

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Centre Universitaire AbdelhafidBoussouf - Mila**  
**Institut des Sciences et de Technologie**  
**Département de sciences et Techniques**



N° Ref :.....

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Spécialité : Sciences Hydrauliques.**

**THEME**

**Diagnostic du réseau d'AEP de la zone Nord-Ouest de la commune de Tadjanet wilaya de Mila.**

**Présenté par :**

- Labsir Fatima Zohra.
- Siari Aida.

**Soutenu devant les jurys :**

M. Mohamedkhalfa.

**Président**

Mme. Amal Boumssenagh.

**Promoteur**

Mme. Alia Zineb.

**Examineur**

**Année universitaire : 2016/2017**





## *Remerciement*

*Au terme de la rédaction de ce mémoire.*

*Le grand merci au bon **Dieu** tout puissant qui m'a protégé le long de mon cursus d'étude.*

*C'est avec un grand plaisir que nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur **M<sup>me</sup> Boumesseneghe** .A pour nous avoir soutenus et appuyés tout au long de nos projets pour ses conseils fructueux et ses critiques construction.*

*Nous tenons à témoigner notre profonde gratitude à **Mr.Charoual Abd elMalek** (Bureau de la réalisation et programmation des projets de la direction D'Hydraulique W.Mila) S'est toujours monté à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire , ainsi pour sa générosité , la grande patience , l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer*

*Et aussi nos remerciements Tous les enseignants de Département d'Hydraulique sans oublier **Mr.Moussouni .A** et **M<sup>me</sup> . Allia.Z** pour ses orientations .*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux qui nous en aidé de près ou de loin au long de la réalisation de ce travail.*

**MERCI ET MILLE MERCI**

*Aida*

*Fatima zohra*



## Dédicace

*Je dédie ce succès à :*

*A ma très chère maman : aucun dédicace ne pouvait être assez éloquent pour exprimer ce qu'ils méritent pour tout son sacrifice qu'elle n'a cessé de me donner depuis ma naissance , durant mon enfance et même à l'âge adulte.*

*A ce brave homme mon très cher père , qui m'a suivi dans mes études et m'a guidé vers la réussite.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour , l'estime , le dévouement et le respect qui toujours en pour vous .*

*A mon source de ma joie et le plus bon frère dans le monde « fateh ».*

*A mes très chers sœurs et leur enfants, pour l'encouragements et les sacrifices qu'ils ont consentis pour mes études .*

*A ma sœur et ma binôme « fatima » Malgré tout les obstacles qui s'opposent en dépit des difficultés qui s'interposent l'étude il représente la lumière de ma existence et l'étoile brillante de ma réjouissance , je souhaite que le fruit de nos efforts fournis jour et nuit , nous mènera vers le bonheur .*

*À tous mes chers amis et mes collègues de l'Université.*

*Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire*

*Aida*

## *Dédicace*

*Je dédie ce succès à :*

*Ma mère qui m'a encouragé à aller de l'avant et qui ma donné tout son amour pour reprendre mes études.*

*Mon très chère père. qui ma donné force pour continuer.*

*Dont aucun hommage ne pourrait être la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mes très chers frères et sœurs qu'ils veuillent trouver dans ce modeste travail résultat des encouragements incessants et des sacrifices qu'ils ont consentis pour mon étude.*

*A ma sœur qui est partagé mon temps mes moments de joie et de tristesse «Aida»*

*À tous mes chers amis et mes collègues de l'Université.*

*Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire*

*Fatima Zohra*

# **SOMMAIRE**

<b>Nombre</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
	<b>SOMMAIRE</b>	
	<b>REMERCIEMENTS</b>	
	<b>DEDICACE</b>	
	<b>LISTE DES TABLEAUX.</b>	
	<b>LISTE DES FIGURES</b>	
	<b>LISTE DES CARTES</b>	
	<b>LISTE DES PLANCHES</b>	
	<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b>	
	<b>RÉSUMÉ</b>	
	<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	
<b>CHAPITRE N° I : Présentation de la zone d'étude</b>		
	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>I-1</b>	<b>Situation géographique et administrative</b>	<b>1</b>
<b>I-1-1</b>	<b>Situation géographique de la zone d'étude</b>	<b>1</b>
<b>I-1-2</b>	<b>Limites administratives.</b>	<b>3</b>
<b>I-2</b>	<b>Situation climatique</b>	<b>4</b>
<b>I-2-1</b>	<b>Climat</b>	<b>4</b>
<b>I-2-2</b>	<b>Température de l'air</b>	<b>4</b>
<b>I-2-3</b>	<b>Précipitation</b>	<b>5</b>
<b>I-2-4</b>	<b>Vents</b>	<b>6</b>
<b>I-2-5</b>	<b>Humidité de l'air</b>	<b>7</b>
<b>I-2-6</b>	<b>L'évaporation</b>	<b>7</b>
<b>I-2-7</b>	<b>L'insolation</b>	<b>8</b>
<b>I-2-8</b>	<b>La température du sol</b>	<b>9</b>
<b>I-3</b>	<b>Situation topographique et hydrographique</b>	<b>10</b>
<b>I-4</b>	<b>Situation géologique</b>	<b>12</b>
<b>I-5</b>	<b>Occupations des sols</b>	<b>14</b>
<b>I-6</b>	<b>Situation hydraulique</b>	<b>14</b>
<b>I-6-1</b>	<b>Ressources en eau superficielle</b>	<b>14</b>
<b>I-6-2</b>	<b>Ressources en eau souterraines</b>	<b>14</b>
<b>I-7</b>	<b>Situation démographie et estimation des besoins en eau</b>	<b>16</b>
<b>I-7-1</b>	<b>Généralités</b>	<b>16</b>
<b>I-8</b>	<b>Evolution démographique</b>	<b>16</b>
<b>I-8-1</b>	<b>Population actuelle</b>	<b>16</b>
<b>I-8-2</b>	<b>Population future</b>	<b>16</b>
<b>I-9</b>	<b>Evolution des besoins en eau</b>	<b>18</b>
<b>I-9-1</b>	<b>Besoins domestiques de la zone d'étude</b>	<b>18</b>
<b>I-9-2</b>	<b>Choix de la dotation</b>	<b>18</b>
<b>I-9-3</b>	<b>Besoins publics des consommateurs</b>	<b>20</b>
<b>I-9-4</b>	<b>Besoins totaux</b>	<b>22</b>
<b>I-9-5</b>	<b>Etudes des variations des besoins</b>	<b>23</b>
<b>I-9-6</b>	<b>Evaluation des débits moyens journaliers majeurs (Qmoyj maj)</b>	<b>23</b>

I-9-7	Evaluation des débits Max journaliers	24
I-9-8	Evaluation de Débits horaires	25
I-9-9	Evaluation de Débit de pointe Qp	27
I-10	Bilan hydrique	29
	Conclusion	30

## CHAPITRE N°II : Termes descriptif des éléments du réseau et diagnostic

	Introduction	32
II-1	Présentation des installations existantes	32
II-1-1	Ressources existantes	32
II-1-1-1	Les forages	32
II-1-1-1-1	Forage SP2	32
II-1-1-2	Le barrage Béni Haroun	37
II-2	Ouvrage de stockage	38
II-2-1	Châteaux d'eau R2 1000m3	38
II-3	Diagnostic et analyses des adductions :	41
II-3-1	Adduction forage SP2 – châteaux d'eau R2 (1000m3)	41
II-3-2	Adduction : Bâche à eau (5000m <sup>3</sup> ) –Le châteaux d'eau (1000m3)	41
II-3-3	Station de pompage de la commune de Tadjenat.	42
II-4	Diagnostic et analyses des distributions	42
II-5	Dysfonctionnement des réseaux d'eau et problématique des fuites	44
II-5-1	vieillessement d'une conduite d'eau potable	45
II-5-2	Evaluation du vieillissement d'une conduite	45
II-5-2-1	La qualité de l'eau	45
II-5-3	Défaillances des conduites	45
II-5-3-1	Défaillances possibles et conséquences associées au réseau d'AEP	45
II-5-3-1-1	La dégradation du réseau	45
II-5-3-1-2	Dégradation de la qualité de l'eau	45
II-5-4	Défaillances du régime hydraulique	47
II-5-4-1	Diminution de la capacité de transport	47
II-5-4-2	Les fuites	48
II-5-4-3	Les pertes	49
II-5-4-4	Les ruptures	50
	Conclusion	51

## CHAPITRE N° III : Calcul hydraulique de réseau d'AEP

	Généralité	51
III-1	Définition des différents types des réseaux	51
III-1-1	Réseau ramifié	51
III-1-2	Réseau maillé	51
III-1-3	Réseau combiné (mixte)	52
III-1-4	Réseau étagé	52



III-1-5	Les réseaux distincts	53
III-2	Choix de type de réseaux	54
III-3	Choix du matériau de réseau	54
III-4	Les paramètres du réseau	54
III-5	Dimensionnement du réseau :	55
III-5-1	Débit spécifique :	56
III-5-2	Débit en route (propre)	56
III-5-3	Détermination du débit de tronçon	56
III-5-4	Détermination des débits nodaux	62
III-5-5	Calcul des diamètres	65
III-5-6	Vérification de la vitesse	65
	Conclusion.	72
<b>CHAPITRE N° IV : Simulation hydraulique du réseau de distribution</b>		
	introduction	74
IV-1	Calcul du réseau par logiciel « EPANET »	74
IV-1-1	Présentation du logiciel	74
IV 1-1-1	Définition	74
IV-1-1-2	.Capacités pour la Modélisation Hydraulique	74
IV-1-1-3	Etapes de l'utilisation d'EPANET	75
IV-2	Données nécessaires à la modélisation du réseau	75
IV-2-1	Caractéristiques des tronçons	75
IV-2-2	Caractéristiques des ouvrages spéciaux	76
IV-2-3	Caractéristiques des nœuds de demande	76
IV-3	Calcul hydraulique de réseau	76
IV-3-1	Détermination du diamètre	77
IV-3-2	Détermination de vitesse	77
IV-3-3	Détermination des pertes de charges	77
IV-3-4	.Détermination des pressions au sol	79
IV-4	Simulation Epanet de réseaux	79
	conclusion	98
<b>CHAPITRE N ° V : château d'eau</b>		
	Introduction	99
V-1	Rôle des châteaux d'eau	99
V-2	Définition d'un Châteaux d'eau (réservoir surélevé)	99
V-3	Principe de fonctionnement	100
V-4	Entretien des châteaux d'eau	100
V-5	Détermination de la capacité du château d'eau	101
V-5-1	Réserve d'incendie	101
V. 5.2	Réserve de sécurité	101
V-6	Dimensionnement du château d'eau	101
V-7	Les équipements	102

V-7-1	Les équipements hydrauliques	102
V-7-2	Les équipements de sécurité	104
	conclusion	105
<b>CHAPITRE N° VI : Adduction de la zone d'étude</b>		
	Introduction	106
VI-1	Types d'adduction	106
VI-1-1	Adduction gravitaire	106
VI-1-2	Adduction par refoulement	106
VI-1-3	Adduction mixte	106
IV-2	Conditions d'établissement du tracé de la conduite d'adduction	106
IV-3	Choix du matériau de la conduite	107
VI-4	Dimensionnement des conduites d'adduction	107
VI-4-1	Calcul des diamètres des tronçons	107
VI-4-1-a	Calcul des pertes de charges	108
VI-4-1-b	Calcul de la hauteur manométrique totale	109
VI-4-1-c	Puissance absorbé par la pompe	110
VI-4-1-d	Calcul de l'énergie consommée annuellement par la pompe	110
VI4-1-e	Les frais d'exploitation	111
VI-4-1-f	Frais d'annuité	111
VI-4-1-g	Frais d'amortissement	111
VI-4-2	Calcul des diamètres économiques	112
	Conclusion	118
<b>CHAPITRE N° VII : Protection des conduites contre le coup de bélier</b>		
	Introduction	119
VII-1	Le Coup de bélier	119
VII-1-1	Principe et manifestations	119
VII-1-2	Moyen de protection des installations	121
VII-2	Etude de coup de bélier	122
VII-2-1	Calcul du coup de bélier	124
	Conclusion	124
<b>CHAPITRE N° VIII : La gestion du réseau d'AEP</b>		
	Introduction	125
VIII-1	Définition	125
VIII -2	But de la gestion	125
VIII -3	Maintenance	125
VIII -3-1	La maintenance préventive	125
VIII -3-1-1	L'entretien courant	125
VIII -3-1-2	L'entretien préventif systématique	125
VIII -3-1-3	L'entretien préventif exceptionnel	125

<b>VIII -3-2</b>	<b>La maintenance curative</b>	<b>126</b>
<b>VIII-4</b>	<b>Gestion technique et suivie générale des installations (pour un captage par forage)</b>	<b>126</b>
<b>VIII-4-1-1</b>	<b>Contrôle hebdomadaire</b>	<b>126</b>
<b>VIII -4-1-2</b>	<b>Contrôle mensuel</b>	<b>126</b>
<b>VIII -4-2</b>	<b>Vieillessement et traitement des forages</b>	<b>126</b>
<b>VIII -4-2-1</b>	<b>Protection active</b>	<b>127</b>
<b>VIII -4-2</b>	<b>Protection passive</b>	<b>127</b>
<b>VIII -4-2-3</b>	<b>Protection anticorrosion</b>	<b>127</b>
<b>VIII -4-3</b>	<b>Le colmatage des forages</b>	<b>127</b>
<b>VIII -5</b>	<b>Gestion des ouvrages de stockage</b>	<b>127</b>
<b>VIII -5-1</b>	<b>Equipement des réservoirs</b>	<b>127</b>
<b>VIII -5-2</b>	<b>Nettoyage des ouvrages de stockage</b>	<b>128</b>
<b>VIII -5-3</b>	<b>Gestion et exploitation des réservoirs</b>	<b>128</b>
<b>VIII -5-4</b>	<b>Contrôle de la qualité d'eau</b>	<b>128</b>
<b>VIII -5-4-1</b>	<b>contrôle mensuel</b>	<b>128</b>
<b>VIII -5-4-2</b>	<b>Contrôles semestriels</b>	<b>128</b>
<b>VIII - 6</b>	<b>Surveillance et entretien du réseau de distribution</b>	<b>129</b>
	<b>Conclusion</b>	<b>129</b>
	<b>CONCLUSION GENERALE</b>	
	<b>REFERENCE</b>	

# Liste des tableaux

Nombre	Titre	Page
<b>CHAPITRE N° I : Présentation de la zone d'étude</b>		
Tableau I.1	les différentes variations de température de l'air (2015-2016)	5
Tableau I.2	Les différentes variations de la précipitation (2015-2016)	5
Tableau I.3	Les différentes variations des vitesses des vents (2015-2016)	6
Tableau I.4	Les valeurs de l'humidité (2015-2016)	7
Tableau I.5	Les valeurs de l'évaporation (2015-2016)	8
Tableau I.6	Les valeurs de l'insolation (2015-2016)	8
Tableau I.7	Les valeurs de la température du sol (2015-2016)	9
Tableau I.8	l'évolution de la population à long terme	17
Tableau I.9	les valeurs de la dotation pour P>5000	19
Tableau I.10	Calcul des besoins domestiques	19
Tableau I.11	Besoins scolaires	20
Tableau I.12	Besoins sanitaires	20
Tableau I.13	Besoins administratifs	20
Tableau I.14	Besoins socioculturels et sportifs	20
Tableau I.15	Besoins des services	20
Tableau I.16	Besoins commerciaux	21
Tableau I.17	tableaux récapitulatif des différente besoins	22
Tableau I.18	tableaux récapitulatif des différente besoins	22
Tableau I.19	Débits moyens journaliers à différents horizons	24
Tableau I.20	Détermination des débits maximaux journaliers	25
Tableau I.21	Les valeurs de $\beta_{max}$ .	26
Tableau I.22	Evaluation de $Q_h$ et $Q_p$	28
Tableau I.23	Détermination des différents débits	29
Tableau I.24	Tableau comparatif des besoins et ressources en eau disponibles à différents horizon	30
<b>CHAPITRE N°II : Termes descriptif des éléments du réseau et diagnostic</b>		
Tableau II.1	caractéristiques du forage SP2	32
Tableau II.2	caractéristiques des équipements à l'intérieure de SP2	33
Tableau II.3	caractéristique des équipements à l'extérieur de SP2	35
Tableau II.4	Les caractéristiques principales du barrage de Béni Haroun	37
Tableau II.5	caractéristiques du château d'eau R2 1000 m <sup>3</sup>	38

<b>Tableau II.6</b>	les caractéristiques des conduites de châteaux d'eau R2	<b>40</b>
<b>Tableau II.7</b>	les caractéristiques des pompes qui refoulent vers le château d'eau R2 (1000m <sup>3</sup> )	<b>42</b>
<b>Tableau II.8</b>	Manifestation et mesures de la dégradation des conduites d'eau potable	<b>50</b>
<b>CHAPITRE N° III : Calcul hydraulique de réseau d'AEP</b>		
<b>Tableau III.1</b>	Calcul les débits en route, transitant et en tronçon de chaque tronçon du réseau d'AEP de la zone d'étude	<b>57</b>
<b>Tableau III.2</b>	Calcul les débits en route, transitant et en tronçon de Chaque tronçon du réseau d'AEP de la zone d'étude	<b>60</b>
<b>Tableau III.3</b>	Calcul des débits aux nœuds	<b>63</b>
<b>Tableau III.4</b>	Calcul des débits aux nœuds.	<b>64</b>
<b>Tableau III.5</b>	Vérification des vitesses de réseau ramifié (cas de point)	<b>68</b>
<b>Tableau III.6</b>	Vérification des vitesses du réseau ramifié (cas d'incendie)	<b>71</b>
<b>Tableau III.7</b>	Vérification des vitesses de réseau maillé (cas de point)	<b>71</b>
<b>Tableau III.8</b>	Vérification des vitesses de réseau maillé (cas d'incendie)	<b>72</b>
<b>Tableau III.9</b>	Vérification des vitesses	<b>72</b>
<b>CHAPITRE N° IV : Simulation hydraulique du réseau de distribution</b>		
<b>Tableau IV.1</b>	Calcul des paramètres hydrauliques	<b>79</b>
<b>Tableau IV.2</b>	Calcul des pressions	<b>82</b>
<b>Tableau IV.3</b>	vérification du fonctionnement de réseau de distribution dans le cas d'incendie.	<b>87</b>
<b>Tableau IV.4</b>	Calcul des pressions	<b>90</b>
<b>CHAPITRE N ° V : château d'eau</b>		
<b>Tableau V.1</b>	les coefficients horaires ch en fonction de nombre d'habitant	<b>101</b>
<b>Tableau V.2</b>	Calcul de volume de distribution du château d'eau	<b>102</b>
<b>Tableau V.3</b>	Variations de débit d'incendie en fonction de nombre d'habitant.	<b>103</b>
<b>Tableau V.4</b>	Tableau récapitulatif des calculs de château d'eau	<b>104</b>
<b>CHAPITRE N° VI : Adduction de la zone d'étude</b>		
<b>Tableau VI.1</b>	Calcul des diamètres de chaque tronçon	<b>114</b>
<b>Tableau VI.2</b>	Calcul de la Hmt de chaque tronçon.	<b>115</b>
<b>Tableau VI.3</b>	Calcul des frais d'exploitations de chaque tronçon	<b>116</b>
<b>Tableau VI.4</b>	Calcul des frais d'amortissement de chaque tronçon	<b>117</b>
<b>Tableau VI.5</b>	Calcul du Bilan de chaque tronçon	<b>117</b>
<b>CHAPITRE N° VII : Protection des conduites contre le coup de bélier</b>		
<b>Tableau VII.1</b>	Calcul de la valeur maximale du coup de bélier	<b>126</b>

## CHAPITRE N° VIII : La gestion du réseau d'AEP

<b>Tableau VIII.1</b>	les équipements d'un réservoir	<b>129</b>
<b>Tableau VIII.2</b>	éléments du coût d'entretien	<b>130</b>

# Liste des figures

<b>CHAPITRE N° I : Présentation de la zone d'étude</b>		
<b>Figure I-1</b>	<b>Communes limitrophes de la commune de Tadjenanet</b>	<b>3</b>
<b>Figure I-2</b>	<b>Les différentes variations de la température</b>	<b>5</b>
<b>Figure I-3</b>	<b>Les différentes variations de la précipitation</b>	<b>6</b>
<b>Figure I-4</b>	<b>Les différentes variations des vitesses des vents</b>	<b>6</b>
<b>Figure I-5</b>	<b>Les différentes variations de l'Humidité relatives mensuelles</b>	<b>7</b>
<b>Figure I-6</b>	<b>Les différentes variations de l'évaporation</b>	<b>8</b>
<b>Figure I-7</b>	<b>Les différentes variations de l'insolation</b>	<b>9</b>
<b>Figure I-8</b>	<b>Les différentes variations de la température du sol</b>	<b>10</b>
<b>Figure I-9</b>	<b>La coupe géologique du forage Sp2</b>	<b>15</b>
<b>Figure I-10</b>	<b>Estimation de la population pour différents horizons</b>	<b>17</b>
<b>Figure I-11</b>	<b>Variation des débits moyens journaliers à différents horizons</b>	<b>24</b>
<b>Figure I-12</b>	<b>Variation des débits maximaux journaliers à différents horizons.</b>	<b>25</b>
<b>Figure I-13</b>	<b>Variation des débits horaire à différents horizons.</b>	<b>28</b>
<b>Figure I-14</b>	<b>Variation des débits de pointe à différents horizons</b>	<b>29</b>
<b>CHAPITRE N° II : Termes descriptif des éléments du réseau et diagnostic</b>		
<b>Figure II-1</b>	<b>Forage Sp2.</b>	<b>35</b>
<b>Figure II-2</b>	<b>vue générale des équipements du forage SP2.</b>	<b>36</b>
<b>Figure II-3</b>	<b>Photographie du barrage de Béni Haroun</b>	<b>38</b>
<b>Figure II-4</b>	<b>Vue générale du château d'eau R2 1000 m<sup>3</sup></b>	<b>39</b>
<b>Figure II-5</b>	<b>Chambre des vannes a l'extérieure de château d'eau R2 (1000m<sup>3</sup>).</b>	<b>39</b>
<b>Figure II-6 (A, B)</b>	<b>Chambre des vannes à l'intérieur du réservoir R2 1000m<sup>3</sup></b>	<b>40</b>
<b>Figure II-7</b>	<b>Photographie Corrosion interne.</b>	<b>45</b>
<b>Figure II-8</b>	<b>Photographie Corrosion externe</b>	<b>46</b>
<b>Figure II-9</b>	<b>Cas d'entartrage des conduites de distribution</b>	<b>46</b>
<b>Figure II-10</b>	<b>fuite au niveau de la conduite «Ø=63mm, en PVC», la vanne est bon état. « Coopératives El Amel »</b>	<b>47</b>
<b>Figure II-11</b>	<b>fuite au niveau de la conduite «Ø=63mm, en PVC». « Coopératives El Amel ».</b>	<b>48</b>
<b>Figure II-12</b>	<b>Branchements individuels en la cité Reghai Bachir</b>	<b>49</b>
<b>Figure II-13</b>	<b>Ruptures où fuites apparentes</b>	<b>49</b>
<b>CHAPITRE N° III : Calcul hydraulique de réseau d'AEP</b>		
<b>Figure III-1</b>	<b>Réseau ramifié</b>	<b>51</b>
<b>Figure III-2</b>	<b>Réseau maillé</b>	<b>51</b>

<b>Figure III-3</b>	<b>Réseau combiné (mixte)</b>	<b>52</b>
<b>Figure III-4</b>	<b>Réseau étagé</b>	<b>53</b>
<b>Figure III-5</b>	<b>Schéma du réseau de distribution</b>	<b>55</b>
<b>CHAPITRE N° IV : Simulation hydraulique du réseau de distribution</b>		
<b>FigureIV-1</b>	<b>Schéma du réseau de distribution en cas de pointe (Répartition final).</b>	<b>86</b>
<b>FigureIV-2</b>	<b>Schéma du réseau de distribution en cas d'incendie (Répartition final).</b>	<b>93</b>
<b>FigureIV-3</b>	<b>Schéma représente les nœuds à de la pression supérieure à 10 bars.</b>	<b>94</b>
<b>FigureIV-4</b>	<b>Schéma représente les tronçons à du débit supérieur à 17l/s.</b>	<b>95</b>
<b>FigureIV-5</b>	<b>Schéma représente les tronçons à des diamètres supérieurs à 100 mm</b>	<b>96</b>
<b>CHAPITRE N° V : château d'eau</b>		
<b>Figure V-1</b>	<b>Réservoir surélève de 1000 m<sup>3</sup></b>	<b>100</b>
<b>FigureV-2</b>	<b>Schéma des différent équipement</b>	<b>106</b>
<b>CHAPITRE N° VI : Adduction de la zone d'étude</b>		
<b>Figure VI-3</b>	<b>Schéma d'adduction de la zone d'étude.</b>	<b>119</b>
<b>CHAPITRE N° VII : Protection des conduites contre le coup de bélier</b>		
<b>Figure VII-1</b>	<b>Principe du coup de bélier</b>	<b>121</b>
<b>Figure VII-2</b>	<b>Exemple de coup de bélier.</b>	<b>122</b>
<b>Figure VII-3</b>	<b>Variations de pression dans une conduite en acier galvanisé d'une longueur de 3,5 m (diamètre nominale DN ½") à un débit de 14,7 l/min</b>	<b>123</b>
<b>Figure VII-4</b>	<b>installation d'anti-bélier à réservoir d'air</b>	<b>124</b>
<b>FigureVII-5</b>	<b>Schéma de protection par cheminée d'équilibre</b>	<b>124</b>



# Liste des cartes

<b>Nombre</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>CHAPITRE N° I : Présentation de la zone d'étude</b>		
<b>Carte I.1</b>	Situation géographique de la wilaya de Mila et la commune de Tadjenanet et la zone d'étude.	<b>2</b>
<b>Carte I.2</b>	Limites administratives de la commune de Tadjenanet	<b>4</b>
<b>Carte I.3</b>	Extrait de la carte d'état-major<Saint Donat> à l'échelle 1/50000 plan situation topographique de la commune de Tadjenanet	<b>11</b>
<b>Carte I.4</b>	Extrait de la carte d'état-major<Saint Donat> à l'échelle 1/50000 plan situation géologique de la commune de Tadjenanet.	<b>13</b>

# Liste des planches

<b>Planches d'un projet d'AEP</b>
Plan de masse existant
Plan de masse avec réseau+ extension
Profil en long de la conduite
Plan du réservoir (coupes, vue en plan et en perspective)
Plan de réseau cas normal (on met toutes les caractéristiques Q, V, L...)
Plan de réseau cas d'incendie (on met toutes les caractéristiques Q, V, L...)
Planche des ouvrages spéciaux (anti bélier...)

# Liste des abréviations

<b>AEP</b>	Alimentation en eau potable.
<b>APC</b>	Assemblée populaire et communal.
<b>DPAT</b>	Direction de la planification et Aménagement du territoire.
<b>PDAU</b>	Plans directeurs de l'aménagement et de l'urbanisme.
<b>PEHD</b>	Polyéthylène haute densité.
<b>PH</b>	Le potentiel hydrogène.
<b>PN</b>	Pression nominale.
<b>P.V.C</b>	Polychlorure de vinyle.

# ملخص

الدراسة التي قمنا بها تهدف إلى تشخيص نظام التزويد بالماء الصالح للشرب لبلدية تاجناننت ( و بالتحديد المنطقة المزودة من طرف خزان 1000م<sup>3</sup>)

عبر التشخيص الذي قدمناه، قد أعطينا في أول الأمر نظرة عامة على الوضعية الحالية لمختلف الينابيع المائية، شبكة التوزيع، شبكة الضخ و كذلك مختلف منشآت التخزين ثم انتقلنا إلى تقييم احتياجات السكان للمياه حتى سنة 2040.

و بعدها قمنا بتحديد كمية العجز في الماء و العجز في التخزين ثم شخصنا نظام التزويد بالماء الشروب من المنابع وصولا إلى شبكة التوزيع كما قمنا باقتراح حلول للمشاكل المصادفة أثناء عملية التشخيص.

و في الأخير قمنا بالتطرق إلى التسيير و الاستغلال الجيد لنظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب و الصيانة المثالية لمنشآت الري.

# Résumé

Le projet de mémoire que nous avons élaboré, avait porté sur le diagnostic du système d'AEP de la commune de Tadjenanet (principalement la zone alimentée par le réservoir 1000 m<sup>3</sup>).

A la lumière du diagnostic que nous avons effectué et en première lieu, nous avons présenté d'une façon générale les forages, les stations de pompages, les réseaux de distribution et d'adduction ainsi que ces réservoirs servant de stockage.

Notre travail se continua par l'estimation des besoins en eau jusqu'à l'horizon 2040.

En suite on a déterminés le déficit en eau dans la production et le stockage. Puis un diagnostic du système a été fait depuis les ressources jusqu'à la distribution et les ouvrage de stockage on donnant des recommandations sur les anomalies constatées.

Enfin, on a proposé une politique de gestion et de maintenance du réseau d'alimentation en eau potable.

# Abstract

The Memory project we prepared was based on the diagnosis of the AEP system in Tadjenanet commune (mainly the area fed by the 1000 m<sup>3</sup> tank).

In the light of the diagnosis we have made and, in the first place, we have presented generally drilling, pumping stations, distribution and conveyance networks as well as storage tanks.

Our work continued with the estimation of water requirements up to 2040.

As a result, the water deficit was determined in production and storage. Then a diagnosis of the system was made from the resources to the distribution and the storage works giving recommendations on the observed anomalies.

Finally, a policy has been proposed for the management and maintenance of the drinking water supply network.

# **INTRODUCTION GENERALE**

# Introduction générale

Le réseau d'alimentation en eau potable constitue un patrimoine sur lequel les gestionnaires doivent agir pour adapter le service proposé aux attentes des abonnés, de plus en plus inquiets et exigeants, et aux contraintes réglementaires, de plus en plus fortes.

Mettre à niveau le fonctionnement de l'infrastructure demande d'intervenir sur ses composants. Les conduites de distribution d'eau, qui représentent en grande valeur des réseaux se trouvent donc au centre d'une problématique de gestion technique dont les enjeux stratégiques, financiers et fonctionnels sont très importants.

La généralisation de la distribution d'eau potable en réseau est récente et au fur et à mesure du raccordement de la population, des questions se posent quant à la caractérisation du niveau de service rendu à l'utilisateur.

Aujourd'hui, la plupart des algériens ont de l'eau au robinet, mais la maîtrise, que l'on voudrait totale, de l'eau distribuée devient une préoccupation majeure.

Jadis on croyait que l'eau est en quantités abondantes et que ses ressources sont inépuisables, aujourd'hui son abondance et sa pureté sont mises à défaut par les conditions climatiques et les activités humaines.

Devant de telles situations il est impératif de concevoir des systèmes de protection de cette ressource et un système judicieux d'adduction, de stockage et de distribution afin de satisfaire la demande et de pallier aux pertes.

Dans ce contexte s'inscrit le thème de mon mémoire de fin d'étude qui est l'étude du diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la commune de Tadjenanet (Zone deux (2)).

Cette étude analyse le système d'alimentation en eau potable en passant par les chapitres suivants :

- Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.
- Chapitre II : termes descriptifs des éléments du réseau d'eau potable de la Zone d'étude.
- Chapitre III : calcul hydraulique du réseau d'AEP de la zone d'étude.
- Chapitre IV : Simulation hydraulique du réseau de distribution.
- Chapitre V : les châteaux d'eau .
- Chapitre VI : Adduction de la zone d'étude .
- Chapitre VII : Protection des conduites.
- Chapitre VIII : solutions et Gestion du réseau.



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





**INTRODUCTION :**

Les projets d'alimentation en eau potable nécessitent toujours l'étude du site, pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception de ce projet.

En effet, chaque site présente des spécificités touchant en particulier l'AEP que ce soit :

- ❖ Les données relatives à l'agglomération.
- ❖ Les données naturelles du site.
- ❖ Les données relatives au développement futur de l'agglomération.
- ❖ Les données propres à l'assainissement.

Donc la présentation de l'agglomération est une phase importante pour procéder à l'élaboration de l'étude du diagnostic de la zone II du chef lieu de la commune de Tadjenanet wilaya de Mila.

**I-1 Situation géographique et administrative :****I-1-1 Situation géographique de la zone d'étude :**

Issue de découpage administratif de 1984, la wilaya de Mila est située au Nord- Est de l'Algérie.

Administrativement la wilaya de Mila comprend treize (13) daïras et trente deux (32) communes. Le centre de Tadjenanet constitue la commune chef lieu de la daïra de Tadjenanet.

La commune de Tadjenanet est située dans la région des haut plateaux sétifiens, au sud-ouest du siège de la wilaya de Mila, à environ 70 km. Sur l'axe routier RN5, constantine Alger .Tadjenanet est à 72 km. Par rapport à Sétif. [1] « **Voir carte N°1** ».

Notre zone d'étude qui est la zone II du centre de Tadjenanet est située au niveau du chef lieu de la commune de Tadjenanet dans la partie Nord-Ouest.



**Carte N°1:** Situation géographique de la wilaya de Mila et la commune de Tadjenanet et la zone d'étude.

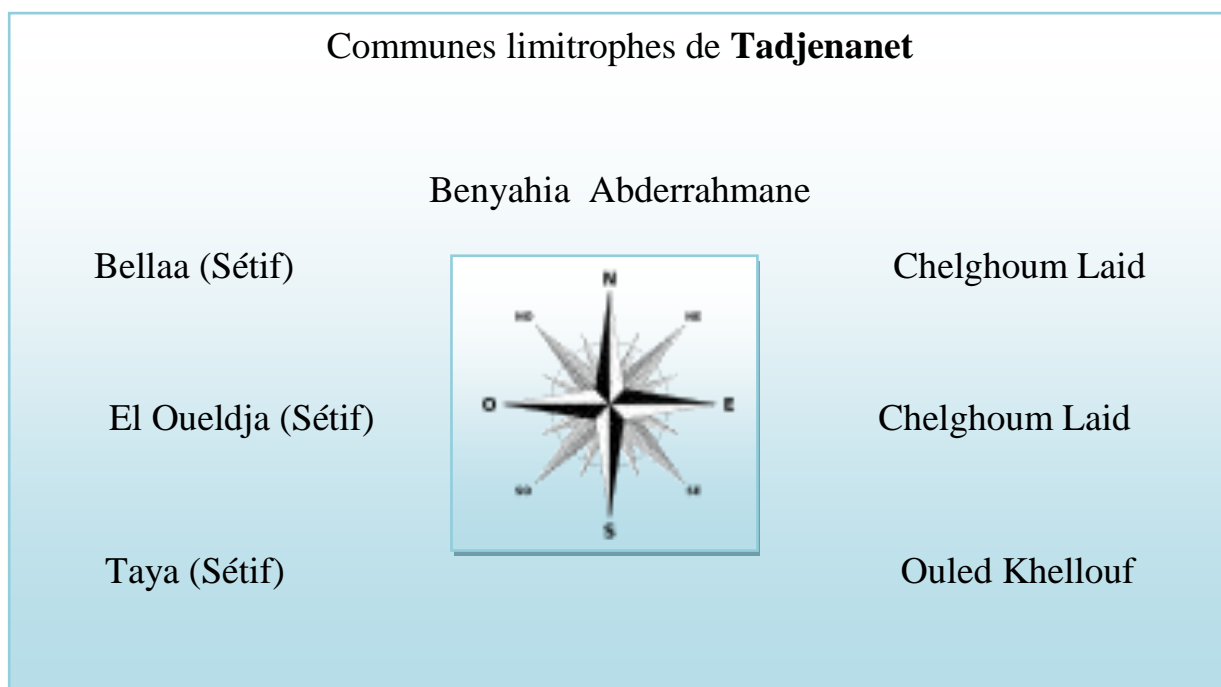
**I-1-2 Limites administratives :**

La commune de Tadjenanet représente une portion territoriale, aux confins Est des hauts plateaux, elle est limitée par : «voir carte N°2 ».

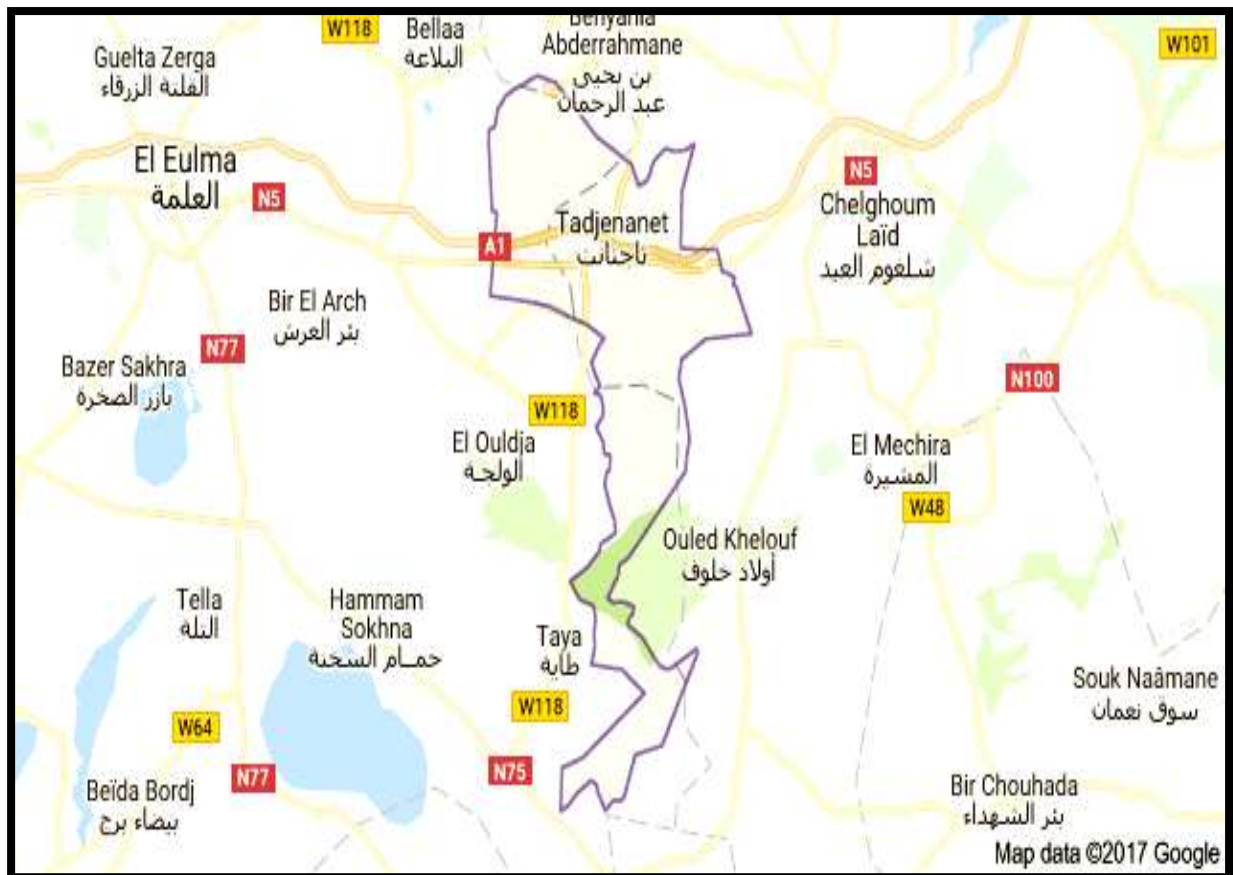
- Au Nord : par la commune Benyahia Abderrahmane.
- Au Sud : par la wilaya d'Oum el Bouaghi.
- A l'Ouest : par la wilaya de sétif.
- A l'Est : par les communes de M'chira et Chelghoum Laid.

Selon la carte d'état major : Saint Donat (échelle 1/50000), Le centre de Tadjenanet présente les coordonnées lamberts suivants :

- **X = 796.000**
- **Y = 318.500**
- **Z = 850.00**



**Figure I-1** : Communes limitrophes de la commune de Tadjenanet.



**Carte N°2:** Limites administratives de la commune de Tadjenanet.

## I-2 Situation climatique :

### I-2-1 Climat :

Le climat de la commune Tadjenanet est de type continental, caractérisé par une saison froide et humide en hiver et une saison sèche et chaude en été.

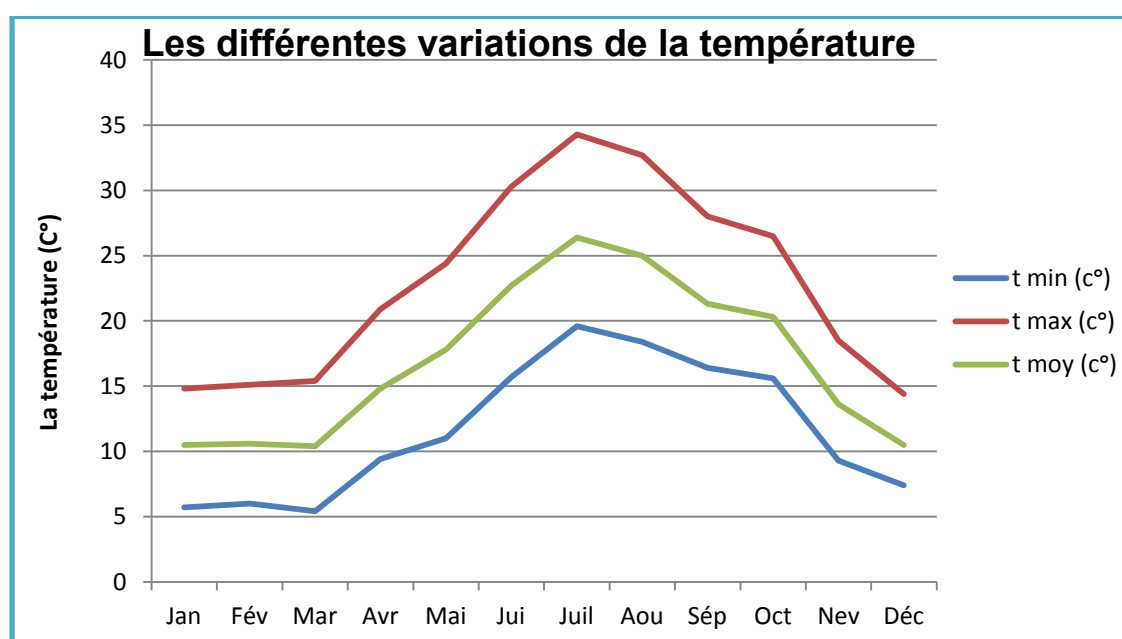
### I-2-2 Température de l'air :

La température influe directement sur le régime d'écoulement ; elle augmente l'évaporation et l'évapotranspiration durant les périodes chaudes. Pour notre zone d'étude les températures maximales et minimales relevées à la station météorologique d'Ain-Tinn, sont dressées dans le **Tableau (I-1)** ci-dessous :

**Tableau N°I-1:** les différentes variations de température de l'air (2015-2016).

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sép	Oct	Nov	Déc	annuel
T(c°) min	5.7	6.0	5.4	9.4	11.0	15.7	19.6	18.4	16.4	15.6	9.3	7.4	139.9
T(c°) max	14.8	15.1	15.4	20.9	24.4	30.3	34.3	32.7	28.0	26.5	18.5	14.4	275.3
T(c°) moy	10.5	10.6	10.4	14.8	17.8	22.7	26.4	25.0	21.3	20.3	13.6	10.5	203.9

(Source : la station de référence d'Ain-Tinn. Mila)

**Figure I-2 :** Les différentes variations de la température.**I-2-3 Précipitation :**

D'après les mesures de la station pluviométrique d'Ain-Tinn, la pluviométrie annuelle est de 505.5 (mm).

**Tableau N°I-2 :** Les différentes variations de la précipitation (2015-2016).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	annuel
Préc (mm)	61.9	42.4	14.8	69.1	68.8	10.9	0.2	0.0	25.0	22.7	74.9	114.8	505.5

(Source : La station de référence de Ain-Tinn .Mila)

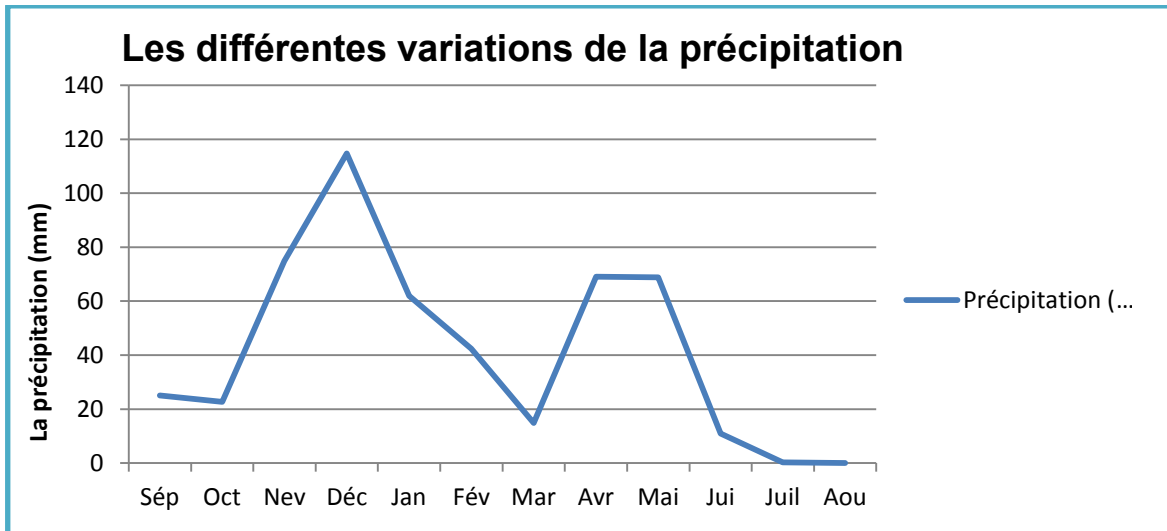


Figure I-3 : Les différentes variations de la précipitation

**I -2-4 Vents :**

Les vents dominants sont de secteur Nord (NE 22°.NO 27°), Les vitesses moyennes sont de 2m/s environ, sans grande variation d'un mois à l'autre (les minimales à 1.4 m/s et les maximales à 2.6 m/s), d'après les mesures de la station météorologique de Ain-Tinn.

Tableau N°I-3 : Les différentes variations des vitesses des vents (2015-2016) .

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
vent (m/s)	1,9	2,6	2,6	1,8	2,1	2,3	2,4	2,2	1,6	1,9	1,9	1,4	24,7

(Source : la station de référence de Ain-Tinn .Mila)

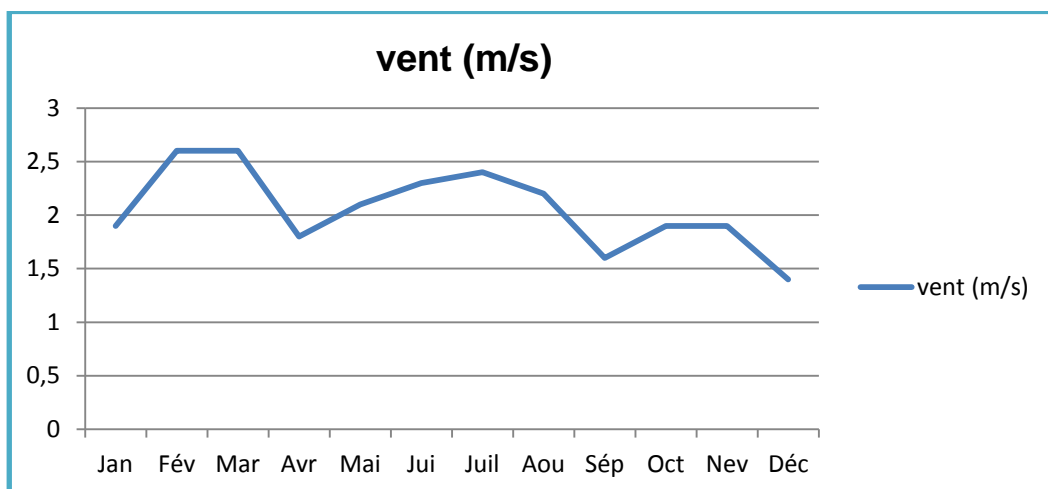


Figure I-4 : Les différentes variations des vitesses des vents.

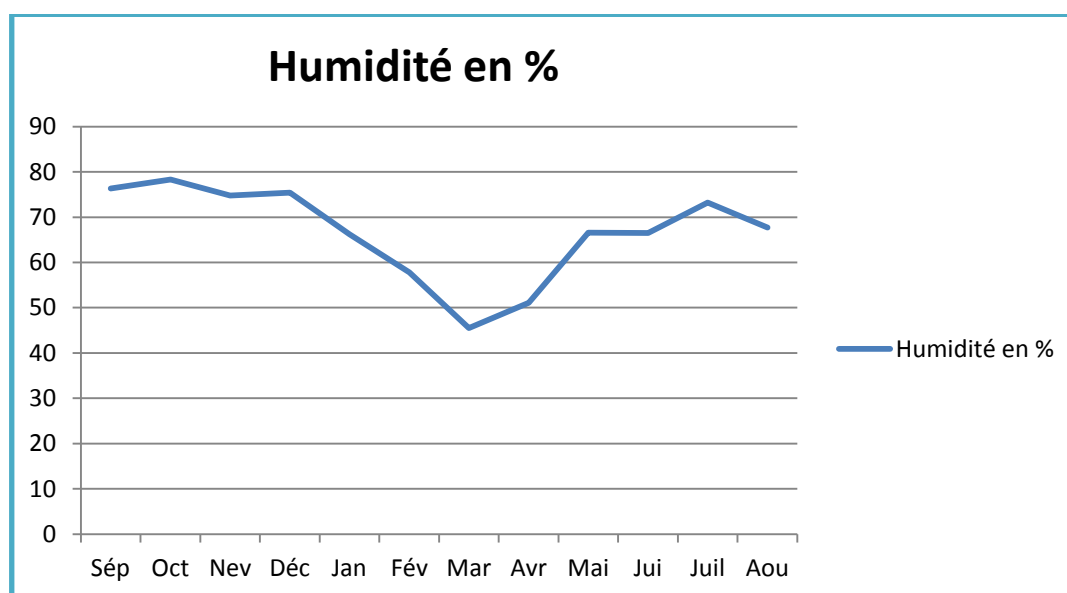
**I-2-5 Humidité de l'air :**

Les valeurs de l'humidité mensuelle moyenne inter annuel, relevées à la station de Ain-Tinn sont mentionnées dans le **Tableau (I-4)** ci- dessous.

**Tableau N°I-4** : Les valeurs de l'humidité (2015-2016).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Humidité en (%)	76,3	78,3	75	75,4	66,2	57,8	46	51,1	67	66,5	73,2	67,7	799,4

(Source : la station de référence de Ain-Tinn .Mila)

**Figure I-5** : Les différentes variations de l'Humidité relatives mensuelles.**I-2-6 L'évaporation :**

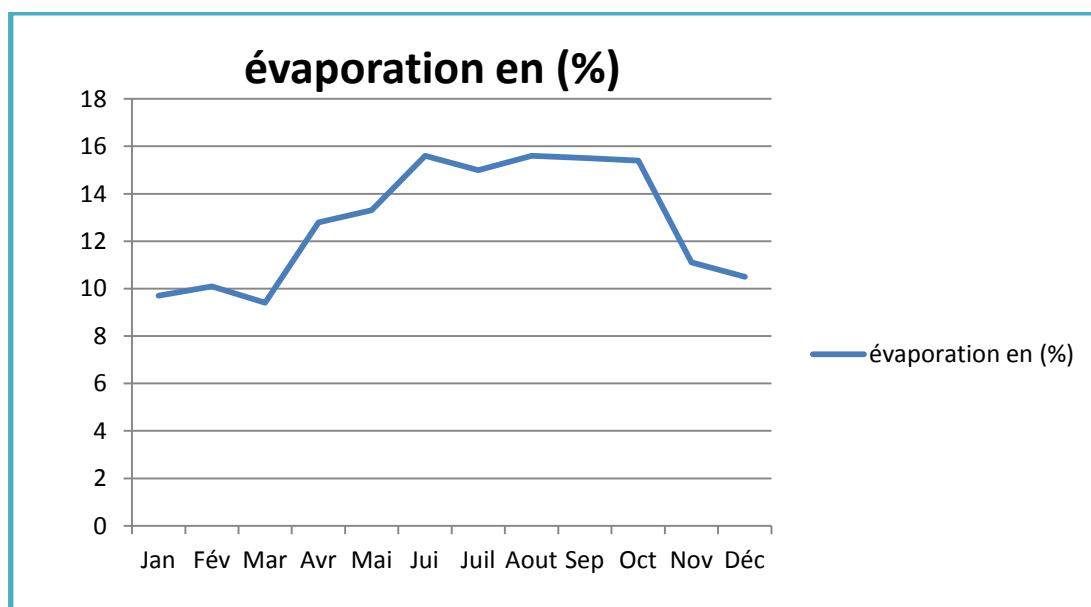
La zone deux (II) du centre de Tadjenanet présente une évaporation moyenne mensuelle et moyenne inter annuelle relevée à la station météorologique de Ain-Tinn -Mila

Les données disponibles pour l'évaporation sont celles mesurées à la station d'Ain -Tinn (Période 2015-2016) :

**Tableau N°I-5** : Les valeurs de l'évaporation (2015-2016).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
évaporation en (%)	9,7	10	9,4	12,8	13,3	15,6	15	15,6	16	15,4	11,1	10,5	154

(Source : la station de référence de Ain-Tinn .Mila)

**Figure I-6**: Les différentes variations de l'évaporation.**I-2-7 L'insolation :**

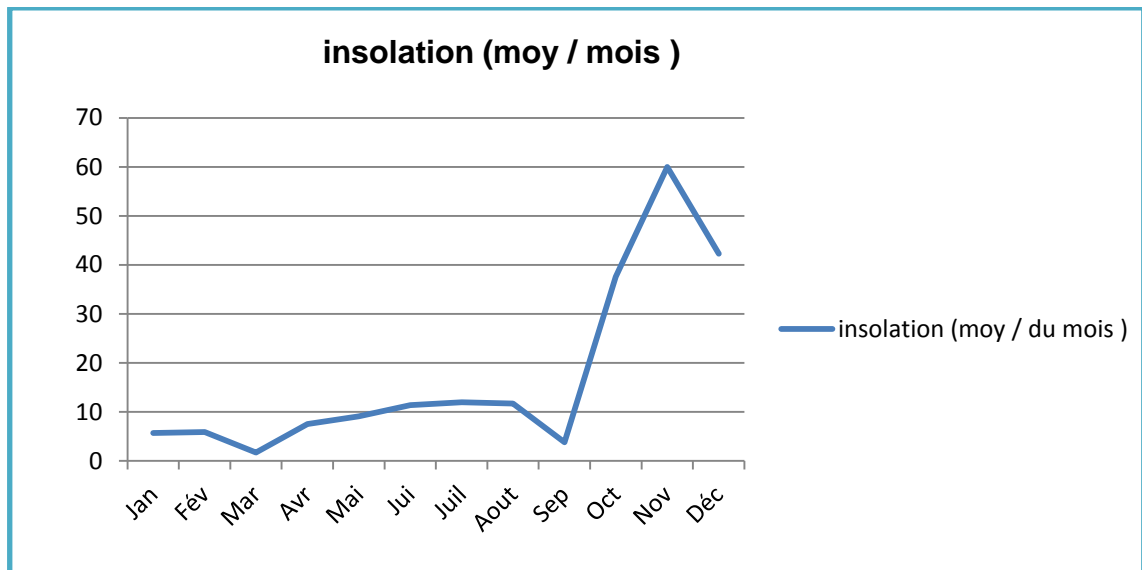
L'insolation est aux environs de 2961 heures par ans à Mila et l'énergie moyenne de la radiation solaire par jour de 393 calories par cm<sup>2</sup> (ce qui représente 190wats /m<sup>2</sup>). Ces paramètres sont groupés mensuellement dans le **Tableau (I-6)** suivant :

**Tableau N°I-6** : Les valeurs de l'insolation (2015-2016).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	annuel
insolation moy/du mois	5,7	5,9	1,7	7,5	9,1	11,4	12	11,7	3,8	37,6	60	42,3	213,2

(Source : la station de référence de Ain-Tinn .Mila)





**Figure I-7 :** Les différentes variations de l'insolation.

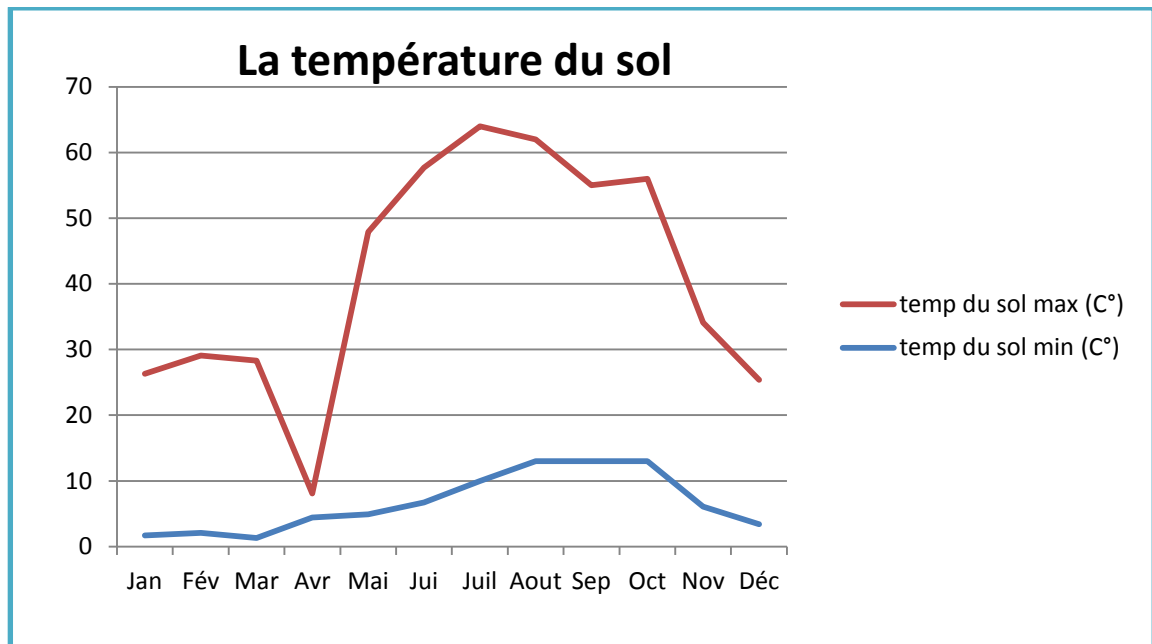
### I-2-8 La température du sol :

Les données disponibles pour la température du sol sont celles mesurées à la station de météorologique de Ain-Tinn elles sont insérés dans le **Tableau (I-7)** suivant :

**Tableau N°I-7 :** Les valeurs de la température du sol (2015-2016).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	annuel
temps du sol min (c°)	1,7	2,1	1,3	4,4	4,9	6,7	10	13	13	13	6,1	3,4	80,4
temps du sol max (c°)	25	27	27	37	43	51	54	49	42	43	28	22	448,3

(Source : la station de référence de Ain-Tinn .Mila)



**Figure I-8 :** Les différentes variations de la température du sol.

### I-3 Situation topographique et hydrographique :

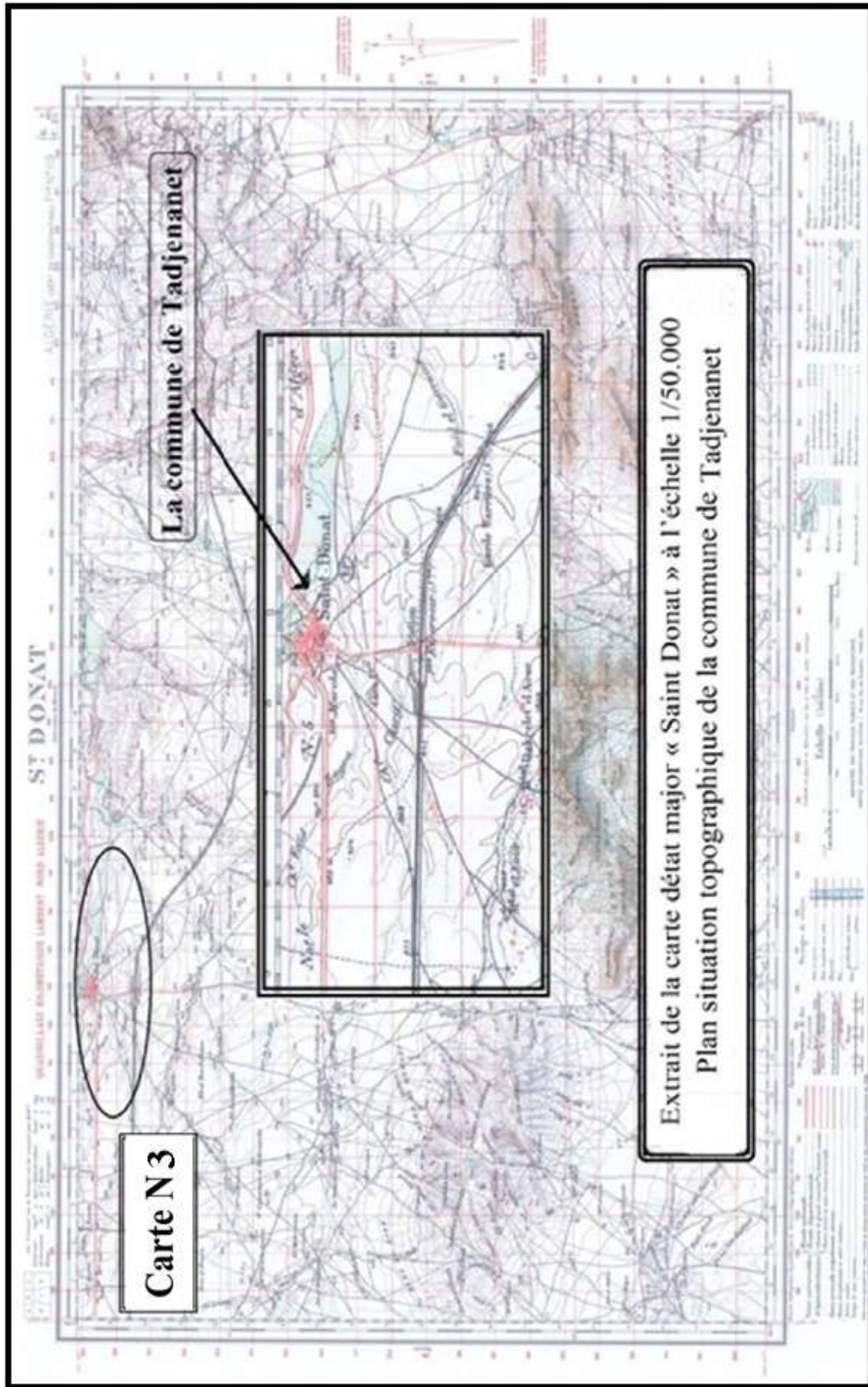
Le relief de la commune de Tadjenanet est représenté par une topographie plus ou moins plane, s'étendant dans la partie nord sur de vastes plaines. Dans la partie sud, les massifs les plus importants qui dominent sont : djebel Draa el Fertass (1161m) et djebel Edehs (1166m). « **Voir carte N°3** ».

Oued Rhumel est le principal talweg hydrographique traversant la commune de Tadjenanet d'Ouest vers l'Est, Ce cours d'eau est alimenté par plusieurs affluents (oued Mehri, oued Tadjenanet etc.....).

Oued Rhumel connaît généralement son haut niveau en hiver, par contre la majorité de ses affluents sont à sec en été. [1]

Le relief constitue Oued Rhumel est divisé en deux parties caractéristique :

- ✚ Partie nord montagneuse et accidentée.
- ✚ Partie sud plus ou moins plane.

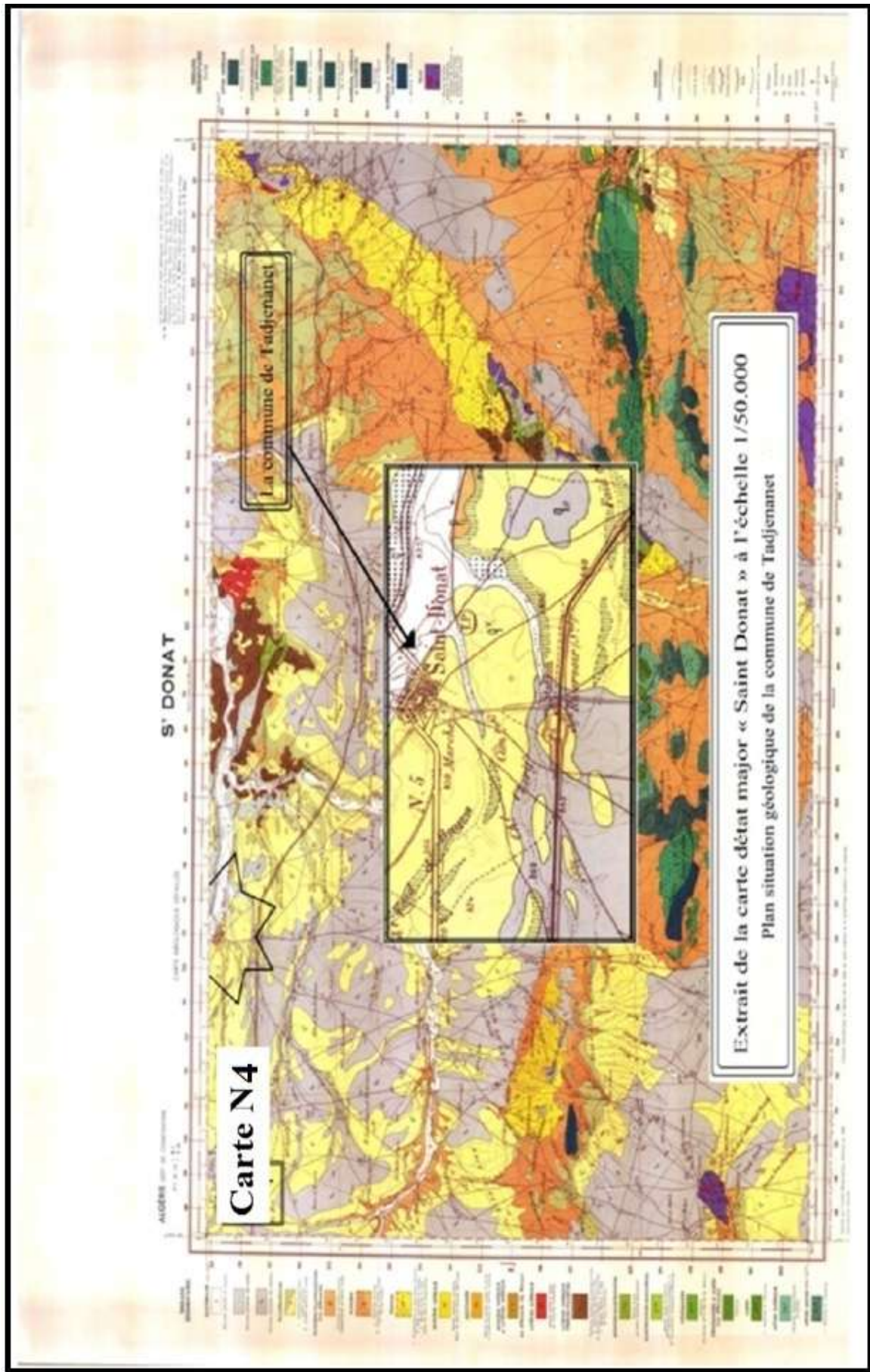


**Carte N3 : Extrait de la carte d'état major "Saint Donat " à l'échelle 1/50.000  
Plan situation topographique de la commune de Tadjenanet**

**I-4 Situation géologique :**

La commune de Tadjenanet appartient à la nappe constantinoise «**voir carte N°: 4** » est constituée par :

- ❖ Le Quaternaire : il s'agit de sédiments de cône sous de terrasses alluviales de remplissage récent de sebkhas et des croûtes calcaires.
- ❖ Le Cénomaniens et le turanien : des bassins calcaires.
- ❖ L'Aptien : ce sont des formations calcaires qui peuvent comprendre des niveaux gréseux.
- ❖ Le Barrémien : formations gréseuses entrecoupées parfois d'épisodes carbonatées.
- ❖ Le Néocambien : constitué essentiellement par des massif dolomiques. [1]



**Carte N4: Extrait de la carte détail major " Saint Donat" à l'échelle 1/50.000  
Plan de situation géologique de la commune de Tadjenanet**

## I-5 Occupations des sols :

La zone d'étude ou la partie Nord-Ouest du chef lieu de la commune de Tadjenanet est constitué à partir des lotissements et des bâtiments comme suite :

- Lots Dalia : à 1722 habitant.
- Lots 246 : à 1476 habitant.
- Lots 533 : à 3198 habitant.
- Lots 412 : à 2472 habitant.
- Lots 275 : à 1650 habitant.
- Lots 704 : à 4224 habitant.
- Lots Reghia Bachir : à 4026 habitant.
- Logts 202 : à 1212 habitant.
- Coop El Islah : à 120 habitants.
- Coop El Amel : à 120 habitants.
- Jardin.
- Terrain vague.

## I-6 Situation hydraulique :

### I-6-1 Ressources en eau superficielles :

La Wilaya de Mila compte enrichir ses potentialités en eaux superficielles, à partir du barrage de Béni-Haroun.

Ce barrage est situé à la confluence des Oueds Endja et Rhumel. La capacité de 930 Hm<sup>3</sup> fera du barrage de Béni-Haroun, le plus grand ouvrage réalisé en Algérie.

Plusieurs agglomérations bénéficieront des eaux régularisées par ce barrage et parmi elles; la commune de Tadjenanet par un apport de **8.149.248 m<sup>3</sup>/an**, et notre zone d'étude par un débit de **1271952 m<sup>3</sup>/an**.

### I-6-2 Ressources en eau souterraines :

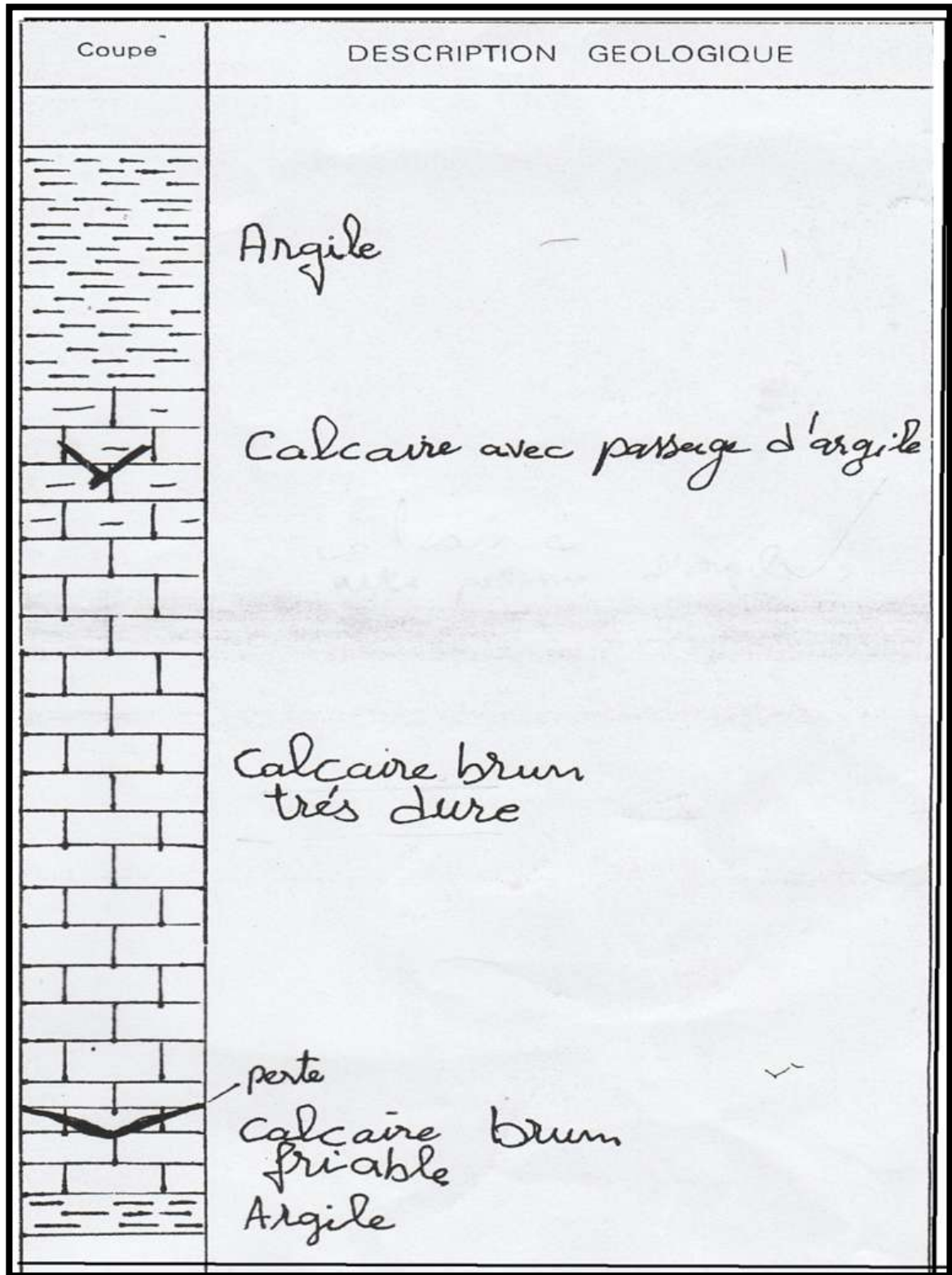
La demande en eau a connu une évolution notable en fonction du degré de développement et en fonction de la croissance démographique. Cette demande risque d'être accentuée à l'avenir ; malgré les projets consentis au titre des différents programmes de développement.

La mobilisation des ressources en eau souterraine à tendance à stagner et ceci s'explique par un manque de données sur les aquifères connus sans une exploitation rationnelle d'une part ; et le manque d'échelle hydrographique et géophysique appropriées à la zone de Tadjenanet afin de localiser de nouveaux aquifères souterraine d'autre part.

Notre zone d'étude est alimentée par un (1) forage nommée le Sp2 par un débit de 4 l/s selon les coordonnées suivantes :

- X = 797.000
- Y = 317.800

Figure I-9 : La coupe géologique du forage Sp2.



(Source : DHW de la wilaya de Mila).

## I-7 Situation démographique et estimation des besoins en eau :

### I-7-1 Généralités :

L'élaboration de toute étude d'alimentation en eau potable nécessite une planification qui tient compte d'un facteur essentiel très important qu'est le paramètre « population ». Ce dernier repose dans sa détermination sur les statistiques, en effet une population actuelle peut évoluer d'un instant «  $t_0$  » vers l'instant «  $t$  » qui est l'horizon d'étude ne dépassant pas les 25 ans peut aller jusqu'à 30 ans.

Nous signalons que cette évolution se fait dans le temps et l'espace. Car elle est en fonction du degré de développement (niveau de progrès etc.....) elle influe directement sur la demande croissante en eau potable, dans l'espace, la nouvelle population occupant par création de nouveaux foyers des soutirages de plus en plus importants. Les nouvelles cités et population, engendrent de nouvelles activités.

## I-8 Evolution démographique :

### I-8-1 Population actuelle :

La ville de Tadjenayet présente une population totale de 49791 habitants en 2015, par conséquent notre zone d'étude présente 20220 habitants, et ceci selon les informations recueillies auprès de la direction de la planification, et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Mila. Avec un taux d'accroissement égal à 2.65% en 2015. (Source : DPAT).

### I-8-2 Population future :

L'étude que nous menons doit tenir compte de la répartition spatiale actuelle de la zone II du centre de Tadjenayet, et des perspectives d'extension de cette dernière, à un horizon d'étude éloigné de 25 ans maximum à partir de l'année 2015 (année de référence).

La population future de la zone d'étude du centre de Tadjenayet sera déterminée à différents horizons :

- ❖ Court terme (année 2020).
- ❖ Moyen terme (année 2025).
- ❖ Long terme (année 2040).

Cette population sera déterminée par application de la formule des intérêts composés suivante :

$$P_n = P^o (1 + t)^n \dots\dots\dots (I-1)$$

Où :

- P : population à l'horizon d'étude.
- $P^o$  : population de base (2015).
- T : (taux d'accroissement = 2.65%). (source : DPAT).



- N : nombre d'année : différence entre l'année de référence et l'année considérée.

AN :

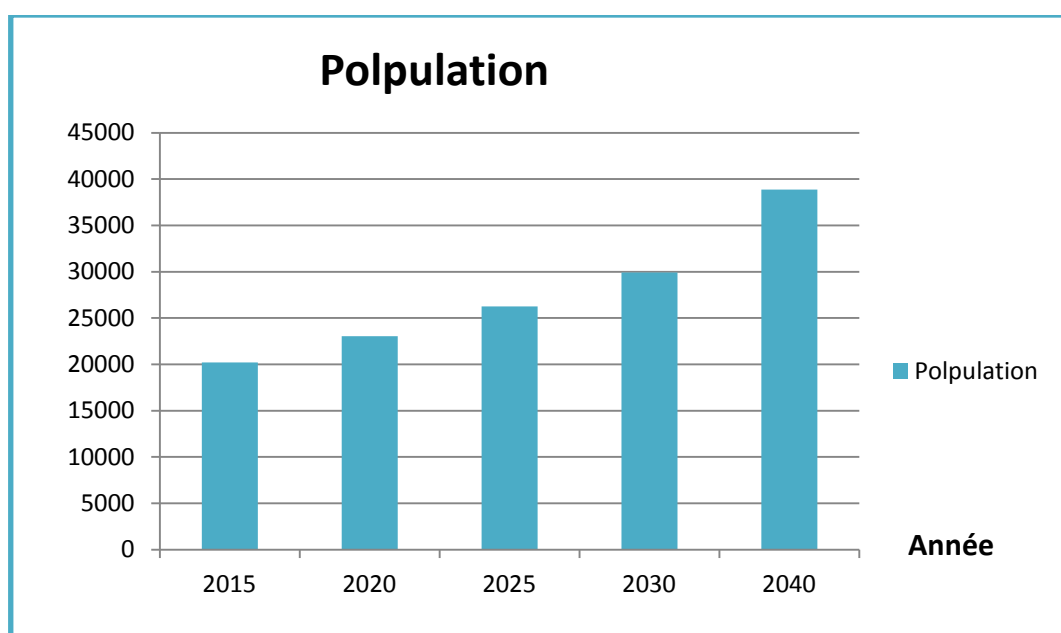
$$P_{2020} = P_{2015} (1+0.0265)^5$$

$$P_{2020} = 23045 \text{ hab.}$$

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau N°I-8:** l'évolution de la population a long terme.

Horizon	Actuel 2015	Court terme 2020	Moyen terme 2025	Moyen terme 2030	Long terme 2040
Taux d'accroissement (%)	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
	<b>Population</b>				
Centre de Tadjenanet	49791	56747	64676	73711	95747
Zone d'étude	20220	23045	26265	29934	38883



**Figure I-10:-**Estimation de la population pour différents horizons.

### I-9 Evolution des besoins en eau :

La consommation en eau d'une agglomération comprend :

- ❖ La consommation domestique des abonnés particuliers ordinaires.
- ❖ La consommation municipale (bâtiments communaux et services publics tel que bouches de lavage, chasses d'égout etc.....).
- ❖ La consommation industrielle (industrielle de types divers) et collective (camps, grands hôtels, congrégation religieuses etc.....), ces divers types de consommation doivent faire l'objet d'étude détaillées.

Les besoins en eau des agglomérations varient d'un centre à un autre en fonction du degré de développement.

Généralement cette dotation moyenne théorique varie de 100 à 200 l/j/hab.

- ❖ Une installation de distribution d'eau doit pouvoir satisfaire le débit demandé à l'heure de pointe (heur maximale) du jour de l'année ou la demande en eau est la plus forte (jour maximal).

#### I-9-1 Besoins domestiques de la zone d'étude :

La consommation moyenne journalière domestique est obtenue par la formule ci-après :

$$Q_{moyj} = q_i * \frac{N_i}{1000} \text{ (m}^3\text{/j).} \dots\dots\dots \text{(I-2)}$$

Ou :

**Q<sub>moyj</sub>** : débit moyenne journalière en m<sup>3</sup>/j.

**q<sub>i</sub>** : dotation journalier en l/j/hab.

**N<sub>i</sub>** : nombre d'habitants.

#### I-9-2 Choix de la dotation :

La dotation en eau potable diffère d'un horizon à un autre pour une même localité et ce c'est en raison de :

- ❖ L'accroissement de la population.
- ❖ Mode de vie.
- ❖ Du progrès dus à l'hygiène.

**Tableau N° I-9** : les valeurs de la dotation pour P>5000.

Nombre d'habitant	Dotation (l/j/hab.)
5000 – 20 000	150 – 200
20 000 – 50 000	200 – 300
50 000 – 100 000	300 – 400
> 100 000	>400

Donc pour le calcul des besoins domestiques futurs de la zone d'étude on recommande de prendre 200 l/j/hab.

- Exemple pour l'année 2040 :

$$Q_{moyj} = q_i * \frac{Ni}{1000} \text{ (m}^3\text{/j)} = 200 * \frac{38883}{1000} = 7776.6 \text{ (m}^3\text{/j)} = 90 \text{ (l/s)}.$$

Les besoins domestiques pour la zone d'étude sont indiqués dans le **Tableau (I-10)** suivant :

**Tableau N°I-10**: Calcul des besoins domestiques.

Horizons	Nombre habitant (hab.)	Dotation (l/j/hab.)	Besoin domestique (m <sup>3</sup> /j)	Besoin domestique (l/s)
Actuel 2015	20220	200	4044	46,8
Court terme 2020	23045	200	4609	53,34
Moyen terme 2025	26265	200	5253	60,79
Moyen terme 2030	29934	200	5986,8	69,29
Long terme 2040	38883	200	7776,6	90,00

**I-9-3 Besoins publics des consommateurs :**➤ **Besoins actuelles :**

Les besoins publics sont évalués sur la base d'une dotation. Soit par unité de surface occupée, ou par capacité de production, ou par le nombre d'usage selon le cas, et l'importance de l'établissement.

Les besoins des équipements publics existants dans la zone d'étude sont résumés dans les tableaux suivant :

➤ **Besoins scolaires:****Tableau N°I-11 : Besoins scolaires**

Équipement	Unité	N° d'élèves	Dotation (l/j/u)	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
Ecole primaire	6	327	100	196,4
C.E.M	2	900	100	180
Lycée	2	1100	100	220
<b>Totale</b>				<b>596,4</b>

➤ **Besoins sanitaires :****Tableau N°I-12: Besoins sanitaires.**

Équipement	Unité	Capacité	Dotation (l/j/u)	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
Maternité	1	80 lits	500	40
<b>Totale</b>				<b>40</b>

➤ **Besoins administratifs :****Tableau N°I-13 : Besoins administratifs.**

Équipement	Unité	N° d'employé	Dotation (l/j/u)	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
Parce communale	1	18	15	0,27

<b>PTT</b>	1	15	15	0,225
<b>Totale</b>				0,495

➤ **Besoins socioculturels et sportif :**

**Tableau N°I-14 :** Besoins socioculturels et sportifs.

Equipement	Unité	N° d'utilisateur	Dotation (l/j/u)	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
<b>Stade</b>	1	120	200	24
<b>Mosquée</b>	2	800	50	80
<b>Cimetière</b>	1	/	150	0,15
<b>Totale</b>				104,15

➤ **Besoins des services :**

**Tableau N°I-15:** Besoins des services

Equipement	Surface (m <sup>2</sup> )	Dotation (l/j/u)	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
<b>Sureté nationale</b>	3200	5	16
<b>Totale</b>			16

➤ **Besoins commerciaux :**

**Tableau N°I-16 :** Besoins commerciaux.

Equipement	Unité	Dotation (l/j/u)	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
<b>Station de lavage</b>	7	150	1,05
<b>Douche</b>	4/10 chambre	200	8
<b>Café</b>	13	200	2,6
<b>Restaurant</b>	12/100 repas	12	14,4
<b>Boulangerie</b>	9	50	0,45
<b>Totale</b>			26,5

Le récapitulatif des besoins public est représenté dans le Tableau (I-17) :

**Tableau I-17** : tableaux récapitulatif des différente besoins.

Désignations	Besoins (m <sup>3</sup> /j)
Equipements scolaires	596,4
Equipements sanitaires	40
Equipements administratives	0,495
Equipements socioculturels et sportifs	104,15
Equipements des services	16
Equipements commerciaux	26,5
<b>Totale</b>	<b>783,545</b>

 **Besoins publics futurs :**

Les besoins publics future est 30% de besoins domestique future.

**AN :**

$$30\% * 7776,6 = 2332,8 \text{ m}^3/\text{s} = 27 \text{ l/s.}$$

**I-9-4 Besoins totaux:**

Les besoins en eau potable sont résumés dans le **Tableau (I-18)** suivant :

**Tableau N°I-18** : tableaux récapitulatif des différente besoins.

Année	2015	2040
<b>Besoins domestiques (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>4044</b>	<b>7776,6</b>
<b>Besoins publiques (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>783,545</b>	<b>2332,8</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>/j)</b>	<b>4827,545</b>	<b>10109,4</b>

**I-9-5 Etudes des variations des besoins :**

Généralement le débit consommé par les habitants n'est pas constant, il varie selon la consommation due aux variations :

**Annuelles** : suivant le développement de l'agglomération.

**Mensuelles** : sont dues à l'importance de la vie (villas touristiques, grande ville...).

**Horaires** : représente la variation la plus importante à l'heure de pointe de la journée.

**Journalière** : variées suivant les jours de la semaine.

**I-9-6 Evaluation des débits moyens journaliers majeurs (Q<sub>moy j maj</sub>) :**

Le débit moyen journalier est défini comme étant le produit des pertes d'eau par les besoins en eau:

$$Q_{\text{moy j maj}} = \text{besoin totaux} + \text{pertes} \dots\dots\dots (\text{I-3})$$

**❖ Les Pertes d'eau :**

Généralement. Les réseaux de distribution sont soumis au phénomène de vieillissement ainsi qu'aux éventuels accidents qui provoquent des pertes d'eau considérables qui ne peuvent pas être contrôlées qui se produisent dans le cadre de l'exploitation et la gestion (rupture des canaux, la réparation, pertes, la mauvaise fermeture à l'intérieur de soupapes des bâtiments).

Afin d'assurer à la population la quantité d'eau nécessaire, on majore la valeur calculée précédemment (consommation journalière moyenne) avec des degrés divers (20%-50%) en fonction de la nature et des méthodes d'entretien du réseau.

- La maintenance du réseau est bonne : 20%.
- La maintenance du réseau est moyenne : (25%-30%).
- Vieux réseau : 50%.

$$\text{Perte} = \text{CT} * 20\% \dots\dots\dots (\text{I-4})$$

Ou :

**CT** : consommation total (m<sup>3</sup>/j)

 **Pour l'année 2015 :**

$$\text{Perte} = \text{CT} \times 20\% \quad \longrightarrow \quad \text{Perte} = 4827,545 * 0.2 \quad \longrightarrow \quad \text{Perte} = 965,509 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$Q_{\text{moy j}} = 4827,545 + 965,509 = 5793,054 \text{ m}^3/\text{j}$$

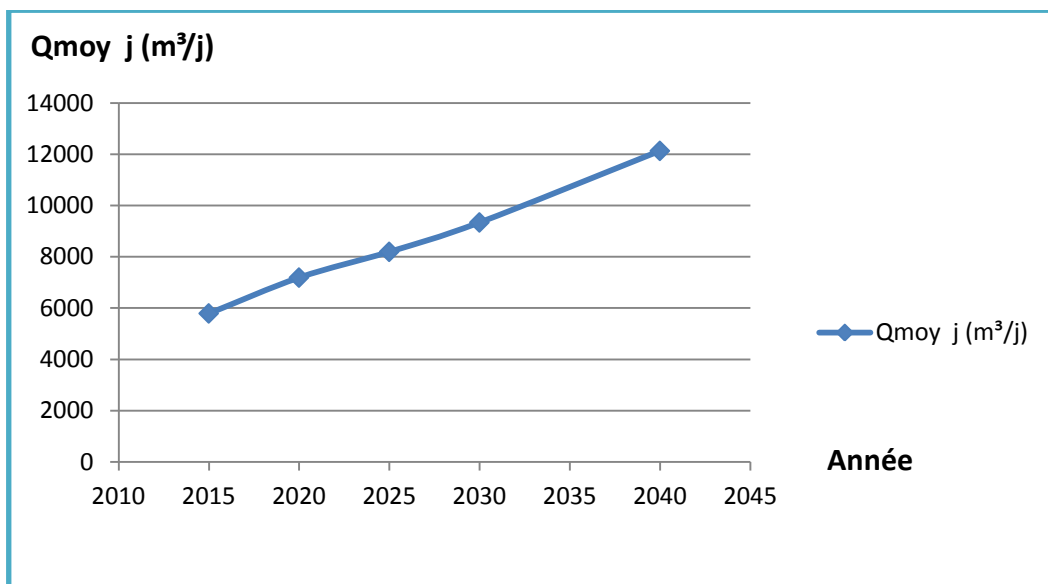
✚ Pour l'année 2040 :

$$\text{Perte} = \text{CT} \times 20\% \quad \Rightarrow \quad \text{Perte} = 10109,4 * 0,2 \quad \Rightarrow \quad \text{Perte} = 2021,88 \text{ m}^3/\text{j}.$$

$$Q_{\text{moyj}} = 10109,4 + 2021,88 = 12131,28 \text{ m}^3/\text{j}.$$

**Tableau N°I-19 : Débits moyens journaliers à différents horizons.**

Année	2015	2040
Q moy j maj (m <sup>3</sup> /j)	5793.054	12131.28
Q moy j maj (l/s)	67,05	140,41



**Figure I-11:** Variation des débits moyens journaliers à différents horizons.

**I-9-7 Evaluation des débits Max journaliers :**

Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit d'une journée de l'année ou la consommation est maximale.

Le débit maximum journalier est égal au débit moyen journalier multiplié par le coefficient journalier :

$$Q_{\text{max j}} = Q_{\text{moy jmaj}} * K_{\text{max j}} \dots\dots\dots \text{(I-5)}$$



Ou :

$Q_{max j}$  : Débit maximum journalier.

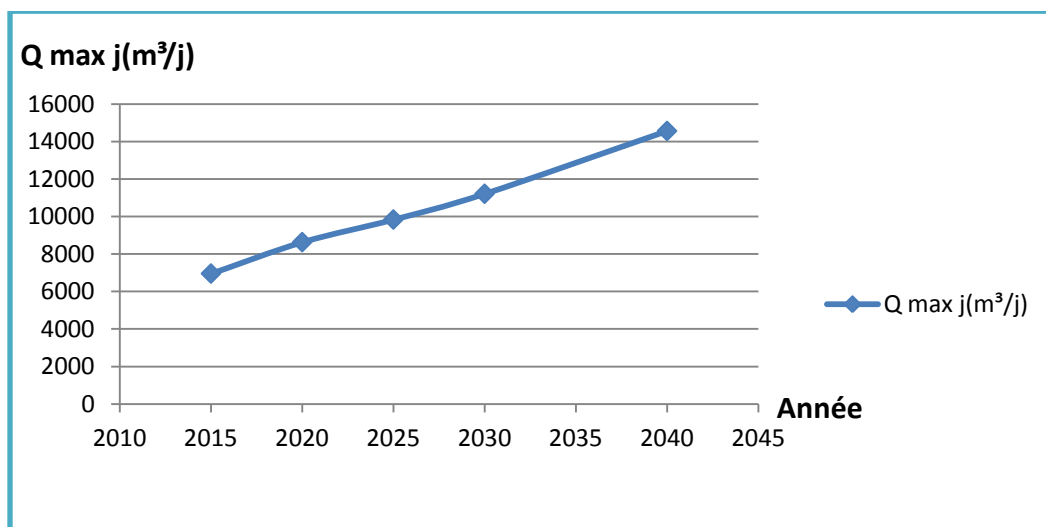
$Q_{moy j maj}$  : Débit moyen journalier maj.

$K_{max j}$  : Coefficient d'irrégularité maximum journalière.

- Les valeurs de  $K_{max j}$  varient entre 1,1 et 1,3. Nous prenons une valeur moyenne de  $K_j = 1,2$  le débit maximum journalier à différents horizons est représenté dans le **Tableau (I-20)** suivant :

**Tableau N°I-20 : Détermination des débits maximaux journaliers.**

Horizon	2015	2040
$Q_{moy j maj} (m^3/j)$	5793,05	12131,8
$K_{max j}$	1,2	1,2
$Q_{max j} (m^3/j)$	6951,66	14557,536
$Q_{max j} (l/s)$	80,459	168,49



**Figure I-12:** Variation des débits maximaux journaliers à différents horizons.

**I-9-8 Evaluation de Débits horaires :**

Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_h = \frac{Q_{moy j maj} * K_h}{24} \dots\dots\dots (I-6)$$

Ou :

$Q_h$  : Débit horaire ( $m^3/h$ ).

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

$K_h$  : Coefficient de variation horaire.

Coefficient de variation horaire  $K_h$ , il exprime l'irrégularité de la consommation pendant les heures de la journée, il est donné par la formule :

$$K_h = \alpha_{max} * \beta_{max} \dots\dots\dots (I-7)$$

Ou :

$\alpha_{max}$  : tient compte des équipements de l'agglomération et du régime de travail des industries, sa valeur varie entre (1.2 à 1.4).

$\beta_{max}$  : c'est un coefficient qui tient compte du nombre d'habitant de l'agglomération, sa valeur peut être obtenue à partir du **Tableau (I-21)** qui suit donnant  $\beta_{max}$  et  $\beta_{min}$  en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau N°I-21:** Les valeurs de  $\beta_{max}$ .

Population*10 <sup>3</sup>	1	1.5	2.5	4	6	10	20	30	100	300	>1000
$\beta_{max}$	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.03	1.0

AN :

 Pour l'année 2015 :

$K_j=1,2$ .  
 $\alpha_{max} =1,3$ .  
 $\beta_{max} =?$

Dans ce cas on applique l'interpolation suivante:

On à :  $20000 < 20220 < 30000$

$$\frac{(1.15-1.2)}{(\beta_{max} - 1.2)} = \frac{(30000-20000)}{(20220-20000)}$$

Donc :  $1.2 < \beta_{max} < 1,15$

$$\beta_{max} = 1,198$$

$$K_h = \alpha_{max} * \beta_{max} = 1,3 * 1,198 = 1.5574$$

Donc le débit horaire est égale à :

$$Q_h = \frac{5793.054 * 1.5574}{24} = 375.92 \text{ m}^3/\text{h}.$$

 Pour l'année 2040 :

$$K_j = 1,2.$$

$$\alpha_{\max} = 1,3.$$

$$\beta_{\max} = ?$$

Dans ce cas on applique l'interpolation suivante:

$$\text{On à : } 30000 < 38883 < 100\ 000.$$

$$\frac{(1.1 - 1.15)}{(\beta_{\max} - 1.15)} = \frac{(100\ 000 - 30000)}{(38883 - 30000)}$$

$$\text{Donc : } 1,15 < \beta_{\max} < 1,1$$

$$\beta_{\max} = 1,143.$$

$$K_h = \alpha_{\max} * \beta_{\max} = 1.143 * 1.3 = 1,4859.$$

Donc le débit horaire est égale à :

$$Q_h = \frac{12131.28 * 1.4859}{24} = 751,078 \text{ m}^3/\text{h}.$$

**I-9-9 Evaluation de Débit de pointe Qp:**

Il représente la demande en eau dans les heures de pointes :

$$Q_p = Q_{\text{moyj maj}} * K_p \dots\dots\dots (I-6)$$

Avec :

- $Q_p$  : débit de point horaire ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- $Q_{\text{moyj}}$  : débit moyen journalier majeure ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- $K_p$  : coefficient de point horaire, il peu calculé de l'un des relations suivantes:

**a- Première méthode:**

$$K_{p1} = k_j * k_h \dots\dots\dots (I-7)$$

AN :

 Pour l'année 2015 :

$$K_j : \text{coefficient de variation journalière } K_j = 1,2.$$

$$K_h : \text{Coefficient de variation horaire } K_h = 1.5574.$$

$$\text{Donc : } K_p = 1,2 * 1.5574 = 1.87.$$

Débit de pointe égale à :

$$Q_p = 5793.054 * 1.87 = 10833m^3/j.$$

✚ Pour l'année 2040 :

**K<sub>j</sub>** : coefficient de variation journalière  $K_j=1,2$ .

**K<sub>h</sub>** : Coefficient de variation horaire  $K_h=1.4859$ .

Donc :  $K_p=1,2 * 1.4859=1.78$ .

Débit de pointe égal à :  $Q_p = 12131.28 * 1.78 = 21593.678 m^3/j$ .

**b- Deuxième méthode:**

$$K_{p2} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy\ j\ maj\ hab}}} \dots\dots\dots (I-8)$$

**Q<sub>moy j maj hab</sub>** : le débit moyen journalier majeur de la population.

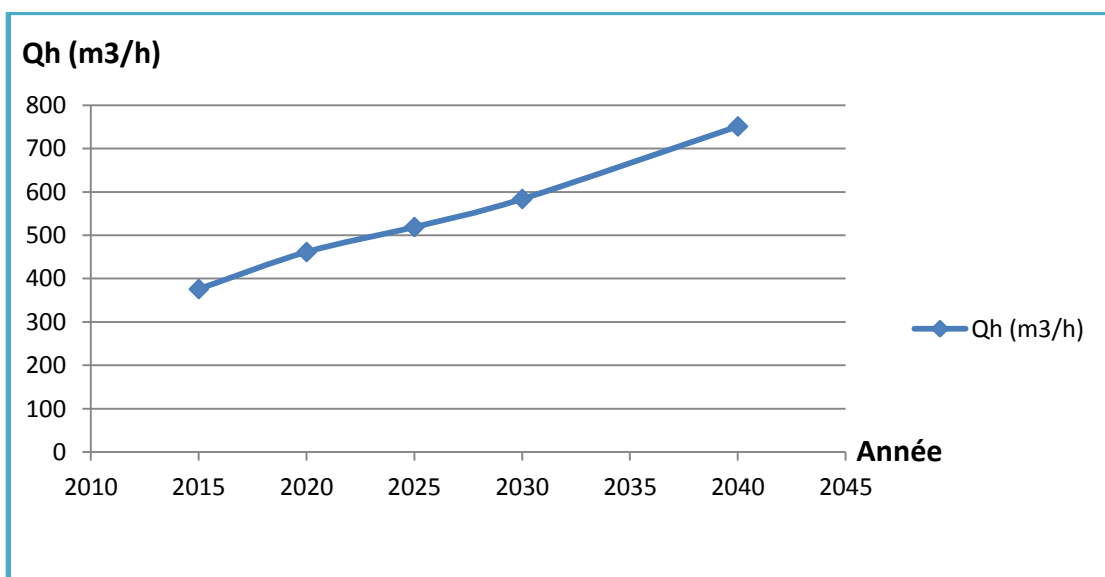
**c- Troisième méthode:**

$$K_{p3} = 2,6 - 0,4 \log_{10} \frac{N_h}{1000} \dots\dots\dots (I-9)$$

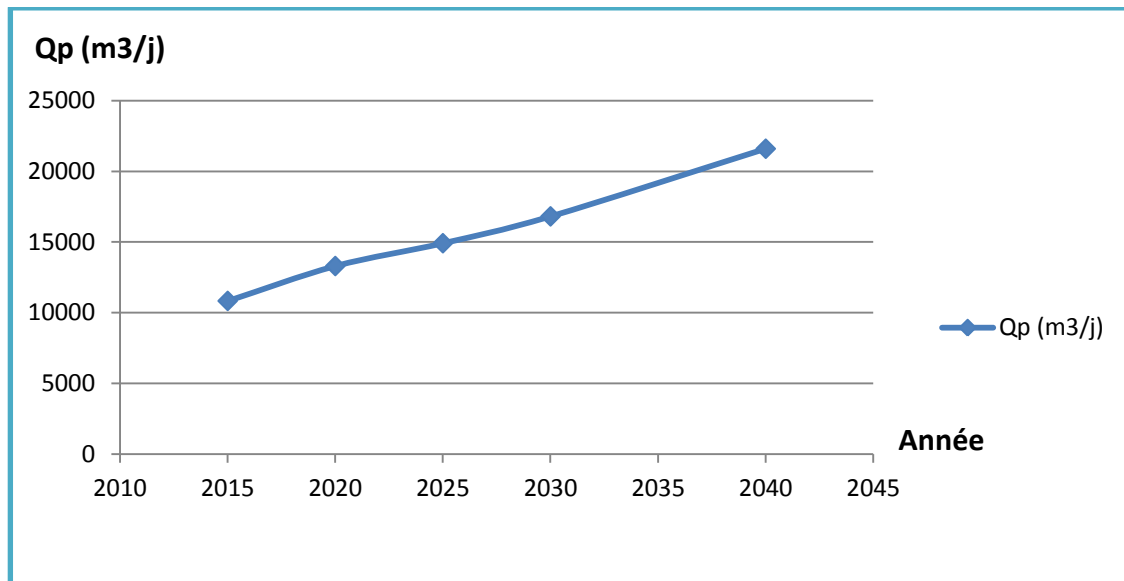
**N<sub>p</sub>**: nombre d'habitant.

**Tableau N°I-22** : Evaluation de Q<sub>h</sub> et Q<sub>p</sub>.

Année	Kh	Kp	Qh (m3/h)	Qh (l/s)	Qp (m3/j)	Qp (l/s)
2015	1.5574	1.87	375.92	104,42	10833	125,38
2040	1.4859	1.78	751.078	208,63	21593.678	249,926



**Figure I-13** : Variation des débits horaire à différents horizons



**Figure I-14 :** Variation des débits de pointe à différents horizons

- **Tableau récapitulatif :**

**Tableau N°I-23:** Détermination des différents débits.

Horizon	$Q_{moy\ maj\ j}$ (m³/j)	$Q_{max\ j}$ (m³/j)	$K_h$	$Q_h$ (m³/h)	$K_p$	$Q_p$ (m³/j)	$Q_p$ (l/s)
<b>Actuel 2015</b>	5793.054	6951.664	1.56	375.92	1.87	10833	125.38
<b>Court terme 2020</b>	7190.04	8628.048	1.54	461.36	1.85	13301.57	153.95
<b>Court terme 2025</b>	8194.68	9833.616	1.52	518.99	1.82	14914.32	172.62
<b>Long terme 2030</b>	9339.41	11207.29	1.50	583.71	1.8	16810.93	194.57
<b>Long terme 2040</b>	12131.28	14557.53	1.48	751.078	1.78	21593.68	249.93

### I-10 Bilan hydrique :

Le bilan hydrique se fait, en comparant la ressource disponible ou exploitée avec les besoins en eau maximales.

Le **Tableau (I-23)** représente les résultats du bilan hydrique :

**Tableau N°I-23** : Tableau comparatif des besoins et ressources en eau disponibles à différents horizons.

Année	2015	2020	2025	2030	2040
Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /j)	6951.664	8628.048	9833.616	11207.292	14557.536
Ressources Disponible (m <sup>3</sup> /j)	3801.6	3801.6	3801.6	3801.6	3801.6
Déficit	-3150.064	-4826.448	-6032.016	-7405.69	-10755.93

**Conclusion:**

Nous avons présenté dans la partie I de ce chapitre notre zone d'étude de point de vue : géologie, climatologie ainsi qu'une description des ressources hydrauliques.

Par conséquent dans la partie II ; nous avons essayé d'estimer les besoins en eau de la zone II du centre de Tadjenanet en suivant les démarches suivantes :

Nous avons estimé une population future de 38883 habitants à l'horizon 2040 en se basant sur l'année de recensement 2015 qui donne une population de 20220 hab.

Il est utile de noter que l'aire de l'étude est constituée de deux zones :

1 – la première zone dite « zone de réhabilitation » c'est le secteur urbanisé où le taux d'occupation du sol est atteint le 100%, sa population est de l'ordre de 20220.

2 – la deuxième zone dite « zone d'extension » c'est la zone qui sera réservée pour acquiescer l'accroissement de la population de la zone de réhabilitation.

Puis nous avons estimé les besoins moyennes journalières pour toutes les catégories : domestiques, scolaires, sanitaires, administratifs, socioculturels et sportif, commerciaux et les besoins des services, en donnant à chaque équipement une dotation déterminée.

La somme des besoins de ces catégories donne une consommation maximale journalière totale de 14557.536 m<sup>3</sup>/j, et en comparant cette valeur avec le débit donné par l'ensemble des forages (3801,6m<sup>3</sup>/j), nous avons conclu que les ressources sont inférieures aux besoins, dans ce cas trouver une autre source pour alimenter cette zone : soit d'augmenter le débit arrivé du barrage Béni Haroun ou bien de réutiliser les sources existantes et nous devons projeter un autre château d'eau, dans la zone d'extension ; pour répondre aux besoins de cette dernière, et renforcer la demande actuelle.



## **CHAPITRE II : TERME DESCRIPTIF DES ELEMENTS DU RESEAU ET DIAGNOSTIC**



## Introduction :

Comme tout diagnostic d'un système d'alimentation en eau potable, nous avons défini et identifié tous les problèmes, et les anomalies rencontrés dans ce système, pour la zone d'étude, en passant par :

- Un diagnostic des forages.
- Un diagnostic des ouvrages de stockage.
- Un diagnostic du réseau d'adduction.
- Un diagnostic du réseau de distribution.

## II-1 Présentation des installations existantes :

### II-1-1 Ressources existantes :

#### II-1-1-1 Les forages :

##### II-1-1-1-1 Forage SP2 :

Le forage de SP2 est implanté au sud de la ville (au lieu-dit bled khettat)

#### Fiche technique du forage SP2 :

**Tableau N° II-1 : caractéristiques du forage SP2.**

Wilaya	Mila
Commune	Tadjenanet
Daïra	Tadjenanet
Nom du forage	SP2
Localité	Chef-lieu Tadjenanet
Coordonnées (X)	796.8 m
Coordonnées (Y)	317.80 m
Coordonnées (Z)	860.5 m
Entreprise réalisatrice	ENFR
Année de réalisation	2009
Profondeur(m)	250
Diamètre	De 0 à 150 en 9'' 5/8 De 150 à 250 en 8''
Niveau statique (m)	80
Niveau dynamique(m)	103
Débit d'exploitation (l/s)	4

**Source :** A.D.E Tadjenanet.



🚧 Equipements à l'intérieur du forage SP2 :

**Tableau N° II-2 : caractéristiques des équipements à l'intérieure de SP2.**

Nature	Caractéristique		Date de mise en service	Observation
Tubage	Type de tubage :	Profondeur (m).	2009	En bon état
	Tubage en TRNS	250		
	Ø 24'' tube guide (TG)	0 - 10		
	Ø 13 '' <sup>3/8</sup> tube plein (TP)	10 - 37		
	Ø 13 '' <sup>3/8</sup> tube crépine (TC)	37 - 90		
	Ø 13 '' <sup>3/8</sup> tube plein (TP)	90 - 100		
	Ø 13 '' <sup>3/8</sup> tube crépine (TC)	100 - 145		
	Ø 13 '' <sup>3/8</sup> tube plein (TP)	145 - 150		
	Ø 8 '' tube plein(TP)	150 - 151		
	Ø 8 '' tube crépine(TC)	151 - 200		
Ø 8 '' tube plein(TP)	200 - 210			
Ø 8 '' tube plein(TP)	210 - 245			

	<p>Ø 8 ‘’ tube crépine(TC)</p> <p>Ø 8 ‘’ tube plein(TP)</p>	245 – 250		
<b>Pompe immergée</b>	<p>Q= 4 l/s</p> <p>HMT = 220 m</p> <p>P=59 kW</p> <p>V= 2700tr / min</p> <p>La marque : VSB</p>		2009	En bon état
<b>Sonde de niveau</b>	Elles existent et fonctionnent automatiquement. Néanmoins il n'existe pas un tube piézométrique pour mesurer le niveau dynamique après installation de la pompe		2009	En bon état
<b>Câble électrique</b>	La station du câble électrique est fonction de la puissance du moteur de la pompe. elle est de 4*3, 5 mm		2009	En bon état

Source : A.D.E Tadjenanet.

#### ✚ Equipements à l'extérieur du forage SP2 :

#### ✚ Génie civil (Abri de forage) :

C'est une chambre en béton protégeant les équipements du forage. Les murs sont en maçonnerie (en parpaings) et les quatre poteaux sont en béton armé. Par contre, la dalle est constituée de nervures en béton armé, et d'un corps en hourdis en corps creux.

Les dimensions de cette chambre sont les suivants :

- Longueur =3.5 m
- Largeur = 3.00 m
- Hauteur = 2.8 m.

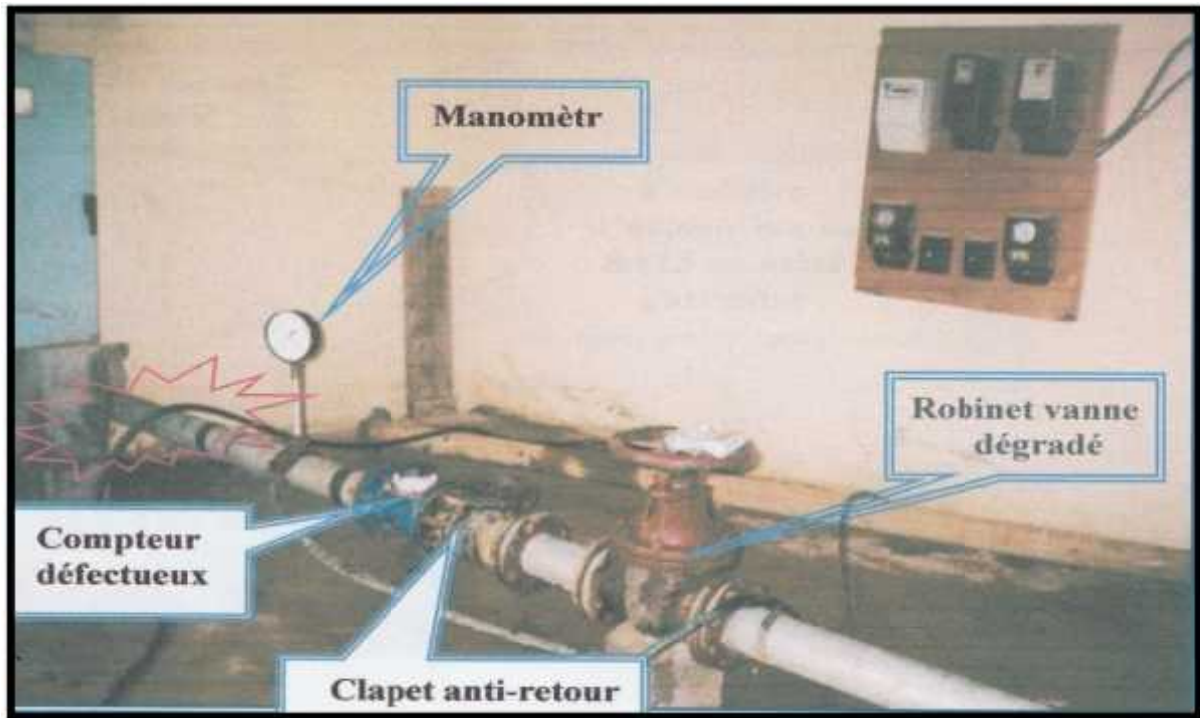


Figure II-1 : Forage Sp2.

Tableau N°II-3: caractéristique des équipements à l'extérieur de SP2

Type des équipements	Caractéristique	Anne mise en service	Observation
Appareillage de commande électrique (armoie électrique)	Puissance = 4 kW Intensité = 75 A	2009	Equipement en bon état.
Clapet anti – retour	Ø 100 –PN 16	2009	Equipement en bon état.
Manomètre	Ø 100 – PN 16 La marque : glycérinée	2009	Equipement en bon état.
Vanne de réglage	Ø 100 – PN 10	2009	Equipement en bon état.
Débit mètre	Ø 100 – PN 16 La marque : AMC	2009	Equipement en bon état.

Source : A.D.E Tadjenat.



**Figure II-2 :** vue générale des équipements du forage SP2.

#### **Le transformateur du forage :**

Le transformateur alimentant l'armoire de commande du forage SP2 en énergie électrique, est accrochée à un poteau électrique tout près de la salle d'équipements. Se fonctionnement et aucune panne n'a été signalée. De ce fait il peut être accepté.

#### **Diagnostic de forage SP2 :**

- La peinture intérieure et extérieure de l'abri de forage SP2 est dégradée (voir figure II-2).
- Absence de l'éclairage extérieur et intérieur du forage SP2.
- Absence de certain équipement tel que « ventouse ».
- Les équipements électriques ne sont pas dans un lieu sécurisé dans la station du forage SP2 (voir figure II-2.)
- L'intérieur de la station SP2 n'est pas aménager.
- La clôture du forage SP2 est en mauvaise état, dégradée et devra être rénové.

#### **Recommandations :**

- ❖ Prévoir une salle de commande avec deux compartiments,
  - Un compartiment abritera les équipements électriques pour les protéger contre les fuites d'eau.
  - L'autre compartiment abritera les équipements mécanique : Nous recommandons ce qui suit :
- ❖ Installation d'une ventouse.
- ❖ Rénovation de la peinture extérieure et intérieure de l'abri de forage.
- ❖ Aménagement de la piste d'accès au forage.

- ❖ Prévoir des lampadaires dans l'enceinte de la station de pompage.

### II.1.1.2 Barrage Béni Haroun :

Le site du barrage est situé dans la partie Nord-est de l'Algérie au nord de la ville de Mila, il est situé à l'extrémité amont de la gorge calcaro-marneuse de Béni Haroun et à environ 4 km du confluent de l'Oued Rhumel et de l'Oued Nadja.

Le bassin total de l'Oued Kebir au site du barrage couvre une superficie voisine de 7.725 km<sup>2</sup>, la capacité de la retenue est de 997.900 Hm<sup>3</sup> et une superficie de 37.683 Km<sup>2</sup>.

Le barrage fait partie du grand Transfert de BÉNI HAROUN ; il est destiné à régulariser un volume annuel de 504 Hm<sup>3</sup> (dont 435 de son volume propre et 69 du barrage de Boussiaba) pour alimenter en eau potable les régions des hautes plaines.

Parmi le système de transfère du barrage Béni Haroun celui qu'est alimenté la commune de Tadjenanet par une quantité d'eaux de **262 l/s**, et notre zone d'étude par un débit de **44 l/s**.

Les caractéristiques principales du barrage de Béni Haroun sont illustrées dans le **Tableau (II-4)** suivant :

**Tableau N°II-4 : Les caractéristiques principales du barrage de Béni Haroun**

Type	Poids rectiligne BCR.
Volume	998 HM <sup>3</sup> .
Hauteur au dessus des fondations	118 m
Largeur en crête	8 m
Volume total du béton	1.900.000 m <sup>3</sup> .
Longueur en crête	710 m
Surface inondée	3900 ha
Débit maximum	13.230 m <sup>3</sup> /j
Débit maximal vidange demi-fond	700 m <sup>3</sup> /j.

Source : ANBT. Mila



**Figure II-3 :** Photographie du barrage de Béni Haroun.

## II-2 Ouvrage de stockage :

### II-2-1 Châteaux d'eau R2 1000m<sup>3</sup> :

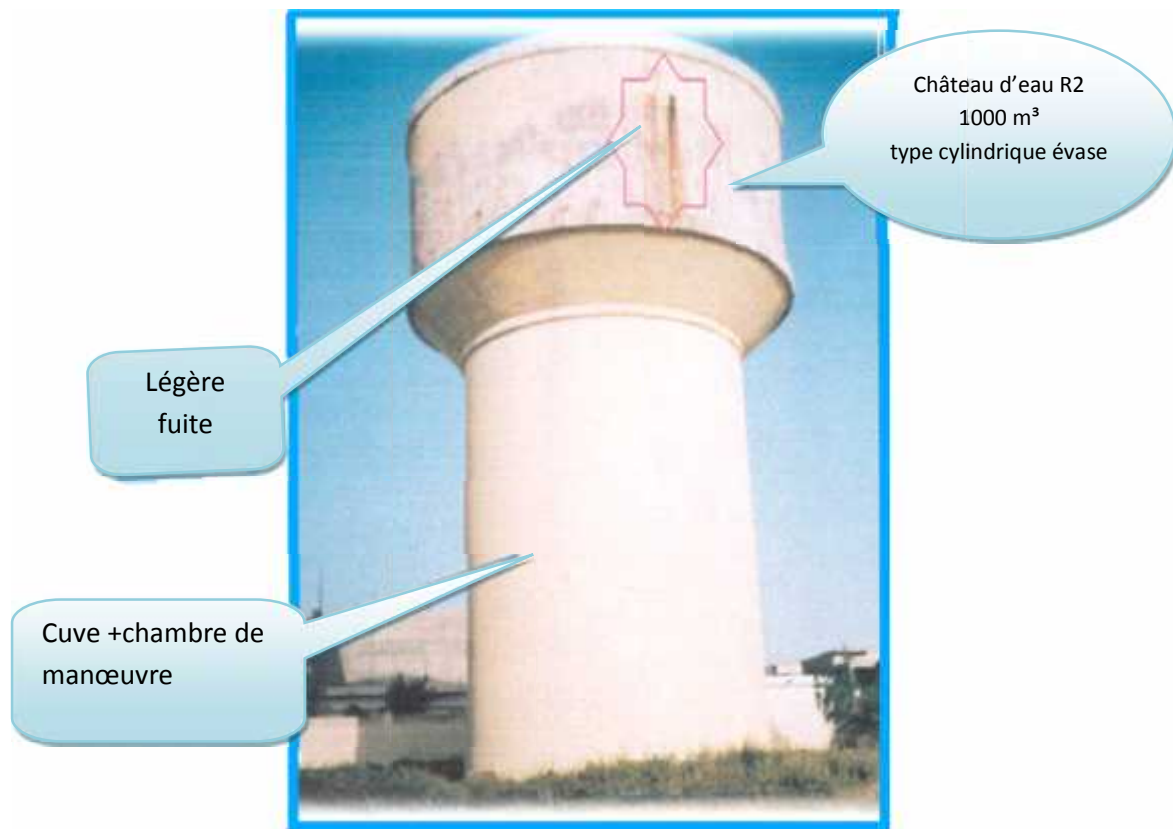
Il est situé au centre ville à coté de la citée 412 logts.

🚧 **Fiche technique de châteaux d'eau R2 « 1000m<sup>3</sup> » :**

**Tableau N° II-5 :** caractéristiques du château d'eau R2 1000 m<sup>3</sup>.

Wilaya	Mila
Daira	Tadjenanet
Commune	Tadjenanet
Localisation	Centre ville (412 lots)
Diamètre	16 m
Coordonnée (X)	794.70 m
Coordonnée (Y)	317.92 m
Coordonnée (Z)	888.55m
Année de réalisation	1998
Type du château d'eau	Surélevé
Hauteur du château d'eau	22.5m (la hauteur radier =17.5m et la hauteur de la cuve = 5 m)
Capacité de châteaux d'eau	1000m <sup>3</sup>
Ressources d'alimentés	Forage SP2 + apport de BBH
Zone de distribution	Les lotissements (275, 412, 704, 533, 246, Reghai Bachir et 202 logements).

Source : ADE Tadjenane



**Figure II-4 :** Vue générale du château d'eau R2 1000 m<sup>3</sup>.

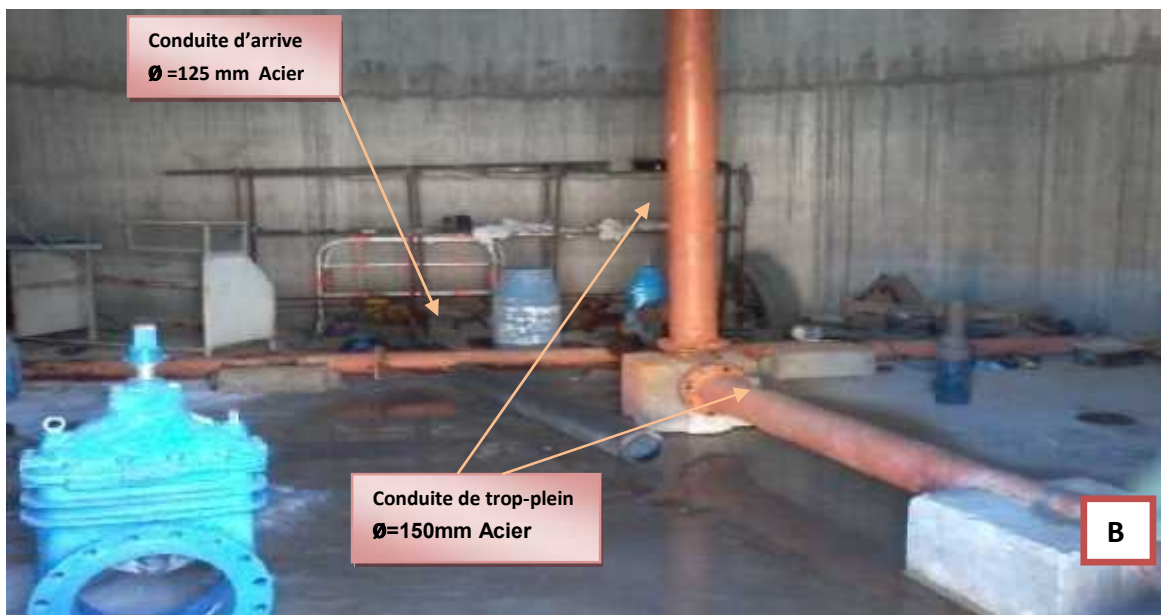


**Figure II-5 :** Chambre des vannes a l'extérieure de château d'eau R2 (1000m<sup>3</sup>).

**Tableau N° II-6** : les caractéristiques des conduites de châteaux d'eau R2.

Dénomination R2	Caractéristique				observation
	Nature	Diamètre (mm)	Longueur (m)	Pression nominale (bar)	
Conduite d'arrivée	Acier	125	25	10	moyenne
Conduite de départ	Acier	300	22	10	moyenne
Conduite de vidange	Acier	200	17.5	10	moyenne
Conduite de trop – plein	Acier	150	25	10	moyenne

Source : ADE Tadjenane



**Figure II-6 (A, B)** : Chambre des vannes a l'intérieur du réservoir R2 1000m<sup>3</sup>.



**🔧 Diagnostic de châteaux d'eau R2 « 1000m<sup>3</sup> » :**

- Ces équipements sont anciens et corrodés.
- Le réservoir est dégradé et présente des fuites.
- Manque certains accessoires (entonnoir, manomètre, détecteur de niveau).
- Absence de l'éclairage dans le fut du château d'eau.
- La pompe doseuse de javellisation est dégradée.

**🔧 Recommandations :**

- Rénovation de la peinture extérieure et intérieure de château d'eau.
- Changement de la pompe doseuse qui est en panne.
- Electrification du château d'eau.
- Equipée le château d'eau par les accessoires manquantes.

### **II-3 Diagnostic et analyses des adductions :**

#### **II-3-1 Adduction forage SP2 – châteaux d'eau R2 (1000m<sup>3</sup>) :**

Cette adduction prend naissance depuis le forage SP2, qui refoule l'eau vers le château d'eau R2 de capacité 1000 m<sup>3</sup> à travers une conduite composée de deux (2) tronçons :

Le 1<sup>ère</sup> tronçon en PVC de diamètre 200 mm et linéaire de 1075 m jusqu'au regard de vanne. Elle a été mise en service en 1995,

Le 2<sup>ème</sup> tronçon est en PEHD depuis le regard de vanne jusqu'au château d'eau R2(1000m<sup>3</sup>).de diamètre 200mm et linéaire de 870 m .

**🔧 Diagnostic Adduction forage SP2 – châteaux d'eau\_R2 1000m<sup>3</sup> :**

Le 1<sup>er</sup> tronçon est en mauvaise état à cause des fuites déclarée dans ces tronçons, et intervention répétées par le service de L'ADE, par contre le 2eme tronçon est en bon état.

**🔧 Recommandation :**

Nous sollicitons la rénovation de la 1ere conduite en PEHD de diamètre 200mm et un linéaire de 1075ml.

La deuxième conduite en PEHD est en bon état.

#### **II-3-2 Adduction : Bâche à eau (5000m<sup>3</sup>) –Le châteaux d'eau (1000m<sup>3</sup>) :**

L'eau du bâche à eau est relevée gravitaire vers la station de pompage par une conduite en acier de 500mm et sur un linéaire de 50 ml, c'est à travers cette station de pompage qui transitera l'eau potable par pompage jusqu'à châteaux d'eau d'une capacité 1000m<sup>3</sup> à l'aide D'une conduite en PEHD de diamètre 250 mm et sur linéaire de 1910 ml, elle est en bon état.

### II-3-3 Station de pompage de la commune de Tadjenamet :

La station de pompage de Tadjenamet est équipée par 8 pompes volumétriques de haute Précision, Par conséquent ce dernier est utilisée deux (2) pompe pour transférer l'eau vers le château d'eau 1000m<sup>3</sup>, l'une des pompes est réservée pour des raisons de secoure, le pompage se fait toujours par l'intermédiaire d'une seule pompe.

Les caractéristiques principales des ces pompes sont illustrées dans le **Tableau (II-7)** suivant:

**Tableau N° II-7 : les caractéristiques des pompes qui refoule vers le château d'eau R2 (1000m<sup>3</sup>)**

Désignations	Valeurs
Débit nominal	158.4 m <sup>3</sup> /h
Niveau de la pompe	871m
Hauteur manométrique totale (HMT)	50m
La puissance	37KW
Intensité	400/690 A

Source : ADE Tadjenane

### II.4 Diagnostic et analyses des distributions :

L'alimentation en eau potable de notre zone d'étude s'effectue par un Château d'eau 1000 m<sup>3</sup> par l'intermédiaire de plusieurs réseaux maillés et ramifiés, anciens et nouveaux, avec des matériaux différents.

Nous allons dans ce qui suit montrer le réseau d'AEP de la zone d'étude :

- **Le réseau de la cité 412 lots :**

Le réseau du lotissement 412 est de type maillé avec plusieurs ramifications à l'intérieur du réseau, ce réseau est mis en service en 2002.

La maille principale qui contourne toute la cité est de diamètre 110 mm en PVC, le reste du réseau est de diamètre 63 et 40 mm en PVC également

L'alimentation du réseau s'effectue à partir de réservoir R2 1000 m<sup>3</sup> à travers une conduite en PVC de diamètre 160 mm.

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- **Le réseau de la cité 275 lots :**

Le réseau du lotissement 275 est de type maillé avec plusieurs ramifications à l'intérieur du réseau, ce réseau est mis en service en 2001.

La maille principale qui contourne toute la cité est de diamètre 110 mm en PVC, le reste du réseau est de diamètre 90, 63 et 50 mm en PVC également

L'alimentation du réseau s'effectue par deux (02) piquages sur la conduite de diamètre 300 mm en amiante ciment et 160 PVC.

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- **Le réseau de la cité Reghai Bachir :**

Le réseau du lotissement Reghai bachir est de type maillé avec plusieurs ramifications, ce réseau est mis en service en 2002.

Le réseau principal est en PVC de diamètre 200, 160, 125 et 110 mm, le réseau secondaire est en PVC également de diamètre 40 et 50 mm

L'alimentation du réseau s'effectue à partir de réservoir R2 1000 m<sup>3</sup> à travers une conduite en PVC de diamètre 200 mm.

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- **Le réseau de la cité 704 lots :**

Le réseau du lotissement 704 est de type maillé avec plusieurs ramifications, ce réseau est mis en services 2002.

Le réseau principal est en PVC de diamètre et 125 et 110 mm, le réseau Secondaire est en PVC également de diamètre 75, 50 et 40 mm.

L'alimentation du réseau s'effectue par un piquage en PVC de diamètre 160 mm sur le réseau principal du lotissement Reghai Bachir (DN 200 PVC)

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- **Le réseau des cités (533 + 246) lots :**

Le réseau des lotissements (533 + 246) est de type maillé avec plusieurs ramifications à l'intérieur du réseau, ce réseau est mis en service en 2002.

La maille principale qui contourne les deux cités est de diamètre 200, 160 et 110 mm en PVC, le reste du réseau est de diamètre 63, 50 et 40 mm en PVC également

L'alimentation du réseau s'effectue par un piquage sur la conduite de diamètre 200 mm en PVC.

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- **Le réseau de la cité Dalia :**

Le réseau du lotissement Dalia est de type maillé avec quelques ramifications à l'intérieur du réseau.

La maille principale de la cité est de diamètre 110 mm en PVC, le reste du Réseau est de diamètre 90, 50 et 40 mm en PVC également

L'alimentation du réseau s'effectue un piquage de diamètre 160 en PVC sur la conduite de diamètre 300 mm en amiante ciment.

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- **Le réseau de la cité 202 logements :**

Le réseau de la cité 202 logts est de de type maillé avec plusieurs ramifications en PVC de diamètre 110 mm, alimenté à partir d'un piquage de diamètre 110 mm en PVC sur la conduite D'adduction « SP2 – R2 (1000 m<sup>3</sup>) » en Amiante ciment de diamètre 150 mm

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

- ❖ **Le réseau des coopératives :**

- **Coopératives El Amel :**

Le réseau des coopératives El Amel est en PVC de diamètre 63 mm, alimenté par d'un piquage de diamètre 90 mm en PVC sur le réseau des 202 logts

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau, se trouve dans un mauvais état. Donc une rénovation du réseau est nécessaire à court terme.

- **Coopératives El Islah :**

Le réseau des coopératives El Islah est en PVC de diamètre 50 mm, alimenté par des piquages sur la conduite principal en PVC de diamètre 125 mm

**Le diagnostic :** effectués sur terrain montre que le réseau est en bon état, par conséquent il sera maintenu s'il répondra aux exigences hydrauliques.

## **II-5 Dysfonctionnement des réseaux d'eau et problématique des fuites :**

Les recherches menées actuellement dans le domaine des réseaux d'eau potable concernent essentiellement le vieillissement des conduites, la réalisation de diagnostic et la construction de programme de maintenance et en fin l'optimisation dans le calcul des réseaux. Ces différents problèmes constituent, de nos jours, une préoccupation majeure pour les gestionnaires des réseaux d'A.E.P

Le distributeur d'eau potable a toujours le souci de couvrir les besoins des consommateurs, en quantité et qualité suffisantes. Il a aussi le souci de veiller à la bonne gestion et à la perfection de toutes les infrastructures concourant L'approvisionnement en eau.

### **II-5-1 vieillissement d'une conduite d'eau potable :**

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps, celle-ci donnant lieu, soit à certains dommages, soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau (Chute de pression, Fuites diffuses, Ruptures,.....ect)

### **II-5-2 Evaluation du vieillissement d'une conduite :**

Le phénomène de vieillissement ne peut pas être quantifié directement, mais à partir des phénomènes par lesquels il se manifeste :

#### **II-5-2-1 La qualité de l'eau :**

La mesure de la dégradation de la qualité de l'eau peut permettre de caractériser ou de l'endroit ou en lieu la plainte d'un abonné.

Elle peut renseigner sur l'état de corrosion sont transportés, à travers le réseau. On a par exemple le phénomène d'eau rouge, qui correspond à l'oxydation d'ions ferriques principalement dans les eaux douces, acides ou des aéreras.

Certaines autres substances comme le manganèse peuvent également entraîner la coloration de l'eau (couleur noir).

On peut également être renseigné sur la corrosion bactérienne, en examinant les teneurs en bactéries du fer<sup>(1)</sup> ou sulfato-réductrices. Un mauvais état des joints ou des conduites en matière plastique peut également altérer la qualité de l'eau .di fait de l'introduction de substance provenant de l'intérieur .comme des hydrocarbures.

La corrélation entre l'âge de la conduite et l'apparition d'une mauvaise qualité de l'eau est un paramètre significatif concernant le vieillissement de certains éléments des conduites.

Situer avec précision celle qui a détérioré la qualité de l'eau.

### **II-5-3 Défaillances des conduites :**

On appelle défaillance toute détérioration pouvant provoquer ou accentuer le risque de dysfonctionnement du réseau (ou de l'un de ses éléments), ou la diminution de son rendement.

#### **II-5-3-1 Défaillances possibles et conséquences associées au réseau d'AEP :**

##### **II-5-3-1-1 La dégradation du réseau :**

L'apparition de dégradations ponctuelles ou récurrentes témoigne d'une défaillance dans le réseau de distribution d'eau.

Les répercussions sont variées et peuvent entraîner risques Sanitaires ou simples désagréments auprès des abonnés, ruptures, percements, fuites, ...

Il est donc primordial d'avoir une connaissance de l'ensemble de ces phénomènes pour pouvoir prétendre à une identification précise sur le terrain. [2]

##### **II-5-3-1-2 Dégradation de la qualité de l'eau**

###### **➤ Chimique et biologique :**

Ces phénomènes sont représentés principalement par la corrosion interne ou externe il s'établit dans ce cas un échange d'ions entre le milieu interne (sol ou eau) et la paroi de la conduite.

➤ **Corrosion interne**

Elle est liée à la qualité de l'eau et ses différentes caractéristiques (PH, Taux d'oxygène dissous, équilibre calco-carbonique, existence de bactéries d fer ou sulfato-réductrices).

Elle entraîne une diminution de la paroi en certains point du tuyau, lié le plus souvent à l'existence de dépôts d' où diminution de diamètre interne.

On observe dans la **Figure (II-8)** une conduite de diamètre 80 mm ayant subi des dépôts ferriques de corrosion interne.



**Figure II-8** : Photographie Corrosion interne. [2]

➤ **Corrosion externe :**

Elle correspond à l'échange d'ions entre le sol et la paroi des conduites et peut avoir diverses origines :

- Les courants vagabonds.
- Le sol.
- L'hétérogénéité de surface.
- L'hétérogénéité de sol.
- L'hétérogénéité par contact.

La **Figure (II-9)** montre une conduite de diamètre 80 mm ayant subi une corrosion externe localisée (Courants vagabonds, hétérogénéité du sol, ...).



**Figure II-9** : Photographie Corrosion externe. [11]

➤ **Phénomène d'entartrage**

Le transport d'une eau incrustante peut provoquer un entartrage des conduites. La formation de ces dépôts calcaires a des répercussions internes sur la qualité de l'eau et sur son Écoulement par réduction de la section utile de la conduite.



**Figure II-10** : Cas d'entartrage des conduites de distribution. [3]

## **II-5-4 Défaillances du régime hydraulique :**

### **II-5-4-1 Diminution de la capacité de transport :**

La réduction du diamètre et/ou l'augmentation de la rugosité réduisent les capacités hydrauliques du réseau.

Cette défaillance est engendrée par l'entartrage calcaire sur les conduites sans revêtement Interne, mais aussi par l'apparition de protubérances corrosives, responsables également de Chutes de pression.

Précisons également qu'une baisse de pression peut être le résultat d'une simple augmentation de la demande, par croissance de la consommation ou par lutte contre l'incendie. [4]

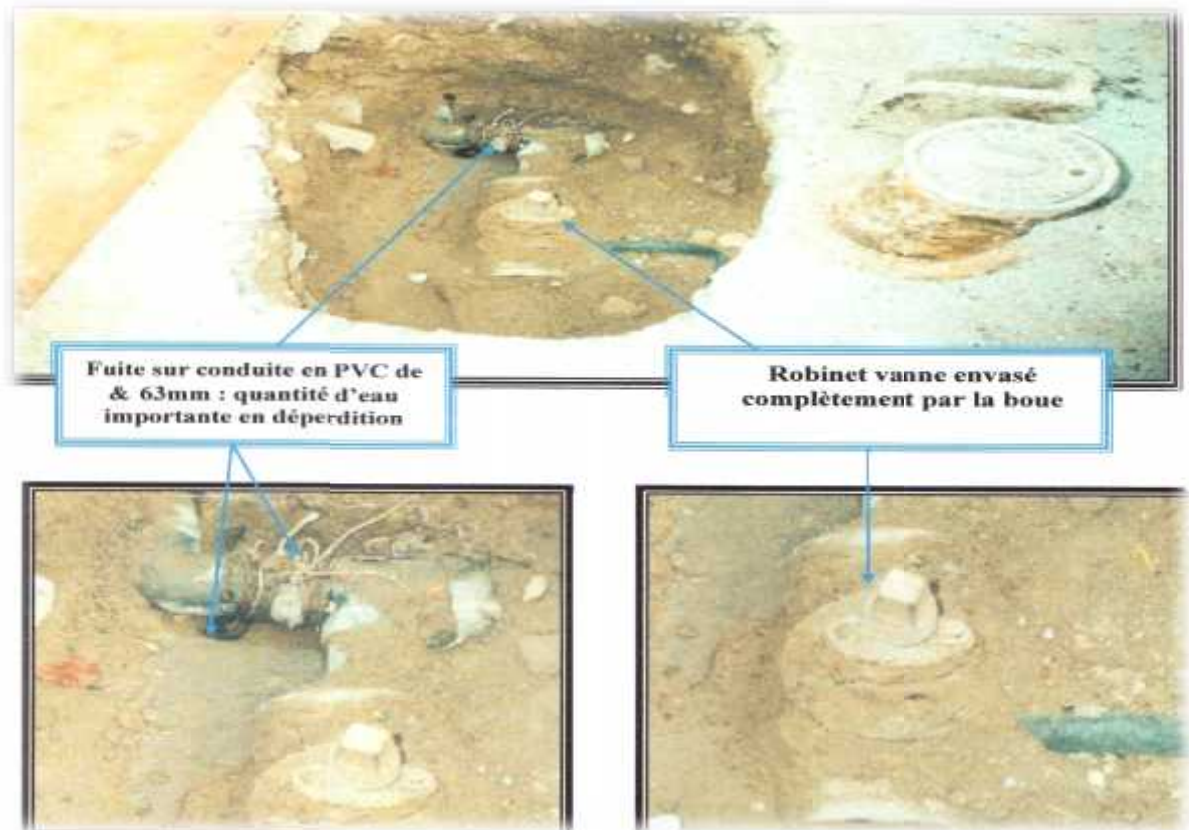
#### II-5-4-2 Les fuites :

Ce sont des pertes physiques de quelques quantités d'eau, mais qui n'empêchent pas le fonctionnement normal du réseau.

Les fuites sont généralement localisées dans les joints, les vannes, les raccords, les points de jonction entre deux éléments ou dans le corps même de la conduite. [11]

##### Cause des fuites :

- Rupture ou mauvaise étanchéité des conduites.
- Joints détériorés ou mal exécutés.
- Corrosion.
- Glissements de terrains.
- Excès de pression.



**Figure II-11 :** fuite au niveau de la conduite « $\text{Ø}=63\text{mm}$ , en PVC», la vanne est bon état. « Coopératives El Amel ».

##### Effets des fuites :

- Risque de dégradation de la qualité de l'eau suite à l'introduction d'eau polluée.
- Perturbation de la circulation suite aux inondations.
- Risque de retour d'eau.

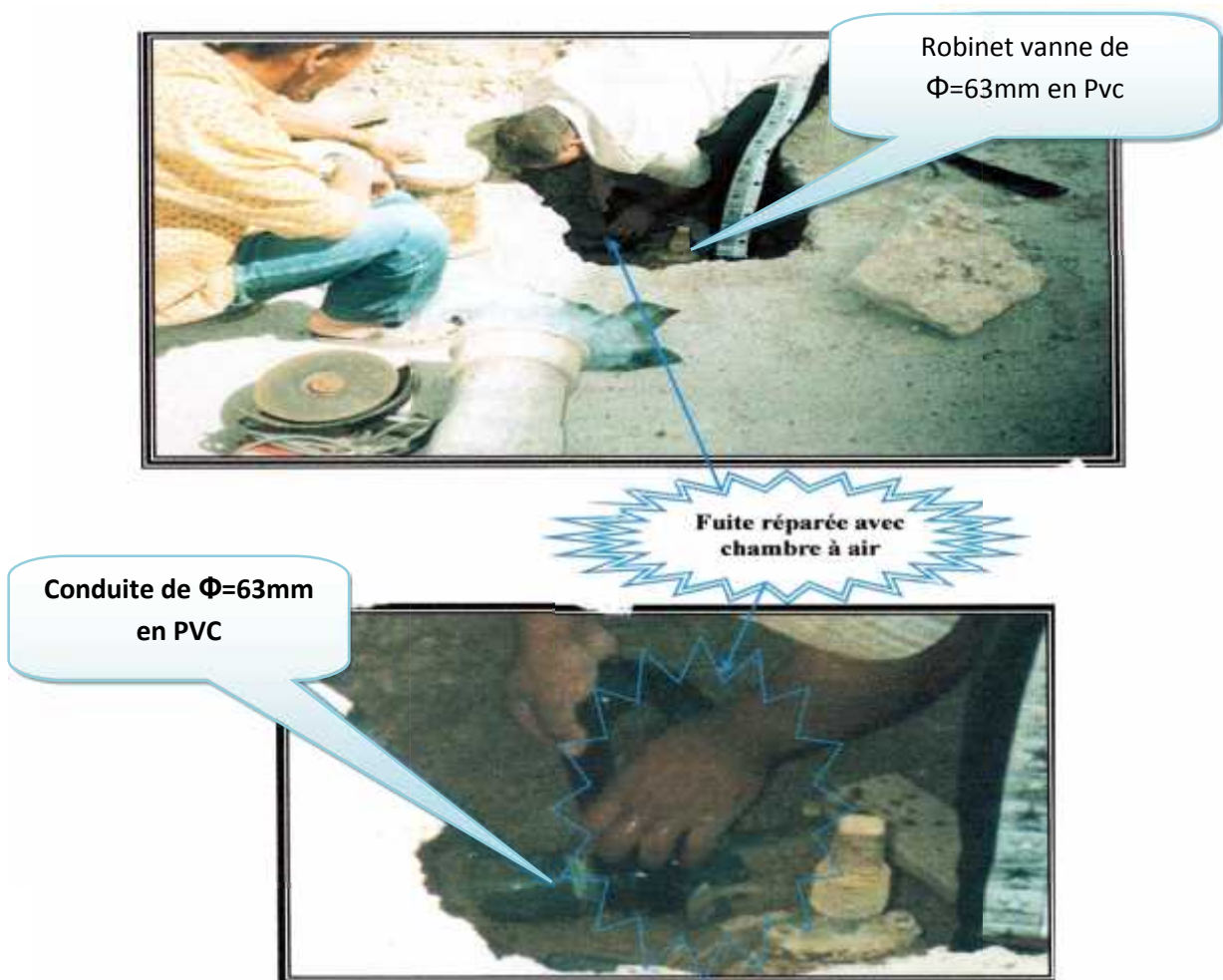


### II-5-4-3 Les pertes :

Dans un réseau, on distingue deux types de pertes et leurs causes sont diverses:

✚ **Les pertes techniques :** elles sont dues :

- au débordement des réservoirs dues soit mauvais fonctionnement du flotteur ou de la vanne de vidange.
- Aux fuites sur conduites et branchements particuliers engendrées par les casses et leurs différentes causes.
- Aux fuites sur robinets, vannes et colliers dues à un mauvais serrage des joints, des presses étoupe des vannes et des colliers de prise.



**Figure II-12:** fuite au niveau de la conduite « $\Phi=63\text{mm}$ , en PVC». « Coopératives El Amel ».

✚ **Les pertes administratives :**

Ce sont les eaux consommées mais non comptabilisées. On citera :

- La consommation des organismes publics,
- La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs
- Absence de compteurs chez les abonnés,

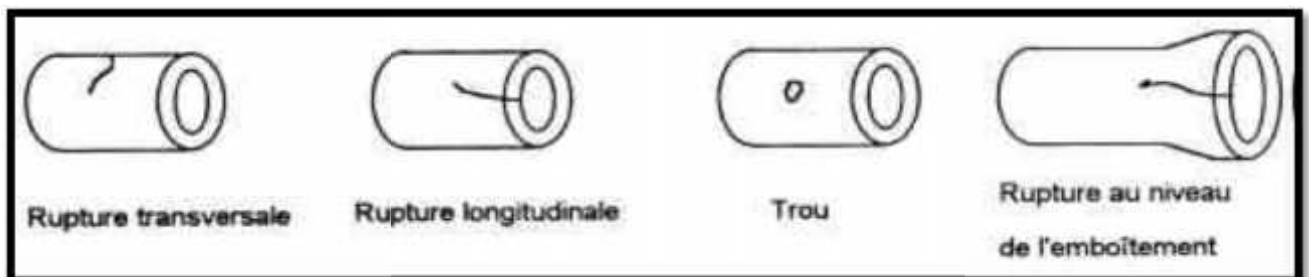
- Pertes par branchements illicites.



**Figure II-13 :** Branchements individuels en la cité Reghai Bachir.

#### II-5-4-4 Les ruptures :

Une rupture ou une casse est définie comme étant une détérioration induisant un arrêt momentané de l'alimentation en eau et qui nécessite une intervention sur le réseau.



**Figure II-14 :** Ruptures où fuites apparentes. [3]

Ces ruptures de conduites peuvent occasionner des dommages plus ou moins sévères, tels que:

- inondations chez un particulier ou perturbations du trafic routier ;
- coupure d'eau.
- déstabilisation du lit de pose.
- plaintes des abonnés.

Chacune des défaillances hydrauliques, évoquées précédemment, engendre inéluctablement :

- un accroissement de la production ;
- des pertes d'énergie par l'augmentation des temps de pompage ;
- des interventions sur le réseau.

Le **Tableau (II-7)** synthétise les différentes manières d'estimer l'état de dégradation d'une conduite en fonction de l'origine et de manifestations observés. [5]

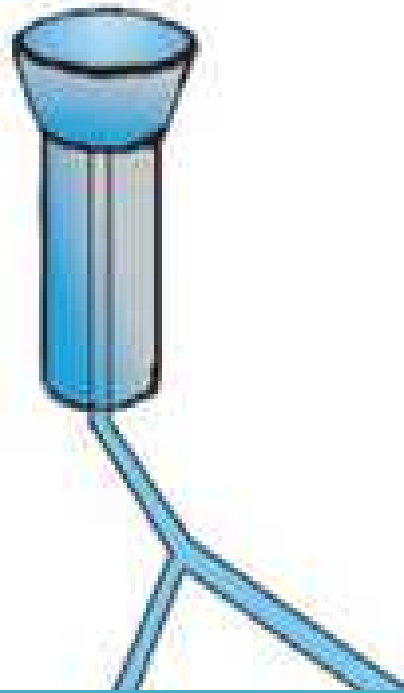
**Tableau N°II-8 : Manifestation et mesures de la dégradation des conduites d'eau potable.**

Manifestation	-Dégradation de qualité de l'eau	-Diminution de la capacité de transport	-Augmentation des fuites diffuses	-Rupture aux fuites
Origine	-corrosion internes (chimique ou biologique) -Porosité de joint aux tuyaux	-Entartrage -Protubérance de produits de corrosion	-corrosions internes et externes -Détérioration des joints	-corrosions internes et externes -Dégradation du lit de pose -mouvement de sol
Mesure de vieillissement	-Mesures chimiques -Plaintes des consommateurs	-Mesure de diamètre ou de coefficient de rugosité -Chute de pression	-Nombre de fuites/km -Débit des fuites	-Taux de fuites ou de casse annuel

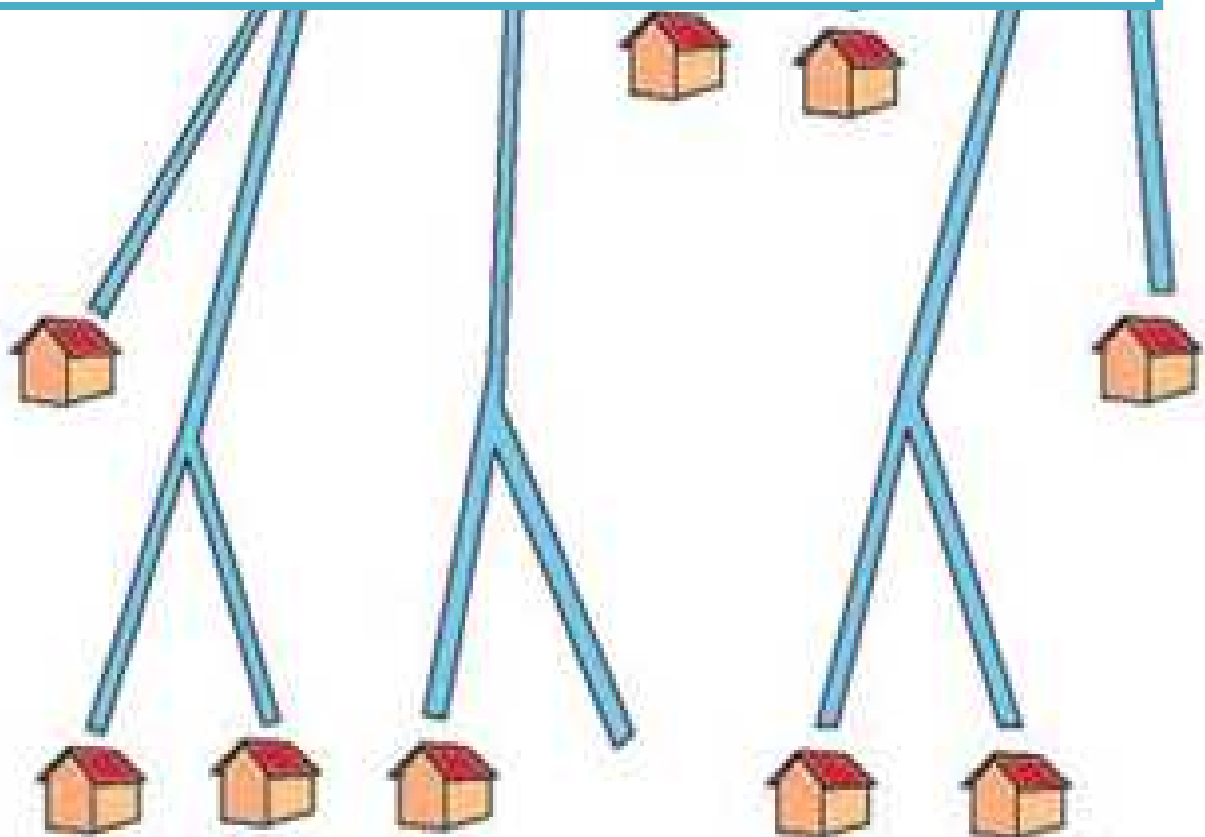
### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait le diagnostic de notre présent système d'AEP en passant par le diagnostic des forages, des ouvrages de stockage, du réseau d'adduction, et du réseau de distribution.

Puis nous avons donné quelques recommandations et conseils pour remédier aux problèmes trouvés.



**CHPITRE III : CALCUL HYDRAULIQUE DE  
RESEAU D'AEP**



### Généralité :

Afin de distribuer l'eau potable d'une façon équitable sur toute une agglomération notamment, les gros consommateurs, et les quartiers de forte population, on utilise le réseau de distribution, qui est formé d'un ensemble de conduites dites maitresse à partir de quelles prennent issu des conduites secondaires, et de ces dernières des tertiaires.

### III-1 Définition des différents types des réseaux:

A partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisation sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles.

#### III-1-1 Réseau ramifié :

C'est le réseau dans lequel les conduites ne comportent aucune alimentation en route, il présente l'avantage d'être économique, mais son inconvénient majeur c'est qu'il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture un accident sur la conduite principale prive d'eau toutes les abonnées de l'aval.

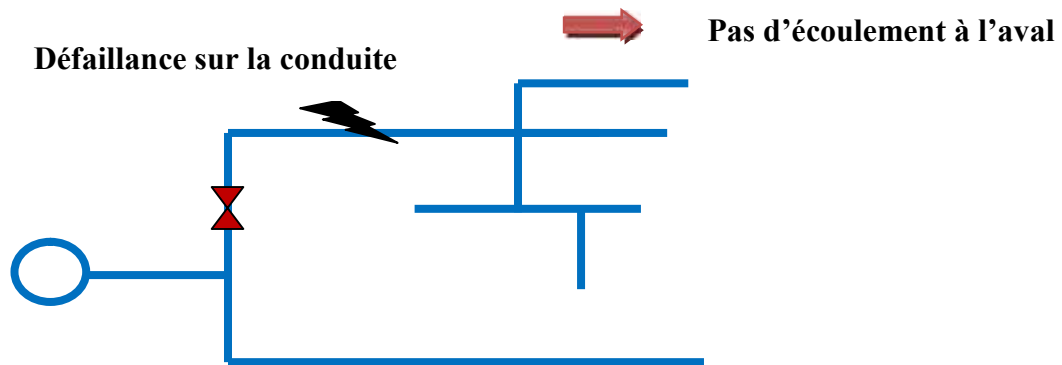


Figure III-1 : Réseau ramifié.

#### III-1-2 Réseau maillé :

Ce type permet une alimentation en retour parce qu'il est formé d'un certain nombre de Tronçon de façon à constituer des boucles (maille). Chaque boucle est appelée maille.

Une simple manœuvre de robinets, permet d'isoler le tronçon accidenté et de poursuivre l'alimentation des abonnées d'aval.

Il est, bien entendu, plus coûteux d'établissement, mais en raison de sécurité qu'il procure, il doit être souvent préféré au réseau ramifié.

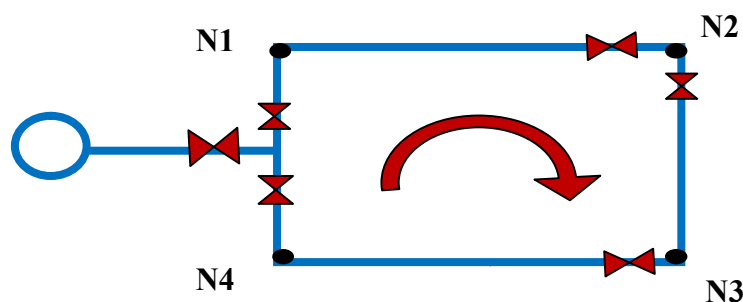
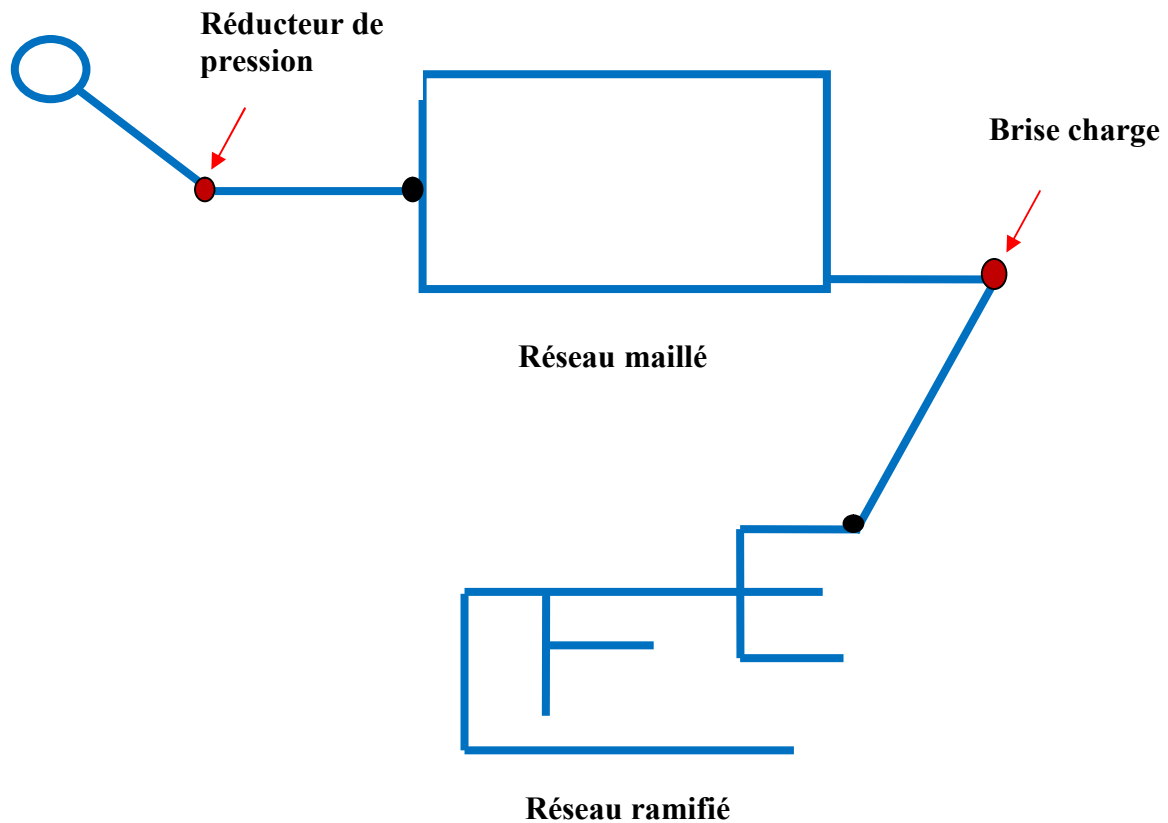


Figure III-2 : Réseau maillé.

**III-1-3 Réseau combiné (mixte) :**

Ce type n'est autre que la combinaison entre les deux types de réseaux (ramifié et maillé ou plus), il est généralement dicté lorsque la ville est condensée dans une région et dispersée dans une autre et lorsque la ville se trouve dans une région à terrain accidenté on ajoute une répartition étagée.

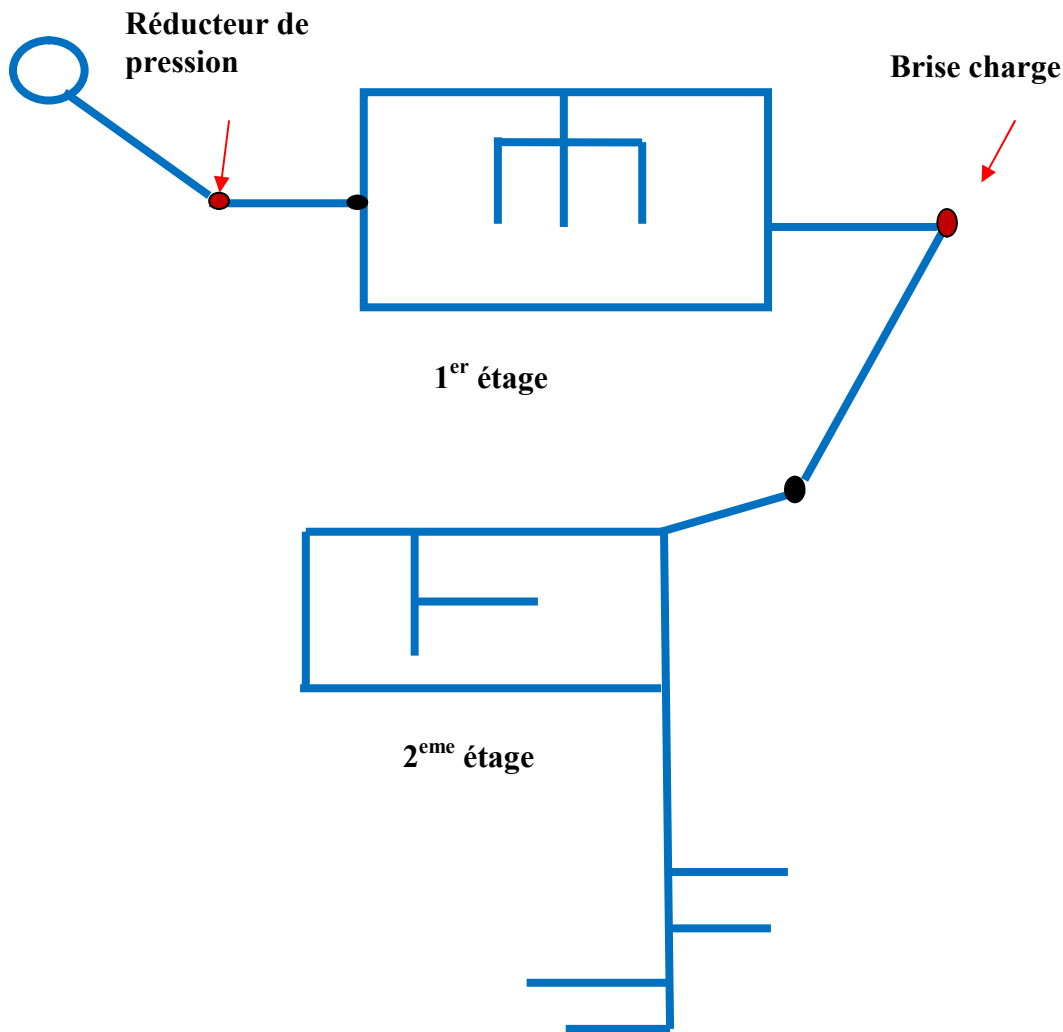


**Figure III-3 :** Réseau combiné (mixte).

**III-1-4 Réseau étagé :**

Dans les régions montagneuses (terrains accidentés) qui présentent un dénivelé important, nous devons prendre garde de la limite de pressions au niveau du réseau qui avoisine 5bars.

En générale cette pression est de  $\pm 50\text{m}$ , pour satisfaire cette condition, on utilise le réseau étagé qui est constitué de deux étages ou plus indépendants relativement avec une pression limite.



**Figure III-4** : Réseau étagé.

### III-1-5 Les réseaux distincts :

Les réseaux à alimentation distinctes distribuent l'un, l'eau potable destinée à tous les besoins domestiques, et l'autre l'eau non potable réservée aux usages industriels, au lavage, arrosage des rues et plantations.

Ces réseaux ne se justifient que dans les installations extrêmement importantes. En Algérie ce type de réseau n'existe plus.

En général, on utilise un réseau maillé pour alimenter une zone urbaine et un réseau ramifié pour alimenter une zone rurale. En irrigation, on n'utilise que les réseaux ramifiés.

#### ❖ Considération à prendre dans le choix du type du réseau :

##### 🏗️ Plans de masse :

- levé topographique.
- densité des habitations.
- relief.
- urbanisme : -extension de ville.
- type d'habitat : -collectif.

- sociaux collectifs.
- individuel.

- équipements.
- position de la ressource d'eau par rapport à l'agglomération.

- ✚ Economie.
- ✚ Degré de sécurité d'alimentation.
- ✚ Relief.
- ✚ Exploitation et maintenance.

### III-2 Choix de type de réseaux :

Le choix du type du réseau est fonction de la nature des habitations. Dans notre cas et vue la nature du milieu (zone d'étude), on a choisi d'alimenter cette localité par deux types de réseau mixte.

### III-3 Choix du matériau de réseau :

Pour l'alimentation en eau potable des agglomérations plusieurs types de matériaux sont utilisés en fonction de la nature du sol, de la résistance de ce matériau, de la durée de vie, de sa destination, de l'économie, l'entretien et de l'exploitation.

Pour cette étude on a choisi le PVC (Polychlorure de vinyle non plastifié) ; car il répond à nos besoins, comme il présente plusieurs caractères à savoir :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponible sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Leur inconvénient est le risque de rupture.

### III-4 Les paramètres du réseau :

- **Débit**: les conduits doivent assurer le transit des débits pendant les heures de pointe.
- **Vitesse d'écoulement**: il faut éviter les vitesses inférieures à 0.5 m/s qui favorisent la formation de dépôt de produit calcaire.




Les vitesses supérieures à 1.5 m/s qui favorisent l'érosion de parois intérieures des canalisations ainsi que les vibrations de ces canalisations dues à l'écoulement

- **Pression** : le réseau doit satisfaire les conditions de pressions suivantes :

Cas normal :  $1 \leq P \leq 6$  bar

Cas d'incendie :  $0.6 \leq P \leq 6$  bar

On prévoit les pressions au sol suivantes selon la hauteur des immeuble .pour :

1 <sup>er</sup> étage		12-15 m
2 <sup>ème</sup> étage		16-19 m
3 <sup>ème</sup> étage		20-24 m

### III-5 Dimensionnement du réseau :



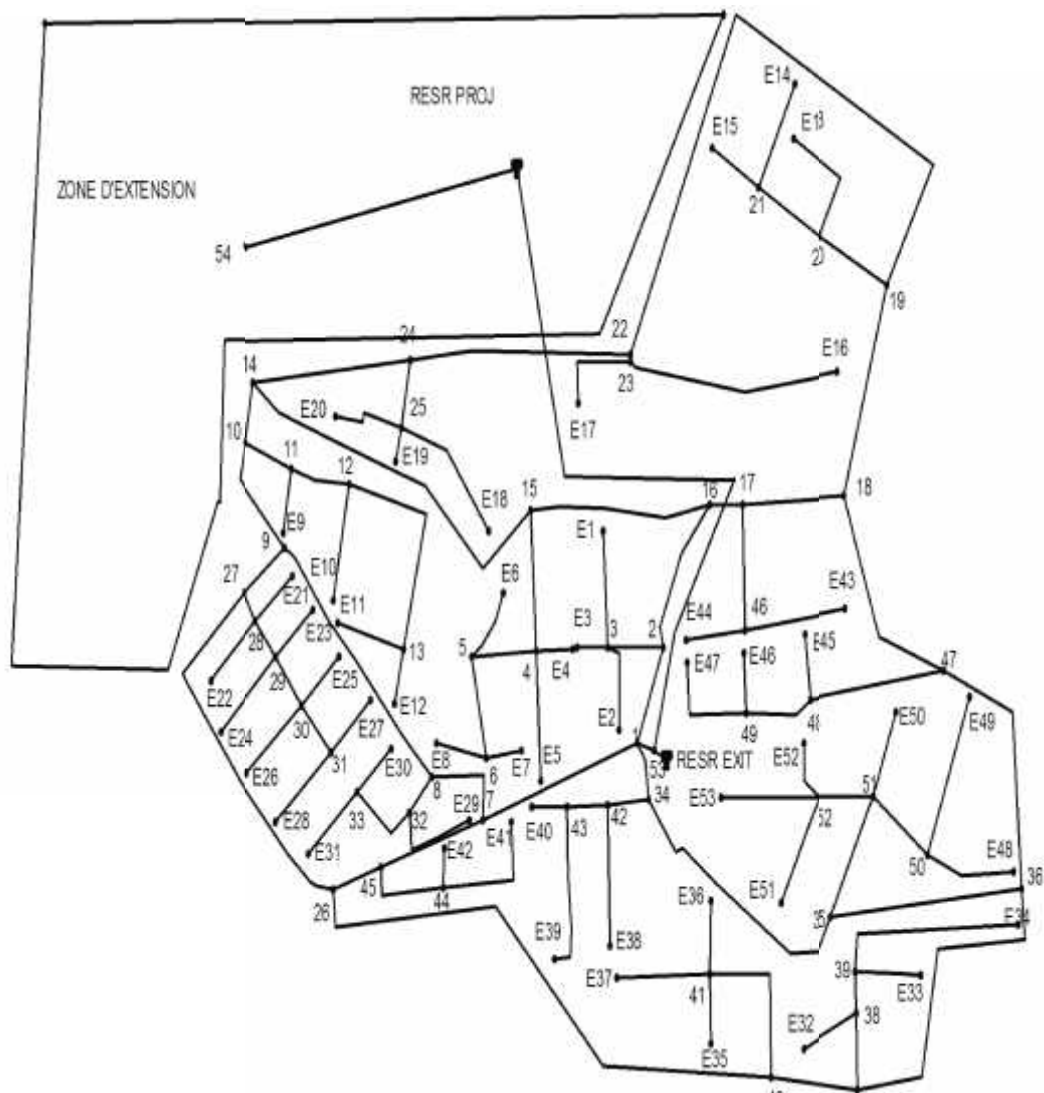
**Remarque :**

Il est utile de noter que l'aire de l'étude est constituée de deux zones :

1 – la première zone dite « zone de réhabilitation » c'est le secteur urbanisé où le taux d'occupation du sol est atteint le 100%, sa population est de l'ordre de 20220, la zone dispose dans sa totalité d'un réseau de distribution, évidemment qui sera l'objet d'un redimensionnement, son approvisionnement est assuré par le château d'eau existant.

2 – la deuxième zone dite « zone d'extension » c'est la zone qui sera réservée pour acquies l'accroissement de la population de la zone de réhabilitation estimé à 38883 à l'horizon 2040.

- Notre travail se limite dans l'estimation des besoins de cette zone, cette zone est dépourvue de toute document urbanistique (POS) qui nous permette de procéder à la projection d'un réseau de distribution, donc notre travail se limite dans l'estimation des besoins et le dimensionnement du diamètre de la conduite (attente) qui sera utilisée pour le raccordement futur du réseau de distribution de la zone en question à partir du réservoir projeté dans notre étude.



**Figure III-5:** Schéma du réseau de distribution.

**III-5-1 Débit spécifique :**

Le débit spécifique est le rapport entre le débit de pointe et le nombre d'habitant total.

$$Q_{sp} = \frac{Q_p}{\text{Nbre hab } t} \dots\dots\dots (III.1)$$

Avec :

$Q_{sp}$  : Débit spécifique en (l/s/h).

$Q_p$  : débit de pointe horaire en (l/s).

$Q_{éqi}$  : débit d'équipement (l/s).

Nbre hab  $t$  : Nombre d'habitant total.

**AN :**

$Q_p$  125.38 l/s et le nombre d'habitant total=20220 hab.

$Q_{SP}$  =0.00566271 l/s/hab.

**III-5-2 Débit en route (propre) :**

Le débit en route (propre) de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{sp} * \text{Nbre hab}_i \dots\dots\dots(III.2)$$

Avec :

$Q_r$  : Débit en route en (l/s).

$Q_{sp}$  : Débit spécifique en (l/s/hab.).

Nbre hab $_i$  : Nombre d'habitant de chaque tronçon.

**AN :** pour le calcul de débit en route de tronçon (2-3) :

$Q_{r(2-3)} = Q_{spi} \times \text{Nbr hab}_{(2-3)}$

$Q_{r(2-3)} = 0.00566271 * 97 = 0.549$  (l/s)

**III-5-3 Détermination du débit de tronçon :**

Le débit de tronçon est calculé par la formule suivante :

$$Q_{tr} = Q_{aval} + 0.55 \times Q_r \dots\dots\dots(III.3)$$

Avec :

$Q_{tr}$  : Débit de tronçon L/s.

Qaval : c'est le débit total des débits en route qui passe après un tronçon L/s.

Qr : Le débit en route L/s.

**AN :** pour le calcul de débit de tronçon (2-3) :

$$Q_{tr} = Q_{aval} + 0.55 \times Q_r$$

$$Q_{aval} (2-3) = \sum Q_r (3-E1)+(3-E2)+(3-E3)$$

$$Q_{aval} (2-3) = 2.377 \text{ L/s}$$

$$Q_{tr} = 2.377 + (0.55 \times 1.215).$$

$$Q_{tr} = 3.045 \text{ (l/s)}.$$

➤ **Cas de pointe :**

**Tableau N°III-1 :** Calcul les débits en route, transitant et en tronçon de chaque tronçon du réseau d'AEP de la zone d'étude (cas de point).

Tronçon	Nh	Q spé (l/s)	Débit des habitants (Qsp*Nbr h)	Débit des équipements	Débit consommé	Qaval (l/s)	Tronçon (l/s)
2-3	97	0,00566271	0,549	0,666	1,215	2,377	3,045
3-E1	166	0,00566271	0,94	0,0946	1,035	0	0,569
3-E2	112	0,00566271	0,634	0	0,634	0	0,349
3-E3	125	0,00566271	0,708	0	0,708	0	0,389
15-4	151	0,00566271	0,855	0	0,855	4,275	4,746
4-E4	67	0,00566271	0,379	0	0,379	0	0,209
4-E5	167	0,00566271	0,946	0	0,946	0	0,52
4-5	84	0,00566271	0,476	0	0,476	2,475	2,736
5-E6	117	0,00566271	0,662	0	0,662	0	0,364
5-6	184	0,00566271	1,042	0	1,042	0,77	1,343
6-E7	50	0,00566271	0,283	0	0,283	0	0,156
6-E8	86	0,00566271	0,487	0	0,487	0	0,268
10-11	291	0,00566271	1,648	0	1,648	18,596	19,502
11-E9	436	0,00566271	2,469	0,6948	3,164	0	1,74
11-12	485	0,00566271	2,746	0	2,746	12,685	14,196
12-E10	388	0,00566271	2,197	1,4028	3,599	0	1,979
12-13	533	0,00566271	3,018	0,0253	3,043	6,042	7,716
13-E11	581	0,00566271	3,29	0	3,29	0	1,809
13-E12	486	0,00566271	2,752	0	2,752	0	1,514
19-20	268	0,00566271	1,518	1,3884	2,906	9,027	10,62

20-E13	497	0,00566271	2,814	0,486	3,3	0	1,815
20-21	306	0,00566271	1,733	0,2772	2,01	3,711	4,817
21-E14	421	0,00566271	2,384	0,0249	2,409	0	1,325
21-E15	230	0,00566271	1,302	0	1,302	0	0,716
22-23	27	0,00566271	0,153	0	0,159	0,763	0,847
23-E16	44	0,00566271	0,249	0,3444	0,593	0	0,326
23-E17	30	0,00566271	0,17	0	0,17	0	0,093
24-25	96	0,00566271	0,544	0	0,544	2,357	2,655
25-E18	176	0,00566271	0,997	0	0,997	0	0,548
25-E19	112	0,00566271	0,634	0	0,634	0	0,349
25-E20	128	0,00566271	0,725	0	0,724	0	0,399
8-32	205	0,00566271	1,161	0	1,161	8,213	8,851
32-E29	411	0,00566271	2,327	0	2,327	0	1,28
32-33	359	0,00566271	2,033	0,0699	2,103	3,783	4,939
33-E30	257	0,00566271	1,455	0	1,455	0	0,8
33-E31	411	0,00566271	2,327	0	2,327	0	1,28
27-28	200	0,00566271	1,132	0	1,132	14,898	15,521
28-E21	306	0,00566271	1,733	0	1,733	0	0,953
28-E22	191	0,00566271	1,081	0	1,081	0	0,595
28-29	178	0,00566271	1,008	0	1,008	11,076	11,631
29-E23	320	0,00566271	1,812	0	1,812	0	0,996
29-E24	200	0,00566271	1,132	0	1,132	0	0,623
29-30	137	0,00566271	0,776	0	0,776	7,356	7,783
30-E25	230	0,00566271	1,302	0	1,302	0	0,716
30-E26	270	0,00566271	1,529	0	1,529	0	0,841
30-31	299	0,00566271	1,693	0	1,693	2,831	3,762
31-E27	180	0,00566271	1,019	0	1,019	0	0,561
31-E28	320	0,00566271	1,812	0	1,812	0	0,996
34-42	170	0,00566271	0,963	0	0,963	5,943	6,473
42-E38	305	0,00566271	1,727	0,4164	2,143	0	1,179
42-43	135	0,00566271	0,764	0	0,764	3,035	3,456
43-E39	336	0,00566271	1,903	0	1,903	0	1,046
43-E40	200	0,00566271	1,132	0	1,132	0	0,623
37-38	330	0,00566271	1,869	0	1,869	8,298	9,325

38-E32	385	0,00566271	2,18	0	2,18	0	1,199
38-39	400	0,00566271	2,265	0	2,265	3,852	5,098
39-E33	206	0,00566271	1,166	0	1,166	0	0,641
39-E34	455	0,00566271	2,576	0,1095	2,686	0	1,477
40-41	384	0,00566271	2,174	0	2,174	5,784	6,98
41-E35	177	0,00566271	1,002	0	1,002	0	0,551
41-E36	295	0,00566271	1,67	0	1,67	0	0,919
41-E37	470	0,00566271	2,661	0,45	3,111	0	1,711
45-44	208	0,00566271	1,178	0	1,178	2,084	2,732
44-E41	278	0,00566271	1,574	0	1,574	0	0,866
44-E42	90	0,00566271	0,51	0	0,509	0	0,28
17-46	185	0,00566271	1,048	1,6104	2,658	1,419	2,881
46-E43	34	0,00566271	0,192	0,5587	0,751	0	0,413
46-E44	118	0,00566271	0,668	0	0,668	0	0,368
47-48	386	0,00566271	2,186	0	2,186	4,217	5,419
48-E45	180	0,00566271	1,019	0	1,019	0	0,561
48-49	128	0,00566271	0,725	0	0,725	2,473	2,871
49-E46	128	0,00566271	0,725	0	0,725	0	0,399
49-E47	308	0,00566271	1,744	0,0037	1,747	0	0,961
35-51	282	0,00566271	1,597	0	1,597	14,905	15,784
51-50	198	0,00566271	1,121	1,6668	2,788	3,681	5,214
50-E48	339	0,00566271	1,919	0	1,919	0	1,056
50-E49	311	0,00566271	1,761	0	1,761	0	0,969
51-E50	198	0,00566271	1,121	0	1,121	0	0,617
51-52	169	0,00566271	0,957	0,5556	1,512	5,803	6,634
52-E51	366	0,00566271	2,072	0	2,072	0	1,139
52-E52	340	0,00566271	1,925	0	1,925	0	1,059
52-E53	311	0,00566271	1,761	0,04372	1,804	0	0,993

## ➤ Cas d'incendie :

**Tableau N°III-2 :** Calcul les débits en route, transitant et en tronçon de Chaque tronçon du réseau d'AEP de la zone d'étude (cas d'incendie).

Tronçon	Nh	Q spé (l/s)	Débit des habitants (Qsp*Nbr h)	Débit des équipements	Débit consommé	Qaval (l/s)	Tronçon (l/s)
2-3	97	0,00566271	0,549	0,666	1,215	2,377	3,045
3-E1	166	0,00566271	0,94	0,0946	1,035	0	0,569
3-E2	112	0,00566271	0,634	0	0,634	0	0,349
3-E3	125	0,00566271	0,708	0	0,708	0	0,389
15-4	151	0,00566271	0,855	0	0,855	4,275	4,746
4-E4	67	0,00566271	0,379	0	0,379	0	0,209
4-E5	167	0,00566271	0,946	0	0,946	0	0,52
4-5	84	0,00566271	0,476	0	0,476	2,475	2,736
5-E6	117	0,00566271	0,662	0	0,662	0	0,364
5-6	184	0,00566271	1,042	0	1,042	0,77	1,343
6-E7	50	0,00566271	0,283	0	0,283	0	0,156
6-E8	86	0,00566271	0,487	0	0,487	0	0,268
10-11	291	0,00566271	2.958	0	2.958	21.2143	22.8412
11-E9	436	0,00566271	2,469	0,6948	3,164	0	1,74
11-12	485	0,00566271	4.056	0	4.056	13.9943	16.2251
12-E10	388	0,00566271	2,197	1,4028	3,599	0	1,979
12-13	533	0,00566271	4.328	0,0253	4.3533	6,042	8..4363
13-E11	581	0,00566271	3,29	0	3,29	0	1,809
13-E12	486	0,00566271	2,752	0	2,752	0	1,514
19-20	268	0,00566271	2.828	1,3884	4.2164	9,021	11,340
20-E13	497	0,00566271	2,814	0,486	3,3	0	1,815
20-21	306	0,00566271	1,733	0,2772	2,01	3,711	4,817
21-E14	421	0,00566271	2,384	0,0249	2,409	0	1,325
21-E15	230	0,00566271	1,302	0	1,302	0	0,716
22-23	27	0,00566271	0,153	0	0,159	0,763	0,847
23-E16	44	0,00566271	0,249	0,3444	0,593	0	0,326
23-E17	30	0,00566271	0,17	0	0,17	0	0,093

24-25	96	0,00566271	0,544	0	0,544	2,357	2,655
25-E18	176	0,00566271	0,997	0	0,997	0	0,548
25-E19	112	0,00566271	0,634	0	0,634	0	0,349
25-E20	128	0,00566271	0,725	0	0,724	0	0,399
8-32	205	0,00566271	2.471	0	2.471	8,213	9.572
32-E29	411	0,00566271	2,327	0	2,327	0	1,28
32-33	359	0,00566271	2,033	0,0699	2,103	3,783	4,939
33-E30	257	0,00566271	1,455	0	1,455	0	0,8
33-E31	411	0,00566271	2,327	0	2,327	0	1,28
27-28	200	0,00566271	2.442	0	2.442	17.518	18.861
28-E21	306	0,00566271	1,733	0	1,733	0	0,953
28-E22	191	0,00566271	1,081	0	1,081	0	0,595
28-29	178	0,00566271	2.318	0	2.318	12.386	13.6609
29-E23	320	0,00566271	1,812	0	1,812	0	0,996
29-E24	200	0,00566271	1,132	0	1,132	0	0,623
29-30	137	0,00566271	2.086	0	2.086	7,356	8.5033
30-E25	230	0,00566271	1,302	0	1,302	0	0,716
30-E26	270	0,00566271	1,529	0	1,529	0	0,841
30-31	299	0,00566271	1,693	0	1,693	2,831	3,762
31-E27	180	0,00566271	1,019	0	1,019	0	0,561
31-E28	320	0,00566271	1,812	0	1,812	0	0,996
34-42	170	0,00566271	2.273	0	2.273	5,943	7.193
42-E38	305	0,00566271	1,727	0,4164	2,143	0	1,179
42-43	135	0,00566271	0,764	0	0,764	3,035	3,456
43-E39	336	0,00566271	1,903	0	1,903	0	1,046
43-E40	200	0,00566271	1,132	0	1,132	0	0,623
37-38	330	0,00566271	3.179	0	3.179	8,298	10.046
38-E32	385	0,00566271	2,18	0	2,18	0	1,199
38-39	400	0,00566271	2,265	0	2,265	3,852	5,098
39-E33	206	0,00566271	1,166	0	1,166	0	0,641
39-E34	455	0,00566271	2,576	0,1095	2,686	0	1,477
40-41	384	0,00566271	3.484	0	3.484	5,784	7.700
41-E35	177	0,00566271	1,002	0	1,002	0	0,551
41-E36	295	0,00566271	1,67	0	1,67	0	0,919

41-E37	470	0,00566271	2,661	0,45	3,111	0	1,711
45-44	208	0.00566271	1.178	0	1.178	2.084	2.732
44-E41	278	0,00566271	1,574	0	1,574	0	0,866
44-E42	90	0,00566271	0,51	0	0,509	0	0,28
17-46	185	0,00566271	1,048	1,6104	2,658	1,419	2,881
46-E43	34	0,00566271	0,192	0,5587	0,751	0	0,413
46-E44	118	0,00566271	0,668	0	0,668	0	0,368
47-48	386	0,00566271	2,186	0	2,186	4,217	5,419
48-E45	180	0,00566271	1,019	0	1,019	0	0,561
48-49	128	0,00566271	0,725	0	0,725	2,473	2,871
49-E46	128	0,00566271	0,725	0	0,725	0	0,399
49-E47	308	0,00566271	1,744	0,0037	1,747	0	0,961
35-51	282	0,00566271	2.907	0	2.907	16.2126	17.811
51-50	198	0,00566271	1,121	1,6668	2,788	3,681	5,214
50-E48	339	0,00566271	1,919	0	1,919	0	1,056
50-E49	311	0,00566271	1,761	0	1,761	0	0,969
51-E50	198	0,00566271	1,121	0	1,121	0	0,617
51-52	169	0,00566271	2.267	0,5556	2.8226	5,803	7.355
52-E51	366	0,00566271	2,072	0	2,072	0	1,139
52-E52	340	0,00566271	1,925	0	1,925	0	1,059
52-E53	311	0,00566271	1,761	0,04372	1,804	0	0,993

#### III-5-4 Détermination des débits nodaux :

C'est le débit en route en chaque nœud du réseau donnée par l'expression suivant :

$$Q_n = 0.5 * \sum Q_r + \sum Q_{\text{éq}} \dots\dots\dots (III-4)$$

Avec :

$Q_n$  : débit du nœud considéré (l/s).

$\sum Q_r$  : la somme des débits en route convergents vers le nœud considéré.



## ❖ Cas de pointe :

Tableau N°III-3 : Calcul des débits aux nœuds (cas de point).

Nœud	Tronçon	Nbr h	Q spé	Débit des habitants ( $Q_{sp} * N_{bh}$ )	$0,5 \Sigma$ ( $Q_{sp} * N_{brh}$ )	Débit des équipements	Débits nodaux (l/s)
	1-16	500	0,00566271	2,831355			
N1	1-7	0	0,00566271	0	11,7784	1,01572	12,7942
	1-36	3660	0,00566271	20,725519			
	16-1	500	0,00566271	2,831355			
N16	16-18	337	0,00566271	1,9083333	4,93505	2,9297	7,86475
	16-14	906	0,00566271	5,1304153			
	14-16	906	0,00566271	5,1304153			
N14	14-18	2095	0,00566271	11,863377	17,5572	2,4669	20,0241
	14-9	3200	0,00566271	18,120672			
	9-14	3200	0,00566271	18,120672			
N9	9-7	1643	0,00566271	9,3038325	22,4073	0	22,4073
	9-26	3071	0,00566271	17,390182			
	7-1	0	0,00566271	0			
N7	7-9	1643	0,00566271	9,3038325	6,28278	0,0699	6,35268
	7-26	576	0,00566271	3,261721			
	26-7	576	0,00566271	3,261721			
N26	26-9	3071	0,00566271	17,390182	19,1088	0	19,1088
	26-36	3102	0,00566271	17,565726			
	36-1	3660	0,00566271	20,725519			
N36	36-18	1130	0,00566271	6,3988623	22,3451	2,23	24,5751
	36-26	3102	0,00566271	17,565726			
	18-36	1130	0,00566271	6,3988623			
N18	18-14	2095	0,00566271	11,863377	10,0853	2,1765	12,2618
	18-16	337	0,00566271	1,9083333			

## ❖ Cas d'incendie :

Tableau N°III-4 : Calcul des débits aux nœuds.

Nœud	Tronçon	Nbr h	Q spé	Débit des habitants (Qsp*Nbh)	0,5Σ (Qsp*Nbrh)	Débit des équipements	Débits nodaux (l/s)
	1-16	500	0,00566271	4,251355			
<b>N1</b>	1-7	0	0,00566271	0	13,198437	1,01572	14,214159
	1-36	3660	0,00566271	22,145519			
	16-1	500	0,00566271	4,251355			
<b>N16</b>	16-18	337	0,00566271	3,3283333	7,0650518	2,9297	9,9947518
	16-14	906	0,00566271	6,5504153			
	14-16	906	0,00566271	6,5504153			
<b>N14</b>	14-18	2095	0,00566271	13,283377	19,68723215	2,4669	22,15413215
	14-9	3200	0,00566271	19,540672			
	9-14	3200	0,00566271	19,540672			
<b>N9</b>	9-7	1643	0,00566271	10,7238352	24,53734325	0	24,53734325
	9-26	3071	0,00566271	18,810182			
	7-1	0	0,00566271	0			
<b>N7</b>	7-9	1643	0,00566271	10,7238325	7,70277675	0,0699	7,77267675
	7-26	576	0,00566271	4,681721			
	26-7	576	0,00566271	4,681721			
<b>N26</b>	26-9	3071	0,00566271	18,810182	21,2388145	0	21,2388145
	26-36	3102	0,00566271	18,985726			
	36-1	3660	0,00566271	22,145519			
<b>N36</b>	36-18	1130	0,00566271	7,8188623	24,47505365	2,23	26,70505365
	36-26	3102	0,00566271	18,985726			
	18-36	1130	0,00566271	7,8188623			
<b>N18</b>	18-14	2095	0,00566271	13,283377	12,2152863	2,1765	14,3917863
	18-16	337	0,00566271	3,3283333			

**III-5-5 Calcul des diamètres :**

Pour calculer le diamètre on utilise la relation suivant :

$$Q = V \times S \dots\dots\dots(III.5)$$

Avec :

Q : débit de tronçon m<sup>3</sup>/s.

V : la vitesse en m/s.

S : la section de la conduite on m<sup>2</sup>.

La vitesse dans un réseau de distribution doit être comprise entre 0.5 et 1.5 Donc :

$$0.5 \leq v \leq 1.5$$

$$Q_{tr} = v * \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{tr}}{\pi \cdot v}}$$

Donc :

Pour nos calculs on prend la vitesse moyenne : V=1m/s.

AN : pour le calcul du diamètre du tronçon (2-3) :

On a :

$$D = 1000 * \sqrt{\frac{4 * (\frac{3,045}{1000})}{3.14 * 1}}$$

$$D = 62.28 \text{ mm}$$

A partir de la gamme des diamètres standards commercialisés on va standardiser les diamètres calculés.

**III-5-6 Vérification de la vitesse :**

Après avoir standardisé de diamètre on va recalculer la vitesse en fonction de ces diamètres avec la relation suivant :

$$Q_{tr} = V * \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Et :

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \text{ (m/s)}$$

AN : pour calcul la vitesse du tronçon (3-2) :

On a :

$$V = \frac{4 * \left(\frac{3,045}{1000}\right)}{3,14 * \left(\frac{62,4}{1000}\right)^2}$$

$$V = 0,996 \text{ m/s.}$$

❖ Les résultats de cette étape sont dans les **Tableaux (III-6) (III-7) (III-8) (III-9)** suivants :

**Tableau N°III-6 : Vérification des vitesses de réseau ramifié (cas de point).**

Tronçon	D calculer (mm)	D commercial (mm)	D intérieur (mm)	V (m/s)
2-3	62,28225978	75	62,4	0,996229835
3-E1	26,92370497	32	26,4	1,040068137
3-E2	21,07985835	25	20,4	1,067763427
3-E3	22,26966498	25	20,4	1,191700255
15-4	77,75213037	90	77,8	0,998769797
4-E4	16,30407178	20	15,4	1,120858309
4-E5	25,74049609	32	26,4	0,950661643
4-5	59,03924498	75	62,4	0,895184204
5-E6	21,54525348	25	20,4	1,115431439
5-6	41,36515676	50	41,6	0,988741328
6-E7	14,0845728	20	15,4	0,836461423
6-E8	18,47174406	25	20,4	0,819889775
10-11	157,6177757	200	173,6	0,824348681
11-E9	47,08114499	50	41,6	1,280876834
11-12	134,4774997	160	138,8	0,938685954
12-E10	50,22195721	63	52,4	0,918596303
12-13	99,14314432	110	95,2	1,084554748
13-E11	48,01166234	63	52,4	0,83951974
13-E12	43,91135226	50	41,6	1,114209768
19-20	116,3126896	125	108,4	1,151318896
20-E13	48,0869936	63	52,4	0,842156253
20-21	78,33309818	90	77,8	1,013751275
21-E14	41,08241679	50	41,6	0,975270993
21-E15	30,20804328	40	33	0,837948465
22-23	32,8581546	40	33	0,991421784

23-E16	20,39287942	25	20,4	0,999302026
23-E17	10,90986318	20	15,4	0,501876854
24-25	58,15286738	75	62,4	0,868506529
25-E18	26,4250009	32	26,4	1,001894904
25-E19	21,07985835	25	20,4	1,067763427
25-E20	22,53531649	32	26,4	0,728650839
8-32	106,1866373	125	108,4	0,959579965
32-E29	40,38123415	50	41,6	0,942263817
32-33	79,32226753	90	77,8	1,039515686
33-E30	31,93193515	40	33	0,936316329
33-E31	40,38123415	50	41,6	0,942263817
27-28	140,6150643	160	138,8	1,026324668
28-E21	34,84330882	40	33	1,114835784
28-E22	27,52804444	32	26,4	1,087283675
28-29	121,7214114	125	108,4	1,260884758
29-E23	35,63146394	40	33	1,165841343
29-E24	28,16914561	32	26,4	1,138516937
29-30	99,56942646	110	95,2	1,093901239
30-E25	30,20804328	40	33	0,837948465
30-E26	32,72958954	40	33	0,983678633
30-31	69,2322562	90	77,8	0,791877085
31-E27	26,72359796	32	26,4	1,024665243
31-E28	35,63146394	40	33	1,165841343
34-42	90,80439076	110	95,2	0,909787155
42-E38	38,75350163	50	41,6	0,867831158
42-43	66,34851793	75	62,4	1,130559108
43-E39	36,51138567	40	33	1,22413341
43-E40	28,16914561	32	26,4	1,138516937
37-38	108,9940133	125	108,4	1,010989683
38-E32	39,08310341	50	41,6	0,882655887
38-39	80,58976488	90	77,8	1,073002128
39-E33	28,58856042	32	26,4	1,172672445
39-E34	43,38126306	50	41,6	1,087471099
40-41	94,29751786	110	95,2	0,981130159

41-E35	26,4999656	32	26,4	1,00758749
41-E36	34,21130848	40	33	1,074759989
41-E37	46,69061383	50	41,6	1,259715595
44-E41	33,21093287	40	33	1,012824667
44-E42	18,89643733	25	20,4	0,858024183
44-45	58,99035119	75	62,4	0,893702111
17-46	60,5845481	75	62,4	0,942658887
46-E43	22,94212261	32	26,4	0,755195405
46-E44	21,6371313	25	20,4	1,12496504
47-48	83,08501955	90	77,8	1,140476284
48-E45	26,72359796	32	26,4	1,024665243
48-49	60,47894136	75	62,4	0,939375398
49-E46	22,53531649	25	20,4	1,22030106
49-E47	34,99404997	40	33	1,124502786
35-51	141,7972673	160	138,8	1,043654597
51-50	81,50003414	90	77,8	1,097378349
50-E48	36,67402072	40	33	1,235063173
50-E49	35,12682293	40	33	1,133052056
51-E50	28,02794599	32	26,4	1,127131767
51-52	91,93340822	110	95,2	0,9325515
52-E51	38,10651386	50	41,6	0,839096245
52-E52	36,72807236	40	33	1,238706427
52-E53	35,56016783	40	33	1,161180474

Tableau N°III-7 : Vérification des vitesses du réseau ramifié (cas d'incendie)

Tronçon	D calculer (mm)	D commercial (mm)	D intérieur (mm)	V (m/s)
2-3	62,28146507	75	62,4	0,996204412
3-E1	26,92286694	32	26,4	1,040003392
3-E2	21,08520778	25	20,4	1,068305429
3-E3	22,26075922	25	20,4	1,190747311
15-4	77,75512762	90	77,8	0,998846801
4-E4	16,3169249	20	15,4	1,122626236
4-E5	25,73752867	32	26,4	0,950442467
4-5	59,03685559	75	62,4	0,895111747
5-E6	21,53356142	25	20,4	1,114221135

5-6	41,36215692	50	41,6	0,988597925
6-E7	14,09702503	20	15,4	0,837941114
6-E8	18,47704722	25	20,4	0,820360616
10-11	170,5786331	200	173,6	0,965494531
11-E9	47,08036225	63	52,4	0,807266662
11-12	143,7668849	160	138,8	1,072849475
12-E10	50,20975112	63	52,4	0,918149841
12-13	103,6671548	125	108,4	0,914584409
13-E11	48,00477683	63	52,4	0,83927896
13-E12	43,91653925	50	41,6	1,114473014
19-20	120,1909309	160	138,8	0,749832855
20-E13	48,08432084	63	52,4	0,842062638
20-21	78,33457558	90	77,8	1,013789515
21-E14	41,08403691	50	41,6	0,975347916
21-E15	30,20102499	40	33	0,837559147
22-23	32,84784455	40	33	0,990799717
23-E16	20,37858249	25	20,4	0,997901346
23-E17	10,88445394	20	15,4	0,499541818
24-25	58,1563892	75	62,4	0,868611729
25-E18	26,42137718	32	26,4	1,001620139
25-E19	21,08520778	25	20,4	1,068305429
25-E20	22,54507163	25	20,4	1,221357782
8-32	110,4247734	125	108,4	1,037706337
32-E29	40,38035721	50	41,6	0,942222892
32-33	79,32036147	90	77,8	1,039465729
33-E30	31,92347538	40	33	0,935820275
33-E31	40,38035721	50	41,6	0,942222892
27-28	155,0056502	200	173,6	0,797251998
28-E21	34,84268558	40	33	1,114795903
28-E22	27,53110574	32	26,4	1,087525515
28-29	131,9182337	160	138,8	0,903297323
29-E23	35,62007592	40	33	1,165096243
29-E24	28,17144961	32	26,4	1,138703187
29-30	104,0779962	125	108,4	0,92184792
30-E25	30,20102499	40	33	0,837559147
30-E26	32,73129358	40	33	0,983781065
30-31	69,22684947	90	77,8	0,791753406
31-E27	26,73293253	32	26,4	1,0253812
31-E28	35,62007592	40	33	1,165096243

34-42	95,72385974	110	95,2	1,011035737
42-E38	38,75449429	50	41,6	0,867875617
42-43	66,35169757	75	62,4	1,13066747
43-E39	36,50320638	40	33	1,22358501
43-E40	28,17144961	32	26,4	1,138703187
37-38	113,1258248	125	108,4	1,089092965
38-E32	39,08181847	50	41,6	0,88259785
38-39	80,58701828	90	77,8	1,072928991
39-E33	28,57552291	32	26,4	1,171603118
39-E34	43,37659118	50	41,6	1,087236884
40-41	99,03997777	110	95,2	1,082298787
41-E35	26,49359975	32	26,4	1,007103461
41-E36	34,21550287	40	33	1,075023541
41-E37	46,68637739	50	41,6	1,259487006
44-E41	58,99368421	75	62,4	0,893803105
44-E42	33,21422456	40	33	1,013025448
44-45	18,88618273	25	20,4	0,857093181
17-46	60,58105062	75	62,4	0,942550053
46-E43	22,93718923	32	26,4	0,754870652
46-E44	21,65155442	25	20,4	1,126465323
47-48	83,08540613	90	77,8	1,140486897
48-E45	26,73293253	32	26,4	1,0253812
48-49	60,47582029	75	62,4	0,939278445
49-E46	22,54507163	25	20,4	1,221357782
49-E47	34,98862417	40	33	1,124154106
35-51	150,6292534	200	173,6	0,752868636
51-50	81,4987007	90	77,8	1,09734244
50-E48	36,67728084	50	33	1,235282764
50-E49	35,13395657	50	33	1,133512309
51-E50	28,03546435	32	26,4	1,127736543
51-52	96,79579924	110	95,2	1,033806179
52-E51	38,09140866	50	41,6	0,838431152
52-E52	36,7293423	40	33	1,23879209
52-E53	35,56639077	40	33	1,161586917



**Tableau N°III-8** : Vérification des vitesses de réseau maillé (cas de point).

Maille	Tronçon	Q transité	D calculer (mm)	D commercial (mm)	D intérieur (mm)	V (m/s)
	1-16	22	167,4081172	200	173,6	0,929937117
	1-7	18,48235	153,441829	200	173,6	0,781246513
Maille	16-14	10,135248	113,6272148	125	108,4	1,098768395
I	9-14	12,6133101	126,7592638	160	138,8	0,834027718
	7-9	5,249673	81,77702323	90	77,8	1,104850207
	16-18	4	71,38306102	90	77,8	0,841843069
Maille	14-18	2,7244281	58,91187524	75	62,4	0,891325876
II	16-14	10,135248	113,6272148	125	108,4	1,098768395
	7-9	5,249673	81,77702323	90	77,8	1,104850207
Maille	26-9	29,7709771	194,7429372	250	217,2	0,80390326
III	7-26	6,88	93,61800686	110	95,2	0,967040994
	1-7	18,48235	153,441829	200	173,6	0,781246513
Maille	7-26	6,88	93,61800686	110	95,2	0,967040994
IV	36-26	41,9997871	231,3069681	250	217,2	1,134116817
	1-36	72,10349	303,0702552	315	273,6	1,227027916
	1-36	72,10349	303,0702552	315	273,6	1,227027916
Maille	36-18	5,5286529	83,92180846	90	77,8	1,163564531
V	1-16	22	167,4081172	200	173,6	0,929937117
	16-18	4	71,38306102	90	77,8	0,841843069

**Tableau N°III-9** : Vérification des vitesses de réseau maillé (cas d'incendie).

Maille	Tronçon	Q transité	D calculer (mm)	D commercial (mm)	D intérieur (mm)	V (m/s)
	1-16	23,41666667	172,714066	200	173,6	0,989819432
	1-7	18,48235	153,441829	200	173,6	0,781246513
Maille	16-14	11,55191467	121,308758	160	138,8	0,763845252
I	9-14	14,02997677	133,688376	160	138,8	0,927701722
	7-9	6,666339667	92,1528754	110	95,2	0,937009264
	16-18	5,416666667	83,0675166	90	77,8	1,139995822
Maille	14-18	4,141094767	72,6311225	90	77,8	0,871537982
II	16-14	11,55191467	121,308758	160	138,8	0,763845252

	7-9	6,666339667	92,1528754	110	95,2	0,937009264
Maille	26-9	31,18764377	199,322559	250	217,2	0,842157395
III	7-26	8,296666667	102,805652	125	108,4	0,899446675
	1-7	18,48235	153,441829	200	173,6	0,781246513
Maille	7-26	8,296666667	102,805652	125	108,4	0,899446675
IV	36-26	43,41645377	235,175646	250	217,2	1,172370951
	1-36	73,52015667	306,033087	400	347,6	0,775134793
	1-36	73,52015667	306,033087	400	347,6	0,775134793
Maille	36-18	6,945319567	94,0613675	110	95,2	0,9762222
V	1-16	23,41666667	172,714066	200	173,6	0,989819432
	16-18	5,416666667	83,0675166	90	77,8	1,139995822

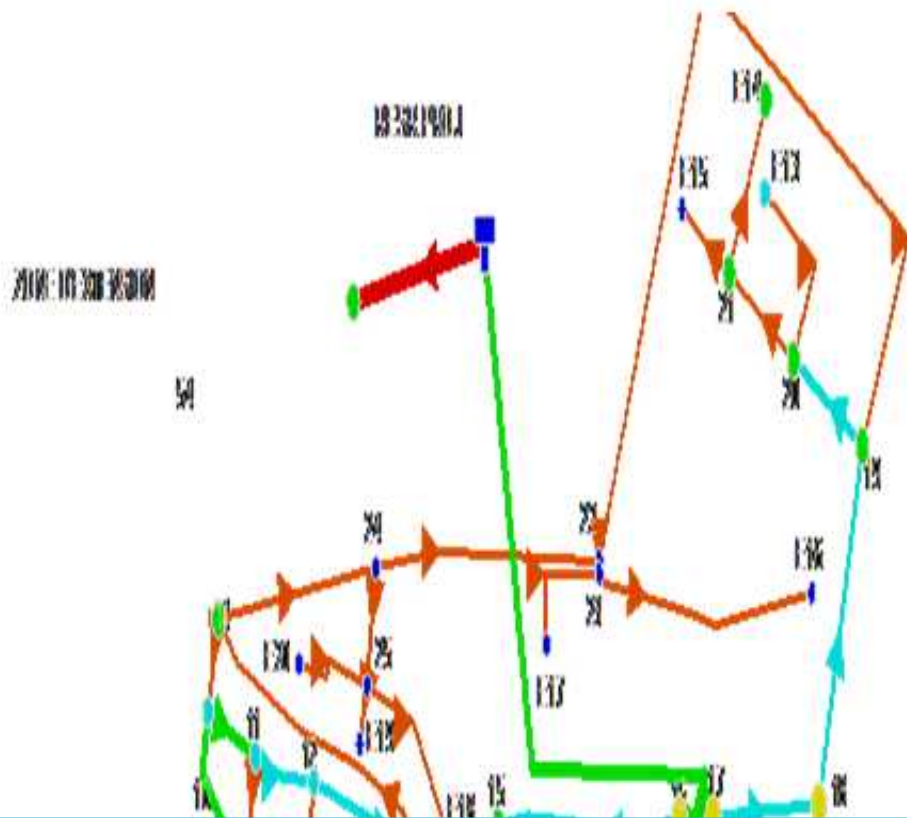
Tableau N°III-10 : Vérification des vitesses.

Tronçon	D calculer (mm)	D commercial (mm)	D intérieur (mm)	V (m/s)	Q tronçon (l/s)
Rproj-54	398,3	500	434,4	0,8408	124,55
Rproj-53	253,837	250	217,2	1,366	50,58
Rexist-53	308,665	400	347,6	0,788	74,79
1-53	399,65	500	434,4	0,846	125,38

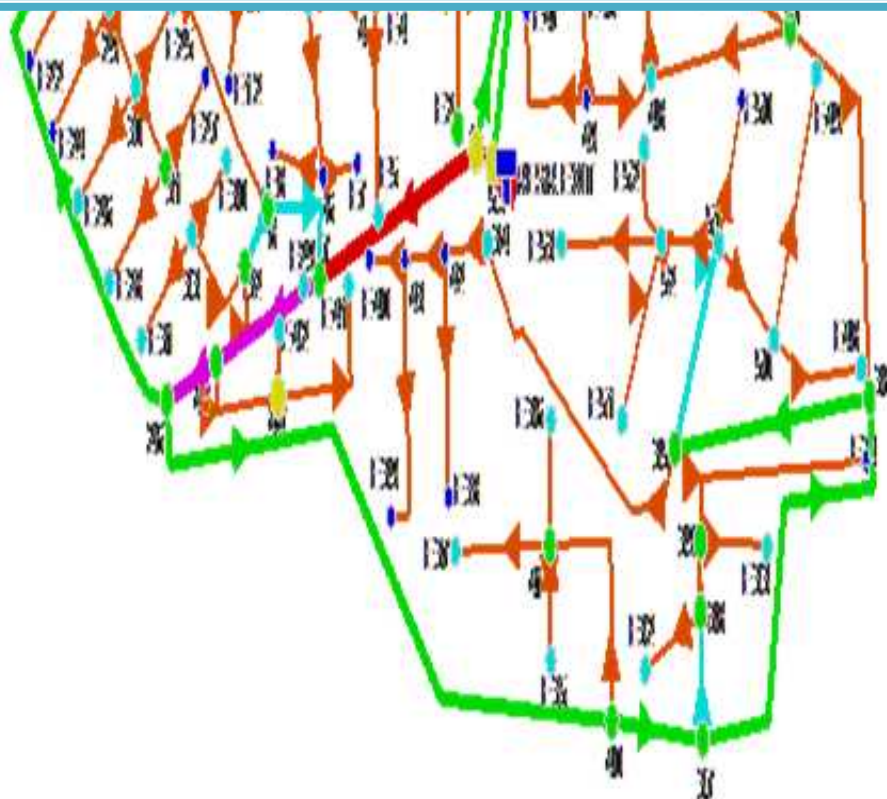
**Conclusion :**

A travers ce chapitre, on a déterminé l'estimation des besoins en eau qui sert comme donnée de base pour le calcul des débits aux nœuds et en routes. Ces calculs nous permettent de faire une simulation hydraulique sur le logiciel Epanet, ce qui va être traité dans le chapitre





## CHAPITRE IV : SIMILATION HYDRAULIQUE DE RESEAU DE DISTRIBUTION



**Introduction :**

EPANET est un modèle de simulation informatique qui y contribue. Il prédit le comportement hydraulique dynamique et qualitatif de l'eau dans un système de distribution d'eau potable sur une longue durée.

**IV.1 Calcul du réseau par logiciel « EPANET »:****IV.1.1 Présentation du logiciel :****IV .1.1.1 Définition :**

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. EPANET calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel est également capable de calculer les temps de séjour et de suivre l'origine de l'eau.

EPANET a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution. En voici quelques exemples:

Définition d'un programme de prélèvement d'échantillons, calage d'un modèle hydraulique, simulation du chlore résiduel, et estimation de l'exposition de la population à une substance. EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme par exemple :

- utilisation en alternance des différentes ressources du système,
- modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs,
- préciser l'usage des stations de recoloration (ou autres retraitements) en réseau.
- planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

Disponible sous Windows, EPANET fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité, et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques) [6].

**IV.1.1.2 .Capacités pour la Modélisation Hydraulique :**

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace. EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes :

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chézy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).

- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une caractéristique propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes. [6]

#### **IV.1.1.3 Etapes de l'utilisation d'EPANET :**

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

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

### **IV. 2 Données nécessaires à la modélisation du réseau :**

La première étape de saisie du réseau est de diviser la localité en divers quartiers et d'attribuer un code aux différents nœuds (nœuds de maillage ou nœuds extrémité d'antenne) et différents tronçons. Il serait ainsi plus facile de se repérer dans le réseau.

#### **IV.2.1 Caractéristiques des tronçons :**

- **Le linéaire de conduites :**

L'unité de longueur utilisée pour les tuyaux est le mètre. La construction du réseau est facilitée par le fait qu'il est possible d'importer un fichier représentant le réseau et se comportant comme un fond d'écran. Ensuite, la longueur de chaque tronçon est obtenue à partir du fichier SIG ou le fichier Autocad déjà opérationnel à ce stade de l'étude.

- **Les diamètres de conduites :**

Le deuxième paramètre à insérer est le diamètre des conduites. Ceci ne pose pas de difficultés majeures si ce n'est qu'il faut considérer que le diamètre nominal des conduites en fonte est égal au diamètre intérieur tandis que pour les conduites en PVC le diamètre nominal est égal au diamètre extérieur. Or, le diamètre utilisé pour le calcul est le diamètre intérieur.

- **Les rugosités :**

La dernière caractéristique à saisir pour décrire un tronçon est le paramètre « rugosité ». Dans un premier temps, nous attribuons une rugosité arbitraire de 0,1mm aux conduites en fonte et de 0,05mm aux conduites en PVC. La rugosité permet de refléter l'état intérieur de la conduite.

Ce paramètre variant suivant l'âge, la nature de la canalisation et les sollicitations subies par les conduites, fait partie des paramètres de calage auxquels on ne peut attribuer une valeur définitive en début de projet.

Enfin, il est préférable d'intégrer les pertes de charge dans le paramètre «rugosité » et ne pas les attribuer de façon systématique à chaque singularité [6].

#### IV.2.2 Caractéristiques des ouvrages spéciaux :

##### ➤ Les stabilisateurs de pression aval :

Sur Epanet, les stabilisateurs avals sont considérés comme des tronçons. On doit donc spécifier les nœuds amont et aval du stabilisateur ainsi que la pression de consigne du stabilisateur. La pression de consigne est la pression que l'on fixe de telle sorte que quel que soit la pression amont, la pression en aval du stabilisateur ne peut excéder la pression de consigne. L'acquisition de la pression de consigne s'est faite par une mesure sur le terrain à l'aide d'un manomètre.

##### ➤ Les réservoirs :

On doit connaître différentes altitudes pour définir un réservoir : la cote de trop plein, le radier, les niveaux minimaux, maximaux et initiaux de l'eau.

Les données réservoirs seront transmises par le gestionnaire du réseau.

#### IV.2.3 Caractéristiques des nœuds de demande :

##### ▪ Les cotes au sol :

Afin de pouvoir connaître la pression en tout nœud, il est nécessaire de renseigner la case indiquant l'altitude ou cote au sol du nœud. Cette altitude n'intervient pas dans le calcul de la charge hydraulique. Ceci est intéressant dans le sens où une altitude mal renseignée ne faussera pas le calcul.

##### ▪ Les demandes aux nœuds :

La deuxième donnée inhérente à un nœud est la demande ou débit sortant à ce nœud. Cette donnée est influente dans le calcul hydraulique. Elle s'exprime en litres par seconde. La difficulté réside dans le fait que d'une part, il faut identifier et situer les abonnés géographiquement dans la commune puis leur attribuer une consommation et d'autre part, il s'agit de les répartir de façon adéquate au niveau de ces nœuds. Il s'agit donc de procéder à :

- ✓ L'identification des abonnés ;
- ✓ La répartition de ces abonnés autour des nœuds [6].

### IV-3 Calcul hydraulique de réseau :

#### IV-3-1 Détermination du diamètre :

Dans la pratique le diamètre optimal auquel on arrive à adopter une vitesse moyenne est donné par la formule ci-dessous [7]. :

##### Formule de BRESSE :

$$D_{\text{éc}} = 1,5 \sqrt{Q} \quad \text{.....(IV.1)}$$

Avec :

$D_{\text{éc}}$  : est le diamètre économique de la conduite en (mm)

Q : est le débit véhiculé en (m<sup>3</sup>/s).

**Formule de Bonin :**

$$D = \sqrt{Q} \dots\dots\dots(IV.2)$$

Avec : Q en m<sup>3</sup>/s

### IV.3.2 Détermination de vitesse:

La vitesse moyenne doit être comprise entre [7] :

- Cas normale : 0.5m/s =<V<sub>moy</sub><=1.5 m/s.
- Cas d'incendie : 0.5m/s =<V<sub>moy</sub><=2m/s.

La vitesse déterminée par la formule suivante :

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \dots\dots\dots(IV.3)$$

Avec :

V : la vitesse (m/s)

Q : le débit (m<sup>3</sup>/s)

D : le diamètre (m)

### IV.3.3 Détermination des pertes de charges :

#### 1. Calcul des pertes de charges linéaires :

Les pertes de charges linaires sont déterminées à partir de la formule suivante :

$$\Delta HL = J \times L \dots\dots\dots(IV.4)$$

Avec :

J : le gradient de la perte de charge

L : longueur de la conduite (m)



## 2. Calcul du gradient de la perte de charge : (J)

Le gradient de pertes de charge est déterminé à partir de la formule de DARCY [7] :

$$J = \frac{\lambda \times v^5}{2 \times g \times D} \dots \dots \dots (IV.5)$$

Avec :

v : est la vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s).

g: L'accélération de la pesanteur. (g = 9,81m/s)

D : Diamètre intérieur de la conduite (m).

$\lambda$  : Coefficient de frottement linéaire

### 3. calcul du coefficient de frottement linéaire :

Le calcul du coefficient de frottement linéaire se fait comme suit :

En première approximation la valeur de ( $\lambda$ ) est déterminée par la formule suivante :

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{37D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right) \dots \dots \dots (IV.6)$$

Avec :

$\varepsilon$  : rugosité absolue, en (mm) (pour le PEHD on prend  $\varepsilon = 0.002\text{mm}$ , et 0,01mm pour le PVC).

D : diamètre intérieur de la conduite (mm).

Re : nombre de Reynolds

### 4. Les pertes de charge singulières :

Généralement les pertes de charge singulières sont estimées à 10-15% des pertes de charge linéaires.

On prend :

$$\Delta H_s = \Delta H_L \cdot 15\% \quad \dots\dots\dots (IV.7)$$

### 5. Les pertes de charge totales :

La perte de charge totale est la somme des pertes de charge linéaires et singulières :

$$\Delta H_t = \Delta h_L + \Delta h_s = 1.15\Delta h_L \quad \dots\dots\dots(IV.8)$$

#### IV.3.4.Détermination des pressions au sol :

On doit calculer la pression au sol au niveau de chaque nœud du réseau de distribution, alors on doit calculer le niveau piézométrique dans chaque nœud PS déterminées par la formule suivante :

$$P_s = CP - CTN \quad \dots\dots\dots(IV.9)$$

Avec :

$P_s$  : pression au sol (m).

CP : cote piézométrique (m).

CTN : cote du terrain naturel (m).

Notons que la valeur de la pression au sol doit comprise entre 6bars (60m) et 1bars (10m) : tout fois exceptionnellement cette pression pourra descendre jusqu'à 0.6bare (6m).

#### IV.4 Simulation Epanet de réseaux :

Dans les tableaux suivant nous récapitule les résultats des paramètres hydrauliques.

##### 🚧 Répartition finale (Cas de pointe) :

**Tableau N°IV-1 : Calcul des paramètres hydrauliques.**

Tronçon	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge m/km
2-3	140,25	62,4	3,59	1,17	22,46
3-E1	178,16	33	1,03	1,21	51,99
3-E2	147,55	33	0,63	0,74	21,63

3-E3	75,65	33	0,71	0,83	26,33
15-4	212,78	77,8	5,13	1,08	14,71
4-E4	90,61	33	0,38	0,44	8,72
4-E5	196,1	33	0,95	1,11	44,23
4-5	138,85	62,4	2,95	0,96	15,74
5-E6	115,35	33	0,66	0,77	23,36
5-6	160,58	41,6	1,81	1,33	46,5
6-E7	98,43	33	0,28	0,33	5,23
6-E8	118,06	20,4	0,49	1,49	137,76
10-11	123,26	173,6	20,24	0,86	4,27
11-E9	99,61	57	3,16	1,24	27,69
11-12	150,25	138,8	15,43	1,02	6,57
12-E10	183,19	57	3,6	1,41	34,99
12-13	410,1	95,2	9,09	1,28	15,62
13-E11	169,8	57	3,29	1,29	29,72
13-E12	85,57	57	2,75	1,08	21,51
19-20	186,63	108,4	11,93	1,29	13,65
20-E13	241,94	52,4	3,3	1,53	44,99
20-21	168,51	77,8	5,72	1,2	17,93
21-E14	179,51	57	2,41	0,94	16,92
21-E15	134,68	33	1,3	1,52	78,71
22-23	14,37	33	0,92	1,07	41,74
23-E16	533,23	33	0,59	0,69	19,21
23-E17	202,83	15,4	0,17	0,91	81,89
24-25	107,25	52,4	2,9	1,34	35,57
25-E18	280,34	33	1	1,17	48,61
25-E19	44,49	33	0,63	0,74	21,63
25-E20	181,74	33	0,73	0,85	27,47
8-32	77,105	108,4	9,37	1,02	8,8
32-E29	201,11	57	2,33	0,91	15,89
32-33	186,26	77,8	5,88	1,24	18,88
33-E30	129,22	57	1,46	0,57	6,86
33-E31	155,2	57	2,33	0,91	15,89
27-28	44,55	138,8	16,03	1,06	7,05
28-E21	80,26	57	1,73	0,68	9,37
28-E22	191,15	33	1,08	1,26	56,23
28-29	74,55	147,6	12,08	0,71	3,13
29-E23	123,12	57	1,81	0,71	10,15
29-E24	183,21	33	1,13	1,32	61,11
29-30	99,03	95,2	8,13	1,14	12,76

30-E25	118,89	57	1,3	0,51	5,63
30-E26	189,19	57	1,53	0,6	7,49
30-31	100,17	77,8	4,52	0,95	11,72
31-E27	268,56	33	1,02	1,19	50,55
31-E28	176,63	57	1,81	0,71	10,15
34-42	101,85	95,2	6,9	0,97	9,48
42-E38	218,3	57	2,14	0,84	13,71
42-43	94,35	62,4	3,8	1,24	24,87
43-E39	270,78	57	1,9	0,75	11,08
43-E40	89,78	33	1,13	1,32	61,11
37-38	118,46	125	10,17	0,83	5,12
38-E32	147,53	50	2,18	1,11	26,63
38-39	61,094	90	6,12	0,96	9,99
39-E33	166,35	32	1,17	1,45	74,86
39-E34	435,03	50	2,69	1,37	38,86
40-41	317,72	95,2	7,96	1,12	12,27
41-E35	106,98	33	1	1,17	49,05
41-E36	119,17	57	1,67	0,65	8,77
41-E37	195,67	57	3,11	1,22	26,85
45-44	208,4	62,4	3,26	1,07	18,87
44-E41	265,52	57	1,57	0,62	7,89
44-E42	63,14	33	0,51	0,6	14,7
17-46	196,74	62,4	4,08	1,33	28,27
46-E43	271,33	26,4	0,75	1,37	86,04
46-E44	147,58	33	0,67	0,78	23,74
47-48	304,73	77,8	6,4	1,35	22
48-E45	99,31	33	1,02	1,19	50,56
48-49	171,71	62,4	3,2	1,05	18,19
49-E46	112,17	33	0,73	0,85	27,46
49-E47	225,33	57	1,75	0,68	9,5
35-51	209,63	138,8	16,5	1,09	7,43
51-50	166,44	77,8	6,47	1,36	22,42
50-E48	222,31	57	1,92	0,75	11,24
50-E49	259,215	57	1,76	0,69	9,67
51-E50	140,49	33	1,12	1,31	60,04
51-52	146,67	95,2	7,31	1,03	10,52
52-E51	186,74	57	2,07	0,81	12,9
52-E52	92,77	57	1,92	0,75	11,31
52-E53	236,19	57	1,8	0,71	10,07
53-1	43,15	434,4	125,38	0,85	1,19

<b>Rexis-53</b>	<b>34,16</b>	<b>187,6</b>	<b>96,59</b>	<b>3,49</b>	<b>44,54</b>
<b>Rproj-53</b>	<b>1850,6</b>	<b>230,8</b>	<b>28,78</b>	<b>0,69</b>	<b>1,74</b>
<b>Rproj-54</b>	<b>100</b>	<b>461,8</b>	<b>124,55</b>	<b>0,74</b>	<b>0,99</b>
<b>1-2</b>	<b>152,9</b>	<b>184,6</b>	<b>33,87</b>	<b>1,27</b>	<b>6,92</b>
<b>2-16</b>	<b>257,92</b>	<b>173,6</b>	<b>30,28</b>	<b>1,28</b>	<b>7,6</b>
<b>16-15</b>	<b>466,6</b>	<b>108,4</b>	<b>8,87</b>	<b>0,96</b>	<b>9,56</b>
<b>14-15</b>	<b>802,59</b>	<b>99,4</b>	<b>3,74</b>	<b>0,48</b>	<b>2,9</b>
<b>14-24</b>	<b>391,6</b>	<b>62,4</b>	<b>3,37</b>	<b>1,1</b>	<b>20,07</b>
<b>14-10</b>	<b>83,91</b>	<b>33</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>	<b>9,38</b>
<b>9-10</b>	<b>209,17</b>	<b>138,8</b>	<b>19,88</b>	<b>1,31</b>	<b>12,79</b>
<b>1-7</b>	<b>412,85</b>	<b>290</b>	<b>91,5</b>	<b>1,39</b>	<b>4,76</b>
<b>7-8</b>	<b>201,73</b>	<b>113</b>	<b>13,03</b>	<b>1,3</b>	<b>13,11</b>
<b>8-9</b>	<b>515,12</b>	<b>81,4</b>	<b>3,66</b>	<b>0,7</b>	<b>6,43</b>
<b>9-27</b>	<b>121,54</b>	<b>217,2</b>	<b>16,22</b>	<b>0,44</b>	<b>0,83</b>
<b>27-26</b>	<b>710,83</b>	<b>184,6</b>	<b>32,25</b>	<b>1,2</b>	<b>6,32</b>
<b>26-45</b>	<b>124,35</b>	<b>290,8</b>	<b>75,21</b>	<b>1,13</b>	<b>3,28</b>
<b>7-45</b>	<b>266,53</b>	<b>290,4</b>	<b>78,47</b>	<b>1,18</b>	<b>3,57</b>
<b>26-40</b>	<b>1236,49</b>	<b>217,2</b>	<b>42,96</b>	<b>1,16</b>	<b>4,85</b>
<b>40-37</b>	<b>224,25</b>	<b>250</b>	<b>35,01</b>	<b>0,71</b>	<b>1,69</b>
<b>37-36</b>	<b>1100,33</b>	<b>217,2</b>	<b>24,84</b>	<b>0,67</b>	<b>1,79</b>
<b>35-36</b>	<b>481,29</b>	<b>200</b>	<b>23,04</b>	<b>0,74</b>	<b>2,76</b>
<b>34-35</b>	<b>594,41</b>	<b>99,4</b>	<b>6,9</b>	<b>0,89</b>	<b>7,7</b>
<b>36-47</b>	<b>427,51</b>	<b>67,8</b>	<b>1,44</b>	<b>0,4</b>	<b>2,91</b>
<b>47-18</b>	<b>547,72</b>	<b>77,8</b>	<b>4,97</b>	<b>1,04</b>	<b>13,88</b>
<b>18-17</b>	<b>260,55</b>	<b>147,6</b>	<b>17,34</b>	<b>1,01</b>	<b>6,03</b>
<b>16-17</b>	<b>81,75</b>	<b>147,6</b>	<b>21,41</b>	<b>1,25</b>	<b>8,87</b>
<b>18-19</b>	<b>337,087</b>	<b>113</b>	<b>12,37</b>	<b>1,23</b>	<b>11,92</b>
<b>19-22</b>	<b>1346,165</b>	<b>33</b>	<b>0,44</b>	<b>0,52</b>	<b>11,38</b>
<b>22-24</b>	<b>538,6936</b>	<b>33</b>	<b>0,47</b>	<b>0,56</b>	<b>12,97</b>

Tableau N°IV-2 : Calcul des pressions.

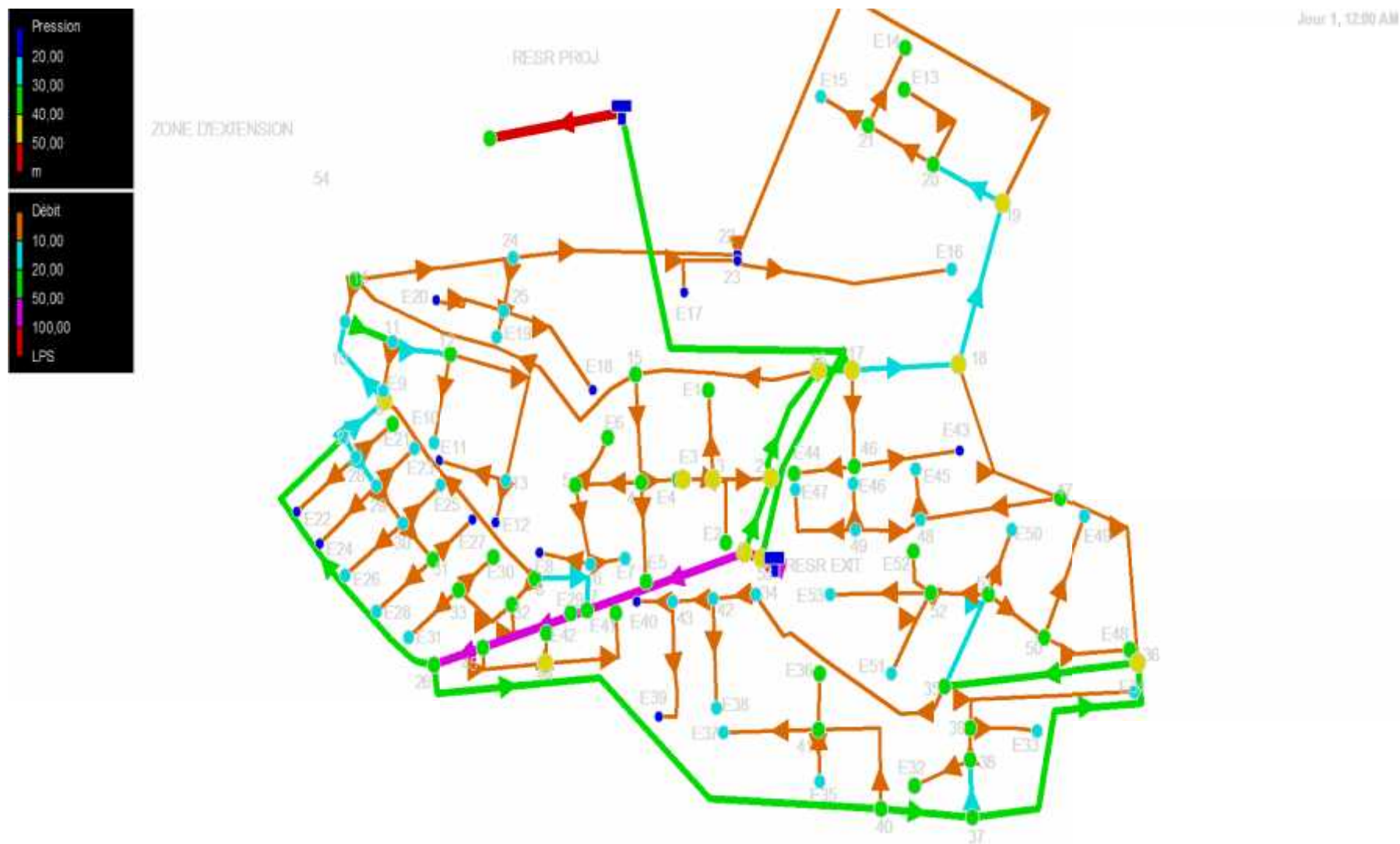
Nœuds	Altitude	Cote.piézo	Pression
1	863,01	906,48	43,47
2	857,2	905,42	48,22
3	858,7	902,27	43,57
E1	862,42	893,01	30,59
E2	863,25	899,08	35,83
E3	858,8	900,28	41,48
4	861,15	895,87	34,72

E4	858,8	895,08	36,28
E5	854,5	887,2	32,7
5	861,57	893,68	32,11
E6	859,82	890,99	31,17
6	865,1	886,22	21,12
E7	865	885,7	20,7
E8	855,19	869,95	14,76
7	865,68	904,51	38,83
8	866,86	901,86	35
9	850,6	898,56	47,96
10	866,83	895,88	29,05
11	865,53	895,35	29,82
E9	866,94	892,6	25,66
12	864,19	894,37	30,18
E10	866,59	887,96	21,37
13	865,36	887,96	22,6
E11	866,64	882,92	16,28
E12	866,7	886,12	19,42
14	862,3	896,67	34,37
15	863,57	899	35,43
16	860,78	903,46	42,68
17	860,45	902,73	42,28
18	858,73	901,16	42,43
19	854,71	897,15	42,44
20	854,93	894,6	39,67
E13	852,55	883,71	31,16
21	854,88	891,58	36,7
E14	850,95	888,54	37,59
E15	855,76	880,98	25,22
22	862,28	881,83	19,55
23	862,28	881,23	18,95
E16	850,35	870,98	20,63
E17	853,01	864,62	11,61
24	867,08	888,81	21,73
25	863,33	885	21,67
E18	852,17	871,37	19,2
E19	861,56	884,03	22,47
E20	863,07	880	16,93
26	867,61	903,15	35,54
27	868,79	898,66	29,87

28	869,23	898,34	29,11
E21	867,22	897,59	30,37
E22	871,65	887,59	15,94
29	869,57	898,11	28,54
E23	867,95	896,86	28,91
E24	870,52	886,91	16,39
30	868,83	896,84	28,01
E25	867,25	896,18	28,93
E26	869,3	895,43	26,13
31	858,06	895,67	37,61
E27	866,62	882,09	15,47
E28	868,75	893,88	25,13
32	865,54	901,19	35,65
E29	865,56	897,99	32,43
33	867,22	897,67	30,45
E30	866,08	896,78	30,7
E31	868,57	895,2	26,63
34	863,27	888,91	25,64
35	858,53	893,48	34,95
36	854,5	894,81	40,31
37	858,36	896,77	38,41
38	858,9	896,17	37,27
E32	858	892,24	34,24
39	856,23	895,56	39,33
E33	855,67	883,11	27,44
E34	855	878,65	23,65
40	859,12	897,15	38,08
41	859,01	893,26	34,25
E35	860,11	888,01	27,9
E36	861,94	892,21	30,27
E37	861,81	888	26,19
42	863,27	887,94	24,67
43	864,02	885,59	21,57
E38	861,54	884,95	23,41
E39	863,39	882,59	19,2
E40	864,73	880,11	15,38
44	855,77	899,63	43,86
45	866,95	903,56	36,61
E41	865,13	897,54	32,41
E42	866,09	898,7	32,61

46	857,33	897,17	39,84
E43	854,07	873,83	19,76
E44	857,04	893,67	36,63
47	857,05	893,56	36,51
48	858,65	886,86	28,21
E45	855,73	881,84	26,11
49	860,34	883,73	23,39
E46	857,57	880,65	23,08
E47	856,68	881,59	24,91
50	857,89	888,19	30,3
E48	855,29	885,69	30,4
51	859,09	891,92	32,83
E49	857,81	885,69	27,88
E50	858,73	883,49	24,76
52	860,17	890,38	30,21
E51	859	887,97	28,97
E52	859,19	889,33	30,14
E53	862,04	888	25,96
53	862,99	906,53	43,54
54	871,32	909,65	38,33
Réservoir exist	906,05	908,05	2
Réservoir proj	907,75	909,75	2





**Figure(IV.1) :** Schéma du réseau de distribution en cas de pointe (Répartition final).

**Répartition finale (cas d'incendie) :****Tableau N°IV-3** : vérification du fonctionnement de réseau de distribution dans le cas d'incendie.

Tronçon	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte de charge m/km
2-3	140,25	62,4	4,01	1,31	27,46
3-E1	178,16	33	1,17	1,37	65,27
3-E2	147,55	33	0,73	0,85	27,67
3-E3	75,65	33	0,81	0,95	33,7
15-4	212,78	77,8	5,82	1,22	18,51
4-E4	90,61	33	0,44	0,51	11,15
4-E5	196,1	33	1,09	1,27	56,7
4-5	138,85	62,4	3,32	1,08	19,46
5-E6	115,35	33	0,76	0,89	29,95
5-6	160,58	41,6	2,08	1,53	59,78
6-E7	98,43	33	0,32	0,38	6,66
6-E8	118,06	20,4	0,56	1,71	176,71
10-11	123,26	173,6	22,94	0,97	5,42
11-E9	99,61	57	3,53	1,38	33,78
11-12	150,25	138,8	17,52	1,16	8,28
12-E10	183,19	57	3,93	1,54	40,99
12-13	410,1	95,2	10,44	1,47	20,11
13-E11	169,8	57	3,78	1,48	38,22
13-E12	85,57	57	3,16	1,24	27,64
19-20	186,63	108,4	13,38	1,45	16,83
20-E13	241,94	52,4	3,72	1,72	55,92
20-21	168,51	77,8	6,53	1,37	22,79
21-E14	179,51	57	2,76	1,08	21,67
21-E15	134,68	33	1,5	1,75	101,3
22-23	14,37	33	1	1,17	49,05
23-E16	533,23	33	0,63	0,74	21,45
23-E17	202,83	15,4	0,19	1,05	104,43
24-25	107,25	52,4	3,33	1,54	45,71
25-E18	280,34	33	1,14	1,34	62,38
25-E19	44,49	33	0,73	0,85	27,67
25-E20	181,74	33	0,83	0,97	35,13
8-32	77,105	108,4	10,76	1,17	11,3
32-E29	201,11	57	2,67	1,05	20,41
32-33	186,26	77,8	6,75	1,42	24,23

33-E30	129,22	57	1,67	0,65	8,78
33-E31	155,2	57	2,67	1,05	20,41
27-28	44,55	138,8	18,41	1,22	9,07
28-E21	80,26	57	1,99	0,78	12
28-E22	191,15	33	1,24	1,45	72,27
28-29	74,55	147,6	13,88	0,81	4,03
29-E23	123,12	57	2,08	0,82	13
29-E24	183,21	33	1,3	1,52	78,6
29-30	99,03	95,2	9,34	1,31	16,42
30-E25	118,89	57	1,5	0,59	7,21
30-E26	189,19	57	1,76	0,69	9,59
30-31	100,17	77,8	5,2	1,09	15,06
31-E27	268,56	33	1,17	1,37	64,97
31-E28	176,63	57	2,08	0,82	13
34-42	101,85	95,2	7,87	1,11	12,02
42-E38	218,3	57	2,4	0,94	16,79
42-43	94,35	62,4	4,36	1,43	32
43-E39	270,78	57	2,18	0,86	14,19
43-E40	89,78	33	1,3	1,52	78,6
37-38	118,46	125	11,66	0,95	6,56
38-E32	147,53	50	2,5	1,28	34,22
38-39	61,094	90	7,01	1,1	12,79
39-E33	166,35	32	1,34	1,66	96,2
39-E34	435,03	50	3,07	1,56	49,49
40-41	317,72	95,2	9,07	1,27	15,58
41-E35	106,98	33	1,15	1,35	62,98
41-E36	119,17	57	1,92	0,75	11,23
41-E37	195,67	57	3,51	1,37	33,38
45-44	208,4	62,4	3,75	1,22	24,24
44-E41	265,52	57	1,81	0,71	10,11
44-E42	63,14	33	0,58	0,68	18,75
17-46	196,74	62,4	4,36	1,43	31,94
46-E43	271,33	26,4	0,78	1,42	92,13
46-E44	147,58	33	0,77	0,9	30,37
47-48	304,73	77,8	7,35	1,55	28,32
48-E45	99,31	33	1,17	1,37	64,97
48-49	171,71	62,4	3,67	1,2	23,37
49-E46	112,17	33	0,83	0,97	35,13
49-E47	225,33	57	2,01	0,79	12,18

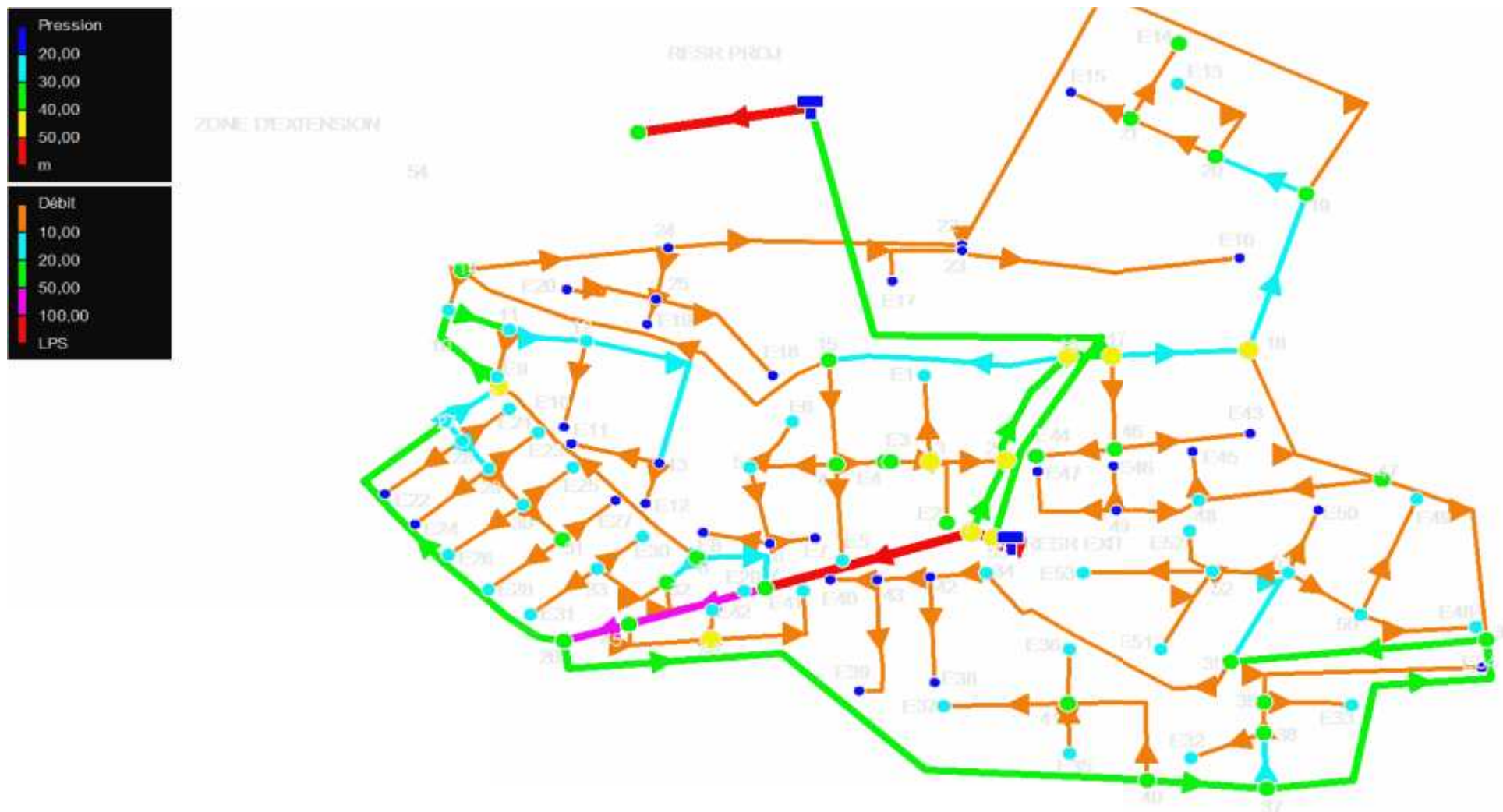
35-51	209,63	138,8	18,61	1,23	9,26
51-50	166,44	77,8	7,18	1,51	27,13
50-E48	222,31	57	-2,2	0,86	14,43
50-E49	259,215	57	2,02	0,79	12,35
51-E50	140,49	33	1,29	1,51	77,19
51-52	146,67	95,2	8,31	1,17	13,28
52-E51	186,74	57	-2,38	0,93	16,55
52-E52	92,77	57	2,21	0,87	14,5
52-E53	236,19	57	2,07	0,81	12,83
53-1	43,15	434,4	142,32	0,96	1,5
Rexis-53	34,16	187,6	111,32	4,03	58,12
Rproj-53	1850,6	230,8	31	0,74	1,99
Rproj-54	100	461,8	124,55	0,74	0,99
1-2	152,9	184,6	38,03	1,42	8,56
2-16	257,92	173,6	34,02	1,44	9,41
16-15	466,6	108,4	10,09	1,09	12,22
14-15	802,59	99,4	4,27	0,55	3,71
14-24	391,6	62,4	3,84	1,25	25,33
14-10	83,91	33	0,43	0,5	12,56
9-10	209,17	138,8	22,51	1,49	16,24
1-7	412,85	290	104,29	1,58	6,06
7-8	201,73	113	14,92	1,49	16,79
8-9	515,12	81,4	4,16	0,8	8,11
9-27	121,54	217,2	18,35	0,5	1,03
27-26	710,83	184,6	36,76	1,37	8,04
26-45	124,35	290,8	85,62	1,29	4,16
7-45	266,53	290,4	89,37	1,35	4,53
26-40	1236,49	217,2	48,86	1,32	6,14
40-37	224,25	250	39,79	0,81	2,13
37-36	1100,33	217,2	28,13	0,76	2,24
35-36	481,29	200	26,48	0,84	3,49
34-35	594,41	99,4	7,87	1,01	9,75
36-47	427,51	67,8	1,65	0,46	3,72
47-18	547,72	77,8	5,7	1,2	17,84
18-17	260,55	147,6	19,57	1,14	7,53
16-17	81,75	147,6	23,93	1,4	10,87
18-19	337,087	113	13,87	1,38	14,69
19-22	1346,165	33	0,49	0,58	13,87
22-24	538,6936	33	0,51	0,59	14,63

**Tableau N°IV-4** : Calcul des pressions.

Nœuds	Altitude	Cote piézo	Pression
1	863,01	906	42,99
2	857,2	904,69	47,49
3	858,7	900,84	42,14
E1	862,42	889,21	26,79
E2	863,25	896,76	33,51
E3	858,8	898,29	39,49
4	861,15	892,63	31,48
E4	858,8	891,62	32,82
E5	854,5	881,51	27,01
5	861,57	889,92	28,35
E6	859,82	886,47	26,65
6	865,1	880,33	15,23
E7	865	879,67	14,67
E8	855,19	859,46	4,27
7	865,68	903,5	37,82
8	866,86	900,11	33,25
9	850,6	895,93	45,33
10	866,83	892,53	25,7
11	865,53	891,86	26,33
E9	866,94	888,5	21,56
12	864,19	890,62	26,43
E10	866,59	883,11	16,52
13	865,36	882,37	17,01
E11	866,64	875,88	9,24
E12	866,7	880,01	13,31
14	862,3	893,59	31,29
15	863,57	896,56	32,99
16	860,78	902,27	41,49
17	860,45	901,38	40,93
18	858,73	899,42	40,69
19	854,71	894,46	39,75
20	854,93	891,32	36,39
E13	852,55	877,79	25,24
21	854,88	887,48	32,6
E14	850,95	883,59	32,64
E15	855,76	873,84	18,08
22	862,28	875,79	13,51

23	862,28	875,08	12,8
E16	850,35	863,65	13,3
E17	853,01	853,9	9,89
24	867,08	883,67	16,59
25	863,33	878,77	15,44
E18	852,17	861,28	9,11
E19	861,56	877,53	15,97
E20	863,07	872,38	9,31
26	867,61	901,77	34,16
27	868,79	896,06	27,27
28	869,23	895,65	26,42
E21	867,22	894,69	27,47
E22	871,65	881,84	10,19
29	869,57	895,35	25,78
E23	867,95	893,75	25,8
E24	870,52	880,95	10,43
30	868,83	893,72	24,89
E25	867,25	892,87	25,62
E26	869,3	891,91	22,61
31	858,06	892,22	34,16
E27	866,62	874,77	8,15
E28	868,75	889,92	21,17
32	865,54	899,24	33,7
E29	865,56	895,13	29,57
33	867,22	894,72	27,5
E30	866,08	893,59	27,51
E31	868,57	891,56	22,99
34	863,27	883,76	20,49
35	858,53	889,55	31,02
36	854,5	891,23	36,73
37	858,36	893,7	35,34
38	858,9	892,92	34,02
E32	858	887,87	29,87
39	856,23	892,14	35,91
E33	855,67	876,14	20,47
E34	855	870,61	15,61
40	859,12	894,18	35,06
41	859,01	889,23	30,22
E35	860,11	882,49	22,38

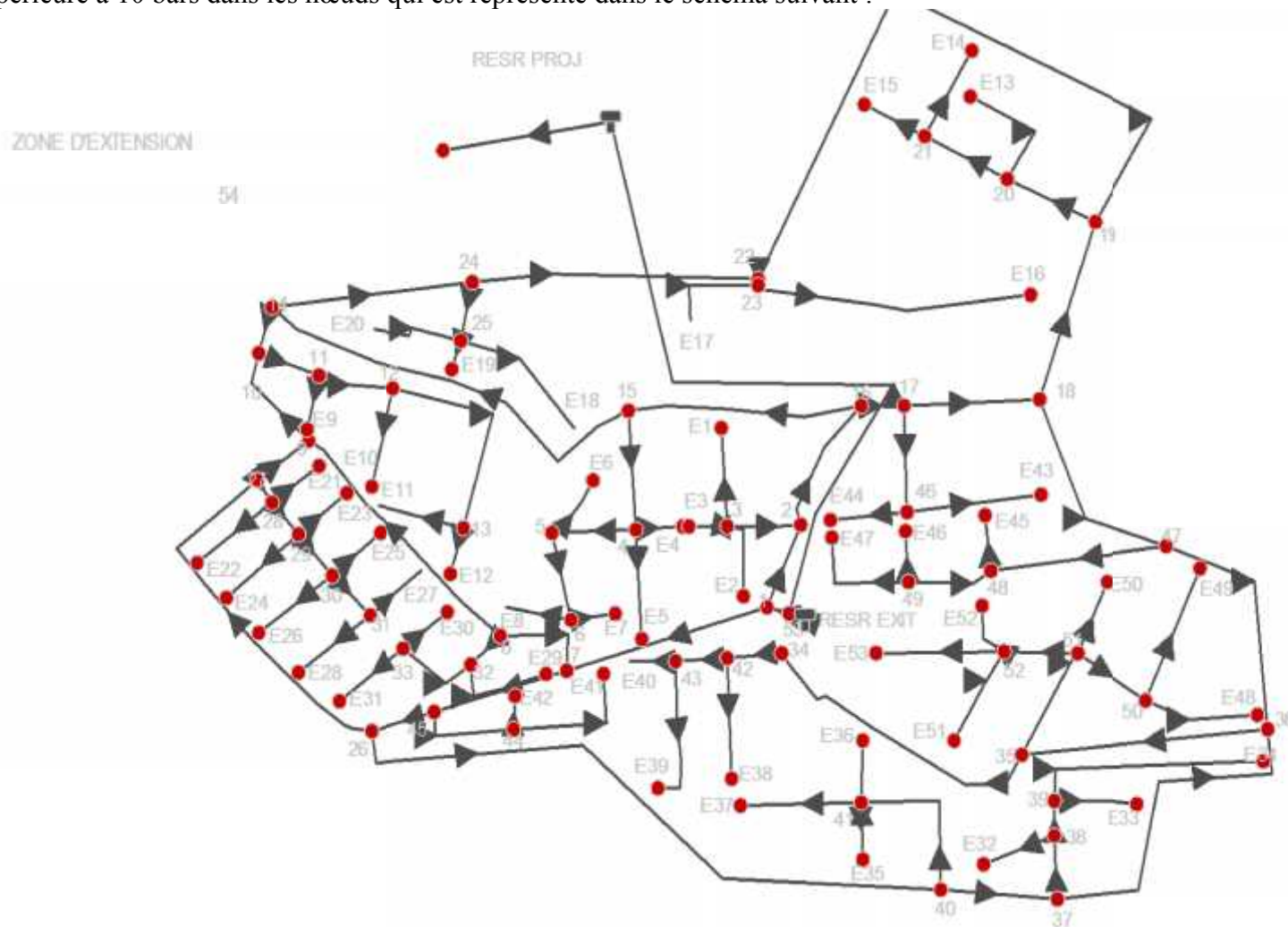
E36	861,94	887,89	25,95
E37	861,81	882,7	20,89
42	863,27	882,53	19,26
43	864,02	879,52	15,5
E38	861,54	878,87	17,33
E39	863,39	875,67	12,28
E40	864,73	872,46	7,73
44	855,77	897,24	41,47
45	866,95	902,29	35,34
E41	865,13	894,56	29,43
E42	866,09	896,06	29,97
46	857,33	895,09	37,76
E43	854,07	870,1	16,03
E44	857,04	890,61	33,57
47	857,05	889,64	32,59
48	858,65	881,01	22,36
E45	855,73	874,56	18,83
49	860,34	877	16,66
E46	857,57	873,06	15,49
E47	856,68	874,25	17,57
50	857,89	883,1	25,21
E48	855,29	879,89	24,6
51	859,09	887,61	28,52
E49	857,81	879,9	22,09
E50	858,73	876,77	18,04
52	860,17	885,67	25,5
E51	859	882,57	23,57
E52	859,19	884,32	25,13
E53	862,04	882,63	20,59
53	862,99	906,06	43,07
54	871,32	909,65	38,33
Réservoir exist	906,05	908,05	2
Réservoir proj	907,75	909,75	2



**Figure(IV.2) :** Schéma du réseau de distribution en cas d'incendie (Répartition final).



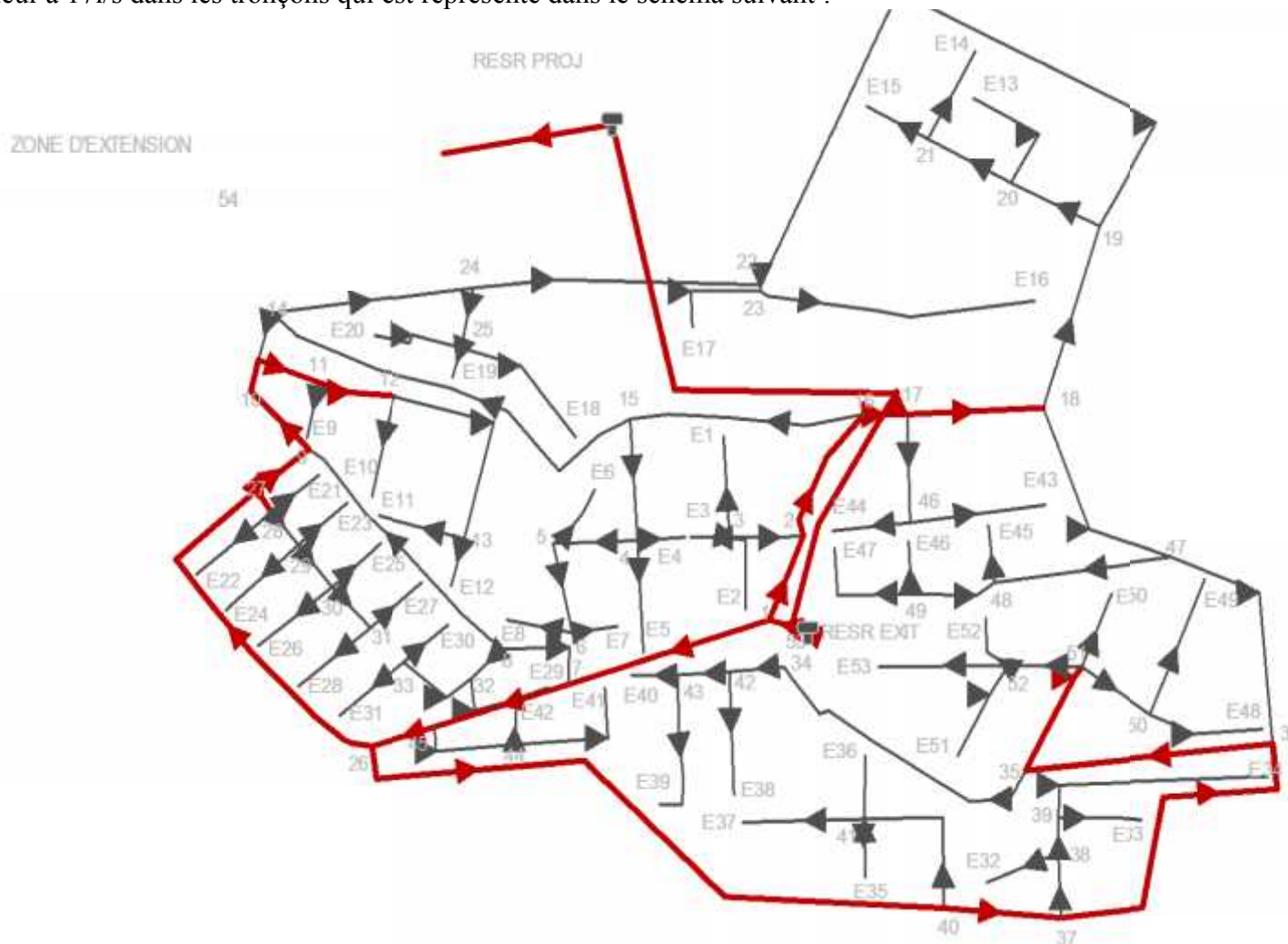
La pression supérieure à 10 bars dans les nœuds qui est représenté dans le schéma suivant :



**Figure(IV.3)** : Schéma représente les nœuds à du pression supérieure à 10 bars.

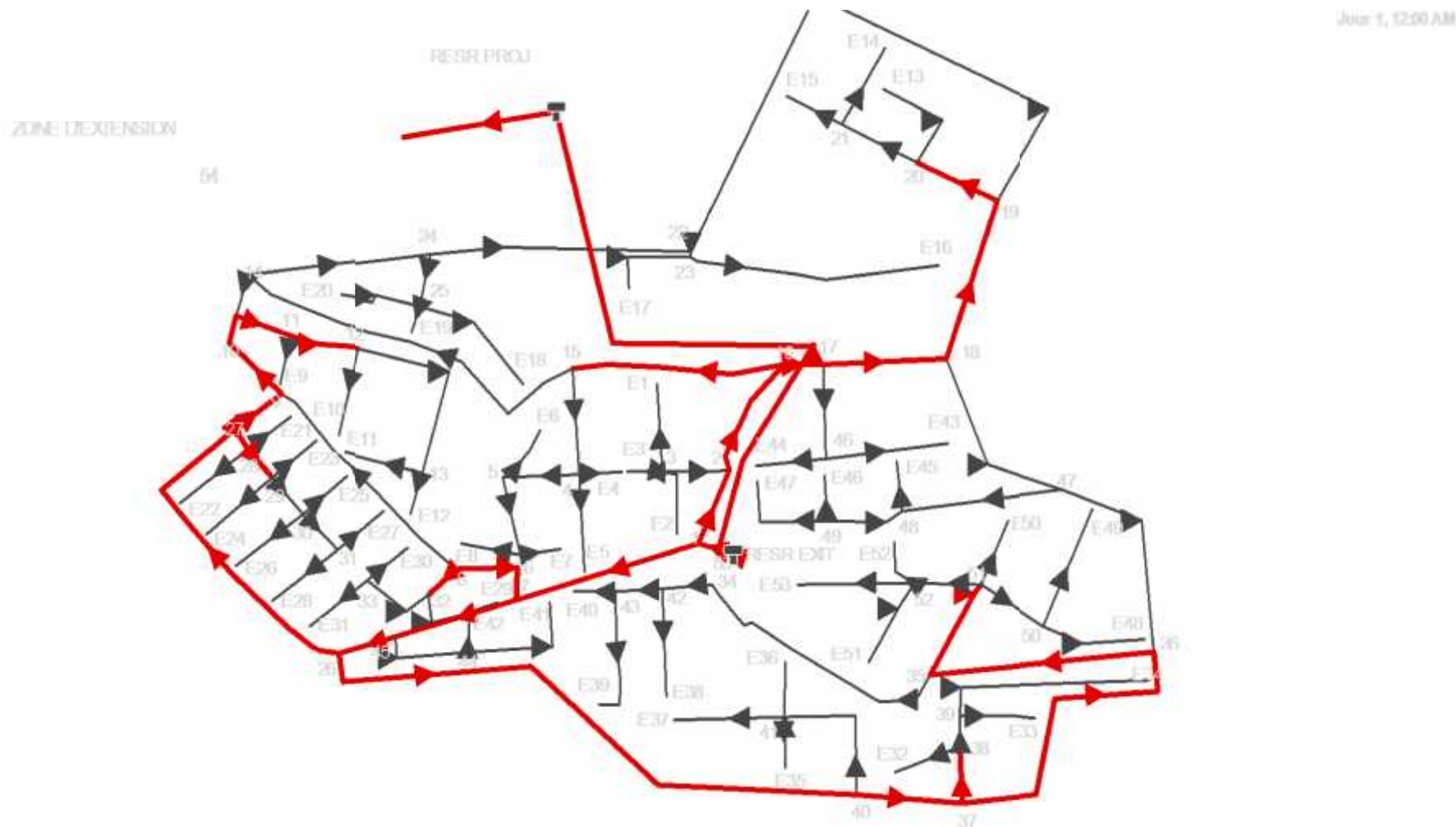
Le débit supérieur à 17l/s dans les tronçons qui est représenté dans le schéma suivant :

Jour 1, 12:00 AM



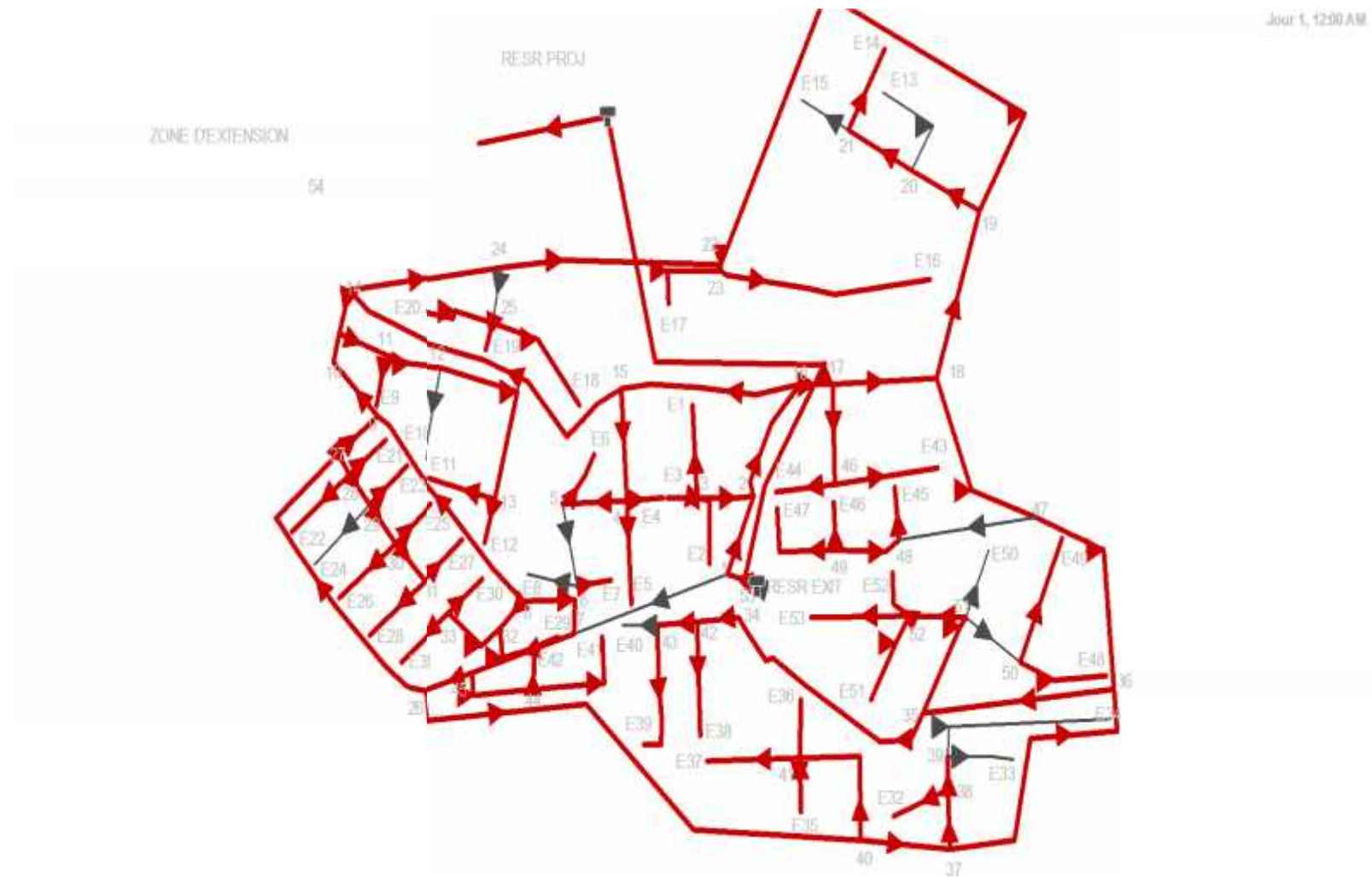
**Figure(IV.4) :** Schéma représente les tronçons à du débit supérieur à 17l/s

Les diamètres supérieurs à 100 mm dans les tronçons qui est représenté dans le schéma suivant :



**Figure(IV.5) :** Schéma représente les tronçons à des diamètres supérieurs à 100 mm.

Les vitesses inférieure ou est égale 2 m/s dans les tronçons qui est représenté dans le schéma suivant :



**Figure(IV.6) :** Schéma représente les tronçons à des vitesses inférieures ou est égale 2 m/s

**Conclusion :**

A travers ce chapitre, nous avons utilisé de logiciel de simulation (EPANET), à partir de la simulation de ce logiciel on constate un problème des vitesses dessous et dessus de la norme requise (0,5-1,5 m/s) et pression inacceptable, et pour remédier aux problèmes rencontré lors de la simulation de point de vue et vitesses, en faisant diminuer ou augmenter les diamètres.

Après la simulation final à travers ce logiciel nous a permis de dégager les différents diamètres susceptibles d'assurer un bon fonctionnement du réseau,

En fin, à partir de cette résultat on faire une vérification de fonctionnement de réseau en cas d'incendie.

À partir des conditions de fonctionnement de réseau en cas d'incendie ( $D \geq 100$  mm,  $v = [0,5-1,5$  m/s],  $Q \geq 17$  l/s,  $P > 10$  bar), on conclut que il y a plusieurs tronçon assurée ces conditions.



**CHAPITRE V : CHATEAU D'EAU**



### **Introduction :**

Les eaux qui sont généralement captées peu, ou bien trop loin de l'agglomération, sont acheminées grâce à des conduites vers les lieux de distributions, ce qu'on appelle le lieu de stockage.

Donc le stockage se fait dans des réservoirs, ces réservoirs diffèrent de leur forme, leur capacité de stockage, leur position par rapport à l'agglomération et même leur rôle. Mais malgré cette différence entre les réservoirs on ne trouve généralement ces derniers que sur le point le plus haut dans l'agglomération pour assurer une distribution gravitaire et gagnant d'énergie.

### **V-1 Rôle des châteaux d'eau :**

- Satisfaire les besoins en eau de l'agglomération.
- Permettre une marche plus uniforme des pompes.
- D'assurer aux heures de pointes les débits maximaux demandés.
- Régulariser les pressions dans le réseau de distribution.
- Maintenir l'eau à l'abri des risques de contamination et la préserve contre les fortes variations de température.[11]

### **V-2 Définition d'un Château d'eau (réservoir surélevé):**

Un château d'eau est un enveloppe contenant un liquide, ce liquide est généralement de l'eau, soit potable. Parmi les liquides autres que l'eau les plus souvent le lit et les hydrocarbures. L'accès à la cuve a lieu par une série d'échelles intérieures et une cheminée centrale. Une trappe dans la cheminée d'aération permet la visite de la couverture. Sous la cheminée centrale, il a été constitué un plancher général permettant la manœuvre des vannes de vidange et d'incendie. Le refoulement de l'eau s'effectue par le fond afin d'assurer le renouvellement de la réserve d'incendie.



**Figure V-1** : Réservoir surélève de 1000 m<sup>3</sup>

### **V.3 Principe de fonctionnement :**

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

- Les installations et accessoires d'adduction permettant d'amener l'eau avec une régularisation importante.
- Le château d'eau permet de stocker pendant les heures de faible consommation

Les différences entre les débits (adduction – distribution) pendant les heures de pointe le déficit transitera du château d'eau vers le réseau de distribution.

### **V.4 Entretien des châteaux d'eau:**

Les structures des châteaux d'eau doivent faire l'objet d'une surveillance régulière en ce qui concerne toutes les fissures éventuelles que les phénomènes de corrosions sur les parties métalliques en raison de l'atmosphère humide qui y règne[11].

Un soin particulier est à apporter au nettoyage des cuves ; opération comportant plusieurs étapes telles que :

- Isolement et vidange de la cuve.
- Elimination des dépôts sur les parois.
- Examen et réparations éventuelles de celle-ci.
- Désinfection à l'aide des produits chlorés.
- Remise en service.



**V.5 Détermination de la capacité du château d'eau :**

Généralement dans l'alimentation en eau potable, il n'est admis que la capacité du réservoir n'excède pas 30% de la consommation maximale journalière plus la réserve d'incendie. Cette capacité est déterminée par la relation suivante :

$$V_r = 30\% Q_{\max} + V_{\text{inc}} + V_s \dots\dots\dots (V-1)$$

**V. 5.1 Réserve d'incendie :**

Pour le calcul du volume d'incendie on utilise la relation suivante :

$$V_{\text{inc}} = 3.6 Q_{\text{inc}} t \dots\dots\dots (V.2)$$

Avec :

$Q_{\text{inc}}$  : le débit d'incendie l/s.

$t$  : le suffisant à l'affaissement une moyenne incendie généralement  $t = 2$  heures.

**Tableau (V.3) :** Variations de débit d'incendie en fonction de nombre d'habitant.

Nombre d'habitants:	< 5000	(5000-20000)	> 20000
$Q_{\text{inc}}$ (l/s):	10	15	20

Pour notre cas le débit d'incendie est égale à : 20(l/s).

Donc :

$$V_{\text{inc}} = 3.6 * 20 * 2 = 144 \text{ m}^3$$

**V. 5.2 Réserve de sécurité :**

Le volume de sécurité est donné par la relation suivante :

$$V_s = (10 - 15)\% (V_u + V_{\text{inc}}) \dots\dots\dots (V.3)$$

On prend généralement un pourcentage de 12% donc le volume de sécurité sera donc :

$$V_s = 12\% (V_u + V_{\text{inc}}) \dots\dots\dots (V.4)$$

AN :

$$V_s = 12\% (3354.83+144) = 421.34\text{m}^3$$

D'après le calcul de différents réserves constituent le réservoir d'eau potable, on peut déterminer la capacité totale du château d'eau :

La capacité du château d'eau est égale à :

AN :

$$V_{Ch} = 30\% (14557.4) + 144 + 421.34$$

$$V_{Ch} = 4367.22 + 144 + 421.34$$

$$V_{Ch} = 4932.56 \text{ m}^3$$

$$V_{Ch} = 4932.56 - 1000 = 3932.5664\text{m}^3 \quad \text{Donc} \quad V_{ch} = 4000 \text{ m}^3$$

### V.6 Dimensionnement du château d'eau :

On prendra un château d'eau circulaire, les dimensions principales seront déterminées à partir de la relation suivante :

$$V_t = S * H_e \quad \dots\dots\dots(V.3)$$

$$V_t = \pi \frac{D^2}{4} H \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}} = \sqrt{\frac{4*4000}{3.14*6}} = 29.14 \approx 30\text{m}$$

$V_t$  : volume d'eau dans le château d'eau ( $\text{m}^3$ )

$D$  : diamètre du château d'eau (m)

$H_e$  : hauteur d'eau dans le château d'eau (hauteur de la cuve en m)

$S$  : La surface du radier du château d'eau ( $\text{m}^2$ )

Pour la hauteur «  $H_e$  » peut être variée entre (3 et 6) m cette hauteur peut atteindre 7 à 8 m dans les grands ouvrages, on prend ( $H_e=6$ ).

#### a- La surface de radier du château d'eau:

$$\text{On a: } S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14*30^2}{4} = 706.5 \text{ m}^2$$

#### b- La hauteur de la réserve d'incendie :

La hauteur de la réserve d'incendie est calculée par la formule suivante :

$$H_{inc} = \frac{V_{inc}}{S} \quad \dots\dots\dots(V.4)$$

Ou

$V_{inc}$ : Le volume d'incendie ( $V_{inc}=144\text{m}^3$ ).

S: La surface de radier du château d'eau(m<sup>2</sup>).

AN :

$$H_{inc} = \frac{144}{706.5} = 0.20\text{m}$$

D'où la hauteur d'eau est :

$$S = \frac{V}{He} \Rightarrow He = \frac{V}{S} = \frac{4000}{706.5} = 5.66\text{m} \approx 6 \text{ m}$$

**Tableau (V.4) :** Tableau récapitulatif des calculs de château d'eau :

Vt(m <sup>3</sup> )	V <sub>inc</sub> (m <sup>3</sup> )	He(m)	D(m)	H <sub>inc</sub> (m)
4000	144	6	30	0.20

Le château d'eau projeté est d'une capacité de 4000 m<sup>3</sup>.

Ce château d'eau suffira largement à la demande en eau jusqu'à l'horizon 2040.

### V.7 Les équipements :

#### V.7.1 Les équipements hydrauliques :

Les canalisations intérieures du château d'eau sont en acier inox, à brides boulonnées. Leur diamètre est souvent réduit par rapport à celui des conduites extérieures enterrées qui aboutissent à l'ouvrage.

L'économie et le plus faible poids des pièces à manipuler compensent les pertes de charges accrues sur quelques dizaines de mètres de canalisations.

Elles sont revêtues d'époxy, ou métallisées et peintes ensuite, ou encore plastifiées à chaud.

Tous les équipements hydrauliques utilisés à l'intérieur de la cuve détiennent l'Attestation de Conformité Sanitaire délivrées par les laboratoires agréés par le Ministère de la Santé.

#### a-La conduite d'amenée d'eau :

Elle traverse la cuve jusqu'au-dessus du niveau de trop-plein et l'alimente par jet à l'air libre ; parfois, pour éviter que la perte d'acide carbonique libre provoquée par cette aération rende l'eau incrustante, la conduite d'amenée est prolongée jusqu'au fond de la cuve.

Une vanne commandée soit par flotteur, soit électriquement ou hydrauliquement, obture la canalisation quand le niveau de trop-plein est atteint.

#### b-La conduite de distribution d'eau :

Elle puise l'eau dans une cunette au fond de la cuve, à travers une crépine. Son diamètre est souvent plus important que celui de la conduite d'amenée, compte tenu des débits de pointe qu'elle doit véhiculer.

Canalisations d'alimentation et de distribution comportent une vanne d'isolement après leur pénétration dans la cuve.

Elles sont équipées d'un compteur ou d'un débitmètre électromagnétique, qui enregistrent le diagramme de leur débit ; un comptage spécial, dimensionné pour les faibles débits, installé en *by-pass* du compteur principal de la conduite de distribution fournit, en lecture de nuit, des indications sur les pertes du réseau. Une liaison entre les deux canalisations permet, par un jeu de vannes, la distribution, cuve hors service, et le nettoyage du plan d'eau par débordement dans la goulotte de trop-plein.

### c-La canalisation de trop-plein :

Elle évacue à l'égout, au fossé ou au cours d'eau le plus proche, le débit de débordement en cas de défection de la vanne automatique de fermeture de la conduite d'alimentation. La conduite de vidange la rejoint sous la cuve.

Toutes les conduites sous cuve, hormis celle de trop-plein, sont calorifugées, pour les tenir à l'abri du gel.

Un détecteur-enregistreur du niveau d'eau dans la cuve, relié au réseau téléphonique, indique à distance, sur simple appel, le degré de remplissage du château d'eau[8].

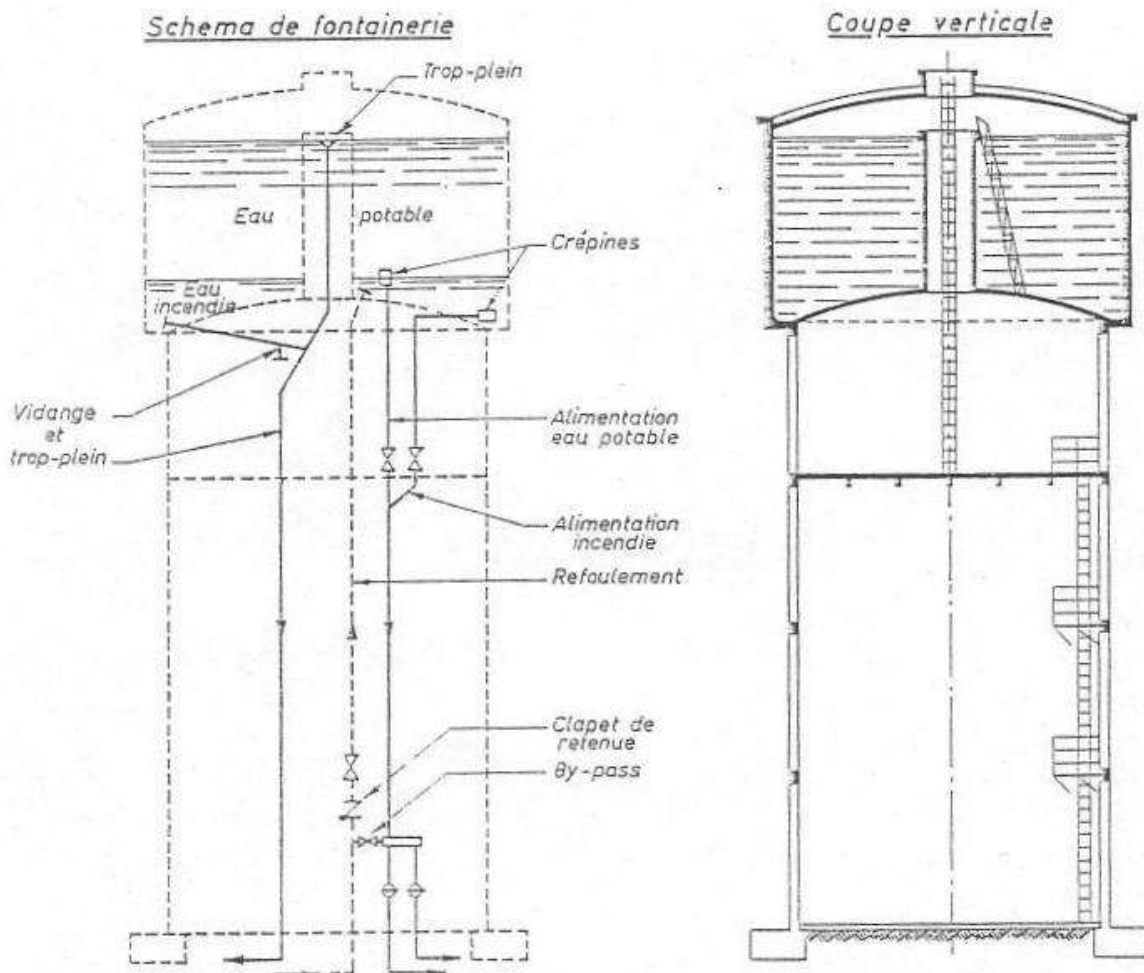


Figure-2 : Schéma des différents équipements de châteaux d'eau[8].

### V.7.2 Les équipements de sécurité :

#### a- Porte d'accès:

Cette ouverture permet l'accès au réservoir. Elle est en général métallique, et outre l'accès, elle empêche toute intrusion étrangère animale ou humaine à l'intérieur du château d'eau.

#### b-Fenêtre d'éclairage :

Ce dispositif permet l'éclairage naturel de l'intérieur du fût. Il est généralement constitué de pavé ou de carreaux de verre.

#### c-Echelle de cheminée, échelle de cuve et échelle d'accès à la coupole :

Ces éléments sont des moyens d'accès à différentes parties de la cuve, en inox ou en résine, selon les normes en vigueur, et équipés d'un rail de sécurité ou d'une crinoline pour éviter les chutes.

Ces échelles peuvent être aussi munies d'une canne d'accès permettant l'accès en toute sécurité à leur palier d'arrivée respectif.

#### d- Capot d'obturation en tête de cheminée :

Ce dispositif concerne la sécurisation de la cheminée de cuve par la présence d'une plate-forme en caillebotis en tête de cheminée équipée de petites rambardes latérales sur la cheminée afin de prévenir d'une chute dans la cuve.

Cette plate-forme comporte une trappe rabattable permettant une utilisation sécurisée de l'échelle de cheminée.

#### e- Campanile d'accès à la coupole :

Cet équipement permet l'accès de la cuve à la coupole via une trappe.

Elle est également pourvu de chatières, qui permettent la ventilation dans la cuve, et évitent la condensation en sous-face de coupole. Ces orifices d'aération sont pourvus de grillages et de moustiquaires.

S'ils ne sont pas sur le campanile, ils peuvent être placés directement sur la coupole.

#### f- Garde-corps de la coupole :

Ce dispositif sécuritaire est placé sur le campanile, si la pente de la coupole est trop accentuée pour pouvoir y circuler.

Sinon, il peut être sur l'acrotère de rive de la toiture, afin d'éviter tout risque de chute. Il est métallique, et mesure 1 m de haut minimum[8].

### Conclusion :

Dans ce chapitre, on remarque que les châteaux d'eau ont un rôle très important(stockage et distribution); pour cela ils nécessitent une surveillance régulière, et un entretien périodique concernant le nettoyage du cuve.

Il convient donc de bien concevoir et de bien réaliser (assurant l'étanchéité) afin qu'ils remplissent toutes les fonctions requises d'une manière durable.



**CHAPITRE VI : ADDUCTION DE LA ZONE  
D'ETUDE**



## **Introduction :**

L'adduction est le procédé d'amener de l'eau d'un lieu à un autre, à partir du point de captage vers le réservoir d'accumulation, lequel peut se trouver, parfois très loin de cette zone. Le cheminement est effectué grâce aux conduites généralement plus importantes que celle de la distribution.

### **VI.1.Types d'adduction :**

#### **VI.1.1 Adduction gravitaire :**

Ce type d'adduction ne fait intervenir que le travail de la pesanteur de la terre, en effet l'écoulement des eaux dans les conduites dépend de la pente. Le point de captage se situe donc à une altitude supérieure à celle du réservoir.

#### **VI.1.2 Adduction par refoulement :**

Ce type d'adduction fait appel à une source d'énergie fournie par une pompe pour élever les eaux, en effet le point de captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation.

#### **VI.1.3 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. Ce type d'adduction est le cas de notre étude parce que les adductions de l'eau se fait par refoulement [7].

## **IV.2 Conditions d'établissement du tracé de la conduite d'adduction :**

Pour établir le tracé de la conduite, Il y a plusieurs conditions doivent être respectées :

### **a. Conditions techniques :**

En vue de l'établissement du tracé de l'adduction on veille généralement à respecter dans la mesure du possible certaines conditions dont les plus importantes sont mentionnées ci-dessous :

- ✚ Choisir un tracé le plus court possible.
- ✚ Rechercher un profil en long aussi régulier que possible établi de préférence avec une rampe toujours dans le même sens.
- ✚ Eviter les contres pentes qui au droit des points hauts peuvent donner lieu en exploitation à une décontamination (stagnation) d'air difficile à évacuer.
- ✚ Eviter les profils horizontaux (des tassements ultérieurs de sol pourraient engendrer des points hauts non prévus).
- ✚ Dans la mesure du possible suivre les accotements des routes (pour une meilleure exploitation).
- ✚ Éviter la traversée des massifs boisés.

**b. Conditions économiques :**

Dans le but d'économie du projet, on à tenter d'allier au meilleur profil en long, le tracé en plan le plus court, ce qui permet de gagner en frais de premier établissement mais en exploitation des stations de pompages.

Plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus la perte de charge sera grande, plus la pompe devra être puissante, donc l'énergie dépensée sera importante.

Donc il existe un diamètre économique pour la conduite, résultant d'un compromis entre les deux tendances suivantes :

- ✚ Les frais d'amortissement de la conduite qui croissent avec le diamètre de la canalisation.
- ✚ Les frais d'exploitation de la station de pompage qui décroissent quand le diamètre augmente, par la suite de la diminution des pertes de charges.

**IV.3 Choix du matériau de la conduite :**

Le choix est établi sur des critères d'ordre technique à savoir la pression de service, les conditions de pose et sur des critères d'ordre économique qui englobent le prix de la fourniture et le transport, en général le choix du matériau utilisé dépend :

- ✚ De l'agressivité du sol.
- ✚ De la pression de service indispensable.
- ✚ De l'économie du projet (coût de la canalisation et sa disponibilité sur le marché local et national).
- ✚ Le mode de jonction (le plus simple et le plus efficace) de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes...etc.).

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PEHD.

Dans notre étude, nous avons choisi des conduites en PEHD pour les spécifications suivantes :

- ✚ Résistance à la corrosion.
- ✚ Usinabilité excellente.
- ✚ Résistance à l'usure par frottement grâce à l'action lubrifiante du graphite.
- ✚ Grande capacité d'amortissement des vibrations.
- ✚ Les revêtements intérieurs sont du mortier à base de ciment qui donne aux tuyaux une surface d'écoulement lisse.

**VI.4 Dimensionnement des conduites d'adduction :****VI.4.1 Calcul des diamètres des tronçons :**

Le diamètre économique est déterminé par la formule :

$$Di = \sqrt{(4 * Qtri)/(3.14 * Vi)} \dots\dots\dots(VI.1)$$



Après on prend le diamètre normalisé  $D_{ni}$  qui est proche au diamètre trouvé  $D_i$  et on recalcule  $V_i$  par la formule :

$$V_i = (4 * Q_{tri}) / (3.14 * (D_{ni})^2) \dots\dots\dots (VI.2)$$

Avec :

**$Q_{tri}$**  : débit du tronçon  $i$  en  $m^3/s$ .

**$D_i$**  : diamètre du tronçon  $i$  en  $m$ .

**$V_i$**  : vitesse dans le tronçon  $i$  en  $m/s$ .

#### VI.4.1.a Calcul des pertes de charges :

✚ Les pertes de charges linaires sont déterminées à partir de la formule suivante :

$$\Delta HL = J * L \text{ (m)} \dots\dots\dots (VI.3)$$

Avec :

$J$  : le gradient de la perte de charge

$L$  : longueur de la conduite (m)

✚ Le gradient de pertes de charge est déterminé à partir de la formule de DARCY :

$$J = \frac{\lambda V^2}{2 g D} \dots\dots\dots (VI.4)$$

Avec :

$v$  : est la vitesse moyenne de l'eau dans la section (m/s).

$g$ : L'accélération de la pesanteur. ( $g = 9,81 m/s$ )

$D$  : Diamètre intérieur de la conduite (mm).

$\lambda$  : Coefficient de frottement linéaire

✚ Le calcul du coefficient de frottement linéaire se fait comme suit :

En première approximation la valeur de ( $\lambda$ ) est déterminée par la formule suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[ \frac{\epsilon}{3.71 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right] \dots\dots\dots (VI.5).$$

Avec :

$\varepsilon$  : rugosité absolue, en (mm) (pour le PEHD on prend  $\varepsilon = 0.002\text{mm}$ , et  $0,01\text{mm}$  pour le PVC).

D : diamètre intérieur de la conduite (mm).

Re : nombre de Reynolds.

✚ les pertes de charge singulières sont estimées à 10-15% des pertes de charge linéaires.

On prend :

$$\Delta h_s = \Delta h_L \times 15\% \dots\dots\dots(\text{VI.6})$$

✚ La perte de charge totale est la somme des pertes de charge linéaires et singulières :

$$\Delta h_t = \Delta h_L + \Delta h_s = 1.15 \Delta h_L \dots\dots\dots(\text{VI.7}).$$

#### VI.4.1.b Calcul de la hauteur manométrique totale :

Elle correspond à la hauteur géométrique d'une longueur équivalente aux pertes de charge linéaire et singulière du refoulement [7].

$$\text{Hmt} = \text{Hg} + \Delta h_t \dots\dots\dots(\text{VI.8}).$$

Avec :

$\Delta h_t$  : Perte de charge totale (m)

Hg : hauteur géométrique (m)

✚ Calcul de la hauteur géométrique (Hg):

$$\text{Hg} = C_c - C_{ND} \dots\dots\dots(\text{VI.8})$$

Avec :

$C_c$  : La cote crosse (m).

$C_{ND}$  : Cote du niveau dynamique (m).

$$H_g = (C_R - C_F) + (H + 0.5) + (ND + 1) \dots\dots\dots(VI.9)$$

Ou :

$C_R$  : Cote du radier du réservoir(m).

$C_F$  : Cote du terrain naturel du forage(m).

$ND$  : Niveau dynamique du forage(m).

$H$  : Hauteur d'eau dans le réservoir(m).

$l$  : Profondeur de sécurités au-dessous du niveau dynamique (m).

0,5 : Hauteur de la crosse (m).

$$AN : H_g = (906.05 - 860.5) + (5 + 0.5) + (103 + 1)$$

$$H_g = 155.05 \text{ m.}$$

✚ La hauteur géométrique est la différence de niveau entre l'axe de la pompe et la cote de trop plein de réservoir.

- La pompe sera calée à une cote de 871 m.

- La cote de trop plein du réservoir est égale à 911.05 m.

$$AN : H_g = (911.05 - 871) = 40.05 \text{ m.}$$

#### VI.4.1.c Puissance absorbé par la pompe :

La puissance absorbée est donnée par la relation suivante [7] :

$$P = \frac{g \cdot Q \cdot H_{mt}}{\eta} \dots\dots\dots(VI.10).$$

Avec :

$Q$  : débit de la pompe en ( $m^3/s$ )

$\eta$  : rendement de la pompe = 70%

#### VI.4.1.d Calcul de l'énergie consommée annuellement par la pompe :

L'énergie consommée en une année est [7] :

$$E = P \cdot T \cdot 365 \dots\dots\dots(VI.11)$$

Avec :

$E$  : énergie consommée exprimée en (kw)

T : nombre d'heure de pompage (dans notre cas on prend T = 22h)

P : puissance absorbée par la pompe en kw.

#### VI.4.1.e Les frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation se calcul de la manière suivante [7] :

$$F_e = E.e \dots\dots\dots(VI.12)$$

Avec :

**F** : frais d'exploitation en DA.

**e** : Prix unitaire du KWh. Fixé à 4.67 DA par la SONELGAZ.

#### VI.4.1.f Frais d'annuité :

Nous supposons que le coût de la conduite de refoulement sera sur une période de 30 ans, ou taux d'actualisation de 8% c'est-à-dire :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \dots\dots\dots(VI.13)$$

Avec *i* : taux d'annuité = 8% (adopté en Algérie)

*n* : Nombre d'année d'amortissement (25 ans).

Donc :

$$A = 0,0936.$$

#### VI.4.1.g Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement sont obtenus par l'expression suivant [7] :

$$F_a = L.pr.A \dots\dots\dots(VI.14)$$

Avec :

**L** : Longueur totale de la conduite de refoulement (m).

**Pr** : Prix en mètre linéaire de la conduite de refoulement (Da).

**VI.4.2. Calcul des diamètres économiques :**

- **Caractéristiques des tronçons :**

Les caractéristiques des conduites refoulement sont regroupées dans le tableau (VI.1) suivant :

**Tableau (VI.1) :** Calcul des diamètres de chaque tronçon.

Tronçon	Q(m <sup>3</sup> /s)	Matériau	L(m)	Hg	Dmin	Dmax
Sp-R2	0.044	PEHD	1910	40.05	209.76	314.64
F-Rv	0.004	PVC	1075	155.05	63.24	94..87
Rv-R2	0.004	PEHD	870	155.05	63.24	94.87

On prend les gammes suivantes :

Pour le tronçon Sp-R2 en PEHD : D =, 250, 315,400 mm.

Pour le tronçon F-Rv en PVC : D = 75, 90,110 mm.

Pour le tronçon Rv-R2 en PVC : D =75, 90,110 mm.

- **Calcul de la hauteur manométrique totale H<sub>mt</sub> :**

Les calculs sont regroupés dans **le tableau (VI.2)** ci-dessous :

**Tableau (VI.2) :** Calcul de la  $H_{mt}$  de chaque tronçon.

Tronçon	Matériau	Dext(mm)	Din(mm)	Din(mm)	V (m/s)	Re	L	$\lambda$	$\Delta HL(m)$	$\Delta ht(m)$	Hg	Hmt
SP-R2	PEHD	250	204.6	0.2046	1.34	274164	1910	0.014809435	12.65251385	14.55039093	40.05	54.60039093
		315	257.8	0.2578	0.84	216552	1910	0.015462796	4.120007584	4.738008722	40.05	44.78800872
		400	327.4	0.3274	0.52	170248	1910	0.016187567	1.301499315	1.496724212	40.05	41.54672421
F-Rv	PVC	75	63.8	0.0638	1.25	79750	1075	0.019580378	26.27422291	30.21535563	155.05	185.2653556
		90	76.6	0.0766	0.87	66642	1075	0.020152191	10.91041996	12.54698295	155.05	167.596983
		110	103.4	0.1034	0.50	51700	1075	0.021086799	2.793466593	3.212456582	155.05	158.2624866
Rv-R2	PEHD	75	58.2	0.0582	1.5	87300	870	0.018679964	32.02254303	36.82592449	155.05	191.8759245
		90	73.6	0.0736	0.94	69184	870	0.019571289	10.41879633	11.98161578	155.05	167.0316158
		110	90	0.090	0.63	56700	870	0.020402981	3.989812216	4.588284048	155.05	159.638284

- **Calcul des frais d'exploitations**

Les calculs sont regroupés dans **le tableau (VI.3)** ci-dessous :

**Tableau (VI.3) : Calcul des frais d'exploitations de chaque tronçon.**

Trançon	Dext(mm)	Pa (kw)	T(h)	E (kw)	Eu(Da)	Fexp (DA)
Sp-R2	250	33.66816106	22	270355.33	4.67	1262559.391
	315	27.61756583	22	221769.05	4.67	1035661.464
	400	25.6188972	22	205719.74	4.67	960711.1858
F-Rv	75	10.38544651	22	83395.135	4.67	389455.2805
	90	9.395008018	22	75441.914	4.67	352313.738
	110	8.87174282	22	71240.095	4.67	332691.2437
Rv-R2	75	10.75601611	22	86370.809	4.67	403351.678
	90	9.363315149	22	75187.421	4.67	351125.256
	110	8.948866092	22	71589.395	4.67	335583.375

- **Calcul des frais d'amortissements**

Les calculs sont regroupés dans **le tableau (VI.4)** ci-dessous :

**Tableau (VI.4) :** Calcul des frais d'amortissement de chaque tronçon.

Tronçon :	Dext (mm)	Pu (DA)	Annuité :	L(m)	Fam(DA)
Sp-R2	250	3815	0.09368	1910	682613.372
	315	5850	0.09368	1910	1046733.48
	400	9320	0.09368	1910	1667616.416
F-Rv	75	1487.83	0.09368	1075	149833.408
	90	2141.77	0.09368	1075	215689.0896
	110	2670.15	0.09368	1075	268900.1259
Rv-R2	75	407.8	0.09368	870	33236.3525
	90	510.71	0.09368	870	41623.6821
	110	757.19	0.09368	870	61712.1965

- **Calcul du Bilan :**

Les calculs sont regroupés dans **le tableau (VI.5)** ci-dessous :

**Tableau (VI.5) :** Calcul du Bilan de chaque tronçon.

Tronçon	Dext(mm)	Fexp(DA)	Fam(DA)	Bilan (Da)
Sp-R2	250	1262559.391	682613.372	1945172.763
	315	1035661.464	1046733.48	2082394.88
	400	960711.1858	1667616.416	2628327.602
F-Rv	75	389455.2805	149833.408	539288.6885
	90	352313.738	215689.0896	568002.8276
	110	332691.2437	268900.1259	601591.3696
	75	403351.678	33236.3525	436588.0305
Rv-R2	90	351125.256	41623.6821	392748.9381
	110	335583.375	61712.1965	397295.5715

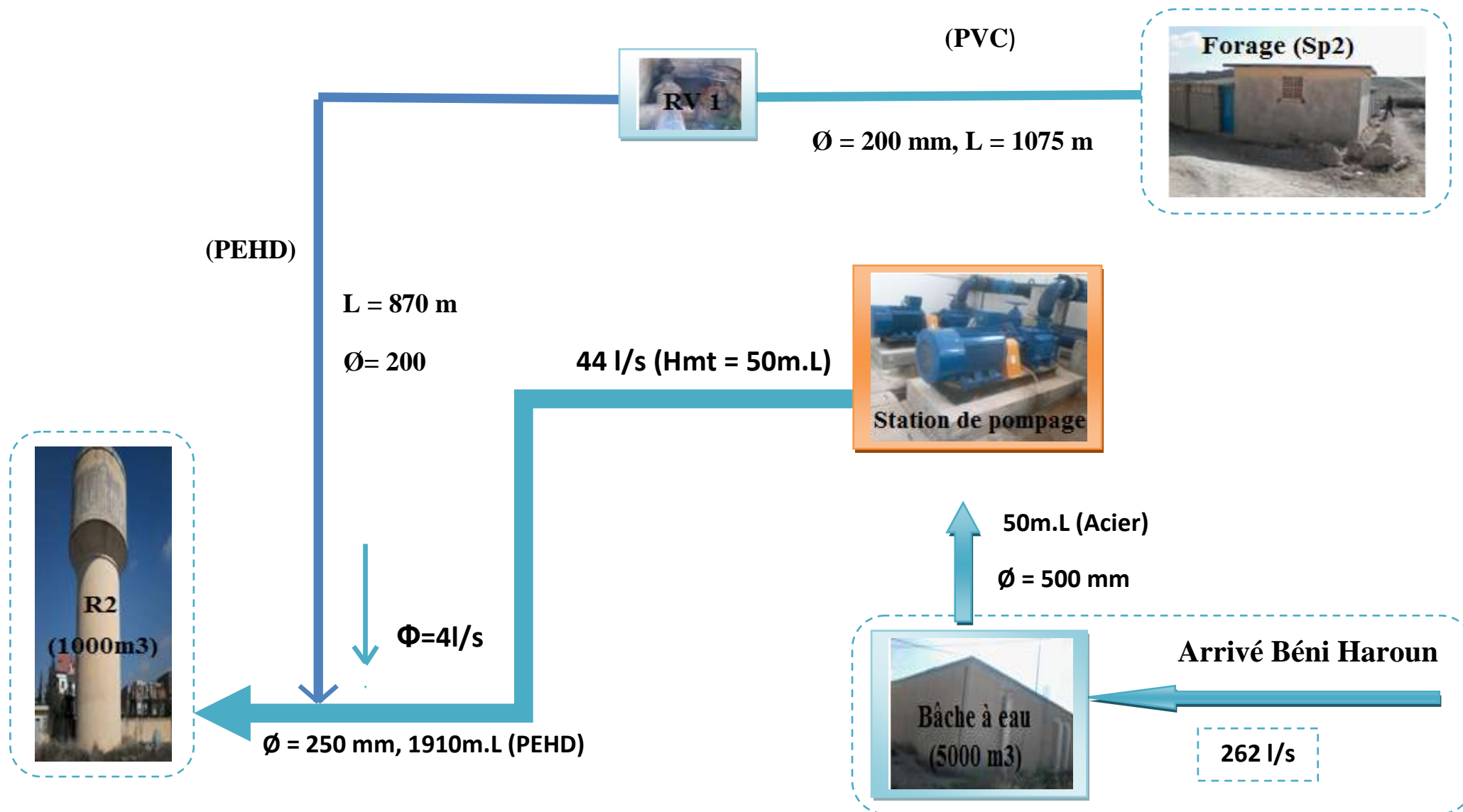


Les diamètres choisis sont :

Pour le tronçon Sp-R<sub>2</sub> : D= 250 mm avec une vitesse acceptable de 1.34 m/s ;

Pour le tronçon F-R<sub>v</sub> : D= 75 mm avec une vitesse acceptable de 1.25 m/s ;

Pour le tronçon R<sub>v</sub>-R<sub>2</sub> : D=90 mm avec une vitesse acceptable 0.94 m/s ;



**Figure VI.3** : Schéma d'adduction de la zone d'étude.

**Conclusion**

Dans ce chapitre on a fait une étude technico-économique pour faire un dimensionnement de la conduite d'adduction.

Dans ce chapitre, on conclut que :

- La conduite de refoulement est de diamètre économique 75 et 90 mm.

## Introduction :

Soit une pompe en fonctionnement normal qui envoie dans une conduite avec une vitesse d'écoulement  $V_0$  un débit  $Q_0$ , supposant qu'il se produise un arrêt brusque du fonctionnement de cette pompe.

Cet arrêt donne lieu à un phénomène oscillatoire appelé le coup de bélier et décrit ci-dessous.

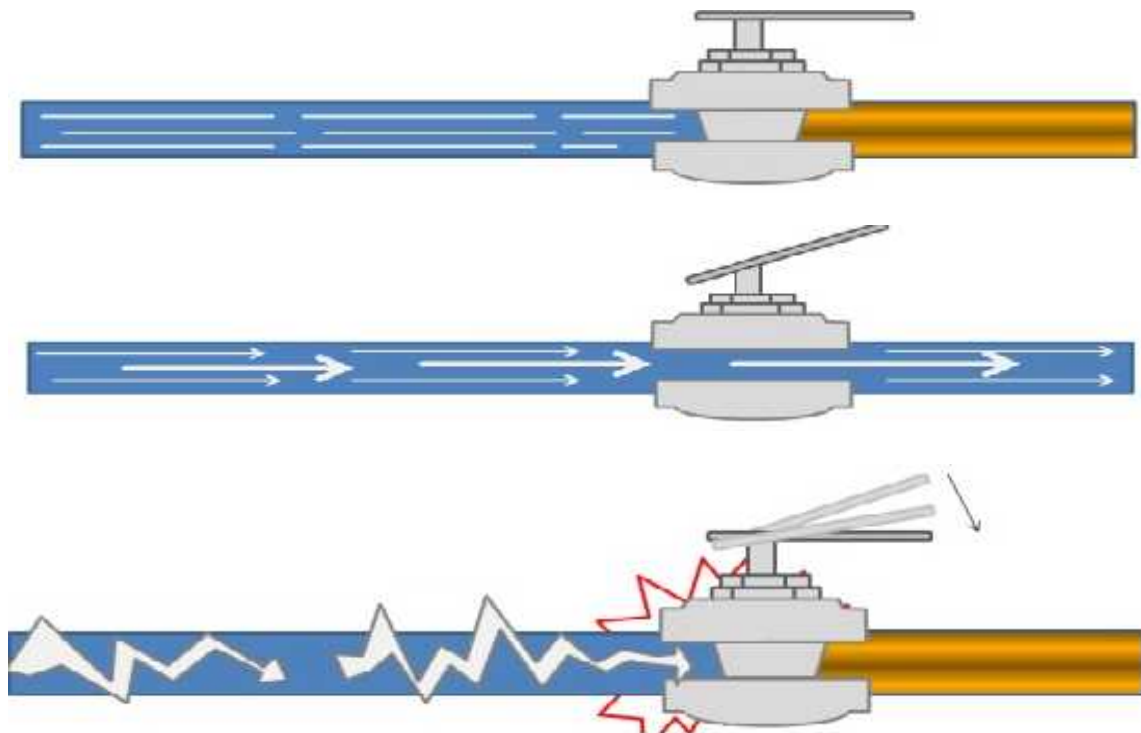
## VII-1 Le Coup de bélier :

### VII-1-1 Principe et manifestations :

Un coup de bélier est une brusque variation de pression, et a pour cause une brutale variation de débit.

Dans une tuyauterie où circule du liquide, une fermeture brusque de vanne ne bloque pas immédiatement toute la masse de liquide se trouvant dans la tuyauterie.

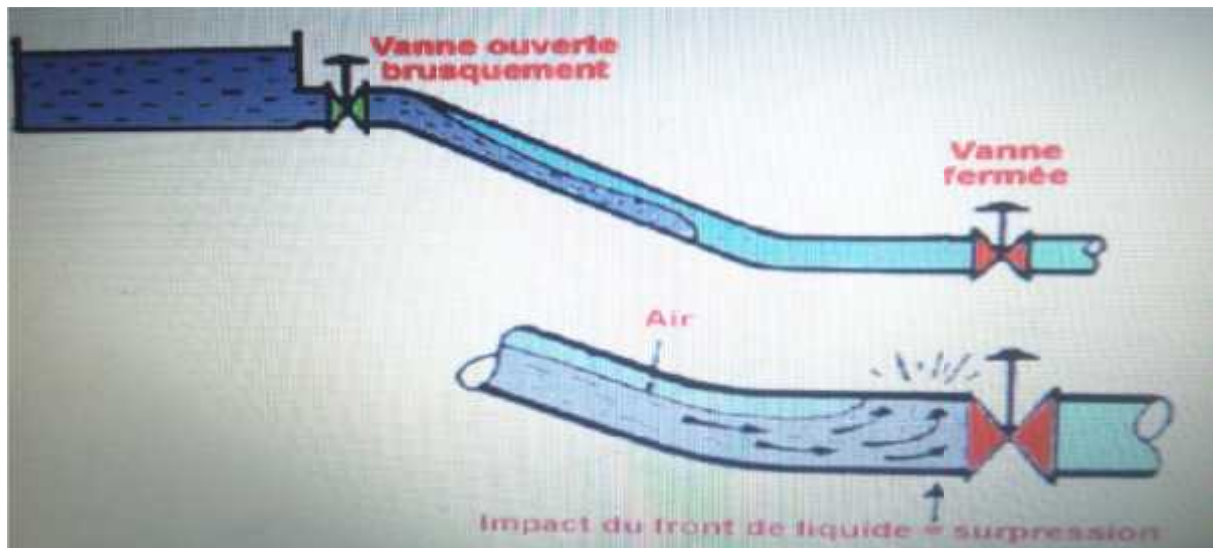
Ce liquide encore en mouvement vient « s'écraser » sur la face amont de l'opercule de la vanne en produisant une augmentation de pression et de la même façon, la pression en aval de la vanne chute brutalement.



**Figure VII-1** : Principe du coup de bélier.

Cette surpression (ou dépression) localisé sur une petite longueur va se déplacer sous forme d'une onde le long de la conduite (à la vitesse du son dans le liquide -7 km/s) jusqu'à ce qu'elle rencontre un obstacle qui la fait repartir dans l'autre sens.

On crée ainsi un mouvement de va et vient de surpression et de dépression qui diminue avec le temps grâce aux frottements qui amortissent le mouvement.



**Figure VII-2** : Exemple de coup de bélier

L'amplitude de la surpression dépend essentiellement de la vitesse de variation du débit.

Il suffit donc de s'attacher à ne produire que des variations lentes du débit.

On peut ainsi dire qu'il est préférable de :

- ✚ Démarrer une pompe vanne de refoulement fermé.
- ✚ D'arrêter une pompe après avoir fermé la vanne (attention aux vannes ¼ tours).
- ✚ D'avoir de la robinetterie sans jeu.
- ✚ De remplir lentement une canalisation vide [10].

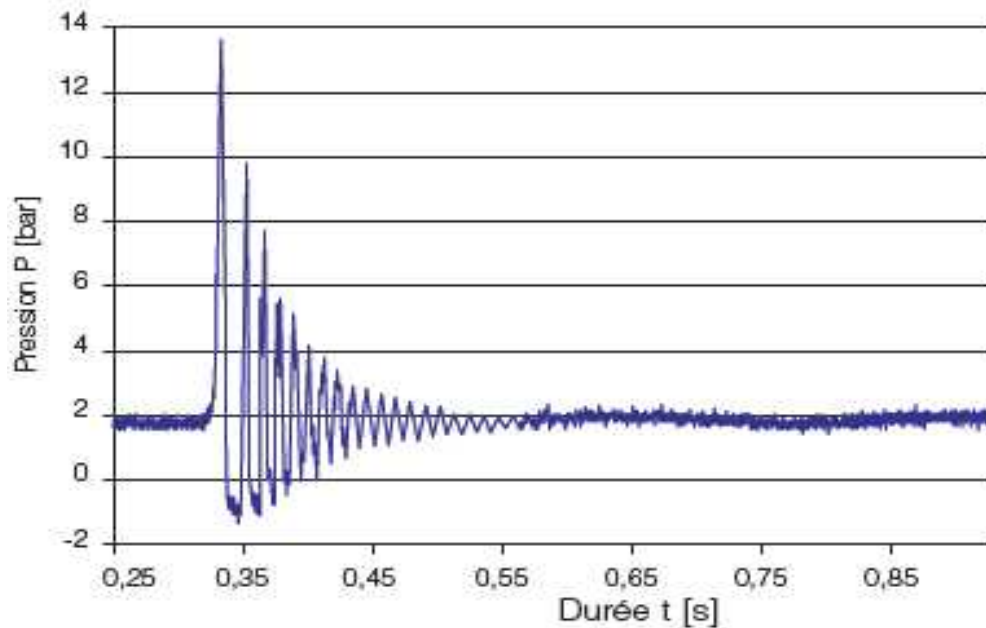
La **Figure (VII-3)** donne une idée des variations de pression susceptibles de se produire dans une conduite en acier galvanisé de 3,5 m de longueur (diamètre nominal DN ½") dans laquelle circule un débit de 14,7 l/min brusquement interrompu par la fermeture d'un robinet à tournant sphérique.

On constate que la pression du réseau, initialement à 2 bars, s'élève soudain à 13,5 bars pour retomber ensuite à une valeur inférieure à la pression atmosphérique.

Ce phénomène se répète un certain nombre de fois (avec une amplitude décroissante) durant un laps de temps total de 0,2 seconde.

De telles variations de pression sont à l'origine d'une importante gêne acoustique et peuvent, dans certains cas extrêmes, provoquer la rupture de la conduite. Les vibrations qui les

accompagnent sont en outre susceptibles de détruire la couche d'oxydation qui protège la face intérieure de la tuyauterie, et donc d'accroître le risque de corrosion. Il est dès lors vivement recommandé de limiter autant que possible le risque de coup de bélier [11].



**Figure VII-3 :** Variations de pression dans une conduite en acier galvanisé d'une longueur de 3,5 m (diamètre nominale DN ½") à un débit de 14,7 l/min.

#### VII-1-2 Moyen de protection des installations :

Le coup de bélier peut provoquer la rupture de la conduite, la destruction de la pompe, la cavitation et même le décollement de la veine.

Il n'est pas possible de supprimer ces efforts néfastes aux installations, mais il existe des moyens destinés à les limiter à des valeurs compatibles avec la résistance des installations, ces moyens sont cités ci-dessous :

- a- Volant d'inertie :** Le volant d'inertie calé sur l'arbre de groupe constitue un moyen permettant grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale d'allonger le temps d'arrêt le groupe, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier.
- b- Soupape de décharge :** La soupape de décharge intervient uniquement dans la protection contre les surpressions, son utilisation nécessite un entretien permanent et une surveillance attentive.
- c- Réservoir d'air :** Le réservoir d'air raccordé à la conduite de refoulement immédiatement à l'aval du clapet ; consiste un moyen permettant de protéger l'installation contre les dépressions et les surpressions.

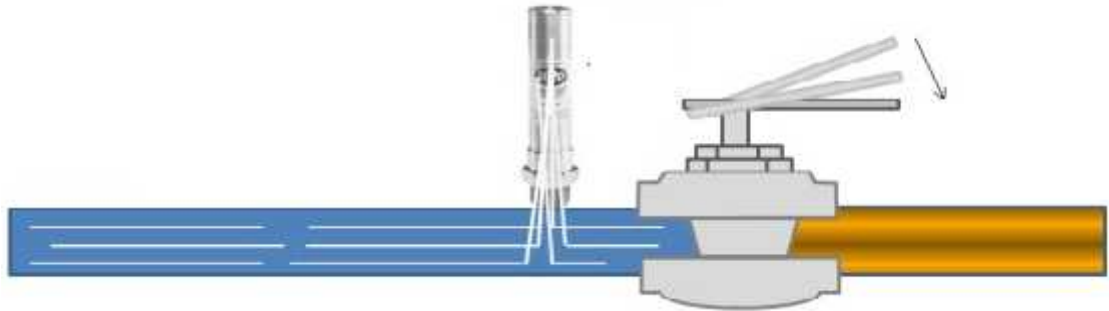


Figure VII-4: installation d'anti-bélier à réservoir d'air.

d- **Cheminée d'équilibre** : La cheminée d'équilibre est un réservoir à l'air libre, il joue le même rôle que le réservoir d'air mais pour des faibles ou moyennes hauteurs de refoulement.

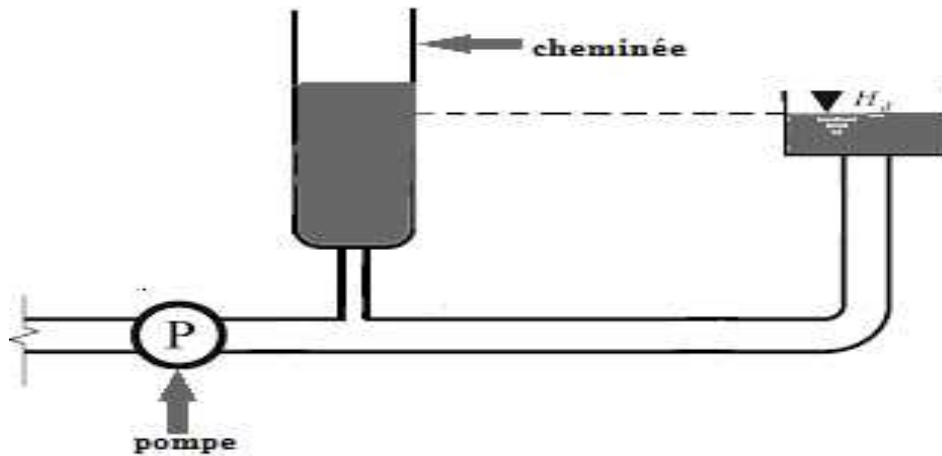


Figure VII-5 : Schéma de protection par cheminée d'équilibre.

Pour notre étude, on a choisi comme moyen de protection un réservoir d'air grâce à quelques avantages qu'il présente :

- Intervient dans la protection contre la dépression et la surpression.
- Simple à l'installer et facilement contrôler.
- Choisi, pour les moyennes et grandes hauteurs de refoulement.

## VII-2 Etude de coup de bélier :

Dans le cas de conduite de refoulement le phénomène est le résultat d'un arrêt brusque ou démarrage d'une pompe.

- la célérité de l'onde  $a$  est donnée par la relation suivante :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{K * D}{e}}} \dots\dots\dots(\text{VII.1})$$

Avec :

$a$  : Célérité de l'onde (m/s).

$K$  : Coefficient dépendant de la nature du matériau de la conduite ( $K = 83$  pour PEHD) et ( $K=33$  pour PVC).

$D$  : Diamètre intérieur de la conduite (mm).

$e$  : Epaisseur de la conduite (mm).

- **La vitesse d'écoulement en régime permanent :**

$$V_0 = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} \dots\dots\dots(\text{VII.2})$$

Avec :

$V_0$  : Vitesse d'écoulement en régime permanent initial en m/s.

$Q$  : Débit refoulé dans la conduite.

$A$  : la section de la conduite.

$D$  : Diamètre intérieur de la conduite.

- **La valeur maximale du coup de bélier est :**

Les dépressions et les surpressions sous moyens de protection peuvent atteindre les valeurs maximales suivantes :

$$B = \frac{aV_0}{g} \dots\dots\dots(\text{VII.3})$$

Avec :

$B$  : Valeur du coup de bélier en m.

$a$  : Célérité de l'onde en m/s.

$V_0$  : Vitesse d'écoulement en régime permanent initial en m/s.

- **La valeur maximale de la surpression est :**

$$H_{\text{sur}} = H_0 + B \dots\dots\dots(\text{VII.4})$$



- **La valeur maximale de la dépression est :**

Avec :

$$H_{\text{dép}} = H_0 - B \dots\dots\dots(\text{VII.5})$$

$H_0$  : La pression absolue au point le plus haut de la conduite tel que :

$$H_0 = H_g + 10 \dots\dots\dots(\text{VII.6})$$

### VII-2-1 Calcul du coup de bélier :

Les valeurs du coup de bélier pour chaque tronçon sont données dans **le tableau(VII.2)** suivant:

**Tableau N°VII-1 : Calcul de la valeur maximale du coup de bélier**

Tronçon	Caractéristique des conduites					Caractéristique du coup de bélier				
	Dext (mm)	e (mm)	Dint (mm)	V0 (m/s)	Hg(m)	H0(m)	a (m/s)	B (m/s)	Hsur(m)	Hdép(m)
<b>SP-R2</b>	250	22.7	204.6	1.33	40.05	50.05	350.81	47.56139653	97.61139653	2.48860347
<b>F-RV</b>	75	5.6	63.8	1.25	155.05	165.05	480.64	61.24362895	226.293629	103.8063711
<b>RV-R2</b>	90	8.2	73.6	0.94	155.05	165.05	351.50	33.68093782	198.7309378	131.3690622

### Conclusion :

Pour éviter et limiter un peu le risque du coup de bélier sur la conduite de refoulement, il faut bien dimensionner le réservoir anti- bélier, ainsi que le dimensionnement correct de la conduite de refoulement c'est à dire : Tenir compte de la valeur majeure du coup de bélier.



## **CHAPITRE VIII : LA GESTION DU RESEAU D'AEP**



**Introduction :**

La gestion est définie comme étant une politique permettant de gérer un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé [9].

**VIII-1- Définition :**

Donc gérer c'est d'effectuer des opérations, qui permettent de conserver le potentiel du matériel, et d'assurer la continuité, la qualité de la production, telle que la maintenance, l'entretien et la bonne exploitation des ouvrages, des équipements, bien gérer c'est rassurer cette opération au coût global minimum.

**VIII -2- But de la gestion :**

La gestion des réseaux d'alimentation en eau potable à pour objet d'assurer :

- La pérennité des ouvrages par des options de conservation.
- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance.
- L'exploitation par la régulation des débits et la synchronisation, relevage, traitement, stockage et distribution.

**VIII -3- Maintenance :**

La maintenance est un ensemble des mesures servant à préserver l'état initial ainsi qu'à constater et évaluer l'état réel des dispositifs technique d'un système d'alimentation en eau potable, en procédant régulièrement aux opérations d'entretien, d'inspection et de remise en état..

**VIII -3-1- La maintenance préventive :**

La maintenance préventive est une programmation programmée et en se basant sur la définition de la maintenance préventive on peut distinguer trois concepts principaux :

**VIII -3-1-1- L'entretien courant**

Cela concerne les opérations qui interfèrent le plus souvent avec le fonctionnement quotidien de l'installation telle que les mesures de surveillance, de contrôle, et de détections des anomalies (bruit, fuites etc....)

**VIII -3-1-2- L'entretien préventif systématique :**

Il s'agit d'un programme minimum obligatoire dans la mesure où :

- Son coût inférieur aux dépenses de dépannage ou de renouvellement.
- Sa mise en œuvre est indispensable pour assurer aux équipements une durée de vie normale.

**VIII -3-1-3- L'entretien préventif exceptionnel :**

C'est un préventif d'où il n'a pas été programmé longtemps à l'avance (démonter une pompe de forage à la suite d'une baisse significative des performances par exemple).

**VIII -3-2- La maintenance curative :**

Elle consiste à la remise en état d'un équipement ou d'une installation à la suite d'une défaillance ou à une mise hors service accidentelle totale ou partielle.

Gestion des forages :

Pour gérer et exploiter correctement un forage ou un champ de captage d'eau sous terrain on doit impérativement considérer que le captage et le pompage sont indissolublement liés. On ne saurait en, aucun cas gérer l'un sans l'autre. Trois conditions sont essentielles le captage et son pompage ...

Il faut que chaque forage soit équipé techniquement de :

- Un compteur d'eau
- Un compteur horaire par pompe
- Un ampèremètre par pompe
- Un voltmètre
- Un manomètre
- Un dispositif de protection des pompes contre le désamorçage
- Une prise d'échantillon pour l'analyse

**VIII-4- Gestion technique et suivie générale des installations (pour un captage par forage) :**

La gestion d'un forage ou d'un champ captant nécessite un suivi général des installations de contrôles, et d'inspections :

Les opérations de contrôle et inspection pour les machines tournantes et installations électriques sont :

**VIII-4-1-1- Contrôle hebdomadaire :**

- Purges
- Fonctionnement des armoires électriques
- Etanchéité des conduites, vannes, robinetterie...
- Remplissage d'air des réservoirs anti-bélier.

**VIII -4-1-2- Contrôle mensuel :**

- Fonctionnement est indication de l'installation de telle commande et télétransmission.
- Essai de fonctionnement des équipements de secours et auxiliaires, fonctionnement des organes de robinetterie.

**VIII -4-2- Vieillessement et traitement des forages :**

Le vieillissement est donc un phénomène incurable, qui s'accompagne de plusieurs effets :

**🚧 Phénomène corrosion :**

Le Phénomène de corrosion est un phénomène complexe attribuable à cause de :

- Présence de l'eau corrosive à l'intérieur ou à l'extérieure d'un forage
- Existence des bactéries sidérolites ou sulfatés ductiles
- Effets galvaniques entre les divers parties de même ensemble métallique au contact d'eau de composition différente.

Généralement il existe deux types de corrosion (électrique et bactérienne), et pour la lutte contre ce phénomène on procède comme suit :

**VIII -4-2-1- Protection active :**

Utilisation des effets électrochimiques (cathodique) qui à pour but de stopper ces phénomènes de corrosion qui sont directement liés à la corrosivité de sols et à l’influence des courants électriques parasites (courants vagabonds).

**VIII -4-2- Protection passive :**

Couche de peinture et revêtement au tour du tuyau.

**VIII -4-2-3- Protection anticorrosion :**

Deux possibilités fondamentales existant pour la protection contre la corrosion intérieure dans les conduites métalliques.

Donc le besoin d’une protection contre la corrosion externe dépend de l’agressivité du sol.

Et le traitement des eaux devant être transportée par les conduites pour qu’elle ne soit pas corrosive, et qu’ une couche de protection contre la rouille se forme sur les parois des conduites, empêchant une corrosion ultérieurement.

**VIII -4-3- Le colmatage des forages :**

La baisse progressive du rendement provoque le colmatage des forages, généralement les origines de ce colmatage peuvent être très diverse mais les résultats sont les même, pour les types de colmatage on distingue :

- Colmatage mécanique
- Colmatage chimique
- Colmatage biologique

Donc pour avoir une bonne gestion et un bon fonctionnement des forages, il faut tenir compte les paramètres cité haut.

**VIII -5- Gestion des ouvrages de stockage :**

Le problème d’exploitation ou de la gestion des réservoirs trouve le plus souvent leur origine dans les insuffisances.

**VIII -5-1- Equipement des réservoirs :**

Les équipements susceptibles d’être installes dans un réservoir et leur fonction est indique dans **le tableau (VIII-1)**.

**Tableau N° VIII-1 : les équipements d’un réservoir.**

Fonctions	Equipements
Hydraulique	- Clapet
	- Vidange
	- Vanne déverse
	- Equipement de trop plein
	- Siphon pour réserve incendie
	- Canalisation de liaison
	- Compteur
	- Clapet à rentrer d’air
	- Purgeur d’air
	- Débit
- Télécommande	

<b>Exploitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poste de livraison électrique</li> <li>- Niveau</li> <li>- Equipement de télétransmission</li> </ul>
<b>Nettoyage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipements spéciaux pour nettoyage</li> <li>- Pompe</li> <li>- Trappes de visite pour le personnel et le matériel</li> </ul>
<b>Entretien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eclairage</li> <li>- Joint de montage</li> <li>- Appareils de manutention</li> </ul>

Généralement les opérations de contrôle et d'inspection sur les ouvrages de stockage sont

- Contrôle hebdomadaire
- Contrôle semestriel

#### **VIII -5-2- Nettoyage des ouvrages de stockage :**

La désinfection des réservoirs comporte les diverses phases, tel que :

- Décapage des dépôts
- Rinçage des parois et des radiers avec un jet sous pression,

Donc une bonne gestion des ouvrages de stockages nécessite l'application de tous les critères cités auparavant,

#### **VIII -5-3- Gestion et exploitation des réservoirs :**

Il faut assurer une bonne gestion de réseau d'adduction et du réseau de distribution. Donc il faut respecter les normes de condition de pose des conduites, d'équiper le réseau de différents organes et accessoires.

#### **VIII -5-4- Contrôle de la qualité d'eau :**

La composition de l'eau est étudiée par le laboratoire qui en effectue l'analyse à la suite de prélèvement qu'il aura lui même effectués.

##### **VIII -5-4-1- contrôle mensuel :**

- ouvrages de croisements, étanchéité
- Ouvrages en ligne, état d'étanchéité de la fermeture des trappes ; regards et des portes.

##### **VIII -5-4-2- Contrôles semestriels :**

- Ouvrage en ligne ; état d'étanchéité de la fermeture des trappes, regards et des portes
- Organes et réducteurs de robinetterie à l'intérieur des regards

##### **🔧 Le coût d'exploitation :**

###### **➤ Conduites d'adduction :**

La surveillance des conduites d'adduction en milieu urbain est associée au contrôle général du réseau de distribution qu'effectue le responsable du secteur et le fontainier à l'occasion de leurs passages sur la trace des conduites de ce réseau.

Par contre au milieu rural ou isolé, il est nécessaire de réaliser une vérification périodique particulière permettant de contrôler, l'évolution de la végétation à l'aplomb de la conduite, le respect de l'utilisation de la bande de surritude créée au moment de la pose et le bon fonctionnement des matériels de fontainerie installés sur l'ouvrage de transport.

#### **VIII - 6- Surveillance et entretien du réseau de distribution :**

Le coût et l’organisation du réseau dépend du linéaire du réseau, et de sa consistance (diamètre et type de tuyaux), de l’encombrement des voies dans les quelles ils sont placés, de sa vétusté et de son état.

Les coûts globaux d’entretien intègrent les divers éléments détaillés dans **le tableau (VIII)** suivant :

**Tableau N° VIII.2 : éléments du coût d’entretien**

<b>Détection</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût de surveillance (détection)</li> <li>- Coût des campagnes de recherche de fuite</li> <li>- Coût de fonctionnement des postes de protection cathodique</li> </ul>
<b>Entretien courant</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d’entretien des branchements</li> <li>- Coût d’entretien de la fontainerie</li> <li>- Coût d’entretien des compteurs</li> </ul>
<b>Réparation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût de réparation des fuites</li> </ul>

**Conclusion :**

Le rendement d’un réseau de distribution d’eau potable est la différence entre le volume entrant dans le réseau et les volumes consommés ou facturés.

Donc c’est un élément important pour le gestionnaire de service et il doit lui porter une attention constante.

Le vieillissement d’une conduite correspond à sa dégradation dans le temps. Dû soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau (chut de pression, chut de rendement de réseau coupures...).

Soit à d’autres dommages (dégradation de la qualité de l’eau, inondation, déstabilisation, des lits de pose).

Les solutions actuelles :

- Système d’information géographique SIG
- Comptage de sectorisation du réseau
- Pré localisateur de fuites
- Radio relevé permanent des compteurs d’eau Gestion informatique centralisée des données
- Recherches fines par secteurs géographique
- Localisation des fuites

## **CONCLUSION GENERALE**



# Conclusion générale

Le diagnostic d'alimentation en eau potable, de la zone d'étude nous a permis d'identifier les dysfonctionnements et de proposer d'éventuelles solutions.

A la lumière de cette étude, nous nous permettons de conclure ce qui Les ressources mobilisables de notre zone d'étude restent supérieures à la demande, mais le citoyen souffre toujours du déficit d'eau à son domicile sans aucune idée des vraies causes de ce manque d'eau.

Le problème de manque d'eau dans cette zone ne résulte pas de manque des ressources ou manque d'eau dans les forages ; au contraire, la zone est célèbre par ces eaux minérales, et aussi riche en eaux souterraines et superficielles comme l'apport de barrage Beni Haroun, donc le problème réside dans la mauvaise gestion.

Pour le forage nous proposons la bonne gestion et le développement de ce forage qui est ou sera entretenu et de faire des essais de pompage régulièrement.

La dégradation du réseau de distribution est due à son ancienneté, et des piquages illégaux que font les citoyens. Pour lutter contre ce problème nous avons changé carrément certains tronçons du réseau, avec des nouveaux diamètres bien déterminés, avec un matériau plus performant que le PVC.

Dans notre travail, nous avons aussi eu l'occasion d'utiliser le logiciel EPANET pour la simulation du réseau, et par la suite la correction.

Le château d'eau de la zone d'étude, et malgré sa vétusté ; il est en bon état du côté génie civil ; mais cette capacité est insuffisante actuellement, et à long terme donc on a besoin de projeter un autre château d'eau ; pour renforcer le déficit, et alimenter la zone d'extension.

Nous avons proposé un moyen de lutte contre le coup de bélier pour cette adduction qui consiste à un arrêt brusque de la pompe. Installer un régulateur de pression, et installer des bouteilles anti-pulsatoire.

Le problème le plus crucial dans ce réseau étant celui des fuites ; les services gestionnaires des réseaux permettent conscience de ces anomalies souvent très en retard ; généralement après des pertes importantes d'eau ; ce retard est dû à l'absence d'une politique efficace de surveillance et de contrôle.

A cet effet, le diagnostic nous a permis de mettre en évidence les infrastructures du réseau, et de nous orienter un peu plus dans le choix d'une variante adéquate.

Enfin, on espère que notre modeste travail puisse servir à l'élaboration d'un nouveau réseau d'alimentation en eau potable, dans notre zone d'étude, et surtout nous conseillons les services de l'hydraulique de l'utiliser pour l'étude de diagnostic qu'ils sont en train de faire.

# Référence

**[1]** : Bureau d'ENgineering & d'Etudes Polytechniques B.EN.E.P – Ing.TAIBI Nacerdine 29, coopérative Immobilière "El Djazair"- cité Tebinet – Sétif.

**[2]** : Dupont A, (1979). «Hydraulique Urbaine», Tome II «Ouvrage de transport-Elévation et Distribution des eaux». Edition Eyrolles, 484p.

**[3]** : Eisenbeis P, (1994). «Modélisation statistique de la prévision des défaillances sur les conduites d'eau potable». Thèse doctorat en *Génie de l'Environnement*, l'Université Louis Pasteur, Strasbourg. 210p.

**[4]** : Blindu I, (2004). «Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques». Thèse doctorat en *Sciences et génie de l'environnement*, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et de l'Université Jean Monnet, 263p.

**[5]** : Guide de conception des installations de production d'eau potable, «Stabilisation et contrôle de la corrosion », Volume2.chapitre13, Ministère de l'Environnement Direction des politiques du secteur municipal, Service d'expertise technique en eau, Québec, 2002.

**[6]** : Mr. LIRATNI Moufdi, ETUDE en ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER (ENPA), 2011 « Guide méthodologique pour le diagnostic des réseaux de Distribution d'eau potable».

**[7]** : Mounir Bouslimi docteur ingénieur, Alimentation en eau potable, octobre 2004.

**[8]** : Mémoire d'ingénieur en CNAM LES PATHOLOGIES DES CHATEAUX D'EAU EN BETON ARME Mr. TITY Haïmadou, 14/06/2012.

**[9]** : LYONNAISE DES EAUX. Mémento du gestionnaire de l'AEP et de l'assainissement tome 1 LAVOISIER TEC DOC ; 1994 France.

**[10]** : CABDI I, 2011, Etude du transfert du barrage de Boussiaba (w, Jijel) vers le barrage de Béni Haroun (W, Mila), mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, département génie de l'eau, école nationale supérieure de l'hydraulique, Algérie.

**[11]** : Recherche sur Internet :

- [www.google.fr](http://www.google.fr)
- [www.mémoire-online.com](http://www.mémoire-online.com)
- [www.wikipédia.fr](http://www.wikipédia.fr)

- [http://personales.upv.es/piglesia/descarga/Epanet\\_fr.pdf](http://personales.upv.es/piglesia/descarga/Epanet_fr.pdf)
- [www.Poly-Alimentation-en-Eau Potable -Moussa – 2002.com](http://www.Poly-Alimentation-en-Eau Potable -Moussa – 2002.com)
- [WWW.SYSTEME\\_resaux AEP.ORG](http://WWW.SYSTEME_resaux AEP.ORG)
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/coup-de-b%C3%A9lire>.