

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -
معهد التكنولوجيا

Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnalisant en :

Génie de l'Eau

Thème :

DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE D'OULED BELLIL

Réalisé par :

Mr.CHATBI Massinissa

Encadré par :

Mme.LATRECHE Sadjia

Maitre-assistant classe A

Tuteur de l'entreprise :

Mlle.CHIHATI Amina

DRE

Année Universitaire :2018/2019

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont premièrement à Dieu tout puissant pour la volonté, la santé, et la patience, qu'il m'a donné durant toutes ces années d'études.

Je remercie aussi les membres du département d'hydraulique, et mes sentiments de profonde gratitude vont à mes professeurs qui tout au long des années d'études m'ont transmis leur savoir sans réserve.

Je remercie tous mes collègues et amis pour leur aide et leur soutien, et tous ceux qui ont contribué de proche ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail ma chère mère,

à mon père qui m'ont toujours soutenu

Et aidé à affronter les difficultés,

Mes Frères et Ma sœur

Pour tous ce qui ont fait pour que je puisse les

honorer, et leur patience durant ma vie.

A mes très chers frères et à mes chères sœurs, à

toute ma famille

A mes chers amis.

ملخص

مشروعنا لنهاية الدراسة يشمل كل الجوانب التي لها علاقة مع المخطط النوعي للدراسة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب لحي ولاد بليل من أجل الاستجابة من حيث الكمية للاحتياجات المتزايدة للسكان.

RESUME

Notre mémoire de fin d'étude consiste à englober tous les points qui touchent le plan spécifique de l'étude du réseau d'A.E.P de la ville de Ouled bellil a fin de répondre quantitativement aux besoins croissants de la population.

ABSTRACT

The memory of our last studies consist to join all points which touch the specific plan of the A.W.P net's renewal of Ouled bellil in order to answer quantitatively to the growing needs of the .

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
Chapitre 01 : Direction des ressources en eau	
La direction des ressources de la wilaya d'BOUIRA DRE.WB	2
I. Historique	2
II. Les coordonnées de la direction des ressources en eau	2
III. Mission de la direction des ressources en eau	2
IV. Organigramme de la direction des ressources en eau	3
Conclusion.....	4
Chapitre 02 : Estimation des besoins	
Introduction	5
I. Zone d'étude.....	5
II. Evaluation de population	6
II.1) Taux d'accroissement.....	6
II.2) Population de référence.....	6
II.3) Horizon de calcul.....	6
II.4) Infrastructure scolaire	7
II.5) Dotation	7
III. Estimation des besoins	7
III.1) Besoin domestique	7
III.2) Besoin scolaire	8
III.3) Consommation moyenne totale de l'agglomération	8
IV. Etude des variations des débits.....	9
IV.1) Coefficient d'irrégularité journalier maximal	9
IV.2) Calcul de consommation maximale journalière.....	9
IV.3) Détermination du débit de pointe.....	10

V. Calcul de la consommation horaire.....	12
Conclusion.....	12

Chapitre 03 : Le réseau de distribution

Introduction.....	14
I. Les types de réseau.....	14
I.1) Réseau ramifié	14
I.2) Réseau étagé.....	14
I. 3) Réseau maillé	15
I.4) Réseau mixte	15
II. Conception d'un réseau	15
III. Principe de tracé du réseau.....	15
IV. Choix du système de distribution.....	16
V. Choix du type de matériaux	16
VI. Calcul hydraulique du réseau maillé	17
VI. 1) Calcul des débits :	17
VI.1) 1) Débits de route :.....	17
VI.1) 2) : Débit spécifique	18
VI.1) 3) Les débits aux nœuds.....	18
VI.1) 4) Débit de tronçon.....	18
VII. Modélisation et simulation du réseau.....	27
VII.1) Présentation du logiciel EPANET	27
VII.2) Utilisation du logiciel EPANET	28
VII.3) Modélisation du réseau EPANET.....	28
VIII. Etude de la distribution.....	29
VIII.1) Données de base	29
VIII.2) Etat des nœuds du réseau après simulation	29
VIII.3) Etat des arcs du réseau après simulation	31

IX. Les équipements hydrauliques.....	35
Conclusion.....	35

Chapitre 04 : Dimensionnement de réservoir

Introduction.....	37
I. Le rôle du réservoir	37
II. L'emplacement des réservoirs	37
III. Choix du type du réservoir	38
IV. Détermination de la capacité du réservoir.....	39
V. Dimensionnement du réservoir	41
V.1) Dimensionnement de la cuve	41
VI. Les équipements des réservoirs.....	42
VI.1) Conduite d'adduction	42
VI.2) Conduite de distribution	43
VI.3) Conduite du trop-plein.....	43
VI.4) Conduite de vidange	43
VI.5) Conduite BY-PASS	44
VI.6) Matérialisation de la réserve d'incendie.....	44
Conclusion	45
Conclusion générale.....	46

Liste des figures

Figure II.1 : Zone d'étude	5
Figure II.1 : Débits consommé de l'agglomération	13
Figure III.1 : Schéma de réseau distribution	35
Figure IV.1: La conduite adduction	42
Figure IV.2: Conduite de distribution	43
Figure IV.3: Matérialisation de la réserve d'incendie	44

Liste des tableaux

Tableau II.1 : évaluation de la population pour différent l'horizon.....	6
Tableau II.2 : détermination du nombre d'élève	7
Tableau II.3 : consommation de la population pour différents horizons.....	8
Tableau II.4 : détermination de la consommation scolaire.....	8
Tableau II.5 : tableau récapitulatif de la consommation moyenne totale.....	8
Tableau II.6 : valeurs de coefficient N en fonction des habitants.....	11
Tableau II.7 : détermination de débit horaire maximal.....	12-13
Tableau III.1 : Détermination des débits des nœuds.....	19-27
Tableau III.2 : Etat des nœuds du réseau.....	29-31
Tableau III.3 : Etat des arcs du réseau.....	31-34
Tableau IV.1 : détermination de résidu.....	40

Introduction générale

Dans le contexte que l'eau est une source de la vie, l'homme conscient, depuis de millénaires n'a cessé de s'organiser pour maîtriser la science relative à l'eau, et pour pouvoir transporter, garder et gérer l'eau en se basant sur des méthodes empiriques.

Certes, actuellement l'évolution de la science a permis à l'homme à connaître de complexes systèmes de captage, d'adduction et de distribution de l'eau à des degrés de potabilité améliorés qui lui a facilité sa gestion.

Les pays en voie de développement qui n'ont pas des ressources en eau considérables dont l'Algérie fait partie, souffrent d'un déficit notable qui est dû en général aux causes suivantes :

- Une pluviométrie annuelle faible selon les périodes
- Risque de sécheresse s'étendant sur plusieurs années.
- Une baisse des taux de régénération de la nappe phréatique.

Cadrant avec des nouveaux systèmes basés sur la bonne politique de gestion, nous élaborons ce mémoire de thème : étude d'alimentation en eau potable de la ville d'Ouled bellil , dans le but de satisfaire quantitativement les besoins en eau des consommateurs, conformément au plan de développement national et ceci, en dimensionnant tous les ouvrages nécessaires, de réservoir jusqu'au robinet afin d'assurer, un débit suffisant et une pression minimale pour tous les consommateurs de la ville.

La direction des ressources de la wilaya d'BOUIRA DRE.WB

I. Historique

En **1971** arrêté interministériel du **29-06-1971** fixèrent les modalités d'organisation et de fonctionnement de la **direction hydraulique de la wilaya** (DHW).

En date du **22 juin 2011** décret exécutif N° **11-226** modifiant et complétant le décret exécutif N°**02/187** du **26/05/2002** Fixant les règles de l'organisation et de fonctionnement des directions de l'hydraulique de wilaya, relatif à la dénomination de **la Direction des Ressources en Eau**.

II. Les coordonnées de la direction des ressources en eau

-**Adresse** : Siège de la cité administrative de Bouira – Draa El- Bordj

-**N° TELEPHONE** : **021-52-53-27/ 021-52-50-53**

-**TELE FAX** : 026 93 84 64

-**EMAIL** : dre10@mre.gov.dz

III. Mission de la direction des ressources en eau

- Veiller à la sauvegarde, la préservation, la protection et l'utilisation rationnelle des ressources en eau.
- Recueillir et analyser les données relatives aux activités de recherche, d'exploitation, de production, de stockage et de distribution de l'eau pour les usages domestique, agricole ou industriel.
- Veiller à l'application de la réglementation régissant les ressources en eau.
- Instruire, en relation avec l'administration centrale, toutes demandes en matière d'affectation, d'utilisation et de réutilisation des ressources en eau et d'exploitation due.
- Domaine public hydraulique et, le cas échéant, de délivrer les autorisations y afférentes , veiller à l'application et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation dans le domaine du développement, de l'aménagement, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures destinées à l'alimentation en eau potable, à l'assainissement et à l'irrigation.
- Tenir à jour le fichier des points d'eau situés sur le territoire de la wilaya et suivre les études et enquêtes concourant à une meilleure connaissance des ressources en eaux superficielles et souterraines.
- Rassembler les informations nécessaires à l'élaboration des bilans des programmes d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'hydraulique agricole.
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivi de l'exécution des projets dont la maîtrise d'ouvrage n'a pas fait l'objet de délégation.

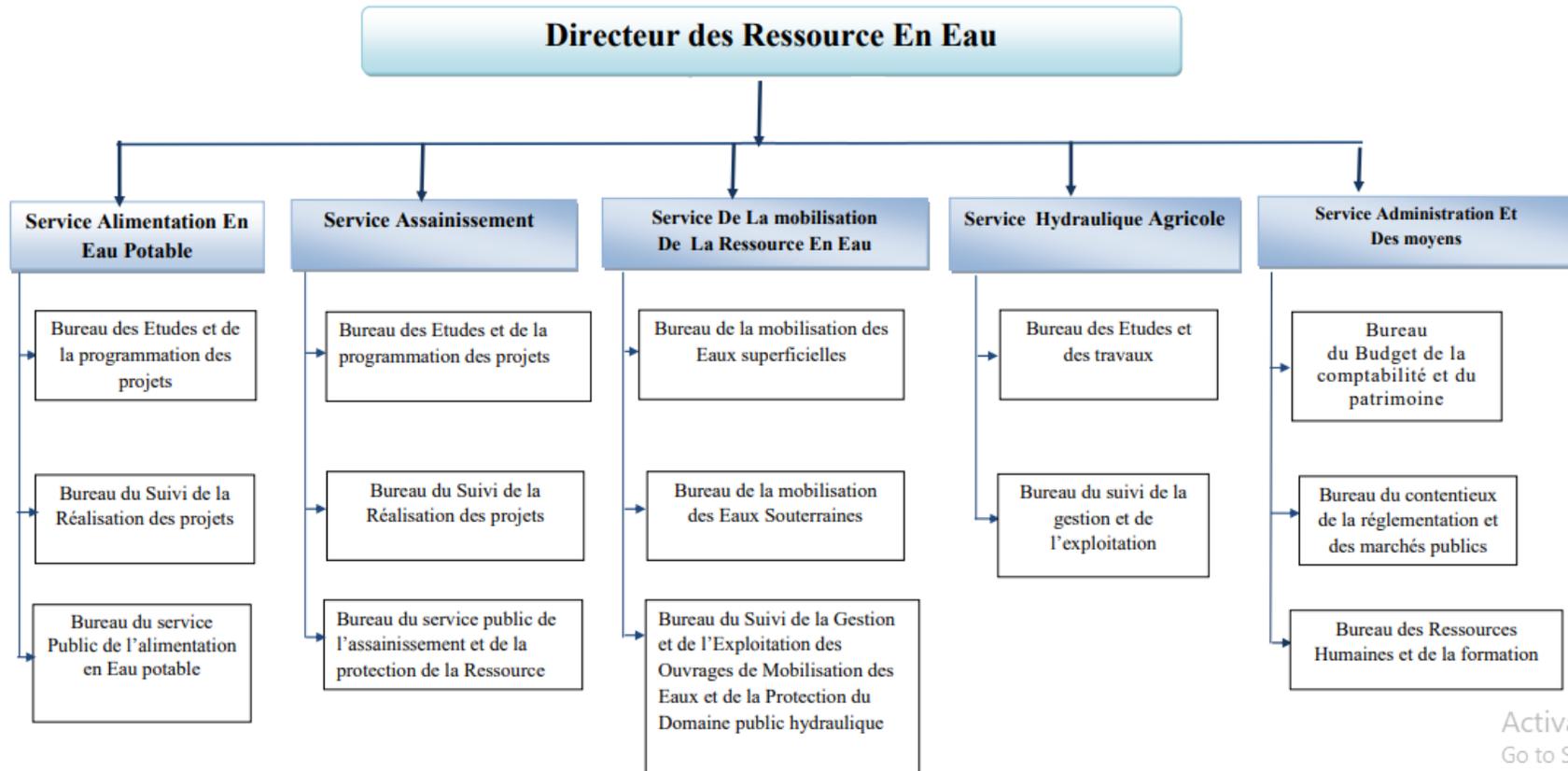
IV. Organigramme de la direction des ressources en eau

La direction des ressources en eau organisée en cinq (5) services et treize (13) subdivisions

Comprennent :

- Le service de l'administration des moyens.
- Le service de l'alimentation en eau potable.
- Le service de l'assainissement.
- Le service de la mobilisation des ressources en eau.
- Le service de l'hydraulique.

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU



Conclusion

La direction des ressources en eau organisée en cinq services, et moi j'ai été dans le service de l'hydraulique, bureau des études et des travaux.

Estimation des besoins

Introduction

Les besoins en eau potable d'une agglomération dépendent du mode de vie de la population. Le calcul des besoins soit de la population ou l'agriculture de la ville d'Ouled bellil, exige une fixation impérative des normes de consommation unitaire qui doivent rester valable tant que les critères qui ont contribué à l'établissement de ces normes restent inchangés.

Les ressources en eau susceptibles d'être mobilisées pour satisfaire qualitativement et quantitativement les besoins en eau pour la consommation. Ce qui est à savoir, nous pouvons dire que l'évaluation des besoins en eau potable d'Ouled bellil que nous les citerons, après nous permet de connaître la consommation journalière de la ville d'Ouled bellil .

I. Zone d'étude

La zone d'étude Ouled bellil (Bouira) elle est mentionnée dans la figure (II.1)



Figure II.1 : Zone d'étude

II. Evaluation de population

Le réseau d'alimentation en eau potable de la région est conçu, tenant compte de la croissance démographique et l'évolution de la population dans le temps.

Ouled bellil croit à un rythme d'environ 2.15% le nombre d'habitations dans le futur est estimé par la formule suivante: [1]

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

P_n : population à l'horizon considéré.

P_0 : population de référence.

i : taux d'accroissement.

n : nombre d'années séparant les deux horizons.

II.1) Taux d'accroissement

Le taux d'accroissement de la population est l'augmentation du nombre d'habitants d'une région au cours d'une période donnée. Il indique le nombre de naissances et de décès enregistré pendant la période et le nombre de personnes qui sont émigrés ou immigrés. [1]

II.2) Population de référence

Selon le service technique de la ville d'Ouled bellil , la population de la ville est 4000 habitants en 2019.

II.3) Horizon de calcul

On opte pour l'année actuelle 2019 et long terme 2049.

Tableau II.1 : évaluation de la population pour différent horizon.

Année	Evaluation de la population
2019	4000
2049	7573

II.4) Infrastructure scolaire

Ouled bellil chef-lieu de la commune comprend actuellement 1 école primaire, le nombre total d'élèves sera 180 ; comme définie le tableau suivant :

Tableau II.2 : détermination du nombre d'élève

centre	Nombre d'élèves	Régimes
1 école primaire	180	Externat

II.5) Dotation

Les services de l'hydraulique préconisent la dotation suivante :

150 L / j /hab.

III. Estimation des besoins

Choix de la norme unitaire de la consommation :

La quantité d'eau nécessite à l'alimentation en eau potable est généralement estimée en litre par habitant par jour, par carré de surface de végétaux, par mètre arbre. Cette quantité d'eau s'appelle la norme de consommation ; c- a- d la norme moyenne journalière de la consommation en litre par jour et par usage qui dépend de certains critères dont les principaux sont : [1]

- . Le niveau de vie de la population.
- . Le nombre d'habitants.
- . Le développement urbain.
- . Les ressources existantes.

III.1) Besoin domestique

Détermination de la consommation moyenne Journalière :

Le débit moyen journalier au cours de l'année est donné par l'expression suivante : [1]

$$Q \text{ Moye} = N \times Q_i / 1000 \quad (\text{II.2})$$

Q Moye : consommation moyenne journalière.

N : Nombre d'habitants à l'horizon donné.

Q i : débit de dotation.

Le tableau suivant représente la consommation de la population à l'horizon envisagé :

Tableau II.3 : consommation de la population pour différents horizons

Année	Nombre d'habitants	Dotation L /j /hab.	Consommation moyen journalière m3 /j
2019	4000	150	600
2049	7572	150	1135.8

III.2) Besoin scolaire

En principe les besoins scolaires ont estimée dépend a mode de séjour des élèves dans l'établissement (externat) ; de ce fait nous estimons à 10 L /j / élève.

Tableau II.4 : détermination de la consommation scolaire

Etablissements	Nombre d'élèves	Dotation L/j/ élève	Consommation en m3/j
Ecole primaire	180	10	1.8

III.3) Consommation moyenne totale de l'agglomération

Le débit total moyen d'Ouled bellil on peut résumer sur le tableau ci-dessous, en tenant compte des différents besoins en eau, pour l'horizon 2049.

Tableau II.5 : tableau récapitulatif de la consommation moyenne totale

Catégorie de consommateurs	Consommation journalière m3/ j
Domestiques	1135.8
Scolaire-Mosquée	1.8 + 2
Totale	1139.6

L'étude de différentes catégories des besoins que nous l'avons effectué, est basée sur les dotations qui sont fixées selon le plan du développement national. Le débit journalier de 1139.6 m3 / j, est celui qui sera consommé moyennement par la ville d'Ouled bellil à l'horizon 2049 ; et ceci nous permet par la suite de calculer le débit maximal journalier de la consommation.

IV. Etude des variations des débits

Au sein d'une agglomération, l'eau appelée à la consommation varie dans le temps, cette variation peut être journalière, hebdomadaire, mensuelle ou annuelle et dépend du mode de vie de la population. Par ailleurs, il faut noter que l'existence des fuites et de gaspillage, occasionnée au niveau du réseau en fonction de l'état de ce dernier est liée à tous ces facteurs. Pour tenir compte de l'irrégularité de la consommation, nous devons prendre en considération un certain nombre de coefficients d'irrégularité. [2]

IV.1) Coefficient d'irrégularité journalier maximal

Qui est défini comme le rapport entre la consommation maximale journalière ($Q_{\max j}$) et la consommation moyenne journalière ($Q_{\text{moy } j}$) : [2]

$$K_{\max j} = Q_{\max j} / Q_{\text{moy } j} \quad (\text{II.3})$$

Dans la pratique $K_{\max j} = 1.1$ à 1.3 besoin domestique.

$$K_{\max j} = 1 \quad \text{autre besoin.}$$

Donc on tire : $Q_{\max j} = K_{\max j} * Q_{\text{moy}}$

IV.2) Calcul de la consommation maximal journalière

$$Q_{\max j} = K_{\max j} * Q_{\text{moy } j}$$

$$Q_{\max j} = 1.3 * 1139.6$$

$$Q_{\max j} = 1481.48 \text{ m}^3/\text{j}$$

IV.3) Détermination du débit de pointe

La détermination de débit de pointe s'effectue en fonction du nombre d'habitations du degré de développement des installations sanitaires et de régime de consommation.

La connaissance de ce débit est fondamentale dans un projet AEP. Ceci nous permet de connaître les heures pendant lesquelles la consommation est maximale (heure de pointes), afin de dimensionner le réseau de distributions à l'intérieur de l'agglomération.

Pour déterminer le débit nous devons aussi prendre en compte du coefficient d'irrégularité horaire.

Le débit de pointe est donné par la relation suivante : [2]

$$Q_p = K_p * Q_{\text{moy}} \quad (\text{II.4})$$

Avec Q_p : débit de pointe.

Q_{moy} : débit moyen journalier.

K_p : coefficient de pointe.

$$\text{Et :} \quad K_p = K_{\text{max j}} * K_{\text{max h}} \quad (\text{II.5})$$

Le coefficient $K_{\text{max h}}$ est donné par la relation suivante :

$$K_{\text{max h}} = \alpha_{\text{max}} * \beta_{\text{max}} \quad (\text{II.6})$$

Avec : α_{max} : coefficient qui dépend du niveau des confort des conditions locales et du niveau de développement :

$$\alpha_{\text{max}} = 1.2 - 1.3$$

Nous prenons $\alpha_{\text{max}} = 1.2$.

Et β : coefficient qui dépend du nombre d'habitants ; ces valeurs sont données sur le tableau suivant :

Tableau II.6 : valeurs de coefficient β en fonction des habitants

Nombre d'habitants	1000	1500	2000	10000	20000	50000
β max	2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.15
β min	0.1	0.1	0.1	1.4	0.5	0.6

Pour la ville d'Ouled blil ; la population est de 7572 habitants, nous avons déduit les valeurs de coefficient à partir du tableau :

$$\text{Donc : } \beta \text{ max} = 1.45$$

Et par la suite nous avons

$$K \text{ max h} = \alpha \text{ max} * \beta \text{ max} \quad \text{avec} \quad \alpha \text{ max h} = 1.2$$

$$\beta \text{ max} = 1.45$$

$$K \text{ max h} = 1.2 * 1.34 = 1.608$$

Donc le coefficient de pointes est de :

$$K \text{ p} = K \text{ max j} * K \text{ max h.}$$

$$K \text{ p} = 1.3 * 1.608$$

$$K \text{ p} = 2.09$$

À partir de ce coefficient de pointe ; nous déterminons notre débit de pointe qui est :

$$Q \text{ p} = K \text{ p} * Q \text{ moy.}$$

$$Q \text{ p} = 2.09 * 1139.6$$

$$Q \text{ p} = 23.8176 \text{ L/s}$$

V. Calcul de la consommation horaire

Le débit horaire demandé pour chaque groupe de consommation :

$$Q_h = P \% * Q_{\max j} / 100. \quad (\text{II.7})$$

Q_h : débit horaire nécessaire (m³/h).

$P\%$: pourcentage horaire (%).

Le tableau ci-dessous nous permet de connaître la consommation domestique.

Tableau II.7 : détermination de débit horaire maximal

Heures	Consommation d'agglomération 1481.48 m ³ /j		% cumulé (m ³ /h)
	(%)	(m ³ /h)	
(h)	(%)	(m ³ /h)	(m ³ /h)
0-1	1	12.536	1
1-2	1	12.536	2
2-3	1	12.536	3
3-4	1	12.536	4
4-5	2	25.071	6
5-6	3	37.607	9
6-7	5	62.678	14
7-8	6.5	81.481	20.5
8-9	6.5	81.481	27
9-10	5.5	68.946	32.5
10-11	4.5	56.41	37
11-12	5.5	68.946	42.5
12-13	7	87.749	49.5
13-14	7	87.749	56.5
14-15	5.5	68.946	62

Suite de tableau

Heures	Consommation d'agglomération 1253.56 m ³ /j		% cumulé
15-16	4.5	56.41	66.5
16-17	5	62.678	71.5
17-18	6.5	81.481	78
18-19	6.5	81.481	84.5
19-20	5	62.678	89.5
20-21	4.5	56.41	94
21-22	3	37.607	97
22-23	2	25.071	99
23-24	1	12.536	100
somme	100%	1253.6	100%

Les résultats trouvés, nous permettent de tracer le graphique de consommation de l'agglomération.

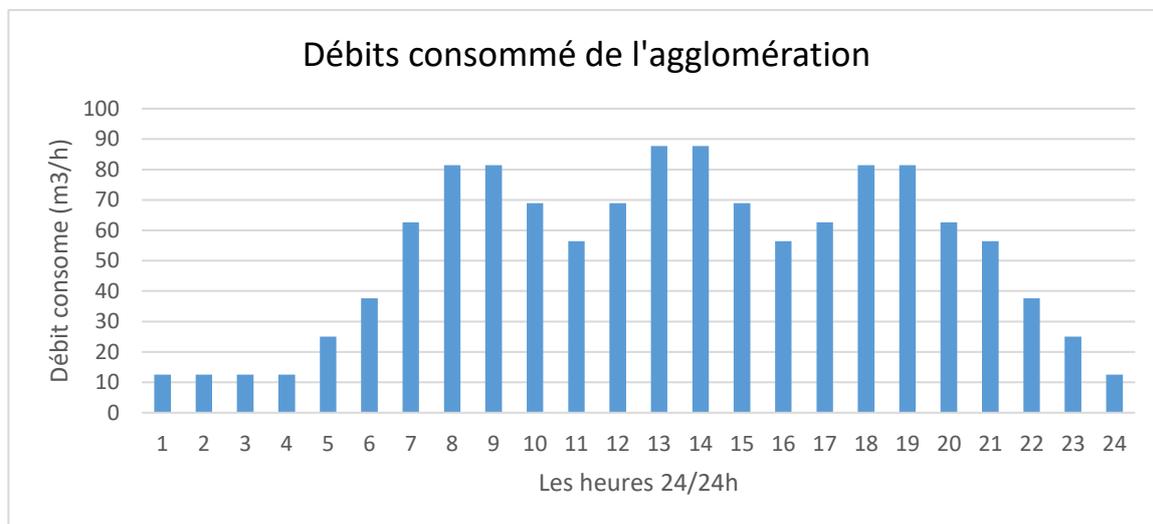


Figure II.1 : Débits consommés de l'agglomération

Conclusion

Le débit maximum journalier $Q_{max j} = 1481.48 \text{ m}^3/\text{j}$; nous permet de dimensionner la conduite d'adduction ainsi que le réservoir de stockage et le débit de pointe $Q_p = 23.8176 \text{ L/s}$; nous permet de dimensionner le réseau de distribution.

Le réseau de distribution

Introduction

L'eau stockée dans le réservoir, doit être distribuée à l'aide des canalisations connectées entre elle sur lesquelles des branchements seront piqués en vue de satisfaire le consommateur. Toutes fois une étude préliminaire doit être faite à fin d'attribuer un diamètre adéquat à la canalisation, permettant d'assurer le débit maximal à tous les besoins domestique, industrie ou agricole.

I. Les types de réseau [3]

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération on distingue les différents types de réseau de distribution dont :

- 1) Réseau ramifié.
- 2) Réseau maillé.
- 3) Réseau étagé.
- 4) Réseau mixte

I.1) Réseau ramifié

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires branchées tout le long de la conduite principale. C'est un réseau arborescent (ramifié) qui n'assure aucune distribution de retour. Il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale, toute la population à l'aval sera privée d'eau.

I.2) Réseau étagé

Le réseau étagé est caractérisé par les différences de niveau très important ; ce qui fait la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions au point le plus bas (norme de pressions n'est pas respectée). En effet ce système nécessite une installation d'un réservoir intermédiaire alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

I. 3) Réseau maillé

Un réseau maillé est constitué d'une série des tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées, on suivant sont tracés ; contrairement au réseau ramifié.

Le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon. Ils sont utilisés généralement dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associées à des réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications. Bien que son cout soit élevé ; il reste préférable au réseau ramifié car : dans le cas d'une fuite dans une conduite on peut la réparer sans faire couper l'alimentation de la ville. Ce réseau présente les avantages suivants :

1. Une alimentation de retour.
2. Isolation du tronçon accidenté par une simple manœuvre de robinet.

I.4) Réseau mixte

Un réseau est dit mixte (maillé-ramifié), lorsque ce dernier est constitué d'une partie ramifiée et une autre maillée.

II. Conception d'un réseau

Pour concevoir un réseau de distribution nous soumis appelles à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lequel, nous avons :

1. L'emplacement des cartiers.
2. L'emplacement des consommateurs.
3. Le relief.
4. Le souci d'assurer un service souple et précis.

III. Principe de tracé du réseau

Le tracé de notre réseau de distribution a été conçu en tenant compte des paramètres suivants :

1. Repérer les quartiers les plus denses de la population.
2. Repérer les consommateurs importants (débit concentré).

3. Déterminer l'itinéraire principale pour assurer la distribution aux consommateurs.
4. Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situés sur les côtes les plus élevées pour bien répartir l'eau.
5. Les conduites principales doivent être reliées entre-elles, par les conduites secondaires pour former des boucles à fin d'alimenter l'intérieur des quartiers.

IV. Choix du système de distribution

Dans l'alimentation en eau potable, on distingue deux principaux systèmes de distributions :

1. Système à réservoir de tête.
2. Système à contre réservoir ou à injection directe.

Vus à la configuration du terrain de site, nous avons opté dans notre étude pour le système à réservoir de tête.

V. Choix du type de matériaux

Dans le but du bon choix de type de matériau, on prend en compte les paramètres suivants :

1. Le diamètre.
2. La pression du service à supportée par le matériau.
3. Les conditions de pose.
4. Le prix.
5. La durée de vie de matériau.
6. La disponibilité de ce dernier sur le marché.

Dans notre cas nous avons opté pour les conduites en PEHD.

VI. Calcul hydraulique du réseau maillé

Les conduites devront transiter les eaux avec plus fort débit instantané l'heure de pointe ainsi l'heure pour laquelle la consommation est minimale.

Le dimensionnement et la détermination des débits dans un réseau maillé s'effectuent de la manière suivante, tout à bord nous déterminants :

- 1) Les débits de route pendant les heures considérées.
- 2) Le débit spécifique en considérant les débits de route.
- 3) Les débits supposés concentrés aux nœuds.

Et nous avons comme donnait la longueur de chaque tronçon du réseau maillé.

VI. 1) Calcul des débits :

VI.1) 1) Débit de route :

Il se définit comme étant le débit répartis uniformément le long d'un tronçon du réseau. Le débit de route est donné par la relation suivante :

$$\sum Q_r = \sum Q_{\text{cons}} - \sum Q_{\text{conc.}} \quad (\text{III.1})$$

Avec : $\sum Q_r$: la somme du Q de route (débit de chaque tronçon).

$\sum Q_{\text{cons}}$: la somme du débit consommé.

$\sum Q_{\text{conc.}}$: la somme du débit concentre

$$\text{Avec : } \sum Q_{\text{conc}} = \sum Q_{\text{ind}} + \sum \epsilon Q_{\text{ferme}} \quad (\text{III.2})$$

$\sum Q_{\text{ind}}$: la somme Q consommé par industrie.

$\sum Q_{\text{ferme}}$: la somme des débits consommés par les fermes.

VI.1) 2) : Débit spécifique

Pour pouvoir utiliser le concept du débit spécifique ; nous supposons que les habitants sont répartis uniformément tous le long du réseau, le débit spécifique est donné par la relation suivante:

$$Q_{sp} = Q_r / \sum L_i \quad (\text{III.3})$$

Avec : Q_{sp} : débit spécifique (l /s /m).

$\sum L_i$: somme des longueurs des tronçons du réseau (m).

Et pour le calcul le débit de route de chaque tronçon :

$$Q_r = Q_{sp} * L_i \quad (\text{III.4})$$

VI.1) 3) Les débits aux nœuds

Le débit au nœud est celui qui est concentré à chaque point de jonction des conduites du réseau ; il doit être déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_n = 0.5 \sum Q_{ri} + \sum Q_{conc} \quad (\text{III.5})$$

Avec Q_n : débits aux nœuds.

$\sum Q_{ri}$: somme des débits route des tronçons relia au nœud i.

$\sum Q_{conc}$: Débit concentré au nœud i.

Le cas de pointe + incendie est celui dans lequel qu'on tient compte de volume l'incendie (120 m³) qui est susceptible de ce déclenche, et $Q_{sp} = 0.001778$ L/s/m

VI.1) 4) Débit de tronçon

C'est le débit que la conduite du réseau ramifié doit transiter afin de répondre à la demande de ses propres branchements (service en route), et d'en assurer celui demandé par les conduites qui en dépendent (débit aval). Le débit de transit est donné par la formule :

$$Q_T = p + 0.55 Q_R \quad \text{(III.6)}$$

Avec:

- Q_T : Débit transité par le tronçon (l/s).

- p : Débit aval (l/s).

- Q_R : Débit en route (l/s).

Le calcul des débits nodaux pour le cas de pointe + incendie est donné dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : Détermination des débits des nœuds

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
4	4--7	72	0.128060319	0.206319402		0.2063194
	4--9	100	0.177861554			
	4--76	60	0.106716932			
76	4--76	60	0.106716932	0.155628859		0.1556289
	75--76	65	0.11561001			
	5--76	50	0.088930777			
75	75--76	65	0.11561001	0.130728242		0.1307282
	9--75	82	0.145846474			
9	4--9	100	0.177861554	0.329043874		0.3290439
	9--10	100	0.177861554			
	9--13	88	0.156518167			
	9--75	82	0.145846474			
5	5--76	50	0.088930777	0.170747092		0.1707471
	5--13	102	0.181418785			
	5--6	40	0.071144621			
6	5--6	40	0.071144621	0.178750861		0.1787509
	6--14	91	0.161854014			
	6--73	70	0.124503088			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
73	6--73	70	0.124503088	0.264124407		0.2641244
	14--73	53	0.094266623			
	73--74	174	0.309479103			
74	73--74	174	0.309479103	0.208987326	17	17.208987
	11--74	61	0.108495548			
14	6--14	91	0.161854014	0.249895483		0.2498955
	13--14	67	0.119167241			
	11--14	70	0.124503088			
	14--73	53	0.094266623			
11	11--14	70	0.124503088	0.172525707		0.1725257
	11--12	63	0.112052779			
	11--74	61	0.108495548			
12	12--13	81	0.144067859	0.184086708		0.1840867
	10--12	63	0.112052779			
	11--12	63	0.112052779			
13	5--13	102	0.181418785	0.300586026		0.300586
	9--13	88	0.156518167			
	12--13	81	0.144067859			
	13--14	67	0.119167241			
10	9--10	100	0.177861554	0.237445174		0.2374452
	10--15	50	0.088930777			
	10--20	54	0.096045239			
	10--12	63	0.112052779			
20	10--20	54	0.096045239	0.273906793		0.2739068
	20--21	130	0.23122002			
	20--22	124	0.220548327			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
22	20--22	124	0.220548327	0.372619955		0.37262
	21--22	118	0.209876633			
	22--35	120	0.213433864			
	22--25	57	0.101381086			
25	22--25	57	0.101381086	0.158296783		0.1582968
	23--25	121	0.21521248			
35	22--35	120	0.213433864	0.265903023		0.265903
	24--35	115	0.204540787			
	23--35	64	0.113831394			
24	21--24	134	0.238334482	0.221437634		0.2214376
	24--35	115	0.204540787			
21	21--36	165	0.293471564	0.486451349		0.4864513
	21--24	134	0.238334482			
	21--22	118	0.209876633			
	20--21	130	0.23122002			
36	36--37	115	0.204540787	0.361058954		0.361059
	36--41	126	0.224105558			
	21--36	165	0.293471564			
41	36--41	126	0.224105558	0.270349562		0.2703496
	41--47	106	0.188533247			
	40--41	72	0.128060319			
40	40--41	72	0.128060319	0.153850244		0.1538502
	40--44	101	0.179640169			
44	44--47	95	0.168968476	0.272128177		0.2721282
	43--44	110	0.195647709			
	40--44	101	0.179640169			
47	45--47	106	0.188533247	0.273017485		0.2730175
	44--47	95	0.168968476			
	41--47	106	0.188533247			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
45	37--45	110	0.195647709	0.294360871		0.2943609
	43--45	115	0.204540787			
	45--47	106	0.188533247			
43	43--45	115	0.204540787	0.200094248	17	17.200094
	43--44	110	0.195647709			
37	37--38	78	0.138732012	0.269460254		0.2694603
	37--45	110	0.195647709			
	36--37	115	0.204540787			
38	31--38	220	0.391295418	0.889307769		0.8893078
	38--54	587	1.04404732			
	38--46	115	0.204540787			
	37--38	78	0.138732012			
46	38--46	115	0.204540787	0.324597336		0.3245973
	39--46	129	0.229441404			
	42--46	121	0.21521248			
39	39--42	62	0.110274163	0.169857784	17	17.169858
	39--46	129	0.229441404			
42	42--46	121	0.21521248	0.162743322		0.1627433
	39--42	62	0.110274163			
7	7--8	91	0.161854014	0.325486643		0.3254866
	7--79	107	0.190311862			
	7--18	96	0.170747092			
	4--7	72	0.128060319			
8	8--26	122	0.216991096	0.394852649		0.3948526
	8--19	146	0.259677868			
	8--79	85	0.151182321			
	7--8	91	0.161854014			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
79	8--79	85	0.151182321	0.383291648		0.3832916
	79--80	116	0.206319402			
	18--79	60	0.106716932			
	7--79	107	0.190311862			
	78--79	63	0.112052779			
18	18--79	60	0.106716932	0.281910563		0.2819106
	18--78	75	0.133396165			
	15--18	86	0.152960936			
	7--18	96	0.170747092			
26	26--84	139	0.24722756	0.342383491		0.3423835
	19--26	124	0.220548327			
	8--26	122	0.216991096			
19	19--26	124	0.220548327	0.456214885		0.4562149
	17--19	139	0.24722756			
	19--80	104	0.184976016			
	8--19	146	0.259677868			
80	19--80	104	0.184976016	0.325486643		0.3254866
	17--80	93	0.165411245			
	79--80	116	0.206319402			
	77--80	53	0.094266623			
78	77--78	94	0.16718986	0.251674098		0.2516741
	15--78	51	0.090709392			
	18--78	75	0.133396165			
	78--79	63	0.112052779			
15	15--18	86	0.152960936	0.245448944		0.2454489
	15--78	51	0.090709392			
	15--16	89	0.158296783			
	10--15	50	0.088930777			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
17	17--19	139	0.24722756	0.483783426		0.4837834
	17--83	144	0.256120637			
	16--17	91	0.161854014			
	17--77	77	0.136953396			
	17--80	93	0.165411245			
77	77--80	53	0.094266623	0.251674098		0.2516741
	17--77	77	0.136953396			
	16--77	59	0.104938317			
	77--78	94	0.16718986			
16	16--77	59	0.104938317	0.212544557		0.2125446
	16--17	91	0.161854014			
	15--16	89	0.158296783			
84	27--84	152	0.270349562	0.378845109		0.3788451
	83--84	135	0.240113098			
	26--84	139	0.24722756			
27	27--53	140	0.249006175	0.381513033		0.381513
	27--32	137	0.243670329			
	27--84	152	0.270349562			
32	27--32	137	0.243670329	0.583385896	17	17.583386
	32--52	115	0.204540787			
	32--50	107	0.190311862			
	28--32	94	0.16718986			
	32--83	203	0.361058954			
83	83--84	135	0.240113098	0.560263894		0.5602639
	32--83	203	0.361058954			
	28--83	148	0.263235099			
	17--83	144	0.256120637			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
53	29--53	116	0.206319402	0.304143257		0.3041433
	52--53	86	0.152960936			
	27--53	140	0.249006175			
52	52--53	86	0.152960936	0.292582256		0.2925823
	34--52	128	0.227662789			
	32--52	115	0.204540787			
50	33--50	127	0.225884173	0.261456484		0.2614565
	49--50	60	0.106716932			
	32--50	107	0.190311862			
28	28--49	131	0.232998635	0.397520573		0.3975206
	28--31	74	0.13161755			
	28--83	148	0.263235099			
	28--32	94	0.16718986			
29	29--34	76	0.135174781	0.170747092	17	17.170747
	29--53	116	0.206319402			
34	29--34	76	0.135174781	0.181418785		0.1814188
	34--52	128	0.227662789			
33	33--48	52	0.092488008	0.159186091		0.1591861
	33--50	127	0.225884173			
49	49--50	60	0.106716932	0.381513033		0.381513
	48--49	178	0.316593566			
	49--51	60	0.106716932			
	28--49	131	0.232998635			
31	31--51	148	0.263235099	0.393074034		0.393074
	31--38	220	0.391295418			
	28--31	74	0.13161755			
48	30--48	45	0.080037699	0.244559636		0.2445596
	48--49	178	0.316593566			
	33--48	52	0.092488008			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
51	30--51	167	0.297028795	0.333490413		0.3334904
	31--51	148	0.263235099			
	49--51	60	0.106716932			
30	30--54	73	0.129838934	0.253452714		0.2534527
	30--51	167	0.297028795			
	30--48	45	0.080037699			
54	54--57	220	0.391295418	0.913319078		0.9133191
	54--55	147	0.261456484			
	38--54	587	1.04404732			
	30--54	73	0.129838934			
57	57--86	131	0.232998635	0.521134352	17	17.521134
	57--88	136	0.241891713			
	56--57	99	0.176082938			
	54--57	220	0.391295418			
56	56--57	99	0.176082938	0.224105558		0.2241056
	55--56	153	0.272128177			
55	55--56	153	0.272128177	0.266792331		0.2667923
	54--55	147	0.261456484			
86	86--87	82	0.145846474	0.189422555		0.1894226
	57--86	131	0.232998635			
87	87--88	140	0.249006175	0.197426325		0.1974263
	86--87	82	0.145846474			
88	58--88	436	0.775476374	0.633187131		0.6331871
	57--88	136	0.241891713			
	87--88	140	0.249006175			
58	58--67	137	0.243670329	0.566489049		0.566489
	58--88	436	0.775476374			
	58--65	64	0.113831394			

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)																																																																																																							
65	58--65	64	0.113831394	0.098713162		0.0987132																																																																																																							
	64--65	47	0.08359493				67	58--67	137	0.243670329	0.265013715		0.2650137	67--68	73	0.129838934	66--67	88	0.156518167	64	64--65	47	0.08359493	0.152071628		0.1520716	64--66	68	0.120945857	59--64	56	0.09960247	66	66--69	68	0.120945857	0.259677868	17	17.259678	66--67	88	0.156518167	64--66	68	0.120945857	63--66	68	0.120945857	68	68--71	59	0.104938317	0.249006175		0.2490062	61--68	50	0.088930777	67--68	73	0.129838934	68--69	98	0.174304323	61	61--68	50	0.088930777	0.078259084	17	17.078259	61--71	38	0.06758739	59	59--63	66	0.117388625	0.108495548		0.1084955	59--64	56	0.09960247	63	62--63	73	0.129838934	0.184086708		0.1840867	63--66	68	0.120945857	59--63	66	0.117388625	69	69--70	60	0.106716932	0.268570946		0.2685709	68--69	98	0.174304323	66--69	68
67	58--67	137	0.243670329	0.265013715		0.2650137																																																																																																							
	67--68	73	0.129838934																																																																																																										
	66--67	88	0.156518167																																																																																																										
64	64--65	47	0.08359493	0.152071628		0.1520716																																																																																																							
	64--66	68	0.120945857																																																																																																										
	59--64	56	0.09960247																																																																																																										
66	66--69	68	0.120945857	0.259677868	17	17.259678																																																																																																							
	66--67	88	0.156518167																																																																																																										
	64--66	68	0.120945857																																																																																																										
	63--66	68	0.120945857																																																																																																										
68	68--71	59	0.104938317	0.249006175		0.2490062																																																																																																							
	61--68	50	0.088930777																																																																																																										
	67--68	73	0.129838934																																																																																																										
	68--69	98	0.174304323																																																																																																										
61	61--68	50	0.088930777	0.078259084	17	17.078259																																																																																																							
	61--71	38	0.06758739																																																																																																										
59	59--63	66	0.117388625	0.108495548		0.1084955																																																																																																							
	59--64	56	0.09960247																																																																																																										
63	62--63	73	0.129838934	0.184086708		0.1840867																																																																																																							
	63--66	68	0.120945857																																																																																																										
	59--63	66	0.117388625																																																																																																										
69	69--70	60	0.106716932	0.268570946		0.2685709																																																																																																							
	68--69	98	0.174304323																																																																																																										
	66--69	68	0.120945857																																																																																																										
	62--69	76	0.135174781																																																																																																										

Suite de tableau

N: des nœuds	N : des tronçons	Longueur Des tronçons (m)	Débit de Route (L / s)	Débit Nodaux (L / s)	Débit d'incendie (L / s)	Débit Nodaux totale (L / s)
71	61--71	38	0.06758739	0.127171011		0.127171
	68--71	59	0.104938317			
	70--71	46	0.081816315			
62	60--62	59	0.104938317	0.184976016		0.184976
	62--69	76	0.135174781			
	62--63	73	0.129838934			
70	70--71	46	0.081816315	0.13962132		0.1396213
	69--70	60	0.106716932			
	60--70	51	0.090709392			
60	60--70	51	0.090709392	0.097823855	17	17.097824
	60--62	59	0.104938317			
23	23--35	64	0.113831394	0.164521937	17	17.164522
	23--25	121	0.21521248			

VII. Modélisation et simulation du réseau

Suite à l'essor qu'ont connu les mathématiques appliquées et l'informatique en parallèle, plusieurs logiciels ont été développés dans le but de subvenir aux besoins des ingénieurs et concepteurs dans le domaine d'hydraulique. Ces logiciels sont capables de faire des simulations et des calculs fastidieux en un temps-record. Nous en citons les plus connus : WATERCAD, PICCOLO, PORTEAU et celui que nous allons utiliser est intitulé EPANET.

VII.1) Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longue durée 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 et la vitesse 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. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

VII.2) Utilisation du logiciel EPANET

Les étapes classiques de l'utilisation d'EPANET pour modéliser un système de distribution d'eau sont les suivantes :

- Dessiner un réseau représentant le système de distribution ou importer une description de base du réseau enregistrée dans un fichier avec un format texte Métafichier.
- Saisir les propriétés des éléments du réseau ;
- Décrire le fonctionnement du système ;
- Sélectionner un ensemble d'options de simulation ;
- Lancer une simulation hydraulique ou une analyse de la qualité ;
- Visualiser les résultats d'une simulation.

VII.3) Modélisation du réseau

Modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs et de nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes, et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches.

a). Première étape : Elle consiste à au report du tracé qu'on a réalisé avec AUTOCAD sur un fichier compatible avec EPANET.

b). Deuxième étape : Il s'agit de choisir et de définir l'unité de calcul puis d'introduire quelques données de base.

c). Troisième étape : Dans notre projet la modélisation consistée à un introduire les différentes données du réseau.

Au niveau des nœuds :

- L'altitudes des nœuds par rapport à un plan de référence.
- La demande en eau.

Au niveau des conduites :

- Les nœuds, le diamètre, la longueur et le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge).

Au niveau des réservoirs :

- L'altitude du radier.
- Le diamètre.
- Les niveaux initiaux, minimaux et maximaux de l'eau.

VIII. Etude de la distribution

VIII.1) Données de base

- La cote du radier du réservoir est de 605m.
- La longueur totale du réseau de distribution est de 13117 m.
- Le débit de pointe est : $Q_p = 23.3301$ L/s.
- Le débit spécifique : $Q_s = 0.001778$ l/s/m.

VIII.2) Etat des nœuds du réseau après simulation

Tableau III.2 : Etat des nœuds du réseau

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Pression m
Noeud 4	572	0.206319402	26.26
Noeud 5	567	0.170747092	30.81
Noeud 6	565	0.178750861	32.52
Noeud 7	572	0.325486643	25.93
Noeud 8	574	0.394852649	23.36

Suite de tableau

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Pression m
Noeud 9	558	0.329043874	39.42
Noeud 10	547	0.237445174	49.22
Noeud 11	547	0.172525707	49.13
Noeud 12	547	0.184086708	49.55
Noeud 13	555	0.300586026	42.21
Noeud 14	555	0.249895483	41.79
Noeud 15	550	0.245448944	46.97
Noeud 16	547	0.212544557	49.74
Noeud 17	547	0.483783426	49.23
Noeud 18	560	0.281910563	37.52
Noeud 19	548	0.456214885	49.1
Noeud 20	546	0.273906793	49.87
Noeud 21	545	0.486451349	49.48
Noeud 22	546	0.372619955	49.63
Noeud 23	545	17.16452194	47.29
Noeud 24	545	0.221437634	48.91
Noeud 25	545	0.158296783	49.54
Noeud 26	561	0.342383491	35.37
Noeud 27	551	0.381513033	43.94
Noeud 28	547	0.397520573	47.63
Noeud 29	551	17.17074709	41
Noeud 30	542	0.253452714	49.02
Noeud 31	542	0.393074034	49.86
Noeud 32	546	17.5833859	48.35
Noeud 33	543	0.159186091	48.97
Noeud 34	544	0.181418785	49.17
Noeud 35	550	0.265903023	43.46
Noeud 36	545	0.361058954	47.62
Noeud 37	545	0.269460254	46.68
Noeud 38	546	0.889307769	45.55
Noeud 39	545	17.16985778	43.21
Noeud 40	545	0.153850244	45.56
Noeud 41	545	0.270349562	46.76
Noeud 42	545	0.162743322	44.15
Noeud 43	548	17.20009425	39.93
Noeud 44	547	0.272128177	41.97
Noeud 45	545	0.294360871	46.51
Noeud 46	545	0.324597336	46.06
Noeud 47	545	0.273017485	45.95

Suite de tableau

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Pression m
Noeud 48	543	0.244559636	48.42
Noeud 49	543	0.381513033	49.59
Noeud 50	545	0.261456484	48.34
Noeud 51	543	0.333490413	49.31
Noeud 52	547	0.292582256	46.96
Noeud 53	545	0.304143257	49.53
Noeud 54	543	0.913319078	47.58
Noeud 55	545	0.266792331	45.04
Noeud 56	546	0.224105558	43.56
Noeud 57	545	17.52113435	44.28
Noeud 58	543	0.566489049	43.43
Noeud 59	547	0.108495548	38.98
Noeud 60	537	17.09782386	45.12
Noeud 61	540	17.07825908	43.3
Noeud 62	535	0.184976016	48.43
Noeud 63	539	0.184086708	46.01
Noeud 64	545	0.152071628	41.12
Noeud 65	541	0.098713162	45.25
Noeud 66	538	17.25967787	47.74
Noeud 67	544	0.265013715	41.98
Noeud 68	540	0.249006175	44.7
Noeud 69	536	0.268570946	48.26
Noeud 70	535	0.13962132	47.87
Noeud 71	535	0.127171011	48.7
Noeud 73	562	0.264124407	34.4
Noeud 74	550	17.20898733	44.44
Noeud 75	560	0.130728242	37.74
Noeud 76	569	0.155628859	28.99
Noeud 77	547	0.251674098	49.43
Noeud 78	550	0.251674098	47.3
Noeud 79	564	0.383291648	33.68
Noeud 80	561	0.325486643	35.74
Noeud 83	547	0.560263894	48.44
Noeud 84	546	0.378845109	49.86
Noeud 86	542	0.189422555	46.79
Noeud 87	544	0.197426325	44.5
Noeud 88	546	0.633187131	42.04
Bâche R	605	Sans Valeur	0

VIII.3) Etat des arcs du réseau après simulation

Tableau III.3 : Etat des conduites du réseau

ID conduite	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	Pn bar
Tuyau 6	72	315	0.01	113.05	1.45	4.7	16
Tuyau 7	91	200	0.01	39.45	1.26	6.2	16
Tuyau 8	102	125	0.01	10.99	0.9	5.89	16
Tuyau 9	81	110	0.01	9.34	0.98	8.15	16
Tuyau 10	91	75	0.01	3.31	0.75	7.98	16
Tuyau 11	70	90	0.01	5.95	0.94	9.5	16
Tuyau 14	100	200	0.01	56.47	1.8	11.99	16
Tuyau 16	50	110	0.01	13.09	1.38	15.08	16
Tuyau 17	89	160	0.01	13.57	0.67	2.62	16
Tuyau 18	91	125	0.01	10.71	0.87	5.63	16
Tuyau 20	139	125	0.01	11.39	0.93	6.29	16
Tuyau 21	146	200	0.01	19.83	0.63	1.77	16
Tuyau 22	96	200	0.01	31.92	1.02	4.21	16
Tuyau 23	86	160	0.01	22.14	1.1	6.37	16
Tuyau 24	54	250	0.01	73.59	1.5	6.58	16
Tuyau 25	130	200	0.01	52.92	1.68	10.64	16
Tuyau 26	118	90	0.01	6.04	0.95	9.76	16
Tuyau 27	124	200	0.01	20.39	0.65	1.86	16
Tuyau 28	57	90	0.01	8.77	1.38	19.23	16
Tuyau 29	121	90	0.01	8.61	1.35	18.61	16
Tuyau 31	134	90	0.01	3.83	0.6	4.29	16
Tuyau 32	124	90	0.01	4.58	0.72	5.93	16
Tuyau 33	122	160	0.01	25.32	1.26	8.14	16
Tuyau 37	74	90	0.01	12.6	1.98	37.37	16
Tuyau 41	94	110	0.01	5.31	0.56	2.94	16
Tuyau 44	76	90	0.01	7.78	1.22	15.48	16
Tuyau 46	137	110	0.01	6.56	0.69	4.3	16
Tuyau 48	115	90	0.01	3.61	0.57	3.86	16
Tuyau 49	64	90	0.01	8.55	1.34	18.38	16
Tuyau 50	120	75	0.01	5.21	1.18	18.09	16
Tuyau 51	165	200	0.01	54.65	1.74	11.28	16
Tuyau 52	115	200	0.01	45.8	1.46	8.15	16
Tuyau 53	78	250	0.01	35.55	0.72	1.74	16
Tuyau 54	115	160	0.01	17.66	0.88	4.22	16
Tuyau 55	129	90	0.01	9.46	1.49	22.11	16
Tuyau 56	62	90	0.01	7.71	1.21	15.2	16

Suite de tableau

ID conduite	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	Pn Bar
Tuyau 57	121	90	0.01	7.87	1.24	15.79	16
Tuyau 59	115	75	0.01	7.03	1.59	31.18	16
Tuyau 60	110	110	0.01	10.17	1.07	9.51	16
Tuyau 61	101	75	0.01	4.82	1.09	15.71	16
Tuyau 62	72	75	0.01	4.98	1.13	16.63	16
Tuyau 63	126	110	0.01	8.49	0.89	6.85	16
Tuyau 64	106	75	0.01	3.24	0.73	7.66	16
Tuyau 65	106	75	0.01	2.65	0.6	5.36	16
Tuyau 66	95	75	0.01	5.62	1.27	20.75	16
Tuyau 67	148	110	0.01	5.42	0.57	3.05	16
Tuyau 68	167	125	0.01	12.77	1.04	7.74	16
Tuyau 69	45	160	0.01	26.58	1.32	8.9	16
Tuyau 70	52	125	0.01	15.17	1.24	10.59	16
Tuyau 71	127	125	0.01	15.32	1.25	10.79	16
Tuyau 72	107	160	0.01	27.43	1.36	9.43	16
Tuyau 73	131	125	0.01	18.72	1.53	15.56	16
Tuyau 74	60	110	0.01	11.85	1.25	12.56	16
Tuyau 75	178	125	0.01	11.66	0.95	6.56	16
Tuyau 76	60	160	0.01	18.52	0.92	4.6	16
Tuyau 77	115	90	0.01	3.39	0.53	3.45	16
Tuyau 78	86	90	0.01	4.87	0.77	6.62	16
Tuyau 79	116	90	0.01	9.39	1.48	21.79	16
Tuyau 80	128	110	0.01	7.96	0.84	6.1	16
Tuyau 81	140	160	0.01	14.56	0.72	2.97	16
Tuyau 82	73	200	0.01	39.1	1.24	6.1	16
Tuyau 83	220	250	0.01	69.32	1.41	5.89	16
Tuyau 85	147	90	0.01	3.49	0.55	3.65	16
Tuyau 86	153	90	0.01	3.23	0.51	3.16	16
Tuyau 87	99	90	0.01	3	0.47	2.78	16
Tuyau 88	64	200	0.01	25.61	0.82	2.81	16
Tuyau 89	137	200	0.01	27.61	0.88	3.23	16
Tuyau 90	38	90	0.01	6.3	0.99	10.55	16
Tuyau 91	46	50	0.01	1.76	0.89	18.04	16
Tuyau 92	51	90	0.01	7.59	1.19	14.78	16
Tuyau 93	59	90	0.01	9.51	1.49	22.31	16
Tuyau 94	73	75	0.01	5.76	1.3	21.68	16
Tuyau 95	66	75	0.01	4.64	1.05	14.64	16
Tuyau 96	56	110	0.01	4.75	0.5	2.4	16
Tuyau 97	47	200	0.01	25.51	0.81	2.79	16

Suite de tableau

ID conduite	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	Pn Bar
Tuyau 99	50	90	0.01	10.78	1.69	28.04	16
Tuyau 100	98	50	0.01	0.8	0.41	4.5	16
Tuyau 101	68	90	0.01	9.37	1.47	21.72	16
Tuyau 102	88	125	0.01	7.33	0.6	2.83	16
Tuyau 103	68	160	0.01	20.61	1.02	5.59	16
Tuyau 104	68	50	0.01	1.3	0.66	10.6	16
Tuyau 105	76	75	0.01	3.94	0.89	10.88	16
Tuyau 106	60	75	0.01	5.97	1.35	23.16	16
Tuyau 107	59	90	0.01	8.19	1.29	16.97	16
Tuyau 108	100	200	0.01	46.69	1.49	8.45	16
Tuyau 109	60	200	0.01	33.38	1.06	4.57	16
Tuyau 110	50	160	0.01	16.29	0.81	3.64	16
Tuyau 111	40	90	0.01	5.13	0.81	7.27	16
Tuyau 112	70	50	0.01	1.64	0.83	15.93	16
Tuyau 113	61	90	0.01	10.68	1.68	27.58	16
Tuyau 114	63	90	0.01	4.9	0.77	6.69	16
Tuyau 115	63	90	0.01	4.26	0.67	5.19	16
Tuyau 116	88	125	0.01	6.7	0.55	2.41	16
Tuyau 117	67	110	0.01	8.04	0.85	6.21	16
Tuyau 118	53	90	0.01	5.16	0.81	7.34	16
Tuyau 119	174	90	0.01	6.53	1.03	11.25	16
Tuyau 120	65	160	0.01	16.94	0.84	3.91	16
Tuyau 121	82	160	0.01	16.81	0.84	3.86	16
Tuyau 122	75	160	0.01	14.51	0.72	2.96	16
Tuyau 123	94	125	0.01	14.11	1.15	9.29	16
Tuyau 124	77	200	0.01	24.36	0.78	2.57	16
Tuyau 125	59	75	0.01	2.64	0.6	5.33	16
Tuyau 126	51	90	0.01	4.78	0.75	6.39	16
Tuyau 127	107	250	0.01	41.36	0.84	2.29	16
Tuyau 128	116	160	0.01	25.24	1.26	8.09	16
Tuyau 129	93	160	0.01	20.46	1.02	5.52	16
Tuyau 130	85	110	0.01	6.1	0.64	3.76	16
Tuyau 131	60	110	0.01	5.01	0.53	2.65	16
Tuyau 132	104	90	0.01	3.4	0.53	3.47	16
Tuyau 133	148	200	0.01	37.02	1.18	5.52	16
Tuyau 134	203	200	0.01	36.53	1.16	5.38	16
Tuyau 135	135	125	0.01	7.67	0.63	3.08	16
Tuyau 136	152	160	0.01	21.51	1.07	6.04	16
Tuyau 137	587	250	0.01	34.63	0.71	1.65	16

Suite de tableau

ID conduite	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	Pn Bar
Tuyau 141	136	200	0.01	48.73	1.55	9.14	16
Tuyau 142	436	250	0.01	53.78	1.1	3.7	16
Tuyau 143	140	110	0.01	5.68	0.6	3.32	16
Tuyau 144	131	110	0.01	6.07	0.64	3.73	16
Tuyau 145	82	110	0.01	5.88	0.62	3.53	16
Tuyau 146	139	200	0.01	29.56	0.94	3.66	16
Tuyau 147	144	250	0.01	66.44	1.35	5.45	16
Tuyau 1	53	110	0.01	7.85	0.83	5.95	16
Tuyau 4	63	90	0.01	4.63	0.73	6.04	16
Tuyau 5	1419	400	0.1	193.33	1.54	4.75	16
Tuyau 12	100	160	0.1	9.98	0.5	1.69	16

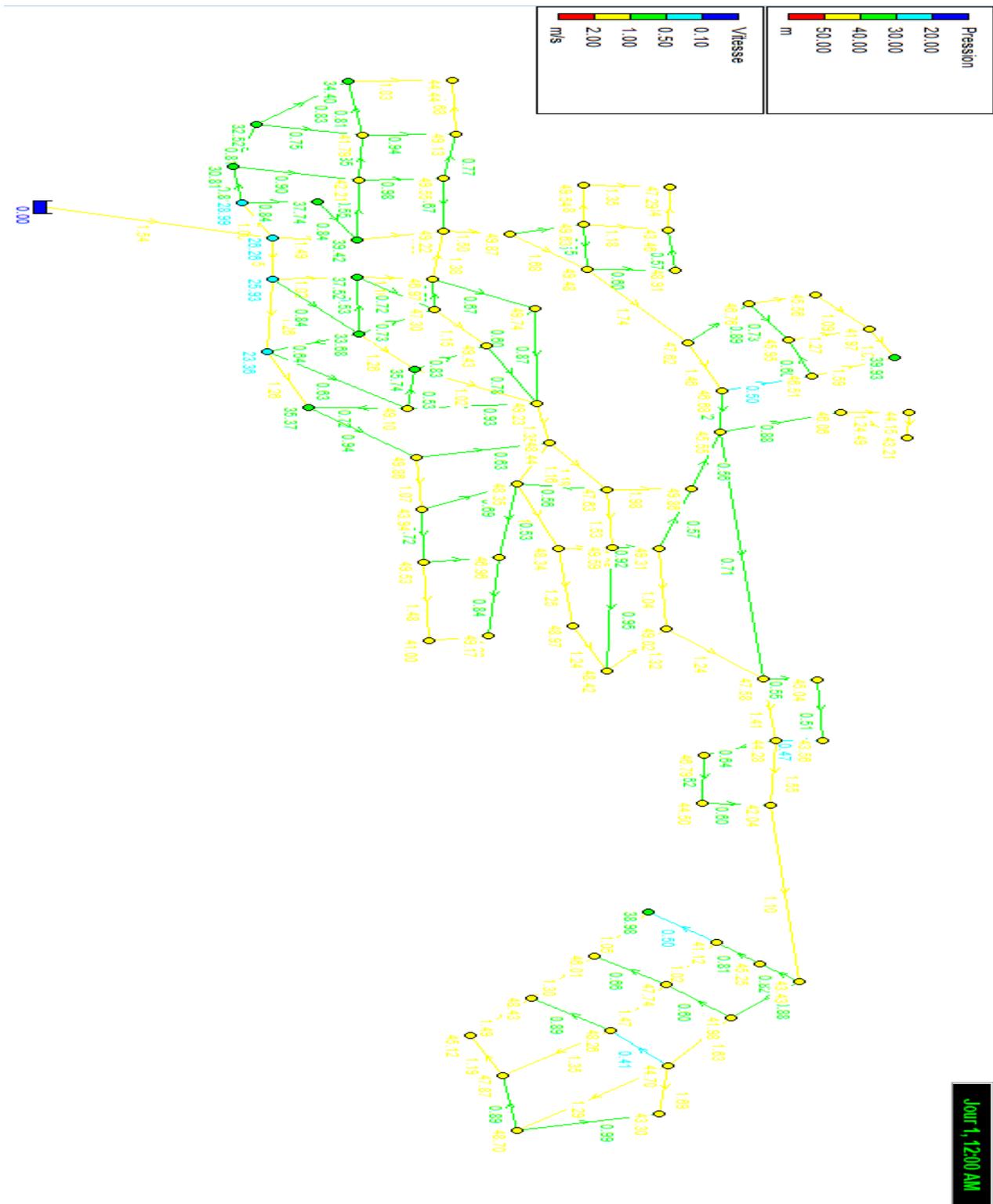


Figure III. : Schéma de réseau distribution

IX. Les équipements hydrauliques

- a) **Type des tuyaux** : Le réseau de distribution sera Constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD.
- b) **Appareil et accessoires du réseau** : les accessoires doivent être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :
- 1) **Les robinets vannes** : ils sont placés au niveau de chacun noud et permettant, l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une répartition sur l'un d'entre eux, ils permettent ainsi de régler les débits ; leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dit Béquille.
 - 2) **Les décharges** : Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.
 - 3) **Bouches ou poteau d'incendie** : les bouches ou poteau d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capable d'assurer un débit de 17 l/s avec une pression de 10 m.
 - 4) **Les ventouses** : sont des organes qui sont placés au point le plus haut du réseau, pour réduire la formation de vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses ont pour le rôle spécial ; l'élimination des poches d'air dans la canalisation des conduites.
- c) **Pièces spéciaux de raccordement** :
- 1) **Les Tés** : utilisés pour le raccordement des canalisations secondaires aux canalisations principales.
 - 2) **les coudes** : utilisés en cas de changement de direction.
 - 3) **Les cônes de réduction** : ce sont des organes de raccordement en cas de changement de diamètre. [3]

Conclusion

Après analyse des résultats de la simulation, on a observé que les vitesses de l'eau dans les conduites sont dans les limites souhaitées (0.5 m/s et 1.5m/s), et la même chose pour les pressions (20m et 50m).

Dimensionnement de réservoir

Introduction

Un réservoir est une enveloppe ; qui contient un liquide qui peut être généralement de l'eau, soit potable (réservoir des distributions publiques), soit usées (eau d'égout). Parmi les liquides que l'eau ; les plus courants sont le lait et les hydrocarbures ; etc.

Dans le cas des réseaux d'eau, le réservoir est un ouvrage intermédiaire entre le réseau d'adduction et le réseau distribution ; ce dernier possède des débits non uniformes durant la journée ; d'où le rôle du réservoir qui permet de gérer les débits selon la demande.

Le réservoir joue donc, en somme le volant de la distribution.

I. Le rôle du réservoir

Les réservoirs constituent une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe (le débit maximal demandé), de plus il peut aussi :

- Régulariser le fonctionnement de la pompe.
- Régulariser la pression dans le réseau de distribution.
- Coordonner le régime d'adduction au régime distribution.
- Joue le rôle de brise de charge dans le cas d'une distribution étagée.
- Lutte contre incendie.
- Jouer le rôle de relais.

II. L'emplacement des réservoirs

L'emplacement du réservoir pose souvent un problème délicat à résoudre ; pour cela nous somme à tenir compte des certaines considérations techniques et économiques suivantes :

- Il est préférable que l'emplacement puisse permettre une distribution gravitaire ; la cote du radier doit être supérieure à la cote. Piézométrie maximal dans le réseau.

- Pour des raisons économiques ; il est préférable que remplissage se fait gravitaire, ce qui implique qu'on puisse le placer à un point bas par rapport à la prise d'eau.
- L'implantation doit se faire aussi de préférence ; à l'extrémité de la ville ou à proximité du centre important de consommation.
- La présence des reliefs dans la région peut faciliter l'implantation d'un réservoir, qui sera toujours plus économique (réservoir semi-enterré mieux qu'un château d'eau).
- La nature du sol joue un rôle important dans le choix de l'emplacement d'un réservoir. Il est indispensable, en effet, d'établir un réservoir sur un sol parfaitement résistant.
- Il est avantageux qu'un réservoir soit établir le plus près possible de l'agglomération.

III. Choix du type du réservoir

Nous avons qu'il existe plusieurs types des réservoirs tel que :

- Réservoir enterré.
- Réservoir semi enterré.
- Réservoir surélevé appelé château d'eau.

Notre étude consiste à maintenir un ouvrage de stockage d'eau pour satisfaire quantitativement les consommateurs de la région.

Le choix de type est basé sur les avantages suivants :

- Economie sur les frais de construction.
- Etude architecturale très simplifiée.
- Etanchéité plus facile à réaliser.
- Conservation de la température constante de l'eau emmagasinée.

IV. Détermination de la capacité du réservoir

La capacité du réservoir se détermine en fonction des variations des débits à l'entrée (apport), et à la sortie (distribution). En autres termes, elle dépend du mode de pompage et la variation de consommation journalière de l'agglomération.

Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations du débit journalières de consommation, en tenant compte bien entendu du jour de la plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

Pour déterminer la capacité des réservoirs de notre projet on va recourir à la méthode analytique.

La capacité sera déduite à partir des résidus, entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure, pendant 24 heures comme le montrent dans le tableau (IV.1), en ajoutant bien sûr la réserve minimale destinée à l'incendie. [4]

La capacité maximale du réservoir se détermine par la formule suivante:

$$V_T = V_{inc} + V_u = V_{inc} + P\% * Q_{max,j} / 100 \quad (\text{IV.1})$$

Avec:

- **V_T**: Volume total du réservoir.
- **V_{inc}**: Volume pour incendie qui est égale à 60 m³ par heure. La durée approximative d'extinction d'un sinistre moyen peut être évaluée à 2 h, donc la réserve minimale à prévoir est de 120 m³.
- **V_u**: Volume utile en (m³) (maximal de stockage pour la consommation); -
- **P_{max}**: Résidu maximal dans le réservoir en (%).

$$P_{max} = | R_{max}^+ | + | R_{min}^- | \quad (\text{IV.2})$$

- **Q_{max,j}**: Débit maximal journalier en (m³/j).

Tableau IV.1 : détermination de résidu

Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	%	m ³ /h	%	m ³ /h	%	%	%
00 –01	4.16	52	1	12.5356	3.16		3.16
01 –02	4.16	52	1	12.5356	3.16		6.32
02 –03	4.16	52	1	12.5356	3.16		9.48
03 –04	4.16	52	1	12.5356	3.16		12.64
04 –05	4.16	52	2	25.0712	2.16		14.8
05 –06	4.16	52	3	37.6068	1.16		15.96
06 –07	4.16	52	5	62.678		-0.84	15.12
07 –08	4.16	52	6.5	81.4814		-2.34	12.78
08 –09	4.17	52	6.5	81.4814		-2.33	10.45
09 –10	4.17	52	5.5	68.9458		-1.33	9.12
10 –11	4.17	52	4.5	56.4102		-0.33	8.79
11 –12	4.17	52	5.5	68.9458		-1.33	7.46
12 –13	4.17	52	7	87.7492		-2.83	4.63
13 –14	4.17	52	7	87.7492		-2.83	1.8
14 –15	4.17	52	5.5	68.9458		-1.33	0.47
15 –16	4.17	52	4.5	56.4102		-0.33	0.14
16 –17	4.17	52	5	62.678		-0.83	-0.69
17 –18	4.17	52	6.5	81.4814		-2.33	-3.02
18 –19	4.17	52	6.5	81.4814		-2.33	-5.35
19 –20	4.17	52	5	62.678		-0.83	-6.18
20 –21	4.17	52	4.5	56.4102		-0.33	-6.51
21 –22	4.17	52	3	37.6068	1.17		-5.34
22 –23	4.17	52	2	25.0712	2.17		-3.17
23 –24	4.17	52	1	12.5356	3.17		0
Total	100%	1253.56	100%	1253.56			

D'après le Tableau (IV.1) la valeur de (P%) :

$$P_{\max} = |15,96| + |-6,51| = \mathbf{22.47\%}$$

On a $Q_{\max,j} = 1253.56 \text{ m}^3/j$

$$\text{Alors } V_u = \frac{22.47}{100} * 1253.56 = \mathbf{281.6749 \text{ m}^3}$$

Et on sait que $V_T = V_{inc} + V_u$

$$V_T = 120 + 281.6749 = 401.6749$$

$$\text{Donc : } V_T = 500 \text{ m}^3$$

V. Dimensionnement du réservoir

V.1) Dimensionnement de la cuve

On prend un réservoir circulaire, les dimensions principales seront déterminées à partir de la relation suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}} \quad (\text{IV.3})$$

V : volume du réservoir (m³)

D : diamètre du réservoir (m)

H : hauteur d'eau dans le réservoir (hauteur de la cuve en m)

Pour la hauteur « H » peut être variée entre (3 et 6) m au château d'eau moins de 5000 m³, et pour les grand ouvrage cette hauteur peut atteindre 7 à 8 m.

Dans notre cas on peut prendre H = 4 m.

$$\text{Donc : } D = \sqrt{\frac{4*500}{\pi*4}} = 12.62 \text{ m.}$$

Pour le diamètre normalisé on prend :

$$D = 13 \text{ m.}$$

VI. Les équipements des réservoirs

- La cuve et la tour seront exécutées en béton armé.
- La cuve doit être visitable et ventilée.
- La ventilation est facilitée par la présence de la cheminée d'accès qui comporte à sa partie supérieure des orifices à l'air libre obturés par des grillages.
- La chambre des vannes se situe au pied de la tour où se trouvent réunies les vannes.
- L'accès à la cuve s'effectue par une échelle qui longe les parois [4]

VI.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'oxygénation de l'eau.

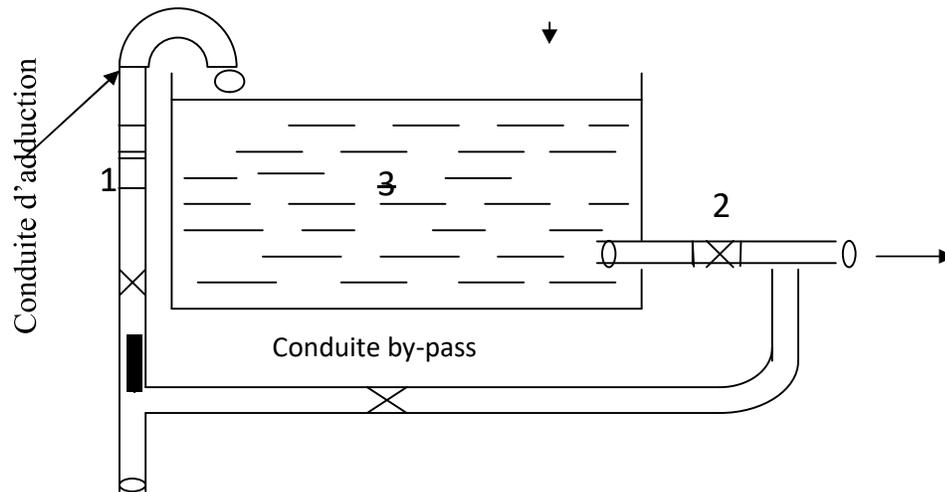


Figure IV.1: La conduite adduction

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.

VI.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 .

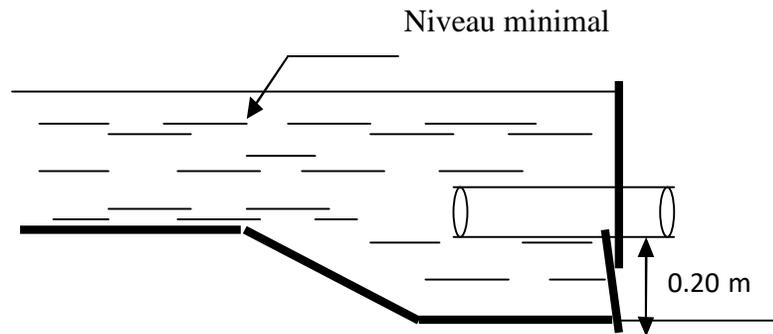


Figure IV.2: Conduite de distribution

VI.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.

VI.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.

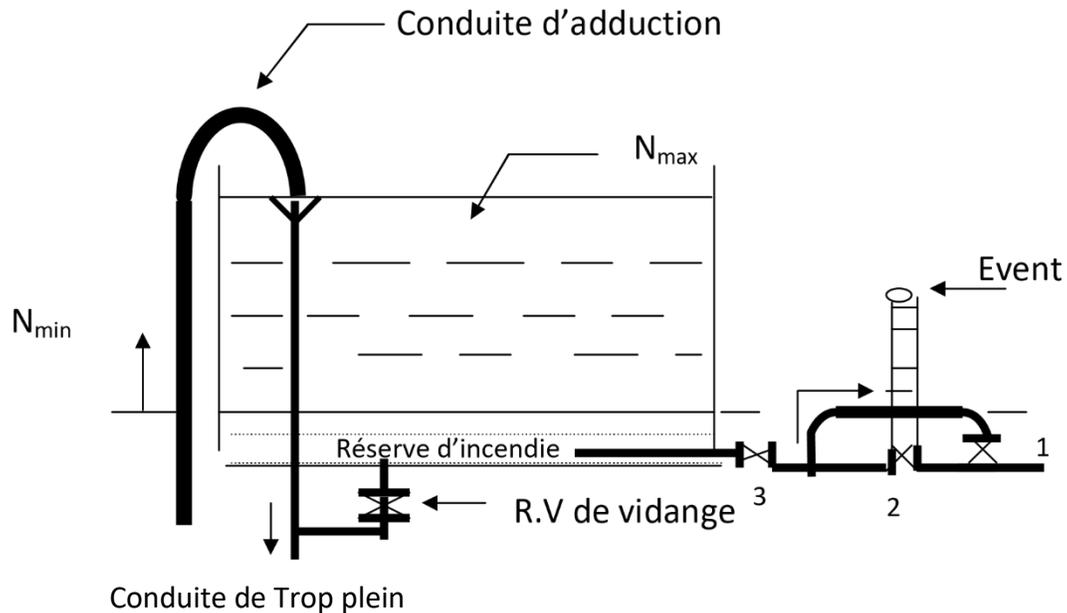


Figure IV.3: Matérialisation de la réserve d'incendie

VI.5) Conduite BY-PASS

Elle relie la conduite d'adduction à celle de distribution. 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.

VI.6) Matérialisation de la réserve d'incendie

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre l'incendie, il faut en interdire son utilisation.

- (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.

L'èvent 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.

Conclusion

La ville d'Ouled bellil est ces alentours est dotée actuellement d'un seul château d'eau avec une capacité de stockage de 500m³ et la détermination de la capacité de stockage de notre château d'eau est calculé sur la base du débit de consommation de la ville.

Conclusion générale

Notre étude a englobé tous les points qui touchent le plan spécifique à la réalisation d'un projet d'alimentation en eau potable.

Nous signalons que durant notre étude, une priorité a été donnée surtout au côté technique pour assurer une pression convenable et un débit suffisant aux abonnés.

Bien que cette étude de dimensionnement est faite pour l'horizon 2032,

Cette étude nous a permis de mettre en pratique, toutes les connaissances que nous avons acquises dans tous les domaines de l'hydraulique durant notre cycle de formation, et j'espère que, ce modeste travail servira, aux autorités civiles ainsi qu'aux entreprises d'exécutions des travaux, comme référence, pour la réalisation de ce projet.

Les références

[1] **BONNIN J. (1986)**, Hydraulique urbaine ; appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance. Collection de la Direction des Etudes et Recherche d'électricité de France. EYROLLES, Paris, 1986.

[2] **DUPONT A. (1977)**, Hydraulique urbaine, Ouvrages de transport, elevation et distribution des eaux. 484 pages, Tome 2, Edition Eyrolles, Paris, 1977.

[3] **BEDJAOUI A, ACHOUR B. (2014)**, Dimensionnement des réseaux de distribution d'eau potable par la méthode du modèle rugueux de référence, N°18.129-136.

[4] **GOMELLA C, GUERREE H. (1985)**, Guide d'alimentation en eau potable dans les agglomérations urbaines et rurales. Tome 1, La distribution. Ed, Eyrolles, Paris.