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

Projet d' alimentation en eau potable en milieu rural : cas du réseau Shembe-Gikokoma et Mpinga en commune Bururi

Bizimungu, Jean Claude; Nimubona, Jean Marie; Sous la Direction: Ir MSc. Niyonzima William

2013-08
UB, ITS
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2286

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR

DEPARTEMENT DU GENIE CIVIL

PROJET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE EN MILIEU RURAL : CAS DU RESEAU SHEMBE-GIKOKOMA ET MPINGA EN COMMUNE BURURI, PROVINCE BURURI

Par :

BIZIMUNGU Jean Claude

&

NIMUBONA Jean Marie

Sous la Direction :
Ir&MSc. NIYONZIMA William

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

Bujumbura, Août 2013

DEDICACE

A Dieu Tout Puissant ;

A mon père courageux ;

A ma chère mère ;

A mes grands frères ;

A mes oncles et tantes ;

A mes cousins et cousines ;

A tous ceux qui me sont chers ;

Je dédie ce travail !

BIZIMUNGU JEAN CLAUDE

A Dieu Tout Puissant ;

A mon cher père ;

A ma chère mère ;

A mes frères et sœurs;

A mes oncles et tantes ;

A mes cousins et cousines ;

A tous ceux qui me sont chers ;

Je dédie ce travail !

NIMUBONA JEAN MARIE

REMERCIEMENTS

Notre remerciement est le fruit de plusieurs efforts conjugués de nombreux intervenants depuis le début de nos études jusqu' à l'heure ou nous sommes.

Nous remercions en premier lieu l'eternel tout puissant qui nous a protégés durant le déroulement de notre travail.nos vifs et sincères remerciements vont notamment à l'endroit de tous les professeurs de l'institut technique supérieur spécialement ceux du génie civil, pour la formation scientifique, morale et humaine qu'ils nous ont donnés.

Une note de reconnaissance particulière est adressée à IR& MSC.WILLIAM NIYONZIMA pour avoir accepté de diriger ce travail malgré ses multiples obligations, ses conseilles et sa rigueur scientifique nous ont été d'une grande utilité.

Nous adressons nos sincères remerciements au personnel de la direction générale de l'hydraulique et des énergies rurales et de l'ISTEEBU pour avoir permis l'accès à certains précieux documents.

Que nos parents, nos familles et nos amis qui ne sont jamais lassés à nous soutenir moralement et ou matériellement éprouvent le sentiment de notre reconnaissance. Que tous les étudiants de l'université du Burundi en générale et ceux du Campus Kiriri en particulier qui n'ont rien ménagé pour rendre agréable notre vie estudiantine, reçoivent leur part de gratitude.

A toute personne qui, de près ou de loin nous a assistés trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

OMS : Organisation Mondiale de la Santé
DGHER : Direction Générale de l'Hydrauliques et des Energies Rurales
NTU : NephelometricTurbidity Unit (Unité de Turbidité Céphalométrique)
RCE : Régie Communale de l'Eau
EP : Ecole Primaire
PVC : Polychlorure de Vinyle
PU : Prix Unitaire
P.T : Prix Total
FSA : Faculté des Sciences Appliquées
ITS : Institut Technique Supérieure
PN : Pression Nominale
AEP : Alimentation en eau Potable
ISTEEBU : Institut des Statistiques et des Etudes Economiques du Burundi
RCE : Régie Communale de l'Eau
AEP : Adduction d'Eau Potable
BP : Branchement Privé
SCEP : Système de Collecte des Eaux Pluviales
F : Fonctionnel
REGIDESO : Régie de Production et de Distribution d'Eau et d'Electricité
R : Réservoir
Φ : Diamètre d'une barre d'acier
St : Espacement entre les armatures
As : Section d'une barre d'acier
PVC : Polychlorure de Vinyle
D : Diamètre
Q : Débit
V : Vitesse
PN : Pression Nominale

DE	: Diamètre Extérieur
CD	: Chambre de départ
BF	: Borne Fontaine
CVS	: Chambre de Vanne de Sectionnement
CP	: Chambre de Purge
CV	: Chambre de Ventouse
AG	: Acier Galvanisé
DI	: Diamètre Intérieur
ml	: Mètre Linéaire
CPA	: Ciment Portland Artificiel
U	: Unité
Qté	: Quantité
PU	: Prix Unitaire
PT	: Prix Total
HTVA	: Hors Taxe sur la Valeur Ajoutée
AHR	: Agence Burundaise de l'Hydraulique Rurale
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
DN	: Diamètre Nominal
FF	: Forfaitaire
Pce	: Pièce
BE	: Bride Emboîtement

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Norme de qualité d'eau potable d'après OMS 6
Tableau II.1 : Synthèse d'approvisionnement en AEP 8
Tableau II.2: Les zones et collines de Bururi 9
Tableau III.1 : Evaluation de la population de la commune BURURI (2003- 2008) 13
Tableau III.2 : Consommation spécifique locale de l'OMS 14
Tableau III.3. Besoins des ménages 15
Tableau III.4. Besoins publics 15
Tableau III.5. Calculs du débit de production 15
Tableau III.6: Perte des charges 16
Tableau III.7: Calcul du débit de production 16
Tableau III.8: Débit de pointe 17
Tableau IV.1 : Quelques valeurs de perméabilité (k) 24
Tableau IV.2 Coefficient horaire milieu 29
Tableau IV.3Coefficient horaire en milieu 29
Tableau IV.3. Caractéristique des réservoirs 39
Tableau IV.5. Liste des accessoires pour réservoir de 5 m^3 49
Tableau IV.6 : Liste des accessoires pour réservoir de 10m^3 54
Tableau IV.7 : Bordereaux des aciers (radiers) 56
Tableau IV.8. Bordereau des aciers dalles 58
Tableau IV.9. Liste des accessoires pour une borne fontaine simple 60
Tableau IV.10. Calcul hydraulique : Réseau SHEMBE-MPINGA 64
Tableau IV.11. Calcul hydraulique : Réseau SHEMBE-GIKOKOMA 65
Tableau V.1 : Dosage du béton à utiliser 72
Tableau V.2. Synthèse du fouille du tranchée 73
Tableau V.3 : Volumes des remblais et des déblais dans les tranchées 75
Tableau V.4 : Synthèse des travaux préparatoires des ouvrages de stockage 76
Tableau V.5 : Volume du béton pour radier des ouvrages de stockage 76
Tableau V.6 : Volume du béton pour radier des ouvrages de stockage 76
Tableau V.7. Caractéristiques des aciers pour radiers des réservoirs 77
Tableau V.8 .Caractéristiques des aciers pour dalle des réservoirs 78
Tableau V.9: Matériaux de coffrage pour dalle des ouvrages de stockage 79
Tableau V.10. Béton pour dalle de couverture des ouvrages de stockage 80
Tableau V.11. Métré de chambre de vanne et de sectionnement 81

Tableau V.12. Métré pour chambre de purge 82
Tableau V.13. Métré pour chambre de ventouse.....83
Tableau V.14. Métré pour chambre d'équilibre.....84
Tableau V.15. Métré pour chambre de captage 85
Tableau V.16. Métré pour chambre de départ 86
Tableau V.17. Métré pour réservoirs de 5m3 et chambres d'arrêt.....87
Tableau V.18. Métré pour 2 réservoirs de 10m3 et leurs chambres d'arrêt.....88
Tableau V.19. Métré de 5 réservoirs de 15m3 et de leurs chambres d'arrêt.....89
Tableau V.20. Métré de 15 bornes fontaine 90
Tableau V.21. Métré pour travaux de canalisation.....91
Tableau V.22. Métré de 4 CP, 4CV, VS, CE 91
Tableau V.23. Planning des travaux 93
Tableau V. 24. Devis estimatif de chambre de captage 95
Tableau V.25. Devis estimatif de chambre de départ.....96
Tableau V.26. Devis estimatif d'un réservoir de 5m3 97
Tableau V.27. Devis estimatif d'un réservoir de 10m3 98
Tableau V.28. Devis estimatif de 5 réservoirs de 15m3 99
Tableau V.29. Devis estimatif de 14 bornes fontaines 100
Tableau V.30. Devis estimatif de 4 chambres de purges, 4 ventouses, 1 vanne 101
de sectionnement et 1 brise charge..... 101
Tableau V.31. Devis estimatif de travaux de canalisation 102
Tableau V.32. Cout total du projet..... 103

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Schéma du cycle d'eau 2
Figure II.1 : Schéma de la zone de projet 7
Figure II.2 : Carte de découpage administratif de la commune BURURI 10
Figure IV.1. Profil en long 20
Figure IV.2. Position de la ligne Piézométrique du réseau SHEMBE-MPINGA 21
Figure IV.3. Position de la ligne piézométrique du réseau SHEMBE-GIKOKOMA 22
Figure IV.4: Source d'affleurement 23
Figure IV.5. Schéma de captage 26
Figure IV.5.Graphique d'entrée-sortie 30
Figure IV.6.Graphique d'entrée-sortie 31
Figure IV.7. Graphique d'entrée-sortie antenne MUBUGA 32
Figure IV.8. Graphique d'entrée-sortie antenne MPINGA 33
Figure IV.9. Graphique d'entrée-sortie antenne GIKOKOMA 34
Figure IV.10. Graphique d'entrée-sortie Réservoir E.P SHEMBE 35
Figure IV.11.Graphique d'entrée-sortie Réservoir E.P MPINGA et Eglise catholique 36
Figure IV.12. Vue en plan du réservoir de 5m^3 45
Figure IV.13. Elévation du réservoir de 5m^3 46
Figure IV.14. Détail vidange et départ du réservoir de 5m^3 47
Figure IV.15. Détail arrivé et trop-plein du réservoir de 5m^3 48
Figure 16 : Vue en plan du réservoir de 10m^3 50
Figure 17 : Elévation du réservoir de 10m^3 51
Figure 18 : Départ trop-plein du réservoir de 10m^3 52
Figure 19 : Détail vidange et départ du réservoir de 10m^3 53
Figure IV.20. Plan de ferraillage des réservoirs radiers 55
Figure IV.21. Plan de ferraillage dalle 57
Figure IV.22. Vue en plan et coupe B-B d'une borne fontaine 59
Figure IV.23. Chambre de purges 61
Figure IV.24. Chambre de ventouse 62
Figure IV. 25. Chambre vanne de sectionnement 63
Figure IV.26. Schéma de fonctionnement du réseau 66
Figure IV.26. Illustration de l'équation de Bernoulli 70
Figure V 1:Graphique de GANTT 94

Résumé

«Projet d'alimentation en eau potable en milieu rural : cas du réseau SHEMBE-GIKOKOMA ET MPINGA en commune BURURI, Province BURURI.»

Depuis la création de l'univers, l'eau apparait comme un élément essentiel dans la vie de tout être vivant. Sans l'eau, la vie est impossible. Une eau potable est une eau saine qu'on peut boire sans risque de nuire la sante humaine. Ainsi donc, elle doit être suffisamment traitée.

C'est pourquoi, le présent travail est consacré à l'alimentation d'eau potable du réseau **Shembe-Gikokoma** et **Mpinga** de la commune **Bururi en province Bururi au sud-ouest du Burundi** qui prenne sa source à **Kamera** avec un débit de **1.5l/s**. Ce projet permettra de fournir une moyenne d'environ de **14,12l/j** et par individus à une population **de 4533** habitas sur une longueur du réseau de **8km279m**. Tout au long du réseau est prévue une distribution ramifiée, pour contribuer au développement socio-économique de ladite localité.

En effet, après avoir évalué la croissance démographique des bénéficiaires actuels et futurs de cette zone, leur développement et passé ainsi un revue sur qualité et la quantité de cette ressource ; nous avons rapporté tous les besoins en eau potable au dimensionnement des éléments du captage, des conduites des transports, des ouvrages de stockage et de distribution dans le but de satisfaire leurs besoins en eau pour une période allant de 2012 jusqu'à 2032.

Ainsi donc, un bref aperçu sur le transport, le stockage et la distribution d'eau aux populations bénéficiaires nous a permis de déterminer finalement le coût global estimé pour tous les travaux ;ou le devis estimatif de notre projet s'élève d'un montant équivalent à **trois cent trente deux millions huit cent soixante quatre mille quatre cent quarante huit francs burundais(332 864 448).**

Enfin, pour que le réseau puisse être exploitée en toute sa qualité et en bonne gestion, nous recommanderions aux autorités administratives d'assurer sa sauvegarde surtout sur la protection, l'entretien et d'appliquer des sanctions envers les gens qui ne respecteront pas ces prescriptions pour le bon fonctionnement du réseau. Ainsi, pour sa production et sa réalisation nous avons également ouvert une ligne d'orientation et une base des données pour toute personne qui voudra effectuer un projet pareil.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE i
REMERCIEMENTS ii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS iii
LISTE DES TABLEAUX v
LISTE DES FIGURES vii
RESUME viii
TABLE DES MATIERES ix

CHAP. I. INTRODUCTION GENERALE 1

I.1 Généralité 1
I.2. Cycle d'eau 2
I.3. Situation d'eau dans le monde 3
I.4. Situation d'eau en Afrique 3
I.5. La situation des ressources en eau au Burundi 4
I.6. Eau potable 5
I.7. Les qualités de L'eau potable 5

CHAP. II. PRESENTATION DU SITE 7

II.1. Présentation de la zone du projet 7
II.2. Etat actuel du secteur AEP 8
II.3. Analyse typographique de la zone de projet 9
II.3.1. Présentation générale de la commune BURURI 9
II.3.1.1. Situation Géographique 11
II.3.1.2. Climat 11
II.3.1.3. Relief et hydrographie 12

CHAP. III. EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE 13

III.1. Introduction 13
III.2. La population à desservir 13
III.3. Les besoins 14
III.3.1. Consommations spécifiques 14
III.3.2. Les besoins des ménages 15
III.3.3. Besoins publics 15
III.3.4. Calculs du débit de production 15
III.3.5. Pertes de charges 16
III.3.6. Production d'eau 16
III.3.7. Consommation de pointe 17

CHAP. IV. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DU RESEAU D'ALIMENTATION 18

IV.1. Introduction 18
IV.1.1. Système gravitaire 18
IV.1.2. Le système de pompage 18
IV.1.3. Système d'alimentation adopté 19
IV.2. Profil en long et la position des ouvrages de stockage 19
IV.3. Evaluation des ressources en eau 23
IV.3.1. Notion de sources 23
IV.3.2. Origine de l'eau de source 24
IV.4. Réalisation de source de captage 24
IV.4.1. Généralité 24
IV.4.2. Principe de captage 24
IV.4.3. Réalisation de la boite de captage 25
IV.4.4. Pose de drains pour captage 25
IV.4.5. Fossé de protection 25
IV.5. Ouvrage de stockage 26

IV.5.1. Réservoir 26
IV.5.1.1. Introduction 26
IV.5.1.2. Classification des réservoirs 27
IV.5.1.3. Emplacement des réservoirs 27
IV.5.1.4. Equipement des réservoirs 27
IV.6. Capacité du réservoir 28
IV.6.1. Calcul proprement dit de la capacité du réservoir 29
IV.6.2. Accessoires de réservoirs 38
IV.6.2.1. Chambre de Départ 38
IV.6.2.2. Chambre de Ventouse 38
IV.6.2.3. Chambre de Purge 38
IV.6.2.4. Brise charge 38
IV.6.3. Dimensionnement du réservoir 39
IV.6.3.1. Choix de la forme du réservoir 39
IV.6.3.2. Dimensionnement d'un réservoir circulaire 40
IV.6.3.2.1.Calcul des armatures de la dalle 41
IV.6.3.2.2.Calcul de l'effort de traction dans la paroi circulaire 43
IV.6.3.2.3.Traction dans les viroles 43
IV.6.3.3.Radier 44
IV.6.4.Calculs hydrauliques proprement dits 64
IV.6.4.1. Quelques formules hydrauliques 68

CHAP. V : COUT GLOBAL DU PROJET 72

V.1. Généralité 72
V.2. Description et quantitatif des travaux 72
V.2.1. Description des travaux 72
V.2.1.1. Captage 72
V.2.1.2. Chambre de Départ et réservoirs 73
V.3. Bordereau de fourniture 76

V.3.1. Travaux de canalisation 76
V.3.2. Chambre de départ et réservoirs 77
V.3.2.1. travaux préparatoires 77
V.3.3. Planning des travaux 93
V.3.4. Graphique de GANTT 95

VI.CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATION 105

VI.1. Conclusion générale 105
VI.2. Recommandations 105

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 106

ANNEXES 107

CHAP. I. INTRODUCTION GENERALE

I.1 Généralité

Depuis la création de l'univers, L'eau apparaît comme un élément essentiel dans la vie de tout être vivant. Sans l'eau, la vie est impossible. D'ou on dit tout simplement: ***« L'eau c'est la vie »***

L'eau est donc un élément essentiel à toute forme de vie. L'histoire nous montre que l'eau a joué un rôle très important dans le développement et la décadence des civilisations et, l'eau est à nos jours un élément critique dans le développement socio-économique des nations et des régions du monde entier. Comme le cas d'Egypte ou : « L'Egypte est un don du Nil », ce fleuve dont la source la plus méridionale se trouve au Burundi en commune ***Rutovu*** province ***Bururi.***

L'eau a toujours été considérée comme une ressource inépuisable, de telle sorte qu'aucun mécanisme n'a été mis en place permettant de tirer profit des eaux de pluie c'est à **dire que la non maîtrise des eaux pluviales accentuent la dégradation des terres, alors que la** technique des retenues collinaires permettrait de créer une troisième saison et pratiquer l'irrigation, tout en réduisant l'érosion hydrique

Le sujet que nous allons traiter ici concerne l'alimentation en eau potable des collines SHEMBE, MUBUGA, MPINGA et GIKOKOMA de la commune BURURI qui prenne sa source à KAMERA de cette même commune. Tout au long de ce réseau est prévue une distribution ramifiée pour distribuer l'eau potable aux villageois de ce linéaire qui s'étende sur une longueur de 16 km.

L'objectif principal visé ici est l'amélioration de l'état sanitaire de la population des collines ci-haut citées de la commune BURURI contre les maladies hydriques en distribuant l'eau en quantité suffisante et de bonne qualité pour le développement ***socio-économique.***

I.2. Cycle d'eau

La circulation de l'eau à travers la planète obéit à un système hydraulique complexe « **cycle d'eau** » de nombreux phénomènes agissent simultanément et permettent ainsi son fonctionnement : évaporation, condensation et précipitation, évaporation transpiration et ruissellement. Sous l'effet de l'énergie solaire, l'eau s'évapore et se disperse dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Au contact de l'atmosphère, la vapeur d'eau se refroidit et se transforme des petites gouttelettes, l'origine de la formation des masses nuageuses. Sous l'effet de la gravité, l'eau retombe ensuite sur le sol et les océans sous forme de l'eau, neige ou grêle **''état liquide ou solide''.**

En s'infiltrant ou en pénétrant dans les sols perméables, l'eau peut parfois remplir une poche souterraine ''grotte'' et former un véritable réservoir d'eau ''***nappe phréatique ou nappe d'eau ''.C***ertaines nappes d'eau souterraine, une fois découverte peuvent aussi être exploitées par l'homme. C'est le cas de notre source de **Kamera**. Une partie de l'eau rejoint les cours d'eau par ruissellement ou par sources qui se rejettent ensuite dans les mers et les océans. En moyenne sur l'année par an et sur l'ensemble du globe terrestre 65 % des précipitations qui arrivent à la terre s'évaporent, 24% ruissellent et 11% s'infiltrent.

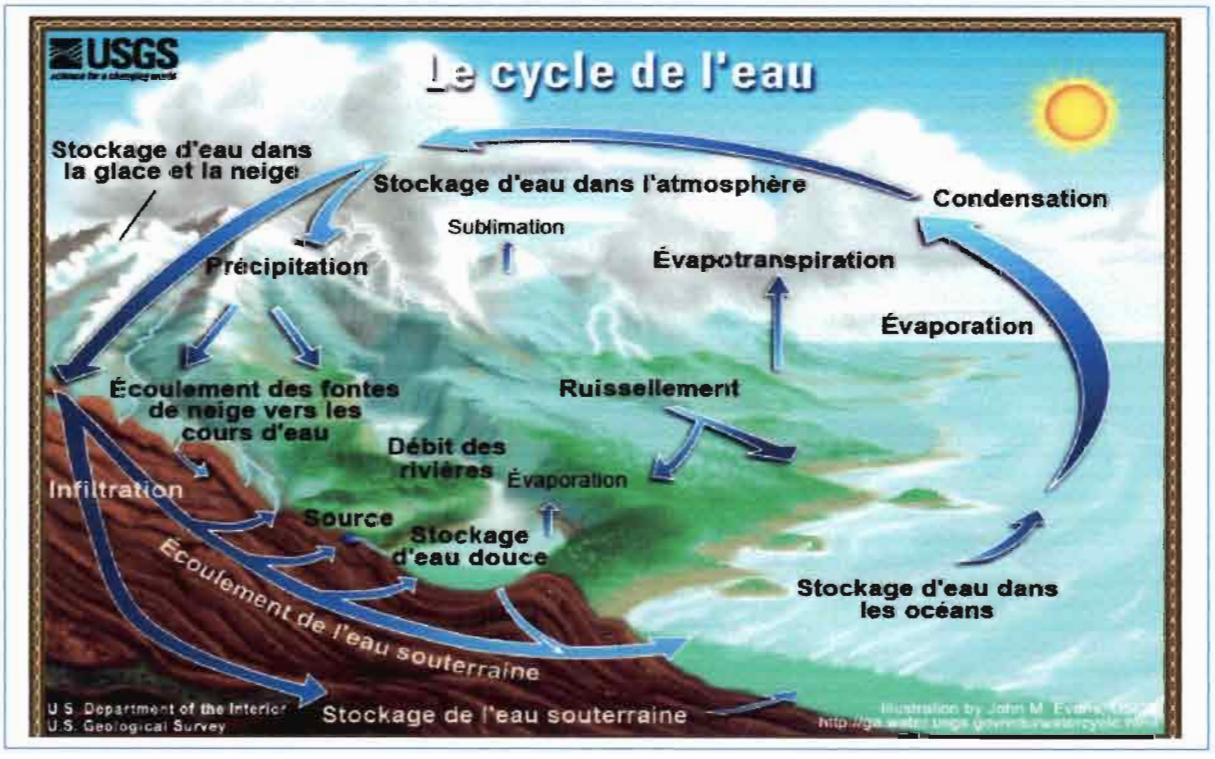


Figure I.1 : Schéma du cycle d'eau

I.3. Situation d'eau dans le monde

Aujourd'hui 4 personnes sur 10 vivent dans des pays qui souffrent d'une pénurie sérieuse d'eau potable. En 2025, les deux tiers de l'humanité soit plus de 5.5 milliards de personnes, connaîtront une situation similaire.si la consommation d'eau potable est aujourd'hui de 135 litres par jour et par personnes dans les pays développés, elle n'est que 14 litres seulement en afrique.les maladies hydriques sont à l' origine de la mort de plus de 5 millions de personnes, y compris 2 millions d'enfants.

Face à ce danger de pénurie d'eau, les organisations mondiales l'OMS et UNICEF ont créé ensemble le programme de contrôle commun **(Joint Monitoring Program, JMP)**, qui fait du secteur d'approvisionnement de l'eau et d'assainissement, selon le rapport de 2006,1.1 milliard de personnes sont toujours sans accès à des sources améliorées en eau et 2.6 milliard de personnes sans accès à des installations d'assainissement de base, il faudrait doubler les efforts actuels. La région la plus préoccupante dans le monde est l'Afrique subsaharienne.

Cette situation catastrophique est parfois entretenue par les guerres civiles où les autorités profitent des états de sécheresse et de pauvreté chronique pour décimer de population opposés à leur politique en laissant littéralement crever de faim et mourir de soif.

I.4. Situation d'eau en Afrique

L'Afrique ne présente que 9% des ressources mondiales en eau et les disparités entre les pays, entre les zones rurales et urbaines sont nombreuses.

Notons par exemple que le Congo Kinshasa représente 25% des ressources en eau alors que la Mauritanie n'atteint que le chiffre de 0.001% .Si l'Afrique occidentale et l'Afrique centrale possèdent davantage de ressources hydriques, notamment grâce aux précipitations ,les pays du Maghreb ,la corne de l'Afrique et le sud de l'Afrique sont donc plus à plaindre. L'eau est insuffisante, les infrastructures pour irriguer sont coûteuses et celles déjà en place sont en mouvais état : fuites de canalisations. De plus, ces insuffisances d'eau entraînent

des complications au niveau sanitaire : propagation de maladies, pauvreté, malnutrition.

Certes, de nombreuses initiatives ont été mise en place pour permettre une meilleure utilisation de ressources mais les prévisions d'ici 2025 sont quelque peu inquiétantes, on laisse entendre en effet que le Niger, Nigeria, Burkina Faso, Tanzanie, Mozambique, Zimbabwe, Lesotho, Swaziland, Erythrée et Ile Maurice seront en stress hydrique. Pire le Maroc, Algérie, Tunisie, Palestine, Egypte, Liban, Jordanie, Yemen, Djibouti, Somalie, Ethiopie, Kenya et l'Afrique du sud figurent sur la liste des pays où l'eau sera une denrée rare en 2025.L'heure est donc, à l'action, car mieux vaut prévenir que guérir.

I.5. La situation des ressources en eau au Burundi

Le Burundi est un Pays relativement bien arrosé avec une pluviométrie moyenne annuelle qui varie entre 750 mm (région de Bugesera) et 2000mm (sur la crête Congo Nil) les cours d'eau se repartissent en bassins, le bassin du Congo et le bassin du Nil. Les rivières Maragarazi et le Rusizi drainent les eaux du bassin du Congo et se jettent dans le Lac Tanganyika, tandis que la Ruvubu draine les eaux du bassin du Nil.

D'autres rivières comme la Ntahangwa, Muha et Kanyosha prennent leurs sources dans la crête et se jettent dans le lac Tanganyika après avoir traversé la ville de Bujumbura. Quant aux eaux souterraines elles seraient abondantes tous comme les eaux de surface.

Selon une enquête nationale sur la couverture en eau potable et assainissement au 30 juin 2001, les besoins en eau potable en milieu urbain doublent de tous les 10 ans : 22millions de m^3 d'eau en 1992, 40 millions de m^3 d'eau en l'an 2000, 70millions de m^3 d'eau en 2010 et 210 millions de m^3d'eau prévues en 2032.

La population urbaine est estimée à 7,65% de la population totale du Burundi et la demande en milieu urbain est de 15,17%.

I.6. Eau potable

Une eaù potable est une eau saine c'est-à-dire que l'on peut boire sans risque de nuire la santé humaine. Pour mieux définir l'O.M.S (organisation mondiale de la santé) à l'aide des recherches faites par experts laborantins, a donné des normes des bases « **teneurs limites** » au-delà desquelles certaines substances rencontrées constamment dans l'eau deviennent nocives à la survie de l'homme qui la consomme et de cela rendent l'eau non potable. Signalons que l'eau potable n'est pas exempte de matières polluantes par contre elle regorge ces dernières en concentrations jugées faibles pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur en première position de l'homme.

I.7. Les qualités de L'eau potable

L'eau potable doit être saine, pure et exempte de tout risque de contamination nocive à la santé humaine sa qualité requise et favorable, à la santé doit être évoquée sans différents aspects à savoir:

1. L'Aspect chimique : c'est à dire sa teneur en élément et composés chimiques (carbones, manganèse, fer, fluore, bacille de coli, entérocoque,….)
2. L'aspect bactériologique : bactéries, Verus protozoaires, algues helminthes.

Pour que personne, surtout le personnel où les services chargés de la distribution de l'eau ne se trompent pas de sa qualité, l'OMS (organisation mondiale de la santé) a mené des analyses sur la concentration chimique de l'eau et a publié avec l'assurance les concentrations limites des substances chimiques au-delà desquelles l'eau devient non potable.

Caractéristiques	**Unité**	**Valeur limites d'une eau potable recommandées par l'OMS**
Turbidité	NTU	5
Valeur pH	-	7,0-8,5
Conductivité	µS/cm	700
Matière en suspension (M.E.S)	mg/l	500
Fer (Fe^{++})	mg/l	0,3
Dureté totale	°DG	20-30
Sodium (Na^{+})	mg/l	20
Ammoniaque (NH_4^+)	mg/l	1,0
Calcium (Ca^{++})	mg/l	75
Température	°C	25
Sulfates (SO_4^{--})	mg/l	200
Gaz carbonique (CO_2)	mg/l	-
Nitrate (NO_2^-)	mg/l	25
Potassium (K^{+})	mg/l	10
Phosphates (PO_4^{--})	mg/l	7
Magnésium (Mg^{++})	mg/l	50
Oxygène	% de saturation	20
Demande chimique en O_2 : DCO	mg/l	5/KMnO4
Chlorures (Cl^-)	mg/l	200

Tableau I.1 : Norme de qualité d'eau potable d'après OMS

CHAP. II. PRESENTATION DU SITE

II.1. Présentation de la zone du projet

La zone du projet se situe en commune BURURI province BURURI au sud - ouest du pays. Elle s'étend précisément sur les collines **SHEMBE**, **MPINGA, GIKOKOMA** et **MUBUGA**, qui prenne sa source à **KAMERA** de la colline SHEMBE avec un débit de 1,5 l/s, tout au long du réseau du projet est prévue une distribution ramifiée pour l'adduction en eau potable aux villageois de cette localité, le relief est de petits plateaux et mosaïques de collines arrondies entrecoupées de vallées. L'eau de la source KAMERA sera capté par le système totalement gravitaire car la source est située à une altitude supérieure aux autres points de la zone du projet de 2000m d'altitude en amont et 1989m en aval, elle s'étend sur une longueur de 8km 279m.

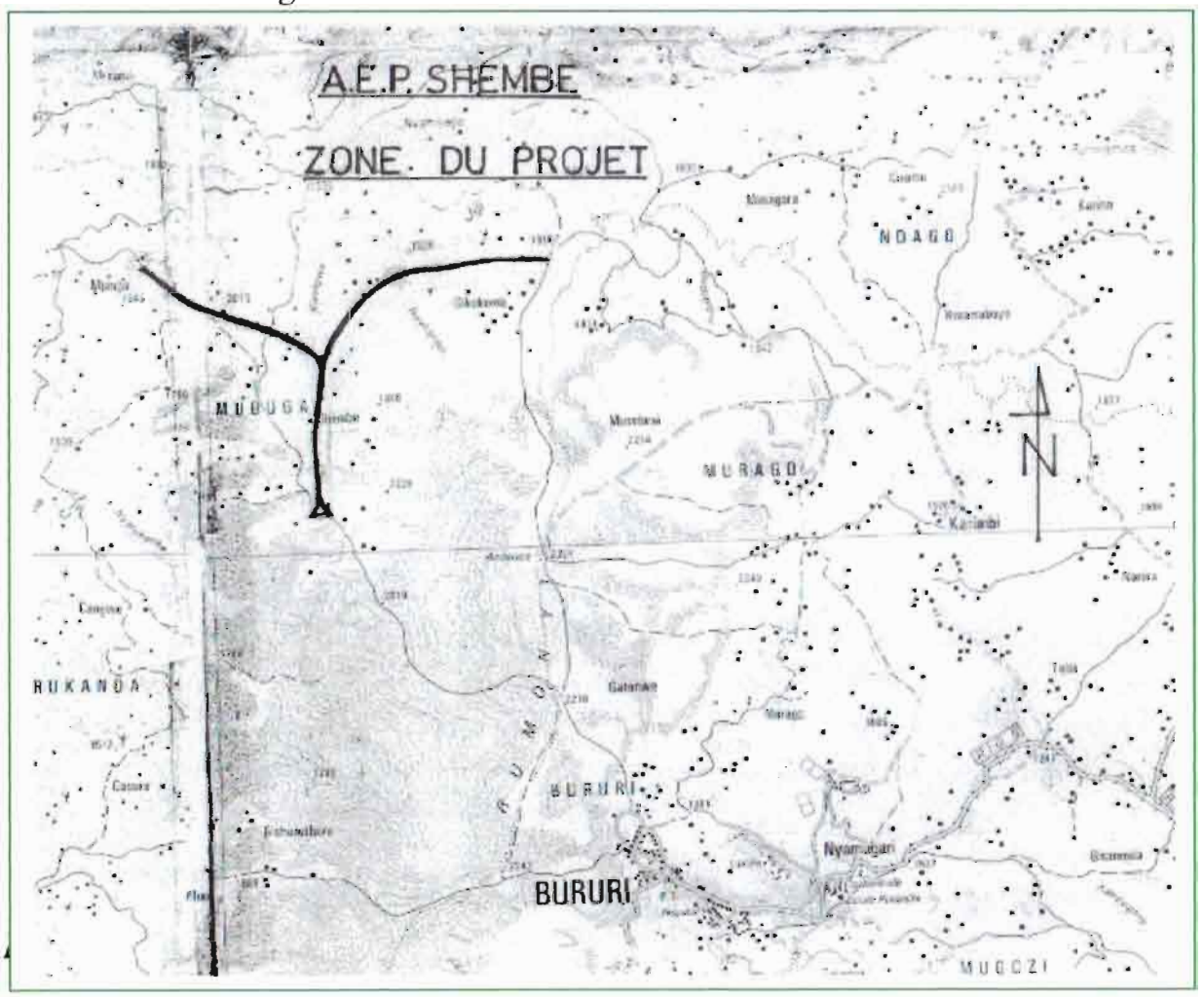


Figure II.1 : Schéma de la zone de projet

II.2. Etat actuel du secteur AEP

La commune BURURI compte 12 réseaux d'adduction d'eau totalisant 66km linéaire, 76 réservoirs desservant 108 bornes de distribution dont environ 50% sont défectueuses ce qui montre que la prise en charge de la gestion et de l'entretient des infrastructures d'eau laisse encore beaucoup à désirer.

Les bornes fontaines fonctionnelles contribuent avec un taux d'environ 10% dans l'alimentation en eau potable des ménages.

En ce qui concerne l'approvisionnement en eau, la commune BURURI dispose de 685 points d'eau gérés par RCE, les points d'eau fonctionnels représentent environ 66%, ce qui démontre un mauvais fonctionnement de RCE. Le nombre total des ménages par point d'eau fonctionnel est de 26. Le nombre totale de ménages s'approvisionnent au point d'eau fonctionnel à 500m de leur domicile est de 19 ménages de 6 personnes par ménage. Ceux-ci sont des informations fournies par RCE lors de notre visite sur terrain le 29 janvier 2013.

	Fonctionnelles	**non fonctionnelles**	**Total**
Sources aménagées	91	40	174
Sources non aménagées	-	-	504
Bornes fontaines	67	119	189
Branchement privés	-	-	115
Système de collecte des eaux pluviales	-	-	1
FORAGE	0	O	0

Tableau II.1 : Synthèse d'approvisionnement en AEP

II.3. Analyse typographique de la zone de projet

II.3.1. Présentation générale de la commune BURURI

La commune Bururi compte 5 zones subdivisées en 31 sous collines

Zones	Sous collines
BAMBA	NYARWAGA, NYAMIYAGA, RUVUMU, KARWA, JUNGWE
MUZENGA	BURARANA, NYAVYAMO, RUSHEMEZA, KIREMBA RURAL, KIREMBA VILLE, MUZIMA
GASANDA	MUBUGA, RUKANDA, BURUNGA, KIGANDA
MUNINI	MUNINI, BUHINGA, BURENZA, NYARUGERA, GASENYI, GAHAGO, MUYANGE, GATANGA
BURURI	CENTRE URBAIN, MUGOZI, MURAGO, MAHONDA, GISANZE, MUDAHANDWA, TONGWE

Tableau II.2: Les zones et collines de Bururi

Découpage administratif de la commune Bururi

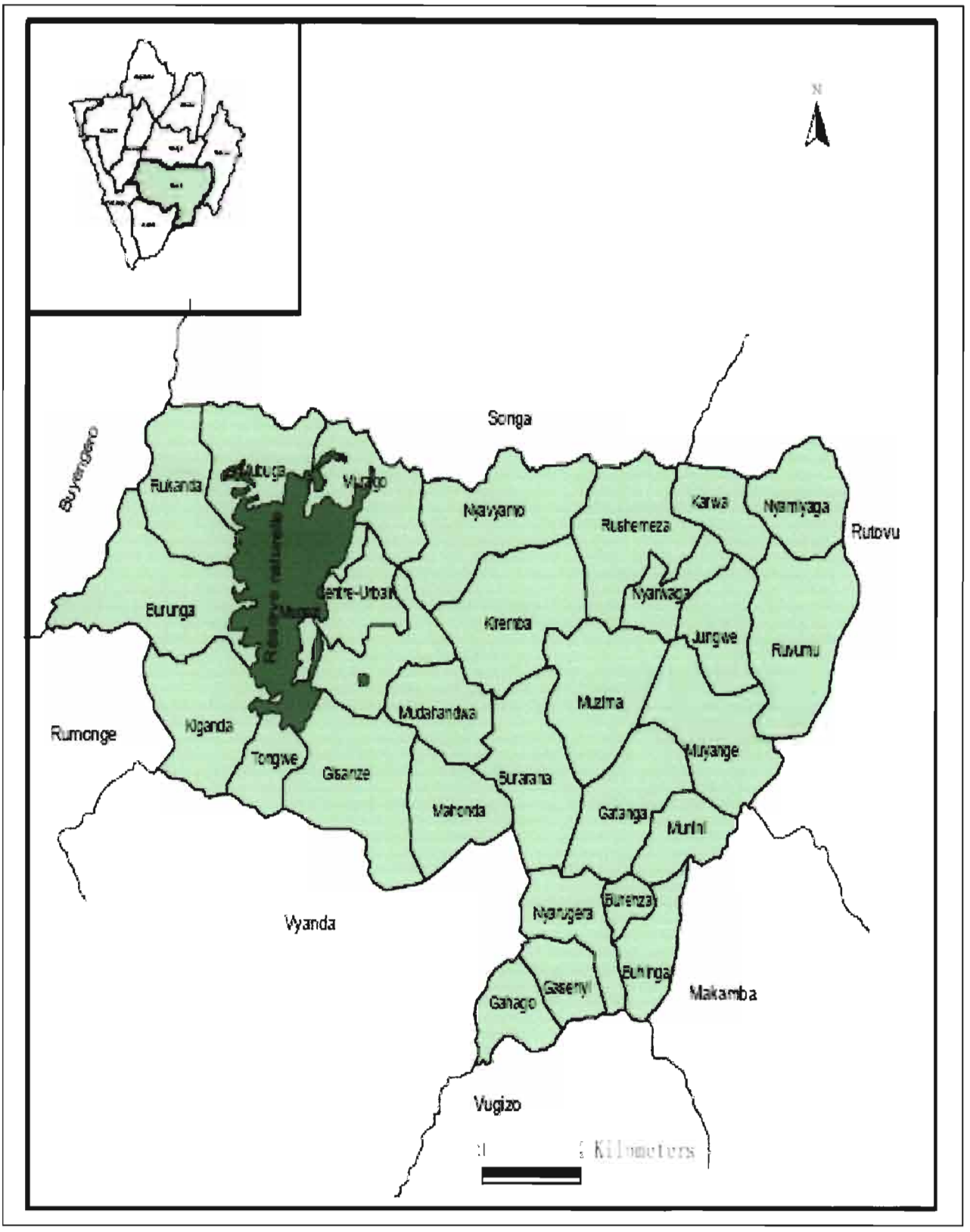


Figure II.2 : Carte de découpage administratif de la commune BURURI

II.3.1.1. Situation Géographique

La commune Bururi est limitée au :

- Nord par la commune SONGA ;
- Nord-Est par la commune RUTOVU ;
- Nord -Ouest par la Commune BUYENGERO ;
- Sud -Ouest par la commune RUMONGE ;
- Sud- Est Par la commune MAKAMBA ;
- Sud par la commune VYANDA et VUGIZO,

La commune Bururi a une superficie de 391,55km^2 de la province 2 465,12km^2 soit 15,8% et 1,4% du pays (27834km^2).

II.3.1.2. Climat

La commune Bururi s'étend sur deux régions naturelles à savoir le BUTUTSI et le MUMIRWA,

La région du BUTUTSI se caractérise par :

- Une Altitude comprise entre 1800 et 2000m ;
- Un climat de type tropical tempéré ;
- Une température moyenne annuelle variant entre 18 et 24^{0}C
- Une pluviométrie moyenne annuelle de 1050mm

La région de MUMIRWA est caractérisé par :

- Une altitude variant de 1000 à plus de 2300m ;
- Un climat de type tropical humide à courte saison ;
- Une température moyenne de 18^{0}C ;
- Une Pluviométrie moyenne de 1200mm.

II.3.1.3. Relief et hydrographie

a) Relief

Le relief a de petits Plateaux mosaïques de collines arrondies entrecoupées de vallées encaissées dans la région de BUTUTSI, Crête Congo Nil dans les hautes montagnes de MUMIRWA avec beaucoup de vallées encastrées.

b) Hydrographie

La commune Bururi est irriguée par des cours d'eau et des ruisseaux les plus importants comme : SlGUVYAYE, JIJI, MYUGARO, NYABUYUMBU, MUYOMVYI, KIBARIRA, MUSHWIZI.

CHAP. III. EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE

III.1. Introduction

L'objectif du système d'alimentation en eau potable est de satisfaire au maximum possible les besoins en eau de toute la population du site considéré pendant une période bien définie qui est estimée comme durée de vie du réseau. Cette durée a été fixée à 20 ans. On ne pouvait pas parvenir sur un résultat escompté sans devoir évaluer la population à desservir. Dans ce chapitre, nous vous ferons des éclaircissements relatifs :

- A l'évaluation de la population et ses besoins ;
- A la description des pertes d'eau ;
- Enfin à l'évaluation du débit de production du site considéré.

III.2. La population à desservir

La population de la commune Bururi est estimée à 73677 habitants en 2008, avec une densité moyenne de 207 habitants/km² et la taille moyenne à chaque ménage est de 6 personnes. Cette population n'a pas cessé de s'accroitre au fur du temps comme le montre le tableau ci-dessous :

Années / Commune	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bururi	67290	68521	69775	71052	72352	73677
Taux de croissance						2,1%

Tableau III.1 : Evaluation de la population de la commune BURURI (2003- 2008)

Source ISTEEBU

Evolution probable

Les projections démographiques réalisées par unité de planification de la population sur base des résultats de recensement générale de la population s'étendent jusqu'en 2008.C'est donc à partir des données du tableau III.1 qu'on a allongé les projections jusqu'à l'année 2032 tout en supposant que le taux

d'accroissement naturel reste le même pour la commune Bururi et pendant toute la période.

Dans la plus part des cas, on estime la population à l'aide des formules de l'intérêt composé :

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

Avec :

P_n : population après n années ;

P_0 : population initiale ;

Z : taux de croissance de la population ;

n : durée de vie.

Sur base de ce modèle et en utilisant le taux de croissement moyen de la commune (la population de projet évaluera dans les zones de desserte conformément aux projections).

III.3. Les besoins

III.3.1. Consommations spécifiques

Les besoins spécifiques généralement utilisés au Burundi pour le dimensionnement des installations d'alimentation en eau potable en milieu rural sont les suivants :

Désignation	Unité	Valeurs OMS	Valeurs locales
1. Consommation			
. Bornes fontaines	l /j/hab.	5-25	20
. Branchements prives	l/j/hab.	70-250	100
2. Etablissements publiques			
.Ecole primaire	l/j/écolier	15-30	5
.Foyer social	l/j/hab.	-	10
.Centre de négoce	l/j/hab.	-	3
.Centre de santé -	l/j/lit	220-300	150
dispensaire	l/j/élève	90	30
.Ecole avec internat	l/j/pers	-	250
Communauté religieuse	l/j/pers	-	5
Ateliers divers	l/j/pers		5

Tableau III.2 : Consommation spécifique locale de l'OMS

III.3.2. Les besoins des ménages

Sous collines	Population en 2012	Population en 2032	Besoins en l/j/pers.	Besoins totaux l/j.	Besoins totaux l/s
SHEMBE	169	255	30	7650	0,088
MUBUGA	211	319	30	9570	0,11
MPINGA	252	382	30	11460	0,132
GIKOKOMA	181	273	30	8190	0,094
TOTAL	811	1229	30	36870	0,426

Tableau III.3. Besoins des ménages

III.3.3. Besoins publics

Equipements	Capacité d'accueil	consommation spécifique l/J/pers.	Besoins totaux l/j	Besoins totaux l/s
Ecole primaire SHEMBE	1061	5	5305	0,061
E.P MPIGA	788	5	3940	0,045
Eglise catholique GASANDA	1455	5	7275	0,084
Total	3304	5	16520	0,191

Tableau III.4. Besoins publics

III.3.4. Calculs du débit de production

Catégories	Besoins en l/j
Ménages	36870
Collectifs	16520
Total	53390

Tableau III.5. Calculs du débit de production

III.3.5. Pertes de charges

Dès le lieu de captage jusqu'au point de puisage, le réseau doit connaître sans doute beaucoup de pertes dues :

- Aux fuites des joints des tuyaux ;
- Aux fuites des robinets et vannes ;
- Aux faux relevés des compteurs ;
- Aux mauvais levages des bouches ou incendie.

Ces pertes sont estimées en moyenne à 20% de la consommation totale. Si le réseau est bien entretenu, la formule suivante nous permet d'exprimer les pertes inévitables en 2032

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

Avec :

Q_{pertes} : Pertes journaliers d'eau ;

Q_{moy} : Besoins moyens journaliers ;

p : Proportion des pertes.

Q_{moy} l/j	P	Q_{pertes}l/j
53390	20%	10678

Tableau III.6: Perte des charges

III.3.6. Production d'eau

Un réseau de distribution en eau potable n'est jamais parfait (problème d'étanchéité au cours de sa durée de vie). La qualité à produire tenant compte des fuites éventuelles est donnée par : $Q_T = Q_{max} + Q_{pertes}$

Q_{moy}(l/j	Q_{pertes} l/j	Q_t
53390	10678	64068

Tableau III.7: Calcul du débit de production

III.3.7. Consommation de pointe

Le débit de pointe Q_{max} (utilise pour le dimensionnement des conduites de distribution est lié au débit moyen par la formule :

$Q_{max}=FQ_{max}$

Avec F est le facteur de pointe (fonction du débit moyen) qui est généralement donné

de formules empiriques.

Q_{max}		F	Q_{Jmax}l/j
l/j	l/s		
64068	0,741	1,5	1,112

Tableau III.8: Débit de pointe

Pour le dimensionnement du réseau, on prendra en considération le débit de pointe de 1.112l/s.il faut aussi tenir compte du réserve de l'environnement de 20% .Ce qui montre que le débit de consommation est inférieure à celui de la source de 1,5l/s. Pour ce, notre réseau sera fonctionnel et nous allons passer au dimensionnement du réseau.

CHAP. IV. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DU RESEAU D'ALIMENTATION

IV.1. Introduction

Après avoir déterminé les besoins des bénéficiaires du réseau, on procède aux calculs et aux dimensionnements des ouvrages d'arts relatifs afin que l'eau distribué puisse arriver à tous les points de puisages souhaités.

Pour cela, une analyse du réseau sur tous les aspects en partant du captage jusqu'au point de consommation s'impose.
Ainsi, des critères suivants sont à considérer pour l'étude et le calcul d'un réseau de distribution d'eau :

- L'esquisse générale du réseau de distribution ;
- Le tracé du réseau de distribution ;
- Le plan d'ensemble du projet, y compris sa localisation ;
- Un profil en long avec hauteurs et pente ;
- Le genre des tuyaux utilisés (acier, PVC, Fonte).

IV.1.1. Système gravitaire

Un système d'alimentation utilisé lorsque le point de captage est situé à une altitude supérieure à celle du réservoir du lieu à alimenter. C'est un système d'alimentation en eau potable plus économique et pratiquement les conditions ne subissent pas les coups de bélier.

IV.1.2. Le système de pompage

Est utilisé lorsque le point de captage de l'eau est situé à un niveau relativement inférieur par rapport au lieu à desservir à l'aide d'une pompe qui refoule l'eau jusqu'à un niveau supérieur.

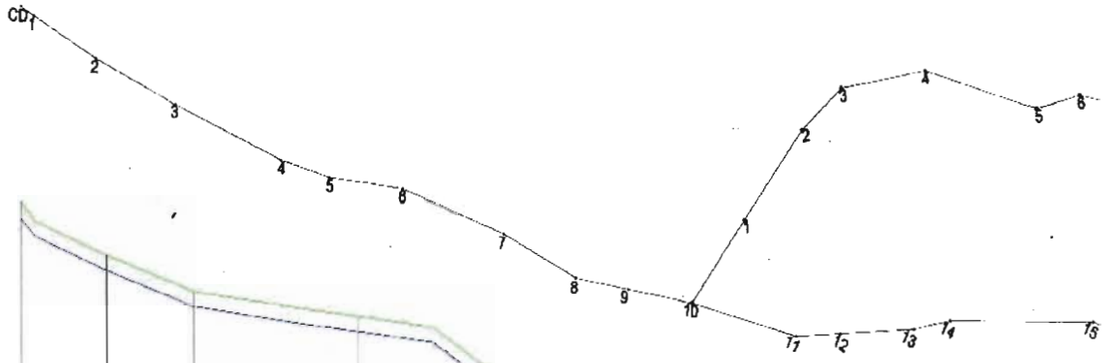
IV.1.3. Système d'alimentation adopté

Nous savons qu'un système d'alimentation est dictée par la topographie du lieu de captage, du cheminement d'eau et du lieu à desservir. selon la topographie, un système gravitaire sera adopté car notre source se trouve à une altitude supérieure à tous les points de distribution, ce réseau gravitaire proposé comporte de 7 réservoirs indépendants munis de vannes frotteurs et limiteurs-débits,1 chambre d'équilibre pour ramener la pression dynamique à 0,5 chambres de purge pour éliminer les dépôts solides contenus dans les conduites, 5 chambres de ventouse pour éliminer l'air contenue dans les conduites et 1 chambre de vanne de sectionnement pour la ramification de l'antenne MPINGA. La distribution s'effectuera par intermédiaires des bornes fontaines, pour la plus grande partie, chaque point d'eau dépendra d'un réservoir.

IV.2. Profil en long et la position des ouvrages de stockage

Le profil en long en est obtenu à partir des levés topographiques. Ces mesures permettent de trouver les altitudes des différents points du tracé ainsi que la distance cumulée.

Il est évident que le débit et l'altitude sont des données indispensables pour mieux capter une source, la première pour satisfaire les besoins et la seconde pour acheminer l'eau par gravité, la source étant située à altitude de 2000 m en amont et en 1989 m en aval.



Echelle en X : 1/10000

Echelle en Y : 1/2000

ROCHEUX

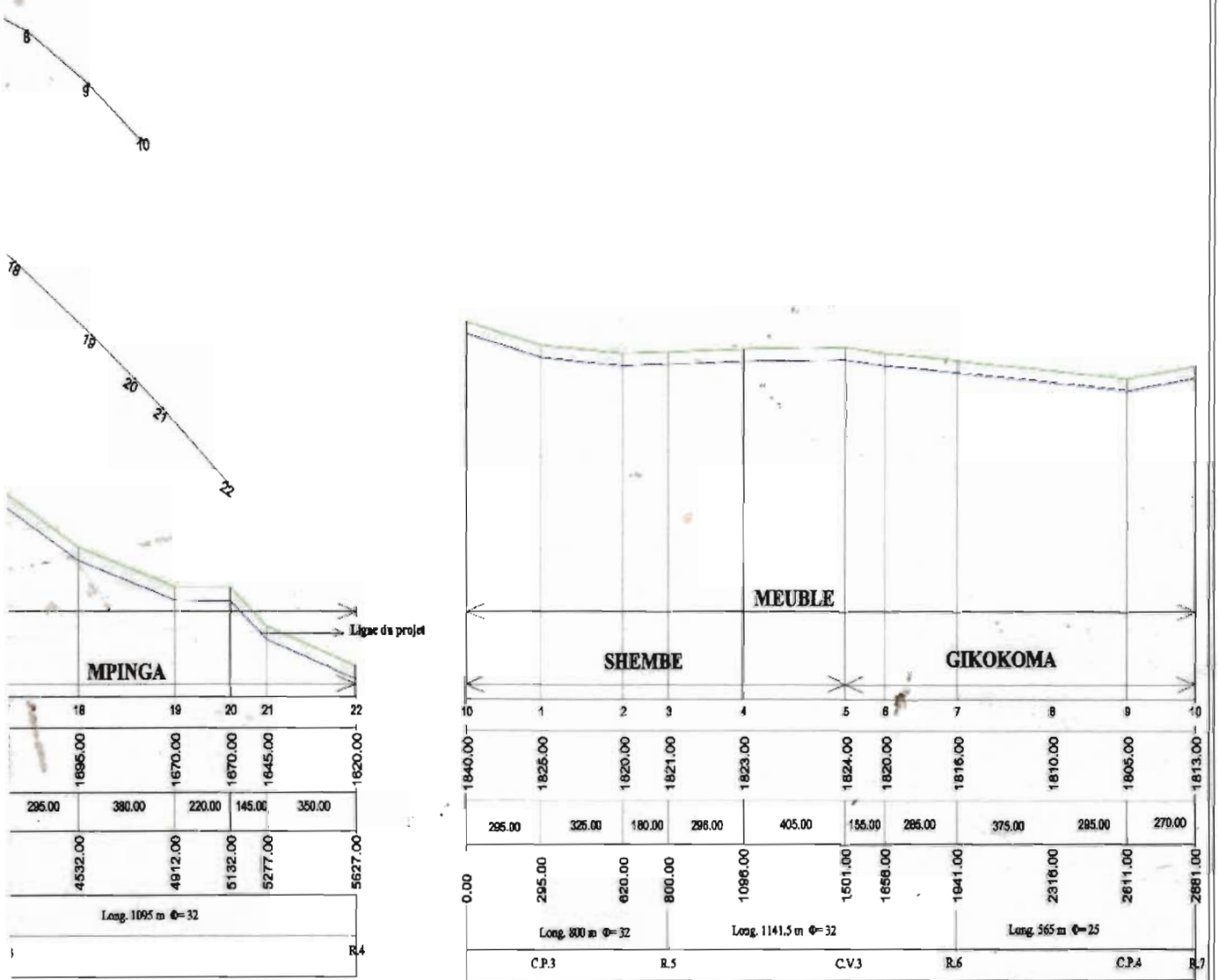
MEUBLE

SHEMBE

MUBUGA

PC : 1600.00 m

Numéro des points du profil	CD1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Altitudes TN	2000.00 1989.00	1970.00	1950.00	1940.00	1936.00	1930.00	1885.00	1875.00	1850.00	1840.00	1825.00	1815.00	1790.00	1780.00
Distances partielles TN	50.00	250.00	305.00	400.00	176.00	258.00	375.00	280.00	185.00	225.00	378.00	155.00	255.00	130.00	500.00
Distances cumulées TN	0.00 50.00	300.00	605.00	1005.00	1181.00	1439.00	1814.00	2094.00	2279.00	2504.00	2882.00	3037.00	3292.00	3422.00
Φ et longueurs des tuyaux	Long. 1005.5 m Φ= 63					Long. 1273.6 m Φ= 50			Long. 225.3 m Φ= 40		Long. 1125 m Φ= 32			
Ouvrages d'art			C.P.1	R.1		C.V.1			R.2	C.V.S.	C.V.2		C.E.	



UNIVERSITE DU BURUNDI
INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR
Département de Génie-civil

PLAN DU RESEAU ET PROFIL EN LONG POUR L'ADDUCTION D'EAU DE SHEMBE-GIKOKOMA ET MPINGA

Echelle :1/10000
1/2000

PROJET DE FIN D'ETUDE REALISE PAR :	N°	MODIFICATION	DATE
BIZIMUNGU Jean Claude et NIMUBONA Jean Marie			
SOUS LA DIRECTION DE Ir & Msc. William NIYONZIMA			
Date : Juin 2013			

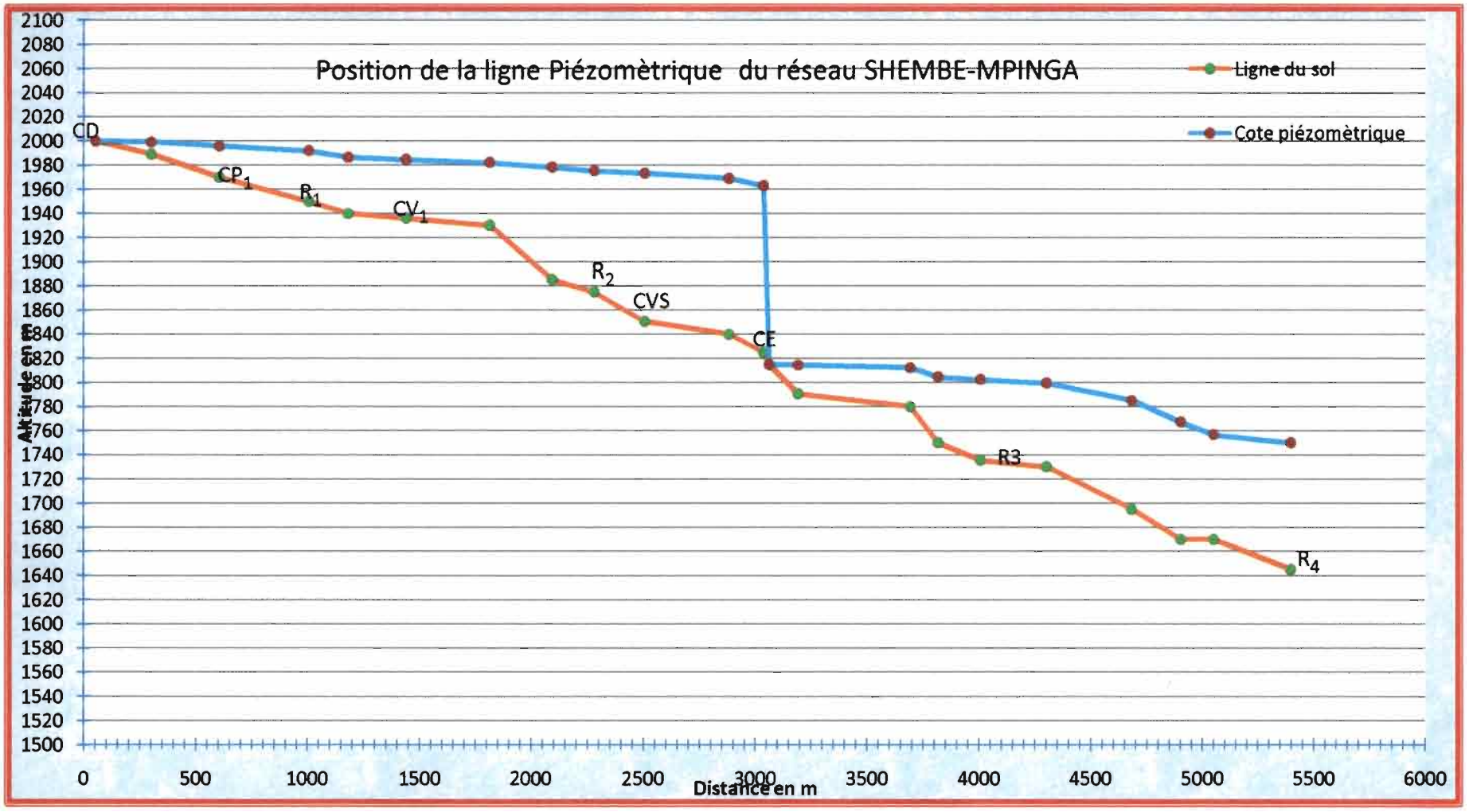


Figure IV.2. Position de la ligne Piézométrique du réseau SHEMBE-MPINGA

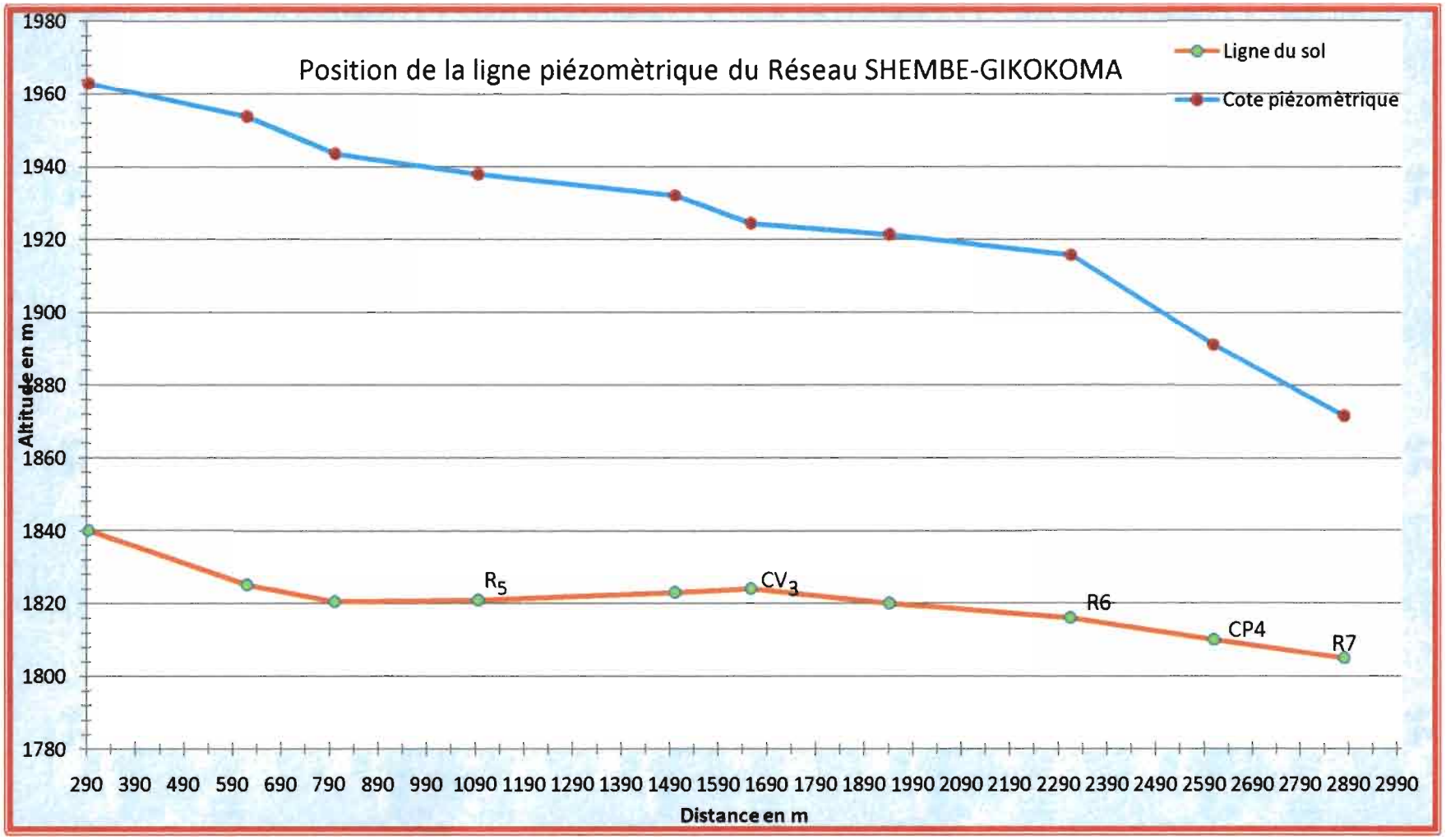


Figure IV.3. Position de la ligne piézométrique du réseau SHEMBE-GIKOKOMA

IV.3. Evaluation des ressources en eau

IV.3.1. Notion de sources

Les directives désignent comme sources toute eau apparaissent à la surface terrestre sans être élevée artificiellement. Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel.

L'aquifère se décharge par affleurement ou par refoulement, Si une couche imperméable empêche l'écoulement souterrain. C'est ainsi que notre projet, nous adoptons une source d'affleurement dictée par leur topographie de l'assise imperméable qui supporte la nappe. Il s'agit donc de l'apparition de l'eau dans une vallée ouverte dans une formation perméable de roche fissurée et qui, présente au fond une couche de sol compact et imperméable. C'est une source fréquente du coté où la nappe est alimentée. Elle tarisse rarement et leur débit est important. Elle est la plus préférable parmi les différentes ressources de captage.

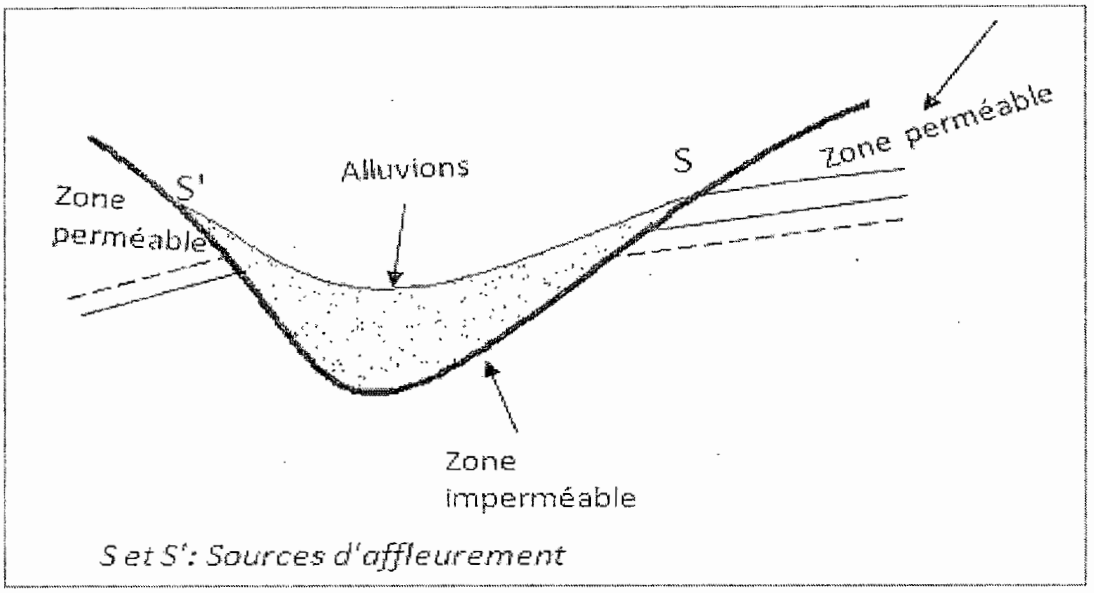


Figure IV.4: Source d'affleurement

IV.3.2. Origine de l'eau de source

Selon les conditions géologiques, un sol peut retenir de plus ou moins grande quantité d'eau. Une fraction de cette eau alimente les sources. Celles-ci peuvent fournir dans les favorables, une eau potable, répondant aux exigences de l'hygiène. Les eaux de sources provenant de roches calcaires fracturées ou d'autres assises fissurés, ne sont pas de bonne qualité.

Une source constitue l'exécutoire de la nappe. Son débit varie selon la nature des terrains dans lesquels l'eau circule le coefficient de perméabilité interviendra pour accentuer ou diminuer le bouleversement des surfaces supérieures de la nappe selon que les terrains sont faiblement ou fortement perméables.

Gravier	Gravier+Sable	Sable	Argile
10^{-2} à 1	$0{,}5.10^{2}$ à 10^{-2}	10^{-4} 1 à 10^{-2}	2.10^{-7} à 10

Tableau IV.1 : Quelques valeurs de perméabilité (k)

IV.4. Réalisation de source de captage

IV.4.1. Généralité

Avant de décider de capter une source, il faudra réaliser une étude approfondie du terrain et de communauté afin de connaître les caractéristiques de la source et de ses alentours (type d'émergence d'aquifère, débit et pérennité de la source, la qualité d'eau et risque de contamination, topographie,…)

IV.4.2. Principe de captage

On creuse une étanchée (galerie) à l' endroit ou se trouve l'eau. Prévoir des matériaux drainant et poser par-dessus les tuyaux perforés qui achemineront l'eau à l' endroit de chambre de départ.

Concrètement, on part de l'émergence et on réalise une tranchée large à une cinquantaine de centimètres qu'on approfondie en pénétrant dans le versant pour essayer de localiser l'imperméabilité. On remonte le filet d'eau s'ils arrivent de l'amont et approfondit la tranchée si l'eau apparaît au fond.

IV.4.3. Réalisation de la boite de captage

Après avoir fait le principe de captage, on peut procéder à la réalisation de la boite de captage afin de réaliser un élargissement de la tranchée à l'endroit de la boite de captage. La taille de cet élargissement dépend du terrain et arrivées d'eau, la taille de la boite de captage est de $1m^2$ minimum pour mieux la visiter. Si la nappe est correctement rabattue, tous les filets d'eau doivent affluer sur l'emplacement car le rayon d'influence de l'exutoire permet de drainer la zone.

IV.4.4. Pose de drains pour captage

Les drains seront posés en fond de tranchée au milieu d'un lit de gravier calibré 20/40mm d'une épaisseur minimale de 40cm, surmonté d'une feuille plastique de polyéthylène et d'une couche d'argile d'une épaisseur minimale de 20cm. L'extrémité du drain (à sa jonction avec conduite d'amener) serra enterré dans un massif en maçonneries de moellons appelé massif d'ancrage. Le drain sera assemblé de la même manière que la conduite en pvc et poser soigneusement au fond du lit de gravier calibré, avec une pente de 2% vers l'aval.les graviers seront des graviers de quartzite concassés ou de gravier de rivière, nettoyés et calibrés au tamis 20/40mm et seront posés autour du drain en pvc sans l'endommager.la feuille de polyéthylène sera posée soigneusement au dessus des graviers ; elle aura une épaisseur de 150 microns au minimum. Elle sera immédiatement recouverte d'argile. L'argile sera pure, exempte de toute matière organique.sa teneur en eau sera telle qu'elle soit plastique de façon à pouvoir entreposé en couche mince de 100mm d'épaisseur sur la paroi aval de la tranchée drainante et en couche d'épaisseur de 200mm par-dessus la feuille plastique.

IV.4.5. Fossé de protection

Les fossés de protection seront creusées autour des sites de captage de façon à éviter l'écoulement des eaux de ruissellement extérieures au site ou d'alluvions provoquant l'érosion ou la contamination du site.ils auront une section trapézoïdale avec une largeur au plafond de 0,5m et une profondeur minimale de 0,4m. Les terres seront rejetées vers l'aval et damées de façon à créer une digue de protection.la section des fossés est présentée dans le plan type de captage et de fossés de protection, comme le montre le schéma suivant

Schéma de Captage

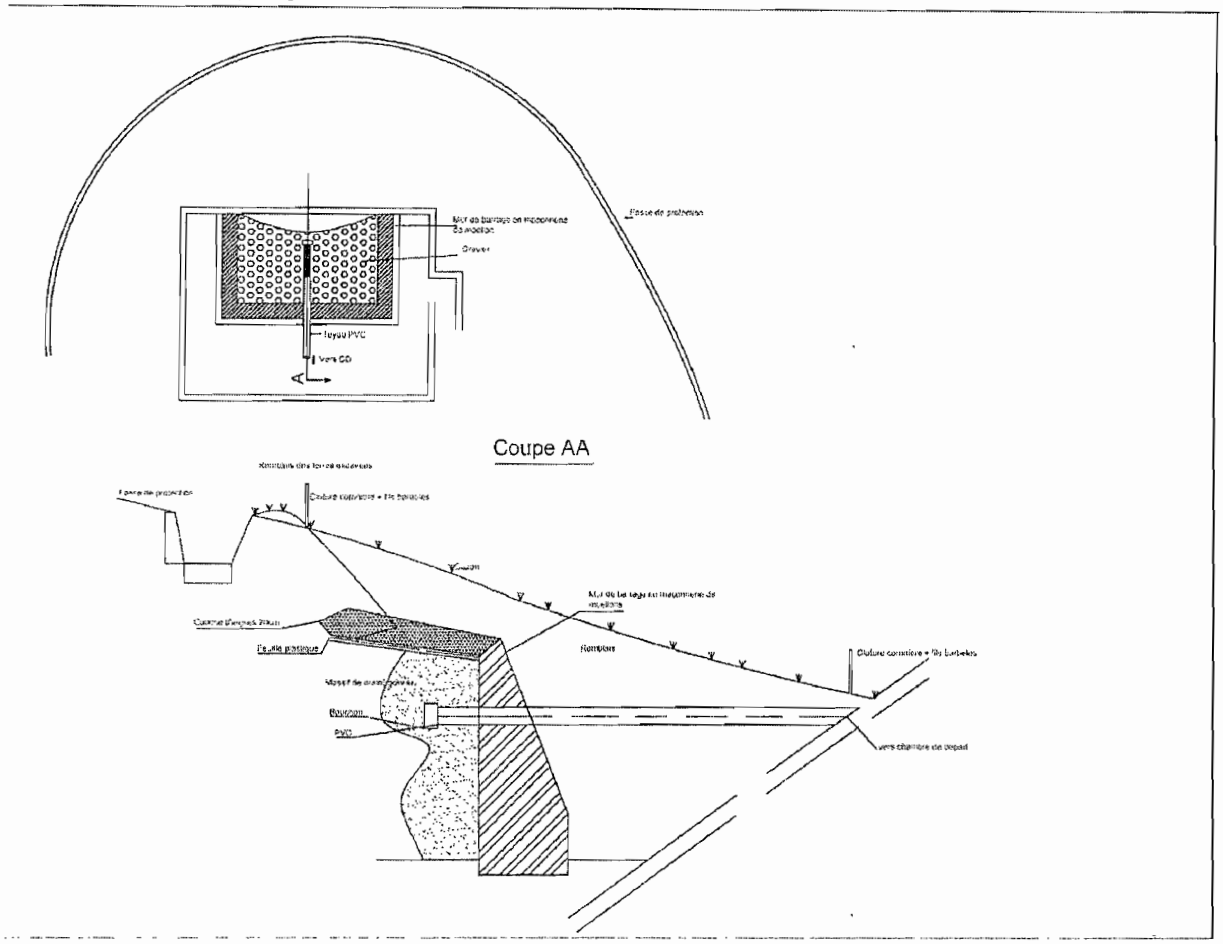


Figure IV.5. Schéma de captage

IV.5. Ouvrage de stockage

IV.5.1. Réservoir

IV.5.1.1. Introduction

Le réservoir est un ouvrage destiné à stocker l'eau en vue de l'utiliser à différentes activités :

- Quotidienne de l'homme,
- de l'entretien des ressources ou en cas de panne,
- Au secours de l'incendie.

Un réservoir offre une régularité dans le fonctionnement du réseau et assure la régularité des pressions dans les conduites de distribution.

IV.5.1.2. Classification des réservoirs

Selon la manière dont ils sont construits et selon aussi la hauteur à donner au plan d'eau inferieur à la cuve, on distingue les réservoirs en deux types :

Selon les matériaux

- les réservoirs métalliques,
- les réservoirs en béton armés,
- réservoirs en maçonnerie.

Selon la topographie de la zone des réseaux :

- Les réservoirs enterrés,
- Les réservoirs semi-enterrés,
- Les réservoirs surélevés (château d'eau).

IV.5.1.3. Emplacement des réservoirs

Les réservoirs faisant objet de notre travail se trouvent dans un milieu rural ou les habitants sont dispersés.

L'emplacement des réservoirs doit dépendre :

- De la pression ;
- De la distance non éloigné des ménages ;
- De la pression de service pour arriver à la maison la plus éloignée du réservoir ;
- Limites de pertes incontrôlées dues aux conduites d'adduction.

IV.5.1.4. Equipement des réservoirs

Pour qu'il ya un fonctionnement harmonieux, le réservoir doit avoir les éléments suivants :

1. Un robinet à flotteur précédé d'une vanne sur la conduite d'alimentation ainsi qu'un limiteur de débit ;
2. Un trop-plein : ce système d'éliminer, sans causer de dégâts, la quantité d'eau excédentaire au niveau prévu dans le réservoir. Cet excédent est renvoie dans l'exécutoire prévue pour cet effet ;

3. Un système de vidange avec bouchon : Il est une conduite installe au bas du réservoir sur le radier. son rôle est de permettre l'évacuation des dépôts ;
4. La conduite de vidange peut être connectée à la conduite de trop-plein et est soumise d'un robinet vanne que l'on ouvre au moment de vidange et que l'on ferme après le nettoyage,
5. Une ou plusieurs conduite de départ équipées de vannes à quelques centimètres (15 à 20cm) au dessus du radier afin d'éviter que les dépôts résultats de la décantation ne soient pas canalisés dans la conduite vers les points de puisages ;

   Le départ peut être du coté de celui de l'arrivée. Un robinet vanne est installée sur le départ de la conduite pour isoler ce dernier en cas de panne ;
6. Une échelle intérieure et extérieure, l'accès à l'intérieure par un trou appelé **''trou d'homme''** ce trou est prévu sur la couverture supérieure appelée t**rapillon**.

IV.6. Capacité du réservoir

La détermination de la capacité du réservoir conditionné par les variations du débit en fonction du temps selon les besoins journaliers en eau.

V_E : volume d'eau entrant dans le réservoir et

V_S : volume d'eau sortant dans le réservoir.

Pendant les heures de pointes (consommation maximale) la quantité d'eau $Q_s > Q_E$ s'appelle supplément, ainsi, on définit la capacité théorique d'un réservoir comme étant la somme de ses deux valeurs quant elles atteignent leur maximum exprime en valeur absolue.

Capacité théorique d'un réservoir : grand supplément+grand déficit en valeur absolue

Pratiquement la capacité du réservoir est prise en à 1,5 fois la valeur journalière

Capacité pratique =capacité théorique x 1,5

Avec : 1,5 coefficient de pointe donné par la REGIDESO

Selon le facteur de variation horaire dans consommations suivant la catégorie des bénéficiaires (villageois ou urbaines) doit influencer la capacité des réservoirs, c'est ainsi qu'on a des coefficients horaires différents, notre réseau

d'étude étant exclusivement villageois, les coefficients horaires estimés que ce soit dans le milieu urbain ou rural sont consignés dans les tableaux suivants :

Milieu rural

Temps en h	0-2	2-6	6-7	7-12	12-14	14-19	19-22	22-24
Coefficients	0	0,35	2,5	1,2	1,7	1,9	0,3	0,15

Tableau IV.2 Coefficient horaire milieu

Milieu urbain

Temps en h	0-2	2-6	6-7	7-12	12-14	14-19	19-22	22-24
Coefficient	0	0.3	2	1,2	2,1	1,8	1	0,5

Tableau IV.3Coefficient horaire en milieu

IV.6.1. Calcul proprement dit de la capacité du réservoir

Les tableaux-ci-après sont établis selon les formules suivantes :

$$V_S = Q_E * Ch$$

$$V_{SP} = V_S * T$$

$$V_{SC} = \sum V_{SP}$$

$$V_{EP} = Q_E \cdot T$$

$$V_{EC} = \sum V_{EP}$$

Avec :

T : temps en heures

Ch : coefficient horaire ;

Q_E : débit entrant en m^3/s ;

V_S : volume sortant en m^3 ;

V_{SP} : volume sortant partiel en m^3 ;

V_{EP} : volume entrant partiel en m^3 ;

Capacité des réservoirs

Chambre de départ

QE=1,112l/s=3,996m^3/h

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0-2	2	0	3,996	0	0	0	7,992	7,992	7,992
2-6	4	0,3	3,996	1,398	5,594	5,594	15,984	23,976	18,381
6-7	1	2,5	3,996	9,99	9,99	15,584	3,996	27,972	12,387
7-12	5	1,2	3,996	4,795	23,976	39,560	19,98	47,977	8,391
12-14	2	1,7	3,996	6,793	13,586	53,146	7,992	55,944	2,797
14-19	5	1,9	3,996	7,592	37,962	91,108	19,98	75,924	-15,184
19-22	3	0,3	3,996	1,198	3,596	94,705	11,988	87,912	-6,793
22-24	2	0,15	3,996	0,599	1,198	95,904	7,992	95,904	0

Capacité théorique : 1m^{3}x18, 381+ |-15,184|=33,466m^3

Capacité pratique : 1m$_3$x33, 566x1, 5=50,349m$_3$ soit 55m^3

Graphique d'entrée-sortie

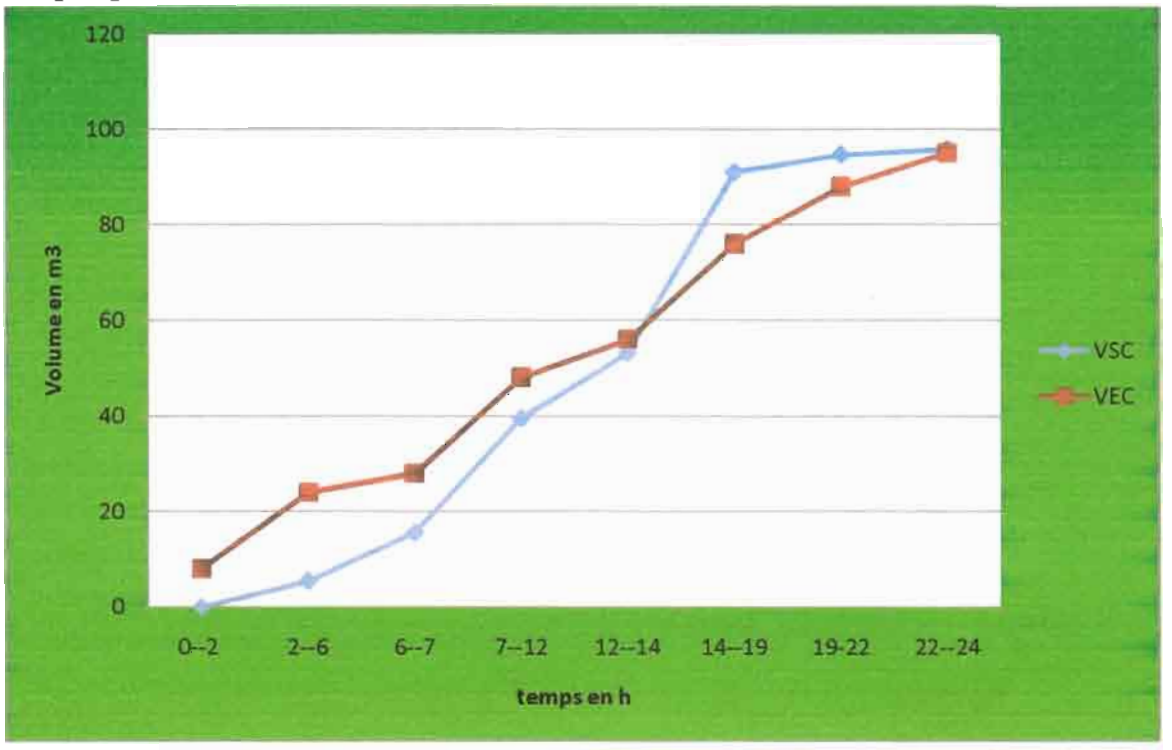


Figure IV.5.Graphique d'entrée-sortie

Réservoir antenne SHEMBE

QE=0,159l/s=0,573m^3/h,R1

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0-2	2	0	0,573	0	0	0	1,146	1,146	1,146
2-6	4	0,3	0,573	0.2	0,802	0,802	2,292	3,438	2,635
6-7	1	2,5	0,573	1,432	1,432	2,234	0,576	4,011	1,776
7-12	5	1,2	0,573	0,687	3,438	5,672	2,865	6,876	1,203
12-14	2	1,7	0,573	0,974	1,948	7,620	1,146	8,022	0,401
14-19	5	1,9	0,573	1,088	5,443	13,064	2,865	10,887	-2,177
19-22	3	0,3	0,573	1,171	0,515	13,580	1,719	12,606	-0,974
22-24	2	0,15	0,573	1,085	0,171	13,752	1,146	13,752	0

Capacité théorique : 1m^{3}x2, 635+ |-2,177|=4,813m^3

Capacité pratique : 1m^{3}x4, 813x1, 5=7,219m^3 soit 10m^3

Graphique d'entrée-sortie

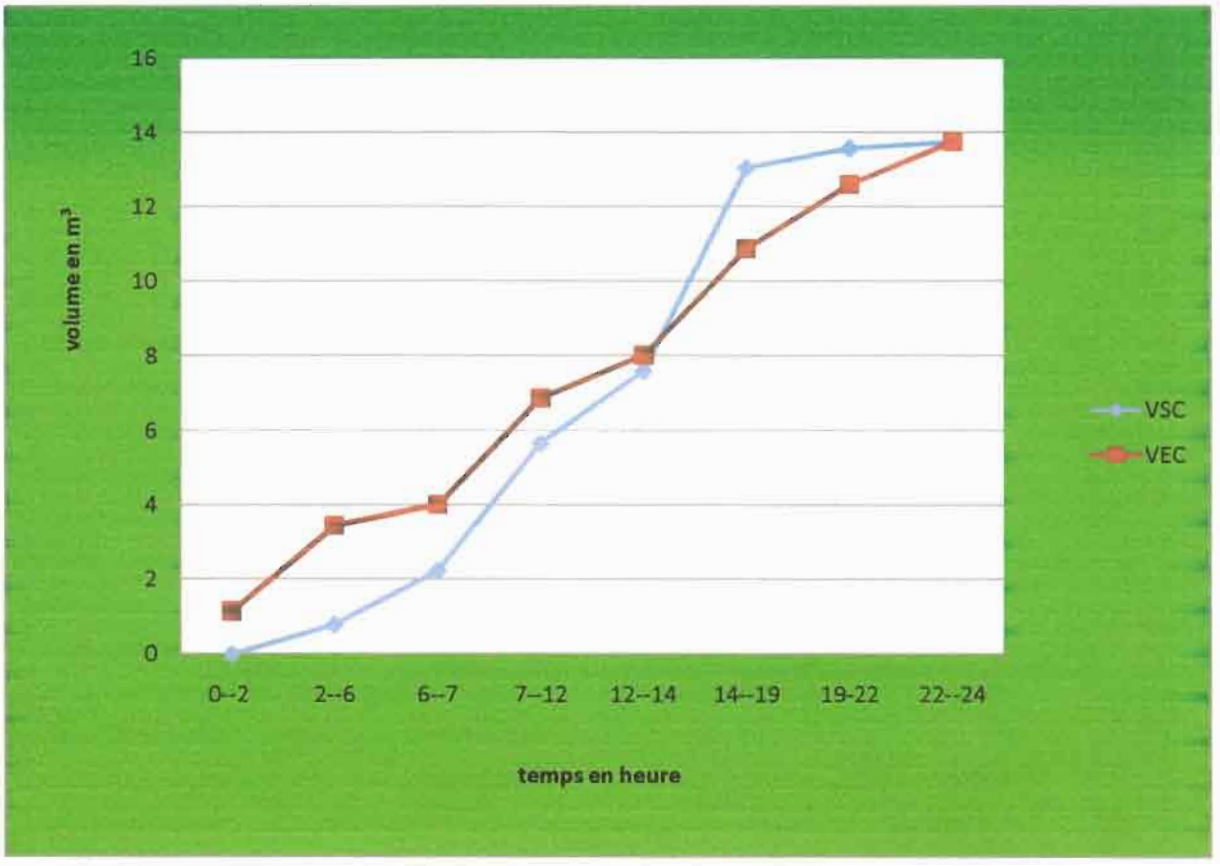


Figure IV.6.Graphique d'entrée-sortie

Réservoir antenne MUBUGA

QE=0,20l/s=0,72m3/h,R2

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0--2	2	0	0,72	0	0	0	1,44	1,44	1,44
2--6	4	0,3	0,72	0,252	1,008	1,008	2,88	4,32	3,312
6--7	1	2,5	0,72	1,8	1,8	2,808	0,72	5,04	2,232
7--12	5	1,2	0,72	0,864	4,32	7,128	3,6	8,64	1,512
12--14	2	1,7	0,72	1,222	2,448	12,024	1,44	11,52	-0,504
14--19	5	1,9	0,72	1,368	6,84	18,864	3,6	15,12	-3,744
19--22	3	0,3	0,72	0,216	0,648	19,515	2,16	17,28	-2,232
22--24	2	0,15	0,72	0,108	0,216	19,728	1,44	19,728	0

Capacité théorique : $1m^3x3, 312+|-3,744|=7,056m^3$

Capacité pratique : $1m^3x7, 056x1, 5=10,584m^3$ soit $15m^3$

Graphique d'entrée-sortie

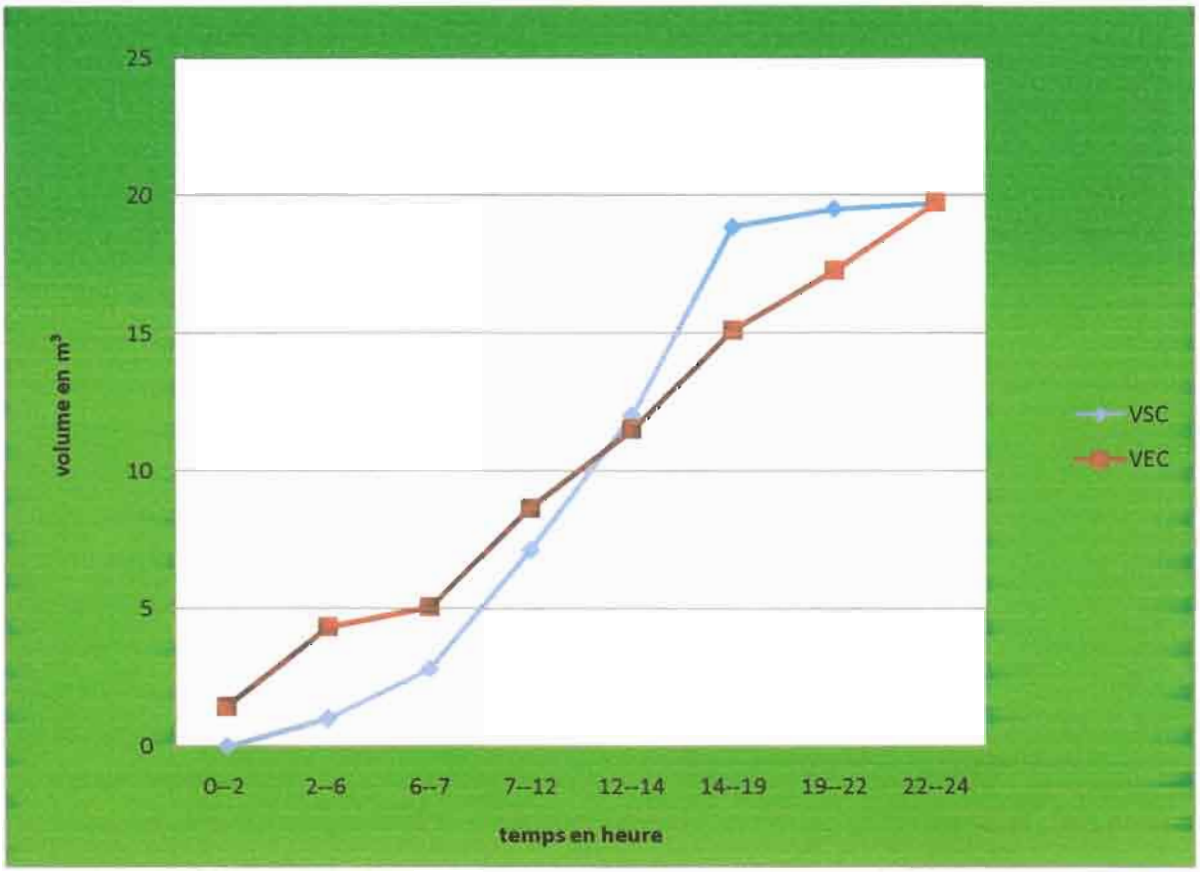


Figure IV.7.Graphique d'entrée-sortie antenne MUBUGA

Réservoir antenne MPINGA

QE=0,238l/s=0,857m3/h,R3

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0-2	2	0	0,857	0	0	0	1,714	1,714	1,714
2-6	4	0,3	0,857	0,299	0,199	1,199	3,428	5,142	3,942
6-7	1	2,5	0,857	2,142	2,142	3,402	0,857	5,999	2,656
7-12	5	1,2	0,857	1,028	5,142	8,484	4,285	10,284	1,799
12-14	2	1,7	0,857	1,456	2,913	11,398	1,714	11,998	0,599
14-19	5	1,9	0,857	1,628	8,141	19,539	4,285	16,283	-3,256
19-22	3	0,3	0,857	0,257	0,771	20,310	2,571	18,854	-1,456
22-24	2	0,15	0,857	0,128	0,257	20,568	1,714	20,568	0

Capacité théorique : $1m^3$x3, 942+|-3,256|=7,198m^3

Capacité Pratique : $1m^3$x7, 198x1, 5=10,797m3 soit $15m^3$

Graphique d'entrée-sortie

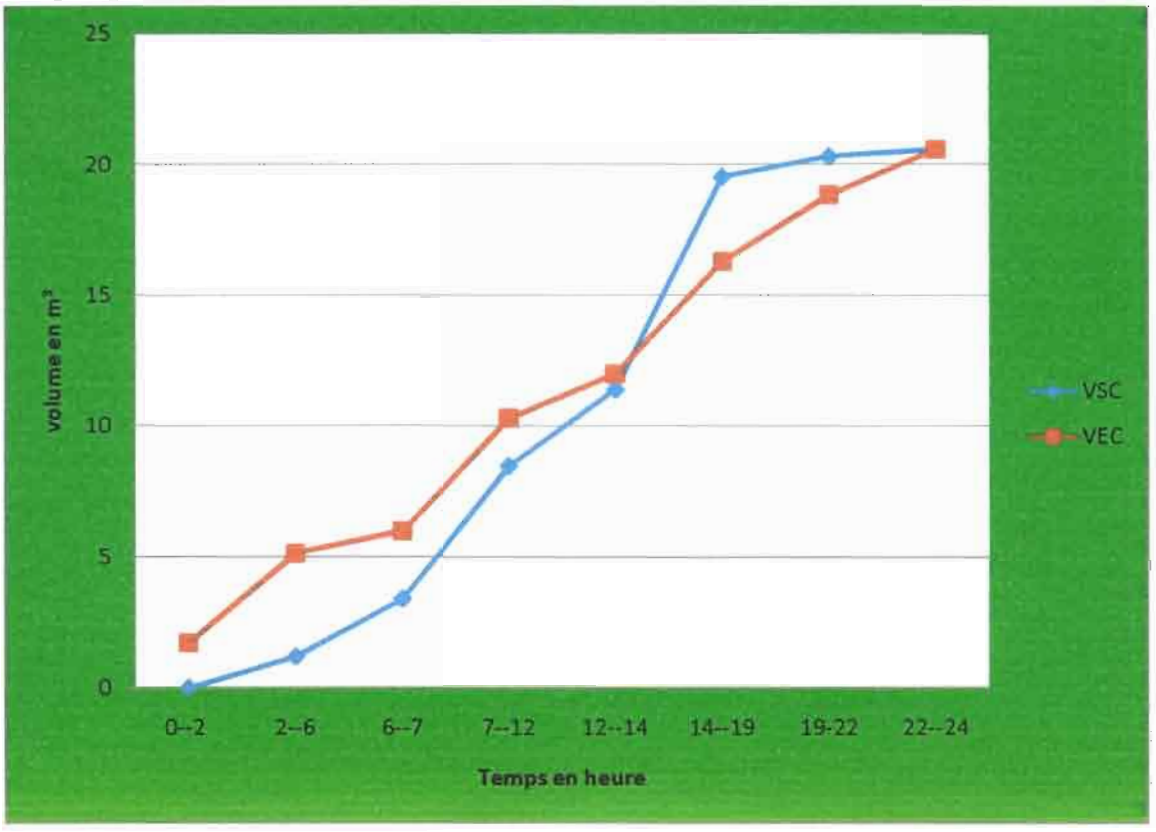


Figure IV.8.Graphique d'entrée-sortie antenne MPINGA

Réservoir antenne GIKOKOMA

QE=0,169l/s=0,609m^3/h,R6 et R7

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0-2	2	0	0,609	0	0	0	1,218	1,218	1,218
2-6	4	0,3	0,609	0,213	0,852	0,852	2,436	3,654	2,801
6-7	1	2,5	0,609	1,522	1,522	2,375	0,609	4,263	1,887
7-12	5	1,2	0,609	0,730	3,654	6,029	3,045	7,308	1,278
12-14	2	1,7	0,609	1,035	2,070	8,099	1,218	8,526	0,426
14-19	5	1,9	0,609	1,157	5,785	13,885	3,045	11,571	-2,314
19-22	3	0,3	0,609	0,182	0,548	14,433	1,827	13,398	-1,035
22-24	2	0,15	0,609	0,091	0,182	14,616	1,218	14,616	0

Capacité théorique : 1m^{3}x2, 801+ |-2,314|=5,115m^3

Capacité pratique : 1m^{3}x5, 115x1, 5=7,673m3 soit 10m^3

Graphique d'entrée-sortie

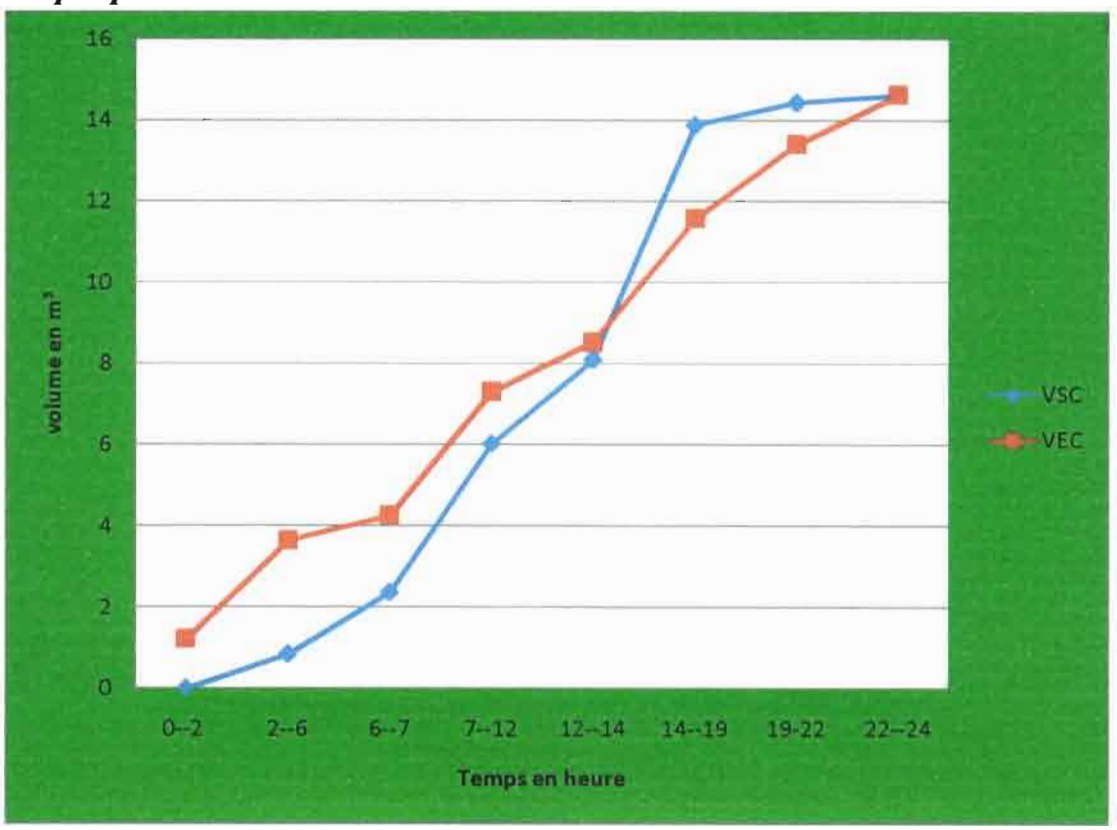


Figure IV.9.Graphique d'entrée-sortie antenne GIKOKOMA

ReservoirE.P SHEMBE: 0,110l/s=0,396m³/h,R5

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0-2	2	0	0,396	0	0	0	0,792	0,792	0,792
2-6	4	0,3	0,396	O,138	0,554	0,554	1,584	2,376	1,821
6-7	1	2,5	0,396	0,99	0,99	1,544	0,396	2,772	1,227
7-12	5	1,2	0,396	0,475	2,376	3,920	1,98	4,752	0,831
12-14	2	1,7	0,396	0,673	1,346	5,266	0,792	5,544	0,277
14-19	5	1,9	0,396	0,752	3,772	9,028	1,98	7,524	-1,504
19-22	3	0,3	0,396	0,118	0,356	9,385	1,188	8,712	-0,673
22-24	2	0,15	0,396	0,059	0,118	9,504	0,792	9,504	0

Capacité théorique : $1m^3x1$, $81+|-1,504|=3,326m^3$

Capacité pratique : $1m^3x3$, $326x1$, $5=4,989m^3$ soit $5m^3$

Graphique d'entrée-sortie

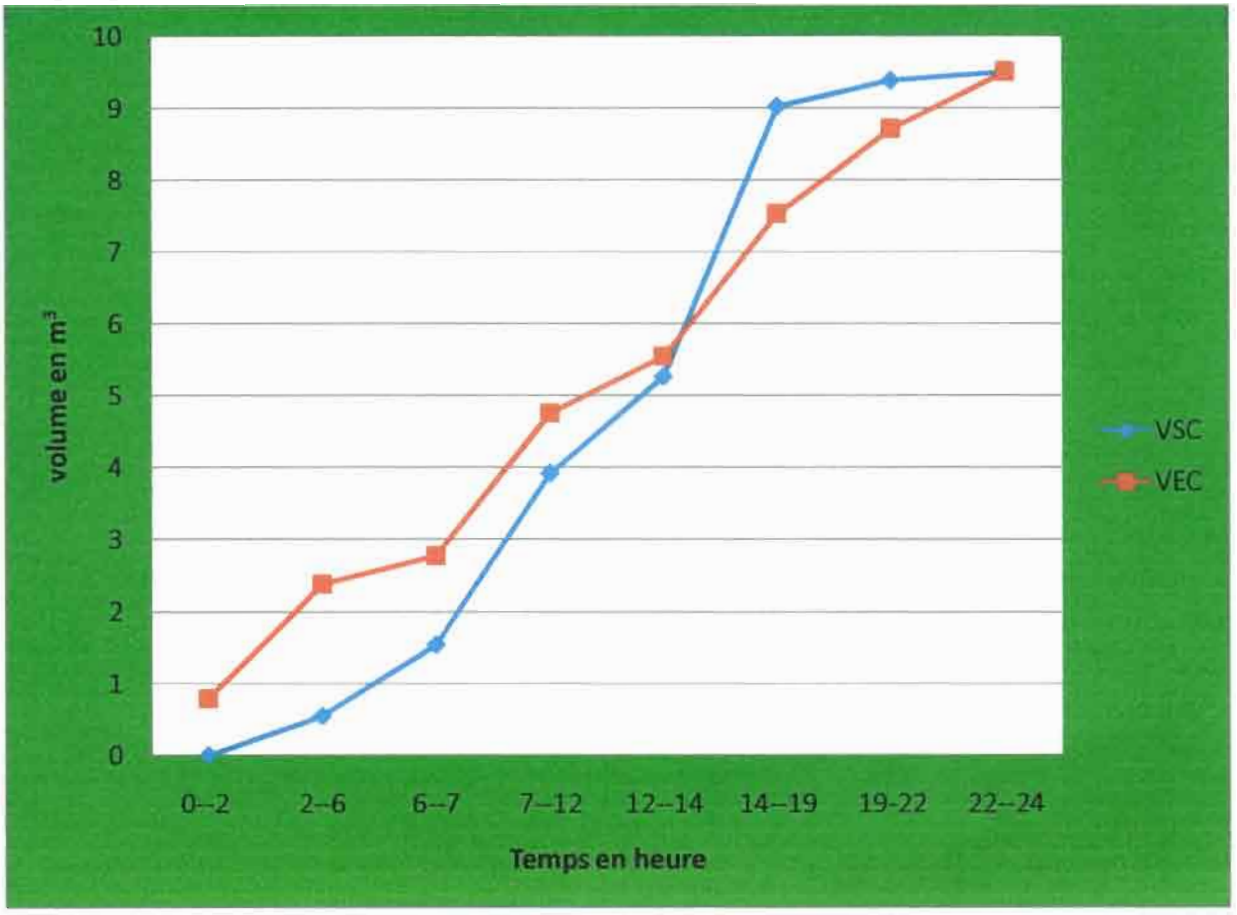


Figure IV.10.Graphique d'entrée-sortie Réservoir E.P SHEMBE

Réservoir E.P MPINGA et Eglise catholique

QE=0,236l/s=0,849m^3/h,R4

Période	T	Ch	QE	VS	VSP	VSC	VEP	VEC	VEC-VSC
0-2	2	0	0,849	0	0	0	1,698	1,698	1,698
2-6	4	0,3	0,849	0,297	1,188	1,188	3,396	5,094	3,905
6-7	1	2,5	0,849	2,122	2,122	3,311	0,849	5,943	2,631
7-12	5	1,2	0,849	1,018	5,094	8,405	4,245	10,188	1,782
12-14	2	1,7	0,849	1,443	2,886	11,291	1,698	11,886	0,594
14-19	5	1,9	0,849	1,613	8,065	19,357	4,245	16,131	-3,226
19-22	3	0,3	0,849	0,254	0,764	20,121	2,547	18,678	-1,443
22-24	2	0,15	0,849	0,127	0,254	20,376	1,698	20,376	0

Capacité théorique : 1m^{3}x3, 905+|-3,226|=7,131m^3

Capacité pratique : 1m^{3}x7, 131x1, 5=10,697m3 soit 15m^3

Graphique d'entrée-sortie

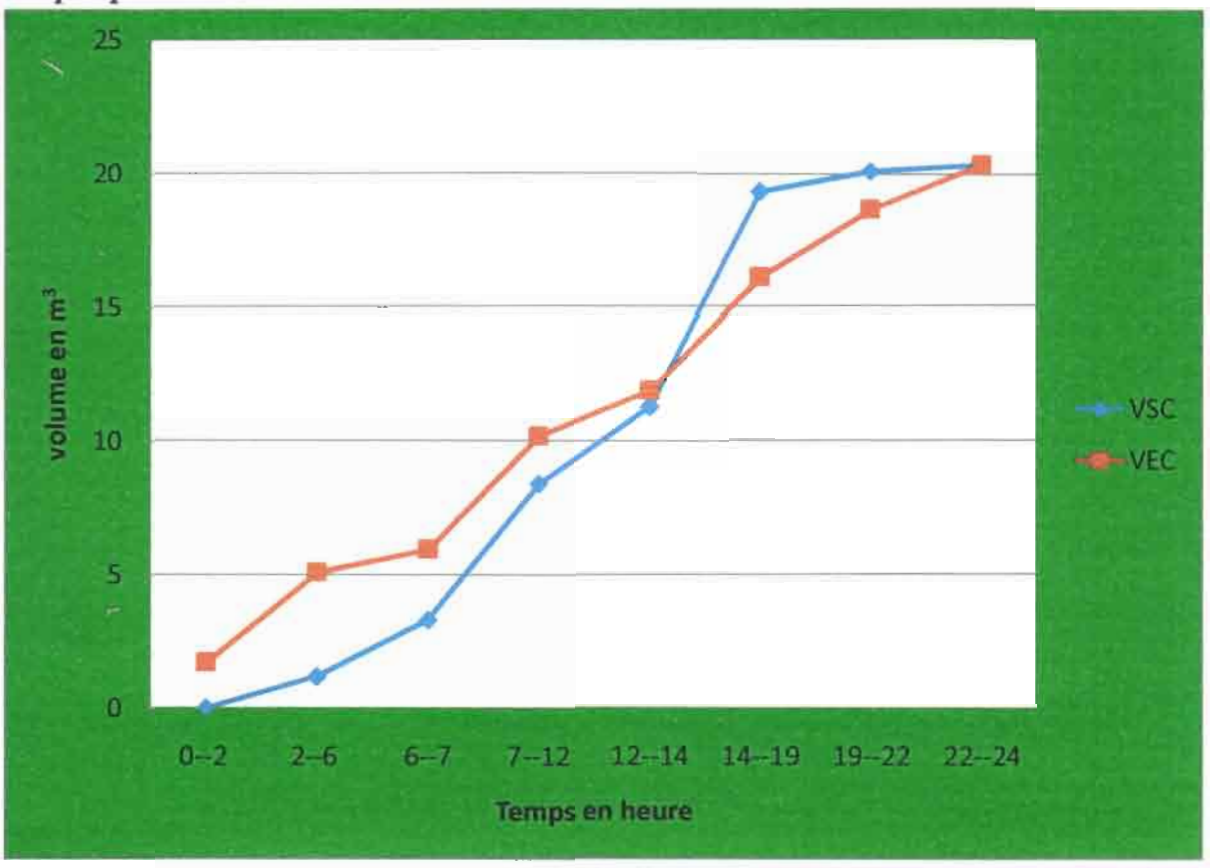


Figure IV.11.Graphique d'entrée-sortie Réservoir E.P MPINGA et Eglise catholique

Nous remarquons que dans tous les cas d'approvisionnement pour les différents réservoirs, seul l'intervalle de temps compris entre 14 et 23 heures, le volume sortant est supérieur au volume entrant. Mais cela ne pose aucun déficit d'eau au niveau du réservoir puisque l'eau s'était stockée depuis 1heure à 13 heures où le volume entrant est supérieur à celui qui sort. C'est-à-dire que la consommation reste inférieure à l'alimentation.

IV.6.2.Accessoires de réservoirs

C .P : Chambre de purge au point le plus bas du tracé
C.V : Chambre de ventouse au point le plus haut du tracé
B.F : Borne fontaine
B.S : Brise charge

IV.6.2.1 Chambre de Départ

La chambre de départ est un ouvrage construit suivant les mêmes principes que ceux de la construction d'un réservoir. Elle destinée à recueillir les filets d'eau provenant de la chambre de captage. On l'appelle ainsi dans le cas d'une seule source. Dans le cas de plusieurs sources, on l'appelle chambre collectrice.

IV.6.2.2 Chambre de Ventouse

La chambre de ventouse est un ouvrage construit comme celui de purge cette fois ci, on le place au point plus haut du réseau pour éliminer l'aire contenu dans les conduites

IV.6.2.3 Chambre de Purge

La chambre de purge est un ouvrage installé aux différents points les plus bas du réseau pour éliminer les dépôts solides contenus dans les conduites en cas d'eau chargée.

IV.6.2.4 Brise charge

Elle est un ouvrage construit à ceux de la construction d'un réservoir. Elle ramène la pression à zéro.

IV.6.3 Dimensionnement du réservoir

IV.6.3.1 Choix de la forme du réservoir

Les formes du réservoir sont varies et seront choisis en fonction de :

- du type du réservoir ;
- des matériaux utilisés pour la construction d'un réservoir ;
- de la quantité d'eau stockée ;

Parmi les formes de réservoirs on peut citer :

- Les réservoirs à formes circulaires ;
- les réservoirs à formes rectangulaires ;

Les réservoirs à formes circulaires et rectangulaires sont les plus utilisés, pour ce projet nous adaptons la forme circulaire qui est la moins couteuse pour des raisons suivantes :

- Volume et hauteur ;
- Surface en plan S ;
- Le développement de la paroi la plus faible conduira au réservoir le moins couteux.

Les réservoirs sont soumis à des pressions hydrostatiques du liquide qui les contient et on sait que la figure d'équilibre des pressions radiales uniformes est un cercle.

Donc, un réservoir circulaire ne sera soumis qu'à un effort normal de traction. Si P est la pression uniforme, l'effort normale sera : F=Pd/2

Avec d=diamètre du réservoir ;

$d = \sqrt{4s}/\pi$

P=pression hydrostatique uniforme ;

F=effort normale de traction ;

$F=0{,}565P\sqrt{s}$

Un réservoir carré de coté $a=\sqrt{s}$

Avec : a=coté du carré

S=section du carré

$F=Pa/2=(P\sqrt{2})/2=0{,}500\sqrt{s}$

Il est légèrement plus petit que dans le cas du réservoir circulaire mais par contre la paroi sera soumise à un important moment de flexion.

$M=Pa^2/12=PS/12$

On voit bien que le réservoir carré est beaucoup plus couteux tant en béton qu'en acier, en coffrage et en étanchéité .pour cela, nous allons construire un réservoir de forme circulaire.

IV.6.3.2 Dimensionnement d'un réservoir circulaire

Les grandes parties d'un réservoir circulaire sont :

- Couvercle ;
- Paroi ;
- Radier.

Pour notre dimensionnement, nous avons utilisé la méthode aux bétons armés aux états limites(BAEL)

Données théoriques

Paramètres	symboles	Formules
Diamètre	D	$1{,}405\sqrt[3]{V}$
Hauteur utile	Hu	0,46D
Hauteur libre	Hl	0,2-0,3
Hauteur totale	Ht	Hl+Hu

Avec les différentes formules cites-ci haut, nous proposons les caractéristiques suivantes :

Désignation	NR	V(m^3)	Epaisseur paroi(m)	Hauteur intérieure(m)
Réservoirs	1	5	0,3	1,10
	2	10	0,3	1,40
	5	15	0,3	1,60
Chambre de Départ	1	55	0,3	2,46

Tableau IV.3. Caractéristique des réservoirs

Nous avons trouvé les plans de ferraillage, caractéristiques des aciers radiers, dalles et dispositions des aciers dans les ouvrages de stockages à partir des formules de dimensionnement dans les grandes parties des réservoirs suivantes:

Calcul des charges.

Charges permanentes :

$G=a*b*e*f$

Charges d'exploitation

$q=150daN/m^2$

Calcul des moments

$Pu=1,35G+l^2x$

Moment entravée :

$M_T+(M_{WX}+M_{EX}\geq 1,25M_{OX})/2$

$M_T+M_{WX}\geq 1,25M_{OX}$

$M_T\geq 1,25M_{OX}-M_{WX}$

IV.6.3.2.1 Calcul des armatures de la dalle

La relation généralisée de calcul de la dalle :

$A._{serv}=M_{serv}/(Z*\sqrt{s})$

Nous calculons les déformations à l'état limite de service (ELS) pour empêcher l'ouverture des fissures parallèles à la fibre neutre. Il faut également respecter la disposition constructive ø=1/10 de hauteur (épaisseur de la dalle).

$$\delta bc = 0,6fc28$$

Avec : σ =contrainte de compression du béton

fc28 =résistance a la compression à l 'âge de 28jours.

fc28(MPa)	$\sigma bc(MPa)$
25	15

$\sigma s = 0,5fe; 110\eta)$

Où

η=1 fissuration préjudiciable

η =1,6 pour fissuration très préjudiciable

$a_r=15\sigma bc/\sigma s + 25\sigma bc$

$M_{rb}=1/2a_r(1-a_r/3)*b_o*d^2\sigma bc$

H	f_c	σ(MPa)	σbc(MPa)	a_r	b_o(m)	e(m)
1,6	420	176	15	0,56	1	O,1

$a_{serv}=1,5[1-\sqrt{1-8/3*M_{serv}}$

$\mu_{serv}=M_{serv}/b_o*d2\sigma_{bc}$

$\sigma_s=15\sigma_{bc}(1-a_{serv}/a_{serv})$

b_o	d(m)	σ(MPa)
1	0,1	15

Calcul de la section des aciers dans une dalle.

$Z=d(1-a_{serv}/3)$

$A_{serv}=M_{serv}/Z\sigma_{serv}$

Calcul de la section des aciers dans une dalle.

Où

σ_{bc}=contrainte de compression du béton ;

Fe : résistance des aciers ;

Fc28 : résistance a la compression du béton a l'âge de 28jours ;

η : coefficient de fissuration relative a l'armature ;

σ_s : contrainte limite des acier en MPa ;

b_o : base de la bande considérée en mètre ;

σ_s : contrainte des aciers ;

A_{serv} : section des aciers.

Paroi circulaire

On sait que la pression d'un liquide augmente avec la profondeur et, par conséquent nos proposons de construire une paroi à épaisseur variable augmentant de haut en bas. L'épaisseur moyenne est donnée par la relation $e=(e_1+e_2)/2$

e_1 : épaisseur au sommet de la paroi ;

e_2 : épaisseur en bas de la paroi ;

e : épaisseur moyenne de la paroi ;

h : hauteur de l'eau dans le réservoir ;

d : diamètre intérieur du réservoir.

Le rapport h_2/ed nous permet de déterminer les coefficients $s\gamma$ de traction dans la paroi.

On aura :

e_1(cm)	e_2(cm)	e(m)
10	20	0,15

IV.6.3.2.2 Calcul de l'effort de traction dans la paroi circulaire

La traction dans les parois circulaires est donnée par la formule suivante :

$$T=\gamma * h* r* \delta$$

avec :

γ =coefficient de traction ;

h =hauteur d'eau dans le réservoir ;

r=rayon intérieur du réservoir ;

δ =masse volumique de l'eau.

La valeur de γ est en fonction de la profondeur Z du haut vers le bas dans le réservoir de la hauteur h de l'eau, de Z/h ainsi que le rapport h^2/ed

IV.6.3.2.3 Traction dans les viroles

La paroi est subdivisée en virole horizontale de hauteur régulière et chaque virole est soumise à un effort de traction. La section des aciers de traction est déterminée par la formule suivante :

$$A_t = T/\sigma_a$$

Avec :

A_t =section des aciers de traction ;

T=traction totale dans la paroi ;

σ_a=contrainte limite des aciers.

Cette contrainte est situe dans les limites suivantes :

σ_a=1200 a 1570 bars pour les aciers doux ;

σ_a=1660 a 2570 bars pour les aciers à haute adhérence ;

Pour notre réservoir, nous allons utiliser les aciers à haute adhérence avec une contrainte σ_a=2500 bars

T=(T1+T2)/2

Le moment de flexion verticale est donné par la formule suivante :

$$\mu = \gamma' \delta h^3$$

Avec

μ : Moment de flexion vertical ;

γ : Coefficient du moment de flexion

δ : Masse volumique de l'eau

h : hauteur totale de l'eau dans le réservoir.

γ'	$\delta(kg/m^3)$
26	1000

Les aciers verticaux

La contrainte de traction dans la paroi est donnée par la relation suivante

σ_b=T/b*e* 15A

Avec : T=traction dans la virole (maximale) ;

b : largeur de la bande ;

e : épaisseur moyenne du paroi

b(m)	e(cm)
1	30

IV.6.3.3 Radier

Évaluation des charge sur radier

Dalle : $G1=\pi D^2_d * e\gamma_b/4$

Avec G1 : charge sur le pourtour du radier en daN ;

D_d : diamètre de la dalle en mètre

E : épaisseur de la dalle en mètre

γ_b : mSasse volumique du béton en kg/m^3 ;

D : diamètre du réservoir

Charge de la paroi :$G_{p1}=\pi * D_d * (e_1+e_2/2) * h * \gamma_b$

- Enduit sur dalle :$G_2=D^2_d\pi /4*e_o\gamma_b$
- Enduit sur paroi : $Gp_2=D\pi *H*e_o* \gamma_b$
- Charge sur dalle :$Q=D^2_d\pi/4*P$
- Charge totale :$Q_1=G_1+Gp_1+G_2+Gp_2+Q$

Calcul de la surcharge sur dalle

Charge du béton armé sur le radier

$G_2=D^2*r* \pi/4*e_b* \gamma_b$

Surcharge $Qr=D2r\pi *P/4$

Calcul de la surcharge sur dalle

Charge du béton armé sur le radier
$G_2=D^2*r*\pi/4*e_b*\gamma_b$
Surcharge $Qr=D2r\pi*P/4$

Pression de l'eau sur radier

$P_w=D^2*\pi\gamma_w*h_w$

Avec :

γw=masse volumique de l'eau (kg/m3) ;
Hw=hauteur de l'eau en mètre ;
Pw=pression de l'eau sur le radier en daN
$Q_2=G_2+Q_d+P_w$

Charge totale sur sol : $Q_3=Q1+Q_2$

Pression sur le sol
$Ps=Q_3/S$
$Ps=Q_3/(D^2*\pi/4)$

Calcul des armatures du radier sur un cm^2 de superficie, la section des aciers est donnée par $A=P_s/\sigma a$ avec Ps=pression sur le sol ;
σ_a=contrainte limite des aciers
Pour EE40HA

Apres avoir donné les bases théoriques de dimensionnement, nous proposons de faire la synthèse des plans de ferraillage pour radiers et dalles, dispositions des aciers dans les réservoirs comme l'on montre les différents coupes, bordereaux des aciers et matériels des réservoirs suivants :

Réservoir de 5 m ^{3}

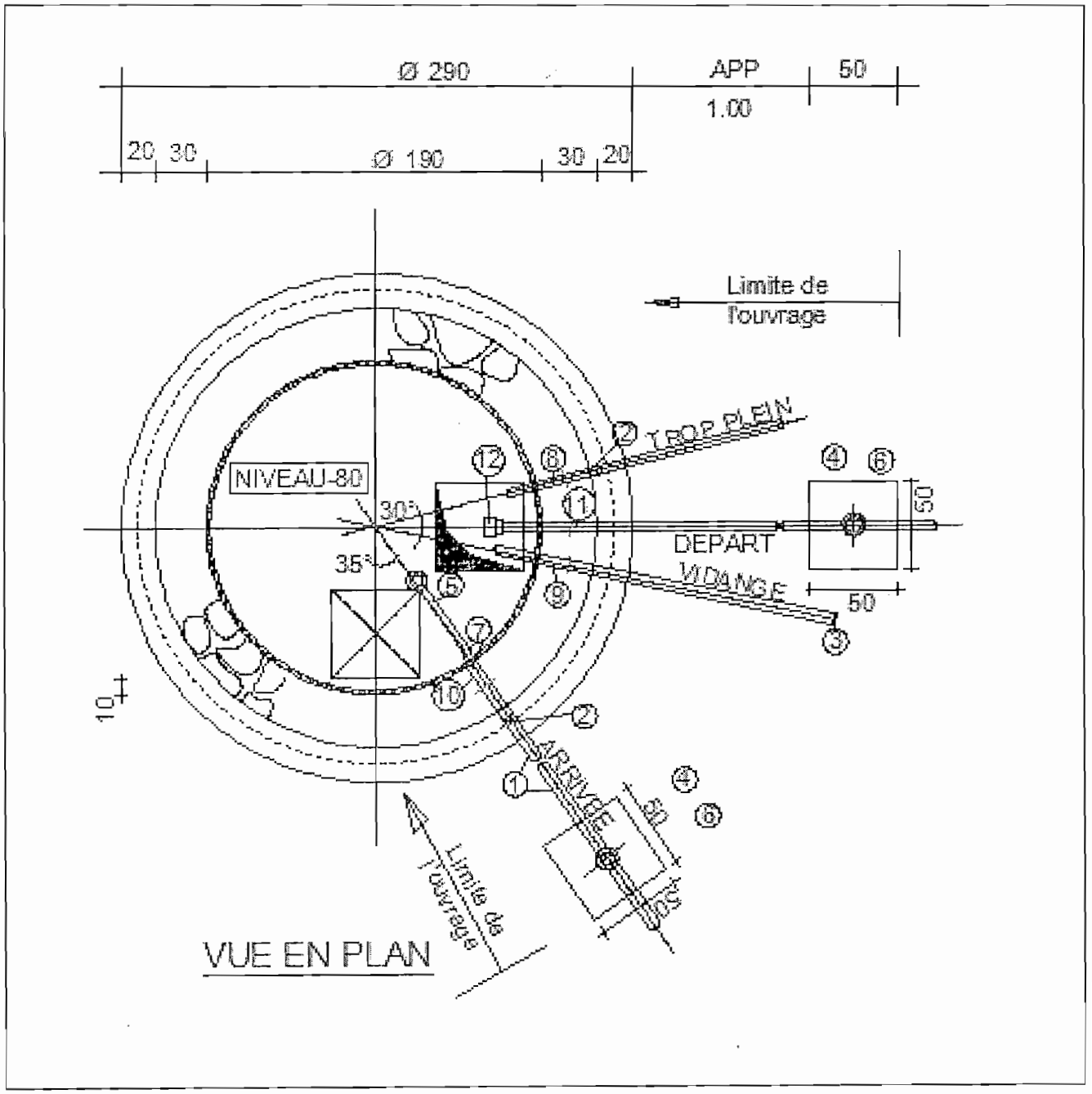


Figure IV.12. Vue en plan du réservoir de 5m^3

Elévation d'un réservoir de 5m ^{3}

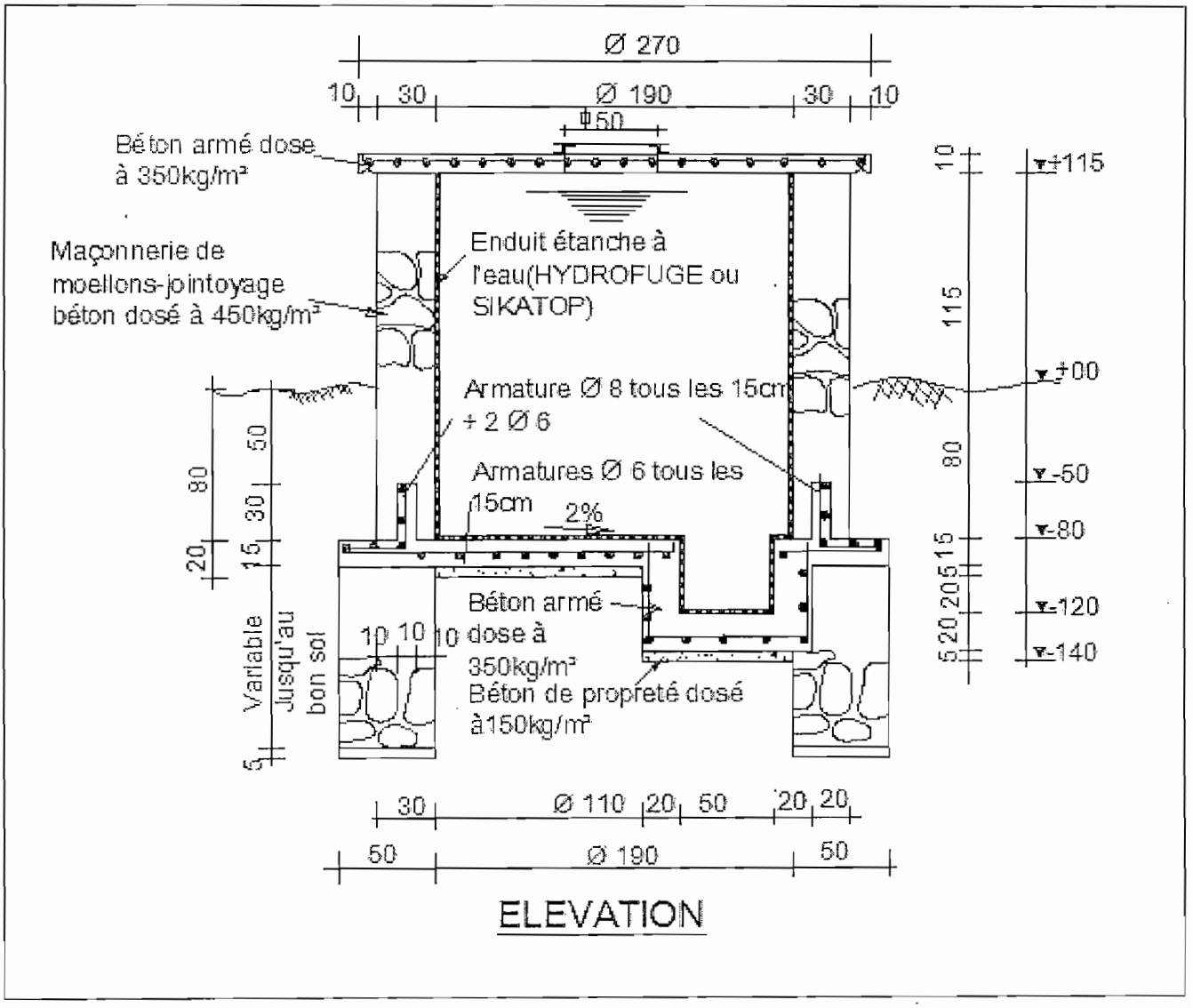


Figure IV.13. Elévation du réservoir de 5m^3

DETAIL VIDANGE ET DEPART

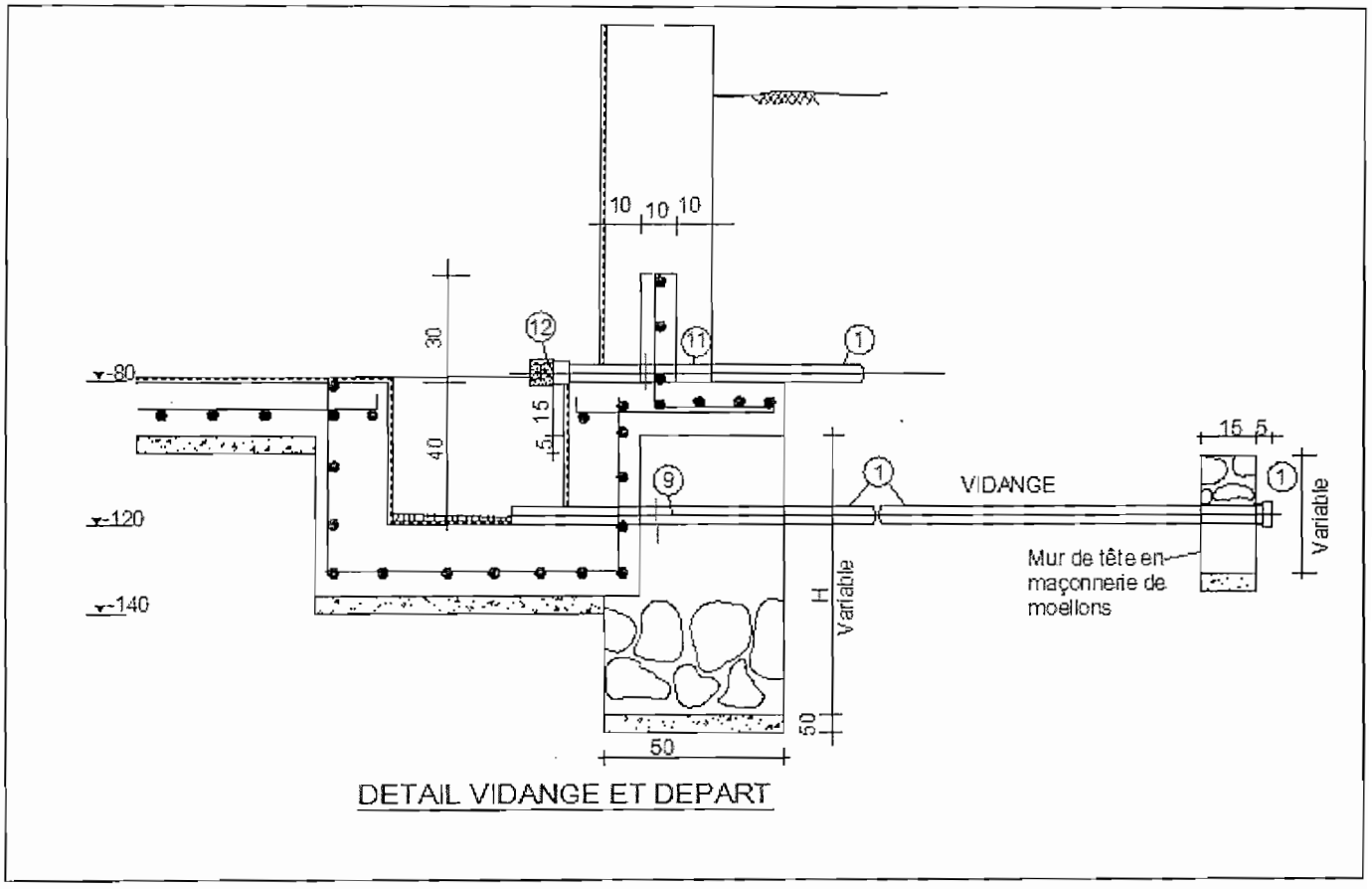


Figure IV.14. Détail vidange et départ du réservoir de 5m³

Détail arrivé et trop-plein

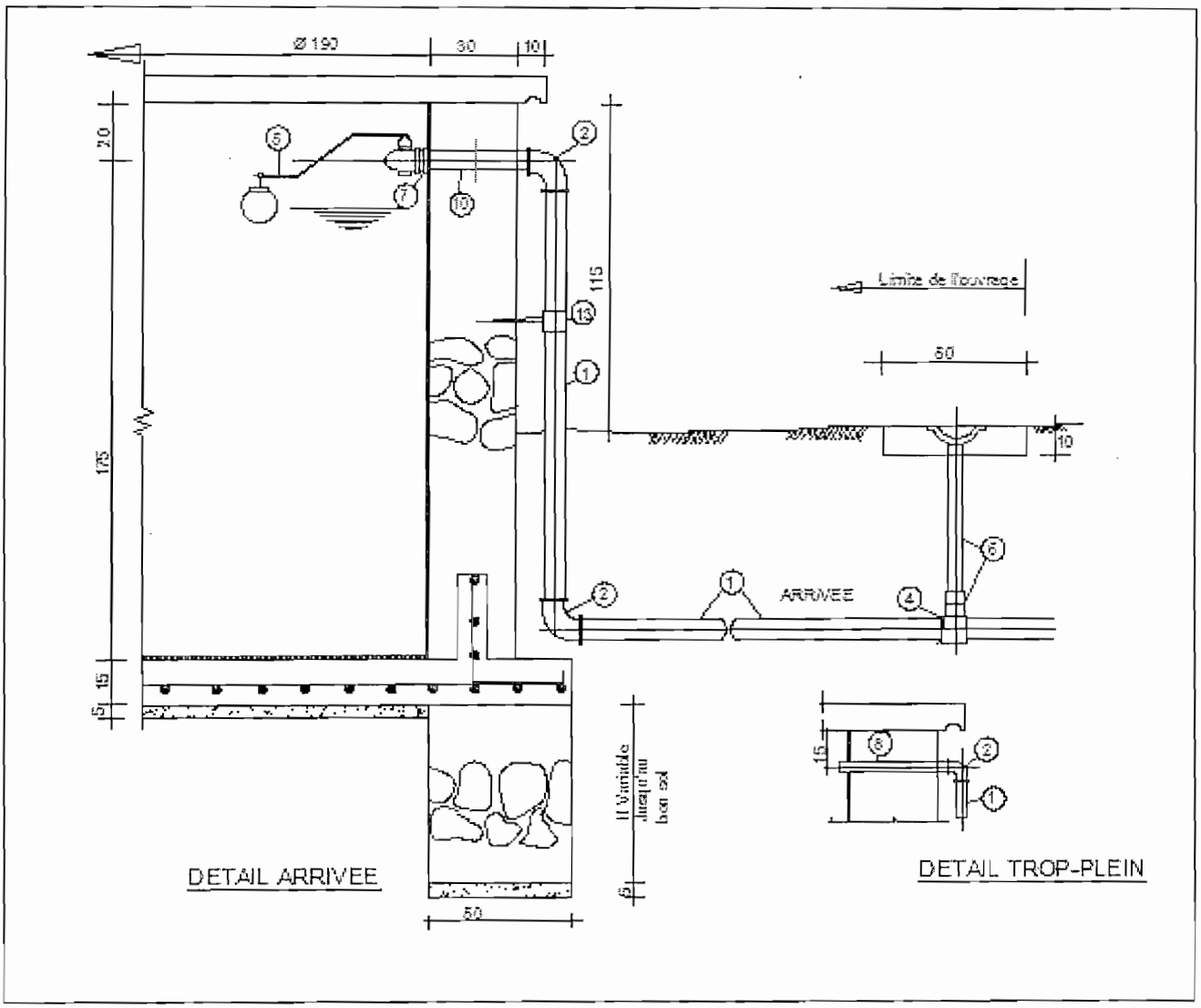


Figure IV.15. Détail arrivé et trop-plein du réservoir de 5m^3

NB: Si la pression statique à l'entrée du réservoir est supérieur à 8 bars, un réducteur de pression sera installé à l'amont du limiteur de débit.

Liste des accessoires pour réservoir de 5 m^3

N° Pièce	Symbole	DESCRIPTION	Diamètre	Long. en mm	Nombre
1		TUYAU GALVANISE	1 "	6000	3
2		COUDE 90° GALVANISE(F-F)	1 "		4
3		BOUCHON FEMELLE GALVANISE	1 "		1
4		BRIDE TARAUDEE	DN25 1 "		1
5		VANNE A FLOTTEUR FILETEE	1 "		1
6		ROBINET D'ARRET SOUS BOUCHE A CLE	DN 25		1
7		LIMITEUR DE DEBIT(0.12l/s)	1 "		1
8		PASSE CLOISON FILETE(1 Ext.)	1 "	500	1
9		PASSE CLOISON FILETE(1 Ext.)	1 "	700	1
10		PASSE CLOISON FILETE(2 Ext.)	1 "	500	1
11		PASSE CLOISON FILETE(2 Ext.)	1 "	700	1
12		CREPINE INOXIDABLE FILETEE	1 "		1
13		COLLIER DE FIXATION GALVANISE	1"		2

Tableau IV.5. Liste des accessoires pour réservoir de 5 m^3

N.B: L'équipement du réservoir comprend également un trapillon ainsi que les échelles intérieures et extérieures.

Vue en plan du réservoir de 10 m^3

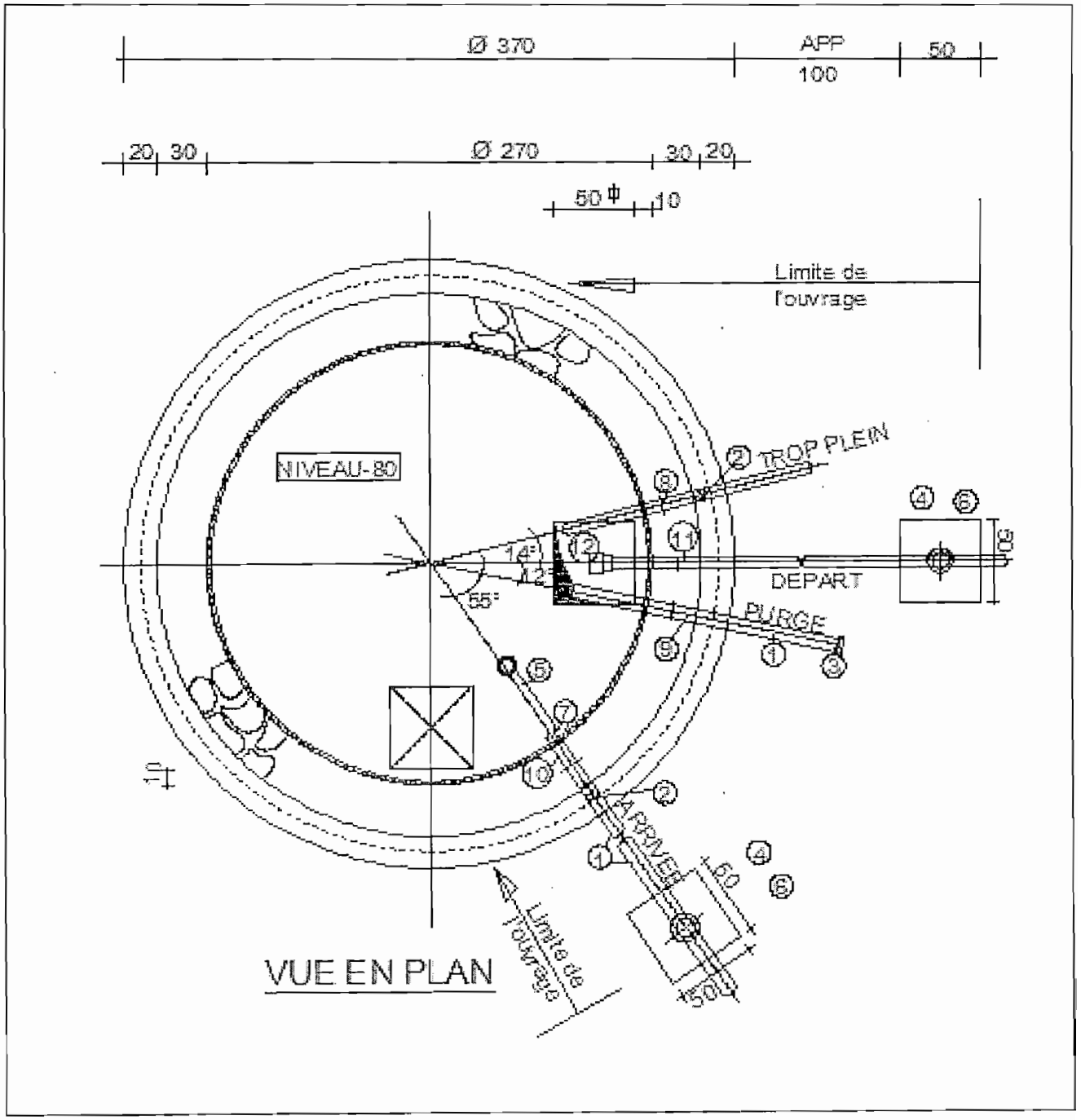


Figure 16 : Vue en plan du réservoir de 10m^3

Elévation du réservoir de 10 m^3

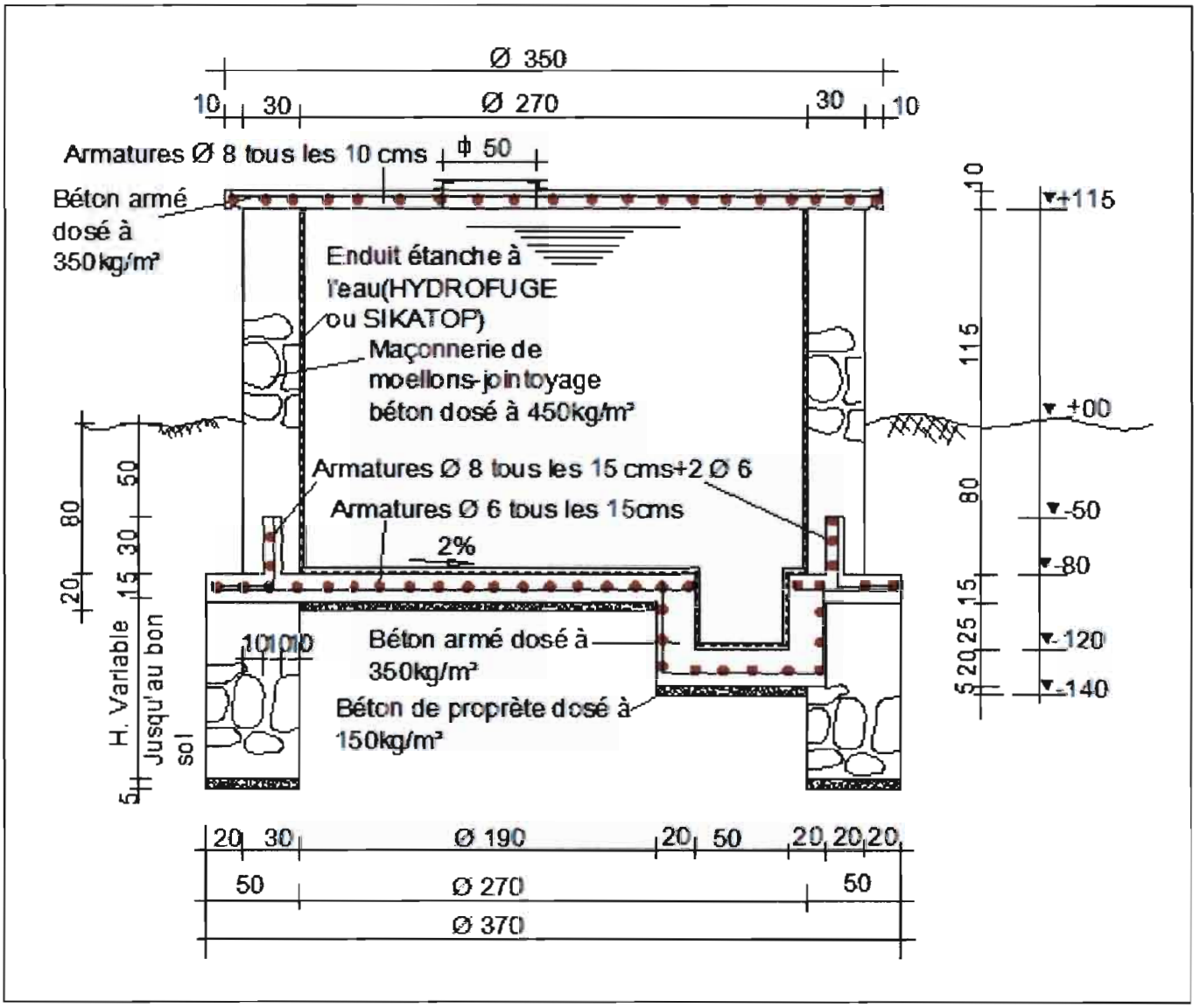


Figure 17 : Elévation du réservoir de 10m^3

Détail trop-plein et Arrivé

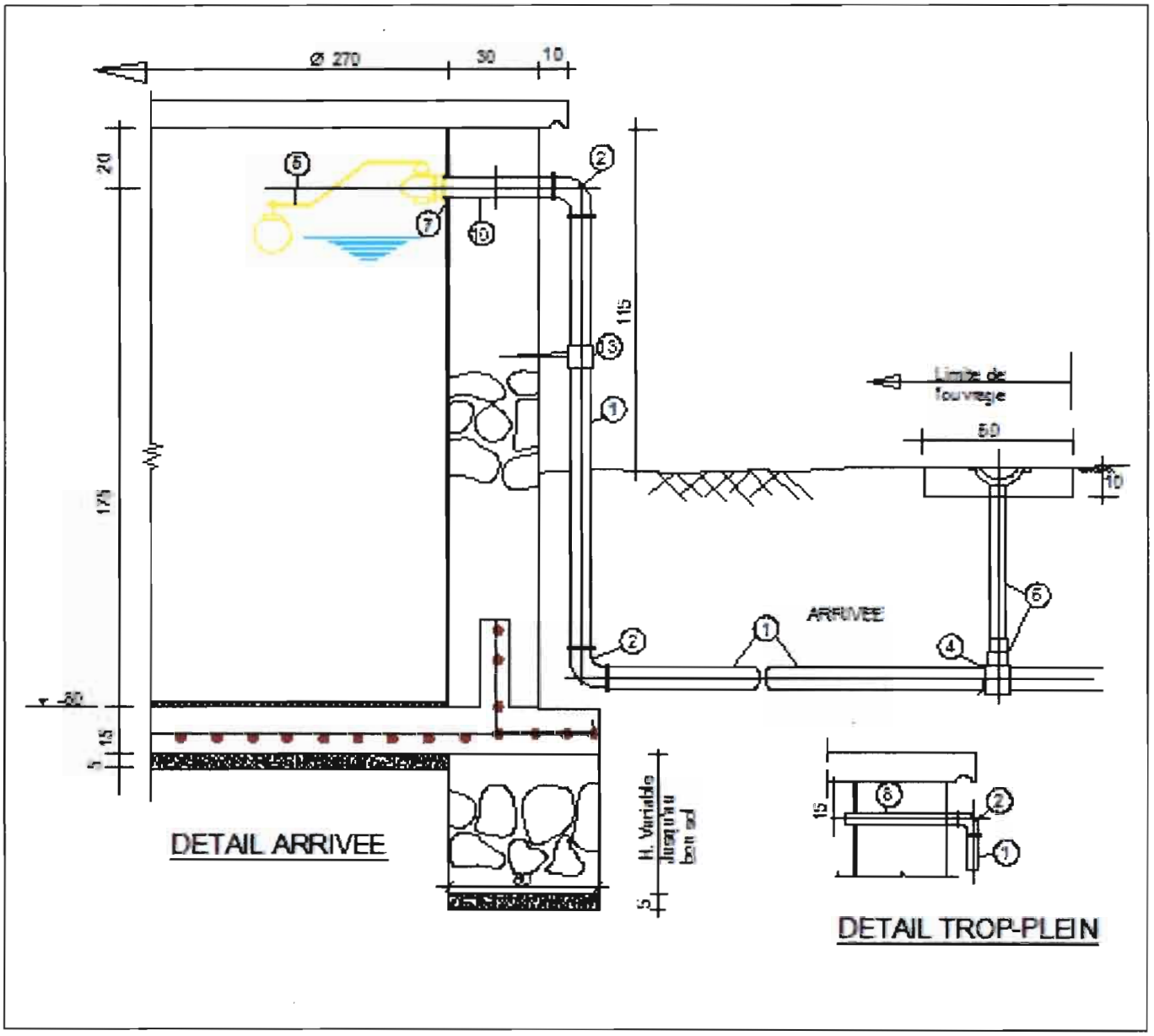


Figure 18 : Départ trop-plein du réservoir de 10m³

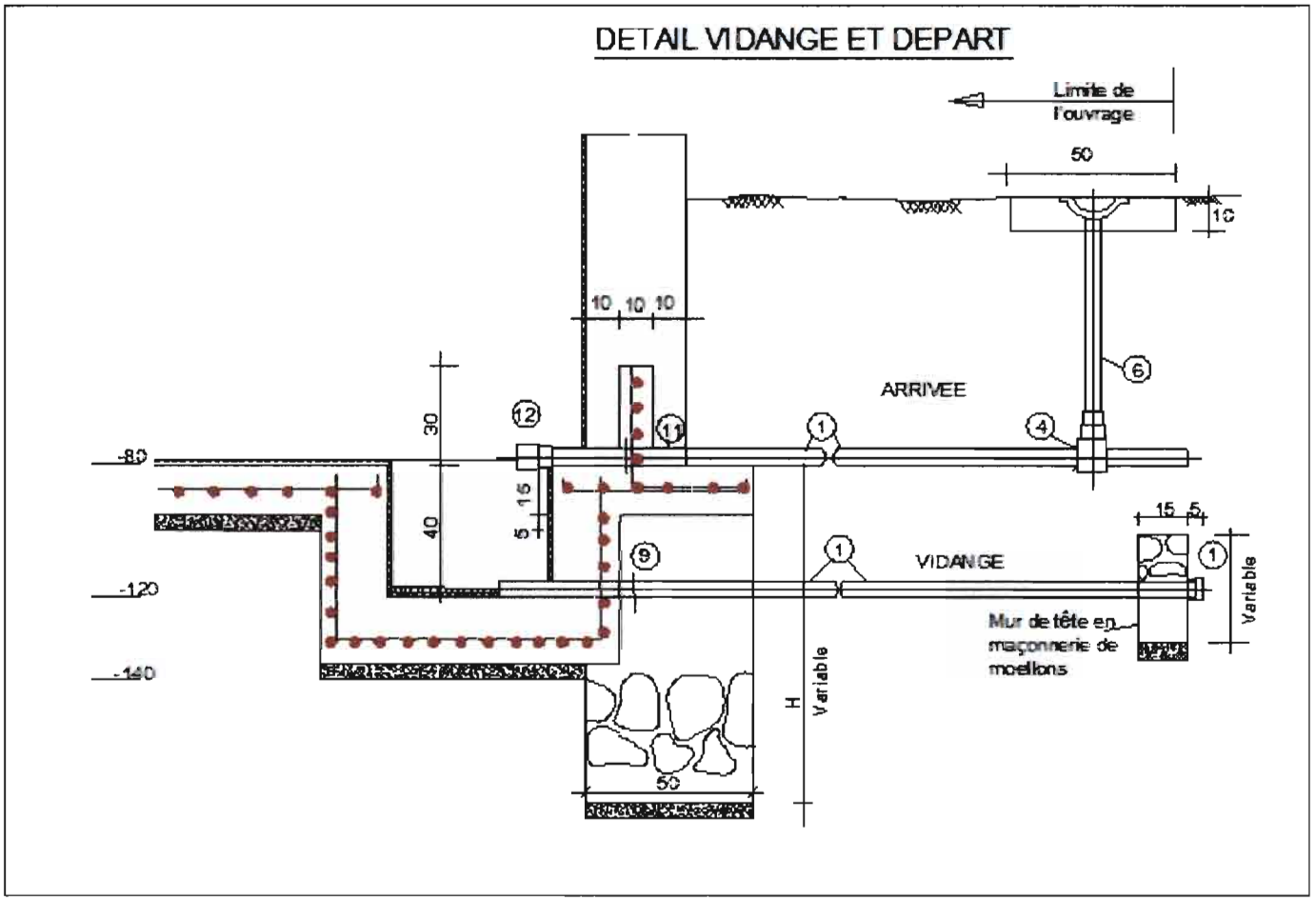


Figure 19 : Détail vidange et départ du réservoir de 10m^3

Liste des accessoires pour réservoir de $10m^3$

N° Pièce	Symbole	DESCRIPTION	Diamètre	Long. en mm	Nombre
1		TUYAU GALVANISE	1"	6.000	3
2		COUDE 90° GALVANISE(F-F)	1"		4
3		BOUCHON FEMELLE GALVANISE	1"		1
4		BRIDE TARAUDEE	DN 25 1"		1
5		VANNE A FLOTTEUR FILETEE	1"		1
6		ROBINET D'ARRET SOUS BOUCHE A CLE	DN 25		1
7		LIMITEUR DE DEBIT(0.24l/s)	1"		1
8		PASSE CLOISON FILETE(1 Ext.)	1"	500	1
9		PASSE CLOISON FILETE(1 Ext.)	1"	700	1
10		PASSE CLOISON FILETE(2 Ext.)	1"	500	1
11		PASSE CLOISON FILETE(2 Ext.)	1"	700	1
12		CREPINE INOXIDABLE FILETEE	1"		1
13		COLLIER DE FIXATION GALVANISE	1"		2

Tableau IV.6 : Liste des accessoires pour réservoir de $10m^3$

Caractéristiques des réservoirs radiers

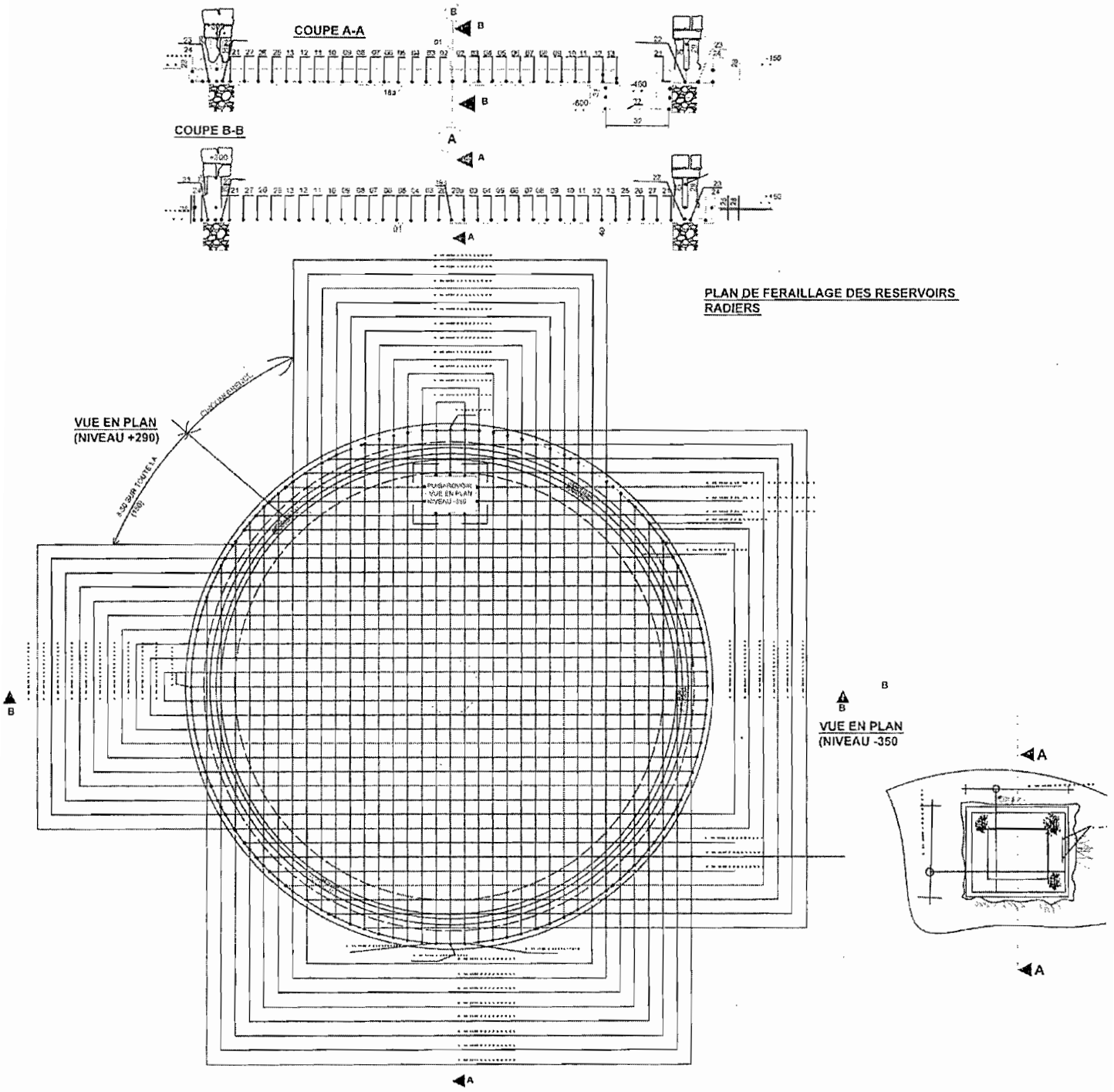


Figure IV.20. Plan de ferraillage des réservoirs radiers

BORDEREAUX DES ACIERS (RADIERS)

RESERVOIR 5 m³					
REF	Ø mm	NBRE DE BARRES	LONG.UNIT mm	LONG.TOT mm	POIDS Kgs
01	6	1	2990	2990	0.6
02	6	2	2970	5940	1.3
03	6	4	2930	11720	2.6
14	6	2	1220	2440	0.5
15	6	2	1160	2320	0.5
16	6	2	1080	2160	0.5
17*	6	1	690	690	0.15
18*	6	2	670	1340	0.3
19*	6	1	1890	1890	0.4
20*	6	2	1880	3760	0.8
21	6	4	2365	9460	2.1
22	6	4	2090	8360	1.9
23	6	4	1720	6880	1.5
24	6	4	1150	4600	1
25	6	3	2845	8535	1.9
26	6	3	2730	8190	1.8
27	6	3	2570	7710	1.7
28	6	2	9800	19600	4.3
29	6	2	7900	15800	3.5
30	8	60	690	41400	9.2
31	6	4	1380	5520	1.2
32	6	6	1350	8100	1.8

Longueur total acier Ø 6 mm = 208,736 mètres
Longueur total acier Ø 8 mm = 41,4 mètres
Poids total acier = 72,24 kilos

RESERVOIR 10 m³					
REF	Ø mm	NBRE DE BARRES	LONG.UNIT mm	LONG.TOT mm	POIDS Kgs
01	6	1	3790	3790	0.8
02	6	2	3780	7560	1.7
03	6	4	3740	14960	3.3
04	6	4	3680	14720	3.2
05	6	4	3590	14360	3.1
06	6	4	3470	13880	3
14	6	2	1455	2910	0.6
15	6	2	1360	2720	0.6
16	6	2	1250	2500	0.5
17*	6	1	690	690	0.15
18*	6	2	670	1340	0.3
19*	6	1	2690	2690	0.6
20*	6	2	2680	5360	1.2
21	6	4	2620	10480	2.3
22	6	4	2255	9020	2
23	6	4	1765	7060	1.5
25	6	3	3320	9960	2.2
26	6	3	3135	9405	2.1
27	6	3	2905	8715	1.9
28	6	2	12400	24800	5.5
29	6	2	10400	20800	4.6
30	8	64	690	44160	17.4
31	6	4	1380	5520	1.2
32	6	6	1350	8100	1.8

Longueur total acier Ø 6 mm = 521,739 mètres
Longueur total acier Ø 8 mm = 34,782mètres
Poids total acier = 322,28 kilos

RESERVOIR 15 m³					
REF	Ø mm	NBRE DE BARRES	LONG.UNIT mm	LONG.TOT mm	POI Kgs
01	6	1	4390	4390	0.9
02	6	2	4380	8760	1.9
03	6	4	4350	17400	3.9
04	6	4	4295	17180	3.8
05	6	4	4220	16880	3.7
06	6	4	4120	16480	3.7
07	6	4	3995	15980	3.5
08	6	4	3840	15360	3.4
14	6	2	1625	3250	0.7
15	6	2	1510	3020	0.7
16	6	2	1380	2760	0.
17*	6	1	690	690	0.1
18*	6	2	670	1340	0.
19*	6	1	3290	3290	0.
20*	6	2	3280	6560	1.
21	6	4	2845	11380	2.
22	6	4	2440	9760	2.
23	6	4	1900	7600	1.
25	6	3	3660	10980	2
26	6	3	3435	10305	2
27	6	3	3170	9510	2
28	6	2	14250	28500	6
29	6	2	12300	24600	5
30	8	89	690	61410	2
31	6	4	1380	5520	
32	6	6	1350	8100	

Longueur total acier Ø 6 mm = 444,25 mètres
Longueur total acier Ø 8 mm = 307,5 mètres
Poids total acier = 109,572 kilos

Tableau IV.7 : Bordereaux des aciers (radiers)

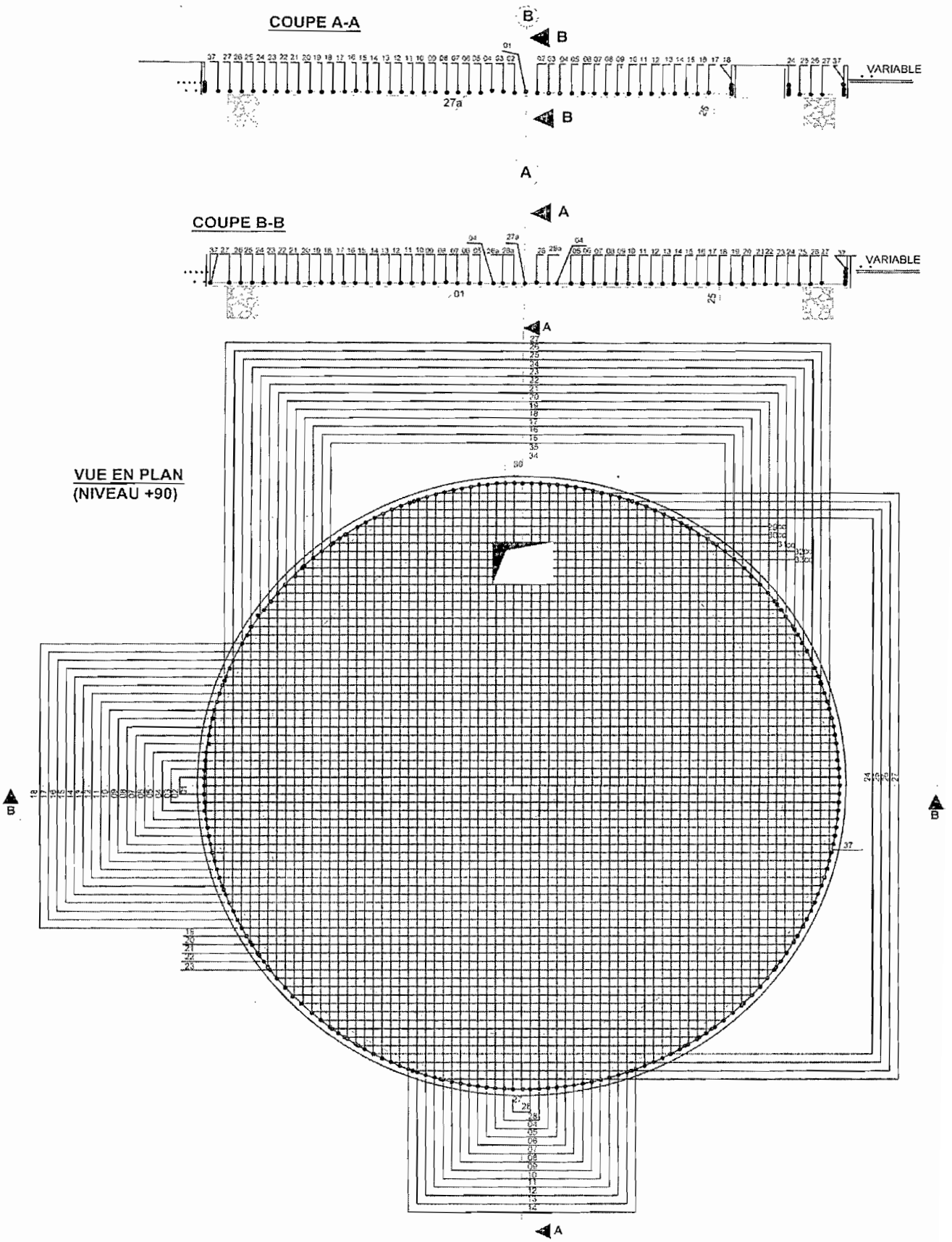


Figure IV.21. Plan de ferraillage dalle

BORDEREAUX DES ACIERS (DALLES)

RESERVOIR 5 m³						RESERVOIR 10 m³						RESERVOIR 15 m³					
REF	Ø mm	NBRE DE BARRES	LONG.UNIT mm	LONG.TOT mm	POIDS Kgs	REF	Ø mm	NBRE DE BARRES	LONG.UNIT mm	LONG.TOT mm	POIDS Kgs	REF	Ø mm	NBRE DE BARRES	LONG.UNIT mm	LONG.TOT mm	POIDS Kgs
01	6	1	2750	2750	0.6	01	8	1	3550	3550	1.4	01	10	1	4110	4110	2.5
02	6	2	2740	5480	1.2	02	8	2	3540	7080	2.8	02	10	2	4100	8200	5
03	6	2	2720	5440	1.2	03	8	2	3530	7060	2.8	03	10	2	4080	8160	5
04	6	2	2680	5360	1.1	04	8	4	3500	14000	5.5	04	10	4	4040	16160	10
						05	8	4	3460	13840	5.4	05	10	4	3980	15920	9.8
19	6	3	2630	7890	1.8	06	8	4	3400	13600	5.4	06	10	4	3910	15640	9.6
20	6	3	2560	7680	1.7	07	8	4	3340	13360	5.3	07	10	4	3820	15280	9.4
21	6	3	2470	7410	1.6	08	8	4	3260	13040	5.2	08	10	4	3720	14880	9.1
22	6	3	2360	7080	1.6							09	10	4	3560	14240	8.8
23	6	3	2220	6660	1.5	19	8	3	3160	9480	3.7						
24	6	4	2060	8240	1.8	20	8	3	3100	9300	3.6	19	10	3	3440	10320	6.4
25	6	4	1860	7440	1.7	21	8	3	2920	8760	3.5	20	10	3	3260	9780	6.0
26	6	4	1620	6480	1.4	22	8	3	2770	8310	3.3	21	10	3	3050	9150	5.6
27	6	4	1290	5160	1.2	23	8	3	2600	7800	3.1	22	10	3	2800	8400	5.1
27a*	6	1	1750	1750	0.4	24	8	4	2400	9600	3.8	23	10	3	2510	7530	4.6
28*	6	2	1740	3480	0.8	25	8	4	2150	8600	3.4	24	10	4	2150	8600	5.3
28a*	6	2	1720	3440	0.7	26	8	4	1850	7400	2.9	25	10	4	1670	6680	4.1
29	6	2	890	1780	0.4	27	8	4	1470	5880	2.3	26	10	4	910	3640	2.2
30	6	2	950	1900	0.4	27a*	8	1	2550	2550	1						
31	6	2	1010	2020	0.4	28*	8	2	2540	5080	2	27a*	10	1	3110	3110	1.9
32	6	2	1050	2100	0.5	28a*	8	2	2520	5040	2	28*	10	2	3100	6200	3.8
33	6	2	1090	2180	0.5	29	8	2	1160	2320	0.9	28a*	10	2	3080	6160	3.7
34*	6	2	530	1060	0.2	30	8	2	1240	2480	0.9	29	10	2	1010	2020	1.2
35*	6	2	540	1080	0.2	31	8	2	1300	2600	1	30	10	2	1070	2140	1.3
36	6	1	550	550	0.1	32	8	2	1360	2720	1.1	31	10	2	1280	2560	1.6
37	6	1	9300	9300	2.0	33	8	2	1400	2800	1.1	32	10	2	1380	2760	1.7
						34*	8	2	540	1080	0.4	33	10	2	1470	2940	1.8
						35*	8	2	530	1060	0.4	34*	10	2	490	980	0.6
						36	8	1	550	550	0.2	35*	10	2	500	1000	0.6
						37	8	1	11800	11800	4.6	36	10	1	510	510	0.3
												37	10	1	13700	13700	8.4

Longueur total acier Ø 6 mm = 113,7 mètres
Espacement des barres = 150mm dans deux sens
Poids total acier Ø 6 mm = 29,037 kilos

Espacement des barres = 150 mm dans deux sens
Longueur total acier Ø 8 mm = 401,48 mètres
Poids total acier Ø 8 mm = 118,938 kilos

Espacement des barres = 150 mm dans deux sens
Longueur total acier Ø 10mm = 1103,85mètres
Poids total acier Ø 10 mm = 782.00 kilos

Tableau IV.8. Bordereau des aciers dalles

Vue en plan d'une borne fontaine simple et son élévation

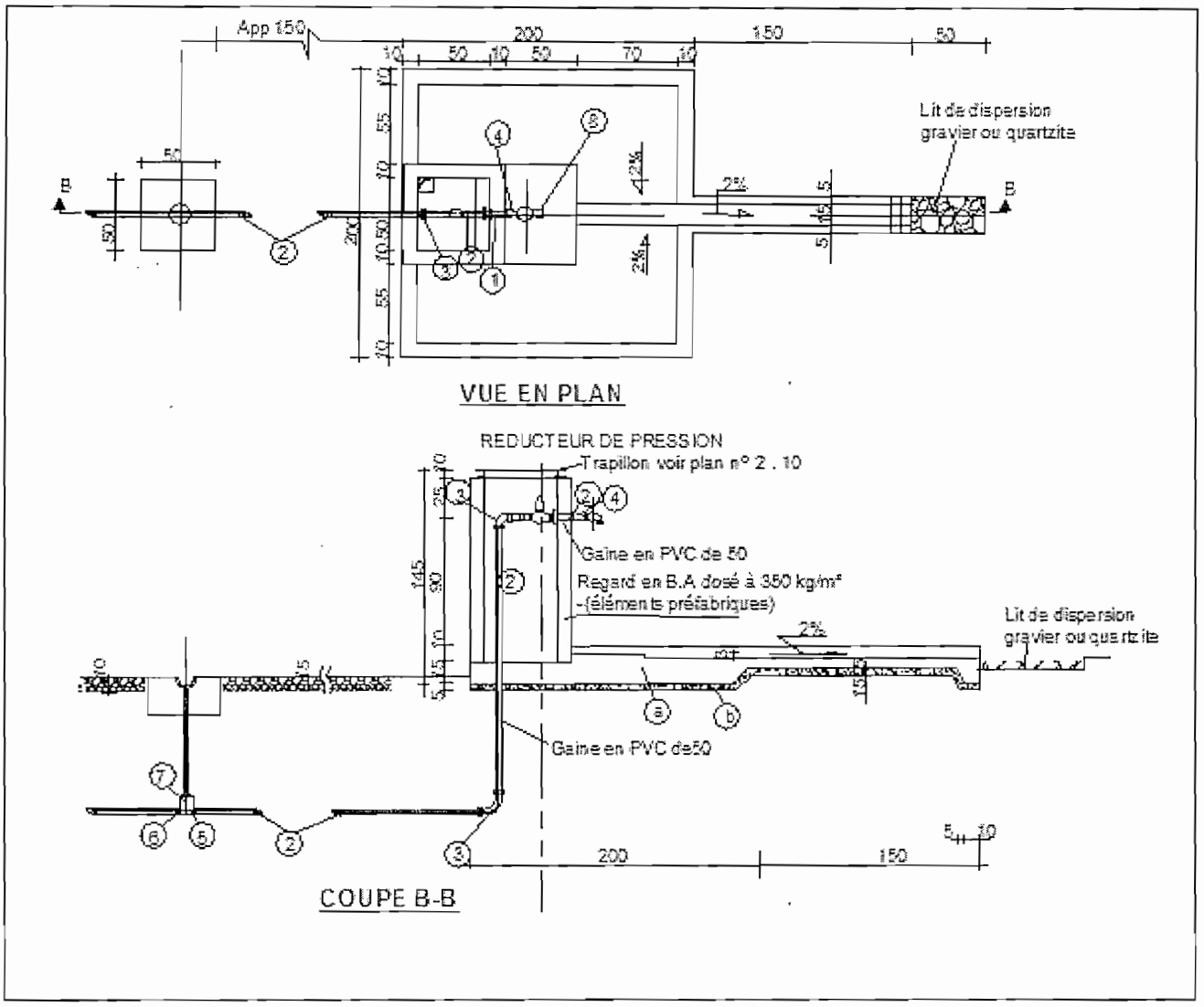


Figure IV.22. Vue en plan et coupe B-B d'une borne fontaine

Liste des accessoires pour une borne fontaine simple

No PIECE	SYMBOLE	DESCRIPTION	DIAMETRE	LONG-(mm)	NOMBRE
1	—	TUYAU GALVA	3/4"	1.000	1
2	—	TUYAU GALVA	1"	3000	1
3	⌐	COUDE 90°GALVANISE(F-F)	1"		2
4	—<	REDUCTION EN GALVANISE	1" - 3/4"		1
5	⊨	BRIDE TARAUDE	DIN 25 - 1"		1
6	⊨	CONTRE BRIDE	DIN 25		1
7	⋈	ROBINET VANNE SOUS BOUCHE A CLE	DIN 25		1
8	⋈	ROBINET DE PUISSANCE	3/4"		1

Tableau IV.9. Liste des accessoires pour une borne fontaine simple

Le Tronçon d'adduction est totalement fermé à l'entrée de la borne fontaine

Ce qui signifie que toute l'énergie de l'eau au point bas de l'adduction est sous forme de pression,
en effet :
VR =0 La vitesse de l'eau dans le captage peut être
Considérée comme nulle.
PR =0 Au captage, la pression à l'entrée de la canalisation est égale à la
Pression atmosphérique
VR =0 Car le robinet est fermé
Les pertes de charge sont nulles, il n'y a pas d'écoulement.

Le système dans le cas, totalement ouvert, l'eau s'écoule librement de R1 vers R2.
En effet,
VR =0 La vitesse de l'eau dans le captage peut être
Considérée comme nulle
PR =0 et
PR =0 La pression en R1 est nulle (= à la pression atmosphérique) de même qu'en R2 ou l'eau s'écoule librement. Le robinet étant totalement ouvert, toute l'énergie de l'eau en R2 se transforme en vitesse et en frottement.

Chambre de purge

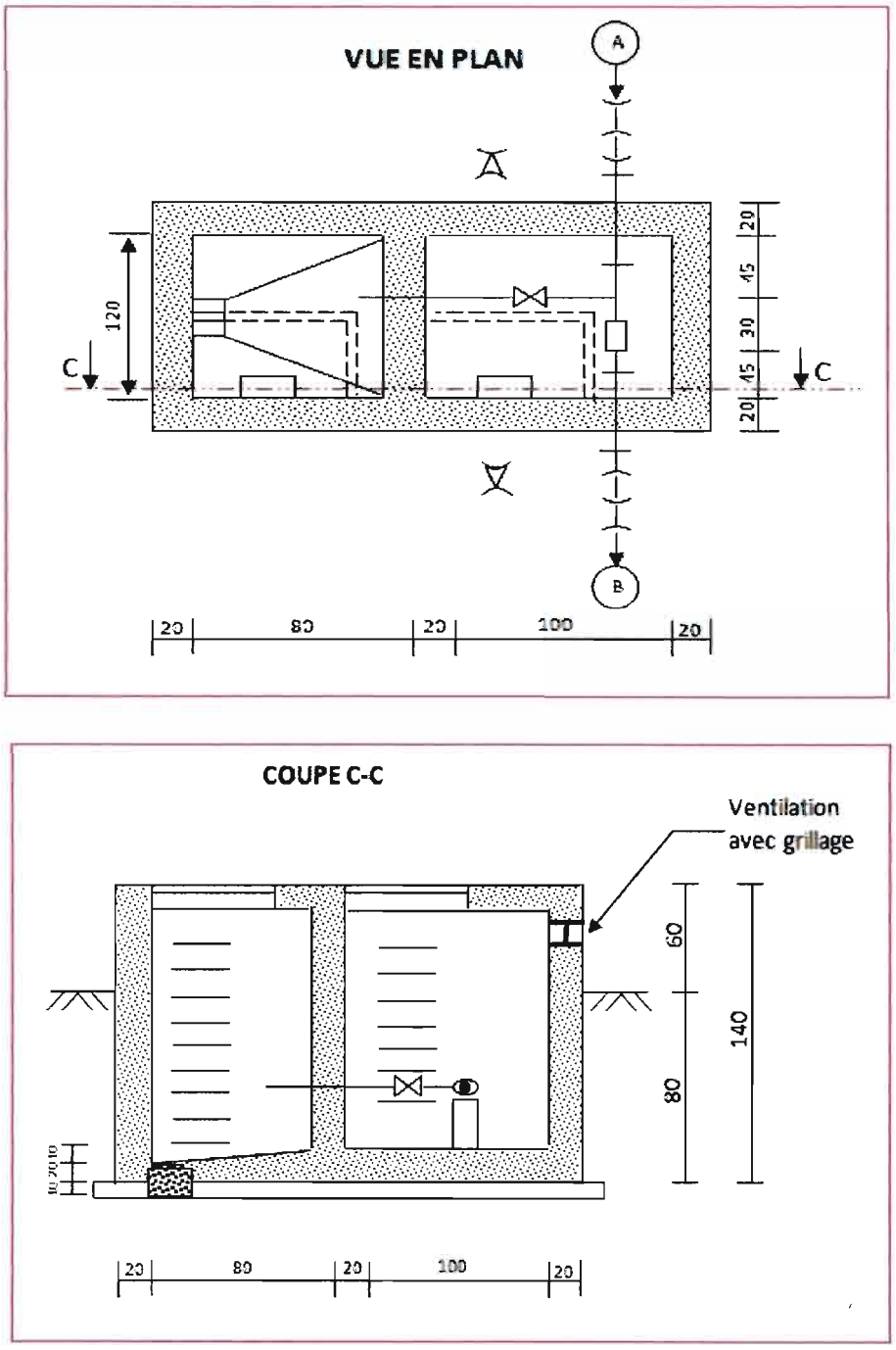
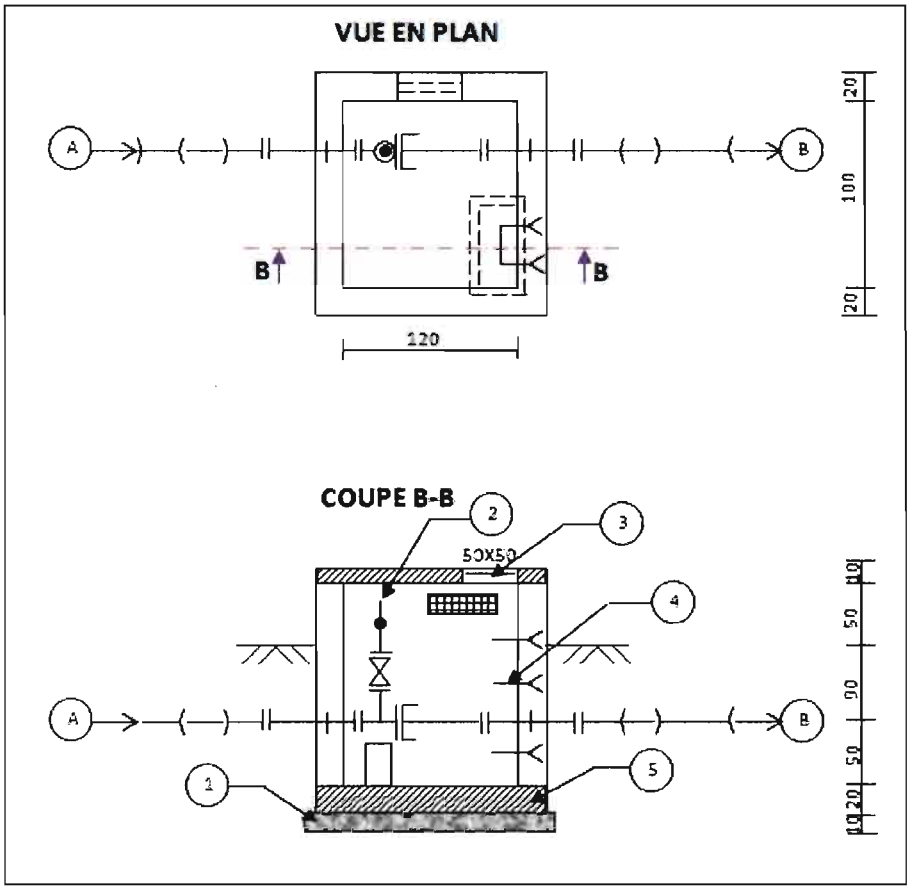


Figure IV.23. Chambre de purges

Chambre de ventouse



Légende :

1. Béton de propreté
2. Ventouse
3. trapillon
4. Echelons
5. Béton armé

Figure IV. 24. Chambre de ventouse

Chambre de vanne de sectionnement

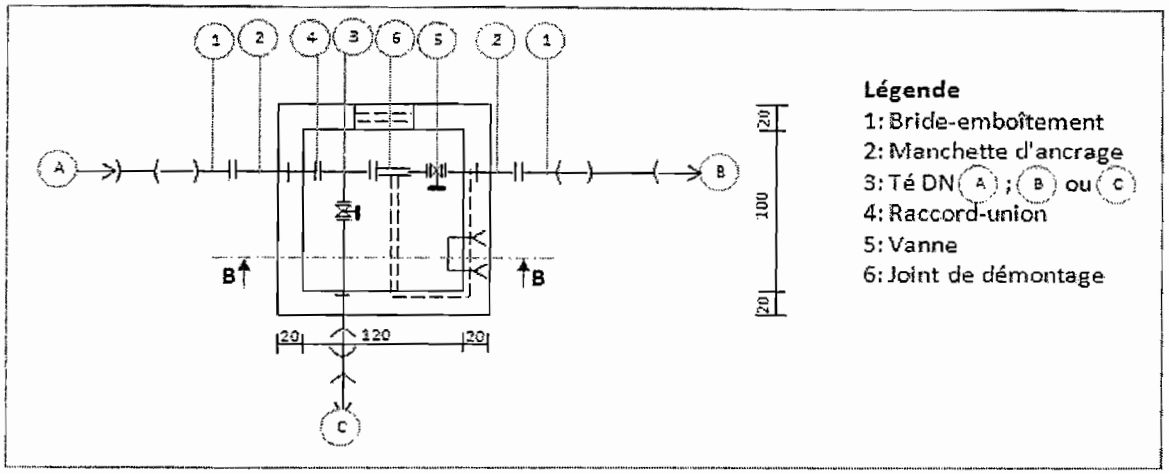
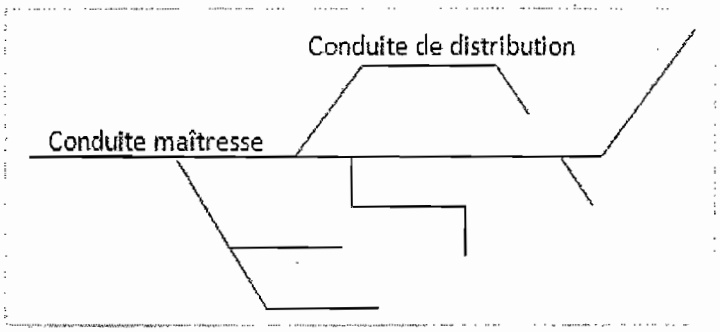


Figure IV. 25. Chambre vanne de sectionnement

IV.6.4.Calculs hydrauliques proprement dits

Le dimensionnement de conduite consiste selon d'abord à faire une répartition des débits, selon le principe de continuité :

$$Q_0=Q_1+Q_2+Q_3=\sum Q_i$$



La vitesse dans la conduite sera, de préférence comprise entre 0,5 et 1,5 m/s.les calculs des pertes de charge le long de chaque tronçon nous permettent de trouver la pression qui règne dans la conduite selon la relation suivante :

$$P_2/\rho g=p_1/\rho g+(Z_1-Z_2)-\Delta H$$

Signalons que la pression nominale est inférieure ou égale à 16 bars (PN≤ 16), on utilisera des tuyaux en PVC, dans le cas où les pressions nominales sont supérieurs à 16 bars (PN> 16), nous préconisons des tuyaux en aciers galvanisés ou en fonte ductile. Les résultats des calculs sont repris dans le tableau suivant :

Réseau SHEMBE-MPINGA

Tronçons	altitudes (m)		Distances(m)		Débit	Vitesse	conduite				Perte de charge(m)		Cote piézométrique (m)		Pression dyn(m)	
	amont	aval	partielle	cumulée	(l/s)	(m/s)	type	DE(mm)	PN(bars)	DI(m)	j	J	amont	aval	amont	aval
CD-1	2000	1989	50	50	1,112	0,7058	PVC	50	10	0,0448	0,0134	0,6723	2000	1999,33	0	10,328
1--2	1989	1970	250,5	300,5	1,112	0,7058	PVC	50	10	0,0448	0,0134	3,3684	1999,33	1995,96	10,328	25,959
2-CP1	1970	1950	305	605,5	1,112	0,7058	PVC	50	10	0,0448	0,0134	4,1013	1995,96	1991,86	25,959	41,858
CP1-R1	1950	1940	400	1005,5	1,112	0,7058	PVC	50	10	0,0448	0,0134	5,3788	1991,86	1986,48	41,858	46,479
R1-5	1940	1936	175,1	1180,6	0,953	0,6048	PVC	50	10	0,0448	0,0102	1,7973	1986,48	1984,68	46,479	48,682
5-CV1	1936	1930	258	1438,6	0,953	0,6048	PVC	50	10	0,0448	0,0102	2,6483	1984,68	1982,03	48,682	52,033
CV1-7	1930	1885	375,5	1814,1	0,953	0,6048	PVC	50	10	0,0448	0,0102	3,8544	1982,03	1978,18	52,033	93,179
7--8	1885	1875	280	2094,1	0,953	0,6048	PVC	50	16	0,0448	0,0102	2,8741	1978,18	1975,3	93,179	100,3
8-R2	1875	1851	185	2279,1	0,953	0,6048	PVC	50	10	0,0448	0,0102	1,8990	1975,3	1973,41	100,3	92,905
R2-CVNS	1851	1840	225,3	2504,4	0,753	0,7401	PVC	40	10	0,036	0,0192	4,3274	1973,41	1969,08	92,905	99,078
CVNS-CV2	1840	1825	378	2882,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	6,0658	1969,08	1963,01	99,078	95,012
CV2-12	1825	1815	155	3037,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	2,48732	1963,01	1960,52	95,012	0
12-CE	1815	1791	25	3062,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	0,4011	1815	1814,6	0	65,899
CE-14	1791	1780	130	3192,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	2,0861	1814,6	1812,51	65,899	53,213
14-15	1780	1750	500	3692,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	8,0236	1812,51	1804,49	53,213	54,489
15-CP2	1750	1736	125	3817,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	2,0059	1804,49	1802,48	54,489	66,883
CP2-R3	1736	1730	190	4007,4	0,305	0,5409	PVC	32	10	0,0268	0,0160	3,0489	1802,48	1799,43	66,883	69,434
R3-18	1730	1695	295	4302,4	0,14	0,6966	PVC	20	10	0,016	0,0476	14,0440	1799,43	1785,39	69,434	90,39
18-19	1695	1670	380	4682,4	0,14	0,6966	PVC	20	10	0,016	0,0476	18,0906	1785,39	1767,3	90,39	97,2
19-20	1670	1670	220	4902,4	0,14	0,6966	PVC	20	10	0,016	0,0476	10,4735	1767,3	1756,83	97,2	86,826
20-21	1670	1645	145	5047,4	0,14	0,6966	PVC	20	16	0,016	0,0476	6,9029	1756,83	1749,92	86,826	100,92
21-R4	1645	1620	350	5397,4	0,14	0,6966	PVC	20	10	0,016	0,0476	16,662408	1749,92	1733,26	100,92	98,261

Tableau IV.10. Calcul hydraulique : Réseau SHEMBE-MPINGA

Réseau SHEMBE-GIKOKOMA

Tronçons	altitudes (m)		Distance(m)		Débit	Vitesse	conduite				Perte de charge(m)		Cote piézo(m)		Pression dyn(m)	
	amont	aval	(m)	m	(l/s)	(m/s)	type	DE(mm)	PN(bars)	DI(m)	j	J	amont	aval	amont	aval
CVNS-CP3	1840	1825	295	295	0,448	0,79458	PVC	32	10	0,0268	0,0314	9,2775	1963,01	1953,73	123,01	96,735
CP3-2'	1825	1821	325	620	0,448	0,79458	PVC	32	10	0,0268	0,0314	10,2210	1953,73	1943,51	96,735	99,014
2'-R5	1821	1821	180	800	0,448	0,79458	PVC	32	16	0,0268	0,0314	5,6608	1943,51	1937,85	99,014	100,85
R5-4'	1821	1823	296	1096	0,338	0,59948	PVC	32	10	0,0268	0,0192	5,6855	1937,85	1932,17	100,85	93,167
4'-CV2	1823	1824	405,5	1501,5	0,338	0,59948	PVC	32	16	0,0268	0,0192	7,7887	1932,17	1924,38	93,167	100,38
CV2-6'	1824	1820	155	1656,5	0,338	0,59948	PVC	32	10	0,0268	0,0192	2,9772	1924,38	1921,4	100,38	99,301
6'-R6	1820	1816	285	1941,5	0,338	0,59948	PVC	32	10	0,0268	0,0192	5,4742	1921,4	1915,93	101,3	99,927
R6-8'	1816	1810	375	2316,5	0,169	0,84096	PVC	20	10	0,016	0,0661	24,8186	1915,93	1891,11	99,927	81,008
8'-CP4	1810	1805	294,5	2611	0,169	0,84096	PVC	20	10	0,016	0,0661	19,4909	1891,11	1871,62	81,008	66,617
CP4-R7	1805	1813	270,5	2881,5	0,169	0,84096	PVC	20	10	0,016	0,0661	17,9025	1871,62	1853,71	66,617	40,615

Tableau IV.11. Calcul hydraulique : Réseau SHEMBE-GIKOKOMA

Schéma de fonctionnement du réseau

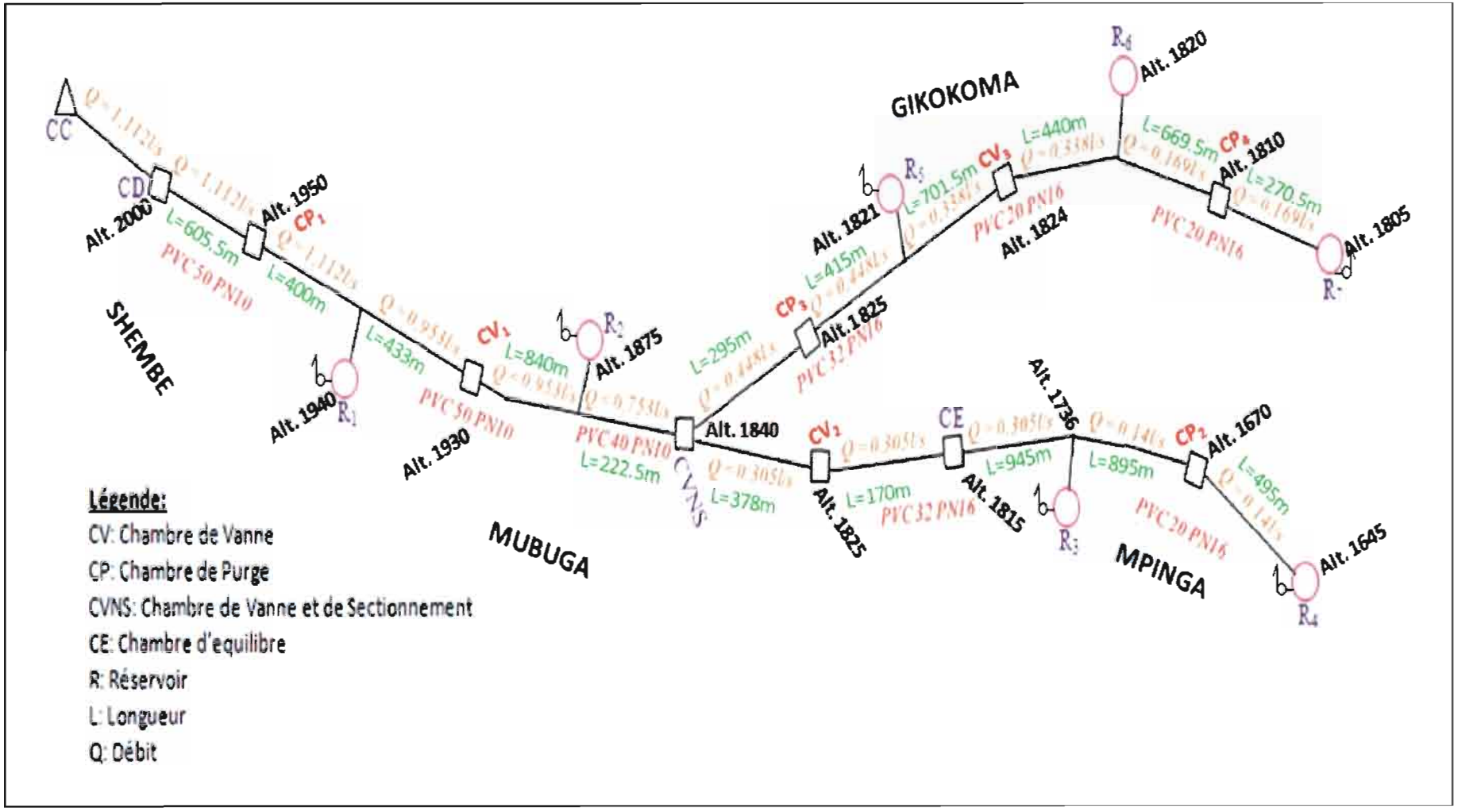


Figure IV.26. Schéma de fonctionnement du réseau

IV.6.4.1 Quelques formules hydrauliques

a. Détermination des pertes de charge

Définition :

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

b. 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 :

$$j = \lambda \cdot \frac{1}{\Delta} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

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

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

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

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

$$j = \frac{8\lambda Q^2}{g\pi^2 D^5}$$

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

$$\mathrm{Re} = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Avec :

ε : rugosité absolue ;

D : diamètre de conduite en m ;

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

g : accélération de la pesanteur en m/s² ;

ν : viscosite cinématiques (10^{-6}m/s^{2}pour l'eau a 15^{0}C) ;
λ : change selon les types de tuyaux et les auteurs

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

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

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

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

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

$$K = \frac{\lambda \cdot 8 \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

Pour déterminer ces pertes de charges entre deux points : $\Delta H_{1-2} = KQ^2$

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

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

c. Les pertes de charges singulières

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

$j = \dfrac{K \cdot V^2}{2g}$ 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 COLE BROOK 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 : $J = j \times L$

Avec :

L : Longueur

j : perte unitaire

J : perte de charge totales

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

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

Avec :

Z_i : représente l'énergie potentielle

$\frac{P_i}{W}$: 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]

W : 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 :

$\frac{P}{W}$ = côte piézométrique $- Z$

$\frac{P}{W}$: pression au sol en (mètre d'eau)

Z : côte du terrain naturel

côte piézométrique = $Z + \frac{P}{W}$

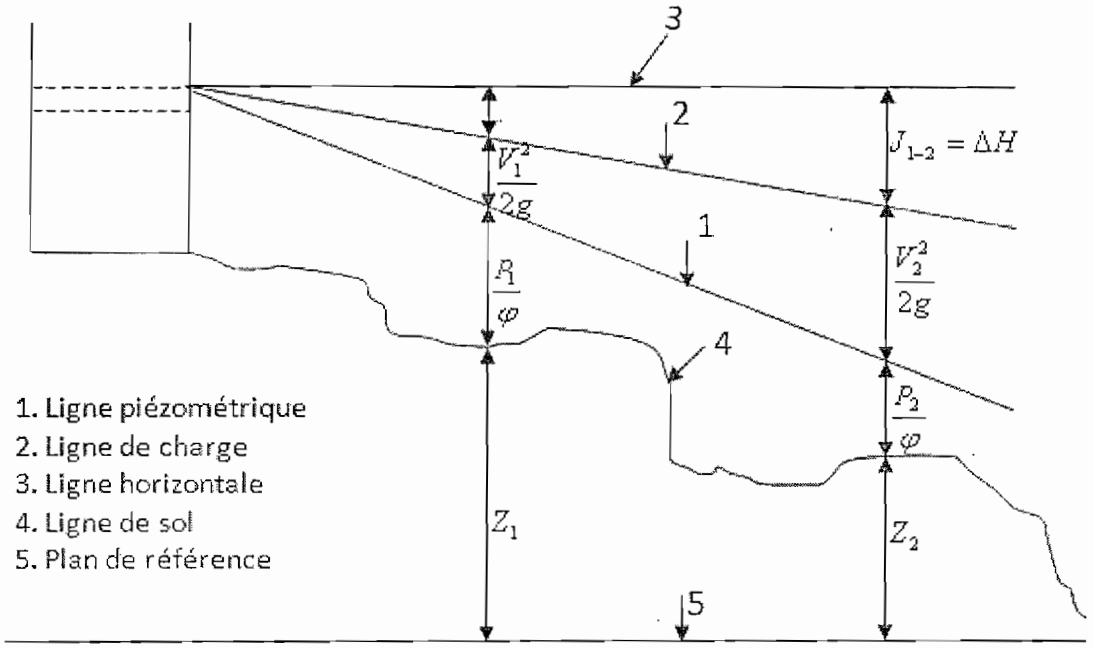


Figure IV.26. Illustration de l'équation de Bernoulli

CHAP. V : COUT GLOBAL DU PROJET

V.1. Généralité

L'évaluation de l'enveloppe financière des différents ouvrages du réseau est résultat d'un calcul sur la base des données établis sur les plans d'exécution .un devis estimatif fera l'objet du cours partant tout de même d'un devis descriptif et quantitatif des travaux et fournitures.

Toute fois, nous voudrions signaler à toutes personnes ou tout service qui voudra se servir de cette étude en vue de la réalisation de ce projet ou d'un projet pareil, que la valeur monétaire des services rendus gratuitement par la population apporte d'importants changements dans l'évaluation des fonds à investir. Une majoration de la valeur trouvée sera prise en considération pour les imprévus et les pertes.

V.2. Description et quantitatif des travaux

V.2.1. Description des travaux

V.2.1.1. Captage

Terrassement

Les déblais sont exécutés jusqu'aux cotés prescrites, le volume des terres enlevées est donnée par la profondeur et la largeur des matériaux enlevés.

Pose des drains

Les drains sont posés sur le gravier filtrant d'une épaisseur de 10cm. Les drains seront en PVC et perforés de manière à capter le maximum d'eau, ils seront aussi filtrants, d'une feuille en plastique, de l'argile et de la terre ordinaire.

V.2.1.2. Chambre de Départ et réservoirs

Terrassement

Le décapage de la terre végétale est exécuté sur une profondeur de 20-40m. Pour le terrassement en déblais les quantités sont évaluées suivant les plans de fondation d'après la formule suivante :

$V=(D^2\pi/4)*H$

Avec :

D : diamètre de la fouille

H : profondeur de la fouille ;

Désignation	Epaisseur en cm	Dosage (kg/m^3)
Béton de propreté	3	200
Revêtement	5	400
Béton dalle	8	350

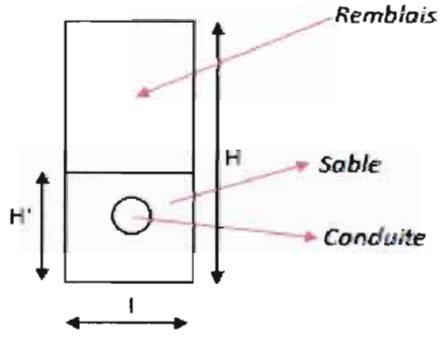
Tableau V.1 : Dosage du béton à utiliser

La tranchée sera d'au moins 0,8 m de profondeur sur largeur de 0,5 m. Une couche de 5cm d'épaisseur sera placée en dessous et au-dessus de la conduite pour une bonne stabilité. On exécutera ensuite un remblai avec des terres dépourvues de déblais végétaux en PVC aux traversées des routes et des ruisseaux.

Sachons que le bord de la tranchée doit être un plan tout au long d'une même pente pour le même tronçon pour que la conduite soit bien rectiligne.

Les métrés des travaux de canalisation concernent :

- Le volume des déblais(Vd) ;
- Le volume du sable de pose (Vs) ;
- Le volume de remblais de terre (V_R) ;



.Profondeur minimale **:0,9+Θpvc**. Largeur minimale**:0,5+Θpvc**

ΘPVC	H(m)	H'(m)	l(m)
50	1,4	0,65	1
40	1,3	0,55	0,9
32	1,22	0,57	0,82
20	1,11	0,35	0,7
Moyenne	1,2	0,5	0,7

Tableau V.2. Synthèse du fouille du tranchée

Le métré des travaux de canalisation concerne :

- Le volume des déblais (V_d)
- Le volume de sable de pose et d'enrobage (V_S)
- Le volume de remblais de terre (V_R)

$$V_t = H * L * l$$

$$V_C = \frac{1}{4}\pi * D^2 * L$$

$$V_S = L * \left(H * l - \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$V_d = (V_C + V_S) * f$$

$$V_R = V_t - V_d$$

$$H' = D + 2 * e \quad \Rightarrow H' = D + 0{,}2$$

Avec :

V_C : volume de la conduite ;

V_d : volume des déblais excédentaires ;

H : profondeur de la tranchée ;

L : longueur des tuyaux :

l : largeur de la tranchée ;

D : Diamètre de la conduite

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

f : Coefficient foisonnement estime à 1,25

e : enrobage.

V.3. Bordereau de fourniture

V.3.1. Travaux de canalisation

TYPE DE TUYAUX	DE(m)	L(m)	l(m)	Vt(m^3)	Vc(m^3)	Vs(m^3)	Vd(m^3)	Vr(m^3)	H(m)	H'(m)
PVC	50	3419,250	0,7	2872,170	671,027	3945,844	5771,05	2898,88	1,2	0,65
PVC	40	337,950	0,7	283,878	42,446	379,990	528,045	244,167	1,2	0,55
PVC	32	5849,1	0,7	4913,244	470,174	6197,799	8334,966	3421,72	1,2	0,47
Tot				13436,269	1384,269	17034,242	23023,14	9586,879		

Tableau V.3 : Volumes des remblais et des déblais dans les tranchées

V.3.2. Chambre de départ et réservoirs

V.3.2.1. travaux préparatoires

Désignation	V(m^3)	NR	DE(m)	Prof(m)	Décapage (m^2)	Fouille(m^3)	BP (m^3)
Réservoirs	5	1	2,7	1,2	1,716	6,867	0,286
	10	2	3,37	1,2	5,129	20,516	0,854
	15	5	3,46	1,2	25,74	103,005	4,29
CD	60	1	5,4	1,2	9,3	44,646	1,549
Total					41,885	175,034	6,979

Tableau V.4 : Synthèse des travaux préparatoires des ouvrages de stockage

A. Béton armée pour radier

Désignation	V (m^3)	NR	DI(m)	DE(m)	E(m)	VR (m^3)	VE (m^3)
Réservoir	5	1	1,9	2,7	0,30	1,430	0,135
	10	2	2,7	3,32	0,30	4,326	0,429
	15	5	3,5	3,76	0,30	21,45	2,025
CD	60	1	5,5	5,8	0,30	7,75	1,549
Total						34,956	4,138

Tableau V.5 : Volume du béton pour radier des ouvrages de stockage

Désignation	V (m^3)	NR	DI(m)	DE(m)	SI (m^2)	SE (m^2)	SE-SI (m^2)	HI(m)	VP (m^3)
Réservoir	5	1	2,4	2,7	4,521	5,721	1,201	1,1	1,321
	10	2	3,02	3,32	14,319	17,305	2,986	1,4	4,18
	15	5	3,46	3,76	67,815	85,83	18,015	1,9	34,218
CD	60	1	5,5	5,8	27,252	31,036	3,754	2,83	10,623
Total					113,90	139,863	25,956		50,342

Tableau V.6 : Volume du béton pour radier des ouvrages de stockage

B. Armature pour radier

Désignation	V(m^3)	NR	DI(m)	DE(m)	E(m)	Esp(m)	L(m)					Nb l* 1,15	Poids FAB
							Ø6	Ø8	Ø10	Ø6	Ø8	Ø10	
Réservoir	5	1	1,9	2,7	0,3	0,10	208,736	41,4		20	6		72,24
	10	2	2,7	3,32	0,3	0,10	521,739	34,782		50	40		322,28
	15	5	3,5	3,76	0,3	0,10	1444,25	307,05		139	30		109,572
CD	60	1	5,5	5,8	0,3	0,10		196,769	84,968		19	78	660,542

Tableau V.7. Caractéristiques des aciers pour radiers des réservoirs

Désignation	V(m)	NR	DI(m)	DE(m)	E(m)	Esp(m)	L(m)					Nb l* 1,15					Poids FAB(kg)
							Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	
Réservoir	5	1	2,4	2,7	0,3	0,10	113,7					11					29,037
	10	2	3,02	3,32	0,3	0,10		401,48					39				118,938
	15	5	3,46	3,76	0,3	0,10			1103,85					106			782
CD	60	1	5,5	5,8	0,3	0,10				576,85					56		589,087

Tableau V.8 .Caractéristiques des aciers pour dalle des réservoirs

Planche pour dalle

Désignation	V(m^3)	NR	DI(m)	DE(m)	EP Cof(m)	S Cof(m^2)	Nombre à commander			S Pout(m^2)	S Pot(m^2)
							madriers	planches	perches		
Réservoirs	5	1	2,4	2,7	0,15	5,806	10	32	20		
	10	2	3,02	3,32	0,15	17,515	40	96	60		
	15	5	3,46	3,76	0,15	87,09	150	480	300		
CD	60	1	5,5	5,8	0,15	31,126	124	453	167	48,445	2,838

Tableau V.9: Matériaux de coffrage pour dalle des ouvrages de stockage

Béton pour dalle de couverture

Désignation	V (m^3)	NR	DE(m)	E(m)	Ve(m^3)	V_{couv}(m^3)
Réservoir	5	1	2,7	0,3	0,171	1,811
	10	2	3,32	0,3	0,878	3 ,461
	15	5	3,76	0,3	0,565	27,165
CD	60	1	5,8	0,3	0,929	6,200

Tableau V.10. Béton pour dalle de couverture des ouvrages de stockage

Avec

V : Volume

NR : Nombre de réservoirs

D : Diamètre

DI : Diamètre Intérieur

DE : Diamètre extérieur

SI : Surface Intérieure

SE : Surface Extérieure

HI : Hauteur Intérieure

FAB : Fer à béton

Np : Nombre de planches

Vp : Volume parois

Esp : Espacement

Ve : Volume enduit

NL : Nombre de longueur

Bp : Bêton de propreté

E : Epaisseur

VTP : Volume total de Planches

C. Bordereau de fourniture des matériaux

Chambre de vanne de sectionnement

Désignation	unité	quantité
Travaux préparatoire		
Décapage	m^3	3,10
Fouille	m^3	3,01
Maçonnerie en briques		
Briques	unité	1997
Sables	m^3	1,00
Ciment	Sacs	5
Béton de propreté		
Gravier	m^3	0,2
Sable	m3	0,1
Ciment	Sacs	3
Dallette pour couvercle		
Gravier	m^3	0,8
Sable	m^3	0,4
Armature		
Θ8	Pce	9
Fil à ligaturer	Kg	4,5
Planches	Pce	8
Clous	kg	2
Béton de forme		
Gravier	m^3	0,35
Sable	m^3	0,17
Ciment	Sacs	2

Tableau V.11. Métré de chambre de vanne et de sectionnement

Chambre de purges

désignation	unité	Quantité
Travaux préparatoire		
Décapage	m^3	1 ,5
Fouille	m^3	3
Maçonnerie en briques		
Briques	unité	2500
Sables	m^3	2
Ciment	Sacs	9
Béton de propreté		
Gravier	m^3	0,5
Sable	m^3	0,2
Ciment	Sacs	2
Dallette pour couvercle		
Gravier	m^3	1,2
Sable	m^3	0,6
Ciment	Sacs	5
Armature		
Θ8	Pce	9
Fil à ligaturer	Kg	1,5
Planches	Pce	9
Clous	kg	2,5
Béton de forme		
Gravier	m^3	1,4
Sable	m^3	0,7
Ciment	Sacs	5

Tableau V.12. Métré pour chambre de purge

Chambre de ventouses

Désignation	unité	quantité
Travaux préparatoire		
Décapage	m^3	2,24
Fouille	m^3	3,22
Maçonnerie en briques		
Briques	unité	2000
Sables	m^3	1
Ciment	Sacs	4
Béton de propreté		
Gravier	m^3	0,6
Sable	m^3	0,3
Ciment	Sacs	1
Dallette pour couvercle		
Gravier	m^3	0,5
Sable	m^3	0,25
Ciment	m^3	3
Armature		
Θ8	Pce	4
Fil à ligaturer	Kg	1
Planches	Pce	8
Clous	kg	1
Béton de forme		
Gravier	m^3	0,4
Sable	m^3	0,2
Ciment	Sacs	3

Tableau V.13. Métré pour chambre de ventouse

Brise charge

Désignation	unité	quantité
Travaux préparatoire		
Décapage	m3	1 ,5
Fouille	m3	3
Maçonnerie en briques		
Briques	unité	2500
Sables	m3	2
Ciment	Sacs	9
Béton de propreté		
Gravier	m3	0,5
Sable	m3	0,2
Ciment	Sacs	2
Dallette pour couvercle		
Gravier	m3	1,2
Sable	m3	0,6
Ciment	Sacs	5
Armature9		
Θ8	Pce	9
Fil à ligaturer	Kg	1,5
Planches	Pce	9
Clous	kg	2,5
Béton de forme		
Gravier	m3	1,4
Sable	m3	0,7
Ciment	Sacs	5

Tableau V.14. Métré pour chambre d'équilibre

Captage

Désignation	unité	quantité
Ciment	Sacs	70
Sable	m^3	68
Gravier	m^3	40
Moellon	m^3	18
Briques cuite 5*9*19	unité	650
Feuille plastique	m^2	130
Argile	m^3	12
Fil Barbelé	rouleau	2
Poteau métallique 60*40*1,5	pce	100
Réalisation de la clôture	ml	202
Canal de protection de captage	ml	500
Débroussaillage	m^2	1000
Plantation du gazon	m^2	1000
Tuyaux PVC Ø50PN16	pce	4
Bouchon	pce	1
Sous totale I		

Tableau V.15. Métré pour chambre de captage

Construction de la chambre de départ de 60 m^3

Ciment	Sacs	375
Sable	m3	25
Gravier	m3	51
Moellon	m3	68
Brique cuite5*9*19	unité	1377
Trapillon aéré 50*50cm avec boulon n°19	Pce	1
Fil ligaturé	Kg	18
Planches	Pce	453
Madrier	Pce	124
Perche	Pce	97
Sikalite	Kg	54
		2
Echelle en acier FABØ20 encré dans la maçonnerie	pce	134
FAB Θ10	Pce	12
FAB Θ8	Pce	3
Tuyaux galvanisés	Pce	2
Coude galvanisé	Pce	2
Brides taraudés	Pce	6
Passe cloison fileté	Pce	4
Crépine inoxydable	Pce	1
Clous de 8 cm	Kg	27
Sous totale II		

Tableau V.16. Métré pour chambre de départ

Construction d'un réservoir de 5m^3 et leur chambre d'arrêt

Ciment	Sacs	50
Sable	m^3	9
Gravier	m^3	7
Moellon	m^3	23
Brique cuite 5*9*19	unité	2000
FABØ6	P_{ces}	33
FABØ8	P_{ces}	6
Clous de 8 cm	kg	12
Planches	P_{ces}	453
Madriers	P_{ces}	10
Perches	P_{ces}	20
Echelle métallique de 2,4m	P_{ces}	2
Fil à ligaturé	P_{ces}	7
Sikalite	Kg	16
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	3
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	4
Bouchon femelle galvanisé 1''	P_{ces}	1
Brides taraudés DN25	P_{ces}	1
Robinet d'arrêt sous bouche à clé DN25 1''	P_{ces}	1
Limiteur de débit 1''	P_{ces}	1
Passe cloison fileté	P_{ces}	4
Crépine inoxydable fileté	P_{ces}	1
Collier de fixation galvanisé	P_{ces}	2
Trapillon aéré 50*50 avec boulon n°19	P_{ces}	1
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	1
Sous totale		

Tableau V.17. Métré pour réservoirs de 5m3 et chambres d'arrêt

Construction de 2 réservoirs de 10 m^3 et leurs chambres d'arrêt

Ciment	Sacs	130
Sable	m^3	30
Gravier	m^3	30
Moellon	m^3	60
Brique cuite 5*9*19	unité	6000
Trapillon aéré 50*50 avec boulon n°19	P_{ces}	2
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	2
FABØ6	P_{ces}	50
FABØ8	P_{ces}	40
Clous de 8 cm	kg	36
Planches	P_{ces}	96
Madriers	P_{ces}	40
Perches	P_{ces}	60
Echelle métallique de 2,4m	P_{ces}	4
Fil à ligaturé	Pces	11
Sikalite	kg	32
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	6
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	8
Bouchon femelle galvanisé 1''	P_{ces}	2
Brides taraudés DN25	P_{ces}	2
Vanne à flotteur fileté	P_{ces}	2
Robinet d'arrêt sous bouche à clé DN25 1''	P_{ces}	2
Limiteur de débit 1''	P_{ces}	2
Passe cloison fileté	P_{ces}	2
Crépine inoxydable fileté	P_{ces}	2
Collier de fixation galvanisé	P_{ces}	4
Sous totale III		

Tableau V.18. Métré pour 2 réservoirs de 10m3 et leurs chambres d'arrêt

Construction de 5 réservoirs de 15 m^3 et leurs chambres d'arrêt

Ciment	Sacs	500
Sable	m_3	67
Gravier	m_3	67
Moellon	m_3	64
Brique cuite 5*9*19	Unité	9000
Trapillon aéré 50*50 avec boulon n°19	P_{ces}	5
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	5
FABØ6	P_{ces}	139
FABØ10	P_{ces}	106
Clous de 8 cm	Kg	34
Planches	P_{ces}	480
Madriers	P_{ces}	150
Perches	P_{ces}	300
Echelle métallique de 2,4m	P_{ces}	10
Fil à ligaturé	Kg	25
Sikalite	Kg	80
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	15
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	20
Bouchon femelle galvanisé 1''	P_{ces}	5
Brides taraudés DN25	P_{ces}	5
Vanne à flotteur fileté	P_{ces}	5
Robinet d'arrêt sous bouche à clé DN25 1''	P_{ces}	5
Limiteur de débit 1''	P_{ces}	5
Passe cloison fileté	P_{ces}	20
Crépine inoxydable fileté	P_{ces}	5
Collier de fixation galvanisé	P_{ces}	10
Sous totale IV		

Tableau V.19. Métré de 5 réservoirs de 15m3 et de leurs chambres d'arrêt

Construction de 14 bornes fontaines

Ciment	Sacs	152
Sable	m^3	28
Gravier	m^3	17
Moellon	m^3	18
Brique cuite 5*9*19	unité	8300
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	14
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	14
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	14
Réducteur galvanisé 1''*3/4''	P_{ces}	28
Brides taraudés DN25	P_{ces}	14
Contre bride DIN25	P_{ces}	14
Robinet vanne sou- bouche à clé DIN25	pces	14
Robinet de puisage	Pces	28
Sous Total v		

Tableau V.20. Métré de 15 bornes fontaine

Travaux de canalisation

PVC Θ50PN16	P_{ces}	656
PVC Θ40PN16	P_{ces}	65
PVC Θ32PN16	P_{ces}	1122
PVC Θ20PN10	P_{ces}	1225
V déblais	m^3	13436,262
V remblais	m^3	9586,879
V remblais autours des tuyaux de 10 cm	m^3	1287,641
Décapage	m^3	63,957
Fouille réservoir	m^3	100,829
Remblais de tout venant autour des tuyaux	m^3	2879,109
Pose des tuyaux	ml	15995,55
Installation du chantier	ff	ff
Sous totale		

Tableau V.21. Métré pour travaux de canalisation

Construction de 4 chambres de purge, 4 ventouses, 1 vannede sectionnement et 1 brise charge

Ciment	sacs	300
Sable	m^3	25,5
Gravier	m^3	26,5
Moellon	m^3	50,77
Brique cuite 5*9*19	unité	37500
FABØ8	P_{ces}	135
Planches	P_{ces}	135
Madriers	P_{ces}	67
Perches	P_{ces}	70
Fil à ligaturé	Kg	22,5
Clous de 8 cm	kg	15
Décapage	m3	24,5
Fouille	m3	67,5
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	15
Sous totale		

Tableau V.22. Métré de 4 CP, 4CV, VS, CE

V.3.3. Planning des travaux

- L'objectif du planning est de donner un maximum possible d'informations sur les données de réalisation. Il faut donc que chaque activité soit déterminée et détaillée calendrier des tâches ;

connaître les relations existantes entre différentes activités pour prévoir le flux du personnel, des matériaux et du matériel à certains moments de la réalisation suivant sa phase d'exécution.

Le planning consiste à :

- déterminer les étapes du déroulement des travaux, c'est-à-dire d'établir le cale
- du projet ;
- savoir à quel moment on a besoin de tels matériaux pour éviter un stockage hâtif et des risques de détérioration qui en découlent ;
- identifier les besoins et prendre conscience des unités et moyens dont on dispose.

Une planification bien faite permettra donc d'épargner du temps et d'enveloppe financière.

Pour notre projet, nous choisissons le planning classique à barres appelés aussi graphique de GANTT. Cette méthode est choisie pour sa simplicité tant au niveau de la présentation qu'au niveau de sa lecture.

Graphique à deux entrées, il porte en son ordonnée les différentes phases en ordre technique d'exécution, et en abscisses les dates prévues pour leur déroulement. Alors, les barres horizontales de longueurs variables selon la durée de faisabilité sont placées en face de ces activités.

Désignations	unités	quantités	T.E.M	Temps en h	Temps en semaine	Ouvriers proposés	Semaines par ouvrier
Installation du chantier		ff					
Décapage	m^2	146,958	2,5	367,395	7,6	8	1
Fouille des canalisations et ouvrage d'art	m^3	13536,26	3	40608,786	846,4	73	11
Lit de sable pour en robage	m^3	1287,641	2,5	3219,1025	80,47	18	6
Pose des conduites	ml	15995,55	0,5	7997,775	199,95	28	8
Remblayage et étalage	m^3	9586,879	5,5	52727,835`	1318,19	186	10
Maçonnerie en briques cuites	m^2	48,78	20	975,6	24,39	12	6
Maçonnerie moellon	m^3	159,412	15	2391,18	159,779	38	6
Coffrage	m^2	436,46	1,4	611,044	15,277	5	4
Ferraillage	kg	2259,852	0,3	677,9556	16,948	6	7
Bétonnage et de coffrage	m^3	172,252	18	3547,8	80,6	14	6

Tableau V.23. Planning des travaux

V.3.4. Graphique de GANTT

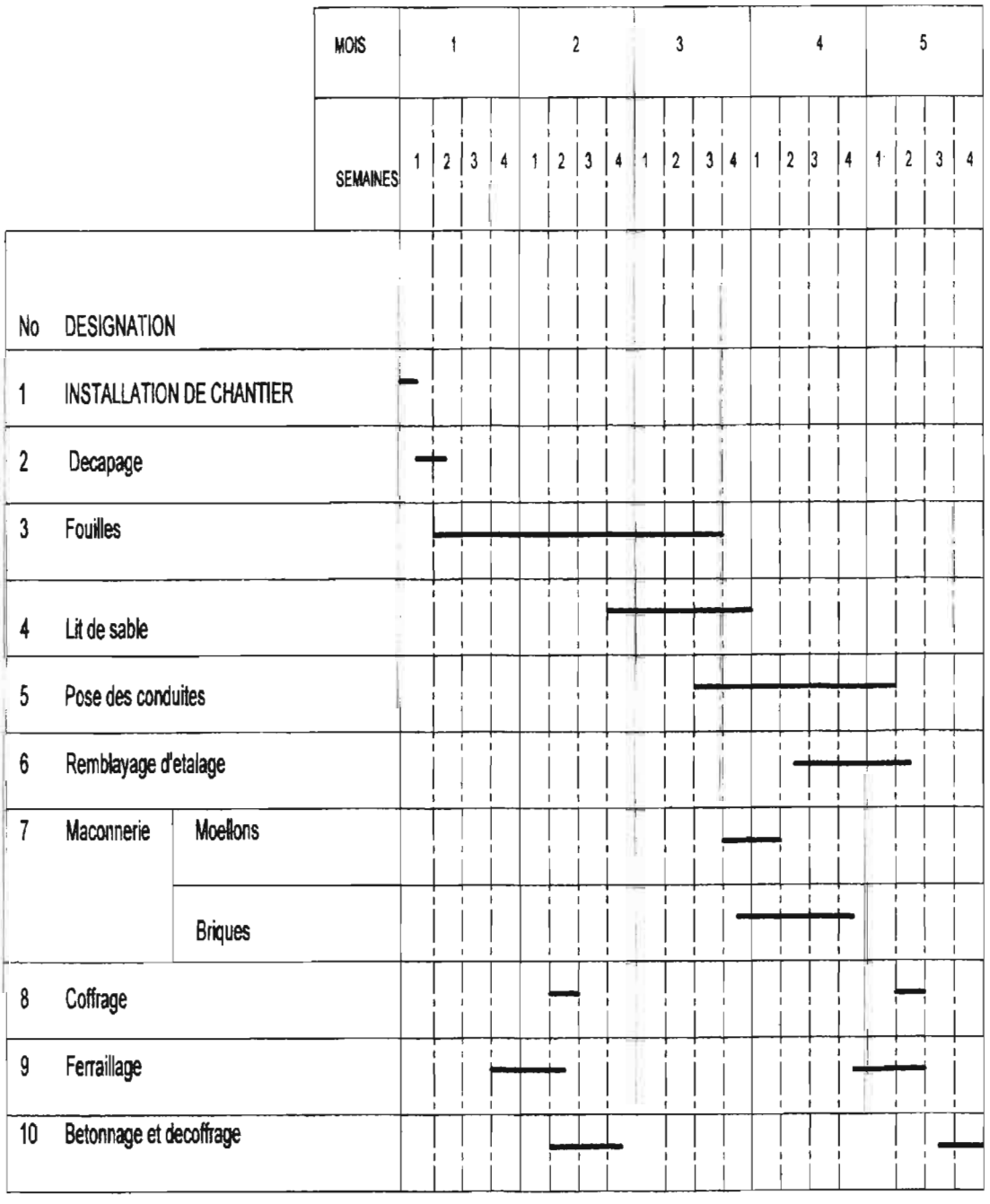


Tableau V.24. *Graphique du planning proposé (graphique de GANTT)*

D. Bordereau des fournitures

Captage

Désignation	unité	quantité	Prix unitaire (Fbu)	Prix Total (Fbu)
Ciment	Sacs	70	25000	1750000
Sable	m^3	68	11000	748000
Gravier	m^3	40	18000	720000
Moellon	m^3	18	26000	468000
Briques cuite 5*9*19	unité	650	31	20150
Feuille plastique	m^2	130	12000	1560000
Argile	m^3	12	35000	420000
Fil Barbelé	rouleau	2	45000	90000
Poteau métallique 60*40*1,5	p_{ce}	100	19500	1950000
Réalisation de la clôture	ml	202	1000	202000
Canal de protection de captage	ml	500	1000	500000
Débroussaillage	m^2	1000	700	700000
Plantation du gazon	m^2	1000	500	500000
Tuyaux PVC Ø50PN16	p_{ce}	4	19000	76000
Bouchon	p_{ce}	1	2500	2500
Sous totale I				9279650

Tableau V. 24. Devis estimatif de chambre de captage

Construction de chambre de départ de 60 m^3

Ciment	Sacs	375	25000	9375000
Sable	m^3	25	11000	275000
Gravier	m^3	51	18000	918000
Moellon	m^3	68	26000	1768000
Brique cuite5*9*19	unité	1377	31	42501
Trapillon aéré 50*50cm avec boulon n°19	P_{ce}	1	75000	75000
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	1	35000	35000
Fil ligaturé	Kg	18	3500	63000
Planches	P_{ce}	300	2500	750000
Madrier	P_{ce}	124	3500	434000
Perche	P_{ce}	97	1500	145500
Sikalite	Kg	54	17000	918000
		2	945000	189000
Echelle en acier FABΘ20 encré dans la maçonnerie	p_{ce}	134	14500	1943000
FABΘ10	P_{ce}	12	10500	168000
FABΘ8	P_{ce}	3	24000	72000
Tuyaux galvanisés	P_{ce}	2	2000	4000
Coude galvanisé	P_{ce}	2	2000	4000
Bouchon galvanisé	P_{ce}	2	2000	4000
Brides taraudés	P_{ce}	6	2000	12000
Passe cloison fileté	P_{ce}	4	2000	8000
Crépine inoxydable	P_{ce}	1	2000	2000
Clous de 8 cm	Kg	27	3650	98550
Sous totale II				16473351

Tableau V.25. Devis estimatif de chambre de départ

Construction d'un réservoir de 5m^3 et chambre d'arrêt

Ciment	Sacs	50	25000	1250000
Sable	m^3	9	11000	99000
Gravier	m^3	7	18000	126000
Moellon	m^3	23	26000	598000
Brique cuite 5*9*19 cm	Unité	2000	31	62000
FABΘ6	P_{ces}	33	9500	313500
FABΘ8	P_{ces}	6	10500	63000
Clous de 8 cm	Kg	12	3650	43800
Planches	P_{ces}	453	2500	1132500
Madriers	P_{ces}	10	3500	35000
Perches	P_{ces}	20	1500	3000
Echelle métallique de 2,4m	P_{ces}	2	94500	189000
Fil à ligaturé	P_{ces}	7	3500	245000
Sikalite	Kg	16	17000	272000
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	3	24000	72000
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	4	8000	8000
Bouchon femelle galvanisé 1''	P_{ces}	1	2000	2000
Brides taraudés DN25	P_{ces}	1	2000	2000
Robinet d'arrêt sous bouche à clé DN25 1''	P_{ces}	1	2000	2000
Limiteur de débit 1''	P_{ces}	1	2000	2000
Passe cloison fileté	P_{ces}	4	2000	8000
Crépine inoxydable fileté	P_{ces}	1	2000	2000
Collier de fixation galvanisé	P_{ces}	2	2000	4000
Trapillon aéré 50*50 avec boulon n°19	P_{ces}	1	75000	75000
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	1	35000	35000
Sous totale				4440330

Tableau V.26. Devis estimatif d'un réservoir de 5m3

Construction de 2 réservoirs de 10 m^3 et leurs chambres de départ

Ciment	Sacs	130	25000	3250000
Sable	m^3	30	11000	330000
Gravier	m^3	30	18000	540000
Moellon	m^3	60	26000	1560000
Brique cuite 5*9*19cm	unité	6000	31	186000
Trapillon aéré 50*50 avec boulon n°19	P_{ces}	2	75000	15000
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	2	35000	70000
FABΘ6	P_{ces}	50	8500	425000
FABΘ8	P_{ces}	40	10500	420000
Clous de 8 cm	kg	36	3650	131400
Planches	P_{ces}	96	2500	240000
Madriers	P_{ces}	40	3500	140000
Perches	P_{ces}	60	1500	90000
Echelle métallique de 2,4m	P_{ces}	4	94500	378000
Fil à ligaturé	P_{ces}	11	3500	40150
Sikalite	Kg	32	17000	544000
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	6	24000	144000
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	8	2000	16000
Bouchon femelle galvanisé 1''	P_{ces}	2	2000	4000
Brides taraudés DN25	P_{ces}	2	2000	4000
Vanne à flotteur fileté	P_{ces}	2	2000	4000
Robinet d'arrêt sous bouche à clé DN25 1''	P_{ces}	2	2000	4000
Limiteur de débit 1''	P_{ces}	2	2000	4000
Passe cloison fileté	P_{ces}	2	2000	4000
Crépine inoxydable fileté	P_{ces}	2	2000	4000
Collier de fixation galvanisé	P_{ces}	4	2000	8000
Sous totale				8922550

Tableau V.27. Devis estimatif d'un réservoir de 10m3

Construction de 5 réservoirs de 15m^3 et leurs chambres d'arrêt

Ciment	Sacs	500	25000	12500000
Sable	m^3	67	11000	737000
Gravier	m^3	67	18000	1206000
Moellon	m^3	64	26000	2184000
Brique cuite 5*9*19	unité	9000	31	279000
Trapillon aéré 50*50 avec boulon n°19	P_{ces}	5	75000	375000
Echelle métallique de 2,4m	P_{ces}	10	94500	945000
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	5	35000	175000
FABΘ6	P_{ces}	139	8500	11815000
FABΘ8	P_{ces}	30	10500	315000
FABΘ10	P_{ces}	106	14500	1537000
Clous de 8 cm	kg	34	3650	124100
Planches	P_{ces}	480	2500	1200000
Madriers	P_{ces}	150	3500	525000
Perches	P_{ces}	300	1500	540000
Fil à ligaturé	Kg	25	3500	365500
Sikalite	Kg	80	17000	40000
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	15	24000	10000
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	20	2000	10000
Bouchon femelle galvanisé 1''	P_{ces}	5	2000	10000
Brides taraudés DN25	P_{ces}	5	2000	10000
Vanne à flotteur fileté	P_{ces}	5	2000	10000
Robinet d'arrêt sous bouche à clé DN25 1''	P_{ces}	5	2000	10000
Limiteur de débit 1''	P_{ces}	5	2000	10000
Passe cloison fileté	P_{ces}	20	2000	40000
Crépine inoxydable fileté	P_{ces}	5	2000	10000
Collier de fixation galvanisé	P_{ces}	10	2000	20000
Sous totale				24261100

Tableau V.28. Devis estimatif de 5 réservoirs de 15m3

Construction de 14 bornes fontaines

Ciment	Sacs	152	25000	3125000
Sable	m^3	28	11000	308000
Gravier	m^3	17	18000	306000
Moellon	m^3	18	6000	468000
Brique cuite 5*9*19cm	unité	8300	31000	257300
Trapillon aéré 30*30 avec boulon n°19	P_{ces}	14	35000	490000
Tuyaux galvaniser 1''	P_{ces}	14	245000	343000
Coude 90° galvanisé 1''	P_{ces}	14	2000	228000
Réducteur galvanisé 1''*3/4''	P_{ces}	28	4000	112000
Brides taraudés DN25	P_{ces}	14	2000	28000
Contre bride DIN25	P_{ces}	14	4000	28000
Robinet vanne sou bouche à clé DIN25	P_{ces}	14	7500	105000
Robinet de puisage ¾''	P_{ces}	28	7500	210000
Sous total VI				5780300

Tableau V.29. Devis estimatif de 14 bornes fontaines

Construction de 4 chambres de purges, 4 ventouses, 1 vanne de Sectionnement et brise charge

Ciment	sacs	300	25000	7500000
Sable	m^3	25,5	11000	286000
Gravier	m^3	26,5	18000	846000
Moellon	m^3	50,77	6000	520000
Brique cuite 5*9*19cm	unité	37500	31000	1162000
FABΘ8	P_{ces}	135	10500	1417500
Planches	P_{ces}	135	2500	337500
Madriers	P_{ces}	67	3500	245000
Perches	P_{ces}	70	1500	100000
Fil à ligaturé	Kg	22,5	3500	67500
Clous de 8 cm	kg	15	3650	54750
Décapage	m^3	24,5	2000	47000
Fouille	m^3	67,5	3000	202500
Trapillon aéré 30*30cm avec boulon n°19	P_{ces}	15	35000	525000
Sous totale				13221300

Tableau V.30. Devis estimatif de 4 chambres de purges, 4 ventouses, 1 vanne de sectionnement et 1 brise charge

Travaux de canalisation

Installation du chantier	ff	ff	_	2500000
Pose des tuyaux	ml	15995,55	3000	4798655
Décapage	m^3	63,957	1500	95936
Fouille réservoir	m^3	100,829	3000	302487
Remblais de tout venants autour des tuyaux	m^3	2879,109	4000	11516796
V déblais	m^3	13436,262	3000	40308786
V remblais	m^3	9586,879	2500	23967197
V remblais autours des tuyaux de 10 cm	m^3	1287,641	14000	18026977
PVCΘ50PN16	P_{ces}	656	19000	12464000
PVCΘ40PN16	P_{ces}	65	18000	1170000
PVCΘ32PN16	P_{ces}	1122	17000	19074000
PVCΘ20PN10	P_{ces}	1225	16000	19600000
Sous totale				158824841

Tableau V.31. Devis estimatif de travaux de canalisation

Coût total

Sous totale I				9279650
Sous totale II				16473351
Sous totale III				4440330
Sous totale IV				8922550
Sous totale V				24261100
Sous totale VI				5780300
Sous totale VII				13221100
Sous totale V III				158824841
Total				241203222
Perte 15%				36180484
Total avec perte				277383706
Main d'œuvre 20%				55476742
Total du projet				332864448
Prix unitaire/km				20804028

Tableau V.32. Cout total du projet

Nous disons une somme totale de trois cent trente deux million huit cent soixante quatre mille quatre cent quarante huit francs burundais.

VI.CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATION

VI.1. Conclusion générale

L'objet de notre projet d'étude est d'alimenter en eau potable en quantité suffisante la zone de projet qui situe en commune Bururi au sud ouest du Burundi, elle s'étend précisément sur les secteurs GIKOKOMA, SHEMBE, MUBUGA et MPINGA.

Le projet d'alimentation en eau potable que nous comptons réaliser est un projet très pertinent qui permettra de fournir une moyenne d'environ 14,12l/jet par individu à une population de 4533 habitats. La longueur totale des réseaux est égale à 8 km 279 m.
Le réseau comprend en outre :

- 1 réservoir de 5 m^3 ; 2 réservoirs de 10m^3 ; 5 réservoirs de 15m^3 ;
- 1 C.V.S ; 4 C.V ; 4 C.P ; 1 Brise charge ; 14 Bornes fontaines.

Notre réseau sera constitué par des conduites en PVC pour des pressions nominales inferieures ou égales à 16 bars (PN≤16 bars) et par des conduites en acier galvanisé pour une pression supérieure à cette dernière. Le réseau de distribution sera de type ramifié.

Nous ne prétendons pas avoir étudié le sujet en totalité. Ainsi, nous invitons quiconque serait intéressé par notre projet à compléter sur les volets que nous n'avons pas abordés. Nous pensons notamment à l'étude géotechnique pour l'assise des réservoirs d'équilibre.

VI.2. Recommandations

- Redynamiser les structures de gestion des infrastructures d'eau RCE) ;
- Sensibiliser la population à la bonne utilisation, à la prise en charge de l'entretien et de la gestion des installations d'eau ;
- Reboiser systématiquement tous les bassins versants et plateaux dénudés pour juguler la déperdition du potentiel hydraulique de la zone du projet ;
- Former les techniciens en alimentation en eau en nombre suffisantes ;
- Mobiliser les financements pour la mise en œuvre du programme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I. OUVRAGES GENERAUX

1. A. DUPONT, Hydraulique urbaine (Tome I et II) : Edition Eyrolles-Paris (1979-1981)

2. J. BONNIN, Aide-mémoire d'Hydraulique urbaine : Edition Eyrolles – Paris, 1982

3. SKATT : Manuel Technique pour l'approvisionnement en eau des zones rurales, ST. Gall.1985

4. ROLAND ; VILAGINES : Eau, Environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie, 2ème édition

II. PROJET DE FIN D'ETUDES

1. BIGIRIMANA Benoît : ETUDE à la contribution d'adduction d'eau potable à BUHINYUZA, Province KARUSI, ITS, Université du Burundi, Bujumbura 2006.

2. MINANI Venant : Etude d'Alimentation en eau potable, Réseau de RUBARASI, Bujumbura 2006

3. NDEREYIMANA Libère et NGABIRANBO Jean Marie Vianney, Projet d'alimentation en eau potable du site BUJONDI en Commune KAYOGORO de la province MAKAMBA, Bujumbura, Août 2008

4. MANIRAKIZA Oliver et NDAYISHEMEZA Jérémie : Amélioration du fonctionnement des réseaux d'alimentation en eau potable d'ISALE : « Cas du réseau MUBERURE, Bujumbura, Octobre 2008

5. BIHAYI Evrard et NYAMBERE Evariste : Etude d'Alimentation en eau potable du centre MAYANGE en Commune KAYOGORO, Province MAKAMBA, Université du Burundi, ITS-GC, 2009

ANNEXES

TABLEAU DES DIAMETRES INTERIEURS

69 53,6

			PVC			ACIER	FONTE
			DIAMETRE INTERIEURS				
FONTE		PVC	PN6	PN10	PN16	PN25	PN32
DN20		DE25			21	21,7	
DN25		DE32			26,8	28,2	
DN32		DE40		36	33,6	38	
DN40		DE50		44,8	42	42,3	
DN50							
DN60	DN50	DE63	58,4	56,6	53	54,1	60,000
	DN65	DE75	69,8	67,4	63,2	69,1	65,000
DN80	DN80	DE90	83,6	80,9	75,8	81,8	80,000
DN100	DN100	DE110	102,8	98,8	92,4	106	100,000
DN150	DN150	DE160	149,2	144	137	156	150,000
DN200	DN200	DE200	187	180	170		200,000
		DE140	131,8	126,6	119,2		
	DN125						125,000

LES CRITERES DE RECHERCHES DES TYPES DE TUYAUX

PVC		ACIER	FONTE
CRITERES DE RECHERCHE,			
PN10	PN16	PN25	PN32
2	3	4	5
7	8	9	10
12	13	14	15
17	18	19	20
22	23	24	25
32	33	34	35
37	38	39	40
42	43	44	45
47	48	49	50
52	53	54	55
57	58	59	60
	63	64	65

z/h / $h^2 f_{cd}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,4	+ 0,149	+ 0,134	+ 0,120	+ 0,101	+ 0,082	+ 0,066	+ 0,049	+ 0,029	+ 0,014	+ 0,004
0,8	+ 0,263	+ 0,239	+ 0,215	+ 0,190	+ 0,160	+ 0,130	+ 0,096	+ 0,063	+ 0,034	+ 0,010
1,2	+ 0,283	+ 0,271	+ 0,254	+ 0,234	+ 0,209	+ 0,180	+ 0,142	+ 0,099	+ 0,054	+ 0,016
1,6	+ 0,265	+ 0,268	+ 0,268	+ 0,266	+ 0,250	+ 0,226	+ 0,185	+ 0,134	+ 0,075	+ 0,023
2,0	+ 0,234	+ 0,251	+ 0,273	+ 0,285	+ 0,285	+ 0,274	+ 0,232	+ 0,172	+ 0,104	+ 0,031
3,0	+ 0,134	+ 0,203	+ 0,267	+ 0,322	+ 0,357	+ 0,362	+ 0,330	+ 0,262	+ 0,157	+ 0,052
4,0	+ 0,067	+ 0,164	+ 0,256	+ 0,339	+ 0,403	+ 0,429	+ 0,409	+ 0,334	+ 0,210	+ 0,073
5,0	+ 0,025	+ 0,137	+ 0,245	+ 0,346	+ 0,428	+ 0,477	+ 0,469	+ 0,398	+ 0,259	+ 0,092
6,0	+ 0,018	+ 0,119	+ 0,234	+ 0,344	+ 0,441	+ 0,504	+ 0,514	+ 0,447	+ 0,301	+ 0,112
8,0	− 0,011	+ 0,104	+ 0,218	+ 0,335	+ 0,443	+ 0,534	+ 0,575	+ 0,530	+ 0,138	+ 0,151
10,0	− 0,011	+ 0,098	+ 0,208	+ 0,323	+ 0,437	+ 0,542	+ 0,608	+ 0,589	+ 0,440	+ 0,179
12,0	− 0,005	+ 0,097	+ 0,202	+ 0,312	+ 0,429	+ 0,543	+ 0,628	+ 0,633	+ 0,494	+ 0,211
14,0	− 0,002	+ 0,098	+ 0,200	+ 0,306	+ 0,420	+ 0,539	+ 0,639	+ 0,666	+ 0,541	+ 0,241
16,0	0,000	+ 0,099	+ 0,199	+ 0,304	+ 0,412	+ 0,531	+ 0,641	+ 0,687	+ 0,582	+ 0,265

$h^2/l\varepsilon\delta$ \ z/h	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,4	+ 0,0005	+ 0,0014	+ 0,0021	+ 0,0007	− 0,0042	− 0,0150	− 0,0302	− 0,0529	− 0,0816	− 0,1205
0,8	+ 0,0011	+ 0,0037	+ 0,0063	+ 0,0080	+ 0,0070	+ 0,0023	− 0,0068	− 0,0224	− 0,0465	− 0,0795
1,2	+ 0,0012	+ 0,0042	+ 0,0077	+ 0,0103	+ 0,0112	+ 0,0090	+ 0,0022	− 0,0108	− 0,0311	− 0,0602
1,6	+ 0,0011	+ 0,0041	+ 0,0075	+ 0,0107	+ 0,0121	+ 0,0111	+ 0,0058	− 0,0051	− 0,0232	− 0,0505
2,0	+ 0,0010	+ 0,0035	+ 0,0068	+ 0,0099	+ 0,0120	+ 0,0115	+ 0,0075	− 0,0021	− 0,0185	− 0,0436
3,0	+ 0,0006	+ 0,0024	+ 0,0047	+ 0,0071	+ 0,0090	+ 0,0097	+ 0,0077	+ 0,0012	− 0,0119	− 0,0333
4,0	+ 0,0003	+ 0,0015	+ 0,0028	+ 0,0047	+ 0,0066	+ 0,0077	+ 0,0069	+ 0,0023	− 0,0080	− 0,0268
5,0	+ 0,0002	+ 0,0008	+ 0,0016	+ 0,0029	+ 0,0046	+ 0,0059	+ 0,0059	+ 0,0028	− 0,0058	− 0,0222
6,0	+ 0,0001	+ 0,0003	+ 0,0008	+ 0,0019	+ 0,0032	+ 0,0046	+ 0,0051	+ 0,0029	− 0,0041	− 0,0187
8,0	0,0000	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0008	+ 0,0016	+ 0,0028	+ 0,0038	+ 0,0029	− 0,0022	− 0,0146
10,0	0,0000	0,0000	+ 0,0001	+ 0,0004	+ 0,0007	+ 0,0019	+ 0,0029	+ 0,0028	− 0,0012	− 0,0122
12,0	0,0000	− 0,0001	+ 0,0001	+ 0,0002	+ 0,0003	+ 0,0013	+ 0,0023	+ 0,0026	− 0,0005	− 0,0104
14,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	+ 0,0001	+ 0,0008	+ 0,0019	+ 0,0023	0,0001	0,0090
16,0	0,0000	0,0000	0,0001	− 0,0002	− 0,0001	+ 0,0004	+ 0,0013	+ 0,0019	+ 0,0001	0,0079

1 Dimensions nominales des barres d'acier

diamètre nominal ϕ mm	périmètre U cm	section A_s cm²	poids au m G kg/m
6	1,89	0,283	0,222
8	2,51	0,503	0,395
10	3,14	0,785	0,617
12	3,77	1,13	0,888
14	4,40	1,54	1,21
16	5,03	2,01	1,58
18	5,65	2,54	2,00
20	6,28	3,14	2,47
22	6,91	3,80	2,98
25	7,85	4,91	3,85
28	8,80	6,16	4,83

2 Sections nominales pour un ensemble de 1 à 10 barres

diamètre ϕ_s [mm]	nombre de barres 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,3	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8
8	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
10	0,8	1,6	2,4	3,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,1	7,9
12	1,1	2,3	3,4	4,5	5,7	6,8	7,9	9,1	10,2	11,3
14	1,5	3,1	4,6	6,2	7,7	9,2	10,8	12,3	13,9	15,4
16	2,0	4,0	6,0	8,0	10,1	12,1	14,1	16,1	18,1	20,1
18	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,3	17,8	20,4	22,9	25,5
20	3,1	6,3	9,4	12,6	15,7	18,8	22,0	25,1	28,3	31,4
22	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0	22,8	26,6	30,4	34,2	38,0
25	4,9	9,8	14,7	19,6	24,6	29,5	34,4	39,3	44,2	49,1
28	6,2	12,3	18,5	24,6	30,8	36,9	43,1	49,3	55,4	61,6

3 Nombre maximal de barres par nappe dans la largeur b_0, pour un enrobage des cadres de 2 cm

largeur de nappe b_0 en cm	diamètre ϕ_s [mm] 10	12	14	16	18	20	22	25	28
10	2	2	1	1	1	1	1	1	1
15	3	3	3	3	3	2	2	2	2
20	5	5	(5)	4	4	4	3	3	3
25	7	6	6	(6)	5	5	(5)	4	(4)
30	(9)	8	7	7	(7)	6	(6)	5	4
35	10	(10)	9	8	8	(8)	7	6	5
40	12	11	10	10	9	9	8	7	6
45	(14)	(13)	12	11	(11)	10	9	8	7
50	15	14	13	(13)	12	11	10	9	8
60	(19)	17	16	15	(15)	14	12	11	10

diamètre considéré

4 Sections 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	nombre de barres par m
6,0	4,71	8,38	13,09	18,85	25,66	33,52	42,41	52,36	63,36	81,83	102,67	16,7
6,5	4,35	7,73	12,08	17,40	23,68	30,95	39,16	48,33	58,48	75,54	94,77	15,4
7,0	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,73	36,36	44,87	54,30	70,14	88,00	14,3
7,5	3,77	6,70	10,47	15,08	20,52	26,81	33,93	41,88	50,81	65,47	82,13	13,4
8,0	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,14	31,81	39,26	47,51	61,38	77,00	12,5
8,5	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,66	29,94	36,95	44,72	57,76	72,47	11,8
9,0	3,14	5,59	8,73	12,57	17,10	22,34	28,28	34,90	42,23	54,56	68,44	11,1
9,5	2,98	5,29	8,27	11,90	16,20	21,17	26,79	33,06	40,01	51,68	64,84	10,5
10,0	2,83	5,00	7,85	11,31	15,39	20,11	25,45	31,41	38,01	49,10	61,60	10,0
10,5	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	24,24	29,91	36,20	46,76	58,67	9,5
11,0	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	23,14	28,55	34,55	44,64	56,00	9,1
11,5	2,46	4,37	6,83	9,84	13,39	17,49	22,13	27,31	33,05	42,70	53,57	8,7
12,0	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	21,21	26,17	31,67	40,92	51,33	8,3
12,5	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,09	20,36	25,13	30,41	39,28	49,28	8,0
13,0	2,17	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	19,58	24,16	29,24	37,77	47,38	7,7
13,5	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,90	18,85	23,27	28,16	36,37	45,63	7,4
14,0	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	18,18	22,44	27,15	35,07	44,00	7,1
14,5	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	17,55	21,66	26,21	33,86	42,48	6,9
15,0	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,41	16,97	20,94	25,34	32,73	41,07	6,7
15,5	1,82	3,24	5,07	7,30	9,93	12,97	16,42	20,27	24,52	31,68	39,74	6,5
16,0	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	15,90	19,64	23,76	30,69	38,50	6,3
16,5	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	15,42	19,04	23,04	29,76	37,33	6,1
17,0	1,66	2,96	4,62	6,65	9,05	11,83	14,97	18,48	22,36	28,88	36,24	5,9
17,5	1,62	2,87	4,49	5,46	8,79	11,49	14,54	17,95	21,72	28,06	35,20	5,7
18,0	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	14,14	17,46	21,12	27,28	34,22	5,6
18,5	1,53	2,72	4,25	6,11	8,32	10,87	13,76	16,94	20,55	26,54	33,30	5,4
19,0	1,49	2,65	4,13	5,95	8,10	10,58	13,39	16,54	20,01	25,84	32,42	5,3
19,5	1,45	2,58	4,03	5,80	7,89	10,31	13,05	16,11	19,49	25,18	31,59	5,1
20,0	1,41	2,51	3,93	5,65	7,69	10,05	12,72	15,71	19,01	24,55	30,80	5,0

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