

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies  
Département des Sciences et Technologies

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

**LICENCE**

**Domaine** : Sciences et Technologies

**Filière** : Hydraulique

**Spécialité** : Sciences de l'eau et de l'environnement

**Thème**

**ETUDE RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE  
LOTISSEMENT DE POS 35A COMMUNE D'OUARGLA**

**Par :**

SALEM Hayat

ATORDINE Wafa

**Jury :**

**Mr. MECHERI Bachir**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Encadreur**

**Mr. BOUBLI Salim**

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

**Examineur**

**Année universitaire 2013/2014**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## *Remerciements*

*Avant tout nous tenons à remercier dieu le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience pour mener à ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos profondes gratitudees à notre encadreur Mr MECHERI Bachir. Pour nous avoir guidés tout au long de ce travail. Nous le remercions vivement pour sa disponibilité de tous les instants et pour ses conseils avisés qui ont rendu ce travail possible.*

*Le chef département MrHadj Sayed AEK pour ses directives et ses conseils.*

*Tout le personnel de l'ANRH unité d'Ouargla*

*Tout le personnel de direction de ressource hydrique unité d'Ouargla*

*Tous les enseignants de 3<sup>ème</sup> année hydraulique qui ont participé à notre formation particulièrement à Mr BENADDA Lotfi.*

*L'ensemble des enseignants qui nous ont suivis durant notre cycle d'étude.*

*A ceux qui ont contribué à l'élaboration de cette étude de près ou de loin.*

*Merci à Vous Tous*



**DEDICACE :**

**A ceux qui étaient la cause de mon existence**

**A ceux qui leur réjouit mon sourire et leur vénère mon succès**

**A ceux qui étaient toujours là pour moi, et ils continuent à être là**

**A ceux qui sont la lumière de mes yeux, la lueur**

**De mon chemin et, l'éclat de ma réussite**

**A mes parents, Karima et Ahmed qui sont toute ma vie, que Dieu les garde pour moi.**

**A mes chers parents, Rebha et Taher**

**A mon frère Salim et mes sœurs Khadîdja, Zineb et Bouchra, qui ont complété ma vie.**

**A toi Soumia et à toute ta famille, que Dieu te garde pour moi.**

**A Khadîdja et à toute sa famille, je te souhaite le bien venu chez nous cet été.**

**A mon chéri Moh et sa famille, que Dieu te garde pour moi.**

**A mes oncles, à mes tantes et mes cousins.**

**A tout ma grande famille.**

**A mes très chères amis : Safi, Krimo, Rahimo, Omar, Abdo, Saliha, khaira, Maria, Nora, Asia, Souad, Wafa, Hanane, Sara, Koka, Zineb.**

**A tous mes amis qui sont si nombreux, qui m'ont envahi de bonheur.**

**A mes camarades de classe : Dalila, Nadia, Saida, Assia, Laila, Khadîdja, Wafa, Soumia (Soma), on a formé un groupe très solidaire.**

**A tous ceux qui aiment faire le bien, et aider les gens**

**A tous ceux qui souffrent et espèrent une meilleure vie, que Dieu soit avec eux.**

**A toute personne qui va lire cette thèse.**

**Hayat**

## *DEDICACE*

**A ma raison de vivre, Mon Cher père boudjemaan  
qui m'a offert l'amour et le soutien moral et physique.**

**A ma source de tendresse qui m'a allaité de son lait  
et qui a partagé les moments les plus difficiles avec  
moi, ma chère mère Fatima.**

**A mon frère Mohammed Abdel basset et mon  
cousin Mohammed.**

**A mes sœurs Chahrazad, Aicha et Khawla**

**A mes cousins Ahlam Maria et Chayema**

**A mes grandes mères et mon grand père**

**A mes oncles abdallâh et blaiid**

**A tous mes tantes et mes oncles**

**A tout la famille Atordine et babouche**

**Plus particulièrement à mes amis Mahjoba, Saïdaa**

**, Fatima , Khadidja , Sadjer , Soumaïa , Sayat,**

**Iman et Asma .**

**A toute la promotion Hydraulique 2013 /2014**

**WAF A**

# Sommaire

# sommaire

Dédicaces

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

**Introduction générale.....02**

## **Chapitre I : Présentation de la ville**

1.1 Situation géographique.....	04
1.2 Situation topographique.....	04
1.3 Situation géologique et hydrogéologique.....	05
1.4 Situation climatologique.....	06
1.4.1 Température.....	06
1.4.2 Pluviométrie.....	08
1.4.3 Les vents.....	09
1.4.4 Humidité.....	10
1.4.5 L'ensoleillement.....	11
1.5 Présentation de la zone d'étude.....	11

## **Chapitre II : Les besoins en eau de l'agglomération**

2.1 Evaluation de population.....	14
2.2 Catégories des besoins.....	15
2.3 Estimation des besoins.....	15
2.3.1 Choix de la norme unitaire de la consommation.....	15
2.3.2 Détermination de la consommation moyenne journalière.....	15
2.4 Calcul des besoins pour chaque groupe.....	16
a- Domestiques.....	16
b- Equipements.....	16
2.5 Etude de variations des débits.....	16
a-Débit maximale journalier $Q_{max,j}$ .....	17
b- Débit moyenne horaire $Q_{moy,h}$ .....	17
c- Débit point $Q_p$ .....	18

**Chapitre III : Le réservoir**

3.1 Définition de réservoir.....	20
3.2 Rôle de réservoir.....	20
3.3 Emplacement de réservoir.....	21
3.4 Principe de fonctionnement.....	21
3.5 Choix de type de réservoir.....	22
3.6 Détermination de la capacité du réservoir.....	22
3.7 Dimensionnement du réservoir.....	25
3.8 Les équipements de réservoir.....	26

**Chapitre IV : Le réseau de distribution**

4.1 Les différents types de réseau.....	30
4.2 Conception de réseaux maillés.....	31
4.3 Principe de tracé de réseau maillé.....	31
4.4 Calculs hydrauliques de réseau maillé.....	32
4.4.1 Calcul des débits.....	32
4.5 Calcul de réseau maillé par la méthode de (HARDY-CROSS).....	33
4.5.1 1ere loi de KIRCHOF.....	33
4.5.2 2eme loi de KIRCHOF.....	33
4.6 Détermination de débit correctif.....	34
4.7 Equipement de réseau de distribution.....	35
4.7.1 Types de canalisation.....	35
4.7.2 Appareils et accessoires du réseau.....	36

**Chapitre V : L'adduction**

5.1 Types d'adduction.....	39
5.1.1 Adduction gravitaire.....	39
5.1.1.1 Adduction gravitaire en charge.....	39
5.1.1.2 Adduction gravitaire sans charge.....	39
5.1.2 Adduction par refoulement.....	40
5.2 Choix de trace.....	40
5.2.1 Conditions techniques.....	40
5.2.2 Conditions économiques.....	40
5.3 Choix de matériaux.....	41



---

5.4 Etude techno-économique des conduites.....	42
Calcul de diamètre.....	42
5.4.1 Calcul de la hauteur manométrique total de la pompe.....	43
Calcul des pertes de charges.....	43
Calcul de la hauteur totale d'élévation.....	45

### **Chapitre VI : La protection des canalisations**

6.1 Phénomène des conduites contre les coups de bélier.....	47
6.2 Moyens de protection des installations.....	48
6.3 La corrosion des conduites.....	50
6.3.1 Les facteurs de corrosion.....	50
6.3.2 La corrosion électrochimique.....	50
6.3.3 Mécanismes de la corrosion.....	50
6.3.4 Procédé de lutte.....	51

### **Chapitre VII : Organisation de chantier**

7.1 Réalisation du réseau d'AEP.....	53
7.2 Exécution des travaux.....	53
7.3 Les étapes principales de pose des conduites.....	53
7.3.1 Implantation des tracés des tranchées sur le terrain.....	54
7.3.2 Profondeur de la tranchée.....	54
7.3.3 Choix de la section transversale de la tranchée.....	55
7.4 Détermination de différents volumes.....	57
7.4.1 Volume de déblais des tranchées.....	57
7.4.2 Forme Rectangulaire.....	57
7.4.3 Volume de découvert.....	57
7.4.4 Volume occupé par le lit de pose.....	58
7.4.5 Volume de la conduite.....	58
7.5 Les actions reçues par les conduites.....	58

### **Chapitre VIII : Etude économique**

8.1 Les opérations de réalisation de réseau.....	60
8.2 Devis estimatif.....	61
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>63</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>65</b>

## **ANNEXE**

---

## **Liste des figures**

<b>Figure N<sup>o</sup>1</b> : Situation géographique d’Ouargla.....	04
<b>Figure N<sup>o</sup>2</b> : Carte des formations hydrogéologiques de la ville d’Ouargla.....	05
<b>Figure N<sup>o</sup>3</b> : POS 35A.....	11
<b>Figure N<sup>o</sup>4</b> : conduite d’adduction.....	26
<b>Figure N<sup>o</sup>5</b> : conduite de distribution.....	26
<b>Figure N<sup>o</sup>6</b> : conduite de trop-plein.....	27
<b>Figure N<sup>o</sup>7</b> : conduite de By-pass.....	27
<b>Figure N<sup>o</sup>8</b> : tube PEHD.....	36
<b>Figure N<sup>o</sup>9</b> : schéma d’une tranchée.....	54
<b>Figure N<sup>o</sup>10</b> : section type de tranchée.....	55

---

## Liste des tableaux

<b>Tableau N<sup>0</sup>01</b> : les températures moyennes mensuelles (2007-2011).....	07
<b>Tableau N<sup>0</sup>02</b> : Précipitation moyennes mensuelle (mm) (2007-2011).....	08
<b>Tableau N<sup>0</sup>03</b> : la vitesse maximale du vent moyenne pour les années (2007-2011).....	09
<b>Tableau N<sup>0</sup>04</b> : l'humidité moyenne mensuelle (en %).....	10
<b>Tableau N<sup>0</sup>05</b> : les valeurs de $\beta$ en fonction de la population.....	17
<b>Tableau N<sup>0</sup>06</b> : répartition des pourcentages des débits en fonction du nombre d'habitants.....	23
<b>Tableau N<sup>0</sup>07</b> : volume de réservoir de la zone d'étude.....	24
<b>Tableau N<sup>0</sup>08</b> : caractéristique des mailles.....	32
<b>Tableau N<sup>0</sup>09</b> : Détermination des débits aux nœuds.....	33
<b>Tableau N<sup>0</sup>010</b> : Calcul des paramètres hydrauliques.....	34
<b>Tableau N<sup>0</sup>011</b> : Calcul des pressions.....	35
<b>Tableau N<sup>0</sup>012</b> : moyens de protection des installations (récapitulatif).....	49
<b>Tableau N<sup>0</sup>013</b> : les valeurs de « a » .....	55
<b>Tableau N<sup>0</sup>014</b> : Calcul du volume des réseaux AEP.....	58
<b>Tableau N<sup>0</sup>015</b> : devis estimatif.....	61.

---

## **Résumé :**

Dans notre mémoire de fin d'étude, nous avons examiné l'étude de réseau de distribution d'eau potable AEP de la région limitée par le plan d'occupation de sol POS 35A wilaya d'Ouargla. Afin d'identifier les débits nécessaires à long terme ensuite, calcul le volume de réservoir, réseau de distribution, réseau d'adduction et en fin ont défini les méthodes de protection de réseau et répondre qualitativement et quantitativement aux travaux d'organisation de cette projet.

**Clés :** réseau AEP, distribution, réservoir, protection, débits

## **ملخص:**

في مذكرتنا لنهاية الدراسة تطرقنا إلى دراسة شبكة توزيع المياه الصالحة للشرب للمنطقة المحددة بمخطط شغل الأرض POS35A بولاية ورقلة وذلك بتحديد التدفقات اللازمة على المدى البعيد ثم حساب حجم الخزان فحساب شبكة التوزيع و شبكة الجر وفي الأخير تطرقنا إلى طرق حماية الشبكة وإعداد كشف كمي وتقديري للأشغال لإنجازها.

**مفاتيح** توزيع, شبكة, حماية, التدفقات, خزان,

## **Summary:**

In our memory, we deals with the study of the distribution network of drinking water for the specific region POS35A of Ouargla and identify the necessary flows in the long run and calculating the size of the reservoir, the distribution and traction network. Finally we talk about the ways of protection network and the detection setting quantitatively and qualitatively of the works.

**Keys:** Network, distribution, reservoir, protection, flows.

# Introduction générale



## ***Introduction générale***

L'eau est la vie, et aucune vie ne peut sans elle.

Dans ce contexte même l'homme conscient du caractère vital de cette durée précieuse, n'a cessé de s'organiser depuis des millénaires pour maîtriser la science relative à l'eau, ainsi des méthodes empiriques d'approvisionnement on assiste actuellement à des complexes systèmes de captage, d'adduction et distribution d'eau à degrés de potabilité constamment améliorés.

L'objet de notre thème de mémoire de fin d'étude est intitulé : étude réseau d'alimentation en eau potable de lotissement Pos 35A commune d'Ouargla.

Cette étude analyse le système d'AEP en passant par :

- ❖ La présentation de la ville : situation géographique et topographique, climat, hydrogéologie.....etc.
- ❖ Estimation des besoins en eau (domestique, sanitaires, scolaires,.....etc.
- ❖ L'étude des différents systèmes de captage, d'adduction et distribution.

Cette étude est faite pour répondre qualitativement et quantitativement aux souhaits tans des populations ; de doter lotissement Pos35A d'un réseau capable de satisfaire dans un horizon futur de la demande de cette ville.

# Chapitre I

## Présentation de la ville

## Introduction

Ouargla est une wilaya algérienne de la n° 30. Sa superficie est de 163230 km<sup>2</sup>. Cette wilaya regroupe, depuis la fin des années 1970, toutes les origines et représente la totalité des communautés de cette wilaya.



Figure n°01 : situation géographique d'Ouargla

### 1.1 La situation géographique :

Ouargla est située entre la latitude 31 °.57 et 31 °.59 Nord de l'équateur et les longitudes 5 °,19 et 5°,20 à l'ouest de ligne de Greenwich.

La wilaya est située dans la partie sud du pays, elle est limitée :

- Au Nord, wilayas Djelfa, Biskra et El Oued.
- Au sud, par Illizi et Tamanrasset.
- A l'est, par la Tunisie.
- A l'ouest, par Ghardaïa.

### 1.2 La situation topographique :

Ouargla est située dans le grand désert du bassin, et se caractérise par des différents reliefs d'une région à l'autre.

Et généralement, elle est située sur le territoire d'une terre plate.



### 1.3 Situation géologique et hydrogéologique :

La principale source d'eau est l'eau souterraine, où celui-ci est caractérisé par 04 nappes d'eau :

#### -Le nappe phréatique :

C'est la montée de ce qui est connu comme la profondeur des eaux souterraines varie de (0-8) mètres par chaque saison et le lieu de sorte que le niveau des plus faibles en été et en hiver le plus élevé.

#### -Nappe mio pliocène :

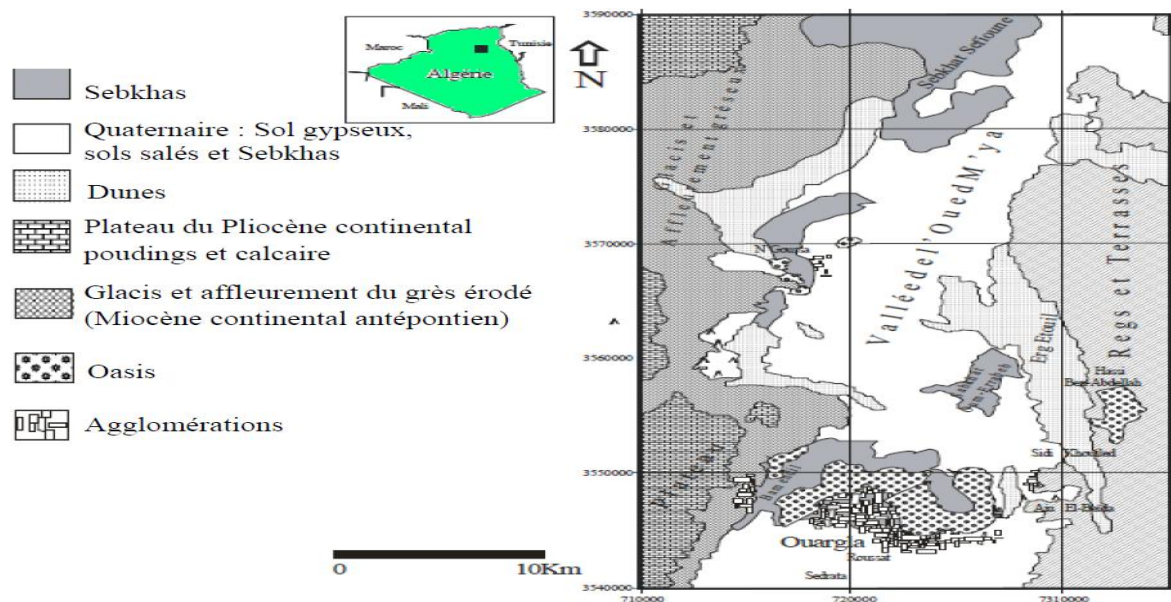
Situé à une profondeur de plus de 100m et jusqu'à 150m est utilisée pour irriguer le secteur privé agricole.

#### -Nappe sénonien :

Est une couche d'eau profonde de 150 m est utilisée pour la consommation quotidienne.

#### -Nappe Albien :

Est une couche où l'eau profonde est l'eau chaude jusqu'à 50 °C à 55 °C, utilisée pour l'irrigation et de l'agriculture ainsi que la consommation quotidienne.



**1.4-Situation climatologique :**

Le climat de la ville d'Ouargla est un climat désertique chaud de type saharien, caractérisé par des précipitations très peu abondantes et irrégulières, par des températures élevées accusant des amplitudes journalières et annuelles importantes et par une faible humidité relative de l'air.

**1.4.1 La température:**

la ville d'Ouargla est une zone désertique, son climat est caractérisé par la chaleur et la sécheresse, où le taux de la température maximale dans les mois chauds à 43.46 ° C tandis que le minimum en Janvier à 5,70 ° C.

Le tableau suivant donne les températures moyennes mensuelles :

**Tableau N°01:** les températures moyennes mensuelles (2007-2011)

année	2007		2008		2009		2010		2011		Moyennes mensuelles moyennes pour les 5ans	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
température mois												
Janvier	4.8	.20	5.5	18.3	6.8	17.8	6,60	21,60	4,80	20,5	5.70	19.64
Février	9.2	.22.7	6.1	21.3	7.2	20.3	9,60	25,40	5,60	20,5	7.54	22.04
Mars	.10.1	26.9	10.9	26.3	10.1	24.7	12,90	28,10	9,70	23,90	10.74	25.98
Avril	14.9	28.6	15.7	31.9	15.12	27.5	17,10	31,30	14,80	30,7	15.52	30
Mai	19.8	35	21.1	36.00	18.5	34.4	18,70	33,60	18,60	33,7	19,34	23.21
Juin	25.5	42	23.9	39.1	25.4	40.9	25,30	41,30	23,20	38,3	24.66	40.32
juillet	26.5	41.4	29.0	44.9	28.5	44.9	28,40	43,90	26,30	42,3	27.74	43.46
Aout	27.6	42.6	28	46.6	27.2	43.0	28,20	43,60	25,10	40,3	27.22	43.22
Septembre	25.6	39.1	24.6	38.5	22	36.1	22,80	36,90	15,10	29,1	22.02	35.94
Octobre	18.40	32.10	18.7	30.1	15.7	30.8	16,20	30,70	10,20	24,3	15.84	29.6
Novembre	9.20	23.90	9.8	22.1	9.4	25.5	9,70	24,90	5,20	19,7	08.66	23.22
Décembre	4.80	18.20	5.3	18.6	7.7	22.9	6,60	21,30	5,20	15,7	05.92	19.34
Les taux annuels moyens (T <sup>0</sup> )	16.36	31.21	16.55	31.14	14.97	30.73	16.84	31.88	13.65	28.25	15.67	30.64
La température moyenne	23.16											

Source /POS 35A 2013

### 1.4.2 Pluviométrie:

Les précipitations dans la région d'Ouargla est faible jusqu'à nulle qui ne dépassent pas les quantités de 45.3mm comme on a estimé le nombre de jours de pluie 16 jours par ans.

La valeur maximale de la pluie est estimée dans le mois de janvier à 12,84mm et la valeur minimale dans le mois de novembre à 0,06 mm

La quantité de pluie est variée selon les saisons et les années, elle joue un rôle important dans la fourniture de couche ésothérique d'eau pour former des eaux souterraines.

Le tableau suivant donne les précipitations moyennes mensuelles

**Tableau N°02:** Précipitation Moyennes Mensuelle (mm) pour les années (2007-2011)

Mois années	2007	2008	2009	2010	2011	somme
	Quantité de précipitation (mm)					
Janvier	0.00	5.7	54.1	4.4	0,00	12.84
Février	-	-	1.50	-	0,00	0.30
Mars	-	1.20	10.60	-	11,10	4.58
Avril	3.50	-	0.80	0,70	1,70	1.34
Mai	0.30	-	0.00	1,70	0,00	0.67
Juin	0.00	0.4	2.50	3,00	0,00	1.18
Juillet	0.00	-	0.00	2,20	0,00	0.55
Aout	2.90	-	0.00	-	0,10	01
Septembre	0.00	14.2	6.30	7,70	5,00	6.64
Octobre	0.30	24.1	0.10	3,90	0,00	5.68
Novembre	-	0.20	0.00	-	0,00	0.06
Décembre	6.10	0.60	0.00	-	0,00	1.68
Le somme	13.10	46.4	75.90	23.60	17.90	36.52
Le moyen	1.45	3.02	6.07	3.16	1.50	3.04

Source / POS 35A 2013

### 1.4.3 Les Vents:

la région est tout comme d'autres zones désertiques influence à différents flux soufflé, et généralement se sont des vents d'est, nord-est caractérisé par le froid à l'automne et l'hiver, mais au printemps et en été se sont des vents sud, sud-est chauds, chargés de poussière. Avec une vitesse de pointe dans la zone d'étude à un maximum de 20 m / s dans le mois de Juillet.

Le tableau suivant donne la vitesse maximale du vent

**Tableau N°03:** la vitesse maximale du vent moyen pour les années (2007-2008-2009 -2010 à 2011)

Mois années	2007	2008	2009	2010	2011	somme
	La vitesse de vent (m/s)					
Janvier	10	12	26	16	14	15.5
Février	15	19	15	17	17	19.5
Mars	18	17	14	24	21	17
Avril	25	24	17	20	30	17.25
Mai	23	21	xx	24	16	19
Juin	15	15	14	19	16	16.2
Juillet	14	26	16	25	13	20
Aout	14	23	xx	17	15	18.2
Septembre	14	17	16	21	12	16
Octobre	27	15	10	14	21	16.2
Novembre	10	13	11	16	11	14.2
Décembre	12	11	17	13	11	13.2
Le moyen	16.58	16.28	16.14	18.83	16.42	16.85

Source / POS 35A 2013

### 1.4.4 Humidité :

Les valeurs d'humidité relative sont observées en hivers et on estime dans le mois de janvier 54%, donc au moment où les températures moyennes mensuelles sont les plus basses. Par contre, tous les mois de l'année, l'humidité relative moyenne reste inférieure à 50%, elle est estimée au mois de juillet à 22% comme une valeur minimale.

En ce qui concerne l'évaporation qu'ils soient élevés tout au long de l'année comme elle est une zone désertique (caractérisé par la chaleur).

Le tableau suivant donne l'humidité moyenne mensuelle

**TableauN°04:**L'humidité moyenne mensuelle(en%)

Mois années	2007	2008	2009	2010	2011	Moyenne mensuelle %
	Le pourcentage d'humidité %					
Janvier	60	65	70	53	59,7	61.54
Février	47	53	54	46	50,9	50.18
Mars	38	38	48	39	50,4	42.68
Avril	46	31	42	39	39,7	39.54
Mai	31	30	39	35	37,2	34.44
Juin	24	21	28	30	34,9	27.58
Juillet	26	23	25	28	30,5	26.50
Aout	27	27	26	30	32,4	28.48
Septembre	33	38	46	44	55,8	43.36
Octobre	40	42	46	45	57,7	46.14
novembre	48	51	58	53	69,1	55.82
Décembre	58	65	51	47	69	58
Le moyen	39.83	40.33	43.42	40.75	47.34	40.25

Source / POS 35A 2013

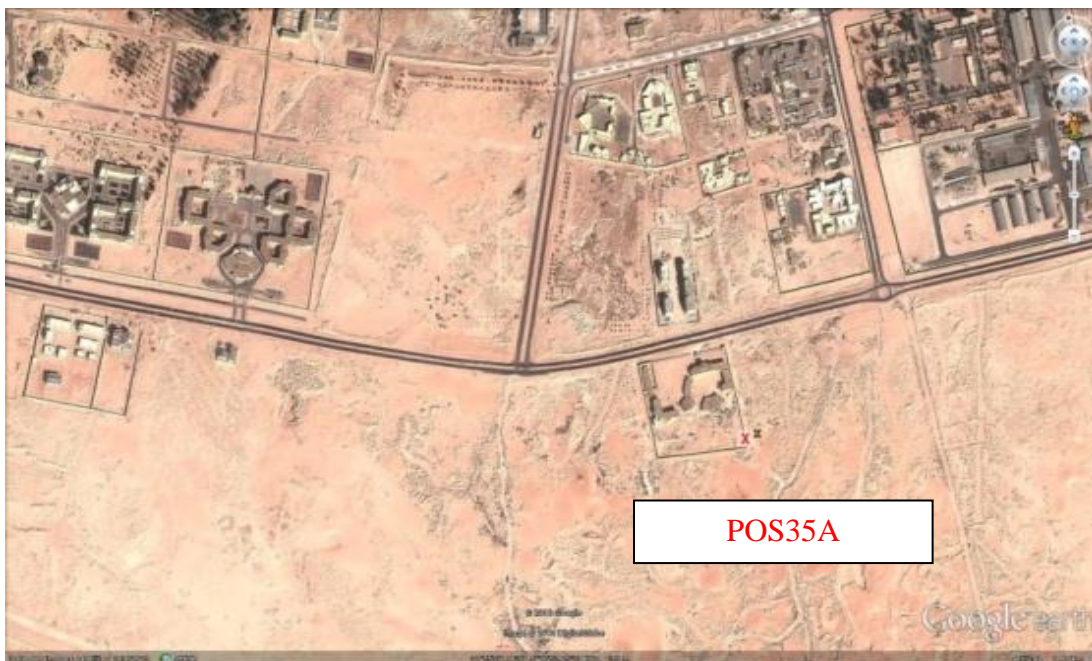
### 1.4.5 L'ensoleillement :

Ouargla a un pourcentage élevé d'insolation, elle est exposée au plus grand nombre possible d'heures par jour à la chaleur du soleil entre l'hiver et l'été, et qui est estimée à un taux de 3300 heures par ans, sauf pour quelques jours en situation de quelques heures de rayonnement et c'est surtout en hiver.

### 1.5. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude POS 35A est située au sud de l'environnement urbain de direction de la ville de Ouargla et s'assoit sur une superficie de 40,29 hectares délimitée par:

- Du Nord: la zone d'équipement.
- Du sud: le terrain vide
- De l'ouest: plan d'occupation des sols 34A
- De l'Est: régime d'occupation des sols 35A



**Figure n 3 : POS 35A**

**Remarque :** La source des données est l'étude de Plan d'Occupation du Sol (POS) POS35A [1].

**Conclusion:**

Le zone d'étude est majoritaire un climat désertique aride est caractérisée par une température élevée, des vents appelées SIROKO avec peu des précipitations de pluie et un 'augmentation de l'intensité du rayonnement solaire.



# Chapitre II

## Les besoins en eau de l'agglomération



**Introduction :**

L'élaboration d'un projet d'alimentation en eau potable d'une agglomération donnée, nécessite obligatoirement son exploitation pour l'estimation des besoins en eau, qui varient non seulement avec l'évolution démographique et niveau de vie de la population, mais aussi avec la diversité des activités locale existante et prévision, industrielle, culturelle et scolaire.

**2.1 Evaluation de Population :**

En Algérie, l'évolution démographique est donnée par la relation

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

Où:

$P_n$  : population future à l'horizon considéré ;

$P_0$  : Population à l'année de référence ;

$T$  : taux d'accroissement annuel de la population en %  $t=35\%$  ;

$n$  : nombre d'année séparant l'année de référence à l'horizon considéré.

D'après le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et le Plan d'Occupation du Sol (POS) la population de notre zone d'étude sera calculée par la relation des intérêts composés.

$$P_n = N \times 6$$

**Avec :**

$P_n$  : Population à l'horizon considéré;

$N$  : nombre de logements;

$6$  : nombre d'habitant par un logement;

**Avec :** on a  $R+3$  [1].

Donc :  $371 \times 4 = 1484$  logements.

Le nombre de logement de POS35A est 1484 Logements.

L'horizon considéré est : 2039ans.

$$P_{2039} = 1484 \times 6 = 8904 \text{ habitants.}$$

## 2.2 Catégories des besoins

Vu l'urbanisation, le niveau de vie et le confort que tend à connaître le POS 35A, il est nécessaire de se pencher sur différentes catégories de besoins telle que :

- a) Besoins domestiques.
- b) Besoins des équipements (sanitaires, scolaires, commerciaux, socioculturels, sportifs, publics et d'arrosages).

## 2.3 Estimation des besoins

### 2.3.1 Choix de la norme unitaire 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 carré de surface de végétaux, par mètre cube, par tonne de productivité, par tête d'animale, par véhicule.....etc.

Cette quantité d'eau s'appelle la norme de consommation c'est-à-dire la norme moyenne journalière de la consommation (la dotation) en litre par jour et par usager qui dépende de certains critères dont les principaux sont :

- c) Le niveau de vie de population.
- d) Le nombre d'habitants.
- e) Le développement urbain de ville.
- f) Ressources existants [2].

Cette norme est variée dans la ville d'Ouargla entre 150 et 250 l/j/hab.

Dans notre région on prend la dotation 250l/j/hab.

### 2.3.2 Détermination de la consommation moyenne journalière

Le débit moyen journalier des habitants est calculé par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy,j}} = N_i \cdot d / 1000$$

Avec :

$Q_{\text{moy.j}}$  : consommation journalière ( $\text{m}^3/\text{j}$ )

$N_i$  : Nombre de consommation dans chaque groupe (hab)

$d$  : la dotation moyenne journalière ( $\text{l}/\text{hab.j}$ )

## 2.4 Calcul des besoins en eau pour chaque groupe de consommation

### Besoins domestiques :

$$Q_{\text{moy.j}} = 8904 \times 250 / 1000 = 2226 \text{ m}^3/\text{j}$$

### Besoins des équipements :

Dans notre zone d'étude POS 35A les consommations des équipements présentent 20% aux consommations domestiques

Donc :

$$Q_{\text{equi}} = 20\% Q_{\text{dome}}$$

$$Q_{\text{equi}} = 20\% \times 2226 = 445.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

La consommation moyenne totale de notre région est

$$Q_{\text{moy.tot}} = 2671.2 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 2.5 Etude de variations des débits :

En raison de l'irrégularité dans la consommation et en tenant compte des fuites qui peuvent avoir lieu, le débit exigé par les consommateurs sera déterminé en affectant au débit moyen journalier un coefficient qui tient compte des pertes et des saisons [2]. Ce dernier représente le coefficient d'irrégularité de la consommation journalière définie comme étant le rapport entre la consommation maximale journalière ( $Q_{\text{max.j}}$ ) et la consommation moyenne journalière ( $Q_{\text{moy.j}}$ ).

$$K_{\text{max.j}} = Q_{\text{max.j}} / Q_{\text{moy.j}}$$

Avec :

$K_{\text{max.j}}$ : 1.1 à 1.3 les besoins domestiques.

$K_{\text{max.j}}$ : 1.0 autres besoins.

**a. Débit maximale journalier  $Q_{\max,j}$  :**

Le débit maximum journalier est :

$$Q_{\max,j} = Q_{\text{moy},j} \cdot K_{\max,j}$$

$K_{\max,j}$  : coefficient d'irrégularité journalière maximale.

$Q_{\text{moy},j}$  : débit moyen journalier ( $\text{m}^3/\text{j}$ ).

$$Q_{\max,j} = 2671.2 \times 1.2$$

$$Q_{\max,j} = 3205.44 \text{ m}^3/\text{j}$$

**b. Coefficient d'irrégularité horaire :**

Le débit moyen subit non seulement des variations journalières ou saisonnières mais aussi des variations horaires.

- Le coefficient d'irrégularité de consommation horaire est tiré graphiquement.

$$Q_{\max,h} = Q_{\max,j} / 24$$

Avec :

$Q_{\max,h}$  : débit maximal horaire ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$$Q_{\max,h} = 3205.44 / 24 = 133.56 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Le coefficient d'irrégularité horaire maximale donné par :

$$K_{\max,h} = Q_{\max,h} / Q_{\text{moy},h} = \alpha_{\max} \beta_{\max}$$

Avec :

$\alpha$  : Coefficient qui dépend du niveau des confort des conditions locales et du niveau de développement.

$$\alpha_{\max} = 1.2 \div 1.4 ; \text{ on prend } \alpha_{\max} = 1.3$$

$$\alpha_{\min} = 0.4 \div 0.6 ; \text{ on prend } \alpha_{\min} = 0.5$$

**Tableau N°05:** Les valeurs de  $\beta$  en fonction de la population [2].

N <sup>bre</sup> d'habitans	1000	1500	2000	10000	20000	50000
$\beta_{\max}$	2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.15
$\beta_{\min}$	0.1	0.1	0.1	1.4	0.5	0.6

D'après le nombre de la population dans la région POS35A qui est égale 8904 habitants, les valeurs de  $\beta_{\max}$  et  $\beta_{\min}$  correspondants sont :

$$\beta_{\max} = 1.4$$

$$\beta_{\min} = 1.3$$

$$\text{Donc : } K_{\max,h} = 1.3 \times 1.4 = 1.82$$

$$K_{\max,h} = 1.82$$

### c) Débit de point $Q_p$ :

En raison des variations journalière et horaire, il y a lieu d'appliquer au débit moyen un coefficient de majoration afin d'obtenir le plus fort débit instantané que l'on peut avoir dans une conduite. Donc le coefficient de point sera égal au produit des deux coefficients journalier et horaire.

$$K_p = K_{\max,j} K_h$$

Avec :

$K_p$  : Coefficient de pointe.

$K_j$  : Coefficient d'irrégularité journalière.

$K_h$  : Coefficient d'irrégularité horaire.

$$K_p = 1.2 \times 1.82$$

$$K_p = 2.184$$

On a :

$$Q_p = Q_{\text{MOY},j} K_p$$

Avec :

$Q_p$  : débit de pointe.

$Q_{\text{moy},j}$  : débit moyen journalier.

Donc :

$$Q_p = 2671.2 \times 2.184$$

$$Q_p = 5833.90 \text{ m}^3/\text{j}$$

# Chapitre III

## Le réservoir

## Introduction

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre deux régimes à savoir, le régime de protection et de régime de consommation.

Ils permettent d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la distribution, et la restitue lorsque 'elle est supérieure.

### 3.1 Définition du réservoir :

Un réservoir est une enveloppe, qui contient un liquide qui peut être généralement de l'eau, soit potable (réservoir d'eau des distributions publiques), soit usée (eau d'égouts) parmi les liquides autres que l'eau, les plus courant sont : le lait, les hydrocarbures, etc.

Dans le cas des réseaux d'eau, le réservoir est un ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distributions. Ces derniers possèdent des débits non uniformes durant la journée ; d'où le rôle du réservoir qui permet de gérer les débits selon la demande.

### 3.2 Rôle des réservoirs :

Les réservoirs constituant une réserve qui permet d'assurer aux heures de pointe les débits maximaux demandés de plus, il permet de combattre efficacement les incendies en plus les réservoirs offrant notamment les avantages suivants :

1. Régularisation le fonctionnement de la station de pompage.
2. Simplification l'exploitation.
3. Assurer les pressions nécessaires en tout point du réseau.
4. Coordination du régime d'adduction d'eau au régime de distribution.
5. Maintenir l'eau d'une température constante et préserver des contaminations.
6. Jouer le rôle de brise charge dans le cas d'une distribution étagée.
7. Jouer le rôle de relais.



### 3.3 Emplacement des réservoirs :

L'emplacement du réservoir tient compte du relief permettant d'obtenir des dépenses minimales des frais d'investissement et l'exploitation.

Donc on est amené à prendre en considération les facteurs suivants :

- Le point de plus bas à alimenter.
- La hauteur maximale des immeubles (bâtiment).
- Les pertes de charge à partir du réservoir jusqu'au point le plus défavorable de la ville en question.
- L'état du relief de la ville qui pourra favoriser la construction d'un réservoir au sol qu'aux propriétés technico-économique suivant :

1. Simplicité de réalisation du coffrage.
2. Etanchéité plus facile à réaliser.

### 3.4 Principe de fonctionnement :

La régularisation des débits (demande et apport), est posée sur les points suivants :

- 1) Les installations et accessoires d'adduction permettant d'amener l'eau avec une régularisation importante.
- 2) Le réservoir permet de stoker pendant les heures de faible consommation les différences entre les débits (adduction distribution) ce pendant lors des heures de consommation maximum (heure de pointe) le déficit transitera du réservoir vers le réseau de distribution.

### 3.5 Choix du type du réservoir

Nous savons qu'il existe plusieurs types de réservoirs tel que : réservoirs enterrés, semi enterrés ou surélevés appelés aussi châteaux d'eaux. Notre étude consiste à maintenir un ouvrage de stockage d'eau pour satisfaire quantitativement les consommateurs de la région dans l'avenir. Le choix du 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

### Principe de calcul :

Pour estimer la capacité d'un réservoir, nous devons procéder: Soit à la méthode graphique, qui tient compte de la courbe de consommation totale déduite, à partir des coefficients des variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport de débit pompé. Soit à la méthode analytique qui tient aussi compte des débits d'apport et des débits de départ.

### 3.6 Détermination de la capacité de réservoir :

Le réservoir doit avoir une capacité suffisante. Cette dernière doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situé en amont et, d'autres parts de la variation de la demande.

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

Soit à la méthode analytique qui tient aussi compte des débits d'apport et des débits de départ.

Plusieurs méthodes utilisées pour le dimensionnement des réservoirs parmi ces méthodes, la méthode analytique, qui est basée sur le régime de consommation d'eau le long de la journée et le temps d'apport.

On fixe avec des critères la durée d'apport par 20heurs et au bout de ce temps pendant une journée, il faut que la pompe refoule 100% le débit maximum journalier.

$$Q_{app} = Q_{max,j} / 24 \text{heures.}$$

Ainsi que la répartition maximale des débits de consommation le débit distribué sera basé sur l'expression suivante :

$$Q_{dis} = Ch / 100 \cdot Q_{max,j}$$

$Q_{dist}$  : le débit distribué pendant une heure ( $m^3/h$ ).

$Q_{max,j}$  : débit maximum journalier ( $m^3/j$ ).

$Ch$  : coefficient d'irrégularité de la consommation horaire en % (pourcentage de la consommation horaire pendant toute la journée) [3].

**Tableau N°6** : Répartition des pourcentages des débits en fonction du nombre d'habitants[9].

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération De type rural
	Ch%	Ch%	Ch%	Ch%	Ch%
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	02	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01

Dans notre cas le nombre d'habitants de l'agglomération est moins de 10000, il est estimé en à l'horizon 2039.

**Tableau N°7** : Volume de réservoir de la zone d'étude.

heurs	CH%	Volume parti		Volume cum		Capacité du réservoir	
		Qapp	Q dis	Qapp-cum	Q dis cum	$\Delta V +$	$\Delta V -$
/	/						
0-1	01	133.56	32.05	133.56	32.05	101.51	
1-2	01	133.56	32.05	267.12	64.1	203.02	
2-3	01	133.56	32.05	400.68	96.15	304.53	
3-4	01	133.56	32.05	534.24	128.2	406.04	
4-5	02	133.56	64.10	667.8	192.3	475.5	
5-6	03	133.56	96.16	801.36	288.46	512.9	
6-7	05	133.56	160.72	934.92	449.18	485.74	
7-8	6.5	133.56	208.35	1068.48	657.53	410.95	
8-9	6.5	133.56	208.35	1202.04	865.88	336.16	
9-10	5.5	133.56	176.29	1335.6	1042.17	293.43	
10-11	4.5	133.56	144.24	1469.16	1186.41	302.75	
11-12	5.5	133.56	176.29	1602.72	1362.7	240.02	
12-13	07	133.56	224.38	1736.28	1587.08	149.2	
13-14	07	133.56	224.38	1869.84	1811.46	58.38	
14-15	5.5	133.56	176.29	2003.4	1987.75	15.65	
15-16	4.5	133.56	144.24	2136.96	2131.99	4.97	
16-17	05	133.56	160.72	2270.52	2292.71		22.19
17-18	6.5	133.56	208.35	2404.08	2501.06		96.98
18-19	6.5	133.56	208.35	2537.64	2709.41		171.77
19-20	5	133.56	160.35	2671.2	2869.76		198.56
20-21	4.5	133.56	144.24	2804.76	3014		209.24
21-22	03	133.56	96.16	2938.32	3110.16		171.84
22-23	02	133.56	64.10	3071.88	3174.26		
23-00	01	133.56	32.05	3205.44	3206.31		
Totale	100	3205.44					

**Volume de réservoir**

$$V_r = \Delta V + \Delta^- + V_{inc}$$

$$V_r = 512.9 + 209.24 + 120$$

$$V_r = 842.14 \text{ m}^3.$$

On prend un réservoir de volume  $V = 1000 \text{ m}^3$

**3.7 Dimensionnement du réservoir :**

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

$$V = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot H \quad \text{donc : } D = (4 \cdot V / \pi H)^{1/2}$$

$V$  : volume du réservoir ( $\text{m}^3$ )

$D$  : 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 cette hauteur peut atteindre 7 à 8 dans les grands ouvrages.

Dans notre cas on peut prendre  $H = 5 \text{ m}$

Donc :

$$D = (4 \times 1000 / \pi \times 5) = 15.96 \text{ m}$$

Pour un diamètre normalisé on prend :  **$D = 16 \text{ m}$**

Calcul de la hauteur d'eau d'incendie :

$$H_{inc} = 4 \times V_{inc} / \pi D^2$$

$$H_{inc} = 4 \times 120 / 3.14 \times 16^2$$

$$H_{inc} = 0.59 \text{ m}$$

**Remarque :**

De préférence, lorsque la capacité dépasse  $300\text{m}^3$ , on utilise des cuves jumelées reliées par une chambre de manœuvre unique. [2]

**3.8 Equipements hydrauliques du réservoir:**

Les équipements du réservoir seront disposés avantageusement, dans une chambre de manœuvre accolée au réservoir, qui lui permet de remplir les différentes fonctions que nous l'attendons d'eux : réception de l'adduction et départ l'eau vers la distribution.

**Conduite d'arrivée :**

L'arrivée de la conduite d'adduction gravitaire dans le réservoir, peut être placée soit au fond du réservoir, soit à la partie supérieure ou même déverser au-dessus de la surface libre dans celui-ci, nous avons opté pour une arrivée de la conduite par la partie supérieure du radier, qui s'oppose à la conduite de départ et par conséquent il y'aura un brassage des eaux dans le réservoir.

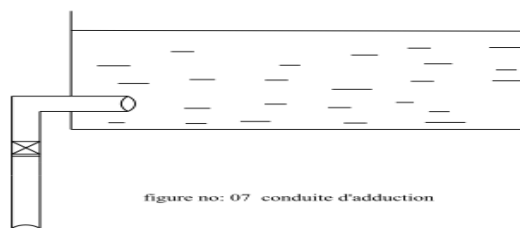


figure no: 07 conduite d'adduction

**Figure N°04 : conduite d'adduction****Conduite de départ (distribution) :**

Cette conduite de départ doit être placée autant que possible, à l'opposé de l'arrivée pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir. Son extrémité est munie d'une crépine courbée (pour éviter le phénomène de vortex). Elle doit se situer aussi à 20 centimètres, au-dessus du radier pour éviter des matières en suspension. La conduite est équipée d'une vanne à survitesse permettant la fermeture rapide, en cas de rupture au niveau aval de cette conduite.

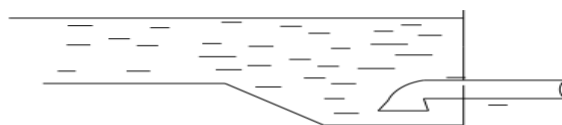


figure n° : 08 conduite de depart

**Figure N° 5 : conduite de distribution**

### Conduite de trop-plein :

Dans le but d'assurer l'évacuation du débit d'adduction dans le cas où la pompe ne serait pas arrêtée, ainsi éviter le versement du réservoir, on prévoit un trop-plein dimensionné selon le débit arrivant et débouchant à un exutoire voisin ou à l'égout.

Afin d'éviter toute émanation gazeuse désagréable et contamination de l'eau dans la cuve, on ménage un joint hydraulique constitué par un siphon à l'aval de la canalisation du trop-plein.

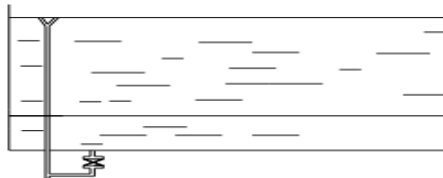


figure n°:09 conduite de trop plein et de vidange

Figure N° 6 : conduite de trop-plein

### Conduite de Vidange :

La conduite de vidange part du point bas du réservoir, se raccorde sur la canalisation du trop-plein, et comporte un robinet vanne.

Son rôle permet l'inspection et le nettoyage ainsi que d'éventuelles réparations.

### Conduite de By-pass :

Au moment du nettoyage ou de réparation du réservoir, le by-pass nous permet la distribution en reliant la conduite d'amenée à celle de la distribution, et à l'instant voulu on procède à la fermeture et ouverture de vanne.

En marche normale, les vannes 1 et 3 sont ouvertes la vanne 2 est fermée, au moment du nettoyage ou de réparation, la vanne 2 ouverte et les vannes 1 et 3 fermées.

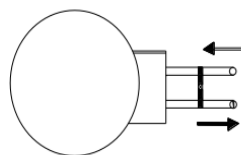


figure n°:10 conduite By-pass

Figure N° 7: conduite de By-pass

**Conclusion :**

D'après notre calcul qui est au-dessus, le volume de réservoir qui doit suffire pour alimenter la zone POS 35A est de  $1000\text{m}^3$ .



# Chapitre IV

## Le réseau de distribution

## Introduction

Le réseau de distribution est un système de conduites connectées entre elles.

L'eau distribuée à partir de ce réseau qui doit être dimensionné de telle façon à assurer le débit et la pression nécessaires à chaque consommateur.

L'eau qui arrive de la station de pompage est distribuée dans un réseau de canalisation dans lesquelles les branchements servent piquages en vue de satisfaire l'alimentation des abonnés. [7]

### 4.1 Les différents types de réseau :

On distingue trois types de réseaux :

- ✓ Réseau maillé
- ✓ Réseau ramifié
- ✓ Réseau étagé

#### 1.1 Les réseaux maillés :

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation. Ils sont utilisés en général dans la zones urbaines, et tend a se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant serties ramifications)

Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées. [2]

#### 1.2 Réseaux ramifiés :

On les appelle ainsi grâce à leur structure arborisant fréquemment utilisée dans les petites agglomérations rurales leur inconvénients, c'est que dans les conduites il n'y a qu'un seul cheminement possibles, en cas d'incident sur la conduites principale, toute la partie avale sera privée d'eau. [2]

### 1.3 Réseaux étagés :

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une ville en eau potable des différences de niveau importances.

La distribution par le réservoir projeté donne de fortes pressions aux points bas (normes des pressions ne sont pas respectées).

L'installation d'un réservoir intermédiaire alimente par le premier, régularisé la pression dans le réseau. [2]

### Remarque :

Pour une meilleure distribution, on adopte le réseau maillé, vu les avantages qu'il présente :

- L'alimentation de retour.
- Isoler le tronçon accidenté par un simple manœuvre robinet. [2]

### 4.2 Conception de réseaux maillés :

Plusieurs facteurs ont une influence sur la conception du réseau :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs principaux.
- Le relief.
- Le souci d'assurer un service souple et régulier.

### 4.3 Principe de tracé de réseau maillé :

Pour tracer le réseau, il y a un certain nombre de conditions qu'il faut respecter :

- Choisir le lieu de consommation principal.
- Déterminer le sens principal de masse ou des quantités totales d'eau.
- Tracer les conduites maitresses parallèles entre elles, ces conduites doivent être situées sur les côtes géodésique les plus élevées pour bien répartir l'eau.
- Il faut tracer les conduites maitresses à travers les quartiers lesquelles il faut prévoir les lignes secondaires.

## 4.4 Calculs hydrauliques de réseau maille Calcul des débits

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

- On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé.
- On calcul les débits route pendant les heures considérées (l'heure de pointe, l'heure de transit, l'heure d'arrêt et l'heure d'incendie).
- On détermine le débit spécifique en considèrent les débits en routes.
- Sachant le débit spécifique ; on détermine les débits supposé concentrés aux nœuds. [2]

(Voir l'annexe)

### 4.4.1 Calcul des débits :

#### a) Calcul de débit en route :

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau le débit en route est donné la formule suivante :

$$\sum Q_r = Q_{\text{cons}} - \sum Q_{\text{conc}}$$

Avec :

$Q_{\text{cons}}$  : débit consommé.

$\sum Q_r$  : somme des débits de route.

$\sum Q_{\text{conc}}$  : somme des débits concentrés.

#### b) Détermination du débit spécifique :

Défini comme étant le rapport entre le débit en route et la somme des longueurs des tronçons du réseau :

$$Q_{\text{sp}} = \sum Q_r / \sum L_i$$

$Q_{\text{sp}}$  : débit spécifique (l/s/m).

$\sum L_i$  : somme des longueurs des tous les tronçons(m).

#### c) Détermination des débits en route pour chaque tronçon :

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit :

$$Q_{ni} = 0.5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{ci}$$

Ou :

$\sum Q_{ri-k}$  : est la somme des débits de route des tronçons reliés au nœud.

$\sum Q_{ci}$  : somme des débits concentrés au nœud.

Le tableau suivant nous résume les débits de calcul pour le cas de point :

**Tableau N°08** : détermination des débits de calcul.

Heure de pointe	$Q_p$ (l/s)	67.52
	$Q_{conc}$ (l/s)	/
	$Q_{route}$ (p/s)	67.52
	$\sum L_i$ (m)	925
	$Q_{spc}$ (l/s/m)	0.07299459

Ces données nous permettent de calculer le débit au chaque nœud du réseau et le débit route de chaque tronçon.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant.

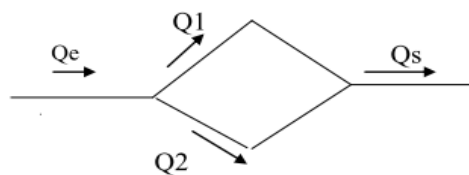
(Voir l'annexe)

#### 4.5 Calcul du réseau maillé pas la méthode de (HAYRDY - CROSSE):

La méthode de HARDY-CROSS est aussi l'une des méthodes de calcul du réseau maillé ; elle est caractérisée par son ajustement successif qui permet de donner le débit qui passe dans chaque tronçon de la conduite du réseau ainsi que son sens.

Cette méthode repose sur les deux lois suivant :

##### 4.5.1 1ère loi des nœuds (1ère loi de KURCHOFF) :



Le débit entrant se partage en  $Q_1$  et  $Q_2$  dans un nœud et qui se rassemble dans un autre nœud pour être un débit sortant.

$$Q_e = Q_1 + Q_2 = Q_s$$

##### 4.5.2 2ème loi des maillés (2ème loi de KURCHOFF) :

Cette loi propose que sur le parcours d'une maille, la somme algébrique des pertes de charge doit être égale à zéro.

$$\sum \Delta H = 0$$

Avec :

$$\Delta H = 16 \lambda L e Q^2 / 2 g \pi^2 D^5 = R Q^2$$

**R** : résistance de la conduite.

En tenant compte de :

De l'accroissement éventuel de la consommation.

De l'incertitude de sens réel de l'écoulement dans un maillé.

De la présence possible de dépôt dans certain endroit.

Du coefficient de rugosité.

La deuxième loi de KURCHOFF peut se traduire par l'égalité suivante :

$$\sum \Delta H_r = \sum R Q^2$$

Si elle n'est pas vérifiée du 1<sup>er</sup> coup, donc il faut corriger la répartition de débit jusqu'à satisfaction de cette loi.

[4] (voir l'annexe)

### 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 KURCHOFF (loi de maille) par approximation successive. . [4]

### 4.6 Détermination du débit correctif :

Nous avons :  $Q_1 = Q_0 + \Delta Q_0$

Avec :

$Q_1$  : débit corrigé

$Q_0$  : débit supposé

$\Delta Q_0$  : débit correctif.

Or nous savons que :

$$\Delta H_T = R Q^2. \quad R : \text{résistance de la conduite.}$$

Donc :  $\Delta H_T = R (Q_0 + \Delta Q_0)^2$

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

Avec  $\Delta Q_0$  : très petit par rapport à  $Q_0$ .

Donc, le calcul du débit correctif nous amène à déterminer d'abord 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 10% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_T = \Delta H_L + 0.10 \Delta H_L = 1.10 \Delta H_L$$

Avec :

$$\Delta H = \lambda v^2 L / 2GD$$

$\lambda$ : coefficient de frottement

### Calcul du réseau :

Le calcul des paramètres hydrauliques et les pressions sont établis par un Logiciel (Loop) ; et les tableaux suivants donnent tous les résultats pour le cas de pointe.

#### N B :

Calcul des paramètres hydrauliques cas de pointe est présenté dans l'annexe.

### Remarque :

Nous remarquons que les paramètres hydrauliques calculés répondent à la marge souhaitée.

Pour les vitesses nous avons obtenu des valeurs qui se situent entre la marge de 0.5 à 1.5 m/s et cela pour éviter

L'accumulation des dépôts solides

L'érosion des conduites

L'effet de régime transitoire

Une pression minimale de 28.21 mètres est assurée pour le point. (Voir l'annexe)

## 4.7 Equipement de réseau de distribution :

### 4.7.1 Type de canalisation :

Le réseau sera constitué des tuyaux en PEHD, pour les multiples avantages qu'il présente, à savoir :

- Très économiques.
- Disponibilité sur le marché (production locale).
- Résistance à des grandes pressions (> à 16 bars).
- Permettre une pose simple et adéquate.
- Réduction des pièces spéciales.
- Facilité de transport et d'installation due à leur légèreté et leur flexibilité.

### CARACTERISTIQUES de tube PEHD :

- Tube PEHD (Polyéthylène Haute Densité)
- Couleur : noir à bandes bleues
- Application : Adduction et Distribution d'eau potable uniquement.
- Pression Nominale : 16 Bars

- Produit certifié à la marque NF 114 - Groupe 2.



Figure N°8 : Tube PEHD

#### 4.7.2 Appareils et accessoires du réseau :

Les équipements qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :

✓ **Robinet vannes :**

Les robinets vannes sont des appareils qui permettent l'isolement des différents tronçons du réseau en particulier pour les réparations ; ils sont placés au niveau de chaque nœud.

On distingue deux types :

-Robinet vanne pour les gros diamètres.

-Robinet d'arrêt ou de prise sont utilisés dans le réseau (petit diamètre) au niveau des branchements, ils sont à ¼ de tour.

✓ **Ventouses :**

Les ventouses sont des appareils placés aux points les plus hauts du réseau, pour évacuer l'air éventuellement entraîné par l'eau qui s'accumulerait aux points hauts des conduites du réseau sans perte inutile d'eau.

Les ventouses peuvent aérer les conduites en cas de vidange par pénétration d'air.

✓ **Vidange :**

Ce sont des robinets placés aux points bas, les canalisations pour permettre la vidange des conduites en cas de réparation, la vidange se fait dans un égout ou en plein air (cas d'une conduite en campagne).

Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible.



**✓ Clapets :**

Les clapets ont pour fonction d'empêcher le retour de l'eau en sens inverse de l'écoulement prévu, ils sont utilisés surtout au niveau de station de pompage et plus précisément à la conduite de refoulement à l'amont de l'anti-bélier.

Le clapet peut être utilisé sous forme de soupape pour éviter le choc à la forte pression.

**✓ Les poteaux d'incendie :**

Ils permettent le branchement immédiat des engins de lutte contre le feu, les poteaux d'incendie sont implantés hors du sol, facilement visibles et repérables, ils peuvent être installés partant, sans précautions spéciales ; ils branchent les groupes motopompes et des prises secondaires permettant la mise en batterie de lances à la pression du réseau, ils sont placés sur un massif en béton qui assure leur protection et leur stabilité.

**Pièces spéciales de raccord :****✓ Les tés :**

Il existe des tés à 2 ou 3 emboitements, utilisés pour le raccordement de trois tronçons de canalisation.

**✓ Les coudes :**

Utilisé en cas de changement de direction de la canalisation.

**✓ Les cônes de réduction :**

Ce sont des organes de raccord en cas de changement de diamètre.

# Chapitre V

## L'adduction

## **Introduction**

L'adduction est le procédé d'amener l'eau d'un lieu à un autre, à partir des points de captages vers le réservoir d'accumulation, lequel peut se trouver, parfois, très loin de cette zone, et le cheminement est effectué grâce aux conduites généralement importantes.

En vue d'établir cette canalisation nous envisageons deux aspects dépendants. L'un économique et l'autre technique.

Il existe deux types d'adduction :

### **5.1 Types d'adduction :**

#### **5.1.1 Adduction gravitaire :**

Un écoulement gravitaire est un écoulement qui se fait sous l'action d'aucune force extérieure (conditionnée par la pente, pesanteur...).

Dans le cas d'une canalisation gravitaire, la source d'eau doit se situer à une cote supérieure à celle du réservoir de desserte.

L'adduction gravitaire se compose [3]

##### **5.1.1.1 Adduction gravitaire en charge :**

Dans ce cas la canalisation se trouve en charge. C'est-à-dire que l'eau trouve à une pression différente de la pression atmosphérique et généralement supérieure pour bien résister à cette pression intérieure. [3]

##### **5.1.1.2 Adduction gravitaire sans charge :**

C'est le cas d'un écoulement où la surface libre de l'eau se trouve en pression atmosphérique (écoulement à surface libre, écoulement à ciel ouvert), c'est le cas d'un canal découvert. [3]

### **5.1.2 Adduction par refoulement :**

Lorsque la topographie du terrain ne permet pas de transiter l'eau gravitairement, on utilise l'adduction par refoulement qui nécessite l'utilisation de l'énergie électrique (utilisation des pompes) dans ce cas l'écoulement dans les conduits se trouve en charge.

Elle est utilisée lorsque la prise d'eau se trouve plus bas ou au même niveau que le réservoir d'accumulation. [3]

### **5.2 Choix de trace :**

En vue de l'établissement de la conduite de refoulement, il y aura lieu de tenir de certains impératifs que l'on s'efforcera, dans la mesure du possible, de respecter :

#### **5.2.1 Condition technique :**

Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer les contres pentes ;

- Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- Eviter le phénomène de cavitation qui peut engendrer. les éclatements et vibration de la canalisation ou cours de la phase de suppression.
- Eviter les forêts, bois et zones marécageuses.
- Eviter autant que possible la traversée des obstacles (routes, vois ferrées, canaux, oueds,...).

#### **5.2.2 Condition économique :**

Du point de vue économique, la conduite de refoulement et de la station de pompage sont dépendantes c'est-à-dire que :

- Plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever plus la perte de charge sera grand d'où l'énergie dépensée sera importante.
- Les frais d'exploitation de la station de pompage sont décroissants quand le diamètre augmente, par suite la diminution des pertes de charge.

### 5.3 Choix de matériaux :

Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- ✓ Diamètre.
- ✓ Pression supportées.
- ✓ Les conditions d'installation.
- ✓ Le revêtement.
- ✓ La disponibilité.
- ✓ Du prix unitaire.
- ✓ Du type de sol.
- ✓ Ne pas omettre d'intégrer le coût de transport qui reste un paramètre important.

Par mis les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte et le PVC

#### **Tuyaux en fonte :**

Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux forces internes.
- Bonne résistance à la corrosion.
- Très rigides et solides

L'inconvénient est que les tuyaux en fonte sont très lourds, très chers et ne sont pas disponible sur le marché.[5]

#### **Tuyaux en acier :**

Les tuyaux en acier sont plus légers que les tuyaux en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion. . [5]

#### **Tuyaux en PVC (Polychlorure de vinyle non plastifié)**

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile

Leur inconvénient est le risque de rupture. [5]

#### **Remarque :**

Dans notre projet, nous avons opté pour les conduites en PEHD et cela en raison des avantages qu'elles présentent :

- ✓ Très économiques.

- ✓ Disponibilité sur le marché (production locale).
- ✓ Résistance à des grandes pressions (> à 16 bars).
- ✓ Permettre une pose simple et adéquate.
- ✓ Réduction des pièces spéciales.
- ✓ Facilité de transport et d'installation due à leur légèreté et leur flexibilité.
- ✓ A la corrosion interne et externe et microbiologique.
- ✓ Bonne propriétés hydrauliques.
- ✓ Bonne résistance chimique.
- ✓ Longue durabilité avec un cout complet minime. .[6]

### Choix des pompes :

On procède à leur choix après avoir déterminé la hauteur manométrique totale (Hmt) et le débit, et ces dernières devant satisfaire les conditions suivantes :

- Assurer le débit Q, et la Hmt demandés.
- Assurer un rendement maximum (max).
- Vitesse de rotation importante.
- Reprendre à la construction la plus économique du bâtiment.
- Exploitation simple.

### 5.4 Etude techno-économique des conduites :

#### • Calcul de diamètre :

Dans la pratique le diamètre optimale est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter, ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de BONIN et BRESS, ces formules sont données comme suit :

La formule de BONIN :  $D = (Q)^{1/2}$  m.

La formule de BRESS :  $D = 1.5(Q)^{1/2}$  m.

Avec :

D : diamètre de conduite.

Q : débit véhiculé en m<sup>3</sup>/s.

On applique la relation de BONIN :  $D = (Q)^{1/2}$  m.

On a :  $Q_p = 5833.9 \text{ m}^3 / \text{j} = 0.067 \text{ m}^3 / \text{s}$ .

$D = (0.067)^{1/2} = 0.258 \text{ m} = 250 \text{ mm}$ .

### 5.4.1 Calcul de la hauteur manométrique totale de la pompe :

- **Calcul des pertes de charges**

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

Le gradient de pertes de charges est déterminé, à partir de la formule de DARCY- WEIBACH.

$$J = 16\lambda Q^2 / 2g \pi^2 D^5 = \lambda v^2 / 2gD$$

Avec

J : gradient de pertes de charges

V : vitesse de l'écoulement (m/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 ; NIKURADZE a donné la formule du

Coefficient de frottement suivant

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

En régime transitoire COLEBROOK a donné la formule du coefficient de frottement suivante

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log (\varepsilon / 3.7D + 251 / R_e \sqrt{\lambda})$$

$\varepsilon$  : Rugosité en (m)

$R_e$  : Nombre de Reynolds

$\lambda$  : Coefficient des pertes de charge

**Pertes de charges linéaires**

Elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H L = J.L$$

Avec

J = gradient de pertes de charge

L : longueur de la conduite.

**Pertes de charges singulières**

Elles sont dues au changement de direction de la conduite et aux accessoires.

Nous estimons ces pertes de charges singulières à 10% de pertes de charges linéaires.

$$\Delta H s = 10\% \Delta H L$$

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

L : longueur géométrique de la conduite de refoulement

On a : L = 440 m

$$\text{Et : } \Delta H T = \Delta H L + 0.10 \Delta H L = 1.10 \Delta H L$$

$$\Delta H L = 0.83 \text{ m}$$

$$\Delta H T = 0.913 \text{ m}$$

**Calcul de la hauteur totale d'élévation :**

$$\mathbf{Hmt = Hg + Ht}$$

Ou :

**Hmt** : hauteur totale d'élévation (m).

**Hg** : hauteur géométrique de refoulement (m).

**Ht** : pertes de charges totales (m).

$$\mathbf{Hmt = 0.913 + 60.15 = 61.063 \text{ m}}$$



**Conclusion**

D'après notre étude nous avons abouti à une conduite de diamètre 250 mm qui permet de véhiculer le débit jusqu'au réservoir de stockage.

Nous constatons qu'un réseau d'adduction d'un diamètre uniforme peut nous revenir économiquement et techniquement très rentable pour la gestion de ce réseau.

# Chapitre VI

## La protection des canalisations



**Introduction :**

Le coup de bélier est une onde de pression positive ou négative, provoquée par une variation de régime hydraulique, et se propage dans le milieu constitué par l'eau et la conduite qui le contient. Cette onde est caractérisée par une vitesse de propagation, qui ne dépend pas en première approximation de l'amplitude de l'onde, lorsque celui-ci est faible.

Elle se réfléchit sur les obstacles et en particulier sur les extrémités de la conduite en changeant du signe ou non, suivant les conditions physiques qui sont rencontrées.[4]

**6.1 Phénomène des conduites contre les coups de bélier :**

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire qui à une analyse physique en nous plaçant dans le cas d'une conduite de refoulement dont le débit  $Q_0$  se trouve brusquement arrêté à la suite d'une disjonction.

Nous admettons une élasticité de la conduite et une compressibilité de l'eau.

Après un arrêt brusque et instantané de la pompe quatre (04) phases peuvent être envisagées [3] :

**❖ 1ere phase :**

Par suite de son inertie la colonne d'eau va poursuivre son chemin ascendant mais n'étant plus alimentée, il va résulter derrière elle une dépression.

La conduite se contracte successivement par diminution élastique du diamètre, une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir avec une vitesse accélérée.

Le temps mis par cette onde atteindre le réservoir est longueur par seconde.

Avec :

$L$  : longueur de la conduite de refoulement au bout de ce temps, la conduite est en dépression sur toute sa longueur et l'eau est alors immobile.

**❖ 2<sup>ème</sup> phase :**

Par suite de son élasticité, la conduite reprend son diamètre primitif et cela de proche en proche, l'eau revient alors dans la conduite au bout de  $2L/a$  depuis l'origine du phénomène.

Toute l'eau est redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet et la pompe qui entre tout s'est fermée.

**❖ 3<sup>ème</sup> phase :**

En raison de cet arrêt, la 1<sup>ère</sup> tranche d'eau en contact avec le clapet va se trouver comprimée entraînant une dilatation de la conduite.

Les tranches qui suivent vont subir le même effet au bout d'un nouveau temps  $L/a$  c'est-à-dire :  $3L/a$  depuis l'origine.

Toute la conduite sera dilatée avec une eau sur pressée immobile.

**❖ 4<sup>ème</sup> phase :**

Grâce à l'élasticité de la conduite, celle-ci agissant à la manière d'un ressort de proche en proche, à partir du réservoir et en allant vers la pompe, son diamètre primitif.

Les tranches d'eau successives reprennent leurs dimensions premières au bout d'un nouveau temps  $L/a$ , c'est-à-dire à  $4 L/a$  depuis l'origine.

Nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment de l'arrêt brusque de la pompe.

Le phénomène se reproduirait infiniment s'il n'était pas freiné, amorti par les pertes de charges résultants du frottement de l'eau dans la conduite.

**6.2 Moyen de protection des installations :**

Les moyens et les équipements de protection contre le coup de bélier sont très variés. Ils sont choisis en fonction de la disposition de l'installation et des caractères géométriques de cette dernière.

Ces moyens peuvent protéger la conduite, des dépressions et surpressions maximales, que nous citons quelques-uns :

- ✓ Soupape de décharge.
- ✓ Cheminée d'équilibre.
- ✓ Réservoir d'air.
- ✓ Volant d'inertie.

Tableau N°13: Moyens de protection des installations (récapitulatif) [3] :

Appareils	Avantages	Inconvénients	Observations
Soupage De Décharge	-Cout limité -Entretien et réglage facile -Ne consomme pas d'énergie -Indépendant d'une installation électrique	Nécessite un entretien et un contrôle attentifs (ressort). Pertes considérables d'eau le pendant le fonctionnement	Utilisé comme protection contre la surpression.
Cheminée D'équilibre	-Bonne fonctionnement (ne comporte pas d'organes mécanique susceptibles de fonctionnement défectueux). -Importante durée de vie ; -Indépendante d'une installation électrique ; -pas de perte d'eau.	Possibilités d'installation limitées. Ouvrages couteux (hauteur généralement très développée).	Utilisé comme protection et pour la dépression et pour la surpression
Réservoir d'air	-Bonne fonctionnement ; -Bonne sécurité ; -Pas de pertes d'eau ;	Entretien et réglage compliqués qui exige du personnel qualifié. Cout élevé.	Utilisé comme protection contre la dépression et la surpression
Volant d'inertie	-Dispositif économique -Intéressant sur les installations qui ne s'arrêtent pas trop souvent.	Consommation d'énergie supplémentaire. Protection limitée par la puissance du moteur et les caractéristiques de démarrage. Inapproprié dans les stations à forte fréquence de démarrage.	Utilisé comme protection contre les dépressions

### 6.3 La corrosion des conduites :

Les phénomènes de corrosion sont des réactions d'une attaque du métal ou électrochimique. La corrosion est caractérisée par une attaque du métal due à des phénomènes extérieurs en liaison soit :

-Avec la nature de sol.

-Avec des installations électriques à courant continue situées à proximité des conduites.

Au cas où ces phénomènes sont importants, il peut se produire une destruction rapide des canalisations par perforation en formes de caractères très caractéristiques, ou attaque sous forme de couches de rouille crousteuses ou filandreuses, annonçant une diminution de l'épaisseur du métal.

Donc la corrosion est une oxydation du métal, or cette dernière entraîne une perte d'électron alors que la réduction sera un gain.

Pour éliminer le phénomène de corrosion, il faut de façon faire stopper toute perte d'électron.

#### 6.3.1 Les facteurs de la corrosion :

a. **L'eau** : elle-même, n'a pas un caractère corrosif, par contre certains éléments qui peuvent lui conférer, ont des effets importants sur la corrosion.

b. **PH** : une eau de PH dépend de la teneur en gaz dissous tels que CO<sub>2</sub> et le H<sub>2</sub>S.

On remarque dans la pratique, que si le PH de l'eau est inférieur à 10, elle a un effet corrosif envers l'acier, donc pour diminuer la corrosion on a intérêt à augmenter le ph de l'eau tout en veillant sur son oxydation.

c. **Température** : les fortes variations de la température entraînent l'accélération de la corrosion. On admet pour variation de 30°C le taux de corrosion est multiplié 2 jusqu'à à 3.

d. **Métal** : par exemple l'acier était couplé dans un milieu de potentiels différents sera constamment attaqué si une protection ne sera envisagée.[2]

#### 6.3.2 La corrosion électrochimique :

La corrosion électrochimique est caractérisée par la circulation d'une courante électronique corrosion par électrolytes.

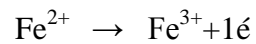
#### 6.3.3 Mécanisme de la corrosion :

La corrosion d'un métal se produit par l'oxydation, c'est-à-dire, par perte d'électron, le métal devient alors ions positifs entre une solution et va se combiner avec un autre ion négatif rencontré dans cette solution. .[2]

La réaction d'oxydation du fer peut être schématisée de la manière suivant :



Et elle peut se poursuivre sous la forme :



#### **6.3.4 Procédé de lutte :**

- Interposition d'un film protecteur entre l'eau et le métal, ce film est constitué soit par un enduit bitumineux soit par un conduit spécial ;
- Modification des caractéristiques physico-chimiques de l'eau à véhiculer par un traitement approprié.
- Assurer au maximum l'évacuation de l'air aux points hauts.
- les joints devront être correctement exécutés.

#### **Conclusion**

Pour éviter et limiter un peu le risque du coup de bélier sur la conduite de refoulement, il faut bien dimensionner le réservoir anti-bélier, ainsi que le dimensionnement correct de la conduite de refoulement.

Même si, le phénomène de corrosion, il faut considérer la protection externe et interne des conduites d'adduction et de distribution.

# Chapitre VII

# Organisation de chantier





## Introduction

On appelle travaux de terrassement l'ensemble des procédés d'extraction des terres (décapages, déblais et remblais)

L'exécution de ces principaux travaux fait signe de démarrage du chantier de construction de l'aménagement hydraulique et de proposer l'exécution des travaux la plus économique.

### 7.1 Réalisation du réseau d'AEP

L'exécution des différents travaux sur des chantiers de réalisation des réseaux d'AEP, demande différentes opérations telles que :

- Implantation des tracés des tranchées.
- Aménagements des lits de pose des conduites
- Pose des conduits
- Epreuve des joints et des canalisations
- Remblaiements de la tranchée
- Protection contre la corrosion pour les conduits métalliques.

### 7.2 Exécution des travaux

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Vérification ; manutention des conduits.
- Décapage de la couche du goudron (si elle existe)
- Emplacement des jalons des piques
- Exécution des tranchées et des fouilles pour regards
- Aménagement du lit de pose
- La mise en place des canalisations en tranchée
- Assemblage des tuyaux
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduits et ces joints
- Remblai des tranchées. [6]

### 7.3 Les étapes principales de poses conduites :

La pose des conduits demeure un facteur très important pour une protection des conduits celles-ci peuvent être posées de différentes manières selon le lieu et les obstacles rencontrés s'ils existent. [6]

### 7.3.1 Implantation des tracés des tranchées sur le terrain :

#### a- Matérialisation de l'axe :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain par des jalonnâtes placées en ligne droite et espacées de 50 m.

On effectue ce travail en mesurant sur le plan, leur distance par des repères fixes ou des bornes, limite de chemin etc....

La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminées

#### b- Le nivellement :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme.

Le nivellement sert à définir le relief d'un terrain ; en fixant l'altitude d'un certain nombre de points ; toutes les cotes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison.

Lorsque le terrain comporte des obstacles limitant les visées ; on procède un nivellement par cheminement et par simple calcul ; on détermine la hauteur de chaque point ainsi que la profondeur de la tranchée dans ce point. [2]

### 7.3.2 Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit permettre la réalisation correcte des branchements particuliers, empêcher toute intercommunication avec les autres conduites.

La profondeur de la tranchée est :

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- profondeurs de la tranchée <<Htr>>
- largeur de la tranchée &é << b >>
- Distance de la mise de la cavalière.

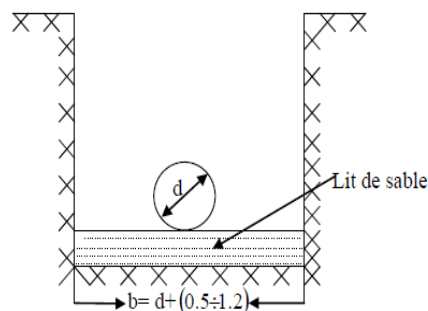


Figure N<sup>09</sup> : Schéma d'une tranchée

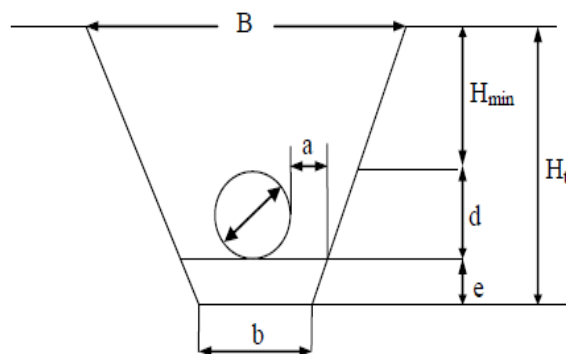
**7.3.3 Choix de la section transversale de la tranchée :**

Pour le choix de cette section ; on propose deux variantes ; l'une trapézoïdale et l'autre rectangulaire :

$$b = d + 2a$$

$$H_{tr} = e + d + H_{min}$$

$$B = b + 2m.H_{tr}$$



**Figure N°10 : Section type de tranchée**

H<sub>min</sub>: profondeur minimale au-dessus de la génératrice supérieure de la Conduite, égale en générale 1 m.

e : épaisseur de la couche préparée (lit de sable)

b : largeur du fond de la tranchée.

a : distance entre la génératrice latérale et la base du talus :

B : largeur superficielle de la tranchée.

La valeur de « a » est prise à partir du tableau suivant :

**Tableau N°14 : Les valeurs de « a »**

Conduit	Traçons	Tubes séparés	
		d < 0.5m	d > 0.5m
PEHD	0.3	0.5	0.8

**Calcul de la profondeur de la tranchée Htr :**

$$\begin{aligned} H_{tr} &= e + d + H_{min} \\ &= d + 0.10 + 1.0 \end{aligned}$$

Donc:

$$H_{tr} = d + 1.10 \text{ (m)}$$

**- Choix du coefficient du talus :**

Le coefficient du talus est choisi en fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol (limon argileux  $m = 0$ ). Pour notre région, le talus de la tranchée pour tout le système sera uniforme et de coefficient  $m=0$ , c'est à dire qu'on retient la variante dont la section transversale.[8]

**- Choix des engins de terrassement :**

Le choix des engins de terrassement dépend principalement du type de chantier et du terrain à excaver.

D'autres paramètres interviennent dans ce choix tels que :

Les moyens dont dispose l'entrepreneur, la rentabilité et l'économie d'utiliser de tels engins.

**Choix de l'excavateur et de son procédé :**

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement, alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) se base sur leur champs d'application et les exigences du chantier :

On opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

Celle-ci doit satisfaire les conditions suivantes :

- rayon de déchargement :  $R_{dech} > A$

D'où :

A : distance entre les axes de la tranchée et de la cavalière.

- Auteur de déchargement :  $H_{dech} > H_c$

$H_c$  : auteur de cavalière.

- Hauteur de chargement :  $H_{dech} > H_c$

- Largeur du godet :  $b_g > b_{min}$

## 7.4 Détermination des différents volumes

### 7.4.1 Volume des déblais des tranches

$V_r$  : Volume total remblais

$$V_r = V_{df} - V_c - V_s$$

Ou :

$V_{df}$  : Volume total des déblais foisonnés ;

$V_c$  : Volume total occupée par des conduits

$V_s$  : Volume total de sable pour le lit de pose la conduite ;

Avec

$$V_c = S.L$$

### 7.4.2 Forme rectangulaire

Le volume des déblais des tranchées <<  $V_p$  >> pour ce type de tranchée est donné par la relation suivante :

$$V_p = b.L.H_{tr} \quad (m)$$

$b$  : largeur de tranchée (m)

$$B = D + 2.a ; (a = 0,20)$$

$a$  : distance entre la conduite et l'extrémité la fouille ;

$L$  : longueur totale de la tranchée (m)

$H_{tr}$  : profondeur de la tranchée (m)

$$H_{tr} = e + h + D(m)$$

Ou :

$e$ : épaisseur de la couche du lit de pose ;  $e = 0,10$  m

$H$  : profondeur minimale au-dessus de la génératrice supérieure de la couche (m)

$D$  : diamètre nominal de la conduite (m)

### 7.4.3 Volume du découvert

Le volume de la couche végétale à découper est calculé comme suit :

$$V = b.h.l \quad (m^3)$$

Avec :

$V$  : Volume de la couche végétale ( $m^3$ )

$b$  : la largeur de la couche végétale ( $m^3$ )

h : la hauteur de la couche végétale (m<sup>3</sup>)

L : longueur totale de la couche végétale (m<sup>3</sup>) ; h=0,20

#### 7.4.4 Volume occupé par le lit de pose

Ce volume est donné par la formule suivante :

$$V_{ts} = \sum b_i \cdot e \cdot L_i$$

Avec :

e : épaisseur de la couche du lit de pose ; e=0,10m

b : largeur de la tranchée (m)

L : longueur totale de la tranchée (m)

#### 7.4.5 Volume de la conduite

Le volume occupée par la conduite dans la tranchée est donnée la relation suivante :

$$V_c = \pi D^2/4 \cdot L$$

Avec :

D : diamètre de la conduite (m)

L : longueur totale de la tranchée (m)

Le tableau suivant représenter les différents volumes des réseaux AEP

**Tableau N°15 : Calcul du volume des réseaux AEP**

D	Long	H <sub>tr</sub> =1,10+dim	b=dim+1	V <sub>de conduite</sub>	V <sub>de sable</sub>	V <sub>terrasem</sub>	V <sub>rembli</sub>
m	M	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
0.04	45	1.14	1.04	27.925	46.8	53.352	8.035
0.063	489	1.163	1.063	6.374	519.807	604.535	229.487
0.09	94	1.19	1.09	67.677	102.46	121.927	17.729
0.110	52	1.21	1.110	182.756	57.72	69.841	153.174
0.125	173	1.225	1.125	70.935	194.625	238.415	32.458
0.150	72	1.25	1.150	245.436	82.8	103.5	198.861
	La somme			601.106	1004.212	1191.57	639.746

#### 7.5 Les actions reçues par les conduites

Les conduits entrés sont soumises à des actions qui sont les suivants :

- La pression verticale due au remblai
- La pression résultant des charges roulantes
- La pression résultant de charges permanentes se surface
- La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle. [6]

# Chapitre VIII

# Etude Economique



**Introduction :**

L'étude économique nous permet d'avoir une idée sur le cout de réalisation de notre projet, ce calcul consiste à déterminé les quantités de toutes les opérations effectuer sur le terrain, on multipliée le volume des travaux par le prix unitaire.

Pour notre projet on à les travaux suivants :

- Réhabilitation des tronçons du réseau de distribution.
- Réhabilitation des pièces spéciales.
- Réhabilitation de réservoir. [7]

**8.1 Les opérations de réalisation du réseau :**

- Terrassement en tranché dans un sol.
- Fourniture et pose de lit de sable d'épaisseur de 10 cm sur le fond du tranché.
- Fourniture et pose des canalisations en PEHD.
- Fourniture et pose de un fourreau de sable sur de la générateur supérieur de la canalisation.
- Remplir en tout venant des grosses pierres de 20 cm.
- Fourniture et pose pièces spéciales :( Vanne, Coude, Tes, Vidange, Venteuse,...).
- Réalisation des regards en biton armes pour pièce spécial de dimension.
- Remise en état initiale.

On utilisant pour le transport et travail :

- Les camions sont utilisés pour le transport du sable afin d'aplatir le lit du fond de la tranchée.
- Le bulldozer est pour l'excavation, le déplacement du sol végétal et le nivelage (aplanissement du tracée de la tranchée). [6]



## 8.2 Devis estimatif

Le tableau suivant résume le prix total de notre projet :

**Tableau N°16** : devis estimatif

N°	Désignations des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire(HT)	Prix Total (HT)
1	Terrassement en tranché dans un sol (de tous types confondus)	m <sup>3</sup>	1191.57	2000.00	2383140
2	Fourniture et pose de sable	m <sup>3</sup>	1004.212	1500.00	1506318
3	Fourniture et pose des canalisations en PEHD				
4	Φ40	ML	45	600.00	27000
6	Φ63		489	925.00	452325
7	Φ90		94	1350.00	126900
8	Φ110		52	2100.00	109200
10	Φ125		173	3300.00	570900
11	Φ150		72	4010.00	288720
12	Fourniture et pose d'un grillage avec tisse	ML	925	800.00	740000
13	Remplir en tout venant excavage des grosses pierres	m <sup>3</sup>	639.746	600.00	383847.6
14	Fourniture et pose des pièces spéciales		25		400000.00
15	Réalisation des regards en biton armes	U	25	25000.00	625000
16	MONTANT TOTAL				7042450.6
17	TVA 17%				1197216.602
18	MONTANT TTC				8239667.202
	MONTANT TTC DE RESEAU				8239667.202
	MONTANT TTC DE RESERVOIR				5000000000
	MONTANT TOTAL TTC DE PROJET				5008239667

Le cout de notre projet s'élève à un montant de l'ordre de : 5008239667 dinars Algériennes.



# Conclusion générale



### *Conclusion générale*

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

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

Nous avons constaté que, quelques paramètres influant sur l'organisation du travail que nous n'avons pas bien détaillés, mais nous avons essayé de se rapprocher le maximum possible à la bonne marche du chantier afin de pouvoir réaliser ce système dans le délai accordé et avec le coût souhaité. D'après l'analyse faite sur le site de la région d'étude, et d'après l'évolution de la commune, nous avons constaté que, la mise en service de ce nouveau système (source, stockage, distribution) de ce projet est beaucoup sollicitée actuellement pour POS 35A. Bien que cette étude de dimensionnement est faite pour l'horizon 2039, nous avons laissé le choix aux ingénieurs qui auront la chance de travailler sur le site, après une extension la commune, d'utiliser à priori les matériaux des conduites qui peuvent adapter à la nature du terrain et qui peuvent supporter des fortes pressions. (Par exemple le polyéthylène haute densité en Algérie).

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.

Enfin je voudrai remercier d'avance l'honorable jury qui aura à apprécier ce travail et j'accepte sans réserve toutes les remarques ou suggestions nécessaires à l'enrichissement de cette étude.

# Références bibliographiques



- [1].M<sup>r</sup>. ZOUBIR. H. Etude de Plan d'Occupation de Sol (POS) POS35A. Octobre 2013.
- [2].M<sup>r</sup>. ABABSA.S. Mémoire de fin d'étude. Etude de système d'Alimentation en Eau Potable de la ville d'Oued Allueg (W.Blida).Ingénieur. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique. 2003.
- [3].M<sup>r</sup>.LAGHNEJ. A.M. Mémoire de fin d'étude. Etude du système D'Alimentation en Eau Potable de la commune D'ABALESSA Wilaya de Tamanrasset. Technicien Supérieur, Institut National Spécialisé de la formation professionnelle. ELARBI BEN MHED. MILA. 2012.
- [4]. M<sup>r</sup>. Hachim, Mémoire de fin d'étude. Etude de système D'Alimentation en Eau Potable de la commune de Khraicia. Ingénieur. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique ARBAOUI Abd Allah. 2005.
- [5]. M<sup>r</sup>. kherbiche. Mémoire de fin d'étude. Etude de diagnostic de réseau de distribution en eau potable de la ville d'AFIR. Ingénieur. Ecole Nationale Supérieure Polytechnique. 2008-2009.
- [6]. M<sup>r</sup>. ABBAS Daoud. Mémoire de fin d'étude. Etude D'alimentation en eau potable de la ville de Metlili El-Jadida. Licence. Université de Ghardaia. 2012/2013.
- [7]. M<sup>r</sup>. NOUREDDINE BEN MESSAOUD. Mémoire de fin d'étude. Alimentation en eau potable de la ville de chebli (W.Blida). Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Abdellah Arbaoui. 2005
- [8]. Mr ABDELAZIZ Redha. Cours d'hydraulique générale. Centre Universitaire de Bechar. 2005-2006.
- [9]. Mr Mounir BOUSLIMI. Docteur Ingénieur. Notes de cours ALIMENTATION EN EAU POTABLE. Octobre2004.

**Annexe**

**Tableau N°09** : caractéristique des mailles.

maille	Maille adj	tronçon	longueur	sens	D (mm)
I	II	1-2	43	+1	125
		2-3	73	+1	125
	VI	3-12	49	-1	90
		12-1	72	-1	150

maille	Maille adj	tronçon	longueur	sens	D (mm)
II	I	1-10	66	-1	125
	III	10-11	65	-1	63
	V	11-12	52	+1	110
		12-1	72	+1	150

maille	Maille adj	tronçon	longueur	sens	D (mm)
III	II	10-9	49	-1	90
	IV	9-8	59	-1	63
		8-11	48	+1	63
		11-10	65	+1	63

maille	Maille adj	tronçon	longueur	sens	D (mm)
IV	III	11-8	43	-1	63
	V	8-7	64	-1	63
		7-6	45	+1	63
		6-11	57	+1	63

maille	Maille adj	tronçon	longueur	sens	D (mm)
V	II	12-11	51	-1	110
	VI	11-6	58	-1	63
	IV	6-5	45	+1	63
		5-12	51	+1	63

maille	Maille adj	tronçon	longueur	sens	D (mm)
VI	I	3-12	49	+1	40
	V	12-5	51	-1	63
		5-4	53	+1	63
		4-3	44	+1	90



**Tableau N°10 : Détermination des débits aux nœuds**

Nœud	tronçon	Long(m)	Q <sub>spc</sub> (l/s/m)	Q <sub>route</sub> (l/s)	Q <sub>nœud</sub> (l/s)	COTE (m)
1	1-2	43	0.0729	3.14	6.28	94.80
	1-10	66		4.16		
	1-12	72		5.26		
2	2-1	43		5.26	4.23	95.17
	2-3	73		5.33		
3	3-2	73		5.33	5.91	95.72
	3-12	45		3.28		
	3-4	44		3.21		
4	4-3	44		3.21	3.54	93.86
	4-5	53		3.87		
5	5-4	53		3.87	5.44	96.91
	5-6	45		3.28		
	5-12	51		3.72		
6	6-5	45		3.38	5.40	96.22
	6-11	58		4.23		
	6-7	45	3.28			
7	7-6	45	3.28	3.98	97.90	
	7-8	46	4.67			
8	8-7	46	4.67	6.28	97.02	
	8-11	48	3.50			
	8-9	60	4.38			
9	9-8	60	4.38	4.01	96.20	
	9-10	50	3.65			
10	10-9	50	3.65	6.28	96.32	
	10-11	65	4.74			
	10-1	57	4.16			
11	11-10	56	4.74	8.1	95.14	
	11-8	48	3.50			
	11-12	52	3.80			
	11-6	58	4.23			
12	12-1	72	5.26	8.03	95.86	
	12-3	49	3.28			
	12-5	51	3.72			
	12-11	52	3.80			

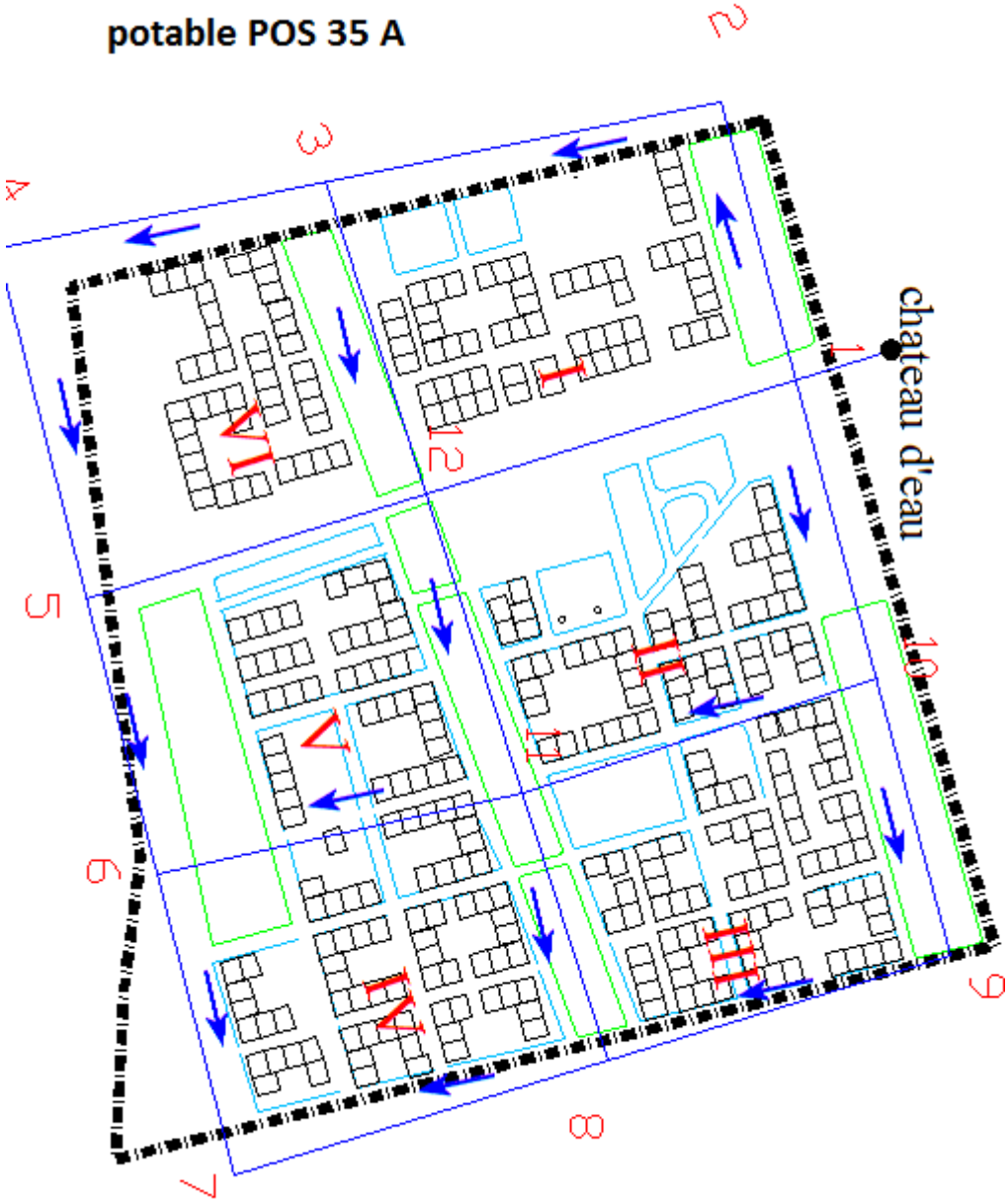
**Tableau N° 11:** Calcul des paramètres hydrauliques

conduite	tronçon	longueur	Diamètre	Débit	Vitesse	P charges (m)
1	1-2	43	125	16.79	1.37	1.19
2	2-3	73	125	12.56	1.02	1.18
3	3-4	44	90	17.11	1.12	1.21
4	4-5	53	63	3.57	1.14	2.35
5	5-6	45	63	2.98	0.95	1.42
6	6-7	45	63	1.84	0.59	0.58
7	7-8	64	63	2.14	0.69	1.10
8	8-9	60	63	4.08	1.31	3.41
9	9-10	50	90	8.09	1.27	1.77
10	10-1	57	125	17.41	1.42	1.68
11	8-11	48	63	4.34	1.39	3.05
12	11-12	52	110	18.70	1.44	1.48
13	12-3	45	40	0.45	0.36	0.40
14	10-11	65	63	3.04	0.97	2.13
15	1-12	72	150	27.04	1.53	1.98
16	11-6	58	63	4.26	1.37	3.57
17	12-5	51	63	4.85	1.55	3.98

**Tableau N° 12 :** Calcul des pressions

Nœud N°	Débit (l/s)	Cote (m)	H G L (m)	Pression (m)
1	6.28	94.80	134.8	40.00
2	-4.23	95.17	133.61	38.44
3	-5.91	95.72	132.03	36.31
4	-3.54	93.86	131.2	37.34
5	-5.44	96.91	128.84	31.93
6	-5.40	96.22	127.17	30.95
7	-3.98	97.90	126.83	28.93
8	-6.28	97.02	127.93	30.91
9	-4.01	96.20	131.52	35.32
10	-6.28	96.32	133.12	36.80
11	-8.1	95.14	130.98	35.84
12	-8.03	95.86	132.82	36.96

**Plan d'alimentation en eau  
potable POS 35 A**



# Caractéristique des mailles [8]

