

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



## **MEMOIRE DE MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème :

**Optimisation de fonctionnement du réseau d'alimentation en  
eau potable de la ville nouvelle Bouinan**

Présenté par

**BEDJAOUI Abdel Karim**

**GHERBI Mohamed**

Devant le jury composé de :

M. BENSALIA.D

M.C.B, U. de Blida1

Président

M. OULARBLA

M.C.B, U. de Blida1

Examineur

M.BELKACM.Fi

M.A.A, U. de Blida1

Encadreur

Promotion 2020 / 2021



# *Remerciements*

**Nous exprimons toute notre gratitude et sincère dévouement à DIEU tout puissant qui nous a donné la volonté, le courage et la force pour élaborer ce travail.**

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Monsieur BELKACEM FILALIM, Pour son appréciable aide, sa grande disponibilité, et ses précieux conseils.

Nos sentiments de profonde gratitude vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous le personnel de l'entreprise BEREP.

Nous tenons à remercier tous les enseignants du département d'hydraulique qui tout au long des années d'études nous ont transmis leur savoir sans réserve.

Enfin, on tient à remercier également ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce présent travail.

# Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers amis pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A ceux qui ont toujours été là pour moi depuis le premier jour, ceux qui ne m'ont jamais laissé tomber :

A mon tasse de café qui m'a toujours accompagné tous mon parcours universitaire,

A mes camarades de la promotion 2020-2021

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect à:

Mes chandelles de vie, qui m'ont donnée la vie et qui ont toujours été là pour moi.

*« Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fière ».*

Mes frères.

Aux personnes qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, mes collègues.

À tous ces intervenants, je présente mon respect et ma gratitude.

## SOMMAIRE

### **CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

INTRODUCTION :	1
I-1 SITUATION GEOGRAPHIQUE :	1
I-2 SITUATION ACTUE.....	2
I-3 SITUATION DEMOGRAPHIQUE.....	2
I-4 SITUATION TOP.....	2
I-5 SITUATION GEOLOGI.....	2
I-6 SITUATION CLIMATO.....	3
I-6-1 LE CLIMAT :	3
I-6-2 TEMPERATURE .....	3
I-6-3 HUMIDITE :	3
I-6-4 LE VENT :	4
I-7 SISMIQUE.....	4
I-8 PLUVIOMETRIE :	4
I-9 HYDROGRAPHIE :	5
I-10 PRESENTATION HYDRAULIQUE.....	5
CONCLUSION.....	8

### **CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS**

INTRODUCTION :	9
II-1 EVALUATION DE LA POPULATION A 2050.....	9
II-2 CATEGORIES DES BESOINS :	10
II-3 NORMES UNITAIRES DE LA.....	10
II-4 DETERMINATION DE LA CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIERE :.....	10
II-4-1 BESOINS EN EAU DOMESTIQUES POUR L'HORIZON 2050 : .....	11
II-4-2 BESOINS EN EAU PUBLIC POUR L'HORIZON 2050 :.....	11
II-4-2-1 Besoins en eau secteur C1 : .....	12
II-4-2-2 Besoins en eau secteur C2 : .....	12
II-4-2-3 Besoins en eau secteur C3 : .....	13
II-4-2-4 Besoins en eau secteur B : .....	13
II-4-2-5 Besoins en eau secteur A : .....	14
II-5 RECAPITULATION DES BESOINS EN EAU DE LA NOUVELLE VILLE POUR L'HORIZON 2045 :...14	

CONCLUSION :	16
--------------	----

### **CHAPITRE III : CARACTERISTIQUE DES BESOINS EN EAUX**

INTRODUCTION :	17
III-1 VARIATION DE LA	17
III-2 ETUDE DE LA VARIATION DES DEBITS JOURNALIERS ET HORAIRES	17
III-2-1 DEBITS DE POINTE JOURNALIERS :	17
III-2-2 DETERMINATION DES DEBITS HORAIRES :	18
III-2-2-1 Débit moyen horaire :	18
III-2-2-2 Débit maximum horaire :	18
III-2-2-3 Débit minimum horaire (période creuse) :	19
III-3 EVALUATION DE LA CONSOMMATION HORAIRE EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANT :	21
III-4 SYSTEME DE PRODUCTION D'EAU POTABLE :	24
III-4-1 TYPE D'OUVRAGES DE CAPTAGE :	24
III-4-2 BILAN DE CONSOMMATION ET PRODUCT	25
CONCLUSIO	25

### **CHAPITRE IV : RESSOURCES ET OUVRAGES DE STOCKAGE**

INTRODUCTION :	26
IV-1 CHAINE D'ADDUCTION :	26
IV-1-1 LOCALISATION ET LES CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE PRODUCTION	26
IV-1-2 SYSTEME D'ADDUCTION :	27
IV-1-3 STATION DE REPRISE :	27
IV-2 ROLES DES RESERVOIRS :	27
IV-3 EMBLEMMENT DES RESERVOIRS	28
IV-4 CLASSIFICATION DES RESERVOIRS :	28
IV-5 PRINCIPE DE LA CONSTRUCTION :	29
IV-6 CHOIX DE LA FORME DU RESERVOIR :	29
IV-6-1 FORME :	29
IV-6-2 HAUTEUR D'EAU :	30
IV-7 EQUIPEMENTS DU RESERVOIR :	30
IV-7-1 CONDUITE D'ADDUCTION :	30
IV-7-2 CONDUITE DE DISTRIBUTION :	30
IV-7-3 CONDUITE DU TROP-PLEIN	31

IV-7-4 CONDUITE DE VIDANGE :	31
IV-7-5 CONDUITE BY-PASS :	32
IV-7-6 MATERIALISATION DE LA RESERVE D'I.....	32
IV-8 CARACTERISTIQUES DES RESE.....	32
IV-9 VERIFICATION DE LA CAPACITE DU RESERVOIR.....	32
CONCLUSION :	37

## **CHAPITRE V : OPTIMISATION DU RESEAU**

INTRODUCTION :	38
V-1 DIFFERENTS MODES D'INTERVENTIONS SUR UN RESEAU D'AEP :	38
V-1-1 REHABILITATION D'UN RESEAU D'AEP.....	38
V-1-2 RENOVATION :	38
V-1-3 REPARATION :	38
V-1-4 RENOUELEMENT :	38
V-2 TYPE D'ADDUCTION :	38
V-2-1 ADDUCTION GRAVITAIRE .....	39
V-2-2 ADDUCTION PAR REFOULEMENT :	41
V-2-3 ADDUCTION MIXTE :	41
V-2-4 ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE L'ADDUCTION :	41
V-3 VARIANTE D'ADDUCTION :	41
V-3-1 CHOIX DE LA GAMME DES DIAMETRES .....	42
V-3-2 VERIFICATION DE LA VITESSE :	43
V-3-3 PERTES DES CHARGES :	43
V-3-3-1 Pertes de charges linéaires :	44
V-3-3-2 Pertes de charges singulières :	44
V-3-3-3 Pertes de charges totales :	44
V-3-4 DETERMINATION DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE :	45
V-3-5 PUISSANCE ABSORBEE PAR LA POMPE :	46
V-3-6 CALCUL DE L'ENERGIE CONSOMMEE ANNUELLEMENT PAR LA POMPE :	46
V-3-7 COUT D'ENERGIE ET FRAIS D'EXPLOITATION .....	46
V-4 LES POMPES .....	45
V-4-1 CHOIX DU TYPE DE LA POMPE .....	45
V-4-2 CHOIX DES POMPE.....	45

V-4-3 CARACTERISTIQUES DE LA POMPE.....	45
V-5 COUP DE BELIER : .....	47
V-5-1 LES CAUSES DU COUP DE BELIER : .....	47
V-5-2 LES RISQUES DUS AUX COUPS DE BELIER : .....	47
V-5-2-1 Fortes pressions : .....	47
V-5-2-2 Pression négative : .....	47
V-5-2-3 Fatigues des conduites : .....	47
V-5-3 MOYEN DE PROTECTION CONTRE LE COUP DE BELIER : .....	47
V-5-3-1 Cheminée d'équilibre : .....	48
V-5-3-2 Soupape de décharge : .....	48
V-5-3-3 Volant d'inertie : .....	48
V-5-3-4 Réservoirs d'air : .....	48
V-5-4 ANALYSE PHYSIQUE DU PHENOMENE DU COUP DE BELIER : .....	49
V-5-5 CALCUL DU VOLUME DU RESERVOIR D'AIR ANTI-BELIER : .....	49
V-5-6 LES CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT : .....	50
V-5-7 CALCUL DE LA CELERITE D'ONDE : .....	50
V-5-8 CALCUL DU VOLUME D'AIR : .....	51
V-6 LES OUVRAGES DE STOCKAGE .....	51
V-6-1 DEFINITION .....	51
V-6-2 DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS A PROJETER .....	51
V-6-3 CALCUL DE LA CAPACITE DE STOCKAG.....	52
V-6-4 DETERMINER LES DIAMETRES DES RESERVOIRS A P.....	52
V-7 CLASSIFICATION DES RESEAUX DE DISTRIBUTIO.....	53
V-7-1 RESEAU RAMIFIE : .....	53
V-7-2 RESEAU MAILLE : .....	53
V-7-3 RESEAU ETAGE : .....	53
V-8 CONCEPTION D'UN RESEAU .....	53
V-8-1 PRINCIPE DU TRACE DU RESEAU MA.....	54
V-8-2 CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU MAILLE : .....	54
V-8-3 DETERMINATION DES DEBITS : .....	54
V-8-3-1 débit spécifique : .....	54
V-8-3-2 débit en route : .....	55

V-8-3-3 débits aux nœuds : .....	55
V-9 CALCUL DES DEBITS .....	55
V-9-1 CAS DE POINTE : .....	55
V-10 CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU DE DISTRIBUTION : .....	55
V-10-1 METHODE DU CALCUL : .....	56
V-10-1-1 : loi des nœuds : .....	56
V-10-1-2 loi des mailles : .....	56
V-10-1-3 Principe de la méthode de HARDY-CROSS : .....	56
V-11 EQUIPEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION : .....	58
V-11-1 TYPE DE CANALISATION : .....	58
V-11-2 EQUIPEMENT D'INCENDIE : .....	58
CONCLUSION : .....	58

## **CHAPITRE VI : SIMULATION HYDRAULIQUE**

VI-1 QU'EST-CE QUE EPANET.....	62
VI-2 PRINCIPE HYDRAULIQUE REGISSANT LES CALCULS DU LOGICIEL.....	62
VI-3 INTERPRETATION DES RESULTATS : .....	71

## LISTE DES TABLEAUX

### **CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

TABLEAU I-1 : COORDONNEES DES LIMITES DE LA VILLE NOUVELLE DE BOUINAN.....	1
TABLEAU I- 2 : VARIATIONS DE LA TEMPERATURE A LA STATION DE DAR EL BEIDA 1980-2010 (ONM) .....	3
TABLEAU I-3 : PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (1990-2016).....	4
TABLEAU I-4 : LES COORDONNEES UTM DES FORAGES PROJETES DE BORARI .....	7
TABLEAU I-5 : LES COORDONNEES UTM DES FORAGES PROJETES DE CHEBLI.....	8

### **CHAPITRE II : ESTIMATION DES BESOINS**

TABLEAU II-1 : EVALUATION DE LA POPULATION POUR L'HORIZON D'ETUDE 2050 .....	9
TABLEAU II-2 : BESOINS EN EAU DOMESTIQUES .....	11
TABLEAU II-3 : BESOINS EN EAU SECTEUR C1 .....	12
TABLEAU II-4 : BESOINS EN EAU SECTEUR C2 .....	12
TABLEAU II-5 : BESOINS EN EAU SECTEUR C3.....	13
TABLEAU II-6 : BESOINS EN EAU SECTEUR B .....	13
TABLEAU II-7 : BESOINS EN EAU SECTEUR A .....	14
TABLEAU II-8 : RECAPITULATION DES BESOINS EN EAUX A L'HORIZON (2050) .....	15
TABLEAU II-9 : BESOINS TOTAUX EN EAU .....	15

### **CHAPITRE III : CARACTERISTIQUE DES BESOINS EN EAUX**

TABLEAU III-1 : VARIATION DU COEFFICIENT $B_{MAX}$ .....	19
TABLEAU III-2 : VARIATION DU COEFFICIENT $\beta_{min}$ .....	20
TABLEAU III-3 : DEBITS MAXIMUMS JOURNALIERS .....	20
TABLEAU III-4 : DEBITS MAXIMUMS JOURNALIERS .....	20
TABLEAU III-5 : DÉBIT MAXIMUM HORAIRE POUR LE SYSTÈME 1 (2050) .....	21
TABLEAU II-6 : DÉBIT MAXIMUM HORAIRE POUR LE SYSTÈME 2 (2050) .....	22
TABLEAU III-7 : LA CAPACITE DES FORAGES DE CAPTAGES .....	25
TABLEAU III-8 : BILAN HYDRIQUE CONSOMMATION/ PRODUCTION POUR LA ZONE D'ETUDE .....	25

### **CHAPITRE IV :RESSOURCE ET OUVRAGES HYDRAULIQUE**

TABLEAU IV-1 : COORDONNEES UTM ET LES CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE BORARI .....	26
TABLEAU IV-2 : COORDONNEES UTM ET LES CARACTERISTIQUES DES FORAGES DE KHODEM .....	26
TABLEAU IV-3 : CARACTERISTIQUES DES CONDUITES D'ADDUCTION .....	27
TABLEAU IV-4 : CARACTERISTIQUES DES STATIONS DE REPRISE .....	27

TABLEAU IV-6 VERIFICATION DE CAPACITE DE RESERVOIR SYSTEME 1 .....	33
TABLEAU IV-7 VERIFICATION DE CAPACITE DE RESERVOIR SYSTEME 2 .....	35
<b>CHAPITRE V : OPTIMISATION DU RESEAU</b>	
TABLEAU V-1 : REPARTITION DES DEBITS SUR LES COMMUNES A PARTIR DE LA SDEM .....	42
TABLEAU V-2 : DIAMETRES NOMINAUX PE100 .....	42
TABLEAU N° V-3 : DETERMINATION DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE .....	45
TABLEAU V-4 : DETERMINATION DES FRAIS D'EXPLOITATION POUR L'ADDUCTION 1 : .....	45
TABLEAU V-5 : CARACTERISTIQUE DE LA POMPE .....	46
TABLEAU N° IV.5 : CARACTERISTIQUE DE LA POMPE .....	47
TABLEAU V-6 : CARACTERISTIQUE DES CONDUITES DE REFOULEMENT .....	50
TABLEAU V-7 : CALCUL VOLUME D'AIR .....	51
TABLEAU V-8 : CAPACITE DES RESERVOIRS .....	52
TABLEAU V-8 : CALCUL DU DIAMETRE DES RESERVOIRS .....	53

## LISTE DES FIGURES

FIGURE I-2: CARTE DE SITUATION DE LA VILLE NOUVELLE DE BOUINAN [1].....	2
FIGURE I-3 : VARIATION DES PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLE PERIODE 1990-2016..	4
FIGURE I-4 : SHEMA VERTICAL DU SYSTEME 1.....	6
FIGURE III-1 : GRAPHIQUE DE LA CONSOMMATION DU SYSTEME 1.....	23
FIGURE III-2 : COURBE INTEGRALE DE LA CONSOMMATION DU SYSTEME 1 .....	23
FIGURE III-3 : GRAPHIQUE DE LA CONSOMMATION DU SYSTEME 2 .....	24
FIGURE III-4 : COURBE INTEGRALE DE LA CONSOMMATION DU SYSTEME 2 .....	24
FIGURE IV-1 : CONDUITE D'ADDUCTION .....	30
FIGURE IV-2 : CONDUITE DE DISTRIBUTION .....	31
FIGURE IV-3 : MATERIALIZATION DE LA RESERVE D'INCENDIE .....	31
FIGURE VI-1 : PERTE DE CHARGE ENTRE DEUX NŒUDS .....	62
FIGURE IV-2 : SIMULATION DU PREMIER SYSTEME .....	63
FIGURE VI-3 : SIMULATION DES TRONÇONS .....	65
FIGURE VI-3 : SIMULATION DU DEUXIEME SYSTEME .....	66
FIGURE V-4 : SIMULATION DES TRONÇONS .....	71

## Liste des symboles et abréviations :

**A** : Amortissement annuel (Annuité).  
**a** : Célérité de l'onde (m/s)  
**B** : Valeur du coup de bélier (m)  
**CTN** : Côte Terrain Naturel (m)  
**CTP** : Côte Trop Plein (m)  
**D** : Diamètre du tuyau (m)  
**D<sub>ec</sub>** : Diamètre économique (m)  
**E** : Energie consommée par la pompe (Kwh)  
**E'** : Epaisseur de la conduite (mm)  
**e** : Prix unitaire d'un Kwh. (DA)  
**F<sub>amo</sub>** : Frais d'amortissement (DA)  
**F<sub>exp</sub>** : Frais d'exploitation (DA)  
**g** : Accélération de la pesanteur en m/s<sup>2</sup>.  
**H<sub>0</sub>** : Pression absolue de la conduite.  
**H<sub>a</sub>** : Hauteur d'aspiration (m)  
**H<sub>g</sub>** : Hauteur géométrique (m)  
**H<sub>mt</sub>** : La hauteur manométrique totale (m)  
**i** : Taux d'annuité.  
**Δs** : Perte de charge singulière (m)  
**Δl** : Pertes de charge linéaires (m/ml)  
**Δt** : Pertes de charge totale (m/ml)  
**K** : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi.  
**K<sub>0</sub>** : Rugosité absolue des tuyaux neufs.  
**K<sub>max,h</sub>** : Coefficient de variation de consommation maximum horaire.  
**K<sub>max,j</sub>** : Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de l'agglomération.  
**K<sub>min,h</sub>** : Coefficient de variation de consommation minimum horaire.  
**K<sub>min,j</sub>** : Coefficient d'irrégularité minimal.  
**L** : Longueur de la conduite (m)  
**n** : Nombre d'années sur lequel s'effectuera l'amortissement.  
**N** : Vitesse de rotation de la pompe (tr/min)  
**NPSH<sub>a</sub>** : Charge nette minimale disponible à l'aspiration. (m)  
**NPSH<sub>r</sub>** : Charge nette minimale requise à l'aspiration. (m)  
**P** : Puissance de pompage (Kwh)  
**P%** : Résidu maximal dans le réservoir (%)  
**P<sub>0</sub>** : Pression absolue.  
**P<sub>a</sub>** : Puissance absorbée par la pompe (Kw)  
**Q** : Débit refoulé dans la conduite (m<sup>3</sup>/s)  
**Q<sub>max,h</sub>** : Débit entrant dans la station (m<sup>3</sup>/h)  
**Q<sub>max,j</sub>** : Consommation maximale journalière (m<sup>3</sup>/j)  
**Q<sub>max,j</sub>** : Débit d'eau maximal du jour le plus chargé de l'année.  
**Q<sub>moy,j</sub>** : Consommation moyenne journalière des consommateurs (m<sup>3</sup>/j)  
**Re** : Nombre de Reynolds  
**S** : Section de la conduite (m<sup>2</sup>)  
**T** : Nombre d'heures de pompage (h)  
**V** : Vitesse d'écoulement (m/s)  
**V<sub>tot</sub>** : Volume total du réservoir (m<sup>3</sup>)  
**Z<sub>0</sub>** : Pression absolue. (m)  
**α** : Coefficient de vieillissement déterminé à partir de l'abaque de PETER LAMONT  
**α<sub>max</sub>** : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort.  
**β<sub>max</sub>** : Coefficient qui dépend du nombre d'habitant.  
**η** : Rendement de la pompe  
**v** : Viscosité cinématique de l'eau.  
**J** : Coefficient de pertes de charge. (m<sup>2</sup>/s)  
**ρ** : Masse volumique de l'eau. (Kg/m<sup>3</sup>)

## ملخص

الهدف من عملنا هو تقديم النظام الحالي لمدينة بوينان الجديدة وتحديد المشاكل المختلفة لإمدادات المياه، وصهاريج التخزين، و شبكة التوزيع.

دراسة إمدادات المياه مع الأخذ بعين الاعتبار العوامل الفنية والاقتصادية حيث ترتبط هاتان المعلمتان ، وحماية الأنابيب من الظاهرة العابرة المسماة "المطرقة المائية".

أخيرًا، قمنا بمحاكاة شبكة الخاصة بنا عن طريق Epanet من أجل ضمان الأداء الصحيح للنظام بحلول عام 2050.

**كلمات مفتاحية:** مياه الشرب، خزان مائي، انابيب النقل، المطرقة المائية، التوزيع.

## Résumé

Notre travail consiste à présenter le système existant de la ville nouvelle de Bouinan et déterminer les différents problèmes des adductions, réservoirs de stockage et la défaillance du réseau de distribution.

Étude de l'adduction, tenant compte des facteurs techniques et économiques vu que ces deux paramètres sont liés, et la protection des conduites contre le phénomène transitoire appelé "coup de bélier".

Enfin, nous avons simulé notre réseau en Epanet pour garantir le bon fonctionnement du système à l'horizon 2050.

**Mots clés :** *Alimentation en eau potable, Réservoir, Adduction, Coup de bélier, Distribution.*

## Abstract

The work consists of presenting our existing system and determining the various problems of the adductions, storage tanks and the failure of the distribution network.

Study of the adduction, taking into account the technical and economic factors since these two parameters are linked, and the protection of the pipes against the transient phenomenon called "water hammer".

Finally, we simulated our Epanet network to ensure the correct functioning of the system by 2050.

**Keywords:** *Drinking water supply, Tank, Adduction, Water hammer, Distribution.*

# Introduction générale :

L'eau représente notre ressource naturelle la plus précieuse. Ayant une importance considérable pour le développement social et économique d'un pays. Elle est indispensable à tous les besoins humains fondamentaux, notamment : l'alimentation, l'eau potable, la santé et l'énergie.

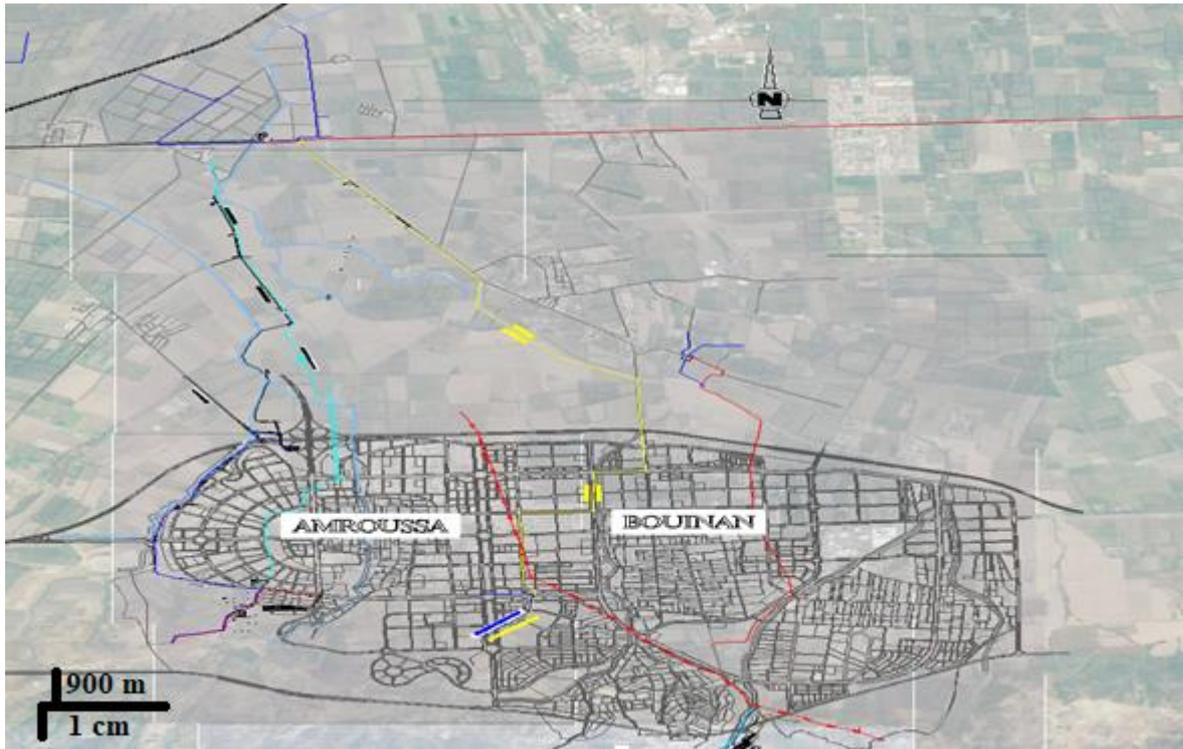
Toutes les eaux présentent dans la nature, sous forme de rivières, lacs, cours d'eau ou nappes phréatiques ne sont pas forcément potables pour l'homme. Une eau d'apparence claire peut transporter des substances inertes et vivantes, dans certaines peuvent être dangereuse pour l'homme. L'eau doit donc subir un traitement avant d'être consommée.

Sa gestion adéquate constitue le défi le plus urgent dans le domaine des ressources naturelles. Sans eau, nous n'aurions ni société, ni économie, ni culture, ni vie. De par sa nature même et ses usages multiples, l'eau est un sujet complexe. Même si l'eau constitue un enjeu mondial, les problèmes et les solutions se situent souvent à un niveau local.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de notre mémoire de fin d'étude qui est l'optimisation de fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la ville nouvelle de Bouinan (wilaya de BLIDA). Donc le but est de satisfaire quantitativement et qualitativement les besoins en eau des consommateurs par un remplacement ou encore une installation des nouvelles conduites ou pour renforcer la fiabilité de réseau, afin qu'aucun problème vienne se poser à cette ville nouvelle que ce soit à court terme ou à long terme.

Cette étude analyse le système d'alimentation en eau potable en passant par une présentation de la ville nouvelle, l'estimation des besoins en eau, l'étude des caractéristiques de la consommation en eau, le réservoir du réseau de distribution, l'adduction, le pompage, le coup de bélier pour atteindre et répondre aux besoins de la population.





**Figure I-1** : carte de situation de la ville nouvelle de Bouinan [1]

### **I-2 Situation actuelle :**

La ville de nouvelle Bouinan se compose de 215 bâtiments (165 bâtiments R+5, 35 bâtiments R+9, 15 bâtiments R+14), elle est localisée sur des sites de plaine.

### **I-3 Situation démographique :**

La ville nouvelle a été exprimée par un taux d'occupation par logement égale à (T.O.L = 5)

### **I-4 Situation topographique :**

La ville nouvelle de Bouinan est située sur l'Atlas Blidiéen, elle se divise en deux zones : zone plaine de basse dénivelée et zone collinaire de haute dénivelée, l'altimétrie du site se situe entre les cotes topographiques de 69.12 m et de 170.85 m.

Vu ces conditions topographiques on admet un réseau à écoulement gravitaire.

### **I-5 Situation géologique :**

La ville nouvelle de Bouinan fait partie de la Mitidja, alors sa nature géologique est très riche par des terres fertiles constituée essentiellement par les alluvions (argile, limon, sable), ce sont les terres les plus fertiles de la Mitidja, représentant plus de 50% de sa composition géologique, ces terres sont les plus favorables pour les exploitations agricoles.

La géologie étudie la nature du sol, qui détermine le mode de réalisation des tranchées et les engins à utiliser.

Les faciès géologiques du périmètre d'étude sont formés d'une épaisse couche de sédiments alluvionnaires, quaternaires d'alluvions des terrasses basses, et des terrasses de vallées.

La partie sud est occupée par des montagnes qui ont une composition géologique variable : des roches constituées d'argiles, de marnes, de grés et de quartzites.

## I-6 Situation climatologique :

### I-6-1 Le climat :

Par sa situation géographique, la ville de Bouinan a un climat méditerranéen semi-aride. Les mois les plus froids sont janvier et février, les plus chauds sont juillet et août.

### I-6-2 Température :

Les observations effectuées à la station de Dar El Beida sont les plus complètes et les plus régulières. Elles sont représentatives de la Mitidja orientale.

**Tableau I- 2 :** Variations de la température à la station de Dar El Beida 1980-2010 (ONM)

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Moyenne interannuelle
Moy	23,57	20,12	15,44	12,5	11,13	11,65	13,25	15,05	18,33	22,25	25,2	26,11	17.88
Min	17,6	14,2	10	6,9	5,6	5,1	7,1	9,4	13	16,5	19	20,1	12.04
Max	29,54	26,04	20,88	18,1	16,66	18,2	19,4	20,7	23,66	28	31,4	32,12	23.72

**Source : [2]**

On peut distinguer dans cette série deux périodes :

- Une période froide s'étalant depuis Novembre jusqu'à Avril .
- Une période chaude s'étalant de Mai jusqu'en octobre .

La température a une influence importante sur la viscosité de l'eau.

### I-6-3 Humidité :

L'humidité relative de l'air varie entre 77% et 80% dans la zone d'étude.

### I-6-4 Le vent :

Les vents dominants chargés d'humidité soufflent dans la direction Ouest -Nord-Ouest dans la période allant du mois d'octobre au mois de Mai, et d'Est-Sud Est de Juin à septembre avec une vitesse de 3,6 km/h.

### I-7 Sismicité :

La ville de Bouinan se trouve dans la zone territoriale où l'intensité sismique est non négligeable, car elle se situe au-dessus de la faille tectonique qui sépare le continent Africain du continent Européen, c'est une zone à moyenne séismicité.

### I-8 Pluviométrie :

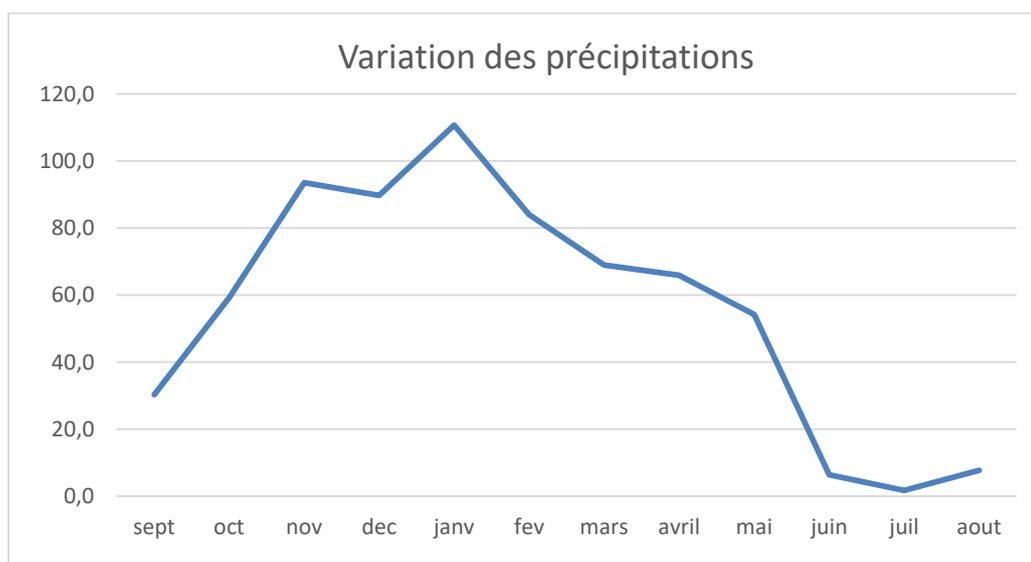
Les précipitations moyennes mensuelles sur une période d'observation de 26 ans (1990-2016) pour la station (Soumâa), sont obtenues en faisant la somme de tous les mois des années d'observation et en calculant la moyenne par la suite.

**Tableau I-3 :** Précipitations moyennes mensuelles (1990-2016)

	Sept	Oct.	Nov.	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
<b>P (mm)</b>	30.2	59.2	93.5	89.8	110.7	84.1	69.0	65.9	54.2	6.4	1.7	7.7

Source [2]

L'analyse des variations des précipitations (figure I-3) montre que la période pluvieuse s'étalant du mois de novembre au mois de février avec un maximum de 110.7mm au mois de janvier. Les mois de juin, juillet et aout sont les plus secs, avec un minimum de précipitation au mois de juillet.



**Figure 0-2 :** Variation des Précipitations moyennes mensuelle période 1990-2016

### **I-9 Hydrographie :**

Le réseau hydrographique du site de la nouvelle ville est constitué d'oueds de Magtaa lazreg. Ces oueds ont un débit presque nul durant la saison sèche, mais durant la saison des pluies leurs débits augmentent considérablement en charriant des terres et du sable. Une partie importante de ces eaux s'infiltré dans le sol notamment au niveau de la zone de plaine.

Sur la base des observations menées sur le site du projet, La période des pluies les plus importantes s'étale de novembre à février.

### **I-10 Présentation hydraulique :**

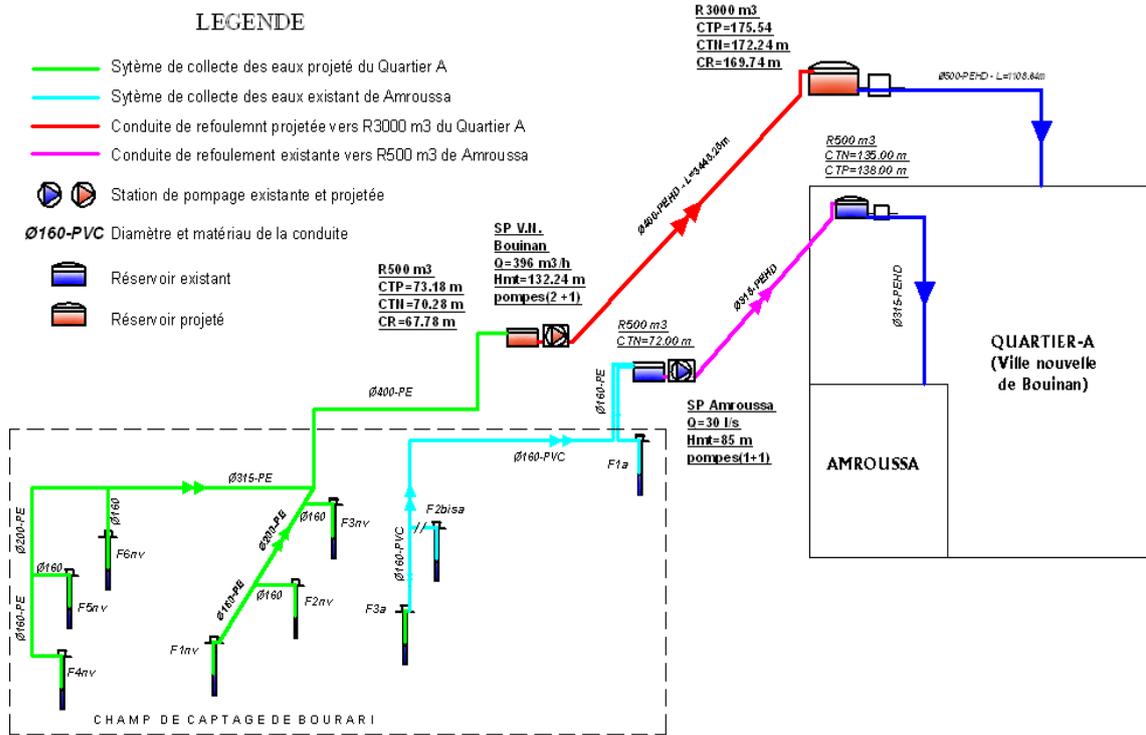
Dans cette étude, on a deux systèmes d'adduction principale :

Le premier système d'adduction en eau potable à partir du champ de captage Borari (Chebli) qui est délimité par la route nationale RN61 au Nord, par cité Souidani Boudjemaa au sud, par la route wilaya W135 à l'Ouest et par Haouche Massouma à L'Est jusqu'au nouveau réservoir 3000 de la ville nouvelle de bouinan

Le deuxième système d'adduction en eau potable à partir du nouveau champ de captage de Khodem délimité par le chemin de fer au Nord, par la route national RN61 au Sud, Haouche Ouled Khodem à l'Est et Haouche Souk Ait Ali à l'Ouest jusqu'au nouveau réservoir 2\*5000 de la ville nouvelle de Bouinan.

Les principales tâches du système 1 à faire sont :

- Un nouveau système de collecte des eaux au niveau du champ de captage de Borari.
- Une conduite de refoulement du champ de captage jusqu'à la station de pompage de la ville nouvelle de Bouinan
- De la conduite de refoulement de la station de pompage jusqu'au nouveau réservoir 3000 de la ville nouvelle.



**Figure I-3 : Shéma vertical du système 1**

Les principales tâches du système 2 à faire sont :

- Un nouveau système de collecte des eaux au niveau du champ de captage de Khodem,
- Une conduite de refoulement du champ de captage jusqu'à la station de pompage de la ville nouvelle de Bouinan
- Vérification par la simulation hydraulique de déviation de la conduite de refoulement du champ de captage vers la station de pompage.
- De la conduite de refoulement de la station de pompage jusqu'au nouveau réservoir 2\*5000 de la ville nouvelle.

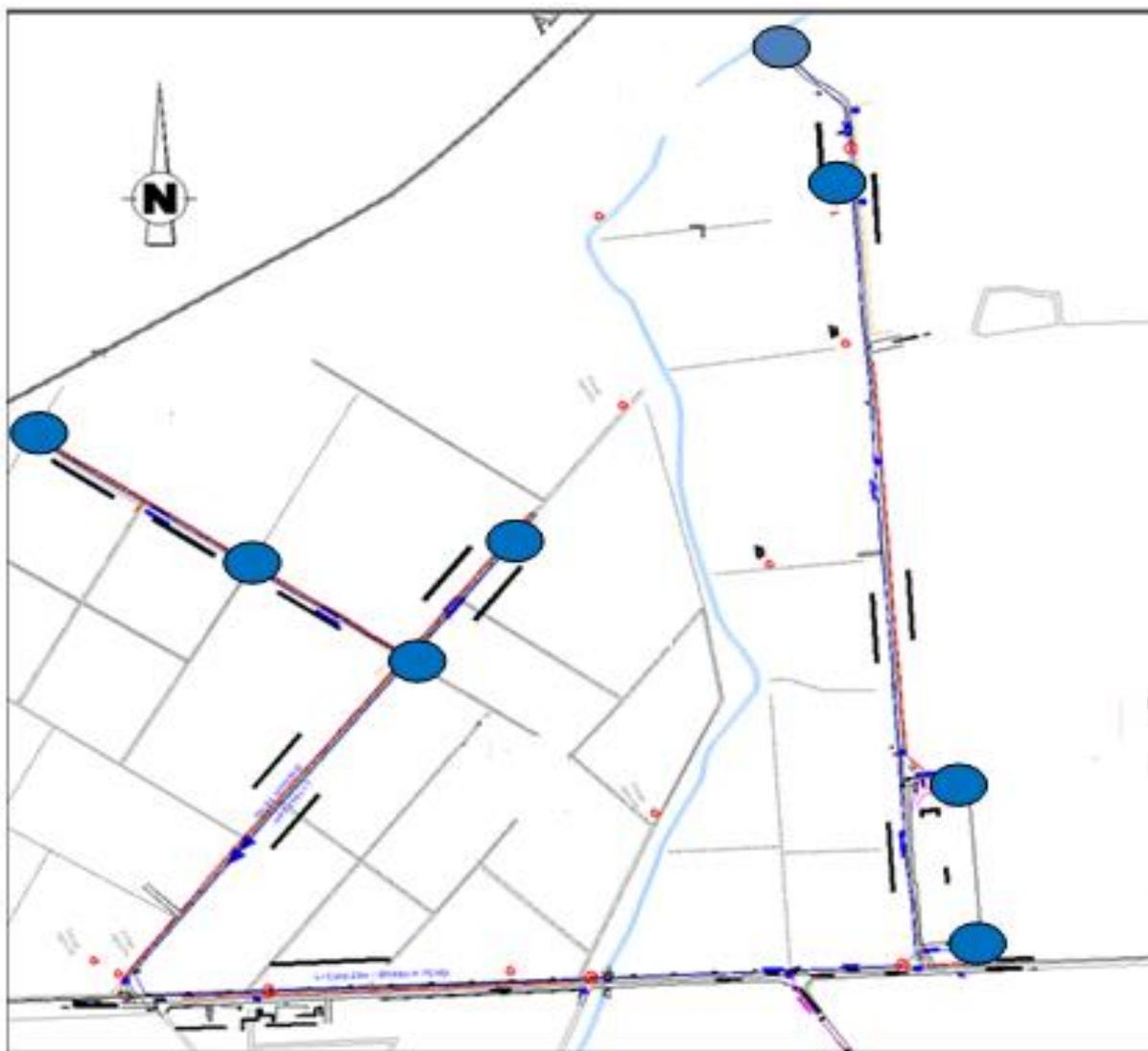


Figure I-5 : Implantation des forages projetés du champ de captage de Khodem [1]

Tableau I-4 : Les coordonnées UTM des forages projetés de Borari

Forages	X (m E)	Y (m N)	CTN (m)	Débit (l/s)	Niveau dynamique (m)
F1	496 180	4 047 512	54.30	25	-53.87
F2	496 148	4 047 012	52.50	25	-57.23
F3	496 987	4 046 994	47.00	20	-51.45
F4	495 376	4 046 373	64.80	20	-60.03
F5	496 172	4 046 225	68.80	25	-62.17
F6	496 012	4 046 190	54.00	25	-54.24
F7	495 958	4 044 877	71.60	20	-65.09

Forages	X (m E)	Y (m N)	CTN (m)	Niveau dynamique (m)	Débit (l/s)
<b>F1</b>	496 707	4 049 201	45.81	-27.81	30
<b>F2</b>	496 810	4 048 998	44.65	-25.35	30
<b>F3</b>	496 986	4 048 093	47.84	-22.16	30
<b>F4</b>	497 008	4 047 849	48.66	-21.34	30
<b>F5</b>	496 195	4 048 284	46.03	-23.97	25
<b>F6</b>	496 351	4 048 461	45.58	-24.42	30
<b>F7</b>	495 977	4 048 428	44.91	-25.09	25
<b>F8</b>	495 661	4 048 621	43.71	-26.29	25

**Tableau I-5 :** Les coordonnées UTM des forages projetés de chebli

**Source :** [1]

## **CONCLUSION :**

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu sur la ville nouvelle de Bouinan, connaissant la topographie, le climat, l'hydrographie. Ses différentes informations représentent les données de base pour l'élaboration de notre travail qu'est l'optimisation du réseau de la ville nouvelle.

## **CHAPITRE II :**

# **ESTIMATION DES BESOINS**

## Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération nous exige de donner une norme fixée pour chaque catégorie de consommateurs. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit,...).

Cette estimation en eau dépend de plusieurs facteurs (évolution de la population, des équipements sanitaires, équipements industriels et du niveau de vie de la population,...). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à l'autre.

### II-1 Evaluation de la population pour l'horizon d'étude 2050 :

La ville nouvelle a été urbanisée en 2018, le taux d'occupation pour l'horizon d'étude 2050 est cinq (05) personnes par logement, ce qui fait :

$$\text{Pop} = \text{nombre de logement} \times 5$$

**Tableau II-1** : Evaluation de la population pour l'horizon d'étude 2050

Secteur	Programme de logement	Population
<b>C1</b>	5846 logts	29230 hab
	5000 logts	25000 hab
<b>C2</b>	5000 logts	25000 hab
	2600 logts	13000 hab
	1144 logts	5720 hab
	1000 logts	5000 hab
<b>C3</b>	4500 logts	22500 hab
	1140 logts	5700 hab
	3100 logts	15500 hab
	1675 logts	8375 hab
	2200 logts	11000 hab
<b>B</b>	1700 logts	8500 hab
	1800 logts	9000 hab
<b>A</b>	1600 logts	8000 hab
	2000 logts	10000 hab
	900 logts	4500 hab

<b>Totale</b>	<b>41205 logts</b>	<b>206025 hab</b>
---------------	--------------------	-------------------

## II-2 Catégories des besoins :

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Mais avant tout projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de procéder à une analyse de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération.

Pour l'étude de la ville nouvelle de Bouinan il est nécessaire de se pencher sur les différentes catégories de besoins en eau :

- Besoins domestiques.
- Besoins publics (sanitaires, administratifs, éducations, socioculturels et sportifs ...).

## II-3 normes unitaires de la consommation :

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération est généralement évaluée en litre par habitant et par 24 heures, par mètre Carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de produits fabriqués, par tête d'animal, par véhicule...

Cette quantité d'eau s'appelle la norme de consommation, c'est-à-dire la norme moyenne journalière de la consommation en litre par jour et par usager.

## II-4 Détermination de la consommation moyenne journalière :

Le débit moyen journalier au cours d'une année est calculé par la formule suivante :

$$Q_{moy}^j = \frac{Pop * Dot}{1000} \quad (m^3/j)$$

Avec :

$Q_{moy}^j$  : Consommation moyenne journalière ( $m^3/j$ ).

Pop : nombre de consommateurs.

Dot : norme moyenne journalière de la consommation pour chaque catégorie (l/j/hab).

### II-4-1 Besoins en eau domestiques pour l'horizon 2050 :

Les besoins en eau domestique dépendent essentiellement du développement des installations sanitaires et les habitudes de la population.

- Commune rurale : considérée comme étant une agglomération de moins de 2000 hab, donc la dotation est estimée de 125 l/j /hab.
- Commune dont la population est supérieure à 2000 hab. on distingue : [1]
  - Ville de moins de 20000 hab : une dotation de 150 à 200 l/j/hab.
  - Ville de 20000 à 100000 hab : une dotation de 200 à 300 l/j/hab.
  - Ville de plus de 100000 hab : une dotation de 300 à 350 l/j/hab.

Pour notre projet, les besoins seront estimés sur la base de la dotation de 150 l/j/hab.

Les besoins en eau domestique sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau II-2 : besoins en eau domestiques**

Secteur	Nombre d'habitants	Dotation moyenne (L/j/hab)	Consommation moyenne journalière (m <sup>3</sup> /j)
C1	29230	150	4384,5
	25000	150	3750
C2	25000	150	3750
	13000	150	1950
	5720	150	858
	5000	150	750
C3	22500	150	3375
	5700	150	855
	15500	150	2325
	8375	150	1256,25
	11000	150	1650
B	8500	150	1275
	9000	150	1350
A	8000	150	1200
	10000	150	1500
	4500	150	675
<b>Totale</b>	<b>206025</b>	/	<b>30903,75</b>

### II-4-2 Besoins en eau public pour l'horizon 2050 :

**II-4-2-1 Besoins en eau secteur C1 :****Tableau II-3 :** besoins en eau secteur C1

Equipements	Nombre	Dotation (l/j/unité)	unité	$Q_{moy}^j$ (m <sup>3</sup> /j)
Maison de jeune	2	50	200 personnes	10
Poste police de proximité	1	20	40 agents	0,8
Station de lavage	3	50	60 voitures	3
Abattoir	Bovin	150	12 têtes	1,8
	ovin	50	15 têtes	0,75
Hôtel	1	70	200 lits	14
Polyclinique	1	50	100 patients	5
Bibliothèque	1	15	87 lecteurs	1,31
Mosquée	2	20	1000 fidèles	20
Centre culturel	1	15	70 lecteurs	1,05
Crèche	1	20	112 enfants	2,24
Ecole primaire	5	20	1567 élèves	31,34
CEM	2	20	762 élèves	15,24
Lycée	2	20	965 élèves	19,3
<b>TOTAL</b>		/		<b>125,83</b>

**II-4-2-2 Besoins en eau secteur C2 :****Tableau II-4 :** besoins en eau secteur C2

Equipements	Nombre	Dotation (l/j/unité)	unité	$Q_{moy}^j$ (m <sup>3</sup> /j)
CFPA	2	20	1000 personnes	20
Protection civil	1	20	30 agents	0,6
ADE	1	20	10 personnes	0,2
Marché couvert	1	30	100 personnes	3
Polyclinique	1	50	100 patients	5
Mosquée	2	20	1000 fidèles	20
Crèche	1	20	112 enfants	2,24
Ecole primaire	5	20	1567 élèves	31,34

CEM	2	20	762 élèves	15,24
Lycée	2	20	965 élèves	19,3
<b>TOTAL</b>	/			<b>116,92</b>

### II-4-2-3 Besoins en eau secteur C3 :

**Tableau II-5** : besoins en eau secteur C3

Equipements	Nombre	Dotation (l/j/unité)	unité	$Q_{moy}^j$ (m <sup>3</sup> /j)
Maison de jeune	2	50	200 personnes	10
Station de service (carbure)	1	50	10 agents	0,5
Station de lavage	3	50	60 voitures	3
Marché couvert	1	30	100 personnes	3
Polyclinique	1	50	100 patients	5
Salle de sport	1	50	100 personnes	5
Mosquée	2	20	1000 fidèles	20
Sonal gaz	1	20	20 personnes	0,4
Crèche	1	20	112 enfants	2,24
Ecole primaire	5	20	1567 élèves	31,34
CEM	2	20	762 élèves	15,24
Lycée	2	20	965 élèves	19,3
<b>TOTAL</b>	/			<b>115,02</b>

### II-4-2-4 Besoins en eau secteur B :

**Tableau II-6** : besoins en eau secteur B

Equipements	Nombre	Dotation (l/j/unité)	unité	$Q_{moy}^j$ (m <sup>3</sup> /j)
Hôpital	1	50	200 lits	10
Station de service (carbure)	1	50	10 agents	0,5
Station de lavage	1	50	20 voitures	1
APC	1	30	20 personnes	0,6
Salle de soin	1	20	50 patients	1
Mosquée	1	20	300 fidèles	6
Crèche	1	20	60 enfants	1,2

Ecole primaire	2	20	600 élèves	12
CEM	1	20	400 élèves	8
Lycée	1	20	500 élèves	10
<b>TOTAL</b>	/			<b>50,3</b>

#### II-4-2-5 Besoins en eau secteur A :

**Tableau II-7 :** besoins en eau secteur A

Equipements	Nombre	Dotation (l/j/unité)	unité	$Q_{moy}^j$ (m <sup>3</sup> /j)
Auberge	1	50	100 lits	5
Station de service (carburant)	1	50	10 agents	0,5
Station de lavage	1	50	20 voitures	1
Algérie poste	1	30	10 personnes	0,3
PTT	1	20	20 personnes	0,4
Mosquée	1	20	300 fidèles	6
Crèche	1	20	60 enfants	1,2
Ecole primaire	2	20	600 élèves	12
CEM	1	20	400 élèves	8
Lycée	1	20	500 élèves	10
<b>TOTAL</b>	/			<b>44,4</b>

#### II-5 Récapitulation des besoins en eau de la nouvelle ville pour l'horizon 2045 :

Après l'étude détaillée des besoins en eau de la ville nouvelle de Bouinan, on peut calculer le débit moyen journalier qui alimentera la ville nouvelle.

**Tableau II-8** : Récapitulation des besoins en eaux à l'horizon (2050)

Secteur	Besoins domestique (m <sup>3</sup> /j)	Besoins publics (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{moy}^j$ (m <sup>3</sup> /j)	Totale (l/s)
<b>C1</b>	8134,50	125,83	<b>8260,33</b>	<b>95,61</b>
<b>C2</b>	7308	116,92	<b>7424,92</b>	<b>85,94</b>
<b>C3</b>	9461,25	115,02	<b>9576,27</b>	<b>110,84</b>
<b>B</b>	2625	50,3	<b>2675,3</b>	<b>30,96</b>
<b>A</b>	3375	44,4	<b>3419,4</b>	<b>39,58</b>

Et on tenir compte les fuites dans le réseau

$$Q_{mt}^j = Q_{moy}^j * C_f$$

Avec :

$Q_{mt}^j$  : Consommation totale journalière

$Q_{moy}^j$  : Consommation moyenne journalière

$C_f$  : Coefficient de fuite qui égale 1.1

Les besoins totaux en eau sont donnés par le tableau suivant :

**Tableau II-9** : besoins totaux en eau

Secteur	Consommation moyenne journalière (m <sup>3</sup> /j)	Consommation totale journalière (m <sup>3</sup> /j)	Consommation totale journalière (l/s)
<b>C1</b>	8260,33	9086,36	105,17
<b>C2</b>	7424,92	8167,41	94,53
<b>C3</b>	9576,27	10533,90	121,92
<b>A</b>	2675,3	2942,83	34,06
<b>B</b>	3419,4	3761,34	43,53

## CONCLUSION :

L'étude des différentes catégories des besoins en eau que nous avons effectuée dans ce chapitre, nous permet de calculer la consommation totale journalière qui est de **105,17 l/s** pour le système d'adduction 1 et **294,04 l/s** pour le système d'adduction 2 et qui sera consommée par la nouvelle ville de Bouinan au 2050, Et ceci nous permettra dans le chapitre suivant de calculer les différents débits de dimensionnements.

## **Chapitre III**

### **Caractéristiques de la consommation en eau**

## INTRODUCTION :

Avant tout projet, il est nécessaire de connaître le régime de consommation de l'agglomération qui nous donnera un aperçu, non seulement sur le régime de travail de tous les éléments du système d'alimentation en eau potable, mais également sur leur dimensionnement.

Dans ce chapitre on va essayer de connaître la variation des débits journaliers et horaires de la nouvelle ville.

### III-1 Variation de la consommation :

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps, parmi lesquelles nous avons :

- Variation annuelle qui dépend du niveau de vie et de développement de l'agglomération.
- Variation mensuelle qui dépend de l'importance de la ville.
- Variation journalière qui dépend du jour de la semaine où la consommation est la plus importante.
- Variation horaire qui dépend du régime de consommation de la population durant la journée, tel qu'aux levées du jour la consommation est faible et commence à augmenter d'une heure à l'autre jusqu'à la pointe.

### III-2 Etude de la variation des débits journaliers et horaires :

Pour projeter un régime de travail d'un système d'alimentation en eau, il faut adopter le graphique de consommation probable. Au cours d'année, il existe une journée où la consommation d'eau est maximale (débit de pointe), et aussi il existe une heure où la consommation est maximale et minimale (période creuse).

#### III-2-1 Débits de pointe journaliers :

$$Q_p^j = Q_{mt}^j * K_p^j \text{ (m}^3\text{/j)}$$

Avec :

$Q_p^j$  : Débit de pointe journalier (m<sup>3</sup>/j).

$Q_{mt}^j$  : Débit moyen total journalier (m<sup>3</sup>/j).

$K_p^j$  : Coefficient de pointe

### III-2-2 Détermination des débits horaires :

Généralement on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

#### III-2-2-1 Débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{moy}^h = \frac{Q_p^j}{24} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Avec :

$Q_{moy}^h$  : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/j)

$Q_p^j$  : Débit de pointe journalier (m<sup>3</sup>/j)

#### III-2-2-2 Débit maximum horaire :

Ce débit correspond à l'heure de pointe où la consommation est la plus importante durant la journée, on l'utilise pour le dimensionnement du réseau de distribution.

Le débit maximum horaire est donné par la formule suivante :

$$Q_{max}^h = K_{max}^h * Q_{moy}^h \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Avec :

$Q_{max}^h$  : Débit maximum horaire (m<sup>3</sup>/h)

$Q_{moy}^h$  : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h)

$K_{max}^h$  : Coefficient d'irrégularité maximale horaire

Le coefficient de pointe horaire est calculé par la formule suivante :

$$K_{max}^h = \alpha_{max} * \beta_{max}$$

$\alpha_{max}$  : Coefficient qui dépend des habitudes de la population et le niveau de développement, il varie de 1,2 à 1,4

On prend  $\alpha_{max} = 1,28$

$\beta_{max}$  : Coefficient qui dépend de l'accroissement de la population, il est donnée par le Tableau suivant :

**Tableau III-1** : variation du coefficient  $\beta_{max}$

<b>Population (hab) (<math>10^3</math>)</b>	1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300
<b><math>\beta_{max}</math></b>	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03

Vu les deux systèmes d'adduction de la ville nouvelle, on a deux valeurs de  $\beta_{max}$  sont :

$$\beta_{max1} = 1,12 \text{ \& } \beta_{max2} = 1,08$$

$$\text{Donc : } K_{max1}^h = 1,28 * 1,12 = \mathbf{1,44} \quad K_{max2}^h = 1,28 * 1,08 = \mathbf{1,38}$$

### III-2-2-3 Débit minimum horaire (période creuse) :

Le calcul de ce débit est important pour le dimensionnement mécanique de la conduite et pour la détection des fuites.

Le débit minimum horaire est donné par la formule suivante

$$Q_{min}^h = K_{min}^h * Q_{min}^h \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Avec :

$Q_{min}^h$  : Débit minimum horaire ( $\text{m}^3\text{/h}$ )

$Q_{moy}^h$  : Débit moyen horaire ( $\text{m}^3\text{/h}$ )

$K_{min}^h$  : Coefficient minimum horaire

Le coefficient minimum horaire est calculé par la formule suivante :

$$K_{min}^h = \alpha_{min} * \beta_{min}$$

$\alpha_{min}$  : Coefficient qui dépend des habitudes de la population et le niveau de développement, il varie de 0,4 à 0,6

On prend  $\alpha_{min} = 0,5$

$\beta_{min}$  : Coefficient qui dépend de l'accroissement de la population, il est donnée par le tableau suivant :

**Tableau III-2 : variation du coefficient  $\beta_{min}$**

Population (hab) ( $10^3$ )	1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300
$\beta_{min}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,83

Vu les deux systèmes d'adduction de la ville nouvelle, on a deux valeurs de  $\beta_{max}$  sont :

$$\beta_{max1} = 0,63 \text{ \& } \beta_{max2} = 0,37$$

Donc :  $K_{min1}^h = 0,5 * 0,63 = 0,32$

$K_{min2}^h = 0,5 * 0,73 = 0,37$

Les débits maximums journaliers sont résumés dans le Tableau suivant :

**Tableau III-3 : débits maximums journaliers**

Secteur	$Q_{mt}^j$ ( $m^3/j$ )	$Q_p^j$ ( $m^3/j$ )	$Q_{moy}^h$ $m^3/h$	$Q_{max}^h$ $m^3/h$	$Q_{min}^h$ $m^3/h$
<b>C1</b>	9086,36	13629,54	567,90	817,77	181,73
<b>C2</b>	8167,41	12251,12	510,46	704,44	188,87
<b>C3</b>	10533,90	15800,85	658,37	908,55	243,60
<b>A</b>	2942,83	4414,25	183,93	253,82	68,05
<b>B</b>	3761,34	5642,01	235,08	324,42	86,98

**Tableau III-4 : débits maximums journaliers**

	$Q_{mt}^j$ ( $m^3/j$ )	$Q_p^j$ ( $m^3/j$ )	$Q_{moy}^h$ $m^3/h$	$Q_{max}^h$ $m^3/h$	$Q_{min}^h$ $m^3/h$
<b>Système 1</b>	9086,36	13629,54	567,90	817,77	181,73
<b>Système 2</b>	25405,48	38108,22	1587,84	2191,22	587,50

### III-3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitant :

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires d'une journée est représentée en fonction du nombre d'habitants dans l'annexe (III-1)

#### Remarque :

Cette variation des débits horaires est exprimée en pourcentage (%) par rapport au débit maximal journalier de l'agglomération.

Pour notre cas on a deux variations. Les résultats de calcul sont obtenus dans le tableau suivant :

**Tableau III-5 : Débit maximum horaire pour le système 1 (2050)**

Horaire	Agglomération		Ordonnées de la	
	$Q_p^j = 13629,54 \text{ m}^3/\text{j}$		Consommation cumulée	
h	%	(m <sup>3</sup> /h)	%	(m <sup>3</sup> /h)
0-1	3,00	408,89	3,00	408,89
1-2	3,20	436,15	6,20	845,04
2-3	2,50	340,74	8,70	1185,77
3-4	2,60	354,37	11,30	1540,14
4-5	3,50	477,03	14,80	2017,18
5-6	4,10	558,81	18,90	2575,99
6-7	4,50	613,33	23,40	3189,32
7-8	4,90	667,85	28,30	3857,16
8-9	4,90	667,85	33,20	4525,01
9-10	5,60	<b>763,25</b>	38,80	5288,27
10-11	4,80	654,22	43,60	5942,48
11-12	4,70	640,59	48,30	6583,07
12-13	4,40	599,70	52,70	7182,77
13-14	4,10	558,81	56,80	7741,58
14-15	4,20	572,44	61,00	8314,02
15-16	4,40	599,70	65,40	8913,72
16-17	4,30	586,07	69,70	9499,79
17-18	4,10	558,81	73,80	10058,60

18-19	4,50	613,33	78,30	10671,93
19-20	4,50	613,33	82,80	11285,26
20-21	4,50	613,33	87,30	11898,59
21-22	4,80	654,22	92,10	12552,81
22-23	4,60	626,96	96,70	13179,77
23-24	3,30	449,77	100,00	13629,54

**Tableau II-6 : Débit maximum horaire pour le système 2 (2050)**

Horaire	Agglomération		Ordonnées de la	
	$Q_p^j = 38108.22 \text{ m}^3/\text{j}$		Consommation cumulée	
h	%	(m <sup>3</sup> /h)	%	(m <sup>3</sup> /h)
0-1	3,35	1276,63	3,35	1276,63
1-2	3,25	1238,52	6,60	2515,15
2-3	3,30	1257,57	9,90	3772,72
3-4	3,20	1219,46	13,10	4992,18
4-5	3,25	1238,52	16,35	6230,70
5-6	3,40	1295,68	19,75	7526,38
6-7	3,85	1467,17	23,60	8993,54
7-8	4,45	1695,82	28,05	10689,36
8-9	5,20	<b>1981,63</b>	33,25	12670,99
9-10	5,05	1924,47	38,30	14595,45
10-11	4,85	1848,25	43,15	16443,70
11-12	4,60	1752,98	47,75	18196,68
12-13	4,60	1752,98	52,35	19949,66
13-14	4,55	1733,92	56,90	21683,58
14-15	4,75	1810,14	61,65	23493,72
15-16	4,70	1791,09	66,35	25284,81
16-17	4,65	1772,03	71,00	27056,84
17-18	4,35	1657,71	75,35	28714,55
18-19	4,40	1676,76	79,75	30391,31
19-20	4,30	1638,65	84,05	32029,96
20-21	4,30	1638,65	88,35	33668,62
21-22	4,20	1600,55	92,55	35269,16
22-23	3,75	1429,06	96,30	36698,22
23-24	3,70	1410,00	100,00	38108,22

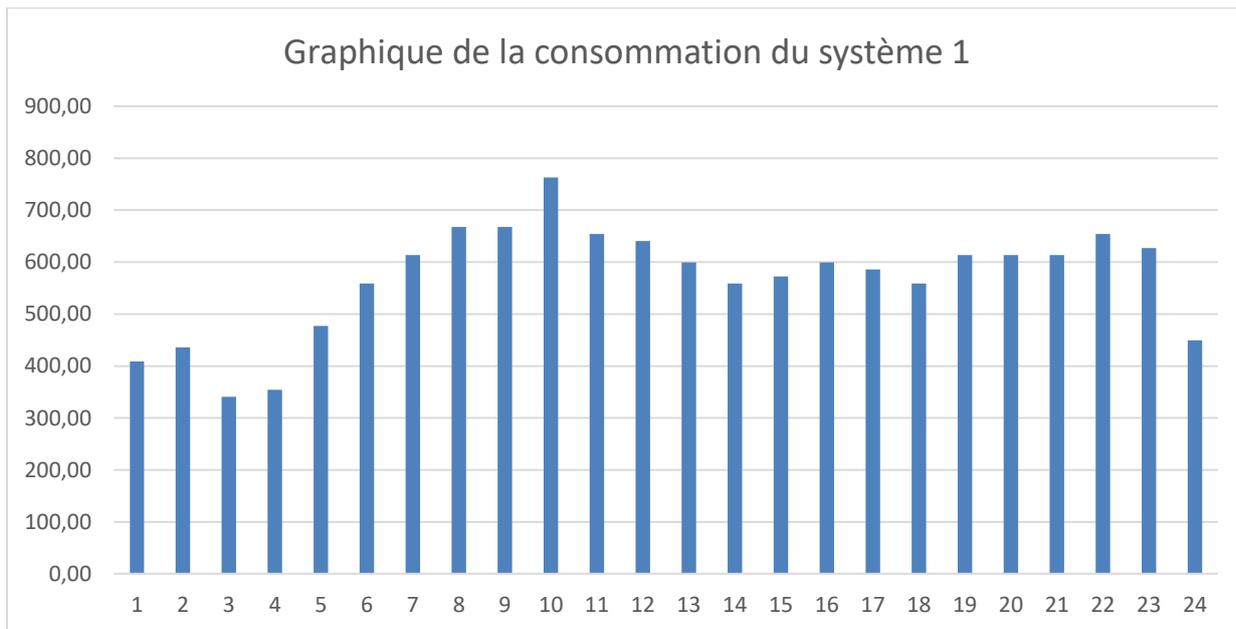


Figure III-1 : Graphique de la consommation du système 1

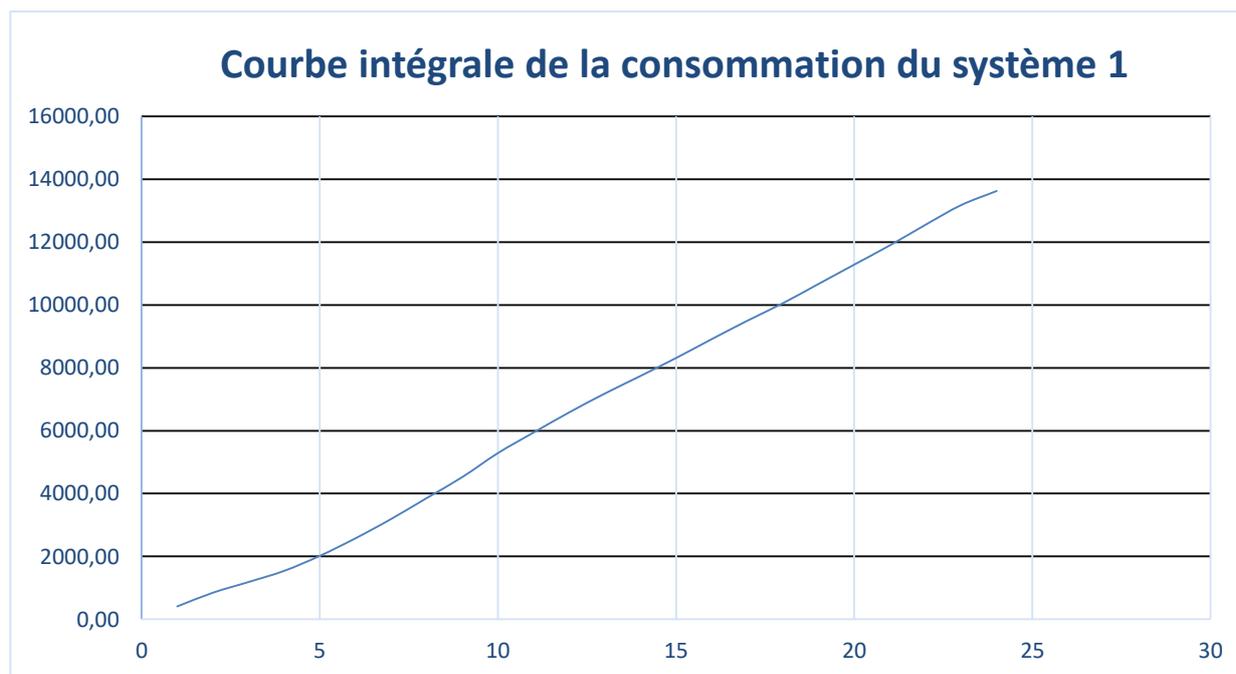
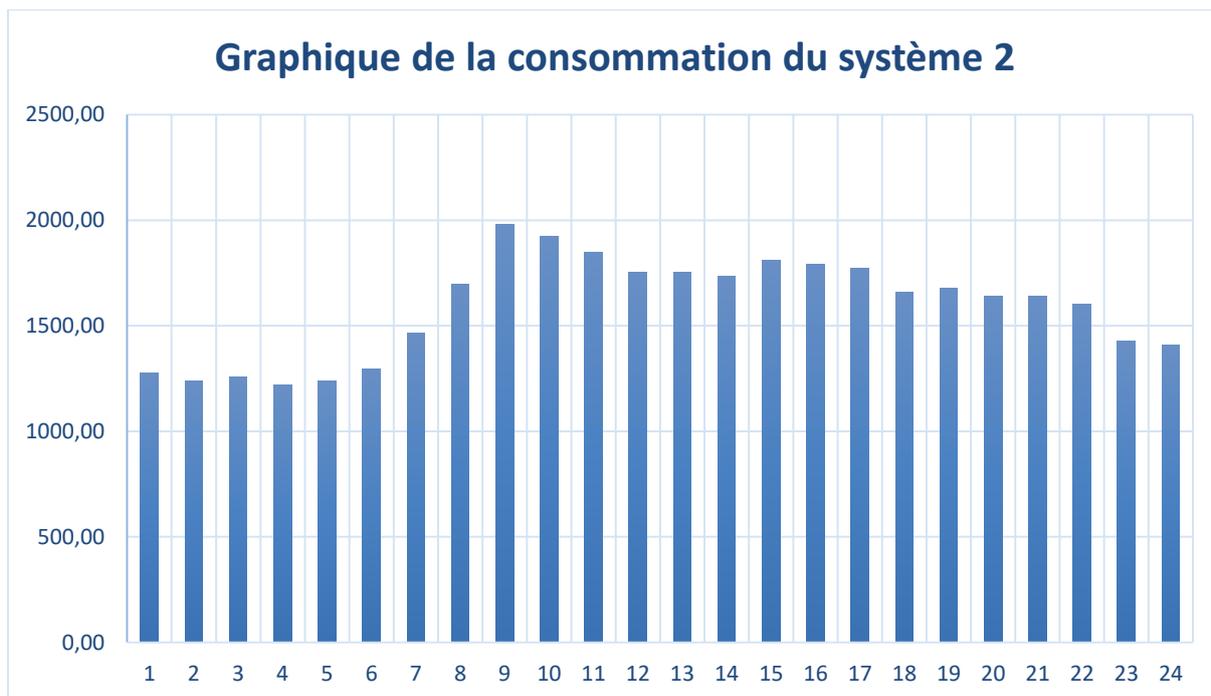
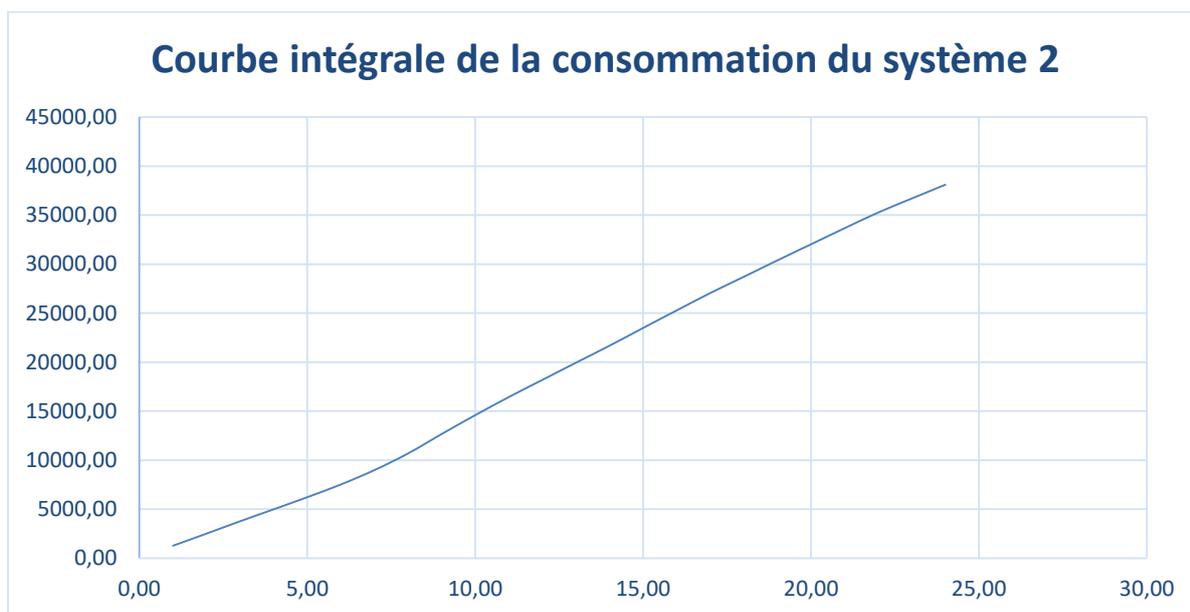


Figure III-2 : Courbe intégrale de la consommation du système 1



**Figure III-3 :** Graphique de la consommation du système 2



**Figure III-4 :** Courbe intégrale de la consommation du système 2

**III-4 Système de production d’eau potable :**

**III-4-1 Type d’ouvrages de captage :**

D’après les informations qu’on a recueillies de la DRE, la production en eau potable est par des forages situés dans les champs captant de Khodem et Borari avec un renforcement de 147 l/s comme indiquer dans le tableau suivant :

**Tableau III-7** : la capacité des forages de captages

	Nombre de forages	Total l/s	Total m <sup>3</sup> /j
<b>Système 1</b>	7	160	13824
<b>Système 2</b>	8	225	19035
	/	147	12715.5

### III-4-2 Bilan de consommation et production :

**Tableau III-8** : bilan hydrique consommation/ production pour la zone d'étude

	Consommation m <sup>3</sup> /j	Production m <sup>3</sup> /j	Bilan m <sup>3</sup> /j
<b>Système 1</b>	13629,54	13824	194,46
<b>Système 2</b>	38108,22	31750.5	-6357,72

## CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons déterminé les débits de pointe journaliers et tracé les courbes de consommations horaires et les courbes intégrales, afin de déterminer tous les débits horaires (moyen, maximum et minimum).

En tout cas nous disons qu'on peut satisfaire les besoins de l'agglomération à l'horizon considéré pour le premier système, mais on a un déficit de **73,58 l/s** pour le deuxième système.

**Chapitre IV :**  
**Ressource et Ouvrage de**  
**stockage**

## INTRODUCTION :

Dans ce chapitre on va présenter les caractéristique notre ressource, pour les systèmes d'adduction et leur chemine vers les réservoirs, après en va vérifier leurs capacités.

### IV-1 Chaîne d'adduction :

#### IV-1-1 Localisation et les caractéristiques des forages de production :

Pour la ville nouvelle de BOUINAN, on a un champ de captage de Borari qui se compose de (7 forages) pour alimenter le secteur 1. Et aussi un autre champ de captage de Khodem qui se compose (08 forages) pour alimenter toute la ville nouvelle de Bouinan sans le secteur C1 (10864 logements).

**Tableau IV-1** : coordonnées UTM et les caractéristiques des forages de Borari

Forages	X (m)	Y (m)	CTN (m)	Débit (l/s)	HMT (mCE)
<b>F1</b>	496 180	4 047 512	54.30	25	135.00
<b>F2</b>	496 148	4 047 012	52.50	25	130.50
<b>F3</b>	496 987	4 046 994	47.00	20	112.50
<b>F4</b>	495 376	4 046 373	64.80	20	137.50
<b>F5</b>	496 172	4 046 225	68.80	25	97.96
<b>F6</b>	496 012	4 046 190	54.00	25	85.0
<b>F7</b>	495 958	4 044 877	71.60	20	84.47

**Tableau IV-2** : coordonnées UTM et les caractéristiques des forages de Khodem

Forages	X (m E)	Y (m N)	CTN (m)	Débit (l/s)	HMT (mCE)
<b>F1</b>	496 707	4 049 201	45.81	30	172.62
<b>F2</b>	496 810	4 048 998	44.65	30	179.25
<b>F3</b>	496 986	4 048 093	47.84	30	215.38
<b>F4</b>	497 008	4 047 849	48.66	30	202.32
<b>F5</b>	496 195	4 048 284	46.03	25	194.46
<b>F6</b>	496 351	4 048 461	45.58	30	166.92

<b>F7</b>	495 977	4 048 428	44.91	25	160.52
<b>F8</b>	495 661	4 048 621	43.71	25	175.38

### IV-1-2 Système d'adduction :

La conduite d'adduction permet d'alimenter les réservoirs, qui assurent la distribution en eau potable de la ville nouvelle.

Le tracé de la conduite d'adduction (forage-réservoir) est imposé par la topographie et la morphologie du terrain [4]. Notre adduction va être divisée en deux parties :

Du champ de captage vers la station de pompage.

De la station de pompage vers le réservoir d'alimentation de la ville nouvelle.

**Tableau IV-3** : Caractéristiques des conduites d'adduction

	Nœud de départ	Nœud d'arrivée	Longueur (m)	Diamètre (m)	Matériau
Système 1	NF	SP1	1200	500	PEHD
	SP	RV3000	4200	400	PEHD
Système 2	NF	SP2	1000	500	PEHD
	RFC	SP2	2000	500	Fonte
	SP2	RV2*5000	1560	710	PEHD

- Rugosité des conduites PEHD égale à 0.4 (Darcy-Weisbach)

### IV-1-3 Station de reprise :

C'est une station composée d'une bache de reprise ou d'une station de pompage qui refoule les eaux des forages qui sont collectés vers le réservoir de stockage.

- SR1 refoule l'eau de champ captant Borari vers le RV3000
- SR2 refoule l'eau de champ captant Khodem vers le RV2\*5000

**Tableau IV-4** : caractéristiques des stations de reprise

	Station de reprise	Volume de la bache (m <sup>3</sup> )	Nombre des pompes	Débit (m <sup>3</sup> /j)	HMT (mCE)	Cote (m)
<b>Système 1</b>	SR1	500	2+1	9000	80	68
<b>Système 2</b>	SR2	1000	3+1	25000	100.49	89

### IV-2 Rôles des réservoirs :

- Rôle d'emmagasinement :

On cas le débit d'apport supérieure au débit de distribution, la cuve doit se remplir (stockage), et dans le cas contraire la cuve ce vidé (distribution).

- Rôle d'équilibre :

Dans le cas où le réseau s'allonge, il s'apparaisse des pressions faibles aux points les plus éloignés de réservoir principal, dans ce cas on installe un réservoir d'équilibre à l'extrémité qui permet d'augmenter les pressions et les débits dans cette partie.

- Assure la continuité de distribution en cas de l'arrêt de la pompe.
- Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
- Réduction des dépenses d'énergie (stockage pendant la nuit et distribution gravitaire pendant la journée).
- Assurer la réserve d'incendie. [5]

### IV-3 Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre, car on doit tenir compte des considérations suivantes :

- L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité, le réservoir doit être construit à un niveau supérieur à celui de l'agglomération et c'est le cas pour notre ville.
- Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre important de consommation en eau.
- l'emplacement du réservoir doit être aussi choisi de telle façon à pouvoir satisfaire les abonnés la pression suffisante.
- Pour des raisons économiques, il est préférable que son remplissage se fasse par gravité, c'est-à-dire le placer à un point bas par rapport à la prise d'eau. [5]

### IV-4 classification des réservoirs :

- ❖ D'après la nature d'un matériau on distingue :

Les réservoirs en béton armé.

Les réservoirs en maçonnerie.

Les réservoirs métalliques.

- ❖ D'après la situation au sol on distingue :

Les réservoirs enterrés.

Les réservoirs semi-enterrés.

Les réservoirs surélevés. [3]

#### **IV-5 principe de la construction :**

Les réservoirs doivent être construits en matériaux durables, L'ensemble des matériaux constituant les réservoirs ne doit ni se désagréger ni communiquer à l'eau des saveurs ou odeurs désagréables. Ils doivent être protégés contre toute pollution d'origine extérieure (pluies, poussière, infiltration des eaux souterraines) et contre les élévations importantes de la température. Ils doivent être aérés pour éviter la contamination de l'eau. Ils doivent être faciles d'accès pour le nettoyage et leur installation doit permettre de vérifier en tout le temps leur étanchéité et les fissurations probablement apparentes.

En effet des dispositions sont prises pour assurer un approvisionnement en eau potable pendant la mise hors service. [4]

#### **IV-6 choix de la forme du réservoir :**

##### **IV-6-1 Forme :**

En général, les réservoirs sont rectangulaires ou polygonaux (si l'ouvrage doit être adapté à la forme de la parcelle ou aux conditions du terrain). Ces formes permettent une construction statique sans surprise et adaptable, une exécution solide ainsi que des agrandissements ultérieurs sans difficultés majeures.

Des grands réservoirs circulaires peuvent être réalisés en béton précontraint. Dans la plupart des cas, on ne réalise pas d'économies substantielles par rapport aux réservoirs rectangulaires.

Pour notre projet on choisit des réservoirs de forme circulaire où Les avantages sont :

- une bonne stabilité et un moindre risque de fissuration.
- une capacité importante de stockage et bon brassage.
- facilité du nettoyage et de l'entretien. [4]

### IV-6-2 Hauteur d'eau :

La hauteur optimale d'eau utile est située entre 3 et 6m, cette hauteur peut atteindre 7 à 8m pour les grands ouvrages.

### IV-7 Equipements du réservoir :

Le réservoir unique ou compartimenté doit être équipé :

#### IV-7-1 Conduite d'adduction :

L'arrivée de la conduite d'adduction du réservoir peut être placée soit au fond de celui-ci, soit à la partie supérieure, d'où oxygénation de l'eau (figure V-1).

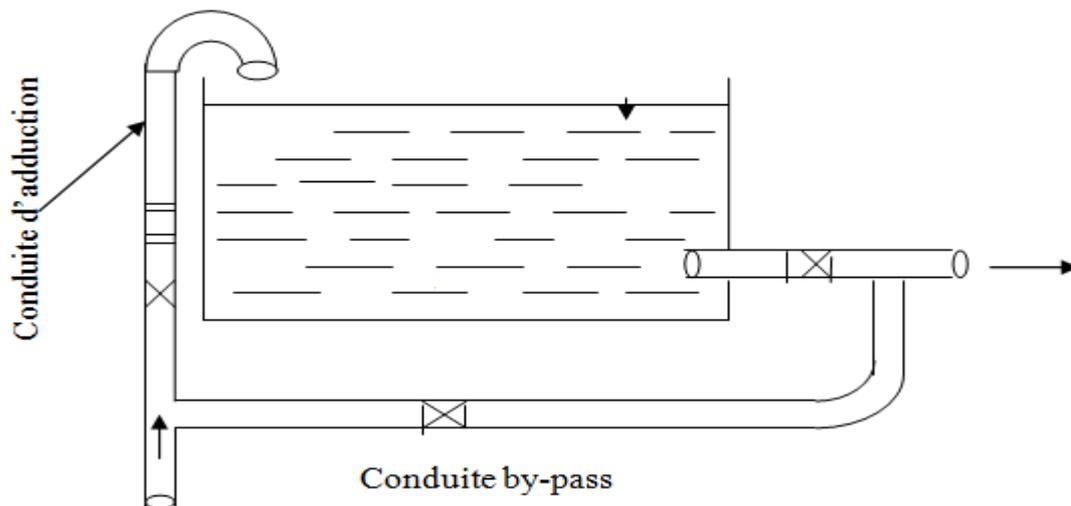


Figure IV-1 : conduite d'adduction

A son débouché dans le réservoir, la conduite s'obture quand l'eau atteint son niveau maximum.

L'obturation est assurée par un robinet flotteur si l'adduction est gravitaire, par un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

#### IV-7-2 Conduite de distribution :

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.20 m au-dessus du radier afin d'éviter l'introduction des matières et sables décantés dans la cuve (Figure V-2).

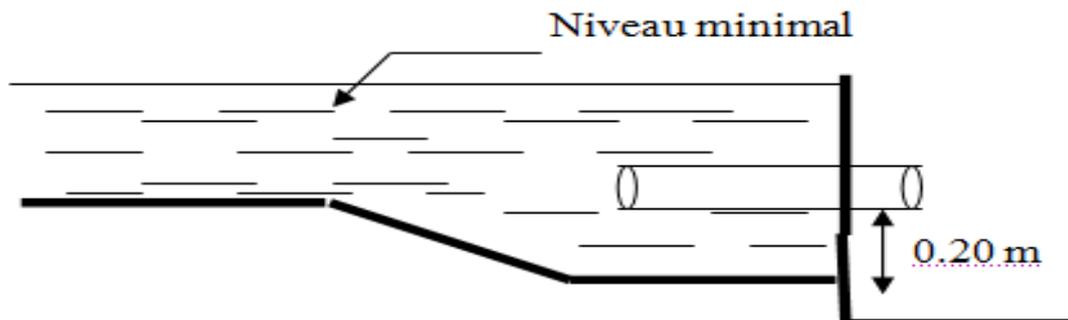


Figure IV-2 : conduite de distribution

### IV-7-3 Conduite du trop-plein :

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal, elle se termine par un système simple bout à emboîtement.

L'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

### IV-7-4 Conduite de vidange :

La conduite de vidange se trouve au point le plus bas du réservoir, elle permet la vidange du réservoir, à cet effet, le radier du réservoir est réglé en pente vers son origine.

Elle est raccordée à la conduite de trop-plein et comporte un robinet-vanne (Figure V-3)

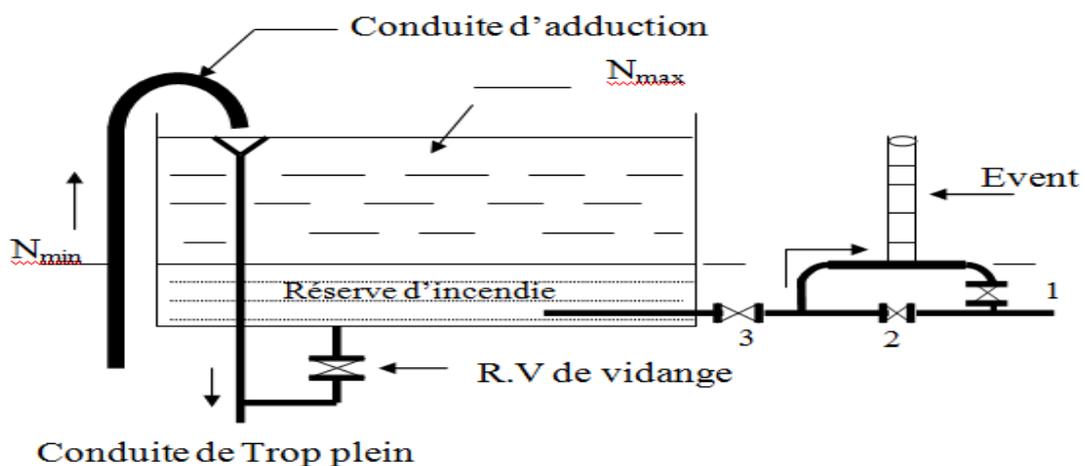


Figure IV-3 : Matérialisation de la réserve d'incendie

### IV-7-5 Conduite BY-PASS :

Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution (figure V-1).

Elle assure la distribution pendant le nettoyage du réservoir son fonctionnement est le suivant :

Normale 1 et 2 sont ouverts le 3 est fermé,

En BY-PASS : 1 et 2 sont fermés le 3 est ouvert.

### IV-7-6 Matérialisation de la réserve d'incendie :

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre l'incendie, il faut en interdire son utilisation, pour cela la figure (N°V-3) présentée un système en siphon :

- (En temps normale 1 est fermé 2 est ouvert, en cas de sinistre il suffit d'ouvrir le 1), la réserve dans ce cas de sinistre une zone d'eau morte ' qui peut avec le temps, donner une odeur désagréable à l'eau du réservoir.

Lèvent d'un siphon interdit l'utilisation du au-dessous du niveau N-N tant que la vanne 2 est fermée (vanne d'incendie)

Son fonctionnement est le suivant :

Normal : 3 et 1 ouverts, le 2 est fermé.

Incendie : il suffit d'ouvrir 1 et 2.

### IV-8 Caractéristiques des réservoirs :

Les réservoirs de la ville nouvelle Bouinan ont été réalisé en 2018, assurent le stockage des eaux afin de les distribuer et satisfaire les besoins de la ville. Ils sont alimentés par des stations tampon depuis les champs captant.

**Tableau IV-5** : Caractéristiques des réservoirs

Secteur	Volume m <sup>3</sup>	Coordonnées UTM		CTN (m)	CTP (m)
		X (m N)	Y (m E)		
C1	3000	4 041 129,82	497 096,48	172,24	175,54
C2 & C1	2*5000	4 041 207,53	497 356,26	170,00	173,24

### IV-9 Vérification de la capacité du réservoir [4] :

La capacité d'un réservoir est déterminée en considérant le régime de fonctionnement de l'apport et celui de la consommation.

Le volume maximal du stockage du réservoir à prévoir peut être déterminé par la formule suivante :

$$V_{max} = P(\%) \times Q_{max} / 100$$

Avec :

$V_{max}$  : Volume maximal que peut contenir le réservoir (m<sup>3</sup>).

P (%) : Résidu maximum dans le réservoir.

- Connaissant la valeur de  $K_{max}^h$ , on répartit la consommation maximale journalière sur 24h et pour cela on utilise le tableau de distribution du débit journalier ;
- On répartit ensuite, le débit sur 24h tout au long de la journée ;
- La différence entre l'apport et la distribution pour chaque heure de la journée, nous donne soit un surplus soit un déficit ;
- On détermine ensuite le résidu dans le réservoir pour chaque heure, ce qui nous donnera la valeur maximale de P(%) qui sera calculé par la formule suivante :

$$P(\%) = |P_{max}(\%)| + |P_{min}(\%)|$$

**Tableau IV-6** vérification de capacité de réservoir système 1

Heures	Apport		Consommation		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	Q (m3/h)	(%)	Q (m3/h)	(%)	(%)	(%)
0-1	5	681,48	3,00	408,89	2,00		2,00
1-2	5	681,48	3,20	436,15	1,80		3,80
2-3	5	681,48	2,50	340,74	2,50		6,30
3-4	5	681,48	2,60	354,37	2,40		8,70
4-5	5	681,48	3,50	477,03	1,50		10,20
5-6	5	681,48	4,10	558,81	0,90		11,10
7-8	5	681,48	4,50	613,33	0,50		11,60
6-7	5	681,48	4,90	667,85		0,10	11,50
8-9	5	681,48	4,90	667,85		0,10	11,40

9-10	5	681,48	5,60	763,25		-0,60	10,80
10-11	5	681,48	4,80	654,22		0,20	10,60
11-12	5	681,48	4,70	640,59		0,30	10,30
12-13	5	681,48	4,40	599,70		0,60	9,70
13-14	5	681,48	4,10	558,81		0,90	8,80
14-15	5	681,48	4,20	572,44		0,80	8,00
15-16	5	681,48	4,40	599,70		0,60	7,40
16-17	5	681,48	4,30	586,07		0,70	6,70
17-18	5	681,48	4,10	558,81		0,90	5,80
18-19	0	0,00	4,50	613,33		-4,50	1,30
19-20	0	0,00	4,50	613,33		-4,50	-3,20
20-21	0	0,00	4,50	613,33		-4,50	-7,70
21-22	0	0,00	4,80	654,22		-4,80	-12,50
22-23	5	681,48	4,60	626,96		0,40	-15,50
23-00	5	681,48	3,30	449,77		1,70	-19,00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>13629,54</b>	<b>100</b>	<b>13629,54</b>			

D'après le tableau III.14, nous aurons :  $P_{max}(\%) = |-19| + |11,6| = 30,6$

Donc :  $V_{max} = P_{max}(\%) \times Q_{max.j} / 100 = 30,6 \times 13629,54 / 100$

$V_{max} = 4170,64 \text{ m}^3$ .

$V_{tot} = V_{max} + V_{inc} = 4170,64 + 120 = 4290,64 \text{ m}^3$ .

$V_{tot} = 4290,64 \text{ m}^3$ .

**Tableau IV-7** vérification de capacité de réservoir système 2

Heures	Apport		Consommation		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	Q (m3/h)	(%)	Q (m3/h)	(%)	(%)	(%)
<b>0-1</b>	5	1905,41	3,20	1276,63	1,80		1,80
<b>1-2</b>	5	1905,41	3,25	1238,52	1,75		3,55
<b>2-3</b>	5	1905,41	3,40	1257,57	1,60		5,15
<b>3-4</b>	5	1905,41	3,85	1219,46	1,15		6,30
<b>4-5</b>	5	1905,41	4,45	1238,52	0,55		6,85
<b>5-6</b>	5	1905,41	5,20	1295,68	-0,20		6,65
<b>6-7</b>	5	1905,41	5,05	1467,17	-0,05		6,60
<b>7-8</b>	5	1905,41	4,85	1695,82		0,15	6,45
<b>8-9</b>	5	1905,41	4,60	1981,63		0,40	6,05
<b>9-10</b>	5	1905,41	4,60	1924,47		0,40	5,65
<b>10-11</b>	5	1905,41	4,55	1848,25		0,45	5,20
<b>11-12</b>	5	1905,41	4,75	1752,98		0,25	4,95
<b>12-13</b>	5	1905,41	4,70	1752,98		0,30	4,65
<b>13-14</b>	5	1905,41	4,65	1733,92		0,35	4,30
<b>14-15</b>	5	1905,41	4,35	1810,14		0,65	3,65

<b>15-16</b>	5	1905,41	4,40	1791,09		-4,40	-0,75
<b>16-17</b>	5	1905,41	4,30	1772,03		-4,30	-5,05
<b>17-18</b>	5	1905,41	4,30	1657,71		-4,30	-9,35
<b>18-19</b>	0	1905,41	4,20	1676,76		-4,20	-13,55
<b>19-20</b>	0	1905,41	3,75	1638,65		1,25	-14,80
<b>20-21</b>	0	1905,41	3,70	1638,65		1,30	-16,10
<b>21-22</b>	0	1905,41	3,20	1600,55		0,15	1,80
<b>22-23</b>	5	1905,41	3,25	1429,06		0,40	3,55
<b>23-00</b>	5	1905,41	3,40	1410,00		0,40	5,15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>38108.22</b>	<b>100</b>	<b>38108.22</b>			

D'après le Tableau III.14, nous aurons :  $P_{max}(\%) = |-16,10| + |6,85| = 22,95$

Donc :  $V_{max} = P_{max}(\%) \times Q_{max.j} / 100 = 22,95 \times 38108,22 / 100$

$V_{max} = 8745,84 \text{ m}^3$ .

$V_{tot} = V_{max} + V_{inc} = 8745,84 + 120 = 8865,84 \text{ m}^3$ .

$V_{tot} = 8865,84 \text{ m}^3$ .

	<b>Volume du réservoir (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacité de stockage calculée (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Système 1</b>	3000	4290,64
<b>Système 2</b>	10000	8865,84

**CONCLUSION :**

Après l'étude profonde de ce chapitre nous avons conclu qu'on a un manque de production d'eau et que les réservoirs d'alimentation de la nouvelle ville de Bouinan ne suffisent pas.

# **Chapitre V :**

## **Optimisation du réseau**

## **INTRODUCTION :**

Rétablir le bon fonctionnement hydraulique ;  
Améliorer les conditions d'exploitation ;  
Lutter contre la corrosion ;  
Rétablir l'étanchéité de la canalisation ;  
Améliorer la sécurité de la desserte en évitant des interruptions dues à la casse d'un réseau.

### **V-1 Différents modes d'interventions sur un réseau d'AEP :**

#### **V-1-1 Réhabilitation d'un réseau d'AEP :**

Par définition, la réhabilitation consiste en une remise en état d'une conduite dégradée en vue de restituer les propriétés initiales ou bien d'en améliorer certaines. Ceci se fait en remplaçant, renouvelant ou renforçant cette conduite.

La réhabilitation d'un réseau contribue au rétablissement de conditions optimales pour son exploitation.

#### **V-1-2 Rénovation :**

Travaux de réhabilitation conservant tout ou partie de l'ouvrage existant, les travaux de rénovation incluent les opérations telles que le chemisage des conduites, ils peuvent être structurants ou non.

#### **V-1-3 Réparation :**

Les travaux de réparation sont des travaux de réhabilitation rectifiant des défauts localisés [12].

#### **V-1-4 Renouvellement :**

C'est l'opération qui aboutit à disposer, au même endroit, d'une conduite qui assure au moins les mêmes fonctions que celle de l'ouvrage primitif tout en apportant les garanties de longévité d'un ouvrage neuf. Une rénovation ou une réhabilitation qui répond à ces critères est une opération de renouvellement.

### **V-2 Type D'adduction :**

D'après leur fonctionnement, on distingue trois types d'adduction :

- Adduction gravitaire
- Adduction par refoulement
- Adduction mixte

### V-2-1 Adduction gravitaire :

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération.

La charge hydraulique (en m) dans une section quelconque d'une conduite est définie par :

$$H = A \frac{U}{2g} + \frac{p}{\rho g} + Z$$

$U$  : est la vitesse moyenne de l'eau dans la conduite (débit/section), en m/s

$P$  : est la pression moyenne dans la conduite, en pa

$g$  : est l'accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>)

$Z$  : est la cote moyenne de la conduite, en m

$\rho$  : est la masse volumique de l'eau

$A$  : est un coefficient dû à la non homogénéité des vitesses dans la section (=1,05), il est souvent égal à 1

#### V-2-1-1 Perde de charge linéaire

On définit la perte de charge linéaire  $J$  (en m) par l'expression universelle suivante (formule dite de Darcy –Weisbach) :

$$J = \gamma \frac{L}{D} \frac{U}{2g}$$

$L$  : est la longueur totale de la conduite (en m)

$\gamma$  : est le coefficient de perte de charge. Ce coefficient est donné en fonction du nombre de Reynolds ( $Re = U \cdot D / \nu$ ) et de la rugosité relative  $ks/D$

$ks$  étant la rugosité de la conduite

$\nu$  est la viscosité cinématique de l'eau (pour l'eau = 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s) à 20

### V-2-1-2 Perte de charge singulière

Les singularités rencontrées sur les canalisations sont généralement des changements de la section de la conduite (élargissements, rétrécissements, diaphragmes, ...) Ou des changements de la direction de l'écoulement (coudes, dérivation, robinets, vannes, ...). Ces singularités se comportent comme des 'ouvrages courts' et provoquent des pertes de charge locales.

La perte de charge locale provoquée par ces singularités peut généralement se mettre sous la forme :

$$H = \alpha \frac{U}{2g} + \frac{p}{\rho g} + Z$$

### V-2-1-3 Ligne piézométrique et ligne de charge

La charge hydraulique peut être repartie en deux différentes grandeurs :  $H = H^* + H_d$

Avec :

$$H^* = \frac{p}{\rho g} + Z$$

et

$$H_d = \frac{u}{2g}$$

$H^*$  est la charge statique et  $H_d$  est appelée charge dynamique

### V-2-1-4 Ligne piézométrique

La courbe représentant, sur la verticale, la ligne des niveaux de la charge statique  $H^*$  en fonction de la longueur (le long d'une conduite ou d'une canalisation, suivant le sens de l'écoulement), est appelée la ligne piézométrique

### V-2-1-5 Ligne de charge

La courbe représentant la ligne des niveaux de la charge totale  $H$  le long d'une conduite, suivant le sens de l'écoulement, est appelée la ligne de charge (ou d'énergie).

La ligne de charge est déduite de la ligne piézométrique par une translation vers le haut égale en chaque point à la valeur locale de  $(v^2/2g)$

La perte de charge  $J$  (ou  $\Delta H$ ) entre deux points est alors la différence des cotes de la ligne de charge en ces deux points. La perte de charge fait que la ligne de charge soit toujours descendante.

En pratique, pour les conduites réelles d'adductions, nous pouvons confondre les deux lignes (de charge et piézométrique) puisque le terme de vitesse ( $v/2 \cdot g$ ) reste généralement faible par rapport à la charge statique.

### **V-2-2 Adduction par refoulement :**

Les eaux du captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement. Lors de l'établissement de la conduite de refoulement certaines conditions techniques et économiques doivent être respectées.

### **V-2-3 Adduction mixte :**

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

### **V-2-4 Etude technico-économique de l'adduction :**

Le dimensionnement de la conduite d'adduction s'établit en cherchant le diamètre économique qui permet de donner un coût de revient minimum entre les dépenses de fonctionnement et celle d'investissement, donc une étude technico-économique s'avère indispensable, en effet plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus les pertes de charge seront plus importantes, il est donc impératif de déterminer un même diamètre économique pour la conduite de refoulement.

### **V-3 Variante d'adduction :**

La wilaya de Blida bénéficiera dans une première étape, d'un quota quotidien de 100.000 M<sup>3</sup> de la station de dessalement de Fouka, afin de subvenir aux besoins en eau potable des populations aux différents horizons futurs jusqu'à 2050.

Cette étude concernera neuf communes de l'Est de Blida qui nous définissent comme suit :

Meftah, Larabaa, Ouled Slama, Bouinan et ville nouvelle de Bouinan, Chebli Bougara, Soumaa, Boufarik, Guerouaou.

Le transfert de ces 100000 m<sup>3</sup>/j vers la Wilaya de Blida pour renforcer ces neuf communes de l'Est, pour cela un système d'adduction gravitaire sera projeté pour transférer l'eau jusqu'à la commune de Bouinan, ou on projette un autre système composé de station de pompage, de reprise vers un réservoir projeté d'une capacité de 30000 m<sup>3</sup>/j qui distribue l'eau vers ces neuf communes.

**Tableau V-1** : répartition des débits sur les communes à partir de la SDEM

Commune	Débit m <sup>3</sup> /j	Débit m <sup>3</sup> /s
Meftah	10352	0,120
Larabaa	22572	0,261
Bougara	8449	0,098
Ouled slama	19408	0,225
Bouinan	3894	0,045
Ville nouvelle de Bouinan	19002	0,220
Chebli	6858	0,079
Boufarik	4849	0,056
Guerouaou	1967	0,023
Soumaa	2649	0,031
<b>TOTAL</b>	<b>100000</b>	<b>1,157</b>

Vue la complexité de l'étude de cette adduction on va éliminer le renforcement de Chebli, et réaliser une conduite gravitaire depuis le réservoir projeté 30000 à proximité de la ville nouvelle de Bouinan.

Pour l'adduction secondaire afin de couvrir tous les besoins en eau des secteurs A et B, on peut citer, dans notre cas deux (02) adductions secondaires :

De RV2\*5000 vers RV secteur A ;

De RV2\*5000 vers RV secteur B.

### V-3-1 Choix de la gamme des diamètres

Pour avoir un bon choix d'un diamètre économique on doit trouver une gamme qui donne une approche économique, cette gamme est déterminée à partir de plusieurs formules parmi lesquelles on en cite :

La formule de BONIN :  $D_{ec} = \sqrt{Q}$

La formule de BRESSE :  $D_{ec} = 1,5 \sqrt{Q}$

Avec :

D : Diamètre de la conduite de l'adduction

Q : Débit véhiculé en m<sup>3</sup>/s

**Tableau V-2** : Diamètres nominaux PE100

Q m <sup>3</sup> /s	Dec	PE 100			
		Ø	PN6	PN10	PN16
0,22	0,470	<b>500</b>	461,8	440,6	<b>409,2</b>

0,07	0,260	<b>315</b>	290.8	277.6	<b>257.8</b>
0,09	0,300	<b>315</b>	290.8	277.6	<b>257.8</b>

### V-3-2 Vérification de la vitesse :

$$V = \left[ \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \right] m/s$$

La vitesse dans la conduite de refoulement :

Si  $(D < 250) \text{ mm} \rightarrow v = (1 \text{ à } 1.5) \text{ m/s}$

Si  $(300 < D < \text{à } 800) \text{ mm} \rightarrow v = (1.2 \text{ à } 2) \text{ m/s}$

Si  $D > 800 \text{ mm} \rightarrow v = (1,8 \text{ à } 3) \text{ m/s}$

### V-3-3 Pertes des charges :

Nous avons des pertes de charges linéaires et des pertes de charges singulières.

Le gradient de pertes de charges est calculé par la formule de DARCY–WEISBACH

$$J = \frac{16\lambda Q^2}{2g\pi^2 D^5}$$

Avec

J : gradient de pertes de charges

Q : le débit véhiculé ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

g : accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

D : diamètre (m)

$\lambda$  : Coefficient de frottement.

Le calcul du coefficient de frottement dépend du régime de l'écoulement.

En régime turbulent rugueux ( $\text{Re} > 560 \frac{D}{\varepsilon}$ ),

Le coefficient de frottement est donné par la formule de NIKURADZE.

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2}$$

En régime transitoire ( $10 \frac{D}{\varepsilon} \leq Re \leq 560 \frac{D}{\varepsilon}$ )

Le coefficient de frottement est donné par la formule de COLEBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -0.86 \ln \left( \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

Avec :

$\varepsilon$  : rugosité en (mm)

$Re$  : Nombre de Reynolds donné par la formule suivante  $Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \gamma}$

$\gamma$  : La viscosité cinématique  $\gamma = 10^{-6} (\text{m}^2/\text{s})$ .

### V-3-3-1 Pertes de charges linéaires :

Les pertes de charge linéaires sont dues au frottement de l'eau avec les parois des conduites, elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H = J \cdot L$$

Avec

$J$  = gradient de pertes de charge

$L$  : longueur de la conduite.

### V-3-3-2 Pertes de charges singulières :

Elles sont générées par les singularités telles que les coudes, vannes, clapets, branchements, diaphragmes ...etc. Les pertes sont estimées de 10 % à 15% des pertes de charge linéaires (on prend 15% dans notre cas).

$$\Delta H_s = 15\% \Delta H_L$$

### V-3-3-3 Pertes de charges totales :

La perte de charge totale est donc :

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_s$$

Avec :

$\Delta H_T$  : pertes de charges totales

$\Delta H_l$  : pertes de charges linéaires

$\Delta H_s$  : pertes de charges singulières

Donc :  $\Delta H_T = \Delta H_L + 0.15 \Delta H_L = 1.15 \Delta H_L$

$$\Delta H_T = 1.15 \cdot \frac{8\lambda Q^2}{g * 3,14^2 * D^5} \cdot L$$

L : longueur géométrique de la conduite de refoulement

### V-3-4 Détermination de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale est égale à la somme, de la hauteur géométrique ( $H_g$ ), des pertes de charges totales ( $\Delta H_T$ ) et des pertes de charges due à l'aspiration ( $\Delta H_{asp}$ ), elle est donnée par :

$$H_{MT} = H_g + \Delta H_T$$

$$H_g = C_{tp} - C_{st}$$

$C_{tp}$  : Cote de trop plein du réservoir ;

$C_{st}$  : Cote de plan d'eau à l'aspiration de la station de pompage ;

Donc :

$H_g = 45 \text{ m [225(CTP)-180(CR)]}$

$H_g = 46 \text{ m [226(CTP)-180(CR)]}$

**Tableau V-3** : Détermination de la hauteur manométrique

	Q (m <sup>3</sup> /s)	D <sub>int</sub> (m)	vitesse (m/s)	L (ml)	$\Delta H_L$ (m)	$\Delta H_s$ (m)	$\Delta H_T$ (m)	H <sub>g</sub> (m)	H <sub>mt</sub> m.C.E
<b>A</b>	0,07	0,257	1,34	1360	8,20	1,23	9,43	45	54,43
<b>B</b>	0,09	0,257	1,74	3150	13,30	2,00	15,30	46	61,30

### V-3-5 Puissance absorbée par la pompe :

La puissance absorbée est donnée par :

$$P = \frac{g \times Q \times H_{mt}}{\eta_p} \quad (\text{Kw})$$

Avec :

Q : débit de la pompe en (m<sup>3</sup>/s)

$\eta_p$  : rendement de la pompe = 75%

### V-3-6 Calcul de l'énergie consommée annuellement par la pompe :

L'énergie consommée en une année est :

$$E = P \cdot T \cdot 365 \quad (\text{kw.h})$$

Avec

E : énergie consommée exprimée en (kw.h)

T : nombre d'heure de pompage (dans notre cas on prend T = 20h)

P : puissance absorbée par la pompe en kw.

### V-3-7 Coût d'énergie et frais d'exploitation

$$F_{exp} = E \times e'$$

Avec :

E : Energie consommée par la pompe (KWh) ;

e' : Prix unitaire de KWh, fixé par la SONALGAZ (4.2 DA).

**Tableau V-4** : Détermination des frais d'exploitation pour l'adduction 1 :

D (mm)	HMT (m)	P (KW)	E (kw.h)	F <sub>exp</sub>
315	54,43	49,84	363803,59	1527975,071
315	61,30	72,16	526742,26	2212317,493

## V-4 Les Pompes

Les pompes sont des appareils mécaniques servant à véhiculer un liquide d'un endroit à un autre, la pompe doit fournir une certaine pression appelée hauteur manométrique totale, cela dépend des conditions d'aspiration et de refoulement, par conséquent on peut dire que le rôle de la pompe est de transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

### V-4-1 Choix du type de la pompe

La pompe choisie doit répondre aux conditions suivantes :

- Assurer le débit et la charge demandés ;
- Meilleur rendement ;
- Coût ;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids plus faible ;
- Puissance absorbée minimale.

### V-4-2 Choix des pompes du projet

Pour le choix des pompes à installer sur les différents points de refoulement, nous utiliserons le catalogue « KSB », au lieu des autres catalogues car il est plus pratique, il suffit d'introduire les caractéristiques requises de la pompe et on aura tout ce qui est disponible, à savoir les caractéristiques de la pompe, du moteur et le point de fonctionnement.

### V-4-3 Caractéristiques de la pompe

Les courbes caractéristiques de la pompe de l'adduction secondaire de RV2\*5000 vers RV secteur A est représentée Ci-dessous.

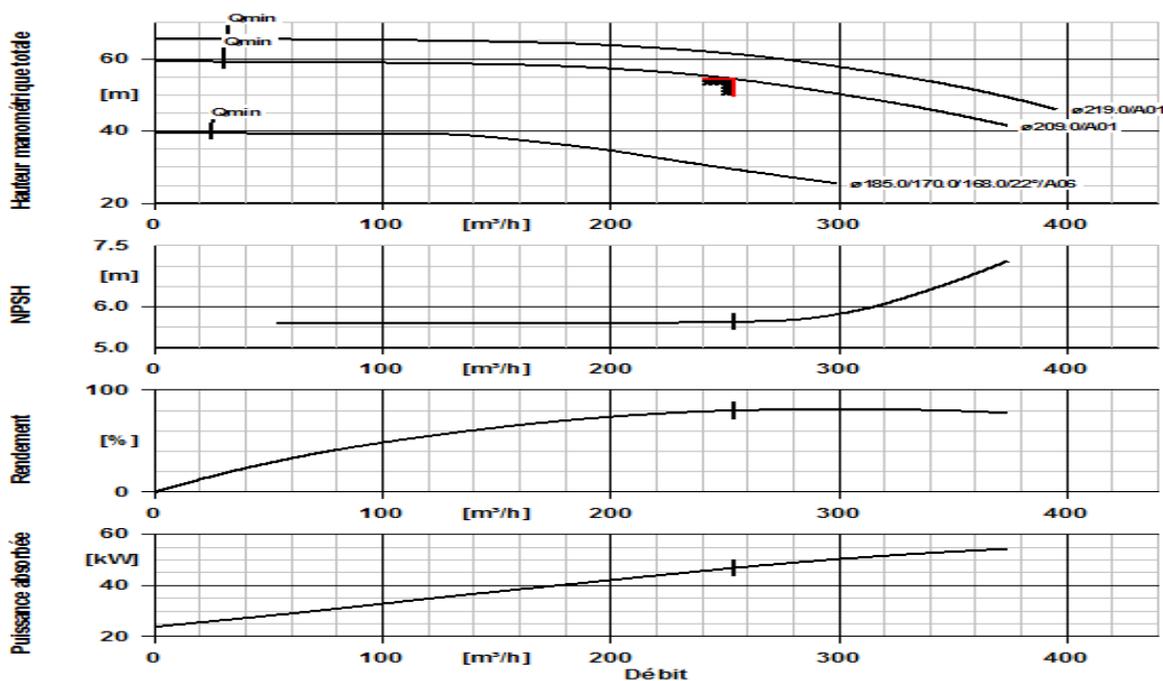


Tableau V-5 : caractéristique de la pompe

Gamme	N tr/min	$\eta$ %	NPSHr m	P kw
Pompe Etanom R 150-250	2952	80,14	5,64	54,46

Les courbes caractéristiques de la pompe de l'adduction secondaire de RV2\*5000 vers RV secteur B est représentée Ci-dessous.

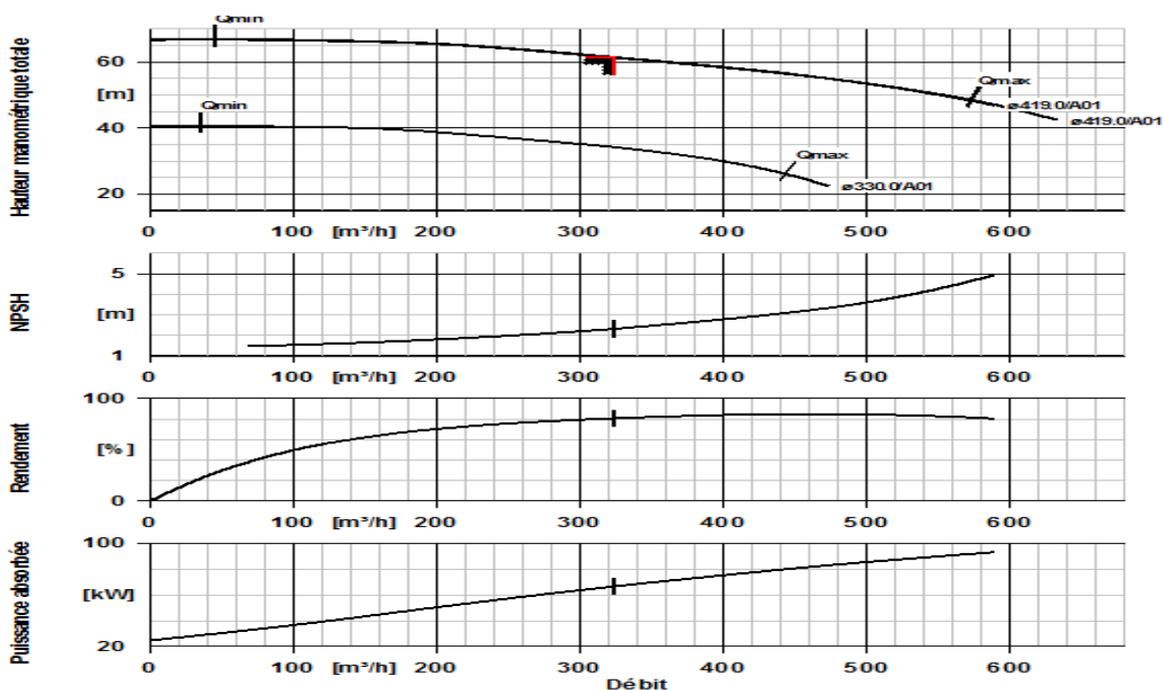


Tableau N° IV.5 : caractéristique de la pompe

Gamme	N tr/min	$\eta$ %	NPSHr m	P kw
Pompe Mega CPK 200- 150-400	1479	80,78	2.33	66,91

### V-5 Coup de bélier :

Le coup de bélier est un phénomène transitoire, oscillatoire qui se manifeste dans les conduites en charge à écoulement gravitaire ou en Refoulement. On en peut le définir également comme une étape du régime transitoire où les paramètres prépondérants (P, V) sont rapidement variables.

#### V-5-1 les Causes du coup de bélier :

Arrêt brutal d'un ou plusieurs groupes électropompes.  
 Démarrage d'un ou plusieurs groupes électropompes.  
 Fermeture instantanée ou rapide d'une vanne de sectionnement.

#### V-5-2 Les risques dus aux coups de bélier :

##### V-5-2-1 Fortes pressions :

En cas où la somme de la surpression due aux coups de bélier et la pression initiale dépasse la pression maximale admissible de la conduite il peut y avoir fissuration de cette dernière et dislocation des joints.

##### V-5-2-2 Pression négative :

Cette pression peut apparaître soit à la suite d'une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt brusque de la pompe.

Si cette pression devient inférieure à **-10 m.c.e** il se produit par la suite :

L'implosion de la conduite.  
 L'aspiration des joints.  
 Décollement de l'enduit interne de protection.

##### V-5-2-3 Fatigues des conduites :

Le passage successif d'une surpression à une dépression et inversement peut Provoquer la fatigue des conduites.

#### V-5-3 Moyen de protection contre le coup de bélier :

On pratique il n'est pas possible de supprimer totalement l'effet du coup de bélier mais on peut arriver à le limiter à une valeur compatible à la résistance des installations.

Ils existent différents moyens de protection des installations contre le coup de bélier sont les suivant:

#### **V-5-3-1 Cheminée d'équilibre :**

A la place d'un réservoir d'air sous pression, il peut être établi à la station de pompage un réservoir à l'air libre appelé cheminée d'équilibre. Cette Cheminée joue le même rôle que ce premier mais dans le cas de hauteur de refoulement même moyenne, on arrive rapidement à des ouvrages d'art de hauteurs importantes.

#### **V-5-3-2 Soupape de décharge :**

Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement qui par sa compression obture en exploitation normale un orifice placé sur la conduite au point à protéger, c'est-à-dire où la surpression à craindre est maximale et libère le cas échéant le débit de retour de conduite correspondant à la valeur de la surpression admissible. Il ya lieu de prévoir l'évacuation vers l'extérieur de l'eau ainsi libérée.

#### **V-5-3-3 Volant d'inertie :**

Calé sur l'arbre du groupe, il constitue un moyen assurant

L'alimentation de veine liquide, malgré l'arrêt du moteur actionnant la pompe grâce à

L'énergie qu'il accumule pendant la marche normale. Le volant la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier. Au démarrage, le groupe électropompe, avec le volant d'inertie, consomme plus d'énergie.

#### **V-5-3-4 Réservoirs d'air :**

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité Contient de l'eau et de l'air. Ce dispositif est le plus simple et protégera les installations contre les surpressions et les dépressions.

Mais pour notre étude, nous avons choisi comme moyen de protection un réservoir d'air Grâce à quelques avantages qu'il présente :

Intervient dans la protection contre la dépression et la surpression.

Simple à l'installer et facilement contrôler.

Choisi, pour les moyennes et grandes hauteurs de refoulement.

#### V-5-4 Analyse physique du phénomène du coup de bélier :

**1<sup>ère</sup> phase :** Après la fermeture de la vanne, l'eau poursuit son parcours et s'accumule au niveau aval de la conduite qui provoque un gonflement successive de cette dernière, Une onde de surpression prend naissance au départ de la vanne et se propage jusqu'au réservoir suivant une distance L avec une célérité a.

Au bout de ce temps la conduite sera en surpression et le temps mis par l'onde

est  $\frac{L}{a}$  avec  $a=c$ .

**2<sup>ème</sup> phase :** Vidange de la conduite dans le réservoir qui due à la contraction en niveau amont de cette dernière, vu son élasticité elle reprend son diamètre initial successivement du réservoir jusqu'à la vanne au bout de temps  $\frac{L}{a}$  (c'est-à-dire  $\frac{2L}{a}$  depuis l'origine),

**3<sup>ème</sup> phase :** Départ d'onde de dépression de la vanne vers le réservoir, la conduite sera complètement dépressée au bout de temps  $\frac{L}{a}$  (c'est-à-dire  $\frac{3L}{a}$  depuis l'origine).

**4<sup>ème</sup> phase :** Vidange du réservoir dans la conduite qui due au départ d'onde de surpression du réservoir vers la vanne, la conduite grâce à son élasticité reprend sa forme initiale

Au bout de temps  $\frac{4L}{a}$  depuis l'origine.

#### V-5-5 Calcul du volume du réservoir d'air anti-bélier :

On pratique le volume du réservoir d'air anti-bélier ce déterminer en supposant que les conduites non enterrée c'est-à-dire on néglige l'effet du sol : c'est ce qui ne reflète pas la réalité, vu que les réseaux sont toujours enterrés ce qui nous donne un mal dimensionnement de réservoir d'air.

Pour la détermination du volume d'air anti-bélier il y a plusieurs méthodes

Mais nous choisissons la méthode de VIBERT

C'est une méthode graphique simplifiée de détermination du volume d'air.

Abstraction des pertes de charges dans la conduite.

Non prise en compte de l'organe d'étranglement. En fonctionnement normale, les caractéristiques de l'air dans le réservoir d'air sont données par  $Z_0$  et  $U_0$ .

Avec :

$Z_0$  : La pression absolue en m.C.E.

$U_0$  : volume d'air dans la cloche en régime permanent ( $m^3$ ).

Le volume d'air est calculé par la formule suivante :

$$U_0=L.S.\frac{h_0}{Z_0}\frac{1}{f(\frac{Z}{Z_0})} \quad (m^3)$$

Avec :

$L$  : Longueur de la canalisation (m).

$S$  : La section de la conduite ( $m^2$ ).

$V_0$  : la vitesse initiale d'écoulement (m/s).

**V-5-6 Les caractéristiques de la conduite de refoulement :**

L'adduction secondaire vers la nouvelle ville de Bouinan ce fait par une conduite de refoulement de caractéristiques suivants :

**Tableau V-6 :** caractéristique des conduites de refoulement

	Q ( $m^3/s$ )	L (m)	D (m)	V (m/s)	Hg (m)	Q <sub>r</sub> ( $m^3/s$ )	S ( $m^2$ )	V <sub>0</sub> (m/s)
A	0,07	3150	0,257	1,35	46	0,08	0,052	1,63
B	0,09	1360	0,257	1,74	45	0,11	0,052	2,09

**V-5-7 Calcul de la célérité d'onde :**

Pour le calcul de la célérité d'onde, on a le cas d'une conduite enterrée :

La célérité d'ondes est calculée par la formule suivante :

$$C = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{2K \cdot a(1 - v_m^2)(1 - v_s)}{(1 - v_m^2)aE_s + E_m e_m(1 - v_s)}}} \quad (m/s)$$

Avec :

$a$  : rayon intérieur de la conduit (m) ;

$v_m$  : coefficient de poisson du matériau de la conduite en PEHD  $v_m = 0,46$  ;

$v_s$  : coefficient de poisson du sol entourant la conduite  $v_s = 0,33$  ;

$E_m$  : module de Young du matériau de la conduite.  $E = 3.10^3 \text{MPa}$  ;

$E_s$  : module de Young du sol considéré.  $E_s=200\text{MPa}$  :

$e_m$  : épaisseur de la conduite(m).

**V-5-8 calcul du volume d’air :**

La charge tenant compte du coup de bélier :

$$C_b = Hg + \frac{c.v_0}{g} \text{ (m)}$$

La charge statique absolue :

$$Z_0 = Hg + 10 \text{ (m)}$$

La charge maximale absolue :

$$Z_{\max} = Hg + 10 \text{ (m)}$$

La sécurité :

$$U_0 Z_0 = U_{\max} Z_{\min} \text{ (m}^3\text{)}$$

**Tableau V-7 :** calcul volume d’air

	$C_b$ (m)	$Z_0$ (m)	$Z_{\max}$ (m)	$\frac{Z_{\max}}{Z_0}$	$h_0$ (m)	$\frac{h_0}{Z_0}$	$\frac{U_0}{LS}$	$\frac{Z_{\min}}{Z_0}$	$U_{\max}$ (m <sup>3</sup> )
A	46,1E-4	56	56,13E-4	1,25E-7	0,1352	0,0024	4,08	36,96	6,19
B	45,2E-4	55	55,2E-4	1,32E-7	0,2217	0,0040	6,35	40,70	8,58

Après l’utilisation de l’Abaque de **VIBERT (Annexe V-1)** on trouve :

$$\frac{U_0}{LS} \text{ ET } \frac{Z_{\min}}{Z_0}$$

**V-6 Les Ouvrages de stockage**

**V-6-1 Définition**

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d’adapter la production à la consommation.

**V-6-2 Dimensionnement des réservoirs à projeter**

Dans notre cas en utilisons la méthode analytique par calculer les déférentes capacités des réservoirs qui est égale en générale à 50% de la plus forte de consommation journalière avec d’incendie de 120 m<sup>3</sup>.

Les réservoirs de stockage du réseau d'adduction constituent les réservoirs de tête du réseau de distribution des différentes localités desservir.

$$V_r = \frac{a * Q_{\max, j}}{100}$$

### V-6-3 Calcul de la capacité de stockage :

**Tableau V-8** : capacité des réservoirs

Réservoirs	secteurs	$Q_p^j$ (m <sup>3</sup> /j)	Autonomie 12h/24h	Volume calculé des réservoirs	Volume existant des réservoirs	Volume projeté des réservoirs
<b>RI</b>	<b>C1</b>	13629,54	0,5	6815	3000	3000
<b>RII</b>	<b>C2</b>	12251,12	0,5	6126	5000	
<b>RII</b>	<b>C3</b>	15800,85	0,5	7900	5000	
<b>RIV</b>	<b>B</b>	4414,25	0,5	2207		2000
<b>RIII</b>	<b>A</b>	5642,01	0,5	2821		3000
<b>Total</b>		<b>51737,77</b>			<b>13 000</b>	<b>8000</b>

Le volume total des réservoirs de la ville nouvelle est de (23 000 m<sup>3</sup>) et qui correspond presque à la moitié des besoins en eau de la ville (23000/51737,77 ≥ 44%).

### V-6-4 Déterminer les diamètres des réservoirs à projeter

Le diamètre d'un réservoir de forme circulaire se calcul par la formule suivante

$$D = ((4.V) / (\pi .H))^{1/2}$$

On fixe la hauteur des réservoirs à 5 m.

**Tableau V-8 : Calcul du diamètre des réservoirs**

Réservoir	V (m3)	H (m)	D (m)
<b>RI</b>	3000	5	27,65
<b>RIII</b>	2000	5	27,65
<b>RIV</b>	3000	5	22,57

## V-7 Classification des réseaux de distribution :

### V-7-1 Réseau ramifié :

C'est un réseau à structure arborescente : constitué par une conduite principale et des conduites secondaires (branches) à partir de nœud à charge fixé (réservoir) qui assure la mise en pression. Ce réseau n'assure aucune distribution de retour, il est économique mais il n'est pas fiable : il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale pour que toute la population d'aval soit privée d'eau. Ce type de réseau il est généralement convenable pour l'agglomération de type rurale ou les habitants sont dispersés.

### V-7-2 Réseau maillé :

Il est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées en suivant son tracé : une telle boucle s'appelle une maille. Il assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon, il est plus coûteux que le réseau ramifier mais plus fiable. il est plus convenable pour l'agglomération de type urbaine.

### V-7-3 Réseau étagé :

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une ville en eau potable, il arrive que cette ville présente des différences de niveau importantes. La distribution par le réservoir projeté donne des fortes pressions aux points plus bas de réseau. En effet la bonne solution pour ce problème c'est de créer diverses zones indépendantes les unes des autre en ce qui concerne le niveau de la pression. Pour se faire, on installe soit des vannes de réduction de pression, s'il faut réduire la pression (l'eau provenant d'une zone plus élevée), soit des postes de surpression, s'il faut augmenter la pression (l'eau provenant d'une zone plus basse).

## V-8 Conception d'un réseau :

Pour la conception d'un réseau de distribution, il est nécessaire de tenir compte de certains facteurs :

- L'emplacement des quartiers.
- l'emplacement des consommateurs.
- le relief.

### **V-8-1 Principe du tracé du réseau maillé :**

Le tracé se fait comme suit :

- Tout d'abord, il faut repérer les consommateurs importants (débits concentrés soutirés), pour notre projet on n'a pas de consommateurs importants.
- Repérer les quartiers ayant une densité de population importante.
- Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution à ces consommateurs.
- Suivant ce sens, tracer les conduites principales en parallèle.
- Ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau.
- Pour alimenter l'intérieur des quartiers, ces conduites principales sont reliées entre elles par des conduites secondaires pour former des boucles (mailles).

### **V-8-2 Calcul hydraulique du réseau maillé :**

La détermination des débits dans un réseau maillé s'effectue de la manière suivante :

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau.
- On calcule le débit route.
- On détermine le débit spécifique.
- On détermine les débits aux nœuds.

### **V-8-3 Détermination des débits :**

Le système projeté dans la nouvelle ville de Bouinan est le système de distribution avec un réservoir de tête. Pour la détermination des différents paramètres hydraulique de réseau on va étudier les deux cas : cas de pointe et cas de pointe + incendie.

#### **V-8-3-1 débit spécifique :**

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle la répartition des habitants est uniforme sur la longueur du réseau de distribution.

Le débit spécifique se calcule comme suit :

$$q_{sp} = \frac{Q_r}{\sum L} \text{ (l/s/ml)}$$

$\Sigma L$  : somme des longueurs des tronçons du réseau (m)

$Q_r$  : débit en route total avec  $Q_r = Q_{\max} - \Sigma Q_{\text{conc}}$

$\Sigma Q_{\text{conc}}$  : la Somme de débits concentrés.

### V-8-3-2 débit en route :

Le débit en route pour chaque tronçon est calculé par la formule suivante :

$$Q_r = q_{\text{sp}} * L \quad (\text{l/s})$$

Avec:

$Q_r$  : débit en route total.

$q_{\text{sp}}$  : débit spécifique

L: la longueur du tronçon

### V-8-3-3 débits aux nœuds :

Les débits correspondant en chaque nœud seront calculés par la formule suivante :

$$Q_{n,i} = 0,5 \Sigma Q_{ri-k} + Q_{\text{conc}}$$

Avec :

$Q_{n,i}$  : débit au nœud i

$\Sigma Q_{ri-k}$  : somme des débits route des tronçons reliés au nœud i

$Q_{\text{conc}}$  : débit concentrés au nœud i (pour notre projet on n'a pas du débit concentré :  $Q_{\text{conc}} = 0$ )

## V-9 Calcul des débits

### V-9-1 Cas de pointe :

Le cas de pointe comme le montre le graphe de consommation s'effectué entre 9h et 10h et les calculs sont à l'annexe (II-2).

## V-10 Calcul hydraulique du réseau de distribution :

A partir du réservoir, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisation, dans laquelle les branchements seront réalisés.

En vue de l'alimentation des abonnées, Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre compatible au débit transporter et supporter les déférentes pressions de service.

### **V-10-1 Méthode du calcul :**

La méthode utilisée dans les calculs du réseau de distribution est celle de **HARDY CROSS** effectuée par le logiciel de simulation **EPANET** Version **2.0 français** , il utilise l'algorithme **HARDY CROSS** pour déterminer la valeur et le sens du débit réel circulant dans les conduites.

La méthode de HARDY CROSS est une méthode d'approximations successives qui repose sur deux lois :

#### **V-10-1-1 : loi des nœuds :**

En un nœud quelconque d'une maille, la somme des débits entrants est égale à la somme des débits sortants.

#### **V-10-1-2 loi des mailles :**

Le long d'un parcours orienté et fermé, la somme des pertes de charges doit être nulle

$$\Sigma \Delta H = \Sigma (R Q^n) = 0$$

Où :

n : désigne l'exposant qui tient compte du régime d'écoulement.

R : la résistance de la conduite.

Q : le débit circulant dans la conduite.

#### **V-10-1-3 Principe de la méthode de HARDY-CROSS :**

Après une répartition arbitraire des débits, ainsi que le sens d'écoulement d'une manière à satisfaire la 1<sup>ère</sup> loi (loi des nœuds), nous arrivons à l'obtention d'une répartition finale vérifiant la 2<sup>ème</sup> loi de KIRCHOFF (loi de maille) par approximation successive.

Détermination du débit correctif :

Nous avons :  $Q = Q_0 + \Delta Q$

Avec

Q : Débit réel.

$Q_0$  : Débit arbitraire supposé.

$\Delta Q$  : Débit correctif.

Nous avons :  $\Delta H = RQ^2$

R : Résistance de la conduite.

$$\Delta H = R (Q_0 + \Delta Q)^2$$

$$\sum R (Q_0 + \Delta Q)^2 = \sum R (Q_0^2 + 2Q_0\Delta Q + \Delta Q^2) = 0$$

Avec  $\Delta Q$  négligeable par rapport à  $Q_0$

$$\Delta Q^2 = 0$$

$$\sum R (Q_0^2 + 2Q_0\Delta Q) = 0 \quad \Rightarrow \sum R Q_0^2 = -2\sum R Q_0 \Delta Q \Rightarrow \Delta Q = - \frac{\sum R Q_0^2}{2\sum R Q_0}$$

$$\text{Alors : } \Delta Q = - \frac{\sum \Delta H}{2\sum R Q_0}$$

On détermine les pertes de charges totales (singulière et linéaire) dans chaque tronçon du réseau de la manière suivante.

$$\Delta H_T = \Delta H_S + \Delta H_L$$

Les pertes de charges singulières sont estimées à 15% des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_T = \Delta H_L + 0.15\Delta H_L = 1.15\Delta H_L$$

$\Delta H_S$  : pertes de charge singulière

$\Delta H_L$  : Pertes de charge linéaire

$\Delta H_T$  : Pertes de charge totale.

Les pertes de charges linéaires peuvent être calculées par plusieurs formules et parmi ces formules on utilise celle de DARCY :

$$\Delta H = \frac{8 * \lambda * L * Q^2}{g * \pi^2 * D^5}$$

Avec :  $\lambda$  : Coefficient de frottement linéaire.

L : Longueur de la conduite (m).

Q : Débit véhiculé par la conduite (m<sup>3</sup>/s).

g : accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).

D : Diamètre de la conduite (m).

## **V-11 Equipement du réseau de distribution :**

### **V-11-1 Type de canalisation :**

Le réseau de distribution sera constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD PN10, les diamètres utilisés varient entre 32 mm et 450 mm.

Les conduites prévues sont en PEHD, matériau qui présente un avantage en matière de qualité.

Les conduits sont générateurs de pertes de charges.

Lorsque le conduit est rectiligne il génère des pertes de charges régulières.

Les changements de direction et les organes traverses sont générateurs de pertes de charges singulières.

### **V-11-2 Equipement d'incendie :**

Pour assurer la lutte contre l'incendie il a été prévu sur l'ensemble du projet 05 poteaux d'incendie.

Le réseau a été calculé suivant les normes de lutte contre l'incendie.

La bouche d'incendie doit être implantée suivant les normes de la protection civile, c'est à dire :

Assurer une pression minimale de 1 bar.

Doit être sur une conduite Ø 90mm.mini

Doit couvrir un rayon de 150 mm.

## **CONCLUSION :**

Nous avons déterminé notre diamètre d'adduction gravitaire et par refoulement par une étude techno-économique.

# **Chapitre VI :**

# **Simulation Hydraulique**

## VI-1 Qu'est-ce que EPANET :

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs.

EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

## VI-2 Principe hydraulique régissant les calculs du logiciel :

La loi des nœuds et la loi des mailles constituent la base du calcul hydraulique. La loi des nœuds affirme que le débit entrant dans un nœud est quoiqu'il arrive égal au débit sortant de ce nœud et ce quel que soit le nombre d'entrées et de sorties dans ce nœud. La loi des mailles dites, quant à elle, que la différence de charges  $DH$  (égale à la somme de la pression et de la cote au sol au point considéré) entre deux nœuds est égale à la perte de charge entre ces nœuds (figure ci-dessous).

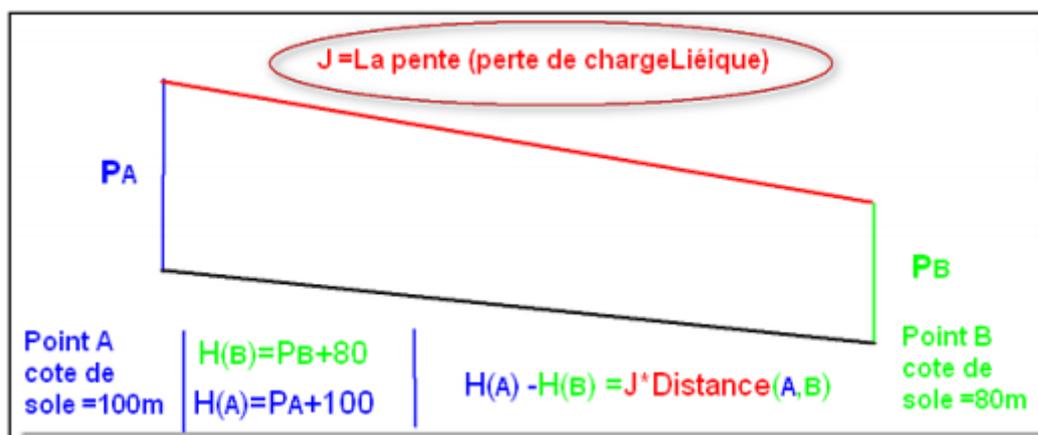


Figure VI-1 : perte de charge entre deux nœuds

Cependant, pour pouvoir obtenir les charges et débits pour chaque nœud et chaque tronçon, il est nécessaire que certains débits et certaines charges soient préalablement connus. Il s'agit des nœuds à charge fixée (réservoirs, bâches) qui imposent la charge de départ et ainsi permet le calcul de la charge à chaque nœud de proche en proche. Il s'agit aussi des nœuds à débit fixé (définition des demandes à chaque nœud) qui permettent de connaître les débits dans les tronçons satisfaisants cette demande. Enfin, l'écoulement se fait du nœud ayant la charge la plus élevée vers le nœud ayant un potentiel de charge moins important. Le calcul des débits et des charges est lié et ne peut se faire indépendamment. Dès lors, il est nécessaire de connaître l'une ou l'autre des données à chaque nœud pour permettre l'aboutissement du calcul.

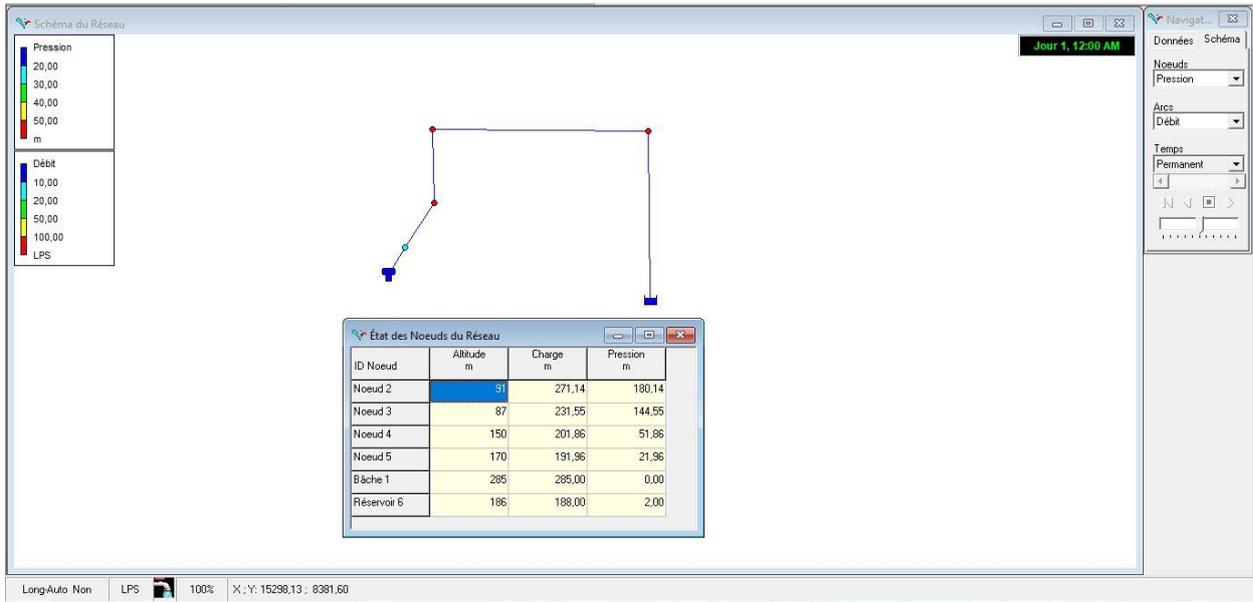


Figure VI-1 : Simulation conduite gravitaire

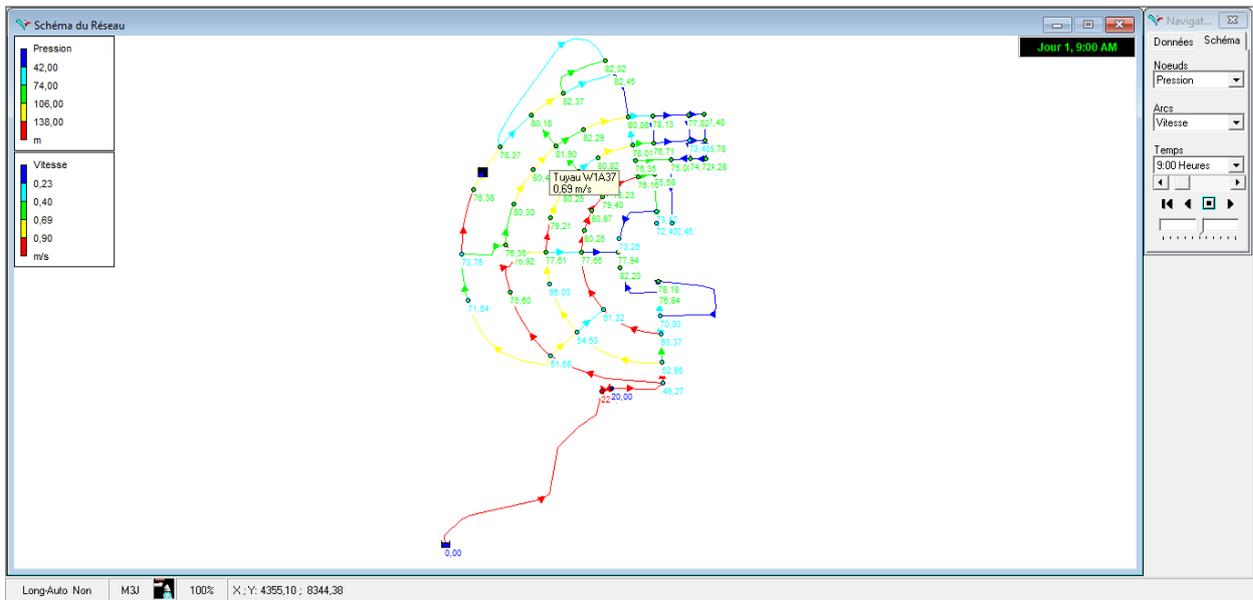


Figure IV-2 : simulation du premier système

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km						
Tuyau W1A04	1033	409,2	12078,17	1,06	2,46	Tuyau W1A35	229	163,6	1191,75	0,66	2,93
Tuyau W1A07	97	130,8	367,55	0,32	0,99	Tuyau W1A36	213	130,8	982,66	0,85	6,10
Tuyau W1A08	128	130,8	339,29	0,29	0,85	Tuyau W1A37	162	130,8	805,27	0,69	4,22
Tuyau W1A09	59	73,6	-28,26	0,08	0,14	Tuyau W1A38	252	90	380,54	0,69	6,50
Tuyau W1A11	69	73,6	-184,23	0,50	4,52	Tuyau W1A39	132	163,6	703,59	0,39	1,10
Tuyau W1A12	196	130,8	-579,22	0,50	2,29	Tuyau W1A40	632	163,6	1468,77	0,81	4,32
Tuyau W1A15	145	90	-83,49	0,15	0,39	Tuyau W1A41	249	163,6	1052,02	0,58	2,33
Tuyau W1A16	338	163,6	1899,12	1,05	6,95	Tuyau W1A42	354	163,6	1638,39	0,90	5,28
Tuyau W1A17	341	163,6	1798,58	0,99	6,28	Tuyau W1A43	267	163,6	1344,63	0,74	3,66
Tuyau W1A18	112	163,6	1997,18	1,10	7,63	Tuyau W1A44	199	163,6	543,50	0,30	0,68
Tuyau W1A19	118	163,6	1888,39	1,04	6,87	Tuyau W1A45	293	163,6	719,64	0,40	1,15
Tuyau W1A20	97	163,6	1786,69	0,98	6,20	Tuyau W1A46	248	163,6	96,57	0,05	0,03
Tuyau W1A21	142	163,6	1965,43	1,08	7,40	Tuyau W1A48	199	130,8	-94,14	0,08	0,08
Tuyau W1A22	91	130,8	714,99	0,62	3,38	Tuyau W1A49	192	163,6	-691,99	0,38	1,07
Tuyau W1A23	495	163,6	1566,60	0,86	4,86	Tuyau W1A50	182	163,6	-1455,07	0,80	4,24
Tuyau W1A25	168	163,6	1333,51	0,73	3,61	Tuyau W1A51	248	163,6	988,93	0,54	2,07
Tuyau W1A26	185	163,6	1752,68	0,97	5,99	Tuyau W1B46	85	90	-125,61	0,23	0,83
Tuyau W1A27	164	163,6	1587,59	0,87	4,98	Tuyau W1B47	190	163,6	-399,19	0,22	0,39
Tuyau W1A28	130	163,6	1448,51	0,80	4,21	Tuyau W1-a01	717	73,6	28,26	0,08	0,14
Tuyau W1A29	198	90	459,56	0,84	9,22	Tuyau W1-a02	295	130,8	139,54	0,12	0,16
Tuyau W1A30	112	90	248,02	0,45	2,94	Tuyau W1-a03	285	130,8	-134,82	0,12	0,15
Tuyau W1A32	410	257,8	4408,22	0,98	3,61	Tuyau W1-a04	189	130,8	858,91	0,74	4,75
Tuyau W1A33	228	257,8	4106,42	0,91	3,16	Tuyau W1-a05	190	130,8	310,53	0,27	0,72
Tuyau W1A34	54	163,6	2431,86	1,34	10,98	Tuyau W1-a17	87	163,6	1099,06	0,61	2,52

Tuyau W1-a18	155	163,6	598,76	0,33	0,82
Tuyau W1-a19	931	73,6	140,29	0,38	2,73
Tuyau W1-a20	94	73,6	-322,69	0,88	12,76
Tuyau W1-a21	342	73,6	183,67	0,50	4,49
Tuyau W1-b12	179	90	288,46	0,52	3,89
Tuyau W1-b14	195	90	117,70	0,21	0,74
Tuyau W1-b15	136	90	125,61	0,23	0,83
Tuyau W1-b16	97	90	89,02	0,16	0,44
Tuyau W1A24	305	163,6	1557,26	0,86	4,81
Tuyau W1A06	151	257,8	2543,87	0,56	1,30
Tuyau W1A05	113	257,8	4469,50	0,99	3,70
Tuyau W1A31	623	327,4	7608,66	1,05	3,09
Tuyau 16	336	409,2	12078,17	1,06	2,46
Tuyau 29	215	130,8	-776,08	0,67	3,94
Tuyau 30	1	130,8	-555,71	0,48	2,12
Tuyau 31	1	130,8	279,97	0,24	0,60
Tuyau 32	245	163,6	-1319,59	0,73	3,54
Tuyau 33	180	130,8	-584,90	0,50	2,33
Tuyau 34	126	163,6	-612,83	0,34	0,86
Tuyau 35	72	163,6	-2066,66	1,14	8,12
Tuyau 36	345	73,6	74,04	0,20	0,84
Tuyau 37	66	73,6	120,37	0,33	2,05
Tuyau 38	138	73,6	78,22	0,21	0,92
Tuyau 39	96,50	73,6	83,04	0,23	1,03
Tuyau 40	83	90	112,88	0,21	0,68
Tuyau 41	85	90	-2,92	0,01	0,00
Tuyau 42	111	90	85,95	0,16	0,41
Tuyau 43	82	163,6	645,97	0,36	0,94
Vanne STAB01	Sans Valeur	300	12078,17	1,98	209,46

Figure VI-3 : simulation des tronçons

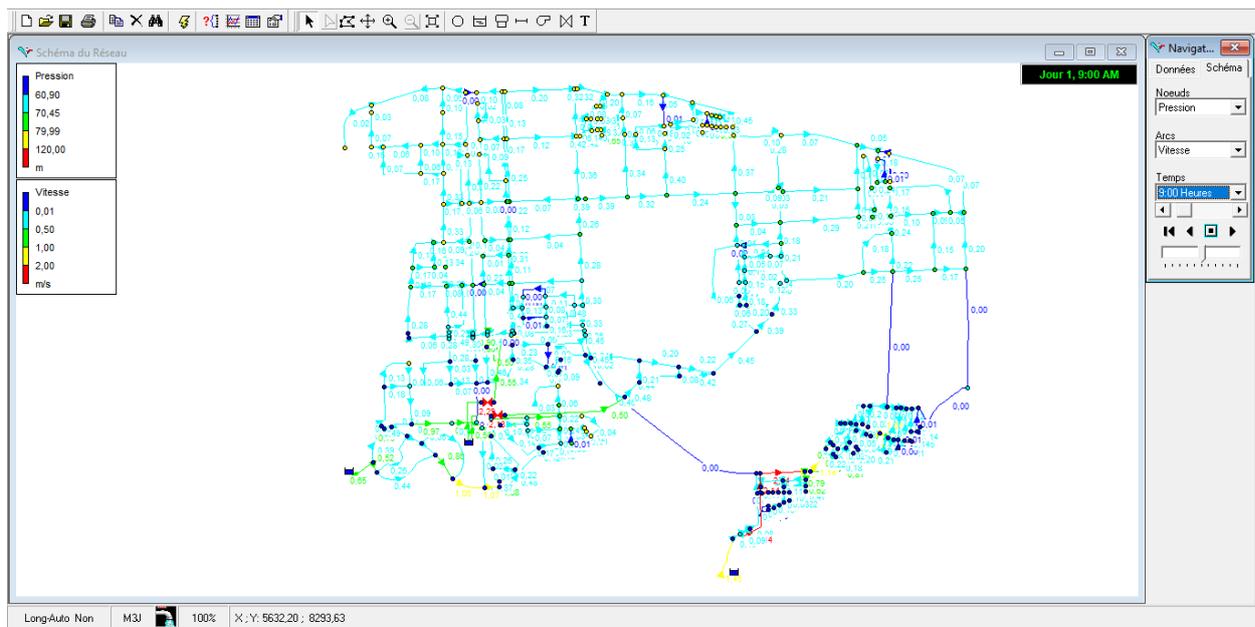


Figure VI-4 : simulation du deuxième système

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Perit.Charge Unit. m/km	Tuyau WTB31	197	90	16,71	0,03	0,02
Tuyau W1A01	233	204,6	1833,35	0,65	2,19	Tuyau WTB32	188	409,2	3280,24	0,29	0,22
Tuyau W1A02	283	204,6	1105,25	0,39	0,86	Tuyau WTB33	310	409,2	642,28	0,06	0,01
Tuyau W1A03	23	90	165,12	0,30	1,38	Tuyau WTB35	80	163,6	-167,83	0,09	0,08
Tuyau W1B01	63	130,8	846,41	0,73	4,62	Tuyau WTB36	122	163,6	-151,16	0,08	0,06
Tuyau W1B04	183	90	491,85	0,89	10,46	Tuyau WTB37	272	130,8	-196,19	0,17	0,31
Tuyau W1B05	304	257,8	0,00	0,00	0,00	Tuyau WTB38	193	90	47,89	0,09	0,14
Tuyau W1B06	172	90	-87,45	0,16	0,43	Tuyau WTB39	56	257,8	-547,16	0,12	0,08
Tuyau W1B09	341	163,6	416,21	0,23	0,42	Tuyau WTB40	142	257,8	-751,69	0,17	0,14
Tuyau W1B10	299	130,8	290,86	0,25	0,64	Tuyau WTB41	172	130,8	208,02	0,18	0,34
Tuyau W1B11	371	163,6	383,34	0,21	0,36	Tuyau WTB42	170	130,8	115,76	0,10	0,12
Tuyau W1B12	87	163,6	362,52	0,20	0,32	Tuyau WTB43	288	130,8	73,52	0,06	0,05
Tuyau W1B13	402	90	69,81	0,13	0,28	Tuyau WTB44	94	90	79,86	0,15	0,36
Tuyau W1B15	172	90	-72,34	0,13	0,30	Tuyau WTB48	180	130,8	68,35	0,06	0,04
Tuyau W1B17	67	257,8	2228,32	0,49	1,02	Tuyau WTB49	569	163,6	143,64	0,08	0,06
Tuyau W1B19	146	257,8	1630,37	0,36	0,57	Tuyau WTB50	456	163,6	36,04	0,02	0,00
Tuyau W1B20	200	257,8	1517,04	0,34	0,50	Tuyau WTC01	142	90	204,36	0,37	2,06
Tuyau W1B22	236	163,6	599,35	0,33	0,82	Tuyau WTC02	124	90	244,87	0,45	2,87
Tuyau W1B23	218	163,6	301,96	0,17	0,23	Tuyau WTC03	136	90	27,34	0,05	0,05
Tuyau W1B25	190	163,6	176,20	0,10	0,08	Tuyau WTC04	232	90	471,82	0,86	9,68
Tuyau W1B26	390	163,6	516,09	0,28	0,62	Tuyau WTC05	262	90	577,60	1,05	14,08
Tuyau W1B27	147	130,8	226,22	0,19	0,40	Tuyau WTC07	74	90	-395,40	0,72	6,98
Tuyau W1B28	328	90	97,79	0,18	0,52	Tuyau WTC08	113	90	383,24	0,70	6,59
Tuyau W1B29	82	90	89,00	0,16	0,44	Tuyau WTC13	216	130,8	314,15	0,27	0,74
Tuyau W1B30	197	90	-37,83	0,07	0,09						

Tuyau W1C14	125	130,8	244,48	0,21	0,48	Tuyau W1C42	188	409,2	-5144,74	0,45	0,51
Tuyau W1C15	299	130,8	224,50	0,19	0,40	Tuyau W1C43	89	163,6	9,02	0,00	0,00
Tuyau W1C16	371	130,8	254,46	0,22	0,50	Tuyau W1C44	197	163,6	-72,77	0,04	0,02
Tuyau W1C17	116	130,8	212,76	0,18	0,36	Tuyau W1C45	183	90	19,97	0,04	0,03
Tuyau W1C18	151	130,8	171,29	0,15	0,24	Tuyau W1C46	89	257,8	-283,44	0,06	0,02
Tuyau W1C19	133	130,8	84,60	0,07	0,07	Tuyau W1C47	197	257,8	82,25	0,02	0,00
Tuyau W1C20	89	130,8	23,60	0,02	0,01	Tuyau W1C48	184	90	-35,99	0,07	0,08
Tuyau W1C21	197	90	-52,39	0,10	0,17	Tuyau W1C49	89	130,8	-1,46	0,00	0,00
Tuyau W1C22	369	130,8	-92,05	0,08	0,08	Tuyau W2A01	410,73	163,6	2624,90	1,45	12,65
Tuyau W1C23	318	130,8	-196,52	0,17	0,31	Tuyau W2A03	460,60	163,6	144,18	0,08	0,06
Tuyau W1C24	164	130,8	-302,51	0,26	0,69	Tuyau W2A04	153,30	163,6	72,09	0,04	0,02
Tuyau W1C25	295	163,6	-398,68	0,22	0,39	Tuyau W2A05	740,81	163,6	0,00	0,00	0,00
Tuyau W1C26	122	163,6	-470,62	0,26	0,52	Tuyau W2A06	376	409,20	5255,30	0,46	0,53
Tuyau W1C27	216	163,6	-570,29	0,31	0,75	Tuyau W2A08	536	409,2	718,28	0,06	0,01
Tuyau W1C28	382	163,6	-751,20	0,41	1,25	Tuyau W2A09	20	409,2	0,00	0,00	0,00
Tuyau W1C29	97	130,8	0,00	0,00	0,00	Tuyau W2A10	198	163,6	501,92	0,28	0,59
Tuyau W1C31	295	90	-185,50	0,34	1,72	Tuyau W2A11	190	163,6	256,55	0,14	0,17
Tuyau W1C33	357	90	66,55	0,12	0,26	Tuyau W2A12	338	163,6	204,34	0,11	0,11
Tuyau W1C34	250	90	19,83	0,04	0,03	Tuyau W2A13	295	130,8	139,95	0,12	0,17
Tuyau W1C36	437	90	265,52	0,48	3,34	Tuyau W2A14	483	130,8	288,32	0,25	0,63
Tuyau W1C37	396	90	90,66	0,16	0,46	Tuyau W2A15	369	130,8	151,92	0,13	0,19
Tuyau W1C39	168	90	-61,36	0,11	0,22	Tuyau W2A16	48	409,20	4076,76	0,36	0,33
Tuyau W1C40	250	90	-303,92	0,55	4,25	Tuyau W2A17	150	409,2	3793,95	0,33	0,29
Tuyau W1C41	275	90	-343,58	0,63	5,38	Tuyau W2A18	190	409,2	3419,17	0,30	0,24
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau W2A19	362	409,2	3179,32	0,28	0,21	Tuyau W2A43	483	90	189,11	0,34	1,78
Tuyau W2A20	270	409,2	2958,88	0,26	0,18	Tuyau W2A44	132	90	117,63	0,21	0,74
Tuyau W2A21	483	163,6	649,91	0,36	0,95	Tuyau W2A45	177	90	39,98	0,07	0,10
Tuyau W2A22	369	90	121,24	0,22	0,78	Tuyau W2A46	362	90	218,12	0,40	2,32
Tuyau W2A23	530	90	39,71	0,07	0,10	Tuyau W2A47	120	90	138,56	0,25	1,00
Tuyau W2A24	531	90	20,30	0,04	0,03	Tuyau W2A48	57	90	84,84	0,15	0,40
Tuyau W2A25	530	257,8	-319,62	0,07	0,03	Tuyau W2A49	235	90	-3,05	0,01	0,00
Tuyau W2A26	375	257,8	1749,56	0,39	0,65	Tuyau W2A50	448	130,8	430,08	0,37	1,32
Tuyau W2A27	307	257,8	1427,02	0,32	0,45	Tuyau W2B01	166	327,4	3463,69	0,48	0,72
Tuyau W2A28	524	257,8	1075,48	0,24	0,26	Tuyau W2B02	314	327,4	3224,12	0,44	0,63
Tuyau W2A29	530	90	67,93	0,12	0,27	Tuyau W2B03	267	327,4	3035,81	0,42	0,56
Tuyau W2A30	196	130,8	492,09	0,42	1,69	Tuyau W2B05	256	130,8	312,51	0,27	0,73
Tuyau W2A31	175	90	188,82	0,34	1,78	Tuyau W2B06	72	130,8	260,52	0,22	0,52
Tuyau W2A32	92	90	180,98	0,33	1,64	Tuyau W2B07	105	130,8	166,26	0,14	0,23
Tuyau W2A33	220	90	83,24	0,15	0,39	Tuyau W2B08	283	130,8	117,82	0,10	0,12
Tuyau W2A34	291	90	57,64	0,10	0,20	Tuyau W2B09	160	163,6	66,75	0,04	0,01
Tuyau W2A35	238	90	-153,27	0,28	1,21	Tuyau W2B10	244	163,6	-49,31	0,03	0,01
Tuyau W2A36	530	90	112,26	0,20	0,68	Tuyau W2B11	177	327,40	2810,88	0,39	0,49
Tuyau W2A37	260	90	174,00	0,32	1,53	Tuyau W2B12	252	327,40	2404,06	0,33	0,37
Tuyau W2A38	112	90	109,88	0,20	0,65	Tuyau W2B13	59	327,40	2175,91	0,30	0,30
Tuyau W2A39	318	90	90,37	0,16	0,45	Tuyau W2B14	205	257,8	1102,76	0,24	0,28
Tuyau W2A40	231	90	27,83	0,05	0,05	Tuyau W2B15	93	257,8	945,87	0,21	0,21
Tuyau W2A41	412	90	-60,20	0,11	0,21	Tuyau W2B16	166	257,8	790,57	0,18	0,15
Tuyau W2A42	61	90	-245,67	0,45	2,89	Tuyau W2B17	251	257,8	115,09	0,03	0,00

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau W2B18	42	257,8	-131,75	0,03	0,01	Tuyau W2C04	213	90	301,85	0,55	4,23
Tuyau W2B19	419	90	152,47	0,28	1,20	Tuyau W2C06	294	90	122,03	0,22	0,79
Tuyau W2B20	52	90	-29,03	0,05	0,06	Tuyau W2C07	135	90	132,33	0,24	0,92
Tuyau W2B21	278	90	-64,06	0,12	0,24	Tuyau W2C08	219	90	83,85	0,15	0,39
Tuyau W2B22	603	257,8	887,42	0,20	0,19	Tuyau W2C09	44	90	91,47	0,17	0,46
Tuyau W2B23	218	204,6	703,15	0,25	0,37	Tuyau W2C10	222	90	1,67	0,00	0,00
Tuyau W2B24	52	130,8	-2,24	0,00	0,00	Tuyau W2C11	329	163,6	460,34	0,25	0,50
Tuyau W2B25	285	90	-21,88	0,04	0,03	Tuyau W2C12	236	163,6	315,84	0,17	0,25
Tuyau W2B26	336	90	24,14	0,04	0,04	Tuyau W2C13	924	90	0,00	0,00	-0,00
Tuyau W2B27	610	163,6	530,15	0,29	0,65	Tuyau W2C14	321	130,8	121,23	0,10	0,13
Tuyau W2B28	103	163,6	385,93	0,21	0,36	Tuyau W2C15	131	130,8	103,58	0,09	0,09
Tuyau W2B29	140	163,6	177,27	0,10	0,09	Tuyau W2C16	105	130,8	-58,97	0,05	0,03
Tuyau W2B30	349	257,8	417,64	0,09	0,05	Tuyau W2C17	434	130,8	231,15	0,20	0,42
Tuyau W2B31	582	90	113,41	0,21	0,69	Tuyau W2C18	863	130,8	85,72	0,07	0,07
Tuyau W2B32	225	130,8	43,31	0,04	0,02	Tuyau W2C19	627	130,8	-76,10	0,07	0,05
Tuyau W2B33	339	90	88,25	0,16	0,43	Tuyau W1-b04	297	73,6	-31,78	0,09	0,17
Tuyau W2B34	384	90	-57,18	0,10	0,19	Tuyau W1-b05	174	73,6	-15,05	0,04	0,04
Tuyau W2B35	596	90	35,81	0,07	0,08	Tuyau W1-b06	195	73,6	65,38	0,18	0,66
Tuyau W2B36	171	130,8	55,58	0,05	0,03	Tuyau W1-b08	422	90	108,59	0,20	0,64
Tuyau W2B37	83	130,8	-9,93	0,01	0,00	Tuyau W1-b09	165	73,6	63,57	0,17	0,63
Tuyau W2C01	374	130,8	2480,72	2,14	33,88	Tuyau W1-b10	85	73,6	16,49	0,04	0,05
Tuyau W2C02	41	130,8	1565,84	1,35	14,45	Tuyau W1-b11	189	73,6	47,08	0,13	0,36
Tuyau W2C03	645	130,8	937,88	0,81	5,59	Tuyau W1-b17	489	130,8	-83,80	0,07	0,06
Tuyau W2C04	213	90	301,85	0,55	4,23	Tuyau W1-b18	172	130,8	-196,48	0,17	0,31
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau W1-b17	489	130,8	-83,80	0,07	0,06	Tuyau W1-c20	148	73,6	-20,86	0,06	0,08
Tuyau W1-b18	172	130,8	-196,48	0,17	0,31	Tuyau W1-c21	43	73,6	112,36	0,31	1,81
Tuyau W1-b19	212	90	-35,22	0,06	0,08	Tuyau W1-c22	32	73,6	42,86	0,12	0,30
Tuyau W1-b20	472	90	-71,10	0,13	0,29	Tuyau W1-c24	250	73,6	26,45	0,07	0,12
Tuyau W1-b21	274	90	40,20	0,07	0,10	Tuyau W1-c25	87	73,6	35,87	0,10	0,22
Tuyau W1-b22	50	90	-15,67	0,03	0,02	Tuyau W1-c26	103	73,6	-10,43	0,03	0,02
Tuyau W1-c01	88	130,8	609,12	0,52	2,51	Tuyau W1-c27	115	73,6	-15,12	0,04	0,04
Tuyau W1-c02	529	130,8	512,96	0,44	1,83	Tuyau W1-c28	99	73,6	-89,40	0,24	1,18
Tuyau W1-c03	446	73,6	96,16	0,26	1,36	Tuyau W1-c29	112	73,6	2,35	0,01	0,00
Tuyau W1-c04	635	73,6	161,65	0,44	3,55	Tuyau W1-c31	180	73,6	-2,42	0,01	0,00
Tuyau W1-c05	42	73,6	324,24	0,88	12,88	Tuyau W1-c32	86	73,6	81,07	0,22	0,99
Tuyau W1-c06	143	73,6	140,17	0,38	2,72	Tuyau W1-c33	144	73,6	21,30	0,06	0,08
Tuyau W1-c07	152	73,6	135,43	0,37	2,56	Tuyau W1-c35	29	73,6	57,80	0,16	0,53
Tuyau W1-c08	170	73,6	-5,29	0,01	0,01	Tuyau W1-c36	85	73,6	33,04	0,09	0,19
Tuyau W1-c09	258	73,6	96,81	0,26	1,37	Tuyau W1-c37	311	73,6	9,16	0,02	0,02
Tuyau W1-c10	356	73,6	81,50	0,22	1,00	Tuyau W1-c39	479	73,6	11,13	0,03	0,02
Tuyau W1-c11	120	73,6	129,66	0,35	2,36	Tuyau W1-c40	296	73,6	183,94	0,50	4,51
Tuyau W1-c12	204	73,6	57,39	0,16	0,52	Tuyau W1-c41	271	73,6	104,03	0,28	1,57
Tuyau W1-c13	420	73,6	23,63	0,06	0,10	Tuyau W1-c42	104	73,6	57,80	0,16	0,53
Tuyau W1-c14	46	73,6	155,03	0,42	3,28	Tuyau W1-c43	145	73,6	24,76	0,07	0,11
Tuyau W1-c15	171	73,6	50,13	0,14	0,41	Tuyau W1-c44	197	90	-7,75	0,01	0,00
Tuyau W1-c16	48	73,6	-24,96	0,07	0,11	Tuyau W1-c45	404	73,6	-32,15	0,09	0,18
Tuyau W1-c18	167	73,6	63,67	0,17	0,63	Tuyau W1-c46	265	73,6	12,85	0,03	0,03
Tuyau W1-c19	87	73,6	30,14	0,08	0,16	Tuyau W2-a01	68	73,6	157,06	0,43	3,36

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau W2-a26	96	73,6	10,00	0,03	0,02	Tuyau W2-a26	96	73,6	10,00	0,03	0,02
Tuyau W2-a27	87	73,6	29,45	0,08	0,15	Tuyau W2-a27	87	73,6	29,45	0,08	0,15
Tuyau W2-a28	28	73,6	146,97	0,40	2,97	Tuyau W2-a28	28	73,6	146,97	0,40	2,97
Tuyau W2-a29	48	73,6	50,50	0,14	0,41	Tuyau W2-a29	48	73,6	50,50	0,14	0,41
Tuyau W2-a30	150	73,6	21,05	0,06	0,08	Tuyau W2-a30	150	73,6	21,05	0,06	0,08
Tuyau W2-a31	130	73,6	9,39	0,03	0,02	Tuyau W2-a31	130	73,6	9,39	0,03	0,02
Tuyau W2-a32	28	73,6	-29,26	0,08	0,15	Tuyau W2-a32	28	73,6	-29,26	0,08	0,15
Tuyau W2-a33	340	73,6	-23,68	0,06	0,10	Tuyau W2-a33	340	73,6	-23,68	0,06	0,10
Tuyau W2-a34	276	73,6	49,33	0,13	0,39	Tuyau W2-a34	276	73,6	49,33	0,13	0,39
Tuyau W2-a35	49	73,6	65,14	0,18	0,66	Tuyau W2-a35	49	73,6	65,14	0,18	0,66
Tuyau W2-a36	178	73,6	9,08	0,02	0,02	Tuyau W2-a36	178	73,6	9,08	0,02	0,02
Tuyau W2-a37	133	73,6	-32,15	0,09	0,18	Tuyau W2-a37	133	73,6	-32,15	0,09	0,18
Tuyau W2-a38	259	73,6	7,41	0,02	0,01	Tuyau W2-a38	259	73,6	7,41	0,02	0,01
Tuyau W2-a39	48	73,6	155,04	0,42	3,28	Tuyau W2-a39	48	73,6	155,04	0,42	3,28
Tuyau W2-a40	38	73,6	70,93	0,19	0,77	Tuyau W2-a40	38	73,6	70,93	0,19	0,77
Tuyau W2-a41	34	73,6	19,41	0,05	0,07	Tuyau W2-a41	34	73,6	19,41	0,05	0,07
Tuyau W2-a42	34	73,6	-16,20	0,04	0,05	Tuyau W2-a42	34	73,6	-16,20	0,04	0,05
Tuyau W2-a43	34	73,6	-47,55	0,13	0,37	Tuyau W2-a43	34	73,6	-47,55	0,13	0,37
Tuyau W2-a44	44	73,6	-85,51	0,23	1,09	Tuyau W2-a44	44	73,6	-85,51	0,23	1,09
Tuyau W2-a45	52	73,6	-185,47	0,50	4,58	Tuyau W2-a45	52	73,6	-185,47	0,50	4,58
Tuyau W2-a46	138	73,6	35,47	0,10	0,21	Tuyau W2-a46	138	73,6	35,47	0,10	0,21
Tuyau W2-a47	35	73,6	-10,30	0,03	0,02	Tuyau W2-a47	35	73,6	-10,30	0,03	0,02
Tuyau W2-a48	35	73,6	-23,34	0,06	0,10	Tuyau W2-a48	35	73,6	-23,34	0,06	0,10
Tuyau W2-a49	35	73,6	-40,63	0,11	0,28	Tuyau W2-a49	35	73,6	-40,63	0,11	0,28
Tuyau W2-a50	109	73,6	-51,32	0,14	0,42	Tuyau W2-b20	278	73,6	-6,17	0,02	0,01
Tuyau W2-a51	94	73,6	2,87	0,01	0,00	Tuyau W2-b21	64	73,6	-9,36	0,03	0,02
Tuyau W2-a52	88	73,6	-13,04	0,04	0,03	Tuyau W2-b22	179	73,6	-20,26	0,06	0,08
Tuyau W2-a53	83	73,6	-17,29	0,05	0,06	Tuyau W2-b23	67	73,6	-65,50	0,18	0,67
Tuyau W2-a54	78	73,6	-10,69	0,03	0,02	Tuyau W2-b24	59	73,6	-37,75	0,10	0,24
Tuyau W2-b01	370	73,6	-6,73	0,02	0,01	Tuyau W2-b25	37	73,6	-89,80	0,24	1,19
Tuyau W2-b02	313	130,8	232,84	0,20	0,42	Tuyau W2-b26	212	73,6	3,40	0,01	0,00
Tuyau W2-b03	271	130,8	260,67	0,22	0,52	Tuyau W2-c01	32	130,8	0,00	0,00	0,00
Tuyau W2-b04	167	130,8	239,57	0,21	0,45	Tuyau W2-c02	50	130,8	-44,83	0,04	0,02
Tuyau W2-b05	67	73,6	27,83	0,08	0,14	Tuyau W2-c03	40	130,8	-90,85	0,08	0,07
Tuyau W2-b06	51	73,6	-21,86	0,06	0,09	Tuyau W2-c04	41	130,8	-196,62	0,17	0,31
Tuyau W2-b07	225	130,8	-233,73	0,20	0,43	Tuyau W2-c05	39	130,8	-277,76	0,24	0,59
Tuyau W2-b08	177	130,8	211,87	0,18	0,36	Tuyau W2-c06	42	130,8	-322,90	0,28	0,78
Tuyau W2-b09	88	130,8	178,43	0,15	0,26	Tuyau W2-c07	130	130,8	-386,76	0,33	1,08
Tuyau W2-b10	102	130,8	111,80	0,10	0,11	Tuyau W2-c08	44	130,8	-539,97	0,47	2,01
Tuyau W2-b11	92	130,8	57,81	0,05	0,03	Tuyau W2-c09	44	130,8	-714,17	0,62	3,38
Tuyau W2-b12	292	73,6	-7,22	0,02	0,01	Tuyau W2-c11	104	73,6	46,02	0,13	0,35
Tuyau W2-b13	197	73,6	-19,85	0,05	0,07	Tuyau W2-c12	30	73,6	-1,80	0,00	0,00
Tuyau W2-b14	88	73,6	-27,07	0,07	0,13	Tuyau W2-c13	143	73,6	-0,78	0,00	0,00
Tuyau W2-b15	752	73,6	20,42	0,06	0,08	Tuyau W2-c14	44	73,6	-51,18	0,14	0,42
Tuyau W2-b16	462	73,6	66,17	0,18	0,68	Tuyau W2-c15	45	73,6	-67,85	0,18	0,71
Tuyau W2-b17	59	73,6	120,36	0,33	2,05	Tuyau W2-c16	44	73,6	-60,55	0,16	0,58
Tuyau W2-b18	169	73,6	45,45	0,12	0,34	Tuyau W2-c17	44	73,6	-69,38	0,19	0,74
Tuyau W2-b19	486	73,6	26,26	0,07	0,12	Tuyau W2-c18	147	73,6	-79,37	0,22	0,95

Tuyau W2-c19	116	73,6	31,92	0,09	0,18	Tuyau W2-c44	140	73,6	17,38	0,05	0,06
Tuyau W2-c20	98	73,6	7,30	0,02	0,01	Tuyau W2-c45	30	73,6	150,52	0,41	3,11
Tuyau W2-c21	80	73,6	-8,83	0,02	0,02	Tuyau W2-c46	44	73,6	79,16	0,22	0,95
Tuyau W2-c22	63	73,6	-9,99	0,03	0,02	Tuyau W2-c47	58	73,6	44,32	0,12	0,32
Tuyau W2-c23	44	73,6	-29,02	0,08	0,15	Tuyau W2-c48	196	73,6	71,36	0,19	0,78
Tuyau W2-c24	214	73,6	-38,87	0,11	0,25	Tuyau W2-c49	224	73,6	74,83	0,20	0,85
Tuyau W2-c25	172	73,6	-126,86	0,35	2,26	Tuyau W2-c50	107	73,6	80,84	0,22	0,98
Tuyau W2-c26	170	73,6	-38,75	0,11	0,25	Tuyau W2-c51	50	73,6	73,23	0,20	0,82
Tuyau W2-c27	172	73,6	-100,35	0,27	1,47	Tuyau W2-c52	107	73,6	16,35	0,04	0,05
Tuyau W2-c28	44	73,6	-36,09	0,10	0,22	Tuyau W2-c53	51	73,6	11,03	0,03	0,02
Tuyau W2-c29	44	73,6	-39,35	0,11	0,26	Tuyau W2-c54	72	73,6	7,61	0,02	0,01
Tuyau W2-c30	216	90	627,95	1,14	16,44	Tuyau W2-c55	53	73,6	8,24	0,02	0,01
Tuyau W2-c31	58	73,6	288,76	0,79	10,39	Tuyau W2-c56	30	73,6	-6,06	0,02	0,01
Tuyau W2-c32	177	73,6	89,60	0,24	1,19	Tuyau W2-c57	132	73,6	14,30	0,04	0,04
Tuyau W2-c34	30	73,6	89,60	0,24	1,19	Tuyau W2-c58	87	73,6	5,32	0,01	0,01
Tuyau W2-c35	44	73,6	112,31	0,31	1,81	Tuyau W2-c59	35	73,6	19,62	0,05	0,07
Tuyau W2-c36	44	73,6	138,50	0,38	2,66	Tuyau W2-c60	194	73,6	27,35	0,07	0,13
Tuyau W2-c37	48	73,6	57,32	0,16	0,52	Tuyau W2-c61	44	73,6	-16,88	0,05	0,05
Tuyau W2-c38	47	73,6	4,26	0,01	0,00	Tuyau W2-c62	136	73,6	-72,91	0,20	0,81
Tuyau W2-c39	101	73,6	-37,01	0,10	0,23	Tuyau W2-c63	147	73,6	4,41	0,01	0,00
Tuyau W2-c40	70	73,6	286,93	0,78	10,27	Tuyau W2-c64	164	73,6	-7,38	0,02	0,01
Tuyau W2-c41	35	73,6	193,97	0,53	4,97	Tuyau W2-c65	71	90	567,56	1,03	13,63
Tuyau W2-c42	164	73,6	64,48	0,18	0,65	Tuyau W2-c66	44	90	324,35	0,59	4,84
Tuyau W2-c43	51	73,6	72,09	0,20	0,80	Tuyau W2-c67	36	90	245,68	0,45	2,89
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit M3J	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km						
Tuyau W2-c68	44	90	183,25	0,33	1,68	Tuyau W2-c92	462	73,6	56,20	0,15	0,50
Tuyau W2-c69	45	90	111,34	0,20	0,67	Tuyau W1B03	314	90	531,52	0,97	12,07
Tuyau W2-c70	13	90	4,95	0,01	0,00	Tuyau W1-b02	332	73,6	47,48	0,13	0,37
Tuyau W2-c71	84	90	80,48	0,15	0,37	Tuyau W1C10	269	90	-253,97	0,46	3,07
Tuyau W2-c72	42	90	77,69	0,14	0,34	Tuyau W1C32	272	90	124,84	0,23	0,83
Tuyau W2-c73	514	90	0,00	0,00	0,00	Tuyau W1C30	108	90	193,31	0,35	1,85
Tuyau W2-c74	71	73,6	156,85	0,43	3,36	Tuyau W1C11	107	90	-493,78	0,90	10,53
Tuyau W2-c75	34	73,6	176,22	0,48	4,16	Tuyau W1B21	287	257,8	1500,67	0,33	0,49
Tuyau W2-c76	44	73,6	119,64	0,33	2,03	Tuyau W1B02	167	130,8	564,59	0,49	2,18
Tuyau W2-c77	44	73,6	87,03	0,24	1,13	Tuyau W1B16	202	90	-152,69	0,28	1,20
Tuyau W2-c78	45	73,6	43,05	0,12	0,31	Tuyau W1B18	317	257,8	1986,31	0,44	0,82
Tuyau W2-c79	185	73,6	-2,72	0,01	0,00	Tuyau W1C06	459	90	-12,16	0,02	0,01
Tuyau W2-c80	145	73,6	103,11	0,28	1,54	Tuyau W1C35	116	90	589,76	1,07	14,64
Tuyau W2-c81	103	73,6	77,26	0,21	0,90	Tuyau W1C12	387	130,8	380,07	0,33	1,05
Tuyau W2-c82	120	73,6	75,53	0,21	0,87	Tuyau W1B24	253	163,6	264,50	0,15	0,18
Tuyau W2-c83	116	73,6	-22,79	0,06	0,09	Tuyau W1B08	387	130,8	369,08	0,32	0,99
Tuyau W2-c84	62	73,6	1,73	0,00	0,00	Tuyau W1B07	205	90	-163,65	0,30	1,36
Tuyau W2-c85	241	73,6	68,01	0,19	0,71	Tuyau W2A07	219	409,20	5065,51	0,45	0,49
Tuyau W2-c86	248	73,6	-7,93	0,02	0,01	Tuyau W2B04	462	327,40	3296,47	0,45	0,66
Tuyau W2-c87	248	73,6	16,03	0,04	0,05	Tuyau W2C05	1049	90	0,00	0,00	0,00
Tuyau W2-c88	75	73,6	50,52	0,14	0,41	Tuyau W1-b01	320	90	165,12	0,30	1,39
Tuyau W2-c89	174	73,6	4,66	0,01	0,01	Tuyau W1-b03	618	73,6	-21,36	0,06	0,08
Tuyau W2-c90	51	73,6	-2,79	0,01	0,00	Tuyau W1C38	287	90	-21,70	0,04	0,03
Tuyau W2-c91	166	73,6	-2,88	0,01	0,00	Tuyau W2-c10	65	130,8	-914,88	0,79	5,34

Tuyau W1C32	272	90	124,84	0,23	0,83	Tuyau 8	450	409,20	6215,05	0,55	0,72
Tuyau W1C30	108	90	193,31	0,35	1,85	Tuyau 9	606	409,20	6215,05	0,55	0,72
Tuyau W1C11	107	90	-493,78	0,90	10,53	Tuyau 18	53,45	130,8	0,00	0,00	0,00
Tuyau W1B21	287	257,8	1500,67	0,33	0,49	Tuyau 1	1	90	-751,20	1,37	22,90
Tuyau W1B02	167	130,8	564,59	0,49	2,18	Tuyau 10	1	130,80	0,00	0,00	0,00
Tuyau W1B16	202	90	-152,69	0,28	1,20	Tuyau 11	1	130,8	380,07	0,33	1,04
Tuyau W1B18	317	257,8	1986,31	0,44	0,82	Tuyau 12	1	90	-493,78	0,90	10,53
Tuyau W1C06	459	90	-12,16	0,02	0,01	Tuyau 19	1	130,8	-369,08	0,32	0,99
Tuyau W1C35	116	90	589,76	1,07	14,64	Tuyau 20	1	90	163,65	0,30	1,36
Tuyau W1C12	387	130,8	380,07	0,33	1,05	Tuyau 21	1	257,80	2228,32	0,49	1,02
Tuyau W1B24	253	163,6	264,50	0,15	0,18	Tuyau 22	1	90	152,69	0,28	1,19
Tuyau W1B08	387	130,8	369,08	0,32	0,99	Tuyau 23	1	163,6	-516,09	0,28	0,63
Tuyau W1B07	205	90	-163,65	0,30	1,36	Tuyau 24	1	90	174,00	0,32	1,53
Tuyau W2A07	219	409,20	5065,51	0,45	0,49	Tuyau 25	1	130,8	492,09	0,42	1,69
Tuyau W2B04	462	327,40	3296,47	0,45	0,66	Tuyau 26	1	257,8	-1749,56	0,39	0,65
Tuyau W2C05	1049	90	0,00	0,00	0,00	Tuyau 27	1	409,20	5065,51	0,45	0,48
Tuyau W1-b01	320	90	165,12	0,30	1,39	Tuyau 13	1033	515,6	9030,92	0,50	0,47
Tuyau W1-b03	618	73,6	-21,36	0,06	0,08	Tuyau 14	450	515,6	9030,92	0,50	0,47
Tuyau W1C38	287	90	-21,70	0,04	0,03						
Tuyau W2-c10	65	130,8	-914,88	0,79	5,34						
Tuyau 2	66,66	409,2	-4041,93	0,36	0,32						
Tuyau 4	10	515,6	2624,90	0,15	0,05						
Tuyau 6	153,30	130,8	2480,72	2,14	33,88						
Tuyau 7	460,60	130,8	2480,72	2,14	33,88						

Figure V-5 : simulation des tronçons

### VI-3 Interprétation des Résultats :

La simulation du réseau à travers le logiciel EPANET nous a permis de déterminer les différents diamètres susceptibles d'assurer un bon fonctionnement du réseau à l'heure de pointe, du chauffe bain et du dernier niveau considéré il faut que pression soit supérieure à 1 bar .

Pour les vitesses, nous avons obtenu des valeurs qui se situent entre la marge de 0,3 à 1,5 m/s pour le premier système et un peu des vitesses faibles pour le deuxième système.

$V < 1,5$  m/s pour éviter le bruit et les dégradations des conduites.

$V > 0,3$  m/s pour éviter les dépôts.

# Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, et de mettre fin à la souffrance en manque d'eau, nous avons fait l'optimisation de fonctionnement du réseau en potable de la ville nouvelle de Bouinan.

Après avoir estimé besoins futurs en eau, nous avons constaté que les besoins à long terme sont de  $13867.95 \text{ m}^3 / \text{j}$  pour le premier système et de  $38108,22 \text{ m}^3/\text{j}$  pour le deuxième système.

Cette étude menée sur le réseau d'alimentation en eau potable existant de la ville nouvelle de Bouinan à l'horizon 2050, nous a permis de faire les constatations suivant :

- manque de production en eau pour le deuxième système d'adduction, pour l'horizon futur.
- la capacité de stockage est insuffisante pour satisfaire les besoins de la ville nouvelle de Bouinan.

Nous avons également effectué une optimisation du réseau dans laquelle nous avons projeté un réservoir dont sa capacité est de  $3000 \text{ m}^3$  pour le secteur B et  $2000 \text{ m}^3$  pour le secteur A

Concernant le dimensionnement des conduites d'adduction, nous avons porté notre choix sur les diamètres les plus économiques avec des vitesses acceptables. En ce qui concerne les matériaux des conduites, nous avons opté pour le Poly Ethylène Hautes Densités (PEHD), pour les avantages qu'il présente, en les comparant aux autres matériaux

Le choix des pompes adéquates au refoulement a été réalisé à l'aide d'un catalogue, à titre indicatif, tout en assurant qu'il n'y a pas de risque de cavitation.

Une vérification du risque d'apparition du phénomène de coup de bélier a été faite, afin de protéger le réseau d'adduction contre ce dernier, ne sont pas soumises au risque d'apparition de ce phénomène, ce qui ne nécessite pas une protection anti-bélier.

Par la suite, à l'aide du logiciel Epanet, nous avons modélisé puis simulé le comportement hydraulique du réseau de distribution et n'avons trouvé aucun changement sur les tronçons du réseau de distribution hydraulique.

Nous souhaitons avoir répondu à l'objectif fixé au départ qui est d'apporter une solution concernant les anomalies du réseau d'AEP de la ville nouvelle de Bouinan.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1] **DRE Blida (2021)** , Direction des Ressources en Eau de la wilaya de Blida

[2] **ANRH Blida (2021)**, Directions Régionales Centre **Blida** : **Blida** - Algérie. [www.anrh.dz](http://www.anrh.dz).

[3] **ANDRE, C. ; GEORGE, D. (1980)**, Distribution d'eau dans les agglomérations.  
*Edition Eyrolles*,. 287 pages.

[4] **Dupont, A. , (1979)** ,« Hydraulique Urbaine » Tome II : Ouvrage de transport-Élévation et distribution des eaux, *Edition Eyrolles*, 484 pages.

[5] **Bonin, J. , (1977)** , « Hydraulique urbaine », Collection de la direction des études et recherche d'électricité de France, *Edition Eyrolles*, 216 pages.

[6] **Amara. L, (2010)** , Etude numérique du phénomène transitoire du coup de bélier par la méthode des caractéristique – Application à des cas pratique-, *Projet de Fin d'Etude, Ingéniorat*, Université A-Mira Bejaia, 214 pages

[7] **Bourrier.R, Selmi.B., (2011)**, Techniques de la gestion et de la distribution de l'eau,  
*Edition le moniteur, Paris*, 829 pages

[8] **Lencastre, A., (2005)**, Hydraulique générale, *Edition Eyrolles*, Paris, 633 pages.

# ABAQUE

DE M. VIBERT

POUR LE CALCUL SIMPLIFIÉ  
DES RÉSERVOIRS D'AIR

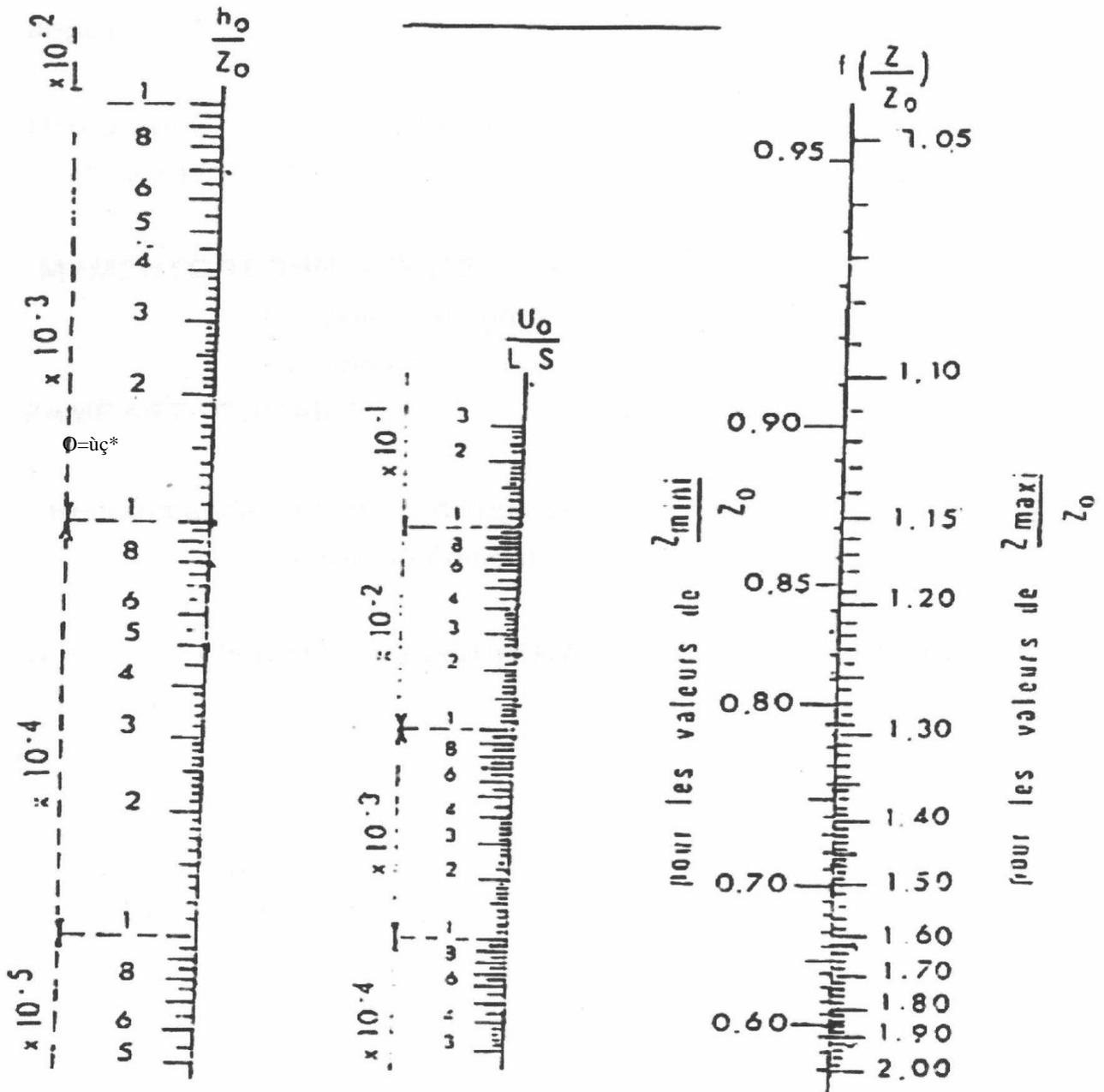


PLANCHE XXVII

Annexe I : calcul du volume des réservoirs d'air méthode de (VIBERT)

noeud	tuyoux	longeur	dn	qs	Qr	Qn
1	Stab 1		200	0,0073		
25	16	336	500	0,0073	2,4528	2,4528
1A05	W1A05	113	257,8	0,0073	0,8249	5,3728
	W1A31	623	327,4	0,0073	4,5479	
1A06	W1A05	113	257,8	0,0073	0,8249	5,5407
	W1A23	495	163,6	0,0073	3,6135	
	W1A06	151	257,8	0,0073	1,1023	
1A07	W1A06	151	257,8	0,0073	1,1023	4,2778
	W1A16	338	163,6	0,0073	2,4674	
	W1A07	97	130,8	0,0073	0,7081	
1A08	W1A07	97	130,8	0,0073	0,7081	6,8766
	W1-a01	717	73,6	0,0073	5,2341	
	W1A08	128	130,8	0,0073	0,9344	
1A09	W1A08	128	130,8	0,0073	0,9344	3,5186
	W1-a02	295	130,8	0,0073	2,1535	
	W1A09	59	73,6	0,0073	0,4307	
1A10	W1A09	59	73,6	0,0073	0,4307	5,6648
	W1-a01	717	73,6	0,0073	5,2341	
1A12	W1A11	69	73,6	0,0073	0,5037	4,015
	W1-a03	285	130,8	0,0073	2,0805	
	W1A12	196	130,8	0,0073	1,4308	
1A13	W1A12	196	130,8	0,0073	1,4308	2,0951
	W1A22	91	135	0,0073	0,6643	
1A15	W1-b14	195	90	0,0073	1,4235	3,2996
	W1A30	112	90	0,0073	0,8176	
	W1A15	145	90	0,0073	1,0585	
1A16	W1A15	145	90	0,0073	1,0585	3,4091
	W1B47	190	163,6	0,0073	1,387	
	W1A39	132	163,6	0,0073	0,9636	
1A17	W1A48	199	130,8	0,0073	1,4527	1,4527
1A18	W1A16	338	163,6	0,0073	2,4674	6,3437
	W1-a05	190	130,8	0,0073	1,387	
	W1A17	341	163,6	0,0073	2,4893	
1A19	W1A17	341	163,6	0,0073	2,4893	6,1612
	W1A48	199	130,8	0,0073	1,4527	
	W1A49	192	163,6	0,0073	1,4016	
	W1A18	112	163,6	0,0073	0,8176	
1A20	W1A18	112	163,6	0,0073	0,8176	1,679
	W1A19	118	163,6	0,0073	0,8614	
1A21	W1A19	118	163,6	0,0073	0,8614	1,5695

	W1A20	97	163,6	0,0073	0,7081	
1A22	35	72	163,6	0,0073	0,5256	1,5622
	W1A21	142	163,6	0,0073	1,0366	
1A23	W1A21	142	163,6	0,0073	1,0366	2,336
	W1A22	91	130,8	0,0073	0,6643	
	W1-a17	87	163,6	0,0073	0,6351	
1A24	W1-a05	190	130,8	0,0073	1,387	8,6067
	W1A23	495	163,6	0,0073	3,6135	
	W1-a04	189	130,8	0,0073	1,3797	
	W1A24	305	163,6	0,0073	2,2265	
1A25	W1A24	305	163,6	0,0073	2,2265	3,4529
	W1A25	168	163,6	0,0073	1,2264	
1A26	W1A25	168	163,6	0,0073	1,2264	5,3071
	W1A49	192	163,6	0,0073	1,4016	
	W1A50	182	163,6	0,0073	1,3286	
	W1A26	185	163,6	0,0073	1,3505	
1A27	W1A26	185	163,6	0,0073	1,3505	2,5477
	W1A27	164	163,6	0,0073	1,1972	
1A28	W1A27	164	163,6	0,0073	1,1972	2,1462
	W1A28	130	163,6	0,0073	0,949	
1A29	34	126	163,6	0,0073	0,9198	2,3652
	W1A29	198	90	0,0073	1,4454	
1A30	W1A29	198	90	0,0073	1,4454	3,9931
	43	82	163,6	0,0073	0,5986	
	W1A30	112	90	0,0073	0,8176	
	W1-a18	155	163,6	0,0073	1,1315	
1A31	W1A31	623	327,4	0,0073	4,5479	13,4685
	W1-a04	189	130,8	0,0073	1,3797	
	W1A40	623	163,6	0,0073	4,5479	
	W1A32	410	257,8	0,0073	2,993	
1A32	W1A32	410	257,8	0,0073	2,993	4,6574
	W1A33	228	257,8	0,0073	1,6644	
1A33	W1A33	228	257,8	0,0073	1,6644	3,3872
	W1A50	182	163,6	0,0073	1,3286	
	W1A34	54	163,6	0,0073	0,3942	
1A34	W1A34	54	163,6	0,0073	0,3942	3,8763
	W1A51	248	163,6	0,0073	1,8104	
	W1A35	229	163,6	0,0073	1,6717	
1A35	W1A35	229	163,6	0,0073	1,6717	3,2266
	W1A36	213	130,8	0,0073	1,5549	
1A36	W1A36	213	130,8	0,0073	1,5549	2,7375

	W1A37	162	130,8	0,0073	1,1826	
1A37	33	180	130,8	0,0073	1,314	3,1536
	W1A38	252	90	0,0073	1,8396	
1A38	W1A38	252	90	0,0073	1,8396	5,7451
	W1-a18	155	163,6	0,0073	1,1315	
	W1A39	132	163,6	0,0073	0,9636	
	W1A46	248	163,6	0,0073	1,8104	
1A39	W1A40	632	163,6	0,0073	4,6136	6,4313
	W1A41	249	163,6	0,0073	1,8177	
1A40	W1A41	249	163,6	0,0073	1,8177	6,2123
	W1A51	248	163,6	0,0073	1,8104	
	W1A42	354	163,6	0,0073	2,5842	
1A41	W1A42	354	163,6	0,0073	2,5842	7,1175
	W1A43	267	163,6	0,0073	1,9491	
	5	354	130,8	0,0073	2,5842	
1A42	W1A43	199	163,6	0,0073	1,4527	10,0375
	W1A44	931	73,6	0,0073	6,7963	
	W1-a19	245	163,6	0,0073	1,7885	
1A43	32	342	73,6	0,0073	2,4966	6,7744
	W1-a21	293	163,6	0,0073	2,1389	
	W1A45	293	163,6	0,0073	2,1389	
1A44	W1A45	94	73,6	0,0073	0,6862	3,4894
	W1-a20	248	163,6	0,0073	1,8104	
	W1A46	136	90	0,0073	0,9928	
1B35	W1-b15	85	90	0,0073	0,6205	1,241
	W1B46	85	90	0,0073	0,6205	
1B36	W1B46	190	163,6	0,0073	1,387	9,1907
	W1B47	138	73,6	0,0073	1,0074	
	38	931	73,6	0,0073	6,7963	
1-a01	W1-a19	94	73,6	0,0073	0,6862	3,8033
	W1-a20	342	73,6	0,0073	2,4966	
	W1-a21	85	90	0,0073	0,6205	
1-b05	41	97	90	0,0073	0,7081	1,4162
	W1-b16	97	90	0,0073	0,7081	
1-b06	W1-b16	136	90	0,0073	0,9928	3,0514
	W1-b15	83	90	0,0073	0,6059	
	40	199	163,6	0,0073	1,4527	

Nœud	Tuyaux	Longueur m	Dn mm	Qs l/s/ml	Qr l/s	
1A02	W1A01	233	204,6	0,0034	0,69564	0,92
	W1A02	283	204,6	0,0034	0,69564	
	W1-c01	88	130,8	0,0034	0,44472	
1A03	W1A02	283	204,6	0,0034	0,69564	0,72
	W1B01	63	130,8	0,0034	0,44472	
	W1A03	23	90	0,0034	0,306	
1A04	W1A03	23	90	0,0034	0,306	0,31
	W1-b01	320	90	0,0034	0,306	
1B01	W1B01	63	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1C01	142	90	0,0034	0,306	
	W1B02	167	130,8	0,0034	0,44472	
1B02	W1B02	167	130,8	0,0034	0,44472	0,50
	W1-b04	297	73,6	0,0034	0,25024	
	W1B03	314	90	0,0034	0,306	
1B03	W1B03	314	90	0,0034	0,306	0,31
	W1B04	183	90	0,0034	0,306	
1B04	W1B04	183	90	0,0034	0,306	0,74
	W1C07	74	90	0,0034	0,306	
	W1B05	304	257,8	0,0034	0,87652	
1B05	W1B05	304	257,8	0,0034	0,87652	0,97
	18	53,54	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B30	197	90	0,0034	0,306	
	W1B06	172	90	0,0034	0,306	
1B06	W1B06	172	90	0,0034	0,306	0,46
	W1B31	197	90	0,0034	0,306	
	W1B07	205	90	0,0034	0,306	
1B07	20	1	90	0,0034	0,306	1,77
	W1B32	188	409,2	0,0034	1,39128	

	2	66,66	409,2	0,0034	1,39128	
	19	1	130,8	0,0034	0,44472	
1B08	W1B08	387	130,8	0,0034	0,44472	1,00
	W1C43	89	163,6	0,0034	0,55624	
	W1B09	341	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B35	80	163,6	0,0034	0,55624	
1B09	W1B09	341	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1B38	193	90	0,0034	0,306	
	W1B10	299	130,8	0,0034	0,44472	
1B10	W1B10	299	130,8	0,0034	0,44472	1,32
	W1C46	89	257,8	0,0034	0,87652	
	W1C47	197	257,8	0,0034	0,87652	
	W1C16	371	130,8	0,0034	0,44472	
1B11	W1B11	371	163,6	0,0034	0,55624	0,71
	W1-b20	472	90	0,0034	0,306	
	W1B12	87	163,6	0,0034	0,55624	
1B12	W1B12	87	163,6	0,0034	0,55624	0,65
	W1B41	172	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B13	402	90	0,0034	0,306	
1B13	W1B13	402	90	0,0034	0,306	0,60
	W1C49	89	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B48	180	130,8	0,0034	0,44472	
1B14	W1B30	197	90	0,0034	0,306	0,43
	W1-b03	618	73,6	0,0034	0,25024	
	W1B15	172	90	0,0034	0,306	
1B15	W1B15	172	90	0,0034	0,306	0,58
	W1-b03	618	73,6	0,0034	0,25024	
	W1B31	197	90	0,0034	0,306	
	W1B16	202	90	0,0034	0,306	

1B16	W1B32	188	409,2	0,0034	1,39128	1,98
	W1B33	310	409,2	0,0034	1,39128	
	21	1	257,8	0,0034	0,87652	
	22	1	90	0,0034	0,306	
1B17	W1B17	67	257,8	0,0034	0,87652	1,03
	W1B18	317	257,8	0,0034	0,87652	
	W1-b08	422	90	0,0034	0,306	
1B18	W1-b08	422	90	0,0034	0,306	0,71
	W1B35	80	163,6	0,0034	0,55624	
	W1B36	122	163,6	0,0034	0,55624	
1B19	W1B36	122	163,6	0,0034	0,55624	1,55
	W1B18	317	257,8	0,0034	0,87652	
	W1B37	272	230,8	0,0034	0,78472	
	W1B19	146	257,8	0,0034	0,87652	
1B20	W1B19	146	257,8	0,0034	0,87652	1,00
	W1-b10	85	73,6	0,0034	0,25024	
	W1B20	200	257,8	0,0034	0,87652	
1B21	W1B20	200	257,8	0,0034	0,87652	1,18
	W1B21	287	257,8	0,0034	0,87652	
	W1B38	193	90	0,0034	0,306	
	W129	82	90	0,0034	0,306	
1B22	W1-b20	472	90	0,0034	0,306	1,03
	W1B39	56	257,8	0,0034	0,87652	
	W1B40	142	257,8	0,0034	0,87652	
1B23	W1B40	142	257,8	0,0034	0,87652	1,15
	W1B21	187	257,8	0,0034	0,87652	
	W1B22	236	163,6	0,0034	0,55624	
1B24	W1B22	236	163,6	0,0034	0,55624	0,78
	W1-b18	172	130,8	0,0034	0,44472	

	W1B23	218	163,6	0,0034	0,55624	
1B25	W1B23	218	163,6	0,0034	0,55624	1,00
	W1B41	172	130,8	0,0034	0,44472	
	W142	170	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B24	253	163,6	0,0034	0,55624	
1B26	W1B24	253	163,6	0,0034	0,55624	0,68
	W1-b23	551	73,6	0,0034	0,25024	
	W1B25	190	163,6	0,0034	0,55624	
1B27	W1B25	190	163,6	0,0034	0,55624	0,78
	W1B48	180	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B49	569	163,6	0,0034	0,55624	
1B28	W1B33	310	409,2	0,0034	1,39128	0,97
	23	1	163,6	0,0034	0,55624	
1B29	W1B26	390	163,6	0,0034	0,55624	0,72
	W1B37	272	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B27	147	130,8	0,0034	0,44472	
1B30	W1B27	147	130,8	0,0034	0,44472	0,50
	W1-b09	165	73,6	0,0034	0,25024	
	W1B28	328	90	0,0034	0,306	
1B31	W1B28	328	90	0,0034	0,306	0,43
	W1B29	82	90	0,0034	0,306	
	W1-b11	189	73,6	0,0034	0,25024	
1B32	W1-b19	212	90	0,0034	0,306	0,60
	W1B42	170	130,8	0,0034	0,44472	
	W1B43	288	130,8	0,0034	0,44472	
1B33	W1B43	288	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1-b17	489	130,8	0,0034	0,44472	
	27	94	90	0,0034	0,306	
1B34	27	94	90	0,0034	0,306	0,31

	W1-b21	274	90	0,0034	0,306	
1B36	W1B50	456	163,6	0,0034	0,55624	0,28
1B37	W1B50	456	163,6	0,0034	0,55624	0,71
	W1B49	569	163,6	0,0034	0,55624	
	W1-b22	50	90	0,0034	0,306	
1C01	W1C01	142	90	0,0034	0,306	0,43
	W1C02	124	90	0,0034	0,306	
	W1-c03	446	72,6	0,0034	0,24684	
1C02	W102	124	90	0,0034	0,306	0,43
	W1C03	136	90	0,0034	0,306	
	W1-c04	635	73,6	0,0034	0,25024	
1C03	W1C03	136	90	0,0034	0,306	0,53
	W1-c02	529	130,8	0,0034	0,44472	
	W1C04	232	90	0,0034	0,306	
1C04	W1C04	232	90	0,0034	0,306	0,43
	W1-c04	635	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C05	262	90	0,0034	0,306	
1C05	W1C05	262	90	0,0034	0,306	0,46
	W1C35	116	90	0,0034	0,306	
	W1C06	459	90	0,0034	0,306	
1C06	W1C06	459	90	0,0034	0,306	0,46
	W1C07	74	90	0,0034	0,306	
	W1C08	113	90	0,0034	0,306	
1C07	W1C08	113	90	0,0034	0,306	0,31
	W1C41	275	90	0,0034	0,306	
1C08	18	53,45	130,8	0,0034	0,44472	0,53
	W1C31	295	90	0,0034	0,306	
	W1C10	269	90	0,0034	0,306	
1C09	W1C10	269	90	0,0034	0,306	0,43

	W1-c40	296	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C11	107	90	0,0034	0,306	
1C010	12	1	90	0,0034	0,306	1,77
	W1C42	188	409,2	0,0034	1,39128	
	2	66,66	409,2	0,0034	1,39128	
	11	1	130,8	0,0034	0,44472	
1C11	W1C12	387	130,8	0,0034	0,44472	1,00
	W1C43	89	163,6	0,0034	0,55624	
	W1C44	197	163,6	0,0034	0,55624	
	W1C13	216	130,6	0,0034	0,44404	
1C12	W1C13	216	130,6	0,0034	0,44404	0,60
	W1-c44	197	90	0,0034	0,306	
	W1C14	125	130,8	0,0034	0,44472	
1C13	W1C14	125	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1C45	183	90	0,0034	0,306	
	W1C15	299	130,8	0,0034	0,44472	
1C14	W1C15	299	130,8	0,0034	0,44472	1,32
	W1C46	89	257,8	0,0034	0,87652	
	W1C47	197	257,8	0,0034	0,87652	
	W1C16	317	130,8	0,0034	0,44472	
1C15	W1C16	317	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W1-c45	404	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C17	116	130,8	0,0034	0,44472	
1C16	W1C17	116	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1C48	184	90	0,0034	0,306	
	W1C18	151	130,8	0,0034	0,44472	
1C17	W1C18	151	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W1-c46	265	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C19	133	130,8	0,0034	0,44472	

1C18	W1C19	133	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W1-c46	265	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C20	89	130,8	0,0034	0,44472	
1C19	W1C20	89	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1C49	89	130,8	0,0034	0,44472	
	W1C21	197	90	0,0034	0,306	
1C20	W1C21	197	90	0,0034	0,306	0,31
	W1C22	369	90	0,0034	0,306	
1C21	W1C22	369	90	0,0034	0,306	0,53
	W1C48	184	90	0,0034	0,306	
	W1C23	318	130,8	0,0034	0,44472	
1C22	W1C23	318	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W1-c45	404	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C24	164	130,8	0,0034	0,44472	
1C23	W1C24	164	130,6	0,0034	0,44404	1,38
	W1C47	197	257,8	0,0034	0,87652	
	44	20	257,8	0,0034	0,87652	
	W1C25	295	163,6	0,0034	0,55624	
1C24	W1C25	295	163,6	0,0034	0,55624	0,71
	W1C45	183	90	0,0034	0,306	
	W1C26	122	163,6	0,0034	0,55624	
1C25	W1C26	122	163,6	0,0034	0,55624	0,71
	W1-c44	197	90	0,0034	0,306	
	W1C27	216	163,6	0,0034	0,55624	
1C26	W1C27	216	163,6	0,0034	0,55624	0,83
	W1C44	197	163,6	0,0034	0,55624	
	W1C28	382	163,6	0,0034	0,55624	
1C27	1	1	90	0,0034	0,306	2,46
	W1C42	188	409,2	0,0034	1,39128	

	W2A09	20	409,2	0,0034	1,39128	
	9	606	409,2	0,0034	1,39128	
	10	1	130,8	0,0034	0,44472	
1C28	W1C29	97	130,8	0,0034	0,44472	0,53
	W1C32	272	90	0,0034	0,306	
	W1C30	108	90	0,0034	0,306	
1C29	W1-c40	296	73,6	0,0034	0,25024	0,56
	W1C31	295	90	0,0034	0,306	
	W1-c41	271	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C30	108	90	0,0034	0,306	
1C30	W1-c31	180	73,6	0,0034	0,25024	0,43
	W1C32	272	90	0,0034	0,306	
	W1C33	357	90	0,0034	0,306	
1C31	W1C33	357	90	0,0034	0,306	0,43
	W1-c37	311	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C34	250	90	0,0034	0,306	
1C32	W1C34	250	90	0,0034	0,306	0,15
1C33	W1C35	116	90	0,0034	0,306	0,43
	W1-c05	42	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C36	437	90	0,0034	0,306	
1C34	W1C36	437	90	0,0034	0,306	0,15
	W1-c14	46	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C37	396	90	0,0034	0,306	
1C35	W1C37	396	90	0,0034	0,306	0,43
	W1C38	287	90	0,0034	0,306	
	W1-c21	43	73,6	0,0034	0,25024	
1C36	W1C38	287	90	0,0034	0,306	0,31
	W1C39	168	90	0,0034	0,306	
1C37	W1C39	168	90	0,0034	0,306	0,56

	W1-c32	86	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c28	99	73,6	0,0034	0,25024	
	W1C40	250	90	0,0034	0,306	
1C38	W1C40	250	90	0,0034	0,306	0,31
	W1C41	275	90	0,0034	0,306	
2A02	W2A01	411	163,6	0,0034	0,55624	1,15
	4	10	515,6	0,0034	1,75304	
2A04	W2A03	190,95	163,6	0,0034	0,55624	0,56
	W2A04	92,47	163,6	0,0034	0,55624	
2A05	W2A04	92,47	163,6	0,0034	0,55624	0,56
	W2A05	740,81	163,6	0,0034	0,55624	
2A06	W2A05	740,81	163,6	0,0034	0,55624	2,41
	W2B01	166	327,4	0,0034	1,11316	
	13	1033	515,6	0,0034	1,75304	
	W2A06	376	409,2	0,0034	1,39128	
2A07	W2A06	376	409,2	0,0034	1,39128	1,52
	W2-b01	370	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A07	219	409,2	0,0034	1,39128	
2A08	W2A07	219	409,2	0,0034	1,39128	2,09
	W2A16	48	409,2	0,0034	1,39128	
	W2A08	536	409,2	0,0034	1,39128	
2A09	W2A08	536	409,2	0,0034	1,39128	1,67
	W2A09	20	409,2	0,0034	1,39128	
	W2A10	198	163,6	0,0034	0,55624	
2A10	W2A10	198	163,6	0,0034	0,55624	0,68
	W2-a01	68	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A11	190	163,6	0,0034	0,55624	
2A11	W2A11	190	163,6	0,0034	0,55624	0,71
	W2A23	530	90	0,0034	0,306	

	W2A12	338	163,6	0,0034	0,55624	
2A12	W2A12	338	163,6	0,0034	0,55624	0,65
	W2A24	531	90	0,0034	0,306	
	W2A13	295	130,8	0,0034	0,44472	
2A13	W2A13	295	130,8	0,0034	0,44472	1,32
	W2A25	530	257,8	0,0034	0,87652	
	44	20	257,8	0,0034	0,87652	
	W2A14	483	130,8	0,0034	0,44472	
2A14	W2A14	483	130,8	0,0034	0,44472	0,53
	W2A29	530	90	0,0034	0,306	
	W2A15	369	90	0,0034	0,306	
2A15	W2A15	369	90	0,0034	0,306	0,31
	W2A36	530	90	0,0034	0,306	
2A16	W2A16	48	409,2	0,0034	1,39128	1,52
	W2-a07	279	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A17	150	409,2	0,0034	1,39128	
2A17	W2A17	150	409,2	0,0034	1,39128	1,52
	W2-a04	58	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A18	190	409,2	0,0034	1,39128	
2A18	W2A18	190	409,2	0,0034	1,39128	1,54
	W2A23	530	90	0,0034	0,306	
	W2A19	362	409,2	0,0034	1,39128	
2A19	W2A19	362	409,2	0,0034	1,39128	1,54
	W2A24	531	90	0,0034	0,306	
	W2A20	270	409,2	0,0034	1,39128	
2A20	W2A20	270	409,2	0,0034	1,39128	1,85
	W2A25	530	257,8	0,0034	0,87652	
	26	1	257,8	0,0034	0,87652	
	W2A21	483	163,6	0,0034	0,55624	

2A21	W2A21	483	163,6	0,0034	0,55624	0,81
	W2A29	530	90	0,0034	0,306	
	25	1	130,8	0,0034	0,44472	
	W2A22	369	90	0,0034	0,306	
2A22	W2A22	369	90	0,0034	0,306	0,46
	W2A36	530	90	0,0034	0,306	
	24	1	90	0,0034	0,306	
2A23	W2A26	375	257,8	0,0034	0,87652	1,03
	W2A43	483	90	0,0034	0,306	
	W2A27	307	257,8	0,0034	0,87652	
2A24	W2A27	307	257,8	0,0034	0,87652	1,03
	W2A46	362	90	0,0034	0,306	
	W2A28	524	257,8	0,0034	0,87652	
2A25	W2A28	524	257,8	0,0034	0,87652	1,38
	W2B10	244	163,6	0,0034	0,55624	
	W2B30	349	257,8	0,0034	0,87652	
	W2A50	448	130,8	0,0034	0,44472	
2A26	W2A30	196	130,8	0,0034	0,44472	0,50
	W2-a17	43	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A31	175	90	0,0034	0,306	
2A27	W2A31	175	90	0,0034	0,306	0,61
	W2A43	483	90	0,0034	0,306	
	W2A44	132	90	0,0034	0,306	
	W2A32	92	90	0,0034	0,306	
2A28	W2A32	92	90	0,0034	0,306	0,56
	W2-a34	276	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a33	340	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A33	220	90	0,0034	0,306	
2A29	W2A33	220	90	0,0034	0,306	0,61

	W2A47	120	90	0,0034	0,306	
	W2A48	57	90	0,0034	0,306	
	W2A34	291	90	0,0034	0,306	
2A30	W2A34	291	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-a39	48	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A35	238	90	0,0034	0,306	
2A31	W2A35	238	90	0,0034	0,306	0,68
	W2B34	384	90	0,0034	0,306	
	W2A42	61	90	0,0034	0,306	
	W2A50	448	130,8	0,0034	0,44472	
2A32	W2A37	260	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-a11	115	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A38	112	90	0,0034	0,306	
2A33	W2A38	112	90	0,0034	0,306	0,46
	W2A45	177	90	0,0034	0,306	
	W2A39	318	90	0,0034	0,306	
2A34	W2A39	318	90	0,0034	0,306	0,46
	W2A49	235	90	0,0034	0,306	
	W2A40	231	90	0,0034	0,306	
2A35	W2A40	231	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-a37	133	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A41	412	90	0,0034	0,306	
2A36	W2A41	412	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-a45	52	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A42	61	90	0,0034	0,306	
2A37	W2A45	177	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-a21	172	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A44	132	90	0,0034	0,306	
2A38	W2A46	362	90	0,0034	0,306	0,43

	W2A47	120	90	0,0034	0,306	
	W2-a33	340	73,6	0,0034	0,25024	
2A39	W2-a34	276	73,6	0,0034	0,25024	0,56
	W2-a35	49	73,6	0,0034	0,25024	
	W2A48	57	90	0,0034	0,306	
	W2A49	235	90	0,0034	0,306	
2B01	W2B01	166	327,4	0,0034	1,11316	1,34
	W2-b04	167	130,8	0,0034	0,44472	
	W2B02	314	327,4	0,0034	1,11316	
2B02	W2B02	314	327,4	0,0034	1,11316	1,24
	W2-b05	67	73,6	0,0034	0,25024	
	W2B03	267	327,4	0,0034	1,11316	
2B03	W2B03	267	327,4	0,0034	1,11316	1,34
	W2-b03	271	130,8	0,0034	0,44472	
	W2B04	462	327,4	0,0034	1,11316	
2B04	W2B04	462	327,4	0,0034	1,11316	1,34
	W2B11	177	327,4	0,0034	1,11316	
	W2B05	256	130,8	0,0034	0,44472	
2B05	W2B05	256	130,8	0,0034	0,44472	0,5
	W2-b06	51	73,6	0,0034	0,25024	
	W2B06	72	130,8	0,0034	0,44472	
2B06	W2B06	72	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-b15	752	73,6	0,0034	0,25024	
	W2B07	105	130,8	0,0034	0,44472	
2B07	W2B07	105	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W2B08	283	130,8	0,0034	0,44472	
	W2B20	52	90	0,0034	0,306	
2B08	W2B20	52	90	0,0034	0,306	0,53
	W2-b08	177	130,8	0,0034	0,44472	

	W2B21	278	90	0,0034	0,306	
2B09	W2B08	283	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-b15	752	73	0,0034	0,2482	
	W2B24	52	130,8	0,0034	0,44472	
2B10	W2B24	52	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W2B25	285	90	0,0034	0,306	
	W2-b11	92	130,8	0,0034	0,44472	
2B11	W2B26	336	90	0,0034	0,306	0,71
	W2B09	160	163,6	0,0034	0,55624	
	W2B10	244	163,6	0,0034	0,55624	
2B12	W2-b07	225	130,8	0,0034	0,44472	1,34
	W2B11	177	327,4	0,0034	1,11316	
	W2B12	252	327,4	0,0034	1,11316	
2B13	W2B12	252	327,4	0,0034	1,11316	1,27
	W2B21	278	90	0,0034	0,306	
	W2B13	59	327,4	0,0034	1,11316	
2B14	W2B13	59	327,4	0,0034	1,11316	1,43
	W2B22	603	257,8	0,0034	0,87652	
	W2B14	205	257,8	0,0034	0,87652	
2B15	W2B14	205	257,8	0,0034	0,87652	1,00
	W2-b14	88	73,6	0,0034	0,25024	
	W2B15	93	257,8	0,0034	0,87652	
2B16	W2B15	93	257,8	0,0034	0,87652	1,03
	W2B25	285	90	0,0034	0,306	
	W2B16	166	257,8	0,0034	0,87652	
2B17	W2B16	166	257,8	0,0034	0,87652	1,31
	W2B26	336	90	0,0034	0,306	
	W2B27	610	163,6	0,0034	0,55624	
	W2B17	251	257,8	0,0034	0,87652	

2B18	W2B17	251	257,8	0,0034	0,87652	1,03
	W2B31	582	90	0,0034	0,306	
	W2B18	42	257,8	0,0034	0,87652	
2B19	W2B18	42	257,8	0,0034	0,87652	1,03
	W2B30	349	257,8	0,0034	0,87652	
	W2B19	419	90	0,0034	0,306	
2B20	W2B19	419	90	0,0034	0,306	0,46
	W2B34	384	90	0,0034	0,306	
	W2B35	596	90	0,0034	0,306	
2B21	W2B22	603	257,8	0,0034	0,87652	0,91
	W2B23	218	204,6	0,0034	0,69564	
	W2-b16	462	73,6	0,0034	0,25024	
2B22	W2B32	225	130,8	0,0034	0,44472	0,78
	W2B27	610	163,6	0,0034	0,55624	
	W2B28	103	163,6	0,0034	0,55624	
2B23	W2B28	103	163,6	0,0034	0,55624	0,68
	W2B29	140	163,6	0,0034	0,55624	
	W2-b17	59	73,6	0,0034	0,25024	
2B24	W2B31	582	90	0,0034	0,306	0,53
	W2B32	225	130,8	0,0034	0,44472	
	W2B33	339	90	0,0034	0,306	
2B25	W2B33	339	90	0,0034	0,306	0,53
	W2B35	596	90	0,0034	0,306	
	W2B36	171	130,8	0,0034	0,44472	
2B26	W2B36	171	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2B37	83	130,8	0,0034	0,44472	
	W2-b23	67	73,6	0,0034	0,25024	
2C01	W2-c10	65	130,8	0,0034	0,44472	0,67
	W2C01	374	130,8	0,0034	0,44472	

	W2C02	41	130,8	0,0034	0,44472	
2C02	W2C02	41	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W2-c30	216	90	0,0034	0,306	
	W2C03	645	130,8	0,0034	0,44472	
2C03	W2C03	645	130,8	0,0034	0,44472	0,53
	W2C04	213	90	0,0034	0,306	
	W2-c65	71	90	0,0034	0,306	
2C04	W2C04	213	90	0,0034	0,306	0,56
	W2C05	1049	90	0,0034	0,306	
	W2-c62	136	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c74	71	73,6	0,0034	0,25024	
2C05	W2C05	1049	90	0,0034	0,306	0,93
	W2B23	218	204,6	0,0034	0,69564	
	W2C11	329	163,6	0,0034	0,55624	
	W2C06	294	90	0,0034	0,306	
2C06	W2C06	294	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-b16	462	73,6	0,0034	0,25024	
	W2C07	135	90	0,0034	0,306	
2C07	W2C07	135	90	0,0034	0,306	0,81
	W2B29	140	163,6	0,0034	0,55624	
	W2C14	321	130,8	0,0034	0,44472	
	W2C08	219	90	0,0034	0,306	
2C08	W2C07	219	90	0,0034	0,306	0,53
	W2C19	627	130,8	0,0034	0,44472	
	W2C09	44	90	0,0034	0,306	
2C09	W2C09	44	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-b25	37	73,6	0,0034	0,25024	
	W2C10	222	90	0,0034	0,306	
2C10	W2C10	222	90	0,0034	0,306	0,60

	W2B37	83	130,8	0,0034	0,44472	
	W2C18	863	130,8	0,0034	0,44472	
2C11	W2-c92	462	73,6	0,0034	0,25024	0,68
	W2C11	329	163,6	0,0034	0,55624	
	W2C12	236	163,6	0,0034	0,55624	
2C12	W2C12	236	163,6	0,0034	0,55624	0,65
	W2C17	434	130,8	0,0034	0,44472	
	W2C13	924	90	0,0034	0,306	
2C13	W2C13	924	90	0,0034	0,306	0,31
	W2-c73	514	90	0,0034	0,306	
2C14	W2C14	321	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c92	462	73,6	0,0034	0,25024	
	W2C15	131	130,8	0,0034	0,44472	
2C15	W2C15	131	130,8	0,0034	0,44472	0,67
	W2C19	627	130,8	0,0034	0,44472	
	W2C16	105	130,8	0,0034	0,44472	
2C16	W2C16	105	130,8	0,0034	0,44472	0,67
	W2C17	434	130,8	0,0034	0,44472	
	W2C18	863	130,8	0,0034	0,44472	
1-b01	W1-b01	320	90	0,0034	0,306	0,40
	W1-b02	332	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-b06	195	73,6	0,0034	0,25024	
1-b02	W1-b06	195	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-04	297	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-b05	174	73,6	0,0034	0,25024	
1-b03	W1-b05	174	73,6	0,0034	0,25024	0,25
	W1-b02	332	73,6	0,0034	0,25024	
1-b04	W1-b09	165	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-b10	85	73,6	0,0034	0,25024	

	W1-b11	189	73,6	0,0034	0,25024	
1-b07	W1-b17	489	130,8	0,0034	0,44472	0,60
	W1-b18	172	130,8	0,0034	0,44472	
	W1-b19	212	90	0,0034	0,306	
1-b08	W1-b21	274	90	0,0034	0,306	0,43
	W1-b22	50	90	0,0034	0,306	
	W1-b23	551	73,6	0,0034	0,25024	
1-c01	W1-c01	88	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W1-c02	529	130,8	0,0034	0,44472	
	W1-c03	446	73,6	0,0034	0,25024	
1-c02	W1-c05	42	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c07	152	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c06	143	73,6	0,0034	0,25024	
1-c03	W1-c06	143	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c09	258	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c08	170	73,6	0,0034	0,25024	
1-c04	W1-c08	170	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c07	152	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c10	356	73,6	0,0034	0,25024	
1-c05	W1-c10	356	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c08	258	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c11	120	73,6	0,0034	0,25024	
1-c06	W1-c11	120	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c13	420	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c12	204	73,6	0,0034	0,25024	
1-c07	W1-c12	204	73,6	0,0034	0,25024	0,25
	W1-c16	48	73,6	0,0034	0,25024	
1-c08	W1-c16	48	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c24	250	73,6	0,0034	0,25024	

	W1-c15	171	73,6	0,0034	0,25024	
1-c09	W1-c15	171	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W1-c14	46	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c13	420	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c18	167	73,6	0,0034	0,25024	
1-c10	W1-c28	99	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W1-c24	250	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c25	87	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c27	115	73,6	0,0034	0,25024	
1-c11	W1-c27	115	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c18	167	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c19	87	73,6	0,0034	0,25024	
1-c12	W1-c25	87	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c26	103	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c29	112	73,6	0,0034	0,25024	
1-c13	W1-c29	112	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c19	87	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c20	148	73,6	0,0034	0,25024	
1-c14	W1-c20	148	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c21	43	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c22	32	73,6	0,0034	0,25024	
1-c15	W1-c22	32	73,6	0,0034	0,25024	0,25
	W1-26	103	73,6	0,0034	0,25024	
1-c16	W1-c32	86	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c33	144	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c39	479	73,6	0,0034	0,25024	
1-c17	W1-c39	479	73,6	0,0034	0,25024	0,25
	W1-c33	144	73,6	0,0034	0,25024	
1-c18	W1-c35	29	73,6	0,0034	0,25024	0,25

	W1-c42	104	73,6	0,0034	0,25024	
1-c19	W1-c42	104	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c31	180	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c41	271	73,6	0,0034	0,25024	
1-c20	W1-c35	29	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c36	85	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c43	145	73,6	0,0034	0,25024	
1-c21	W1-c43	145	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W1-c36	85	73,6	0,0034	0,25024	
	W1-c37	311	73,6	0,0034	0,25024	
2-a01	W2-a01	68	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-a05	83	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a12	81	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a02	182	73,6	0,0034	0,25024	
2-a02	W2-a02	182	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-a15	83	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a16	80	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a03	221	73,6	0,0034	0,25024	
2-a03	W2-03	221	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-a09	304	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a11	302	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a04	58	73,6	0,0034	0,25024	
2-a04	W2-a05	83	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a08	182	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a06	232	73,6	0,0034	0,25024	
2-a05	W2-a06	232	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-07	279	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a14	68	73,6	0,0034	0,25024	
2-a06	W2-a14	68	73,6	0,0034	0,25024	0,50

	W2-08	182	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-z09	304	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a15	83	73,6	0,0034	0,25024	
2-a07	W2-a12	81	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a10	176	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a13	288	73,6	0,0034	0,25024	
2-a08	W2-a13	288	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-a10	176	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a11	302	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a16	80	73,6	0,0034	0,25024	
2-a09	W2-a17	43	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a28	28	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a18	89	73,6	0,0034	0,25024	
2-a10	W2-a18	89	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-a21	172	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a22	28	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a19	94	73,6	0,0034	0,25024	
2-a11	W2-a19	94	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a20	115	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a32	28	73,6	0,0034	0,25024	
2-a12	W2-a25	87	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-a26	96	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a22	28	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a23	48	73,6	0,0034	0,25024	
2-a13	W2-a23	48	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a27	87	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a24	36	73,6	0,0034	0,25024	
2-a14	W2-a24	36	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a30	150	73,6	0,0034	0,25024	

	W2-a31	130	73,6	0,0034	0,25024	
2-a15	W2-a25	87	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a28	28	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a29	48	73,6	0,0034	0,25024	
2-a16	W2-a29	48	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a30	150	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a27	87	73,6	0,0034	0,25024	
2-a17	W2-a26	96	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a31	130	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a32	28	73,6	0,0034	0,25024	
2-a18	W2-a35	49	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a36	178	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a38	259	73,6	0,0034	0,25024	
2-a19	W2-a38	259	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a36	178	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a37	133	73,6	0,0034	0,25024	
2-a20	W2-a39	48	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a46	138	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a40	38	73,6	0,0034	0,25024	
2-a21	W2-a40	38	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a51	94	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a41	34	73,6	0,0034	0,25024	
2-a22	W2-a41	34	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a52	88	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a42	34	73,6	0,0034	0,25024	
2-a23	W2-a42	34	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a53	83	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a43	34	73,6	0,0034	0,25024	
2-a24	W2-a43	34	73,6	0,0034	0,25024	0,38

	W2-a54	78	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a44	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-a25	W2-a44	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a50	109	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a45	52	73,6	0,0034	0,25024	
2-a26	W2-a51	94	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a46	138	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a47	35	73,6	0,0034	0,25024	
2-a27	W2-a47	35	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a52	88	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a48	35	73,6	0,0034	0,25024	
2-a28	W2-a48	35	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a53	83	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a49	35	73,6	0,0034	0,25024	
2-a29	W2-a49	35	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-a54	78	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-a50	109	73,6	0,0034	0,25024	
2-b01	W2-b01	370	73,6	0,0034	0,25024	0,57
	W2-b04	167	130,8	0,0034	0,44472	
	W2-b02	313	130,8	0,0034	0,44472	
2-b02	W2-b02	313	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-b03	271	130,8	0,0034	0,44472	
	W2-b05	76	73,6	0,0034	0,25024	
2-b03	W2-b06	51	73,6	0,0034	0,25024	0,57
	W2-b07	225	130,8	0,0034	0,44472	
	W2-b08	177	130,8	0,0034	0,44472	
2-b04	W2-b09	80	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-b12	292	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b10	102	130,8	0,0034	0,44472	

2-b05	W2-b10	102	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-b13	197	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b11	92	130,8	0,0034	0,44472	
2-b06	W2-b11	92	130,8	0,0034	0,44472	0,47
	W2-b12	192	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b14	88	73,6	0,0034	0,25024	
2-b07	W2-b17	59	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-b19	486	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b18	169	73,6	0,0034	0,25024	
2-b08	W2-b18	169	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-b21	64	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b20	278	73,6	0,0034	0,25024	
2-b09	W2-b20	278	73,6	0,0034	0,25024	0,25
	W2-b19	486	73,6	0,0034	0,25024	
2-b10	W2-b21	64	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-b22	279	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b24	59	73,6	0,0034	0,25024	
2-b11	W2-b24	59	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-b25	37	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b26	212	73,6	0,0034	0,25024	
2-b12	W2-b26	212	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-b22	279	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-b23	67	73,6	0,0034	0,25024	
2-c01	W2-c01	32	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c23	44	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c02	50	130,8	0,0034	0,44472	
2-c02	W2-c02	50	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c11	104	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c03	40	130,8	0,0034	0,44472	

2-c03	W2-c03	40	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c19	116	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c04	41	130,8	0,0034	0,44472	
2-c04	W2-c04	41	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c20	98	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c05	39	130,8	0,0034	0,44472	
2-c05	W2-c05	39	130,8	0,0034	0,44472	0,69
	W2-c21	80	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c28	44	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c06	42	130,8	0,0034	0,44472	
2-c06	W2-c06	42	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c22	63	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c07	130	130,8	0,0034	0,44472	
2-c07	W2-c07	130	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c18	147	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c08	44	130,8	0,0034	0,44472	
2-c08	W2-c08	44	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-c27	172	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c09	44	130,8	0,0034	0,44472	
2-c09	W2-c09	44	130,8	0,0034	0,44472	0,57
	W2-b25	172	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c10	65	130,8	0,0034	0,44472	
2-c10	W2-c11	104	73,4	0,0034	0,24956	0,38
	W2-c12	30	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c13	143	73,6	0,0034	0,25024	
2-c11	W2-c12	30	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c13	143	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c14	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c12	W2-c14	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38

	W2-c19	116	73,4	0,0034	0,24956	
	W2-c15	45	73,6	0,0034	0,25024	
2-c13	W2-c15	45	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c20	98	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c16	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c14	W2-c16	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c21	80	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c17	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c15	W2-c17	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c22	63	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c18	147	73,6	0,0034	0,25024	
2-c16	W2-c23	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c24	214	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c26	170	73,6	0,0034	0,25024	
2-c17	W2-c26	170	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-c27	172	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c28	44	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c29	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c18	W2-c29	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c24	214	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c25	172	73,6	0,0034	0,25024	
2-c19	W2-40	70	73,6	0,0034	0,25024	0,40
	W2-c30	216	90	0,0034	0,306	
	W2-c31	177	73,6	0,0034	0,25024	
2-c20	W2-c31	177	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c45	30	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c32	177	73,6	0,0034	0,25024	
2-c21	W2-c32	177	73,6	0,0034	0,25024	0,25
	W2-c34	30	73,6	0,0034	0,25024	

2-c23	W2-c34	30	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c48	196	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c35	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c24	W2-c35	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c49	224	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c36	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c25	W2-c36	44	73,6	0,0034	0,25024	0,50
	W2-c53	51	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c60	194	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c37	48	73,6	0,0034	0,25024	
2-c26	W2-c37	48	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c63	147	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c38	47	73,6	0,0034	0,25024	
2-c27	W2-c38	47	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c64	164	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c39	101	73,6	0,0034	0,25024	
2-c28	W2-c40	70	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c41	35	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c47	58	73,6	0,0034	0,25024	
2-c29	W2-c41	35	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c42	164	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c50	107	73,6	0,0034	0,25024	
2-c30	W2-c48	196	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c45	30	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c46	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c31	W2-c46	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c47	58	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c49	224	73,6	0,0034	0,25024	
2-c32	W2-c50	107	73,6	0,0034	0,25024	0,38

	W2-c51	50	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c54	72	73,6	0,0034	0,25024	
2-c33	W2-c54	72	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c42	164	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c43	51	73,6	0,0034	0,25024	
2-c34	W2-c51	50	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c52	107	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c55	53	73,6	0,0034	0,25024	
2-c35	W2-c55	53	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c57	132	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c56	30	73,6	0,0034	0,25024	
2-c36	W2-56	30	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c43	51	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c44	140	73,6	0,0034	0,25024	
2-c37	W2-c52	107	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c53	51	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c58	87	73,6	0,0034	0,25024	
2-c38	W2-c58	87	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c57	132	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c59	35	73,6	0,0034	0,25024	
2-c39	W2-c59	35	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c44	140	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c39	101	73,6	0,0034	0,25024	
2-c40	W2-c60	194	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c63	147	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c61	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c41	W2-c61	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c64	164	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c62	136	73,6	0,0034	0,25024	

2-c42	W2-c65	61	90	0,0034	0,306	0,56
	W2-c85	241	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c80	145	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c66	44	90	0,0034	0,306	
2-c43	W2-c66	44	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-c83	116	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c67	36	90	0,0034	0,306	
2-c44	W2-c67	36	90	0,0034	0,306	0,56
	W2-c84	62	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c86	248	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c68	44	90	0,0034	0,306	
2-c45	W2-c68	44	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-c87	248	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c69	45	90	0,0034	0,306	
2-c46	W2-69	45	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-c88	75	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c70	13	90	0,0034	0,306	
2-c47	W2-c70	13	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-c70	84	90	0,0034	0,306	
	W2-c82	120	73,6	0,0034	0,25024	
2-c48	W2-c80	145	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c83	116	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c81	103	73,6	0,0034	0,25024	
2-c49	W2-c81	103	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c84	62	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c82	120	73,6	0,0034	0,25024	
2-c50	W2-c85	241	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c74	71	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c75	34	73,6	0,0034	0,25024	

2-c51	W2-c75	34	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c86	248	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c76	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c52	W2-c76	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c87	248	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c77	44	73,6	0,0034	0,25024	
2-c53	W2-c77	44	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c89	174	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c78	45	73,6	0,0034	0,25024	
2-c54	W2-c78	45	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c79	185	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c91	166	73,6	0,0034	0,25024	
2-c55	W2-c91	166	73,6	0,0034	0,25024	0,56
	W2-c79	185	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c73	514	90	0,0034	0,306	
	W2-c72	42	90	0,0034	0,306	
2-c56	W2-c72	42	90	0,0034	0,306	0,43
	W2-c71	84	90	0,0034	0,306	
	W2-c90	51	73,6	0,0034	0,25024	
2-c57	W2-c90	51	73,6	0,0034	0,25024	0,38
	W2-c89	174	73,6	0,0034	0,25024	
	W2-c88	75	73,6	0,0034	0,25024	
2A02-A	4	10	515,6	0,0034	1,75304	1,35
	3		150	0,0034	0,51	
	7	262,65	130,8	0,0034	0,44472	
2A02-B	3		150	0,0034	0,51	0,53
	W2A03	190,5	163,6	0,0034	0,55624	
2A05-A	W2C01	374	130,8	0,0034	0,44472	0,44
	6	89,89	130,8	0,0034	0,44472	

2A04-A	6	89,89	130,8	0,0034	0,44472	0,67
	W2-c01	32	130,8	0,0034	0,44472	
	7	262,65	130,8	0,0034	0,44472	
2	8	450	409,2	0,0034	1,39128	1,04
	STAB02		200	0,0034	0,68	
3	STAB02		200	0,0034	0,68	1,04
	9	606	409,2	0,0034	1,39128	
8	W2A37	260	90	0,0034	0,306	0,31
	24	1	90	0,0034	0,306	
9	W2A30	196	130,8	0,0034	0,44472	0,44
	25	1	130,8	0,0034	0,44472	
10	W2A26	375	257,8	0,0034	0,87652	0,88
	26	1	257,8	0,0034	0,87652	
14	23	1	163,6	0,0034	0,55624	0,28
	W1B26	390	163,6	0,0034	0,55624	
15	21	1	257,8	0,0034	0,87652	0,88
	W1B17	67	257,8	0,0034	0,87652	
16	19	1	130,8	0,0034	0,44472	0,44
	W1B08	387	130,8	0,0034	0,44472	
17	11	1	130,8	0,0034	0,44472	0,44
	W1C12	387	130,8	0,0034	0,44472	
18	1	1	90	0,0034	0,306	0,43
	W1C28	382	163,6	0,0034	0,55624	
19	W1C29	97	130,8	0,0034	0,44472	0,44
	10	1	130,8	0,0034	0,44472	
20	12	1	90	0,0034	0,306	0,31
	W1C11	107	90	0,0034	0,306	
21	20	1	90	0,0034	0,306	0,31
	W1B07	205	90	0,0034	0,306	

22	W1B16	202	90	0,0034	0,306	0,31
	22	1	90	0,0034	0,306	
23	14	450	515,6	0,0034	1,75304	1,30
	STAB03		250	0,0034	0,85	
24	STAB03		250	0,0034	0,85	1,30
	13	1033	515,6	0,0034	1,75304	

