

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

Université Abderrahmane MIRA de Bejaia  
Faculté de la Technologie



Département d'HYDRAULIQUE

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN HYDRAULIQUE  
Option : HYDRAULIQUE URBAINE

Thème :

***ETUDE ET DIAGNOSTIC DU RESEAU  
D'AEP DE LA COMMUNE DE FENAIA IL-  
MATEN DAIRA D'EL-KSEUR W.BEJAIA***

**Présenté par :**

Mr AOUMAD Azzedine  
Mr RAHMANI El-Hocine

**Encadré par :**

Mr NASRI.K

**Membres du jury :**

Président : Mr HADDAD.S  
Examineur : Mr MERAH.F

*Année 2012-2013*

# Remerciement

*Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier :*

*Notre promoteur Mr NASRI K. d'avoir accepté de nous encadrer, et pour ses précieux conseils qu'il nous prodigué durant ce travail.*

*Tous les enseignants du département d'hydraulique qui ont donné de leur savoir.*

*Nous tenons à remercier profondément les membres de jury d'avoir accepté de juger notre travail.*

*Nous remercions également l'ensemble du personnel de la subdivision d'hydraulique d'EL-KSEUR pour avoir mis à notre disposition tous les documents et données afin de réaliser ce modeste travail.*

*En fin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près où de loin à la réalisation de ce travail.*

# DEDICACES

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

- *A mes très chers parents que dieu les protège.*
- *A mes frères et sœurs.*
- *A mes oncles, tantes, cousins, cousines et toute la famille.*
- *A mes très chers copains.*
- *A tous mes amis (es) sans exception.*

*AOUMAD Azzedine*

# DEDICACES

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

- *A mes très chers parents que dieu les protège.*
- *A mes frères : Mourad, Lyes et Lamine.*
- *A mes sœurs : Ghania, Djamila, Zineb, Karima et leurs familles.*
- *A mon cousin, cousines et toute la famille.*
- *A ma grande mère.*
- *A mes très chers copains (es) : Sofiane, Farid, Lyes, Fawzi, Ghiles, Youba et surtout Taous.*
- *A tous mes amis (es) sans exception.*

*RAHMANI El-Hocine*

---

---

**Sommaire**

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Présentation de la commune de Fenaia Il-Maten</b>	
I-1- Présentation de site .....	2
I-1-1- Situation climatique.....	3
I-1-2-Situation hydrographique.....	3
I-1-3- Situation topographique .....	4
I-1-4- Géologie du site .....	4
I-1-5- Hydrologie et l'hydrogéologie de la commune .....	4
I-1-6- Ressources disponibles .....	4
I-1-7- Description hydrogéologique du forage .....	5
I-1-7-1 : Géologie de l'aquifère .....	5
I-1-7-2 : Description hydrogéologique .....	5
I-1-7-3 : Equipements de forage .....	5
I-1-8- Description du système d'alimentation en eau existant dans la commune.....	5
I-1-8-1-Les ouvrages de la chaine N°01.....	5
I-1-8-2-Les ouvrages de la chaine N°2 .....	7
I-1-8-3-Les ouvrages de la chaine N°3 .....	9
I-2- Conclusion .....	11
<b>Chapitre II : Diagnostic du réseau</b>	
II-1- Introduction .....	12
II-2- Contenu du diagnostic.....	12
II-2-1- Diagnostic physique des ouvrages de la chaine de Tiklat.....	12
II-2-1-1- Les deux forages de Tiklat.....	12

---

II-2-1-2- Les réservoirs des stations de reprises .....	13
II-2-1-2-1- Réservoir El-Kharoub.....	13
II-2-1-2-2- Réservoir Tagma.....	14
II-2-1-2-3- Réservoir Boubzi.....	15
II-2-1-2-4- Réservoirs El Kelaa.....	15
II-2-1-2-5- Réservoir El Kitoune.....	16
II-2-1-2-6- Réservoir Ait Chennit.....	16
II-2-1-2-7- Réservoir Tikharoubine.....	17
II-2-2- Diagnostic physique des ouvrages de la chaîne d' Akarkar.....	17
II-2-2-1 le forage Akarkar.....	17
II-2-2-2- les réservoirs des stations de reprise.....	18
II-2-2-2-1 Réservoir Taourirt.....	18
II-2-2-2-2 Réservoir Takhlicht.....	19
II-2-2-2-3 Réservoir Tighilt Messaoud.....	19
II-2-2-2-4 Réservoir Bouhvache.....	20
II-2-2-2-5 Réservoir Tibrahmine.....	20
II-2-2-2-6 Réservoir Iamrouchene.....	21
II-2-2-2-7 Réservoir Tighilt Nait Ziane.....	21
II-2-3 Diagnostic physique des ouvrages de la chaîne de VSA.....	22
II-2-3-1 Forage de V.S.A.....	22
II-2-3-2 Les réservoirs des stations de reprises.....	22
II-2-3-2-1 Réservoir VSA.....	22
II-2-3-2-2 Réservoir Ighil Yaddou.....	23
II-2-3-2-3 Réservoir Agoumras.....	23

---

II-2-3-2-4 Réservoir Zoubia (01).....	24
II-2-3-2-5 Réservoir Zoubia (02).....	24
II-3 Conclusion.....	25
<b>Chapitre III : Estimation des besoins en eau</b>	
III-1- Introduction.....	26
III-2- Estimation de la population.....	26
III-3- Choix de la norme de consommation.....	28
III-4- Equipements existants.....	28
III-5- Calcul de la consommation moyenne journalière.....	29
III-6- Evaluation des besoins.....	29
III-6-1- besoins domestiques.....	29
III-6-2- besoins scolaires.....	30
III-6-3- besoins sanitaires.....	30
III-6-4- besoins administratifs.....	31
III-6-5- besoins socioculturels et sportifs.....	31
III-6-6- besoins commerciaux.....	32
III-6-7- besoins cheptels.....	32
III-6-8- Estimation des besoins des équipements pour différents horizons.....	32
III-7- Majoration de la consommation.....	33
III-8- Variation de la consommation journalière.....	34
III-9- Variation de la consommation horaire.....	35
III-10- Conclusion.....	36
<b>Chapitre IV : Réservoirs</b>	
IV-1-Définition.....	37

IV-2- Fonctionnement et utilité des réservoirs.....	<b>37</b>
IV-3- Caractéristiques des réservoirs.....	<b>37</b>
IV-4- Classification des réservoirs.....	<b>38</b>
IV-5- Emplacement des réservoirs.....	<b>38</b>
IV-6- Choix de la forme du réservoir.....	<b>38</b>
IV-7- Paramètre du dimensionnement.....	<b>39</b>
IV-8- Equipement des réservoirs.....	<b>39</b>
a) Conduite d’adduction.....	<b>39</b>
b) Conduite de distribution.....	<b>40</b>
c) Conduite trop plein.....	<b>40</b>
d) Conduite de vidange.....	<b>40</b>
e) Conduite de by-pass.....	<b>41</b>
f) Système de matérialisation de la réserve d’incendie.....	<b>41</b>
IV-9- Entretien des réservoirs.....	<b>43</b>
IV-10- Hygiène et sécurité.....	<b>43</b>
IV-11- Capacité théorique du réservoir.....	<b>43</b>
IV-12- Dimensionnement de la capacité de stockage.....	<b>45</b>
IV-12-1- Dimensionnement des capacités de stockage de la chaîne N°01.....	<b>45</b>
IV-12-1-1- Dimensionnement du réservoir VSA .....	<b>45</b>
IV-12-1-2- Dimensionnement du réservoir Ighil Yedou.....	<b>47</b>
IV-12-1-3- Dimensionnement du réservoir Aghoumras.....	<b>49</b>
IV-12-1-4- Dimensionnement du réservoir Zoubia 01.....	<b>51</b>
IV-12-1-5- Dimensionnement du réservoir Zoubia 02 .....	<b>53</b>
IV-12-2- Dimensionnement des capacités de stockage de la chaîne N°02.....	<b>55</b>



---

IV-12-2-1- Dimensionnement du réservoir Taourirt.....	55
IV-12-2-2- Dimensionnement du réservoir Takhlicht.....	57
IV-12-2-3- Dimensionnement du réservoir Tighilt Messaoud.....	59
IV-12-2-4- Dimensionnement du réservoir Bouhavache.....	61
IV-12-2-5- Dimensionnement du réservoir Tibrahmine.....	63
IV-12-2-6- Dimensionnement du réservoir Iamrouchene.....	65
IV-12-2-7- Dimensionnement du réservoir Tighilt Nait Ziane.....	67
IV-12-2-8- Dimensionnement du réservoir Timri.....	69
IV-12-2-9- Dimensionnement du réservoir Laazib.....	71
IV-12-3- Dimensionnement des capacités de stockage de la chaine N°03.....	73
IV-12-3-1- Dimensionnement du réservoir El Kharoub.....	73
IV-12-3-2- Dimensionnement du réservoir Tagma.....	75
IV-12-3-3- Dimensionnement du réservoir Boubzi.....	77
IV-12-3-4- Dimensionnement réservoir El Kelaa.....	79
IV-12-3-5- Dimensionnement du réservoir El Kitone.....	81
IV-12-3-6- Dimensionnement du réservoir Ait Chenit.....	83
IV-12-3-7- Dimensionnement du réservoir Tikharoubine.....	85
IV-13-Conclusion .....	89
<b>Chapitre V : Adduction</b>	
V-1-Introduction.....	90
V-2- Choix du tracé de l’adduction.....	90
V-3- Choix du type des conduites.....	90
V-4- Profil en long d’une adduction.....	91
V-5- Schéma d’adduction.....	91

V-6-Etude technico-économiques des conduites.....	<b>93</b>
V-6-1- Calcul du diamètre économique.....	<b>93</b>
V-6-2- Calcul de la vitesse.....	<b>93</b>
V-6-3- Calculs des pertes de charges.....	<b>94</b>
a) Les pertes de charge linéaire.....	<b>94</b>
b) Pertes de charges singulières Hs.....	<b>95</b>
c) Les pertes de charge totale.....	<b>95</b>
V-6-4- Calculs de la hauteur manométrique totale d'élévation Hmt.....	<b>95</b>
V-6-5- Puissance absorbée par la pompe.....	<b>95</b>
V-6-6- Energies annuelles consommées par la pompe.....	<b>96</b>
V-6-7- Frais d'exploitation.....	<b>96</b>
V-6-8- Frais d'amortissement.....	<b>96</b>
V-6-9- Calcul du bilan.....	<b>97</b>
V-7- Prix des conduites.....	<b>97</b>
V-8- Equipements de l'adduction.....	<b>99</b>
V-8-1- Vannes d'isolement et de décharge.....	<b>99</b>
V-8-2- Ventouses.....	<b>99</b>
V-8-3- Clapets.....	<b>99</b>
V-9- Calcul des diamètres économique pour les différents tronçons.....	<b>99</b>
V-9-1- Dimensionnement de la chaine d'adduction N°01 (VSA).....	<b>99</b>
a) Tronçon F1-R1.....	<b>99</b>
b) Tronçon R1-R2.....	<b>100</b>
c) Tronçon R2-R3.....	<b>102</b>
d) Tronçon R3-R4.....	<b>103</b>

---

e) Tronçon R4-R5.....	104
V-9-2- Dimensionnement de la chaine d'adduction N°02 (Akarkar).....	105
a) Tronçon F2-R1.....	105
b) Tronçon R1-R2.....	106
c) Tronçon R2-R3.....	108
d) Tronçon R3-RT1.....	109
e) Dimensionnement des conduites d'adduction gravitaire.....	110
1)Tronçon R3-R4.....	110
2)Tronçon R3-Point (P <sub>b</sub> ).....	111
3)Tronçon Point (P <sub>b</sub> ) –R5.....	111
4)Tronçon R5-R6.....	112
5)Tronçon Point (P <sub>b</sub> ) –R7.....	112
6)Tronçon R7–R8.....	113
7) Tronçon R8 –R9.....	113
V-9-3- Dimensionnement de la chaine d'adduction N°03 (Tiklat).....	114
a) Tronçon F3-R1.....	114
b) Tronçon R1-R2.....	116
c) Tronçon R2-R3.....	117
d) Tronçon R3-RT1.....	118
e) Dimensionnement des conduites d'adduction gravitaire.....	119
1) Tronçon RT1-(R3 chaine N°02).....	119
2) Tronçon RT1-RT2.....	120
3) Tronçon RT2-R4.....	121
4) Tronçon RT2-R5.....	121

---

V-10- Conclusion.....	124
<b>Chapitre VI : Pompes et automatisation</b>	
VI .1 Pompes.....	125
VI.1.1 Classification des pompes.....	125
VI.1.2 Constitution d'une pompe centrifuge.....	127
VI.1.2.1 Diffuseur et volute.....	127
VI.1.2.2 La roue.....	127
VI.1.2.3 Vis de remplissage.....	127
VI.1.2.4 Presse-étoupe.....	127
VI.1.2.5 Flasques "disques".....	127
VI.1.2.6 Le palier.....	127
VI.1.2.7 L'arbre.....	128
VI.1.3. Choix de type de la pompe.....	128
VI .1.4 Courbes caractéristique d'une pompe.....	130
VI .1.4.1 Puissance absorbée.....	131
VI.1.4.2 Hauteur manométrique totale (Hmt).....	131
a) La hauteur géométrique de refoulement (Hr).....	131
b) La hauteur géométrique d'aspiration (Ha).....	132
c) Les pertes de charges totales (d'aspiration et de refoulement).....	132
VI.1.5 Le point de fonctionnement de la pompe.....	132
VI.1.5.1 Caractéristique de la conduite.....	132
a) Réduction ou augmentation du temps de pompage.....	133
b) Le vannage.....	134
c) Le rognage de la roue.....	134

---

d) Variation de la vitesse de rotation.....	135
VI.1.6 Couplage des pompes.....	136
VI.1.6.1 Couplage en série.....	136
VI.1.6.2 Couplage en parallèle.....	136
VI.1.7 La Cavitation.....	137
VI.1.8 Choix du type des pompes du projet.....	138
VI.1.8.1 Type des pompes de la chaine VSA N°01.....	138
a) Les pompes installées sur F1.....	138
b) Les pompes installées sur (R1).....	141
c) Les pompes installées sur (R2).....	142
d) Les pompes installées sur (R3).....	145
e) Les pompes installées sur (R4).....	148
VI.1.8.2 Type des pompes de la chaine Akarkar N°02.....	151
a) Les pompes installées sur F2.....	151
b) Les pompes installées sur (R1).....	152
c) Les pompes installées sur (R2).....	153
d) Les pompes installées sur (R3).....	154
VI.1.8.3 Type des pompes de la chaine Tiklat N°03.....	157
a) Les pompes installées sur Tiklat.....	157
b) Les pompes installées sur (R1).....	160
c) Les pompes installées sur (R2).....	162
d) Les pompes installées sur (R3).....	163
VI.1.9 Equipements des stations de pompage.....	165
VI.1.9.1 Les équipements d'aspiration.....	165

---

VI.1.9.2 Les équipements de refoulement.....	165
VI.2 Automatisation.....	166
VI.2.1 Différents types de liaisons.....	166
VI.2.1.1 Liaison aspiration-moteur.....	166
VI.2.1.2 Liaison moteur – réservoir.....	167
VI.2.2 Commande par ligne pilote.....	167
VI.2.3 Commande sans ligne pilote.....	168
VI.2.4 Avantages et inconvénients des deux systèmes.....	169
VI.2.5 Le choix des automatismes (aspect économique).....	169
VI.2.6 Les contraintes soulevées par l’automatisation.....	170
VI.3 Conclusion.....	170
<b>Chapitre VII : Protection et pose des conduites</b>	
VII-1 Introduction.....	171
VII-2 Protection des conduites contre le coup de bélier.....	171
VII-2-1 Définition.....	171
VII-2-2 Causes du phénomène.....	171
VII-2-3 Analyse physique du phénomène.....	171
VII-2-4 Les dispositifs de protection.....	174
VII-2-4-1 Réservoir d’air comprimé.....	174
VII-2-4-2 La cheminée d’équilibre.....	175
VII-2-4-3 Les soupapes de décharge.....	175
VII-2-4-4 Les volants d’inertie.....	175
VII-2-4-5 Les Ventouses.....	175
VII-2-5 Valeur numérique de coup de bélier.....	175

---

VII-2-6 Calcul du coup de bélier.....	177
VII-2-6-1 La chaîne N° 01 VSA.....	177
VII-2-6-2 La chaîne N°02 Akarkar.....	178
VII-2-6-3 La chaîne N°03 Tiklat.....	179
VII-2-7 Principe de calcul de réservoir d'air.....	180
VII-2-8 Application du calcul pour les différents tronçons.....	184
VII-2-8-1 Tronçon F1-R1 de la chaîne N°01.....	184
VII-2-8-2 Tronçon F3-R1 de la chaîne N°03.....	186
VII-2-8-3 Tronçon R3-RT1 de la chaîne N°03.....	188
VII-3 Pose des conduites.....	190
VII-3-1 Pose en tranchée.....	191
VII-3-2 Réalisation des tranches.....	192
VII-3-3 Traverse des points spéciaux.....	193
VII-3-3-1 Traversée d'une route.....	193
VII-3-3-2 Traversée d'une rivière ou d'un oued.....	193
VII-3-3-3 Traversée de chemin de fer.....	194
VII-3-4 Stabilisation des conduites.....	195
VII-3-5 Pose en élévation.....	196
VII-3-6 La stérilisation des conduites neuves avant la mise en service.....	196
VII-4 Conclusion.....	196
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>197</b>

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau I-1</b> : Les caractéristiques du forage de la chaine N°01.....	<b>5</b>
<b>Tableau I-2</b> : capacités de stockage disponible de la chaine N°01.....	<b>6</b>
<b>Tableau I-3</b> : répartition des conduites de la chaine N°01 .....	<b>6</b>
<b>Tableau I-4</b> : Les caractéristiques du forage de la chaine N°02.....	<b>7</b>
<b>Tableau I-5</b> : capacités de stockage disponible de la chaine N°02.....	<b>8</b>
<b>Tableau I-6</b> : répartition des conduites de la chaine N°02.....	<b>8</b>
<b>Tableau I-7</b> : Les caractéristiques du forage de la chaine N°03.....	<b>9</b>
<b>Tableau I-8</b> : capacités de stockage disponible de la chaine N°03.....	<b>10</b>
<b>Tableau I-9</b> : La répartition des conduites de la chaine N°03.....	<b>10</b>
<b>Tableau III-1</b> : Evaluation de la population à différents horizons.....	<b>26</b>
<b>Tableau III-2</b> : Equipements existants de la commune.....	<b>28</b>
<b>Tableau III-3</b> : Evaluation de la population pour différents horizons et estimation.....	<b>29</b>
<b>Tableau III-4</b> : Besoins scolaires.....	<b>30</b>
<b>Tableau III-5</b> : Besoins sanitaires.....	<b>30</b>
<b>Tableau III-6</b> : Besoins administratifs.....	<b>31</b>
<b>Tableau III-7</b> : Besoins socioculturels et sportifs.....	<b>31</b>
<b>Tableau III-8</b> : Besoins commerciaux.....	<b>32</b>
<b>Tableau III-9</b> : Besoins cheptels.....	<b>32</b>
<b>Tableau III-10</b> : Estimation des besoins d'équipements et du débit moyen journalier....	<b>33</b>
<b>Tableau III-11</b> : consommation moyenne journalière majorée pour différents horizons...	<b>33</b>
<b>Tableau III-12</b> : Consommation maximale et minimale journalière à horizons.....	<b>34</b>
<b>Tableau III-13</b> : Consommation maximale et minimale horaire des différents horizons...	<b>35</b>
<b>Tableau III-14</b> : Valeurs de $\beta$ max en fonction du nombre d'habitant.....	<b>36</b>
<b>Tableau III-15</b> : Valeurs de $K_{\max,h}$ de chaque zone pour différents horizons.....	<b>36</b>
<b>Tableau IV-1</b> : Dimensionnement du réservoir VSA.....	<b>46</b>
<b>Tableau IV-2</b> : Dimensionnement du réservoir Ighil Yedou.....	<b>48</b>
<b>Tableau IV-3</b> : Dimensionnement du réservoir Aghomras.....	<b>50</b>
<b>Tableau IV-4</b> : Dimensionnement du réservoir Zoubia 01.....	<b>52</b>



<b>Tableau IV-5</b> : Dimensionnement du réservoir Zoubia 02.....	<b>54</b>
<b>Tableau IV-6</b> : Dimensionnement du réservoir Taourirt.....	<b>56</b>
<b>Tableau IV-7</b> : Dimensionnement du réservoir Takhlicht.....	<b>58</b>
<b>Tableau IV-8</b> : Dimensionnement du réservoir Tighilt Messaoud.....	<b>60</b>
<b>Tableau IV-9</b> : Dimensionnement du réservoir Bouhavache.....	<b>62</b>
<b>Tableau IV-10</b> : Dimensionnement du réservoir Tibrahmine.....	<b>64</b>
<b>Tableau IV-11</b> : Dimensionnement du réservoir Iamrouchene.....	<b>66</b>
<b>Tableau IV-12</b> : Dimensionnement du réservoir Tighilt Nait Ziane.....	<b>68</b>
<b>Tableau IV-13</b> : Dimensionnement du réservoir Timri.....	<b>70</b>
<b>Tableau IV-14</b> : Dimensionnement du réservoir Laazib.....	<b>72</b>
<b>Tableau IV-15</b> : Dimensionnement du réservoir El Kharoub.....	<b>74</b>
<b>Tableau IV-16</b> : Dimensionnement du réservoir Tagma.....	<b>76</b>
<b>Tableau IV-17</b> : Dimensionnement du réservoir Boubzi.....	<b>78</b>
<b>Tableau IV-18</b> : Dimensionnement du réservoir El Kelaa.....	<b>80</b>
<b>Tableau IV-19</b> : Dimensionnement du réservoir El Kitoune.....	<b>82</b>
<b>Tableau IV-20</b> : Dimensionnement du réservoir Ait Chenit.....	<b>84</b>
<b>Tableau IV-21</b> : Dimensionnement du réservoir Tikharoubine.....	<b>86</b>
<b>Tableau IV-22</b> : Récapitulatif des résultats de la 1 <sup>ère</sup> chaine VSA.....	<b>87</b>
<b>Tableau IV-23</b> : Récapitulatif des résultats de la 2 <sup>ème</sup> chaine Akarkar.....	<b>88</b>
<b>Tableau IV-24</b> : Récapitulatif des résultats de la 3 <sup>ème</sup> chaine Tiklat.....	<b>88</b>
<b>Tableau V-1</b> : Prix de revient des conduites en fonte ductile (PN25).....	<b>97</b>
<b>Tableau V-2</b> : Prix de revient des conduites en PEHD (PN10).....	<b>98</b>
<b>Tableau V-3</b> : Prix de revient des conduites (PN16).....	<b>98</b>
<b>Tableau V-4</b> : calcul de Hmt (F1-R1).....	<b>199</b>
<b>Tableau V-5</b> : calcul des frais d'exploitations (F1-R1).....	<b>100</b>
<b>Tableau V-6</b> : Calcul des frais d'amortissement (F1-R1).....	<b>100</b>
<b>Tableau V-7</b> : Calcul du bilan (F1-R1).....	<b>100</b>
<b>Tableau V-8</b> : calcul de Hmt (R1-R2).....	<b>101</b>
<b>Tableau V-9</b> : calcul des frais d'exploitations (R1-R2).....	<b>101</b>
<b>Tableau V-10</b> : Calcul des frais d'amortissement (R1-R2).....	<b>101</b>

<b>Tableau V-11</b> : Calcul du bilan (R1-R2).....	<b>101</b>
<b>Tableau V-12</b> : calcule de Hmt (R2-R3).....	<b>102</b>
<b>Tableau V-13</b> : calcul des frais d'exploitations (R2-R3).....	<b>102</b>
<b>Tableau V-14</b> : Calcul des frais d'amortissement (R2-R3).....	<b>102</b>
<b>Tableau V-15</b> : Calcul du bilan (R2-R3).....	<b>103</b>
<b>Tableau V-16</b> : calcule de Hmt (R3-R4).....	<b>103</b>
<b>Tableau V-17</b> : calcul des frais d'exploitations (R3-R4).....	<b>103</b>
<b>Tableau V-18</b> : Calcul des frais d'amortissement (R3-R4).....	<b>104</b>
<b>Tableau V-19</b> : Calcul du bilan (R3-R4).....	<b>104</b>
<b>Tableau V-20</b> : calcule de Hmt (R4-R5).....	<b>104</b>
<b>Tableau V-21</b> : calcul des frais d'exploitations (R4-R5).....	<b>105</b>
<b>Tableau V-22</b> : Calcul des frais d'amortissement (R4-R5).....	<b>105</b>
<b>Tableau V-23</b> : Calcul du bilan (R4-R5).....	<b>105</b>
<b>Tableau V-24</b> : calcul de Hmt (F2-R1).....	<b>106</b>
<b>Tableau V-25</b> : calcul des frais d'exploitations (F2-R1).....	<b>106</b>
<b>Tableau V-26</b> : Calcul des frais d'amortissements (F2-R1).....	<b>106</b>
<b>Tableau V-27</b> : Calcul du bilan (F2-R1).....	<b>106</b>
<b>Tableau V-28</b> : calcul de Hmt (R1-R2).....	<b>107</b>
<b>Tableau V-29</b> : calcul des frais d'exploitations (R1-R2).....	<b>107</b>
<b>Tableau V-30</b> : Calcul des frais d'amortissements (R1-R2).....	<b>107</b>
<b>Tableau V-31</b> : Calcul du bilan (R1-R2).....	<b>107</b>
<b>Tableau V-32</b> : calcul de Hmt (R2-R3).....	<b>108</b>
<b>Tableau V-33</b> : calcul des frais d'exploitations (R2-R3).....	<b>108</b>
<b>Tableau V-34</b> : Calcul des frais d'amortissements (R2-R3).....	<b>108</b>
<b>Tableau V-35</b> : Calcul du bilan (R2-R3).....	<b>109</b>
<b>Tableau V-36</b> : calcul de Hmt (R3-RT1).....	<b>109</b>
<b>Tableau V-37</b> : calcul des frais d'exploitations (R3-RT1).....	<b>109</b>
<b>Tableau V-38</b> : Calcul des frais d'amortissements (R3-RT1).....	<b>110</b>
<b>Tableau V-39</b> : Calcul du bilan (R3-RT1).....	<b>110</b>
<b>Tableau V-40</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (R3-R4).....	<b>110</b>

<b>Tableau V-41</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (R3-P <sub>b</sub> ).....	<b>111</b>
<b>Tableau V-42</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (P <sub>b</sub> –R5).....	<b>112</b>
<b>Tableau V-43</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (R5 –R6).....	<b>112</b>
<b>Tableau V-44</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (P <sub>b</sub> –R7).....	<b>113</b>
<b>Tableau V-45</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (R7 –R8).....	<b>113</b>
<b>Tableau V-46</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (R8 –R9).....	<b>114</b>
<b>Tableau V-47</b> : calcule de Hmt (F3-R1).....	<b>115</b>
<b>Tableau V-48</b> : calcul des frais d’exploitations (F3-R1).....	<b>115</b>
<b>Tableau V-49</b> : Calcul des frais d’amortissement (F3-R1).....	<b>115</b>
<b>Tableau V-50</b> : Calcul du bilan (F3-R1).....	<b>115</b>
<b>Tableau V-51</b> : calcule de Hmt (R1-R2).....	<b>116</b>
<b>Tableau V-52</b> : calcul des frais d’exploitations (R1-R2).....	<b>116</b>
<b>Tableau V-53</b> : Calcul des frais d’amortissement (R1-R2).....	<b>116</b>
<b>Tableau V-54</b> : Calcul du bilan (R1-R2).....	<b>117</b>
<b>Tableau V-55</b> : calcule de Hmt (R2-R3).....	<b>117</b>
<b>Tableau V-56</b> : calcul des frais d’exploitations (R2-R3).....	<b>117</b>
<b>Tableau V-57</b> : Calcul des frais d’amortissement (R2-R3).....	<b>118</b>
<b>Tableau V-58</b> : Calcul du bilan (R2-R3).....	<b>118</b>
<b>Tableau V-59</b> : calcule de Hmt (R3-RT1).....	<b>118</b>
<b>Tableau V-60</b> : calcul des frais d’exploitations (R3-RT1).....	<b>119</b>
<b>Tableau V-61</b> : Calcul des frais d’amortissement (R3-RT1).....	<b>119</b>
<b>Tableau V-62</b> : Calcul du bilan (R3-RT1).....	<b>119</b>
<b>Tableau V-63</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (RT1 –R3 ch02).....	<b>120</b>
<b>Tableau V-64</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (RT1 –RT2).....	<b>120</b>
<b>Tableau V-65</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (RT2–R4).....	<b>121</b>
<b>Tableau V-66</b> : Calcul des pertes de charge totales du tronçon (RT2–R5).....	<b>122</b>
<b>Tableau V-67</b> : Récapitulatif des résultats de la 1 <sup>ère</sup> chaine VSA.....	<b>122</b>
<b>Tableau V-68</b> : Récapitulatif des résultats de la 2 <sup>ème</sup> chaine Akarkar.....	<b>123</b>
<b>Tableau V-69</b> : Récapitulatif des résultats de la 3 <sup>ème</sup> chaine Tiklat.....	<b>123</b>
<b>Tableau VI-1</b> : Tension de vapeur d’eau pompée en fonction de la température.....	<b>138</b>

<b>Tableau VI-2:</b> Les caractéristiques des différentes pompes choisies de la chaine 01.....	<b>150</b>
<b>Tableau VI-3:</b> Les caractéristiques des différentes pompes choisies de la chaine 02.....	<b>157</b>
<b>Tableau VI-4:</b> Les caractéristiques des différentes pompes choisies de la chaine 03.....	<b>164</b>
<b>Tableau VII-1 :</b> tableau récapitulatif des dépressions et surpressions de différents tronçons.....	<b>177</b>
<b>Tableau VII-2 :</b> tableau récapitulatif des dépressions et surpressions de différents tronçons.....	<b>178</b>
<b>Tableau VII-3 :</b> tableau récapitulatif des dépressions et surpressions de différents tronçons.....	<b>179</b>
<b>Tableau VII-4 :</b> Résultats de calcul du réservoir d'air (F1-R1) de la chaine 01.....	<b>185</b>
<b>Tableau VII-5 :</b> Résultats de calcul du réservoir d'air (F3-R1) de la chaine 03.....	<b>187</b>
<b>Tableau VII-6 :</b> Résultats de calcul du réservoir d'air (R3-RT1) de la chaine 03.....	<b>189</b>
<b>Tableau VII-7:</b> Coefficient du talus pour les tranchées.....	<b>192</b>

**Liste des figures :**

<b>Figure I.1 :</b> Situation de la zone d'étude.....	<b>2</b>
<b>Figure III.1 :</b> Evaluation de la population.....	<b>27</b>
<b>Figure IV.1 :</b> Adduction avec chute libre.....	<b>39</b>
<b>Figure IV.2 :</b> Emplacement de la conduite de distribution.....	<b>40</b>
<b>Figure IV.3 :</b> Trop plein et vidange.....	<b>40</b>
<b>Figure IV.4:</b> Système de by-pass.....	<b>41</b>
<b>Figure IV.5 :</b> Système à deux prises.....	<b>42</b>
<b>Figure IV.6 :</b> Système à siphon.....	<b>42</b>
<b>Figure V.1 :</b> Schéma d'adduction.....	<b>91</b>
<b>Figure VI.1 :</b> Pompe centrifuge.....	<b>126</b>
<b>Figure VI.2 :</b> Pompe hélico- centrifuge.....	<b>126</b>
<b>Figure VI.3 :</b> Pompe axial.....	<b>126</b>
<b>Figure VI.4 :</b> Diffuseur et volute.....	<b>127</b>
<b>Figure VI.5:</b> Constitution d'une turbopompe.....	<b>128</b>
<b>Figure VI.6:</b> Constitution d'une pompe immergée.....	<b>129</b>
<b>Figure VI.7:</b> Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge.....	<b>130</b>
<b>Figure VI.8 :</b> Point de fonctionnement d'une pompe.....	<b>133</b>
<b>Figure VI.9 :</b> Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré.....	<b>136</b>
<b>Figure VI.10 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite du forage F1.....	<b>139</b>
<b>Figure VI.11 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R1).....	<b>142</b>
<b>Figure VI.12 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R2).....	<b>143</b>
<b>Figure VI.13 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R3).....	<b>146</b>
<b>Figure VI.14 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R4).....	<b>148</b>
<b>Figure VI.15 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite du forage F2.....	<b>151</b>
<b>Figure VI.16 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R1) .....	<b>152</b>
<b>Figure VI.17 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R2).....	<b>153</b>
<b>Figure VI.18 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R3) .....	<b>154</b>
<b>Figure VI.19 :</b> Caractéristiques de la pompe et de la conduite du forage F3.....	<b>158</b>

<b>Figure VI.20</b> : Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R1) .....	<b>160</b>
<b>Figure VI.21</b> : Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R2) .....	<b>163</b>
<b>Figure VI.22</b> : Caractéristiques de la pompe et de la conduite de (R3) .....	<b>164</b>
<b>Figure VI.23</b> : Interrupteur à flotteur.....	<b>167</b>
<b>Figure VI.24</b> : Commande avec ligne pilote .....	<b>168</b>
<b>Figure VI.25</b> : Commande sans ligne pilote.....	<b>169</b>
<b>Figure VII.1</b> : Contraction de la conduite.....	<b>172</b>
<b>Figure VII.2</b> : écoulement au sens inverse.....	<b>172</b>
<b>Figure VII.3</b> : Dilatation de la conduite.....	<b>173</b>
<b>Figure VII.4</b> : Retour aux conditions initiales.....	<b>173</b>
<b>Figure VII.5</b> : Variation du volume d'air du réservoir.....	<b>174</b>
<b>Figure VII.6</b> : L'épure de Bergeron.....	<b>181</b>
<b>Figure VII.7</b> : Epure de BERGERON (tronçon F1-R1 de la chaine N°01).....	<b>185</b>
<b>Figure VII.8</b> : Epure de BERGERON (tronçon F3-R1 de la chaine N°03).....	<b>187</b>
<b>Figure VII.9</b> : Epure de BERGERON (tronçon R3-RT1 de la chaine N°03).....	<b>189</b>
<b>Figure VII.10</b> : Pose de la conduite en tranchée.....	<b>191</b>
<b>Figure VII.11</b> : Protection pour la traversés des routes.....	<b>193</b>
<b>Figure VII.12</b> : Traversée d'une rivière ou d'un Oued.....	<b>194</b>
<b>Figure VII.13</b> : Traversée de chemin de fer.....	<b>194</b>
<b>Figure VII.14</b> : Butée sur coude horizontale.....	<b>195</b>
<b>Figure VII.15</b> : Butée sur coude vertical et Butée sur branchement.....	<b>195</b>
<b>Figure VII.16</b> : Butée sur un cône.....	<b>196</b>

### LISTE DES PHOTOS :

<b>Photo 1:</b> Abri de forage en service, puisard inondé par des eaux.....	12
<b>Photo 2:</b> phénomène de corrosion des turbines.....	12
<b>Photo 3 :</b> Fissures dans les murs de chambre des vannes et manque d'étanchéité.....	13
<b>Photo 4 :</b> corrosion du puisard et mal façon dans le raccordement de la conduite.....	14
<b>Photo 5:</b> Réservoir sans clôture et puisard à ciel ouvert.....	14
<b>Photo 6:</b> Le réservoir Boubzi, clôture en Zimmerman détériorée et absence d'entretien.....	15
<b>Photo 7 :</b> Conduite d'adduction gravitaire Posée à même le sol, coude ne répondant pas aux normes et absence de la clôture.....	15
<b>Photo 8:</b> chambre des vannes, mur fissuré, ferrailage dalle apparent, risque d'éboulements.....	16
<b>Photo 9 :</b> réservoir Ait Chennit vue d'ensemble, le périmètre de protection du réservoir est encombré de toute sorte de détritux, manque d'entretien.....	16
<b>Photo 10 :</b> Etanchéité et clôture inexistante.....	17
<b>Photo 11 :</b> Abri de forage en service, travaux maçonnerie non achevés, Clôture inexistante, manque entretien.....	17
<b>Photo 12:</b> Clôture en Zimmermann dégradée,et vanne noyée dans l'eau.....	18
<b>Photo 13 :</b> Le réservoir Avadou vue d'ensemble, manque d'entretien et anti bélier non fonctionnel.....	18
<b>Photo 14 :</b> Manque d'étanchéité et d'entretien.....	19
<b>Photo 15 :</b> Pompe immergée avec puisard sans regard de protection, encombrée par la broussaille.....	19
<b>Photo 16 :</b> vue d'ensemble du réservoir, encombrement par la broussaille, clôture en Zimmerman dégradée.....	19

## LISTE DES PHOTOS

---

<b>Photo 17:</b> Vue l'ensemble du réservoir, le conduit sortant du réservoir non conforme, fuites, et corrosion très avancée.....	20
<b>Photo 18:</b> Apparition de la ferraille sur la coupole du réservoir et de la chambre des vannes.....	20
<b>Photo 19:</b> Vue l'ensemble de la chambre de vannes, apparition de fissures sur les murs...	21
<b>Photo 20 :</b> Vue l'ensemble du réservoir Tighilt Nait Ziane, clôture inexistante.....	21
<b>Photo 21 :</b> conduite sortante ne répondant pas aux normes, manque entretien.....	21
<b>Photo 22 :</b> Le forage V.S.A, clôture et éclairage inexistantes et les fuites repérée sur la conduite d'aspiration.....	22
<b>Photo 23:</b> Vue l'ensemble du réservoir V.S.A, clôture dégradée, et manque d'entretien..	22
<b>Photo 24:</b> puisard á ciel ouvert, raccordement de la conduite de refoulement non conforme aux normes.....	23
<b>Photo 25:</b> Apparition des fissures sur les murs.....	23
<b>Photo 26:</b> Le réservoir Aghomres vue l'ensemble, manque d'entretien et clôture inexistante.....	23
<b>Photo 27 :</b> pompe immergée avec puisard á ciel ouvert.....	23
<b>Photo 28:</b> Vue l'ensemble du Réservoir, puisard á ciel ouvert, apparition des signes de corrosion de conduites et vannes.....	24
<b>Photo 29:</b> vue d'ensemble du reservoir, manque d'entretien et des conduites sans support.....	24



### Liste des symboles :

- P** : population à l'horizon considéré.
- P<sub>0</sub>** : population de l'année de référence.
- T** : taux d'accroissement annuel de la population.
- n** : nombre d'année séparant l'année de référence et l'année d'horizon.
- Q<sub>moy,j</sub>** : consommation moyenne journalière (m<sup>3</sup>/s).
- q** : dotation moyenne journalière (m<sup>3</sup>/j/con).
- N** : le nombre de consommateurs.
- Q<sub>moy,j majoré</sub>** : débit moyen journalier majoré (m<sup>3</sup>/j).
- K<sub>f</sub>** : Coefficient de fuite.
- K<sub>max,j</sub>** : coefficient d'irrigation maximal journalier.
- K<sub>min,j</sub>** : coefficient d'irrigation minimal journalier.
- Q<sub>max,j</sub>** : consommation maximale journalière (m<sup>3</sup>/j).
- Q<sub>min,j</sub>** : consommation minimale journalière (m<sup>3</sup>/j).
- K<sub>max,h</sub>** : coefficient maximal horaire.
- K<sub>min,h</sub>** : coefficient minimal horaire.
- Q<sub>max,h</sub>** : consommation maximale horaire (m<sup>3</sup>/h).
- Q<sub>min,h</sub>** : consommation minimale horaire (m<sup>3</sup>/h).
- Q<sub>moy,h</sub>** : consommation moyenne horaire (m<sup>3</sup>/h).
- α<sub>max</sub>** : Coefficient qui dépend du niveau de vie et de confort.
- β<sub>max</sub>** : Coefficient qui dépend du nombre d'habitant.
- V<sub>max</sub>** : Volume maximal de stockage pour la consommation (m<sup>3</sup>).
- P** : Résidu dans le réservoir (%).
- V<sub>tot</sub>** : volume total du réservoir (m<sup>3</sup>).
- V<sub>max</sub>** : volume maximum (m<sup>3</sup>).
- V<sub>inc</sub>** : volume d'incendie (m<sup>3</sup>).
- Q** : le débit transité dans la conduite (m<sup>3</sup>/s).
- D** : Diamètre de la conduite (m).
- g** : accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>).
- L** : longueur de la conduite (m).

- $\lambda$  : Coefficient de frottement de Darcy.
- $\mathbf{K}$  = rugosité absolue (m).
- $\nu$  : viscosité cinématique de l'eau ( $\text{m}^2/\text{s}$ .)
- $\mathbf{V}$  : la vitesse d'écoulement (m/s).
- $\mathbf{H}_s$  : Perte de charge singulière (m).
- $\mathbf{H}_L$  : Perte de charge linéaires (m).
- $\mathbf{H}_{mt}$  : hauteur manométrique totale (m).
- $\mathbf{H}_g$  : hauteur géométrique (m).
- $\mathbf{H}_t$  : pertes de charges totales (m).
- $\eta$ : rendement de la pompe (%).
- $\mathbf{E}$  : énergie consommé par la pompe (Kw.h).
- $\mathbf{T}$  : nombre d'heures de pompage (h).
- $e$ : Prix unitaire d'un Kw.h (DA) .
- $\mathbf{P}_u$  : prix unitaire de la conduite (DA/ml).
- $\mathbf{A}$  : Amortissement annuel (Annuité).
- $n$  : nombre d'année d'amortissement la conduite (ans).
- $i$  : taux d'annuité ou d'actualisation (%).
- $\mathbf{B}_L$  : bilan (DA).
- $\mathbf{F}_{exp}$  : frais d'exploitation (DA).
- $\mathbf{F}_{amort}$  : frais d'amortissement (DA).
- $\mathbf{P}_a$  : Puissance absorbée en (Kw)
- $\mathbf{Q}$  : Débit à refouler en ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).
- $\mathbf{H}_a$  : Hauteur d'aspiration (m).
- $\mathbf{H}_r$  : Hauteur de refoulement (m).
- $\mathbf{J}_a$  : Pertes de charge à l'aspiration (m).
- $\mathbf{J}_r$ : Pertes de charge au refoulement (m).
- $\mathbf{R}$  : coefficient qui caractérise la résistance de la conduite (m)
- $\mathbf{h}$  : Perte de charge engendrée par vannage (m).
- $\mathbf{H}'$ : La hauteur crée par la pompe pour le débit désiré  $Q_1$ .
- $\mathbf{m}$  : Coefficient de rognage.
- $\mathbf{P}_{atm}$  : Pression atmosphérique au niveau de la mer.
- $\delta$  : Altitude du plan d'aspiration (m).
- $\mathbf{H}_v$  : Tension maximale de vapeur d'eau.

**a** : Célérité de l'onde (m/s).

**K** : Coefficient dépendant de la nature du matériau de la conduite.

**B** : Valeur maximale du coup de bélier (m).

**V<sub>0</sub>** : Vitesse de l'eau en régime permanent (m/s).

**t<sub>f</sub>** : Temps de fermeture de la vanne (s).

**CTN** : Côte Terrain Naturel en (m).

**CTP** : Côte Trop Plein en (m).

**P<sub>N</sub>** : Pression nominale.

**d'** : Diamètre de la veine contractée en (m).

**d<sub>t</sub>** : Diamètre de la tuyère (m).

**e** : Epaisseur de la conduite (mm).

**N<sub>D</sub>** : Niveau dynamique du forage en (m).

**C** : Coefficient de pertes de charge

**N** : Vitesse de rotation de la pompe (tr/min).

**(NPSH)<sub>d</sub>** : Charge nette minimale disponible à l'aspiration.

**(NPSH)<sub>r</sub>** : Charge nette minimale requise à l'aspiration.

**Re** : Nombre de Reynolds.

**r** : Pourcentage de rognage.

**S** : Section de la conduite (m<sup>2</sup>).

**T** : Temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge en (h).

**θ** : Temps mis par une onde, pour faire un aller-retour dans la conduite.

**U** : Volume de l'air dans le réservoir.

**U<sub>0</sub>** : Volume d'air initial.

**ΔH<sub>0</sub>** : Pertes de charge au refoulement au régime normal.

**V'** : nouveau volume d'air.

**V<sub>f</sub>** : Vitesse finale choisie.

**V<sub>m</sub>** : vitesse moyenne arithmétique de la vitesse choisie.

**Z** : Pression dans le réservoir d'air.

**Z<sub>0</sub>** : Pression absolue dans la conduite.

$d_{tb}$  : Diamètre de la tubulure (m).

$D_{\text{éq}}$  : Diamètre équivalent de la conduite de refoulement (m).

$\alpha$  : Coefficient de vieillissement.

$\xi$  : Coefficient d'ouverture de la vanne (%).

$\rho$  : Masse volumique de l'eau.

$\delta_0$  : Pertes de charge dans la conduite en régime de fonctionnement normal.

# Introduction générale