

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'eau et Environnement



MEMOIRE DE MASTER

Filière: **Hydraulique**

Spécialité : **Ressources Hydrauliques**

Thème:

Etude des performances du système d'alimentation en eau potable des communes alimentées à partir de la nappe Taoura(w.Souk-Ahras).

Présenté par

SAADI Chaima

Devant le jury composé de :

M. M. DJELFI

Président

M.H.BOUZERIA

Examinateur

M. A.HADDAD

Promoteur

Promotion 2019/2020

Remerciements

*Avant tout, je remercie **ALLAH** qui illuminé mon chemin et qui m'armé de courage pour achever mes études*

*J'adresse mes vifs remerciements au mon promoteur **Mr HADDAD Ali** pour son aide, ses précieux conseils et sa disponibilité dans le but de mener à bien ce travail.*

*C'est avec un énorme plaisir que je formule mes remerciements **Dr DJELFI Maamer**, pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury. Qu'il trouve ici le témoignage de ma très haute considération.*

*J'exprime ma sincère reconnaissance au membre du jury, **Dr BOUZERIA Housseyn** qui me feront l'honneur de juger ce travail.*

Je remercie tous les enseignants du département d'hydraulique pour ces encouragements et ces conseils.

Je tiens à remercier aussi toutes les personnes de l'Algérienne des eaux unité de Souk-Ahras et de la direction des ressources en eau de Souk-Ahras

*Particulièrement **Mr ROUBHIA**, **Mr LALAIBIA** qui m'a facilité l'accès et l'acquisition des données nécessaires à la réalisation de ce travail.*

*Je n'oublie pas de citer aussi, **M^{elle} CHIBOUNI Sara**, **M^{elle} CHENTIR Nedjla**, **Mr DABOUB Mohamed**, **Mr HOUAM Salah**, et qu'ils trouvent ici les meilleurs remerciements pour leurs aides et encouragement.*

*Grand merci aussi à **Mr Hassene** et ses collègues du CTH, pour ces aides.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond
amour

A ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son
amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses
précieux conseils,

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de
longues années de sacrifices et de privations pour m'aider
à avancer dans la vie.

Mon oncle Mohamed qui m'a toujours encouragé durant
ces années d'études

Mes très chers frères Wassim et Hamza et mes belles
cousines

Safaa, Maroua et Amira, Sanaa, sources d'espoir
Et de motivation.

A tous mes amis particulièrement fatima, Batoul, Sarrah,
Chahinez,
Ahlem, Sonia, Amine, Fares.

A toute ma famille et surtout ma grand-mère et à Tout qui
compulse ce modeste travail.

المخلص:

الهدف من هذه الدراسة هو تحسين نظام إمدادات مياه الشرب في مدن ولاية سوق أهراس المختلفة لضمان أداء النظام وتحقيق التوازن بين العرض و الطلب, وكذلك ترقية التركيبات الهيدروليكية, وإنشاء آلية إدارة لمنظومة إمداد مياه الشرب بالكامل, حيث من خلال هذه الدراسة سنتعرف أيضا على كيفية انجاز هذا المشروع وجميع الأعمال و المعدات اللازمة بعد العرض . دراسة مناطق وتقدير احتياجاتها المائية أفق مهزوم, سنركز بعد ذلك على وسيلة لحماية أنابيب التصريف, من هذه ظاهرة عابرة تعرف باسم: المطرقة المائية

الكلمات المفتاحية : الأنظمة الهيدروليكية, مطرقة المياه

Résume :

Le but de cette étude est d'améliorer le système d'AEP des différents communes de w.Souk-Ahras pour assurer la performance du système et atteindre un équilibre entre l'offre et la demande , ainsi que la mise à niveau des installations hydrauliques et l'instauration d'un mécanisme de gestion de tout le système d'alimentation en eau potable, où à travers cette étude nous saurais aussi comment ce fait le réalisation de ca projet et tous les ouvrages et l'équipement nécessaires , après la présentation des zones d'étude et l'estimation de ses besoins en eau a défirant horizon , Nous nous étalerons, par la suite, sur un moyen de protection des conduites de refoulement, en particulier, contre un phénomène transitoire dit : Coup de bélier

Mot clé : installations hydrauliques, conduites, Coup de bélier

Abstract :

The aim of this is to improve the drinking water supply in the different communes of Souk-Ahras to rnsure the performance of the système and to achieve a balance between supply and demand ,as well as the upgrade of hydraulicistallation .and the establishment of a management mechanism for the entire drinking water supply system ,where through this study we would also know how this project is carried out and all the necessary works and equipement ,we will focus ,on a means of protection of the discharge pipes ,in particular, against a transient phenomenon known as : water hammer .

Keyword : Hydraulic systems, tubes ,water hammer.

Sommaire

Résumé (En Arabe)	I
Résumé (En Anglais).....	I
Résumé (En Français).....	I
Sommaire	II
Liste des Figures	VI
Liste des photos.....	VIII
Liste des Tableaux.....	IX
Liste des Abréviation	XI

Introduction générale

1.1.Problématique	2
1.2.Objectif	2

Chapitre 1 : Présentation de la Zone d'étude

1.1. Introduction	4
1.2. Situation géographique de la zone d'étude.....	4
1.3.Géologie	5
1.3.1 Etude lithologique.....	5
1.4.Stratigraphie	6
1.4.1.Secondaire	6
1.4.2. Tertiaire	8
1.4.2.Quaternaire	8
1.5. Hydrogéologie	9
1.6. Synclinal de Taoura	10
1.6.1. Nappe du Mio-plio-quaternaire (nappe libre)	11
1.6.2. Nappe des calcaires du Maestrichtien inférieur (nappe captive).....	11
1.6.3. L'aquifère Thermal	12
1.7. Evaluation des Ressources en Eaux Souterraines	12
1.7.1. Forage	12

1.7.2. Sources	14
1.8 conclusion	15

Chapitre 2 : Estimation de la population et des besoins en eau

2.1 Introduction	16
2.1 Estimation de la population future.....	16
2.3 Estimation des besoins en eau potable.....	17
2.3.1 Les Besoins Domestique	17
2.3.2 Les besoins scolaires.....	18
2.3.3 Besoins administratifs	19
2.3.4 Besoins Sanitaires	21
2. 3.5 Besoin socioculturels	21
2.4 Besoins des équipements publics à situation actuelle à (l'horizon2020)	22
2.5 Besoins des équipements publics à situation projetée	23
2.6 Majoration de la consommation moyenne journalière	24
2.7 Etude de variation des débits	25
2.8 Les besoins actuels et projetés	26
2.9 Évaluation la production des sources	27
2.10 conclusion	28

Chapitre 3: Conception du réseau d'adduction d'eau potable

3.1 Introduction	29
3.2. Conception du réseau.....	29
3.3. Le système d'adduction pour le renforcement en AEP a partir de nappe de Taoura	29
3.4.Le choix du matériau des conduites	30
3.5 Situation des ouvrages	31
3.5.1.Les ouvrages de captage	31
3.5.1.1.Les forages	31
3.5.2. Caractéristique des forages qui alimentent la ville de Souk-Ahras à partir de la nappe de Taoura.	32
3.5.3 Caractéristique des forrage qui alimentent(Taoura,Zaarouria,Merahna,Sidi Fredj,Ouillen) à partir de la nappe de taoura de station VSA	34
3.5.4 Station de pompage VSA.....	37

4.5.5. Les ouvrages de stockages.	38
3.6 Conclusion	40

Chapitre 4: Dimensionnement des ouvrages

4.1 Introduction	41
4.1. La conduite d'adduction	41
5.1.1. Type d'adduction.....	41
5.1.2 Choix de la conduite	42
5.1.3. Choix de tracé.....	42
5.2 calcul des paramètres de la conduites d'adduction	43
5.2.1 Le débit de pompage	43
5.2.2 Diamètres des conduites d'adduction	43
5.2.3 Longueur de la conduite d'adduction	44
5.2.4 Vitesse d'écoulement dans la conduite d'adduction.....	44
5.2.5 Les pertes de charges	45
5.2.5.1 Les perte de charge linéaires	45
5.2.5.2 Les êtres de charge singulières	46
5.2.5.3 Les pertes de charge total	47
5.2.6 La hauteur géométrique	47
5.2.7 La hateur manométrique	47
5.2.8. Caractéristique de la conduite d'adduction	48
5.3. Protection contre les coups de bélier	49
5.3.1. Les coups de bélier	49
5.3.2. Conséquence du coup de bélier	49
5.3.3. La lutte contre les coups de bélier	49
5.3.3.1 Calcul de la vitesse de l'onde a (célérité).....	49
5.3.3.2. Calcul de la surpression (B)	49
5.3.3.3. Calcul de Z_0, Z_{max}, h_0	50
4.4.3.4.calcule volume du réservoir	51
4.5. Stations de pompage	52
4.6. Les réservoirs	61
5.5.2. Classification des réservoirs.....	61
4.6.2. Emplacement des réservoirs.....	63

4.6.4. Calculs les capacitésdes réservoirs	64
4.6.5. Méthode analytique.....	65
4.6.5.1. Volume d'incendie.....	67
4.6.5.2. Volume pratique	67
4.6.6. Equipements hydrauliques du réservoir	68
4.6.6.1. Conduite d'adduction	67
4.6.6.2. Conduite de distribution	67
4.6.6.3. Conduite de trop plein.....	67
4.6.6.4. Conduite de vidange	68
4.6.6.5. Conduite de by-pass.....	68
4.6.6.6. La réserve d'incendie.....	68
4.7. Comparaison entre les ouvrages hydraulique calculées et l'existant	70
5.7.1. Débit pompé	70
5.7.1.1. Interprétation des résultats	70
4.7.2. Diamètres des conduites d'adduction	70
4.7.2.1. Interprétation des résultats	71
4.7.3.. Calcule le déficit de consommation	72
5.7.3.1. Interprétation des résultats	72
4.7.4.2. Les solutions pour éliminer le déficit à 2020	72
4.7.4.3. Interprétation des résultats	73
4.7.4.4. Les solutions pour éliminer le déficit à 2050	73
5.8. Recommandations et proposition des solutions	74
4.9 Conclusion	77
Conclusion générale	78
Annexes	79
Références bibliographiques	83

Liste des Figures

Figure 1.1. Carte géographique de la région d'étude.....	4
Figure 1.2. Carte des Caractéristiques lithologiques	6
Figure 1.3. Schéma structural de la zone d'étude.....	7
Figure 1.4. Coupe géologique extraite de la carte de Souk-Ahras au 1/20000	7
Figure 1.5. Carte des potentielles hydrogéologiques de la wilaya de Souk- Ahras	10
Figure 1.6. Coupe hydrogéologique dans le synclinale de Taoura.....	11
Figure 1.7. Forages en exploitation de l'aquifères de Taoura.....	13
Figure 1.8. Localisation des sources du système karstique de Taoura	15
Figure 2.1. Variation De Nombre D'habitation Pour Différent Horizon	17
Figure 4.1. Diagramme de MOODY	46
Figure 4.2. Abaque d'A.VIBERT	52
Figure 4.3. Mode d'utilisation du logiciel KAPRARI (la première étape de sélection de l'hydraulique	53
Figure 4.4. Mode d'utilisation du logiciel KAPRARI (Présentation les autres étapes).....	54
Figure 4.5 Le résultat de la simulation du logiciel KAPRARI	54
Figure 4.6. Caractéristique du pompe de la commune de Souk-Ahras.....	55
Figure 4.7. Caractéristique du pompe de la commune de Taoura.....	56
Figure 4.8. Caractéristique du pompe de la commune de Zaarouria	57
Figure 4.9. Caractéristique du pompe de la commune de Merahna.....	58
Figure 4.10. Caractéristique du pompe de la commune de Sidi Fredj	59
Figure 4.11. Caractéristique du pompe de la commune de Ouillen	60
Figure.4.12. Les types des réservoirs	62
Figure 4.13. Equipements hydrauliques du réservoir.....	68
Figure.4.14. Schéma de principe d'un réservoir.	70

Figure .4.15. Valeurs des débits pompés calculé à différent horizon et les débits pompés. 71

Figure. 4.16. Les valeurs des diamètres existant.et les diamètres calculés à différents horizon.... 72

Figure4.17. Les valeurs des volumes existant.et les volumes calculés à différents horizon .73

Liste des Photos

Photo 3.1. Conduite en fonte ductile	30
Photo 3.2. Conduite en acier	30
Photo 3.3. Conduite en PVC	31
Photo 3.4. Conduite en PEHD.....	31
Photo 3.5. Forage TT3.....	32
Photo 3.6. Forage TT5.....	33
Photo 3.7. Forage D'4	34
Photo 3.8. Forage T_{1Q}, T_{1bis}	34
Photo.3.9. Forage T_4, T_{20}	35
Photo.3.10. Forage T_{23}, T_{22}, T_{17}	36
Photo .4.11. Forage T_{T2}, T_7	36
Photo.3.14. Réservoir Tampon Kadri vers la commune de Souk-Ahras	38
Photo.3.15. Réservoir Tampon vers la commune de Taoura	39
Photo.3.16. Réservoir Tampon vers la commune de Zaarouria	39
Photo 3.17. Réservoir Tampon vers la commune de Merahna	39
Photo 3.18. Réservoir Tampon vers la commune de Sidi Fredj.....	40
Photo.3.19 Réservoir Tampon vers la commune d'Ouillen	41
Photo.4.1 Réservoir enterré	61
Photo.4.2. Réservoir semi-enterré.	63
Photo.4.3. Réservoir surélevé.....	64

Liste des Tableaux

Tableau 1.1. Les données des régions d'études de la wilaya de Souk-Ahras	5
Tableau 1.2. Caractéristiques lithologiques de la région de Taoura.....	6
Tableau 1.3. Caractéristiques des forages en exploitation de l'aquifères (ADE 2018).	12
Tableau .1.4. Sources du système karstique de Taoura	14
Tableau.2.1. Evolution De la Population Future Des Agglomérations à L'horizon 2050.	17
Tableau.2.2. La Dotation Unitaire	18
Tableau.2.3. Tableau recapitulative des consommations journalières à différent horizon	18
Tableau.2.4. Tableau recapitulative des consommations journalières.....	19
Tableau.2.5. Tableau récapitulatif des besoins administratifs.....	20
Tableau.2.6. Tableau récapitulatif des besoins sanitaires	21
Tableau 2.7. Tableau récapitulatif des besoins socioculturels	21
Tableau 2.8. Tableau récapitulatif des différentes consommations journalières à (l'horizon2020) ...	22
Tableau 2.9. Besoins en eau des équipements publics sont représentés pour chaque commune.....	22
Tableau 2.10. Détermination des besoins d'équipement à l'horizon 2050	23
Tableau 2.11. Récapitulation les débits majorée	24
Tableau 2.12. Détermination des consommations maximales journalières	25
Tableau 2.13. Détermination des consommations minimales journalières.....	25
Tableau 2.14. Les caractéristiques des forages.....	26
Tableau 4.1. Résultat de calcul débit de pompage	43
Tableau 4.2. Résultats des calculs des diamètres (actuelle, projetée, commerciaux)	44
Tableau 4.3. Résultats des calculs des vitesses (m/s)	44
Tableau 4.4. Résultats des calculs Nombre de Reynolds.....	45
Tableau 4.5. Les valeurs de λ	46
Tableau 4.6. Les caractéristiques des conduites d'adduction en 2020	48

Tableau 4.7. Les caractéristiques des conduites d'adduction à l'horizon 2050	48
Tableau 4.8. Résumé les Calculs des vitesses de l'onde a (célérité)	50
Tableau 4.9. Résumé les Calculs de la surpression (B)	50
Tableau 4.10. Résumé les Calculs de $Z_0, Z_{max}, h_0, h_0/ Z_0$	51
Tableau 4.11. Résumé les Calculs des volumes des réservoirs d'air	52
Tableau 4.12. Calcul des volumes du réservoirs	66
Tableau 4.13. Calcul du volume du réservoir 2020.....	67
Tableau 4.14. Calcul du volume du réservoir 2050.....	67
Tableau 4.15. Tableau récapitulative de la variation de débit pompé.....	70
Tableau 4.16. Tableau récapitulative des variations des diamètres des conduites	72
Tableau 4.17. Calculs les volumes des réservoirs 2020.....	73
Tableau 4.17. Calculs les volumes des réservoirs 2050.....	73
Tableau 4.18. Le déficit de consommation a l'horizon 2020	74
Tableau 4.19. Le déficit de consommation a l'horizon 2050.....	75

Liste des Abréviations

A

ADE : Algérienne Des Eaux.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

C

CTH : Control Technique de la construction Hydraulique

D

DPAT : La Direction de la Planification et l'Aménagement du Territoire.

DRE : Direction des Ressources en Eau

L

l/s : Litre par seconde.

m³/j : mètre cube par jour

M

Max : Maximum.

Min : Minimum.

Moy : Moyenne.

m : Mètre.

mm : Millimètre.

P

PEHD : polyéthylène haute densité

PVC : Polychlorure de vinyle

Pop : Population.

PWAS : Plan d'aménagement de la willaya de Souk-Ahras.

Introduction générale

L'eau avant d'être une ressource est une source. C'est la source de la vie car sa seule absence marque la fin de toute existence vivante.

L'eau constitue une denrée essentielle dans la vie de tout individu. Donc, sa maîtrise et sa disponibilité en quantité suffisante et en qualité doivent être une des premières préoccupations d'une quelconque agglomération. Mais, l'amenée de l'eau, son traitement, son stockage, et sa distribution, ainsi que l'ensemble des ouvrages d'évacuation des eaux usées et pluviales produites par la ville, représentent des capitaux considérables à mobiliser.

L'accès à une eau de qualité et en quantité est un enjeu vital. La gestion de cette ressource est importante pour les sociétés humaines, mais elle est différente selon les pays (leur niveau de richesse et leur besoin en eau). Il nous faut donc trouver des moyens de gérer les ressources en eau.

Pour répondre à cette question, il nous faut étudier sur l'ensemble de la planète cette répartition, accessibilité et maîtrise de l'eau.

Il s'avère nécessaire de mener une bonne étude allant dans le sens de la gestion et l'optimisation de l'eau devenue une denrée de plus en plus rare. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce présent travail.

Dans ce travail on se propose de mettre le point sur les différents éléments nécessaires pour la conception et le dimensionnement d'un réseau d'Alimentation en Eau Potable (AEP).

On va y traiter les volets suivants :

- L'évaluation des dotations unitaires pour chaque type de consommateur.
- Projection de la consommation en eau pour différents horizons.
- Conception et dimensionnement d'un réseau d'AEP.

En effet, notre étude porte sur le volet hydraulique et se présentera comme suit: Dans un premier temps, il s'agira de redimensionner le réseau d'adduction en eau potable des communes suivantes : Souk-Ahras, Taoura, Zaarouria, Merahna, Siddi Fredj et Ouillen à partir de la station de collecte VSA; en second lieu le travail sera axé sur le dimensionnement de l'ensemble des ouvrages hydrauliques qui vont avec notre réseau tel que les réservoirs de stockage d'eau et les stations de pompages pour un refoulement uniforme.

L'Alimentation en Eau Potable comprend l'ensemble des opérations d'approvisionnement de la population en eau potable, depuis le prélèvement du milieu naturel jusqu'à l'utilisateur. (Guesmia, 2008).

- Production d'une eau de qualité, à partir d'une eau brute qui nécessite généralement un traitement,
- La distribution de l'eau produite, à travers un ensemble d'installations et de réseaux afin de répondre à la demande des consommateurs de manière satisfaisante.

Ce qui pose les questions suivantes :

- Est ce que les installations hydrauliques actuelles répondent aux besoins actuels (année 2020). Si non : Qu'est que on doit faire ?
- Est ce que les installations hydrauliques actuelles répondent aux besoins futures (année 2050).. Si non :Qu'est que on doit faire ?

Pour répondre à ces questions il est utile de fixer des objectifs à atteindre par le biais de la présente étude sachant que les réseaux d'adduction d'eau potable sont conçus pour transporter l'eau depuis la zone de captage jusqu'à la proximité de la zone de distribution. L'analyse de ces infrastructures n'est pas simple à réaliser compte tenu de l'interaction de leurs composantes physiques. Donc, l'objectif de notre mémoire est de :

- Analyser la situation actuelle (diagnostic),
- Faire une étude d'investigation si ce programme va améliorer la distribution et l'augmentation des indices de performance du système d'AEP afin de

satisfaire les besoins en eau des citoyens actuels et en long terme et éliminer déficit rencontré.

Chapitre 1

Présentation de la Zone d'étude

1.1 Introduction :

Dans ce chapitre on s'intéresse à la présentation générale de la zone d'étude du point de vue géologique, hydrologique, géographique et connaître de différent situation hydraulique.

1.2 Situation géographique de la zone d'étude :

Distante à 660 Km d'Alger, 97 Km de la wilaya de Guelma, à 120Km de Annaba, à 114 Km de Tébessa et à 30 Km de la frontière Tunisienne, la commune de Souk-Ahras est située au Nord Est de la wilaya de Souk-Ahras, elle est limitée (figure1.1) :

- Au Nord : communes de Mechroha et Ouled Driss.
- Au sud : wilaya de Tebessa.
- A l'Est : commune de Khedara et Hddada et République Tunisienne avec laquelle elle partage une bande frontalière de 88 km.
- A l'Ouest : Commune de Hanancha et Tiffech et Dréa

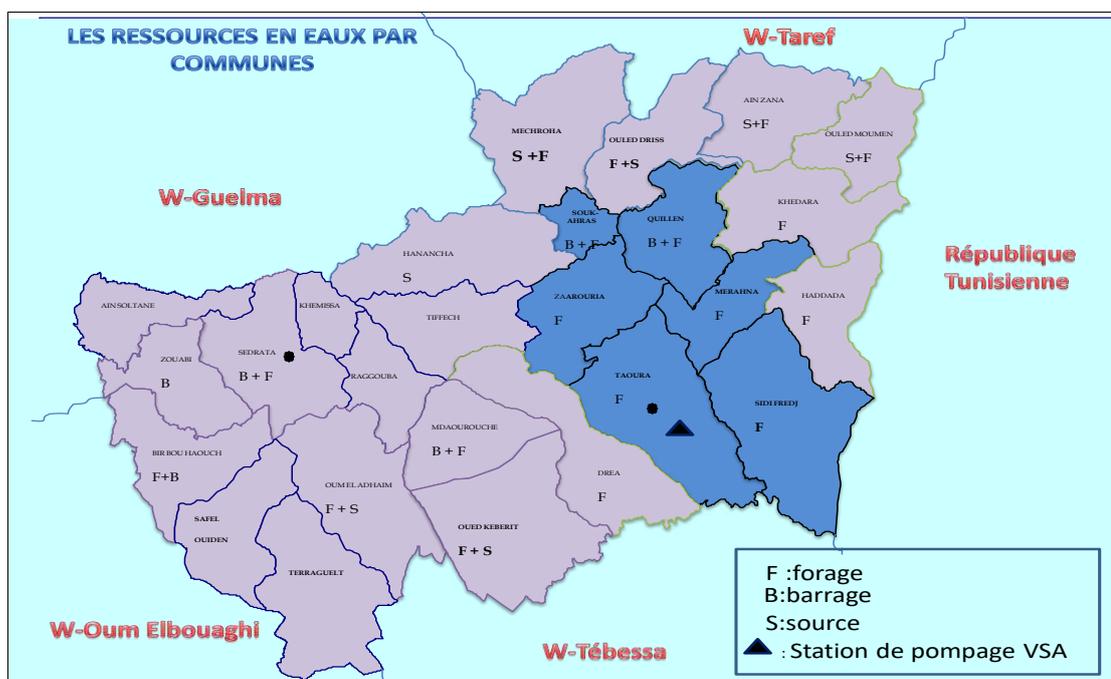


Figure 1.1. Carte géographique de la région d'étude.

Dans le tableau 1.1 suivant sont les données des régions d'études de la wilaya de Souk -Ahras

Tableau 1.1:les données des régions d'études de la wilaya de Souk-Ahras

Nombre de Commune	Commune	Superficie(Km ²)	Pop.2020 (hab)	Taux de croissance (%)
1	Souk- Ahras	204	203000	1.8
2	Taoura	258	22231	
3	Zarouria	162	13190	
4	Merahna	116	15639	
5	Sidi Fredj	279	8803	
6	Ouillen	154	7684	
TOTAL		1173	270547	

1.3 .Géologie:

La région d'étude est caractérisée par des formations sédimentaires dont l'âge le plus ancien est le trias jusqu'au quaternaire. Elle est constituée généralement par des calcaires, des argiles, des marnes, des grés, des cailloutis et des alluvions.

1.3.1 Etude lithologique :

Sur le plan lithologique, la région de Taoura présente une multitude de faciès [1].

❖ Les argiles

Ces formations, proches des marnes, sont se concentrées dans la partie centrale de la wilaya correspondant à l'axe M'Daourouch - Dréa-Taoura. Ailleurs, elles présentent de manière très localisée.

❖ Les calcaires et dolomies dures

Ces formations, à bonne résistance contre l'érosion, correspondent pour l'essentiel aux reliefs qui forment la partie nord des monts de Mahouna, au Sud de Ouled Moumen et à un degré moindre aux reliefs de Dréa-Taoura-Sidi Frej. En général, ces formations relèvent du domaine forestier.

❖ Le trias (gypse)

Formation saline, le trias est fortement présent dans la wilaya. On le trouve :

- au niveau des communes de Khemissa, Souk-Ahras, Zaarouria, pour l'ensemble montagneux Nord,
- au niveau des communes de Ragouba, Oum Ladheim et Sidi Fredj, pour l'ensemble des hautes plaines et collines du Sud.

Tableau 1.2 : Caractéristiques lithologiques de la région de Taoura [1].

Communes	Alluvions	Argiles	Marnes	Calcaires friables	Dolomies dures	Trias
Drea		X	X		X	
Heddada			X			
M'daourouch		X				
Mechroha			X			
Merahna	X		X			
Ouillen			X			X
Sidi-Fredj	X		X		X	X
Taoura			X		X	

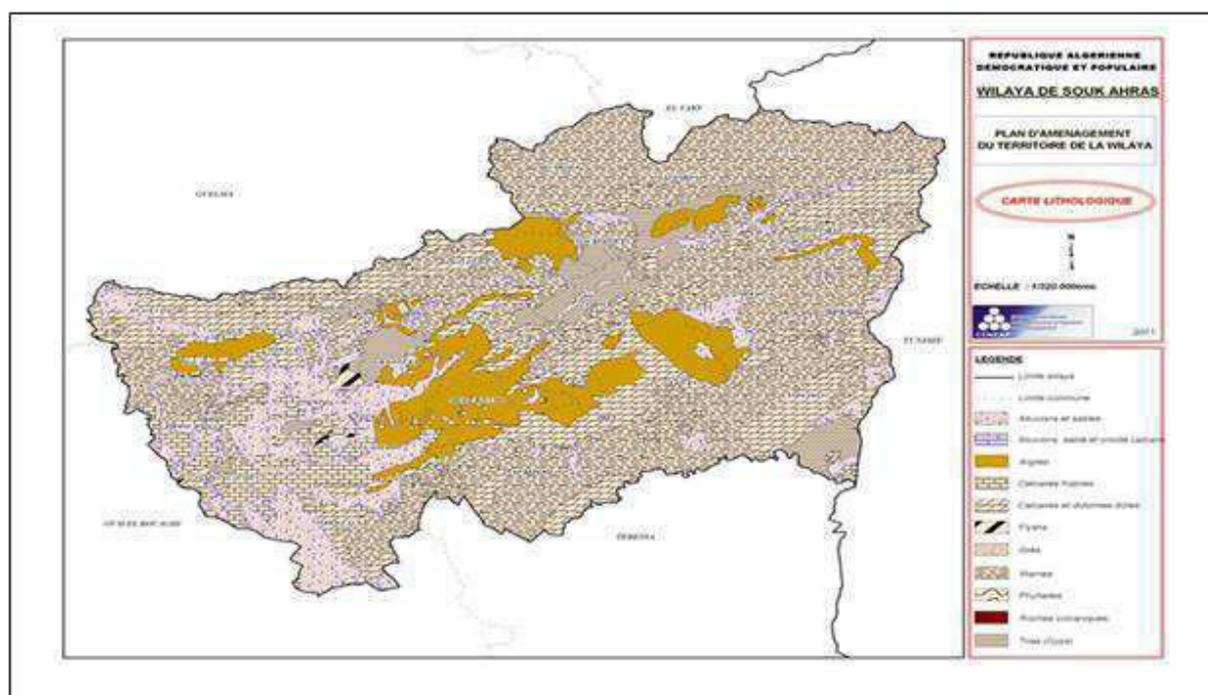


Figure 1.2. Carte des Caractéristiques lithologiques.

1.4 Stratigraphie :

La synthèse de plusieurs études antérieures.

1.4.1 Secondaire :

- **Trias**

Le Trias Algérien a fait l'objet de nombreuses études du point de vue lithologique. Il s'agit d'une formation chaotique caractérisée essentiellement par des marnes bariolées, argiles versicolores à gypse des cargneules, des calcaires dolomitiques, des calcaires marneux en plaquette, dolomies et calcaires divers, psammites et grès et roches divers telles les brèches. Les affleurements triasiques se présentent au Nord sous forme de plissement intense particulièrement dans les régions de Souk-Ahras, Ouled Driss, Ragouba et Hanancha dans le massif de Mechroha –Nador-N'bails. Le Trias fait partie de la semelle des nappes telliennes qui est développée en Tunisie. Au Sud il apparaît à Oued Kebrit.

- **Crétacé inférieur**

Constitué par des marnes argileuses noires à intercalation de calcaires noirs et quelques niveaux détritiques vers l'Albo-aptien et un faciès récifal au Sud de la Wilaya. Les formations de cet âge se rencontrent généralement à Ouled Moumen, Mechroha, Tiffech et Sidi Fredj. La puissance moyenne est de 350m.

- **Crétacé supérieur**

Il est représenté par des calcaires blancs et marno-calcaires en bancs épais à la base, des marnes blanchâtres, gris clair et gris jaunâtre. Les calcaires du crétacé se trouvent dans les monts de Ain Soltane et le Nord- Est de Sedrata ainsi que dans les flancs du synclinal de Dréa–Taoura-Merahna et Bordj M'raou ou les calcaires sont recouverts par les grès du miocène et les alluvions du quaternaire. L'épaisseur peut atteindre 300 m.

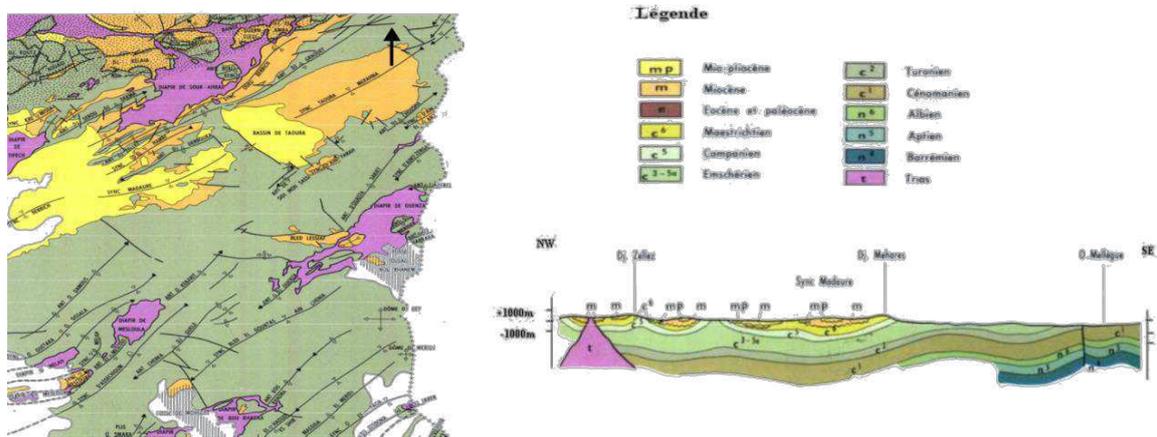


Figure 1.3. Schéma structural de la zone d'étude.

Figure 1.4. Coupe géologique extraite de la carte de Souk-Ahras au 1/20000.

1.4.2 Tertiaire :

- Paléocène

Ces affleurements s'observent à l'Est ou il constitue la terminaison du synclinal de Taoura-Merahna. Il est représenté par des marnes noires et d'une intercalation de calcaire marneux gris à patine blanchâtre. Ils renferment des foraminifères d'âge danen. Les marnes forment des bancs puissants (15-20 m).la puissance est de 150 m.

- Yprésien

Il est largement développé dans la partie Nord-Ouest entre l'Oued Madene et la route nationale N°20 dans la région d'Oued Driss. Il s'agit des barres calcaire yprésien appartenant à la nappe tellienne externe renferme des foraminifères .La puissance d'éocène inférieur atteint 150 m.

- Lutétien

Il est représenté par des marnes noires bitumineuses à boules jaunes carbonées à lumachelles et à huitres du lutétien. Ces formations s'observent surtout à Ouled Driss ou les calcaires se trouve à côté des formations triasique forment ainsi des contacts anormaux .L'épaisseur du lutétien est supérieure à 300 m.

- Oligo-Miocène inférieur (nappe Numidienne) :

Ces formations sont rapportées à la nappe numidienne, qui est constituée à la base par des argiles sous-numidiennes d'âge oligocène et au sommet par une barre gréseuse de l'Aquitanién. Elles sont développées dans l'inter fleuve de Madene-Medjerda .Ain Zana et Mechrouha. La puissance de l'olig-Miocène inferieur est supérieure à 1000 m.

- **Miocène inférieur (Couverture des sellaoua)**

Il s'agit d'un faciès transgressif qui forme le remplissage du bassin du synclinal de Taoura-Merahna. Il est constitué à la base par des conglomérats de taille variée très riche en glauconie surmonté par une série argilo-gréseuse. La puissance de ces formations varie de 150 à 200 m.

- **Mio-pliocène**

Les dépôts de cet âge forment un faciès continental représenté par les poudingues, graviers et argiles rouges. Il est rattaché à la zone de subsidence du synclinal de Taoura-Merahna et il constitue ainsi le remplissage du bassin du synclinal. La puissance des dépôts est de 350 m

1.4.3 Quaternaire :

Il occupe une grande partie à l'Ouest de la Wilaya ; il s'agit de Sedrata, Bir Bouhouche, Terregult, Oum El –Adeim et Saf El-Ouidane. Les formations quaternaires sont représentées par des alluvions des Oueds, des éboulis de pente et de la croute calcaire. Elles sont rangées en trois groupes :

- **Formation anciennes**

Elles renferment :

- ❖ **La croute calcaire** : des surfaces aplanies constituées par les roches carbonatées blanches, jaunâtre et roses, elle est granuleuse, terreuse et poussiéreuse. Elle est localisée sur le revers méridional des monts de la Medjerda.
- ❖ **Cailloutis** : ce sont des formations quaternaires anciennes démantelées par l'érosion.

- **Formation récentes**

Elles sont représentées par :

- ❖ **Les alluvions et les cailloutis** : les hautes plaines d'inondations et les terrasses des grands Oueds (Medjerda-Renem-Melah) sont représentées par les galets, les limons sableux et les argiles d'une puissance de 0,5 à 5 m.

- **Formation actuelles**

Qui continue à se développer ou à prendre naissance actuellement :

- ❖ **Les limons et cailloutis** : ils proviennent du lessivage de la portion superficielle altérée des marnes (limons) et du transport des éboulis des calcaires (cailloutis).
- ❖ **Eboulis** : ce sont les formations rencontrées au pied des montagnes.

1.5 Hydrogéologie :

Les conditions hydrogéologiques de la wilaya de Souk Ahras sont déterminées par leur structure géologique et tectonique, par la nature de relief et de climat. La région est caractérisée essentiellement par deux nappes principales et autres secondaires se localisent généralement au sud de la région.

Les caractéristiques hydrogéologiques des différentes zones de la wilaya de Souk Ahras sont représentées comme suit (figure 1.5).

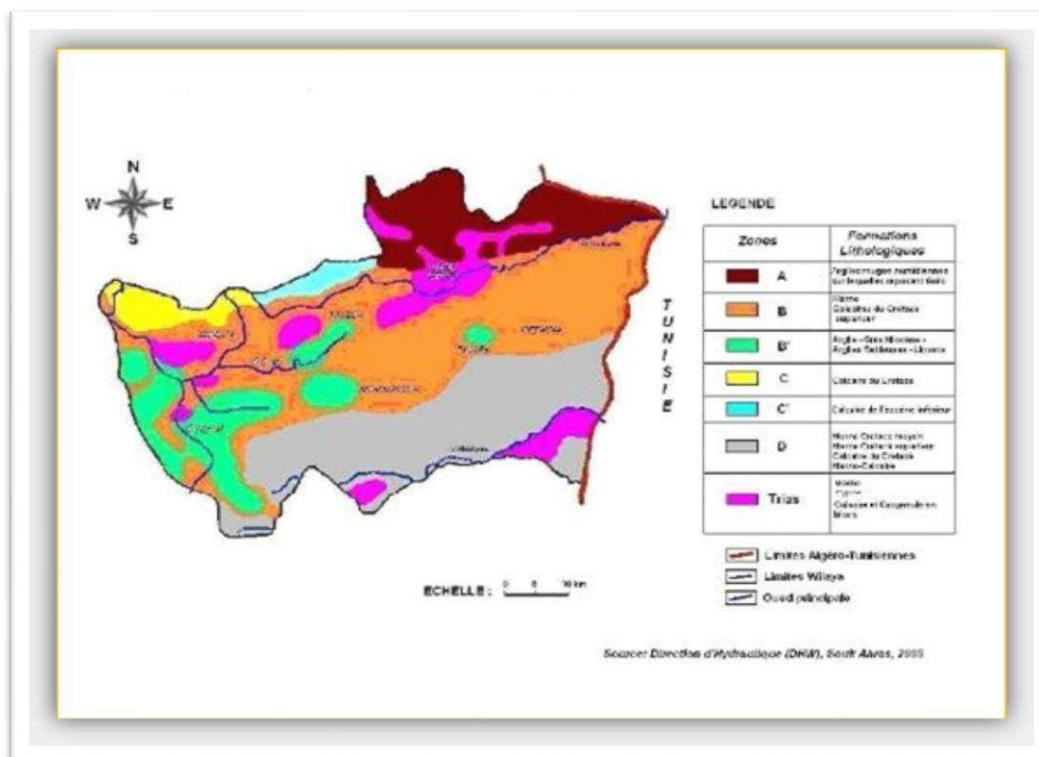


Figure 1.5. Carte des potentiels hydrogéologiques de la wilaya de Souk- Ahras.

1.6 Synclinal de Taoura :

Le synclinal de Taoura occupe une superficie d'environ 826 km² (PNE 2006) et se trouve aux confins Algéro-Tunisiens, au Sud-est de Souk-Ahras. Il est situé au Nord-Est de M'Daourouch, entre les diapirs de Souk-Ahras et Ouenza. Il est formé par la superposition de deux horizons aquifères. L'un superficiel, dit nappe du mio-plio quaternaire relativement de

faible potentialité et l'autre plus profond dont les constituants sont des calcaires du Maestrichtien.

Ce système à lithologie et structuration complexe mettent à jour de nombreuses sources froides et très peu de sources chaudes. Dans l'ensemble, l'unité hydrogéologique du synclinal constitue donc un système karstique multicouche (figure 1.6).

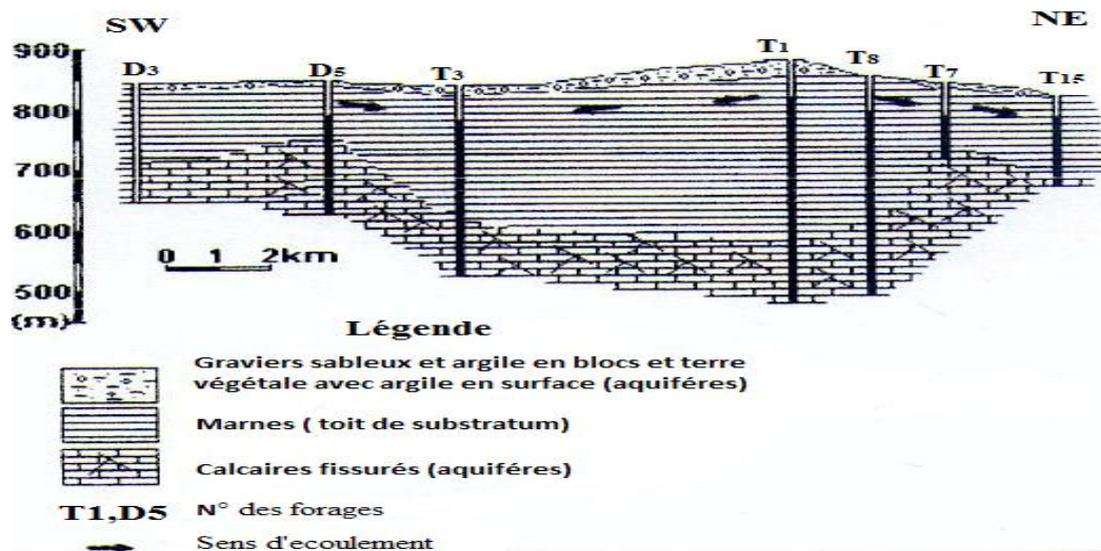


Figure 1.6. Coupe hydrogéologique dans le synclinal de Taoura

1.6.1 Nappe du Mio-plio-quadernaire (nappelibre)

Elle est formée par les argiles, marnes, conglomérats, grès, limons sableux, gravier, éboulis de calcaires et cailloutis. L'alimentation se fait essentiellement par les précipitations efficaces. Cette nappe est captée par des puits domestiques. Son alimentation se fait essentiellement par les précipitations. Son épaisseur varie de 10 à 40 mètres. Sa constitution lithologique est à l'origine de plusieurs sources tel qu'Ain Tamatmat, Ain El Berda, Ain El Hadjar, etc.

1.6.2 Nappe des calcaires du Maestrichtien inférieur (nappe captive)

Les calcaires du Maestrichtien inférieur sont très fissurés et renferment un aquifère important. Les fissures peuvent atteindre la dimension de véritables cavernes comme c'est le cas au forage T1 qui a rencontré une caverne à 103m de profondeur. Cet aquifère s'étend dans tout le synclinal, sauf au Nord vers Merahna où les formations aquifères disparaissent sous l'épaisse couche du Miocène (400m). Son substratum n'a jamais été atteint en raison de sa profondeur

qui est supérieur à 400m. Son toit est argilo-calcaire du Maestrichtien supérieur, la superficie de la nappe est de 826 km. Les calcaires fissurés au contact des formations du Miocène donnent de nombreuses sources (20) totalisant un débit de 80l/s. L'écoulement des eaux souterraines s'effectue généralement du Sud vers le Nord.

Du point de vue hydrodynamique la transmissivité varie de 10^{-1} et 10^{-2} m²/s ce qui exprime la grande fissuration et la forte karstification de la nappe. Le coefficient d'emmagasinement est de l'ordre de 9.10^{-3} . L'estimation de la capacité hydrique des calcaires fissurés du synclinal de Taoura est de 44 mm³ (d'après Toubal 1993).

1.6.3 L'aquifère Thermal

Cet aquifère n'est évidemment connu qu'à travers quelques émergences qu'il décharge, notamment, Hammam Tassa dans la région de Taoura, mise à jour à la faveur d'une faille de grande envergure. Les travertins témoignent d'une ancienne activité d'émergences thermales taries.

1.7 Evaluation des Ressources en Eaux Souterraines

Les nappes souterraines constituent l'une des principales richesses naturelles. Elles sont captées par plusieurs ouvrages et qui sont destinés aux différents usages quotidiens. L'estimation des réserves régulatrice en eau souterraine d'après le bilan d'eau de Thornthwaite recèle des potentialités hydriques limitées.

Afin de satisfaire les besoins d'alimentation en eau potable, plusieurs ouvrages ont été implantés dans le synclinal de Taoura.

2.6.1. Forage :

Les ouvrages hydrauliques (Tableau 12) exploitent intensivement l'aquifère (24 heures sur 24 heure). La mobilisation de la ressource souterraine est effectuée par 22 forages avec un débit de 408,5l/s. Ces forages sont utilisés uniquement pour l'alimentation en eau potable (pour l'irrigation le débit est Néant). Le débit Mobilisé reste relatif car il diffère d'une année à une autre selon l'état et le nombre des forages fonctionnels.

L'absence d'étude spécialisée ne permet pas d'appréhender le degré d'exploitation de la nappe.

1.8 Sources :

Les aquifères du système de la Taoura mettent à jour plusieurs sources froides avec des débits variables (6 à 20 l/s), certaines émergent des grès Mio-pliocènes, d'autres constituent les exutoires des carbonates sénoniens. Les sources thermales en nombre beaucoup moins important, émergent de la couverture à la faveur des failles profondes. Elles sont destinées essentiellement à l'alimentation en eau potable des agglomérations

Tableau 1.4 : Sources du système karstique de Taoura.

Source	X (m)	Y (m)	Z (m)	Conditions d'émergences	Débit (l/s)
Ain-Tamatmat	974540	328990	846,07	Grès miocène	8
Ain El Hammam	966130	326620	793,61	Alluvions quaternaires	5
Sce1 Madaure	968453	321259	932	Grès miocène	1.5
Sce2 Madaure	968420	321250	846,68	Grès miocène	1
Sce3 Madaure	968740	321360	968,74	Grès miocène	5
Ain Ogla	972906	322760	895,75	Grès miocène	2
Ain Trab	976075	329878	866,13	Pliocène continental	8
Ain Guelib	968079	328305	789,2	Calcairecampanien	20
Ain Legridjine	972093	329470	783	Calcairemaestrichtien	15
Ain Bousessou	971950	320050	954	Calcaire maestrichtien inférieur	3
Ain Si Salah	966350	326230	794,52	Pliocène continental	0.5
Ain Toumiette	974734	329681	837,43	Grès miocène	2
Hammam Tassa	968100	334300	650	Alluvions quaternaires	3
Ain El Hammia	979014	332877	760	Alluvions quaternaires	5
Ain Hallouf	978452	333093	765	Calcaire maestrichtien inférieur	1
Ain Djehifa	975100	333850	907	Santonien supérieur-campanien inférieur marne et calcaire	1
Ain Tekkouka	886550	348400	600	Grès miocène	1
Ain Oum El Djera	1007900	342650	860	Calcairecampanien	5
El Khengua	980660	328360	831,25	Calcaire maestrichtien inférieur	3

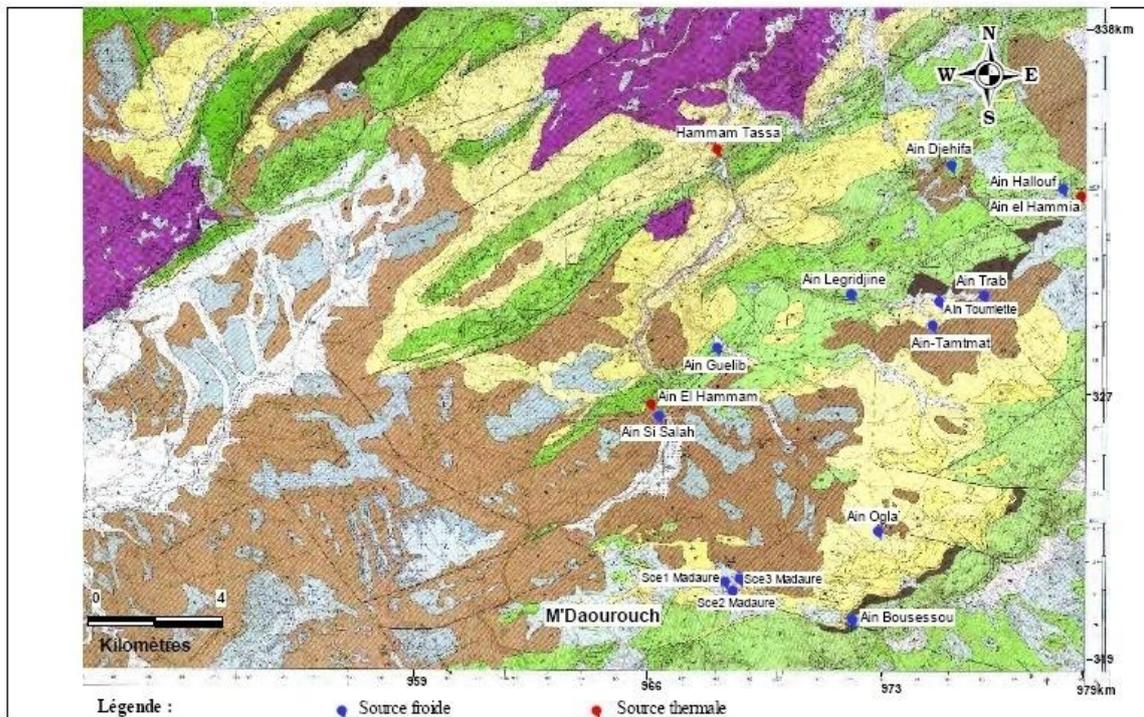


Figure 1.8. Localisation des sources du système karstique de Taoura .

1.9 Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de faire une étude détaillé sur la nappe de Taoura, qui alimente les régions suivantes : Ouillen, Zaarouria, Merahna, Sidi Fredj, Souk-Ahras En point de vue, géographique, géologie, hydrogéologie, ainsi que la situation hydraulique actuelle et projeté.

Chapitre 2

Estimation de la population et des besoins en eau

2.1. Introduction :

Une bonne étude de l'alimentation en eau potable d'une agglomération nécessite la connaissance de certains paramètres fondamentaux pour le bon dimensionnement du réseau de distribution.

Pour l'estimation des besoins en eau d'une commune ou une agglomération quelle conque, on doit respecter des normes fixées pour chaque catégorie de consommateur. Ces normes autrement dit (dotation) sont définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur.

L'estimation en eau, dépend de plusieurs facteurs (évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population...).

2.2. Estimation de la population future

L'estimation de la population se fait pour un horizon bien définit, le calcul est établi à l'aide

formule suivante : $P_f = P_a (1 + t)^n$

Avec :

- P_f : Population à l'horizon d'étude (hab.).
- P_a : Population à l'année de base (hab.).
- n : nombre d'années séparant l'horizon considéré (généralement en prend $n= 30$ ans).
- t : taux moyen annuel d'accroissement de la population d'après les services de l'APC en (%) qui dépend de plusieurs facteurs.

Le tableau (2.1) suivant présente les résultats de calcul de l'évolution de la population à différent communes de la wilaya de Souk-Ahras à l'horizon 2050.

Tableau 2.1. Evolution De la Population Future Des Agglomérations à L’horizon 2050.

Localité	Taux d'accroissement (DPP)	Population actuel 2020 (hab) (ADE-2020)	Population future 2050 (hab)
Souk Ahras	1.8	203 000	346 680.
Taoura	1.8	20 585	35155
Zaarouria	1.8	10 875	18572
Merahna	1.8	14 670	25053
Sidi Fredj	1.8	3 637	6211
Ouillen	1.8	2 512	4290

➤ L'évolution des habitants par commune est représentée sur la figure 2.1

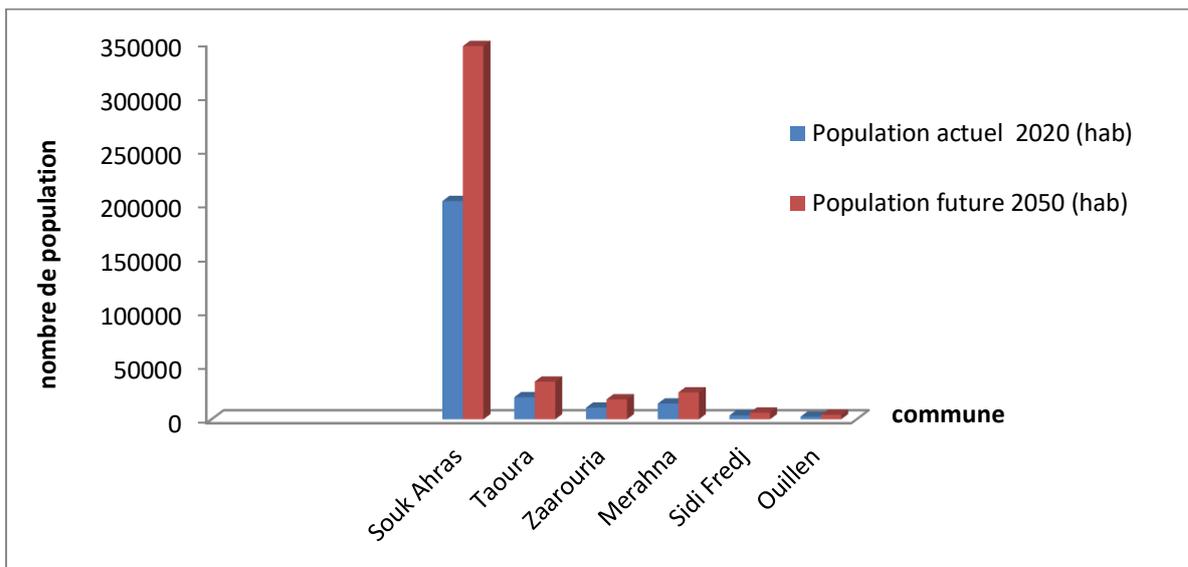


Figure 2.1 .Variation De Nombre D’habitation Pour Différent Horizon.

2.3 Estimation Des Besoins En Eau Potable :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération exige une norme fixée pour chaque catégorie de consommateur cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalière et l'unit de consommateur (agent, élève, lit....).

2.3.1 Les Besoins Domestique :

La consommation moyenne journalière désignée par $Q_{moy.j}$ est donnée par :

$$Q_{moy.j} = \frac{1}{1000} * dot * N \quad (m^3/j)$$

Q_{moy. j}: débit moyen journalier en(l/j)

dot: dotation moyenne en (l/j/hab)

N: nombre d'habitants (hab)

Pour les besoins de son usage domestique, on moyenne en utilise chaque jour 150 litres d'eau de distribution. Cette quantité se répartit comme suit entre différents usages.

Tableau 2.2. La Dotation Unitaire

Besoins	Dotation (l/j/hab)
Boissons	5
Cuisine	15
Lavabo	15
Douche	55
Arrosage	10
Autres besoins	50
Total	150

Tableau 2.3.Tableau recapitulative des consommations journalières àdifférent horizon

N°	Communes	Dotation (l/j/hab)	Situation actuelle 2020		Situation projetée 2050	
			nombre d'habitant	Besoins domestique m ³ /j	nombre d'habitant	Besoins domestique m ³ /j
1	Souk Ahras	150	203 000	30450	346680	52002
2	Taoura	150	20 585	3088	35155	5273
3	Zaarouria	150	10 875	1631	18572	2786
4	Merahna	150	14 670	2201	25053	3758
5	Sidi Fredj	150	3 637	546	6211	932
6	Ouillen	150	1 507	226	2574	386
Total	-	-	254 274	38141	434246	65137

NB :Dans la commune de ouillen on prendre 60% comme un nombre de consommateur, c'est t'a dire la population qui concernée par le ressource de la nappe de taoura.

2.3.2 Les besoin scolaire

C'est l'eau utilisée dans les écoles primaires, CEM, mosquées et centre de santé....etc.

En multiplie le nombre de personelle dans un secteur par la dotation adéquate.

Tableau 2.4. Tableau recapitulative des consommations journalières

Localités	Equipements	Nombre	Effectifs (élevés.)	Dotation (l/j/élève)	Q_{moyj} (m ³ /j)
Souk-Ahras	Ecoles primaires	57	17487	20	349,74
	CEM	24	12443	20	248,86
	lycées	10	500	20	10
	universités	2	7000	30	210
Taoura	Ecoles primaires	17	3568	20	107,04
	CEM	3	1251	20	25,02
	lycées	2	900	20	18
	universités	1	400	30	12
zaaarouria	Ecoles primaires	8	1502	20	30,04
	CEM	1	608	20	12,16
	lycées	1	200	20	4
Merahna	Ecoles primaires	7	2004	20	40,08
	CEM	2	1333	20	26,66
	lycées	1	520	20	10,4
Sidi Fredj	Ecoles primaires	8	875	20	17,5
	CEM	1	643	20	12,86
	lycées	1	520	20	10,4
ouillen	Ecoles primaires	10	672	20	13,44
	CEM	2	578	20	11,56
	lycées	1	143	20	2,86
Total					1172,62

2.3.3 Besoins administratifs :

Les différents besoins administratifs sont donnés dans le tableau suivant

Tableau 2.5. Tableau récapitulatif des besoins administratifs

Localités	Type d'équipement	Nombre d'employés	Dotation (l/j/ouvr)	Débit (m ³ /j)
Souk Ahras	wilaya	150	15	2,25
	2 résidence wilaya	40	15	0,6
	5 APC	250	15	3,75
	Daira	20	15	0,3
	4 Subdivision	32	15	0,48
	2 Travaux publique	100	30	3
	11 Breau de poste	55	15	0,825
	5 caises national	100	15	1,5
	7 Banque	63	15	0,945
	Gendormerie+groupement	250	40	10
	CEPA	300	15	4,5
	Technicom	945	15	14,175
	ADE	120	15	1,8
	CNAS	35	15	0,525
	Sonal Gaz	300	15	4,5
	10 police	500	40	20
	Taoura	Daira	20	15
4 APC		140	15	2,1
4 Subdivision		32	15	0,48
Travaux publique		50	40	2
breau de poste		15	15	0,225
caises national		10	15	0,15
Banque		9	15	0,135
Gendormerie+groupement		250	40	10
ADE		50	15	0,75
CNAS		50	15	0,75
Sonal Gaz		50	15	0,75
police		50	40	2
Zaarouria		2 APC	70	15
	Breau de poste	5	15	0,075
	ADE	10	15	0,15
	Gendormerie	20	40	0,8
Merahna	Daira	20	15	0,3
	3 APC	105	15	1,575
	4 Subdivision	32	15	0,48
	Travaux publique	50	40	2
	Breau de poste	5	15	0,075
	ADE	15	15	0,225
	caises national	10	15	0,15
	Banque	9	15	0,135
	Gendormerie	30	40	1,2
	police	50	40	2
Sidi Fredj	APC	35	15	0,525
	Breau de poste	5	15	0,075
	Gendormerie	30	40	1,2
Ouillen	APC	35	15	0,525
	Breau de poste	5	15	0,075
	Gendormerie	30	40	1,2
				102,605

2.3.4 Besoins Sanitaires :

Les différents besoins sanitaires sont réunis dans le tableau suivant :

Tableau 2.6. Tableau récapitulatif des besoins sanitaires

Localités	Equipements	Unité (malade)	Dotation (l/j/lit)	Q _{moyj} (m ³ /j)
Souk-ahras	2 Hopital	400	60	24
	8 polycliniques	150	60	9
	5 clinique privé	75	60	4,5
Taoura	1 Hopital	60	60	3,6
	3 polyclinique	180	60	10,8
Zaarouria	1 polyclinique	10	40	0,4
Merahna	1 polyclinique	40	60	2,4
Sidi Fredj	1 polyclinique	10	40	0,4
Ouillen	1 polyclinique	10	40	0,4
Total(m3/j)				55,5

2.3.5 Besoins Socioculturels :

Les différents besoins sanitaires sont assemblés dans le tableau suivant :

Tableau 2.7: Tableau récapitulatif des besoins socioculturels

Localités	Type d'équipement	Unité	Dotation l/j/usager)	Débit (m ³ /j)
Souk Ahras	28 Mosquées	3500	50	175
	2 Hôtels	70	150	10,5
	2 Stade =Piscine	210	100	21
	4 Maison De Jeune	150	10	1,5
	8 Centre Cultural	400	20	8
	3 instituts	450	20	9
	Gare Routière	50	20	1
Taoura	8 Mosquées	860	50	43
	3 stades	35	60	2,1
	Maison de jeune	40	10	0,4
	centre cultural	10	20	0,2
	instituts	60	20	1,2
Zaarouria	2 Mosquées	220	50	11
	Stade	30	60	1,8
	maison de jeune	9	10	0,09
	instituts	60	20	0,6
Merahna	2 Mosquées	250	50	2,5
	Stade	27	50	0,27
	Maison de jeune	14	10	0,14
	instituts	60	20	0,6
Sidi Fredj	Mosquée	150	50	1,5
	stade	27	50	0,27
	Maison de jeune	10	10	0,1
	instituts	60	20	0,6
Ouillen	2 Mosquées	100	50	1
	Stade	20	50	0,2
	Maison de jeune	10	10	0,1
	Instituts	60	20	0,6

2.4 Besoins des équipements publics à situation actuelle à (l'horizon2020) :

Les besoins de différentes consommations calculés ci-avant sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau2.8. Tableau récapitulatif des différentes consommations journalières à (l'horizon2020) :

localités	Besoins domestiques	Besoins scolaires	Besoins Administratifs	Besoins Sanitaires	Besoins Sociocultures	Total Q (m ³ /j)	Total Q l/s
Souk-Ahras	30450	818,6	69,15	37,5	226	31601	366
Taoura	3088	162,06	19,64	14,4	46,9	3331	39
Zaarouria	1631	46,2	2,07	0,4	13,49	1693	20
Merahna	2201	77,1	8,14	2,4	3,51	2292	27
Sidi Fredj	546	40,76	1,8	0,4	2,47	591	7
Ouillen	226	27,86	1,8	0,4	1,9	258	3
Total(m ³ /j)						39767	460

Les résultats de l'évaluation des besoins en eau actuels des équipements publics sont représentés pour chaque commune à (l'horizon2020) dans le tableau suivant :

Tableau 2.9.Besoins en eau des équipements publics sont représentés pour chaque commune :

Commune	Q _{moy,j} (m ³ /j)
Souk-Ahras	31601
Taoura	3331
Zaarouria	1693
Merahna	2292
Sidi Fredj	591
Ouillen	258
Total	39767

2.5 Besoins des équipements publics à situation projetée :

Pour estimer les besoins d'équipements projetés, on fait intervenir le rapport entre les besoins d'équipements et les besoin domestiques, et à la base de ce rapport, on estime les besoins projetés d'équipements pour l'horizon voulu.

$$\frac{Q_{equip}(2020)}{Q_{dom}(2020)} = \frac{Q_{equip}(2050)}{Q_{dom}(2050)}$$

➤ Les résultats de calcule sont récapitulés dans le tableau qui suit :

Tableau 2.10. Détermination des besoins d'équipement à l'horizon 2050 :

N°	Communes	Besoin domestiques	Besoin équipement	Total (m ³ /j)
1	Souk Ahras	52002	1966	53968
2	Taoura	5273	415	5688
3	Zaarouria	2786	106	2892
4	Merahna	3758	155	3913
5	Sidi Fredj	932	77	1009
6	Ouillen	386	55	441
Total	-	65137	2774	67911

Le débit moyenne journalière total de différentes communes concernées par notre étude s'élèvera à l'horizon 2050 à $Q_{moy,j} = 67911 \text{ m}^3/\text{j}$ soit un débit de 786 l/s.

2.6 Majoration de la consommation moyenne journalière :

Afin d'éviter toutes erreurs de sous dimensionnement de réseau en raison de diverses fuites qui peuvent se produite on prévoit une majoration de la consommation moyenne journalière

La consommation journalière majorée est exprimés par la relation suivant :

$$Q_{moyj} \text{ majoré} = Q_{moyj} \text{ calculé} + K_m \cdot Q_{moy.j} \text{ calculé}$$

$$Q_{moyj} \text{ majoré} = 1.20 \times Q_{moy.j} \text{ calculé}$$

Avec :

$Q_{moyj} \text{ majoré}$: La consommation journalière majoré en (m³/j)

$Q_{moyj} \text{ calculé}$: La consommation moyenne journalière calculé en (m³/j)

K_m : Le coefficient de majoration est égale 20%

- Les résultats de débits moyens journaliers majorés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous

Tableau 2.11. Récapitulation les débits majorée :

N°	Communes	$Q_{moy.j}(m^3/j)$ (2020)	Q_{moyj} <i>majoré</i> (2020) (m3/j)	K_m	$Q_{moy.j}$ (m ³ /j) (2050)	Q_{moyj} <i>majoré</i> (2050)
1	Souk Ahras	31601	37921	1.2	53968	64762
2	Taoura	3331	3997	1.2	5688	6826
3	Zaarouria	1693	2032	1.2	2892	3470
4	Merahna	2292	2750	1.2	3913	4696
5	Sidi Fredj	591	709	1.2	1009	1211
6	Ouillen	258	310	1.2	441	529
Total	-	39767	47719	-	67911	81494

2.7 Etude de variation des débits :

2.7.1 .coefficient d'irrégularité maximal journalière :

Ce rapport est indiqué de combien de fois la consommation maximale dépassera la moyenne de consommation et noté K_{maxj}

$$K_{max.j} = \frac{Q_{max.j}}{Q_{moy.j}}$$

Avec :

$Q_{max.j}$: Débit de consommation journalière en (m³/j)

$Q_{moy.j}$: Débit de consommation moyen en (m³/j)

$K_{max.j}$: Coefficient d'irrégularité maximale journalière ,Varie entre [1.1-1.3] Dans le cas présent on prend : $K_{maxj}=1.3$

- Les calculs des consommations maximales minimales journalière pour chaque commune se présent dans le tableau suivant

Tableau 2.12. Détermination des consommations maximales journalières

Commune	Q _{moy, j} (m3/j)		K _{max}	Q _{max, j} (m3/j)	
	2020	2050		2020	2050
Souk-Ahras	37921	64762	1,3	49297	84191
Taoura	3997	6826	1,3	5196	8874
Zaarouria	2032	3470	1,3	2642	4511
Merahna	2750	4696	1,3	3575	6105
Sidi Fredj	709	1211	1,3	922	1574
Ouillen	310	529	1,3	403	688
Total	47719	81494	-	62035	102264

2.7.2 Coefficient d'irrégularité minimale journalière :

Ce rapport est indiqué de combien de fois la consommation minimale est inférieure la moyenne de consommation et noté $K_{min, j}$

$$K_{min, j} = \frac{Q_{min, j}}{Q_{moy, j}}$$

$K_{min, j}$:Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalière et Varie entre [0.7-0.9] Dans le cas présent on prend $K_{min, j}=0.9$.

- Les calculs des consommations minimales journalière pour chaque commune se présentent dans le tableau suivant

Tableau 2.13. Détermination des consommations minimales journalières

Commune	Q _{moy, j} (m3/j)		K _{min}	Q _{min, j} (m3/j)	
	2020	2050		2020	2050
Souk-Ahras	37921	64762	0,9	58286	52457
Taoura	3997	6826	0,9	3597	3597
Zaarouria	2032	3470	0,9	3123	2811
Merahna	2750	4696	0,9	4226	3804
Sidi Fredj	709	1211	0,9	1090	981
Ouillen	310	529	0,9	476	428
Total	47719	81494	-	70798	64078

2.8 Les besoins actuels et projetés :

- Les résultats de calcul de consommations journalières a situation actuel et projeté se présentent dans le tableau suivant :

Tableau 2.14 : Tableau récapitulatif de consommations journalières à différent horizon

N°	communes	besoin actuel(2020)		besoin projeté(2050)	
		(m ³ /j)	l/s	(m ³ /j)	l/s
1	Souk Ahras	14774	171	25229	292
2	Taoura	5196	60	8874	103
3	Zaarouria	2642	31	4511	52
4	Merahna	3575	41	6105	71
5	Sidi Fredj	922	11	1574	18
6	Ouillen	403	5	688	8

NB: Dans la commune de Souk-Ahras on prend 30% de la population total qui alimentants par la ressource de la nappe Taoura

2.9 Évaluation la production des sources :

Les majorités des eaux souterraines de la région d'étude se trouvent dans la nappe taoura, cette nappe est sollicité par très nombreux forages et puits et joue un rôle très important dans

L'alimentation en eau de la population, Il a été identifié en tout 10 forages qui sont raccordés a la station de pompage VSA Boumaaref sont les suivant :

[T_{1Q} , T_{1BIS} , T_{4BIS} , T_8 , T_{17BIS} , T_{22} , T_{23} , T_{20} , T_{17Ter} , TT_2]

NB : le forage TT_5 en cours de réalisation (se trouve dans la limite du champ captant de Tamatam) destiné vers la ville de Souk-Ahras

Et les deux autres forages D_{4BIS} (se trouve dans la limite du champ de captant de Dréa) et TT_3 (se trouve dans la limite du champ de captant de Taoura) sont destiné vers la ville de Souk-Ahras.

➤ Les caractéristiques de ces forages sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau2.15. Les caractéristiques des forages

Désignation	T1	T1BIS	T4	T8	T17	T22	T23	T20	T7	TT2	TT5	TT3	D'4
Débit Disponible [l/s]	35	25	33	30	8	20	25	40	20	25	70	60	70
Débit d'exploitation [l/s]	25	25	25	20	7	18	25	25	25	25	60	45	60
Niveau statique [m]	72	76	60	82	82.1	55.4	107.5	85.4	119.6	110.3	78	99	84
Niveau dynamique [m]	101	79		84				92	102		90	110	85
Profondeur [m]	103.9	350	350	200	225	230	134	245	241	241	550	550	145

2.10 Conclusion :

Par le biais de ce chapitre nous avons évalué les besoins en eau potable actuels et futures (horizon2050) des différentes communes à savoir (Souk-Ahras, Taoura, Zaarouria, Merahna, Sidi Fredj, ouillen). Ainsi nous avons évalué la production des différents forages fonctionnels de la nappe Taoura, Ceci étant fait, nous allons étudier dans le chapitre suivant la conception du réseau d'adduction d'eau potable.

Chapitre 3

Conception du réseau d'adduction d'eau potable

3.1 Introduction :

Une fois l'eau captée et traitée, il faut la faire circuler dans des tuyaux d'adduction. L'eau est ensuite stockée, puis acheminée par des tuyaux de distribution dans les logements. Ce chapitre donne des définitions simples des ouvrages d'eau et leurs descriptions et aussi montre le fonctionnement du système d'adduction et ses éléments constitutifs avec leurs schémas à partir du point de captage jusqu'à les ouvrages de stockage.

3.2 Conception du réseau :

Le réseau d'alimentation en eau potable est composé des divers éléments suivants :

- la source d'alimentation
- le réservoir d'eau potable
- le réseau de distribution
- les accessoires du réseau.

3.3 Le système d'adduction pour le renforcement en AEP à partir de nappe de Taoura :

L'adduction d'eau désigne l'ensemble des techniques permettant de transporter l'eau de sa source à son lieu de consommation, L'eau va acheminée grâce à des conduites (Canalisation) c'est ce qu'on appelle un **réseau d'adduction**, Il existe deux types d'adduction :

- l'adduction gravitaire, où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du château d'eau ;
- l'adduction par refoulement où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

Donc l'adduction est constituée :

- De la source (rivière, plan d'eau, nappe), à partir de laquelle on pompe l'eau ;
- Du réseau de transport (canal, canalisations) ;
- Du stockage (Réservoir, château d'eau) ;
- Enfin du réseau de distribution qui amène l'eau aux consommateurs (robinet, fontaine, etc.).

3.4 Le choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché) Par mis les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PEHD.

Tuyaux en fonte ductile

Présentent plusieurs avantages :

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

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



Photo 3.1. Conduite en fonte ductile

Tuyaux en acier

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

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement)

Leur inconvénient est la corrosion.



Photo 3.2. Conduite en acier

Tuyaux en PVC (Polychlorure de vinyle non plastifié)

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

Leur inconvénient est le risque de rupture



Photo 3.3. Conduite en PVC

PEHD

Le PEHD est un matériau apte à prendre en charge de grandes pressions, sa pose par soudeur électrique se fait sans grande contrainte. Néanmoins les grands diamètres supérieurs à $\Phi 800$ sont commercialisés à l'heure Actuelle, ils nécessitent beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite. C'est pour ces raisons que nous avons optés pour les conduites en polyéthylène.

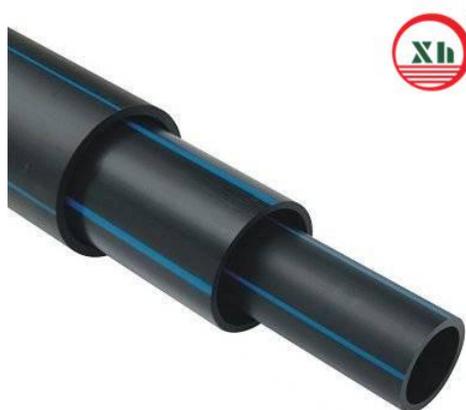


Photo 3.4. Conduite en PEHD

Remarque : Dans notre projet on utilise des conduites en PEHD.

3.5 Situation des ouvrages :

3.5.1 Les ouvrages de captage :

Le captage, c'est l'ouvrage qui va servir à recueillir l'eau. Dans le cas des eaux souterraines, il faut un ouvrage qui capte l'eau des nappes aquifères dans le sous-sol.

3.5.1.1 Les forages :

Lorsqu'on recherche une eau de meilleure qualité, il faut atteindre les nappes plus profondes. La construction d'un puits de grand diamètre serait alors très coûteuse. On réalise plutôt un trou de petit diamètre, qui ne permettra pas de puiser dedans, mais qui sera suffisamment

profond pour atteindre une nappe profonde. Il s'agit d'un forage, il est réalisé avec une machine spéciale, la sondeuse ou foreuse.

Certains forages peuvent ainsi atteindre des profondeurs de plusieurs centaines de mètres.

Dans notre cas d'étude : la nappe de Taoura, la grande majorité des forages font plus de 100 mètres jusqu'à 550 mètres. Le trou a un petit diamètre (18 à 50 cm) et on le consolide avec un tubage en acier. Lorsqu'on atteint la nappe, on place un tube dont les parois sont pleines de trous ou de fentes : les crépines, qui ont le même rôle que les buses filtrantes du puits : laisser rentrer l'eau sans que les parois ne s'effondrent. Pour éviter que le sable ne rentre dans le forage, le foreur met en place autour des crépines du gravier : le massif filtrant.

3.5.2 Caractéristique des forages qui alimentent la ville de Souk-Ahras à partir de la nappe de Taoura :

La ville de Souk-Ahras est alimentée par (03) forages sont tous fait partie de la nappe de Taoura, alors que seulement (02) Forages sont actuellement en service (Forage T_{T3} , Forage D'_4), et en tenant compte qu'un nouveau forage (Forage T_{T5}) est en cours de réalisation a achevé 90% des travaux,, l'année de 2020 a rencontrée l'arrêt du forage principal (D'4) à cause de la chute de la pompe dans le forage sachant que les autorités en train de trouver une solution pour le réparer.(DRE 2020)

- **Caractéristique du forage TT3 :**

Ce forage est réalisé en 2018 et mise en fonction en fin de l'année 2019, destiné pour l'alimentation en eau potable de la ville de Souk-Ahras, sa profondeur est de 550 mètres fournir un débit de 45 L/S avec un pompage de H24, prendre la direction vers le réservoir TOMPON KADRI, l'ouvrage est géré par l'ADE



Photo 3.5.Forage TT3

- **Caractéristique du forage TT5 :**

Le forage projeté se trouve dans la région d'Ain TAMTMAT, ce forage est destiné pour l'alimentation en eau potable de la ville de Souk-Ahras mais il est toujours en cours de réalisation et les travaux achevés à 90%, Une profondeur de 550m, fournir un débit de 60 L/S avec un pompage de H24, géré par l'ADE

C'est programmé de rentrer en service dans cette fin d'année 2020 (Manque de la conduite d'adduction). (DRE 2020)



Photo 3.6.Forage TT5

- **Caractéristique du forage D'4 :**

Ce forage se trouve à Oued Boukhil dans la région de Dréa sa date de réalisation est en 1982, c'était le forage principale qui alimente la ville de Souk-Ahras à partir de la nappe de Taoura avec un débit de 60 L/S et 100 mètre de profondeur sur une cote de 845 avant qu'il s'arrête de fonctionner cette début d'année 2020, sachant que les autorités ils ont entraînés de chercher une solution pour sortir de cette situation (DRE, 2020).



Photo 3.7. Forage D'4

3.5.3 Caractéristique des forages qui alimentent (Taoura, Zaarouria, Merahna, Sidi Fredj, ouillen) à partir de la nappe de Taoura de station VSA :

- Forage T_1 :

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 25 L/S et 103.9 mètre de profondeur (ADE, 2020).

- Forage T_{1bis} :

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 25 L/S et 350 mètre de profondeur (ADE, 2020).

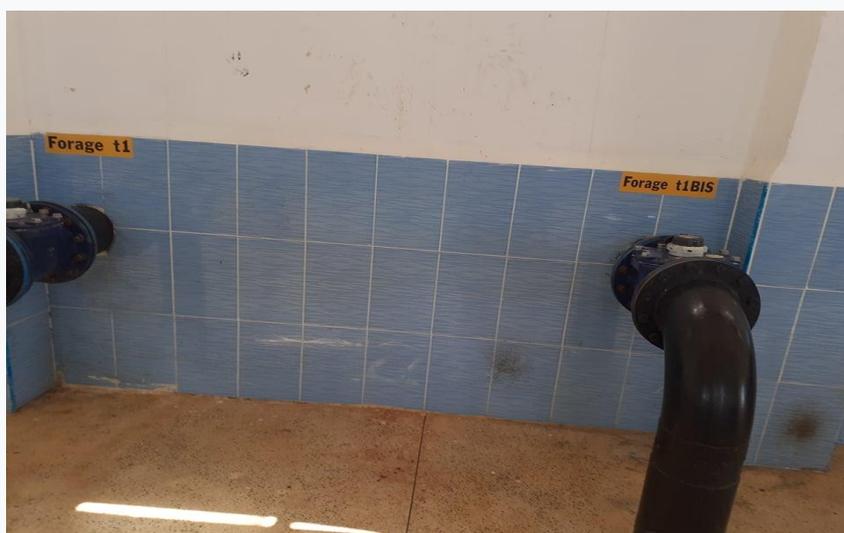


Photo 3.8. Forage T_{1Q} , T_{1bis}

- **Forage T_4 :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 25 L/S et 350 mètre de profondeur (ADE, 2020).

- **Forage T_{20} :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 20 L/S et 200 mètre de profondeur (ADE, 2020).



Photo 3.9.Forage T_4 , T_{20}

- **Forage T_{23} :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 25 L/S et 134 mètre de profondeur (ADE, 2020).

- **Forage T_{22} :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 18 L/S et 250 mètre de profondeur (ADE, 2020).

- **Forage T_{17} :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 7 L/S et 225 mètre de profondeur (ADE, 2020).



Photo 3.10. Forage T_{23} , T_{22} , T_{17}

- **Forage T_7 :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 25 L/S et 241mètre de profondeur (ADE, 2020).

- **Forage T_{T2} :**

Ce forage se trouve a trouve dans la région de Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 25 L/S et 241mètre de profondeur (ADE, 2020).



Photo 3.11. Forage T_{T2} , T_7

- **Forage T_8 :**

Ce forage se trouve à Taoura, qui alimente les communes d'études avec un débit de 20 L/S et 200 mètre de profondeur (ADE, 2020).



Photo 3.12.Forage T_8

3.5.4 Station de pompage VSA :

C'est une station de d'accumulation près du village de Boumaaref commune de Toura mise en service janvier 2013 qui collecte l'ensemble des forages

:($T_{10}, T_{1bis}, T_4, T_{20}, T_{23}, T_{22}, T_{17}, T_{T2}, T_7, T_8$) .

dans un grand bassin qui fournit l'eau vers dessous bassins et en même temps cette eau est traitée par l'eau d'Javel et chaque sous bassin est responsable de pompé l'eau vers certain commune (Souk-Ahras, Merahna, Taoura, Zarouria, Ouillen, Sidi Fredj) ca capacité 220 l/s et il y'a des possibilité d'augmenter le débit total a 280 l/s.

dans un grand bassin qui fournit l'eau vers dessous bassins et en même temps cette eau est traitée par l'eau d'Javel et chaque sous bassin est responsable de pompé l'eau vers certain commune (Souk-Ahras, Merahna, Taoura, Zarouria, Ouillen, Sidi Fredj) .



Photo 3.13. Station de pompage VSA Boumaaref

3.5.5 . Les ouvrages de stockages :

Les ouvrages de stockage qui rentrent actuellement dans le system d'adduction pour l'alimentation de la ville de Souk-Ahras a partir de la nappe de Taoura c'est le réservoirs, le **réservoir TOMPON KADRI**, est alimenté à partir du forage D'4 et l'interconnexion des autres forages **TT3** et à un partie de la station de pompage VSA Taoura, **D'4**, et prochainement le forage **TT5** sera ajouté aussi avec une possibilité de créer un nouveau réservoir de 1000 m³ qui va remplacer le réservoir **TAMPON KADRI** dans le même emplacement pour augmenter la capacité de stockage. Avant la station de pompage **PK108** y'a un piquage pour acheminer les eaux gravitairement vers le réservoir Clair soleil.



Photo 4.14. Réservoir Tampon Kadri vers la commune de Souk-Ahras



Photo 4.15. Réservoir Tampon vers la commune de Taoura



Photo 4.16. Réservoir Tampon vers la commune de Zaarouria



Photo 4.17. Réservoir Tampon vers la commune de Merahna



Photo 4.18. Réservoir Tampon vers la commune de Sidi Fredj



Photo 4.19. Réservoir Tampon vers la commune d'Ouillen

3.6 Conclusion :

Le but de ce chapitre est d'expliquer et de définir la conception du réseau d'adduction d'eau potable ainsi que, nous allons étudier dans le chapitre suivant les performances du système d'alimentation en eau potable.

Chapitre 4

Dimensionnement des ouvrages

4.1 Introduction :

Le but de ce chapitre c'est l'étude et optimisation des paramètres hydraulique pour vérifier de telle façon qu'on assure le meilleur fonctionnement des réseaux .

4.2 La conduite d'adduction

L'adduction est le transport d'eau à partir d'une source d'alimentation (puits, forage, barrage,...) vers les réservoirs de stockage ou directement vers le réseau de distribution ; se fait à l'aide de canalisations soit par pompage ou gravitairement.

L'adduction d'eau potable (AEP) peut se diviser en divers éléments :

- la source qui peut être un forage équipé d'un système de pompage (cas le plus fréquent), un cours d'eau naturel ou un plan d'eau, notamment dans les premiers réseaux de l'histoire, par exemple chez les Romains ;
- un réseau de transport constitué de canalisations souvent enterrées, d'ouvrages d'arts (pont, siphon, canal) et d'un système, automatisé ou non, de vannes et de pompes ;
- divers systèmes de stockage intermédiaires ;
- un réseau terminal de distribution amenant l'eau aux consommateurs finaux ou à des points de distribution collectifs (pompes, fontaines, etc.).

4.2.1 . Type d'adduction

Quelle que soit la façon se procure l'eau distribuer ;le problème se pose de l'amener du lieu de captage ou lieu de consommation cette ammonéen ou adduction peut se faire soit par gravité ; si la cote du captage est supérieure à la cote de distribution (par refoulement), soit par pompage il existe deux type d'adduction :

4.2.1.1 Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

4.2.1.2 Adduction par refoulement

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

4.2.2 Choix de la conduite

Le choix est établi sur des critères d'ordre technique à savoir Le choix est établi sur des critères d'ordre technique à savoir le diamètre, la pression de service, condition de pose et sur des critères d'ordre économique.

Pour notre réseau on peut citer les paramètres suivant :

- Le diamètre.
- La pression de service supportée.
- Prix.
- La durée de vie.
- Disponibilité sur marché.
- Leur grande résistance et élasticité.

Pour les raisons ci-dessus, on a opté pour les conduites en PEHD.

4.2.3 Choix du tracé

Il doit rester en accord avec le projet cependant, la souplesse naturelle des tubes en PE leur permet d'éviter l'utilisation de coudes lorsque les rayons de courbures du tracé sont compatibles avec les rayons de courbures des tubes PE.

4.3 Calcul des paramètres de la conduite d'adduction

4.3.1 Le débit de pompage

Vue que le pompage va être 24h/24h donc :

$$Q_{pompage} = \frac{24}{24} Q_{\max} = \frac{24}{24} \times 171 \Rightarrow Q_{pompage} = 171(l/s)$$

Tableau 4.1.Résultat de calcul débit de pompage

N°	communes	$Q_{pompage}$ (l/s)	
		Année 2020	Année 2050
1	Souk Ahras	171	292
2	Taoura	60	103
3	Zaarouria	31	52
4	Merahna	41	71
5	Sidi Fredj	11	18
6	Ouillen	5	8

4.3.2 Diamètres des conduites d'adduction

Le diamètre de la conduite ce calcul avec l'équation suivante :

$$D = \sqrt{Q_{pompage}}$$

$$D = \sqrt{Q_{pompage}} = \sqrt{\frac{171}{1000}} = 0.414m = 414mm$$

On normalise le diamètre au diamètre commercial :

$$D_{commercial} = 500mm$$

Tableau 4.2.Résultats des calculs des diamètres (actuelle, projetée, commerciaux)

N°	communes	Diamètre actuelle(2020)		Diamètre projetée(2050)		diamètres commerciaux (mm)	
		(m)	(mm)	(m)	(mm)	2020	2050
1	Souk Ahras	0,414	414	0,540	540	500	500
2	Taoura	0,245	245	0,320	320	250	400
3	Zaarouria	0,175	175	0,228	228	200	250
4	Merahna	0,203	203	0,266	266	200	315
5	Sidi Fredj	0,103	103	0,135	135	110	160
6	Ouillen	0,068	68	0,089	89	75	90

4.3.3 Longueur de la conduite d'adduction

Pour les stations de pompage, on à simuler des élévations des réservoirs avec des différences des côtes en m , entre les stations de pompage les réservoirs.

4.3.4 Vitesse d'écoulement dans la conduite d'adduction

Pour calculer la vitesse dans la conduite d'adduction on utilise l'équation suivante :

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

Avec :

$$Q_{pompage} = 171l / s \Rightarrow Q_{pompage} = \frac{171}{1000} m^3 / s$$

$$Q_{pompage} = 0,171 m^3 / s$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.171}{3.14 \times 0.5^2} = 0,871 m / s$$

Tableau 4.3.Résultats des calculs des vitesses (m/s)

N°	communes	vitesse m/s	
		Année 2020	Année 2050
1	Souk Ahras	0,8713376	1,48789809
2	Taoura	1,2257608	0,81774151
3	Zaarouria	0,9738441	1,064166077
4	Merahna	1,3177489	0,90715430
5	Sidi Fredj	1,1234717	0,906528294
6	Ouillen	1,0563288	1,252333563

4.3.5 Les pertes de charge

4.3.5.1 Les pertes de charge linéaires :

Le calcul de la perte de charge linéaire, celle correspondant à l'écoulement général dans un conduit rectiligne, est donné par la formule générale suivante :

$$\Delta h_{linéaire} = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

- **L** : Longueur de la conduite.
- **D** : Diamètre de la conduite.
- **V** : Vitesse d'écoulement.

$$\Delta H_{linéaire} = \frac{8\lambda L}{\pi^2 g \cdot D^5} \cdot Q^2$$

Calcul de λ

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{4Q}{\pi \cdot D \cdot \nu} \text{ (Nombre de Reynolds)}$$

$\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (viscosité cinématique de l'eau)

Donc : $Re = 435668,79$ (écoulement turbu lent : $Re > 2400$)

$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02$ On sachant que $D = 500\text{mm}$ et $\varepsilon = 0,01$ vue qu'on utilise des conduites en matière de PEHD.

Pour λ on le calcul depuis le diagramme de Moody grâce a Re et $\frac{\varepsilon}{D}$ $Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$

D'où : ν est la viscosité cinématique.

Tableau 4.4. Résultats des calculs Nombre de Reynolds

N°	communes	ε/D (2020)	Reynolds (2020)	ε/D (2050)	Reynolds (2050)
1	Souk Ahras	0,020000000	435668,79	0,020000000	743949,045
2	Taoura	0,040000000	306440,198	0,025000000	327096,603
3	Zaarouria	0,050000000	194768,813	0,040000000	266041,519
4	Merahna	0,050000000	263549,776	0,03174603	285753,603
5	Sidi Fredj	0,090909091	123581,891	0,062500000	145044,527
6	Ouillen	0,133333333	79224,6599	0,111111111	112710,021

D'après le diagramme de Moody on trouve les valeurs de λ montré dans le tableau suivant :

Tableau 4.5. Les valeurs de λ

communes	λ (2020)	λ (2050)
Souk Ahras	0,049	0,051
Taoura	0,067	0,057
Zaarouria	0,072	0,068
Merahna	0,069	0,059
Sidi Fredj	0,075	0,079
Ouillen	0,045	0,1

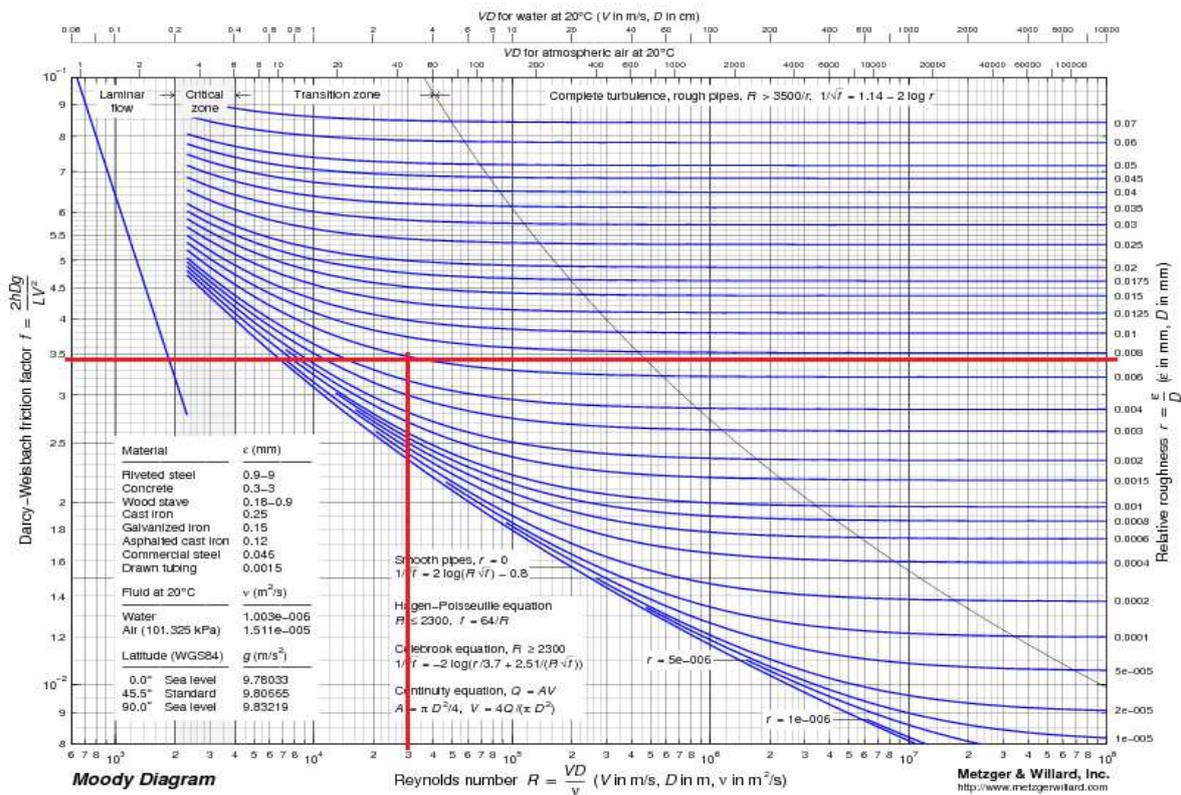


Figure 4.1. Diagramme de MOODY

Donc :

$$\Delta H_{linéaire} = 0,049 \times \frac{14000}{0,5} \cdot \left(\frac{0,871^2}{19,62} \right) = 53,09m$$

$$\Delta H_{linéaire} = 53,09m$$

Remarque :

4.3.5.2 Les pertes de charge singulières :

Les pertes de charges singulières sont égales à 15% des pertes de charges linéaire.

$$\Delta h_{\text{singlières}} = \frac{15 \times \Delta h_{\text{linéaire}}}{100} = \frac{15 \times 53,09}{100} = 7,96m$$

4.3.5.3 Les pertes de charge totale

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

$$\text{Donc : } \Delta h = \Delta h_{\text{linéaire}} + \Delta h_{\text{singulière}}$$

$$\Delta h = 53,09 + 7,96 = 61,05m$$

$$\Delta h = 61,05m$$

4.3.6 La hauteur géométrique

La hauteur géométrique est la différence entre les deux côtes, celle du réservoir, et de la station de pompage, on la calcule comme suite :

$$hg = Z_{\text{réservoir}} - Z_{\text{pompe}}$$

$$hg = 956,54 - 864,70 = 91,84m$$

$$hg = 91,84m$$

4.3.7 La hauteur manométrique

La Hauteur Manométrique, se mesure en mètres de colonne d'eau, dépend du dénivelé, de la pression utile et des pertes de charges.

Le dénivelé correspond à la hauteur entre le niveau de l'eau de la source et le point le plus défavorable de l'installation. Cette hauteur manométrique s'exprime normalement en hauteur de liquide.

D'après l'équation de Bernoulli :

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + hmt = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \Delta h_{1,2}$$

$$\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g}, \frac{V_1^2}{2g}, \frac{V_2^2}{2g} = 0$$

$$\text{Donc : } Z_1 + Hmt = Z_2 + \Delta h_{1,2}$$

$$\text{Ca nous donne : } Hmt = (Z_2 - Z_1) + \Delta h_{1,2}$$

L'équation finale de l' H_{mt} est :

$$H_{mt} = hg + \Delta h_{1,2}$$

- hg : La hauteur géométrique.
- $\Delta h_{1,2}$: La perte de charge entre les deux points.

Calcul de l' H_{mt} :

$$H_{mt} = hg + \Delta h$$

$$h_{mt} = 91,84 + 61,06 = 152,90m$$

4.3.8 Caractéristique de la conduite d'adduction

En résumé les conduites d'adduction sortons de la station VSA comporte les caractéristiques suivantes :

Tableau 4.6. Les caractéristiques des conduites d'adduction en 2020

Communes	κ 2020	L (m)	D (m)	V 2 (m ² /s)	$\Delta h_{linéaire}$ (m)	$\Delta h_{sin\ guliére}$ (m)	Δh (m)	hg (m)	Hmt (m)	P_n (Bar)
Souk Ahras	0,049	14000	0,5	0,76	53,09	7,96	61,06	91,84	152,90	16
Taoura	0,067	2622	0,25	1,50	53,81	8,07	61,88	52,54	114,42	
Zaarouria	0,072	6069,7	0,2	0,95	105,62	15,84	121,46	112,1	233,54	
Merahna	0,069	135385	0,2	1,74	4133,86	620,08	4753,94	4,64	4758,58	
Sidi Fredj	0,075	142385	0,11	1,26	3920,21	588,03	4508,24	40	4548,24	
Ouillen	0,045	10681	0,075	1,12	364,47	54,67	419,14	67,05	486,19	

Tableau 4.7. Les caractéristiques des conduites d'adduction à l'horizon 2050

Communes	κ 2020	L (m)	D (m)	V 2 (m ² /s)	$\Delta h_{linéaire}$ (m)	$\Delta h_{sin\ guliére}$ (m)	Δh (m)	hg (m)	Hmt (m)	P_n (Bar)
Souk Ahras	0,051	14000	0,5	2,21	161,13	24,17	185,30	91,84	277,14	16
Taoura	0,057	2622	0,4	0,67	12,73	1,91	14,64	52,54	67,18	
Zaarouria	0,068	6069,7	0,25	1,13	95,29	14,29	109,59	112,1	221,69	
Merahna	0,059	135385	0,315	0,82	1063,59	159,54	1223,13	4,64	1227,77	
Sidi Fredj	0,079	142385	0,16	0,82	2944,66	441,70	3386,36	40	3426,36	
Ouillen	0,1	10681	0,09	1,57	948,66	142,30	1090,96	67,05	1158,01	

4.4 Protection contre les coups de bélier

4.4.1 Les coups de bélier

Le coup de bélier est un phénomène de surpression qui apparaît au moment de la variation brusque de la vitesse d'un liquide, par suite d'une fermeture/ouverture rapide d'une vanne, d'un robinet ou du démarrage/arrêt d'une pompe.

Cette surpression peut être importante, elle se traduit souvent par un bruit caractéristique, et peut entraîner la rupture de la conduite dans les grosses installations, du fait de la quantité d'eau en mouvement. Ce problème peut être résolu avec la mise en place d'un anti bélier.

4.4.2 Conséquence du coup de bélier

Dans les installations actuelles, le phénomène de coup de bélier est accentué par l'utilisation de plus en plus importante d'appareils à fermeture rapide. Ces derniers sont à l'origine d'une forte augmentation du nombre de coups de bélier qui se traduit par :

Usure rapide des matériels, voire quelquefois leur détérioration brutale ;

Émission de bruits ;

Détérioration des tuyauteries et fuites aux raccords.

4.4.3 La lutte contre les coups de bélier

Pour éviter les coups de bélier, il faut éviter les fermetures brutales des robinets. Et c'est pour ça que les compagnies des eaux, pour se protéger des coups de bélier, ne mettent que des robinets qui se ferment en se vissant, et pas des quarts de tour. Un réducteur de pression en tête de circuit va déjà améliorer le problème. Sinon, il existe des dispositifs anti-coup de bélier à introduire sur la ligne problématique.

Pour notre projet, afin de se protéger du phénomène de coup de bélier, on a opté pour le réservoir d'air. Et pour le dimensionner on applique les étapes suivantes :

4.4.3.1 Calcul de la vitesse de l'onde a (célérité)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}}$$

Avec :

D : diamètre de la conduite(m)

e : épaisseur de la conduite (m)

K : coefficient attribué pour le type de conduite, pour le PEHD $K = 377$

Tableau 4.8. Résume les Calculs des vitesses de l'onde à (célérité)

communes	D (m)	e (m)	a
Souk Ahras	0,5	45,4	1366,96
Taoura	0,25	22,7	1366,96
Zaarouria	0,2	18,2	1367,07
Merahna	0,2	18,2	1367,07
Sidi Fredj	0,11	10	1367,02
Ouillen	0,075	6,8	1366,88

4.4.3.2 Calcul de la surpression (B)

$$B = \frac{a \times V_0}{g}$$

Avec :

V_0 : vitesse d'écoulement avant le coup de bélier

g : gravité

Tableau 4.9. Résume les Calculs de la surpression (B)

communes	a	V_0	B
Souk Ahras	1366,96	0,871	121,41
Taoura	1366,96	1,22	170,80
Zaarouria	1367,07	0,97	135,71
Merahna	1367,07	1,31	183,63
Sidi Fredj	1367,02	1,12	156,55
Ouillen	1366,88	1,05	147,18

La pression peut atteindre $hg + B > 16bars$

16bars est la pression nominale de la conduite. Dans ces cas on doit procéder aux étapes suivantes :

4.4.3.3 Calcul de Z_0, Z_{Max}, h_0

$$Z_0 = hg + 10(m)$$

$$Z_{max} = P_n + 10 = (bars) = (m)$$

$$\frac{Z_{\max}}{Z_0}$$

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g}$$

Tableau 4.10. Résume les Calculs de $Z_0, Z_{\max}, h_0, h_0/ Z_0$

communes	Z_0	Z_{\max}	Z_{\max}/Z_0	h_0	h_0/ Z_0
Souk Ahras	101,84	260	2,55	0,43	0,0042
Taoura	62,54	260	4,16	0,07	0,0011
Zaarouria	122,08	260	2,13	0,04	0,0003
Merahna	14,64	260	17,76	0,08	0,0054
Sidi Fredj	50	260	5,20	0,06	0,0012
Ouillen	77,05	260	3,37	0,05	0,0006

4.4.3.4 Calcul du volume du réservoir d'air

On se refaire a l'ABAQUE de M.VIBERT pour le calcul simplifié des réservoirs d'air. On

prend $\frac{Z_{\max}}{Z_0}$ et on la pointe sur l'échèle de graduation de $f\left(\frac{Z}{Z_0}\right)$, puis on fait la même chose

avec $\frac{h_0}{Z_0}$ sur sa propre échèle, ensuite on relie les deux points par une ligne droite. On déduit

que $\frac{U_0}{L.S}$ résulte d'après le croisement de son propre échèle de graduation avec la ligne droite

de $\frac{Z_{\max}}{Z_0}$ et $\frac{h_0}{Z_0}$.

L : longueur de la conduite (m)

S : section de la conduite en m^2

Comme $\frac{U_0}{L.S} = \text{valeurs, selon, l' abaque, de, vibert}$

$U_0 = L * S * \text{valeur selon l'abaque de Vibert} = \text{volume en } m^3 \text{ ou litre}$

Après si en suppose que $U_0 * Z_0 = U_{\max} * Z_{\min}$

$$U_{\max} = U_0 * Z_0 / Z_{\min}$$

$$U_{\max} = U_0 / (Z_{\min} / Z_0) \text{ en } m^3 \text{ ou litre}$$

Afin qu'il reset encore de l'eau l'air atteint son volume maximum, on prend une capacité totale du réservoir $U_{res} = 1,3U_{max}$

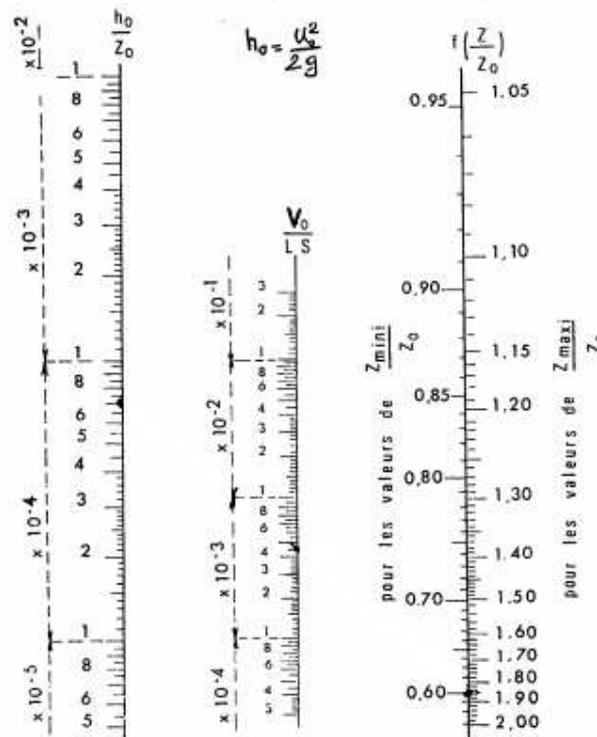


Figure 4.2. Abaque d'A.VIBERT

Tableau 4.11. Résumé les Calculs des volumes des réservoirs d'air

communes	$U_0/L S$	Z_{min}/Z_0	L (m)	S (m^2)	$L*S$ (m^3)	U_0 (m^3)	U_{max} (m^3)	U_{res} (m^3)	U_{res} (Litres)
Souk Ahras	0,002	0,50	14000	0,1963	2747,5	5,495	10,99	14,287	14287
Taoura	0,005	0,53	2622	0,0491	128,64	0,6432	1,214	1,578	1578
Zaarouria	0,003	0,51	6069,68	0,0314	190,59	0,5718	1,121	1,457	1457
Merahna	0,0034	0,40	13538,9	0,0314	425,12	1,4454	3,614	4,698	4698
Sidi Fredj	0,0045	0,41	20538,9	0,0095	195,09	0,8779	2,141	2,784	2784
Ouillen	0,0049	0,47	10681	0,0044	47,16	0,2311	0,492	0,639	639

4.5 Stations de pompage :

4.5.1 Choix des pompes

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT ;
- Meilleur rendement ;

- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale.

On a choisis nos pompes de marque CAPRARI (marque Italienne) grâce à ses avantages techniques et mécaniques, ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelée avec une vitesse de rotation variant.

En utilisant logiciel de CAPRARI PumpTutor pour faire la simulation de pompage à partir de nombre de pompe utilisées et choisis le type et les caractéristiques des pompes selon les étapes suivantes:

- Ouvre logiciel CAPRARI PumpTutor, et clique sur sélection de l'hydraulique



Figure 4.3. Mode d'utilisation du logiciel KAPRARI (la première étape de sélection de l'hydraulique)



Figure 4.4. Mode d'utilisation du logiciel KAPRARI (Présentation les autres étapes)

Choisis le type des pompes, électropompes monobloc/pompes à axe horizontal

✓ Saisis le débit et HMT et Hg de l'installation

✓ Choisis le type d'installation, pompes identiques en parallèle

✓ Saisis le nombre des pompes

Clique sur sélectionner

✓ 7) Le résultat de la simulation est affiché, on l'obtient

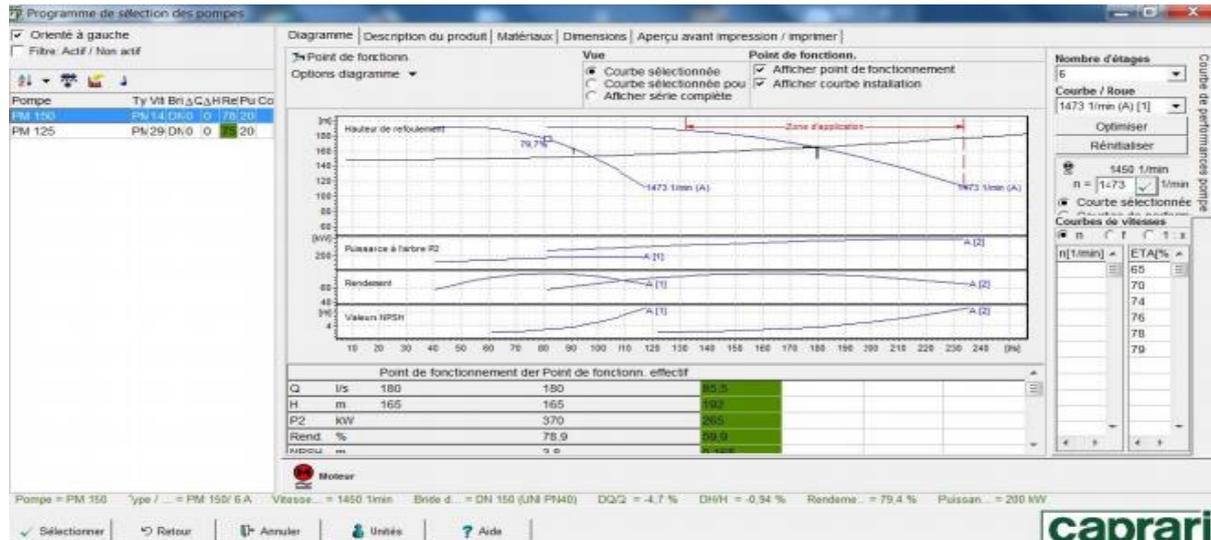


Figure 4.5. Le résultat de la simulation du logiciel KAPRARI

Les fiches techniques qui suivent montrent les caractéristiques des pompes choisies.

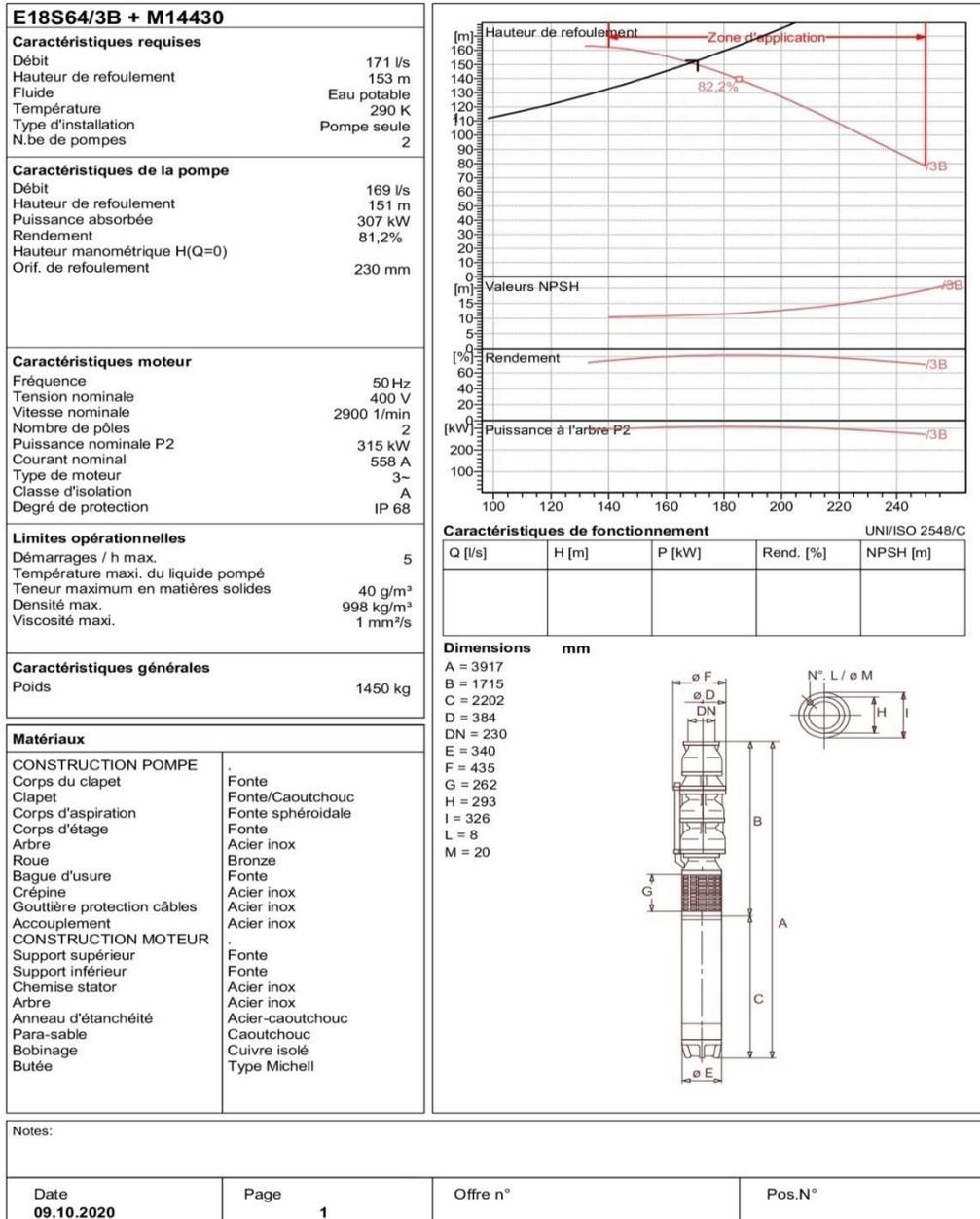


Figure 4.6. Caractéristique du pompe de la commune de Souk-Ahras



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

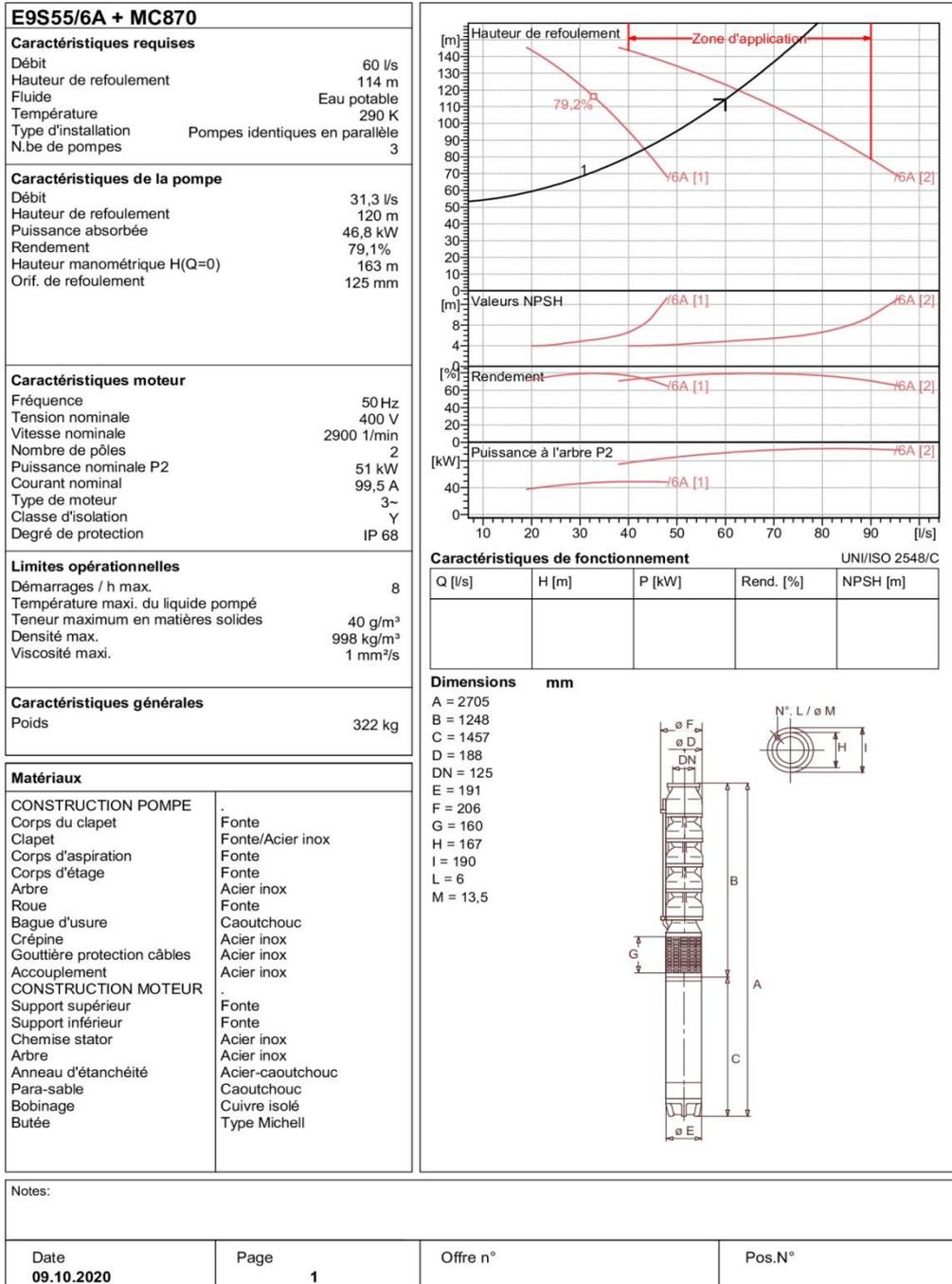


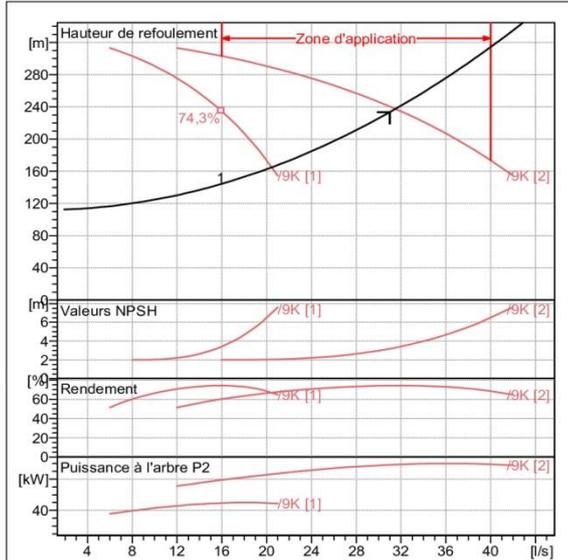
Figure 4.7. Caractéristique du pompe de la commune de Taoura



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
— ISO 9001 —

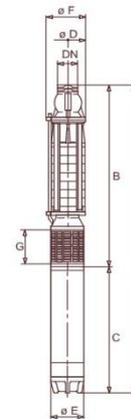
E10R30/9K + MC870	
Caractéristiques requises	
Débit	31 l/s
Hauteur de refoulement	234 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	3
Caractéristiques de la pompe	
Débit	15,7 l/s
Hauteur de refoulement	238 m
Puissance absorbée	49,3 kW
Rendement	74,3%
Hauteur manométrique H(Q=0)	330 m
Orif. de refoulement	100 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2900 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	51 kW
Courant nominal	99,5 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	8
Température maxi. du liquide pompé	
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	363 kg
Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Chemise d'arbre	Acier inox
Roue	Fonte
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Accouplement	Acier inox
CONSTRUCTION MOTEUR	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell



Caractéristiques de fonctionnement					UNI/ISO 2548/C
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]	

Dimensions mm

- A = 2678
- B = 1221
- C = 1457
- D = 226
- DN = G4"
- E = 191
- F = 244
- G = 160



Notes:

Date 09.10.2020	Page 1	Offre n°	Pos.N°
---------------------------	------------------	----------	--------

PumpTutor Version 2.0 - 05.05.2008 (Build 464)

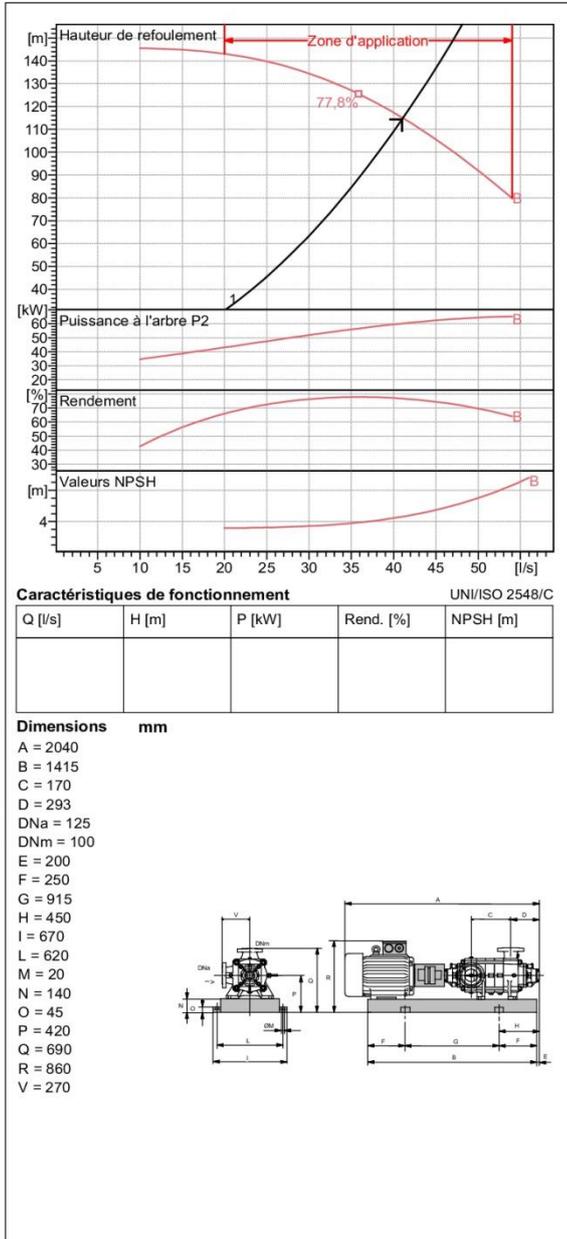
Figure 4.8. Caractéristique du pompe de la commune de Zaarouria



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

PM 100/ 2 B	
Caractéristiques requises	
Débit	41 l/s
Hauteur de refoulement	114 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	2
Caractéristiques de la pompe	
Débit	41,1 l/s
Hauteur de refoulement	115 m
Puissance absorbée	60,2 kW
Rendement	76,7%
Hauteur manométrique H(Q=0)	146 m
Orif. de refoulement	100 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	75 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	752 kg
Matériaux	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Chemise	Fonte
Arbre	Acier inox
Douille arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Caoutchouc au nitrile
Roulements a billes	Acier
Presse-Etoupe	Fonte
Etoupe	Tresse graphitée



Notes:

Date 09.10.2020	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

PumpTutor Version 2.0 - 05.05.2008 (Build 464)

Figure 4.9. Caractéristique du pompe de la commune de Merahna



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

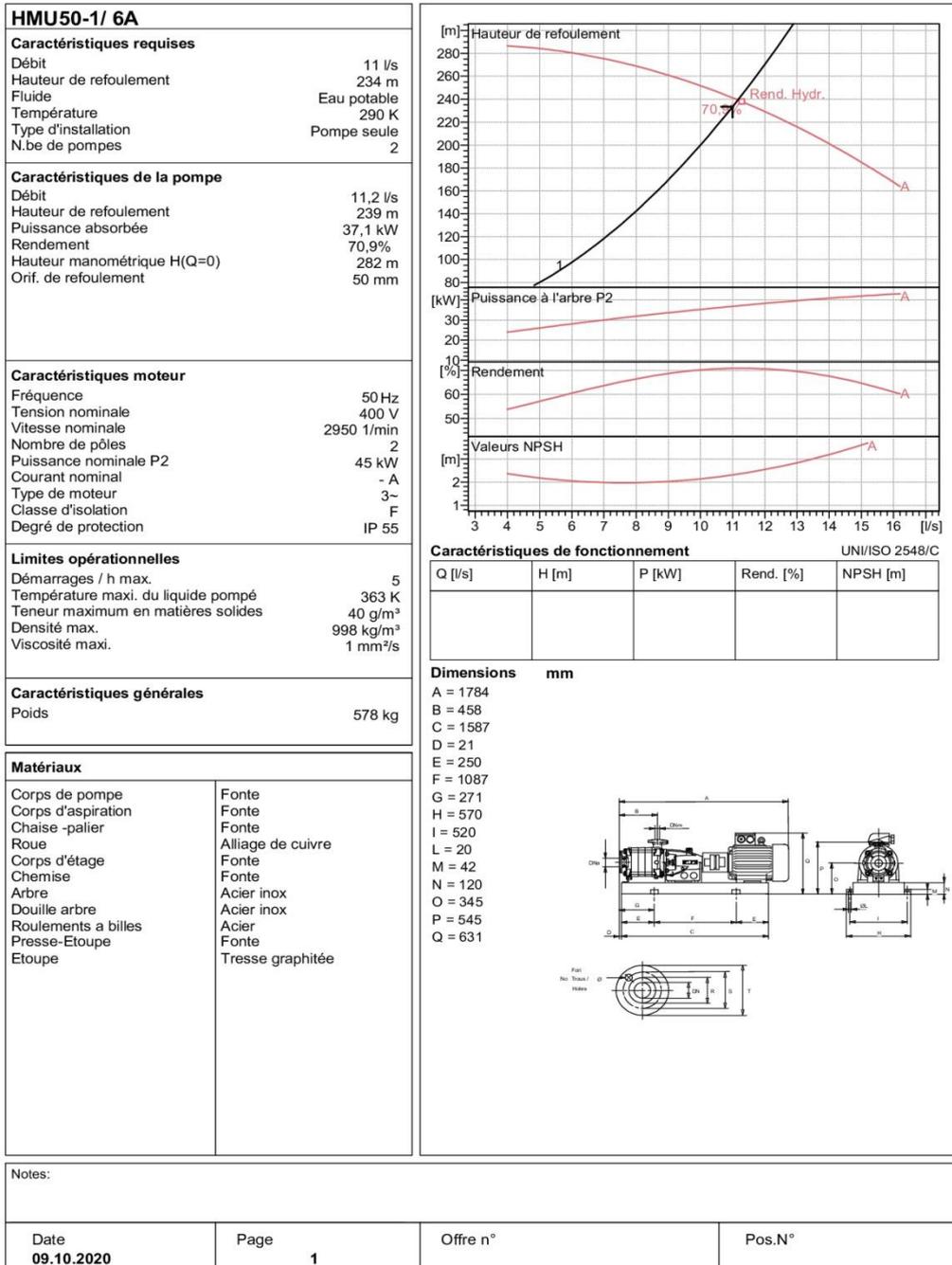


Figure 4.10. Caractéristique du pompe de la commune de Sidi Fredj



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

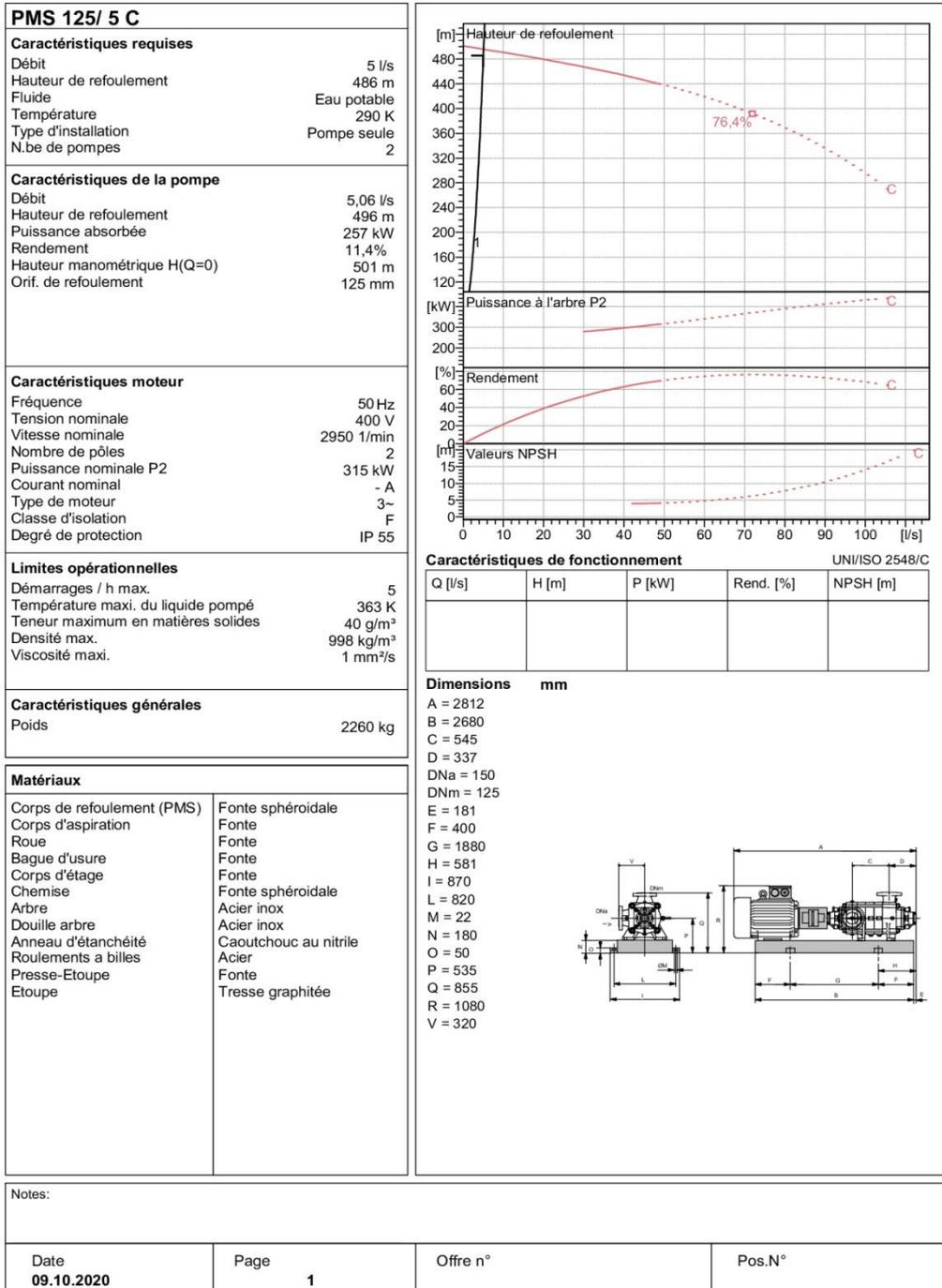


Figure 4.11. Caractéristique du pompe de la commune de Ouillen

4.6 Les réservoirs

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation.

On a souvent besoin de mettre en réserve une partie de l'eau, soit pour régulariser le débit dans les ouvrages qui précèdent, soit pour assurer une sécurité en cas de panne ; on l'accumule alors dans des réservoirs.

4.6.1 Rôle des réservoirs

Les réservoirs sont des ouvrages qui possèdent une grande capacité de stockage d'eau, ils sont situés dans les zones les plus hautes de la ville pour que l'eau s'écoule toute seule vers les consommateurs gravitairement.

Les réservoirs ont pour but :

- Stockage ;
- Tampon ;
- Stockage et tampon au même temps.

Les réservoirs offrant notamment les avantages suivants :

- ❖ Régulariser l'apport et la consommation d'eau pour permettre aux pompes un refoulement constant.
- ❖ Satisfaire la demande en eau potable des consommateurs en cas de pénurie.
- ❖ Rendre le régime d'adduction et de distribution adéquat.
- ❖ Maintenir l'eau à l'abri des risques de contamination et préserver contre les fortes variations de température.
- ❖ assurer une réserve tampon pour compenser les écarts entre production et consommation.
- ❖ Ils permettent de combattre efficacement les incendies.

4.6.2 Classification des réservoirs

Pour respecter le paysage, ils sont parfois enterrés ou semi-enterrés. Tout dépend de la région. Dans une région plane, un château d'eau, de par sa hauteur, met l'eau sous pression, rendant souvent superflu d'installer des pompes, à moins qu'il s'agisse d'alimenter de hauts immeubles. Cela convient donc particulièrement pour une région rurale, où les rares bâtiments plus hauts

que le château d'eau vont nécessiter (au frais de l'entreprise /immeuble) une pompe. Et où l'impact visuel n'est pas un critère majeur.

Les réservoirs servent à stocker temporairement l'eau potable en attendant sa distribution. Ils permettent essentiellement de réguler la pression et le débit entre la phase de production (du forage vers le stockage) et la phase de consommation (du stockage à la consommation). Leur rôle est d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production et de la restituer lorsqu'elle en devient supérieure. Il existe deux types de réservoirs :

- Réservoirs au sol :
- Réservoirs surélevé.

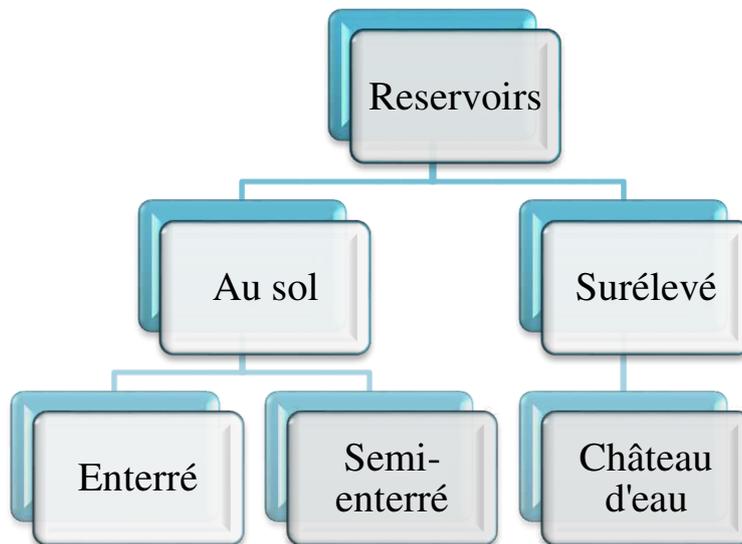


Figure 4.12. Les types des réservoirs

- ❖ Enterré : coute en principe cher, mais selon l'endroit. Tout dépend en fait du type du sol / sous-sol / roche. Creuser dans la roche compacte coute trop cher. Cela ne défigure pas le paysage.



Photo 4.1. Réservoir enterré

- ❖ Semi-enterré : coute moins cher que les réservoirs enterrés. Et il a un impact sur le paysage



Photo4.2. Réservoir semi-enterré

- ❖ Surélevé (Dans une région plane, un château d'eau, de par sa hauteur, met l'eau sous pression, et où l'impact visuel n'est pas un critère majeur).



Photo4.3. Réservoir surélevé

4.6.3 Emplacement des réservoirs

Le réservoir d'eau doit être situé le plus près possible de l'agglomération à alimenter (en limite de l'agglomération). En effet, compte tenu du coefficient de pointe dont on doit affecter le débit horaire moyen de consommation pour déduire la consommation horaire maximale (de 1,5 à 3,5), la perte de charge sera généralement plus grande sur la conduite de distribution que sur la conduite d'adduction. Ceci fait que plus le réservoir ne s'éloigne de l'agglomération, plus la cote du plan d'eau doit être élevée (d'où une énergie de pompage plus grande).

4.6.4 Calculs les capacités des réservoirs

Les capacités des réservoirs doit être estimée en tenant compte des variations des débits d'apport et de distribution ; c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, les capacités est calculées pour satisfaire aux variations journalières de débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie. Il est possible de réduire leur capacité en calculant les volumes minimums pour assurer la continuité de la distribution. A la limite, les réservoirs peuvent servir de simple régulateur de pression en fonction du rythme d'enclenchement des pompes.

Pour notre projet et pour déterminer les capacités des réservoirs on a choisis la méthode analytique.

Les capacités des réservoirs doit être estimée en tenant compte des variations du débit à l'entrée comme à la sortie, c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages située en amont et d'autre part de la variation de la demande.

Pour les calculs des volumes des réservoirs il existe deux méthodes :

- **Méthode graphique** : qui tient compte de la courbe de consommation totale (intégrale) et la courbe d'apport du débit pompé. La capacité est déduite à partir des extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis à celle des apports.
- **Méthode analytique** : dont la quelle on représente la consommation horaire en pourcentage et les débits horaire des pompes en pourcentage et à partir de ces deux régimes (apport et distribution) on détermine le résidu dans le réservoir. La capacité du réservoir est calculée par la formule :

4.6.5 Méthode analytique

Elle est basée essentiellement sur les coefficients horaires 'a', d'où 'a' se calcul d'après le temps du pompage.

Chaque pays possède sa propre consommation. Par contre en Algérie la consommation est comme suit :

De 0h → 6h : 0,125a

De 14h → 17h : 0,5a

De 6h → 9h : a

De 17h → 20h : 2a

De 9h → 12h : 3a

De 20h → 22h : 0,75a

De 12h → 14h : a

De 22h → 24h : 0,125a

Le pompage qu'on a choisi d'effectuer, son déroulement se fait 24h/24h, de 00h à 23h D'où les calculs est comme suit :

$$\diamond a = \frac{Q_{\max} \times 3600}{1000} m^3 / h$$

communes	a (2020) m ³ /h	a (2050) m ³ /h
Souk Ahras	615,6	1051
Taoura	217	370
Zaarouria	110	188
Merahna	149	254
Sidi Fredj	38	66
Ouillen	17	29

Pour calculer le volume du réservoir on doit construire le tableau qui montre la différence entre l'adduction (ce qui entre dans le réservoir) et la distribution (ce qui sort du réservoir) (tableau 5.12).

Tableau 4.12. Calcul du volume du réservoir

Heures	Coefficient de pointe	Adduction 24h/24h	Distribution 24h/24h	ΔV^+	ΔV^-	V
0 ==> 1	0,125a	a	0,125a	0,875a		
1 ==> 2	0,125a	2a	0,25a	1,75a		
2 ==> 3	0,125a	3a	0,375a	2,625a		
3 ==> 4	0,125a	4a	0,5a	4,375a		
4 ==> 5	0,125a	5a	0,625a	5,25a		+5,25a
5 ==> 6	0,125a	6a	0,75a	5,25a		
6 ==> 7	a	7a	1,75a	5,25a		
7 ==> 8	a	8a	2,75a	5,25a		
8 ==> 9	a	9a	3,75a	5,25a		
9 ==> 10	3a	10a	6,75a	3,25a		
10 ==> 11	3a	11a	9,75a	1,25a		
11 ==> 12	3a	12a	12,75a		0,75a	
12 ==> 13	a	13a	13,75a		0,75a	
13 ==> 14	a	14a	14,75a		0,75a	
14 ==> 15	0,5a	15a	15,25a		0,25a	
15 ==> 16	0,5a	16a	15,75a	0,25a		
16 ==> 17	0,5a	17a	16,25a	0,75a		
17 ==> 18	2a	18a	18,25a		0,25a	
18 ==> 19	2a	19a	20,25a		1,25a	
19 ==> 20	2a	20a	22,25a		2,25a	
20 ==> 21	0,75a	21a	23a		2a	
21 ==> 22	0,75a	22a	23,75a		1,75a	-2,25a
22 ==> 23	0,125a	23a	13,875a		0,875a	
23 ==> 24	0,125a	24a	24a	0		

Le volume théorique de stockage est calculé par la formule suivante :

$$V_{théorique} = \left| \Delta V_{\max}^+ \right| + \left| \Delta V_{\max}^- \right|$$

$$V_{théorique} = a \times (\Delta V_{\max}^+ + \Delta V_{\max}^-)$$

4.6.5.1 . Volume d'incendie

Une réserve incendie et de secours égale 120 mètres cubes d'eau.

4.6.5.2 Volume pratique

$$\diamond V_{pratique} = V_{théorique} + V_{incendie}$$

Après pour des raisons pratique on normalise les volumes pratiques

Tableau 4.13. Calculs les volumes des réservoirs 2020

communes	V _{théorique}	V _{pratique}	V _R (m ³)
Souk Ahras	4617	4737	5000
Taoura	1623,75	1743,75	2000
Zaarouria	825,625	945,625	1000
Merahna	1117,18	1237,18	1500
Sidi Fredj	288,12	408,12	500
Ouillen	125,93	245,93	500

Tableau 4.14. Calculs les volumes des réservoirs 2050

communes	V _{théorique}	V _{pratique}	V _R (m ³)
Souk Ahras	7884	8004	10000
Taoura	2773,12	2893,12	2500
Zaarouria	1409,68	1529,68	1500
Merahna	1907,81	2027,81	2000
Sidi Fredj	491,87	611,87	800
Ouillen	215	335	500

4.6.6 Equipements hydrauliques du réservoir

- Conduite d'adduction
- Conduite du départ (distribution)
- Conduite de trop plein
- Conduite de vidange
- Conduite de by-pass
- La réserve d'incendie

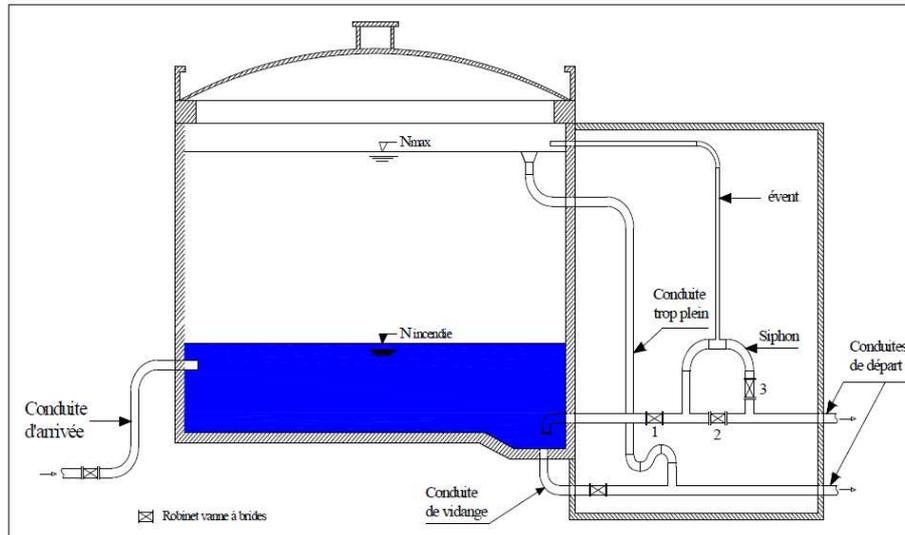


Figure 4.13. Equipements hydrauliques du réservoir

4.6.6.1 Conduite d'adduction

La conduite d'adduction, à son débouché dans le réservoir doit pouvoir s'obturer quand l'eau atteint dans la cuve son niveau maximal : une obturation par robinet flotteur si l'adduction est gravitaire ou un dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement.

L'arrivée peut être placée soit au fond du réservoir, soit à la partie supérieure ou même déverser au-dessus de la surface libre.

4.6.6.2 Conduite de distribution

Pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir, l'orifice de départ de la conduite de distribution devra être situé autant que possible à l'opposé de l'arrivée, il sera placé à 0.15 ou 0.20m du fond pour éviter d'entraîner dans la conduite de distribution d'éventuels dépôts décantés dans le réservoir.

4.6.6.3 Conduite de trop plein

Cette conduite de trop plein devra pouvoir évacuer la totalité du débit entraînant le dépassement du niveau maximum de l'eau au réservoir. Elle ne comporte pas de robinet sur son parcours.

La trop- pleine comporte :

Un évasement en forme de tronc de cône dont la plus grande circonférence du rayon R formera déversoir à seuil circulaire pour le passage du débit Q sous une hauteur h.

La canalisation de trop plein doit déboucher à un exutoire voisin. Il y a risque de pollution ou, d'introduction d'animaux ou de moustiques qui pourraient ainsi pénétrer dans le réservoir.

4.6.6.4 Conduite de vidange

Elle part du point bas du réservoir et se raccorde sur la canalisation de trop plein. Elle comporte un robinet vanne. Son diamètre dépend du temps de vidange du réservoir.

4.6.6.5 Conduite de by-pass

En cas d'indisponibilité (nettoyage ou réparation du réservoir), il est bon de prévoir une communication entre ces deux conduites (la conduite d'adduction à celle de la distribution) par un tronçon de conduite appelé By-pass.

4.6.6.6 La réserve d'incendie

Il est indispensable de prendre des dispositions en vue d'éviter le passage de la réserve d'incendie dans la distribution en service normal. C'est pourquoi on adopte un dispositif spécial qui est constitué par un siphon qui se désamorce quand le niveau de la réserve sera atteint à l'évent ouvert à l'air libre.

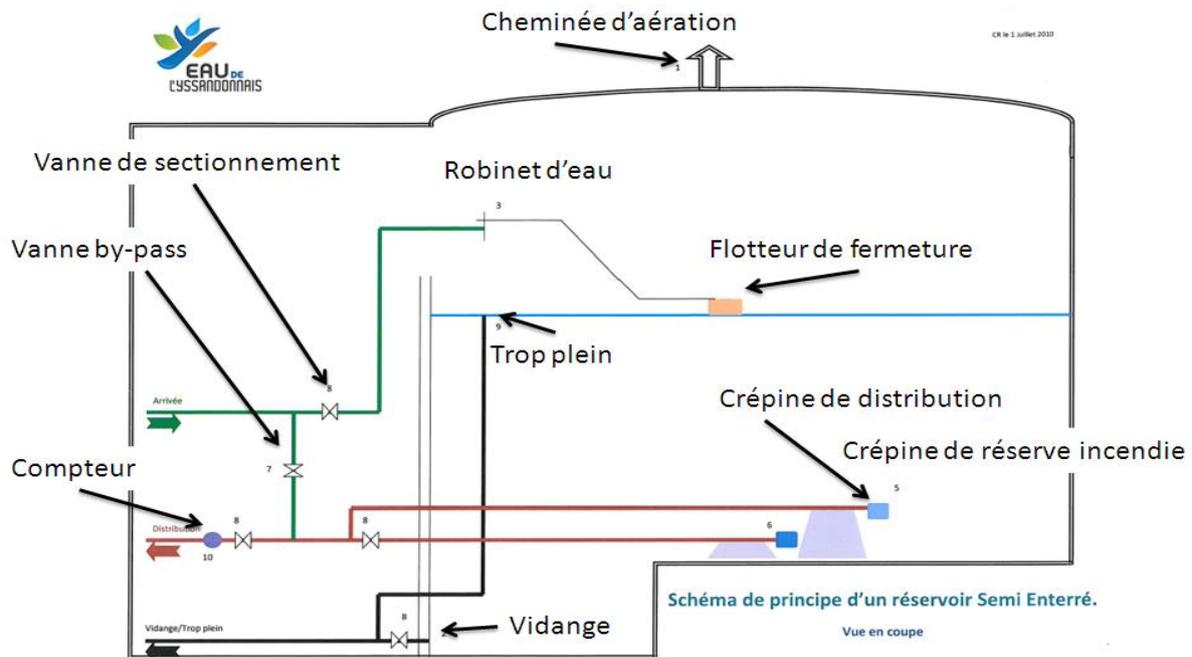


Figure4.14. Schéma de principe d'un réservoir

4.7 Comparaison entre les ouvrages hydrauliques calculés et l'existant

4.7.1 Débit pompé :

Ce tableau 6.13 présente les valeurs de débit pompé calculé à différents horizons et le débit pompé existant de chaque commune de la zone d'étude.

Tableau 4.15. Tableau récapitulative de la variation de débit pompé

commune	Q_p calculé 2020 (l/s)	Q_p calculé 2050 (l/s)	Q_p existant (l/s)
Souk Ahras	171	292	70
Taoura	60	103	40
Zaarouria	31	52	28
Merahna	41	71	52
Sidi Fredj	11	18	12
Ouillen	5	8	10

- Les variations des débits par commune sont représentées sur la figure 4.15

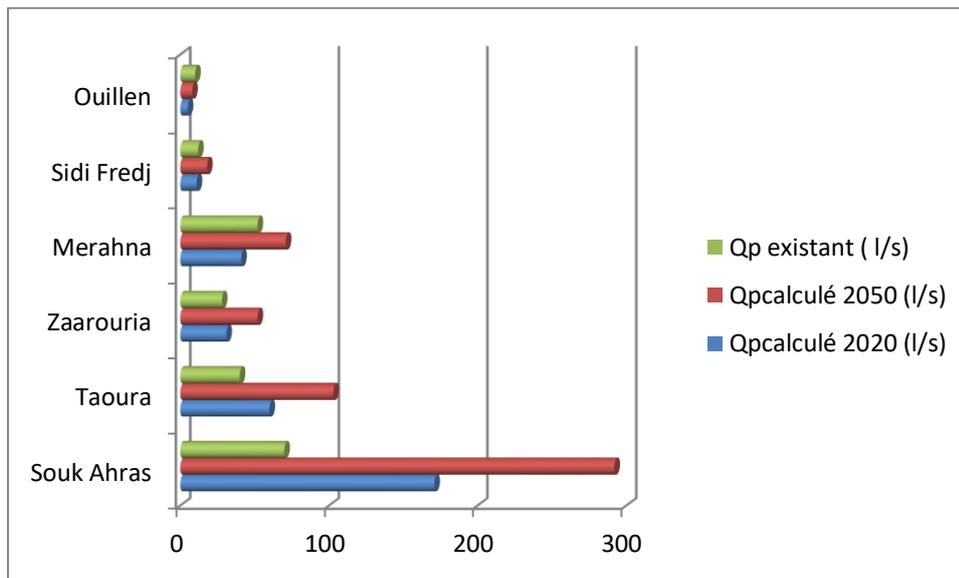


Figure4.15. Valeurs des débits pompés calculé à différent horizon et les débits pompés existant

4.7.1.1 Interprétation des résultats :

A partir cette figure5.15 on note que il y'a certain différent entre le débit calculé et débit existant :

- Dans la ville de Souk-Ahras et communes de Taoura et Zaarouria les valeurs Q_p Calculé en 2020 et 2050 est plus grand que Q_p qui existent.
- Quant aux communes de Merahna et Sidi Fredj les valeurs de Q_p calculé en 2020 et Q_p qui existent on remarque que il n'est y'a pas un grand différent mais Q_p calculé en 2050 est plus élevée que en 2020.
- Aussi la commune de Ouillen Q_p qui existent. est plus augment par rapport Q_p calculé en 2020 et 2050.

NB : à partir cette interprétation nous avons remarqué que le besoin actuel de la ville de Souk-Ahras égale 171 l/s alors que le Q_p existant égale 70 l/s

4.7.2 Diamètres des conduites d'adduction :

Le tableau 4.16 suivant présente les résultats des calculs des diamètres des conduites à différent horizon et les diamètres existants

Tableau 4.16. Tableau récapitulative des variations des diamètres des conduites

commune	Diamètre calculé 2020	Diamètre calculé 2050	Diamètre existant
Souk Ahras	500	500	500
Taoura	250	400	315
Zaarouria	200	250	250
Merahna	200	315	250
Sidi Fredj	110	160	110
Ouillen	75	90	125

La figure ci-dessous (4.16) représente les variations des différents diamètres entre (diamètres actuels, diamètres calculés en 2020 et diamètres calculés en 2050)

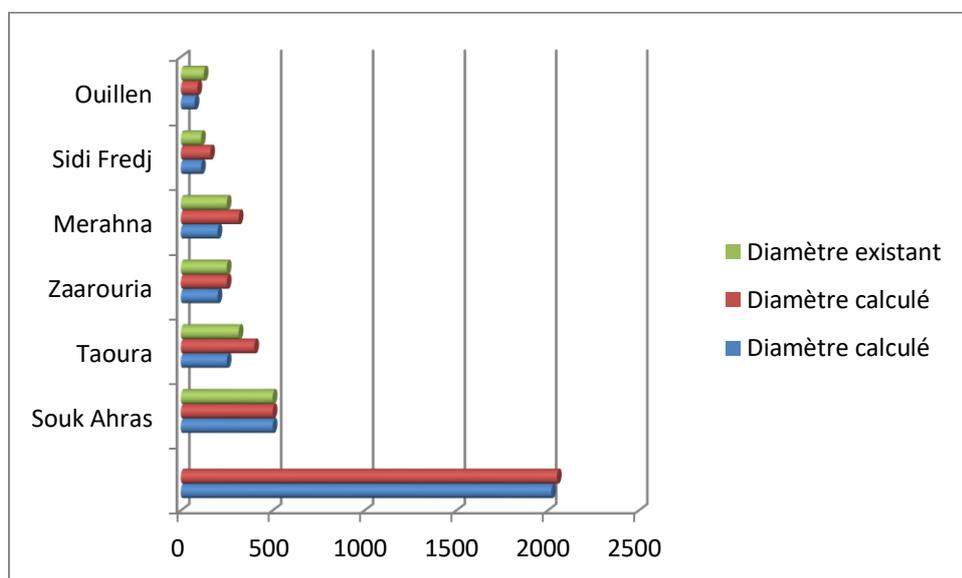


Figure 4.16. Les valeurs des diamètres existant et les diamètres calculés à différents horizons

4.7.2.1 Interprétation des résultats :

- Nous observons que dans la ville de Souk-Ahras, la valeur de diamètre de la conduite calculé en 2020, c'est le même diamètre en 2050 et diamètre existant, en suite dans la commune de Zaarouria la valeur de diamètre existant, c'est la même valeur diamètre calculé 2050 est plus supérieure que diamètre calculé en 2020.
- Et quant à les commune Taoura, Merahna, Sidi Fredj ils ont le même résultat que le diamètre calculé 2050 est plus supérieure que diamètre existant et le diamètre calculé en 2020 est plus inférieur que diamètre existant.
- Pour la commune d'Ouillen le diamètre existant est plus supérieur que diamètre calculé à différent horizon.

NB : nous avons vu que le Q_p est plus inférieure que le Q_p calculé à différent horizon

Alors que le diamètre soit existant ou calculé c'est le même.

4.7.3 Volume de réservoir :

Le tableau 4.16 suivant présente les résultats des calculs des volumes des réservoirs à différent horizon et les volumes existants

Tableau 4.17. Tableau récapitulative des variations des volumes des réservoirs :

communes	V_R calculé 2020 (m^3)	V_R calculé 2050 (m^3)	V_R existant (m^3)
Souk Ahras	5000	10000	250
Taoura	2000	2500	300
Zaarouria	1000	1500	500
Merahna	1500	2000	500
Sidi Fredj	500	800	500
Ouillen	500	500	300

- Les variations des volumes des réservoirs par commune sont représentées sur la figure 4.17

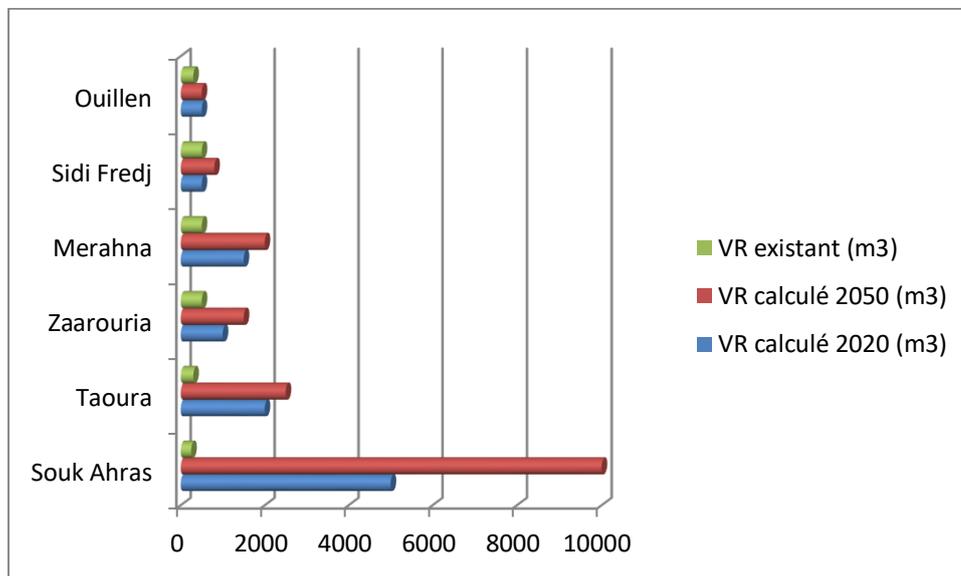


Figure 4.17. Les valeurs des volumes existant et les volumes calculés à différents horizons

4.7.3.1 Interprétation des résultats :

A partir de cette figure 4.17, on constate qu'il y a une différence entre le volume calculé et le volume existant :

- Nous avons remarqué que les volumes des réservoirs existants est plus inférieures que les volumes calculé a différents horizon (2020-2050) comme par exemple dans la ville de Souk-Ahras le $V_{R \text{ existant}} = 250 \text{ m}^3$ et $V_{R \text{ calculé } 2050} = 10000 \text{ m}^3$ et $V_{R \text{ calculé } 2020} = 5000 \text{ m}^3$ et cette différence est due à Q_p pour chaque commune.

4.7.4 Calcule le déficit de consommation :

Pour satisfaire les besoins en eau à l'horizon d'étude en 2020 et 2050 il faut comparer entre les besoins et le débit fourni pour avoir est ce qu'i y'a un excès ou un déficit de débit

Alors :

Nous allons donc définir le déficit a partir le Q_p existant

- **Déficit = Production-Besoin**

Tableau 4.17. Le déficit de consommation a l'horizon 2020

commune	$Q_p(\text{m}^3/\text{j})$ existant	besoin actuel (m^3/j)	Excès (m^3/j)	Déficit (m^3/j)
Souk-Ahras	6048	14774	-	-8726
Taoura	3456	5196	-	-1740
Zaarouria	2419	2642	-	-223
Merahna	4492	3575	917	-
Sidi Fredj	1037	922	115	-
Ouillen	864	403	461	-

4.7.4.1 Interprétation des résultats :

- A partir ce tableau on vu que il y'a un déficit et un excès dans les communes suivant :

Ce tableau montre que le volume de production en eau potable de la ville de Souk-Ahras actuellement est inférieure par rapport à les besoin en eau, donc nous voyons un déficit de $-8726 \text{ m}^3/\text{j}$.

- Et pour la Commune de Taoura nous voyons que le besoin actuel inférieure par rapport le besoin de Souk-Ahras donc le déficit diminue jusqu'à $-1740 \text{ m}^3/\text{j}$
- Suivant que dans la Commune zaarouria il n'y a pas un grand différent entre le Q_p et le besoin actuel donc le déficit égale $-223 \text{ m}^3/\text{j}$
- par contre le volume de production en eau potable de la commune de Merahna est supérieure par rapport les besoins donc il y'a un excès d'eau qui égale $917 \text{ m}^3/\text{j}$, et de Sidi Fredj égale $115 \text{ m}^3/\text{j}$ et de Ouillen l'excès d'eau égale $461 \text{ m}^3/\text{j}$

4.7.4.2 Les solutions pour éliminer le déficit à 2020:

1. Le Q_p de la commune de Souk-Ahras ce transfert vers réservoir kadri est ce réservoir aliment a partir l'interconnexion des forages $D'4$ et TT_3 et prochainement le forage TT_5 donc le déficit sera éliminer a partir ces forages.
2. on doit transférer l'excès d'eau des communes Merahna, Sidi Fredj, ouillen vers les communes de Zarouria et Taoura pour faire la satisfaction.

Tableau 4.18. Le déficit de consommation a l'horizon 2050

commune	$Q_p(m^3/j)$ existant	besoin projeté (m^3/j)	Excés (m^3/j)	Déficit (m^3/j)
Souk Ahras	6048	25229		-19181
Taoura	3456	8874		-5418
Zaarouria	2419	4511		-2092
Merahna	4492	6105		-1613
Sidi Fredj	1037	1574		-537
Ouillen	864	688	176	

4.7.4.3 Interprétation des résultats :

À partir de ce tableau on vu que en 2050 tout les communes ont un déficit en raison de l'augmentation des besoins alors :

- Le plus grand déficit se trouvent dans la ville de Souk-Ahras ou vous estimez 19181 m^3/j après la commune de Taoura égale 5418 m^3/j ainsi que Zarouria Merahna et sidi fredj sauf la commune de ouillen il y'a un excès d'eau qui égale 176 m^3/j

4.7.4.4 Les solutions pour éliminer le déficit à 2050 :

Il faut chercher une autre source pour éviter le déficit en 2050 ou même temps il y'a une construction d'un nouveau barrage oued Djedra avec une capacité de 35 million m^3 situé à 3 Km ou nord de la ville de Souk-Ahras (ADE), donc il faut éliminer la partie de Souk-Ahras qui alimentée à partir de station VSA.

NB : Nous remarquons que le déficit augmente avec l'augmentation des besoins donc il y'a une relation de corrélation direct et le déficit passer de 10699 m^3/j à 2020 jusqu'à 28841 m^3/j à l'horizon 2050

4.8 Recommandations et proposition des solutions

D'après les résultats obtenus on constate que les réseaux a des problèmes qui gêne son fonctionnement normale on conclut d'une part que des déficits importants, d'approvisionnement en eau potable. Et d'autre part, la quasi –totalité des communes connaissent des pénuries d'eau potable et reçoivent un service d'eau intermittent allant de quelques heures par jours à une fois tous les trois jours malgré la disponibilité de la ressource (surtout le cas de la ville de Souk-Ahras).

Cette situation s'explique par les principaux facteurs suivants :

- des atteintes fréquentes aux infrastructures (présence des piquages en route sur les conduites d'adduction).
- Vétusté avancées des réseaux et des équipements hydrauliques des stations de pompage
- la gestion technique des infrastructures reste largement insuffisante en terme de moyens humains et logistiques ce qui provoque d'importantes pertes en eau.

➤ A fin de d'assuré la performance du système d'alimentation d'eau potable des communes alimentées à partir de la nappe de Taoura (wilaya de Souk-Ahras) il faut que :

- Réaliser un équilibre entre l'offre et la demande ;
- Opter pour un pompage continu à partir de la nappe et éviter les ruptures entre production et stockage.
- Augmenter la capacité de stockage en construisant de nouveaux réservoirs ;
- Il faut faire un bon diagnostic et estimation des besoins à différent horizon en conséquence cela l'équipement hydraulique est en construction.
- contrôler les paramètres des conduites d'adduction d'eau sur le réseau : débit, pression, et niveau des réservoirs par la mise en place des vannes de régulation;
- Réduire considérable de taux de fuites et par conséquent minimisant les pertes techniques en attendant la réhabilitation de canalisations vétustes et détériorées;

4.9 Conclusion :

A la fin de ce chapitre le choix de la pompe idéal et adapté a partir de logiciel Caprari au niveau de station de pompage et la détermination des volumes de stockages nécessaire a différents situation projetées et long pour assure le meilleur fonctionnement de réseau et éliminer le déficit avec propositions des recommandations pour le meilleur du système d'AEP.

Conclusion

En conclusion, le travail présenté dans ce mémoire avait pour objectif d'étudier les performances du système d'alimentation en eau potable des communes alimentées à partir de la nappe de Taoura, à savoir : Souk-Ahars, Taoura, Zaarouria, Merahna, Sidi Fredj et Ouillen. Et ce afin d'assurer l'approvisionnement des citoyens en quantité suffisante.

En premier lieu, nous avons procédé au diagnostic du système d'alimentation en eau potable à partir de la nappe Taoura. Ce dernier nous a permis de collecter les informations nécessaires pour une meilleure appréciation des centres d'intérêts de notre projet.

Dans la deuxième partie, nous avons estimé les besoins en eau actuels et futures de la zone d'étude ainsi que l'évaluation de l'approvisionnement en eau à partir de la nappe de Taoura au moyen des différents forages.

En troisième phase, comme le projet l'exige, nous avons procédé au dimensionnement des différents composants du système d'alimentation en eau potable de la zone d'étude, entre autres : les stations de pompage, les conduites d'adduction et les réservoirs de distribution.

En effet, une étude comparative était inéluctable entre la capacité du système existant et les dimensions des différents ouvrages calculées par nos soins à l'horizon 2050 afin de révéler les différents entraves et anomalies quant à l'alimentation convenable des citoyens.

Enfin, pour pérenniser le système d'alimentation en eau potable, nous avons proposé des solutions et recommandations aux différents acteurs dans la gestion de la production et distribution de l'eau.

Nous espérons, que par le biais de ce modeste travail, nous avons apporté un plus, en matière d'exploitation et de gestion des ressources en eau et que les autorités compétentes prendront en considération ce manuscrit.

Annexes

Caractéristiques des forages en exploitation de l'aquifères (ADE 2018).

Forage	Année d'exploitation	X	Y	Z	Débit mobilisé l/s	Débit à exploité l/s
T1	1980	979	330,35	860	35	25
T1bis	2008	979	330,5	858	25	25
T4	2006	978,1	329,75	865	33	25
T7bis	2014	976,2	330	869	9	8
T8	1981	978,1	331,4	865	30	20
T17	2011	979,65	330,55	856	8	7
T17t	2011	979,295	329,85	840	33	20
T22	2011	979,8	331,3	880	20	18
T23	2011	977,774	328,843	870	25	25
T20	2011	976,503	330,107	878	40	25
T7	2018	976,2	330	869	20	25
TT2	2018	977,057	330,603	/	25	25
TT3	2018	974,2	325,9	/	60	45
D3	1988	966,7	325,3	820	25	17
D4	1980	969,6	325,55	850	70	60
T6bis	/	975	325	880	10	8
T10	/	985,33	324,25	675	/	5
D5	/	973,95	323,3	880	8	5
D5bis	/	973,95	322	880	7	3,5
D9BIS	/	970,35	320,45	970	6	6
RM	/	983,4	344,15	710	4,5	3
khettala	/	976,8	333,5	890	/	8

Le tableau suivant donne les principaux ratios connus à ce jour avec des remarques permettant d'apprécier leur amplitude ou leur domaine d'emploi:

TYPE D'ETABLISSEMENT	RATIO	REMARQUES
Employé administratif dans un bâtiment de faible capacité (5 à 30 employés)	30 à 50 litres / jour et employé 4l/j/m ² de bureau	s'applique à des bureaux recevant peu de public. Peut aussi correspondre à la consommation stricte des sanitaires d'un employé de bureau.
	100 à 150 litres / jour et employé	Ce ratio s'applique plutôt aux grands ensembles de bureaux multiservices (cantine, climatisation, réception de nombreux visiteurs, arrosage..). Il est souvent présenté, à tort, par rapport au précédent ratio comme correspondant aux bureaux climatisés. En effet, tous les types de climatisation ne consomment pas beaucoup d'eau, et d'autres postes de consommation peuvent expliquer la différence.
Scolaire	3 à 4 m ³ / an et élève 3.2 m ³ /an/collégien (étude CG33)	Peut aller jusqu'à 6 m ³ /an/élève, pour les établissements techniques ou les laboratoires universitaires.
Centre de vacances (avec hébergement) CLSH	100 à 150 litres / jour et personne 20 à 30 litres / jour et personne	
Arrosage des espaces verts	arbuste ou vivaces : 4 l/m ² gazon : 2.6 l/m ² fleurs, annuelles : 5.3 l/m ²	Ces données moyennes peuvent varier de l'ordre de 20 à 40% en fonction de la nature du sol (besoin en eau supérieur si sol sableux par rapport à un sol argileux), à l'exposition au vent... La consommation d'eau peut être optimisée par un ajustement de doses au plus juste des besoins des plantes et de la pluviométrie (gain : environ - 30 % par rapport à ce ratio moyen)
Activités sportives sans douche	15 à 35 litres / personne	A rapporter au nombre de pratiquants réguliers
Activités sportives avec douche	50 à 90 litres / personne	A rapporter au nombre de pratiquants réguliers
Stade nautique/piscine	50 à 200 litres / baigneur	80 à 120 litres / baigneur en moyenne, 40 à 60 l/j/baigneur si optimisé

Hôpitaux / clinique	150 m ³ / an / lit (moyenne girondine)	La consommation fût un temps plus faible (plus proche de 100 m ³ /an/lit) ; les récentes contraintes liées aux maladies nosocomiales l'ont faite augmentée
Restauration collective	10 à 20 litres / repas préparé	Selon que le repas est préparé et pris ou non sur place (vaisselle ou non), et selon les équipements (vaisselle à la main ou à la machine...)
TYPE D'ETABLISSEMENT	RATIO	REMARQUES
Camping	30 m ³ /an/emplacement (moyenne girondine)	varie de 13 m ³ /an/empl en zone rurale à 50 m ³ /an/empl en zone littorale (et d'autant plus que le camping a une piscine)
Port de plaisance	15 à 20 m ³ /an/place (en Gironde)	
Stade	3000 à 5000 m ³ / an	La moyenne en Gironde est d'environ 4 200m ³ /an/stade. Le volume utilisé est d'autant plus élevé que la fréquence d'utilisation est élevée ($V_{terrain\ d'honneur} > V_{terrain\ d'entrainement}$) et que le sol est sableux. 3000 m ³ /an/stade correspond à une consommation optimisée, dans de conditions standards en Gironde.
Salle de sport	300 à 500 m ³ / an	Très variable selon la taille de la salle, ses équipements et sa fréquentation
Salle des fêtes	220 m ³ /an (moyenne girondine)	La consommation est beaucoup influencée par l'existence ou non d'une cuisine, et la fréquence d'utilisation (elle varie de 50 m ³ /an à plus de 1000 m ³ /an pour les plus grandes salles)
Logement et par extension logement de fonction	115 m ³ / an (soit environ	Moyenne girondine 2004, sachant que le taux d'occupation moyen des logements en Gironde est 2,33 personnes / logement

GAMME TUBES PEHD DE PRESSION PN06, PN10, PN16, PN20 ET PN25

		Gamme tubes PEHD de Pression nominale 06 Bar			
	CODE	DIAMETRE (mm)	EPAISSEUR (mm)	PRESSION	CONDITIONNEMENT
P E 1 0 0	640.04.020.09	20	**	06Bars	Rx 100MI
	640.04.025.09	25	**	06Bars	Rx 100MI
	640.04.032.09	32	**	06Bars	Rx 100MI
	640.04.040.09	40	**	06Bars	Rx 100MI
	640.04.050.09	50	2.0	06Bars	Rx 100MI
	640.04.063.09	63	2.5	06Bars	Rx 100MI
	640.04.075.09	75	2.9	06Bars	Rx 100MI
	640.04.090.09	90	3.5	06Bars	Rx 100MI
	640.04.110.09	110	4.2	06Bars	Rx 100MI
	640.04.125.09	125	4.8	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.160.09	160	6.2	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.200.09	200	7.7	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.250.09	250	9.6	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.315.09	315	12.1	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.400.09	400	15.3	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.500.09	500	19.1	06Bars	Tb 6 / 12MI
	640.04.630.09	630	24.1	06Bars	Tb 6 / 12MI

Références bibliographiques

1. **ADE.**, 2020. Rapport trimestriel d'Exploitation de l'Unité ADE de Souk-Ahras.
2. **ADE.**, 2019. Rapport annuel d'Exploitation de l'Unité ADE de Souk-Ahras.
3. **Chibouni S.**, 2016. Amélioration de la gestion de distribution d'eau potable, cas de la ville de Souk-Ahras. Thèse de mastère 2 en Hydraulique urbaine, université Mohamed Chérif Messadia, Souk-Ahras.
4. **C.T.H.**, 2020. Rapport sur les **paramètres** de conduite d'adduction.
5. **D.P.A.T.**, 2020. Les équipements publics de la wilaya de Souk-Ahras.
6. **DRE.**, 2020. Rapports mensuel de la DRE de Souk-Ahras.
7. **Guesmia A.**, 2008. Modélisation d'un réseau de distribution d'eau potable en modulation de pression (application à l'étage kouba 97-hussein dey). Mémoire d'ingénieur, Ecole Nationale Polytechnique.
8. <http://dspace.univguelma.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4583/Memoire%20R OUABHIA%20JUN%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. <http://dspace.univ-jijel.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/213/M-HYD.URB-2019-04.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Anonyme (1999) : Agence de l'eau. 1999. Guide technique N°3 : Connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions karstiques. 40 p.
11. Anonyme(2003) : A.N.R.H. Hydrologie de surface J.P. Laborde-2003.191 p.
12. David. L. (1956) : Etude géologique des monts de la haute Medjerda. Paris.
13. MOUELLA Hafssia : l'état des eaux souterraines de la région de Taoura. Aspects quantitatifs et qualitatifs (Université Mohamed Chérif Messadia Souk Ahras 2016/2017
14. Djaba. H. (2010) : Ressources en eau et perspectives de gestion intégrée dans le bassin versant de Medjerda (Souk Ahras, Nord-Est d'Algérie). Mémoire de magister. Département de géologie (Badji Mokhtar Annaba).

15. Farid Rouaibia et Larbi Djabri (2017) Caractéristiques chimiques des eaux de la nappe du synclinal de Taoura, Souk Ahras (Nord-Est de L'Algérie) : Département d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar, BP 12, Annaba, 23000, Algérie

16. Haddad.B. (1999) : Hydrogéologie de la plaine de Terraguelt synthèse de données et estimation des ressources en eau actuelles et futures. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Badji Mokhtar Annaba.