



## Département De Génie de l'Eau

### Rapport de projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme

de Licence Professionnelle en :

**Génie de l'eau**

#### Thème :

**Etude de dimensionnement du réseau d'alimentation  
en eau potable de la ville d'Ain El Hadjar**

**(W. Bouira)**

Réalisé par :

- **Mr. BENAMAR Amine**

Encadré par :

- **Mr. DAHMANI Saad** Maître Assistant (IT-Bouira)

Examiné par :

- **Mr. MOULAI Salah-Eddine** Maître Assistant (IT-Bouira)
- **Mr. HAMMID Hakim** Maître Assistant (IT-Bouira)

# REMERCIEMENT

Je tiens à remercier avant tout DIEU le tout-puissant de m'avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue de l'obtention de mon diplôme.

Je tiens à remercier mon encadreur universitaire Mr.DAHMANI Saad d'avoir accepté l'encadrement de ce thème, pour le temps qu'il m'a accordé avec beaucoup de patience, son aide scientifique, ainsi que ces précieux conseils, afin de profiter de son expérience et mener bien mon travail.

Je remercie également tous mes enseignants dans l'institut de technologie pour leur contribution à ma formation durant mes trois ans d'études.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury qui me font l'honneur d'examiner ce travail.

Un grand merci à mes chers parents, qui sans eux je n'aurai pas eu l'énergie nécessaire pour parvenir à la fin de mon projet.

Enfin je remercie toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, apporté aide et encouragement pour finir ce travail

# DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui m'ont soutenu au long de mes études, qui m'ont Toujours  
poussé vers le chemin du savoir, à ma source d'amour Et d'affection,  
les deux êtres les plus chères au monde,

Chère mère, Chère père

Pour notre petite famille frères et sœurs

A tous mes amis

A tous ceux qui me sont cher(e)s

A tous ceux que j'aime dans ce monde, ce présent travail est en  
partie le votre.

# RÉSUMÉ

## ملخص :

تمثل مذكرة التخرج هذه دراسة تحديد أبعاد و أقطار شبكة الإمداد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة عين الحجر (ولاية البويرة). أولاً ، تم تحديد الامداد والتخزين لتلبية طلب المدينة للمياه. ثانيًا ، تم ضبط حجم شبكة التوزيع بالمدينة لضمان ضغوط وسرعات مناسبة للتدفق. و الانتهاء من الدراسة من خلال إنشاء نظام المعلومات الجغرافية (S.I.G) للشبكة الحالية للمساهمة في إدارة شبكة إمدادات مياه الشرب في المدينة.

كلمات مفتاحية : شبكة ، خزان ، امداد ، توزيع ، محاكاة.

## Résumé :

Ce présent mémoire a pour objectif l'étude de dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'Ain El Hadjar (W.Bouira). En premier lieu, l'adduction et le stockage ont été déterminés afin de couvrir la demande en eau de la ville. En deuxième lieu, le réseau de distribution de la ville a été dimensionné dans le but d'assurer des pressions et des vitesses d'écoulement adéquates. L'étude a été complétée par la mise en place d'un Système d'Information Géographique (S.I.G.) du réseau existant au profit de la gestion du réseau d'alimentation en eau potable de la ville.

Mots clés : réseau, réservoir, adduction, distribution, Epanet, simulation, SIG.

## Abstract :

The purpose of this report is to study the sizing of the drinking water supply network for Ain El Hadjar city (W. Bouira). First, the supply and storage were determined to meet the city's water demand. Second, the city's distribution network was sized to ensure adequate pressures and flow velocities. The study was supplemented by the establishment of a Geographic Information System (G.I.S) of the existing network for the benefit of the management of the city's drinking water supply network.

Keywords : network, tank, adduction, distribution, Epanet, simulation, GIS.

# TABLE DE MATIÈRES

**REMERCIEMENT**

**DÉDICACE**

**RÉSUMÉ**

**TABLE DE MATIÈRES**

**LISTE DES FIGURES**

**LISTE DES TABLEAUX**

**ABRÉVIATION**

**INTRODUCTION GÉNÉRALE.....1**

## **CHAPITRE 1 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE**

1	Introduction.....	4
2	Situation géographique.....	4
3	Situation démographique.....	5
4	Situation climatique.....	5
5	Situation hydraulique.....	6
5.1	Système d'adduction.....	6
5.2	Ouvrage de stockage.....	8
5.3	Réseau de distribution d'eau potable.....	8
6	Conclusion.....	9

## **CHAPITRE 2 : ESTIMATION DES BESOINS EN EAU POTABLE**

1	Introduction.....	11
2	Evaluation de la population.....	11
3	Estimation des besoins en eau.....	12
3.1	Besoins Domestiques.....	12
3.2	Besoins des équipements.....	13

3.2.1	Besoins scolaires .....	13
3.2.2	Besoins sanitaires .....	14
3.2.3	Besoins administratifs .....	14
3.2.4	Besoins Socio-culturels .....	14
3.3	Débit moyenne journalier totale.....	15
4	Débit maximum journalier .....	15
5	Débit de pointe .....	16
6	Conclusion.....	17

### **CHAPITRE 3 : DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE D'ADDUCTION**

1	Introduction .....	19
2	Type d'adduction.....	19
2.1	Adduction par refoulement .....	19
2.2	Adduction gravitaire.....	19
2.3	Adduction mixte.....	19
3	Choix de tracé.....	19
4	Choix de types des conduites .....	20
5	Dimensionnement de la conduite d'adduction .....	21
5.1	Calcul de la perte de charge .....	21
5.2	Calcul de diamètre.....	22
5.3	Vérification du nouveau débit véhiculé par le diamètre normalisé.....	23
5.4	Vérification de la vitesse d'écoulement pour le diamètre Normalisé .....	23
5.5	Calcul du nouveau diamètre : .....	24
6	Conclusion.....	24

### **CHAPITRE 4 : DIMENSIONNEMENT DU RÉSERVOIR**

1	Introduction .....	27
2	Rôle des réservoirs.....	27
3	Classification des réservoirs.....	28

4	Emplacement du réservoir.....	28
5	Equipement des réservoirs .....	29
5.1	Conduite d'adduction .....	29
5.2	Conduite de distribution : .....	29
5.3	Conduite de trop plein .....	30
5.4	Conduite de vidange.....	30
5.5	Conduite by-pass.....	31
6	Détermination de la capacité du réservoir.....	32
7	Dimensionnement du réservoir : .....	35
8	Conclusion.....	36

## **CHAPITRE 5 : DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU D'AEP ET SIMULATION**

### **EPANET**

1	Introduction .....	38
2	Présentation du logiciel Epanet .....	38
3	Tracé du réseau d'AEP .....	39
4	Calcul hydraulique du réseau de distribution.....	41
4.1	Débit spécifique .....	41
4.2	Débit en route.....	41
4.3	Débit aux nœuds (débit nodaux) .....	42
5	Simulation du fonctionnement du réseau.....	44
6	Résultats de la simulation.....	47
6.1	Résultats aux niveaux des nœuds.....	48
6.2	Résultats aux niveaux des conduites .....	50
7	Vérification du fonctionnement de réseau sans incendies .....	52
8	Conclusion.....	53

## **CHAPITRE 6 : LA BASE DE DONNÉES SIG SUR LE RÉSEAU D'AEP DE LA VILLE D'AIN EL HADJAR**

1	Introduction .....	55
2	Définition d'un SIG .....	55
3	Logiciel utilisé .....	56
4	La base de données SIG existante .....	56
5	Achèvement du SIG d'eau potable .....	58
5.1	Acquisition des données .....	59
5.2	Analyse des données.....	59
5.3	Insertion des données .....	60
5.3.1	Actualisation des anciennes données : .....	60
5.3.2	Modification du style des conduites.....	61
5.3.3	Création des conduites.....	62
6	Résultats Obtenues.....	63
7	Requêtes SQL et Analyses thématiques .....	65
7.1	Exemple de requête .....	65
7.2	Analyses thématiques .....	67
8	Conclusion :.....	68
	<b>CONCLUSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>69</b>

## **RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE**

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la commune Ain El Hadjar .....	4
Figure 2 : Zone concernée par l'étude.....	5
Figure 3 : Localisation du barrage Koudiat Acerdoune .....	6
Figure 4 : Emplacement du barrage par rapport a la commune d'Ain El Hadjar .....	6
Figure 5 : Localisation de R10000m <sup>3</sup> et R1000m <sup>3</sup> .....	7
Figure 6 : Localisation des réservoirs R1000m <sup>3</sup> et R500m <sup>3</sup> .....	7
Figure 7 : Plan Autocad du réseau d'AEP existant de la ville d'Ain El Hadjar .....	8
Figure 8 : Evaluation de la population pour différent horizon.....	12
Figure 9 : Résultats d'évaluation des différentes consommations journalières .....	15
Figure 10 : Conduite d'adduction .....	29
Figure 11 : Conduite de distribution .....	29
Figure 12 : Conduite de trop plein .....	30
Figure 13 : Conduite de vidange .....	31
Figure 14 : Conduite by-pass .....	31
Figure 15 : Equipement de réservoir .....	32
Figure 16 : Configuration des options hydrauliques .....	38
Figure 17 : Options hydrauliques a fixer au départ d'un projet de simulation .....	39
Figure 18 : L'ajout d'un fond de carte.....	39
Figure 19 : Tracé du réseau d'AEP sur un fond de carte de la ville d'Ain El Hadjar .....	40
Figure 20 : Schéma du réseau d'AEP sous Epanet, avec ID des nœuds .....	40
Figure 21 : Exemple de saisie des données des tuyaux .....	45
Figure 22 : Exemple de saisie des données des nœuds.....	46
Figure 23 : Exemple de saisie des données de réservoir .....	46
Figure 24 : Réussite de simulation du fonctionnement du réseau projeté .....	47
Figure 25 : Résultats de la simulation .....	47
Figure 26 : Enveloppe des pressions dans la zone d'étude .....	49
Figure 27 : Pourcentages des diamètres choisis, et leurs longueurs.....	52
Figure 28 : fonctionnement du réseau d'AEP (sans incendies) .....	53
Figure 29 : Structure de la table « Réseau_AEP » .....	57
Figure 30 : Données de la table « Réseau_AEP ».....	57
Figure 31 : Réseau à compléter.....	58
Figure 32 : Actualisation des anciennes données.....	61
Figure 33 : Modification du style des conduites .....	62
Figure 34 : Création des conduites .....	63
Figure 35 : Réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadja complet.....	64
Figure 36 : SIG du réseau d'AEP d'Ain El Hadjar .....	64
Figure 37 : Remplissage de la sélection SQL .....	66
Figure 38 : Résultats de la requête SQL .....	66
Figure 39 : Répartition des diamètres du réseau d'AEP d' Ain El Hadjar .....	67

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population à différents horizons .....	12
Tableau 2 : Variation de la dotation selon le nombre d'habitants .....	13
Tableau 3 : Besoins domestique à l'horizon d'étude.....	13
Tableau 4 : Détermination de la consommation scolaire.....	13
Tableau 5 : Détermination des besoins sanitaires .....	14
Tableau 6 : Détermination des besoins administratifs.....	14
Tableau 7 : Détermination des besoins socio-culturels .....	14
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des différentes consommations journalières .....	15
Tableau 9 : Variation de $\beta_{max}$ en fonction du nombre d'habitants.....	17
Tableau 10 : Détermination de débit de pointe .....	17
Tableau 11 : Les Coefficients K, m, $\beta$ pour différents types de conduites .....	22
Tableau 12 : Résultats de dimensionnement de la conduite d'adduction .....	23
Tableau 13 : variation des vitesses en fonction des diamètres .....	23
Tableau 14 : Nouvel dimensionnement de conduite d'adduction .....	24
Tableau 15 : Repartition horaire des pourcentages du débit maximum journalier .....	33
Tableau 16 : Calcul de capacité de réservoir de distribution .....	34
Tableau 17 : Résultats de calcul de volume du réservoir .....	35
Tableau 18 : Les dimensions du réservoir de distribution .....	35
Tableau 19 : Détermination du débit spécifique .....	41
Tableau 20 : Résultats de calcul des débits en routes (Réseau d'AEP d'Ain El Hadjar) .....	42
Tableau 21 : Résultats de calcul des débits aux nœuds du réseau .....	43
Tableau 22 : Résultats de calcul des débits aux nœuds du réseau (Suite) .....	44
Tableau 23 : État des nœuds du réseau.....	48
Tableau 24 : État des nœuds du réseau (Suite) .....	49
Tableau 25 : État des conduites du réseau.....	50
Tableau 26 : État des conduites du réseau (Suite).....	51

# ABRÉVIATION

**AEP** : Alimentation en eau potable.

**APC** : Assemblée populaire communale.

**ADE** : Algérienne des eaux.

**PEHD** : Polyéthylène haute densité.

**D<sub>Int</sub>** : Diamètre intérieur.

**D<sub>Ext</sub>** : Diamètre extérieur.

**PN10** : Pression normal à 10 bars.

**D<sub>th</sub>** : Diamètre théorique.

**D<sub>standard</sub>** : Diamètre standard.

**BMP** : (Format d'image raster).

**H<sub>inc</sub>** : Hauteur de l'eau d'incendie

**m.c.e** : Mètre colonne d'eau.

**P.charge U** : Perte de charge unitaire.

**SIG** : Système d'information géographique.

**SRE** : Subdivision des Ressource en eau.

**DRE** : Direction des Ressources en eau.

**ONA** : Office National de l'Assainissement.

**SQL** : Structured Query Language, en français : langage de requête structurée.

**D** : Diamètre.

**Q** : Débit.

**L** : Longueur.

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'eau est une source vitale pour l'homme, sa disponibilité rend la vie plus facile et plus agréable. C'est pourquoi l'homme a créé des systèmes pour le rendre potable, le stocker et le distribuer. Ainsi qu'avec le progrès de la technologie, ces systèmes sont développés d'une manière à couvrir les besoins qui sont en augmentation jour après jour d'une manière équitable, rationnelle et économique.

En Algérie, les réseaux de distribution d'eau potable (AEP) constituent le noyau de l'infrastructure urbaine visant à desservir en continu la population en eau potable. Mais, la politique du développement du secteur hydraulique telle qu'elle a été menée, à ce jour, n'a pas donnée des résultats agréables malgré les gros investissements engagés. Beaucoup de problèmes sont rencontrés dans leurs exploitations et gestions. Ces problèmes sont souvent liés à l'âge des conduites, au manque d'entretien, aux conditions d'exploitation, manque des données,... etc.

Une partie seulement de l'eau potable produite est réellement distribuée aux usagers en raison des fuites dans les réseaux : les taux de pertes sont très importants, atteignant dans certains cas 50%.

Cette situation problématique, s'explique principalement par l'état défectueux des réseaux. Et parmi les actions qui permettent d'assurer la continuité et la qualité du service public sont bien la réhabilitation et l'optimisation des réseaux de distribution d'eau potable, pour cela il doit disposer une étude hydraulique fiable.

Plusieurs régions du pays souffrent d'une insuffisance dans l'approvisionnement en eau potable et le vieillissement du réseau de distribution, parmi lesquelles le centre-ville d'Aïn El Hadjar à la Wilaya de Bouira.

Dans le but d'aborder la problématique de dimensionnement et réhabilitation des réseaux d'alimentation en eau potable, le réseau d'AEP de la ville (chef-lieu) d'Aïn El-Hadjar (W. Bouira) est pris comme un cas d'étude.

En tant qu'étudiant, et dans le cadre d'une Licence Professionnelle à l'Institut des Sciences et Techniques Appliquées (ISTA-Bouira), mon travail consiste à dimensionner un réseau d'alimentation en eau potable, qui tendra à satisfaire les besoins de la population d'Aïn

El Hadjar et sa croissance démographique, permettant de remédier aux problèmes de déficit d'eau, son stockage, et sa distribution.

Afin d'atteindre l'objectif fixé, cette étude s'articule sur les parties suivantes :

- Une présentation de la zone d'étude ;
- Estimation des besoins en eau potable de la population ;
- Dimensionnement de la conduite d'adduction, qui est responsable du remplissage de réservoir de distribution ;
- Dimensionnement d'un réservoir qui assure la distribution d'eau potable ;
- Dimensionnement du réseau d'AEP et son simulation sous le logiciel Epanet ;
- Mise en place d'une base de données SIG du réseau d'AEP existant.

Et enfin, une conclusion générale achèvera notre travail.

# CHAPITRE 1

---

## PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

## 1 Introduction

A fin d'avoir une bonne étude de dimensionnement ou de réhabilitation d'un réseau d'AEP, il est important de connaître et rassembler le maximum d'informations sur la zone concernée, pour but d'avoir un meilleur pilier de travail.

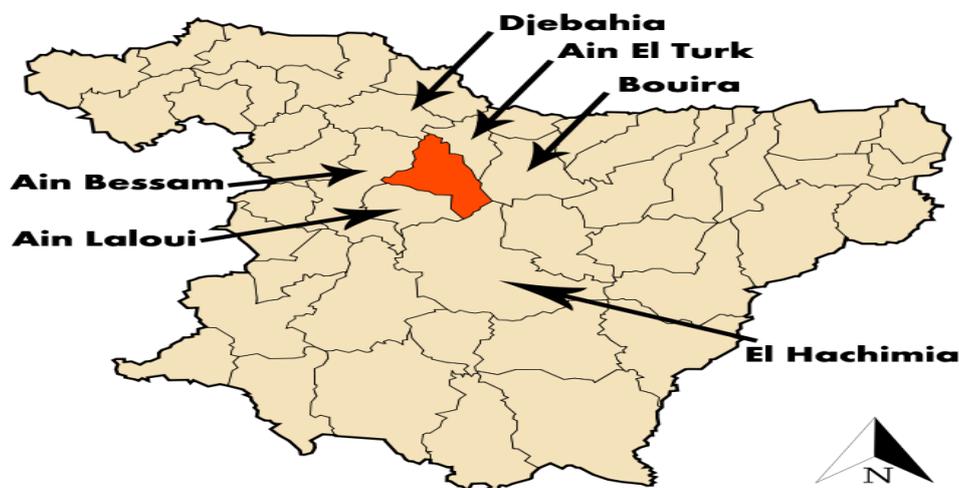
Des informations qui peuvent influencer la nature et la quantité des besoins en eau à satisfaire sont indispensables du côté à adapter le projet au site envisagé et la prise en compte des besoins en eau à long terme.

Ce chapitre est un aperçu général sur la ville d'Aïn El Hadjar et spécialement la zone concernée par l'étude. On va d'abord commencer par mentionner sa situation géographique, démographique et climatique, ensuite la situation hydraulique.

## 2 Situation géographique

La ville d'Aïn El-Hadjar est le chef-lieu de la commune d'Aïn El-Hadjar, Daïra d'Aïn Bessem, wilaya de Bouira. Elle se situe à une altitude de 583 m (environ) à l'ouest de la ville de Bouira, à côté de la Route Nationale N° 18. Cette dernière est dynamique, permet de rejoindre la ville de Bouira à 9 Km et joue un rôle important dans la liaison des communes Est et Ouest de la wilaya.

La ville d'Aïn El Hadjar est limitée au Nord par les communes de Djebahia et Aïn El Turk, au Sud par les communes d'El Hachimia et Aïn Laloui, à l'Ouest par la commune d'Aïn Bessem, et à l'Est par la commune de Bouira.



**Figure 1 :** Situation géographique de la commune Aïn El Hadjar

La partie concernée par l'étude représente le centre de la ville d'Ain El Hadjar.



**Figure 2 :** Zone concernée par l'étude

### 3 Situation démographique

La population de la ville d'Aïn El Hadjar est caractérisée par une concentration au chef-lieu de la commune, le reste de la population se concentre au niveau des agglomérations secondaires.

Selon les services de l'APC, le nombre d'habitants de l'agglomération chef-lieu (ACL) de la commune est d'environ 4400 habitants pour cette année 2020. Le taux d'accroissement moyen enregistré est d'environ 1%.

### 4 Situation climatique

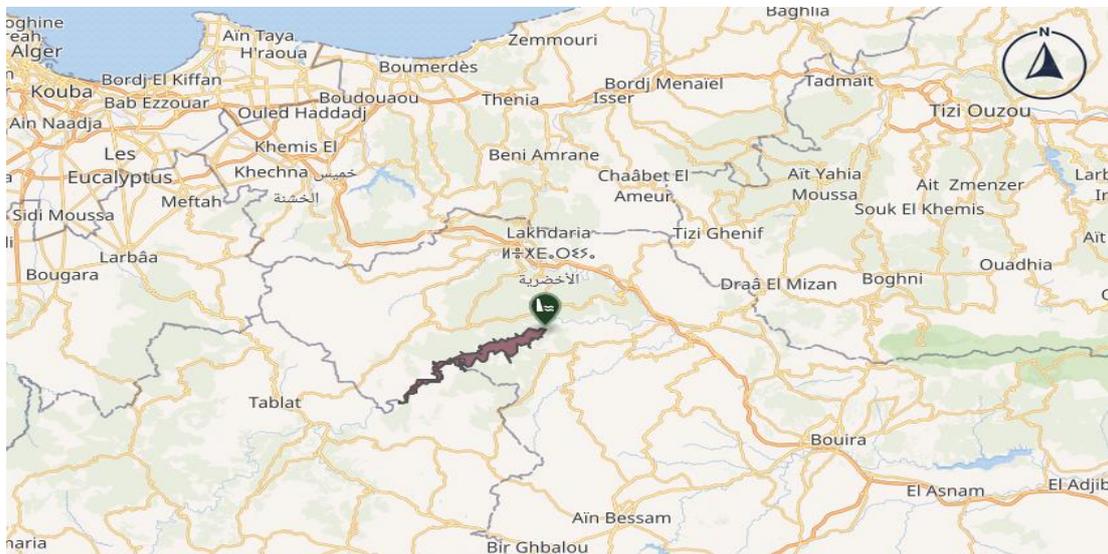
La ville d'Aïn El Hadjar est caractérisée par un climat méditerranéen, avec un été chaud et sec, et un hiver froid et pluvieux [1].

La pluviométrie moyenne est d'environ 660 mm/an. Les températures varient entre 20 et 40°C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars [2].

## 5 Situation hydraulique

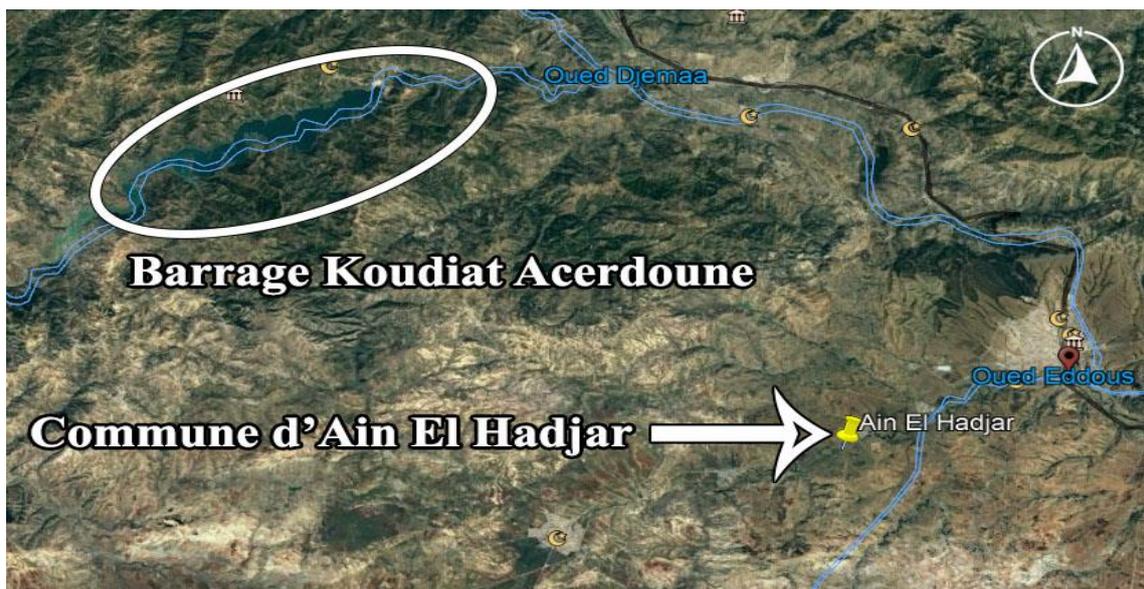
### 5.1 Système d'adduction

La commune d'Aïn El Hadjar est alimentée à partir du système de transfert du barrage Koudiat Acerdoune (Figure3).



**Figure 3 :** Localisation du barrage Koudiat Acerdoune

Le barrage Koudiat Acerdoune est un barrage-poids, situé au niveau la commune de Malaa wilaya de Bouira, nord-ouest de la commune d'Aïn El Hadjar, alimente partiellement quatre wilayas (Tizi-Ouzou, Bouira, M'sila et Médéa), avec une capacité de 640 millions de mètres cubes, faisant de lui le deuxième barrage du pays, après celui de Béni Haroun.



**Figure 4 :** Emplacement du barrage par rapport à la commune d'Aïn El Hadjar

L'eau produite à la station de traitement est transférée dans une conduite d'adduction par refoulement vers un réservoir d'une capacité de 10000 m<sup>3</sup> qui se trouve dans la localité R'himet, commune Aïn El Hadja.

Une conduite d'adduction de diamètre  $\phi 315$  mm de longueur dépassant 6km, assure le transport de l'eau à partir du réservoir R10000m<sup>3</sup> vers un autre réservoir de capacité 1000m<sup>3</sup> situé en amont de la ville d'Ain El Hadjar



**Figure 5 :** Localisation de R10000m<sup>3</sup> et R1000m<sup>3</sup>

Le réservoir 1000m<sup>3</sup>, assure le remplissage du recevoir 500 m<sup>3</sup> par une conduite gravitaire d'un diamètre de  $\phi 200$  mm et une longueur d'environ 160 m, ce dernier est responsable de la distribution d'eau potable dans le chef-lieu d'Ain El Hajdar.



**Figure 6 :** Localisation des réservoirs R1000m<sup>3</sup> et R500m<sup>3</sup>

## 5.2 Ouvrage de stockage

L'approvisionnement en eau des habitants du chef-lieu d'Aïn El Hadjar est assuré par les réservoirs R1000m<sup>3</sup> (cote 604 m) et R500m<sup>3</sup> (cote 582,39 m) situés au nord ouest de la ville. Les deux réservoirs sont semi-enterrés de forme circulaire. Le premier (R1000m<sup>3</sup>) est un réservoir du stockage uniquement, tandis que le dernier (R500m<sup>3</sup>) est responsable de la distribution gravitaire de l'eau potable pour l'ensemble de la zone concernée par l'étude. Le R500m<sup>3</sup> est alimenté par le premier, et il est choisi pour ce rôle de distribution car il assure une pression adéquate. Cette dernière est due à la cote du terrain faible par rapport au R1000m<sup>3</sup>.

## 5.3 Réseau de distribution d'eau potable

La distribution de l'eau potable dans la zone concernée est assurée par un réseau mixte (mailles + ramifications). La gestion de ce réseau est assurée par l'Algérienne des Eaux (A.D.E).

Le réseau actuel (existant) a été réalisé entre les années 2012-2016, dans le cadre des opérations de réhabilitation des anciens réseaux d'alimentation en eau potable. Selon le service de la subdivision des ressources en eau de la Daira d'Ain Bessem, dont la commune d'Ain El Hadjar fait partie, le dimensionnement du réseau n'a pas été effectué à la base d'une étude nouvelle et complète. Au contraire, le dimensionnement a été résulté d'une adaptation d'une ancienne étude de ce réseau.



Figure 7 : Plan Autocad du réseau d'AEP existant de la ville d'Ain El Hadjar

A cet effet, le service de la subdivision concerné nous a revendiqué de réaliser une nouvelle étude de dimensionnement complète du réseau.

Le réseau d'AEP regroupe des conduites en PEHD de différents diamètres variant entre 40mm et 200mm.

Le nombre total de vannes est de l'ordre de 12, tandis que 4 poteaux d'incendie sont comptés.

## 6 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude, du point de vue géographique, démographie, climatique ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront comme données de base afin de clarifier les diverses caractéristiques qui servent à adapter notre étude au site concerné dans l'objectif d'assurer une bonne étude hydraulique.

A travers ce chapitre, on peut conclure les points essentiels suivants :

- La ville d'Ain el Hadjar dispose des ouvrages de stockage de capacité totale de 1500m<sup>3</sup>, assurée par deux réservoirs R1000m<sup>3</sup> et R500m<sup>3</sup>. Le premier est un réservoir récent, assure le stockage de l'eau et l'alimentation du R500m<sup>3</sup>. Le deuxième (R500m<sup>3</sup>) est le véritable réservoir de distribution de la ville, choisi à cause de sa cote de terrain permettant une pression adéquate dans le réseau de distribution ;
- Le réseau d'AEP existant est issu de l'adaptation d'une ancienne étude. Le service de la subdivision des ressources en eau de la Daira d'Ain Bessem nous a proposé d'élaborer une autre nouvelle.

Le chapitre suivant est consacré à l'estimation des besoins en eau de la ville d'Ain El Hadjar.

# CHAPITRE 2

---

## ESTIMATION DES BESOINS EN EAU POTABLE

## 1 Introduction

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, il faut connaître la population concernée par le réseau, c'est-à-dire le régime de consommation de l'agglomération, ainsi que les données concernant les établissements qui utilisent l'eau (école, APC, gendarmerie, complexes sportifs...), afin de déterminer les besoins en eau éventuels, et assurer le débit compatible avec la ville.

Dans cette étude, nous ferons le dimensionnement d'un réseau qui tiendra les besoins d'une agglomération à l'horizon de 30 ans, donc le but est de tenir compte l'accroissement de la population.

## 2 Evaluation de la population

L'évaluation démographique et l'amélioration du niveau de vie de la population font varier les besoins en eau, donc il faut procéder au recensement de tous les types de consommations existants au niveau de l'agglomération. L'objectif principal à atteindre dans cette partie est de satisfaire la demande en eau des différents consommateurs.

Comme déjà évoqué dans la situation démographique, le chef-lieu d'Ain El Hadjar regroupe une population de 4400 habitants (pour cette année 2020).

On peut estimer le nombre d'habitants pour des horizons futurs, en utilisant la loi des intérêts composés, données par la relation:

$$P = P_0(1 + \tau)^n$$

Avec :

**P** : Population à l'horizon d'étude (habitant) ;

**P<sub>0</sub>** : Population actuelle (habitant) ;

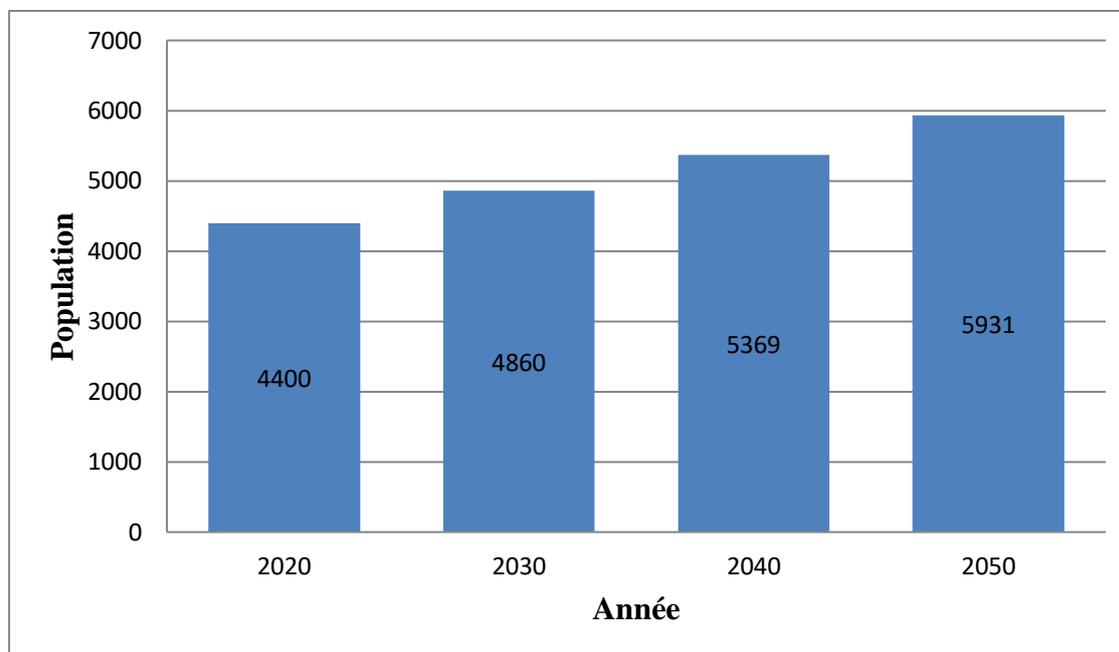
**n** : Nombre d'années séparant les horizons considérée ;

**τ** : Taux moyen annuel d'accroissement de la population en (%).

En prenant un taux d'accroissement de 1 % (Selon les services de l'APC), et un horizon de 30 ans de fonctionnement. Nous aurons l'évolution de la population sur le tableau :

**Tableau 1** : Evolution de la population à différents horizons

Population	2020	2030	2040	2050
Année	4400	4860	5369	5931

**Figure 8** : Evaluation de la population pour différent horizon

### 3 Estimation des besoins en eau

#### 3.1 Besoins Domestiques

L'estimation des besoins domestiques en eau potable dépend de l'accroissement démographique et de l'amélioration du niveau de vie pour répondre à tous les types de consommateurs. Elle est définie comme étant le produit de la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs d'où :

$$Q_{\text{moy.j}} = P \times D$$

Avec :

$Q_{\text{moy.j}}$  : Le débit moyen journalier (l/j) ;

$D$  : La dotation (l/j/hab) ;

$P$  : La population (habitant).

L'évolution de la consommation domestique est basée sur l'évolution démographique de la localité à desservir et des objectifs à atteindre pour la distribution d'eau (dotation), ainsi que la vocation économique de cette agglomération. Cette consommation varie comme suit :

**Tableau 2 :** Variation de la dotation selon le nombre d'habitants

Nombre d'habitant	<2000	<20000	20000-50000	50000-100000
Dotation (l/j/h)	100	150	200	250

Les besoins en eau domestiques pour la zone d'étude sont présentés dans le tableau :

**Tableau 3 :** Besoins domestique à l'horizon d'étude

Population	Dotation (l/j/hab)	$Q_{moy,j}$ (l/j)	$Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{moy,j}$ (l/s)
5931	150	889650	889,65	10,297

## 3.2 Besoins des équipements

### 3.2.1 Besoins scolaires

Concernant les besoins en équipements scolaires, la zone d'étude possède 2 écoles primaires (Habib Mohamed et Slimi Hada), un CEM (Malek Ben Nabi) et un lycée (Hamlaoui Charef Kacem).

En principe les besoins scolaires sont estimés en fonction du mode de séjour des élèves dans l'établissement. De ce fait, nous estimons une dotation de 15 l/ j/ élève.

Les besoins scolaires sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 4 :** Détermination de la consommation scolaire

Etablissement	Nombre d'élève	Dotation (l/j/élève)	$Q_{moy,j}$ (l/j)	$Q_{moy,j}$ (m <sup>3</sup> /j)
<b>P. Habib Mohamed</b>	231	15	3465	3,465
<b>P. Slimi Hada</b>	238	15	3570	3,57
<b>Lycée Hamlaoui Charef Kacem</b>	240	15	3600	3,6
<b>CEM Malek Ben Nabi</b>	216	15	3240	3,24
<b>Besoin totale</b>			<b>13875</b>	<b>13,875</b>

### 3.2.2 Besoins sanitaires

La zone d'étude comprend un seul centre de santé. Ses besoins sont regroupés dans le tableau :

**Tableau 5 : Détermination des besoins sanitaires**

Equipement	Nombre d'établissement	Capacité (malades)	Dotation (l/j/malade)	Q <sub>moy.j</sub> (l/j)	Q <sub>moy.j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Centre de santé	1	20	30	<b>600</b>	<b>0,6</b>

### 3.2.3 Besoins administratifs

Les besoins administratifs sont composés des consommations des équipements tels que l'APC, gendarmerie, ... etc.

Ces besoins sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 6 : Détermination des besoins administratifs**

Equipement	Nombre d'équipement	Capacité (personne)	Dotation (l/j/personne)	Q <sub>moy.j</sub> (l/j)	Q <sub>moy.j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Gendarmerie	1	100	60	6000	6
APC	1	50	10	500	0,5
Algérie poste	1	50	10	500	0,5
<b>Totale</b>				<b>7000</b>	<b>0,7</b>

### 3.2.4 Besoins Socio-culturels

Les besoins socio-culturels sont évalués sur la base de la consommation journalière de la maison de jeun, salle des fêtes, ... etc. Ces besoins sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau 7 : Détermination des besoins socio-culturels**

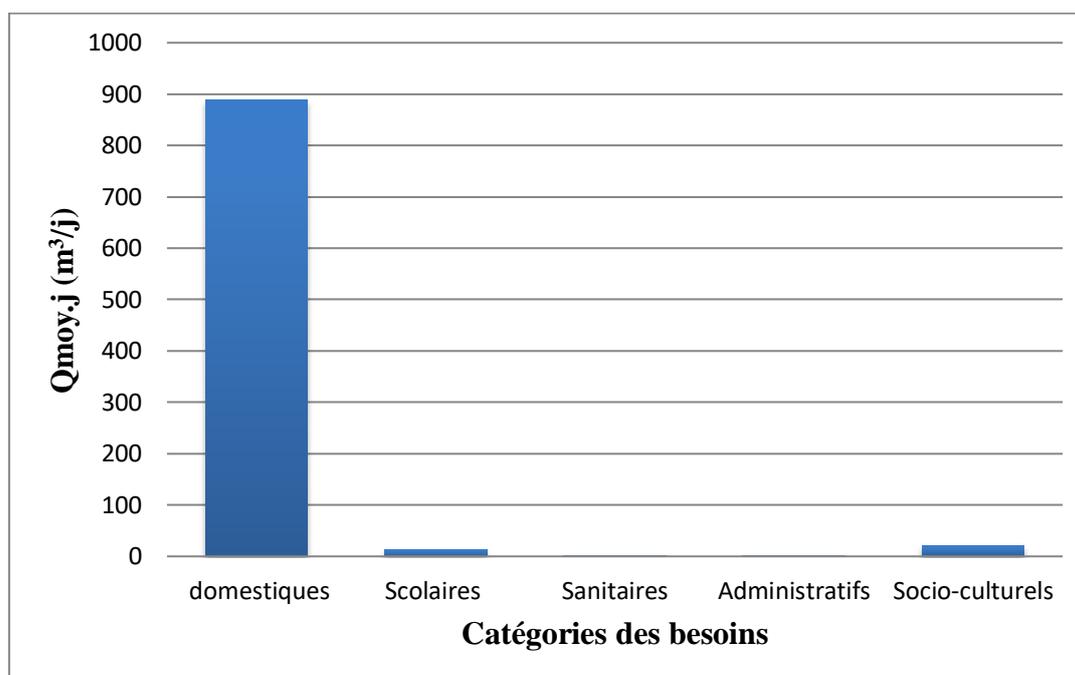
Equipement	Nombre d'équipement	Capacité (Personne)	Dotation (l/j/personne)	Q <sub>moy.j</sub> (l/j)	Q <sub>moy.j</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Salle des fêtes	1	150	10	1500	1,5
Maison de jeun	1	20	10	200	0,2
Mosquée	1	800	25	20000	20
<b>Totale</b>				<b>21700</b>	<b>21,7</b>

### 3.3 Débit moyenne journalier totale

Après l'étude de l'estimation des besoins, nous dressons un tableau récapitulatif pour pouvoir calculer le débit total nécessaire pour l'alimentation de la localité jusqu'à l'horizon d'étude. Les résultats sont illustrés dans le tableau 8 et la figure 9.

**Tableau 8** : Tableau récapitulatif des différentes consommations journalières

Catégories des besoins	Qmoy.j (m <sup>3</sup> /j)
Domestiques	889,65
Scolaires	13,875
Sanitaires	0,6
Administratifs	0,7
Socio-culturels	21,7
<b>Besoins Totale</b>	<b>926,525</b>



**Figure 9** : Résultats d'évaluation des différentes consommations journalières

## 4 Débit maximum journalier

La consommation en eau quotidienne n'est pas constante, mais varie en présentant des maximums et des minimums. Pour tenir compte de cette variation, on doit considérer le coefficient dit : coefficient d'irrégularité journalière maximum « **Kmax.j** ».

Le débit maximal journalier est défini comme étant le débit d'une journée où la consommation est maximale pendant une année. Il est utilisé comme élément de base dans les

calculs de dimensionnement de l'adduction, les réservoirs de stockage et les stations de pompage.

Il est calculé avec la formule suivante :

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

Avec :

**Q<sub>max,j</sub>** : Débit maximum journalier (m<sup>3</sup>/j) ;

**Q<sub>moy,j</sub>**: Le débit moyen journalier (m<sup>3</sup>/j) ;

**K<sub>max,j</sub>**: Coefficient d'irrégularité journalière maximum, **K<sub>max,j</sub>** ∈ [1.1 – 1.3].

On prend : **K<sub>max,j</sub>** = 1,2

Donc :

$$Q_{\max,j} = 1111,83 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 5 Débit de pointe

Connu aussi sous le nom de débit maximum journalier, Il est défini comme étant le débit maximum d'une heure du jour le plus chargé dans une année, Ce débit est utilisé comme donnée de base dans les calculs de dimensionnement du réseau d'AEP.

Donc pour obtenir ce débit il faut appliquer un coefficient au débit maximum journalier. Ce coefficient est appelé coefficient d'irrégularité horaire maximal « **K<sub>max,h</sub>** ».

$$Q_P = Q_{\max,j} \times K_{\max,h}$$

Avec :

- **Q<sub>p</sub>** : Débit de pointe (m<sup>3</sup>/j) ;
- **K<sub>max,h</sub>** : Coefficient d'irrégularité horaire maximal.

Afin de trouver **K<sub>max,h</sub>** on doit appliquer la formule suivante :

$$K_{\max,h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max}$$

Où :

**$\alpha_{max}$**  : Coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements de l'agglomération,  $\alpha_{max} \in [1.2 - 1.4]$ , on le prend **1,3** ;

**$\beta_{max}$**  : Coefficient donné par un tableau en fonction de la taille de l'agglomération.

**Tableau 9** : Variation de  $\beta_{max}$  en fonction du nombre d'habitants

Nombre d'habitants X 10 <sup>3</sup>	<1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	20	30	100	300	>1000
<b><math>\beta_{max}</math></b>	<b>2,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,15</b>	<b>1,1</b>	<b>1,03</b>	<b>1,0</b>

**Remarque** : tant que le débit de pointe est celui du dimensionnement du réseau, on va ajouter un débit d'incendie. Les calculs finaux sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 10** : Détermination de débit de pointe

<b><math>\alpha_{max}</math></b>	<b><math>\beta_{max}</math></b>	<b>K<sub>max.h</sub></b>	<b>Q<sub>max.j</sub> (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>Q<sub>p</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Q<sub>p</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>incendie</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>p</sub> totale (l/s)</b>
1,3	1,4	1,82	1111,83	0,023	23,42	17	40,42

## 6 Conclusion

L'estimation des besoins en eau potable de la zone étudiée en considérant toutes les catégories de consommation, nous a permis de déterminer les différents débits qui seront nécessaires pour évaluer les capacités optimales des ouvrages de stockage, ainsi que de dimensionner le réseau de distribution à l'horizon 2050 (30 ans).

En effet, nous avons trouvé que l'ensemble de la ville a besoin d'un débit moyen journalier de **926,525 m<sup>3</sup>/j**, et un maximal journalier de **1111,83 m<sup>3</sup>/j**. Tandis que le débit de pointe total est : **40,42 l/s**.

# CHAPITRE 3

---

## DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE D'ADDUCTION

## 1 Introduction

L'adduction est définie comme étant le transport d'eau potable depuis le lieu de prélèvement jusqu'au lieu de stockage.

Ce terme adduction s'applique à l'ensemble des installations reliant la prise d'eau au réservoir de stockage. De ce fait, nous sommes appelés à étudier les voies et les moyens, tant sur le plan technique et économique, en vue d'acheminer les eaux prélevées de la source, vers les réservoirs de stockage destinés à l'alimentation de la zone d'étude.

Le but de ce chapitre est de dimensionner la conduite d'adduction à partir du réservoir tampon R1000m<sup>3</sup> vers le réservoir qui est responsable de la distribution gravitaire, afin de couvrir la demande de la ville d'Ain El Hadjar, et combler le déficit d'agglomération en eau potable.

## 2 Type d'adduction

L'acheminement de l'eau pour n'importe quel réseau d'alimentation en eau potable se fait à l'aide d'une adduction, par refoulement, gravitaire ou mixte.

### 2.1 Adduction par refoulement

Dans une adduction par refoulement, la côte du niveau de plan d'eau du point de départ de la conduite est inférieure à la côte piézométrique du niveau de plan d'eau de point d'arrivé. Les eaux du captage sont relevées par une station de pompage dans cette conduite de refoulement.

### 2.2 Adduction gravitaire

Dans une adduction gravitaire, la côte du niveau de plan d'eau du point de départ de la conduite est supérieure à la côte piézométrique du niveau de plan d'eau de point d'arrivé de cette dernière.

### 2.3 Adduction mixte

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

## 3 Choix de tracé

Le choix du tracé s'effectue à partir de certain impératifs [BENDAHMANE, 2007]:

- Le tracé doit être le plus court possible entre la source et le réservoir d'accumulation sur et sous profondeur pour des causes économiques (frais d'investissements) ;
- Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer ou des ventouses seront exigées ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes. Dans les points bas il est nécessaire de prévoir des décharges (vidange) ;
- Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;
- Il est préférable de suivre autant que possible les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux ;
- Réduire au maximum possible les traversées des routes, chemin de fer, cours d'eau, ...etc.

#### 4 Choix de types des conduites

Le choix du type de matériau pour l'établissement des conduites dépend essentiellement de leurs aspects techniques et économiques. Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- Diamètre ;
- Pressions supportées ;
- La disponibilité au marché ;
- Du prix dans le marché ;
- Du type de sol (agressivité) ;
- Les frais d'amortissement ;
- Les frais d'exploitation ;
- Bonne étanchéité ;
- Facilité d'entretien et de mise en service.

Dans cette étude, nous avons opté pour les conduites en PEHD qui sont plus économiques que d'autres matériaux, et vu les avantages qu'elles présentent [**HydroClass**] :

- Très grande disponibilité de ce type de conduite sur le marché (production locale) ;
- Permettre une pose simple et adéquate ;

- Résistance a des grandes pressions (> à 20 bars) ;
- Facilité et rapidité de montage ;
- Le système de raccordement et les caractéristiques des tubes en PEHD permettent une énorme économie de main d'œuvre ;
- Les frais d'exploitation qui seront inversement proportionnels au diamètre de la conduite ;
- Faible rugosité ;
- Adaptation à la nature géologique de terrain ;
- Durée de vie théorique de 50 ans ;
- Tous les appareils tels que les vannes, les ventouses et les pompes se montent facilement sur les tubes en PEHD, grâce à des systèmes adéquats.

## 5 Dimensionnement de la conduite d'adduction

Cette étude a pour objectif de déterminer le diamètre idéal, du point de vue technique de la conduite reliant le réservoir R1000m<sup>3</sup> et R500m<sup>3</sup> existants. Le réservoir R1000m<sup>3</sup> se situe à une altitude suffisante pour avoir une adduction gravitaire sans aucun pompage, donc le dimensionnement d'une conduite d'adduction gravitaire sera le but de ce travail.

### 5.1 Calcul de la perte de charge

Les pertes de charge présentent une partie de l'énergie mécanique de l'eau qui se transforme en chaleur sous l'effet de frottement entre les particules de l'eau et les parois des canalisations, qui cause une chute de pression [3].

La perte de charge d'un tronçon est la somme des pertes de charges linéaires dues aux longueurs droites de tuyauteries et des pertes de charges singulières dues aux incidents de parcours rencontrés, elle est donnée avec la formule suivante :

$$\Delta H_T = C_{TR1000} - C_{TR500}$$

**Avec :**

**$\Delta H_T$**  : La charge disponible (qui se transforme en perte de charge totale) (m.c.e) ;

**$C_{TR1000}$**  : Cote de radier du R1000m<sup>3</sup> ;

**$C_{TR500}$**  : Cote de trop plein du réservoir, correspondant à sa cote du radier  $C_{TR500} + 4m$ .

$$\mathbf{A.N : } \Delta H_T = (604) - (582,39 + 4)$$

$$\Delta H_T = \mathbf{17,61\ m}$$

## 5.2 Calcul de diamètre

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbakh :

$$\Delta H_T = \frac{\mathbf{k. L. Q^{\beta. 1, 1}}}{\mathbf{D^m}}$$

De cette formule qu'on va calculer le diamètre de la conduite, Donc :

$$\mathbf{D = } \sqrt[m]{\frac{\mathbf{K. L. Q^{\beta. 1, 1}}}{\Delta H_T}}$$

**Avec :**

$\Delta H_T$  : La charge disponible (la perte de charge totale) (m.c.e) ;

**L** : La longueur de la conduite d'adduction (m) ;

**Q** : Le débit maximal journalier (m<sup>3</sup>/s) ;

**D** : Le diamètre de la conduite d'adduction (m) ;

**K** : La rugosité absolue, elle représente la hauteur moyenne des aspérités de la surface des parois en contact avec l'eau ;

$\beta$  : Coefficient qui tient compte du régime d'écoulement ;

**m** : Coefficient qui tient compte de la correction du diamètre en fonction du matériau.

**Tableau 11** : Les Coefficients K, m,  $\beta$  pour différents types de conduites

Tuyaux	K	m	$\beta$
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
PEHD	0,001052	4,772	2

Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 12** : Résultats de dimensionnement de la conduite d'adduction

$\Delta H_T$ (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	L (m)	D <sub>th</sub> (m)	D <sub>Int</sub> Normalisé (mm)	D <sub>Ext</sub> Normalisé (mm)
17,61	0,01287	160,38	0,0621	70,5	75 (PN10)

### 5.3 Vérification du nouveau débit véhiculé par le diamètre normalisé

On a :

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta H \cdot D^m}{K \cdot L \cdot 1,1}}$$

Donc :

$$Q = 0,01739 \text{ m}^3/\text{s} = 1502,496 \text{ m}^3/\text{j}.$$

### 5.4 Vérification de la vitesse d'écoulement pour le diamètre Normalisé

La vitesse admise dans les canalisations ne doit pas être ni trop faible face au risque de sédimentation ni trop élevée pour la bonne tenue des conduites d'une part et éviter les phénomènes d'érosions des parois des canalisations d'autre part. D'une manière générale, on constate que les vitesses correspondantes aux diamètres optimums répondent à ces critères.

**Tableau 13** : variation des vitesses en fonction des diamètres [ABDELKARIM, 2016]

Plage des vitesses (m/s)	Diamètre (mm)
$0.5 \leq V \leq 1.5$	< 250
$0.5 \leq V \leq 2.0$	$300 \leq V \leq 800$
$0.5 \leq V \leq 3.0$	> 800

Pour le calcul de la vitesse on a :

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Donc :

$$V = 4,46 \text{ m/s}$$

**Remarque :** La valeur de vitesse obtenue est supérieure aux valeurs exigées donc il faut refaire le dimensionnement. De nombreuses solutions peuvent être utilisées dans ce cas, on peut augmenter le diamètre a fin de diminuer la vitesse, fixer une valeur de vitesse et calculer le diamètre de la conduite...etc. Dans ce cas, le débit véhiculé par la conduite dépasse le débit ciblé. Donc, on prévoio un flotteur dans le réservoir R500m3 permettant de fermer la conduite dès le remplissage du réservoir.

Dans notre cas on a fixé une valeur de vitesse d'écoulement.

### 5.5 Calcul du nouveau diamètre :

- On fixe une vitesse maximale de 1,5 m/s ;
- Selon la loi de continuité le débit transitant une conduite est égal à  $Q = S.V$ ,  
Donc :  $S = Q/V$  ;
- La surface d'une conduite circulaire est égal a :  $S = \frac{\pi.D^2}{4}$  ;
- On tire le diamètre avec :  $D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi.V}}$

Les résultats de calcul sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 14 :** Nouvel dimensionnement de conduite d'adduction

Vitesse (m/s)	Débit (m3/s)	D <sub>th</sub> (mm)	D <sub>Int</sub> Normalisé (mm)	D <sub>Ext</sub> Normalisé (mm)
1,5	0,01287	0,105	117,6	125 (PN10)

## 6 Conclusion

Dans ce chapitre, le paramètre le plus important est le diamètre des conduites qui doit être choisi de telle façon que les vitesses doivent se situées dans une gamme acceptable.

En effet, le diamètre de la conduite d'adduction gravitaire entre le R1000m3 et le R500m3 est déterminé en respectant les contraintes sur la vitesse d'écoulement. Dans ce cadre, on a trouvé que le DN125mm PN10 répondra à ces exigences. L'installation d'une conduite de tel diamètre engendre l'augmentation du débit de l'adduction. Pour éviter le débordement du réservoir R500m3 on recommande d'installer un flotteur au niveau de ce dernier (R500m3).

En fin le choix du matériau des conduites est fait selon les mêmes critères technico-économiques, notamment en tenant compte de la topographie, la nature du sol, la disponibilité sur le marché national et le coût.

# **CHAPITRE 4**

---

## **DIMENSIONNEMENT DU RÉSERVOIR**

## 1 Introduction

Les eaux captées et transportées doivent être réparties dans l'agglomération alimentée en satisfaisant les besoins, essentiellement variable dans le temps avec une pression suffisante ce qui amène à la conception du réservoir.

Les réservoirs sont des ouvrages de stockage. Ils constituent les organes régulateurs de pression et de débit (ils permettent de gérer les débits selon la demande) entre le régime de production et le régime de consommation, avec plusieurs rôles qu'on va citer dans les prochains titres.

Le but de ce chapitre est de déterminer la capacité de l'ouvrage de stockage nécessaire, le réservoir responsable de la distribution gravitaire d'eau potable, qui se trouve au nord-ouest de la ville, dans un endroit très proche d'elle à une altitude de 582,39m, de telle façon à assurer le meilleur fonctionnement du réseau de distribution.

## 2 Rôle des réservoirs

Les réservoirs sont des ouvrages intermédiaires entre le réseau d'adduction et le réseau de distribution, ils permettent d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation devient inférieure à la production, et la restituent lorsque la consommation devient supérieure à la production, donc, ils sont de grande importance dans le système d'alimentation en eau potable, de plus, ils peuvent jouer plusieurs rôles à savoir [A. DUPONT, 1977]:

- Assurer la sécurité de distribution en cas d'interruption d'adduction ;
- Régulariser la pression et le débit dans le réseau de distribution ;
- Régulariser le fonctionnement de la pompe ;
- Maintenir l'eau à l'abri des risques de pollution et le préserver contre les fortes variations de température ;
- Assurer la réserve d'incendie ;
- Réducteur des dépenses d'énergie (assure la distribution gravitaire) ;
- Jouent le rôle de relais (réservoir tampon) ;
- Milieu où on peut traiter l'eau à l'aide de chlore.

### 3 Classification des réservoirs

Selon les critères pris en considération, les réservoirs peuvent être classés de diverses façons :

- **Selon le matériau de construction** : métallique, en maçonnerie, en béton armé ou précontraint ;
- **Selon les lieux** : enterrés, semi-enterrés, surélevés (château d'eau) ;
- **Selon la forme** : rectangulaire, carrée, cylindrique, sphérique ou conique ;
- **Selon l'usage** : réservoir principal de stockage et distribution, réservoir d'équilibre (tampon), réservoir de traitement.

### 4 Emplacement du réservoir

Le meilleur emplacement du réservoir n'est déterminé qu'après une étude technico-économique approfondie, et compte tenu surtout de la topographie des lieux ainsi que des conditions locales.

C'est cet emplacement des réservoirs qui va assurer une pression suffisante aux abonnés au moment du débit de pointe, donc ils doivent tenir compte les conditions suivantes [LYNDA, 2019]:

- Ils doivent être placés à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'ils desservent (pour assurer une distribution gravitaire) ;
- L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau (afin de satisfaire les besoins du dernier abonné) ;
- L'emplacement des réservoirs doit se faire de préférence à extrémité du réseau soit à proximité de l'important centre de la consommation ;
- Le site du réservoir doit être le plus proche possible de l'agglomération (pour but d'alimenter le point le plus défavorable) ;
- Il est préférable que le remplissage du réservoir se fasse par gravité, ce qui implique qu'on puisse le placer à un niveau bas par rapport à la source d'eau (pour raison économique, si c'est possible) ;
- Il doit être construit sur un terrain solide.

Dans notre cas le réservoir existant se trouve à une cote qui satisfait les pressions et assure les différentes conditions citées.

## 5 Equipement des réservoirs

Les réservoirs sont dotés de plusieurs équipements, qui sont presque les mêmes pour les différents types de réservoirs (enterrés, semi-enterrés et surélevés). On cite essentiellement :

### 5.1 Conduite d'adduction

L'arrivée de la conduite d'adduction du réservoir se place au fond de celui-ci, elle s'effectue par verse en prolongement la conduite de façon que son extrémité soit toujours noyée afin de préserver l'équilibrage de l'eau et empêche la précipitation du calcium (entartage).

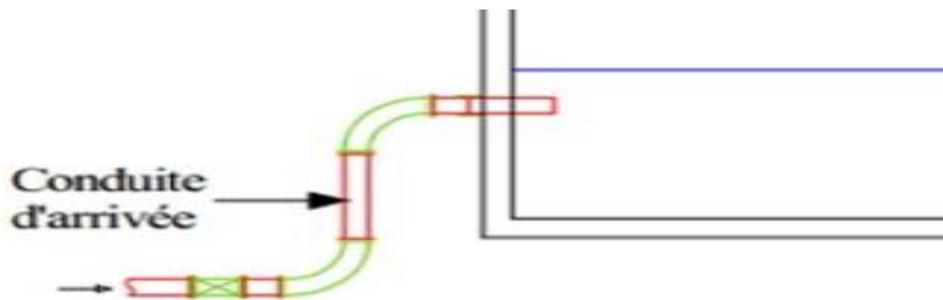


Figure 10 : Conduite d'adduction [4]

### 5.2 Conduite de distribution :

Le départ de la conduite de distribution s'effectue généralement à 0,2 m au dessus du radier de réservoir, en vue d'empêcher l'introduction des boues, ou des sables qui pourraient essentiellement se décanter dans le réservoir, avec une crépine à l'entrer de la conduite.

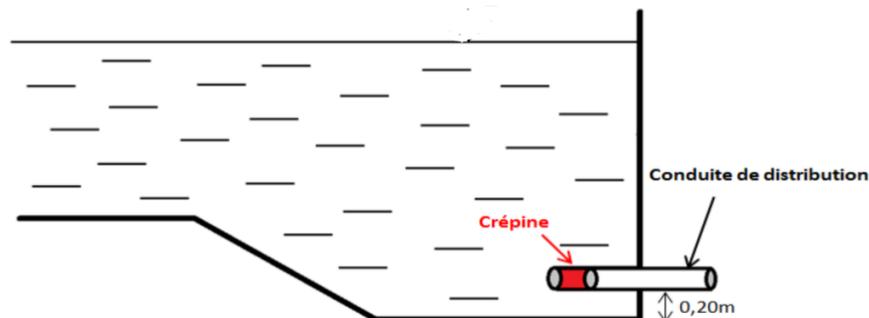


Figure 11 : Conduite de distribution [4]

### 5.3 Conduite de trop plein

La conduite du trop-plein est destinée à empêcher l'eau de dépasser le niveau maximal. Elle permet d'évacuer les eaux en excès dans le cas où la pompe ne s'arrête pas et le robinet flotteur ne fonctionne pas.

Elle ne contient pas une vanne et l'extrémité de cette conduite doit être en forme de siphon afin d'éviter l'introduction de certains corps nocifs dans la cuve.

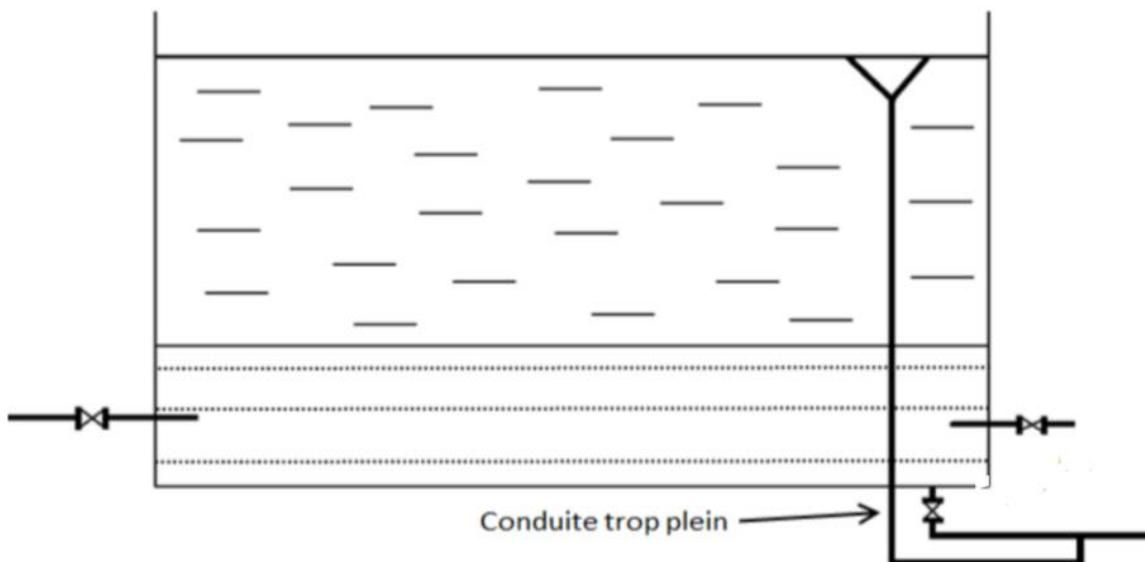


Figure 12 : Conduite de trop plein [4]

### 5.4 Conduite de vidange

Cette conduite est installée dans le point le plus bas du réservoir pour permettre l'inspection, le nettoyage et les éventuelles réparations du réservoir. Elle est commandée par une vanne et elle est raccordée soit au réseau d'assainissement s'il existe, soit elle est déversée à l'air libre dans la nature.

C'est une conduite qui est raccordée généralement à la conduite du trop plein (elle prend en charge les eaux de trop plein).

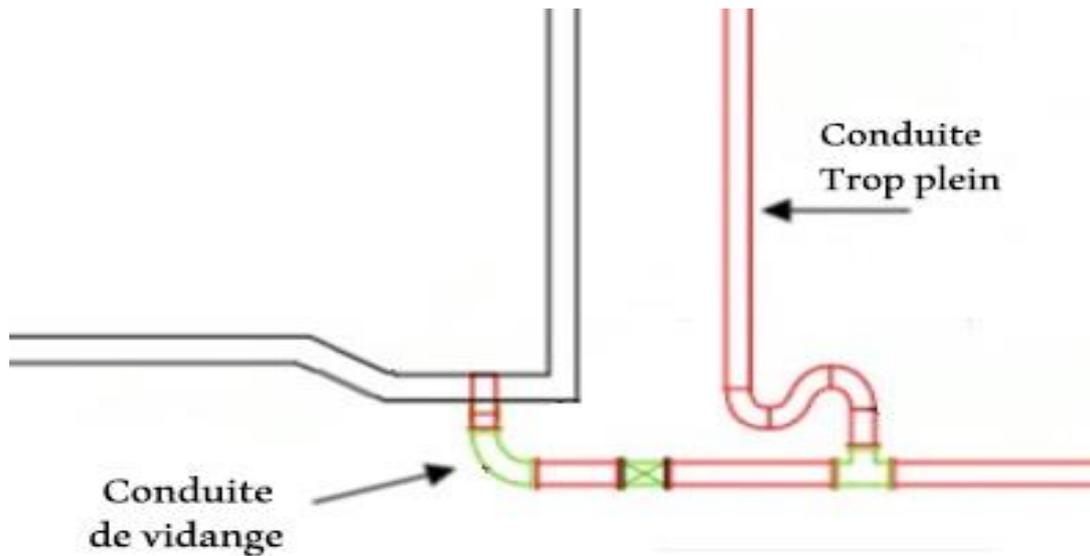


Figure 13 : Conduite de vidange [4]

### 5.5 Conduite by-pass

Un dispositif placé entre la conduite d'arrivée et la conduite de distribution afin d'assurer la continuité du service pendant la vidange ou la réparation du réservoir.

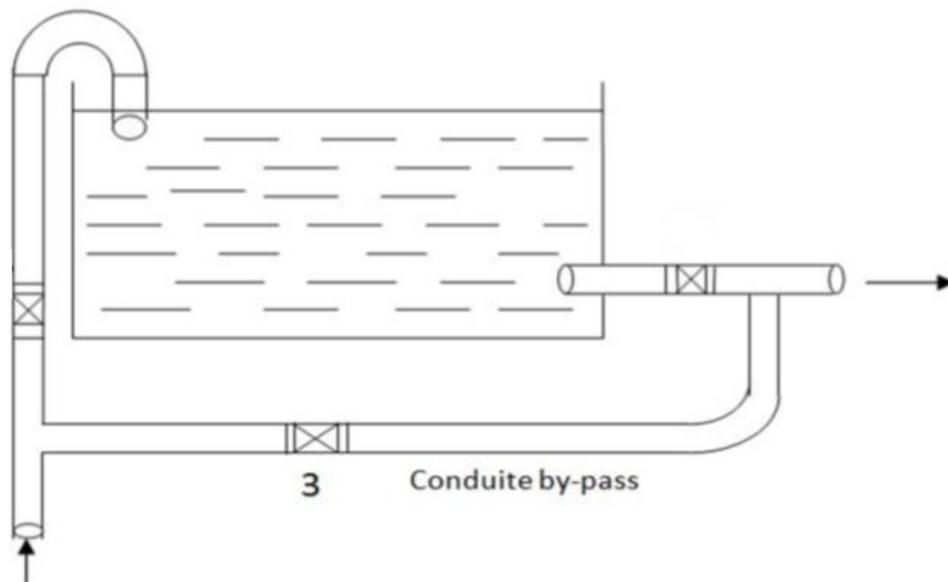


Figure 14 : Conduite by-pass [4]

C'est avec tous ces équipements et avec d'autres, que le réservoir peut très bien effectuer son rôle.

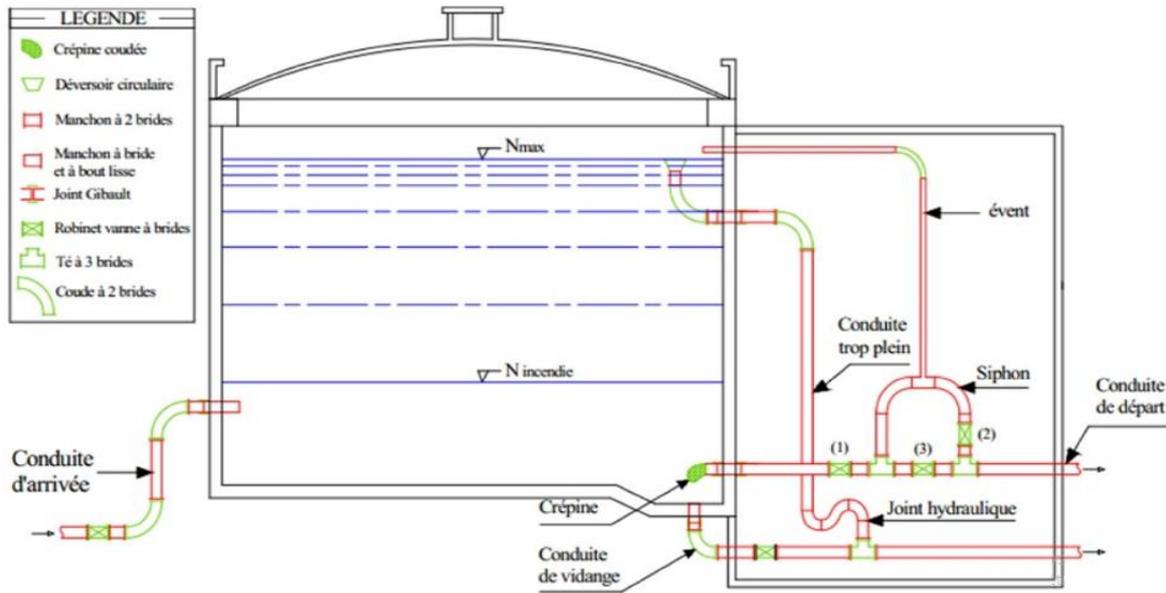


Figure 15 : Equipement de réservoir [4]

## 6 Détermination de la capacité du réservoir

La capacité du réservoir est calculée pour satisfaire les variations journalières du débit consommé, ce calcul est basé sur la consommation maximale journalière ( $Q_{max,j}$ ), en appliquant la méthode analytique, qui tient compte des débits d'apport et des débits de consommation en ajoutant le volume d'incendie estimé.

### Méthode analytique

Elle est basée sur le régime de la consommation maximale journalière et le temps du fonctionnement de la pompe, le volume total du réservoir est déterminé par la formule suivante :

$$V_t = V_r + V_{inc}$$

Avec :

$V_t$  : Volume total du réservoir ( $m^3$ ) ;

$V_{inc}$  : Volume d'incendie ( $120m^3$ ) ;

$V_r$  : Volume résiduel du réservoir ( $m^3$ ).

$$V_r = \frac{Q_{max,j} \cdot P_{max\%}}{100}$$

$$\text{Et : } \mathbf{P_{max\%}} = |\mathbf{V^+}|(\%) + |\mathbf{V^-}|(\%)$$

**Pmax%** : Résidu maximale dans le réservoir (%)

Cette méthode consiste à déterminer les excès  $\Delta V^+$  et les déficits  $\Delta V^-$  d'eau pendant les différentes heures de la journée par superposition de la demande et la consommation en suivant le rythme de remplissage, en fonction des coefficients horaires qui varient, suivant les différentes heures de desserte et d'importance de la population.

**Tableau 15** : Repartition horaire des pourcentages du débit maximum journalier

Heures	Nombre d'habitant				
	<10000	10000-50000	50000-100000	>100000	Aggl.rurale
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	03	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	05	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
<b>Totale</b>	100%	100%	100%	100%	100%

Pour cette étude, le nombre d'habitants est inférieur aux 10000 habitants, donc on va utiliser les valeurs de distribution compatible avec notre cas.

Le tableau suivant représente les calculs du résidu maximal dans le réservoir de distribution pour avoir leur capacité :

**Tableau 16** : Calcul de capacité de réservoir de distribution

Heure (h)	Apport (%)	Distribution (%)	Surplus (%)	Déficit (%)	Résidu (%)
0-1	4,16	1	3,16		3,16
1-2	4,16	1	3,16		6,32
2-3	4,16	1	3,16		9,48
3-4	4,16	1	3,16		12,64
4-5	4,16	2	2,16		14,8
5-6	4,17	3	1,17		15,97
6-7	4,17	5		-0,83	15,14
7-8	4,17	6,5		-2,33	12,81
8-9	4,17	6,5		-2,33	10,48
9-10	4,17	5,5		-1,33	9,15
10-11	4,17	4,5		-0,33	8,82
11-12	4,17	5,5		-1,33	7,49
12-13	4,17	7		-2,83	4,66
13-14	4,17	7		-2,83	1,83
14-15	4,17	5,5		-1,33	0,5
15-16	4,17	4,5		-0,33	0,17
16-17	4,17	5		-0,83	-0,66
17-18	4,17	6,5		-2,33	-2,99
18-19	4,17	6,5		-2,33	-5,32
19-20	4,17	5		-0,83	-6,15
20-21	4,17	4,5		-0,33	-6,48
21-22	4,16	3	1,16		-5,32
22-23	4,16	2	2,16		-3,16
23-24	4,16	1	3,16		0
Totale	100	100			

Maintenant on peut calculer la capacité totale du réservoir. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 17** : Résultats de calcul de volume du réservoir

$ V^+ $ (%)	$ V^- $ (%)	$P_{\max}$ (%)	$Q_{\max j}$ ( $m^3/j$ )	$V_r$ ( $m^3$ )	$V_{inc}$ ( $m^3$ )	$V_t$ ( $m^3$ )	$V_t(m^3)$ (Normalisé)
15,97	6,48	22,45	1111,83	249 ,606	120	369 ,606	500

## 7 Dimensionnement du réservoir :

Après avoir déterminé la capacité totale du réservoir, on calcul ses dimensions à l'aide des formules suivantes :

**Section du réservoir** : Déterminée comme suite :

$$S = \frac{V}{H}$$

Avec :

**S** : Section du réservoir ;

**V** : Volume totale du réservoir ;

**H** : Hauteur de la lame d'eau est limitée le plus souvent entre 3 et 6 m, (on prend H= 4m.).

**Diamètre du réservoir** : on prend dans ce cas l'étude de réalisation d'un réservoir circulaire, donc le diamètre de la cuve est déterminé par la formule suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_t}{\pi \cdot H}}$$

**Hauteur de la réserve d'incendie dans le réservoir** : Calculé par la formule :

$$H_{inc} = \frac{4 \cdot V_{inc}}{\pi \cdot D^2}$$

Les dimensions du réservoir sont reportées sur le tableau ci-dessous :

**Tableau 18** : Les dimensions du réservoir de distribution

$V (m^3)$	$H(m)$	$S (m^2)$	$D_{th} (m)$	$D_{standard} (m)$	$V_{inc} (m^3)$	$H_{inc} (m)$
500	4	125	12,62	13	120	0,951

## 8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné le réservoir qui alimente la ville d'Ain El Hadjar (réservoir de distribution), à partir du débit maximal journalier.

La capacité de stockage du réservoir est de  $500 \text{ m}^3$ , avec une hauteur de 4 m, un diamètre de 13 m et une section de  $125 \text{ m}^2$ .

Vu les ouvrages existants ( $R1000\text{m}^3$  et  $R500\text{m}^3$ ), il n'y aura pas de nécessité d'implanter des nouveaux ouvrages du stockage pour la ville d'Ain El-Hadjar.

# CHAPITRE 5

---

## **DIMENSIONNEMENT DU RÉSEAU D'AEP ET SIMULATION EPANET**

## 1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons expliquer la démarche pour dimensionner le réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadjar et sa simulation de fonctionnement sous le logiciel le plus connu dans ce domaine « Epanet ».

Le but de la mise en place de la simulation de ce réseau est de faire une description de son état en vérifiant son fonctionnement par la simulation avec l'EPANET. Dans l'espérance de satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression.

## 2 Présentation du logiciel Epanet

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pressions. Un réseau est défini sous EPANET comme un ensemble de tuyaux, nœuds (jonction de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs [A.Rossman, 2003].

Le logiciel 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 des substances chimiques dans les différentes parties du réseau. Au cours d'une durée de la simulation, le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

### Option hydraulique de la simulation

Après avoir créé un nouveau projet sous logiciel Epanet et avant d'entamer le travail, il faut assurer que les options sélectionnées par défaut sont correctes, afin d'assurer la fiabilité des résultats obtenus. Les options Hydrauliques permettent de déterminer :

- L'unité de débit ;
- Formule de perte de charge ;
- Le nombre maximum d'itérations ;
- Rapport d'état.

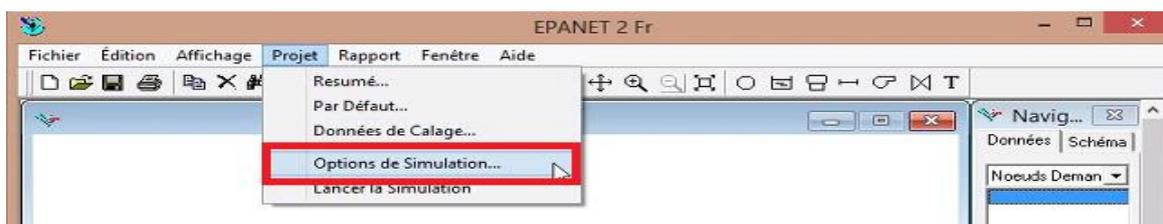
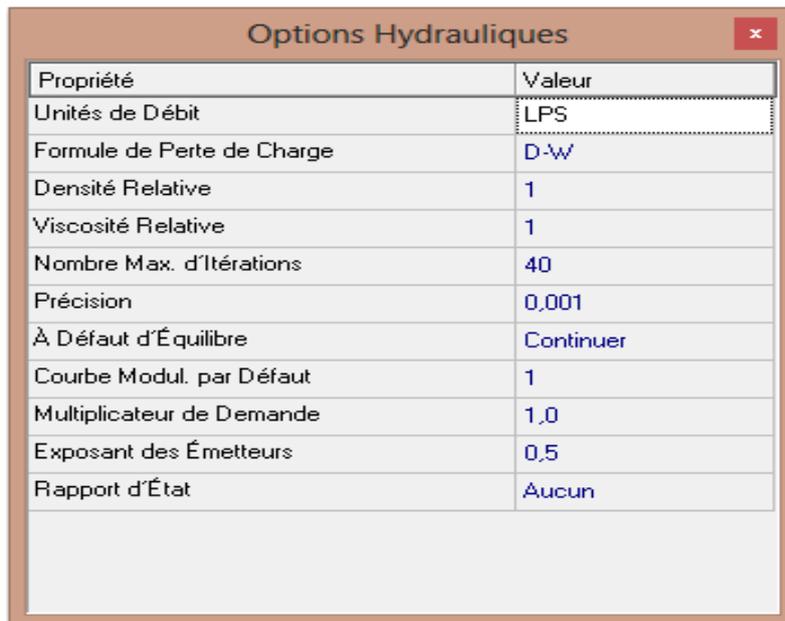


Figure 16 : Configuration des options hydrauliques

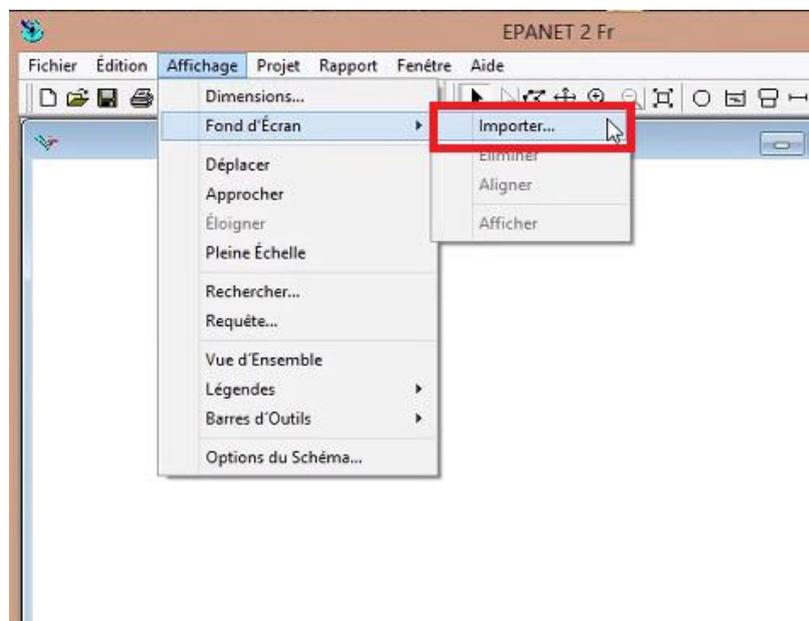


Propriété	Valeur
Unités de Débit	LPS
Formule de Perte de Charge	D-W
Densité Relative	1
Viscosité Relative	1
Nombre Max. d'itérations	40
Précision	0,001
À Défaut d'Équilibre	Continuer
Courbe Modul. par Défaut	1
Multiplicateur de Demande	1,0
Exposant des Émetteurs	0,5
Rapport d'État	Aucun

**Figure 17 :** Options hydrauliques à fixer au départ d'un projet de simulation

### 3 Tracé du réseau d'AEP

Epanet permet de tracer un réseau d'AEP sur un fond choisi par l'utilisateur. Donc nous allons profiter de cette option pour tracer le réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'Ain El Hadjar sur la carte de cette dernière.



**Figure 18 :** L'ajout d'un fond de carte

Pour avoir un fond de carte de la ville nous avons pris une capture d'écran sous Google Earth, ensuite on a la enregistrée sous format « .BMP ».

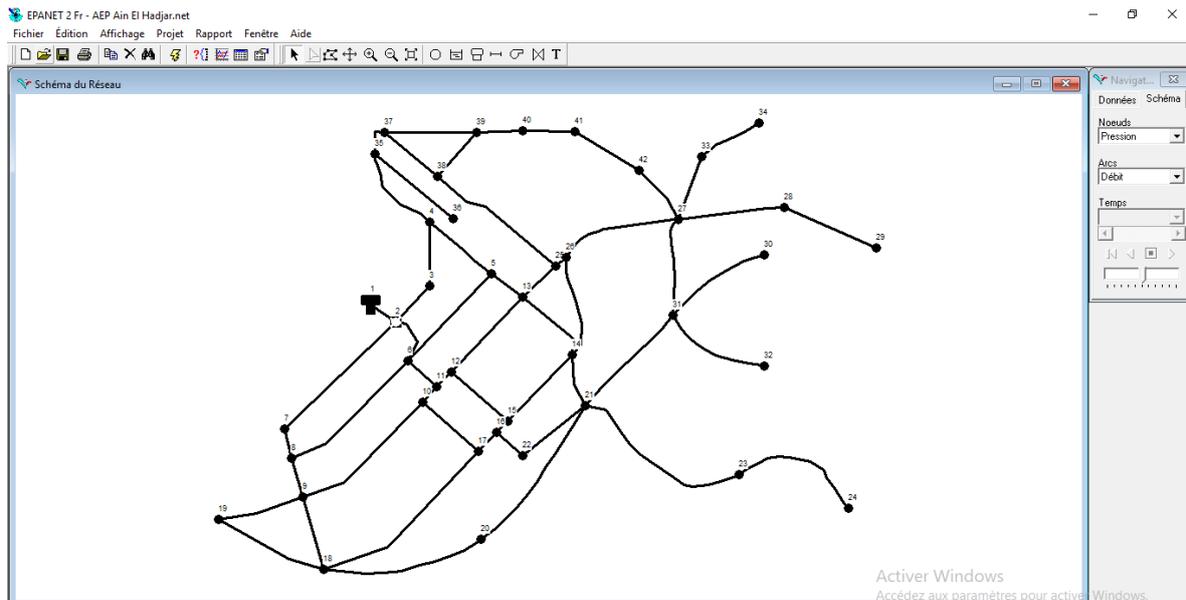
**Google Earth** : est un logiciel, propriété de la société Google, permettant une visualisation de la Terre avec un assemblage de photographies aériennes ou satellitaires. Ce logiciel permet à tout utilisateur de survoler la Terre et de zoomer sur un lieu de son choix [5].

Importer la photo sur Epanet a permis de tracer le réseau avec une bonne précision.



**Figure 19** : Tracé du réseau d'AEP sur un fond de carte de la ville d'Ain El Hadjar

Après avoir tracé le réseau nous pouvons masquer le fond et continuer le travail, et ça en cliquant sur affichage (dans la barre d'option en haut), aller sur fond d'écran et cliquer sur cacher.



**Figure 20** : Schéma du réseau d'AEP sous Epanet, avec ID des nœuds

## 4 Calcul hydraulique du réseau de distribution

Afin de dimensionner un réseau d'AEP, des calculs seront effectués pour déterminer la demande des nœuds (débit aux nœuds) qui constituent ce dernier.

### 4.1 Débit spécifique

Défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau où il y a une distribution. On suppose que les besoins de la ville sont uniformément répartis sur toutes les longueurs des mailles du réseau. Le débit spécifique s'exprime par la formule suivante :

$$Q_s = \frac{Q_p}{\sum L_i}$$

**Avec :**

**Q<sub>s</sub>** : Débit spécifique (l/s/m) ;

**Q<sub>p</sub>** : Débit de pointe (l/s).

**∑L<sub>i</sub>** : Somme des longueurs des tronçons du réseau assurant le service de distribution (m)

Le résultat est présenté dans le tableau suivant :

**Tableau 19** : Détermination du débit spécifique

Q <sub>p</sub> (l/s)	∑L <sub>i</sub> (m)	Q <sub>s</sub> (l/s/m)
40,42	6093,02	0,006634

### 4.2 Débit en route

Défini comme étant le débit répartis uniformément le long d'un tronçon du réseau. Il est donné par la relation suivante :

$$Q_{ri} = Q_s \cdot L_i$$

**Avec :**

**Q<sub>r</sub>** : Débit en route dans le tronçon i (l/s) ;

**Q<sub>s</sub>** : Débit spécifique (l/s/m) ;

**L<sub>i</sub>** : Longueur du tronçon i.

Les résultats de calcul des débits en route sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 20** : Résultats de calcul des débits en routes (Réseau d’AEP d’Ain El Hadjar)

Tronçon	Longueur (m)	Qs (l/s/m)	Qr (l/s)	Tronçon	Longueur (m)	Qs (l/s/m)	Qr (l/s)
2- 3	54,67	0,006634	0,36267	20-21	213,78	0,006634	1,41818
3-4	96,3		0,63884	9-18	88,7		0,58842
4-5	106,68		0,70770	5-13	51,05		0,33866
5-6	130		0,86240	4-35	129,07		0,85623
6-8	202		1,34003	35-37	56,84		0,37707
2-7	205,64		1,36418	37-39	124,07		0,82306
7-8	38,97		0,25852	39-38	84,38		0,55976
8-9	45,89		0,30443	38-37	99,03		0,65695
9-19	109,9		0,72906	35-36	149,52		0,99189
19-18	153,95		1,02128	13-25	62,32		0,41342
9-10	180		1,19409	38-25	207,57		1,37698
10-11	26,65		0,17679	25-26	18,76		0,12445
11-12	29,31		0,19444	14-26	137,84		0,91441
6-11	50		0,33169	26-27	191,1		1,26772
13-12	125		0,82923	27-28	134,22		0,89039
2-6	41,55		0,27564	28-29	126,73		0,84070
15-14	135,83		0,90107	31-27	132,21		0,87706
16-15	26,65		0,17679	21-23	233,57		1,54946
16-17	26,49		0,17573	23-24	160,95		1,06771
17-18	242,35		1,60771	31-32	93,64		0,62119
1- 2	39,29		0,26064	27-33	98,87		0,65589
13-14	109,02		0,72322	33-34	90,34		0,59930
10-17	92		0,61031	21-31	151,13		1,00257
12-15	92		0,61031	30-31	133,57		0,88608
16-22	43,48		0,28844	39-40	55,8		0,37017
22-21	107,33		0,71201	40-41	69,81		0,46311
21-14	84,93		0,56341	41-42	107,9		0,71579
18-20	202,42		1,34282	42-27	91,95		0,60998

### 4.3 Débit aux nœuds (débit nodaux)

C’est le débit concentré en chaque jonction des conduites du réseau Il est déterminé comme suit :

$$Q_{ni} = 0,55. \sum Q_{ri} + \sum Q_{ci}$$

Avec :

**Qn** : Débit au nœud i (l/s) ;

**ΣQri** : la somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s) ;

**ΣQci** : la somme des débits concentrés aux nœuds i (l/s).

Les résultats des débits aux nœuds sont présentés par les tableaux suivants :

**Tableau 21** : Résultats de calcul des débits aux nœuds du réseau

Nœud	Tronçons liés	Qr (l/s)	0,55.ΣQr	Qcc (l/s)	Qn (l/s)	Nœud	Tronçons liés	Qr (l/s)	0,55.ΣQr	Qcc (l/s)	Qn (l/s)			
2	1-2	0,26064	1,24472		1,24472	13	13-12	0,82923	1,26749		1,26749			
	2-7	1,36418					13-5	0,33866						
	2-3	0,36267					13-14	0,72322						
	2-6	0,27564					13-25	0,41342						
3	3-2	0,36267	0,55083		0,55083	14	14-13	0,72322	1,70616		1,70616			
	3-4	0,63884					14-15	0,90107						
4	4-3	0,63884	1,21152		1,21152		14-21	0,56341				0,92850		0,92850
	4-5	0,70770					14-26	0,91441						
	4-35	0,85623				15	15-12	0,61031						
5	5-4	0,70770	1,04981		1,04981		15-14	0,90107	0,35253		0,35253			
	5-13	0,33866				15-16	0,17679							
	5-6	0,86240				16	16-15	0,17679						
6	6-5	0,86240	1,54537		1,54537		16-17	0,17573	1,31656		1,31656			
	6-8	1,34003					16-22	0,28844						
	6-11	0,33169				17	17-16	0,17573						
	6-2	0,27564					17-10	0,61031						
7	7-2	1,36418	0,89248		0,89248	17-18	1,60771	2,50812		2,50812				
	7-8	0,25852				18	18-9				0,58842			
8	8-7	0,25852	1,04664		1,04664		18-19	1,02128	0,96268		0,96268			
	8-6	1,34003					18-17	1,60771						
	8-9	0,30443				18-20	1,34282							
9	9-8	0,30443	1,54879		1,54879	19	19-9	0,72906	1,51855		1,51855			
	9-10	1,19409					19-18	1,02128						
	9-18	0,58842				20	20-18	1,34282						
	9-19	0,72906					20-21	1,41818						
10	10-9	1,19409	1,08965	17	18,08965	21	21-20	1,41818	2,88509		2,88509			
	10-11	0,17679					21-22	0,71201						
	10-17	0,61031					21-14	0,56341						
11	11-10	0,17679	0,38661		0,38661		21-23	1,54946				0,55025		0,55025
	11-12	0,19444				21-31	1,0025693							
	11-6	0,33169				22	22-16	0,28844						
12	12-11	0,19444	0,89869		0,89869		22-21	0,71201	1,43945		1,43945			
	12-13	0,82923				23	23-21	1,54946						
	12-15	0,61031					23-24	1,06771						

**Tableau 22 : Résultats de calcul des débits aux nœuds du réseau (Suite)**

Nœud	Tronçons liés	Qr (l/s)	0,55.ΣQr	Qcc (l/s)	Qn (l/s)	Nœud	Tronçons liés	Qr (l/s)	0,55.ΣQr	Qcc (l/s)	Qn (l/s)
24	24-23	1,06771	0,58724		0,58724	34	34-33	0,59930	0,32961		0,32961
25	25-13	0,41342	1,05317		1,05317	35	35-4	0,85623	1,22385		1,22385
	25-26	0,12445					35-36	0,99189			
	25-38	1,37698					35-37	0,37707			
26	26-25	0,12445	1,26862		1,26862	36	36-35	0,99189	0,54554		0,54554
	26-27	1,26772				37	37-35	0,37707	1,02139		1,02139
	26-14	0,91441					37-38	0,65695			
27	27-26	1,26772	2,36557		2,36557	38	37-39	0,82306	1,42653		1,42653
	27-28	0,89039					38-37	0,65695			
	27-33	0,65589					38-39	0,55976			
	27-42	0,60998					38-25	1,37698			
	27-31	0,87706					39	39-38			
28-27	0,89039	39-37	0,82306								
28	28-29	0,84070	0,95210		0,95210	40	40-39	0,37017	0,45830		0,45830
29	29-28	0,84070	0,46239		0,46239	40-41	0,46311				
30	30-31	0,88608	0,48734		0,48734	41	41-40	0,46311	0,64839	17	17,64839
31	31-30	0,88608	1,86279		1,86279		41-42	0,71579			
	31-27	0,87706				42	42-41	0,71579	0,72917		0,72917
	31-32	0,62119					42-27	0,60998			
	31-21	1,002569									
32	32-31	0,62119	0,34166		0,34166						
33	33-27	0,65589	0,69035		0,69035						
	33-34	0,59930									

## 5 Simulation du fonctionnement du réseau

Après le calcul des demandes nodales (débits aux nœuds), et l'élaboration du tracé du réseau sous EPANET, on introduit les données du réseau :

### Au niveau des nœuds :

- L'altitude des nœuds par rapport à un plan de références (pour notre cas on a introduit des altitudes réelles par rapport à la surface de mer) ;
- Demande en eau (débit nodaux).

### Au niveau des arcs (conduites ou tronçons) :

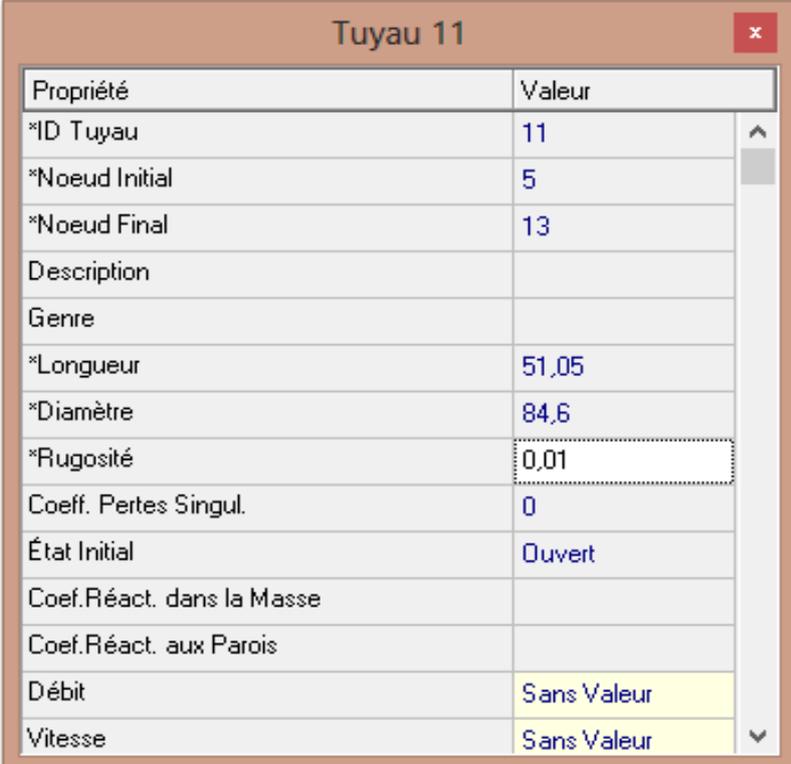
- Le diamètre ;
- La longueur ;

- Nœuds initial et finals ;
- Coefficient de rugosité (pour ce cas, PEHD = 0,01mm).

**Au niveau du réservoir :**

- Charge totale (altitude du radier) ;
- Le niveau initial, minimal et maximal de l'eau.

Les figures 21, 22 et 23 illustrent des exemples de chargement des données pour les différents composants du réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadjar.



Propriété	Valeur
*ID Tuyau	11
*Noeud Initial	5
*Noeud Final	13
Description	
Genre	
*Longueur	51,05
*Diamètre	84,6
*Rugosité	0,01
Coef. Pertes Singul.	0
État Initial	Ouvert
Coef.Réact. dans la Masse	
Coef.Réact. aux Parois	
Débit	Sans Valeur
Vitesse	Sans Valeur

**Figure 21** : Exemple de saisie des données des tuyaux

Propriété	Valeur
*ID Noeud	2
Coordonnée X	2646,60
Coordonnée Y	6409,13
Description	
Genre	
*Altitude	571,87
Demande de Base	1,24472
Courbe Modul. Demande	
Catégories de Demande	1
Coeff. de l'Émetteur	
Qualité Initiale	
Qualité de Source	
Demande Actuelle	Sans Valeur
Charge	Sans Valeur

**Figure 22** : Exemple de saisie des données des nœuds

Propriété	Valeur
*ID Réservoir	1
Coordonnée X	2346,01
Coordonnée Y	6619,79
Description	
Genre	
*Altitude du Radier	582,39
*Niveau Initial	4
*Niveau Minimal	0,951
*Niveau Maximal	4
*Diamètre	13
Volume Minimal	
Courbe de Volume	
Modèle de Mélange	Parfait
Fraction de Mélange	

**Figure 23** : Exemple de saisie des données de réservoir

Après avoir saisi toutes les données, on passe à l'exécution d'une simulation hydraulique. Cette dernière va nous donner une vue modélisée du fonctionnement du réseau, pour but de vérifier les résultats du calcul, et la fiabilité du dimensionnement dans l'utilisation quotidienne.

## 6 Résultats de la simulation

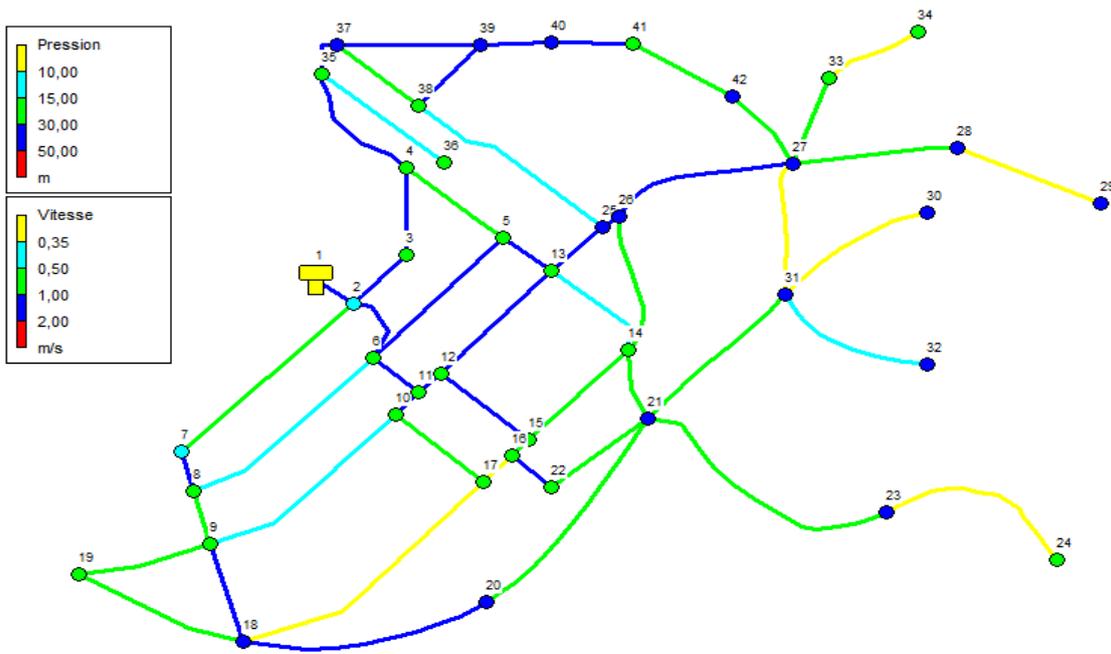
Nous avons eu une simulation réussite, c'est la traduction de l'absence des erreurs ou des problèmes dans le réseau de distribution de la ville d'Ain El Hadjar



**Figure 24 :** Réussite de simulation du fonctionnement du réseau projeté

Reste à confirmer et vérifier les valeurs de la vitesse dans les conduites, et les pressions aux nœuds. Il est important de rappeler ces normes autorisées sur le réseau :

- Les pressions doivent être comprises entre 1,5 et 5 bars (15 à 50 m.c.e) ;
- La vitesse d'écoulement de l'eau dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 2 m/s.



**Figure 25 :** Résultats de la simulation

**Remarque :** Nous avons fait la simulation en prenant compte le fonctionnement de deux bouches d'incendie en même temps (Cela en ajoutant un débit de 17 l/s pour les nœuds 10 et 41), ce qui est une situation très rare, mais c'est a fin de vérifier le fonctionnement du réseau dans un cas de consommation très élevé, et assurer la fiabilité de l'étude.

### 6.1 Résultats aux niveaux des nœuds

L'ensemble des résultats aux niveaux des nœuds sont présentés dans les tableaux 23 et 24 :

**Tableau 23 :** État des nœuds du réseau.

ID Nœud	Altitude (m)	Demande de base (l/s)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
2	571,87	1,24472	1,24	586,26	14,39
3	567,47	0,55083	0,55	585,61	18,14
4	561,98	1,21152	1,21	584,49	22,51
5	557,20	1,04981	1,05	583,64	26,44
6	563,31	1,54537	1,55	585,93	22,62
7	572,25	0,89248	0,89	585,68	13,43
8	567,51	1,04664	1,05	585,36	17,85
9	561,05	1,54879	1,55	585,22	24,17
10	559	18,08965	18,09	584,78	25,78
11	558,47	0,38661	0,39	585,31	26,84
12	557,73	0,89869	0,90	585,03	27,30
13	555,58	1,26749	1,27	582,29	26,71
14	553,40	1,70616	1,71	582,09	28,69
15	555,60	0,92850	0,93	583,20	27,60
16	555,53	0,35253	0,35	582,99	27,46
17	555,90	1,31656	1,32	583,05	27,15
18	553,58	2,50812	2,51	583,90	30,32
19	554,91	0,96268	0,96	584,75	29,84
20	550,79	1,51855	1,52	581,55	30,76
21	548,75	2,88509	2,89	580,14	32,39
22	554,53	0,55025	0,55	581,96	27,43
35	556,51	1,22385	1,22	583,39	26,88
37	552,79	1,02139	1,02	582,98	30,19
36	562,71	0,54554	0,55	582,07	19,36
38	552,31	1,42653	1,43	581,99	29,68
39	547,73	0,96414	0,96	580,08	32,35
25	549,48	1,05317	1,05	581,16	31,68
26	547,76	1,26862	1,27	580,86	33,10

Tableau 24 : État des nœuds du réseau (Suite)

ID Nœud	Altitude (m)	Demande de base (l/s)	Demande (l/s)	Charge (m)	Pression (m)
27	545,82	2,36557	2,37	577,98	32,16
28	545,20	0,95210	0,95	575,76	30,56
29	545,19	0,46239	0,46	575,47	30,28
41	547,30	17,64839	17,65	576,39	29,09
31	543,96	1,86279	1,86	578,28	34,32
24	548,71	0,58724	0,59	578,54	29,83
23	544,63	1,43945	1,44	579,10	34,47
32	545,50	0,34166	0,34	577,21	31,71
33	548,93	0,69035	0,69	577,06	28,13
34	553,16	0,32961	0,33	576,95	23,79
30	546,04	0,48734	0,49	577,95	31,91
40	547,42	0,45830	0,46	578,39	30,97
42	545,65	0,72917	0,73	577,34	31,69

**Remarque :** A travers le tableau de résultats de simulation, on remarque que les pressions sont raisonnables, et varient entre les valeurs des normes.

L'enveloppe des pressions et leur répartition dans les nœuds sont données dans la figure suivante :

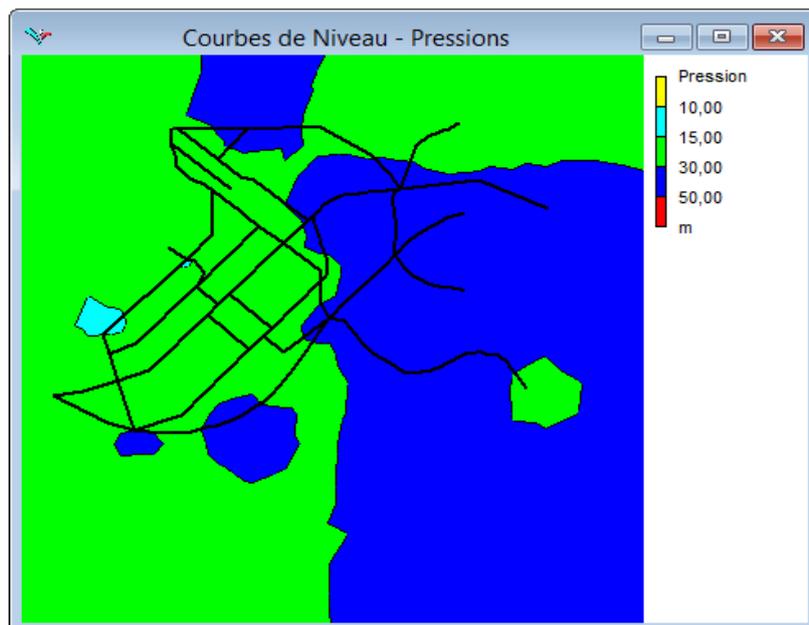


Figure 26 : Enveloppe des pressions dans la zone d'étude

## 6.2 Résultats aux niveaux des conduites

Les résultats de la simulation aux niveaux des conduites sont présentés dans les tableaux suivants :

**Tableau 25 : État des conduites du réseau.**

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre Int (mm)	Diamètre Ext (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.Charge U (m/km)
2-3	54,67	150,5	160	26,63	1,50	12,03
3-4	96,3	150,5	160	26,08	1,47	11,58
4-5	106,68	70,5	75	2,80	0,72	7,97
6-5	130	84,6	90	7,09	1,26	17,63
6-8	202	84,6	90	2,57	0,46	2,83
2-7	205,64	150,5	160	12,06	0,68	2,84
7-8	38,97	117,6	125	11,17	1,03	8,15
8-9	45,89	150,5	160	12,69	0,71	3,11
9-19	109,9	84,6	90	3,24	0,58	4,29
19-18	153,95	70,5	75	2,28	0,58	5,50
9-10	180	70,5	75	1,44	0,37	2,44
11-10	26,65	117,6	125	18,17	1,67	19,85
11-12	29,31	103,4	110	8,63	1,03	9,52
6-11	50	150,5	160	27,18	1,53	12,49
12-13	125	59,2	63	3,08	1,12	21,89
2-6	41,55	188,1	200	38,38	1,38	7,94
15-14	135,83	47	50	0,95	0,55	8,16
15-16	26,65	70,5	75	2,77	0,71	7,80
17-16	26,49	59,2	63	0,80	0,29	1,98
18-17	242,35	47	50	0,59	0,34	3,53
1-2	39,29	296,3	315	78,32	1,14	3,22
13-14	109,02	103,4	110	3,46	0,41	1,84
10-17	92	47	50	1,52	0,88	18,84
12-15	92	70,5	75	4,65	1,19	19,87
16-22	43,48	59,2	63	3,22	1,17	23,76
22-21	107,33	59,2	63	2,67	0,97	16,93
21-14	84,93	47	50	1,70	0,98	22,96
18-20	202,42	84,6	90	5,63	1,00	11,61
20-21	213,78	84,6	90	4,11	0,73	6,58
9-18	88,7	84,6	90	6,45	1,15	14,86
5-13	51,05	84,6	90	8,84	1,57	26,40
4-35	129,07	150,5	160	22,07	1,24	8,52
35-37	56,84	150,5	160	20,30	1,14	7,31
37-39	124,07	103,4	110	14,09	1,68	23,30
38-39	84,38	59,2	63	3,12	1,14	22,53
37-38	99,03	84,6	90	5,19	0,92	10,00
35-36	149,52	37,6	40	0,55	0,49	8,86
13- 25	62,32	84,6	90	7,19	1,28	18,11
25-38	207,57	47	50	0,63	0,37	3,95

Tableau 26 : État des conduites du réseau (Suite)

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre Int (mm)	Diamètre Ext (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	P.Charge U (m/km)
25- 26	18,76	84,6	90	6,77	1,21	16,23
14-26	137,84	47	50	1,00	0,58	8,94
26-27	191,1	84,6	90	6,51	1,16	15,10
27-28	134,22	47	50	1,41	0,82	16,50
28-29	126,73	47	50	0,46	0,27	2,29
27-31	132,21	59,2	63	0,88	0,32	2,34
21-23	233,57	70,5	75	2,03	0,52	4,46
23-24	160,95	47	50	0,59	0,34	3,47
31-32	93,64	30	32	0,34	0,48	11,46
27-33	98,87	47	50	1,02	0,59	9,21
33-34	90,34	47	50	0,33	0,19	1,27
31-30	133,57	47	50	0,49	0,28	2,51
39-40	55,8	103,4	110	16,25	1,94	30,29
40-41	69,81	103,4	110	15,79	1,88	28,74
42-41	107,9	59,2	63	1,86	0,68	8,84
27-42	91,95	70,5	75	2,59	0,66	6,89
21-31	151,13	70,5	75	3,57	0,91	12,30

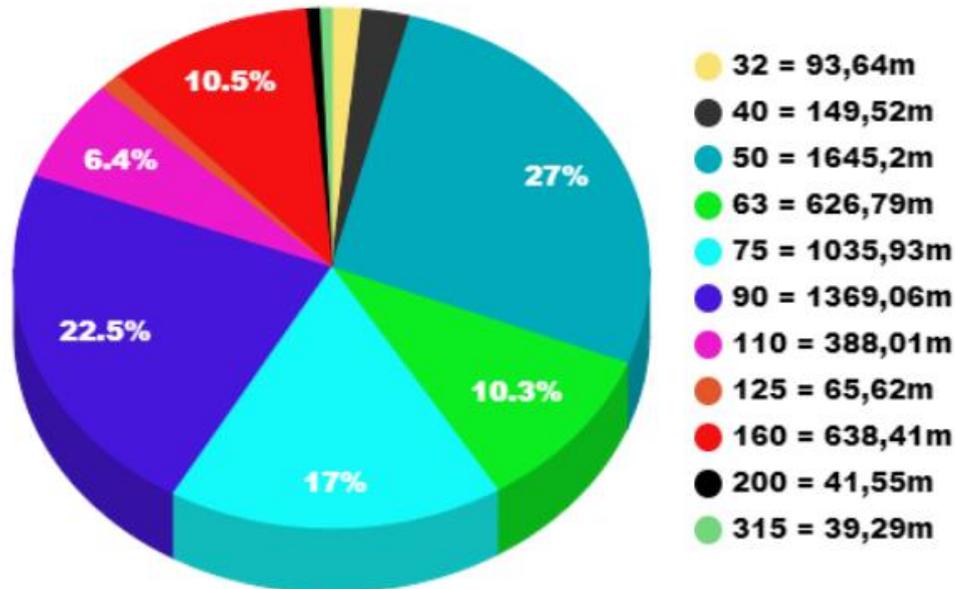
**Remarque :** D'après le tableau précédent, les vitesses de l'eau dans les conduites sont suffisantes, et répondantes aux normes autorisées, certaines valeurs sont inférieures à 0,5m/s mais il restant très proche d'elle et pas nombreuse.

### Type de conduites choisi

Nous avons choisi comme matériau des conduites du réseau de distribution le PEHD à une pression nominale de 10 bar (PN 10), pour ses avantages par rapport aux autres matériaux, et ces caractéristiques mécaniques et hydrauliques, à savoir :

- Facile à poser, et possibilité d'enroulement en couronnes pour les petits diamètres ;
- Fiable au niveau de pose et du branchement (de 0.60 à 0.80 m environ) ;
- Durée de vie 50 ans prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement ;
- Répond parfaitement aux normes de potabilité ;
- Résiste à la corrosion interne, externe et microbologique ;
- Faible rugosité, et par conséquent, faible perte de charge par rapport aux autres matériaux.

Des différentes gammes de diamètres de conduites ont été placées dans le réseau, afin d'obtenir les résultats voulus. La figure suivante représente le pourcentage et la longueur de chaque diamètre dans l'ensemble de réseau :



**Figure 27 :** Pourcentages des diamètres choisis, et leurs longueurs

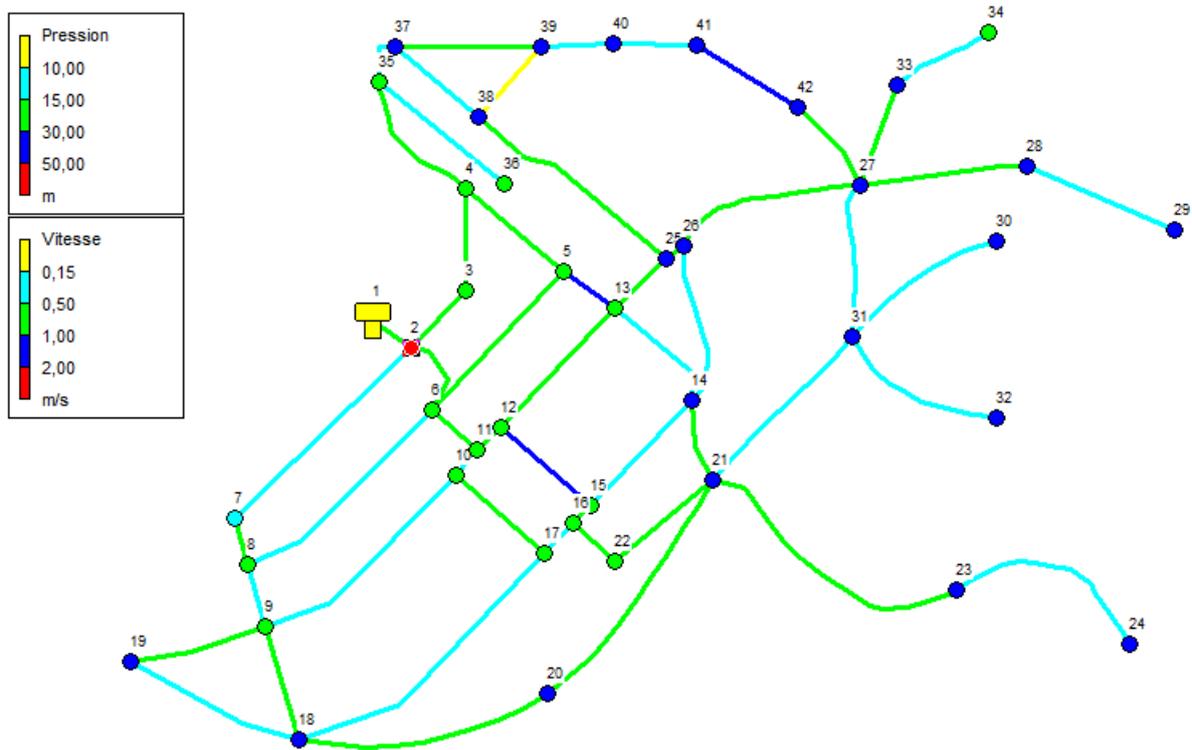
**Remarque :** en effectuant le dimensionnement du réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadjar, on a essayé d'éviter au maximum l'utilisation des conduites qui ont un diamètre inférieur à 40mm (qui sont utilisés beaucoup plus dans le branchement pour les abonnés). Mais, nous étions obligés de les utiliser dans certains cas, où la vitesse d'écoulement est très inférieure aux valeurs recommandées. Et leurs utilisations c'était juste dans les zones à un petit nombre d'abonnés.

## 7 Vérification du fonctionnement de réseau sans incendies

Après la simulation du réseau avec le fonctionnement de deux bouches d'incendie, on doit vérifier les vitesses et pression dans le cas normal (sans incendie).

Pour faire ça on a modifié les calculs des débits nodaux, en éliminant le débit des bouches d'incendies utilisés auparavant, et injecter les nouvelles valeurs sur EPANET.

Les résultats seront présentés sur la figure suivante :



**Figure 28** : fonctionnement du réseau d'AEP (sans incendies)

Avec les mêmes diamètres des conduites choisies au premier scénario (fonctionnement de deux bouches d'incendie), les résultats sont acceptables au niveau des vitesses et pressions du réseau d'AEP.

## 8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné le réseau de distribution en eau potable pour la ville d'Ain El Hadjar, une simulation du fonctionnement du réseau a été faite à l'aide du logiciel EPANET, dans le but de vérifier les paramètres hydrauliques tels que la pression et la vitesse d'écoulement, ainsi que d'avoir une idée sur le comportement du réseau.

D'après les résultats obtenus, il est à noter que les pressions aux nœuds et les vitesses dans les conduites du réseau sont acceptables. Ainsi que les choix des diamètres des conduites répondent aux exigences et peuvent satisfaire les besoins avec une résistance aux pressions créées par l'écoulement de l'eau.

# CHAPITRE 6

---

**LA BASE DE DONNÉES SIG SUR LE  
RÉSEAU D'AEP  
DE LA VILLE D'AIN EL HADJAR**

## 1 Introduction

Actuellement, les systèmes d'informations géographiques (SIG) trouvent leurs applications un peu partout, vu les avantages qu'ils présentent, notamment la contribution positive dans la gestion des différents réseaux et installations.

Le service de la subdivision des ressources en eau de la daïra d'Ain Bessem dont la commune d'Ain El Hadjar fait partie, a commencé la réalisation d'une base de données SIG rassemblant toutes les informations disponibles sur le réseau de distribution d'eau potable de la commune y compris le chef lieu. Néanmoins, la base de données en question a été réalisée sous le logiciel MapInfo, mais n'a pas été achevée. Dans sa version actuelle, elle contient des données sur quelques tronçons uniquement du réseau objet de cette étude.

Sous les recommandations du service, le parachèvement de cette base de données par les informations offertes sur le réseau d'AEP existant (réalisé sur le terrain) est pris en considération parmi les tâches de ce travail.

Le présent chapitre constitue une présentation grossière sur le logiciel utilisé (MapInfo), les étapes qui ont été suivies et la base de données finale qui sera remise à la subdivision des ressources en eau de la daïra d'Ain Bessem.

## 2 Définition d'un SIG

Il existe plusieurs définitions des Systèmes d'Informations Géographiques, toutes ces définitions font ressortir les fonctionnalités que doit avoir un SIG, à savoir [ANIS, 2019] :

- l'acquisition des données / Stockage des données ;
- le traitement analytique de l'information /données ;
- l'affichage de l'information /données ;
- la gestion de l'information.

Un système d'information géographique est un "système informatique de matériels, logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion" [ANIS, 2019].

Un S.I.G est donc, un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision [Michel Didier].

Et en gros un SIG répond aussi aux fonctionnalités suivantes dénommées « les cinq A »:

ACQUISITION ; ARCHIVAGE ; ABSTRACTION ; ANALYSE ; AFFICHAGE.

### 3 Logiciel utilisé

Confrontés aux nombreux logiciels utilisés dans les systèmes d'informations géographiques adaptés au monde de la micro informatique, Le choix s'est porté sur MapInfo. Ce dernier logiciel permet de créer, d'afficher, et modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées.

MapInfo Professional est un logiciel du Système d'information géographique (SIG) à l'origine Bureautique, un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique, il permet la superposition de couches numériques (Tables) et de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones, image raster ... etc C'est un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques [MERYEM, 2017].

Et le choix était entre les mains du service de la subdivision des ressources en eau de la daïra d'Ain Bessem, tant que c'est le logiciel utilisé dans cette administration et le travail consiste juste à compléter leur fichier.

### 4 La base de données SIG existante

Comme évoqué précédemment, notre mission est de compléter et mettre à jour la base de données SIG existante sur le réseau de distribution d'eau potable de la ville d'Ain El-Hadjar.

La base de données SIG existante contient un fond de carte de la ville d'Ain El Hadjar insérée comme image raster et qui montre d'une façon bien visible tout les infrastructures, les constructions, la végétation, ... etc. Les données associées sont organisées sous forme de table nommée «Réseau\_AEP ». Les noms d'attributs sont introduits champ par champ selon leurs types (caractère, entier, flottant, virgule fixe, date, ...). Chaque entité géométrique (conduite) est reliée à sa description exhaustive. Le lien se fait au moyen d'un identifiant interne. Les figures suivantes montrent la définition et la structure de la table de conduites.

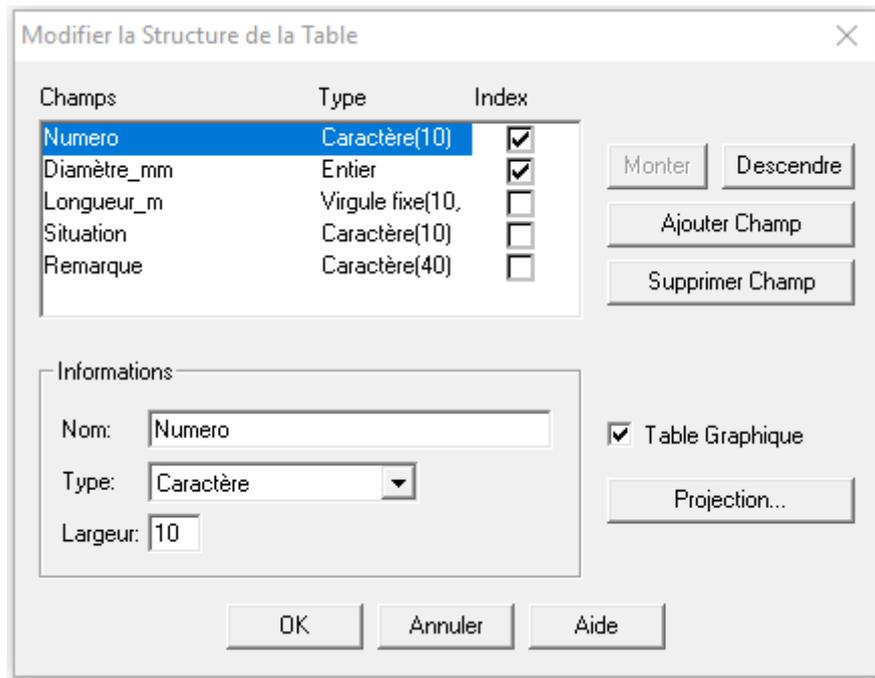
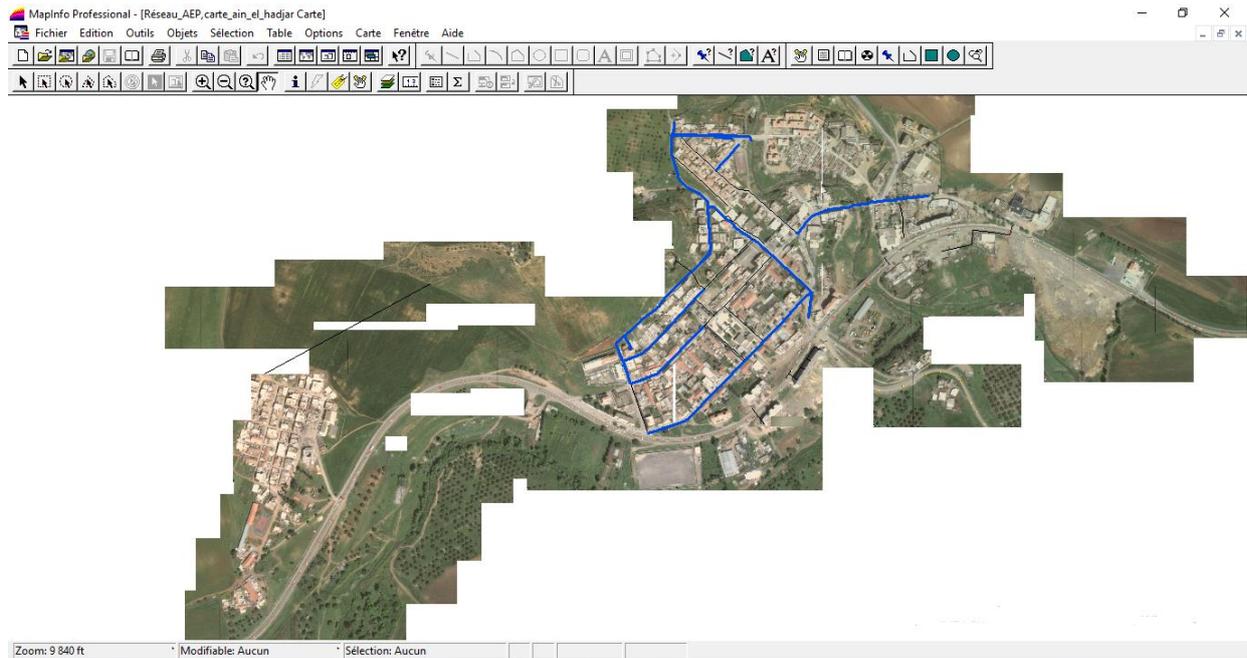


Figure 29 : Structure de la table « Réseau\_AEP »

Numero	Diamètre_mr	Longueur_l	Situation	Remarque
	75	0,00		
	90	130,00	s2	
	75	88,70	s4	
	110	50,00	s3	
	90	66,00	s3	
	75	125,00	s3	
	75	92,00	s3	
	75	92,00	s3	
	90	270,00	s2	
	110	400,00	s4	
	75	62,00		non attaché (sans sable et grillag)
	75	188,00	s4	
	125	18,00	s3	
	110	210,00	s3	
	90	94,00	s3	
	90	110,00	s3	
	125	0,00		
	160	355,00	s2	
	125	0,00		
	110	202,00	st2	
	0	0,00		

Figure 30 : Données de la table « Réseau\_AEP »

La table représente en même temps une couche de données sur la carte, et chaque ligne (enregistrement) sur le tableau représente une conduite d'eau potable présentée comme une polyligne sur la couche dessinée.



**Figure 31** : Réseau à compléter

## 5 Achèvement du SIG d'eau potable

Les décisions à prendre dans le service de la subdivision des ressources en eau vont au-delà du simple fait d'afficher une carte ou de retrouver une adresse. Il s'agit de construire un équipement, d'aménager ou de gérer une zone, de gérer un service public, ou encore d'intervenir en cas d'incident sur le réseau. Cela suppose de prendre des décisions impliquant de nombreuses personnes et d'agir en mettant en œuvre des moyens importants.

En effet, il peut s'avérer plus rentable de mettre en place une information organisée, entretenue et gérée en permanence, prête pour plusieurs besoins ou pour un besoin imprévu, plutôt que de réagir au coup par coup avec les moyens du bord (déplier une carte, faire appel aux souvenirs, faire une visite sur le terrain...), donc c'est la conception d'un SIG qui va conduire l'action vers cette organisation et facilité de travail.

Le but de cette partie est d'exposer la démarche de travail, c'est-à-dire les différentes étapes suivies pour la conception du SIG pour le réseau d'eau potable du chef-lieu Ain El Hadjar. Cette démarche constitue en quelque sorte « le fil conducteur » du travail.

### 5.1 Acquisition des données

C'est la phase la plus importante pour la réalisation d'un SIG. En général, si le volume d'informations à collecter est important, ou une grande quantité de documents est à inventorier, la collecte de données devient fastidieuse et par conséquent le processus d'élaboration de la base de données.

Cette opération consiste à identifier, décrire et localiser les données relatives au réseau d'Alimentation en eau potable du groupement urbain chef-lieu Ain El Hadjar.

Ce travail a été basé sur des données acquises sous forme de plan AutoCad du réseau AEP de la ville d'Ain El Hadjar délivré par la Subdivision des Ressources en eau « SRE » de la daïra d'Ain Bessam (W.Bouira), un plan riche d'informations qui présente les données nécessaires qui permettent de compléter ce travail :

- Le plan représentant le tracé du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'Ain El Hadjar ;
- Des données techniques : diamètres et matériaux ;
- Données statistiques : longueurs des conduites, emplacement des vannes et bouche d'incendie.

### 5.2 Analyse des données

L'analyse des données consiste à déterminer les caractéristiques des documents à retenir, pour bien appréhender et supporter la représentation du réseau d'AEP du chef-lieu Ain El Hadjar. Car il est difficile de définir à l'avance toutes les utilisations possibles et imaginables qui pourraient être faites par le système d'information géographique.

Ajoutant à ces difficultés, les nombreuses lacunes enregistrées au niveau de la cartographie des réseaux d'AEP, dont nous avons récapitulé les plus importantes :

- Date d'établissement et date de mise à jour de plan non mentionnée ;
- Longueurs des conduites ne sont pas précises ;
- Absences des informations sur les cas de conduites changées (réhabilitées ou réparées).

Pour que le travail soit exploité, fiable, et prêt à être utilisé, on était obligé de remédier à certaines lacunes, à savoir la plus importante qui est la correction des longueurs des conduites pour qu'ils soient les plus proches de ce qu'il existe sur terrain.

Comme a été cité auparavant dans ce chapitre, le travail consiste à compléter le SIG réalisé par le service de la subdivision des ressources en eau (réalisé sous le logiciel MapInfo) mais pas achevé, donc il présente déjà certaines informations qui peuvent être utiles pour son achèvement. Parmi ces infos, les longueurs des conduites qui sont fiables plus que celles présenter sur le plan AutoCad, et avec un bon calage de la carte.

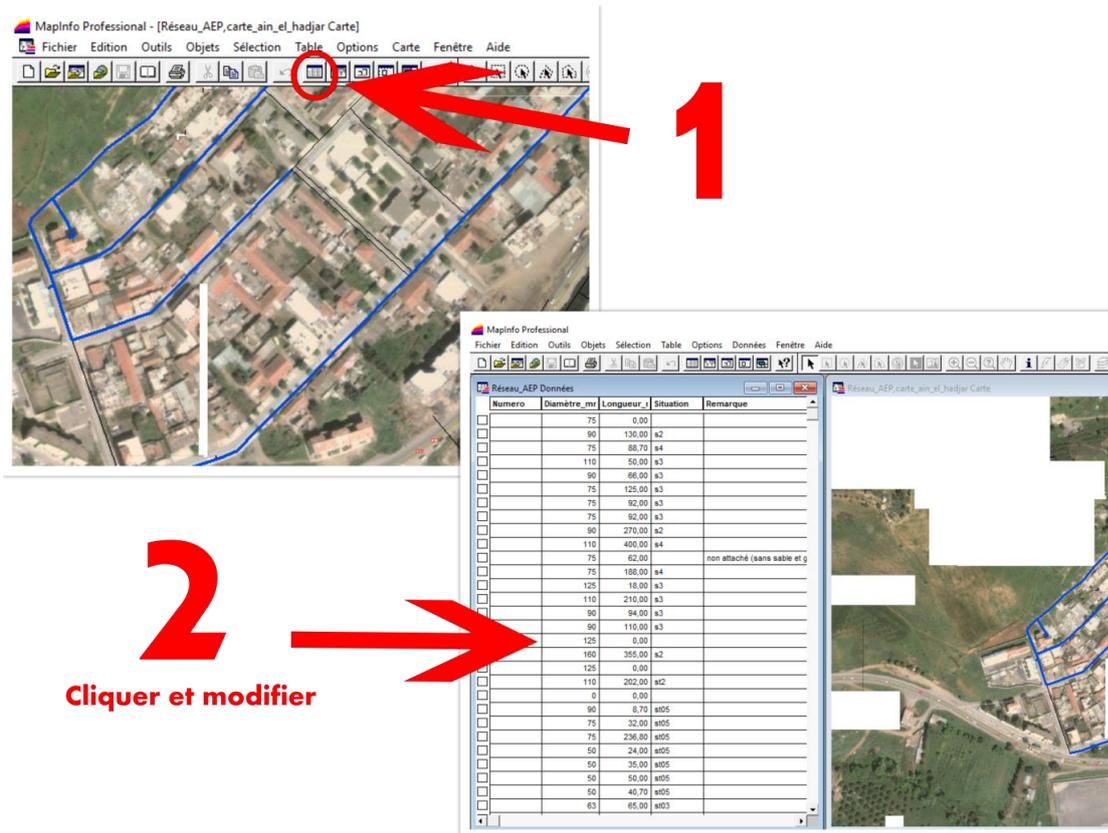
Donc, l'idée est d'extraire les longueurs non décrites sur le plan MapInfo avec l'outil de règle, puis la transformation des longueurs via la règle de trois.

### **5.3 Insertion des données**

Trois étapes seront faites pour compléter la base de données existante, La première sert à actualiser les anciennes données des conduites qui sont sur la table, La deuxième est de modifier le style de certaines conduites sur la couche qui ne sont pas bien visibles, et la dernière étape c'est la création des conduites qui manquent.

#### **5.3.1 Actualisation des anciennes données :**

Cette étape est simple, elle sert juste de cliquer sur « Nouvelle fenêtre données » dans la barre d'outil, une table s'affiche, c'est bien la table « Réseau\_AEP », On peut modifier les valeurs voulues (Diamètres, Longueurs, ... etc)



**Figure 32 : Actualisation des anciennes données**

### 5.3.2 Modification du style des conduites

Pour modifier le style d'une polyligne (qui représente une conduite d'eau potable), on doit :

- Cliquer sur « Carte » en haut de la page → ensuite sur « Contrôle des couches » ;
- Sur la couche « Réseau\_AEP », on doit cocher l'option de dessin ;
- Après ça, on peut modifier le style des polygones, en faisant une double clique sur celui à modifier ;
- Cliquer sur style, et modifier la couleur et l'épaisseur ;
- Pour notre cas, on choisi la couleur bleu (conventionnelle), et une épaisseur de 3 pixels pour l'ensemble des conduites.

Toutes les étapes citées sont présentées sur la figure suivante :

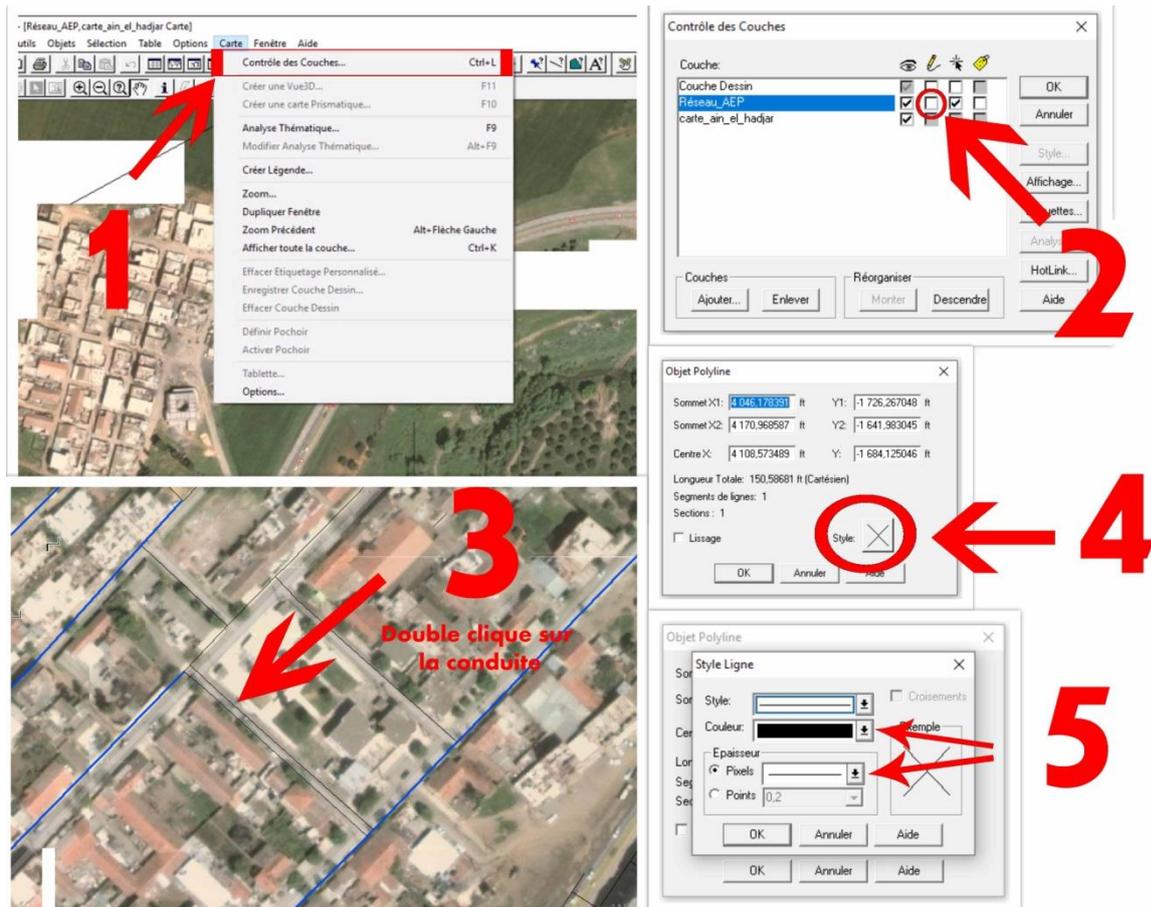


Figure 33 : Modification du style des conduites

### 5.3.3 Création des conduites

La grande tâche de ce travail c'est de compléter le réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadjar en ajoutant toutes les conduites existantes sur le terrain, Pour ceci, on a désigné sur la couche « Réseau\_AEP » les conduites avec la fonction de polyligne, a chaque fois qu'on ajoute une polyligne, une ligne s'apparait sur la table, et c'est la qu'on a injecté les informations de cette dernière (Diamètre en « mm » et Longueur en « m »)

Les étapes effectuées pour cette tâche seront présentée sur les figures suivantes :

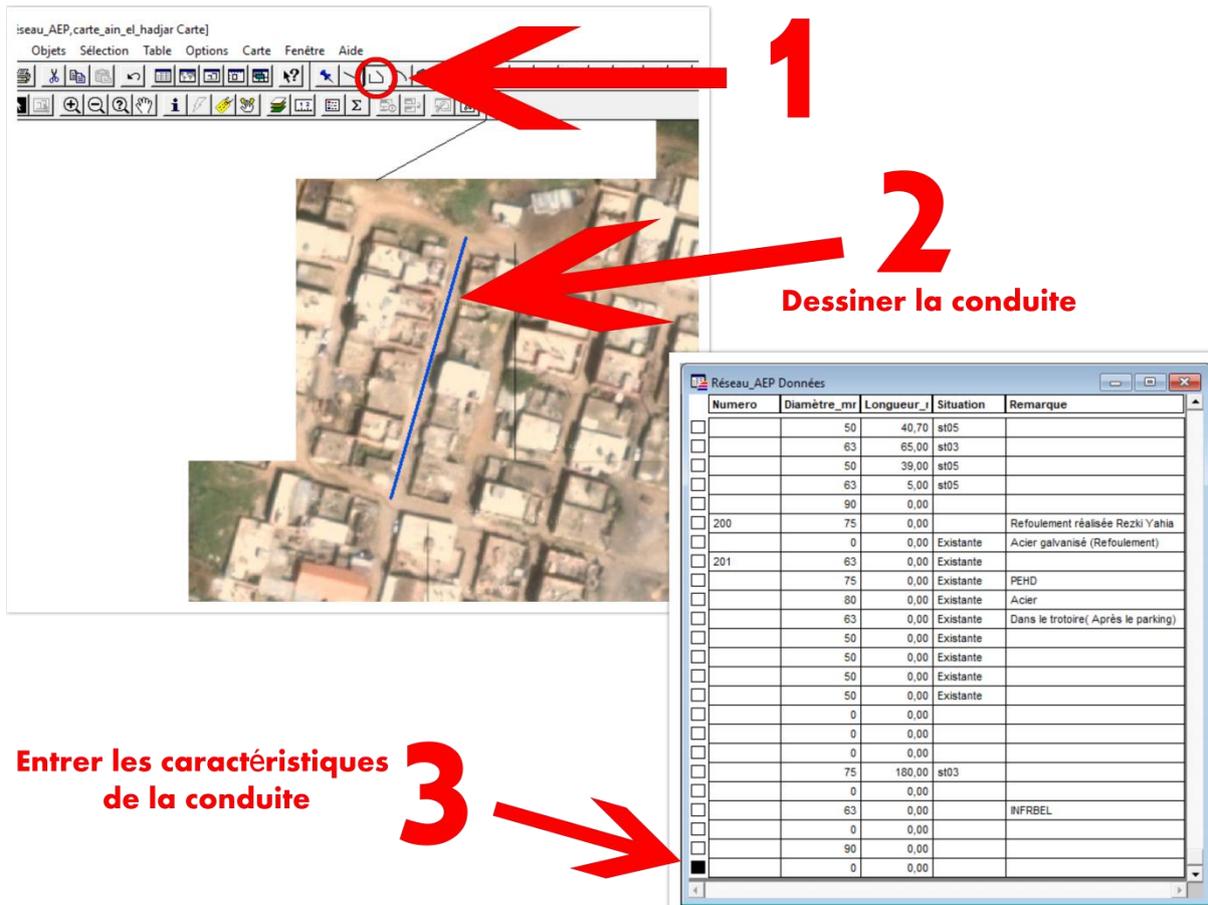


Figure 34 : Création des conduites

## 6 Résultats Obtenues

En terminant ces taches, un réseau d'alimentation en eau potable complet de la ville d'Ain El Hadjar est obtenu et qui contient :

- Une carte qui présente l'emplacement de chaque conduite ;
- Une table hébergeant les caractéristiques de chaque conduite et des remarques peuvent être citées pour chaque tronçon.

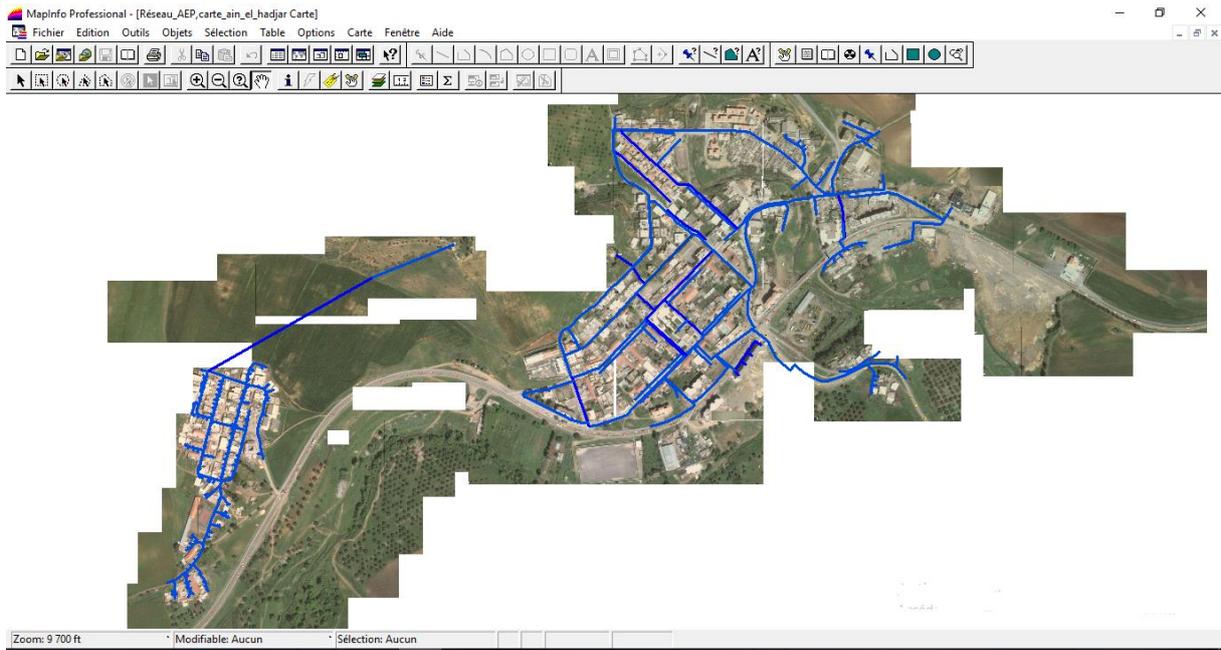


Figure 35 : Réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadja complet

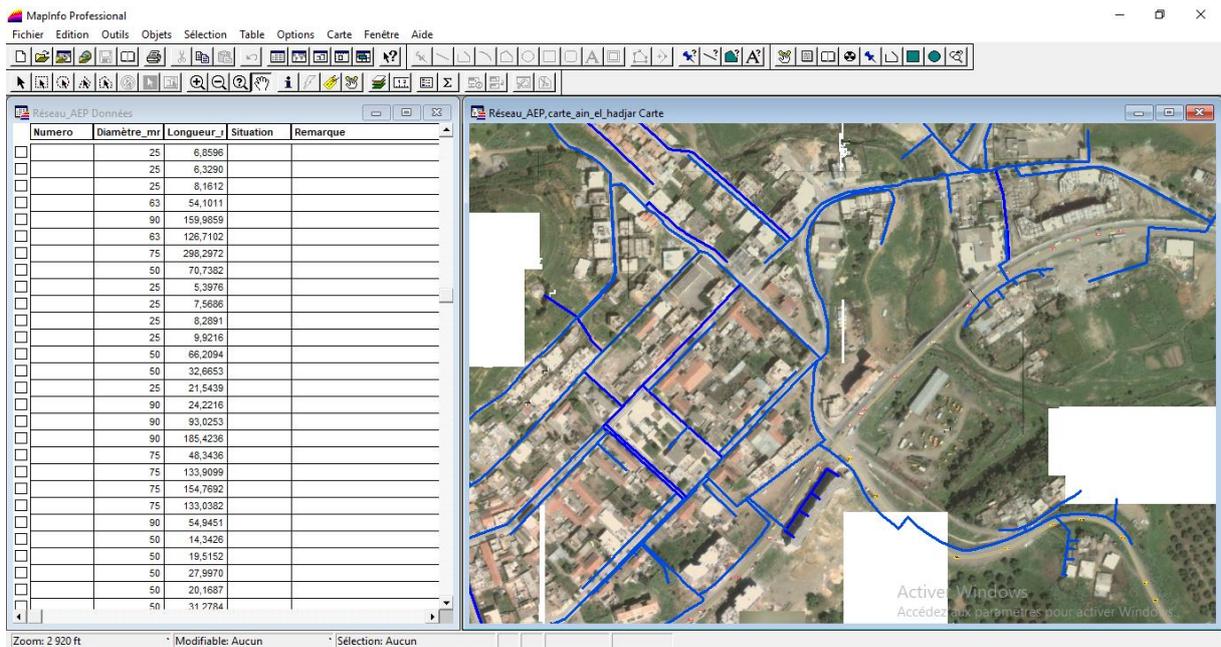


Figure 36 : SIG du réseau d'AEP d'Ain El Hadjar

Les résultats présentés ci-dessus démontrent quelques capacités des SIG dans la manipulation et la gestion des données relatives aux installations des différents réseaux, y compris de la distribution de l'eau potable.

Les résultats obtenus peuvent également fournir des informations aux autres professionnels, comme par exemple, les planificateurs urbains, les maîtres d'ouvrages, ... etc. Connaître la distribution spatiale des éléments du réseau permettra d'éviter ou réduira les

dommages causés à ces éléments pendant les travaux de construction. Les planificateurs urbains pourront faire de meilleures planifications.

En cas de dommage, les SIG permettront une intervention plus rapide, mais également de trouver la solution adéquate.

Les informations fiables se trouvent désormais à un clic de souris. Les risques de pertes sont limités et les interventions plus rapides. Un établissement dans le domaine de l'hydraulique (DRE, ONA, ADE, ...) pourra donc améliorer ses prestations pour fournir des performances plus satisfaisantes à sa clientèle.

Après la mise en place du SIG ça mis à jour régulière est nécessaire. Or la maintenance et la mise à jour d'une base de données requiert une abondance de données actualisées, détaillées, facilement accessibles et compréhensibles par tous les utilisateurs. De plus, il faut que la base de données soit hébergée sur un serveur sécurisé pour prévenir au maximum les risques de perte et d'éventuelles détériorations.

La mise en œuvre du SIG pour le réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'Ain El Hadjar va permettre d'analyser le réseau selon différents critères : diamètre, longueurs, matériaux de construction, et âge des canalisations (après l'insertion des remarques par le service de la subdivision des ressources en eau), tout ça on utilise les requêtes SQL qui seront présentées dans le titre à venir.

## 7 Requêtes SQL et Analyses thématiques

L'établissement d'une base de données consiste à ressortir des requêtes, et c'est ce qu'on peut faire avec MapInfo, L'interrogation des bases de données relationnelles se fait grâce à l'intermédiaire d'un langage de requêtes existant dans le logiciel, on profitant de cette fonction, on aura une grande facilité dans la résolution des problèmes rencontrés au travail.

### 7.1 Exemple de requête

On va prendre comme exemple l'affichage des conduites qui ont un diamètre inférieur à 75mm

- Pour ouvrir la sélection SQL, on clique sur « Sélection » en haut de la page → ensuite « Sélection SQL » ;
- Une fenêtre apparaît, et qui donne de nombreuses fonctions ;

- La figure suivante montre la méthode de remplissage de la fenêtre, afin d'effectuer l'exemple proposé.

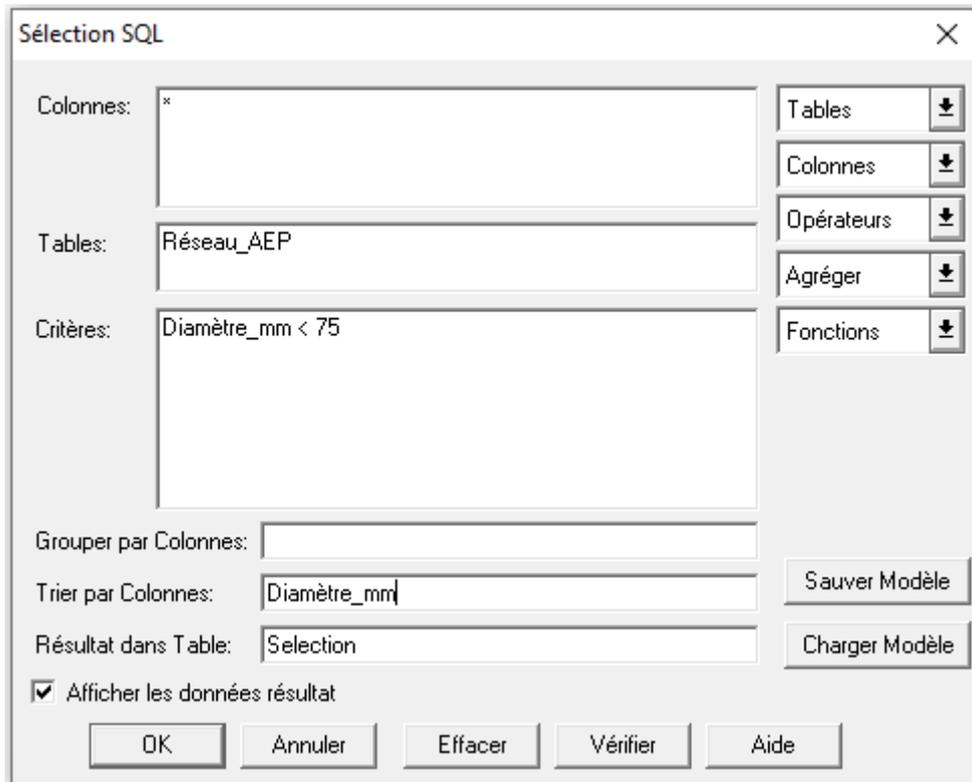


Figure 37 : Remplissage de la sélection SQL

Les résultats de la requête sont les suivants :

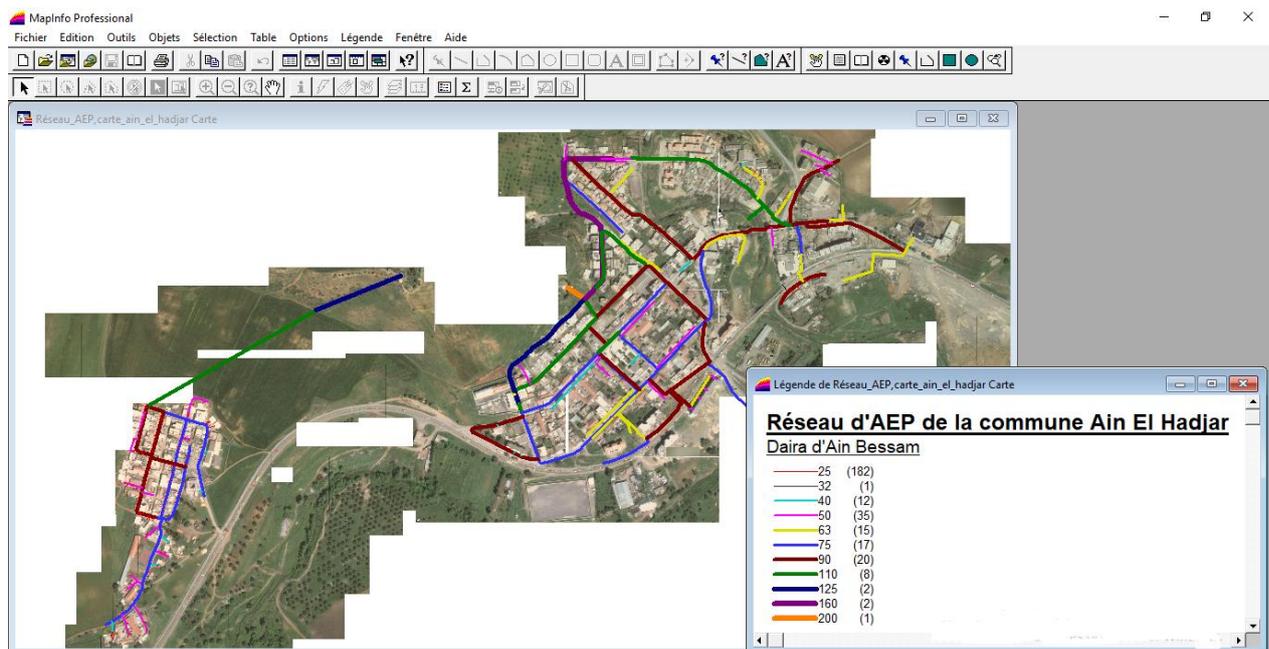
Numero	Diamètre_mr	Longueur_l	Situation	Remarque
	25	1,3559		
	25	1,3517		
	25	4,1200		
	25	3,0518		
	25	10,4937		
	25	3,5788		
	25	2,1643		
	25	3,7268		
	25	6,8596		
	25	6,3290		
	25	8,1612		
	25	5,3976		
	25	7,5686		
	25	8,2891		
	25	9,9216		
	25	21,5439		
	25	5,4130		
	25	4,6612		
	25	3,2318		
	25	6,1422		
	25	3,9098		
	25	3,9324		
	50	20,1687		
	50	31,2784		
	50	22,5863		
	50	32,2064		
	50	12,3015		
	50	50,5039		
	50	30,7303		
	50	58,3106		
	50	7,8564		
	50	16,1520		
	50	3,3700		
	50	24,0000	st05	
	63	5,0000	st05	
	63	0,0000	Existante	Dans le trottoire( Après
	63	101,7223		INFRBEL
	63	93,3132		
	63	115,5159		
	63	52,2096		
	63	22,6635		
	63	6,9522		
	63	134,7941		
	63	40,8976		

Figure 38 : Résultats de la requête SQL

## 7.2 Analyses thématiques

Dans le domaine des SIG, l'analyse thématique permet de construire des cartographies thématiques. Celles-ci sont des cartes géographiques illustrant, par l'utilisation de divers paramètres graphiques (couleur, symbolique, taille, etc.), le comportement d'un phénomène en relation avec sa localisation spatiale [MERYEM, 2017].

Un exemple pour la ville d'Ain El Hadjar est illustré dans la figure suivante, Cet exemple présent la répartition des diamètres au niveau de son réseau d'AEP.



**Figure 39 :** Répartition des diamètres du réseau d'AEP d'Ain El Hadjar

Afin d'effectuer ce travail on procède comme suit :

- Ouvrir la fenêtre « Analyse thématique » en cliquant sur « Carte » en haut de la page → ensuite « Analyse thématique » ;
- Aller sur « Valeurs individuelles » → « Valeurs individuelles de lignes par défaut » ;
- Choisir la table « Réseau\_AEP », et le variable « Diamètre\_mm » ;
- Modifier le style d'affichage de chaque diamètre de conduite (Couleur, Epaisseur...) et enfin cliqué sur « OK ».

## **8 Conclusion :**

Ce chapitre a été consacré au développement d'un SIG, en complétant un fichier déjà existant mais en manque de données, on a réussi à créer une base de données indispensable pour la zone d'étude. A partir de différentes données concernant le réseau (diamètre, longueurs,...) et son environnement.

On a numérisé la totalité du plan du réseau et ses caractéristiques à l'aide du logiciel MapInfo pour aboutir à un Système d'Information Géographique (SIG) constamment actualisé. Le SIG va être remis à la disposition du service de la subdivision des ressources en eau de la daïra d'Ain Bessem pour éventuelles utilisations, exploitations et mise à jours. Le SIG réalisé permet de localiser avec précision tous les éléments liés au réseau de distribution d'eau potable de la ville concernée.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

A partir de l'ensemble des informations recueillies et à travers de ce travail, nous avons étudié le projet de dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable du chef-lieu de la commune Ain El Hadjar pour l'horizon de 2050, dont la population de la zone d'étude estime qu'elle atteindra 5931 habitants.

Ce travail n'a pas pris le réseau de distribution d'eau potable uniquement, mais il regroupe des études de tout un ensemble de projets hydrauliques à partir de l'adduction au stockage et jusqu'à la distribution, avec la mise en place d'un système d'information géographique qui facilite la gestion du réseau d'AEP.

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que la réalisation d'un réseau d'alimentation en eau potable se base sur plusieurs critères dépendants du nombre d'habitants, de la nature du terrain, quantité d'eau distribuée, et aussi en respectant les normes de réalisation de tels réseaux.

L'importance des besoins en eau estimés pour la zone concernée par l'étude, a donné la nécessité de prévoir transporter d'environ  $1112\text{m}^3/\text{j}$  du réservoir  $R1000\text{m}^3$  vers le réservoir en tête (de distribution)  $R500\text{m}^3$ .

La distance (160,38 m) et la différence d'altitude entre les deux réservoirs nous a permis d'assurer une adduction gravitaire. Les caractéristiques de la conduite gravitaire qui relie le réservoir tampon et le réservoir de distribution sont les suivantes :

Type : PEHD PN10,  $D = 125 \text{ mm}$ ,  $Q = 1111,97 \text{ m}^3/\text{j}$ , et  $L = 160,38 \text{ m}$ .

L'étude de dimensionnement du réservoir de distribution d'eau potable a assuré que le réservoir existant, de la capacité  $500 \text{ m}^3$  peut satisfaire les besoins en eau à l'horizon de l'étude réalisée.

Le dimensionnement du réseau de distribution en eau potable du chef-lieu d'Ain El Hajdar qu'on a réalisé est de type maillé et ramifié (hybride), doté d'une longueur totale de conduite égale à  $6093,02\text{m}$ , en PEHD PN10.

L'utilisation du logiciel informatique (Epanet) dans la simulation du fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable nous a aidé à aboutir aux résultats voulus.

Des résultats et rapports affichés à la fin de la simulation nous montrent que les paramètres hydrauliques du réseau dimensionné sont dans l'ensemble, dans la plage des valeurs acceptables.

Et dans notre travail, on a élaboré également une base de données avec cartes numérisées pour faciliter la gestion de fonctionnement du réseau d'alimentation d'eau potable de la ville d'Ain El Hadjar à l'aide des outils du Systèmes d'Informations Géographiques. Ces derniers dispensent autant l'utilisateur de savoir appréhender correctement le fonctionnement du réseau, et peut beaucoup aider les entreprises hydrauliques à effectuer des différentes tâches.

Enfin nous espérons que cette étude pourra atteindre les objectifs visés qui cherchent d'avoir un bon fonctionnement du réseau d'AEP de la ville d'Ain El Hadjar à un horizon d'années cité auparavant et d'éviter le maximum des problèmes que nous avons l'habitude de les trouvé dans les réseaux d'AEP en général.

Du point de vue personnel, ce projet de fin d'études m'a permis d'approfondir mes connaissances en hydrauliques urbaines. La réalisation des différentes études et tâches m'ont également permis de mieux comprendre le fonctionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable.

## **RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE**

- **[Abdelkarim, 2016]** : Étude du réseau l'alimentation en eau potable de la cité 1er novembre commun de Saïda, wilaya de Saïda, Université de Saïda, 2016.
- **[A. DUPONT, 1977]** : HYDRAULIQUE URBAINE tome 2, par André DUPONT EDITION EYROLLES paris 1979.
- **[ANIS, 2019]** : Modélisation du réseau d'eau potable de la nouvelle ville Draa Errich et l'élaboration d'un système d'information géographique, Université de Annaba, 2019.
- **[A.Rossman, 2003]** : Manuel d'utilisation EPANET 2.0. Cincinnati, OH.
- **[HydroClass]** : Catalogue technique des tubes polyéthylène (PE) et accessoires. Avenue Camille Cavallier, France.
- **[Lynda, 2019]** : Dimensionnement de réseau d'alimentation en eau potable de la caserne de Béni Messous, wilaya d'Alger : Université de Bouira, 2019.
- **[MERYEM, 2017]** : Cartographie du réseau d'AEP de la ville de Khemis El-Khechena (W.BOUMERDES), ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE, 2017.
- **[Michel Didier]** : Livre Guide économique et méthodologique des SIG, Michel Didier, 1993.
- **[BENDAHMANE, 2007]**: Renforcement de l'AEP de Ouadhais et Taguemount EL Djedid à partir de Takhoukht, wilaya de Tizi Ouzou, Université de Bejaia, 2007.

### **Webographie**

- **[1]** : <https://fr.db-city.com/Algérie--Bouira-- Aïn-Bessem-- Aïn-El-Hadjar>.
- **[2]** : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya\\_de\\_Bouira](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Bouira)
- **[3]** : Récupéré sur [www.ingenieurs.com](http://www.ingenieurs.com)
- **[4]** : Récupéré sur <https://.www.memoireonlin.com>
- **[5]** : Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org/>