dont le débit est élevé, on utilisera des drains d'un diamètre de 200 mm. Le pourcentage d'ouverture total des fentes par rapport à la surface totale du drain sera d'au moins 6%pour les slots de 0,5 mm et de 10 % pour les slots de 1mm. Les drains seront circulaires.

b) Le sol filtrant

Le sol filtrant sera roulé et siliceux (jamais de concassé) on le constituera à partir de sable (0,25 à 0,5mm), (0,5mm à 1,0mm et (1,00 à 2,00mm) et de graviers (2,00mm à 5,00mm) à recherche dans les alluvions des rivières. Les caractéristiques du drain et du gravier filtrant changent en fonction de la granulométrie du sable de la source comme présenté au tableau suivant.

Slot de la crépine	**0,5mm**	**1mm**
Fraction du gravier filtrant	Sables très fin	Sables moyens
De 0 ,25à 0,5 mm De0, 5 à1, 0 mm De0, 1à2, 0 mm De2, 0 à 5,0 mm	10% 40% 40% 10%	- 10% 45% 45%

Tableau 11:Caractéristiques du drain et du gravier filtrant

c) Les tranchées drainantes

Elles auront au strict minimum 1,60 m de profondeur sous le niveau de la nappe en basses eaux. La largeur des tranchées ne doit pas dépasser 1,00m. Ces tranchées seront toujours blindées et elles ne pourront en aucun cas avoir des parois obliques, car cela nécessiterait des remblais plus importants avec des matériaux spéciaux et une bâche de protection plus étendue. Le fil d'eau du drain reposera à au moins 0,10 m de gravier filtrant. La pente du drain ne pouvant dépasser 0,5%.

d) Les nappes de fissures

Dans les nappes de fissure, ou quand le débit est très élevé et concentré, on importera les drains en parallèle, dans le site d'émergence. Les longueurs seront alors décidées de manière à on ne pas dépasser une vitesse de 1 cm /sec à l'entrée du drain.

III.6. La protection de la zone de captage

La zone de protection immédiate du captage concerne un rayon de 15 m autour et en amont du captage. On peut considérer qu'une épaisseur de 3 m

Au-dessus des drains et suffisante pour assurer une protection contre les instructions d'origine biologique.

Pour une chambre de captage, la dalle de couverture sera recouverte d'un massif d'argile compactée. Le tout sera remblayé de manière à ce que la chambre se situé à plus de 3 m sous le sol. Pour les drains, le massif filtrant sera protégé par une feuille de plastique, elle-même recouverte d'un remblai d'argile compactée jusqu'au niveau du terrain naturel qui sera en herbé. L'épaisseur de ce remblai constitué de matériau imperméable ou très peu perméables devra atteindre 3m. On isolera la « zone de protection immédiate », pour une clôture de fils de fer barbelés. Sur ce site utilisé, on implantera un couvert herbeux continu et surtout le gazon dans le permettre du captage pour garder l'eau fraîche. Pour empêcher les eaux de ruissellement de se diriger vers le dispositif de captage, on creusera soit :

- Des fosses peu profondes et enherbés. Ces fosses auront une pente forte, mais ne dépassant pas 7% ; soit
- Des rigoles en maçonnerie jusqu'en aval du captage.

De tels fosses ou rigoles ne seront admis qu'en terrain peu perméable. En effet, en sols perméables, ils sont à prescrire car ils favoriseraient l'infiltration des eaux de ruissellement vers le site du captage.

CHAPITRE IV : OUVRAGE DE STOCKAGE ET DE REGULATION

IV.1. Définition et utilité

Un réservoir est un ouvrage destiné à emmagasiner l'eau en vue de l'utiliser en cas de panne ou d'entretien des sources. Il constitue une sécurité surtout pendant les heures de pointe et peut servir de secours lors des incendies.il est situé à un niveau plus élevé par rapport à des robinets

Un réservoir offre une régularité dans le fonctionnement du réseau et répond efficacement à des sollicitations régulières d'eau et assure la régularité des pressions dans les conduites de distributions l'eau.

IV.2. Type de réservoirs

Selon la manière dont sont construits et selon aussi la hauteur à donner au plan d'eau inférieur de la cuve ; on distingue :

- Le réservoir enterré ;
- Le réservoir semi- enterré ;
- Le réservoir surélevé.

Suivant la nature :

- Réservoir métallique ;
- Réservoir en béton armé;
- Réservoir en maçonnerie ;
- Réservoir en plastique.

Suivant la forme:

- Réservoirs cylindriques ;
- Réservoir parallélépipédique ;
- Réservoir quelconque.

Nous signalons que la construction d'un réservoir représente un investissement non moins important tant que les conditions topographiques seront moins favorables. C'est ainsi qu'un réservoir surélevé coûte plus chère qu'un réservoir enterré.

Dans notre étude, nous proposons un réservoir en maçonnerie, semi-enterré avec une forme cylindrique, car ce dernier résiste mieux à la pression hydrostatique et consomme moins des matériaux de construction, surtout trouvés sur place.

La topographie du site et l'économie sur les frais de construction conditionnent également le choix

IV.3. Capacité des réservoirs»

IV.3.1. Calcul de la capacité des réservoirs

La détermination de la capacité du réservoir est conditionnée par les variations du débit en fonction du temps. Durant les 24 heures de la journée, les débits ne restent pas constants à cause des activités intenses suivant certaines heures de la journée. Le volume du réservoir est égal à la différence entre le volume entrant et le volume sortant pour un intervalle de temps bien donné.

Le calcul de la capacité des réservoirs se fait soit analytiquement, soit graphiquement.

Analytiquement ; on utilise les formules suivantes :

$V_{ep}=\int_0^T Qe\ dt=Q_e*T;$

$V_{sp}=\int_0^T Q_S(t)dt=Q_s*T;$

$Q_s=Q_e*Ch;$

$V_{ec}=\sum V_{ep};$

$V_{sc}=\sum V_{sp}.$

Avec Vep : Volume entrant partiel ;

Vsp : Volume sortant partiel ;

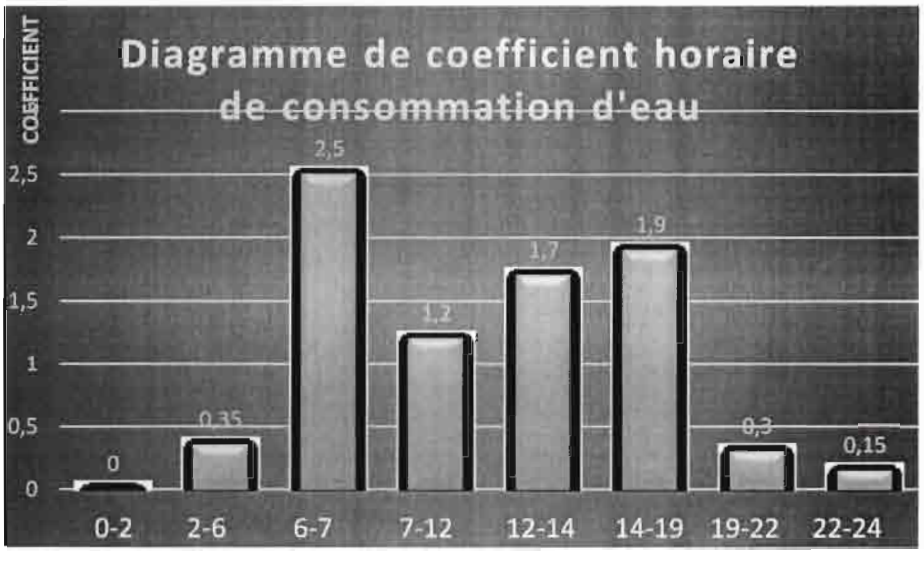
Qs : Débit sortant ;

Ch : Coefficient horaire

Vec : Volume entrant cumulé

Vsc : Volume sortant cumulé

Graphiquement on a :



Une autre chose importante qui influence la capacité du réservoir, c'est le facteur de variation horaire de consommation suivant la catégorie des bénéficiaires. Selon qu'il y a des populations villageoises ou des populations urbaines, on a des coefficients horaires différents. En pratique, la capacité du réservoir est prise à 1,5 fois le volume journalier. Pour la répartition journalière des débits de consommation, nous estimons les coefficients horaires donnés par la REGIDESO.

En milieu rural

Période (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 12: Coefficient horaires de consommation d'eau en milieu rural

Capacité de la CD, Q_E=2,8506m³/h

Période	**T**	**Ch**	**Q_E**	**Q_{SP}**	**V_{SP}**	**V_{SC}**	**V_{EP}**	**V_{EC}**	**V_{EC}-V_{SC}**
	h		m³/h	m³/h	m³	m³	m³	m³	m³
0-2	2	0	2,8506	0	0	0	5,7012	5,7012	5,7012
2-6	4	0,35	2,8506	0,99771	3,99084	3,99084	11,4024	17,1036	13,11276
6-7	1	2,5	2,8506	7,1265	7,1265	11,11734	2,8506	19,9542	8,83686
7-12	5	1,2	2,8506	3,42072	17,1036	28,22094	14,253	34,2072	5,98626
12-14	2	1,7	2,8506	4,84602	9,69204	37,91298	5,7012	39,9084	1,99542
14-19	5	1,9	2,8506	5,41614	27,0807	64,99368	14,253	54,1614	-10,8323
19-22	3	0,3	2,8506	0,85518	2,56554	67,55922	8,5518	62,7132	-4,84602
22-24	2	0,15	2,8506	0,42759	0,85518	68,4144	5,7012	68,4144	0

Tableau 13: calcul de la capacité du réservoir de chambre de départ

Capacité théorique =1m³*[|**13,11276**|+| **-10,8323** |]=**23 ,94506 m³**

Capacité pratique =23 ,94506 m³*1,5=35,91759 m³

Soit un réservoir de **50 m³**

Capacité du réservoir R1 pour MWICO et BUHONGA, Q_E=1,17m³/h

Période	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	1,17	0	0	0	2,34	2,34	2,34
2-6	4	0,35	1,17	0,4095	1,638	1,638	4,68	7,02	5,382
6-7	1	2,5	1,17	2,925	2,925	4,563	1,17	8,19	3,627
7-12	5	1,2	1,17	1,404	7,02	11,583	5,85	14,04	2,457
12-14	2	1,7	1,17	1,989	3,978	15,561	2,34	16,38	0,819
14-19	5	1,9	1,17	2,223	11,115	26,676	5,85	22,23	-4,446
19-22	3	0,3	1,17	0,351	1,053	27,729	3,51	25,74	-1,989
22-24	2	0,15	1,17	0,1755	0,351	28,08	2,34	28,08	0

Tableau 14: calcul de la capacité du réservoir de Mwico-Buhonga

Capacité théorique $=1m^3*[|\mathbf{5,382}|+|\mathbf{-4,446}|]=\mathbf{9,828\ m^3}$

Capacité pratique $=9,828\ m^3*$ $1,5=14,742m^3$

Soit un réservoir de **$15\ m^3$**

Capacité du réservoir R2 pour KABUMBA, EP KABUMBA et ECOFO KABUMBA, $Q_E=1,1658m^3/h$

Période	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	1,1658	0	0	0	2,3316	2,3316	2,3316
2-6	4	0,35	1,1658	0,40803	1,63212	1,63212	4,6632	6,9948	5,36268
6-7	1	2,5	1,1658	2,9145	2,9145	4,54662	1,1658	8,1606	3,61398
7-12	5	1,2	1,1658	1,39896	6,9948	11,54142	5,829	13,9896	2,44818
12-14	2	1,7	1,1658	1,98186	3,96372	15,50514	2,3316	16,3212	0,81606
14-19	5	1,9	1,1658	2,21502	11,0751	26,58024	5,829	22,1502	-4,43004
19-22	3	0,3	1,1658	0,34974	1,04922	27,62946	3,4974	25,6476	-1,98186
22-24	2	0,15	1,1658	0,17487	0,34974	27,9792	2,3316	27,9792	0

Tableau 15:calcul de la capacité du réservoir de l'ECOFO Kabumba et Kabumba

Capacité théorique $=1m^3*[|\mathbf{5,36268}|+|\mathbf{-4,43004}|]=\mathbf{9,78272\ m^3}$

Capacité pratique =9,78272 m^3*1,5=14,67408m^3

Soit un réservoir de **15 m^3**

Capacité du réservoir R3 pour NKENGA,Q_E=0,5148m^3/h

Période	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	0,5148	0	0	0	1,0296	1,0296	1,0296
2-6	4	0,35	0,5148	0,18018	0,72072	0,72072	2,0592	3,0888	2,36808
6-7	1	2,5	0,5148	1,287	1,287	2,00772	0,5148	3,6036	1,59588
7-12	5	1,2	0,5148	0,61776	3,0888	5,09652	2,574	6,1776	1,08108
12-14	2	1,7	0,5148	0,87516	1,75032	6,84684	1,0296	7,2072	0,36036
14-19	5	1,9	0,5148	0,97812	4,8906	11,73744	2,574	9,7812	-1,95624
19-22	3	0,3	0,5148	0,15444	0,46332	12,20076	1,5444	11,3256	-0,87516
22--24	2	0,15	0,5148	0,07722	0,15444	12,3552	1,0296	12,3552	0

Tableau 16: calcul de la capacité du réservoir de Nkenga

Capacité théorique =1m^3*[|**2, 36808**|+| **-1,95624**|]=**4,32432 m^3**

Capacité pratique =4,32432 m^3*1,5=6,48648m^3

Soit un réservoir de **10 m^3**

IV.3.2. Dimensionnement des réservoirs

IV.3.2.1. Introduction

- la dalle et le radier de couvercle du réservoir seront construits en béton en armé qui est dosé de350kg/m^3 et les parois en maçonnerie de moellon avec un mortier de ciment dosé à 250 Kg/m^3
- Les parois intérieurs ; c'est-à-dire en contact avec l'eau seront revêtues d'un enduit d'étanchéité.
- les parois extérieures ; en contact avec le sol seront recouvertes d'un enduit bitumineux.
- les deux échelles (intérieures et extérieures) seront nécessaires pour faciliter l'entretien du réservoir.

Ainsi pour notre adduction, nous adoptons le type de réservoir semi-enterré à cause de la topographie du terrain et le mode d'alimentation sera purement gravitaire.

IV.3.2.2. Principales dimensions

Le Diamètre du réservoir est donné par la formule de ***FONLLA DOSA :***

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

Où D : Diamètre du réservoir en m

V : Volume du réservoir en m^3

Hauteur :

Selon encore FONLLA DOSA, la hauteur utile est déterminée à l'aide de la formule : c'est la hauteur occupe par l, eau dans le réservoir

Hu= 0.46 D

Où Hu : hauteur utile en m

DI : diamètre intérieur en m

La hauteur libre se situe entre le niveau d'eau et le bord supérieur du réservoir. Elle est comprise entre 0.2 et 0.5m et est notée hl.

La hauteur totale du réservoir est la somme de la hauteur libre et la hauteur utile.

H= Hu +Hl

Où hu est la hauteur utile (m) ;

Hl est la hauteur libre(m) ;

H est la hauteur totale(m) ;

Avec les formules résumées dans le tableau suivant :

Volume (m^3)	DI (m)	DE (m)	Epaisseur des parois(m)	H_u(m)	H_l (m)	H_t(m)	l_x=l_y(m)	Epaisseur du radier(m)
50	5.88	6.58	0.35	2.7	0.35	3.05	6.08	0.4
15	3.46	4.16	0.35	1.59	0.35	1.94	3.57	0.3
10	3.02	3.72	0.35	1.38	0.35	1.73	3.82	0.3

Tableau 17: Dimensions des réservoirs en fonction de leurs volumes

Dans notre cas, nous avons les deux réservoirs de même capacité c'est-à-dire de 15 m^3, réservoir de 10et 50 m^3

Donc, le réservoir n'est soumis qu'à un effort de traction et la pression est uniforme sur les parois latérales du réservoir

D'une manière générale, l'épaisseur de la paroi et de la dalle est respectivement estimée à 0.30m et 0.10 m.

Réservoir de 50m^3

1) Dalle de couverture

Selon DIN 1045, la hauteur à donner à une dalle est:

$h \geq \frac{\propto * l}{35}$dans tous les cas;

$h \geq \frac{\propto * l}{150}$si l'élément doit supporter des cloisons.

Ou $\propto$: coefficient dépendant des conditions aux appuis ;

l:portée de la dalle

$\propto = 1\ si$la dalle est simplement appuyée.

Pour notre cas $\propto = 1$

$l_x = l_y = 6{,}08m$

La hauteur de la dalle est alors:

$h \geq \frac{1*6{,}08m}{35} \leftrightarrow h \geq 0.173m = 17{,}3cm soit\ 18cm$

Calcul de l'épaisseur de la dalle

L'épaisseur d de la dalle est donnée par la formule ci -dessous:

$d = h + e + \frac{1}{2}\emptyset s$, avec e=enrobage

h=hauteur utile

d=épaisseur de la dalle

$\emptyset s$ =Diamètre des aciers

e=20mm, $\emptyset s$=10mm

$d = 18cm + 2cm + \frac{1}{2} * 1cm \leftrightarrow d = 20{,}5cm$ soit 21cm

Calcul des charges

a)Charges permanentes

Poids de la dalle $g_1=\delta_b*d=25KN/m^3*0,21m$

$g_1=5.25KN/m^2$

b) Charges d'exploitation

$p=2KN/m^2$

Revêtement $\Delta_g=1.5KN/m^2$

Charge totale $q= g_1+p+\Delta_g=(5.25+2+1.5)KN/m^2=8,75KN/m^2$

Calcul des sollicitations

En travée

$l_x=l_y=6,08m$

$\frac{l_y}{l_x}=\frac{6,08m}{6,08m}=1\rightarrow f_x^0=f_y^0=20$

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

$M_{tx}=M_{ty}=8,75*\frac{6,08^2}{20}=16,17KNm/m$

Calcul de la section des armatures

En travée

$m_s=\frac{M_{tx}}{bh^2f_{cu}}$, pour$B_{25}f_{cu}=17500KN/m^2$

$m_{sx}=\frac{16.17}{1*0.18^2*17500}=0,028<0.193$

Calcul de ω_2 par interpolation

$m_s\omega_2$

$\omega_2=0.037+\frac{0.018*0.008}{0.01}=0.051$

$AS_X=\omega_2*\frac{b*h}{f_e/f_{cu}}=0.051*\frac{1*0.18}{24}=0.00039m^2/m=3.9cm^2/m$

Choix:$\emptyset_8$ $s_t=12.5cm$ $A_{seff}=4.02:cm^2/m$

$m_{sy}=\frac{M_{ty}}{bh_1^2f_{cu}}$ avec $h'=h-\frac{1}{2}\emptyset_s\leftrightarrow h_1=18cm-\frac{1}{2}*1cm$

h_1=17.5cm=0.175m

$m_{sy}=\frac{16.17}{1*0.175^2*17500}$=0.03

ω_2=0.055

$A_{sy}=\omega_2*\frac{b*h}{f_e/f_{cu}}$=0.055*$\frac{1*0.175}{24}$=0.0004m²/m =4cm²/m

Choix:$\emptyset_8$, s_t=12.5cm A_{seff}=4.02cm²/m

2) Dimensionnement du radier

Epaisseur du radier e=30cm=0.30m

Calcul des charges

a)Charges permanentes

Charge de l'étanchéité =0.7KN/m²

Poids propre du radier g=(γ_b*d)+Etanchéité

g=(25KN/m³*0.30m)+ 0.7KN/m²=8.2KN/ m²

b) Charges d'exploitation

Poids de la dalle $p_1=q*\frac{l_x^2}{2}$ =8.75KN/m²*$\frac{(3.74m)^2}{2}$ =61.19KN

Poids du mur $p_2=\gamma_{mur}$ *e*H_t*$\frac{(DI+DE)}{2}$*π

Avec γ_{mur}:Poids volumique du mur, γ_{mur}=22.6 KN/m³

p_2=1KN*22.6*0.30*1.73*$\frac{(3.02+3.72)}{2}$ *3.14 =124.11KN

Poids de l'enduit + étanchéité $p_3=P_{enduit}$* H_t*DI*π

p_3=1KN*0.7*1.73*3.02*3.14=11.48KN

Poids total p_t= p_1+ p_2+ p_3

p_t=(61.19+124.11+11.48)KN=196.78KN

Pression totale sous le mur $p_{tmur}=\frac{p_t}{S}$, avec S=e*$\frac{DI*DE}{2}$ *π

S=0.30m*3.37m*3.14

S=3.17m²

$p_{tmur}=\frac{196.78KN}{3.17m^2}$ =62.07KN/ m^2

Pression hydrostatique $p_{hydro}=\gamma_{eau}*h_u$=10 KN/$m^3$*1.38m=13.8KN/ m^2

La charge totale de dimensionnement est:

q_t=Poids propre du radier +Pression totale sous le mur

q_t=(8.2+62.07) KN=70.27KN

Calcul des sollicitations

$M_{tx}=M_{ty}=q_t*\frac{l_x^2}{f_x^0}=q_t*\frac{l_y^2}{f_y^0}$

$M_{tx}=M_{ty}$=1KNm/m*70.27*$\frac{(3.74)^2}{20}$ =49.14KNm/m

Calcul de la section des armatures

$m_{sx}=\frac{M_{tx}}{b*h^2*f_{cu}}=\frac{49.14}{1*0.25^2*17500}$ =0.044, avec h=d-5cm=25cm=0.25m

ω_2=0.075+$\frac{0.019*0.004}{0.01}$ =0.0826

A_{sx}=0.0826*$\frac{1*0.25}{24}$ =0.00086m^2/m soit 8.6cm^2/m

Choix:$\emptyset_{10}$,st=9cm,$\boldsymbol{A_{seff}}$=8.73$\boldsymbol{cm^2}$/m

$m_{sy}=\frac{M_{ty}}{b*h_1^2*f_{cu}}$, avec h_1=h-$\frac{1}{2}$ *$\emptyset_s$=25cm-0.5cm=0.245m

$m_{sy}=\frac{49.14}{1*0.245^2*17500}$ =0.046

ω_2=0.075+$\frac{0.019*0.006}{0.01}$ =0.086

A_{sy}=0.086*$\frac{1*0.245}{24}$ = 0.00087m^2/m soit 8.7cm^2/m

Choix:$\emptyset_{10}$,st=9cm,A_{seff}=8.73cm^2/m

Le dimensionnement des autres réservoirs se fait de la même façon que le précédent. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

		Réservoir de $15m^3$	Réservoir de $10m^3$
I.Dalle de couverture	.Epaisseur d de la dalle(cm) .Moments -En travée $Mt_x=Mt_y$(KNm) .Armatures -En travée	14 5.25 $Ø_8$ st=20cm Aseff=2.51cm^2/m	13 4.92 $Ø_8$ st=20cm
II. Radier	.Epaisseur (cm) .Poids de dimensionnement (KN) .Armatures	30 70.35 $Ø_{10}$ st =6cm Aseff=13.09cm^2/m	30 57.01 $Ø_{10}$st=10.5cm

Tableau 18 : Récapitulatif de dimensionnement des réservoirs de 15 m^3et 10m^3

► **Schémas types des réservoirs**

Réservoir de $10m^3$

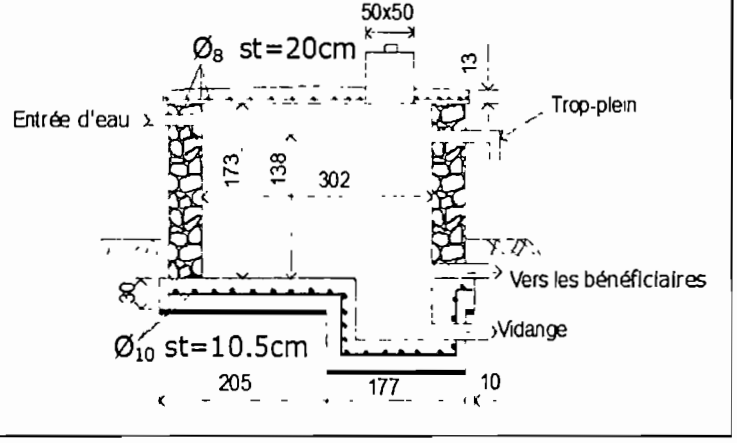


Figure 1: Schéma type du réservoir de 10m ^{3}

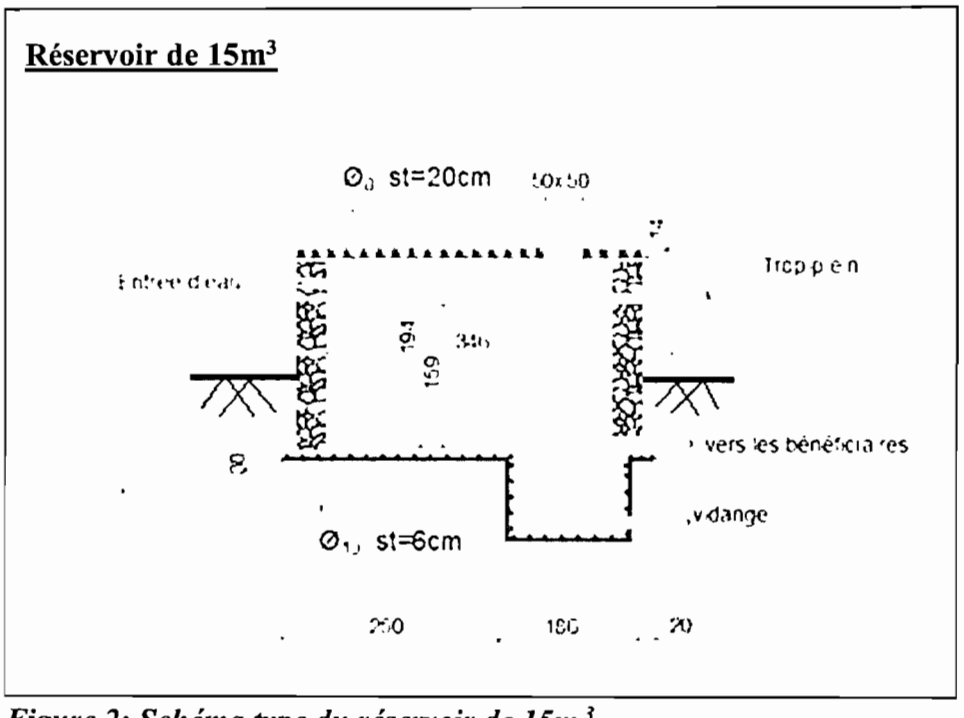


Figure 2: Schéma type du réservoir de 15m³

Chambre de départ

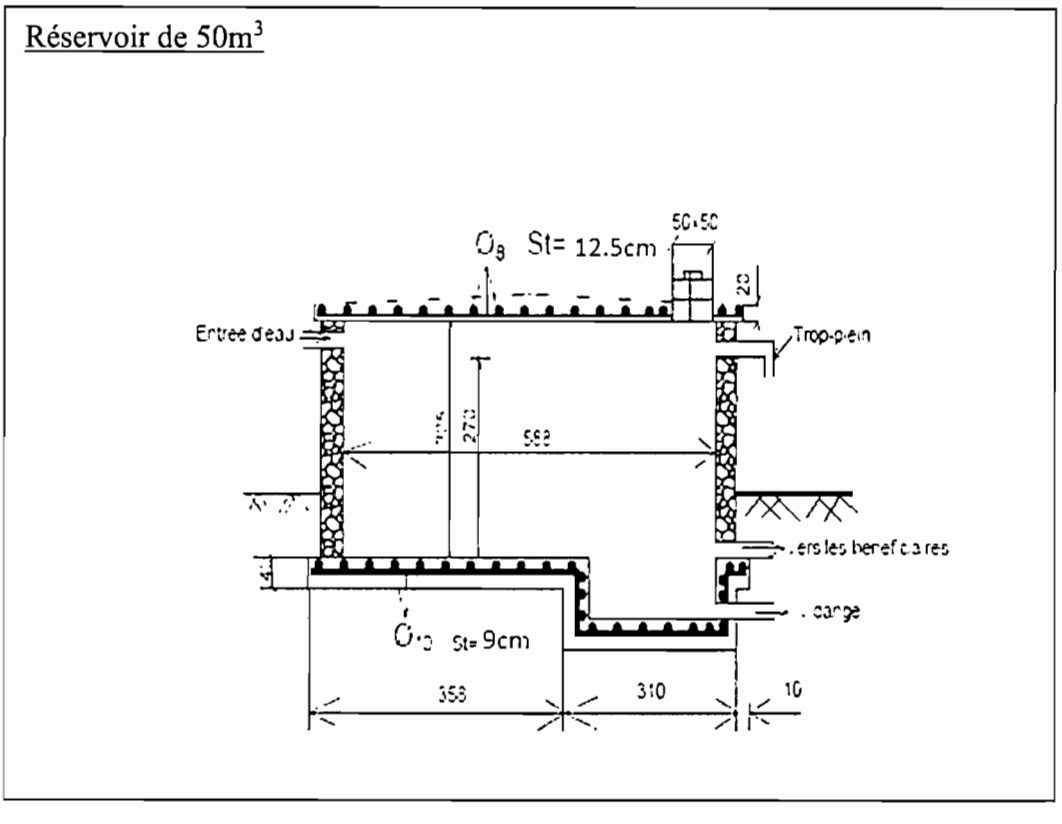


Figure 3: Schéma type du réservoir de 50m³

IV.4. Equipements des réservoirs

Le réservoir doit être muni de trois conduites à savoir

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) Conduite de distribution

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

c) Conduite de vidage

Elle est faite d'une conduite installée en bas du réservoir sur le radier. Son rôle est de permettre l'évacuation des dépôts qui se situe à l'intérieure du réservoir.

La conduite de vidage 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 destiné à empêcher l'eau de dépasser un niveau déterminé. Elle doit être capable d'évacuer la totalité du débit Q entrant dans le réservoir. La canalisation du trop-plein débouchera à un exécutoire voisin.

IV.4.1. Construction des réservoirs

Les réservoirs seront construits en matériaux durables et doivent être étanches. Ils sont munis des dispositifs de réglage, l'ouverture sur la partie supérieure pouvant faciliter les travaux d'entretien et permettre la visite à l'intérieur.

Il est prévu un trop plein et est couvert afin d'éviter les contaminations par des poussières et autres agents et corps étrangers.

CHAPITRE V : CALCULS HYDRAULIQUES

V.1. Ouvrages du réseau hydraulique

a) Chambre de purge

Une chambre de purge est un ouvrage construit a un niveau plus bas du trace de la canalisation pour éliminer les dépôts des particules solides qui peuvent être stockées a l'intérieur des conduites de canalisation. Le schéma ci-dessous montre la coupe et la vie en plan de cette chambre de purge

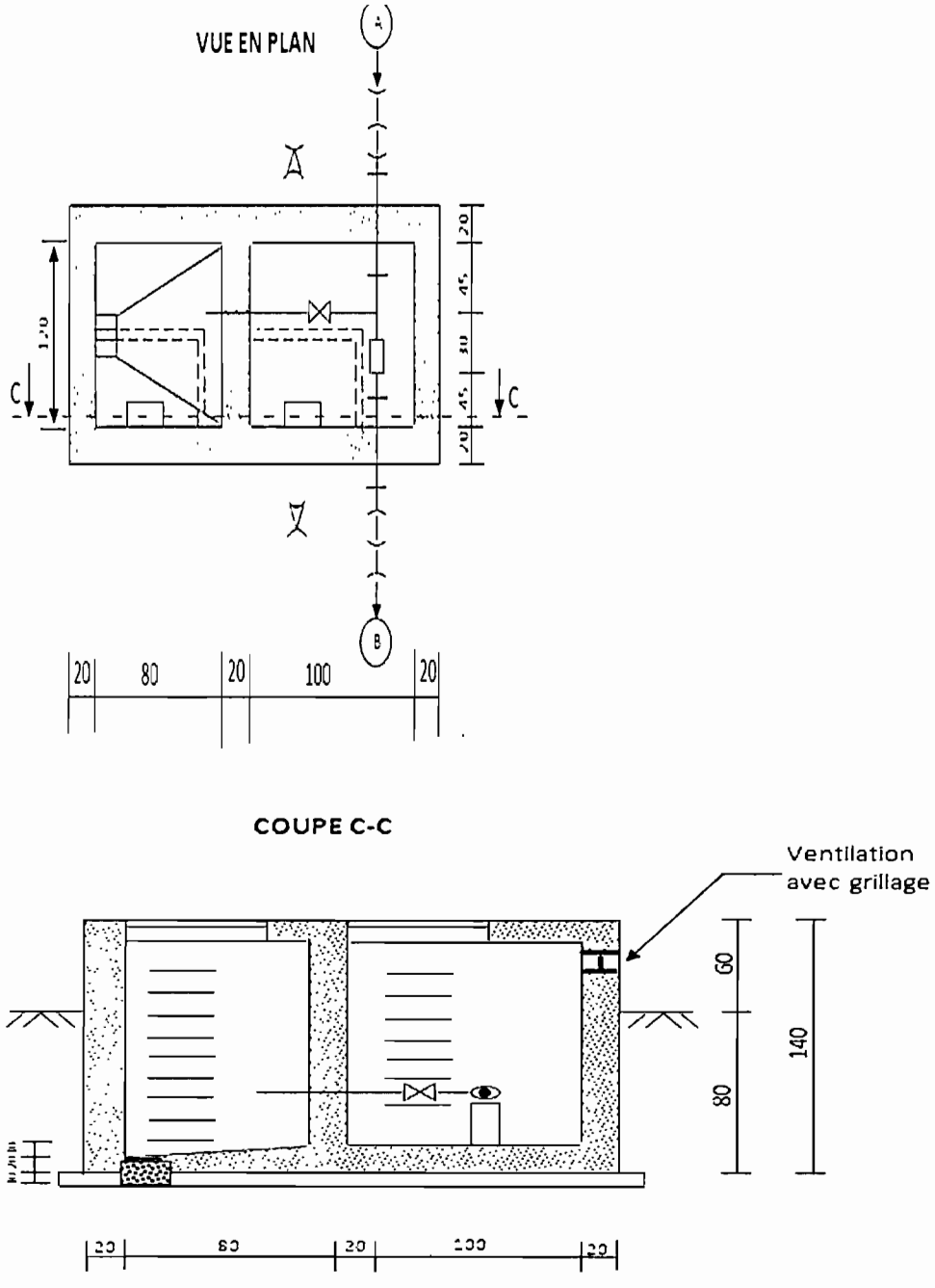


Figure 4: Schéma de vue en plan et coupe d'une chambre de purge

b) Chambre de ventouse

C'est un ouvrage à l'intérieur duquel on y installe une ventouse qui permet de chasser l'air enfermé dans la conduite. Elle est placée sur les points les culminants tout au long du tracé pour évacuer cet air.

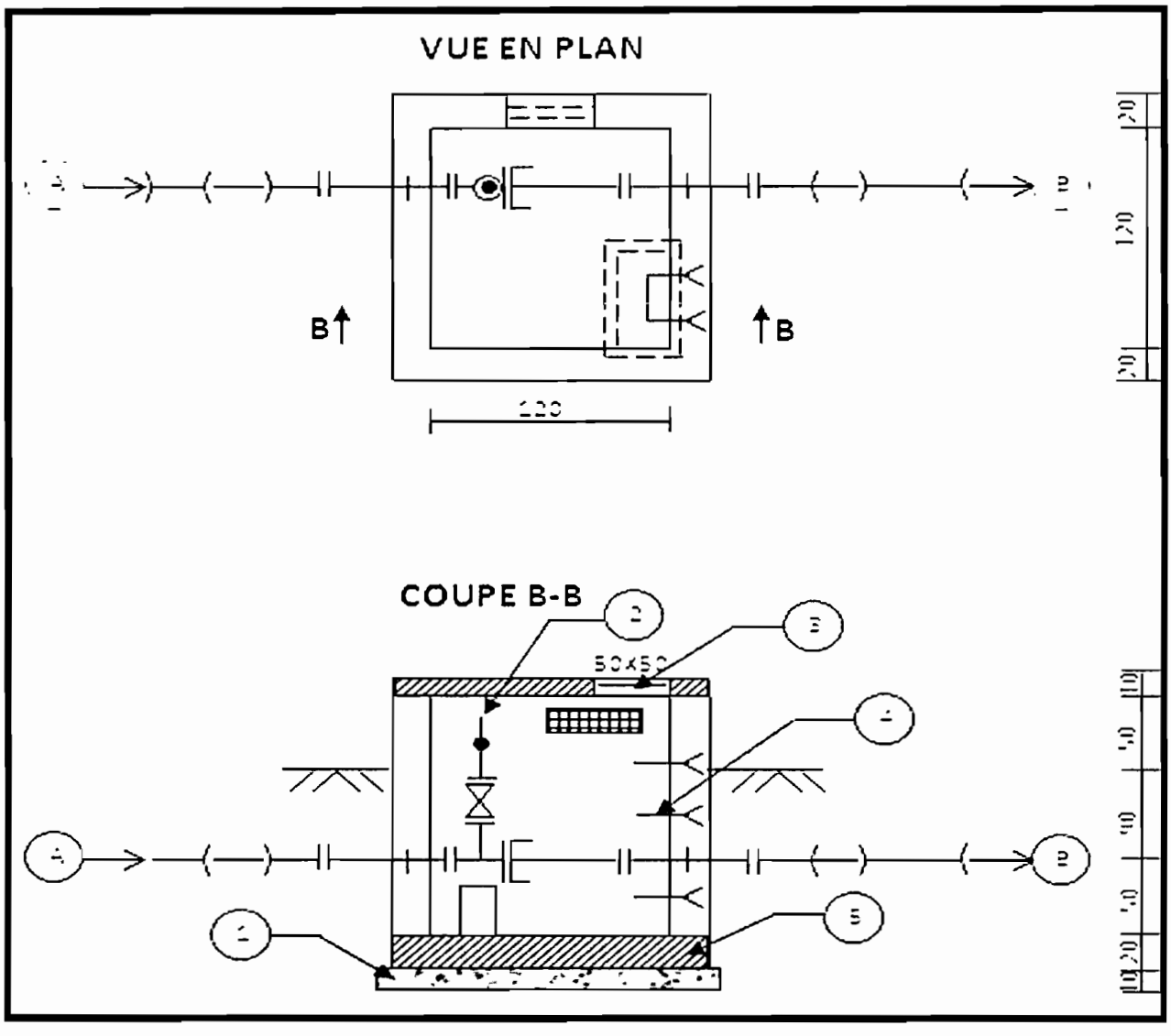


Figure 5: Schéma d'une chambre de ventouse

c) Chambre de Vanne et de sectionnement

Elle permet de bloquer ou d'orienter l'eau dans une ou plusieurs directions du réseau ramifié.

d) Borne fontaine

Une borne fontaine est un ouvrage d'alimentation qui sert à fournir l'eau en quantité suffisante à la population se trouvant dans le rayon de la zone d'attraction de cette borne fontaine.

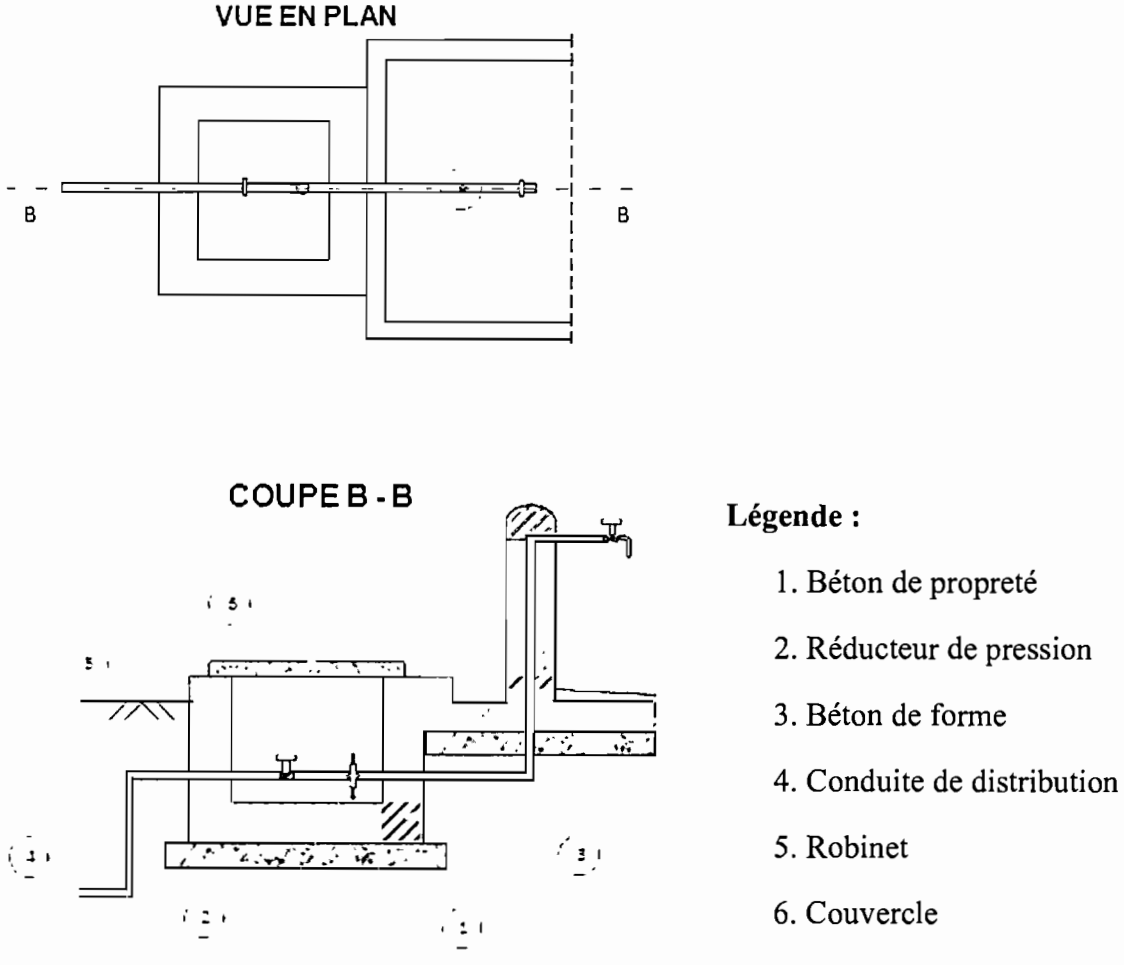


Figure 6: Schéma d'une borne fontaine

V.2. Calcul hydraulique

V.2.1. Détermination des pertes de charge

Définition :

Les pertes de charges sont des énergies qui se transforment en chaleur lors d'écoulement de l'eau, elles sont dues aux frottements sur une longueur de surface. On distingue les pertes de charge linéaire et singulière.

V.2.2. Les pertes de charges linéaires

La perte de charge linéaire j sera trouvée en utilisant certaines tables qui facilitent les calculs. Ces tables sont conçues à partir des relations analytiques suivantes :

$$j = \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \qquad \textbf{V.1}$$

La vitesse V peut être exprimée à l'aide du débit Q, divisé par la section S de la conduite :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \text{ et } V^2 = \frac{16Q^2}{\pi^2 D^4} \qquad \textbf{V.2}$$

En remplaçant V par sa valeur, l'équation devient :

$$j = \lambda \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{16Q^2}{2g\pi^2 D^4}$$

$$j = \frac{8\lambda Q^2}{g\pi^2 D^5} \qquad \textbf{V.3}$$

Avec λ : coefficient de frottement qui la fonction : $(\mathrm{Re}, \varepsilon / D)$

$$\mathrm{Re} = \frac{V \cdot D}{\nu} \qquad \textbf{V.4}$$

Avec :

ε : Rugosité absolue ;

D : Diamètre de conduite en mm ;

V : vitesse d'écoulement de l'eau en m/s ;

g : Accélération de la pesanteur en m/s² ;

ν : viscosité cinématiques (10^{-6}m/s²pour l'eau a 15^0C) ;

λ : Change selon les types de tuyaux et les auteurs

Formule générale de **COLE BROOK et WHITE** (adopté pour tous les conduites) :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left[\frac{\varepsilon}{3{,}7D} + \frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}}\right] \qquad \textbf{V.5}$$

Selon **PRANDTL, NIKURADSE**, pour les rugueux (tuyaux en acier, en fonte et en béton armé) :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1{,}74 + 2\log\left(\frac{D}{2\varepsilon}\right) \qquad \textbf{V.6}$$

Dans la formule permettant de calculer les pertes de charges on pose

$$K = \frac{\lambda \cdot 8 \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \qquad \textbf{V.7}$$

Pour déterminer ces pertes de charges entre deux points : $\Delta H_{1\sim 2} = KQ^2$ **V.8**

De la même formule, on tire alors le diamètre de la conduite à utiliser en faisant plusieurs itérations :

$$D = \sqrt[5]{\frac{\lambda 8 L Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot \Delta H}} \qquad \textbf{V.9}$$

V.2.3. Les pertes de charges singulières

Les différentes singularités (coudes, vannes,...) sont les sièges des pertes de charges singulières. On les calcule avec la formule :

$$j = \frac{K \cdot V^2}{2g} \qquad \textbf{V.10}$$

Avec K dépend de la nature de la singularité

Autres formules

Déjà connu Q et D, et en se servant des tables de pertes de charges d'après la formule de **COLEBROOK** ou à l'aide des abaques en annexe (pour les tuyaux en matière plastique), on pourra lire le volume de la charge unitaire ; et puis déterminer la perte de charge singulière J par la relation : $J = j \times L$ **V.11**

Avec :

L : Longueur
j : perte unitaire
J : perte de charge totales

Le théorème de Bernoulli appliqué entre deux sections quelconques 1 et 2 :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + J_{1-2} \qquad \textbf{V.12}$$

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 énergie cinétique

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

P : En [N/m² = Pascal]

γ : Poids volumique exprimés en N/m^3

V : vitesse en m/s

g : Accélération de la pesanteur en m/s²

Tenant compte que est négligeable et que la pression initiale est nulle (sans tenir compte de la pression atmosphérique) ; on a :

$\frac{P}{\gamma}$ = Côte piézométrique $-Z$

$\frac{P}{\gamma}$ = : Pression au sol en (mètre d'eau)

Z : Côte du terrain naturel

Côte piézométrique = $Z + \frac{P}{\gamma}$

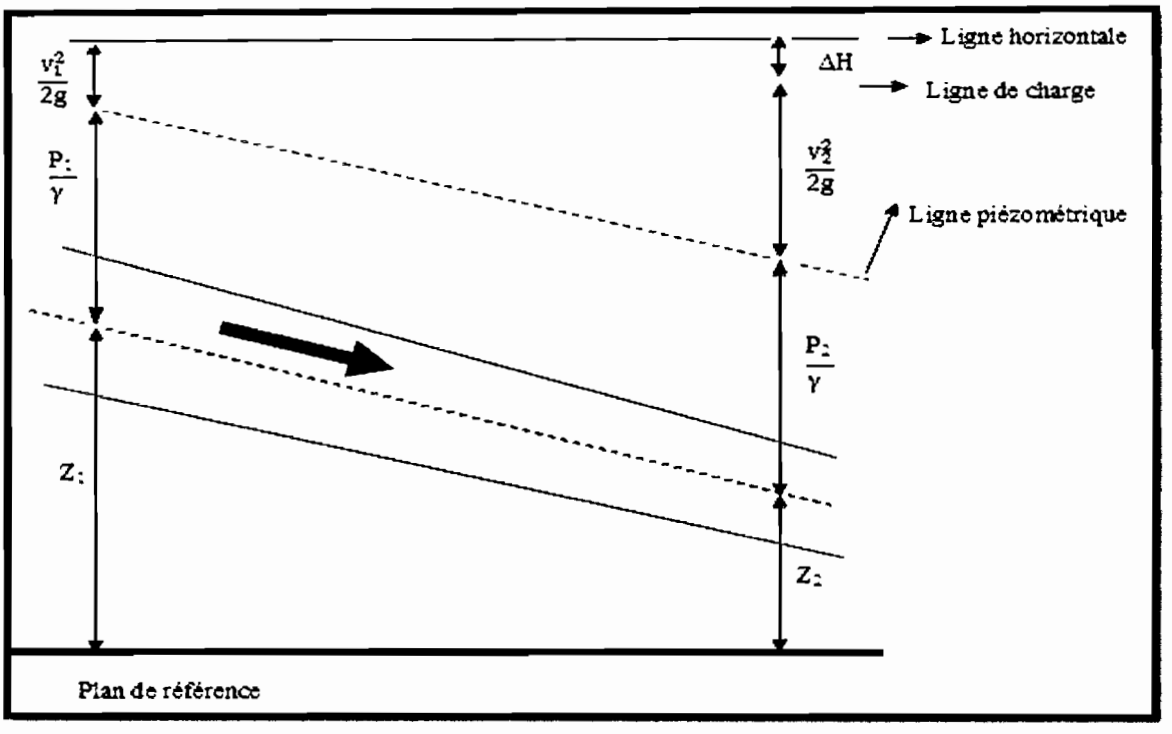


Figure 7: Illustration de l'équation de Bernoulli

Méthodologie de calcul

TRONCON	L	NC	DE	DI	PN	Q	V	Re	λ	j	J	Altitudes		Cote piézométrique		pression dynamique	
												Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
			mm	m	Bars	l/s	m/s					m	m	m	m	mce	mce
CD--1	265	PVC	50	0.0448	10	0.79	0.502	22492.0382	0.026	0.007	1.963	1500	1476.2	1500	1498.037	0	21.837
1—2	279	PVC	50	0.0448	10	0.79	0.502	22492.0382	0.026	0.007	2.067	1476.2	1470.1	1498.037	1495.970	21.837	25.870
2—3	22	PVC	50	0.0448	10	0.79	0.502	22492.0382	0.026	0.007	0.163	1470.1	1470.2	1495.970	1495.807	25.87	25.607
3—4	108	PVC	50	0.0448	10	0.79	0.502	22492.0382	0.026	0.007	0.800	1470.2	1455	1495.807	1495.006	25.607	40.006
4—5(R1)	265	PVC	50	0.0448	10	0.79	0.502	22492.0382	0.026	0.007	1.963	1455	1440	1495.006	1493.043	40.006	53.043
5—6	347	PVC	40	0.0336	16	0.47	0.526	17667.5766	0.027	0.012	3.994	1440	1420	1493.043	1489.049	53.043	69.049
6—7	182	PVC	40	0.0336	16	0.47	0.526	17667.5766	0.027	0.012	2.095	1420	1390	1489.049	1486.954	69.049	96.954
7--8	265	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	8.929	1390	1375.5	1486.954	1478.025	96.954	102.525
8—9	315	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	10.614	1375.5	1378	1478.025	1467.412	102.53	89.412
9—10	508.8	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	17.143	1378	1360	1467.412	1450.268	89.412	90.268
10—11	407.7	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	13.737	1360	1355	1450.268	1436.531	90.268	81.531
11—12	303	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	10.209	1355	1330	1436.531	1426.322	81.531	96.322
12—A	400	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	13.478	1330	1328	1426.322	1412.845	96.322	84.845
A—13(R2)	377.5	PVC	32	0.0268	16	0.47	0.827	22150.3945	0.026	0.034	12.719	1328	1315.5	1412.845	1400.125	84.845	84.625
13—14	192	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	2.607	1315.5	1300	1400.125	1397.518	84.625	97.518
14—15	34	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	0.462	1300	1290.1	1397.518	1397.057	97.518	106.957
15—B	400	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	5.431	1290.1	1292	1397.057	1391.626	106.96	99.626
B—16	358	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	4.861	1292	1295	1391.626	1386.765	99.626	91.765
16—C	300	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	4.073	1295	1290	1386.765	1382.692	91.765	92.692
C--D	300	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	4.073	1290	1288	1382.692	1378.619	92.692	90.619
D—17	261	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	3.544	1288	1285.6	1378.619	1375.075	90.619	89.475
17—18	237.1	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	3.219	1285.6	1265	1375.075	1371.856	89.475	106.856

TRONCON	L	NC	DE	DI	PN	Q	V	Re	λ	j	J	Altitudes		Cote piézométrique		pression dynamique	
												Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
			mm	m	Bars	l/s	m/s					m	m	m	m	mce	mce
18—19	15	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	0.204	1265	1263.1	1371.856	1371.652	106.86	108.552
19—20	192	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	2.607	1263.1	1240	1371.652	1369.045	108.55	129.045
20—21	300	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	4.073	1240	1215	1369.045	1364.972	129.05	149.972
21—22	135	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	1.833	1215	1207.1	1364.972	1363.139	149.97	156.039
22-23	162	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	2.200	1207.1	1224	1363.139	1360.940	156.04	136.940
23—24(R3)	335.9	PVC	25	0.021	16	0.14	0.413	8674.55262	0.033	0.014	4.561	1224	1236	1360.940	1356.379	136.94	120.379

Tableau 19:Tableau des calculs hydrauliques

Schéma de fonctionnement

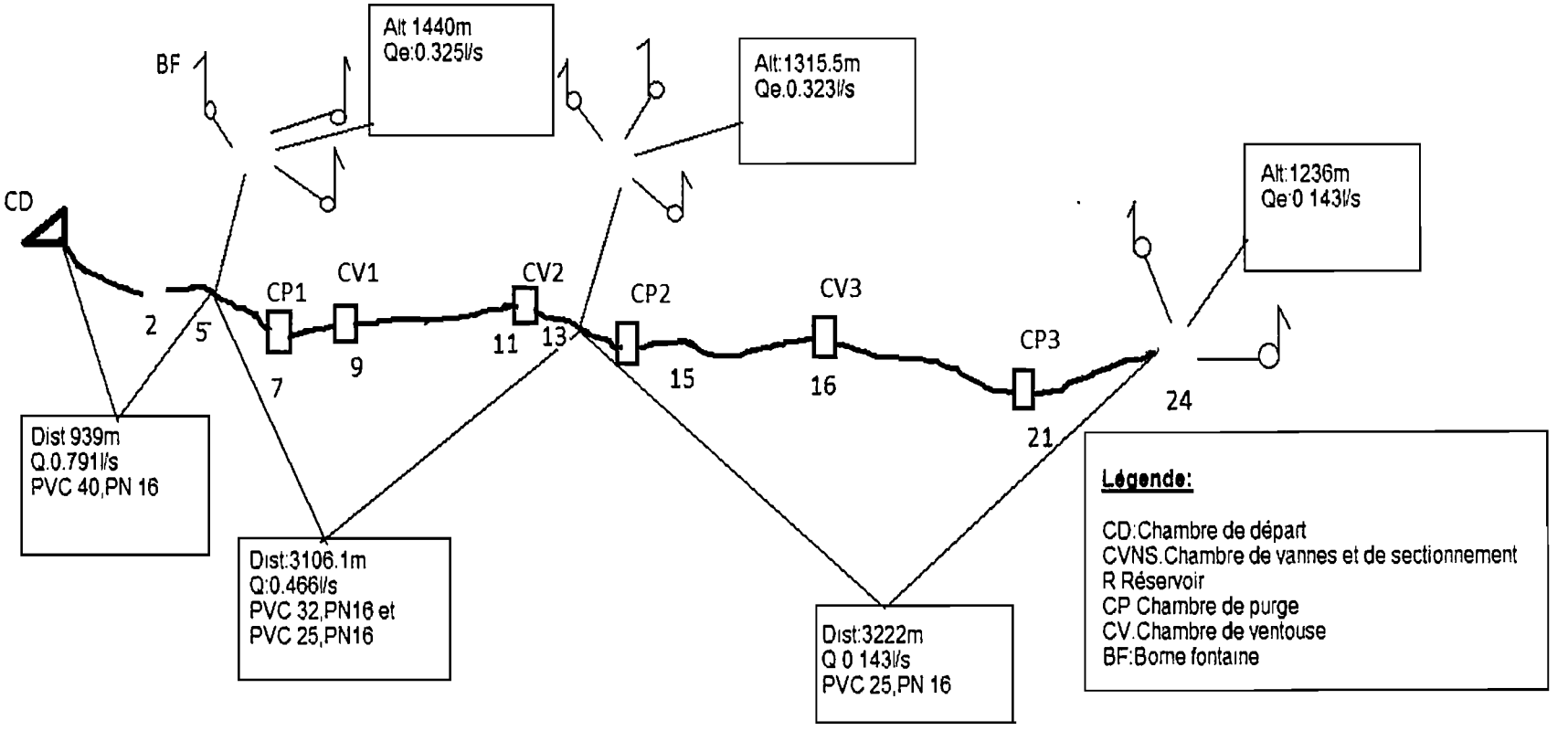


Figure 8: Schéma de fonctionnement

CHAPITRE VI : EVALUATION SOMMAIRE DU COÛT DU PROJET

VI.1. Introduction

En ce qui concerne l'évaluation du coût du projet, il est obligatoire d'évaluer la quantité des différents matériaux mis en œuvres pendant la réalisation de ce projet ainsi que le coût d'une main d'œuvre nécessaire en vue d'estimer le coût global du projet.

Ensuite, nous allons estimer le coût de notre projet en partant du prix unitaire au prix total et tout cela se fera à base des plans de réalisation du projet.

VI.2. Devis descriptif

Comme dans tout projet du Génie-civil, nous ne saurions pas établir un devis quantitatif et estimatif à partir des plans seulement.

Nous allons établir un devis descriptif qui décrit tous les ouvrages ou partie d'ouvrages qui seront demandés aux différents corps d'état concourant à la réalisation du projet.

N°	Désignation des travaux	Unité	Formules	Quantité
I	INSTALLATION DU CHANTIER	fbu	-	-
II	CAPTAGE			
	Long=larg de decapage(L_1=l_1)	m	-	20
	Epaisseur de decapage (e_1)	m		0.2
II.1	Décapage	m^3	$L_1*l_1*e_1$	80
	Long. de fouille(L_2)	m	-	4
	larg. de fouille(l_2)	m	-	3
	Profondeur de fouille(prof)	m	-	2.8
II.2	Fouille	m^3	L_2*l_2*prof	33.6
	Epaisseur du gravier filtrant (e_2)	m		0.9
	volume gravier filtrant	m^3	$L_2*l_2*e_2$	10.8
	Tuyau captant	ml	forfaitaire	12
	Epaisseur du sable(e_3)	m	-	0.2
	Vol du Sable	m^3	$L_2*l_2*e_3$	2.4
	Feuille plastique	m^2	L_2*l_2	12
	Epaisseur d'argile(e_4)	m	-	0.5
	volume d'argile	m^3	$L_2*l_2*e_4$	6
	Epaisseur de remblayage(e_5)	m	-	0.9
	Vol. des remblais	m^3	$L_2*l_2*e_5$	10.8

	Nombres de contour(n)	-	-	3
	Longueur du fil barbelé	ml	(C*4)*n	240
	Clôture	piquet	((C/2.5)+1)*3	27
III	**CONDUITES D'ALIMENTATION**			
	Long tronçon 1(L_3)	m	-	939
	Long tronçon 2(L_4)	m	-	529
	Longueur du tronçon 3(L_5)	m	-	2577,1
	Longueur du tronçon 4(L_6)	m	-	3222
	Long totale de décapage(LT)	m	$L_3+L_4+L_5$	7267.1
III.1	Décapage			
	Epaisseur de décapage(e_6)	m	-	0.2
	Larg de décapage(l_2)	m	-	1
	Vol de Décapage(VT_1)	m^3	l_2*e_6*LT	1453.42
III.2	Fouille			
	Profondeur de la tranchée($prof_2$)	m	-	0.8
	Larg de la tranchée(l_3)	m	-	0.5
	Vol. de la fouille(VT_2)	m^3	l_3*prof_2*LT	2906.84
III.3	Sable pour enrobage			
	Epaisseur sable pour enrobage(e_7)	m	-	0.2
	Vol.tot sable+vol conduite VT_3	m^3	l_3*e_7*LT	726.71
	Diamètre des tuyaux pour tronçon 1(DE_1)	m	-	0.04
	Diamètre des tuyaux pour tronçon 2(DE_2)	m	-	0.032
	Diamètre des tuyaux pour tronçon 3(DE_3)	m	-	0.025
	Vol.conduites 1(VC_1)	m^3	$(DE_1\text{^}2/4)*\pi*L_3$	1.1793
	Vol.conduites 2(VC_2)	m^3	$(DE_2\text{^}2/4)*\pi*L_4$	1.872
	Volume conduits 3(VC_3)	m^3	$(DE_3\text{^}2/4)*\pi*L_5$	1.962
	Vol. sable	m^3	$VT_3-(VC_1+VC_2+VC_3)$	721.697
III.7	Remblayage			
	Vol. fouille+décapage(VT)	m^3	VT_1+VT_2	4360.26
	Vol. sable+conduites(VT_3)	m^3	VT_3	726.71
	Coefficient de foisonnement(f)	-	-	1.15
	Vol. des remblais	m^3	$(VT-VT_3)*f$	4178.5825

III.5	Tuyaux PVC 50,PN 10	pièce	$L_3/6$	157
III.6	Tuyaux PVC 40,PN 16	pièce	$L_4/6$	89
	Tuyaux PVC 32, PN 16	pièce	$L_5/6$	430
	Tuyaux PVC 25, PN 16	pièce	$L_6/6$	537
IV	**CHAMBRES DE VENTOUSE(1,6*1,6)**			
	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.1	Décapage			
	Epaisseur de décapage(e_8)	m	-	0.2
	Long à décaper(L_6)	m	L'+1m	2.6
	Larg à décaper(l_2)	m	l'+1m	2.6
	Décapage	m^3	$(L_6*l_2*e_8)*3$	4.056
IV.2	Fouille			
	Profondeur de la fouille ($prof_3$)	m	-	1.7
	Vol.fouille	m^3	$((L'+0.1)*(l'+0.1)*prof_3)*3$	14.739
	Long développée de l'ouvrage(d)	m		6.4
	Surface de la maçonnerie en briques(S_m)	m^2		12.16
IV.3	Epaisseur du mur(e_9)	m	-	0.2
IV.4	Volume de la maçonnerie en briques(V_m)	m^3	S_m*e9*3	7.296
	Vol des briques(19cm*9cm*4cm) (V_b)	m^3	$0.7*V_m$	5.1072
	Volume d'une brique(v_b)	m^3	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	pièce	(V_b/v_b)	7467
	Vol du mortier(v_m)	m^3	V_m-V_b	2.189
	Vol du mortier pour enduit intérieur (1 cm d'ep)(v_e)	m^3	$(S_m*0,03)*3$	1.094
	Ciment pour mortier de la maçonnerie (300kg/m^3)(1)	kg	v_m*300	656.7
	Ciment pour enduit (400kg/m^3)(2)	kg	v_e*400	437.6
	Sable pour enduit (1m^3/m^3)(1)	m^3	v_e*1	1.094
	Sable pour mortier de la maçonnerie (0.4m^3/m^3)(2)	m^3	$v_m*0.4$	0.4376
IV.5	Béton de propreté (ep 5cm) (Vp)		L'*l'*e*3	0.336
	Ciment (350kg/m^3)(3)	kg	V_p*350	117.6
	Gravier(1)	m^3	$0,8*V_p$	0.2688

	Sable(3)	m^3	$0.4*V_p$	0.1344
IV.6	Dalle de couverture (e=10cm) (V_d)	m^3	L'*l'*e*3	0.672
	Ciment (350kg/m^3)(4)	kg	V_d*350	235.2
	Gravier(2)	m^3	$0,8*V_d$	0.5376
	Sable(4)	m^3	$0.4*V_d$	0.2688
IV.7	Radier ep 20cm (V_r)	m^3	L'*l'*e*3	1.344
	Ciment (350kg/m^3)(5)	kg	$350*V_r$	470.4
	Gravier(3)	m^3	$0,8*V_r$	1.0752
	Sable(5)	m^3	$0.4*V_r$	0.5376
	VOL.TOTAL DE CIMENT	kg	(1+2+3+4+5)*1.05	**2015.36**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m^3	(1+2+3)*1.15	**2.164**
	VOL.TOTAL DE SABLE		(1+2+3+4+5)*1.15	**3.430**
IV.8	Coffrage		-	
	Longueur d'une planche(L_p)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche(l_p)	m		0.15
	Radier (S_r)	m^2	((L'+l')*2)*e*3	3.6
	Dalle (S_d)	m^2	(((L'+l')*2)*e+(L'*l'))*3	8.52
	Surface totale à coffrer (S_t)	m^2	S_r+S_d	12.12
	Planches	pièce	(St/(3.5*0.15))*1.2	28
IV.9	Clous (0,15kg/m^2)	kg	$0,15*S_t$	2
IV.10	Armatures (dalle de couverture et radier)			
	Dalle de couverture=radier			
	Sens Y			11.67
	Sens X			10.34
	L totale	ml		98.646
	φ8 de 12m	pièce		10
IV.11	Fil à ligaturer	kg		5
IV	**CHAMBRES DE PURGE(2,4*1,6)**			
	Long de la chambre(L')	m	-	2.4
	Largeur de la chambre(l')	m	-	1.6
	Hauteur de la maçonnerie en briques(h)	m	-	1.1
IV.1	Décapage			
	Epaisseur à décaper (e_9)	m	-	0.2

	Long à décaper(L_6)	m	L'+1m	3.4
	Larg à décaper(l_6)	m	L'+1m	2.6
	Décapage	m^3	(L_6*l_6*e_9)*3	5.304
IV.2	Fouille			
	Profondeur de la fouille ($prof_3$)	m	-	0.80
	Vol.fouille	m^3	((L'+0.1)*(l'+0.1)*$prof_3$)*3	10.2
	Long développée de l'ouvrage(d)	m	L'*2+(l'-0.4)*3	8.4
	Surface de la maçonnerie en briques(S_m)	m^2	d*h	9.24
IV.3	Epaisseur du mur (e_{10})	m	-	0.2
IV.4	Volume de la maçonnerie en briques(V_m)	m^3	S_m*e_{10}*3	5.544
	Vol des briques(V_b)	m^3	0.7*V_m	3.8808
	Volume d'une brique(v_b)	m^3	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	pièce	(V_b/v_b)*1.15	6242
	Vol du mortier(v_m)	m^3	V_m-V_b	1.6632
	Vol du mortier pour enduit intérieur (3cm d'ep)(v_e)	m^3	(S_m*0,03)*3	0.936
	Ciment pour mortier de la maçonnerie (300kg/m^3)(1)	kg	v_m*300	498.96
	Ciment pour enduit (400kg/m^3)(2)	kg	v_e*400	374.4
	Sable pour enduit (1m^3/m^3)(1)	m^3	v_e*1	0.936
IV.5	Sable pour mortier de la maçonnerie (0.4m^3/m^3)(2)	m^3	v_m*0.4	0.749
	Béton de propreté (ep 5cm) (V_p)		L'*l'*e*3	0.576
	Ciment (350kg/m^3)(3)	kg	V_p*350	201.6
	Gravier(1)	m^3	0,8*V_p	0.461
IV.6	Sable(3)	m^3	0.4*V_p	0.230
	Dalle de couverture ep10cm (V_d)	m^3	L'*l'*e*3	1.152
	Ciment (350kg/m^3)(4)	kg	V_d*350	403.2
	Gravier(2)	m^3	0,8*V_d	0.922
IV.7	Sable(4)	m^3	0.4*V_d	0.461
	Radier ep 20cm(Vr)	m^3	L'*l'*e*3	2.304
	Ciment (350kg/m^3)(5)	kg	350*V_r	806.4
	Gravier(3)	m^3	0,8*Vr	1.843
	Sable(5)	m^3	0.4*V_r	0.922
	VOL.TOTAL DE CIMENT	kg	(1+2+3+4+5)*1.05	**2401.92**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m^3	(1+2+3)*1.15	**3.710**

IV.8	**VOL.TOTAL DE SABLE**		(1+2+3+4+5)*1.15	**3.793**
	Coffrage Longueur d'une planche(L_p)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche(l_p)	m		0.15
	Radier (S_r)	m^2	((L'+l')*2)*e*3	4.8
	Dalle (S_d)	m^2	(((L'+l')*2)*e+(L'*l'))*3	13.92
	Surface totale à coffrer (S_t)	m^2	S_r+S_d	18.72
	Planches	pièce	(St/(3.5*0.15))*1.2	43
IV.9	Clous (0,15kg/m^2)	kg	$0,15*S_t$	3
IV.10	Armatures (dalle de couverture et radier)			
	Dalle de couverture=radier			
	Sens Y			17
	Sens X			11.67
	L totale	ml		165.624
	φ8 de 12m	pièce		16
IV.11	Fil à ligaturer	kg		4.5
V	**CHAMBRES DE VANNE DE REPARTITION(1,6*1.4)**			
	Long de la chambre(L')	m	-	1.6
	Largeur de la chambre(l')	m	-	1.4
	Hauteur de la maçonnerie en briques(h)	m	-	0.8
V.1	Décapage			
	Epaisseur à décaper (e_{11})	m	-	0.2
	Long à décaper(L_6)	m	L'+1m	2.6
	Larg à décaper(l_2)	m	L'+1m	2.4
	Décapage	m^3	$L_6*l_2*e_8$	1.248
V.2	Fouille			
	Profondeur de la fouille ($prof_3$)	m	-	1
	Vol.fouille	m^3	((L'+0.1)*(l'+0.1))*$prof_3$	5.1
	Long développée de cet ouvrage(d)	m	(L'+l')*2	6
	Surface de la maçonnerie en briques(S_m)	m^2	d*h	4.8
V.3	Epaisseur du mur (e_{12})	m	-	0.2

V.4	Volume de la maçonnerie en briques(V_m)	m^3	S_m*e_9	0.96
	Vol des briques(V_b)	m^3	$0.7*V_m$	0.672
	Volume d'une brique(v_b)	m^3	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	pièce	(V_b/v_b)*1.15	1130
	Vol du mortier(v_m)	m^3	V_m-V_b	0.288
	Vol du mortier pour enduit intérieur (1 cm d'ep)(v_e)	m^3	$S_m*0,03$	0.144
	Ciment pour mortier de la maçonnerie(300kg/m^3)(1)	kg	v_m*300	86.4
	Ciment pour enduit (400kg/m^3)(2)	kg	v_e*400	57.6
	Sable pour enduit (1m^3/m^3)(1)	m^3	ve*1	0.144
V.5	Sable pour mortier de la maçonnerie (0.4m^3/m^3)(2)	m^3	$v_m*0.4$	0.1152
	Béton de propreté (e 5cm) (V_p)		L'*l'*e	0.112
	Ciment (350kg/m^3)(3)	kg	V_p*350	39.2
	Gravier(1)	m^3	$0,8*V_p$	0.0896
V.6	Sable(3)	m^3	$0.4*V_p$	0.0448
	Dalle de couverture(e 10cm) (V_d)	m^3	L'*l'*e	0.224
	Ciment (350kg/m^3)(4)	kg	V_d*350	78.4
	Gravier(2)	m^3	$0,8*V_d$	0.1792
V.7	Sable(4)	m^3	$0.4*V_d$	0.0896
	Radier ep 20cm (V_r)	m^3	L'*l'*e	0.448
	Ciment (350kg/m^3)(5)	kg	$350*V_r$	156.8
	Gravier(3)	m^3	$0,8*V_r$	0.3584
	Sable(5)	m^3	$0.4*V_r$	0.1792
	VOL.TOTAL DE CIMENT	kg	(1+2+3+4+5)*1.05	**439.32**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m^3	(1+2+3)*1.15	**0.72128**
V.8	**VOL.TOTAL DE SABLE**		(1+2+3+4+5)*1.15	**0.65872**
	Coffrage		-	
	Longueur d'une planche(L_p)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche(l_p)	m		0.15
	Radier (S_r)	m^2	((L'+l')*2)*e	1.2
	Dalle (S_d)	m^2	(((L'+l')*2)*e+(L'*l'))*2	6.88
	Surface totale à coffrer (S_t)	m^2	S_r+S_d	8.08
	Planches	pièce	(S_t/(3.5*0.15))*1.2	19
V.9	Clous(0,15kg/m^2)	kg	$0,15*S_t$	1.212

V.10	Armatures (dalle de couverture et radier) Dalle de couverture=radier	m^3		
	Sens Y Sens X			11.67 10.34
	L totale	ml		32.882
	φ8 de 12m	pièce		6
V.11	Fil à ligaturer	kg		2
VI	**CHAMBRE DE VANNES POUR BF (1.00*1.00)**			
	Long de la chambre(L')	m	-	1
	Largeur de la chambre(l')	m	-	1
VI.1	Hauteur de la maçonnerie en briques(h)	m	-	0.6
	Décapage			
	Epaisseur à décaper	m	-	0.2
	Long a décaper(L_6)	m	L'+1m	2
	Larg à décaper(l_2)	m	L'+1m	2
VI.2	Décapage	m^3	(L_6*l_2*e_8)*8	6.4
	Fouille			
	Profondeur de la fouille ($prof_3$)	m	-	1
VI.3	Vol.fouille	m^3	((L'+0.1)*(l'+0.1)*$prof_3$)*8	9.68
	Long développée de l'ouvrage(d)	m	(L'+l')*2	4
	Surface de la maçonnerie en briques(S_m)	m^2	d*h	2.4
	Epaisseur du mur(e_9)	m	-	0.2
VI.4	Volume de la maçonnerie en briques(V_m)	m^3	S_m*e_9*8	3.84
	Vol des briques(V_b)	m^3	0.7*V_m	2.688
	Volume d'une brique(v_b)	m^3	l''*L''*h''	0.000684
	Nbre de briques	pièce	(V_b/v_b)*1.15	4520
	Vol du mortier(v_m)	m^3	V_m-V_b	1.152
	Vol du mortier pour enduit intérieur(1 cm d'ep)(v_e)	m^3	(Sm*0,03)*8	0.576
	Ciment pour mortier de la maçonnerie(300kg/m^3)(1)	kg	v_m*300	345.6
VI.6	Ciment pour enduit (400kg/m^3)(2)	kg	v_e*400	230.4
	Sable pour enduit (1m^3/m^3)(1)	m^3	v_e*1	0.576
	Sable pour mortier de la maçonnerie (0.4m^3/m^3)(2)	m^3	v_m*0.4	0.4608
	Béton de propreté (e 10cm) (V_p)		L'*l'*e*8	0.8

	Ciment (350kg/m³)(3)	kg	V_p*350	280
VI.7	Gravier(1)	m³	0,8*V_p	0.64
	Sable(3)	m³	0.4*V_p	0.32
	Dalle de couverture(e 10cm) (V_d)	m³	L'*l'*e*8	0.8
	Ciment (350kg/m³)(4)	kg	V_d*350	280
	Gravier(2)	m³	0,8*V_d	0.64
	Sable(4)	m³	0.4*V_d	0.32
	Radier ep 20cm (V_r)	m³	L'*l'*e*8	1.6
	Ciment (350kg/m³)(5)	kg	350*V_r	560
	Gravier(3)	m³	0,8*V_r	1.28
VI.8	Sable(5)	m³	0.4*V_r	0.64
	VOL.TOTAL DE CIMENT	kg	(1+2+3+4+5)*1.05	**1780.8**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER	m³	(1+2+3)*1.15	**2.944**
	VOL.TOTAL DE SABLE		(1+2+3+4+5)*1.15	**2.66432**
	Coffrage		-	
	Longueur d'une planche(L_p)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche(l_p)	m		0.15
VI.9	Radier (S_r)	m²	((L'+l')*2)*ep*8	6.4
	Dalle (S_d)	m²	(((L'+l')*2)*ep+(L'*l'))*8	14.4
	Surface totale à coffrer (S_t)	m²	S_r+S_d	20.8
	Planches	pièce	(S_t/(3.5*0.15))*1.2	48
	Clous (0,15kg/m²)	kg	0,15*S_t	3.12
	Armatures (dalle de couverture et radier)			
VI.10	Dalle de couverture=radier	m³		
	Sens Y			7.67
	Sens X			7.67
	L totale	ml		15.34
	φ8 de 12m	pièce		32
	Fil à ligaturer	kg		8
VII	**BORNE FONTAINE**			
	Nbre de BF		-	8
	Long de la base d'une BF	m	-	1.5
	Larg de la base d'une BF	m	-	1
	Epaisseur à décaper	m	-	0.2
VII.1	Décapage	m³		8
VII.2	Fouille	m³		2.4

VII.3	Vol béton de propreté(ep 0,05m)	m^3		0.6
	Ciment (150kg/m^3)(1)	kg		90
	Sable(1)	m^3		0.24
	Gravier(1)	m^3		0.48
VII.4	Béton de plate-forme(ep 0,15)	m^3		1.8
	Ciment (350kg/m^3)(2)	Kg		630
	Sable(2)	m^3		0.72
	Gravier(2)	m^3		1.44
	Diamètre du pilier	m		0.3
	Hauteur du pilier	m		1
VII.5	Béton du pilier	m^3		0.57
	Sable(3)	m^3		0.228
	Ciment (350kg/m^3)(3)	kg		198.8
	Gravier(3)	m^3		0.4544
	CIMENT	kg	(1)+(2)+(3)*1.05	**918.8**
	SABLE	m^3	(1)+(2)+(3)*1.15	**1.188**
	GRAVIER	m^3	(1)+(2)+(3)*1.15	**2.3744**
VII.6	Armatures			
	Pour la plate-forme			
	Sens Y	pièce		11
	Sens X	pièce		7.67
	L totale	ml		22.505
	φ6 de 12m	pièce		16
	Pour le pilier de la BF			
	On prend forfaitairement 1 barre de φ_8 de 12 m/BF			1
	φ8 de 12m	pièce		8
VII.7	Fil à ligaturer	kg		4.5
VII.8	Coffrage			
	Plate-forme	m^2		6
	surface d une planche	m^2		0.525
	Planches	pièce		14
VII.9	Clous	kg		1.035
VII.10	Pilier (tripllex)			
	Longueur développée du pilier	ml		0.942
	Hauteur du pilier	ml		1
	Surface du pilier	m^2		1
	Surface de 8 piliers=surface du pilier	m^2		8
	Planches	pièce		16
VII.11	Clous	kg		1.5

	RESERVOIRS			
I	**Chambre de départ (50 m³)**			
	Décapage			
	Diamètre intérieur	m		5.18
I	Diamètre extérieur	m	DI+(0.35*2)	5.88
I.1	Epaisseur à décaper	m	-	0.2
	Décapage	m³		9.467
	Fouille			
	Profondeur de la fouille	m	-	1
	Vol fouille			29.02
I.2	Béton de propreté(é 0,05m) (V_p)	m³		1.45
	Ciment(150kg/m³)	kg	150*V_p	217.5
	Sable	m³	0,4*V_p	0.58
I.3	Gravier	m³	0,8*V_p	1.16
	Vol. du béton dalle(ép 20 cm) (V_d)	m³	L'*l'*e	7.393
	Ciment(350kg/m³)	kg	V_d*350	2587.648
	Sable	m³	0,4*V_d	2.957
I.4	Gravier	m³	0,8*V_d	5.914
	Vol. du béton radier(é 30cm) (V_r)	m³	L'*l'*e	15.775
	Ciment(350kg/m³)	kg	350*V_r	5521.376
I.5	Gravier	m³	0,8*V_r	12.62
	Vol du mortier pour enduit			
	Hauteur du réservoir	m		2.73
	Vol du mortier pour enduit	m³		0.664
I.6	Ciment(400kg/m³)	kg		265.6
	Sable	m³		0.2656
	Mortier pour parois			
	Vol parois	m³		22.473
	Vol moellons	m³	85% vol paroi	19.102
I.7	Vol mortier pour parois	m³	15% vol parois	3.371
	Ciment(300kg/m³)	kg		1011.3
	Sable	m³		1.348
	VOL.TOTAL DE CIMENT(4)	kg		**9623.424**
	VOL.TOTAL DE SABLE(4)	m³		**10.4606**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER(4)	m³		**19.694**
	Coffrage			
	Pour le radier			
	Long d'une planche (L_p)	m	-	3.5
I.8	Largeur d'une planche (l_p)	m	-	0.15
	S à coffrer	m²		10.048

	Surface d'une planche (S_p)	m^2		0.525
	Pour la dalle			
	S à coffrer	m^2		41.8304
	S totale à coffrer	m^2		51.8784
	Planches	pièce		99
	Clous(0,15kg/m^2)	kg		8
	Armatures			
	Radier	m		6.28
	φ_{10} st =9.5Cm			
	Nbre de barres			135
	Longueur totale des barres	ml		847.8
	long de 12 m	pièce		71
	Dalle	m		6.08
	On a φ_8,st=20cm			
	Nbre de barres			63
	Longueur totale des barres	ml		381.824
	long de 12 m	pièce		32
	Fil à ligaturer	kg		34
IV	**Réservoir(15m^3)**			
	Nombre	-	-	2
IV.1	Décapage			
	Diamètre intérieur	m		3.46
	Diamètre extérieur	m	DI+(0.35*2)	4.16
	Epaisseur à décaper	m	-	0.2
	Décapage	m^3		10.65
IV.2	Fouille			
	Profondeur de la fouille	m	-	1
	Vol fouille			29.844
IV.3	Béton de propreté(é 0,05m) (V_p)	m^3		1.492
	Ciment(150kg/m^3)	kg	150*V_p	111.9
	Sable	m^3	0,4*V_p	0.5968
	Gravier	m^3	0,8*V_p	1.1936
IV.4	Vol. du béton dalle(ép 14 cm) (V_d)	m^3	L'*L'*e*2	4.774
	Ciment(350kg/m^3)	kg	V_d*350	1671.324
	Sable	m^3	0,4*V_d	1.91
	Gravier	m^3	0,8*V_d	3.82
IV.5	Vol. du béton radier (Vr) (e 30cm)	m^3	L'*l'*e*2	9.794
	Sable	m^3	0,4*V_r	3.918
	Ciment(350kg/m^3)	kg	350*V_r	3427.824
	Gravier	m^3	0,8*V_r	
IV.6	Vol du mortier pour enduit			

	Hauteur du réservoir	m		1.94
	Vol du mortier pour enduit	m^3		0.628
	Ciment(400kg/m^3)	kg		251.826
	Sable	m^3		0.628
IV.7	Mortier pour parois			
	Vol parois	m^3		17.738
	Vol moellons	m^3	85% vol paroi	15.078
	Vol mortier pour parois	m^3	15% vol paroi	2.66
	Ciment(300kg/m^3)	kg		465.5
	Sable	m^3		0.532
	VOL.TOTAL DE CIMENT(4)	kg		**3415.531**
	VOL.TOTAL DE SABLE(4)	m^3		**4.667**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER(4)	m^3		**7.387**
IV.8	Coffrage			
	Pour le radier			
	Long d'une planche(L_p)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche(l_p)	m	-	0.15
	S à coffrer	m^2		4.295
	Surface d'une planche (S_p)	m^2		0.525
	S à coffrer pour dalle	m^2		23.71
	Surface d'une planche (S_p)	m^2		0.525
	Surface totale à coffrer	m^2		32.3
	Planches	pièce		62
	Clous(0,15kg/m^2)	kg		5
	Armatures			
	Radier	m		
	φ_{10} st=6Cm			
	Nbre de barres			304
	Longueur totale des barres	ml		1386.24
	long de 12 m	pièce		116
	Dalle	m		4.36
	On a φ_8,st=20cm			
	Nbre de barres			92
	Longueur totale des barres	ml		397.632
	long de 12 m	pièce		34
	Fil à ligaturer	kg		46
II	**Réservoir(10m^3)**			
	Décapage			
	Diamètre intérieur	m		3.02
	Diamètre extérieur	m	DI+(0.35*2)	3.72
	Epaisseur à décaper	m	-	0.2
	Décapage	m^3		8.92
	Fouille			

	Profondeur de la fouille	m	-	1
	Vol fouille	m^3		24.126
	Béton de propreté(e 0,05m) (V_p)	m^3		1.208
	Ciment(150kg/m^3)	kg	$150*V_p$	181.2
	Sable	m^3	$0,4*V_p$	0.4832
	Gravier	m^3	$0,8*V_p$	0.9664
	Vol. du béton dalle(e 13 cm) (V_d)	m^3	$L'*L'*e_p$	1.49
	Ciment(350kg/m^3)	kg	V_d*350	521.5
	Sable	m^3	$0,4*V_d$	0.596
	Gravier	m^3	$0,8*V_d$	1.192
	Vol. du béton radier(e 30cm) (V_r)	m^3	$L'*l'*e$	4.826
	Sable	m^3	$0,4*V_r$	1.9304
	Ciment(350kg/m^3)	kg	350*Vr	1689.1
	Gravier	m^3	0,8*Vr	3.8608
	Vol du mortier pour enduit			
	Hauteur du reservoir	m		1.73
	Vol du mortier pour enduit	m^3		0.487268
	Ciment(400kg/m^3)	kg		194.9073
	Sable	m^3		0.487268
	Mortier pour parois			
	Vol paroi	m^3		6.408
	Vol moellons	m^3	85% vol paroi	5.447
	Vol mortier pour parois	m^3	15% vol paroi	0.9612
	Ciment(300kg/m^3)	kg		288.36
	Sable	m^3		0.38448
	VOL.TOTAL DE CIMENT(3)	kg		**2875.067**
	VOL.TOTAL DE SABLE(3)	m^3		**3.881348**
	VOL.TOTAL DE GRAVIER(3)	m^3		**6.0192**
	Coffrage			
	Pour le radier			
	Long d'une planche (L_p)	m	-	3.5
	Largeur d'une planche (l_p)	m	-	0.15
	S à coffrer	m^2		4.704
	Surface d'une planche (S_p)	m^2		0.525
	Planches	pièce		9
	Clous(0,15kg/m^2)	kg		1
	Pour la dale			
	S à coffrer	m^2		4.9851
	Surface d'une planche (S_p)	m^2		0.525
	Planches	pièce		10
	Clous(0,15kg/m^2)	kg		1
	Armatures			

	Radier	m		3.92
	φ_{10} st 10.5Cm			
	Nbre de barres			77
	Longueur totale des barres	ml		302
	long de 12 m	piece		26
	Dalle	m		3.82
	On a φ_8,st=20cm			
	Nbre de barres			41
	Longueur totale des barres	ml		157
	long de 12 m	piece		14
	Fil à ligaturer	kg		13

Tableau 20:Tableau du devis descriptif

VI.3. Devis quantitatif et estimatif

N°	Désignation des activités		U	Q	PU	PT
1	**Installation du chantier**			FF	1200000	1200000
	ST1					**1200000**
2	**Captage à la source**					
	Décapage		m^3	80	2000	160000
	Fouille		m^3	33,6	6000	201600
	Moellons et gravier		m3	10,8	15000	162000
	Tuyaux captants		ml	12	5000	60000
	Sable		m^3	2,4	12000	28800
	Feuille plastique		m2	12	5000	60000
	Argile		m3	6	12000	72000
	Remblai		m3	12,42	2000	24840
	Long du fil barbelé		ml	240	2000	480000
	Clôture		Piquets	27	10000	270000
	ST2					**1519240**
3	**Conduites**					
	Décapage		m^3	1453,42	2000	2906840
	Fouille		m^3	2906,84	6000	17441040
	Sable		m^3	721,697	12000	8660364
	Remblai		m3	4178,5825	2000	8357165
	Tuyaux PVC 50,PN 10		pièce	157	30000	4710000
	Tuyaux PVC 40,PN 16		pièce	89	28000	2492000
	Tuyaux PVC 32,PN 16		pièce	430	20000	8600000
	Tuyaux PVC25,PN 16		pièce	537	16000	8592000
	ST3					**61759409**
4	**Chambre de vannes et de sectionnement**					
	Décapage		m^3	1,248	2000	2496
	Fouille		m3	5,1	6000	30600
	Ciment		sac	9	28000	252000
	Sable		m^3	0,7	12000	8400
	Gravier		m^3	0,8	20000	16000
	Briques		pièce	1130	50	56500
	Armatures		pièce de $Ø_8$	6	11000	66000
	Planches		pièce	19	4000	76000
	Clous		kg	1,5	4000	6000
	Fil à ligaturer		kg	2	4000	8000
	ST4					**521996**
5	**Chambres de ventouse**					
	Décapage		m^3	4,056	2000	8112

	Fouille		m3	14,793	6000	88758
	Ciment		sac	42	28000	1176000
	Sable		m3	3,43	12000	41160
	Gravier		m3	2,164	20000	43280
	Planches		pièce	28	4000	112000
	Briques		pièce	8204	50	410200
	Armatures		pièce de $Ø_8$	10	11000	110000
	Clous		kg	2	4000	8000
	Fil à ligaturer		kg	5	4000	20000
	ST5					**2017510**
6	**Chambres de purge**					
	Décapage		m^3	5,304	2000	10608
	Fouille		m3	12,1125	6000	72675
	Ciment		sac	51	28000	1428000
	Sable		m3	3,793	12000	45516
	Gravier		m3	3,71	20000	74200
	Planches		pièce	43	4000	172000
	Briques		pièce	6242	50	312100
	Armatures		pièce de $Ø_8$	16	11000	176000
	Clous		kg	3	4000	12000
	Fil à ligaturer		kg	4,5	4000	18000
	ST6					**2321099**
7	**Chambres de vannes pour BF**					
	Décapage		m^3	6,4	2000	12800
	Fouille		m3	9,68	6000	58080
	Ciment		sac	36	28000	1008000
	Sable		m3	2,67	12000	32040
	Gravier		m3	2,944	20000	58880
	Planches		pièce	48	4000	192000
	Briques		pièce	1352	50	67600
	Armatures		pièce de $Ø_8$	32	11000	352000
	Clous		kg	3,5	4000	14000
	Fil à ligaturer		kg	8	4000	32000
	ST 7					**1827400**
8	**Bornes fontaines**					
	Décapage		m^3	8	2000	16000
	Fouille		m3	2,4	6000	14400
	Ciment		sac	19	28000	532000
	Sable		m3	1,188	12000	14256
	Gravier		m3	2,374	20000	47480
	Planches		pièce	14	4000	56000

	Armatures		pièce de $Ø_8$ pièce de $Ø_6$	8 16	11000 9000	88000 144000
	Triplex		m^2	8	17000	136000
	Clous		kg	2	4000	8000
	Fil à ligaturer		kg	4,5	4000	18000
	ST 8					**1074136**
9	**Réservoirs**					
	Décapage		m^3	28,947	2000	57894
	Fouille		m3	83,056	6000	498336
	Ciment		sac	319	28000	8932000
	Sable		m^3	21,729	12000	260748
	Gravier		m^3	30,3802	20000	607604
	Planches		pièce	93	4000	372000
	Moellons		m3	39,627	22000	871794
	Armatures		pièce de $Ø_8$	80	11000	880000
			pièce de $Ø_{10}$	223	15000	3345000
	Clous		kg	24	4000	96000
	Fil à ligaturer		kg	153	4000	612000
	ST 9					**16533376**
	TG					**88774166**
	Main d'œuvre 30% du TG					**26632250**
	Imprévus 10%					**8877417**
	TGHTVA					**124283833**
	TVA 18%					**22371090**
	TG +TVA					**146654923**

Tableau 21:Devis quantitatif et estimatif

Nous disons une somme de cent cinquante-six million six cent cinquante-quatre mille neuf cent vingt-trois francs burundais (146.654.923F bu)TVA comprise.

CHAPITRE VII : PLANNING DES TRAVAUX

VII.1. Planification des tâches

Dans le domaine de construction, il est nécessaire de travailler en fonction du délai d'exécution du plan du projet. Le planning d'avancement est destiné à assurer une meilleure coordination des travaux, la crédibilité du maître d'ouvrage et une meilleure utilisation de la main d'œuvre disponible. Planifier, contrôler et diriger sont des processus par lesquels le responsable du projet décide de suivre et de choisir les personnes qui vont contribuer pour la mise en œuvre.

Pour notre projet, nous avons choisi le planning classique à barres appelé aussi « graphique de GANTT », qui est la méthode simplifié pour la présentation du planning des travaux et cela au niveau de son établissement et au niveau de sa lecture.

C'est un graphique à deux entrées :

En ordonnée : désignation de phase des travaux dans l'ordre technique de leur déroulement.

En abscisse : les époques prévues pour l'exécution de ces travaux.

Les barres horizontales de longueurs proportionnelles aux durées d'exécution de différentes tâches sont placées en face de ces dernières.

VII.2. Tableau de planification des tâches

Désignation de l'activité	Semaines prévues	U	Q	T.E.M (h/U)	T (h)	T (Semaines)	Nbre d'ouvriers
Installation du chantier	1	FF	-				10
Décapage de la terre végétale	3	m^3	1587,875	3,5	5557,5625	138,939063	47
Fouille des canalisations et autres ouvrages	10	m^3	2984,5255	8	23876,204	596,9051	60
Lit de sable pour enrobage	4	m^3	721,697	2,5	1804,2425	45,1060625	12
Pose des conduites	3	ml	7267,1	0,5	3633,55	90,83875	31
Remblayage et étalage	5	m^3	4191,0025	5,5	23050,5138	576,262844	116
Maçonnerie en briques	3	m^3	18,828	6	112,968	2,8242	1
Maçonnerie en moellons	4	m^3	39,627	7	277,389	6,9348	2
Coffrage	2	m^2	161,5875	2	323,175	8,079375	5
Ferraillage	3	kg	2294,4275	0,3	688,32825	17,2082063	6
Coulage et mise en place du béton	3	m^3	60,886	15	913,29	22,83225	8
Décoffrage	1	m^2	161,734	0,3	48,5202	1,213005	2
Nettoyage et repliement	1	FF					10

Tableau 22: Planification des tâches

Mois	**1er**				**2è**				**3è**				**4è**				**5è**			
Semaines	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
Désignation de l'activité																				
Installation du chantier																				
Décapage de la terre végétale																				
Fouille des canalisations																				
Lit de sable pour enrobage																				
Pose des conduites																				
Remblayage et étalage																				
Maçonnerie en briques																				
Maçonnerie en moellons																				
Coffrage																				
Ferraillage																				
Bétonnage (Dalle et Radier)																				
Décoffrage																				
Nettoyage et repliement																				

Tableau 23: Planning des travaux

CHAPITRE VIII : CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

VIII.1. Conclusion générale

Comme nous l'avons dit au début de notre travail, l'eau potable constitue un élément préalable pour la bonne santé et un facteur clé au développement humain durable. Le Burundi, même avec un potentiel en eau élevé, n'a pas suffisamment d'eau potable. D'où des épidémies d'hydrique et un recul économique du pays.

L'objectif principal de notre projet est d'alimenter en eau potable le réseau MWICO/NKENGA et ses environs.
L'évaluation des besoins en eau potable de la population à alimenter nous a rassuré que le débit de la source MWICO suffira pour alimenter les localités que nous avons considérées pour notre zone du projet.

En ce qui est des calculs hydrauliques, tout le réseau sera alimenté gravitairement et tous les points sont servis.
Ainsi, les contributions, suggestions ajouts et compléments de quiconque qui sera intéressé par le présent projet qu'il soit le bienvenu.

VIII.2. Recommandations

On ne pourrait mettre fin à ce travail de fin d'études sans toutefois donner quelques recommandations jugées impérieuses.
En effet, nous savons combien de fois une infrastructure bien entretenue est durable par rapport à celle mal entretenue, en plus sans entretien régulière des ouvrages, cela peut nuire la santé des consommateurs.
Pour cela, il faut :

- Protéger la zone de captage en et le milieu environnant par une clôture ;
- Sensibiliser les bénéficiaires pour prendre en main la bonne gestion et l'entretien des ouvrage obtenus ;
- Que l'administration organise la population en créant des comités de gestion tout au long du réseau ;
- Former une équipe de personnes qui va assurer l'entretien et la maintenance des ouvrages du réseau
- Faire des contributions d'une somme d'argent de la part des bénéficiaires pour l'achat des pièces usées ou détériorées sans attendre l'intervention du gouvernement. Par exemple : achat d'un robinet, remplacement d'un tuyau brisé.
- De donner des remarques et recommandations aux bénéficiaires l'importance de la sauvegarde des infrastructures
- Envisager des sanctions y relative pour ceux qui ne respectent pas ces recommandations.

BIBLIOGRAPHIE

LES OUVRAGES GENERAUX

1. J.BONNIN : Aide-mémoire d'hydraulique urbaine, éd Eyrolles, Paris 1977
2. BRIERE FG : *Distribution et collecte des eaux*, deuxième édition, Ecole Polytechnique de Montréal, 2000
3. A. DUPONT : *Hydraulique urbaine*, Tome I, Captage et traitement des eaux, Eyrolles, Paris, 1981.
4. A. DUPONT : *Hydraulique urbaine*, Tome II : Ouvrages de transport, Elévation et distribution des eaux, Eyrolles, Paris, 1981.
5. SKAT-ATOL : Manuel Technique pour l'approvisionnement des zones rurales, Sait Gall 1985

PROJETS DE FIN D'ETUDES ET PUBLICATIONS

1. IRAKOZE Prosper: Etude d'alimentation en eau Potable : Réseau de MAHONDA en CommuneRYANSORO, Projet de fin d'études, U.B, 2008
2. DGHER : Projet sectoriel d'alimentation en eau
3. Ministère de planification du développement et de la reconstruction, Monographies de la commune MWAKIRO
4. BIZINDAVYI Joël: Projet d'Alimentation en milieu rural : Cas du réseau MAHINDA en commune MAKAMBA
5. GIHAYI Evrard : Etude d'alimentation en eau potable du centre MUYANGE en commune KAYOGORO province MAKAMBA

LES NOTES DE COURS

1. Hydraulique Générale de l'ITS II-GC par l'Ingénieur et Maître des Sciences William NIYONZIMA (2008-2009)
2. Béton Armé I & II de l'ITS II-GC par le Diplômé Ingénieur Richard NDUWIMANA (2010-2011)
3. Hydraulique Urbaine et Hydrologie de l'ITS III-GC par l'Ingénieur et Maître des Sciences Athanase HICINTUKA (2009-2010)
4.Chantier de Construction de l'ITS IV-GC par l'Architecte Etienne NGENDAKUMANA(2010-2011)

ANNEXES

ANNEXE1 :

Moment de dimensionnement des dalles appuyées sur quatre bords, sous charge uniformément réparties

Moments aux appuis :

cas 1 : $l_x/l_y \leq 5/1$

$$|M_x| = \left| \frac{M_{ox1} + M_{ox2}}{2} \right|$$

$$\geq 0,75 \cdot \max(|M_{ox1}|, |M_{ox2}|)$$

avec : $M_{ox} = -q \frac{l_x^2}{s}$

cas 2 : $l_x/l_y > 5/1$

$$|M_x| = \max(|M_{ox1}|, |M_{ox2}|)$$

conditions aux appuis	coefficient	ratio l_x/l_y du panneau										
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
1	f_x	27,2	23,4	19,1	16,8	15,0	13,7	12,7	11,9	11,3	10,8	10,4
	f_y	27,2	31,9	29,1	30,9	32,8	34,7	36,1	37,3	38,5	39,4	40,3
	s_x	20,0	16,6	14,5	13,0	11,9	11,1	10,6	10,2	9,8	9,5	9,3
	s_y	20,0	20,7	22,1	24,0	26,2	28,3	30,2	31,9	33,4	34,7	35,9
2	f_x	32,8	26,3	22,0	18,9	16,7	15,0	13,7	12,8	12,0	11,4	10,9
	f_y	29,1	29,2	29,8	30,6	31,8	33,5	35,8	36,1	37,3	38,4	39,3
	s_x	11,9	10,9	10,1	9,5	9,2	8,9	8,7	8,5	8,4	8,3	8,2
	s_y	26,4	21,4	18,2	15,9	14,3	13,0	12,1	11,5	10,9	10,4	10,1
	s_y	22,4	22,8	23,9	25,1	26,7	28,6	30,4	32,0	33,4	34,8	36,2
2	f_x	29,1	24,6	21,5	19,2	17,5	16,2	15,2	14,4	13,8	13,3	12,9
	f_y	32,8	34,5	36,8	38,8	40,9	42,7	44,1	45,3	46,5	47,2	48,9
	s_x	11,9	10,9	10,2	9,7	9,3	9,0	8,8	8,6	8,4	8,3	8,2
	s_y	22,4	19,2	17,2	15,7	14,7	13,9	13,2	12,7	12,3	12,0	11,8
	s_y	26,4	28,1	30,5	32,7	35,1	37,3	39,1	40,7	42,2	43,3	44,8
3	f_x	38,0	30,2	24,8	21,1	18,4	16,4	14,8	13,6	12,7	12,0	11,4
	f_y	30,6	30,2	30,3	31,0	32,2	33,8	35,9	38,3	41,1	44,9	46,3
	s_x	14,3	12,7	11,5	10,7	10,0	9,5	9,2	8,9	8,7	8,5	8,4
3'	f_x	30,6	25,3	23,2	20,9	19,2	17,9	16,9	16,1	15,5	14,9	14,5
	f_y	38,0	39,5	41,4	43,5	45,6	47,6	49,3	50,3	51,3	52,1	52,9
	s_x	14,3	13,5	13,0	12,6	12,3	12,2	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
4	f_x	33,2	27,3	23,3	20,6	18,5	16,9	15,8	14,9	14,2	13,6	13,1
	f_y	33,2	34,1	35,5	37,7	39,9	41,9	43,5	44,9	46,2	47,2	48,3
	s_x	14,3	12,7	11,5	10,7	10,0	9,6	9,2	8,9	8,7	8,5	8,4
	s_y	14,3	13,6	13,1	12,8	12,6	12,4	12,3	12,2	12,2	12,2	12,2
	s_x	26,7	23,1	19,2	17,2	15,7	14,6	13,8	13,2	12,7	12,3	12,0
	s_y	26,7	27,6	29,2	31,4	33,6	36,2	38,1	39,8	41,4	42,6	44,2
5	f_x	33,6	28,2	24,4	21,6	19,8	18,3	17,2	16,3	15,6	15,0	14,5
	f_y	27,3	36,7	40,4	42,7	45,1	47,5	49,5	51,4	53,3	55,1	56,9
	s_x	16,2	14,8	13,9	13,2	12,7	12,5	12,3	12,2	12,1	12,0	12,0
	s_y	18,3	17,7	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
5'	f_x	37,3	30,3	25,3	22,0	19,5	17,7	16,4	15,4	14,6	13,9	13,4
	f_y	35,6	34,1	35,1	37,3	39,8	43,1	46,6	52,3	55,5	60,5	66,1
	s_x	18,3	15,9	13,5	12,2	11,2	10,6	10,1	9,7	9,4	9,0	8,9
	s_y	16,2	14,8	13,9	13,3	13,0	12,7	12,6	12,5	12,4	12,3	12,3
6	f_x	36,5	30,2	25,7	22,7	20,4	18,7	17,5	16,5	15,7	15,1	14,7
	f_y	36,8	38,1	40,4	43,5	47,1	50,6	52,8	54,5	56,1	57,3	58,5
	s_x	19,4	17,1	15,5	14,5	13,7	13,2	12,8	12,5	12,3	12,1	12,0
	s_y	19,4	18,4	17,9	17,6	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5

ANNEXE 2

1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,222
[illegible]	2,5	0,503	0,395
10	3,14	0,785	0,617
[illegible]	3,77	1,13	0,888
[illegible]	[illegible]	1,54	1,21
16	[illegible]	2,01	1,58
18	[illegible]	2,54	2,00
20	6,28	3,14	2,47
22	[illegible]	3,80	2,98
25	7,85	4,91	3,85
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

2 [illegible] ensemble

diamètre ϕ_s	nombre de barres 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,0	[illegible]	2,5	2,8
8	[illegible]	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	[illegible]	3,9	4,7	5,5	6,3	7,1	7,9
12	1,1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7,9	9,1	10,2	11,3
14	1,5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	10,8	[illegible]	13,9	15,4
16	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	14,1	[illegible]	18,1	20,1
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	17,9	[illegible]	22,9	25,5
[illegible]	[illegible]	6,3	[illegible]	12,6	[illegible]	18,8	22,0	25,1	28,3	31,4
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	34,2	38,0
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	12,3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	36,9	[illegible]	49,3	55,4	61,6

3 [illegible] de barres par nappe [illegible] pour un enrobage des cadres de 2cm

largeur de nappe b_0 en cm	diamètre ϕ_s (mm) 10	12	14	16	18	20	22	25	28
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	1	[illegible]	1	[illegible]	1
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	2
[illegible]	6	[illegible]	5	4	4	[illegible]	3	3	3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	(4)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	6	[illegible]	[illegible]	4
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7	6	5
40	12	[illegible]	[illegible]	10	[illegible]	9	8	7	6
45	14	[illegible]	12	11	[illegible]	[illegible]	9	8	7
50	15	14	13	[illegible]	12	11	10	9	8
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	15	[illegible]	11	12	[illegible]	10
diamètre considéré des barres ϕ_t	ϕ_{st} [illegible]						ϕ_{st} [illegible]		

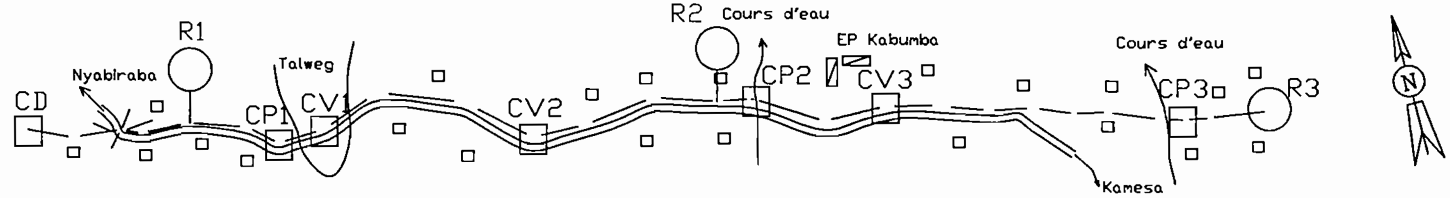
[illegible] des barres (en cm²/m) en fonction de l'écartement, pour 1 m de largeur de dalle

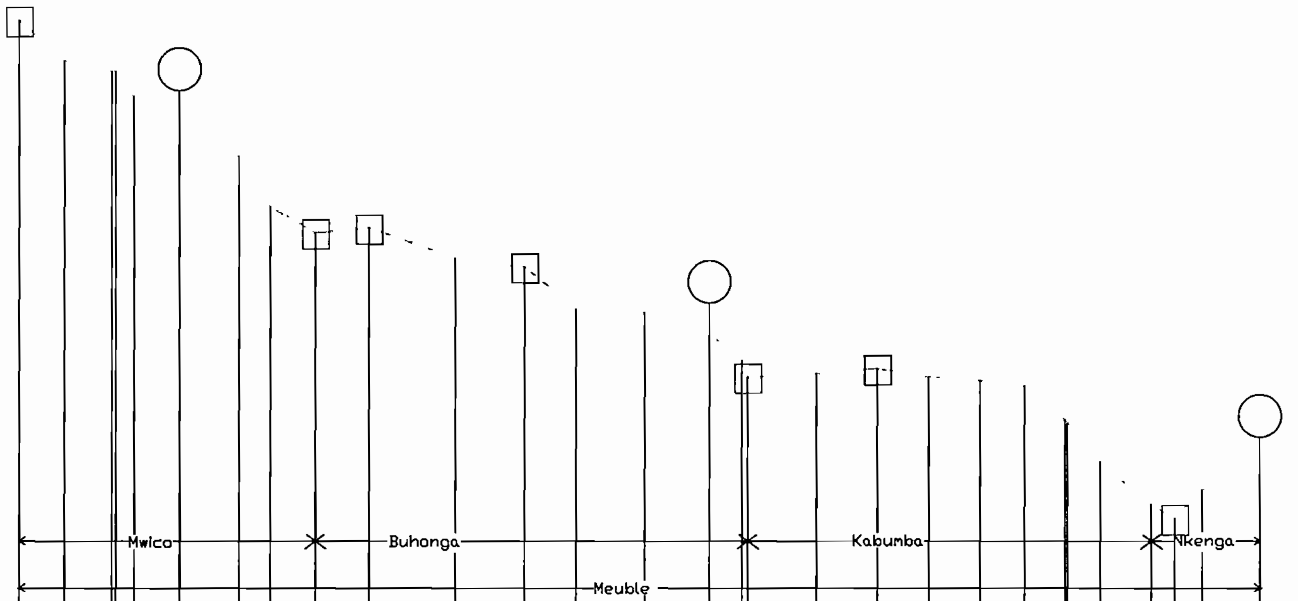
écartement s (cm)	diamètre (mm) 6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
6,0	4,71	8,38	13,09	18,85	25,66	33,52	42,41	52,36	63,36	81,83	102,67
6,5	4,35	7,73	12,08	17,40	23,68	30,95	39,15	48,33	58,48	75,54	94,77
7,0	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,73	36,36	44,87	54,30	70,14	88,00
7,5	3,77	6,70	10,47	15,08	20,52	26,81	33,93	41,88	50,81	65,47	82,13
8,0	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,14	31,81	39,26	47,51	61,38	77,00
8,5	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,66	29,94	36,95	44,72	57,76	72,47
9,0	3,14	5,59	8,73	12,57	17,10	22,34	28,28	34,90	42,23	[illegible]	68,44
9,5	2,93	5,29	8,27	11,90	16,20	21,17	26,79	[illegible]	40,01	[illegible]	[illegible]
10,0	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	25,45	31,41	38,01	49,10	61,60
10,5	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	24,24	29,91	36,20	46,76	58,67
11,0	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	23,14	28,55	34,55	44,64	56,00
11,5	2,46	4,37	6,83	9,84	13,39	17,49	22,13	27,31	33,05	42,70	53,57
12,0	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	21,21	26,17	31,67	40,92	51,33
12,5	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,09	20,36	25,13	30,41	39,28	49,28
13,0	2,17	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	19,58	24,16	29,24	37,77	47,38
13,5	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,90	18,85	23,27	28,16	36,37	45,63
14,0	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	18,18	22,44	27,15	35,07	44,00
14,5	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	17,55	21,66	26,21	33,86	42,49
15,0	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,41	16,97	20,94	25,34	32,73	41,07
15,5	1,82	3,24	5,07	7,30	9,93	12,97	16,42	20,27	24,52	31,68	39,74
16,0	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	15,90	19,64	23,76	30,69	38,50
16,5	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	15,42	19,04	23,04	29,76	37,33
17,0	1,66	2,96	4,62	6,65	9,05	11,83	14,97	18,48	22,36	28,88	36,24
17,5	1,62	2,87	4,49	6,46	8,79	11,49	14,54	17,95	21,72	28,06	35,20
18,0	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	14,14	17,46	21,12	27,28	34,22
18,5	1,53	2,72	4,25	6,11	8,32	10,87	13,76	16,94	20,55	26,54	33,30
19,0	1,49	2,65	4,13	5,95	8,10	10,58	13,39	16,54	20,01	25,84	32,42
19,5	1,45	2,58	4,03	5,80	7,89	10,31	13,05	16,11	19,49	25,18	31,59
20,0	1,41	2,51	3,93	5,65	7,69	10,05	12,72	15,71	19,01	24,55	30,80

Tableau 5.3 : Barres d'acier ;

diamètres nominaux, masses, sections

PROFIL EN LONG ET PLAN DE SITUATION





PC : 1150.00 m

Numéro de profils en travers	CD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	13	14	15	B	16	C	D	17	18	19	20	21	22	23	24
Distances partielles	265.00	279.00	22.00	108.00	265.00	347.00	182.00	265.00	315.10	508.80	407.70	303.00	400.00	377.50	192.00	34.00	400.00	358.00	300.00	300.00	261.00	237.10	15.00	192.00	300.00	135.00	162.00	335.90	
Distances cumulées	0.00	265.00	544.00	566.00	674.00	939.00	1286.00	1468.00	1733.00	2048.10	2556.90	2964.60	3267.60	3667.60	4045.10	4237.10	4271.10	4671.10	5029.10	5329.10	5629.10	5890.10	6127.20	6142.20	6334.20	6634.20	6769.20	6931.20	7267.10
Altitudes TN	1500.00	1476.20	1470.10	1478.20	1455.00	1440.00	1420.00	1390.00	1375.50	1378.00	1360.00	1355.00	1330.00	1328.00	1315.50	[illegible]	[illegible]	1292.00	1295.00	1290.00	1288.00	1285.6	[illegible]	[illegible]	1240.00	1215.00	1207.10	1224.00	1236.00

Diam. et longueurs des tuyaux		
PVC50PN10 529m	PVC32PN16 2577,1m	PVC25PN16 3222m

Ouvrages d'art										
CD	R1	CP1	CV1	CV2	R2	CP2	CV3	CP3	R3

REPUBLIQUE DU BURUNDI

DE KABUMBA-NKENGA
Commune kanyosha
Province Bujumbura

Source Mwico	Débit:1,3 l/s

PROFIL EN LONG ET PLAN DE SITUATION

Echelles 1/2000 1/20000