

UNIVERSITE DU BURUNDI



**INSTITUT TECHNIQUE SUPERIEUR
DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT ET URBANISME**

PROJET D'ADDUCTION D'EAU POTABLE « CAS DU RESEAU RUGOMERO-RUSARASI DANS LA COMMUNE DE BUSONI PROVINCE KIRUNDO »

Par

Rodrigue NZIRAGUHENGAMA

Sous la Direction de :
Ir. NDUWIMANA Donatien

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

BUJUMBURA SEPTEMBRE 2018

DEDICACE

A Dieu Tout Puissant

A ma femme

A mes enfants

A mon Directeur de mémoire

A mes regrettés parents

A mes sœurs

A mes cousins et cousines

A tous et à chacun ;

A tous mes connaissances

Je dédie ce travail

Rodrigue NZIRAGUHENGAMA

REMERCIEMENT

Le présent travail ne serait achevé sans le concours de nombreux efforts ou l'implication directe de certaines personnes auxquelles nous éprouvons un ardent désir d'exprimer toute notre reconnaissance. Nous remercions en premier lieu le Dieu Tout Puissant qui nous a gardé en bonne santé durant toute la période de notre travail jusqu' à présent.

En deuxième lieu, nos vifs remerciements s'adressent spécialement à l'Ingénieur Donatien NDUWIMA NA - Directeur de ce projet de fin d'études, qui malgré ses multiples occupations n'a cessé de nous accompagner dès le début jusqu' à la fin de ce travail. Ses sages conseils, ses pertinences remarques et sa rigueur scientifique nous ont été d'une importance capitale. Qu'il trouve ici, notre profonde gratitude.

Nos vifs remerciements vont également à l'endroit des enseignants depuis l'école primaire jusqu' à l'Université du Burundi plus particulièrement aux Professeurs de l'Institut des Techniques Supérieur au Département de l'Aménagement et Urbanisme pour la formation scientifique tant morale qu'intellectuelle qu'ils nous ont dispensés. Qu'ils trouvent ici le couronnement de leurs efforts.

Nos sincères remerciements sont encore adressés au personnel, de la Direction de L'Agence Burundaise de l'Hydraulique et l'Assainissement en Milieu Rural (AHAMR), de l'Institut des Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi(ISTEEBU), et aux autorités administratives de la Commune BUSONI pour avoir accordé et facilité l'accès à la documentation.

Enfin, nos vifs remerciements vont aussi à tous les étudiants de l'Université du Burundi en particulier ceux du campus Kiriri avec qui nous avons partagés peines et joies durant notre séjour à l'Université du Burundi, à tous ceux qui de près ou de loin nous ont témoigné amour et sympathie. Qu'ils trouvent ici nos très grandes satisfactions. Tous et à chacun nous disons merci !

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AEP	: Alimentation en Eau potable.
BF	: Borne Fontaine.
CC	: Chambre de Captage.
CD	: Chambre de départ.
CH	: Coefficient horaire.
CJ	: Consommation Journalière.
CP	: Chambre de Purge.
CV	: Chambre de Ventouse.
DE	: Diamètre Extérieur.
DI	: Diamètre Intérieur.
AHAMR	: Agence Burundaise de l'Hydraulique et de l'Assainissement en Milieu Rural.
BAEL	: Béton Armé aux Etats Limites.
E.P	: Ecole Primaire.
CDS	: Centre de Santé
AU	: Aménagement et Urbanisme
H _p	: Hauteur piézométrique.
Max	: Maximum.
MI	: Mètre Linéaire.
Moy	: Moyenne.
O.M.S	: Organisation Mondiale de la Santé.
PD	: Pression Dynamique.

PN	: Pression Nominale.
PVC	: polychlorure de vinyle.
Q_E	: Débit Entrant.
Q_H	: Débit Horaire
Q_S	: Débit Sortant.
R	: Réservoir.
OMD	: Objectif Millénaire de Développement
PPI	: Périmètre de Protection Immédiat
PPR	: Périmètre de Protection Rapproché
PPE	: Périmètre de Protection Eloigné

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1. Concentrations limites dans les eaux potables (Source OMS).....	3
Tableau I.2. Valeurs indicatives de la qualité des eaux d’après OMS	4
Tableau II.1 Effectif de la population 2018	8
Tableau II.2 Croissance de la population dans les communes de Kirundo	9
Tableau II.3 : Population à l’horizon de planification	10
Tableau II.4. Consommations spécifiques d’après l’OMS	11
Tableau II.5. Récapitulatif des besoins en eau	15
Tableau IV.1. Coefficients horaires.	31
Tableau IV.2. Formule de calcul des volumes d’eau	32
Tableau IV.3. Calcul de la capacité du réservoir de RUSARASI.....	32
Tableau IV.4. Calcul de la capacité du réservoir, Sous-Colline GIHUSHI	33
Tableau IV.5. Calcul de la capacité du réservoir, Sous-Colline MUNYINYA- RUHONGORE.....	34
Tableau IV.6. Calcul de la capacité du réservoir, Colline MUGOBE	35
Tableau IV.7. Calcul de la capacité du réservoir, Sous-Colline KIRAVUMBA	36
Tableau V.1 Dimensions des réservoirs.....	39
Tableau V.2 Tableau de calcul de la charge d’eau agissant sur le radier	51
Tableau V.3 : Tableau de calcul de la charge des parois agissant sur le radier..	52
Tableau V.4 : Tableau des charges agissant sur le radier	53
Tableau VI.1 Organigramme de calcul des conduites	72
Tableau VI.2 : Calculs des conduites.....	78
Tableau VII.1: diagramme de GANTT.....	98

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 Découpage Administratif de la Province de KIRUNDO	5
Figure I.2 Carte Collinaire de Busoni	6
Figure I.3 : Schéma illustrant la zone du projet (source AHMAR)	7
Figure II.1. Représentation graphique des besoins maximaux en eau en 2038..	16
Figure III.1. Source d’affleurement	17

Figure III.2. Source de déversement	18
Figure III.3. Source d'émergence	18
Figure III.4 : Coupe transversale	20
Figure III.5 : Coupe longitudinale.	20
Figure IV.1 Vue en plan d'une chambre de vanne et de sectionnement	25
Figure IV.2 : Vue en plan et coupe d'une ventouse.	26
Figure IV.3. Chambre de purge	27
Figure.IV.4. Chambre de vanne pour BF.....	28
Figure IV.5 : Vue en plan et coupe d'une borne fontaine.....	29
Figure.IV.6. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline RUSARASI.....	33
Figure.IV.7. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline GIHUSHI.....	34
Figure IV.8. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline Munyinya-Ruhongore (identique à celle de Inangoma).	35
Figure IV.9. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline MUGOBE.	36
Figure IV.10. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline KIRAVUMBA.....	37
Figure VI.1 : Schéma du théorème de Bernoulli.....	73

RESUME

L'accès à l'eau potable est l'un des défis majeurs du XXI^e siècle. Selon l'OMS, en 2017, environ 2,1 milliard de personnes dans le monde n'avaient pas accès à une eau saine. En conséquence, 4 millions de personnes, dont la majorité sont des enfants, mouraient chaque année des maladies liées à un manque d'eau potable. De plus, 80% des maladies des pays en développement étaient liées à l'eau. Le présent projet de fin d'études consiste à faire l'étude d'Alimentation en Eau Potable de RUGOMERO-RUSARASI pour résoudre le problème d'eau potable régnant dans cette commune qui possède peu d'infrastructure en AEP.

En effet, un apport d'eau en qualité et en quantité suffisante est donc essentiel pour la santé afin de faire face aux maladies liées à l'eau de mauvaise qualité (Diarrhées, dysenterie, choléra, typhoïde, Amibiase, etc.). Pour atteindre cet objectif, nous avons fait des enquêtes suivies des calculs. L'évaluation des besoins en eau potable de la population bénéficiaire (=1,54 l/s) nous a permis de certifier que le débit de la source Rugomero (= 3l/s) suffira pour alimenter les localités de notre projet jusqu'en 2038.

De plus les ouvrages de captage, de transport et de stockage sont nécessaires et après calcul nous avons trouvé : une chambre de captage (4x3m²), une chambre de départ (1,6x1,4 m²) , cinq chambres de vanne et de sectionnement (2,4x1,4 m²), quatre chambres de départ (2,4x1,4 m²) , dix chambres de vanne pour BF(1,1x1,1 m²) , dix BF, deux réservoirs de 5 m³, deux réservoirs de 10 m³, un réservoir de 15 m³, un réservoir 30 m³ et les tuyaux PVC Ø75 63 50 40 32 et Ø20 de Pression Nominale comprise entre 10-16 bar.

En fin, le coût total pour la réalisation de ce projet est estimé à **TROIS CENTS SOIXANTE-SIX MILLIONS CENT QUARANTE-QUATRE MILLE SEPT CENT SOIXANTE ET UN BIF (366.144.761 BIF TVAC)**

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENT	ii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	iii
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	v
RESUME	vii
TABLE DES MATIERES	viii
CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE	1
I.1.Généralités	1
I.2.Motivation du sujet	1
I.3.Présentation du projet.....	2
I.4.Qualité de l'eau potable	2
I.4.1. Critères impératifs.....	3
I.4.2. Critères souhaitables	4
I.5. Présentation de la zone du projet.....	5
I.5.1. Situation géographique.....	5
I.5.2. Zone du projet	7
CHAPITRE II. EVALUATION DES BESOINS EN EAU	8
II.1. Population à desservir	8
II.1.1. Population actuelle.....	8
II.1.2. Population projetée (horizon 20 ans).....	8
II.1.3 Détermination du taux de croissance.....	9
II.1.4 Population à l'horizon de planification	10
II.2. Consommations spécifiques.....	11
II.3. Quantité d'eau nécessaire en 2018	12
II.3.1. Besoins journaliers de consommation de la population actuelle	12
II.3.2. Besoins journaliers des équipements publics et sociaux	12
II.4. Quantité d'eau nécessaire en 2038	12

II.4.1. Besoins journaliers en eau pour la population	12
II.4.2. Besoins journaliers en eau pour le centre de Santé de Mukerwa	12
II.4.3. Production de pointe	13
II.4.4. Pertes d'eau et marge de sécurité	13
II.5. Récapitulatif des besoins en eau.....	15
CHAPITRE III. CAPTAGE D'UNE SOURCE	17
III.1. Généralités	17
III.1.1. Définition	17
III.1.2. La notion de source	17
III.1.3. Origines de l'eau de source.....	17
III.2. Types de sources	17
III.3. Détermination du débit de la source.....	19
III.4. Les ouvrages de captage	19
III.4.1. la chambre de captage.....	19
III.4.2. Chambre de départ.....	21
III.5. Protection du captage	21
CHAPITRE IV. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU	24
IV.1. La chambre de vanne et de sectionnement (chambre de répartition)	25
IV.2. La chambre de ventouse (purge d'air)	26
IV.3. La chambre de purge (vidange)	27
IV.4. La chambre de vannes pour les bornes fontaines	28
IV.5. Les bornes fontaines.....	29
IV.6. Le Réservoir.....	29
IV.6.1. Définition	29
IV.6.2. Types de réservoirs.....	29
IV.6.3. Emplacement des réservoirs	30
IV.6.4. Capacité du réservoir.....	30
IV.6.5. Equipements des réservoirs	37
CHAPITRE V. DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS	38
V .1 Généralité	38

V.1.1 Introduction	38
V.1.2. Hauteur.....	38
V.2. Dimensionnement du réservoir proprement dit	40
V.2.1 Dalle de couverture.....	40
V.2.2. Dimensionnement du radier	48
CHAPITRE VI. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION.....	68
VI.1. Généralités	68
VI.1.1 Les différents types de réseaux	68
VI.2 Dimensionnement des conduites	69
VI.2.1 Nature et caractéristiques des conduites	69
VI.2.2 Calculs hydrauliques proprement dits.....	69
VI.3. Tableau de calculs des conduites	74
VI.4 Schéma de fonctionnement du réseau.....	79
VI.5. Croquis des nœuds	80
CHAPITRE VII : DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DES TRAVAUX.....	84
VII.1. Généralités.....	84
VII.2. Devis quantitatif.....	84
VII.2.1 Captage.....	84
VII.2.2 Chambre de Départ	85
VII.2.3 Canalisations.....	86
VII.2.4 Cinq chambres de vanne et de sectionnement.....	87
VII.2.5 Quatre Chambre de Purge	88
VII.2.6 Dix chambres de vanne pour BF	89
VII.2.7 Dix bornes fontaines	90
VII.2.8 Réservoir de 10m ³	91
VII.2.9 Réservoir de 15m ³	92
VII.2.10 Réservoir de 30m ³	93
VII.2.11 Réservoir 5m ³	94

VII.3 Devis estimatif.....	95
VII.4 Diagramme de GANTT	98
CHAPITRE VIII. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS	99
VIII.1 Conclusion Générale.....	99
VIII.2. Recommandations	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	100
ANNEXES	101

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE

I.1.Généralités

L'accès à l'eau potable est l'un des défis majeurs du XXI^e siècle. Selon l'OMS, en 2017, environ 2,1 milliard de personnes dans le monde n'avaient pas accès à une eau saine ¹. En conséquence, 4 millions de personnes, dont la majorité sont des enfants mouraient chaque année de maladies liées à un manque d'eau potable. De plus, 80% des maladies des pays en développement étaient liées à l'eau ².

L'eau n'est pas seulement importante du point de vue de la santé publique, elle conditionne le niveau de vie en général : la production agricole (70 à 80 % de la totalité de l'eau utilisée par l'homme est destinée à l'agriculture), l'élevage, l'industrie, le commerce et la vie quotidienne dépendent de l'accès à l'eau.

Les pénuries d'eau peuvent provoquer des tensions susceptibles d'évoluer en conflits entre individus, entre communautés ou entre pays. En même temps, la demande en eau ne cesse de croître sous la poussée de la croissance démographique, de l'industrialisation, de l'exode rural et de l'urbanisation.

Un apport d'eau de bonne qualité et en quantité suffisante est donc essentiel pour la santé pour faire face aux maladies liées à l'eau de mauvaise qualité (Diarrhées, dysenterie, choléra, typhoïde, Amibiase, etc.).

I.2.Motivation du sujet

La majorité de la population de la Province de Kirundo en général et en particulier celle de la commune de Busoni habite le milieu rural où les infrastructures d'eau potable sont soit, éloignées des zones d'habitation ou soit quasi inexistantes. Le recours à l'eau des ruisseaux ou des rivières est fréquent ce qui constitue une source de plusieurs cas des maladies liées à l'utilisation de l'eau non potable. Ceci est le cas pour la zone de RUSARASI de la commune Busoni ainsi que ses collines et ses sous collines environnantes.

Un manque de source d'eau potable s'observe au niveau du centre de Rusarasi et le long des voies qui mènent vers cette localité où des habitants ont construit des bâtiments qui servent d'habitation ou dès fois de commerce.

¹ Rapport de l'OMS sur l'eau et l'assainissement pour l'année 2017

² Idem

Le présent projet d'adduction d'eau potable est motivé par les raisons suivantes :

- Fournir une source d'eau potable à la population du centre de Rusarasi, son milieu environnant ainsi que les villages établis le long du tronçon compris entre le point de captage et le dit centre ;
- Améliorer les conditions d'hygiène et de santé pour la population bénéficiaire ;
- Réduire le calvaire quotidien des habitants obligés de parcourir des dizaines de kilomètres pour puiser l'eau propre ;
- Participer dans la réalisation des Objectifs millénaire de Développement(OMD) en matière de la santé et hygiène.

I.3.Présentation du projet

Le présent projet consiste à alimenter en eau potable la colline de Rusarasi ainsi que les collines Gihushi, Munyinya Ruhongore, Inangoma et Mugobe situées entre la source de captage de Rugomero et la colline Rusarasi.

La source choisie pour la réalisation du projet est située à Rugomero sur l'altitude de 1504,46m et il est, de par sa position, le point le plus élevé par rapport aux zones d'alimentation. Ainsi l'écoulement sera gravitaire ce qui constitue un avantage par rapport aux coûts lors du refoulement qui sont réduits à zéro. Cela hypothéquerait dans le cas contraire la pérennité du projet suite aux dépenses liées au financement du fonctionnement et de l'entretien du système de pompage.

Le réseau part de la Source RUGOMERO et rejoint le centre de Rusarasi après avoir traversé les collines de Kiravumba, Gihushi, Munyinya-Ruhongore, Inangoma et Mugobe, sur une distance linéaire de de plus de 10.000m.

I.4.Qualité de l'eau potable

Une eau potable est une eau saine c'est-à-dire que l'on peut la boire sans risque de nuire à la santé humaine.

La qualité de l'eau potable est déterminée non seulement par des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques, mais également par les caractéristiques de la ressource en eau, le système d'alimentation et son utilisation finale.

Selon l'OMS, l'eau potable doit remplir les critères suivants :

I.4.1. Critères impératifs

a) Critères bactériologiques

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

- Le Bacille de coli
- L'Entérocoque
- Le clostridium Sulforeducteur
- Bactériophages fécaux
- Et autres, etc. ...

b) Critères chimiques

Le tableau suivant montre les valeurs limites en rapport avec certains corps :

CORPS CHIMIQUES	CONCENTRATION MAX en mg/l
Corps phénoliques	0
Chrome hexa valent	0
Cyanures	0
Sélénium	0.05
Arsenic et ses composés	0.05 (d'arsenic)
Plomb	0.1
Fer et Manganèse (ensemble)	0.3 dont 0.2 de Fer
Fluorures	1
Cuivre	1
Nitrates	10 d'Azote
Zinc	5
Magnésium et ses composés	125 de Manganèse
Chlorures	250 de Chlorure
Sulfates	250 d'ion So4

Tableau I.1. Concentrations limites dans les eaux potables (Source OMS)

I.4.2. Critères souhaitables

Le tableau qui suit présente selon les normes de l’OMS, les propriétés physico-chimiques que doit remplir une potable.

LES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES	
Température	9 à 12°C
Turbidité	5 NTU
Acidité (pH)	6,5 à 8.5
Conductivité	700 ms/cm
Dureté	75 mg/l

**Tableau I.2. Valeurs indicatives de la qualité des eaux d’après OMS
(Source :Normes de l’OMS en matière d’eau potable)**

I.5. Présentation de la zone du projet

I.5.1. Situation géographique.

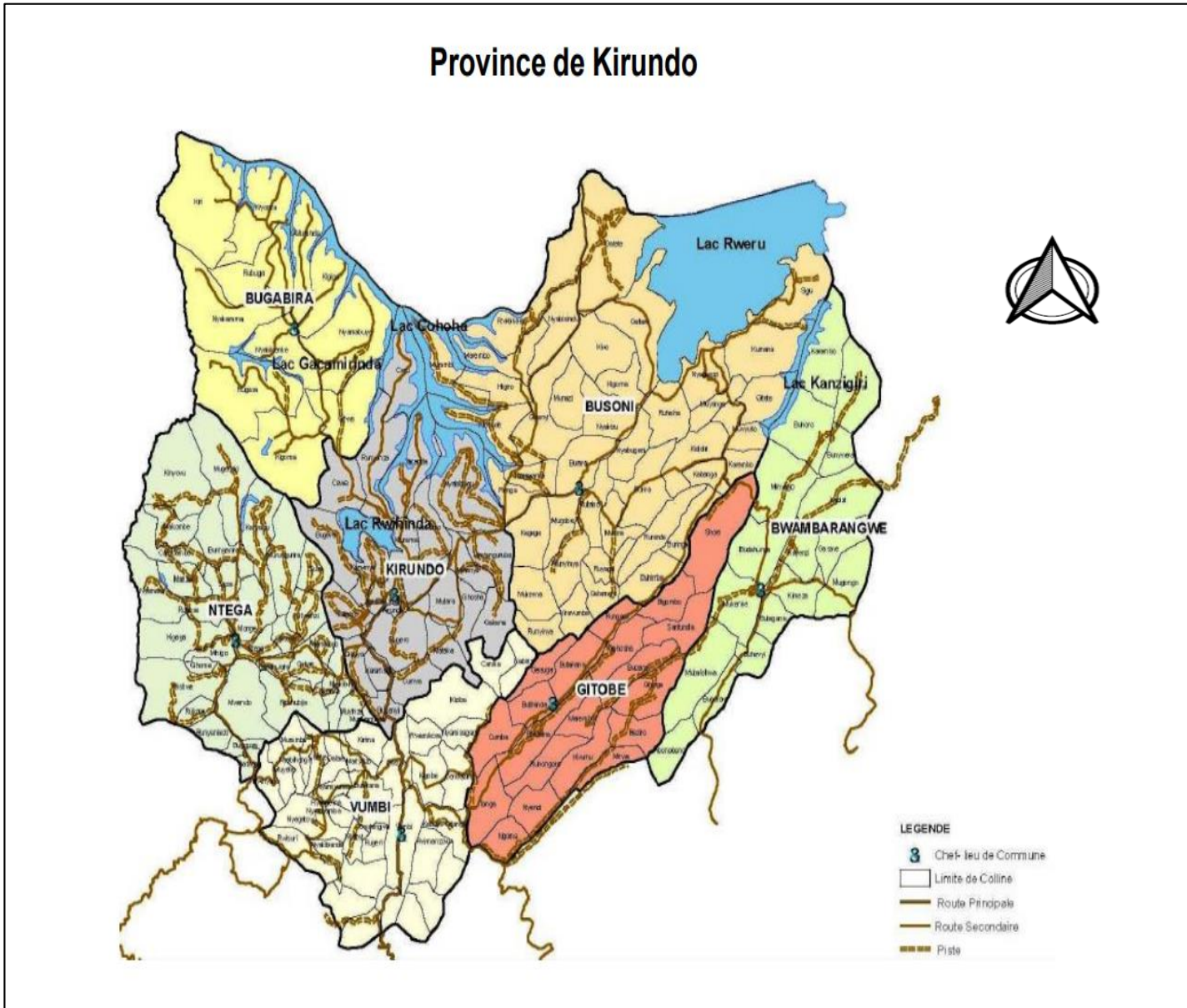


Figure I.1 Découpage Administratif de la Province de KIRUNDO

(Source : Google, monographie de la Province de Kirundo)

La commune BUSONI, dans laquelle se trouve le site faisant objet du présent projet est l'une des sept communes de la province Kirundo. Elle est frontalière :

- Au sud avec la commune de GITOBE ;
- Au nord avec le Rwanda et le lac Rweru;
- A l'Est avec la commune de Bwambarangwe et la commune Gitobe ;
- A l'Ouest avec la commune Kirundo

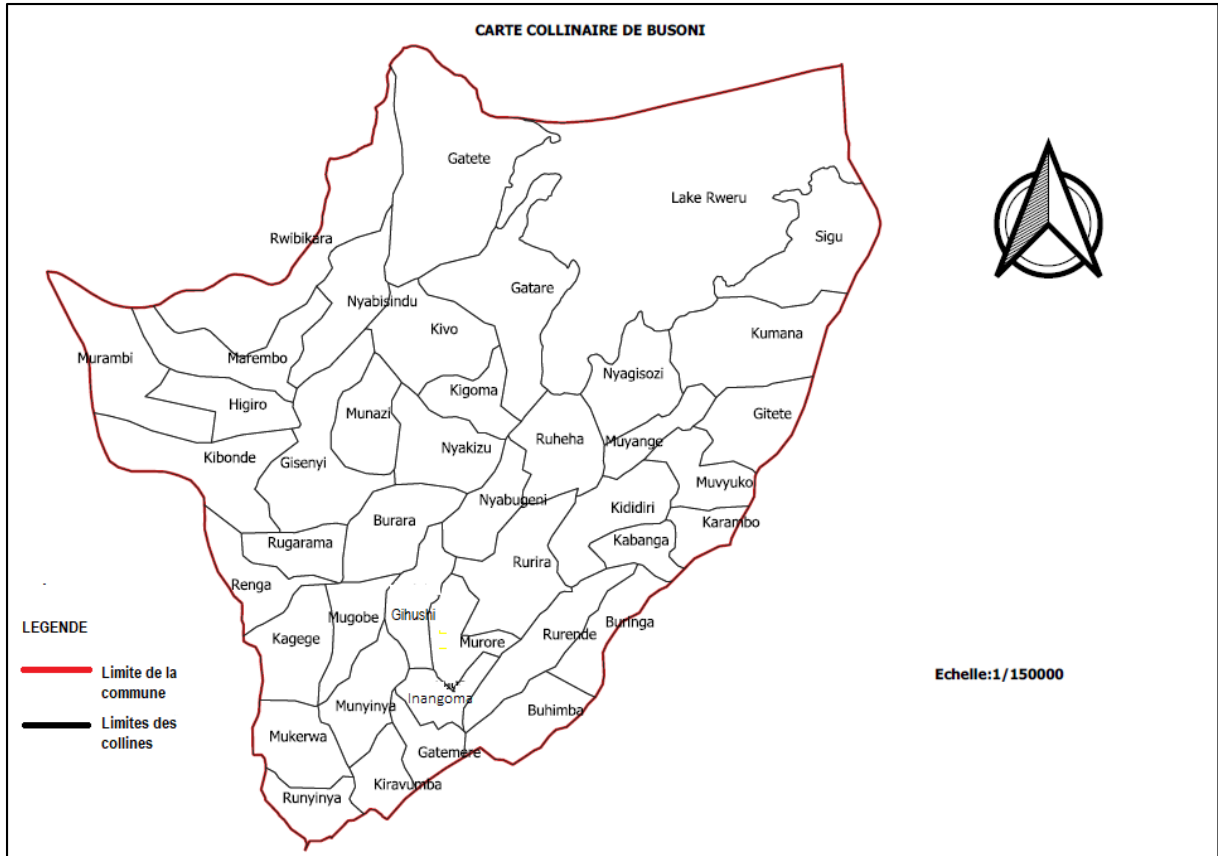


Figure I.2 Carte Collinaire de Busoni

I.5.2. Zone du projet

Le projet faisant objet de notre étude, permettra d'alimenter en eau potable les collines Kiravumba, Gihushi, Munyinya-Ruhongore, Inangona, Mugobe et Rusarasi de la commune Busoni.

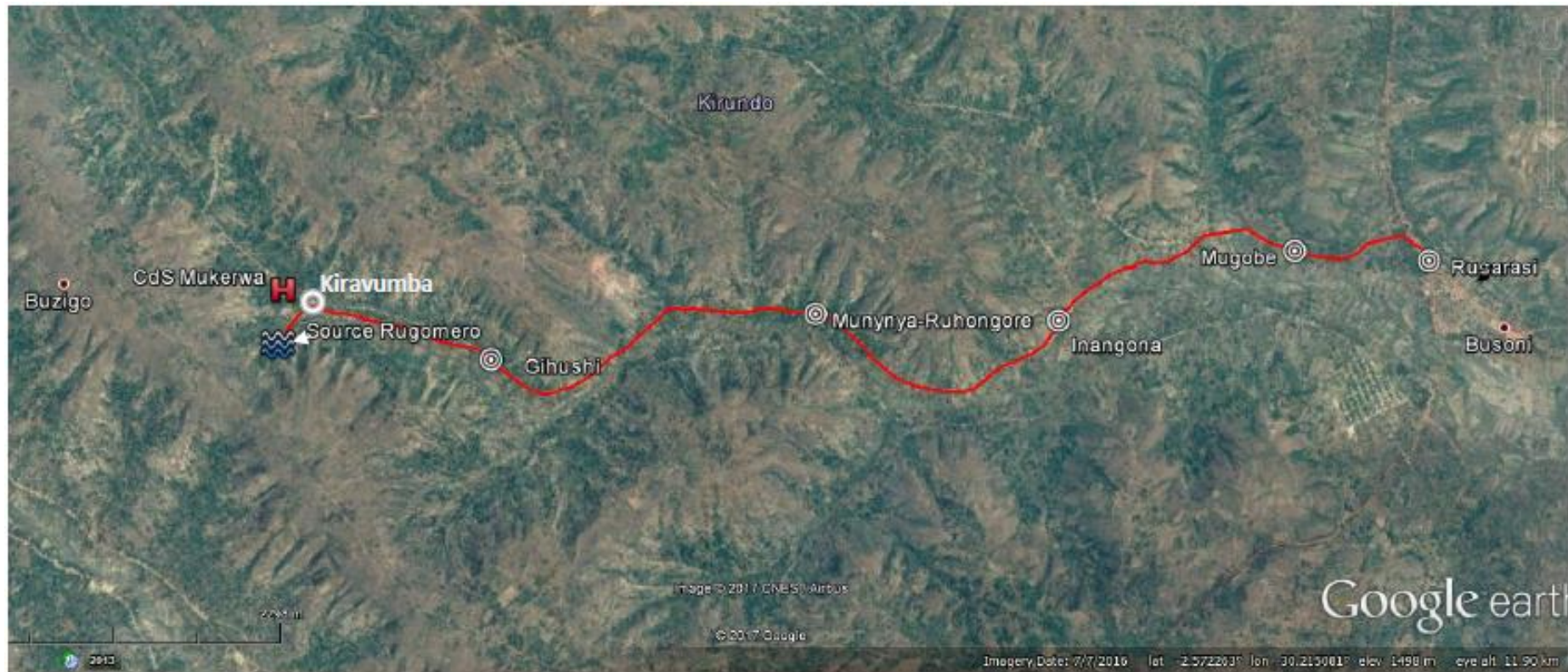


Figure I.3 : Schéma illustrant la zone du projet (source AHMAR)

CHAPITRE II. EVALUATION DES BESOINS EN EAU

II.1. Population à desservir

II.1.1. Population actuelle

Suivant les informations qui nous sont fournies par l'AHMAR qui a effectué les levées topographiques et après vérification par les données récoltées auprès du service d'état civil au niveau de la commune de Busoni, nous avons le nombre de ménages pour la population actuelle des collines et sous-collines du présent projet. En prenant la taille moyenne du ménage égale à 6, l'effectif de la population actuelle à desservir est donné par le tableau suivant :

COLLINE ET SOUS COLLINE	MENAGE	EFFECTIF (2018)
KIRAVUMBA	32	192
GIHUSHI	43	258
MUNYINYA RUHONGORE	13	78
INANGOMA	13	78
MUGOBE	30	180
RUSARASI	100	600
TOTAL	231	1386

Tableau II.1 Effectif de la population 2018

Source : Service d'Etat Civil dans la commune de Busoni

II.1.2. Population projetée (horizon 20 ans)

Lorsqu'on fait une étude d'un réseau d'AEP (Dimensionnement du réseau), on doit tenir compte de la durée d'utilisation (horizon de planification, en général 20 à 30ans) ; pour ce projet, nous fixons un horizon de 20ans. L'étude est menée en se basant sur la population de l'horizon (projection).

Pour projeter la population à un horizon fixé, la formule suivante est la plus utilisée :

$$P_n = P_o (1+t)^n \quad \text{(II.1)}$$

P_n =population projetée après n années

P_o = population initiale

t= taux de croissance de la population

n= durée de projection du projet

II.1.3 Détermination du taux de croissance

Le taux de croissance est déterminé à partir de l'effectif de la population à des années différentes (pour une même région), lequel effectif résulte des recensements généraux ou autres comptages officiellement reconnus.

Pour ce cas, nous avons utilisé les données qui nous ont été fournies par le département de la population au Ministère de l'Intérieur et de la Formation Patriotique. Ces données en rapport avec l'effectif de la population de la commune Busoni résultent des projections de la population de la commune suivant le recensement général de la population de 1990 et celui de 2008.

Le tableau suivant donne des détails de toutes les communes Kirundo et l'on retiendra ce qui concerne la commune de Busoni :

Années	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Communes								
Busoni	114 733	118 129	121 626	125 226	128 933	132 749	136 678	140 724
Bugabira	70 040	72 113	74 248	76 445	78 708	81 038	84 437	85 906
Bwambarangwe	56 862	58 545	60 278	62 062	63 899	65 791	67 738	69 743
Gitobe	59 216	60 969	62 773	64 632	66 545	68 514	70 542	72 630
Kirundo	87 991	50 596	93 277	96 038	98 881	101 808	104 821	107 924
Ntega	92 012	94 736	97 540	100 427	103 400	106 460	109 611	112 856
Vumbi	83 426	85 895	88 438	91 056	93 571	96 526	99 383	102 325
Total Province	564 280	540 983	598 180	615 886	633 937	652 886	673 210	692 108

Tableau II.2 Croissance de la population dans les communes de Kirundo

Source : Département de la Population au Ministère de l'Intérieur et de la Formation Patriotique

Le taux de croissance sera déterminé de la façon suivante :

$$P_n = P_o (1+t)^n \quad \text{(II.2)}$$

$$\frac{P_n}{P_o} = (1+t)^n$$

$$\sqrt[n]{\frac{P_n}{P_o}} = 1+t$$

$$t = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_o}} - 1$$

Calculons le taux de croissance entre 2003 et 2008 pour la commune Busoni :

$$t = \sqrt[7]{\frac{140724}{114733}} - 1 = 0,02960003 \text{ soit } 2,96\%$$

Ainsi suivant les calculs faits ci-haut, le taux de croissance moyen de la commune de Busoni est donc 2,96%.

II.1.4 Population à l'horizon de planification

La population à l'horizon de la planification s'obtient en faisant les projections jusqu'à l'an 2038 à l'aide de la formule $P_n = P_0 (1+t)^n$ (III.1). Ainsi disposant du nombre de ménages pour chaque colline en 2018 et une taille moyenne de 6 personnes par ménage, nous obtenons la population de départ P_0 pour chaque colline suivant la formule :

$$P_0 = N_m * 6 \quad (\text{II.3})$$

Avec :

P_0 = Population de départ

N_m = Nombre de ménage

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la population dès le départ du projet et les projections des effectifs qui seront desservis à l'horizon de celui-ci :

COLLINE ET SOUS COLLINE	MENAGE	EFFECTIF (2018)	EFFECTIF (2038)
KIRAVUMBA	32	192	344
GIHUSHI	43	258	462
MUNYINYA RUHONGORE	13	78	140
INANGOMA	13	78	140
MUGOBE	30	180	323
RUSARASI	100	600	1075
TOTAL	231	1386	2484

Tableau II.3 : Population à l'horizon de planification

II.2. Consommations spécifiques

Selon les recommandations de l’OMS, l’utilisation de l’eau potable dans les ménages, collectivités ou autres sont données dans le tableau suivant :

Besoins	Valeurs OMS	Valeurs locales
1.consomption domestique		
-B.F, puits	5-25l/j/hab.	20l/j/hab.
-Branchements particuliers	70-250l/j/hab.	100l/j/hab.
2. Etablissements publics		
-E.P	15 - 30 l/j/ élève	5l/j/élève
- Ecole polyvalente	15 -30 l/j/ élève	5l/j/élève
- Prison	25 - 40l/j/personne	20 l/j/personne
- Bureau communal	15 - 20 l/j/personne	15 l/j/personne
-Dispensaire, CDS, maternité	220 - 300 l/j/lit	150 l/j/lit
-Ecole avec internat	90 -140 l/j/ élève	30 l/j/élève
- Camp militaire	-	30 l/j/soldat
- Communauté religieuse	-	250 l/j/personne
3. Bétails		
-vache	25 à 35 l/j/tête	15 à 75 l/j/tête
-mouton, chèvres	15 à 25 l/j/tête	1.5 à 7 l/j/tête
-porcs	10 à 15 l/j/tête	-

Tableau II.4. Consommations spécifiques d’après l’OMS

II.3. Quantité d'eau nécessaire en 2018

II.3.1. Besoins journaliers de consommation de la population actuelle

Pour le présent projet, nous adoptons une consommation spécifique de 20 l/j/hab. car il s'agit du milieu rural que nous alimentons avec des bornes fontaines.

Le nombre d'habitants actuels à alimenter en eau potable étant de 984, la consommation actuelle est de :

$$20 \text{ l/j/hab} * 4452 \text{ hab.} = 89040 \text{ l/j soit } 1,031/\text{s}$$

II.3.2. Besoins journaliers des équipements publics et sociaux

Comme équipement public qui sera desservi par ce projet, il s'agit uniquement du centre de Santé de Mukerwa car le reste des équipements ont été pris en compte lors de la réalisation d'autres projets d'adduction. Ce centre de santé dispose de 8 lits qui servent d'hospitalisation des malades.

Les besoins en eau potable équivalent à :

$$150 \text{ l/j} * 8 = 1200 \text{ l/jours soit } 0,0131/\text{sec}$$

II.4. Quantité d'eau nécessaire en 2038

II.4.1. Besoins journaliers en eau pour la population

En 2038, avec un taux de croissance de 2.9% pour la commune Busoni, l'effectif de la population sera de 2484 personnes desservir dans le périmètre du projet (voir paragraphe III.1.2). En adoptant une consommation spécifique de 20 l/j/hab., la consommation totale journalière en 2038 sera de :

$$20 \text{ l/j} * 2484 = 49680 \text{ l/j soit } 1,821/\text{s}$$

II.4.2. Besoins journaliers en eau pour le centre de Santé de Mukerwa

Le centre de santé de Mukerwa dispose actuellement de 8 lit et vu l'augmentation de la population à l'horizon du projet, nous préconisons un rajout de 6lits supplémentaire pour porter la capacité à 14lits à terme du projet.

II.4.3. Production de pointe

La production de pointe tient compte des activités quotidiennes qui font qu'il y ait augmentation ou diminution de la population selon la nature des activités d'où variation des besoins et consommation. C'est notamment les jours de marché, les dimanches, les jours de meeting, etc.

La formule pour déterminer la production de pointe est la suivante :

$$Q_{jP} = Q_{jmoyen} \times (1 + C) \quad \text{(II.3)}$$

C : coefficient de pointe variant de 10 à 25 %

Pour le présent projet, nous estimons ce facteur à une valeur de 10 % étant donné qu'il n'y a pas beaucoup d'activités qui entraînent ou qui vont entraîner de nombreuses variations au niveau de la consommation.

II.4.4. Pertes d'eau et marge de sécurité

a) Pertes d'eau

Sur un réseau d'AEP, les pertes d'eau sont inévitables. Ces pertes pouvant être remarquées depuis le captage jusqu'au dernier point d'approvisionnement, sont dues aux :

- Fuites dans les joints de tuyaux
- Au niveau des robinets
- À travers les tuyaux cassés
- À la négligence de la fermeture après puisage
- Les connexions frauduleuses
- Lors du branchement
- etc.

Le volume de ces pertes dépend de :

- De la population bénéficiaire
- La nature des conduites
- L'âge et l'état du réseau
- La compétence et l'efficacité du service de maintenance du réseau

Pour déterminer les pertes, on utilise le plus souvent la formule suivante :

$$\text{Pertes} = Q_{\text{moyen}} * \left(\frac{p}{1-p}\right) \quad (\text{II.4})$$

Avec p : pourcentage de perte d'eau

La valeur de p varie de 0,2 à 0,5 :

- Pour un réseau neuf ou bien entretenu p = 0,2
- Pour un réseau moyennement entretenu p = 0.25 à 0.35
- Pour un réseau mal entretenu p = 0.5

Pour le présent projet, il s'agit du milieu rural, et comme au Burundi, la plupart des réseaux d'AEP dans les milieux ruraux sont moyennement entretenus, nous prenons p = 0.25

b) Marge de sécurité

Une marge de sécurité est nécessaire à ajouter à la production de pointe et aux pertes d'eaux pour considérer l'augmentation de consommation qui peut surgir par suite de l'augmentation de la population pouvant venir s'installer dans la localité alors que ceci n'était pas prévu. Cette population peut augmenter par suite d'emplois, guerre, catastrophe naturelle, etc. Ou bien l'eau peut être utilisée pour ce qui n'était pas prévu comme par exemple l'arrosage, pour le bétail, la construction (ex. Fabrication des briques).

Avec le taux de croissance de 2.96% pour la commune de Busoni, l'effectif de la population à desservir passe de 4882(en 2018) à 7886 (en 2038) soit une augmentation de 3004 personnes :

$$\text{Marge} = \frac{P_n - P_o}{P_o} \quad (\text{II.5})$$

II.5. Récapitulatif des besoins en eau

Les besoins maximaux en 2038 en tenant compte des pertes, de la production de pointe et de la marge de sécurité sont déterminés de la façon suivante :

$$Q_{j\max} = (Q_{j\text{pointe}} + \text{pertes}) \times (1+C) \quad (\text{II.6})$$

Où C : est la marge de sécurité

SITUATION EN 2018					SITUATION EN 2038						
CATEGOTRIE	Ménages	Effectif	Q _s (l/j/hab)	Q _j moy(l/j)	Population calculée	Q _j moy(l/j)	Q _{JP} (l/j)	PERTE(l/j)	Q _j max		
									(l/j)	(l/s)	m ³ /h
RUSARASI	100	600	20	12000	1075	21505,63	23656,19	7168,5433	55242,11	0,639	2,302
GIHUSHI	43	258	20	5160	462	9247,4208	10172,163	3082,4736	23754,11	0,275	0,990
MUNYINYA RUHONGORE	13	78	20	1560	140	2796	3075,31	931,91062	7181,47	0,083	0,299
INANGOMA	13	78	20	1560	140	2796	3075,31	931,91062	7181,47	0,083	0,299
MUGOBE	30	180	20	3600	323	6451,6889	7096,8578	2150,563	16572,63	0,192	0,691
KIRAVUMBA	32	192	20	3840	344	6881,8015	7569,9817	2293,9338	17677,48	0,205	0,737
CDS MUKERWA		8	150	1200	14	2150,563	2365,6193	716,85433	5524,21	0,064	0,230

Tableau II.5. Récapitulatif des besoins en eau

Représentation graphique des besoins maximaux en eau en 2038

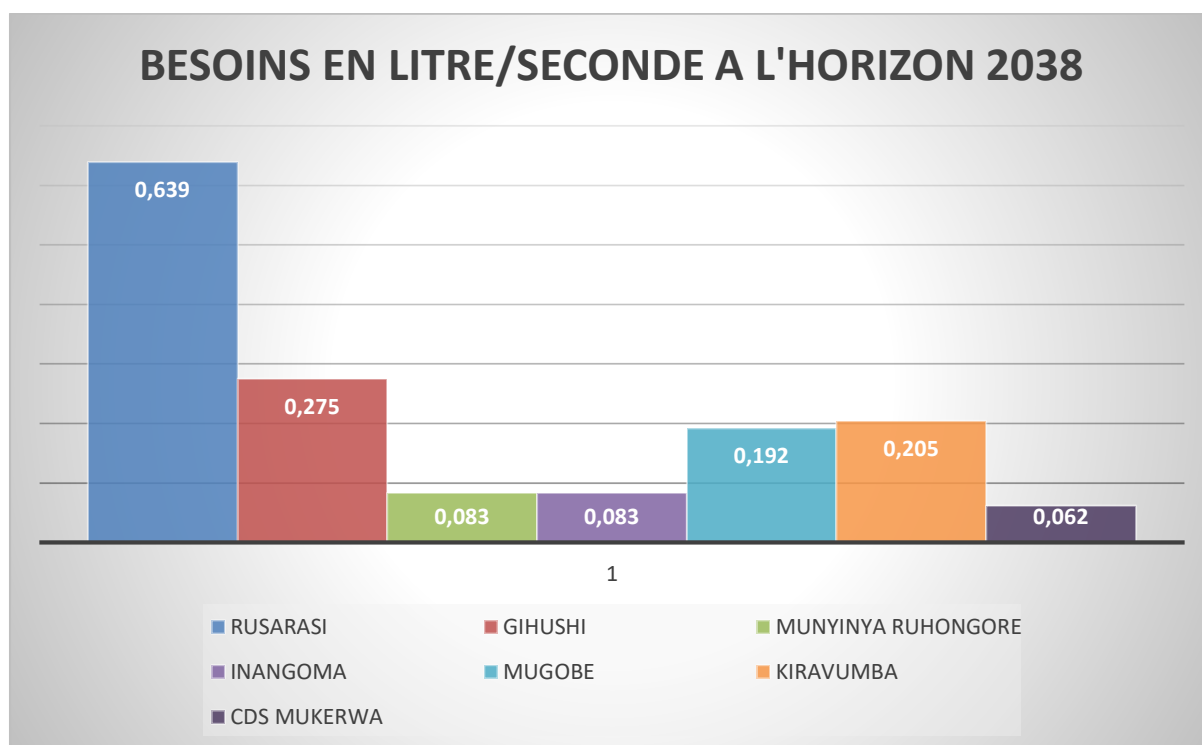


Figure II.1. Représentation graphique des besoins maximaux en eau en 2038

CHAPITRE III. CAPTAGE D'UNE SOURCE

III.1. Généralités

III.1.1. Définition

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

III.1.2. La notion de source

Les directives désignent comme source toute eau apparaissant à la surface terrestre sans être élevée artificiellement. Une source peut être définie comme un endroit où se produit un écoulement naturel d'eau souterraine, soit directement, soit indirectement à travers un système de fissure.

III.1.3. Origines de l'eau de source

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

III.2. Types de sources

➤ Sources d'affleurement :

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

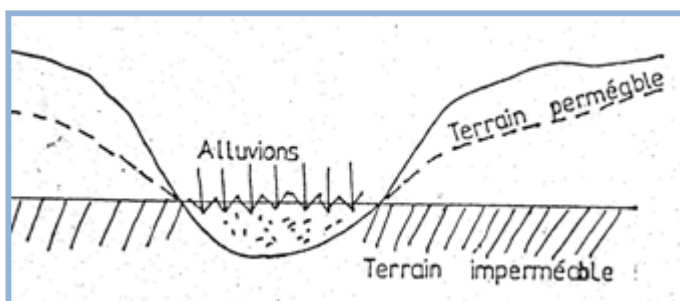


Figure III.1. Source d'affleurement

➤ **Sources de déversement :**

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

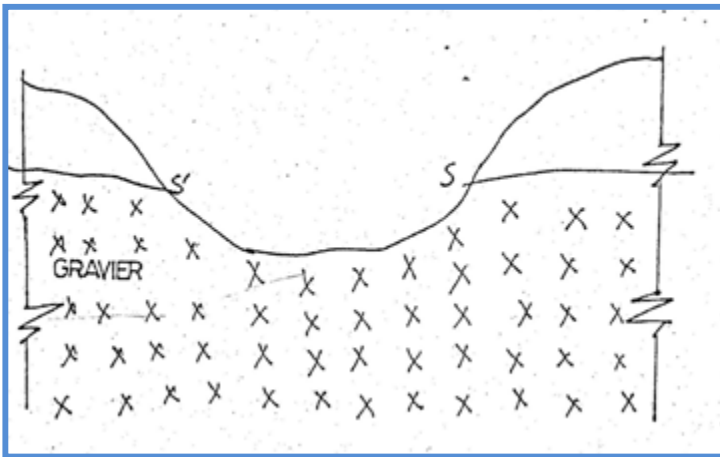


Figure III.2. Source de déversement.

➤ **Sources émergence :**

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

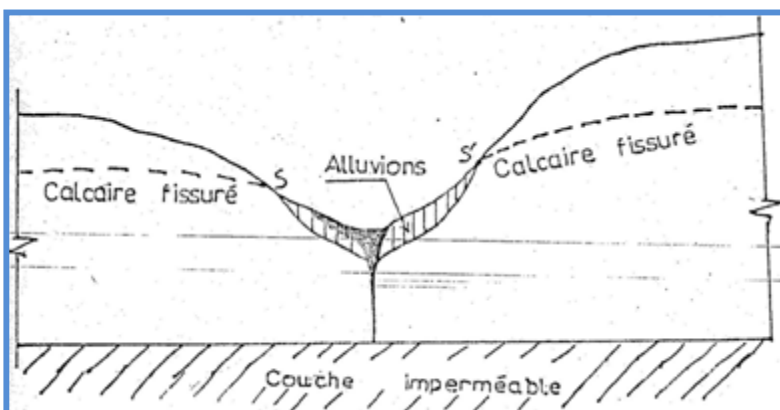


Figure III.3. Source d'émergence

III.3. Détermination du débit de la source

Le débit d'une source est mesuré à différents mois de l'année, au moins deux à trois fois par mois et cela est répété plusieurs années afin de se rassurer du vrai débit ou de la constance du débit. Deux méthodes peuvent être utilisées pour déterminer le débit d'une source :

1°) A l'aide d'un débitmètre

C'est un appareil muni d'un récipient et d'un chronomètre. La première goutte d'eau dans le récipient fait que le chronomètre se déclenche, au remplissage le chronomètre se désactive et le débit est déterminé de la façon suivante :

$$Q = \frac{\text{Volume Récipient}}{\text{Temps mis pour remplir récipient}} \quad (\text{III.1})$$

2°) A l'aide d'un sceau (ou bidon) et d'une montre

La procédure est la même que la première méthode sauf que la seconde est mécanique. On utilise un récipient ayant un volume quelconque connu et on compte le temps pendant lequel ce récipient est rempli. La formule à appliquer reste la même.

N.B. Partant du principe que le débit d'une source doit être mesuré plusieurs fois à différentes périodes, nous avons consulté la AHAMER pour nous fournir le débit de la source (RUGOMERO) du présent projet. Ladite source d'eau a un débit de 3 litres par seconde.

III.4. Les ouvrages de captage

III.4.1. la chambre de captage

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

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

Schéma de principe adapté pour le captage :

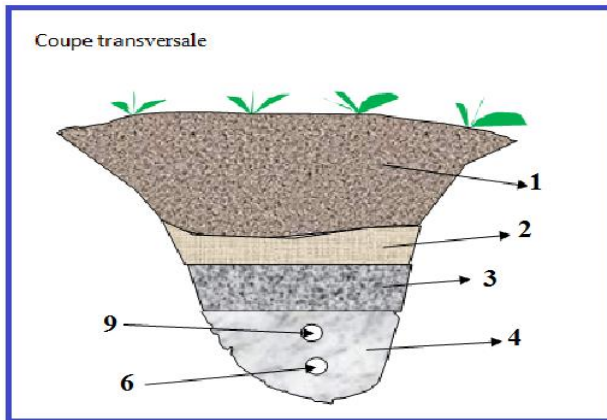


Figure III.4 : Coupe transversale

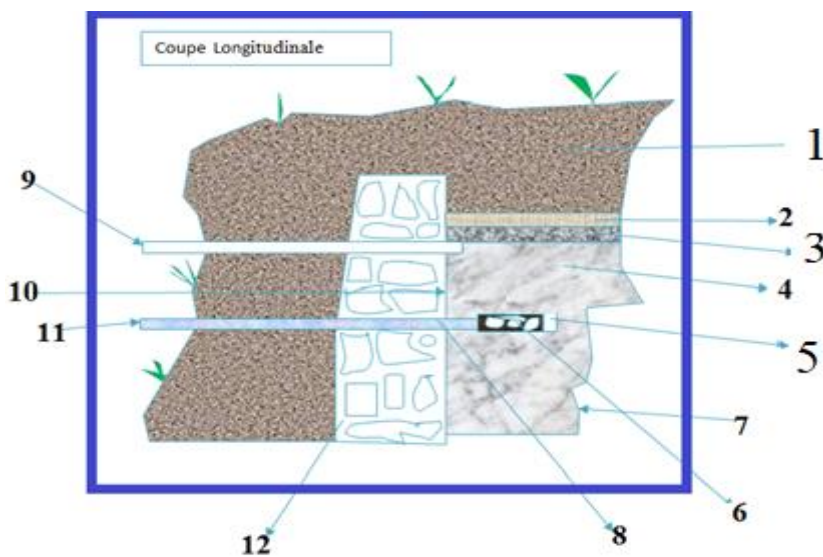


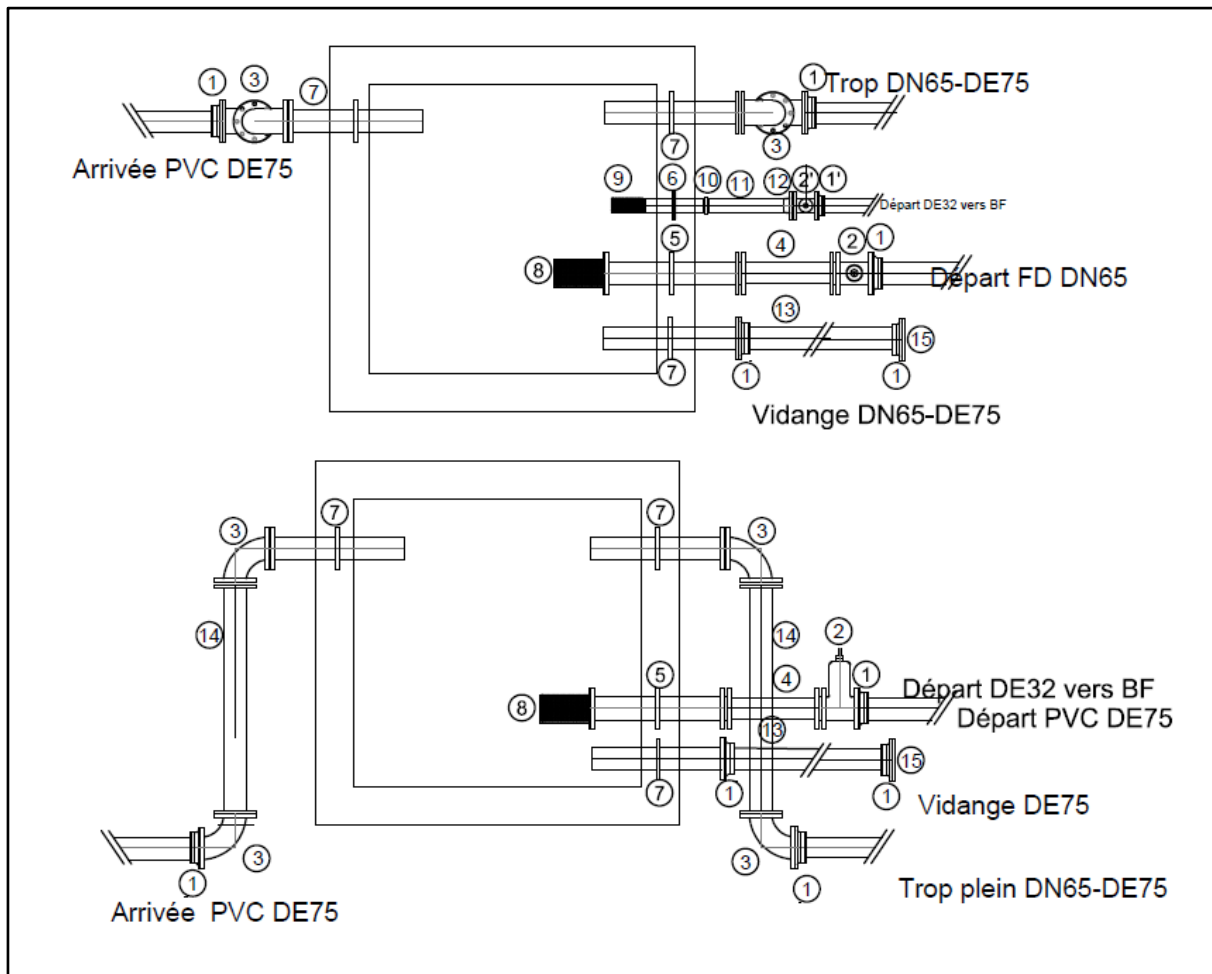
Figure III.5 : Coupe longitudinale.

Légende

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Remblais simple | 7. Couche naturelle imperméable |
| 2. Couche d'étanchéité(Argile) | 8. Tuyau en PVC de sortie |
| 3. Etanchéité en plastique | 9. Trop plein |
| 4. Couche filtrante | 10. Couche d'étanchéité |
| 5. Bouchon | 11. Vers chambre de départ |
| 6. Drain perforé en PVC | 12. Barrage en moellon |

III.4.2. Chambre de départ

C'est un ouvrage construit le plus souvent en moellon et est destiné à accueillir les eaux de la chambre de captage ou collectrice. Elle est souvent compartimentée pour pouvoir décanter les particules solides (sable) dans le premier compartiment, et l'eau passe ensuite au-dessus du seuil plat pour se déverser dans le second compartiment pour le départ.



III.5. Protection du captage

Une source captée doit être protégée contre toute pollution susceptible d'altérer la potabilité de l'eau et contre des arbres dont les racines peuvent envahir le captage.

a) Protection contre les dangers humains (vandalisme)

Une source captée est protégée par une clôture autour de la zone de captage. La clôture a pour but d'éviter que des hommes ou des animaux n'introduisent des éléments polluants dans la zone de captage ou n'endommagent les ouvrages connexes.

b) Protection contre la pollution par les eaux superficielles :

A cette fin, on aménage une ou deux canalisations, selon les besoins, dont la capacité de transport est suffisante pour évacuer les eaux de ruissellement.

c) Protection contre les racines d'arbres

Les arbres à racines profondes représentent un grand danger pour le captage. En effet, les racines se dirigent vers la crépine et bouchent les trous par lesquels l'eau est filtrée. On remarque ce phénomène par la réduction de débit de la source captée. Il s'agit ici d'un problème sérieux car il faut détruire totalement le captage et déraciner les arbres.

Pour ce qui est du périmètre de protection, le code de l'eau prévoit deux périmètres obligatoires à savoir le périmètre de protection immédiat et le périmètre de protection rapproché. En plus des deux obligatoires, le ministère ayant la gestion de l'eau dans ses attributions, peut exiger la mise en place d'un périmètre de protection éloigné.

Les distances à respecter pour les périmètres de protection immédiat et rapproché sont repris sur les deux schémas ci-dessous :

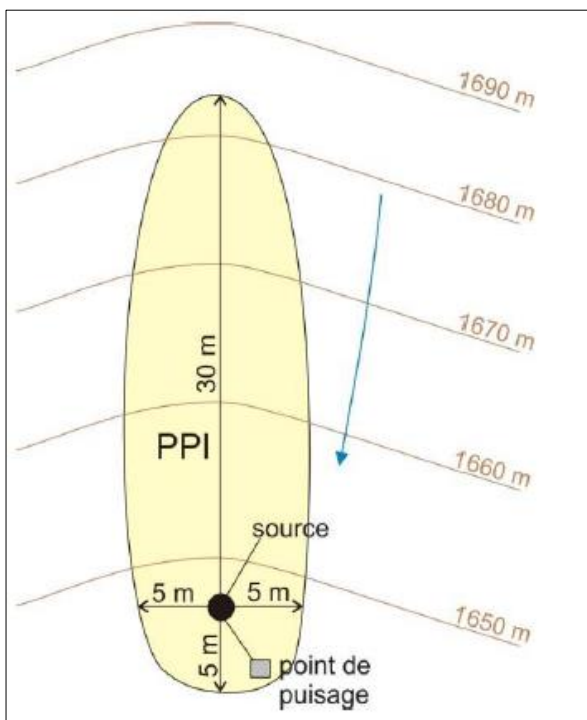


Schéma III.1 Périmètre de Protection Immédiat(PPI)

Source : Guide National de Détermination des Périmètres de Protection des Captages d'Eau Destinée à la Consommation Humaine

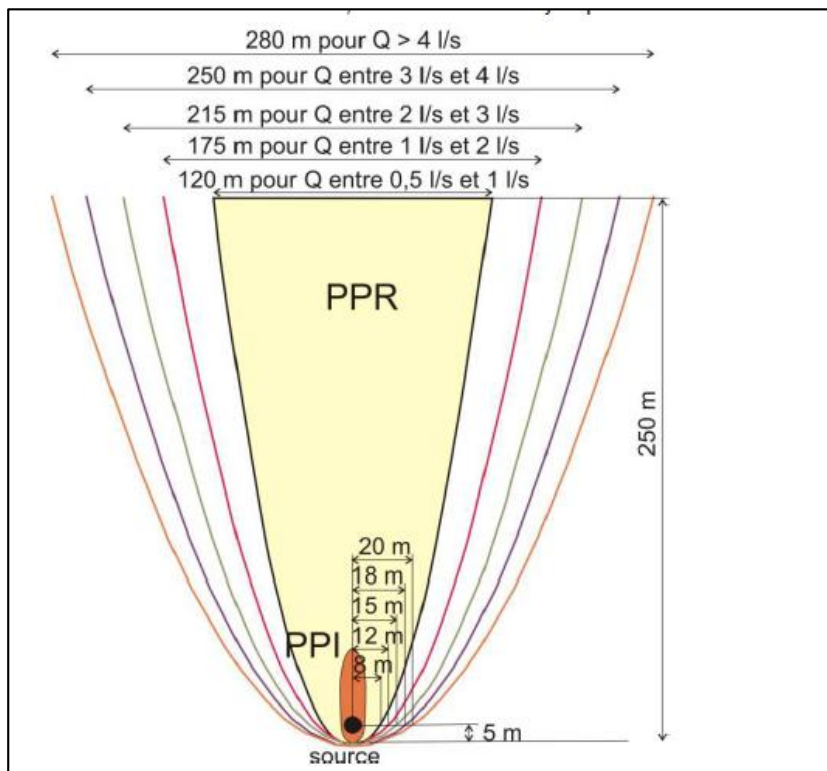


Schéma III.2 Périumètre de Protection Rapproché (PPR)

Source : Guide National de Détermination des Périumètres de Protection des Captages d'Eau Destinée à la Consommation Humaine.

Comme l'indique le schéma ci-haut, le périmètre de Protection Rapproché varie en fonction du débit de la source. Plus le débit augmente, plus le périmètre s'étend sur une grande distance.

Pour le cas de notre source qui a un débit de 3 l/s, le Périumètre de Protection Rapproché va jusqu'à 250 m en amont de la source.

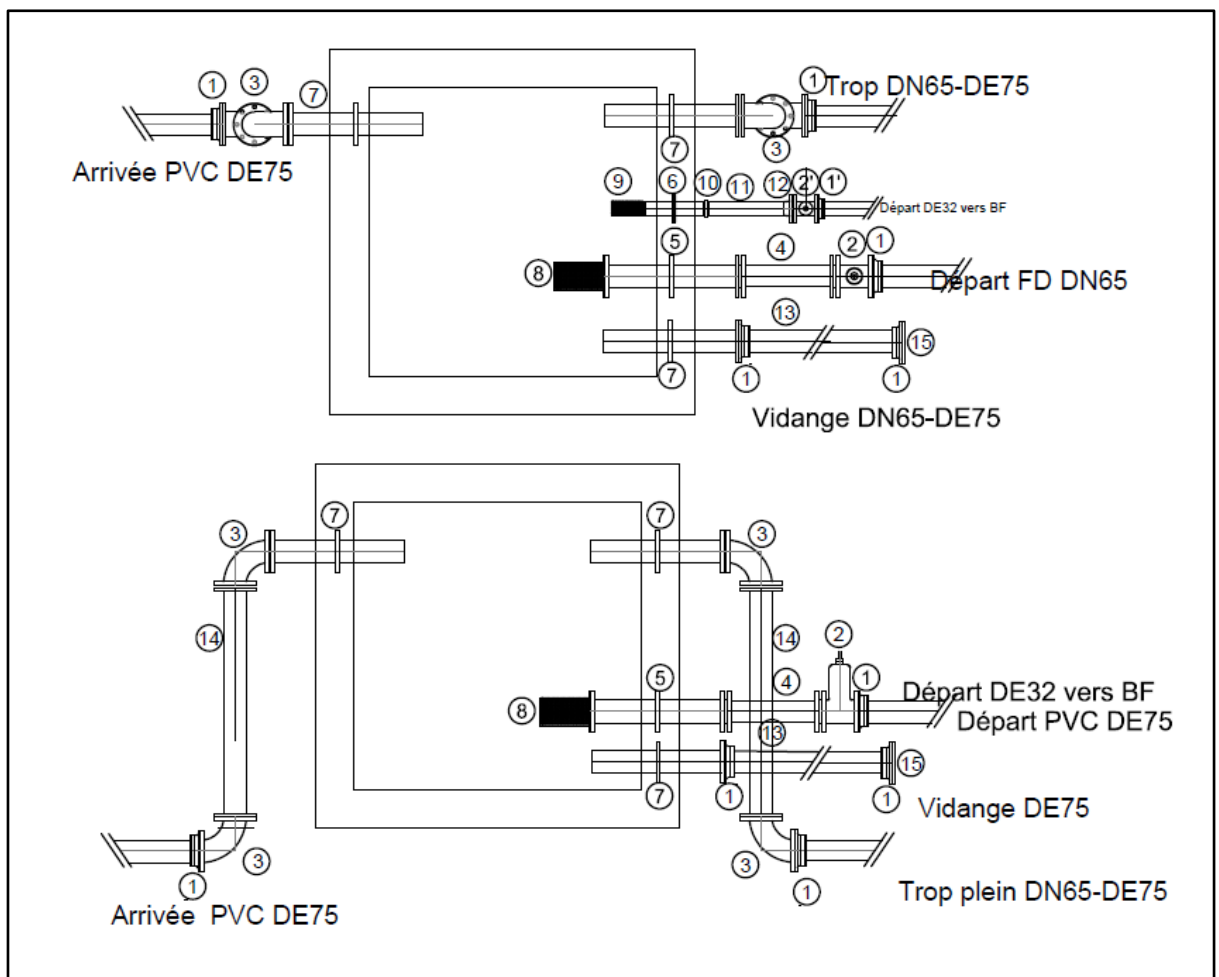
D'une façon synthétisée et simplifiée, les opérations de captage sont les suivantes :

- Ouverture (terrassment) et nettoyage du captage
- Construction d'un mur de barrage
- Pose du filtre, du matériel d'étanchéité et de la tuyauterie de captage
- Fermeture et engazonnement (ou autres herbes courtes) des captages
- Protection du captage (clôture, tranchée antiérosive)

CHAPITRE IV. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

Le réseau du présent projet est constitué par :

- La chambre de captage,
- La chambre de départ
- Les chambres de vanne, de purge, de ventouse
- Les réservoirs
- Les conduites
- Les bornes fontaines



IV.1. La chambre de vanne et de sectionnement (chambre de répartition)

C'est un ouvrage permettant de répartir le débit dans les différents branchements du tronçon. Sur le réseau, il y a 1 chambre de vanne.

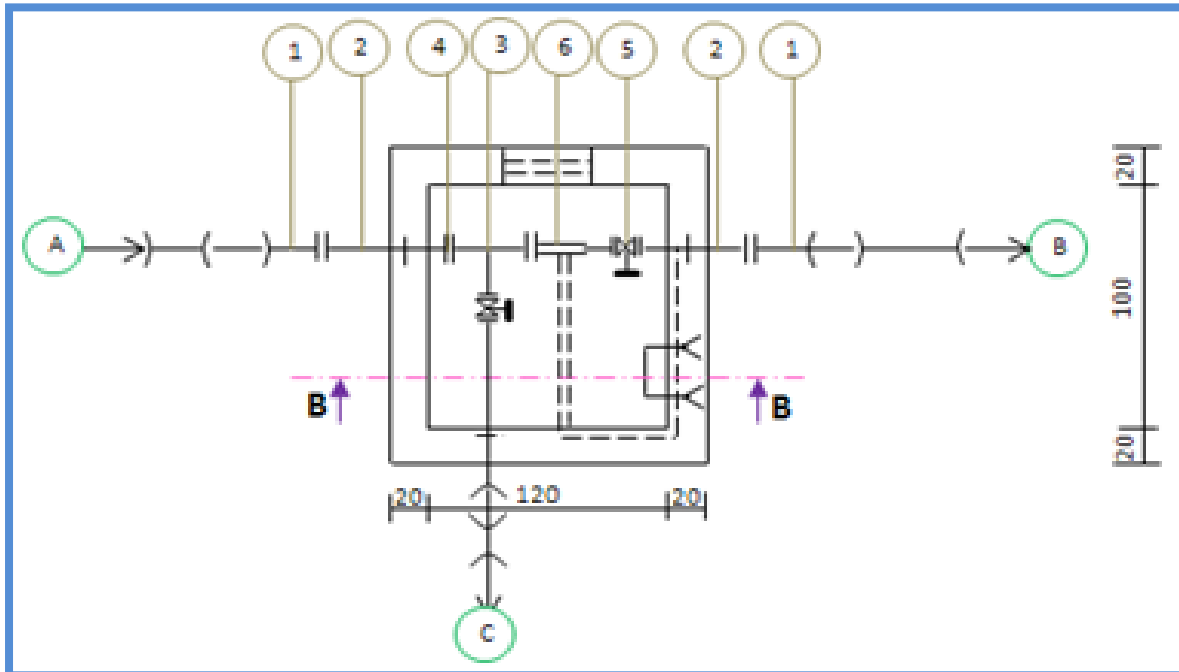


Figure IV.1 Vue en plan d'une chambre de vanne et de sectionnement

Légende :

1. Bride-emboitement
2. Manchette d'ancrage
3. Té DN A,B ou C
4. Raccord d'Union
5. Vanne
6. Joint de démontage

Fig.V.1 : Schéma d'une vanne de sectionnement

IV.2. La chambre de ventouse (purge d'air)

C'est un ouvrage construit comme celui de purge mais cette fois-ci installé aux différents points hauts du réseau pour éliminer de l'air contenu dans les conduites. Sur le réseau, il y a cinq chambres de ventouse.

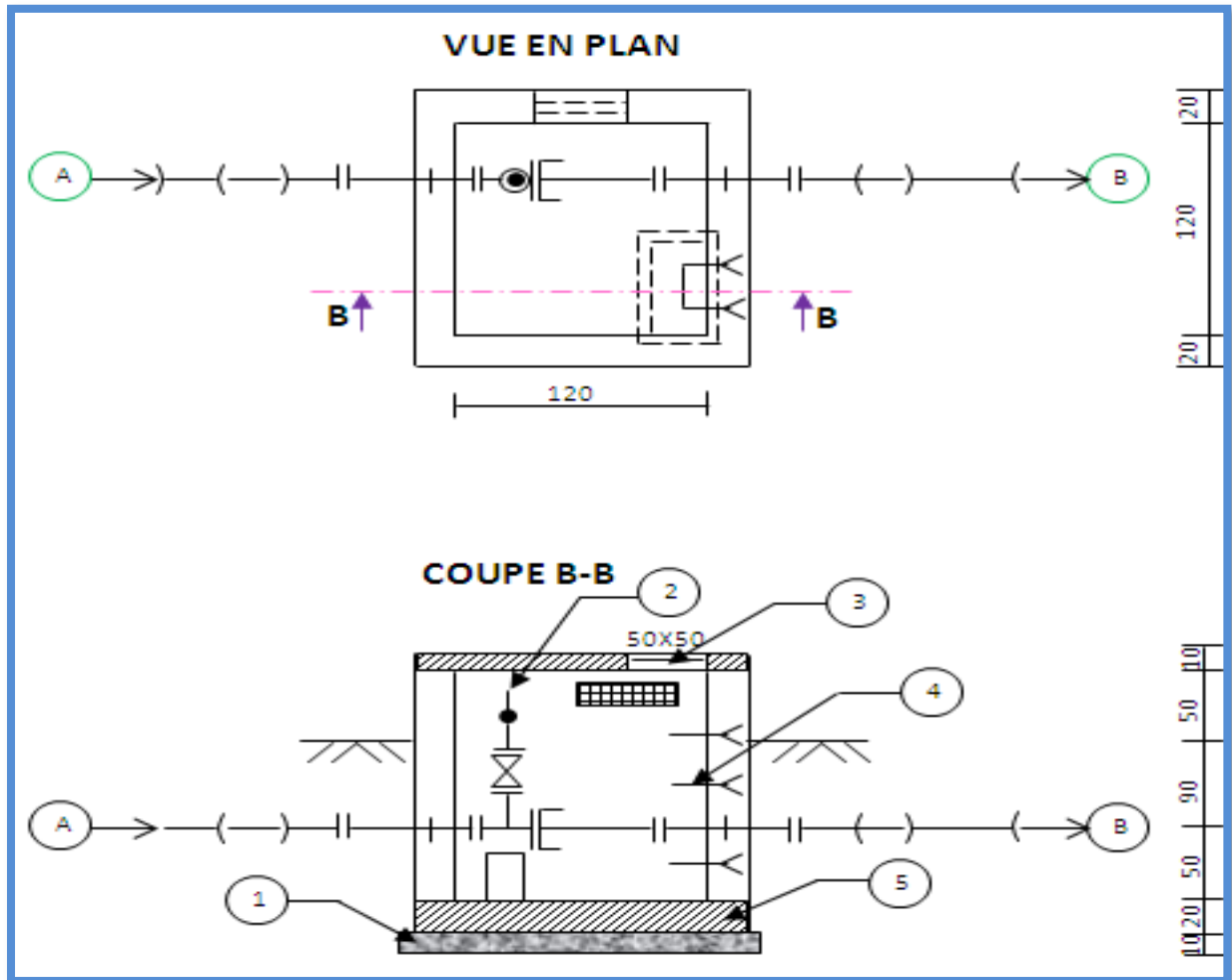


Figure IV.2 : Vue en plan et coupe d'une ventouse.

Légende :

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

IV.3. La chambre de purge (vidange)

C'est un ouvrage installé aux différents points bas du réseau pour éliminer les dépôts solides contenus dans les conduites en cas d'eau très chargée.

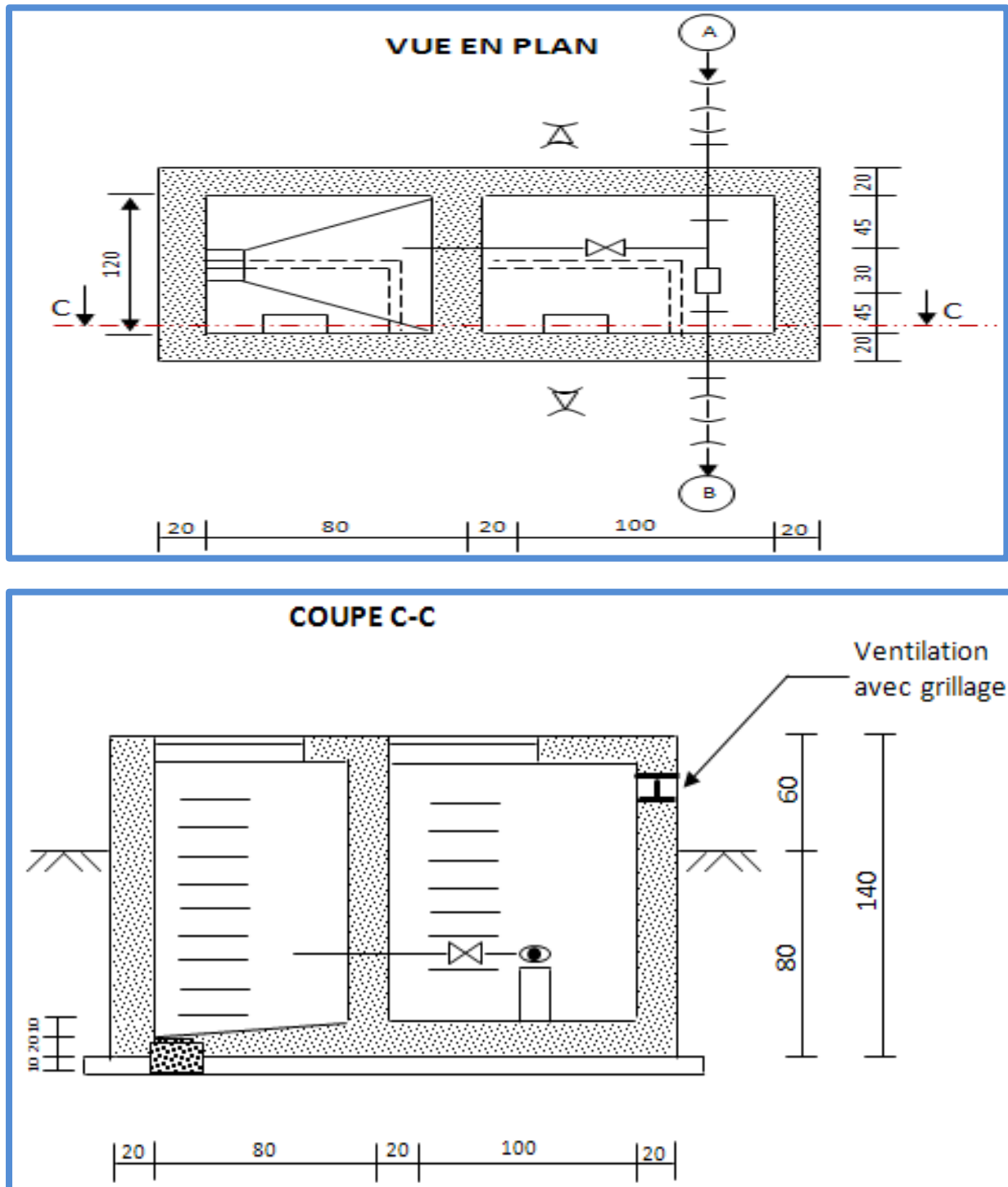


Figure IV.3. Chambre de purge

IV.4. La chambre de vannes pour les bornes fontaines

Les chambres de vannes d'arrêt permettent d'isoler un tronçon du réseau pour effectuer des réparations ou entretien tout en maintenant la distribution dans les autres parties du réseau. Sur le réseau, il y a 10 vannes.

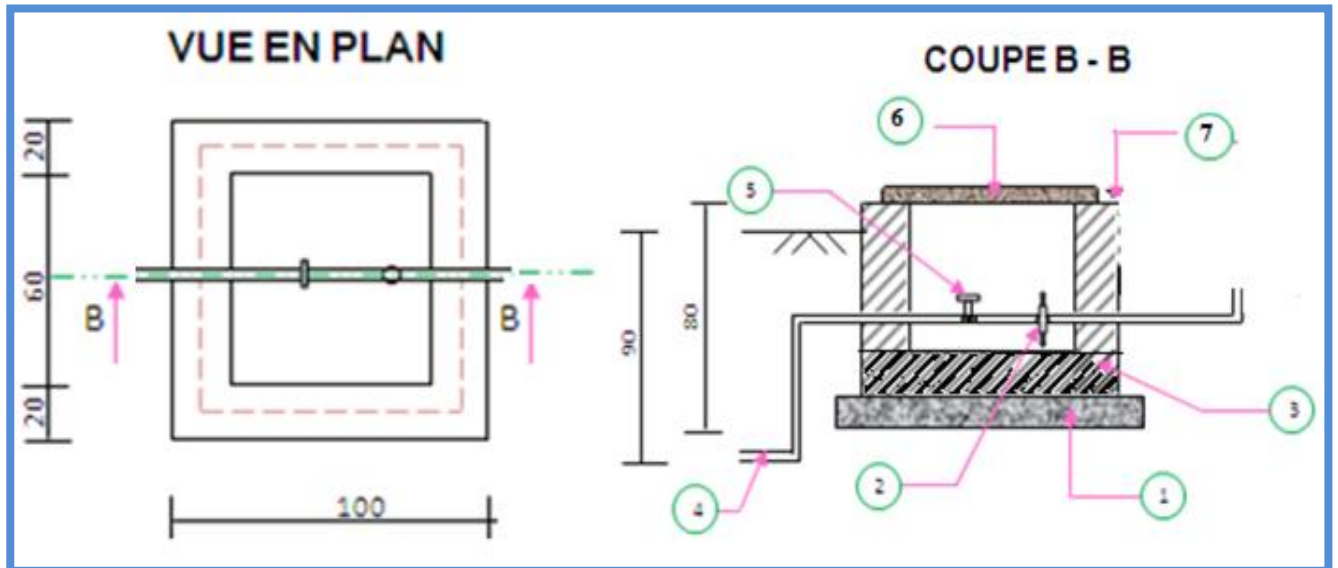


Figure.IV.4. Chambre de vanne pour BF

Légende :

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

IV.5. Les bornes fontaines

Sont des ouvrages alimentés à partir du réservoir d'accumulation sur le réseau. C'est un ouvrage servant de puisage d'eau pour la population. Sur le réseau, il y a 10 bornes fontaines.

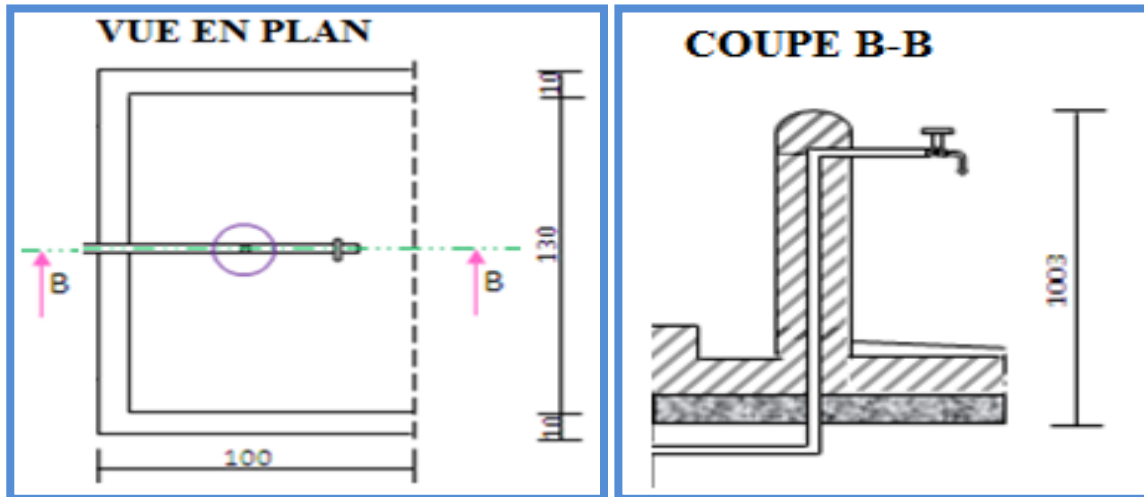


Figure IV.5 : Vue en plan et coupe d'une borne fontaine

IV.6. Le Réservoir

IV.6.1. Définition

Le réservoir est un ouvrage qui permet d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production et la restitue lorsque la consommation devient supérieure à la production.

IV.6.2. Types de réservoirs

Les types de réservoirs dépendent de la manière dont ils sont construits, de leur hauteur et de leur mode de construction.

On distingue :

- Le réservoir enterré
- Le réservoir semi-enterré
- Le réservoir surélevé

Et d'après leurs modes de construction, on peut avoir le réservoir en maçonnerie, en béton, en béton armé, en béton précontraint et des réservoirs métalliques.

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

La topographie du site et l'économie sur les frais conditionne le choix.

IV.6.3. Emplacement des réservoirs

Les réservoirs sont placés au centre de gravité de l'agglomération à une altitude élevée par rapport au point de consommation. Dans les plaines sans collines, on construit un château d'eau élevé.

IV.6.4. Capacité du réservoir

Les paramètres dont on tient compte pour calculer la capacité du réservoir sont :

- La différence entre la quantité fournie par la source et la quantité nécessaire à la consommation.
- La répartition journalière
- La consommation journalière pour une population déterminée

Pour ce qui est du calcul de cette capacité, deux méthodes sont souvent employées : la méthode analytique ou la méthode graphique.

Pour le présent projet, nous adoptons la méthode analytique.

Dans les milieux ruraux on utilise des réservoirs dont les capacités sont standardisées. D'après l'AHAMER, les réservoirs qu'on utilise ont des capacités suivantes : 5m^3 , 10m^3 , 15m^3 , 20m^3 , 30m^3 , 50m^3 , 75m^3 , 100m^3 .

Cette capacité est calculée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie. Un réservoir est calculé pour satisfaire aux variations journalières de consommation en tenant compte des jours de plus fortes consommations. Il doit pouvoir emmagasiner ce qui arrive en trop d'une part et d'autre part le volume destiné à être distribué.

Le volume du réservoir est égal à la différence entre le volume entrant et le volume sortant pour un intervalle de temps bien déterminé.

L'intervalle pris comme référence est de 24heures.

Soit V_e et V_s , respectivement volume entrant et sortant du réservoir,

$$\text{On a: } V_e = \int_0^t Q_e(t) dt \quad V_s = \int_0^t Q_s(t) dt \quad (\text{IV.1})$$

Avec $Q_e(t)$ et $Q_s(t)$ respectivement les débits instantanés entrant et sortant du réservoir.

$$\text{Le volume du réservoir est donné par : } V_R = \int_0^t (Q_e - Q_s) dt \quad (\text{IV.2})$$

Signalons qu'en milieu rural, pour avoir le volume du réservoir, un coefficient variant entre 1,25 et 1,50 sera appliqué à la consommation journalière afin de remédier soit à une consommation exceptionnelle, soit à une interruption de l'adduction par suite d'accident ou pour l'entretien. Pour notre cas, nous prenons un coefficient égal à 1,5.

$$V_R = 1,5 * \text{Volume théorique} \quad (\text{IV.3})$$

Une autre chose importante qui influence la capacité du réservoir, c'est le facteur de variation horaire des consommations suivant la catégorie des bénéficiaires. Selon que la population est villageoise ou urbaine, on a des coefficients horaires différents.

TEMPS (EN HEURE)	COEFFICIENTS HORAIRES	
	En milieu rural	En milieu urbain
0-2	0	0,18
2-6	0,35	0,5
6-7	2,5	2,74
7-12	1,2	1,5
12-14	1,7	1,85
14-19	1,9	1,25
19-22	0,3	1
22-24	0,15	0,85

Tableau IV.1. Coefficients horaires.

Comme le présent projet est à réaliser dans le milieu rural, nous allons prendre les coefficients horaires du milieu rural.

Calcul proprement dit

Des formules suivantes sont utilisées pour compléter les tableaux suivants afin de déterminer la capacité théorique des réservoirs :

SYMBOLES	SIGNIFICATIONS	UNITE	FORMULE
Vs	Volume sortant	m ³	$V_s = Q_e * Ch$
Vsp	Volume sortant partiel	m ³	$V_{sp} = V_s * T$
Vsc	Volume sortant cumulé	m ³	$V_{sc} = \varepsilon V_{sp}$
Vep	Volume entrant partiel	m ³	$V_{ep} = Q_e * T$
Vec	Volume entrant cumulé	m ³	$V_{ec} = \varepsilon V_{ep}$

Tableau IV.2. Formule de calcul des volumes d'eau

Avec :

T : temps en heures

Ch. : coefficient horaire

Capacité du réservoir, RUSARASI ($Q=2,302 \text{ m}^3/\text{h}$)

P	T(h)	Ch	Qe (m ³ /h)	Qsp (m ³ /h)	Vsp(m ³)	Vsc(m ³)	Vep(m ³)	Vec(m ³)	Vec-Vsc (m ³)
0-2	2	0	2,302	0	0	0	4,604	4,604	4,604
2-6	4	0,35	2,302	0,80561	3,222457	3,222	9,207	13,811	10,588
6-7	1	2,5	2,302	5,75439	5,754387	8,977	2,302	16,112	7,135
7-12	5	1,2	2,302	2,76211	13,81053	22,787	11,509	27,621	4,834
12-14	2	1,7	2,302	3,91298	7,825966	30,613	4,604	32,225	1,611
14-19	5	1,9	2,302	4,37333	21,86667	52,480	11,509	43,733	-8,747
19-22	3	0,3	2,302	0,69053	2,071579	54,552	6,905	50,639	-3,913
22-24	2	0,15	2,302	0,34526	0,690526	55,242	4,604	55,242	0,000

Tableau IV.3. Calcul de la capacité du reservoir de RUSARASI

Capacité théorique = $1\text{m}^3 \times |10,588 + |-8.747| = 19,335 \text{ m}^3$

Capacité pratique = $1\text{m}^3 \times 19,335 \times 1,5 = 29,0025 \text{ m}^3$, soit un réservoir de **30m³**

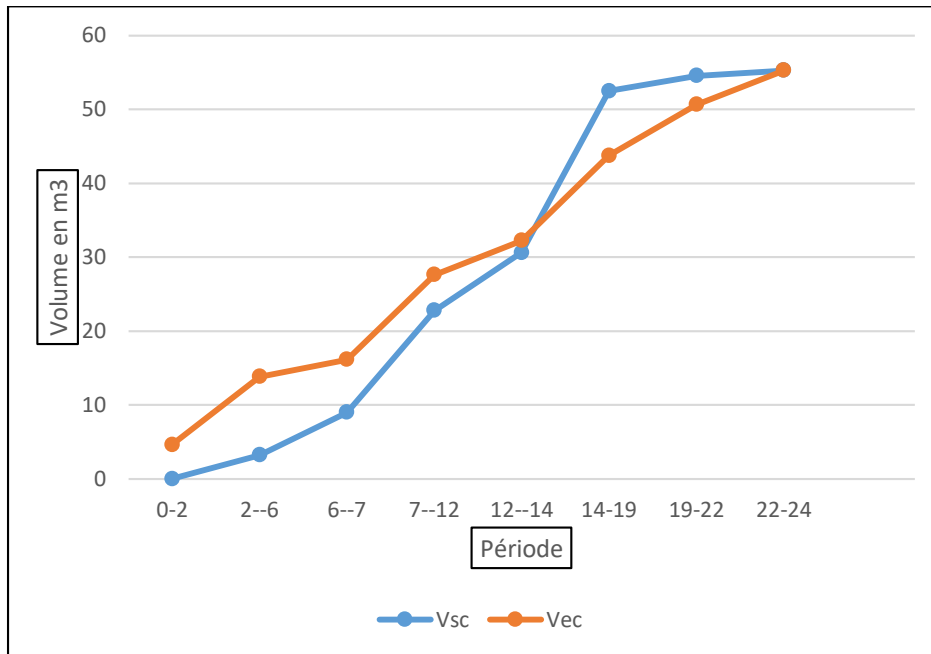


Figure.IV.6. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline RUSARASI.

Capacité du réservoir, Sous-Colline GIHUSHI ($Q=0,990 \text{ m}^3/\text{h}$)

P	T(h)	Ch	Qe (m^3/h)	Q _{sp} (m^3/h)	Vsp(m^3)	Vsc(m^3)	Vep(m^3)	Vec(m^3)	Vec-Vsc (m^3)
0-2	2	0	0,990	0	0	0	1,980	1,980	1,980
2-6	4	0,35	0,990	0,34641	1,385656	1,386	3,959	5,939	4,553
6-7	1	2,5	0,990	2,47439	2,474386	3,860	0,990	6,928	3,068
7-12	5	1,2	0,990	1,18771	5,938527	9,799	4,949	11,877	2,078
12-14	2	1,7	0,990	1,68258	3,365165	13,164	1,980	13,857	0,693
14-19	5	1,9	0,990	1,88053	9,402668	22,566	4,949	18,805	-3,761
19-22	3	0,3	0,990	0,29693	0,890779	23,457	2,969	21,775	-1,683
22-24	2	0,15	0,990	0,14846	0,296926	23,754	1,980	23,754	0,000

Tableau IV.4. Calcul de la capacité du réservoir, Sous-Colline GIHUSHI

Capacité théorique = $1\text{m}^3 \times |4,553| + |-3,761| = 8,314\text{m}^3$

Capacité pratique = $1\text{m}^3 \times 8,314 \times 1,5 = 12,471 \text{ m}^3$, soit un réservoir de 15m^3

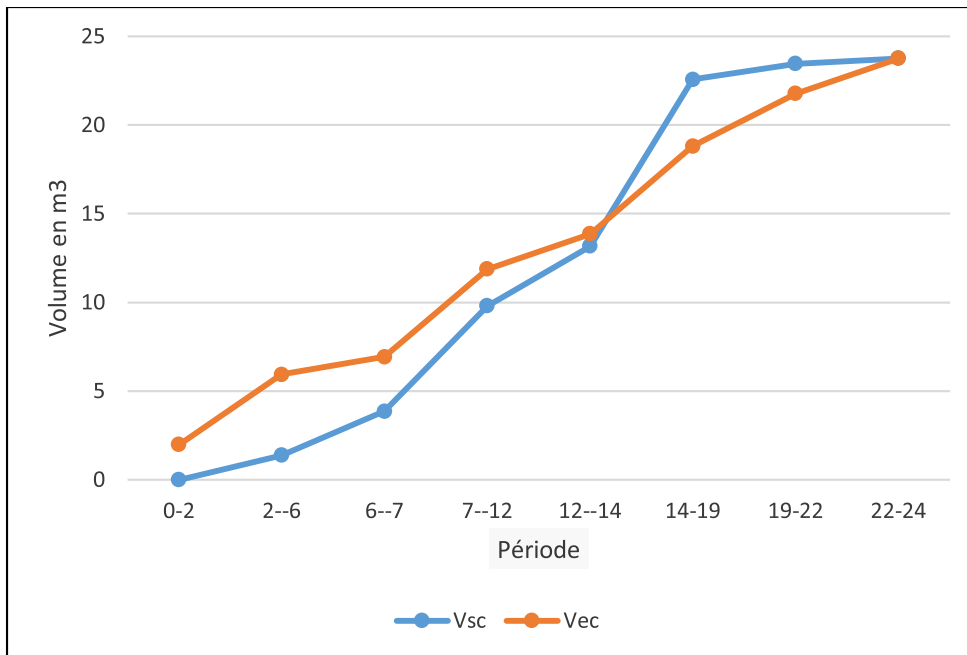


Figure.IV.7. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline GIHUSHI

**Capacité du réservoir, Sous-Colline MUNYINYA-RUHONGORE
($Q=0,0294\text{m}^3/\text{h}$)**

P	T (h)	Ch	Qe (m³/h)	Q _{sp} (m³/h)	V _{sp} (m³)	V _{sc} (m³)	V _{ep} (m³)	Vec (m³)	Vec-V _{sc} (m³)
0-2	2	0	0,299	0	0	0	0,598	0,598	0,598
2-6	4	0,35	0,299	0,10473	0,418919	0,419	1,197	1,795	1,376
6-7	1	2,5	0,299	0,74807	0,74807	1,167	0,299	2,095	0,928
7-12	5	1,2	0,299	0,359074	1,795369	2,962	1,496	3,591	0,628
12-14	2	1,7	0,299	0,508688	1,017376	3,980	0,598	4,189	0,209
14-19	5	1,9	0,299	0,568533	2,842667	6,822	1,496	5,685	-1,137
19-22	3	0,3	0,299	0,089768	0,269305	7,092	0,898	6,583	-0,509
22-24	2	0,15	0,299	0,044884	0,089768	7,181	0,598	7,181	0,000

Tableau IV.5. Calcul de la capacité du réservoir, Sous-Colline MUNYINYA-RUHONGORE

Capacité théorique = $1\text{m}^3 \times |1,376| + |1,137| = 2,513\text{m}^3$

Capacité pratique = $1\text{m}^3 \times 2,513 \times 1,5 = 3,76\text{m}^3$, soit un réservoir de 5m^3

Les besoins pour la sous colline Munyinya Ruhongore sont identiques à ceux de la sous colline Inangoma. Du coup le réservoir de Inangoma a les mêmes dimensions que celui de Munyinya Ruhongore. Soit un réservoir de $5m^3$.

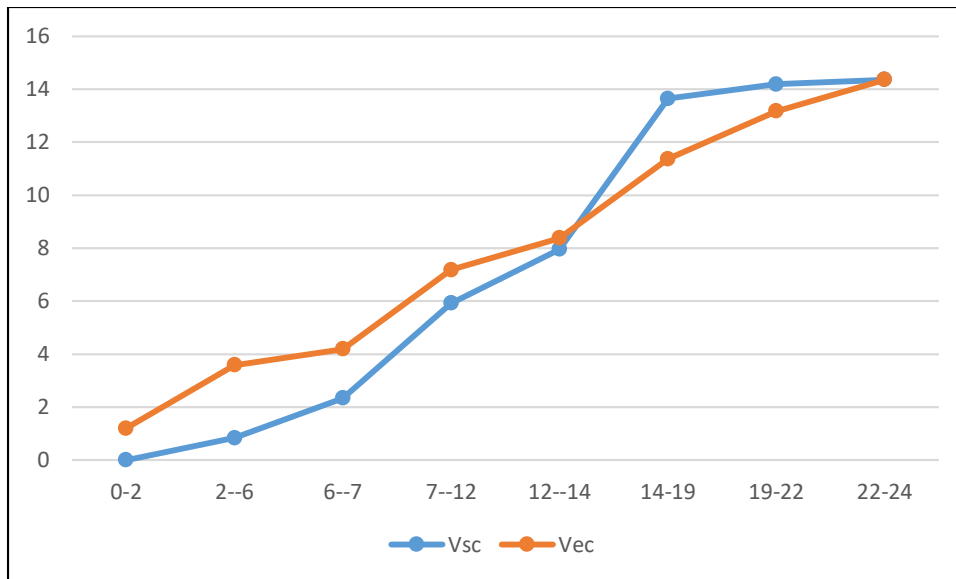


Figure IV.8. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline Munyinya-Ruhongore (identique à celle de Inangoma).

Capacité du réservoir, Colline MUGOBE ($Q=0,691m^3/h$)

P	T(h)	Ch	Qe (m³/h)	Qsp (m³/h)	Vsp(m³)	Vsc(m³)	Vep(m³)	Vec(m³)	Vec-Vsc (m³)
0-2	2	0	0,691	0	0	0	1,381	1,381	1,381
2-6	4	0,35	0,691	0,24168	0,966737	0,967	2,762	4,143	3,176
6-7	1	2,5	0,691	1,72632	1,726316	2,693	0,691	4,834	2,141
7-12	5	1,2	0,691	0,82863	4,143159	6,836	3,453	8,286	1,450
12-14	2	1,7	0,691	1,17389	2,34779	9,184	1,381	9,667	0,483
14-19	5	1,9	0,691	1,312	6,560001	15,744	3,453	13,120	-2,624
19-22	3	0,3	0,691	0,20716	0,621474	16,365	2,072	15,192	-1,174
22-24	2	0,15	0,691	0,10358	0,207158	16,573	1,381	16,573	0,000

Tableau IV.6. Calcul de la capacité du réservoir, Colline MUGOBE

Capacité théorique = $1m^3 \times |3,176| + |-2,624| = 5,800m^3$

Capacité pratique = $1m^3 \times 5,800 \times 1,5 = 8,7m^3$, soit un réservoir de $10m^3$

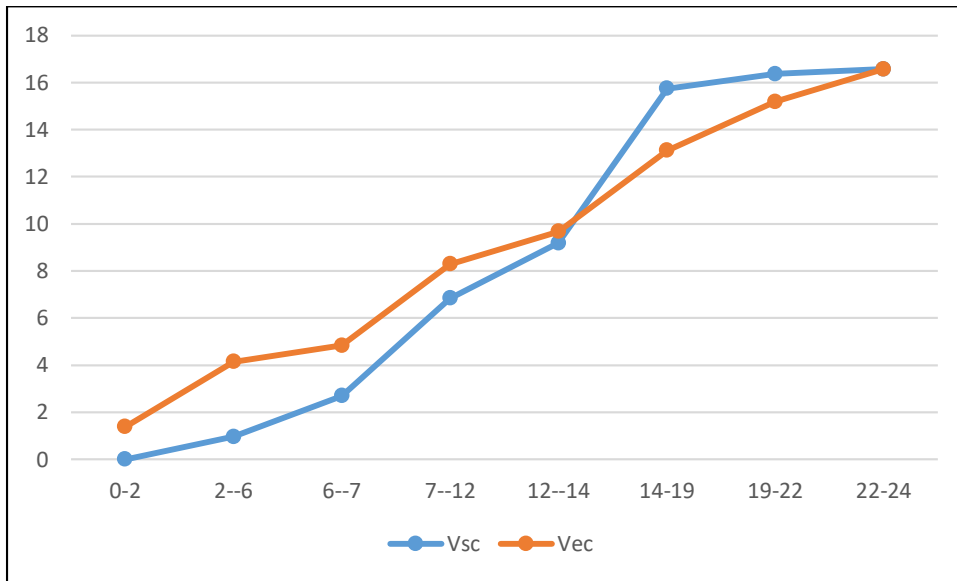


Figure IV.9. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline MUGOBE.

Capacité du réservoir, Sous-Colline KIRAVUMBA ($Q=0,737\text{m}^3/\text{h}$)

P	T(h)	Ch	Qe (m³/h)	Qsp (m³/h)	Vsp(m³)	Vsc(m³)	Vep(m³)	Vec(m³)	Vec-Vsc (m³)
0-2	2	0	0,737	0	0	0	1,473	1,473	1,473
2-6	4	0,35	0,737	0,2578	1,031186	1,031	2,946	4,419	3,388
6-7	1	2,5	0,737	1,8414	1,841404	2,873	0,737	5,156	2,283
7-12	5	1,2	0,737	0,88387	4,419369	7,292	3,683	8,839	1,547
12-14	2	1,7	0,737	1,25215	2,504309	9,796	1,473	10,312	0,516
14-19	5	1,9	0,737	1,39947	6,997334	16,794	3,683	13,995	-2,799
19-22	3	0,3	0,737	0,22097	0,662905	17,457	2,210	16,204	-1,252
22-24	2	0,15	0,737	0,11048	0,220968	17,677	1,473	17,677	0,000

Tableau IV.7. Calcul de la capacité du réservoir, Sous-Colline KIRAVUMBA

$$\text{Capacité théorique} = 1\text{m}^3 \times |3,388| + |-2,799| = 6,187\text{m}^3$$

$$\text{Capacité pratique} = 1\text{m}^3 \times 6,187 \times 1,5 = 9,2805 \text{m}^3, \text{ soit un réservoir de } 10\text{m}^3$$

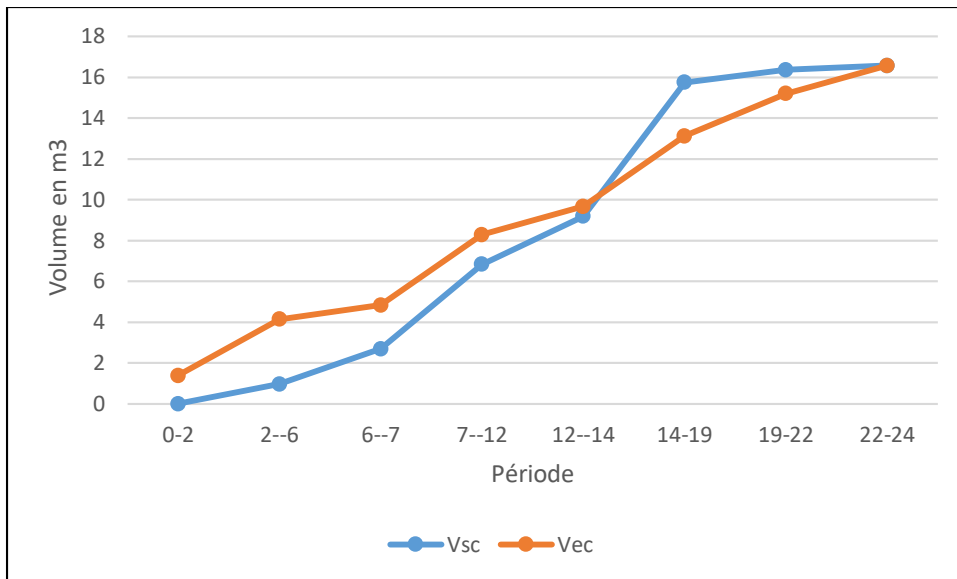


Figure IV.10. Représentation graphique des volumes entrant et sortant cumulés pour la colline KIRAVUMBA

IV.6.5. Equipements des réservoirs

Le réservoir doit être muni de :

- Une conduite d'amenée
- Une conduite de distribution
- Une conduite de vidange
- Une conduite de trop-plein

CHAPITRE V. DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS

V .1 Généralité

V.1.1 Introduction

Pour le présent projet, nous disposons de deux réservoirs de 5m³, deux de 10m³, un réservoir de 15m³ et un de 30m³.

Le dimensionnement des réservoirs est basé sur leurs grandes parties à savoir :

- La dalle de couverture (couvercle du réservoir)
- Les parois
- Le radier

Les dimensions essentielles des réservoirs sont les suivantes :

- Le diamètre
- La hauteur :
 - La hauteur utile(Hu)
 - La hauteur libre(Hl)
 - La hauteur totale(Ht)

Diamètre

Après avoir trouvé le volume de chaque réservoir, nous préférons d'utiliser la formule de FOULLANDOSA qui est la suivante :

$$D= 1.405\sqrt[3]{V} \quad (V .1)$$

Avec D : diamètre intérieur des réservoirs en mètre(m)

V : volume du réservoir en mètre cube (m³)

V.1.2. Hauteur

Hauteur utile

Selon FOULLANDOSA la hauteur utile est déterminée de la manière suivante :

$$Hu=0.46D \quad (V.2)$$

Avec Hu : hauteur utile

D : diamètre intérieur

Hauteur libre (Hl)

Il s'agit de la hauteur entre le niveau de l'eau et le bord supérieur du réservoir. Elle est comprise entre 0.2 et 0.5m. On considère que la tranchée d'air est de 0.3m.

Hauteur totale du réservoir

C'est la somme de la hauteur utile et la hauteur libre :

$$H_t = H_u + H_l \quad (\text{V.3})$$

Avec H_t : hauteur totale

H_u : hauteur utile

H_l : hauteur libre

Tableaux des dimensions des réservoirs

Réservoirs	V (m ³)	DI(m)	DE(m)	Hu(m)	Ht(m)	ép.Radier (cm)
Réservoir 1	5	2.4	3.1	1.1	1.4	25
Réservoir 2	10	3.03	3.73	1.4	1.7	30
Réservoir 3	15	3.47	4.17	1.6	1.9	30
Réservoir 4	30	4,36	5.16	2.38	2.68	40

Tableau V.1 Dimensions des réservoirs

NB : L'épaisseur de la paroi est comprise entre 0.3 et 0.4m. Pour notre cas, nous avons pris une épaisseur de 0.4m.

V.2. Dimensionnement du réservoir proprement dit

V.2.1 Dalle de couverture

La dalle de couverture est de type planchée-dalle. Elle protège l'eau contre les intempéries et d'autres éléments nuisibles à l'eau potable. Lors de son pré-dimensionnement :

- Le poids propre est appelé charge permanente G. Elle est composée du béton de 25KN/m^3 mais pour la chape, elle est de 22KN/m^3 .
- Les surcharges appelées charges d'exploitation $Q=1\text{KN/m}^2 * 2=2\text{KN/m}^2$, car on suppose deux personnes puissent assurer l'entretien au-dessus de la couverture.

Selon la norme BAEL, comme la dalle est circulaire, elle sera calculée comme un carré dont le coté est égal au diamètre du cercle.

- Le diamètre de la dalle $=DI + (0.35 * 2) + (2 * 5\text{cm})$ (V.4)

Avec DI : diamètre intérieur du réservoir du réservoir calculé ci-dessus, 5cm pour le dépassement, 0.35 d'épaisseur des parois

- Le diamètre de la dalle $=l_x=l_y$

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} \quad \text{(V.5)}$$

Si $0.4 \leq \alpha \leq 1$: il s'agit d'une dalle bidirectionnelle

$\alpha < 0.4$: il s'agit d'une dalle unidirectionnelle

Pour notre cas, c'est une dalle bidirectionnelle car $l_x=l_y$

Selon la norme BAEL, la hauteur de la dalle est donnée par la formule suivante :

$$h \geq \frac{l_x}{30} \text{ pour un panneau isolé} \quad \text{(V.6)}$$

$$h \geq \frac{l_x}{40} \text{ pour une dalle continue} \quad \text{(V.7)}$$

Pour notre cas il s'agit d'un panneau isolé, donc $h \geq \frac{l_x}{30}$

Pour trouver les armatures nécessaires de la dalle de couverture, on suit les étapes suivantes :

❖ **Evaluation des charges**

- Poids propre de la chape(G1)=ép. Chape (2cm) ×largeur de la dalle×
22KN /m³
- Poids propre de la dalle(G2)=ép. Dalle×largeur de dalle×25KN/m³
- Charge d'exploitation(Q)=2KN /m²×ép. dalle
- Charge ultime : **Pu=1 .35 ×(G1+G2) +1.5Q** (V.8)

NB : les charges considérées dans le calcul des dalles sont des charges comprises dans une bande (bande de calcul) d'une largeur **b_o=1m**

❖ **Calcul des moments**

$\alpha = \frac{l_x}{l_y}$ Pour notre cas les dalles sont bidirectionnelles et $l_x=l_y$, nous allons obtenir le nombre des aciers dans les deux sens x et y .

Le moment s'exprime donc comme suit :

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4\alpha)} \quad (\text{V.9})$$

$$\mu_y = \alpha^2 \times [1 - 0.95 \times (1 - \alpha^2)] \quad (\text{V.10})$$

$$M_{ox} = \mu_x \times Pu \times l_x^2 \quad (\text{V.11})$$

$$M_{oy} = \mu_y \times M_{ox} \quad (\text{V.12})$$

❖ **Calcul des armatures**

$$b_o = 1\text{m}$$

$$d = 0.9h \text{ avec } h : \text{ épaisseur de la dalle} \quad (\text{V.13})$$

$$f_{bu} = \frac{0.85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} \quad \text{avec : } f_{c28} = 25\text{MPa} \quad (\text{V.14})$$

$$\theta = 1$$

$$\gamma_b = 1.5$$

$$\mu_{bu} = \frac{M}{b_o \times d^2 \times f_{bu}} \quad (\text{V.15})$$

Les armatures en travée (dans le sens de l_x ou l_y)

Si $\mu_{bu} < \mu_{lu} = 0.3$; il n'y aura pas nécessité d'aciers comprimés, on détermine alors les aciers tendus avec la formule suivante :

$$M_t = 0.85M_{ox} = 0.85M_{oy} \quad (\text{V.16})$$

$$F_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} \text{ Avec : } f_e = 400 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$\varepsilon = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}}) \quad (\text{V17})$$

$$Z_b = d (1 - 0.4\varepsilon)$$

$$A_{ut} = \frac{M_t}{Z_b \times f_{ed}} \quad (\text{V18})$$

$$\text{On doit vérifier que : } A_u \geq A_{min} = 0.23 \times \frac{f_{t28}}{f_e} \times b_o \times d \quad (\text{V19})$$

$$\text{Avec } f_{t28} = 0.6 + 0.06f_{c28}$$

Si $A_u < A_{min}$, on prend A_{min} comme valeur de A_u

Les armatures aux appuis (dans le sens de l_x ou l_y)

$$M_a = 0.5M_{ox} = 0.5M_{oy} \quad (\text{V20})$$

Après avoir déterminé le moment aux appuis avec la formule ci-haut mentionnée, on procède de la même manière pour obtenir les armatures. Mais en pratique nous allons mener les calculs uniquement pour les travées.

a. Dimensionnement de la dalle d'un réservoir de 5m^3

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 2.4\text{m} + (0.35 \times 2) + (2 \times 0.05\text{m}) = 3.2\text{m}$$

$$h \geq \frac{3.2\text{m}}{30}$$

$$h \geq 0.106667\text{m} \text{ soit } h = 11\text{cm}$$

Evaluation des charges

- Poids propre de chape(G_1)= $1\text{m} \times 0.02\text{m} \times 22\text{KN/m}^3 = 0.44\text{KN/m}$
- Poids propre de la dalle(G_2)= $1\text{m} \times 0.11\text{m} \times 25\text{KN/m}^3 = 2.75\text{KN/m}$
- Charge d'exploitation(Q)= $1\text{m} \times 2\text{KN/m}^2 = 2\text{KN/m}$
- Charge ultime : $P_u = 1\text{KN/m} \times 1.35 \times (0.44 + 2.75) + 1.5 \times 2 = 7.3065\text{KN/m}$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{3.2\text{m}}{3.2\text{m}} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \times 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = \alpha^2 \times [1 - 0.95 \times (1 - 1^2)] = 1$$

$$M_{ox} = 1\text{KN/m} \times 0.037 \times 7.3065 \times 3.2^2 = 2.768\text{KN/m}$$

$$M_{oy} = 1\text{KN/m} \times 1 \times 2.768 = 2.768\text{KNm}$$

Calcul des armatures (dans le sens de l_x ou l_y)

$$b_o = 1\text{m}$$

$$d = 0.9h = 0.9 \times 0.11 = 0.099\text{m}$$

$$f_{bu} = \frac{0.85 \times 25\text{MPa}}{1 \times 1.5} = 14.17\text{MPa} \text{ soit } 14.17 \cdot 10^6\text{N/m}^2$$

$$\mu_{bu} = \frac{2.768\text{KNm}}{1\text{m} \times (0.099\text{m})^2 \times 14.17 \cdot 10^6\text{N/m}^2} = 0.020$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu} = 0.3$; Il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés ; donc on détermine les aciers tendus :

$$M_t = 0.85 \times 2.768 = 2.3528\text{KNm}$$

$$f_{ed} = \frac{400\text{MPa}}{1.15} = 347.826\text{MPa} \text{ soit } 347.826 \cdot 10^6\text{N/m}^2$$

$$\varepsilon = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.020}) = 0.025$$

$$Z_b = 0.099(1 - 0.4 \times 0.025) = 0.098$$

$$A_{ut} = \frac{2.3528 \text{ KNm}}{0.098 \times 347.826 \cdot 106 \text{ N/m}^2} = 0.6832 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 0.6832 \text{ cm}^2$$

Vérification Si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min} = A_{min} = 0.23 \times \frac{2.1 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \times 1 \text{ m} \times 0.099 \text{ m} = 1.1954 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 1.1954 \text{ cm}^2$$

On adopte $A_u = 1.1954 \text{ cm}^2$

Choix des armatures

Détermination des armatures : prenons $\phi_8 = 0.50 \text{ cm}^2$

$$\text{Nombre d'aciers} = \frac{A_u}{A_{unitaire}} = \frac{1.1954}{0.50} = 2.39 \text{ soit } 3\phi_8/\text{m}$$

b. Dimensionnement de la dalle du réservoir de 10m³

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 3.03 \text{ m} + (0.35 \times 2) + (2 \times 0.05 \text{ m}) = 3.83 \text{ m}$$

$$h \geq \frac{3.83 \text{ m}}{30}$$

$$h \geq 0.127 \text{ m} \text{ soit } h = 15 \text{ cm}$$

Evaluation des charges

- Poids propre de chape (G_1) = $1 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} \times 22 \text{ KN/m}^3 = 0.44 \text{ KN/m}$
- Poids propre de la dalle (G_2) = $1 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 3.75 \text{ KN/m}$
- Charge d'exploitation (Q) = $1 \text{ m} \times 2 \text{ KN/m}^2 = 2 \text{ KN/m}$
- Charge ultime : $P_u = 1 \text{ KN/m} \times 1.35 \times (0.44 + 3.75) + 1.5 \times 2 = 8.6565 \text{ KN/m}$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{3.83 \text{ m}}{3.83 \text{ m}} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \times 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = \alpha^2 \times [1 - 0.95 \times (1 - 1^2)] = 1$$

$$M_{ox} = 1 \text{ KN/m} \times 0.037 \times 8.6565 \times 3.83^2 = 4.698 \text{ KN/m}$$

$$M_{oy} = 1 \text{ KN/m} \times 1 \times 4.698 = 4.698 \text{ KNm}$$

Calcul des armatures (dans le sens de lx ou ly)

$$b_o=1\text{m}$$

$$d=0.9h=0.9 \times 0.15\text{m}=0.135\text{m}$$

$$f_{bu}=\frac{0.85 \times 25\text{MPa}}{1 \times 1.5}=14.17\text{MPa} \text{ soit } 14.17 \cdot 10^6\text{N/m}^2$$

$$\mu_{bu}=\frac{4.698\text{KNm}}{1\text{m} \times (0.135\text{m})^2 \times 14.17 \cdot 10^6\text{N/m}^2}=0.018$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu}=0.3$; Il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés ; donc on détermine les aciers tendus :

$$M_t=0.85 \times 4.698=3.9933\text{KNm}$$

$$f_{ed}=\frac{400\text{MPa}}{1.15}=347.826\text{MPa} \text{ soit } 347.826 \cdot 10^6\text{N/m}^2$$

$$\varepsilon=1.25 (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.018})=0.023$$

$$Z_b=0.135\text{m} (1-0.4 \times 0.023)=0.134$$

$$A_{ut}=\frac{3.9933\text{KNm}}{0.134 \times 347.826 \cdot 10^6\text{N/m}^2}=0.8568 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 \text{ soit } 0.8568\text{cm}^2$$

Vérification Si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min}=A_{min}=0.23 \times \frac{2.1\text{MPa}}{400\text{MPa}} \times 1\text{m} \times 0.135\text{m}=1.630 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 \text{ soit } 1.630\text{cm}^2$$

On adopte $A_u=1.630\text{cm}^2$

Choix des armatures

Détermination des armatures : prenons $\varphi_8=0.50\text{cm}^2$

$$\text{Nombre d'aciers}=\frac{A_u}{A_{unitaire}}=\frac{1.630}{0.50}=3.26 \text{ soit } 4\varphi_8/\text{m}$$

c. Dimensionnement de la dalle du réservoir de 15m³

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 4.27 \text{ m}$$

$$h \geq \frac{4.27 \text{ m}}{30}$$

$$h \geq 0.142 \text{ m soit } h = 15 \text{ cm}$$

Evaluation des charges

$$\text{Poids propre de la chape } (G_1) = 1 \text{ m} \cdot 0.02 \text{ m} \cdot 22 \text{ KN/m}^3 = 0.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Poids propre de la dalle } (G_2) = 1 \text{ m} \cdot 0.15 \text{ m} \cdot 25 \text{ KN/m}^3 = 3.75 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge d'exploitation } (Q) = 1 \text{ m} \cdot 2 \text{ KN/m}^2 = 2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge ultime } P_u = 1 \text{ KN/m} \cdot 1.35 \cdot (0.44 + 3.75) + 1.5 \cdot 2 = 8.657 \text{ KN/m}$$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4.27}{4.27} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \cdot (1 + 2.4 \cdot 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = 1^2 \cdot (1 - 0.95 \cdot (1 - 1^2)) = 1$$

$$M_{ox} = 1 \text{ KN.m} \cdot 0.037 \cdot 8.657 \cdot 4.27^2 = 5.84 \text{ KN.m}$$

$$M_{oy} = \mu_y \cdot M_{ox} = 1 \text{ KN.m} \cdot 1 \cdot 5.84 = 5.84 \text{ KN.m}$$

Calcul des armatures (dans le sens de l_x ou l_y)

$$f_{bu} = \frac{0.85 \cdot 25 \text{ MPa}}{1 \cdot 1.5} = 14.170 \text{ MPa soit } 14.170 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b_o = 1 \text{ m}$$

$$d = 0.9h = 0.9 \cdot 0.15 = 0.135 \text{ m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{5.84 \cdot 10^3 \text{ N.m}}{1 \text{ m} \cdot (0.135 \text{ m})^2 \cdot 14.17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 0.023$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu} = 0.3$; il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés; Alors on détermine les aciers tendus :

$$M_t = 0.85 \cdot 5.84 = 4.964 \text{ KN.m}$$

$$f_{ed} = \frac{400 \text{ MPa}}{1.15} = 347.826 \text{ MPa soit } 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon = 1.25 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.023}) = 0.030$$

$$Z_b = 0.135 \cdot (1 - 0.4 \cdot 0.030) = 0.133$$

$$A_{U_t} = \frac{4.964 \cdot 10^3 \text{ N.m}}{0.133 \cdot 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 1.073 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 1.073 \text{ cm}^2$$

Vérification si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min} = 0.23 * \frac{2.1 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} * 1 \text{ m} * 0.135 \text{ m} = 1.630 * 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 1.630 \text{ cm}^2$$

$$A_u \text{ adoptée} = \mathbf{1.630 \text{ cm}^2}$$

Choix des armatures

Détermination des armatures : prenons $\phi_8 = 0.50 \text{ cm}^2$

$$\text{Nombre d'aciers} = \frac{A_u}{A_{unitaire}} = \frac{1.63}{0.50} = 3.26 \text{ soit } \mathbf{4\phi_8/m}$$

d. Dimensionnement de la dalle du réservoir de 30m³

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 5.27 \text{ m}$$

$$h \geq \frac{5.27 \text{ m}}{30}$$

$$h \geq 0.17567 \text{ m ; soit } \mathbf{h = 20 \text{ cm}}$$

Evaluation des charges

$$\text{Poids propre de la chape } (G_1) = 1 \text{ m} * 0.02 \text{ m} * 22 \text{ KN/m}^3 = 0.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Poids propre de la dalle } (G_2) = 1 \text{ m} * 0.2 \text{ m} * 25 \text{ KN/m}^3 = 5 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge d'exploitation } (Q) = 1 \text{ m} * 2 \text{ KN/m}^2 = 2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge ultime } P_u = 1 \text{ KN/m} * 1.35 * (0.44 + 5) + 1.5 * 2 = 10.344 \text{ KN/m}$$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{5.27}{5.27} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 * (1 + 2.4 * 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = 1^2 * (1 - 0.95 * (1 - 1^2)) = 1$$

$$M_{ox} = 1 \text{ KN.m} * 0.037 * 10.344 * 5.27^2 = 10.629 \text{ KN.m}$$

$$M_{oy} = \mu_y * M_{ox} = 1 \text{ KN.m} * 1 * 10.629 = 10.629 \text{ KN.m}$$

Calcul des armatures (dans le sens de lx ou ly)

$$f_{bu} = \frac{0.85 \cdot 25 \text{ MPa}}{1 \cdot 1.5} = 14.170 \text{ MPa soit } 14.170 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b_0 = 1 \text{ m}$$

$$d = 0.9h = 0.9 \cdot 0.2 = 0.18 \text{ m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{10.629 \cdot 10^3 \text{ Nm}}{1 \text{ m} \cdot (0.18 \text{ m})^2 \cdot 14.17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 0.231514$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu} = 0.3$; il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés; Alors on détermine les aciers tendus :

$$M_t = 0.85 \cdot 10.629 \text{ KNm} = 9.03465 \text{ KNm}$$

$$f_{ed} = \frac{400 \text{ MPa}}{1.15} = 347.826 \text{ MPa soit } 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\xi \Sigma = 1.25 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.0231514}) = 0.113$$

$$Z_b = 0.135 \cdot (1 - 0.4 \cdot 0.113) = 0.19$$

$$A_{U_t} = \frac{5.199 \cdot 10^3 \text{ N}}{0.19 \cdot 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 1.36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 1.36 \text{ cm}^2$$

Vérification si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min} = 0.23 \cdot \frac{2.1 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0.135 \text{ m} = 1.630 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 1.630 \text{ cm}^2$$

$$A_u \text{ adoptée} = 1.630 \text{ cm}^2$$

Choix des armatures

$$4\emptyset_8/\text{m}$$

V.2.2. Dimensionnement du radier

Le radier sera considéré comme une semelle rectangulaire mais comme il a de grandes dimensions (longueur et largeur), on va procéder aux calculs comme ceux de la dalle. L'épaisseur du radier doit être comprise entre 25 et 40cm.

$$\text{Diamètre} = DI + \text{ép. Des parois} (0,35 \times 2) + (2 \times 0,1 \text{ m}) \text{ de dépassement}$$

Les formules restent les mêmes que pour une dalle.

Les charges assez importantes qui agissent sur le radier sont :

- Son poids propre
- Le poids des parois (en moellon + mortier)
- Le poids du couvercle

❖ Détermination des charges

Poids de la chape = ép. Chape \times largeur dalle \times 22KN /m³

Poids propre du radier = ép. Radier \times largeur dalle \times 25KN /m³+ poids chape

❖ Détermination du poids de l'eau

Le volume occupé par l'eau = volume utile du réservoir = $\frac{(DI^2 \times \pi)}{4} \times hu$

Le poids volumique l'eau est de 10KN/m³,

Le poids de l'eau de ce réservoir est de : P= 10KN/m³ \times V

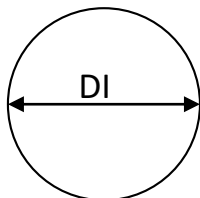
La surface sur laquelle agit ce poids d'eau est celle de la base du cercle (de diamètre intérieur), soit $S = \frac{DI^2 \times \pi}{4}$

Puisqu'en BAEL, on calcule par mètre linéaire, on considère un carré de même surface pour rendre facile les calculs. Ce carré a un côté $c = \sqrt{S}$

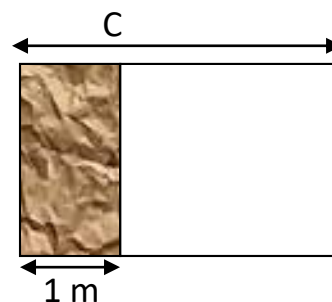
DI = Diamètre intérieur

C = côté du carré

Réservoir



Equivaut à



Par mètre linéaire on a : p= (P \times coté du carré)/S(20)

❖ Détermination du poids des parois

On détermine d'abord le volume occupé par les parois, on répartit ensuite ce dernier à 85% pour les moellons et à 15% pour le mortier

$$\text{Le volume occupé par les parois} = \underbrace{\left(\frac{DE^2 \times \pi}{4} - \frac{DI^2 \times \pi}{4} \right) \times Ht}_{(\alpha)} \quad (21)$$

Avec DE : diamètre extérieur du réservoir

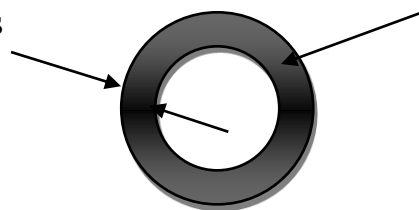
DI : diamètre intérieur du réservoir

Ht : hauteur totale du réservoir

Volume occupé par les moellons = 85% × volume occupé par les parois

Volume occupé par le mortier = 15% × volume occupé par les parois

Epaisseur des parois



Surface des parois

Le poids volumique des moellons est supérieur à 28KN/m³; nous prenons un poids volumique de 30KN/m³ (car nous allons utiliser des moellons assez dur)

Le poids du moellon P = 30KN/m³ × Volume occupé par les moellons.

Par mètre linéaire, on a p = (P × côté du carré) / S du carré.

Le poids volumique du mortier lourd est supérieur à 15KN/m³, nous prenons le poids volumique de 20KN/m³

Le poids du mortier : P = 20KN/m³ × Volume occupé par le mortier.

Par mètre linéaire, on a p = (P × côté du carré) / S du carré.

❖ Détermination du poids de couvercle

Pour le couvercle, le poids (pour la dalle et chape) est déterminé par la formule suivante : **P = largeur dalle × ép. dalle × γ_v**

Avec γ_v = 22KN/m³ pour la chape et 25KN/m³ pour la dalle.

Tableau de calcul de la charge d'eau agissant sur le radier

V	Hu	SI	DI	C	γ_v	P	P
5	1.1	4.52	2.402	2.126	10	50	23.52
10	1.4	7.18	3.026	2.679	10	100	37.31
15	1.6	9.45	3.47	3.07	10	150	48.73
30	2,38	14,92	4,36	3,86	10	300	77,72

Tableau V.2 Tableau de calcul de la charge d'eau agissant sur le radier

Avec

- V : volume du réservoir en m³
- Hu: hauteur utile du réservoir en m
- SI : surface intérieure du réservoir en m²
- DI : diamètre intérieur du réservoir en m
- C : cote du carré en m
- γ_v : poids volumique de l'eau en KN/m³
- P : poids de l'eau en KN
- p : poids de l'eau par mètre linéaire en K

Tableau de calcul de la charge des parois agissant sur le radier

V	DE	DI	SP	C	HT	VP	V m	Vmt	γ_{vm}	γ_{vmt}	Pm	Pmt	Pt
m ³	m	m	m ²	M	m	m ³	m ³	m ³	KN/ m ³	KN/ m ³	KN/m	KN/m	KN/m
5	3.402	2.402	4.556	2.134	1.404	6.409	5.448	0.961	30	20	76.589	9.007	85.596
10	4.027	3.027	5.537	2.353	1.692	9.369	7.964	1.405	30	20	93.584	11.942	105.526
15	4.465	3.465	6.225	2.495	1.894	11.790	10.022	1.769	30	20	120.505	14.180	134.685
30	5.366	4.366	7.640	2.764	2.308	17.633	14.988	2.645	30	20	162.677	19.139	181.816

Tableau V.3 : Tableau de calcul de la charge des parois agissant radier

- V : volume du réservoir
- HT : Hauteur totale du réservoir
- Sp : surface des parois du réservoir
- DI : diamètre intérieur du réservoir
- DE : diamètre extérieur du réservoir
- C : côté du carré
- Vp : volume des parois
- Vm : volume des moellons
- Vmt : volume du mortier
- γ_m : poids volumique des moellons
- γ_{mt} : poids volumique du mortier
- Pm : poids des moellons
- Pmt : poids du mortier
- pm : poids des moellons par mètre linéaire
- pmt : poids du mortier par mètre linéaire
- pt : poids total (moellons mortier) par mètre linéaire

NB : Le poids de l'eau est négligeable par rapport à celui des parois d'où nous allons considérer le poids des parois dans les calculs.

Tableau des charges agissant sur le radier

Volume (m ³)	Poids des parois (KN/m)	Poids du couvercle (KN/m)	Poids total (KN/m)
5	69.346	3.19	72.536
10	93.508	4.19	97.698
15	110.451	4.19	114.641
30	188.275	5.44	193.715

Tableau V.4 : Tableau des charges agissant sur le radier

NB : Dans les calculs qui vont suivre le poids total est assimilé aux autres charges supportées (G'). Comme le radier est appuyé totalement, nous utilisons dans les étapes suivantes les formules relatives aux appuis.

a. Dimensionnement du radier du réservoir de 5m³

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 2.402m + (0.35m \times 2) + (2 \times 0.1m) = 3.302m$$

$$h \geq \frac{3.302m}{3}$$

$$h \geq 0.11m$$

La hauteur d'un radier est comprise entre 25 et 40cm, pour notre cas nous prenons h=25cm

Evaluation des charges

- Poids propre de chape (G1) = $1m \times 0.02m \times 22KN/m^3 = 0.44KN/m$
- Poids propre de la dalle (G2) = $1m \times 0.25m \times 25KN/m^3 = 6.25KN/m$
- Autres charges supportées (G') = 72.536KN/m
- Charge d'exploitation (Q) = $1m \times 2KN/m^2 = 2KN/m$
- Charge ultime : $P_u = 1KN/m \times 1.35 \times (0.44 + 6.25 + 72.536) + 1.5 \times 2 = 109.95KN/m$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{3.302m}{3.302m} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \times 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = \alpha^2 \times [1 - 0.95 \times (1 - 1^2)] = 1$$

$$M_{ox} = 1 \text{ KN/m} \times 0.037 \times 109.95 \times (3.302m)^2 = 44.35 \text{ KNm}$$

$$M_{oy} = 1 \text{ KN/m} \times 1 \times 44.35 = 44.35 \text{ KNm}$$

Calcul des armatures (dans le sens de lx ou ly)

$$b_o = 1m$$

$$d = 0.9h = 0.9 \times 0.25m = 0.22m$$

$$f_{bu} = \frac{0.85 \times 25 \text{ MPa}}{1 \times 1.5} = 14.17 \text{ MPa soit } 14.17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\mu_{bu} = \frac{44.35 \text{ KNm}}{1m \times (0.22m)^2 \times 14.17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 0.065$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu} = 0.3$; Il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés ; donc on détermine les aciers tendus :

$$M_a = 0.50 \times 44.35 \text{ KNm} = 22.17 \text{ KN.m}$$

$$f_{ed} = \frac{400 \text{ MPa}}{1.15} = 347.826 \text{ MPa soit } 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon = 1.25 (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.065}) = 0.084$$

$$Z_b = 0.22m (1 - 0.4 \times 0.084) = 0.21$$

$$A_{ut} = \frac{37.69 \text{ KNm}}{0.21 \times 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 3.03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 3.03 \text{ cm}^2$$

Vérification Si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min} = 0.23 \times \frac{2.1 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \times 1m \times 0.22m = 2.65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 2.65 \text{ cm}^2$$

On adopte $A_u = 3.03 \text{ cm}^2$

Choix des armatures

Détermination des armatures : prenons $=078\text{cm}^2$

$$\text{Nombre d'aciers} = \frac{Au}{A_{\text{unitaire}}} = \frac{3.03}{0.78} = 3.28\text{cm}^2 \text{ soit } 4\phi_{10}/\text{m}.$$

b. Dimensionnement du réservoir de 10m^3

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 3.026\text{m} + (0.35\text{m} \times 2) + (2 \times 0.1\text{m}) = 3.926\text{m}$$

$$h \geq \frac{3.926\text{m}}{30}$$

$$h \geq 0.13\text{m}$$

La hauteur d'un radier est comprise entre 25 et 40cm, pour notre cas nous prenons $h = 30\text{cm} = 0.3\text{m}$

Evaluation des charges

- Poids propre de chape (G_1) = $1\text{m} \times 0.02\text{m} \times 22\text{KN}/\text{m}^3 = 0.44\text{KN}/\text{m}$
- Poids propre de la dalle (G_2) = $1\text{m} \times 0.3\text{m} \times 25\text{KN}/\text{m}^3 = 7.5\text{KN}/\text{m}$
- Autres charges supportées (G') = $97.698\text{KN}/\text{m}$
- Charge d'exploitation (Q) = $1\text{m} \times 2\text{KN}/\text{m}^2 = 2\text{KN}/\text{m}$
- Charge ultime : $P_u = 1\text{KN}/\text{m} \times 1.35 \times (0.44 + 7.5 + 97.698) + 1.5 \times 2 = 145.61\text{KN}/\text{m}$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{3.926\text{m}}{3.926\text{m}} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \times 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = \alpha^2 \times [1 - 0.95 \times (1 - 1^2)] = 1$$

$$M_{ox} = 1\text{KN}/\text{m} \times 0.037 \times 145.61 \times (3.926\text{m})^2 = 83.041\text{KNm}$$

$$M_{oy} = 1\text{KN}/\text{m} \times 1 \times 83.041 = 83.041\text{KNm}$$

Calcul des armatures (dans le sens de lx ou ly)

$$b_o=1\text{m}$$

$$d=0.9h=0.9 \times 0.3\text{m}=0.27\text{m}$$

$$f_{bu}=\frac{0.85 \times 25\text{MPa}}{1 \times 1.5}=14.17\text{MPa} \text{ soit } 14.17 \cdot 10^6\text{N/m}^2$$

$$\mu_{bu}=\frac{83.041\text{KNm}}{1\text{m} \times (0.27\text{m})^2 \times 14.17 \cdot 10^6\text{N/m}^2}=0.08$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu}=0.3$; Il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés ; donc on détermine les aciers tendus :

$$M_a=0.50 \times 83.041\text{KNm}=41.52\text{KNm}$$

$$f_{ed}=\frac{400\text{MPa}}{1.15}=347.826\text{MPa} \text{ soit } 347.826 \cdot 10^6\text{N/m}^2$$

$$\varepsilon=1.25 (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.08})=0.104$$

$$Z_b=0.27\text{m} (1 - 0.4 \times 0.104)=0.258$$

$$A_{ut}=\frac{41.52\text{KNm}}{0.258 \times 347.826 \cdot 10^6\text{N/m}^2}=5.42 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 \text{ soit } 5.42\text{cm}^2$$

Vérification Si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min}=0.23 \times \frac{2.1\text{MPa}}{400\text{MPa}} \times 1\text{m} \times 0.27\text{m}=3.26 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 \text{ soit } 3.26\text{cm}^2$$

On adopte $A_u=5.42\text{cm}^2$

Choix des armatures

Détermination des armatures : prenons $\phi_{10}=1.13\text{cm}^2$

$$\text{Nombre d'aciers}=\frac{A_u}{A_{unitaire}}=\left(\frac{5.42}{1.13}\right) \text{cm}^2=4.79 \text{ soit } \mathbf{5\phi_{12}/m.}$$

c. Dimensionnement du radier du réservoir de 15m³

Pré-dimensionnement

$$l_x = l_y = 3.47 \text{ m} + (0.35 \times 2) + (2 \times 0.1) = 4.37 \text{ m}$$

$$h \geq \frac{4.37 \text{ m}}{30}$$

$$h \geq 0.145 \text{ m}$$

Pour le radier, la hauteur est comprise entre 20 et 40 cm d'où le choix de $h = 30$ cm

Evaluation des charges

$$\text{Poids propre de la chape } (G_1) = 1 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} \times 22 \text{ KN/m}^3 = 0.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Poids propre du radier } (G_2) = 1 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 7.5 \text{ KN/m}$$

$$\text{Autres charges supportées } (G') = 114.641 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge d'exploitation } (Q) = 1 \text{ m} \times 2 \text{ KN/m}^2 = 2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge ultime } P_u = 1 \text{ KN/m} \times 1.35 \times (0.44 + 7.5 + 114.641) + 1.5 \times 2 = 168.484 \text{ KN/m}$$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{4.37 \text{ m}}{4.37 \text{ m}} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 \times (1 + 2.4 \times 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = 1^2 \times (1 - 0.95 \times (1 - 1^2)) = 1$$

$$M_{ox} = 1 \text{ KN.m} \times 0.037 \times 168.484 \times 4.37^2 = 119.048 \text{ KN.m}$$

$$M_{oy} = \mu_y \times M_{ox} = 1 \text{ KN.m} \times 1 \times 119.048 = 119.048 \text{ KN.m}$$

Calcul des armatures (dans le sens de l_x ou l_y)

$$f_{bu} = \frac{0.85 \times 25 \text{ MPa}}{1 \times 1.5} = 14.17 \text{ MPa soit } 14.17 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$d = 0.9h = 0.9 \times 0.30 = 0.27 \text{ m}$$

$$b_o = 1 \text{ m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{119.048 \times 10^3 \text{ N/m}^2}{1 \text{ m} \times (0.27 \text{ m})^2 \times 14.17 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = 0.115$$

$$M_t = 0.5 \times 119.048 = 59.524 \text{ KN.m}$$

$$f_{ed} = \frac{400 \text{ MPa}}{1.15} = 347.826 \text{ MPa soit } 347.826 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon \varepsilon = 1.25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.128}) = 0.172$$

$$Z_b = 0.27 \times (1 - 0.4 \times 0.172) = 0.251$$

$$A_{U_t} = \frac{59.524 \times 10^3 \text{ N/m}^2}{0.251 \times 347.826 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = 6.81 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 6.81 \text{ cm}^2$$

Vérification si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min} = 0.23 * \frac{2.1 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} * 1 \text{ m} * 0.27 \text{ m} = 3.260 * 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 3.260 \text{ cm}^2$$

$$A_u \text{ adoptée} = \mathbf{6.81 \text{ cm}^2}$$

Choix des armatures

Détermination des armatures : prenons $\varphi_{14} = \mathbf{1.54 \text{ cm}^2}$

$$\text{Nombre d'aciers} = \frac{A_u}{A_{unitaire}} = \frac{6.81}{1.54} = 4.42 \text{ soit } \mathbf{5\varphi_{14}/m}$$

d. Dimensionnement du radier du réservoir de 30 m^3

Prédimensionnement

$$l_x = l_y = 5.37 \text{ m}$$

$$h \geq \frac{5.37 \text{ m}}{30}$$

$$h \geq 0.179 \text{ m}$$

Nous prenons aussi h égale 30 cm

Evaluation des charges

$$\text{Poids propre de la chape (G1)} = 1 \text{ m} * 0.02 \text{ m} * 22 \text{ KN/m}^3 = 0.44 \text{ KN/m}$$

$$\text{Poids propre du radier (G2)} = 1 \text{ m} * 0.3 \text{ m} * 25 \text{ KN/m}^3 = 7.5 \text{ KN/m}$$

$$\text{Autres charges supportées (G')} = 248.82 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge d'exploitation (Q)} = 1 \text{ m} * 2 \text{ KN/m}^2 = 2 \text{ KN/m}$$

$$\text{Charge ultime } P_u = 1 \text{ KN/m} * 1.35 * (0.44 + 248.82 + 7.5) + 1.5 * 2 = 349.628 \text{ KN/m}$$

Calcul des moments

$$\alpha = \frac{l_x}{l_y} = \frac{5.17 \text{ m}}{5.17 \text{ m}} = 1$$

$$\mu_x = \frac{1}{8 * (1 + 2.4 * 1)} = 0.037$$

$$\mu_y = 1^2 * (1 - 0.95 * (1 - 1^2)) = 1$$

$$M_{ox} = 1 \text{ KN.m} * 0.037 * 349.628 * 5.17^2 = 345.771 \text{ KN.m}$$

$$M_{oy} = \mu_y * M_{ox} = 1 \text{ KN.m} * 1 * 345.771 = 345.771 \text{ KN.m}$$

***calcul des armatures (dans le sens de lx ou ly)**

$$f_{bu} = \frac{0.85 \cdot 25 \text{ MPa}}{1 \cdot 1.5} = 14.17 \text{ MPa soit } 14.17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$d = 0.9h = 0.9 \cdot 0.30 = 0.27 \text{ m } b_o = 1 \text{ m}$$

$$\mu_{bu} = \frac{186.206 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}{1 \text{ m} \cdot (0.27 \text{ m})^2 \cdot 14.17 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 0.18025$$

$\mu_{bu} < \mu_{lu} = 0.3$; il n'y a pas nécessité d'aciers comprimés; alors on détermine les aciers tendus :

$$M_a = 0.5 \cdot 345.771 \text{ KN.m} = 172.886 \text{ KN.m}$$

$$f_{ed} = \frac{400 \text{ MPa}}{1.15} = 347.826 \text{ MPa soit } 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\varepsilon_{\Sigma} = 1,25 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.18025}) = 0.25039$$

$$Z_b = 0.27 \cdot (1 - 0,4 \cdot 0.25039) = 0.2429$$

$$A U_t = \frac{172.886 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2}{0.2429 \cdot 347.826 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2} = 20.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 20.5 \text{ cm}^2$$

Vérification si $A_u \geq A_{min}$

$$A_{min} = 0.23 \cdot \frac{2.1 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0.27 \text{ m} = 3.260 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ soit } 3.260 \text{ cm}^2$$

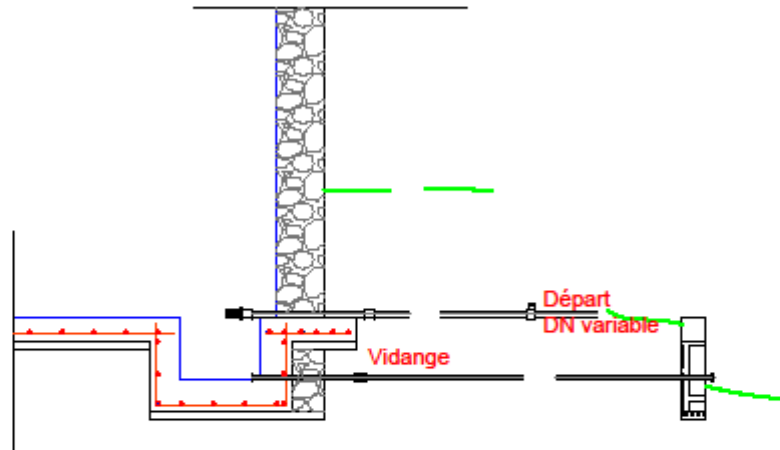
$$A_u \text{ adoptée} = 21.98 \text{ cm}^2$$

Choix des armatures

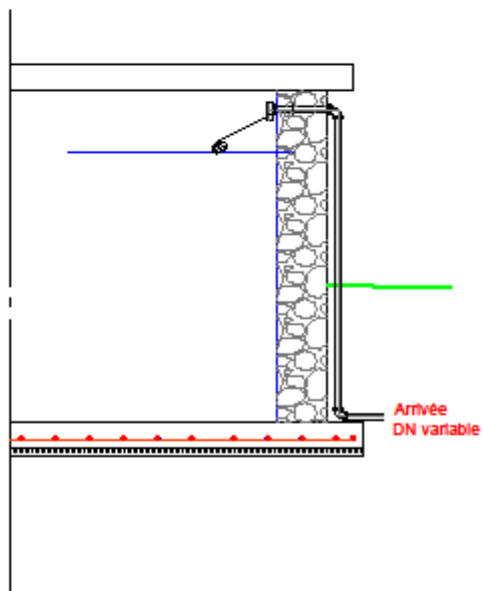
$$7 \text{ } \emptyset_{20} / \text{m}$$

Detail des équipements du réservoir 5m³

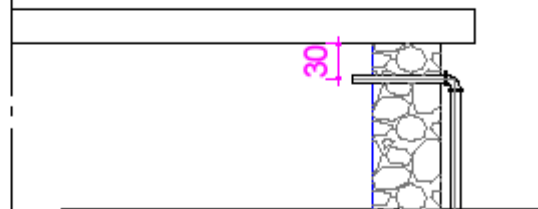
DETAILS VIDANGE ET DEPART



DETAIL ARRIVEE

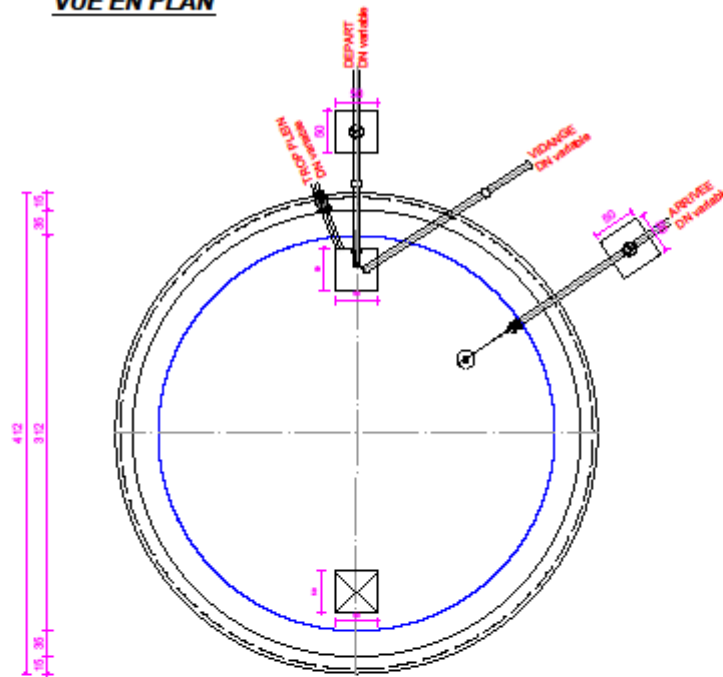


DETAIL TROP-PLEIN

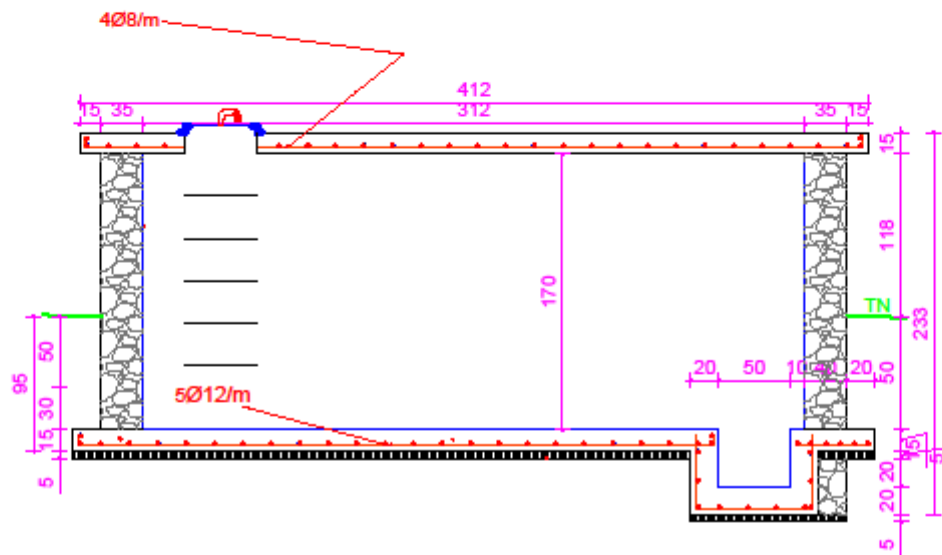


Reservoir 10m³

VUE EN PLAN

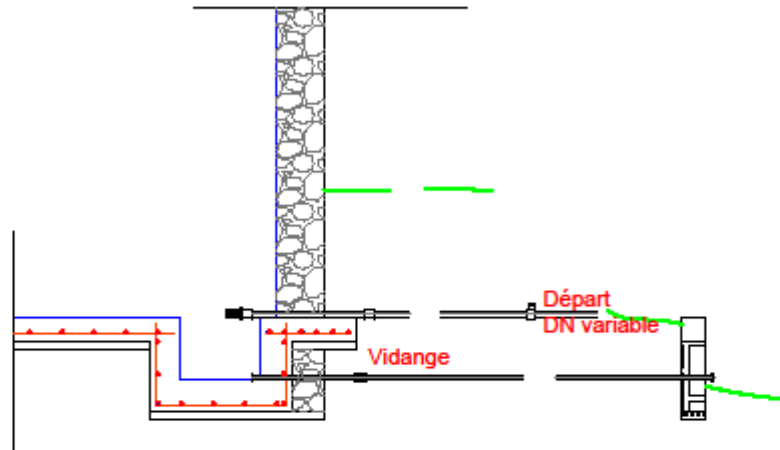


ELEVATION

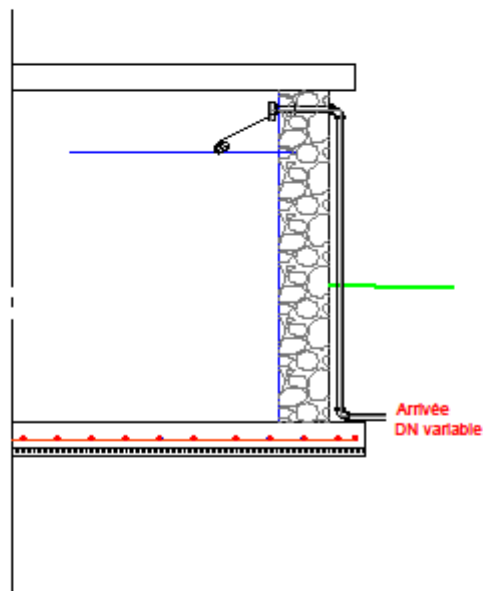


Detail des équipements du réservoir 10m³

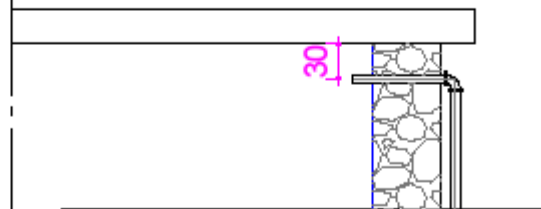
DETAILS VIDANGE ET DEPART



DETAIL ARRIVEE

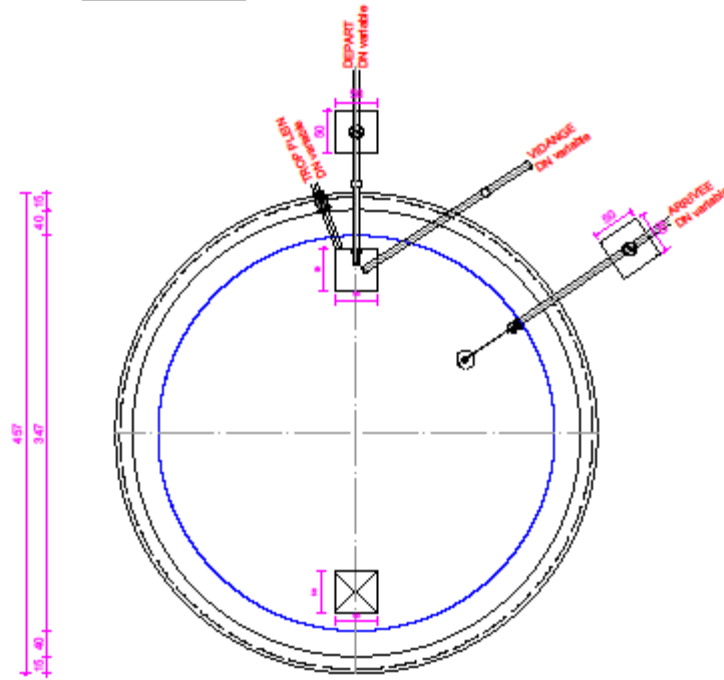


DETAIL TROP-PLEIN

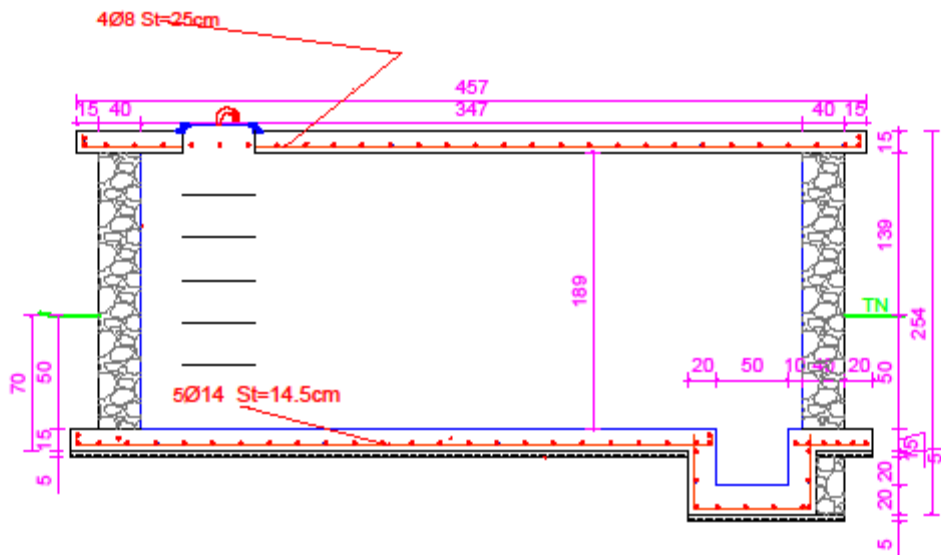


Reservoir 15m³

VUE EN PLAN

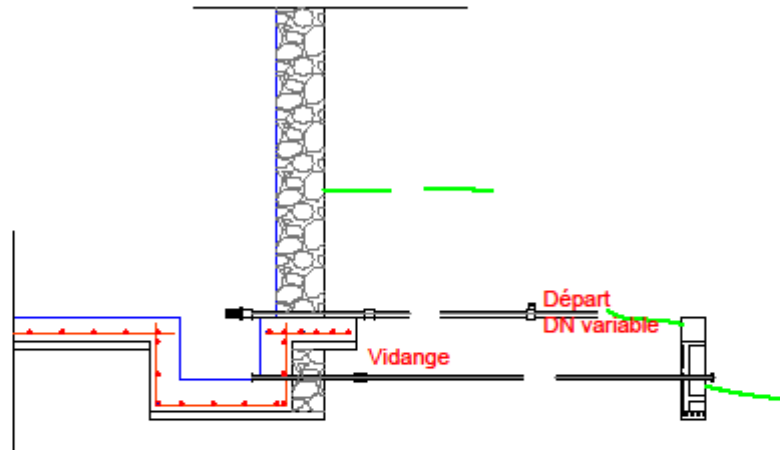


ELEVATION

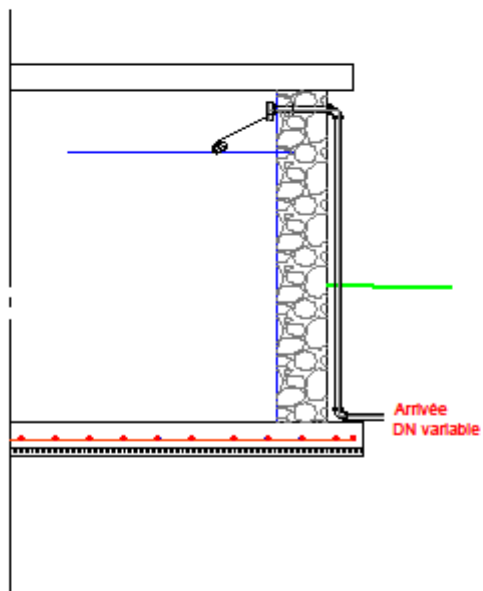


Detail des équipements du réservoir 15m³

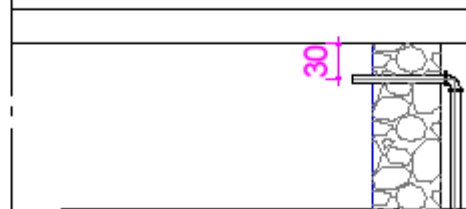
DETAILS VIDANGE ET DEPART



DETAIL ARRIVEE

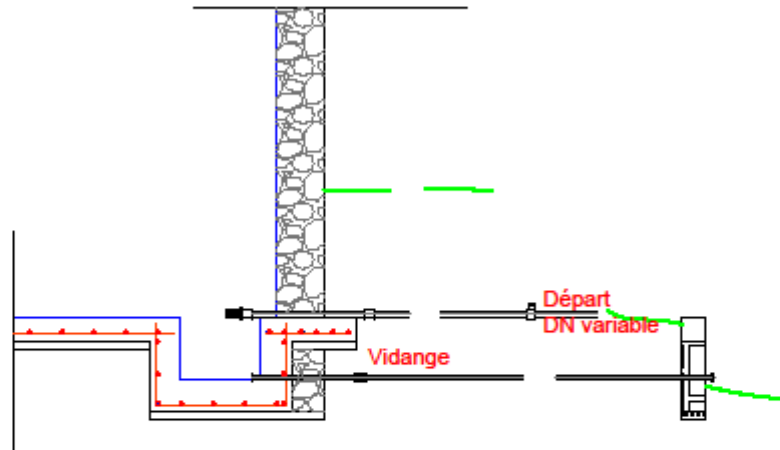


DETAIL TROP-PLEIN

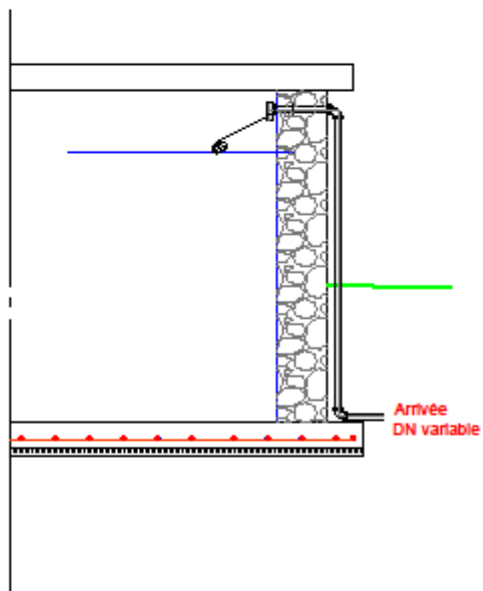


Detail des équipements du réservoir 30m³

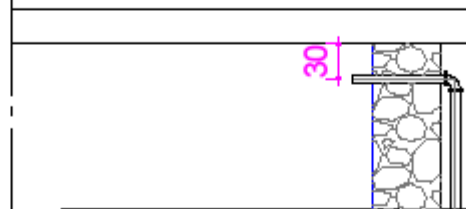
DETAILS VIDANGE ET DEPART



DETAIL ARRIVEE



DETAIL TROP-PLEIN



CHAPITRES VI. DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION

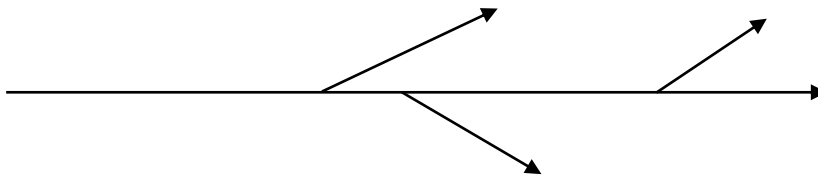
VI.1. Généralités

La distribution de l'eau est un moyen de porter l'eau du réservoir aux bénéficiaires. L'eau potable est distribuée aux consommateurs par un réseau de différentes conduites. Depuis les canalisations principales l'eau arrive dans les conduites de distribution, à partir desquelles se ramifient des conduites de raccordement pour immeubles.

VI.1.1 Les différents types de réseaux

On peut installer un réseau de distribution de deux manières suivantes :

Le réseau ramifié



Avantage :

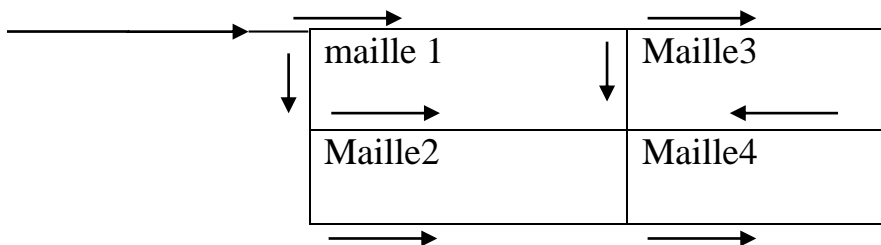
Il est plus économique ; on utilise peu de tuyaux.

Ce réseau est facile à calculer.

Inconvénient :

En cas de pannes en amont, les abonnés de l'aval n'auront pas de l'eau.

Le réseau maillé



Avantage :

Il a plus de sécurité dans l'alimentation en cas de cassure d'une conduite, il suffit de l'isoler et le reste du réseau fonctionne normalement.

Inconvénient :

Il est plus coûteux et plus difficile à calculer

NB. Dans les zones rurales, on utilise le plus souvent le réseau ramifié.

VI.2 Dimensionnement des conduites

En principe pour le dimensionnement des conduites, la vitesse de l'eau dans les conduites de distribution est fixée entre 0,3 m/s (pour éviter les risques de dépôts solides et de colmatage) et 1.5 m/s pour éviter l'usure prématurée des conduites.

VI.2.1 Nature et caractéristiques des conduites

On distingue :

- Les tuyaux en fonte
- Les tuyaux en béton
- Les tuyaux en acier galvanisé
- Les tuyaux en matière plastique (polychlorure de Vinyle PVC)

En ce qui concerne le présent projet, nous envisageons d'utiliser les conduites en PVC (Polychlorure de Vinyle) pour des pressions pouvant aller jusqu'à 10bars (PN10) et 16 bars (PN16).

Lorsque les pressions sont supérieures à 16 bars, on prévoit des conduites en acier ou en fonte ductile ou même occasionnellement des PVC 25 bars (PN25). Le principe de base utilisé est que chaque point d'eau doit dépendre d'un réservoir pas trop éloigné. Le respect de ce principe strict qui exclut toutes prises directes sur les conduites d'adduction permettra de limiter les pertes incontrôlables.

VI.2.2 Calculs hydrauliques proprement dits

Dans les calculs hydrauliques, un plan systématique sera suivi tel qu'il est présenté dans les étapes suivantes :

- Le débit est déterminé par les besoins des consommateurs
- Se fixer un diamètre normalisé
- Calculer la vitesse V et vérifier si elle est comprise entre 0,3 et 1.5m/s sinon changer le diamètre normalisé jusqu'à ce que la condition soit remplie
- Avec le diamètre et la vitesse, on détermine les pertes de charges unitaires

$$j = \lambda v^2 / (2 * g * D) \quad \text{(VI.1)}$$

Avec : j les pertes de charges unitaires m/ml

λ : coefficient de pertes de charges

v : vitesse en m/s

g : accélération de la pesanteur (9.81 m/s^2)

D : diamètre de la conduite en m

Le λ peut être déterminé par plusieurs formules :

- D'abord on détermine le nombre de Reynold qui caractérise le type d'écoulement du fluide en mouvement

$$\text{Re} = (V * D) / \gamma \quad (\text{VI.2})$$

Avec : V : vitesse en m/s

γ : viscosité cinématique en m^2 / s

Re : le nombre de Reynold

Pour : $\text{Re} \leq 2000$, il s'agit de l'écoulement laminaire

$\text{Re} > 4000$, il s'agit de l'écoulement turbulent

$2000 < \text{Re} \leq 4000$, il s'agit de l'écoulement transitoire

- Ensuite, on détermine λ :

$$\rightarrow \text{Pour l'écoulement laminaire} = 64 / \text{Re} \quad (\text{VI.3})$$

Et pour les écoulements turbulents dans les conduites lisses, on utilise l'équation de Blasius :

$$\lambda = 0,3164 / \text{Re}^{0,25} \quad (\text{VI.4})$$

$$\rightarrow \text{par la formule de Colebrook} : \lambda = 1 / (1,74 + 2 * \log(D/2 * \epsilon))^2 \quad (\text{VI.5})$$

Avec : ϵ : rugosité relative = 0,003

→ Par la formule de Colebrook et White :

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log((K/3,7D) + (2,51/(\text{Re} * \sqrt{\lambda}))) \quad (\text{VI.6})$$

Avec K : rugosité absolue

- La perte de charge en un tronçon considéré : $J = j * L$ (VI.7)

Avec J : perte de charge en un tronçon considéré

L : longueur du tronçon considéré

- La charge hydraulique ou la cote piézométrique

- En fin on détermine la pression à partir de la cote piézométrique en utilisant la relation suivante :

Pression au sol = cote piézométrique = cote du sol

Le théorème de Bernoulli appliqué entre deux sections quelconques 1 et 2 de même débit permet d'écrire :

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + j_{1-2} \quad (\text{VI.8})$$

Où : j_{1-2} perte de charge totale engendré dans le tronçon 1-2

Z_i = énergie potentielle

$\frac{p}{\gamma}$ = énergie due à la pression

$\frac{V^2}{2g}$ = énergie cinétique

La somme de ces trois termes s'exprime en m d'eau. On a :

- p en ($\text{N/m}^2 = \text{pascal}$)
- γ : poids volumique en N/m^2
- V : vitesse en m/s
- g : Accélération de la pesanteur en m/s^2

Pratiquement, dans les calculs, le terme $\frac{V^2}{2g}$ est négligé car elle est faible. On a :
pression au sol = cote piézométrique – cote du sol

Schématiquement, les calculs hydrauliques sont menés de la façon suivante :

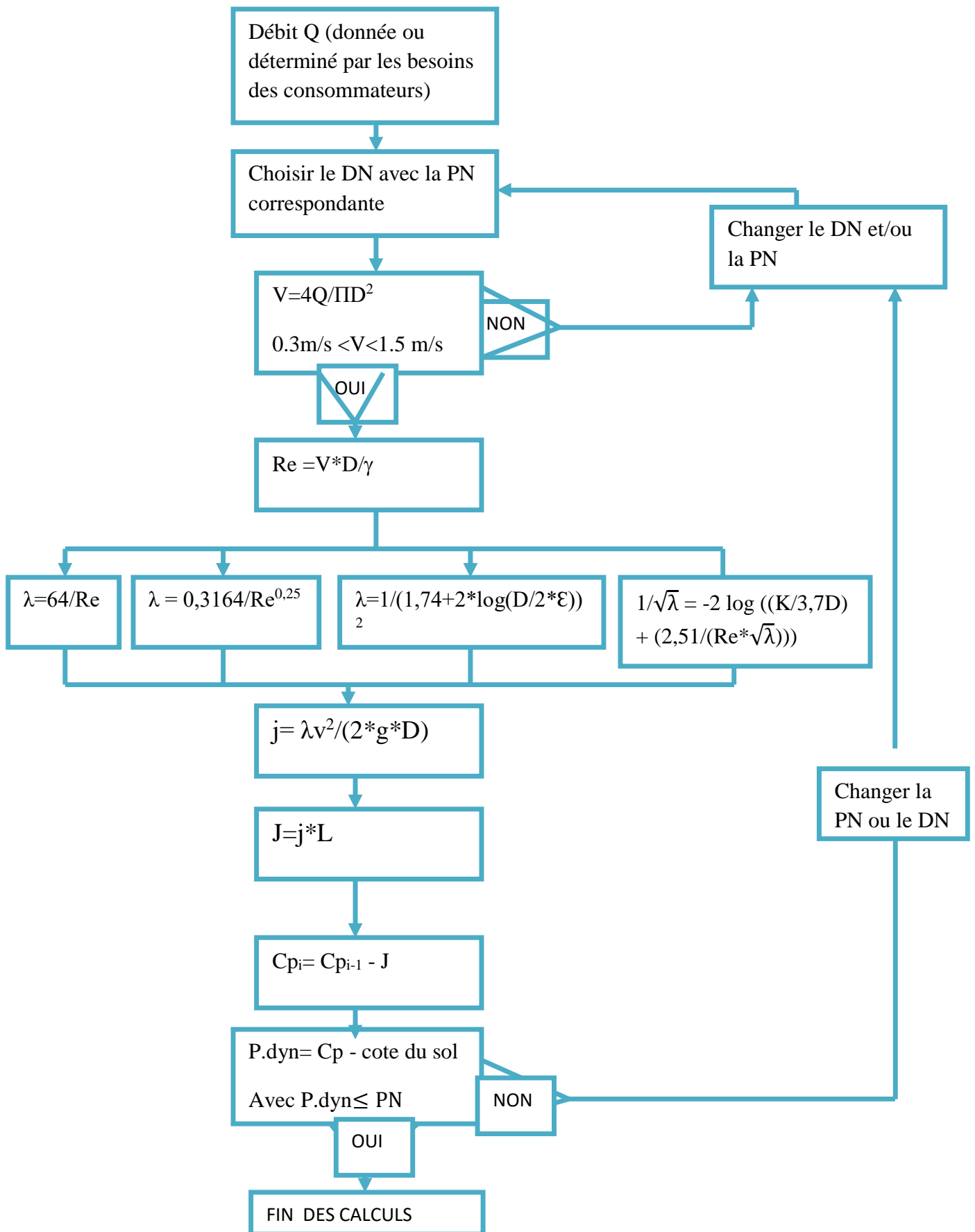


Tableau VI.1 Organigramme de calcul des conduites

Interprétation géométrique de l'équation de Bernoulli

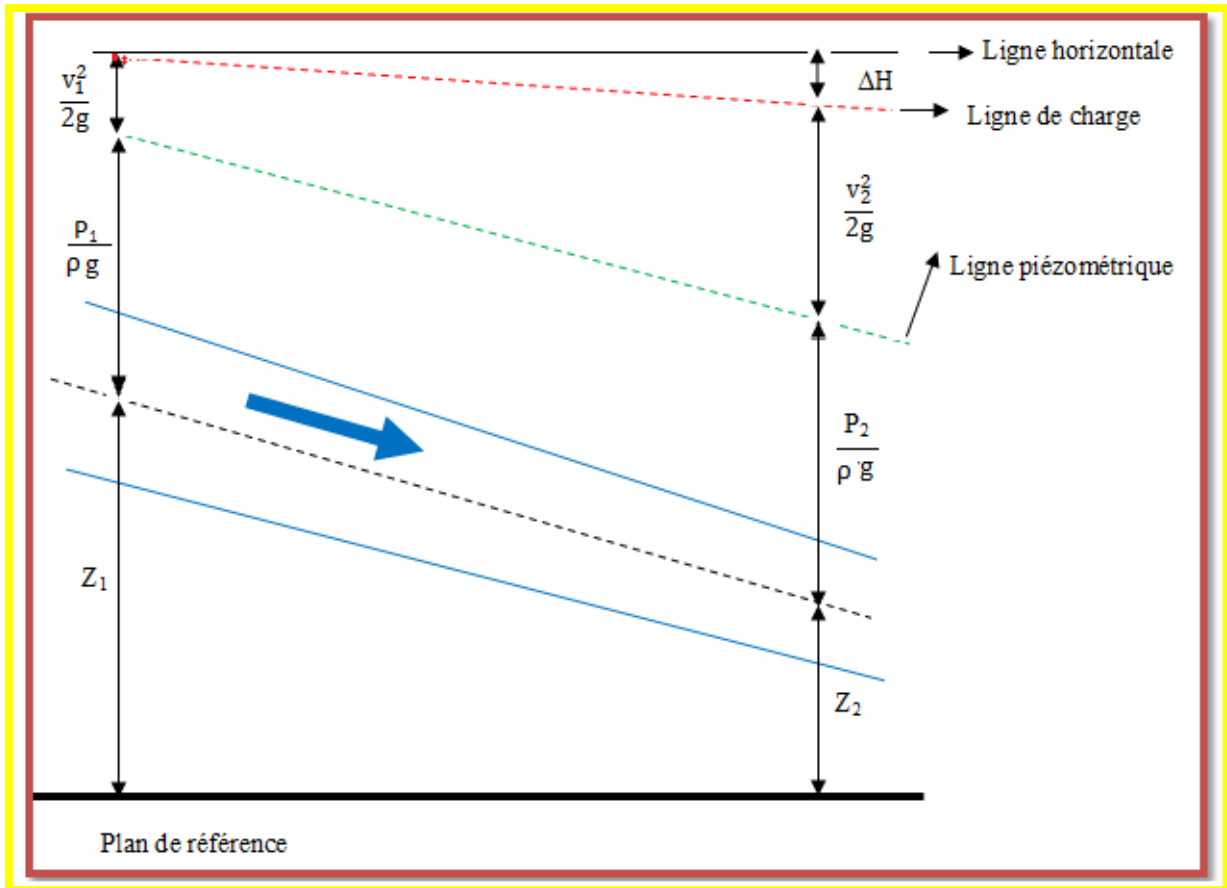


Figure VI.1 : Schéma du théorème de Bernoulli

VI.3. Tableau de calculs des conduites

TONCON	DIST. (m)	ALTITUDE(m)		DEBIT (m ³ /S)	CONDUITE				VIT. (m/s)	Re	λ	PERTE DE CHARGE		HAUTEUR PIEZOMETRIQUE		PRESSION DYNAMIQUE (m)	
		Amont	Aval		DI(m)	D.E (mm)	PN	Type				j (m/m)	J (m)	Amont	Aval	Amont	Aval
S-CD	6,33	1504,46	1503,73	0,001540	0,0674	75	10	PVC	0,43	29107	0,024	0,003	0,022	1504,5	1504,4	0,00	0,71
CD-CVS1	99,19	1503,73	1501,82	0,001540	0,0674	75	10	PVC	0,43	29107	0,024	0,003	0,339	1504,4	1504,1	0,71	2,28
CVS1-CP1	94,8	1501,82	1495,97	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,530	1504,1	1503,6	2,28	7,60
CP1-04	100	1495,97	1497,23	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1503,6	1503,0	7,60	5,78
4-5	100	1497,23	1495,29	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,255	1503,0	1502,8	5,78	7,47
5-6	100	1495,29	1493,66	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,255	1502,8	1502,5	7,47	8,84
6-7	100	1493,66	1493,21	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,255	1502,5	1502,2	8,84	9,04
7-8	100	1493,21	1491,45	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,255	1502,2	1502,0	9,04	10,54
7-8	100	1493,21	1491,45	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1502,0	1501,4	8,78	9,98
8-9	100	1491,45	1491,28	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,255	1501,4	1501,2	9,98	9,90
9-10	100	1491,28	1490,12	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,255	1501,2	1500,9	9,90	10,80
10-11	100	1490,12	1488,72	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,206	1500,9	1500,7	10,80	12,00
11-12	100	1488,72	1489,28	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,33	23178	0,026	0,003	0,206	1500,7	1500,5	12,00	11,23
11-12	100	1489,28	1489,28	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1500,5	1500,0	11,23	10,67
12-13	100	1489,28	1490,49	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1500,0	1499,4	10,67	8,90
13-14	100	1490,49	1489,08	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1499,4	1498,8	8,90	9,75
14-15	100	1489,08	1488,32	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1498,8	1498,3	9,75	9,96
15-16	100	1488,32	1490,59	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,559	1498,3	1497,7	9,96	7,13
16-CVS2	77,23	1490,59	1491,83	0,001270	0,0566	63	10	PVC	0,51	28584	0,024	0,006	0,432	1497,7	1497,3	7,13	5,46

CVS2-17	22,27	1491,83	1490,54	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,081	1497,3	1497,2	5,46	6,66
17-18	100	1490,54	1488,11	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1497,2	1496,8	6,66	8,73
18-19	100	1488,11	1486,1	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1496,8	1496,5	8,73	10,37
19-20	100	1486,1	1488,41	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1496,5	1496,1	10,37	7,70
20-21	100	1488,41	1484,49	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1496,1	1495,7	7,70	11,25
21-22	100	1484,49	1484,51	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1495,7	1495,4	11,25	10,86
22-23	100	1484,51	1484,62	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1495,4	1495,0	10,86	10,39
23-24	100	1484,62	1476,43	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1495,0	1494,6	10,39	18,21
24-25	100	1476,43	1471,72	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1494,6	1494,3	18,21	22,56
25-26	100	1471,72	1472,73	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1494,3	1493,9	22,56	21,18
26-27	100	1472,73	1472,8	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1493,9	1493,5	21,18	20,75
27-28	100	1472,8	1465,95	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1493,5	1493,2	20,75	27,23
28-29	100	1465,95	1462,84	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1493,2	1492,8	27,23	29,97
29-30	100	1462,84	1460,56	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1492,8	1492,4	29,97	31,89
30-31	100	1460,56	1459,22	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1492,4	1492,1	31,89	32,86
31-32	100	1459,22	1459,76	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1492,1	1491,7	32,86	31,96
32-CP2	100	1459,76	1454,42	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1491,7	1491,3	31,96	36,93
CP2-34	100	1454,42	1457,9	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1491,3	1491,0	36,93	33,08
34-35	100	1457,9	1462,04	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1491,0	1490,6	33,08	28,58
35-36	100	1462,04	1458,37	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1490,6	1490,3	28,58	31,88
36-37	100	1458,37	1455,94	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1490,3	1489,9	31,88	33,95
37-38	100	1455,94	1455,08	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1489,9	1489,5	33,95	34,44
38-39	100	1455,08	1451,06	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1489,5	1489,2	34,44	38,09

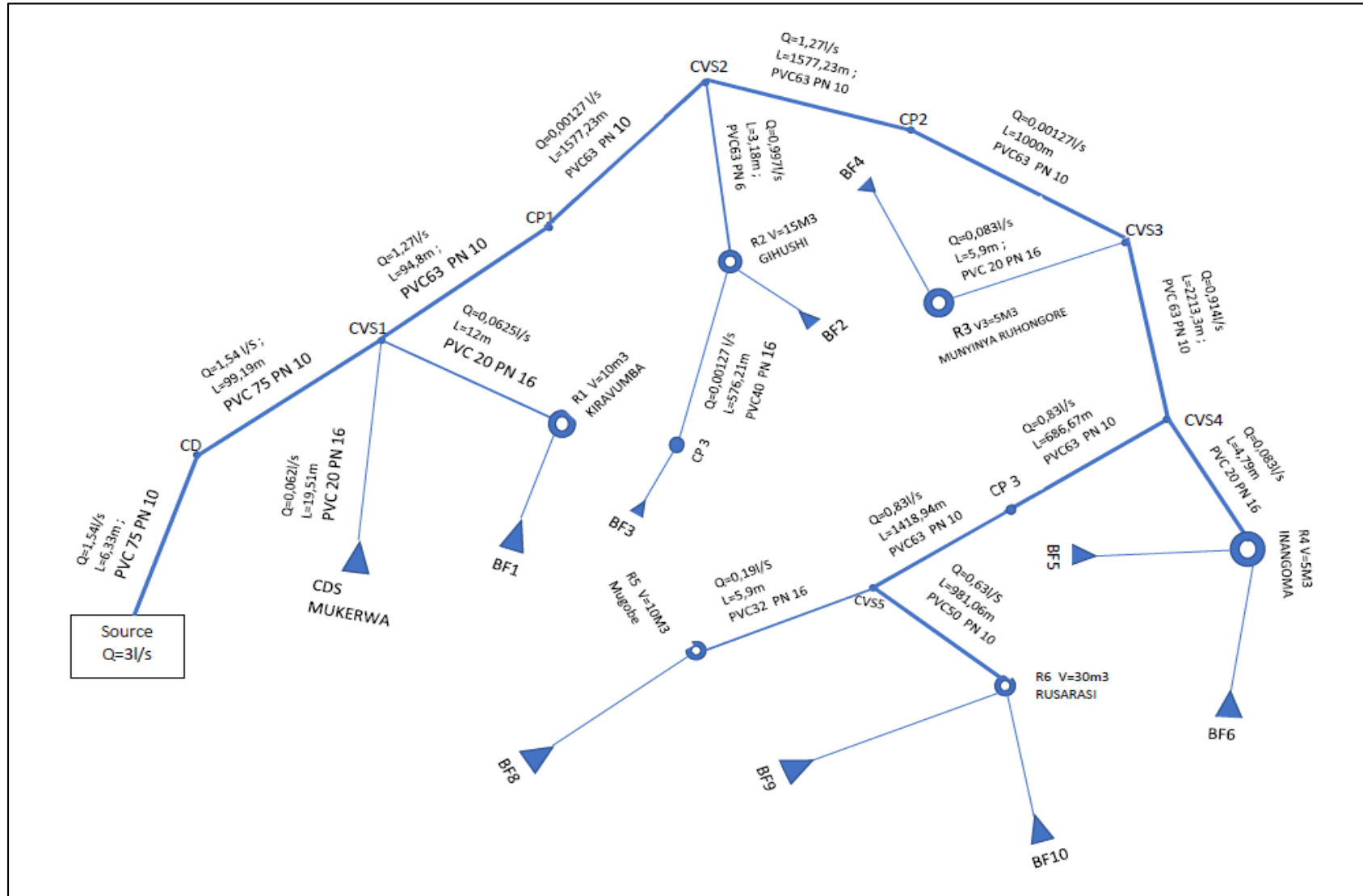
39-40	100	1451,06	1448,17	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1489,2	1488,8	38,09	40,62
40-41	100	1448,17	1452,29	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1488,8	1488,4	40,62	36,13
41-42	100	1452,29	1454,58	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1488,4	1488,1	36,13	33,48
42-CVS3	100	1454,58	1457,35	0,000997	0,0566	63	10	PVC	0,40	22439	0,026	0,004	0,366	1488,1	1487,7	33,48	30,34
CVS3-44	100	1457,35	1453,98	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1487,7	1487,4	30,34	33,40
44-45	100	1453,98	1451,54	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1487,4	1487,1	33,40	35,52
45-46	100	1451,54	1444,32	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1487,1	1486,7	35,52	42,43
46-47	100	1444,32	1444,66	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1486,7	1486,4	42,43	41,77
47-48	100	1444,66	1441,45	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1486,4	1486,1	41,77	44,67
48-49	100	1441,45	1440,75	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1486,1	1485,8	44,67	45,06
49-50	100	1440,75	1440,56	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1485,8	1485,5	45,06	44,93
50-51	100	1440,56	1440,77	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1485,5	1485,2	44,93	44,41
51-52	100	1440,77	1442,63	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1485,2	1484,9	44,41	42,23
52-53	100	1442,63	1442,19	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1484,9	1484,5	42,23	42,36
53-54	100	1442,19	1438,52	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1484,5	1484,2	42,36	45,71
54-55	100	1438,52	1439,69	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1484,2	1483,9	45,71	44,23
55-56	100	1439,69	1440,2	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1483,9	1483,6	44,23	43,41
56-57	100	1440,2	1439,85	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1483,6	1483,3	43,41	43,44
57-58	100	1439,85	1439,16	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1483,3	1483,0	43,44	43,82
58--59	100	1439,16	1439,74	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1483,0	1482,7	43,82	42,92
59-60	100	1439,74	1439,85	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1482,7	1482,3	42,92	42,50
60-61	100	1439,85	1437,07	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1482,3	1482,0	42,50	44,96
61-62	100	1437,07	1436,1	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1482,0	1481,7	44,96	45,62

62-63	100	1436,1	1437,27	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1481,7	1481,4	45,62	44,14
63-64	100	1437,27	1436,04	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1481,4	1481,1	44,14	45,05
64-65	100	1436,04	1431,46	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,314	1481,1	1480,8	45,05	49,32
65-CVS4	13,33	1431,46	1430,38	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	0,042	1480,8	1480,7	49,32	50,36
CVS4-66	86,67	1430,38	1429,56	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,230	1480,7	1480,5	50,36	50,95
66-67	100	1429,56	1425,75	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1480,5	1480,2	50,95	54,49
67-68	100	1425,75	1416,12	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1480,2	1480,0	54,49	63,85
68-69	100	1416,12	1410,4	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1480,0	1479,7	63,85	69,31
69-70	100	1410,4	1402,79	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1479,7	1479,4	69,31	76,65
70-71	100	1402,79	1398,34	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1479,4	1479,2	76,65	80,84
71-CP3	100	1398,34	1395,13	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1479,2	1478,9	80,84	83,78
CP3-73	100	1395,13	1396,47	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1478,9	1478,6	83,78	82,18
73-74	100	1396,47	1401,61	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1478,6	1478,4	82,18	76,77
74-75	100	1401,61	1408,81	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1478,4	1478,1	76,77	69,31
75-76	100	1408,81	1414,89	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1478,1	1477,9	69,31	62,96
76-77	100	1414,89	1414,08	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1477,9	1477,6	62,96	63,50
77-78	100	1414,08	1412,61	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1477,6	1477,3	63,50	64,71
78-79	100	1412,61	1403,32	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1477,3	1477,1	64,71	73,73
79-80	100	1403,32	1396,76	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1477,1	1476,8	73,73	80,03
80-81	100	1396,76	1394,88	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1476,8	1476,5	80,03	81,64
81-82	100	1394,88	1400,69	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1476,5	1476,3	81,64	75,57
82-83	100	1400,69	1402,89	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1476,3	1476,0	75,57	73,10
83-84	100	1402,89	1403,01	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1476,0	1475,7	73,10	72,72
84-85	100	1403,01	1402,15	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1475,7	1475,5	72,72	73,31
85-86	100	1402,15	1402,24	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,265	1475,5	1475,2	73,31	72,96
86-CVS5	18,94	1402,24	1404,08	0,00083	0,0566	63	10	PVC	0,33	18681	0,027	0,003	0,050	1475,2	1475,1	72,96	71,07
CVS5-87	81,06	1404,08	1399,28	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,403	1475,1	1474,7	71,07	75,46

87-88	100	1399,28	1400,44	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1474,7	1474,2	75,46	73,80
88-89	100	1400,44	1403,54	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1474,2	1473,7	73,80	70,21
89-90	100	1403,54	1403,91	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1473,7	1473,2	70,21	69,34
90-91	100	1403,91	1399,61	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1473,2	1472,8	69,34	73,14
91-92	100	1399,61	1396,01	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1472,8	1472,3	73,14	76,24
92-93	100	1396,01	1395,2	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1472,3	1471,8	76,24	76,56
93-94	100	1395,2	1402,98	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1471,8	1471,3	76,56	68,28
94-95	100	1402,98	1406,37	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1471,3	1470,8	68,28	64,39
95-R6	100	1406,37	1407,39	0,00063	0,0448	50	10	PVC	0,40	17914	0,027	0,005	0,497	1470,8	1470,3	64,39	62,87
R6-96BF9	73,99	1407,39	1404,72	0,000315	0,036	40	10	PVC	0,31	11146	0,031	0,004	0,309	1470,3	1470,0	62,87	65,24
R6-96BF10	234,14	1407,39	1403,87	0,000315	0,036	40	10	PVC	0,31	11146	0,031	0,004	0,979	1470,3	1469,3	62,87	65,42
CVS1-R1	12	1503,82	1499,02	0,0000625	0,016	20	16	PVC	0,31	4976,1	0,038	0,012	0,139	1501,8	1501,7	2,00	2,66
CVS2-R2	3,18	1491,83	1489,84	0,000997	0,0584	63	6	PVC	0,37	21748	0,026	0,003	0,010	1501,7	1501,7	2,66	11,83
R2-CP4	576,21	1491,83	1457,11	0,000275	0,0336	40	16	PVC	0,31	10426	0,031	0,005	2,635	1501,7	1499,0	11,83	41,93
CP6-BF3	306,89	1457,11	1476,64	0,000275	0,0336	40	16	PVC	0,31	10426	0,031	0,005	1,404	1499,0	1497,6	41,93	20,99
CVS3-R3	5,90	1457,35	1457,25	0,000083	0,016	20	16	PVC	0,41	6608,3	0,035	0,019	0,113	1497,6	1497,5	20,99	40,27
R3-BF4	127,7	1457,25	1452,28	0,000083	0,016	20	16	PVC	0,41	6608,3	0,035	0,019	2,435	1497,5	1495,1	40,27	42,80
CVS3-CVS4	2213,3	1457,35	1430,38	0,000914	0,0566	63	10	PVC	0,36	20571	0,026	0,003	6,956	1495,1	1488,1	42,80	57,75
CVS4-R4	4,79	1430,38	1430,43	0,000083	0,016	20	16	PVC	0,41	6608,3	0,035	0,019	0,091	1488,1	1488,0	57,75	57,61
R4-BF7	189,71	1430,43	1422,74	0,000083	0,016	20	16	PVC	0,41	6608,3	0,035	0,019	3,618	1488,0	1484,4	57,61	61,68
CVS4-CVS5	2105,6	1430,38	1404,08	0,00083	0,0560	63	10	PVC	0,34	18881	0,027	0,003	5,880	1484,4	1478,5	61,68	74,46
CVS5-R5	5,89	1404,08	1403,06	0,000191	0,0268	32	16	PVC	0,34	9078,8	0,032	0,007	0,042	1478,5	1478,5	74,46	75,44
R5-BF8	355,05	1403,06	1402,9	0,000191	0,0268	32	16	PVC	0,34	9078,8	0,032	0,007	2,512	1478,5	1476,0	75,44	73,09

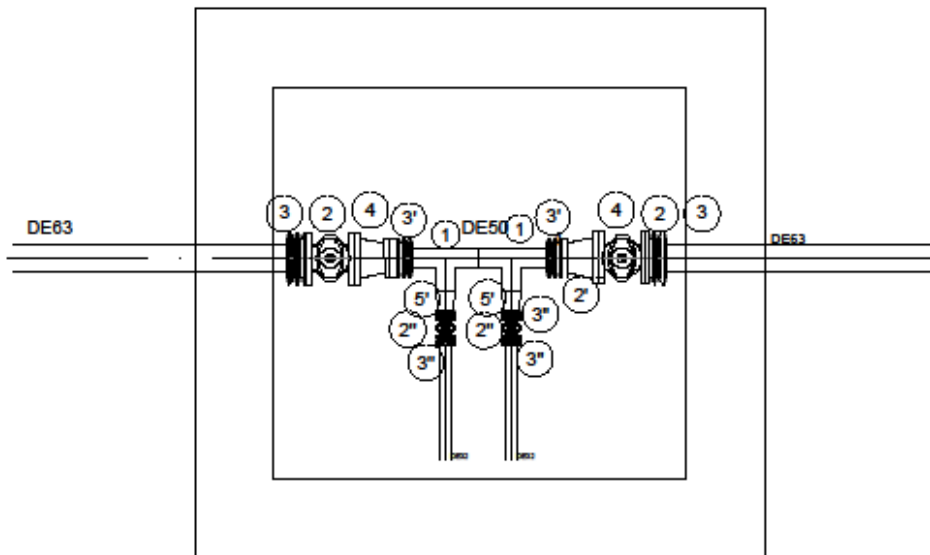
Tableau VI.2 : Calculs des conduites

VI.4 Schéma de fonctionnement du réseau



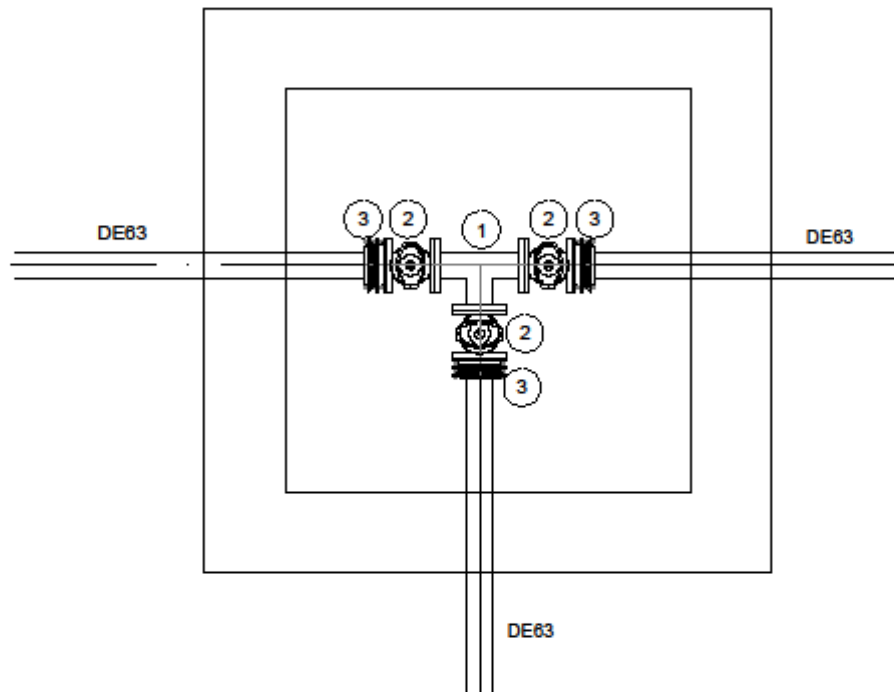
VI.5. Croquis des nœuds

Chambre de vannes CVS1, CVS4, CVS5



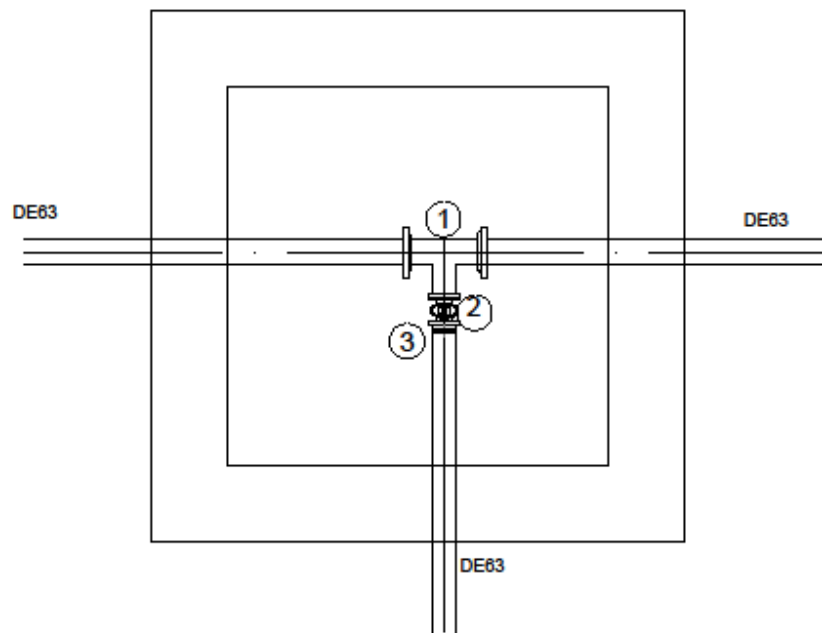
N°	Désignation des pièces	Quantité
1	Té à coller DE50	2
2	Vanne DN65 en fonte à bride avec volant de manoeuvre	2
2'	Vanne DN40 en fonte à bride avec volant de manoeuvre	1
2''	Vanne DN25 en fonte à bride avec volant de manoeuvre	2
3	Adaptateur à Bride en fonte DN65/DE75	2
3'	Adaptateur à Bride en fonte DN40	2
3''	Adaptateur à Bride en fonte DN25	4
4	Cône en fonte à bride réduit DN65-DN40	1
5	Réduction PVC DE50/DE40	1
5'	Réduction PVC DE50/DE32	2

Chambre de Vanne CVS2, CVS3



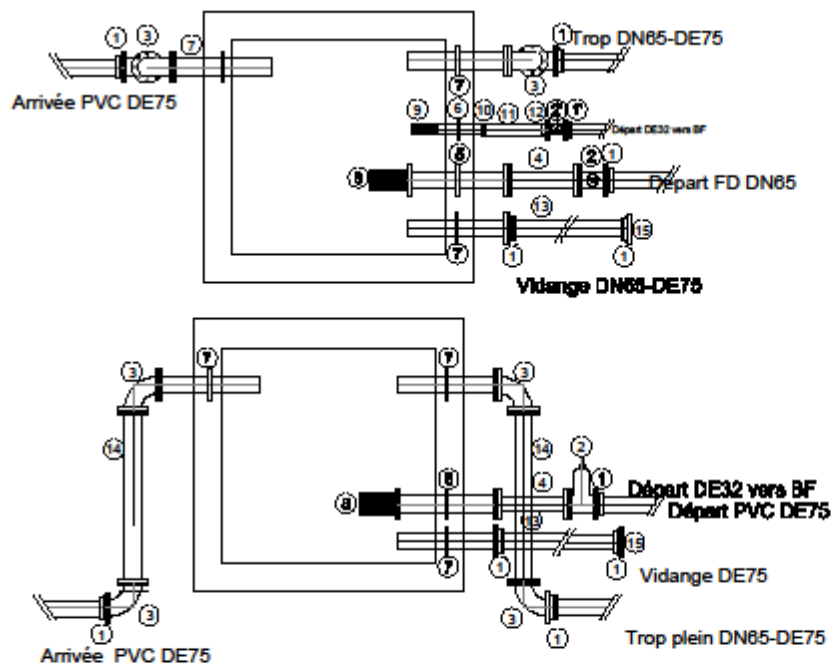
N°	Désignation des pièces	Quantité
1	Té DN65/DN65/DN65 en fonte	1
2	Vanne DN65 en fonte à bride avec volant de manoeuvre	3
3	Adaptateur de Bride DN65/DE75	3

Chambres de vidange CP1,CP2,CP3.



N°	Désignation des pièces	Quantité
1	Té en fonte à deux emboîtements et tubulure à bride réduite DE63/DN40/DE63	2
2	Vanne DN40 en fonte à bride avec volant de manoeuvre	2
3	Adaptateur de Bride DN40/DE50	2

Chambre de depart



N°	Désignation des pièces	Quantité
1	Adaptateur à bride en fonte DN65/DE75 pour tuyau PVC	5
1'	Adaptateur à bride en fonte DN25/DE32	1
2	Vanne en fonte à bride sous bouche à clé DN65	1
2'	Vanne d'arrêt en bronze ou en laiton à brides sous bouche à clé complète DN25 compris	1
3	Coude BB DN50	3
4	Manchette BB lg= 0.5m DN65	1
5	Manchette avec collerette lg=60cm BB DN65	1
6	Passe cloison à 2 bouts filetés lg=60cm 1"	1
7	Manchette avec collerette lg=60cm BU DN65	3
8	Crépine à bride DN65	1
9	Crépine avec raccord union 1"	1
10	Raccord union 1"	1
11	Tuyau galva 1"	1m
12	Bride taraudée 1"	1
13	Tuyau PVC DE75	6ml
14	Manchette BB DN65 lg=1.00 m	2
15	Plaque pleine DN65	1

CHAPITRE VII : DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DES TRAVAUX

VII.1. Généralités

L'évaluation financière des différentes unités du réseau se fait soit par choix direct (prix forfaitaire), soit par calcul sur base des données établies sur les plans d'exécution.

VII.2. Devis quantitatif

VII.2.1 Captage

N°	Désignation des travaux	Formule	Unité	L (m)	l(m)	e ou h	Q	Q' ³
1	Décapage de la terre végétale	$L*I*e$	m3	20	20	0,1	40	40
2	Fouille	$L*I*h$	m3	4	3	2,8	33,6	33,6
3	Gravier filtrant	$L*I*h$	m3	4	3,5	0,9	12,6	14,49
4	Sable filtrant	$L*I*h$	m3	4	3,5	0,2	2,8	3,22
5	Tuyaux captant 75PVC	L	ml	12	-	-	12	12
6	Feuille plastique	$L*I$	m2	4	3,5	-	14	14
7	Argile d'étanchéité	$L*I*h$	m3	4	3,5	0,5	7	8,05
8	Barrage en moellon	$L*I*h$	m3	4	0,4	2,5	4	-
8,1	V. moellons utilisés	$V.barr*0,8$	m3	-	-	-	3,2	3,68
8,2	V. mortier utilisé	$V.barr*0,4$	m3	-	-	-	1,6	-
8,2,1	Sable	$V. mort*1$	m3	-	-	-	1,6	1,84
8,2,2	Ciment	$V. mort*300/50$	sac	-	-	-	9,6	10,1
9	Matériaux de remblais	$V.fouille - (Vgravier+Vfouille)$	-	-	-	-	10	11,50
10	Clôture							
10	Tube métallique 40*40*1,5	$(L+1)*2/2$	pce	20	20	-	30,6	30,67
10	Fil barbelé	$(Lill)*2$	M	20	20	-	320	320

³Q'=Q*coeff de sécurité

VII.2.2 Chambre de Départ

N°	Désignation des travaux	Formule	unité	L (m)	l(m)	e ,h/d	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$L \cdot l \cdot e$	m ³	2,6	2,4	0,3	1,872	1,87
2	Fouille	$L \cdot l \cdot h$	m ³	1,6	1,4	1	2,24	2,24
3	Surface maçonnée	$(L+l) \cdot 2 \cdot h$	m ²	1,6	1,4	1	6	-
4	Volume maçonné	$S_{\text{maç}} \cdot 0,1$	m ³	-	-	0,1	0,6	-
4,1	Briques	$S_{\text{maç}} \cdot 100$	briq	-	-	-	600	720
4,2	Mortier pour maçonnerie	$V_{\text{maç}} - V_{\text{briq}}$	m ³	-	-	-	0,1896	
4,2,1	Sable pour maçonnerie	$\text{Mort} \cdot 1$	m ³	-	-	-	0,1896	0,22
4,2,2	Ciment	$\text{Mort} \cdot 300/50$	sac	-	-	-	1,1376	1,19
5	Enduit intérieur	$S_{\text{maç}} \cdot 0,01$	m ³	-	-	-	0,06	
5,1	Sable	$\text{End} \cdot 1$	m ³	-	-	-	0,06	0,07
5,2	Ciment	$\text{Endt} \cdot 400/50$	sac	-	-	-	0,48	0,5
7	Béton de propreté	$L \cdot l \cdot e$	m ³	1,6	1,4	0,05	0,112	
7,1	Gravier	$V_{\text{béton}} \cdot 0,8$	m ³	-	-	-	0,0896	0,1
7,2	Sable	$V_{\text{béton}} \cdot 0,4$	m ³	-	-	-	0,0448	0,05
7,3	Ciment	$V_{\text{béton}} \cdot 200/50$	sac	-	-	-	0,672	0,71
8	Radier	$L \cdot l \cdot e$	m ³	1,6	1,4	0,15	0,336	
8,1	Gravier	$V_{\text{béton}} \cdot 0,8$	m ³	-	-	-	0,2688	0,31
8,2	Sable	$V_{\text{béton}} \cdot 0,4$	m ³	-	-	-	0,1344	0,15
8,3	Ciment	$V_{\text{béton}} \cdot 350/50$	sac	-	-	-	2,352	2,47
9	Dalle de couverture	$L \cdot l \cdot h$	m ³	1,6	1,4	0,1	0,224	-
9,1	Gravier	$V_{\text{béton}} \cdot 0,8$	m ³	-	-	-	0,1792	0,21
9,2	Sable	$V_{\text{béton}} \cdot 0,4$	m ³	-	-	-	0,0896	0,1
9,3	Ciment	$V_{\text{béton}} \cdot 350/50$	sac	-	-	-	1,568	1,65
10	Armature radier(st=20cm)	$((L/st)+1) \cdot l \cdot 2/12$	pce	1,6	1,4	-	3	3,45
11	Armature pour couverture(st=20cm)	$((L/st)+1) \cdot l \cdot 2/12$	pce	1	1	-	3	3,45
12	Fil à ligaturer	$L \cdot d^2 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 7850 \cdot 5\%/4$	Kg	6,9		0,003	0,7986276	0,96
13	Coffrage							
13,1	Couverture	$(L \cdot l) + (L+l) \cdot 2 \cdot e$	m ²	1,6	1,4	0,15	0,9	-
13,2	Radier	$(L+l) \cdot 2 \cdot e$		1,6	1,4	0,1	0,6	-
13,3	S.totale	$S_{\text{couv}} + S_{\text{rad}}$	m ²	-	1,4	-	1,5	-
13,4	Planche	Totale/Splanche	Planc	-	-	-	3	3,45
13,5	Clous	$S_{\text{totale}} \cdot 0,15$	Kg	-	-	-	0,45	0,47

VII.2.3 Canalisations

N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	FORMULE	UNITE	L(m)	l(m)	e/d(m)	Q	Q̇	QUANTITE THEORIQUE DES TUYAUX	TUYAUX A COMMANDER
1	Décapage terre végétale	$L \cdot l \cdot e$	m ³	11449,7	1	0,3	3434,901	3434,901	-	-
2	Fouille	$L \cdot l \cdot e$	m ³	11449,7	0,4	0,9	4121,8812	4121,8812	-	-
3	Sable et conduites	$L \cdot l \cdot e$	m ³	11449,7	0,4	0,3	1373,9604	1373,9604	-	-
4.1	V des conduites Ø75	$L \cdot (d^2 \cdot \pi / 4)$	m ³	105,52	-	0,075	0,4659368	-	18,466	19
4.2	V des conduites Ø63	$L \cdot (d^2 \cdot \pi / 4)$	m ³	8616,42	-	0,063	26,845878	-	1507,8735	1508
4.3	V des conduites Ø50	$L \cdot (d^2 \cdot \pi / 4)$	m ³	981,06	-	0,05	1,9253303	-	171,6855	172
4.4	V des conduites Ø40	$L \cdot (d^2 \cdot \pi / 4)$	m ³	1191,23	-	0,04	1,4961849	-	208,46525	209
4.5	V des conduites Ø32	$L \cdot (d^2 \cdot \pi / 4)$	m ³	360,94	-	0,032	0,290138	-	63,1645	64
4.6	V des conduites Ø20	$L \cdot (d^2 \cdot \pi / 4)$	m ³	194,5	-	0,02	0,061073	-	35	-
5	V. TOTAL CONDUITE		m ³	-	-	-	31,084541	-	-	-
6	Sable d'enrobage	$V_s(V_{sabl} + V_{cond}) - V_{Conduite}$	m ³	-	-	-	1342,8759	1544,3072	-	-
7	Remblais	Fouille-(Sable et conduite)	m ³	-	-	-	2747,9208	3160,1089	-	-

VII.2.4 Cinq chambres de vanne et de sectionnement

N°	Désignation des travaux	Formule	Unité	L (m)	l(m)	e ,h/d	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$5*(L*1*e)$	m ³	2,6	2,4	0,3	9,36	9,36
2	Fouille	$5*(L*1*h)$	m ³	1,6	1,4	1	11,2	-
3	Surface maçonnée	$5*[(L+1)*2*h]$	m ²	1,6	2,4	1	40	-
4	Volume maçonné	$5*(S_{\text{maç}}*0,1)$	m ³	2,6	2,4	0,1	4	-
4,1	Briques	$5*(S_{\text{maç}}*100)$	briq	-	-	-	4000	4200
4,2	Mortier pour maçonnerie	$5*(V_{\text{maç}}-V_{\text{briq}})$	m ³	-	-	-	1,6	-
4,2,1	Sable pour maçonnerie	$5*\text{Mort}*1$	m ³	-	-	-	1,6	1,68
4,2,2	Ciment	$5*(\text{Mort}*300/50)$	sac	-	-	-	9,6	10,08
5	Enduit intérieur	$5*(S_{\text{maç}}*0,01)$	m ³	-	-	-	0,4	-
5,1	Sable	$5*(\text{Endt}*1)$	m ³	-	-	-	0,4	-
5,2	Ciment	$5*(\text{Endt}*400/50)$	sac	-	-	-	3,2	3,36
7	Béton de propreté	$5*(L*1*e)$	m ³	1,6	1,4	0,05	0,56	
7,1	Gravier	$5*(V_{\text{béton}}*0,8)$	m ³	-	-	-	0,448	0,47
7,2	Sable	$5*(V_{\text{béton}}*0,4)$	m ³	-	-	-	0,224	0,23
7,3	Ciment	$5*(V_{\text{béton}}*200/50)$	sac	-	-	-	2,24	2,35
8	Radier	$5*(L*1*e)$	m ³	1,6	1,4	0,1	1,12	
8,1	Gravier	$5*(V_{\text{béton}}*0,8)$	m ³	-	-	-	0,896	0,94
8,2	Sable	$5*(V_{\text{béton}}*0,4)$	m ³	-	-	-	0,448	0,47
8,3	Ciment	$5*(V_{\text{béton}}*350/50)$	sac	-	-	-	7,84	8,23
9	Dalle de couverture	$5*(L*1*h)$	m ³	1,6	1,4	0,1	0,224	
9,1	Gravier	$5*(V_{\text{béton}}*0,8)$	m ³	-	-	-	0,179	0,18
9,2	Sable	$5*(V_{\text{béton}}*0,4)$	m ³	-	-	-	0,089	0,1
9,3	Ciment	$5*(V_{\text{béton}}*350/50)$	sac	-	-	-	1,568	1,65
10	Armature pour radier(st=20cm)	$5*[((L/st)+1)*1*2/12]$	pce	1,6	1,4	-	10,5	11,025
11	Armature couverture(st=20cm)	$5*[(L/st)+1]*1*2/12]$	pce	1,6	1,4	-	10,5	11,02
12	Fil à ligaturer	$5*[L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4]$	Kg	6,9	-	0,003	4,39	4,61
13	Coffrage							
13,1	Couverture	$5*[(L*1)+(L+1)*2*e]$	m ²	1,6	1,4	0,1	4,4	4,62
13,2	Radier	$5*[(L+1)*2*e]$		1,6	1,4	0,1	4,4	4,62
13,3	Stotale	[Scouv+Srad]	m ²	-	1,4	-	8,8	9,24
13,4	Planche	Totale/Splanche	Planc	-	-	-	12,57	13,2
13,5	Clous	Stotale*0,15	Kg	-	-	-	1,88	2,16

VII.2.5 Quatre Chambre de Purge

N°	Désignation des travaux	Formule	unité	L (m)	l(m)	e ou h	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$4*L*l*e$	m ³	3,4	2,4	0,3	9,792	9,79
2	Fouille	$4*L*l*h$	m ³	2,4	1,4	1,4	23,52	23,52
3	Surface maçonnée	$4*(L+l)*2*h$	m ²	2,4	1,4	1,4	42,56	42,56
4	Volume maçonné	$4*S \text{ maç}*0,1$	m ³	-	-	0,1	4,256	4,256
4,1	Briques	$4*S \text{ maç}*100$	briq	-	-	-	4256	4256
4,2	Mortier	$4*(V_{\text{maç}}-V_{\text{briq}})$	m ³	-	-	-	1,758	-
4,2,1	Sable	$4*Mort*1$	m ³	-	-	-	1,758	1,84
4,2,2	Ciment	$4*Mort*300/50$	sac	-	-	-	10,55	11,07
5	Enduit intérieur	$4*S \text{ maç}*0,01$	m ³	-	-	-	0,42	-
5,1	Sable	$4*End*1$	m ³	-	-	-	0,42	0,44
5,2	Ciment	$4*End*400/50$	sac	-	-	-	3,40	3,57
7	Béton de propreté	$4*L*l*e$	m ³	2,4	1,4	0,05	0,672	-
7,1	Gravier	$4*V. \text{ béton}*0,8$	m ³	-	-	-	0,537	0,56
7,2	Sable	$4*V. \text{ béton}*0,4$	m ³	-	-	-	0,215	0,22
7,3	Ciment	$4*V. \text{ béton}*300/50$	sac	-	-	-	4,032	4,23
8	Radier	$4*L*l*e$	m ³	2,4	1,4	0,2	2,688	-
8,1	Gravier	$4*V. \text{ béton}*0,8$	m ³	-	-	-	2,150	2,25
8,2	Sable	$4*V. \text{ béton}*0,4$	m ³	-	-	-	0,860	0,90
8,3	Ciment	$4*V. \text{ béton}*350/50$	sac	-	-	-	18,81	19,75
9	Dalle de couverture	$4*L*l*h$	m ³	2,4	1,4	0,1	1,344	-
9,1	Gravier	$4*V. \text{ béton}*0,8$	m ³	-	-	-	1,075	1,12
9,2	Sable	$4*V. \text{ béton}*0,4$	m ³	-	-	-	0,537	0,56
9,3	Ciment	$4*V. \text{ béton}*350/50$	sac	-	-	-	9,408	9,88
10	Armature radier(st=20cm)	$4*[(L/st)+1]*1*2/12]$	pce	2,4	1,4	-	12,13	12,73
11	Armature couverture st=20cm	$4*[(L/st)+1]*1*2/12]$	pce	2,4	1,4	-	12,13	12,73
12	Fil à ligaturer	$4*[L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4$	Kg	-	-	0,003	3,000	3,15
13	Coffrage							
13,1	Couverture	$4*[(L*l)+(L+l)*2*e]$	m ²	2,4	1,4	0,1	16,48	17,30
13,2	Radier	$4*[(L+l)*2*e]$		2,4	1,4	0,2	6,08	6,384
13,3	S.totale	Scouv+Srad	m ²	-	-	-	22,56	23,68
13,4	Planche	Stotale/Splanche	Planc	-	-	-	32,22	33,84
13,5	Clous	Stotale*0,15	Kg	-	-	-	4,83	5,076

VII.2.6 Dix chambres de vanne pour BF

N°	Désignation des travaux	Formule	Unité	L (m)	l(m)	e ou h	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$10*L*1*e*$	m ³	2	2	0,2	8	8
2	Fouille	$10*L*1*h*4$	m ³	1,1	1,1	0,8	9,68	9,68
3	Surface maçonnée	$10*(L+1)*2*h$	m ²	1	1	0,8	32	-
4	Volume maçonné	$10*S_{maç}*0,1$	m ³	-	-	0,1	3,2	-
4,1	Briques	$10*S_{maç}*100$	brig	-	-	-	3200	3840
4,2	Mortier	$10*V_{maç}-V_{brig}$	m ³	-	-	-	2,98112	-
4,2,1	Sable	$10*Mort*1$	m ³	-	-	-	2,98112	3,43
4,2,2	Ciment	$10*Mort*300/50$	Sac	-	-	-	17,8867	18,78
5	Enduit intérieur	$10*S_{maç}*0,01$	m ³	-	-	-	0,32	-
5,1	Sable	$10*End*1$	m ³	-	-	-	0,32	0,37
5,2	Ciment	$10*End*300/50$	sac	-	-	-	1,92	2,02
6	Mortier total	$10*mort+endint$	m ³	-	-	-	3,30112	-
7	Béton de propreté	$10*L*1*e*$	m ³	1,1	1,1	0,1	1,21	-
7,1	Gravier	$10*V_{béton}*0,8$	m ³	-	-	-	0,968	1,11
7,2	Sable	$10*V_{béton}*0,4$	m ³	-	-	-	0,484	0,56
7,3	Ciment	$10*V_{béton}*200/50$	sac	-	-	-	4,84	5,08
8	Radier	$10*L*1*e*4$	m ³	1	1	0,2	2	-
8,1	Gravier	$10*V_{béton}*0,8$	m ³	-	-	-	1,6	1,84
8,2	Sable	$10*V_{béton}*0,4$	m ³	-	-	-	0,8	0,92
8,3	Ciment	$V_{béton}*350/50$	sac	-	-	-	14	14,7
9	Dalle de couverture	$10*L*1*h*$	m ³	1	1	0,1	1	-
9,1	Gravier	$10*V_{béton}*0,8$	m ³	-	-	-	0,8	0,92
9,2	Sable	$10*V_{béton}*0,4$	m ³	-	-	-	0,4	0,46
9,3	Ciment	$10*V_{béton}*350/50$	sac	-	-	-	7	7,35
10	Armature pour radier(st=20cm)	$10*((L/st)+1)*1*2/12$	pce	1	1	-	10	11,5
11	Armature pour couverture(st=20cm)	$10*((L/st)+1)*1*2/12$	pce	1	1	-	10	11,5
12	Fil à ligaturer	$10*L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4$	Kg	23		0	5,4425	6,53
13	Coffrage							
13,1	Couverture	$10*((L*1)+(L+1)*2*e$	m ²	1	1	0,1	14	-
13,2	Radier	$10*((L+1)*2*e)$		1	1	0,2	8	-
13,3	Stotale	Scouv+Srad	m ²	-	-	-	22	-
13,4	Planche	Stotale/Splanche	Planc	-	-	-	41,9048	48,19
13,5	Clous	Stotale*0,15	Kg	-	-	-	6,28	6,6

VII.2.7 Dix bornes fontaines

N°	Désignation des travaux	Formule	unité	L (m)	l(m)	e ou h	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$10*L*1*e$	m ³	2,5	2,5	0,2	12,5	12,5
2	Fouille	$10*L*1*h$	m ³	1,5	1,5	0,2	4,5	4,5
3	Béton de propreté	$10*L*1*e$	m ³	1,5	1,5	0,1	2,25	
3,1	Gravier	$10*V_{\text{béton}}*0,8$	m ³		-	-	1,8	2,07
3,2	Sable	$10*V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	0,9	1,04
3,3	Ciment	$10 *V_{\text{béton}}*300/50$	sac	-	-	-	13,5	14,2
4	Plate-forme	$10*L*1*e$	m ³	1,3	1,3	0,2	3,38	
4,1	Gravier	$10*V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	2,7	3,11
4,2	Sable	$10*V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	1,35	1,55
4,3	Ciment	$10*V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	23,7	24,8
5	Pilier	$10*L*d^2*\pi/4$	m ³	0,7	-	0,25	0,05	-
5,1	Sable	$10*End*1$	m ³	-	-	-	0,05	0,06
5,2	Ciment	$10*V_{\text{pillier}}*400/50$	sac	-	-	-	0,44	0,46
6	Armature pour plate-forme(st=20cm)	$10* ((L/st)+1)*1*2/12$	pce	1,3	1,3	-	16,3	16,3
6,1	Fil à ligaturer	$10*L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4$	Kg	16,25	-	0,01	3,85	4,61
7	Coffrage							
7,1	Plate-forme	$10* (L+1)*2*e$	m ²	1,3	1,3	0,2	10,2	
7,2	Pilier	$10*L*d*\pi/2,4$		0,7		0,25	2,28	2,4
7,3	S.Plate .F	SPlate	m ²	-	-	-	10,2	-
7,4	Planche	Stotale/Splanche	Planc			-	14,57	15,3
7,5	Clous	Stotale*0,15	Kg	-	-	-	2,18	2,29

VII.2.8 Réservoir de 10m³

N°	Désignation	Formule	unité	L/DE (m)	l/DI (m)	d/h	ép	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$L \cdot l \cdot e$	m ³	4,83	4,83	-	0,2	9,33	9,3
2	Fouille	$L \cdot l \cdot h$	m ³	4,33	4,33	1	-	37,5	38
3	Béton propre	$L \cdot l \cdot e$	m ³	4,03	4,03	-	0,1	1,62	-
3,1	Gravier	$V_{\text{béton}} \cdot 0,8$	m ³		-	-	-	0,13	0,2
3,2	Sable	$V_{\text{béton}} \cdot 0,4$	m ³		-	-	-	0,65	0,8
3,3	Ciment	$V_{\text{béton}} \cdot 200/50$	sac	-	-	-	-	6,5	6,8
4	Béton dalle de couverture	$L \cdot l \cdot e$	m ³	3,93	3,93		0,2	4,63	
4,1	Gravier	$V_{\text{béton}} \cdot 0,8$	m ³	-	-	-	-	3,71	4,3
4,2	Sable	$V_{\text{béton}} \cdot 0,4$	m ³	-	-	-	-	1,85	2,1
4,3	Ciment	$V_{\text{béton}} \cdot 350/50$	sac	-	-	-	1,1	32,4	34
5	Béton armé du radier	$L \cdot l \cdot e$	m ³	4,03	4,03		0,3	9,74	
5,1	Gravier	$V_{\text{béton}} \cdot 0,8$	m ³	-	-	-	-	7,8	9
5,2	Sable	$V_{\text{béton}} \cdot 0,4$	m ³	-	-	-	-	3,9	4,5
5,3	Ciment	$V_{\text{béton}} \cdot 350/50$	sac	-	-	-	-	68,2	72
6	Armatures Ø12 de 12m pour radier	$L \cdot 5 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 12 \cdot 2 \cdot (L/12)$	pces	4,03	4,03	0	-	27,1	31
7	Armatures Ø8 de 12m pour couverture	$L \cdot 4 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 8 \cdot 2 \cdot (L/12)$	pces	3,93	3,93	0	-	20,6	24
	Fil à ligaturer	$L \cdot d^2 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 7850 \cdot 5\%/4$	Kg	-	-	-	-	28,2	34
8	Maçonnerie de moellon pour élévation	$DI \cdot \pi \cdot h$	m ³	-	3,03	1,7	0,4	12,9	
9	Volume du mortier	(30% du volume de la maçonnerie)	m ³	-	-	-	-	3,86	
9,1	Sable	$Mort \cdot 1$	m ³					3,86	4,4
9,2	Ciment	$Mort \cdot 300/50$	sac					23,2	24
10	Volume des moellons	$V_{\text{tot}} - V_{\text{moellon}}$	m ³					9	10
11	Revêtement intérieur	$(DI^2/4 + DI \cdot h) \cdot \pi \cdot e$	m ³		3,03	1,7	0	0,47	
11,1	Sable	$End \cdot 1$	m ³	-	-	-	-	0,47	0,5
11,2	Ciment	$End \cdot 400/50$	sac	-	-	-	-	3,73	3,9
12	Coffrage								
12,1	Couverture	$(DE^2/4 + DE) \cdot \pi \cdot h$	m ²	3,93	3,03	0,2		7,34	
12,2	Radier	$DE \cdot \pi \cdot h$	m ²	4,03	-	0,3	-	7,59	--
12,3	Stotale	$Scouv + Srad$	m ²	-	-	-	-	14,9	-
12,4	Planche	$Stotale / Splanche$	Planc	-	-	-	-	28,4	33
12,5	Clous	$Stotale \cdot 0,15$	Kg	-	-	-	-	4,27	5,1

VII.2.9 Réservoir de 15m³

N°	Désignation	Formule	Unit é	L/DE (m)	l/DI (m)	d/h	ép	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$L*I*e$	m ³	5,27	5,27		0,2	5,55	5,6
2	Fouille	$L*I*h$	m ³	4,77	4,77	1		22,8	23
3	Béton propreté	$L*I*e$	m ³	4,47	4,47		0,1	1	
3,1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	0,8	0,8
3,2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	0,4	0,5
3,3	Ciment	$V_{\text{béton}}*200/50$	sac	-	-	-	-	4	4,2
4	Dalle de couverture	$L*I*e$	m ³	4,37	4,37		0,2	2,86	
4,1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	2,29	2,6
4,2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	1,15	1,3
4,3	Ciment	$V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	1,1	20,1	21
5	Béton armé du radier	$L*I*e$	m ³	4,47	4,47		0,3	5,99	
5,1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	4,8	5,5
5,2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	2,4	2,8
5,3	Ciment	$V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	-	42	44
6	Armatures Ø16 de 12m pour radier	$L*6\text{Ø}16*2*(L/12)$	pces	4,47	4,47	0	-	20	23
7	Armatures Ø8 de 12m pour couverture	$L*4\text{Ø}8*2*(L/12)$	pces	4,37	4,37	0	-	12,7	15
	Fil à ligaturer	$L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4$	Kg	-	-	-	-	25,2	30
8	Maçonnerie de moellon pour élévation	$DI*\pi* h$	m ³	-	3,47	1,9	0,4	8,24	-
9	Volume du mortier	(30% du volume de la maçonnerie)	m ³	-	-	-	-	2,47	
9,1	Sable	$Mort*1$	m ³	-	-	-	-	2,47	2,8
9,2	Ciment	$Mort*300/50$	sac	-	-	-	-	14,8	16
10	Volume des moellons	$V_{\text{tot}}-V_{\text{moellon}}$	m ³	-	-	-	-	5,77	6,6
11	Revêtement intérieur	$(D^2/4 + D *h)* \pi* e$	m ³	-	3,47	1,9	0,01	0,3	
11,1	Sable	$End*1$	m ³	-	-	-	-	0,3	0,4
11,2	Ciment	$Endt*400/50$	sac	-	-	-	-	2,4	2,5
12	Coffrage								
12.1	Couverture	$(DE^2/4 + DE)*\pi*h$	m ²	4,37	3,47	0,2		4,31	
12.2	Radier	$DE*\pi*h$	m ²	4,47	-	0,3	-	4,21	
12.3	S.totale	$Scouv+Srad$	m ²	-	-	-	-	8,52	
12,4	Planche	$Stotale/Splanche$	Planc	-	-	-	-	16,2	19
12,5	Clous	$Stotale*0,15$	Kg					2,43	2,9

VII.2.10 Réservoir de 30m³

N°	Désignation	Formule	Unité	L/DE (m)	l/DI (m)	d/h	ép	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$L*I*e$	m ³	6,17	6,17		0,2	7,61	7,6
2	Fouille	$L*I*h$	m ³	5,67	5,67	1		32,2	32
3	Béton propreté	$L*I*e$	m ³	5,37	5,37		0,1	1,44	
3,1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	1,2	0,1
3,2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	0,58	0,7
3,3	Ciment	$V_{\text{béton}}*200/50$	sac	-	-	-	-	5,77	6,1
4	Dalle de couverture	$L*I*e$	m ³	5,27	5,27		0,2	4,17	
4,1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	3,33	3,8
4,2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	1,67	1,9
4,3	Ciment	$V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	1,1	29,2	31
5	Béton armé du radier	$L*I*e$	m ³	5,37	5,37	-	0,3	8,65	-
5,1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	6,92	8
5,2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	3,46	4
5,3	Ciment	$V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	-	60,6	64
6	Armatures Ø20 de 12m pour radier	$L*7\text{Ø}20*2*(L/12)$	pces	5,37	5,37	0	-	33,6	39
7	Armatures Ø8 de 12m pour couverture	$L*6\text{Ø}8*2*(L/12)$	pces	5,27	5,27	0	-	27,8	32
	Fil à ligaturer	$L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4$	Kg	-	-	-	-	64,8	78
8	Maçonnerie de moellon pour élévation	$DI*\pi*h$	m ³	-	4,37	2,3	0,4	12,7	-
9	Volume du mortier	(30% du volume de la maçonnerie)	m ³	-	-	-	-	3,8	-
9,1	Sable	Mort*1	m ³	-	-	-	-	3,8	4,4
9,2	Ciment	Mort*300/50	sac	-	-	-	-	22,8	24
10	Volume des moellons	V tot-V moellon	m ³	-	-	-	-	8,88	10
11	Revêtement intérieur	$(DI^2/4 + DI*h)*\pi*e$	m ³	-	4,37	2,3	0	0,47	-
11,1	Sable	End*1	m ³	-	-	-	-	0,47	0,5
11,2	Ciment	Endt*400/50	sac	-	-	-	-	3,74	3,9
12	Coffrage								
12.1	Couverture	$(DE^2/4 + DE)*\pi*h$	m ²	5,27	4,37	0,2	-	5,75	
12.2	Radier	$DE*\pi*h$	m ²	5,37	-	0,3	-	5,06	--
12.3	Stotale	Scouv+Srad	m ²	-	-	-	-	10,8	-
12.4	Planche	Stotale/Splanche	Planc	-	-	-	-	20,6	24
12.5	Clous	Stotale*0,15	Kg	-	-	-	-	3,09	3,7

VII.2.11 Réservoir 5m3

N°	Désignation	Formule	unité	L/DE (m)	l/DI (m)	d/h	ép	Q	Q'
1	Décapage de la terre végétale	$L*I*e$	m ³	5,1	5,1	-	0,2	10,4	10
2	Fouille	$L*I*h$	m ³	3,8	3,8	1	-	28,9	29
3	Béton propreté	$L*I*e$	m ³	3,3	3,3		0,1	1,09	1,09
3.1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	--		-	0,9	0,1
3.2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	0,44	0,5
3.3	Ciment	$V_{\text{béton}}*200/50$	sac	-	-	-	-	4,36	4,6
4	Dalle de couverture	$L*I*e$	m ³	3,2	3,2	-	0,2	3,07	-
4.1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	2,46	2,8
4.2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	1,23	1,4
4.3	Ciment	$V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	1,1	21,5	23
5	Béton armé du radier	$L*I*e$	m ³	3,3	3,3		0,3	6,53	
5.1	Gravier	$V_{\text{béton}}*0,8$	m ³	-	-	-	-	5,23	6
5.2	Sable	$V_{\text{béton}}*0,4$	m ³	-	-	-	-	2,61	3
5.3	Ciment	$V_{\text{béton}}*350/50$	sac	-	-	-	-	45,7	48
6	Armatures Ø10 de 12m pour radier	$L*4\text{Ø}10*2*(L/12)$	pces	3,3	3,3	0	-	14,5	17
7	Armatures Ø8 de 12m pour couverture	$L*3\text{Ø}8*2*(L/12)$	pces	3,2	3,2	0	--	10,2	12
8	Fil à ligaturer	$L*d^2*\pi*12*7850*5\%/4$	Kg	-	-		-	41,4	50
9	Maçonnerie de moellon pour élévation	$DI*\pi* h$	m ³	-	3,1	1,4	0,4	5,45	
10	Volume du mortier	(30% du volume de la maçonnerie)	m ³	-	-	-	-	1,64	-
10.1	Sable	$Mort*1$	m ³	-	-	-	-	1,64	1,9
10.2	Ciment	$Mort*300/50$	sac	-	-	-	-	9,81	10
11	Volume des moellons	$V_{\text{tot}}-V_{\text{moellon}}$	m ³	-	-	-	-	3,82	4,4
12	Revêtement intérieur	$(DI^2/4 + DI*h)*\pi*e$	m ³	-	3,1	1,4	0	0,21	-
12.1	Sable	$End*1$	m ³	-	-	-	-	0,21	0,2
12.2	Ciment	$Endt*400/50$	sac	-	-	-	-	1,69	1,8
13	Coffrage								
13.1	Couverture	$(DE^2/4 + DE)*\pi*h$	m ²	3,2	3,1	0,2		2,71	-
13.2	Radier	$DE*\pi*h$	m ²	3,3	3,3	0,3		3,11	-
13.3	S total	$S_{\text{couv}}+S_{\text{rad}}$	m ²	-	-	-	-	5,82	-
13.4	Planche	$S_{\text{totale}}/S_{\text{planche}}$	Planc	-	-	-	-	11,1	13
15	Clous	$S_{\text{totale}}*0,15$	Kg	-	-	-	-	1,66	2

VII.3 Devis estimatif

CAPTAGE					
N°	Désignation des travaux	Unité	Q'	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1	Décapage de la terre végétale	m3	40,00	4000	160 000
2	Fouille	m3	33,60	7000	235 200
3	Gravier filtrant	m3	14,49	25000	362 250
4	Sable filtrant	m3	3,22	15000	48 300
5	Tuyaux captant 75PVC	pièce	2,10	48500	101 850
6	Feuille plastique	m2	14,70	6500	95 550
7	Argile d'étanchéité	m3	8,05	15000	120 750
8	V. moellons utilisés	m3	3,68	30000	110 400
9	Sable	m3	1,84	12000	22 080
10	Ciment	sac	10,10	32000	323 200
11	Matériaux de remblais	m3	11,50	2000	23 000
12	Tube métallique 40*40*1,5	pce	30,67	12000	368 040
13	Fil barbelé	M	336,00	4500	1 512 000
ST1					3 482 620

CHAMBRE DE DEPART

1	Décapage de la terre végétale	m3	2,45	4000	9790
2	Fouille	m3	5,88	7000	41160
3	Briques	briq	1117,20	32	35750
4	Sable	m3	1,00	12000	11952
5	Ciment	sac	12,13	32000	388160
6	Gravier	m3	0,98	25000	24500
7	Armature pour radier(st=20cm) Ø8	pce	6,36	20000	127200
8	Fil à ligaturer	Kg	0,78	2500	1950
9	Planche	Planc	8,46	3000	25380
10	Clous	Kg	1,26	5000	6300
ST2					672 142

CHAMBRE DE VANNE ET DE SECTIONNEMENT

1	Décapage de la terre végétale	m3	9,36	4000	37440
2	Fouille	m3	11,20	700	7840
5	Briques	briq	4200,00	32	134400
7	Sable	m3	10,30	12000	123581
8	Ciment	sac	47,38	32000	1516032
13	Gravier	m3	2,35	25000	58800
24	Armature pour radier(st=20cm)Ø8	pce	22,05	20000	441000
25	Fil à ligaturer	Kg	4,61	2500	11530
26	Planche	Planc	13,20	3000	39600
27	Clous	Kg	2,17	5000	10843
ST3					2 381 066

CHAMBRE DE PURGE

1	Décapage de la terre végétale	m ³	9,79	4000	39160
2	Fouille	m ³	23,52	7000	164640
4,1	Briques	briq	4256,00	32	136192
4,2,1	Sable	m ³	3,65	12000	43776
4,2,2	Ciment	sac	38,65	32000	1236645
7,1	Gravier	m ³	2,82	25000	70560
10	Armature pour radier(st=20cm)Ø8	pce	25,47	20000	509460
12	Fil à ligaturer	Kg	3,15	2500	7875
13,4	Planche	Planc	33,84	3000	101520
13,5	Clous	Kg	5,08	5000	25380
ST4					2 335 208

CHAMBRE DE VANNE POUR BORNES FONTAINE

1	Décapage de la terre végétale	m ³	8,00	4000	32000
2	Fouille	m ³	9,68	7000	67760
4,1	Briques	briq	3840,00	32	122880
4,2,1	Sable	m ³	7,68	12000	92160
4,2,2	Ciment	Sac	47,93	32000	1533760
5,1	Sable	m ³	2,31	12000	27720
7,1	Gravier	m ³	3,87	25000	96750
10	Armature pour radier(st=20cm)Ø8	pce	23,00	20000	460000
12	Fil à ligaturer	Kg	6,53	2500	16325
13,4	Planche	Planc	48,19	3000	144570
13,5	Clous	Kg	7,23	5000	36143
ST5					2 630 068

BORNES FONTAINE

1	Décapage de la terre végétale	m ³	12,50	4000	50000
2	Fouille	m ³	4,50	7000	31500
3,1	Gravier	m ³	5,47	25000	136750
3,2	Sable	m ³	2,65	12000	31800
3,3	Ciment	sac	39,46	32000	1262720
6	Armature pour plate-forme(st=20cm)Ø8	pce	16,30	20000	326000
7,4	Planche	Planc	23,10	3000	69300
7,5	Clous	Kg	3,47	5000	17325
ST6					1 925 395

RESERVOIR

1	Décapage de la terre végétale	m ³	51,80	4000	207200
2	Fouille	m ³	189,00	7000	1323000
3,1	Gravier	m ³	23,93	25000	598135
3,2	Sable	m ³	28,59	12000	343114
3,3	Ciment	sac	416,52	32000	13328640
6	Armatures Ø12 de 12m	pces	31,00	32500	1007500
7	Armatures Ø8 de 12m	pces	112,20	20000	2244000
	Armatures Ø10 de 12m pour	pces	68,00	26000	1768000
	Armatures Ø14 de 12m	pces	23,00	50000	1150000
	Armatures Ø20 de 12m	pces	31,00	120000	3720000
	Fil à ligaturer	Kg	276,00	2500	690000
10	Volume des moellons	m ³	35,80	2500	89500
12,4	Planche	Planc	95,00	3000	285000
12,5	Clous	Kg	20,70	5000	103500
ST7					26 857 589

CANALISATION

1	Décapage de la terre végétale	m ³	3434,90	4000	13739604
2	Fouille	m ³	4121,88	7000	28853168
3	V des conduites Ø75	m ³	19,00	48500	921500
3.1	V des conduites Ø63	m ³	1508,00	36000	54288000
3.2	V des conduites Ø50	m ³	172,00	27000	4644000
3.3	V des conduites Ø40	sac	209,00	250000	52250000
4	V des conduites Ø32	m ³	64,00	20000	1280000
4.1	V des conduites Ø20	m ³	35,00	15000	525000
4.2	Sable d'enrobage	m ³	1544,31	12000	18531686
4.3	Remblais	sac	3160,11	2000	6 320 218
S.TOT 6					181 353 177 BIF
TOTAL GENERAL 1					221 264 BIF
MAIN D'ŒUVRE 30%					66 491 179 BIF
IMPREVU DE 10%					22 163 726 BIF
TOT GENERAL 2					310 292 170 BIF
TVA					55 852 591 BIF
TOTAT GENERAL					366 144 761 BIF

Nous disons une somme de **TROIS CENTES SOIXANTE SIX MILLIONS CENT QUARANTE QUATRE MILLE SEPT CENT SOIXANTE ET UN BIF.**

VII.4 Diagramme de GANTT

MOIS	1 ^{er}				2 ^e				3 ^e				4 ^e				5 ^e			
	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e
ACTIVITES																				
Installation du chantier	—																			
Décapage de la terre végétale		—	—	—	—															
Fouille			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Lit de sable pour enrobage													—	—	—		—	—	—	
Pose des conduits														—	—	—	—			
Remblayage et étalage														—	—	—	—	—	—	
Maçonnerie en briques													—	—						
Maçonnerie en moellons													—	—	—					
Coffrage										—	—									
Ferrailage										—	—	—								
Bétonnage												—	—	—						
Décoffrage																			—	
Nettoyage, mise en service du Réseau et replie du chantier																				—

Tableau VII.1: diagramme de GANTT

CHAPITRE VIII CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

VIII.1 Conclusion Générale

Comme nous l'avons dit au début de notre travail, L'eau est la source de la vie et ainsi elle est indispensable à la pérennité de tous les êtres vivants. L'eau potable est un moteur au développement socio-économique durable de l'être humaine.

Notre travail de fin d'études sur l'AEP de RUGOMERO-RUSARASI va résoudre le problème d'eau potable régnant dans cette commune qui possède peu d'infrastructure en AEP. Cependant, nous espérons qu'une fois ce projet réalisé, la colline et les sous collines ci-haut citée vont bénéficier de l'eau potable en quantité suffisante avec réduction des parcours qu'ils faisaient avant pour la recherche de l'eau.

L'évaluation des besoins en eau potable de la population bénéficiaire nous a permis de certifier que le débit de la source Rugomero suffira pour alimenter les localités choisies pour notre projet car cette valeur du débit devra satisfaire les résidents jusqu'en 2038.

Nous invitons d'autres chercheurs qui peuvent mener d'autres compléments en faisant notamment l'étude du sol et autres contributions sur ce sujet en vue d'agréments la vie des populations de la commune de BUSONI et celle des sous-collines citées ci-haut.

VIII.2. Recommandations

Au terme de ce travail, quelques recommandations sont d'une importance capitale. Nous savons que tout ouvrage non entretenu se détériore très rapidement. Aussi, un réseau d'adduction non entretenu peut devenir dangereux pour la vie des populations bénéficiaires bien que l'eau continue à tomber du robinet. C'est pour cette raison que nous recommandons :

A l'Etat :

- Il faudra engager et former un personnel local qui pourra suivre et veiller sur l'entretien pour intervenir à temps ;
- Il faudra évaluer et rentabiliser au maximum toutes les ressources en eau pour alimenter les zones rurales dépourvues d'eau potable.

A la Régie Communale de l'Eau :

- Sensibiliser les bénéficiaires à la prise de conscience sur la bonne gestion des infrastructures obtenues,
- L'entretien des réseaux doit donc être en priorité des usagers, ainsi ces derniers doivent contribuer au bon déroulement des activités.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

I. Ouvrages généraux

- ❖ DU PONT A., Hydraulique urbaine, Seyroles, Paris, 1981
Tome I : Captage et traitement des eaux
Tome II : Ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux
- ❖ WAGNER E-G., Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations, Genève, 1961
- ❖ OBPE : Guide National De Détermination des Périmètres des Protection des Captages d'eau Destinée à la Consommation Humaine.

II. Mémoires

- ✓ NDIHOKUBWAYO Cléophae et NDUWIMANA Egide : Etude d'alimentation en eau potable dans les milieux ruraux : Cas du réseau ramifié de Nimba en commune BUGANDA de la Province de CIBITOKÉ. Projet de fin d'étude, Université du Burundi (Bujumbura, Décembre 2011).
- ✓ NDAYIRORE Euphraise et NIZIGIYIMANA Charles : Projet d'adduction d'eau potable de Mivo II en commune NGOZI dans la Province NGOZI. Projet de fin d'étude, Université du Burundi (Bujumbura, Aout 2012).
- ✓ NDAYUBAHA Rémy et NIYONKURU Emmanuel : Projet d'alimentation d'eau potable : Cas du réseau MUHUNGU en commune MABAYI dans la Province CIBITOKÉ. Projet de fin d'étude, Université du Burundi (Bujumbura, Septembre 2013).

ANNEXES

ANNEXE 1

Tableau des diamètres normalisés des conduites

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

ANNEXE 2

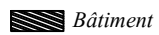
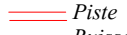


Tableau des sections d'aciers

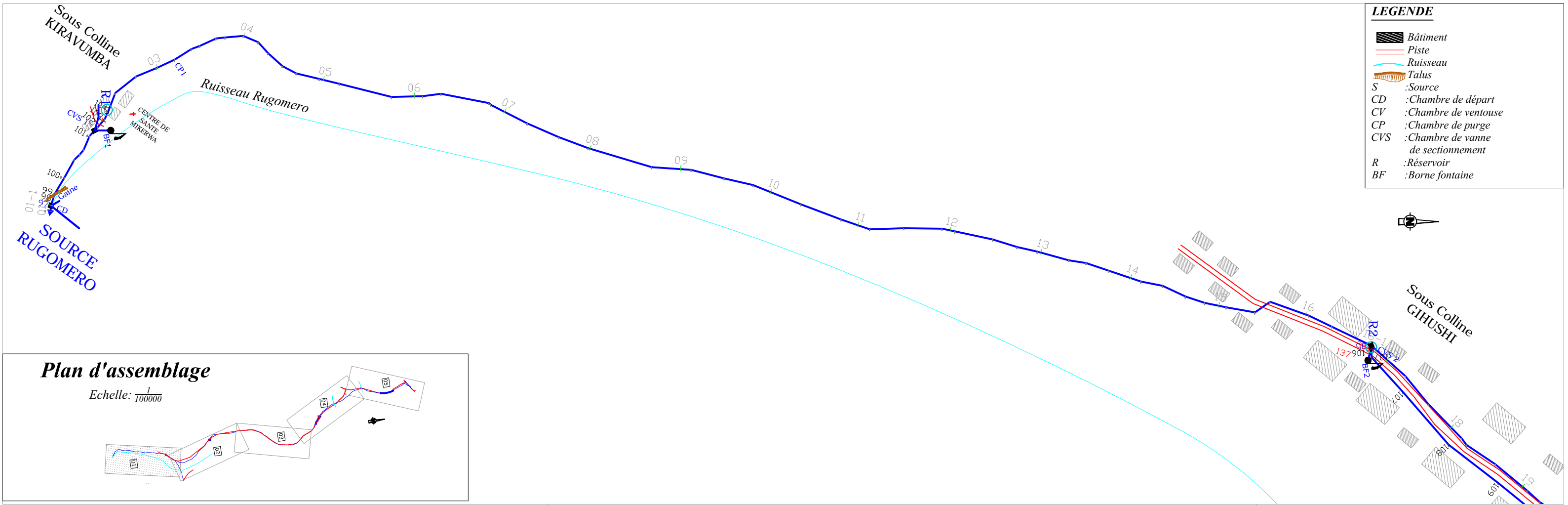
Ø	Poids au mètre	Sections d'aciers										
		D	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9
mm	kg	barre	barres	barres	barres	barres	barres	barres	barres	barres	barres	barres
		cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83	
7	0.302	0.38	0.77	1.15	1.54	1.92	2.31	2.69	3.08	3.46	3.85	
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.51	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	
10	0.617	0.78	1.57	2.35	3.14	3.92	4.71	5.49	6.28	7.06	7.85	
12	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17	11.30	
14	1.208	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.8	15.39	
16	1.578	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09	20.10	
20	2.466	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26	31.42	
25	3.854	4.91	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09	
32	6.313	8.04	16.08	24.12	32.16	40.20	48.54	56.28	64.32	72.36	80.40	
40	9.865	12.57	25.13	37.70	50.27	62.83	75.40	87.96	100.53	113.10	125.66	

ANNEXE.3

PROFIL EN LONG DU PROJET

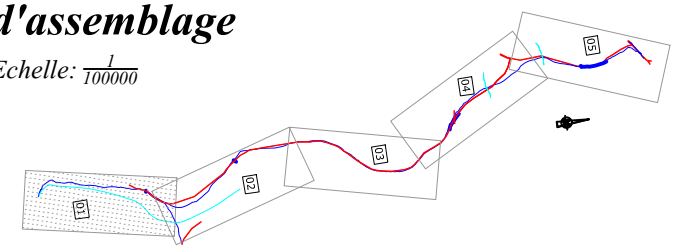
LEGENDE


-  Bâtiment
-  Piste
-  Ruisseau
-  Talus
- S* :Source
- CD* :Chambre de départ
- CV* :Chambre de ventouse
- CP* :Chambre de purge
- CVS* :Chambre de vanne de sectionnement
- R* :Réservoir
- BF* :Borne fontaine



Plan d'assemblage

Echelle: 1/100000

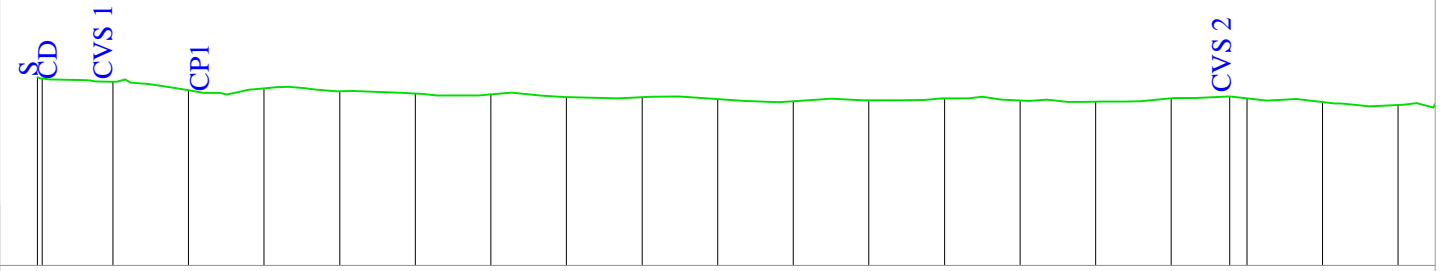


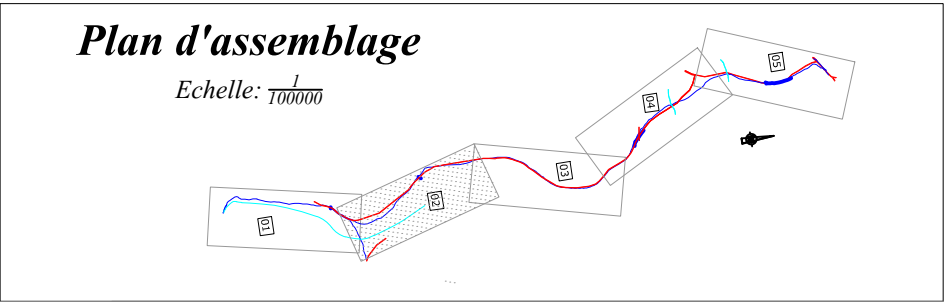
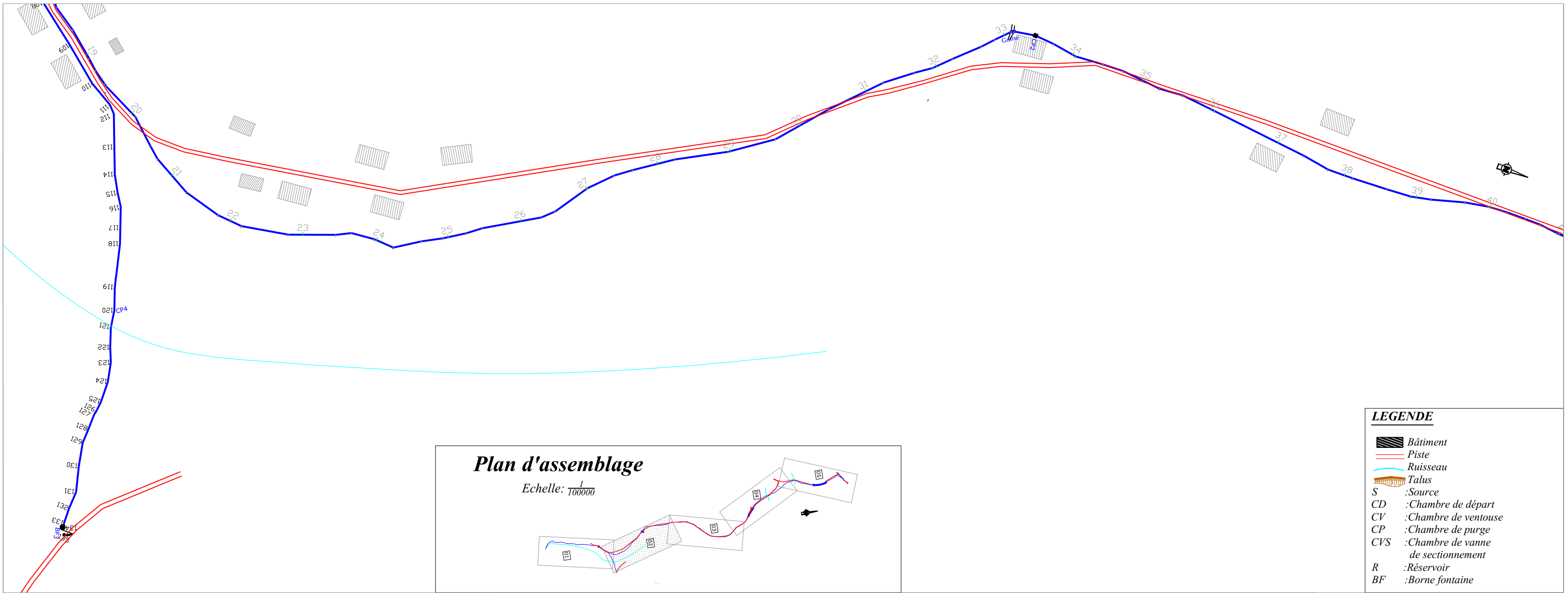
 **covadis**

Axe : P-01
 Profil dessiné par AutoPISTE
 Echelle en X : 1/5000
 Echelle en Y : 1/2500

PC : 1380.00 m

Numéro de profils en travers	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	16-1	17	18	19	
Distances partielles		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	77.23	22.77	100.00	100.00	100.00
Distances cumulees	0.00	100.00	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00	900.00	1000.00	1100.00	1200.00	1300.00	1400.00	1500.00	1577.23	1600.00	1700.00	1800.00	
Altitudes TN	1504.46	1501.58	1495.97	1497.23	1495.29	1493.66	1493.21	1491.45	1491.28	1490.12	1488.72	1489.28	1490.49	1489.08	1488.32	1490.59	1491.83	1490.54	1488.11	1486.10	
Canalisations	PVC75 PN10	PVC63 PN10	PVC63 PN10					PVC63 PN10					PVC63 PN10								
Type d'ouvrages	S CD	CVS 1	CPI														CVS 2				

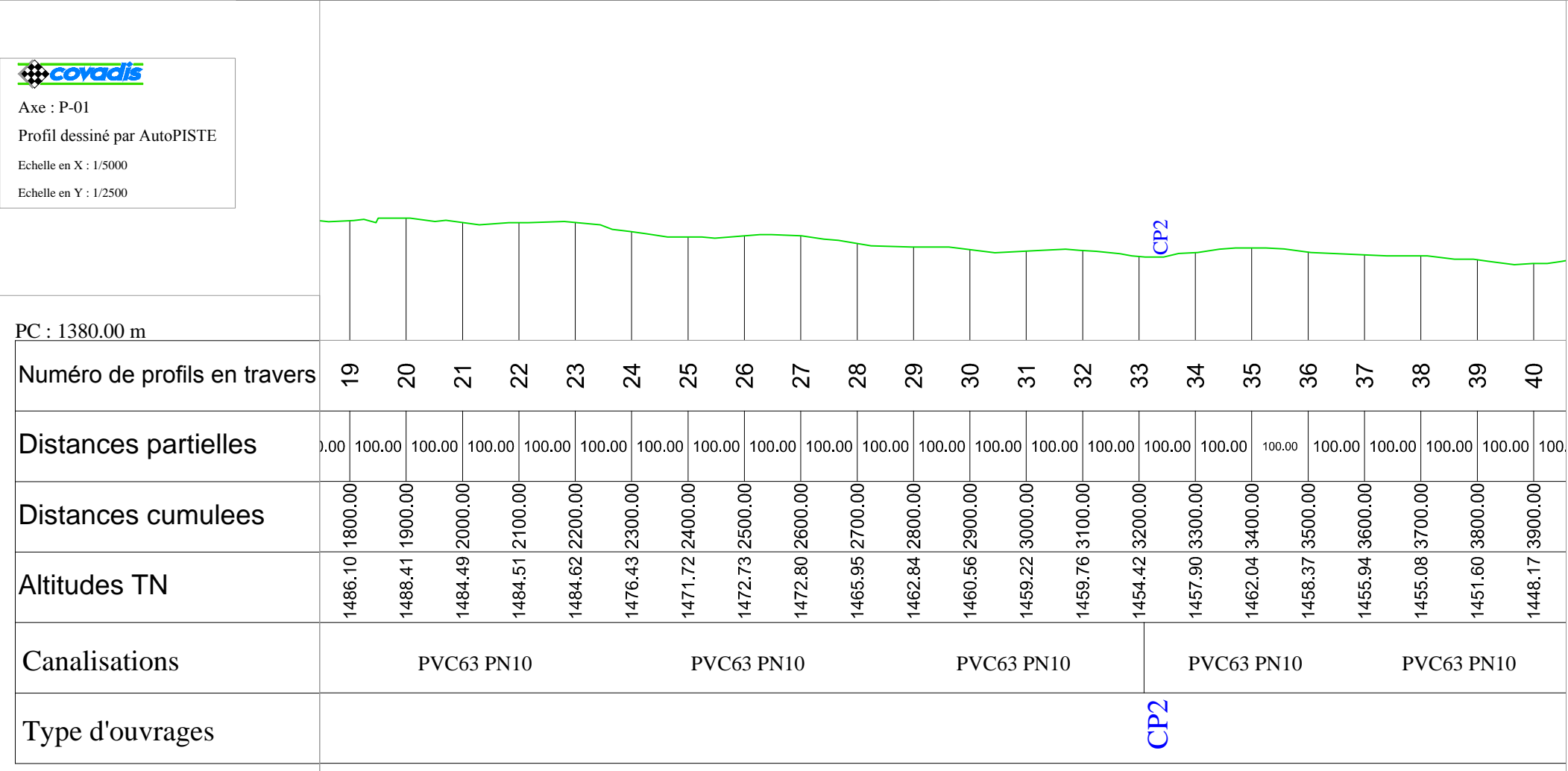















LEGENDE

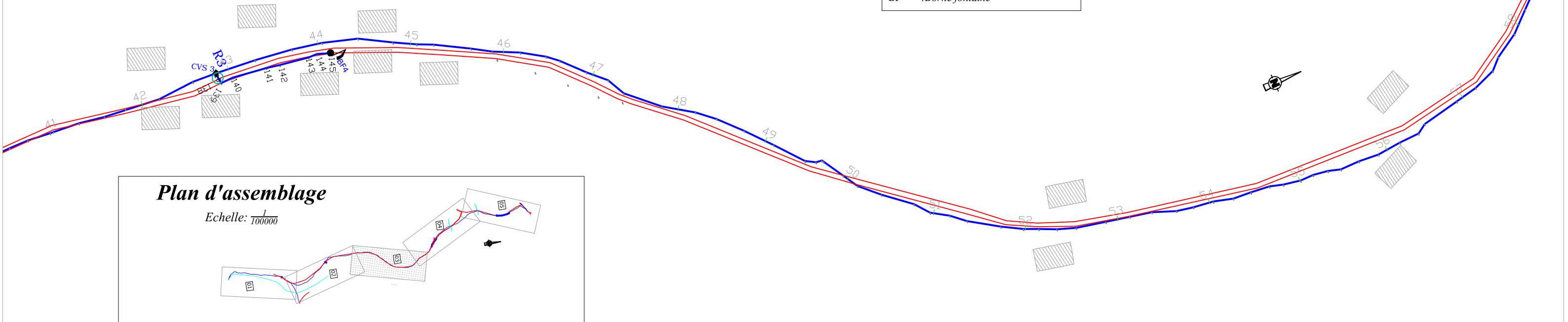
- Bâtiment
- Piste
- Ruisseau
- Talus
- S :Source
- CD :Chambre de départ
- CV :Chambre de ventouse
- CP :Chambre de purge
- CVS :Chambre de vanne de sectionnement
- R :Réservoir
- BF :Borne fontaine


covadis
Axe : P-01
Profil dessiné par AutoPISTE
Echelle en X : 1/5000
Echelle en Y : 1/2500

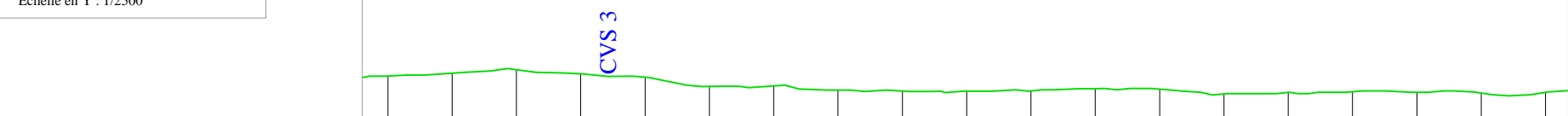


Centre MUNYINYA -RUHONGORE

- LEGENDE**
-  Bâtiment
 -  Piste
 -  Ruisseau
 -  Talus
 -  S :Source
 -  CD :Chambre de départ
 -  CV :Chambre de ventouse
 -  CP :Chambre de purge
 -  CVS :Chambre de vanne de sectionnement
 -  R :Réservoir
 -  BF :Borne fontaine



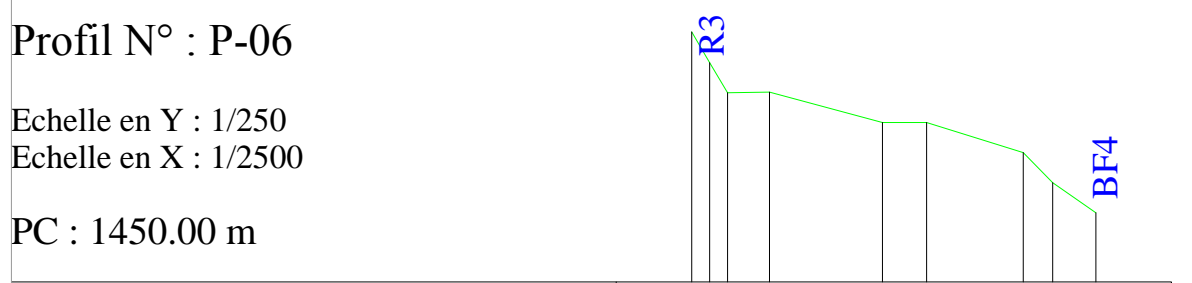

 Axe : P-01
 Profil dessiné par AutoPISTE
 Echelle en X : 1/5000
 Echelle en Y : 1/2500



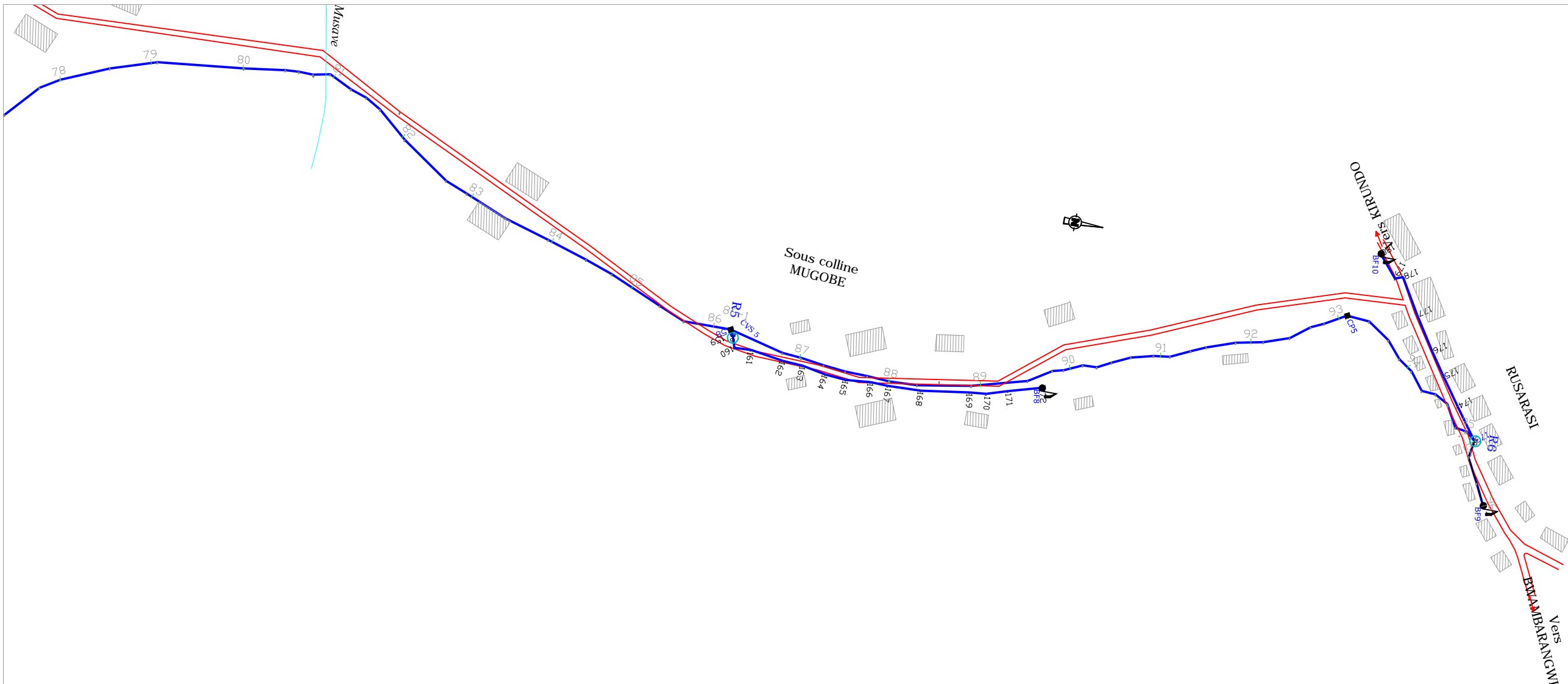
PC : 1380.00 m																				
Numéro de profils en travers	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
Distances partielles	00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Distances cumulees	4000.00	4100.00	4200.00	4300.00	4400.00	4500.00	4600.00	4700.00	4800.00	4900.00	5000.00	5100.00	5200.00	5300.00	5400.00	5500.00	5600.00	5700.00	5800.00	
Altitudes TN	1452.29	1454.58	1457.35	1453.98	1451.54	1444.32	1444.66	1441.45	1440.75	1440.56	1440.77	1442.63	1442.19	1438.52	1439.69	1440.20	1439.85	1439.16	1439.74	
Canalisations	PVC63 PN10			PVC63 PN10																
Type d'ouvrages				CVS 3																

Profil N° : P-06

Echelle en Y : 1/250
 Echelle en X : 1/2500
 PC : 1450.00 m



Numéro de points	421	139	140	141	142	143	144	145
Distances partielles	5.90	6.00	13.82	37.31	14.68	31.91	9.70	14.31
Distances cumulees	0.00	5.90	11.92	25.75	63.06	77.74	109.65	133.66
Altitudes TN	1458.27	1457.27	1456.25	1456.27	1455.27	1455.27	1454.27	1453.28
Canalisation	PVC20 PN16							
Type d'ouvrages	R3							BF4




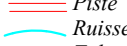

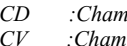
- LEGENDE**
- Bâtiment
 - Piste
 - Ruisseau
 - Talus
 - S* :Source
 - CD* :Chambre de départ
 - CV* :Chambre de ventouse
 - CP* :Chambre de purge
 - CVS* :Chambre de vanne de sectionnement
 - R* :Réservoir
 - BF* :Borne fontaine

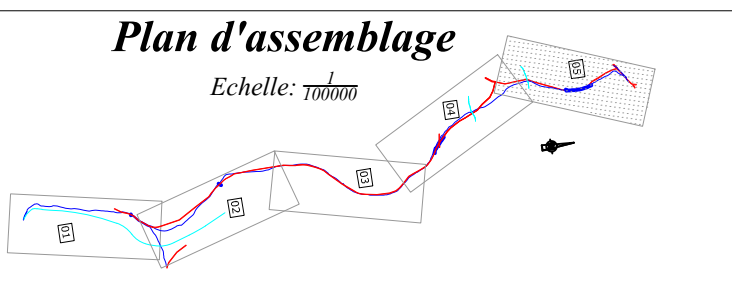
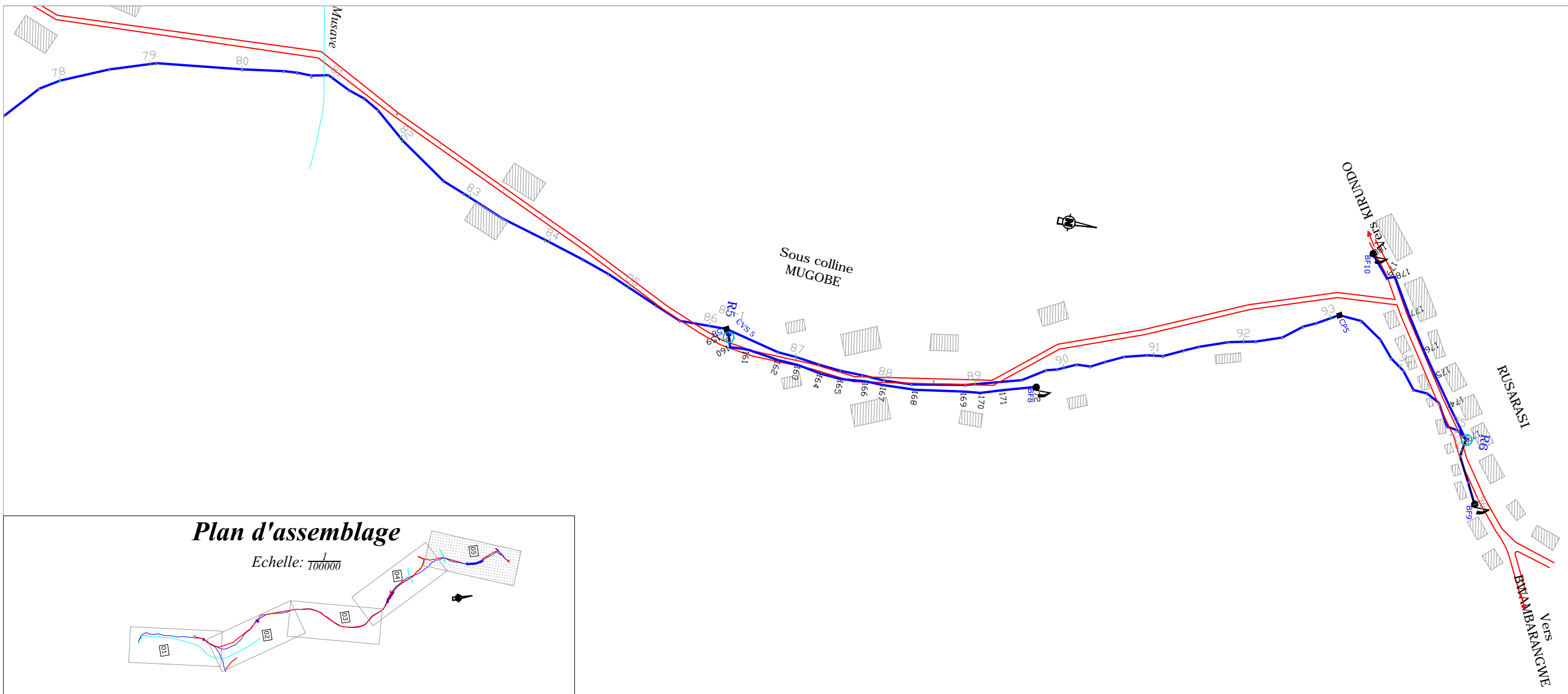
covadis

Axe : P-01
 Profil dessiné par AutoPISTE
 Echelle en X : 1/5000
 Echelle en Y : 1/2500

PC : 1380.00 m																				
Numéro de profils en travers	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
Distances partielles	.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	18.94	81.06	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	15.33	73.99
Distances cumulees	7700.00	7800.00	7900.00	8000.00	8100.00	8200.00	8300.00	8400.00	8500.00	8694.94	8806.00	8906.00	9006.00	9106.00	9206.00	9306.00	9406.00	9506.00	9606.00	9680.00
Altitudes TN	1412.61	1403.32	1396.76	1394.88	1400.69	1402.89	1403.01	1402.15	1404.26	1399.28	1400.44	1403.54	1403.91	1399.61	1396.01	1395.20	1402.98	1406.36	1409.99	1404.72
Canalisations	PVC63 PN10				PVC63 PN10				PVC50 PN10				PVC50 PN10							
Type d'ouvrages										CVS 4					R 6	BF 9				

LEGENDE

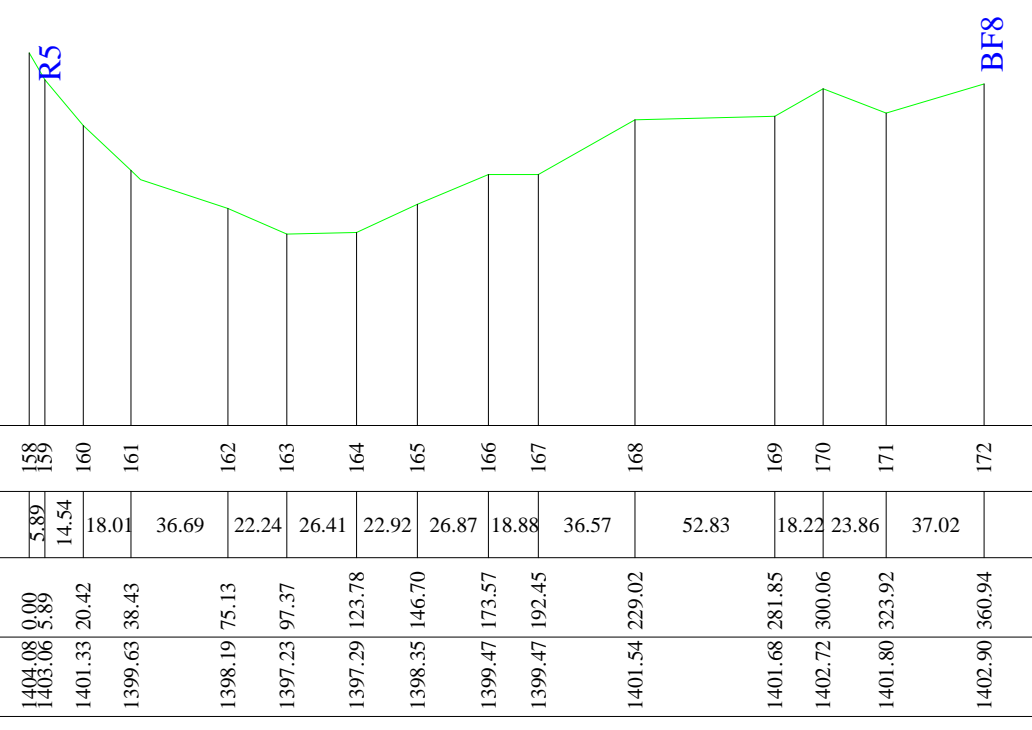
-  Bâtiment
-  Piste
-  Ruisseau
-  Talus
- S* :Source
- CD* :Chambre de départ
- CV* :Chambre de ventouse
- CP* :Chambre de purge
- CVS* :Chambre de vanne de sectionnement
- R* :Réservoir
- BF* :Borne fontaine



Profil N° : P-09

Echelle en Y : 1/250
Echelle en X : 1/2500

PC : 1390.00 m



Profil N° : P-10

Echelle en Y : 1/250
Echelle en X : 1/2500

PC : 1395.00 m

