

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ DE BOUIRA



Faculté des Sciences et Sciences Appliquées

Département de Génie Civil

Mémoire de Fin d'Etude

Présenté par :

✍ *M^{lle} MECHACHE Riham*

✍ *M^{lle} BENTALEB Rezkia*

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : **Hydraulique**

Option : **Ressources Hydrauliques**

Thème

***Les SIG au service de la gestion d'un réseau AEP
(Cas du renforcement d'AEP des villes côtières
de l'Est de wilaya de Tipasa)***

Devant le jury composé de :

BELMIHOUB	Hacene	MAA	UAMOB	Président
GHERNAOUT	Redhouane	MCA	UAMOB	Examineur
TAIB	Lyes	MAA	UAMOB	Encadrant

Année Universitaire 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dédicace

**Nous dédions ce modeste travail en signe
de respect et de reconnaissance à :**

Nos chers parents, que Dieu les protèges

Chers frères et adorables sœurs

**Tous nous amis(es), en particulier notre
promotion.**

**À tous ceux qui ont contribué de près ou
de loin à la réalisation de ce mémoire.**



Remerciements

Tous d'abord, nous remercions Dieu le tout-puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

C'est pour nous un honneur et un plaisir d'exprimer notre profonde gratitude et sincère remerciement à notre encadrant Mr L.TAIB, pour ses judicieux conseils, et le temps qu'il nous a accordé.

Nous tenons à remercier le personnel de la SEAAL qui nous a fourni les données nécessaires à la réalisation de ce SIG

Nous remercions également les membres de jury d'avoir jugé notre travail.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin.

ملخص

كجزء من مشروع نهاية الدراسات هذا ، قمنا بدراسة وتطوير نظام معلومات جغرافية لشبكة إمدادات مياه الشرب للمدن الساحلية الشرقية لولاية تيبازة. بدأنا بجمع أكبر قدر ممكن من المعلومات حول منطقة الدراسة. ثم قمنا بحساب وتقدير احتياجاتها المائية المستقبلية. بعد ذلك ، تم فحص سعة الخزانات الحالية والتخطيط لأخرى ، تليها دراسة ... اقتصادية لاختيار القطر المناسب لأنبوب النقل. بعد ذلك ، قمنا بتصميم شبكة التوزيع الخاصة بنا وتحديد حجمها باستخدام برنامج محاكاة إيبانيت. أخيرًا ، انتهينا من تطوير نظام المعلومات الجغرافية الذي يعمل كقاعدة بيانات لتحسين الإدارة الذكية للشبكة.

الكلمات المفتاحية : مياه الشرب، الخزان، أنبوب ، نظام معلومات جغرافية .

Résumé

Au cours de notre projet de recherche, nous avons entrepris une étude approfondie visant à améliorer le système d'approvisionnement en eau potable des villes côtières de l'Est de la wilaya de Tipasa. Notre démarche a débuté par la collecte exhaustive de données relatives à la zone d'étude. Par la suite, nous avons effectué une évaluation des besoins futurs en eau, en prenant en compte la capacité des réservoirs existants et en envisageant la construction de nouveaux réservoirs si nécessaire. Une analyse technico-économique a été réalisée pour déterminer le diamètre optimal de la conduite d'adduction. En utilisant le logiciel de simulation EPANET, nous avons procédé à la conception et au dimensionnement précis du réseau de distribution. Enfin, nous avons développé un système d'information géographique (SIG) qui agit comme une base de données centralisée pour la gestion efficace du réseau, permettant une optimisation intelligente des opérations.

Mots clés : Eau potable, réservoir, adduction, distribution, système d'information géographique.

Abstract :

In the course of our research project, we undertook an in-depth study aimed at improving the drinking water supply system in the coastal towns of eastern Tipasa. Our approach began with an exhaustive collection of data relating to the study area. We then assessed future water requirements, taking into account the capacity of existing reservoirs and considering the construction of new reservoirs if necessary. A techno-economic analysis was carried out to determine the optimal diameter of the supply pipe. Using EPANET simulation software, we designed and accurately sized the distribution network. Finally, we developed a geographic information system (GIS) that acts as a centralized database for efficient network management, enabling intelligent optimization of operations.

Keywords: Drinking water, reservoir, adduction, distribution, geographic information system.

Sommaire

DEDICACE	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES TABLEAUX	XII
LISTE DES ANNEXES	XIV
LISTE DES ABREVIATIONS	XV
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I: LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE	3
INTRODUCTION	3
I.1 SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE	3
I.2 OBJECTIFS DES SIG	4
I.3 COMPOSANTES DU SIG	4
I.3.1. MATERIELS.....	4
I.3.2. LOGICIELS	5
I.3.3. DONNEES.....	5
I.3.4. UTILISATEURS	5
I.3.5. METHODES	5
I.4 DOMAINES D'UTILISATION DES SIG	6
I.5 AVANTAGES DE L'UTILISATION DES SIG	7
I.6 CONTRAINTES DE SIG	8
I.7. FONCTIONNEMENT DU SIG	9
I.7.1. MODELE RASTER OU MAILLE	9
I.7.2. MODELE VECTORIEL	10
I.8 BASE DE DONNEES	10
I.8.1. CREATION DE LA BASE DE DONNEES	11

1.8.2.	MODELISATION DES DONNEES SPATIALES.....	12
1.8.2.1.	Notion de couche	12
I.9	LA TELEDETECTION	13
I.10	PRESENTATION DU LOGICIEL ARCGIS :.....	14
	CONCLUSION	16
	CHAPITRE II : LES SIG DANS LA GESTION D'UN RESEAU AEP.....	17
	INTRODUCTION	17
II.1	GESTION D'UN RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE.....	17
II.1.1.	GESTION CLASSIQUE DES RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	18
II.1.2.	GESTION INFORMATISEE DES RESEAUX.....	19
II.2.	MODELISATION DES RESEAUX D'AEP.....	20
II.3	INTERETS DE LA MODELISATION DES RESEAUX D'AEP	21
II.4	RESEAUX D'AEP ET SIG	22
II.4.1.	UNE CARTOGRAPHIE DE BASE (OU FOND DE PLAN).....	22
II.4.2.	LA CARTOGRAPHIE COMPLETE DU RESEAU	22
II.4.3.	UNE CARTOGRAPHIE DU CONTENU DU RESEAU ET DES DIAGRAMMES	23
II.5	RETOUR D'EXPERIENCE.....	23
	CONCLUSION	24
	CHAPITRE III: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	26
	INTRODUCTION	26
III.1	PRESENTATION DU MAITRE D'OUVRAGE DU PROJET (SEAAL)	26
III.1.1.	BUREAU D'ETUDE DE REALISATION DU PROJET	26
III.2	LOCALITES CONCERNEES PAR LE PROJET	27
III.3	DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	28
III.3.1.	SITUATION GEOGRAPHIQUE	28
III.3.2.	RELIEF	29
III.3.3.	HYDROGRAPHIE.....	29
III.3.4.	CLIMATOLOGIE.....	30

III.3.4.1.	<i>Climat</i>	30
III.3.4.2.	<i>Pluviométrie</i>	30
III.3.4.3.	<i>Températures</i>	30
III.3.4.4.	<i>Humidité</i>	31
III.3.4.5.	<i>Evaporation</i>	31
III.3.5.	RESSOURCES EN EAU	32
III.3.5.1.	<i>Ressources en eau souterraines</i>	32
III.3.5.2.	<i>Ressources en eau superficielles</i>	32
III.3.5.3.	<i>Ressources en eau non conventionnelles</i>	32
III.4	DESCRIPTION DU SYSTEME D’ALIMENTATION EN EAU POTABLE EXISTANT	33
III.5	DESCRIPTION DU SYSTEME DE RENFORCEMENT PROJETE	34
	CONCLUSION	35
	CHAPITRE IV: ESTIMATION DES BESOINS	36
	INTRODUCTION	36
IV.1	ESTIMATION DE LA POPULATION	36
IV.2	ESTIMATION DES BESOINS EN EAU	38
IV.2.1.	BESOINS DOMESTIQUES	38
IV.2.1.1.	<i>Le débit moyen journalier domestique</i>	38
IV.2.2.	BESOINS DES AUTRES USAGERS	39
IV.2.2.1.	<i>Le débit moyen journalier des autres usagers</i>	39
IV.2.3.	RECAPITULATIF DES BESOINS (DOMESTIQUE+ AUTRES USAGERS).....	40
IV.2.3.1.	<i>Le débit maximum journalier</i>	40
IV.2.3.2.	<i>Le débit moyen horaire</i>	42
IV.2.3.3.	<i>Le débit maximum horaire</i>	42
IV.2.3.4.	<i>Le débit minimum horaire</i>	43
IV.3	BILAN DES RESSOURCES	49
IV.3.1.	RESSOURCES DISPONIBLES :	49
IV.3.2.	BILAN HYDRIQUE	50
	CONCLUSION	50
	CHAPITRE V : RESEAU D’ADDUCTION.....	52

INTRODUCTION	52
V.1 GENERALITES	52
V.1.1. TYPES D'ADDITION	52
V.1.1.1. <i>Adduction gravitaire</i>	52
V.1.1.2. <i>Adduction par refoulement</i>	52
V.1.1.3. <i>Adduction mixte</i>	53
V.1.2. PRINCIPE DU CHOIX DU TRACE	53
V.1.3. CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX	53
V.1.3.1. <i>Tuyaux en fonte</i>	54
V.1.3.2. <i>Tuyaux en acier</i>	54
V.1.3.3. <i>Tuyaux en PVC</i>	54
V.1.3.4. <i>Tuyaux en PEHD</i>	54
V.1.4. CONCLUSIONS SUR LE CHOIX DES MATERIAUX	54
V.2 PROTECTION CATHODIQUE DES CANALISATIONS	55
V.3 EQUIPEMENTS DE L'ADDITION	55
V.3.1. ROBINETS ET VANNES	55
V.3.1.1. <i>Vanne papillon</i>	55
V.3.1.2. <i>Vanne opercule</i>	56
V.3.1.3. <i>Vanne de régulation</i>	56
V.3.1.4. <i>Ventouses</i>	56
V.3.1.5. <i>Vidanges</i>	57
V.3.1.6. <i>Clapets anti-retour</i>	57
V.3.1.7. <i>By-pass</i>	57
V.3.1.8. <i>Crépines</i>	57
V.3.2. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT	57
V.3.2.1. <i>Rugosités des tuyaux</i>	58
V.3.2.2. <i>Vitesses d'écoulement</i>	58
V.3.2.3. <i>Diamètre de la conduite d'adduction gravitaire</i>	58
V.3.2.4. <i>Calcul des pertes de charge</i>	61
V.3.2.4.1. <i>Pertes de charge linéaires (</i>	61
V.4 CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES DE L'ADDITION GRAVITAIRE	62
CONCLUSION	65

CHAPITRE VI: RESERVOIRS	66
INTRODUCTION	66
VI.1 DEFINITION	66
VI.2. ROLE D'UN RESERVOIR	67
A. <i>Côté technique</i>	67
B. <i>Coté économique</i>	67
VI.3. EMPLACEMENT DES RESERVOIRS	67
VI.4. CLASSIFICATION DES RESERVOIRS	68
VI.4.1. MATERIEL UTILISE	68
VI.4.2. DISPOSITION	68
VI.4.3. L'USAGE.....	68
VI.4.4. FORME	68
VI.5. LES EXIGENCES PRINCIPALES A SATISFAIRE PAR LES RESERVOIRS	69
VI.5.1. DURABILITE	69
VI.5.2. ETANCHEITE.....	69
VI.5.3. RESISTANCE.....	69
VI.5.4. ENTRETIEN DE L'OUVRAGE.....	69
VI.6. EQUIPEMENTS DES RESERVOIRS.....	69
VI.6.1. CONDUITE D'ADDUCTION	69
VI.6.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION	70
VI.6.3. CONDUITE DE TROP PLEIN	71
VI.6.4. CONDUITE DE VIDANGE	71
VI.6.5. CONDUITE DE BY-PASS	72
VI.6.6. MATERIALISATION DE LA RESERVE D'INCENDIE	72
VI.7. CAPACITE DU RESERVOIR	73
VI.7.1. METHODE ANALYTIQUE.....	74
VI.7.1.1. <i>Détermination de la valeur de « P% »</i>	74
VI.7.2. METHODE GRAPHIQUE.....	74
VI.7.3. VOLUME TOTAL DU RESERVOIR	75
VI.7.4. CALCUL DU DIAMETRE.....	75

VI.7.5.	CALCUL DE LA HAUTEUR D'INCENDIE	75
VI.8.	DIMENSIONNEMENT DES RESERVOIRS	75
VI.8.1.	CAPACITE DU RESERVOIR FOUKA 500 M ³	75
VI.8.2.	CAPACITE DU RESERVOIR FOUKA	77
VI.8.3.	CAPACITE DU RESERVOIR BOU ISMAIL.....	78
VI.8.4.	CAPACITE DU RESERVOIR KHEMISTI.....	79
VI.8.5.	CAPACITE DU RESERVOIR BOUHAROUN.....	81
VI.8.6.	CAPACITE DU RESERVOIR AIN TAGOURAIT (1).....	82
VI.8.7.	CAPACITE DU RESERVOIR AIN TAGOURAIT (2).....	83
VI.8.8.	CAPACITE DU RESERVOIR MOUAZ.....	84
CONCLUSION		86
CHAPITRE VII: RESEAU DE DISTRIBUTION		88
INTRODUCTION		88
VII.1	TYPES DES RESEAUX DE DISTRIBUTION.....	88
VII.1.1.	LE RESEAU RAMIFIE	88
VII.1.2.	LE RESEAU MAILLE.....	89
VII.1.3.	LE RESEAU ETAGE.....	89
VII.1.4.	LE RESEAU MIXTE	89
VII.2	CALCUL HYDRAULIQUE DU RESEAU DE DISTRIBUTION	89
VII.2.1.	DETERMINATION DES DEBITS DU RESEAU	91
VII.2.1.1.	<i>Débit de pointe</i>	91
VII.2.1.2.	<i>Débit spécifique</i>	91
VII.2.1.3.	<i>Débits en route</i>	92
VII.2.1.4.	<i>Débits aux nœuds</i>	92
VII.2.2.	PRESSIONS DE SERVICE DU RESEAU (AU SOL).....	95
VII.3	SIMULATION DU RESEAU HYDRAULIQUE.....	95
CONCLUSION		104
CHAPITRE VIII: APPLICATION D'UN SIG		106
INTRODUCTION		106
VIII.1	ETAPES DE REALISATION D'UN SIG.....	106

VIII.1.1.	GEOREFERENCEMENT	106
VIII.1.2.	DIGITALISATION.....	109
VIII.1.3.	CREATION DES COUCHES :	109
VIII.1.4.	CREATION DE LA BASE DE DONNEES	110
VIII.1.5.	ANALYSES THEMATIQUES.....	111
VIII.1.6.	MISE EN PAGE.....	113
CONCLUSION	117
CONCLUSION GÉNÉRALE	118
REFERENCES.....		119
ANNEXES.....		121

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1: L'utilité d'un SIG (FAYE&SYLLA, 2022)	6
Figure I.2 : Domaines d'application des SIG (Chahinez.L, 2021)	7
Figure I.3: Modèle de représentation des SIG (Chahinez.L, 2021)	10
Figure I.4: Données des SIG (http://www.cartographie.ird.fr, s.d.)	11
Figure I.5: Types de projections (http://www.cartographie.ird.fr, s.d.)	14
Figure I.6: ArcGIS (Denis.A, 2014)	15
Figure I.1: L'utilité d'un SIG (Faye&Sylla, 2022)	6
Figure I.2 : Domaines d'application des SIG (Chahinez.L, 2021)	7
Figure I.3: Modèle de représentation des SIG (Chahinez.L, 2021)	10
Figure I.4: Données des SIG (http://www.cartographie.ird.fr, s.d.)	11
Figure I.5: Types de projections (http://www.cartographie.ird.fr, s.d.)	14
Figure I.6: ArcGIS (Denis.A, 2014)	15
Figure 14: Conduite d'adduction	70
Figure 15 : Conduite de distribution	71
Figure 16 : Trop plein et vidange	72
Figure 17 : Matérialisation de la réserve d'incendie	73
Figure 18 : Schémas générale de réservoir	73
Figure VIII.10: Analyses thématiques du réseau d'adduction	112

Liste des tableaux

Chapitre III

Tableau III.1: Précipitations annuelle	Error! Bookmark not defined.
Tableau III.2: Variation de la température mensuelle de la wilaya de Tipasa.....	Error! Bookmark not defined.
Tableau III.3: Humidité mensuelle de la wilaya de Tipasa	Error! Bookmark not defined.
Tableau III.4: Evaporation mensuelle de Tipasa	Error! Bookmark not defined.
Tableau III.5: Linéaire de la conduite à projeter(SEAAL)	Error! Bookmark not defined.

Chapitre IV

Tableau IV.1: Estimation de la population de la zone d'étude.....	37
Tableau IV.2 : La dotation journalière selon le nombre d'habitants	38
Tableau IV.3: Besoins domestiques en eau de la zone d'étude.....	39
Tableau IV.4: Coefficient de majoration (Hybaco)	39
Tableau IV.5: Besoins en eau des autres usagers	40
Tableau IV.6: Récapitulatif de l'ensemble des besoins	40
Tableau IV.7: Valeurs des débits maximum journalières	41
Tableau IV.8: Valeurs des débits moyens horaires	42
Tableau IV.9: Valeurs des débits maximum horaire	42
Tableau IV.10: Valeurs des débits minimum horaire	43
Tableau IV.11: Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction du l'agglomération de la commune Fouka	44
Tableau IV.12 : Répartition du débit max journalière en fonction du l'agglomération de la commune Bou Ismail.....	45
Tableau IV.13: Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction du l'agglomération de la commune Khemisti	46

Tableau IV.14 : Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction du l'agglomération de la commune Bouharoun	47
--	-----------

Tableau IV.15 : Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction du l'agglomération de la commune Ain Tagourait	48
--	-----------

Tableau IV.16: Bilan hydrique.....	50
---	-----------

Chapitre V

Tableau V.1: Valeurs des exposants pour les différents types de matériau.....	59
--	-----------

Tableau V.2: Calcul de la vitesse par la méthode de Darcy-Weisbech.....	59
--	-----------

Tableau V.3: Diamètres avantageux des conduites d'adduction.....	60
---	-----------

Tableau V.4: Pertes de charge des conduites d'adduction	63
--	-----------

Chapitre VI

Tableau VI.1: Dimensionnement du réservoir Fouka 500 m³	76
---	-----------

Tableau VI.2 : Dimensionnement du réservoir Fouka 250m³	77
---	-----------

Tableau VI.3 : Dimensionnement du réservoir Bou Ismail 1500 m³	78
--	-----------

Tableau VI.4 : Dimensionnement du réservoir Khemisti 1000 m³	80
--	-----------

Tableau VI.5 : Dimensionnement du réservoir Bouharoun 1000 m³.....	81
--	-----------

Tableau VI.6 : Dimensionnement du réservoir Ain Tagourait 500 m³.....	82
---	-----------

Tableau VI.7 : Dimensionnement du réservoir Ain Tagourait 250 m³.....	83
---	-----------

Tableau VI.8 : Dimensionnement du réservoir Mouaz 30 000 m³	84
---	-----------

Tableau VI.9 : Récapitulatif des réservoirs.....	86
---	-----------

Chapitre VII

Tableau VII.1: Calcul du débit de pointe pour le village de khemisti	91
---	-----------

Tableau VII.2: Calculs des débits en route et aux nœuds.....	92
---	-----------

Tableau VII.3: Calculs des paramètres hydraulique à l'heure de pointe	97
--	-----------

Tableau VII.4: Calculs des pression à l'heure de pointe.....	99
---	-----------

Tableau VII.5: Calculs des diamètres et vitesses à l'heure de pointe + incendie.....	101
---	------------

Tableau VII.6: Calculs des pressions à l'heure de pointe + incendie.....	103
---	------------

Liste des annexes

Annexe 1: Répartition de la population résidente des ménages ordinaires et collectifs, selon la commune de résidence et la dispersion	121
Annexe 2: Population résidente des ménages ordinaires et collectifs (MOC) selon la commune de résidence et le sexe et le taux d'accroissement annuel moyen (1998-2008) ...	121
Annexe 3: Population de la zone d'étude (RGPH 2008).....	121
Annexe 4: Statistique des régimes de consommations des agglomérations (%)	123
Annexe 5: Variations de β_{max} en fonction du nombre d'habitants	124
Annexe 6: Variations de β_{min} en fonction de nombre d'habitants	124
Annexe 7: Ressources en eau potable disponible	124
Annexe 8: Cotes des réservoirs.....	125
Annexe 9: Prix des conduites en PEHD.....	125

Liste des abréviations

K_{max.j} : Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de l'agglomération;

K_{min.j} : Coefficient d'irrégularité minimal;

K_{max.h} : Coefficients de variation de consommation maximum horaire;

K_{min.h} : Coefficients de variation de consommation minimum horaire;

n : nombres d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré;

P₀ : population de l'année de référence (hab);

P_n: population future prise à l'horizon quelconque (hab);

Q_{moy.j} : Consommation moyenne journalière [m^3 /j];

Q_{max.j} : Débit de consommation maximum journalier [m^3 /j];

Q_{moy.h} : débit moyen horaire en (m^3 /h);

α_{max} : Coefficient qui dépend du niveau de vie et du confort;

β_{max} : Coefficient qui dépend du nombre d'habitant;

Q_n : débit en noued (m^3 /s);

Q_r : Débit en route (l/s).

Re : Nombre de Reynolds donné par la formule suivante;

Q : Débit (m^3/s) ;

D : Diamètre du tuyau en m ;

V : Vitesse d'écoulement en m/s ;

J : Pertes de charge par frottement en mètre de colonne d'eau par mètre de tuyau ;

L : Longueur de la conduite en m ;

v : Viscosité cinématique de l'eau;

λ : Coefficient de pertes de charge;

ΔH_T : pertes de charge (m) ;

P% : Pourcentage du volume maximal journalier devant être stocké dans le réservoir;

S : Section du réservoir (m²);

V_r : Volume du réservoir (m³);

V_{inc} : Réserve d'incendie;

V : Capacité normalisée du réservoir (m) ;

Introduction générale



L'eau est un élément essentiel à la survie, son absence ou sa rareté perturbe l'équilibre naturel et met en danger la vie des plantes et des organismes. De plus, l'eau joue un rôle vital dans les activités humaines.

Le développement global d'une région dépend largement de l'évolution de son secteur hydraulique.

Dans la partie Est de la wilaya de Tipasa, les cinq communes font face à une crise d'accès à l'eau potable, malgré la présence des ressources hydriques existantes, notamment les puits, sources et les forages.

Pour cela on pose la question:

Pourquoi en fait l'étude de renforcement de l'AEP des villes côtières de l'Est de la wilaya de Tipasa ?

Les villes de l'est font face à une croissance démographique importante, d'autant plus qu'elles sont des destinations touristiques en expansion. Cette croissance pose des défis majeurs en termes d'approvisionnement en eau, car les ressources actuelles sont incapables de répondre à la demande croissante des agglomérations. De plus, les anciens réseaux d'eau, les stations de pompage et de reprise se détériorent et nécessitent parfois une réhabilitation pour assurer leur bon fonctionnement.

Pour y remédier à cette situation qui perdure et qui entrave le développement des villes, la Direction des Ressources en Eau de la Wilaya de Tipasa et SEAAL ont engagé l'étude d'un système de renforcement projeté qui doit être dimensionné de manière à ce qu'il soit capable de sécuriser les communes côtières de l'Est de la wilaya de Tipasa surtout en périodes de pointes. Le système est basé sur le transfert d'eau depuis le complexe Mouaz jusqu'aux les cinq communes de la zone d'étude.

L'objectif principal de nos travaux était de concevoir et d'étudier la chaîne de renforcement du complexe de Mouaz aux cinq communes de la région pour répondre à leurs besoins et de développer un système d'information géographique (SIG) pour rassembler toutes les données liées à cet effet.

Pour cela, on pose la question :

Quel est l'intérêt d'élaboration d'un SIG pour l'étude et la gestion d'un réseau d'AEP?

Notre méthodologie a été basée sur la collecte de données nécessaires à travers des enquêtes menées auprès des différents services concernés, ainsi que des investigations sur le terrain des ouvrages existants. Ces données ont ensuite été traitées en vue de concevoir le réseau, et ont été archivées sous forme de système d'information géographique (SIG) en utilisant le logiciel ArcGIS.

Pour cela, cette étude sera structurée en huit (08) chapitres comme suit :

- Le premier chapitre sera consacré comme des généralités sur les systèmes d'information géographique (SIG).
- Au cours du deuxième chapitre, nous parlerons sur les SIG dans la gestion d'un réseau AEP.
- Le troisième chapitre sera consacré à la présentation de site.
- Le quatrième chapitre est une évaluation des besoins en eau des cinq villes de la zone.
- Le cinquième chapitre abordera l'étude du réseau d'adduction.
- Le sixième chapitre portera sur le calcul des volumes des ouvrages de stockage.
- Le septième chapitre abordera l'étude du réseau de distribution d'un petit village de la commune khemisti en exploitant le logiciel EPANET.
- Dans le huitième chapitre, notre objectif est de développer un système d'information géographique (SIG) pour le réseau d'alimentation en eau potable de la zone d'étude. Ce SIG servira de base de données qui facilitera la gestion de ce patrimoine, ainsi que l'utilisation de différentes techniques offertes par les SIG.

Au final, nous clôturerons avec une conclusion générale qui résume les principaux résultats obtenus et aborde les limites et les perspectives du SIG ainsi réalisé pour la gestion de l'eau potable sur la partie Est de la wilaya de Tipasa.

Chapitre I: Les systèmes d'information géographique



Introduction

Dans ce chapitre, nous trouvons pertinent d'introduire quelques notions essentielles concernant les Systèmes d'Information Géographique (SIG). Le concept des SIG est apparu dans les années 1960-1970 et depuis lors, différentes définitions, plus ou moins similaires et cohérentes, ont été formulées (Kakoutouli&Yikpa, 2019).

Les SIG sont utilisés dans de nombreux domaines, notamment la planification urbaine, la gestion des ressources naturelles, l'aménagement du territoire, l'agriculture, la gestion des catastrophes naturelles, la sécurité publique et bien plus encore. Les SIG sont donc devenus un outil incontournable pour les professionnels travaillant dans ces domaines, ainsi que pour les décideurs politiques.

Nous examinerons de plus près les principes fondamentaux des SIG, les différents types de données spatiales, les méthodes de collecte de données, les composants des SIG, les objectifs, les avantages, ainsi que d'autres détails.

I.1 Systèmes d'Information Géographique

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des outils informatiques qui comprennent à la fois du matériel (hardware) tel que des ordinateurs, des scanners, des tables de digitalisation, des imprimantes, ainsi que des logiciels (software) tels que MapInfo, ArcGIS et QGIS. Ces outils sont conçus pour acquérir, rassembler, stocker, analyser et afficher des données géographiquement référencées.

Les SIG permettent de créer un lien entre les éléments géographiques cartographiés et leurs bases de données associées, qui sont souvent de taille considérable. Ils facilitent la gestion et l'exploitation de ces données en offrant des fonctionnalités telles que la visualisation cartographique, l'analyse spatiale et la génération de rapports.

Les SIG sont considérées comme une des technologies de l'information les plus performantes car elle vise à intégrer des connaissances provenant de sources multiples et crée un environnement pluri-secteurs idéal pour la collaboration (Denis.A, 2014).

I.2 Objectifs des SIG

Le système d'information a pour rôle de fournir une représentation plus ou moins réaliste des objets terrestres en utilisant des éléments géométriques tels que des points, des arcs, des polygones (modèle vectoriel) ou des maillages (modèle raster).

Ces éléments sont associés à une base de données contenant des informations attributaires, telles que la nature de l'objet (géologie, routes, voies ferrées, forêts...) ou des informations quantitatives (altitude, débit...), ainsi que d'autres informations géographiques. Les objectifs des SIG sont les suivants :

- Établir les bases de la référence spatiale.
- Développer et utiliser des outils permettant de localiser les différents éléments du territoire, qu'ils existent déjà ou qu'ils doivent être mis en place.
- Fournir des informations de qualité.
- Améliorer le traitement, le stockage et la diffusion des données grâce à l'informatique.
- Analyser différents scénarios décisionnels à partir des informations obtenues.

Ainsi, les SIG visent à exploiter les données géographiques de manière efficace et à faciliter la prise de décisions basée sur ces informations.

I.3 Composantes du SIG

Les SIG est un outil d'aide à la décision, il nécessite cinq composantes (Chahinez.L, 2021) :

- Matériel (PC) ;
- Logiciel (il existe une variété de logiciel tel que : MapInfo, ArcGIS, QGIS) ;
- Données ou source d'information (texte, tableau, carte, image satellitaire) ;
- Utilisateurs ;
- Méthodes.

I.3.1. Matériels

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs, des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome (e-biblio.univ-mosta.dz)

I.3.2. Logiciels

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations (e-biblio.univ-mosta.dz).

I.3.3. Données

Les données sont certainement les composants les plus importants des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de donnée (e-biblio.univ-mosta.dz).

I.3.4. Utilisateurs

Un SIG est principalement un outil dont l'exploitation et les résultats dépendent de ses utilisateurs. Il est destiné à une vaste communauté d'utilisateurs, allant des concepteurs et des administrateurs de systèmes, jusqu'aux professionnels qui intègrent la dimension géographique dans leur travail quotidien.

Cette communauté d'utilisateurs des SIG est extrêmement diversifiée, comprenant des ingénieurs, des géographes, des urbanistes, des décideurs politiques, des chercheurs et bien d'autres. Chacun de ces utilisateurs tire parti des fonctionnalités spécifiques des SIG pour répondre à ses besoins particuliers.

Les utilisateurs des SIG jouent un rôle crucial dans l'exploitation optimale de ces outils en utilisant les fonctionnalités pour collecter, gérer, analyser et visualiser les données géographiques. Leur expertise et leur compréhension des enjeux géographiques permettent de tirer le meilleur parti des capacités offertes par les SIG et de prendre des décisions éclairées basées sur les informations géographiques.

I.3.5. Méthodes

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation (Faye&Sylla, 2022):

- Intégrité des données ;
- Confidentialité des données.

I.4 Domaines d'utilisation des SIG

La capacité des SIG de gérer l'information spatiale et à confronter des informations issues de cartes distincte a facilité la prise de décision.

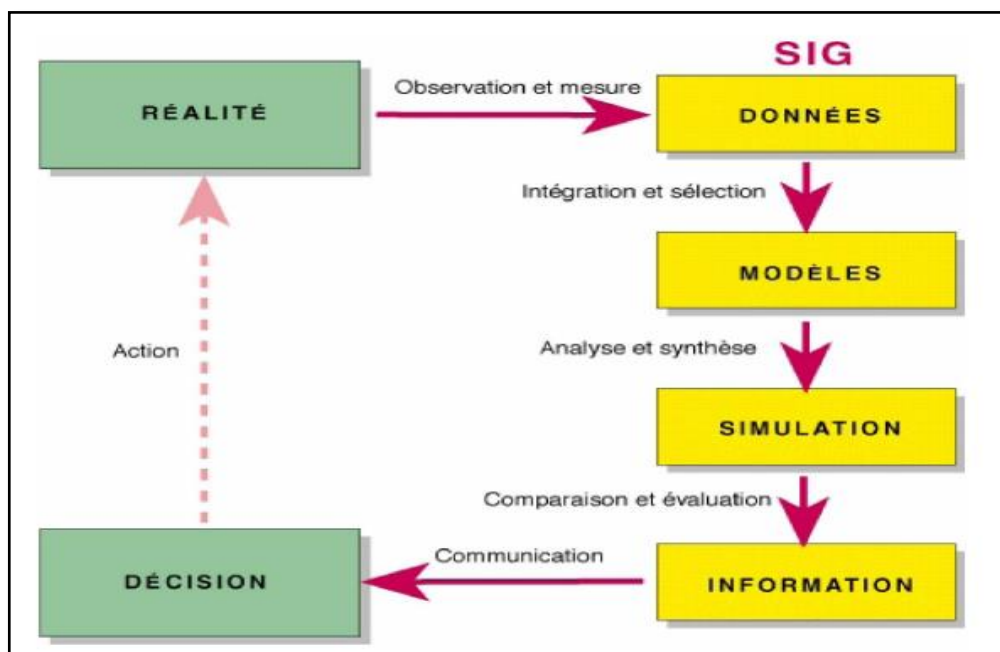


Figure I.1: L'utilité d'un SIG (Faye&Sylla, 2022)

Les SIG ont gagné en importance en proposant des solutions pratiques dans divers domaines :

- Aménagement du territoire : élaboration plans d'urbanisme, tracés routiers, autoroutiers ou ferroviaires et l'étude d'impact, etc.
- Gestion urbaine : gestion des voiries, réseaux de distribution, du patrimoine et de la sécurité, etc.

- Circulation et conduite automobile : suivi de flottes des véhicules, assistance à la conduite informatisée, etc.
- Agriculture : génie rural, gestion des ressources en eau, suivi et prévision des récoltes, gestion des forêts, etc.
- Protection de l'environnement : délimitation des zones sensibles, changements environnementaux, détection des pollutions, préservation des paysages, etc.
- Risques naturels et technologiques majeurs : détermination et suivi des zones à risque, prévention des catastrophes, gestion des situations d'urgence, etc.

Dans tous ces domaines, les SIG offrent des outils et des fonctionnalités permettant de recueillir, et visualiser des données géographiques pour une prise de décision éclairée et une gestion efficace des problématiques spécifiques à chaque domaine.

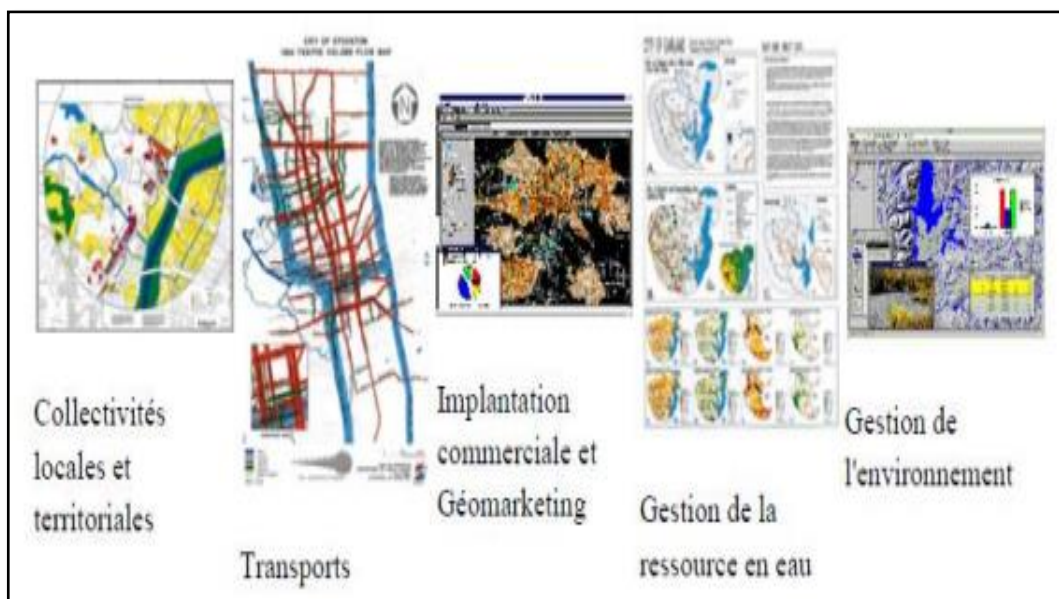


Figure I.2 : Domaines d'application des SIG (Chahinez.L, 2021)

I.5 Avantages de l'utilisation des SIG

- Le stockage et l'extraction des données sont généralement économiques.
- L'accès aux données est facile et rapide.

- Les SIG permettent de réaliser des mesures sur les cartes, des superpositions de données, des transformations et des conceptions graphiques.
- Les modèles à caractère géographique peuvent être testés et analysés de manière répétée et facile.
- Les études diachroniques, qui portent sur les changements intervenus entre plusieurs dates, peuvent être réalisées facilement.
- Les SIG permettent d'utiliser des outils de conception graphique interactifs et des traceurs automatisés pour la création et la production de cartes.

L'utilisation des SIG offre donc plusieurs avantages, telle la facilité d'accès aux données, la flexibilité dans les analyses et les tests, la visualisation graphique interactive et la production efficace de cartes.

I.6 Contraintes de SIG

- Manque du personnel professionnel et compétent : L'une des contraintes majeures des SIG est le manque de professionnels formés et compétents pour gérer et utiliser efficacement ces systèmes. Cela peut limiter la capacité des organisations à tirer pleinement parti des avantages des SIG.
- Problèmes techniques pour l'acquisition des données : L'acquisition de données géo spatiales précises et fiables peut être un défi technique. Cela peut inclure des problèmes tels que la disponibilité limitée des données, la qualité des données existantes et les difficultés liées à la collecte de nouvelles données.
- Non standardisation des formats de données : Les formats de données géospatiales ne sont pas toujours standardisés, ce qui peut compliquer l'échange et l'intégration des données entre différents systèmes SIG. Cela peut entraîner des problèmes de compatibilité et de conversion des données.
- La gestion de temps dans les SIG peut être complexe, en particulier lorsqu'il s'agit de suivre les changements et les évolutions dans l'espace géographique. Il peut y avoir un manque d'outils spécifiques pour la gestion temporelle des données géo spatiales, ce qui peut limiter la capacité à analyser les tendances et les modèles temporels.

Il est important de prendre en compte ces contraintes lors de la mise en place et de l'utilisation des SIG, afin de développer des solutions adaptées et de maximiser les avantages de ces systèmes.

I.7. Fonctionnement du SIG

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie (biblio.univ-antananarivo.mg).

Ils proposent une représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatiale en se basant sur deux modèles.

I.7.1. Modèle raster ou maillé

Le monde réel est représenté dans les SIG par un maillage régulier composé de cellules, qui sont les unités de base pour décrire les surfaces. Chaque cellule est associée à une valeur spécifique. Le choix entre différents modèles de représentation dépend de divers facteurs tels que les sources de données disponibles, le matériel utilisé et les objectifs d'utilisation du SIG (Chakroun.H, 2014).

La flexibilité des SIG permet généralement la conversion des données d'un format à un autre. Cela signifie que les utilisateurs peuvent facilement transformer les données géographiques d'un type de format à un autre, en fonction de leurs besoins spécifiques. Cette capacité de conversion est particulièrement utile pour intégrer et analyser des données provenant de différentes sources, facilitant ainsi l'intégration et l'interopérabilité des données géographiques dans les SIG.

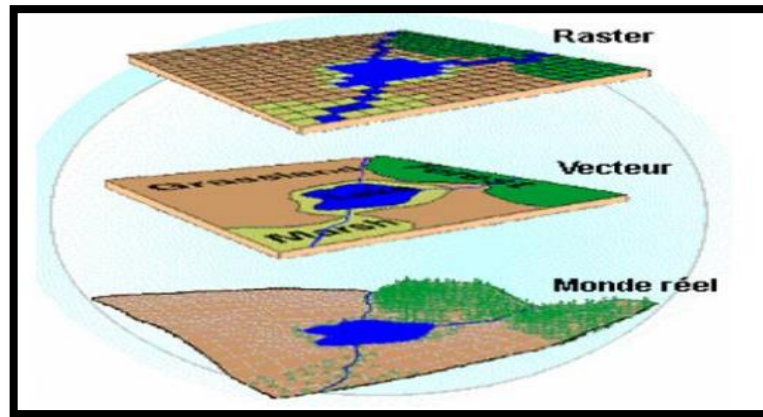


Figure I.3: Modèle de représentation des SIG (Chahinez.L, 2021)

I.7.2. Modèle vectoriel

L'ensemble des objets sont représentés par les éléments géométriques que sont les points, les lignes ou les polygones, définies en coordonnées réelles (X, Y) (Chakroun.H, 2014).

Tableau I-1 Comparaison entre le mode raster et vecteur des données (Chahinez.L, 2021)

	Avantages	Inconvénients
Raster	<ul style="list-style-type: none"> - Il est plus facile d'écrire des programmes pour traiter les données - Modèle assurant une meilleure compatibilité avec les données maillées telles que images satellitaires numériques - Meilleure compatibilité avec certaines sorties du type traceurs à jet d'encre ou terminaux graphiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Requier beaucoup de mémoire pour des bases de données contenant beaucoup d'attributs - Difficultés à représenter exactement les lignes (lignes topographiques, route, chemins de fer, etc.) à moins que la taille de la cellule soit petite. - Nécessité de disposer d'un dispositif de conversion vecteur raster pour intégrer des données vecteur
Vecteur	<ul style="list-style-type: none"> - Beaucoup moins de mémoire requise - Possibilité de représenter la carte dans sa résolution initiale - Possibilité de représentation d'attributs multiples. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les fonctions spatiales d'analyse sont beaucoup plus complexes - Certaines données de variable continues (ex: altitude, images satellitaires) ne peuvent être représentées sans traitement préalable.

I.8 Base de données

Dans un système d'information géographique (SIG), l'information spatiale est représentée par des objets graphiques tels que des lignes, des points ou des polygones qui sont affichés sur des cartes (Chakroun.H, 2014). Ces objets géographiques sont associés à des données attributaires ou des informations descriptives qui fournissent des détails supplémentaires sur les caractéristiques de ces objets.

Les données attributaires peuvent prendre la forme de statistiques ou de données alphanumériques, telles que la pente du terrain, le type de sol, le couvert végétal, etc. Elles fournissent des informations contextuelles qui complètent la représentation spatiale des objets géographiques.

Pour organiser ces données attributaires de manière structurée, elles sont généralement stockées dans une table attributaire. Cette table contient des colonnes correspondant aux différents attributs des objets géographiques et des lignes correspondant à chaque objet individuel. Ainsi, la table attributaire permet de stocker et de gérer efficacement les informations descriptives liées à l'information spatiale dans un SIG.

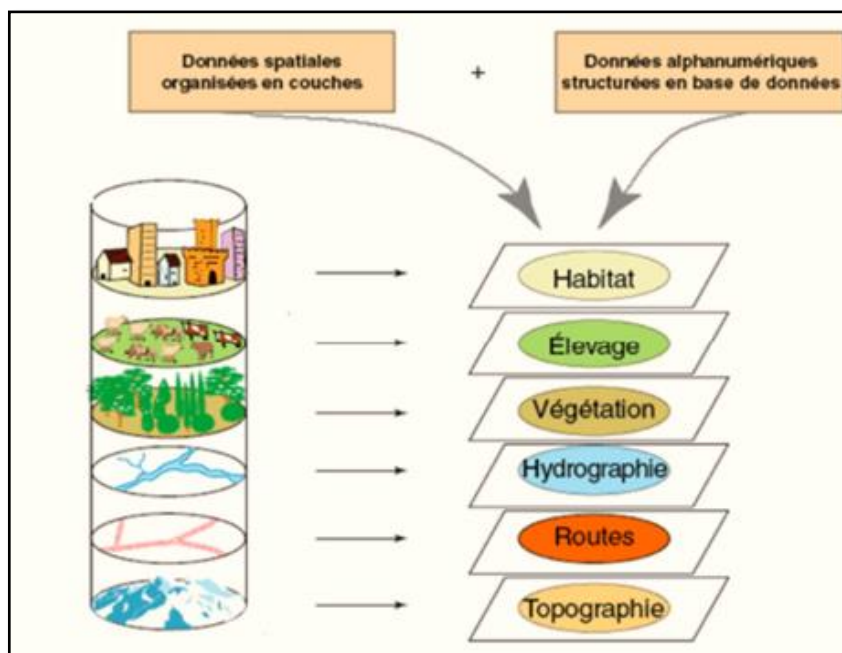


Figure I.4: Données des SIG (<http://www.cartographie.ird.fr>, s.d.)

I.8.1. Création de la base de données

Les données utilisées dans un système d'information géographique (SIG) sont des observations brutes qui, après leur traitement, deviennent des informations utiles pour la conception de la base de données (Abdelbaki.C, 2014). Ces données peuvent être de différentes natures et sont généralement organisées de manière structurée. Voici quelques exemples :

- Nature variable : il s'agit de fichiers géographiques qui peuvent contenir des informations diverses;
- Point : représentant des éléments spécifiques tels que des vannes, des forages, des réservoirs, etc ;
- Ligne : représentant des éléments linéaires comme des conduites, des routes, etc;
- Surface ou région : représentant des zones spécifiques telles que des îlots, des bâtiments;
- Structure variable : utilisée pour représenter des données avec une structure flexible;
- Maillée ou raster : utilisée pour les données sous forme d'images satellites ou d'autres types de données maillées;
- Vectorielle : utilisée pour représenter des limites, des contours ou d'autres objets géographiques sous forme de vecteurs;
- Source variable : cela peut inclure différentes cartes, plans ou autres données spécifiques à la zone d'étude, tels que des plans de réseaux, des profils en long, etc;
- Les données associées sont généralement organisées sous forme de tables, où chaque ligne représente un enregistrement et chaque colonne correspond à un attribut spécifique;
- Les noms des attributs sont introduits champ par champ selon leur type, qui peut être caractère, entier, flottant, virgule fixe, date;

En résumé, les données utilisées dans un SIG sont de nature variée et sont organisées de manière à fournir des informations pertinentes pour la conception et la gestion de la base de données géographiques.

1.8.2. Modélisation des données spatiales

1.8.2.1. Notion de couche

Une couche est un plan réunissant normalement des éléments géographiques de même type. Elle peut aussi être vue comme un compartiment logique du système d'information.

De manière générale, on met sur une même couche des entités de même classe, par exemple toutes les rivières, toutes les limites municipales, tous les conduits d'égouts (Chakroun.H, 2014) Plus précisément, on prévoit une couche par entité géographique

I.9 La Télédétection

La télédétection est un domaine scientifique qui englobe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour observer, interpréter et gérer l'espace géographique en utilisant des mesures et des images acquises à partir de plates-formes aériennes, spatiales, terrestres ou maritimes.

Les données géographiques présentent une complexité due à des informations telles que la position, la taille relative par rapport à la réalité et les relations de voisinage entre les données.

Ces aspects se traduisent comme suit :

- **La topologie** : c'est la position relative d'un objet par rapport à ses voisins. Quand on lit une carte ou un plan, on décode naturellement la topologie (la mosquée est au milieu du village, il existe un chemin qui relie un endroit à un autre,...).
- **L'échelle** : définie comme le rapport entre la distance sur la carte et la distance sur le terrain. Elle correspond à un degré de généralisation de la représentation graphique (perte partielle d'information).
- **La géo-référence** : un repère qui permet d'identifier chaque point du globe d'une manière unique. Un point est repéré par sa longitude et sa latitude sur la Terre qui a une forme approximative d'ellipsoïde ;
- **Les projections** : un système de coordonnées projetées se définit sur une surface plane, à deux dimensions, il possède des longueurs, des angles et des surfaces constants dans les deux dimensions contrairement à un système de coordonnées géographiques. Les méthodes de projection varient par les surfaces développables. Elles définissent les formes de projection. Les exemples les plus courants sont : les cônes, les cylindres et les plans.

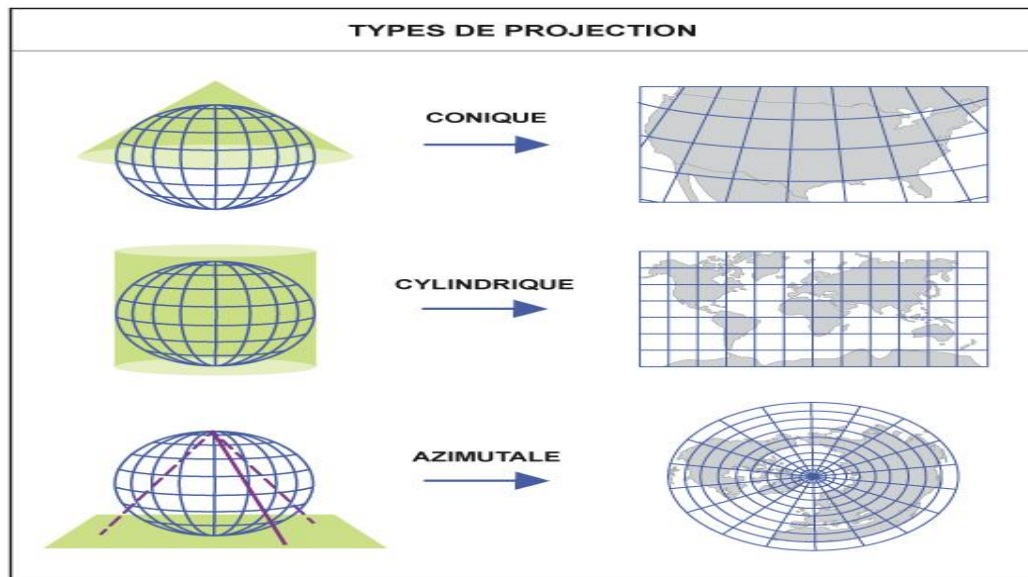


Figure I.5: Types de projections (<http://www.cartographie.ird.fr>, s.d.)

I.10 Présentation du logiciel ArcGis :

ArcGIS est un logiciel de système d'information géographique (SIG) développé par la société américaine ESRI. Il propose une gamme de produits variés, notamment :

- ArcView, ArcEditor et ArcInfo : des logiciels de SIG bureautique offrant différentes fonctionnalités et niveaux de capacité.
- ArcIMS, ArcGIS Server et ArcGIS Image Server : des logiciels de SIG serveur permettant de publier et de partager des données géographiques sur le web.
- Extensions pour développeurs : des outils et des extensions permettant aux développeurs de personnaliser et d'étendre les fonctionnalités des logiciels de SIG bureautique.
- ArcPad et ArcGIS pour travail de terrain : des applications SIG mobiles destinées aux travaux sur le terrain.

Ces différentes gammes de produits offrent des solutions flexibles et puissantes pour la capture, la gestion, l'analyse et la visualisation des données géographiques.



Figure I.6: ArcGIS (Denis.A, 2014)

Le logiciel ArcGIS offre de nombreuses fonctionnalités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales. Il permet d'appliquer des analyses basées sur la localisation et la géographie dans diverses activités, en faisant émerger de nouvelles informations à partir des données. Il facilite également le partage et la collaboration avec d'autres utilisateurs via des applications, des cartes et des rapports.

ArcGIS propose des outils contextuels pour la cartographie et l'analyse spatiale, ce qui nous a permis d'élaborer ce travail de cartographie et de création de la base de données pour la gestion du réseau d'alimentation en eau potable des villes côtières de la wilaya de Tipasa.

Le logiciel présente différents menus et barres d'outils pour faciliter les actions. Voici une brève description des principaux menus :

- Le menu Fichier permet de créer, ouvrir, fermer et enregistrer des projets.
- Le menu Editer offre des fonctionnalités d'édition des entités géographiques, telles que copier, coller, ajouter ou supprimer.
- Le menu Couche gère l'ajout ou la suppression de couches (vecteurs, rasters ou WMS) dans le projet, ainsi que la gestion des couches.

- Le menu Préférences permet de configurer les propriétés du projet et du logiciel en général.
- Le menu Aide fournit des éléments d'aide complémentaires.

ArcGIS est disponible à trois niveaux fonctionnels, du plus simple au plus avancé : ArcView, ArcEditor et ArcInfo. Chaque niveau offre des fonctionnalités spécifiques pour l'utilisation, la création et la mise à jour des données géographiques (Valère.N).

En résumé, ArcGIS est un outil puissant qui permet la gestion et l'analyse des données spatiales, la cartographie et la création de bases de données. Il offre une variété de fonctionnalités adaptées aux besoins des utilisateurs, tout en offrant des possibilités d'extension et de personnalisation.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale les systèmes d'information géographique et l'importance de son utilisation dans les différents domaines, à savoir dans le domaine de l'hydraulique.

Dans l'ensemble, les SIG sont un outil précieux pour les professionnels travaillant dans le domaine de l'hydraulique. Ils permettent une gestion plus efficace et durable des ressources en eau, ce qui est crucial pour garantir un accès à l'eau potable pour tous et pour répondre aux besoins futurs en eau.

CHAPITRE II : Les SIG dans la gestion d'un réseau AEP



Introduction

L'information géographique est devenue un domaine d'application de l'informatique qui intéresse des activités de plus en plus variées : production des cartes, recherche pétrolière, géologie, gestion des villes et de l'environnement. Cette liste ne sera pas complète si l'on omettait de mentionner le domaine de la gestion des réseaux d'AEP, où le rôle de l'information géographique semble être en pleine croissance.

II.1 Gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable

La gestion de l'eau est essentielle en raison de la nature de cette ressource, qui présente des défis complexes en termes de gestion en raison de ses multiples fonctions. Les nombreux acteurs impliqués dans la gestion de l'eau sont confrontés à divers problèmes tels que l'appropriation, la maintenance, la production et l'allocation de l'eau. De plus, la gestion de l'eau présente des spécificités importantes liées aux caractéristiques particulières de cette ressource. Pour une bonne gestion de l'eau, il est essentiel de prendre en compte tous les aspects quantitatifs et qualitatifs. Il est évident que les problèmes liés à la quantité d'eau disponible et à sa qualité ne peuvent pas être traités de manière isolée (Mortier.V, 2001).

L'objectif de la gestion d'un réseau d'AEP est d'assurer les fonctions de stockage, distribution et de production, et cela pour optimiser la consommation et minimiser les fuites du réseau (Putz.C, Février 2003)

Actuellement pour pouvoir alimenter une localité en eau, Il faut que cette eau soit apte à être consommée, et qui devra satisfaire à certaines normes de qualité, Ainsi fournit sous une pression minimale en quantité suffisante (pour satisfaire les besoins des localités) (Benyahia).

Les exploitants des réseaux d'AEP sont confrontés à plusieurs défis. Parmi ceux-ci, on peut citer :

- Démographie galopante : La croissance rapide de la population exerce une pression accrue sur les ressources en eau. Les exploitants doivent faire face à une demande croissante en eau potable et s'assurer que l'approvisionnement en eau est adapté aux besoins de la population en expansion.

- Urbanisation mal contrôlée : L'urbanisation rapide et désorganisée entraîne des défis pour les exploitants des réseaux d'AEP. Ils doivent s'adapter aux nouvelles zones urbaines en fournissant une infrastructure adéquate pour l'alimentation en eau potable.
- Réseaux mal connus : Dans de nombreux cas, les réseaux d'AEP existants sont mal cartographiés ou mal documentés. Les exploitants doivent faire face à des informations limitées sur les infrastructures existantes, ce qui rend la gestion et la maintenance des réseaux plus difficiles.
- Déficit de la ressource : Dans certaines régions, il peut y avoir une pénurie d'eau, ce qui complique davantage la tâche des exploitants des réseaux d'AEP. Ils doivent trouver des moyens de maximiser l'utilisation des ressources disponibles et de gérer efficacement la demande en eau.
- Gestion administrative laborieuse : La gestion des réseaux d'AEP implique souvent des procédures administratives complexes et des réglementations gouvernementales. Les exploitants doivent naviguer à travers ces exigences bureaucratiques pour assurer un fonctionnement efficace des réseaux.
- Consommation incontrôlée : Une consommation d'eau non contrôlée peut entraîner un gaspillage et une surcharge des réseaux d'AEP. Les exploitants doivent mettre en place des mesures de gestion de la demande et de sensibilisation à l'utilisation responsable de l'eau.

Face à ces défis, les exploitants des réseaux d'AEP doivent mettre en place des moyens modernes et efficaces de gestion, tels que l'utilisation des SIG, la surveillance en temps réel des réseaux, afin d'assurer une gestion optimale de l'alimentation en eau potable.

II.1.1. Gestion classique des réseaux d'alimentation en eau potable

La manipulation des supports cartographiques utilisés pour représenter les réseaux peut être difficile. De plus, la gestion de ces supports est limitée, car les informations relatives aux réseaux sont directement intégrées aux objets graphiques sur le support. Cette approche peut entraîner une surcharge du support, rendant certaines informations illisibles.

La gestion classique de ces supports cartographiques présente plusieurs problèmes, notamment :

- Archivage des documents cartographiques et fiches techniques : Il peut être difficile de stocker et d'archiver de manière organisée les documents cartographiques et les fiches techniques du réseau. Cela peut entraîner des difficultés lorsqu'il est nécessaire de retrouver une information spécifique.
- Perte de temps dans la recherche d'informations : vu la nature statique des supports cartographiques, il peut être chronophage de rechercher des informations précises. Les utilisateurs doivent parcourir les cartes ou les fiches techniques pour trouver les données requises.
- Difficulté de mise à jour : Les mises à jour des informations sur les supports cartographiques peuvent être complexes. Les changements ou les ajouts doivent être effectués manuellement, ce qui peut entraîner de retards dans la mise à jour des données.
- Risque de perte d'informations : En raison de la nécessité de mémoriser et d'archiver les informations, il existe un risque de perte d'informations importantes. Les erreurs humaines ou les problèmes liés à la gestion des supports peuvent entraîner la suppression ou la perte de données critiques.

Pour remédier à ces problèmes, il est essentiel de mettre en place des systèmes de gestion de l'information géographique (SIG) qui permettent une manipulation plus facile des données spatiales. Les SIG offrent des fonctionnalités avancées telles que la recherche, la mise à jour et l'archivage centralisé des informations, facilitant ainsi la gestion efficace des réseaux et la récupération rapide des données nécessaires.

II.1.2. Gestion informatisée des réseaux

Le complexe des réseaux d'AEP et les défis auxquels sont confrontés les gestionnaires pour anticiper les phénomènes hydrauliques qui se produisent rendent la gestion informatisée essentielle. Les progrès de l'informatique ont rendu cette opération possible.

La gestion informatisée des réseaux d'alimentation en eau potable présente pleines d'avantages, notamment :

- Amélioration des connaissances des réseaux : Elles permettent d'obtenir une meilleure compréhension des réseaux d'eau potable étudiés. Les informations concernant les réseaux peuvent être centralisées et organisées de manière plus efficace, ce qui facilite leur accès et leur utilisation par les gestionnaires.

- Détection et compréhension des désordres : Grâce à la gestion informatisée, il est possible de détecter et de comprendre les problèmes qui peuvent survenir sur le réseau. Par exemple, il est possible de localiser les zones présentant une pression anormale, ce qui peut indiquer la présence des fuites ou d'éléments inconnus. On peut également comparer le temps théorique de fonctionnement des pompes avec le temps réellement mesurés afin de détecter d'autres anomalies.

- Simulation du comportement du réseau : La gestion informatisée peut simuler le comportement de réseau sur une période donnée, ce qui facilite l'optimisation des ressources, capacités de stockage et de pompages. Cette simulation permet également l'étude d'impact des nouvelles consommations ou d'incidents potentiels, et l'adaptation des installations en conséquence.

- Dimensionnement des extensions et des aménagements : Grâce à la gestion informatisée, il est possible de dimensionner de manière plus précise des extensions, renforcements ou des aménagements nécessaires pour répondre aux besoins. Cela permet d'anticiper les contraintes futures et de planifier les actions appropriées.

L'un des avantages essentiels d'un SIG est la centralisation des données spatiales et administratives qui sont liées au fonctionnement de l'ensemble du système d'eau. Cela permet à tous les acteurs concernés d'avoir un accès à une base de données où se trouvent toutes les données nécessaires. Il n'est plus obligé de contacter les différents services séparément, ou de combiner les données provenant des sources différentes, ce qui facilite la coordination et la prise de décision.

II.2. Modélisation des réseaux d'AEP

La modélisation constitue une approche d'investigation non destructive qui, lorsqu'elle est bien réalisée, offre plusieurs avantages (ABDELBAKI.C, 2014):

- Étude diagnostique : Elle permet de comprendre le fonctionnement hydraulique actuel et futur du réseau, afin de détecter ses points faibles et de planifier les renforcements nécessaires à court terme. Cela aide à prendre des décisions éclairées pour améliorer l'efficacité du réseau.

- **Coordination et validation des travaux** : La modélisation permet aux responsables de la distribution de coordonner et de valider les petits travaux en vérifiant leur adéquation et leur cohérence par rapport au fonctionnement global du réseau.

- **Gestion des situations critiques** : Du point de vue de l'exploitation, la modélisation aide à étudier les situations critiques liées à l'indisponibilité de ressources, d'ouvrages de pompage, de stockage ou de canalisations principales. Elle permet de rechercher les meilleures dispositions pour assurer un contrôle adéquat de la pression de distribution tout en réduisant les coûts d'exploitation.

- **Planification des aménagements** : La modélisation facilite la conception, le dimensionnement et la planification des aménagements nécessaires pour répondre à l'évolution des consommations ou à la réglementation en matière de sécurité. Elle permet d'anticiper les besoins futurs et d'élaborer des plans adaptés.

En résumé, la modélisation offre une approche méthodique pour comprendre, optimiser et planifier les interventions sur les réseaux d'eau potable, en prenant en compte les contraintes hydrauliques et les objectifs de gestion. Cela permet de prendre des décisions éclairées et de maximiser l'efficacité de la gestion des réseaux.

II.3 Intérêts de la modélisation des réseaux d'AEP

La modélisation des données joue un rôle crucial dans la conception des bases de données destinées à la gestion du réseau d'eau potable. Elle permet de représenter le monde réel dans toute sa complexité à travers des structures de données. L'objectif de la modélisation est de simplifier la réalité en mettant l'accent sur les phénomènes pertinents tout en éliminant ce qui n'est pas lié à l'objectif poursuivi.

En d'autres termes, la modélisation des données consiste à identifier les entités, les relations et les attributs significatifs liés à la gestion du réseau d'eau potable, et à les représenter de manière structurée. Cela permet de capturer les informations essentielles nécessaires à la gestion du réseau, tout en excluant les détails superflus.

La modélisation des données facilite la compréhension de la réalité complexe du réseau d'eau potable en fournissant une représentation claire et organisée. Elle permet de définir les

entités clés telles que les réservoirs, les canalisations, les points de contrôle, ainsi que leurs attributs pertinents tels que la capacité, la pression, le débit, etc. De plus, elle établit les relations entre ces entités, ce qui permet de représenter les interactions et les dépendances entre les différents composants du réseau.

II.4 Réseaux d'AEP et SIG

Un SIG peut être plus ou moins complet, une simple photographie aérienne numérisée peut être considérée comme un SIG.

De même, pour planifier intelligemment l'extension d'un réseau, il peut être indispensable de connaître le futur environnement de ce dernier, aussi bien topographique (relief exact pour prévoir avec précision les remblais/déblais), géologique (nature des sols) et climatique (prévoir les risques de corrosion) que « socio-économique » l'extension du réseau selon la dynamique des ménages, les catégories socio-professionnelles en présence, etc.) (Kakoutouli&Yikpa, 2019).

De ce fait, les grands gestionnaires de réseaux s'accordent à penser qu'un SIG doit comporter au minimum :

II.4.1. Une cartographie de base (ou fond de plan)

Le fond du plan doit disposer de « l'intelligence » minimum nécessaire aux fonctionnalités du SIG. Alors il organise toutes ces données en créant de façon automatique des relations et hiérarchies entre objets, qu'il s'agisse d'objets digitalisés manuellement ou issus d'autres systèmes.

II.4.2. La cartographie complète du réseau

La gestion spatiale d'un réseau nécessite par ailleurs que l'organisation des données dans les SIG permette un accès rapide à n'importe quel point du réseau modélisé. Ces modalités peuvent être relatives à l'espace géographique (fond de plan) dont le réseau est un sous-ensemble particulier : les différents éléments d'infrastructure peuvent ainsi être mis en relation avec des objets issus de la cartographie de base.

Par exemple, il doit être possible d'identifier un élément du réseau par une adresse (dans le cas de réseaux traversant une zone urbaine, bien que chaque adresse puisse ne pas être un nœud du réseau), par une zone, ou un quartier, etc. Mais les modalités d'accès doivent également pouvoir se référer au réseau : accès à une partie du réseau par identification d'un arc ou d'un nœud, par identification relationnelle et topologique (trouver tous les éléments du réseau se trouvant en aval d'un poste de distribution), par données associées (date de pose, fournisseur) (Václav&Stransky).

II.4.3. Une cartographie du contenu du réseau et des diagrammes

Elles viennent compléter la modélisation du réseau par une description détaillée et structurée de chaque élément de ce dernier. Par exemple, il doit être possible de « zoomer » un nœud du réseau pour visualiser sa structure interne soit sous forme de diagramme (représentation logique des données), soit dans un « schéma » (qui peut d'ailleurs ne contenir que des données graphiques non structurées ou des objets en relation - ou non - avec des objets de l'espace géographique ou avec ceux appartenant à d'autres réseaux).

II.5 Retour d'expérience

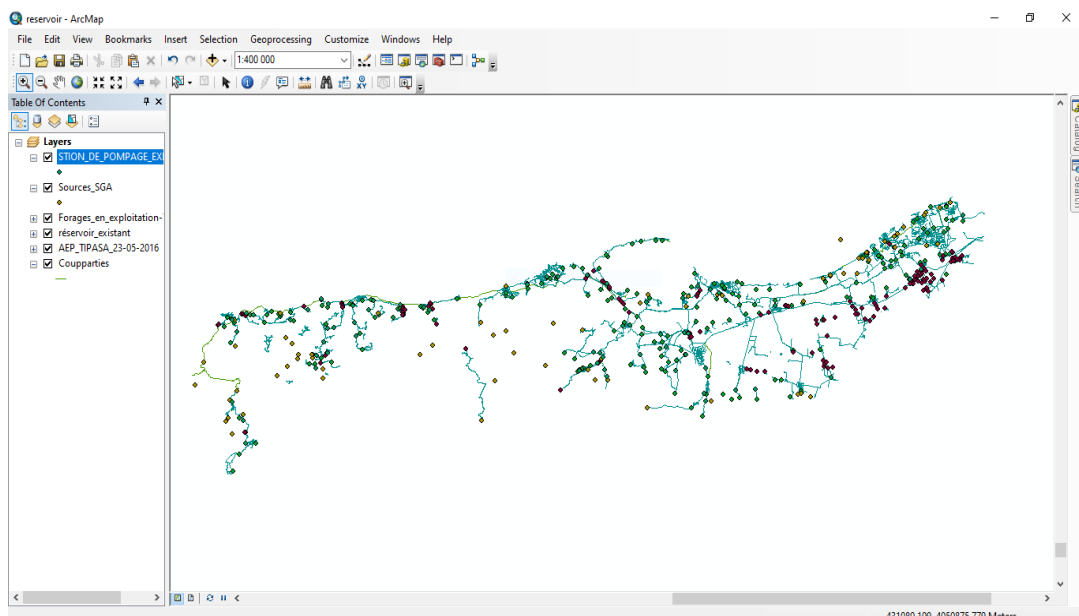


Figure II.1: Projet sur ArcGis ((SEAAL, 2016)

La figure (II.1) représente un projet qui été fait par SEAAL pour la ville de Tipasa .Dans ce projet on voit qu'ils ont créé des points (réservoirs, et nœuds), lignes (conduites), pour que le réseau soit bien défini et par la suite ils ont créés des bases de données pour les stations de pompage (Figure 8), forages, et le tracé des conduites AEP...etc.

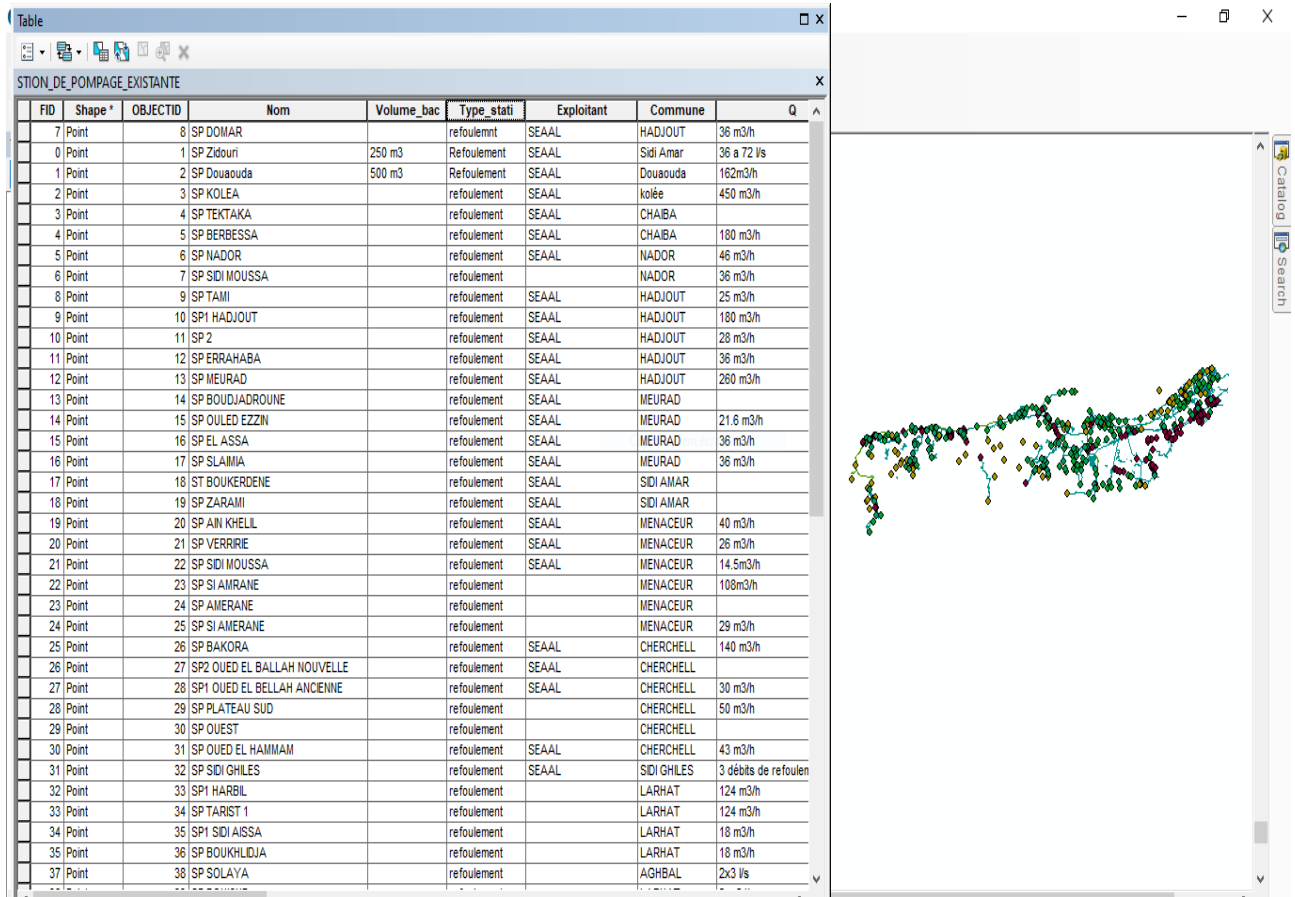


Figure II.2: Bases de données (SEAAL, 2016)

Conclusion

L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans la gestion des systèmes d'alimentation en Eau Potable (AEP) a considérablement amélioré l'accessibilité aux données fiables, ouvrant ainsi de nombreuses possibilités d'utilisation. Les SIG offrent une plateforme puissante pour collecter, organiser, analyser et visualiser les informations géospatiales liées aux réseaux d'AEP.

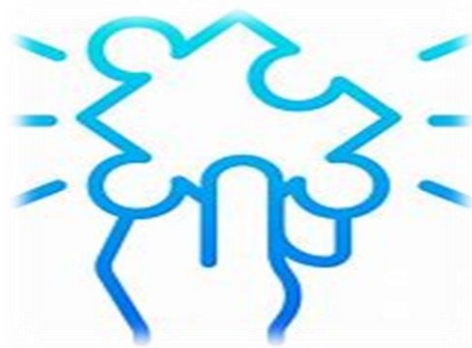
L'un des avantages majeurs des SIG dans la gestion des réseaux d'AEP est la capacité d'accéder facilement à des données fiables. Grâce à la numérisation des cartes et des plans, les

informations relatives aux réseaux d'eau potable peuvent être stockées sous forme électronique, permettant ainsi une consultation et une mise à jour rapides et précises. Cela facilite la gestion des réseaux, en fournissant aux responsables des données actualisées sur les infrastructures, les canalisations, les réservoirs, les vannes, les poteaux d'incendie, etc.

De plus, les SIG offrent des outils d'analyse avancés qui permettent d'explorer et d'interpréter les données géographiques. Les gestionnaires des réseaux d'AEP peuvent utiliser ces outils pour effectuer des analyses hydrauliques, identifier les zones à risque, détecter les fuites, optimiser les itinéraires de maintenance et de réparation, et prendre des décisions éclairées pour améliorer l'efficacité et la performance du réseau.

Les SIG facilitent également la visualisation des données géospatiales, en permettant la création de cartes thématiques, de rapports et de tableaux de bord. Ces représentations visuelles aident les gestionnaires à communiquer efficacement les informations concernant le réseau d'AEP à toutes les parties prenantes, qu'il s'agisse des décideurs, des techniciens, des opérateurs ou des utilisateurs finaux. Cela favorise la compréhension commune des enjeux, des défis et des opportunités liés à la gestion de l'eau potable.

Chapitre III: Présentation de la zone d'étude



Introduction

Ce chapitre est basé sur la présentation de la zone d'étude et les localités concernées par le projet de renforcement du réseau AEP des villes côtières de l'Est de la wilaya de Tipasa

III.1 Présentation du maître d'ouvrage du projet (SEAAL)

SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger), créée en 2006, est un opérateur public en Algérie chargé de la gestion des services d'eau et d'assainissement dans les wilayas d'Alger et de Tipasa. Elle est une filiale de l'Algérienne Des Eaux (ADE) et de l'Office National de l'Assainissement (ONA).

La SEAAL agit en tant qu'opérateur pilote pour la modernisation du service public de l'eau à Alger, couvrant un total de 57 communes à Alger et 28 communes à Tipasa.



Figure III.1: Logo SEAAL

III.1.1. Bureau d'étude de réalisation du projet

SEAAL a confié au bureau d'études HYBACO, l'étude du renforcement en eau potable des villes côtières, à l'Est de Tipasa.

La Sarl HYBACO active dans le domaine avec un agrément délivré par les services du Ministère des Ressources en Eau depuis 1998 à ce jour.



Figure III.2 : Logo HYBACO

Cette étude comporte les deux (02) grandes missions suivantes:

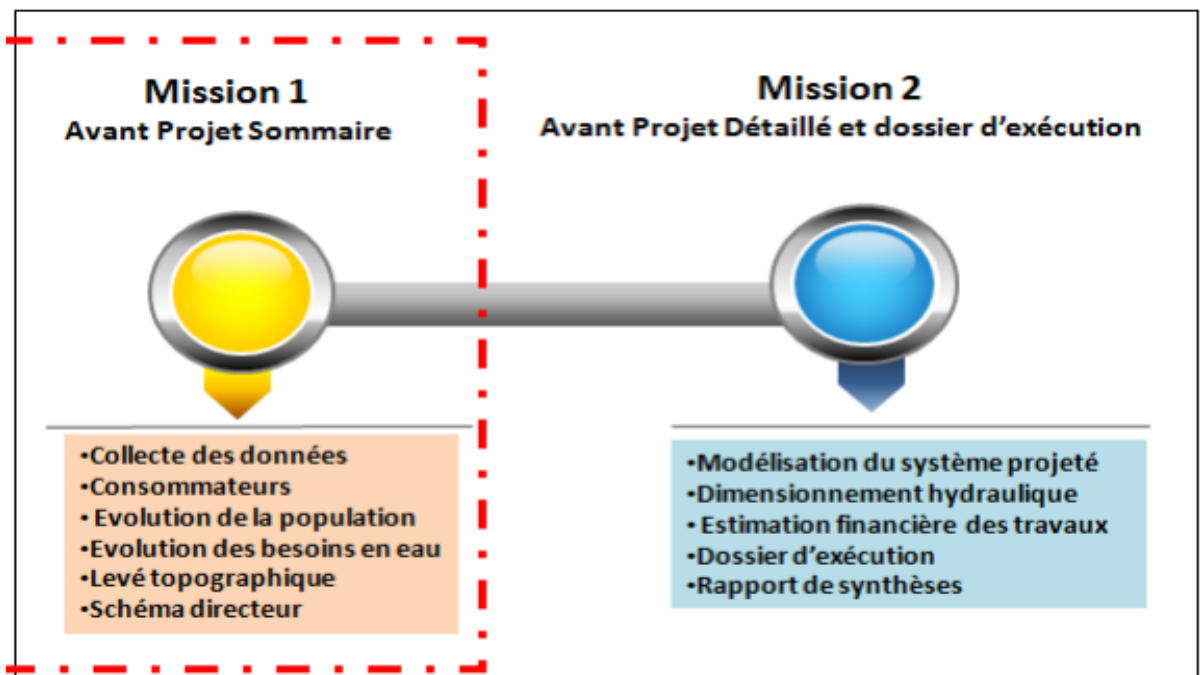


Figure III.3: Mission de bureau d'études HYBACO

III.2 Localités concernées par le projet

Le but de ce travail est de renforcer le système d'alimentation en eau potable de cinq communes côtières, à l'Est de Tipasa :

- ✚ Khemisti ;
- ✚ Ain Tagourait ;
- ✚ Fouka ;
- ✚ Bou Ismail ;
- ✚ Bouharoun.

L'objet précis de cette étude consiste à alimenter depuis la conduite projetée, un ensemble de districts des communes concernées par cette étude.

III.3 Description de la zone d'étude

III.3.1. Situation géographique

La zone d'étude est située au Nord-Est de la wilaya de Tipasa. Cette dernière se situe au Nord du tell central, elle est limitée géographiquement par :

- ✚ La Mer Méditerranée au Nord ;
- ✚ La Wilaya de Chlef à l'Ouest ;
- ✚ La Wilaya de Ain-Defla au Sud-Ouest;
- ✚ La Wilaya de Blida au Sud ;
- ✚ La Wilaya d'Alger à l'Est.

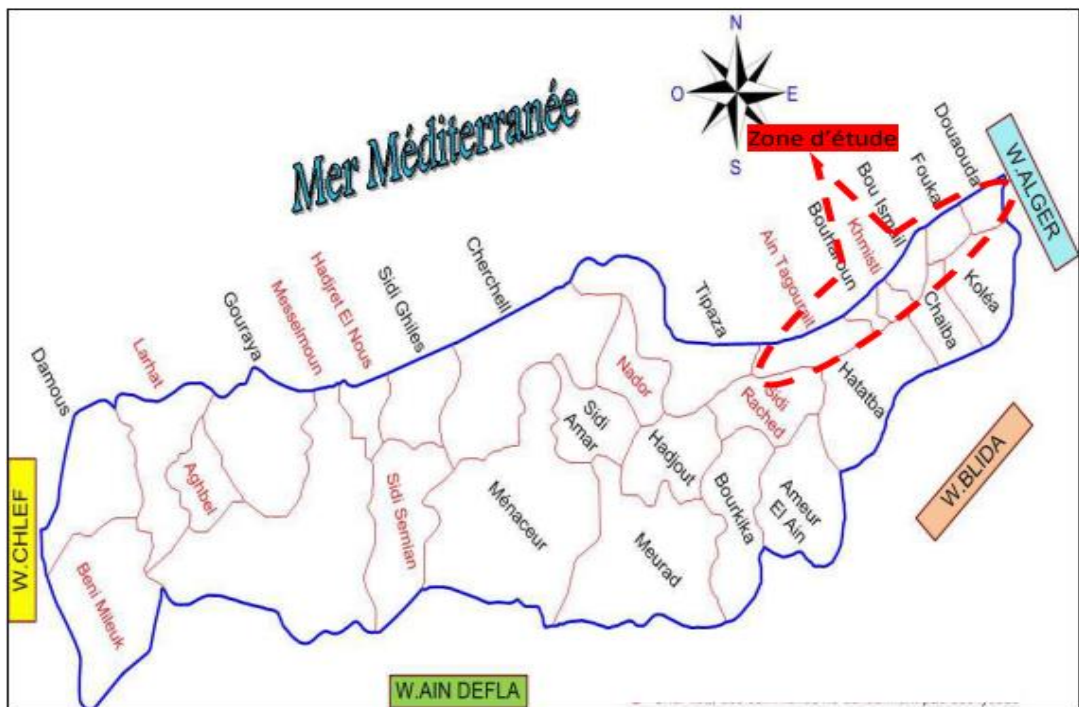


Figure III.4: Situation de la zone du projet

Le territoire de Tipasa couvre une superficie de 1707 Km² qui se répartit en :

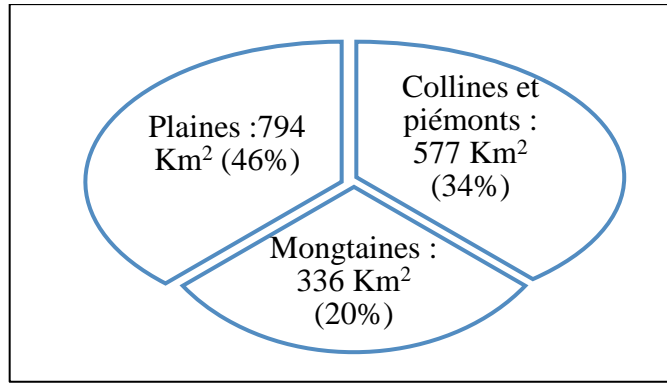


Figure III.5: Schéma du territoire de la wilaya de Tipasa

III.3.2. Relief

Au nord-ouest de la wilaya, la chaîne de montagnes de l'Atlas Blidéen cède la place à deux ensembles importants :

- Montagnes du Dahra et du Zaccar
- Montagne du Chenoua

Au nord-est, la plaine de la Mitidja, qui s'étend principalement dans la wilaya de Blida, est limitée au niveau de la wilaya de Tipasa par le bourrelet formé par le Sahel (altitude moyenne de 230 mètres).

Au nord du Sahel, un cordon littoral présente un rétrécissement progressif et une élévation croissante d'est en ouest, jusqu'à disparaître par endroits à Tipasa et dans les daïras de Cherchell et Sidi-Amar, où le relief très accidenté autour du mont Chenoua présente d'importantes falaises en bordure de la mer.

III.3.3. Hydrographie

Compte tenu de sa position géographique, Tipasa dispose d'un réseau hydrographique important de l'Est en Ouest, à savoir :

- ✚ Oued Mazafran ;
- ✚ Oued el Hachem ;
- ✚ Oued Djer ;
- ✚ Oued Damous.

III.3.4. Climatologie

III.3.4.1. Climat

Tipasa se trouve dans une zone bioclimatique, qui est subdivisée en deux variantes :

-La variante subhumide, caractérisée par un hiver doux dans la partie nord.

-La variante subhumide, caractérisée par un hiver chaud dans la partie sud.

Le vent a des fréquences variables tout l'année, avec une prédominance des vents du sud et de l'ouest. Le Sirocco est rarement enregistré pendant l'hiver, tandis que les gelées sont fortement influencées par l'altitude.

III.3.4.2. Pluviométrie

Les précipitations annuelle moyenne dans la région sont comprise entre 400 et 800 mm, nous prenons en considération la valeur de $P_{\text{moy}} = 675$ mm.

Tableau III-1: Précipitations annuelle

Année	1993	1994	1996	2003	2004	2005
P annuel (mm)	391	508	808	760	848	738

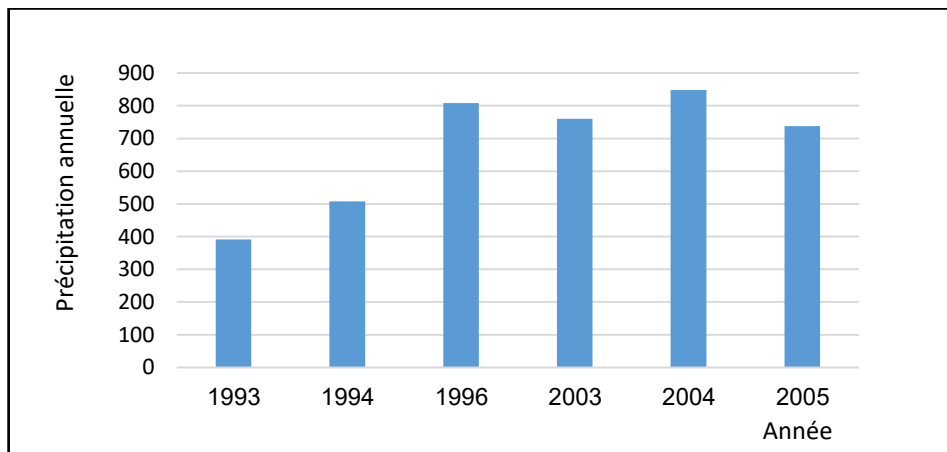


Figure III.6 Histogramme des précipitations annuelle de Tipasa

III.3.4.3. Températures

La partie d'étude est une zone côtière où la température moyenne mensuelle varie entre $13,07^{\circ}\text{C}$ et $27,13^{\circ}\text{C}$. Les mois les plus chauds sont juillet et août, avec des températures

moyennes allant de 25°C à 27°C. Les mois les plus froids se situent entre décembre et février, avec une moyenne inférieure à 15°C. La répartition mensuelle des températures est donnée dans le tableau 2 :

Tableau III-2: Variation de la température mensuelle de la wilaya de Tipasa

Mois	Jan	Fér	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T °C	13,07	13,07	14,87	16,9	19,07	22,77	25,93	27,13	24,13	22,4	16,93	14,4

III.3.4.4. Humidité

L'humidité relative mensuelle moyenne est de 68 %.

Tableau III-3: Humidité mensuelle de la wilaya de Tipasa

Mois	Jan	Fér	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité relative%	69	68	75	63	66	71	76	71	65	62	64	64

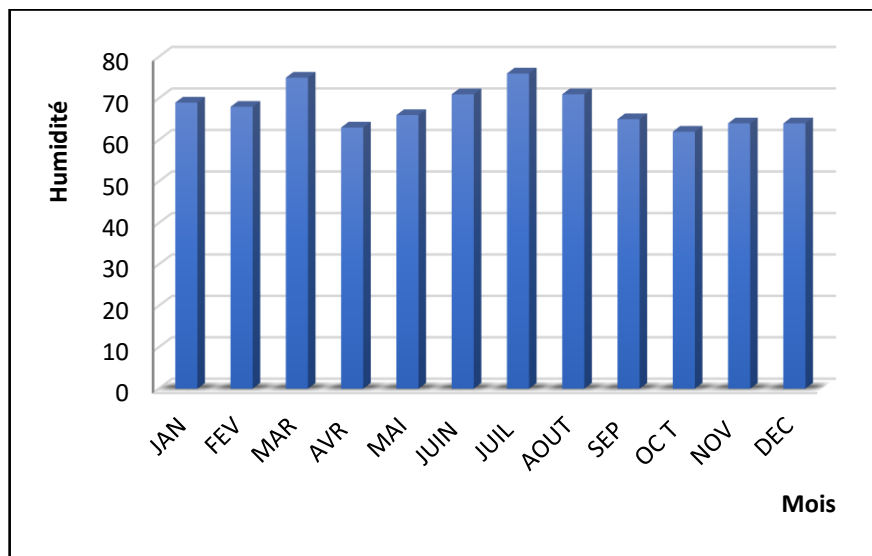


Figure III.7: Humidité relative mensuelle de Tipasa

III.3.4.5. Evaporation

Le tableau ci-dessous montre les répartitions mensuelles de l'évaporation qui est très élevé dans les mois Août et Octobre.

Tableau III-4: Evaporation mensuelle de Tipasa

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mar	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Evaporation (mm)	65	56	57	73	69	71	75	93	84	97	60	68

III.3.5. Ressources en eau

La wilaya de Tipasa est desservie en eau potable, d'après les nappes souterraines, les eaux superficielles et l'eau de mer dessalée.

III.3.5.1. Ressources en eau souterraines

Les ressources souterraines sont exploitées par :

- a) Nappe de la Mitidja où cinq champs captant sont implantés :
 - champ captant Koléa
 - champ captant Berbessa
 - champ captant Tektaka
 - champ captant Lac Halloula
 - champ captant Hadjout
- b) Nappe de l'oued Nador.
- c) Nappe du littoral du Sahel.

III.3.5.2. Ressources en eau superficielles

Les ressources superficielles sont mobilisées par :

- a) Barrage Boukerdane.
- b) Prise sur l'oued Nador qui refoule en hiver dans le lac du barrage Boukerdane.

III.3.5.3. Ressources en eau non conventionnelles

Elle dispose de deux ouvrages de dessalement de l'eau de mer.

- Station de dessalement de Bou Ismaïl (5000 m³/jour).
- Station de dessalement de Fouka (120000 m³/jour).

N.B : notre réseau est alimenté depuis de la station de dessalement Fouka (120000m³) vers Mouaz (30000m³).

III.4 Description du système d'alimentation en eau potable existant

L'alimentation en eau potable de ces communes côtières concernées par l'étude, se fait principalement depuis le complexe Mouaz, ainsi qu'à partir des champs captant Tektaka,

Berbessa et Halloula.

Le complexe Mouaz est un élément clé du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la wilaya de Tipasa. Situé dans cette région, il joue un rôle vital en fournissant de l'eau à dix-sept communes via un nouveau réseau de 117 km.

L'approvisionnement en eau du complexe Mouaz provient principalement de la station de dessalement d'eau de mer de Fouka, qui produit environ 70 000 m³/jour. De plus, une partie de l'eau est également captée à partir du champ de captage de Koléa. Il convient de noter que la capacité nominale de la station de dessalement d'eau de mer de Fouka est d'environ 120 000 m³/jour, répartis entre les besoins du complexe Mouaz de Tipasa et du complexe Sahel d'Alger.

Ces installations de traitement de l'eau jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement en eau potable de la région de Tipasa, garantissant ainsi un approvisionnement en eau suffisant pour répondre aux besoins des différentes communes desservies. Le complexe est composé des ouvrages suivants :

- ✚ Réservoir de 30 000 m³ composé de deux compartiments de 15 000 m³ chacun ;
- ✚ Réservoir de 5 000 m³ composé de deux compartiments de 2500 m³ chacun.

A noter qu'une étude de sécurisation de ce complexe depuis le système d'AEP d'Alger est en cours de réalisation.

1. La commune de Fouka est alimentée par le réservoir Mouaz par deux conduites en DN400 et 300, ainsi qu'à partir du système 117 km (il s'agit du système de transfert à partir du réservoir Mouaz par des conduites en fonte, DN 800, 700, 500 et 300 sur une longueur de 117km, permettant d'alimenter les communes côtières de l'Est de la wilaya de Tipasa).

2. La commune de Bou Ismail est alimentée avec les champs de captage Berbassa et Tektaka, ainsi qu'à partir du système 117 km.
3. La commune de Khemisti est alimentée par le système 117km.
4. Quant aux deux communes Bouharoun et Ain Tagourait, qui sont alimentées à partir les réservoirs (2*1000m³) Saidia, à son tour, alimentés depuis le système 117km, ainsi qu'à partir du champ de captage Halloula.

III.5 Description du système de renforcement projeté

Le système de renforcement projeté doit être dimensionné de manière à ce qu'il soit capable de sécuriser les communes côtières de l'Est de Tipasa surtout en périodes de pointes.

Un tracé a été identifié en concertation avec les exploitants du réseau ainsi que la direction des ressources en eau de Tipasa et validé par la DRE, ce tracé est illustré dans la figure au-dessous.

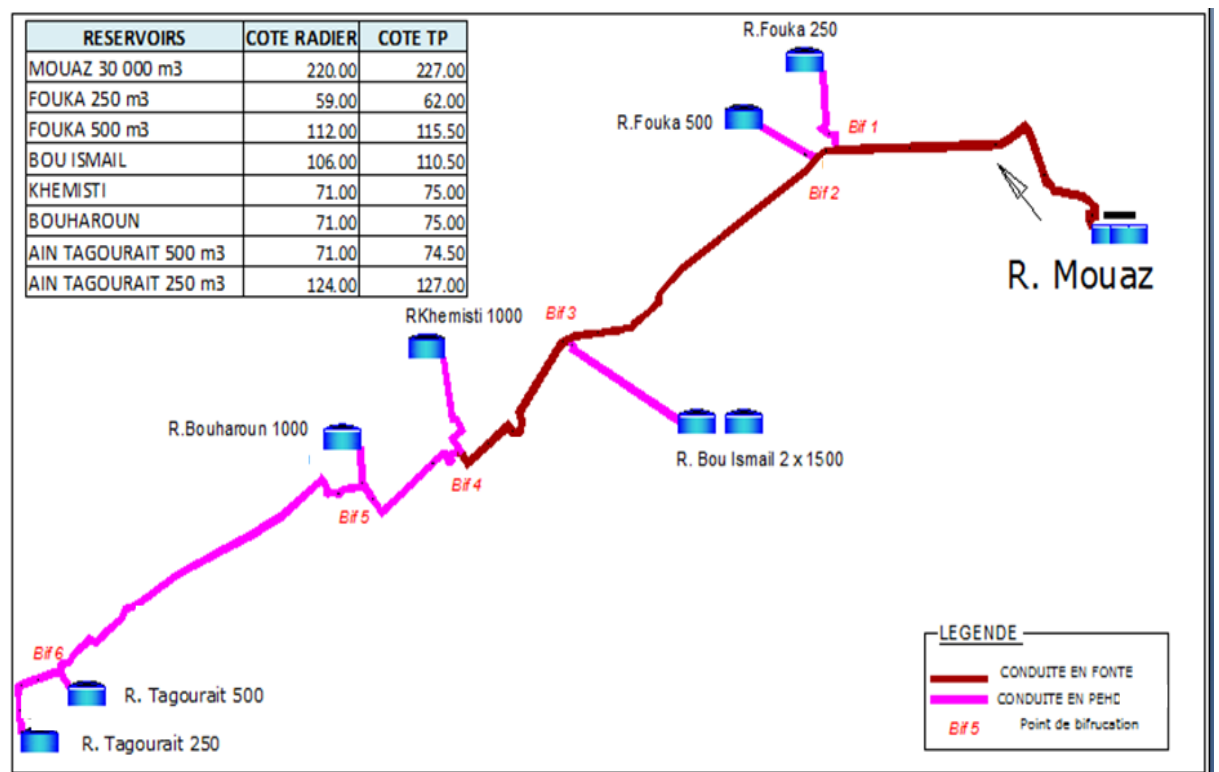


Figure III.8: Tracé de la conduite projetée de la zone d'étude (SEAAL)

Le linéaire des conduites de production à projeter à partir du complexe Mouaz jusqu'au réservoir de 250 m³ d'Ain Tagourait y compris les bifurcations vers les réservoirs à alimenter est définie dans le tableau au-dessous

Tableau III-5: Linéaire de la conduite à projeter(SEAAL)

Tronçons	Longueur (ml)
R 30000 Mouaz - PT BIF. 1	4 910
PT BIF. 1- R 250m³ Fouka	621
PT BIF. 1- PT BIF. 2	316
PT BIF. 2- R 500m³ Fouka	385
PT BIF. 2- PT BIF. 3	4 656
PT BIF. 3- R (2x1500m³) Bousmail	208
PT BIF. 3- PT BIF. 4	2 648
PT BIF. 4- R 1000m³ Khemisti	605
PT BIF. 4- PT BIF. 5	2 060
PT BIF. 5- R 1000m³ Bouharoun	93
PT BIF. 5- PT BIF. 6	5 617
PT BIF. 6- R 500m³ Ain Tagourait	64
PT BIF. 6- R 250m³ Ain Tagourait	1 367
Linéaire total	23 550

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté toutes les points qui concernent notre zone d'étude et le réseau d'alimentation en potable qu'on dimensionnera par la suite. Nous nous intéressons dans le prochain chapitre au calculs des besoins en eau des cinq villes de Est de la wilaya de Tipasa.

Chapitre IV: Estimation des besoins



Introduction

Cette section de l'étude vise à évaluer la consommation d'eau potable de l'agglomération de la zone d'étude, et son estimation sur une période de 30 ans. L'estimation des besoins en eau de la population est réalisée en prônant on considération les différents régimes de consommation, tels que la consommation moyenne quotidienne, la consommation maximale quotidienne et la consommation maximale horaire.

IV.1 Estimation de la population

Les principales sources d'informations qui sont à notre disposition pour mener cette analyse sont les données transmises SEAAL, les données de l'année référence 2008 , les coefficients d'accroissement de chaque communes concernée par l'étude, à l'aide desquels on pourra calculer toutes les prévisions d'accroissement de la population actuelle et moyen et long terme.

L'estimation de nombre d'habitants à long terme se fait à partir de la formule qui suit:

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

Avec :

- P_n : Population futur à l'horizon (habitant) ;
- P_0 : Population actuelle (référence) (habitants) ;
- τ : Taux d'accroissement (%) ;
- n : Intervalle d'année séparant P_0 et P_n .

Remarque 1 : Pour notre projet la durée d'utilisation à prévoir est de $n = 30$ ans.

L'estimation de la population est présentée dans les tableaux et les figures

suiuants $P_{2023} = 48\ 959 (1 + 0.025)^{15} = 70907$ habitants

Tableau IV-1: Estimation de la population de la zone d'étude

communes	Taux d'accroissement (%)	RGPH 2008	Estimation de la Population à l'horizon- habitants			
			2023	2033	2043	2053
Fouka	2.5	48959	70907	90767	116190	148732
Bous mail	0.8	41684	46976	50872	55092	59661
Khemisti	1.9	15128	20063	24218	29233	35287
Bouharoun	1.5	9922	12405	14396	16707	19390
Ain Tagourait	1.4	10411	12825	14738	16936	19463
Total	126104		163176	194991	234158	282533

La consultation des résultats de la population nous permet d'évaluer la situation démographique des zones concernées par l'étude, Donc on a trouvé que la population totale pour l'année 2053 est de **282533 habitants**.

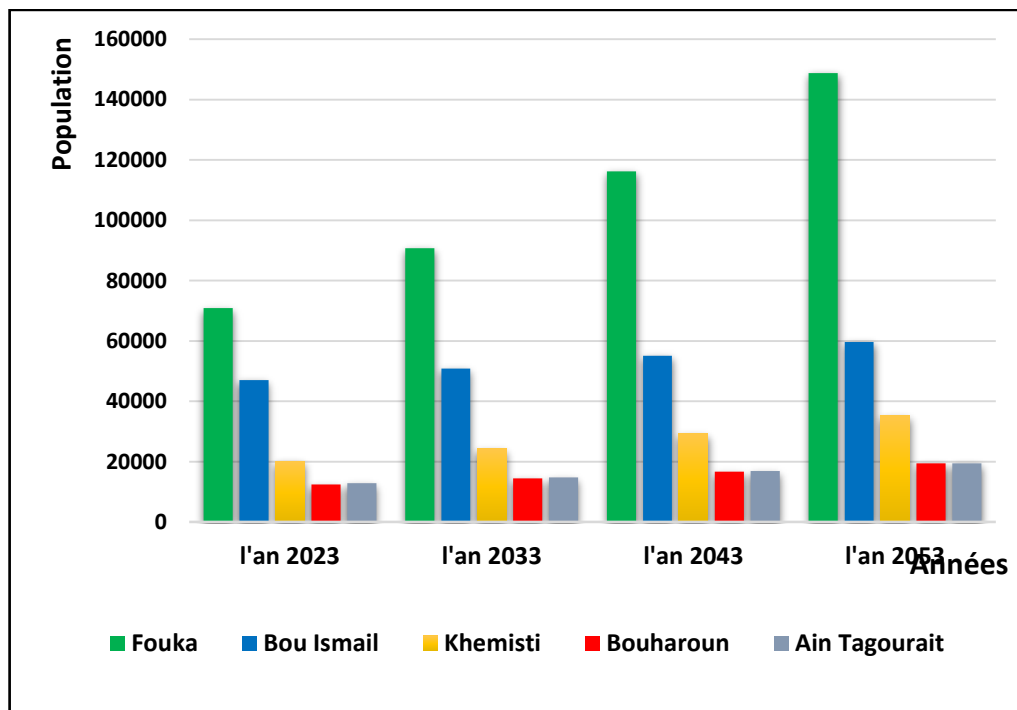


Figure IV.1: Evolution de la population aux différents horizons

IV.2 Estimation des besoins en eau

Pour l'élaboration des besoins en eau potable de la zone d'étude aux différents horizons de l'étude, on prendra en considération les types de consommation suivante:

- ✚ Consommation domestique.
- ✚ Consommation des autres usagers.

IV.2.1. Besoins domestiques

IV.2.1.1. Le débit moyen journalier domestique

$$Q_{moyj} = \frac{Dot \times P}{1000} \text{ (m}^3\text{/j)}$$

Avec :

- Q_{moyenj} : Le débit moyen journalier (m³/j) ;
- Dot : La dotation (l/j/hab.) ;
- P : La population (habitant).

Donc

$$Q_{moyj} = \frac{180 \times 70907}{1000} ; \quad Q_{moyj} = 12763.260 \text{ m}^3\text{/j}$$

Remarque 2 :

L'estimation des besoins en eau, recommande de se référer aux normes donnant les dotations journalières sur chaque type de consommateur (voir le tableau 7)

Tableau IV-2 : La dotation journalière selon le nombre d'habitants

Nombre d'habitants	Demande en eau
> 50 000 habitants	180 l/j/hab
De 20 000 à 50 000 habitants	160 l/j/hab
De 10 000 à 20 000 habitants	100 l/j/hab
< 10 000 habitants	85 l/j/hab

Tableau IV-3: Besoins domestiques en eau de la zone d'étude

Communes	Dotation (l/j/hab)				Qmoyj (m ³ /j) Domestique			
	2023	2033	2043	2053	2023	2033	2043	2053
Fouka	180				12763,26	16338,060	20914,20	26771,76
Bous mail	160	180	180	180	7516,16	9156,960	9916,560	10738,98
Khemisti	160				3210,08	3874,88	4677,280	5645,92
Bouharoun	100				1240,5	1439,6	1670,7	1939
Ain Tagourait	100				1282,500	1473,8	1693,6	1946,3
Total					26012,5	32283,3	38872,34	47041,96

IV.2.2. Besoins des autres usagers

D'après le PNE (Ressource et Demande), les besoins administratifs, des commerciales et industrielles sont considérés comme étroitement liés à la typologie de l'agglomération et sont estimés par application directe à la demande domestique, des coefficients de majoration spécifique à chaque catégorie d'usagers.

Tableau IV.4: Coefficient de majoration (Hybaco)

Typologie de Wilaya	Coefficients de majoration
Agglomération Chef Lieu	35%
Agglomération Secondaires	25%
Zones Epares	0%

Remarque 3 :

Le calcul des besoins en eau des autres usagers se fait avec un coefficient de 30 %, qui est recommandé par SEAAL.

IV.2.2.1. Le débit moyen journalier des autres usagers

$$Q_{moyj} = [Q_{moyj}(\text{Domestique}) \times 0.3] (m^3/j)$$

Donc :

$$Q_{moyj} = 12763.260 \times 0.3 ; \quad Q_{moyj} = 3828.978 m^3/j$$

Tableau IV.5: Besoins en eau des autres usagers

Communes	Coefficient de majoration(%)	Qmoyj (m ³ /j) Domestique		Qmoyj (m ³ /j) autre usage	
		2023	2053	2023	2053
Fouka	30%	12763,260	26771.760	3828,978	8031,528
Bous mail		7516,160	10738.980	2254,848	3221,694
Khemisti		3210,080	5645.920	963,024	1693,776
Bouharoun		1240,5	1939	372,150	581,700
Ain Tagourait		1282,5	1946.3	384,750	583,890
Totale		26012,500	47041.960	7803,750	14112,588

IV.2.3. Récapitulatif des besoins (domestique+ autres usagers)

$$Q_{moyj \text{ Total}} = [Q_{moyj}(\text{Domestique} + \text{autres usagers})](m^3/j)$$

$$\text{Donc : } Q_{moyj \text{ Total}} = [(3828. 978 + 12763. 260)](m^3/j)$$

$$Q_{moyj \text{ Total}} = 16592. 238 m^3/j$$

Tableau IV.6: Récapitulatif de l'ensemble des besoins

Communes	Q moyj (m ³ /j) (Domestique + autre usagers)	
	Actuelle 2023	Long terme 2053
Fouka	16592,238	34803,288
Bous mail	9771,008	13960,674
Khemisti	4173,104	7339,696
Bouharoun	1612,650	2520,700
Ain Tagourait	1667,250	2530,190
Total	33816,25	61154,548

IV.2.3.1. Le débit maximum journalier

La consommation d'eau potable change selon les jours, semaines et les mois, et elle n'est pas constante. Cette variation présente des niveaux de consommation maximum et minimum. Ces caractéristiques sont généralement mesurées à l'aide de coefficients d'irrégularité, tels que le coefficient K_{maxj} .

Le débit maximum journalier fait référence à la consommation lors de la journée la plus chargée de l'année (Benyahia).

En veillant à ce que le débit maximum journalier puisse être satisfait, les fournisseurs d'eau potable peuvent garantir que les besoins en eau des utilisateurs sont couverts, pendant les heures de pointe. Cela permet de maintenir un niveau de service adéquat. Il s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{maxj} = [Q_{moyj} \text{ Total} \times K_{maxj}] (m^3/j)$$

Avec :

- Q_{moyj} : Le débit moyen journalier (m^3/j) ;
- K_{maxj} : Coefficient de variation journalière de la consommation,

On prend : $K_{maxj} = 1.6$ (les villes touristiques)

Donc :

$$Q_{maxj} = [16592.238 \times 1.6] (m^3/j)$$

$$Q_{maxj} = 26547.581 (m^3/j)$$

Tableau IV.7: Valeurs des débits maximum journalières

Communes	K_{maxj}	$Q_{moyj} \text{ Total} (m^3/j)$		$Q_{maxj} (m^3/j)$		$Q_{maxj} (l/s)$	
		2023	2053	2023	2053	2023	2053
Fouka	1,6	16592,24	34803.29	26547,58	55685,26	307,26	644,50
Bous mail		9771,01	13960.67	15633,61	22337,07	180,94	258,53
Khemisti		4173,10	7339.70	6676,97	11743,51	77,28	135,92
Bouharoun		1612,65	2520.70	2580,24	4033,12	29,86	46,68
Ain-Tagourait		1667,25	2530.19	2667,6	4048,30	30,87	46,85
Total		33816,25	61154.548	54106	97847,277	626,227	1132,492

IV.2.3.2. *Le débit moyen horaire*

$$Q_{moyh} = \left[\frac{Q_{maxj}}{24} \right] (m^3/h)$$

$$Q_{moyh} = \frac{26547.581}{24} = 1106.149 m^3/h$$

Tableau IV.8: Valeurs des débits moyens horaires

Communes	Q _{moyh} (m ³ /h)	
	Actuelle 2023	Long terme 2053
Fouka	1106,149	2320,219
Bous mail	651,401	930,712
Khemisti	278,207	489,313
Bouharoun	107,51	168,047
Ain Tagourait	111,15	168,679
Total	2254,417	4076,970

IV.2.3.3. *Le débit maximum horaire*

$$Q_{maxh} = [K_{maxh} \times Q_{moyh}] (m^3/h)$$

$$K_{maxh} = [\alpha_{max} \times \beta_{max}]$$

Avec :

- **Q_{maxh}** : Débit maximum horaire (m³/h) ;
- **Q_{moyh}** : Débit moyen horaire (m³/h) ;
- **K_{maxh}**: Coefficient de variation maximale horaire.

Avec :

- **α_{max}** : Coefficient qui tient compte du confort et des équipements de l'agglomération compris entre 1.2 et 1.3. On prend α_{max} = 1.3
- **β_{max}** : coefficient dépendant de la taille de l'agglomération exprimée par sa population (Annexe 5).

Tableau IV.9: Valeurs des débits maximum horaire

Communes	Q _{moyh} (m ³ /h)		α _{max}	β _{max}		K _{maxh}		Q _{maxh} (m ³ /h)	
	2023	2053		2023	2053	2023	2053	2023	2053
Fouka	1106,149	2320,219	1.3	1,120	1,100	1,456	1,430	1610,553	3317,913
Bous mail	651,401	930,712		1,133	1,124	1,473	1,461	959,448	1359,956

Khemisti	278,207	489,313		1,190	1,145	1,547	1,489	430,386	728,342
Bouharoun	107,510	168,047		1,276	1,206	1,659	1,568	178,338	263,464
Ain Tagourait	111,150	168,679		1,272	1,205	1,654	1,567	183,798	264,236
Total	2254,417	4076,970		Total				3362,522	5933,911

IV.2.3.4. Le débit minimum horaire

$$Q_{minh} = [K_{minh} \times Q_{moyh}] \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$K_{minh} = [\alpha_{min} \times \beta_{min}]$$

Avec :

- **Q_{minh}** : Débit minimum horaire (m³/h) ;
- **Q_{moyh}** : Débit moyen horaire (m³/h) ;
- **K_{minh}** : Coefficient de variation minimale horaire.

Avec :

- **α_{min}** : coefficient qui dépend de confort de la population ; il varie de 0.4 à 0.6 et dépend du niveau de développement local. pour notre cas on prend $\alpha_{min} = 0,5$;
- **β_{min}** : coefficient qui dépend de nombre d'habitant et sera déterminer par interpolation (Annexe 6).

Tableau IV.10: Valeurs des débits minimum horaire

Communes	Q _{moyh} (m ³ /h)		α_{min}	β_{min}		K _{min}		Q _{minh} (m ³ /h)	
	2023	2053		2023	2053	2023	2053	2023	2053
Fouka	1106,149	2320,219	0,5	0,660	0,732	0,330	0,366	365,029	849,200
Bous mail	651,401	930,712		0,600	0,642	0,300	0,321	195,420	298,758
Khemisti	278,207	489,313		0,501	0,608	0,251	0,304	69,691	148,751
Bouharoun	107,510	168,047		0,424	0,494	0,212	0,247	22,792	41,508
Ain Tagourait	111,150	168,679		0,428	0,495	0,214	0,2475	23,786	41,748
Total	2254,417	4076,970		Total				676,718	1379,965

La répartition des débits max journalière est définie dans le tableau qui suit

Tableau IV.11: Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction de l'agglomération de la commune Fouka

Heures	Actuelle 2023		Long terme 2053	
	Consommation de la commune Fouka		Consommation de la commune Fouka	
	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)
0 - 1	3	796,427	3,35	1865,456
1 - 2	3,2	849,523	3,25	1809,771
2 - 3	2,5	663,690	3,3	1837,614
3 - 4	2,6	690,237	3,2	1781,928
4 - 5	3,5	929,165	3,25	1809,771
5 - 6	4,1	1088,451	3,4	1893,299
6 - 7	4,5	1194,641	3,85	2143,883
7 - 8	4,9	1300,831	4,45	2477,994
8 - 9	4,9	1300,831	5,2	2895,634
9 - 10	5,6	1486,665	5,05	2812,106
10 - 11	4,8	1274,284	4,85	2700,735
11 - 12	4,7	1247,736	4,6	2561,522
12 - 13	4,4	1168,094	4,6	2561,522
13 - 14	4,1	1088,451	4,55	2533,679
14 - 15	4,2	1114,999	4,75	2645,050
15 - 16	4,4	1168,094	4,7	2617,207
16 - 17	4,3	1141,546	4,65	2589,365
17 - 18	4,1	1088,451	4,35	2422,309
18 - 19	4,5	1194,641	4,4	2450,151
19 - 20	4,5	1194,641	4,3	2394,466
20 - 21	4,5	1194,641	4,3	2394,466

21 - 22	4,8	1274,284	4,2	2338,781
22 - 23	4,6	1221,189	3,75	2088,197
23 - 00	3,3	876,070	3,7	2060,355
Total	100	26547,581	100	55685,261

Tableau IV.12 : Répartition du débit max journalière en fonction du l'agglomération de la commune Bou Ismail

Heures	Actuelle 2023		Long terme 2053	
	Consommation de la commune Bou Ismail		Consommation de la commune Bou Ismail	
	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)
0 - 1	1,5	234,504	3	670,112
1 - 2	1,5	234,504	3,2	714,787
2 - 3	1,5	234,504	2,5	558,427
3 - 4	1,5	234,504	2,6	580,764
4 - 5	2,5	390,840	3,5	781,798
5 - 6	3,5	547,176	4,1	915,820
6 - 7	4,5	703,513	4,5	1 005,169
7 - 8	5,5	859,849	4,9	1 094,517
8 - 9	6,25	977,101	4,9	1 094,517
9 - 10	6,25	977,101	5,6	1 250,876
10 - 11	6,25	977,101	4,8	1 072,180
11 - 12	6,25	977,101	4,7	1 049,843
12 - 13	5	781,681	4,4	982,831
13 - 14	5	781,681	4,1	915,820
14 - 15	5,5	859,849	4,2	938,157
15 - 16	6	938,017	4,4	982,831
16 - 17	6	938,017	4,3	960,494

17 - 18	5,5	859,849	4,1	915,820
18 - 19	5	781,681	4,5	1 005,169
19 - 20	4,5	703,513	4,5	1 005,169
20 - 21	4	625,345	4,5	1 005,169
21 - 22	3	469,008	4,8	1 072,180
22 - 23	2	312,672	4,6	1 027,506
23 - 00	1,5	234,504	3,3	737,124
Total	100	15633,613	100	22 337,078

Tableau IV.13: Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction du l'agglomération de la commune Khemisti

Heures	Actuelle 2023		Long terme 2053	
	Consommation de la commune Khemisti		Consommation de la commune Khemisti	
	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)
0 - 1	1,5	100,154	1,5	176,153
1 - 2	1,5	100,154	1,5	176,153
2 - 3	1,5	100,154	1,5	176,153
3 - 4	1,5	100,154	1,5	176,153
4 - 5	2,5	166,924	2,5	293,588
5 - 6	3,5	233,694	3,5	411,023
6 - 7	4,5	300,463	4,5	528,458
7 - 8	5,5	367,233	5,5	645,893
8 - 9	6,25	417,310	6,25	733,970
9 - 10	6,25	417,310	6,25	733,970
10 - 11	6,25	417,310	6,25	733,970
11 - 12	6,25	417,310	6,25	733,970
12 - 13	5	333,848	5	587,176

13 - 14	5	333,848	5	587,176
14 - 15	5,5	367,233	5,5	645,893
15 - 16	6	400,618	6	704,611
16 - 17	6	400,618	6	704,611
17 - 18	5,5	367,233	5,5	645,893
18 - 19	5	333,848	5	587,176
19 - 20	4,5	300,463	4,5	528,458
20 - 21	4	267,079	4	469,741
21 - 22	3	200,309	3	352,305
22 - 23	2	133,539	2	234,870
23 - 00	1,5	100,154	1,5	176,153
Total	100	6 676,966	100	11 743,514

Tableau IV.14 : Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction de l'agglomération de la commune Bouharoun

Heures	Actuelle 2023		Long terme 2053	
	Consommation de la commune Bouharoun		Consommation de la commune Bouharoun	
	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)
0 - 1	1,5	38,704	1,5	60,497
1 - 2	1,5	38,704	1,5	60,497
2 - 3	1,5	38,704	1,5	60,497
3 - 4	1,5	38,704	1,5	60,497
4 - 5	2,5	64,506	2,5	100,828
5 - 6	3,5	90,308	3,5	141,159
6 - 7	4,5	116,111	4,5	181,490
7 - 8	5,5	141,913	5,5	221,822
8 - 9	6,25	161,265	6,25	252,070

9 - 10	6,25	161,265	6,25	252,070
10 - 11	6,25	161,265	6,25	252,070
11 - 12	6,25	161,265	6,25	252,070
12 - 13	5	129,012	5	201,656
13 - 14	5	129,012	5	201,656
14 - 15	5,5	141,913	5,5	221,822
15 - 16	6	154,814	6	241,987
16 - 17	6	154,814	6	241,987
17 - 18	5,5	141,913	5,5	221,822
18 - 19	5	129,012	5	201,656
19 - 20	4,5	116,111	4,5	181,490
20 - 21	4	103,210	4	161,325
21 - 22	3	77,407	3	120,994
22 - 23	2	51,605	2	80,662
23 - 00	1,5	38,704	1,5	60,497
Total	100	2 580,240	100	4 033,120

Tableau IV.15 : Répartition du débit max journalière le long de la journée en fonction de l'agglomération de la commune Ain Tagourait

Heures	Actuelle 2023		Long terme 2053	
	Consommation de la commune Ain Tagourait		Consommation de la commune Ain Tagourait	
	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)	Coefficient de consommation (%)	Consommation (m ³ /h)
0 - 1	1,5	40,014	1,5	60,725
1 - 2	1,5	40,014	1,5	60,725
2 - 3	1,5	40,014	1,5	60,725
3 - 4	1,5	40,014	1,5	60,725
4 - 5	2,5	66,690	2,5	101,208

5 - 6	3,5	93,366	3,5	141,691
6 - 7	4,5	120,042	4,5	182,174
7 - 8	5,5	146,718	5,5	222,657
8 - 9	6,25	166,725	6,25	253,019
9 - 10	6,25	166,725	6,25	253,019
10 - 11	6,25	166,725	6,25	253,019
11 - 12	6,25	166,725	6,25	253,019
12 - 13	5	133,380	5	202,415
13 - 14	5	133,380	5	202,415
14 - 15	5,5	146,718	5,5	222,657
15 - 16	6	160,056	6	242,898
16 - 17	6	160,056	6	242,898
17 - 18	5,5	146,718	5,5	222,657
18 - 19	5	133,380	5	202,415
19 - 20	4,5	120,042	4,5	182,174
20 - 21	4	106,704	4	161,932
21 - 22	3	80,028	3	121,449
22 - 23	2	53,352	2	80,966
23 - 00	1,5	40,014	1,5	60,725
Total	100	2 667,600	100	4048,304

Interprétation: selon les deux méthodes de calculs de Qmaxh nous avons trouvé que la valeur qui vient de la méthode analytique est légèrement supérieur à celle de la méthode graphique.

IV.3 Bilan des ressources

IV.3.1. Ressources disponibles :

Le bilan hydrique a été réalisé au niveau de chaque commune en prenant en compte uniquement les ressources en eau mobilisables. Les ressources mobilisables font référence aux volumes d'eau réellement utilisés pour chaque commune.

Ce bilan hydrique permet d'évaluer la disponibilité en eau pour chaque commune en tenant compte des volumes d'eau qui peuvent être effectivement mobilisés. Il prend en considération les différentes sources d'eau disponibles, telles que les ressources souterraines, les ressources superficielles et éventuellement celle qui est recyclée.

En établissant ce bilan hydrique, il devient possible d'avoir une vision claire de la quantité d'eau disponible pour chaque commune et prendre des décisions sur la gestion d'eau. Cela permet de garantir une gestion durable des eaux. (Annexe 7).

IV.3.2. Bilan hydrique

Le bilan des ressources disponibles et des besoins en eau ainsi que les apports nécessaires à mobiliser dans le futur pour combler le déficit hydrique sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.16: Bilan hydrique

Communes	Actuelle 2023			Long terme 2053		
	Qmaxj (m ³ /j)	Ressources disponible (m ³ /j)	Déficit 2023 (m ³ /j)	Qmaxj (m ³ /j)	Ressources disponible (m ³ /j)	Déficit 2053 (m ³ /j)
Fouka	26547,581	7700	18847,581	55685,261	7700	47985,261
Bous mail	15633,613	6747	8886,613	22337,078	6747	15590,078
Khemisti	6676,966	1604	5072,966	11743,514	1604	10139,514
Bouharoun	2580,24	1800	780,24	4033,12	1800	2233,12
Ain Tagourait	2667,6	1570	1097,6	4048,304	1570	2478,304
Total	54106	19421	34685	97847,277	19421	78426,277

Conclusion

Au cours de ce chapitre nous avons estimé les besoins en eau de l'année 2053 qui sont à $97847,277\text{m}^3/\text{j}$ avec un débit disponible de $19421\text{ m}^3/\text{j}$, qui nous donne un déficit de $78426,277\text{m}^3/\text{j}$. Afin de satisfaire les besoins de nos communes.

Il est nécessaire de mobiliser une nouvelle source, c'est ce qui se déroule à travers l'étude de renforcement de réseau d'AEP des cinq villes de l'Est de Tipasa, depuis Mouaz.



Chapitre V : Réseau d'adduction

Introduction

L'opération de transport de l'eau d'après la source naturelle ou d'une station de traitement vers les réservoirs de stockage ou bien de distribution s'appelle "l'adduction". Durant ce chapitre on va dimensionner système de renforcement d'AEP du réservoir 30000m³ Mouaz vers les cinq villes côtières de la wilaya de Tipasa.

V.1 Généralités

V.1.1. Types d'adduction

Les trois types d'adduction :

V.1.1.1. *Adduction gravitaire*

Dans ce cas, la côte de la source est supérieure à la cote du réservoir, donc l'adduction gravitaire causé par la différence des niveaux hydrauliques grâce à la force de gravitation. L'adduction gravitaire se fait soit avec aqueduc, soit par conduite forcée (Dupont.A, 1979)

Comparaison entre les aqueducs et les conduites forcées

Avec les aqueducs, l'écoulement est à surface libre veut dire sous pression atmosphérique grâce à la pente, il est uniforme sur tout le parcours.

Par contre dans les conduites en charge, l'écoulement est à section pleine (sous pression), contient les avantages suivants :

- Avoir des vitesses plus grandes que dans le cas des aqueducs ;
- L'eau est isolée du milieu extérieur, autrement dit moins de pertes et pas de risque de pollution ;

Les pertes de charge sont plus importantes dans les conduites en charge que dans les aqueducs.

V.1.1.2. *Adduction par refoulement*

Dans une adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir de distribution. Le captage des eaux (ou traitées) se fait avec une station de pompage à l'aide d'une conduite de refoulement.

V.1.1.3. Adduction mixte

L'adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon (Ghernaout.R, 2022).

V.1.2. Principe du choix du tracé

Les critères de choix du tracé d'un projet de production :

- Eviter le passage par des points hauts nécessitant le pompage ;
- Il est préférable de passer la conduite à côté des routes pour faciliter la pose des tuyaux et leur exploitation;
- Eviter, le maximum possible, les terrains privés et les terrains agricoles;
- Éviter, autant que possible, la traversée des obstacles (routes, voies ferrées, canaux, oueds...)

V.1.3. Choix du type de matériaux

Le choix de matériau se fait en fonction de :

- Diamètre des conduites ;
- Pressions supportées par les conduites ;
- Disponibilité et le prix au marché ;
- Type de sol (agressivité) ;
- Frais d'amortissement et les frais d'exploitation.

Afin de permettre un choix d'un matériau de conduite, et une comparaison homogène des variantes de l'étude technico-économique, il est important de concevoir un projet sur la base

d'un matériau de référence. C'est pour cette raison que nous consacrons la présente section à la comparaison de différents matériaux pouvant être envisagés et aux choix qui sera opéré.

V.1.3.1. Tuyaux en fonte

Les différents avantages de ce type:

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

Les inconvénients des tuyaux en fonte sont : leur poids (sont très lourds), leur coût élevé.

V.1.3.2. Tuyaux en acier

Avantages des tuyaux en acier :

- ✓ Plus légers que les tuyaux en fonte ;
- ✓ Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Son inconvénient est la corrosion.

V.1.3.3. Tuyaux en PVC

Ils présentent:

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

Leur inconvénient est le risque de rupture.

V.1.3.4. Tuyaux en PEHD

Les avantages sont :

- ✓ Facilité de transport et d'installation due à leur légèreté et leur flexibilité ;
- ✓ Résistance à la corrosion interne et externe;
- ✓ Bonne résistance chimique et une longue durabilité.

Leur inconvénient c'est la nécessité d'une grande technique pour la jonction.

V.1.4. Conclusions sur le choix des matériaux

Etant donné les avantages des tuyaux en fonte, et le PEHD à la limite d'une pression nominale de 16 bars, ces matériaux sont adoptés comme solution de base pour notre étude.

V.2 Protection cathodique des canalisations

La méthode est basée sur l'application d'une tension électrique, entre le support métallique et une électrode mobile qui se situe à la surface du revêtement contrôlé. Ce dernier joue le rôle d'insolant (AFNOR , Octobre 2003).

On distingue deux méthodes couramment utilisées :

- Le contrôle à faible tension électrique, utilisant de l'eau au contact de la surface externe du revêtement à contrôler par l'intermédiaire d'une éponge humide ;
- Le contrôle à haute tension électrique utilisant l'air au contact de la surface externe du revêtement à contrôler.

- Si la protection cathodique n'est plus efficace, il y a un risque de corrosion des structures par couplage galvanique entre le cuivre et l'acier.

- Afin de minimiser les mises à la terre incompatibles avec la protection cathodique, il est impératif que tout organe ou accessoire de réseau mécaniquement ou électriquement relié à la canalisation soit isolé du sol, du béton et des autres masses métalliques, par la pose de joints isolants ou par l'interposition de matériaux isolants tels que le PVC et le Caoutchouc.

Parmi ces organes, nous pouvons citer : les vannes de sectionnement, les débitmètres et les ouvrages en ligne, ainsi que les réservoirs et les stations de pompage.

V.3 Equipements de l'adduction

V.3.1. Robinets et vannes

V.3.1.1. *Vanne papillon*

Les vannes papillon sont des dispositifs de régulation de débit et de sectionnement qui se caractérisent par leur faible encombrement.

Ces vannes sont couramment utilisées pour contrôler et réguler le débit de fluide dans les systèmes de distribution d'eau. Elles sont souvent installées à la sortie des réservoirs afin

d'interrompre l'écoulement dans le cas où les conduites risquent de se rompre ou d'être endommagées.

Lorsque la vanne papillon est ouverte, le disque obturateur se positionne parallèlement à l'axe du conduit, permettant ainsi un débit maximal du fluide. En revanche, lorsque la vanne est fermée, le disque pivote pour se placer perpendiculairement à l'axe du conduit, bloquant ainsi complètement le passage du fluide.

Grâce à leur conception compacte, les vannes papillon offrent l'avantage d'occuper moins d'espace par rapport à d'autres types de vannes. Elles sont également faciles à installer et à entretenir. Leur utilisation contribue à assurer la sécurité et la fiabilité des systèmes de distribution d'eau en permettant un contrôle précis du débit et une isolation rapide en cas d'urgence. (Kassianov, 1982).

V.3.1.2. Vanne opercule

Les appareils de sectionnement sont conçus pour fonctionner soit en position d'ouverture totale, où bien en position de fermeture totale. La vanne, qui agit comme une sorte de lentille épaisse, peut être abaissée ou relevée verticalement à l'aide d'une vis qui tourne dans un écran fixé à la vanne. (Kassianov, 1982).

V.3.1.3. Vanne de régulation

Les vannes de régulation ont pour principales fonctions la régulation de débit et de pression.

V.3.1.4. Ventouses

L'air compressible représente le principal problème pour les installations, car les poches d'air se compriment et se décompressent, créant des variations constantes de pression. Les ventouses sont installées aux points les plus élevés pour permettre l'évacuation de l'air et son entrée dans les conduites. (rabat.eregulations.org, s.d.)



Figure V.1: Equipement d'un réseau AEP

V.3.1.5. Vidanges

Les vidanges sont installées aux points bas de la conduite, afin d'assurer l'évacuation de l'eau lors des opérations d'entretien ou de problèmes. Elles permettent de vider l'eau de la conduite de manière contrôlée.

V.3.1.6. Clapets anti-retour

Ils sont conçus pour empêcher le passage d'un fluide dans la direction opposée, et sont utilisés dans les stations de pompage, installés au point bas dans les conduites d'aspiration pour éviter le désamorçage, ainsi que sur les conduites de refoulement pour arrêter la colonne d'eau. Leur fonction principale est d'assurer un flux unidirectionnel et de prévenir le retour indésirable du fluide.

V.3.1.7. By-pass

Son utilisation :

- Facilite la manipulation d'une vanne à fermeture lente.
- Remplissage de la conduite progressivement à débit réduit avant sa mise en service.
- Liaison entre la conduite d'arrivée et la conduite de départ du réservoir.

V.3.1.8. Crépines

Les crépines sont des cylindres perforés qui évitent l'entrée de particules solides dans le corps de la pompe.

V.3.2. Critères de dimensionnement

Le dimensionnement des conduites sera basé sur les hypothèses suivantes :

V.3.2.1. Rugosités des tuyaux

Le coefficient de rugosité moyen dans les conduites revêtues intérieurement au mortier de ciment varie de 0,03 mm à 0,1 mm (Fonte, Acier, Béton). Pour les conduites en PE de DN ≤ 200 mm, $k = 0,01$ mm. Pour des raisons de sécurité hydraulique, notamment vis-à-vis du vieillissement des conduites, le coefficient de rugosité adopté pour les calculs $k = 0,1$ mm

V.3.2.2. Vitesses d'écoulement

Dans le but d'éviter la cavitation dans les conduites et de garantir une sécurité efficace de fonctionnement du réseau, la vitesse d'écoulement est comprise entre [0,5 -1.6 m/s], pour éviter le dépôt et l'érosion dans les conduites.

La vitesse d'écoulement est donnée par la formule suivante :

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

Avec :

V : Vitesse d'écoulement en m/s.

V.3.2.3. Diamètre de la conduite d'adduction gravitaire

Pour les conduites d'adduction gravitaire, le choix du diamètre doit être effectué en prenant en compte la charge disponible (la différence de niveau d'eau entre l'amont et l'aval) ainsi que le débit d'eau requis. Ces deux paramètres sont essentiels pour déterminer le diamètre optimal de la conduite.

La formule de Darcy- Weisbech est utilisée pour le calcul du diamètre d'une conduite d'adduction gravitaire:

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L * Q^\beta}{\Delta H_T}}$$

D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;

m : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

K' : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

ΔH_T : Perte de charge totale (m).

Tableau V.1 : Valeurs des exposants pour les différents types de matériau

k'	m	β	matériau
0.00179-0.001735	5.1-5.3	1.9-2	Fonte
0.001052	4.772	2	PEHD

Les résultats sont regroupés dans le tableau 23:

Tableau V.2: Calcul de la vitesse par la méthode de Darcy-Weisbech

Tronçons	$Q(m^3/s)$	D_{av} calculé (m)	V (m/s)	DN (m)
R Mouaz - BIF. 1	1.132492	0.643465	2.944214	0.7
BIF. 1 - R 250m³ Fouka	0.214833	0.208847	2.758106	0.315
BIF. 1 - BIF. 2	0.917659	0.756104	1.82655	0.8
BIF. 2- R 500m³ Fouka	0.429667	0.464609	1.520406	0.6
PT BIF. 2- BIF. 3	0.487992	0.694292	1.268665	0.7
BIF. 3 - R 2x1500m³ Bou Ismail	0.28553	0.279656	2.273328	0.4
BIF. 3 - BIF. 4	0.202462	0.383781	0.526354	0.7
BIF. 4 - R 1000m³ Khemisti	0.136	0.177096	2.771975	0.25
BIF. 4 - BIF. 5	0.066462	0.215828	1.354639	0.25
BIF. 5 - R 1000m³ Bouharoun	0.04668	0.08275	1.486624	0.2
BIF. 5 - BIF. 6	0.019782	0.131619	0.63	0.2
BIF. 6 - R 500m³ Ain Tagourait	0.030667	0.091443	1.526008	0.16
BIF. 6 - R 250m³ Ain Tagourait	0.015333	0.079658	0.763004	0.16

Remarque : Les valeurs de la vitesse obtenue d'après le tableau (V.2) sont supérieures aux valeurs exigées, donc il faut refaire notre dimensionnement.

⇒ Les solutions proposées :

✚ Augmentation des diamètres pour diminuer les vitesses;

- ✚ Fixation d'une valeur de vitesse et le calcul du diamètre des conduites, dans ce cas nous devons mettre un flotteur pour fermer la conduite dès le remplissage du réservoir.

Dans notre cas nous avons fixé une valeur de vitesse d'écoulement (1 m/s).

1. Selon la loi de continuité le débit transitant une conduite est égale à : $Q = v \times s$.
2. On fixe une vitesse de 1 m/s pour tirer la surface, donc $s = Q / v$;
3. La surface est égale à : $S = (\pi \times D^2 / 4)$,

On tire le diamètre qui égale à : $D = \sqrt{(4 \times s / \pi)}$

Ce qui résulte en : $D = \sqrt{(4 \times Q / \pi \times v)}$.

4. Après avoir tiré le diamètre, on le normalise selon la gamme des diamètres normalisés disponible ;
5. Après le choix d'un diamètre normalisé, on calcule la vitesse et les pertes de charge pour ce dernier ;

Tableau V.3: Diamètres avantageux des conduites d'adduction

Tronçons	Dav(m)	DN(mm)	Dint (mm)	Matériau	V (m/s)	Q(m³/s)
R Mouaz- BIF. 1	1.20	1200	1200	Fonte	1.00	1.132
BIF. 1- R 250m³ Fouka	0.52	800	654.8	PEHD	0.81	0.215
BIF. 1 - BIF. 2	1.08	1200	1100	Fonte	0.81	0.918
BIF. 2 - R 500m³ Fouka	0.74	800	654.8	PEHD	0.86	0.430
BIF. 2 - BIF. 3	0.79	800	800	Fonte	0.97	0.488
BIF. 3 - R 2x1500m³ BouIsmaïl	0.60	800	654.8	PEHD	0.85	0.286
BIF. 3 - BIF. 4	0.51	630	515.6	Fonte	0.72	0.202
BIF. 4 - R 1000m³ Khemisti	0.42	500	409.2	PEHD	1.03	0.136
BIF. 4 - BIF. 5	0.29	400	327.4	PEHD	0.79	0.066
BIF. 5 - R 1000m³ Bouharoun	0.24	315	257.8	PEHD	0.89	0.047
BIF. 5 - BIF. 6	0.16	250	163.6	PEHD	0.60	0.020
BIF. 6 - R 500m³ Ain Tagourait	0.20	250	204.6	PEHD	0.93	0.031

BIF. 6 – R 250m³ Ain Tagourait	0.14	200	163.6	PEHD	0.73	0.015
--	------	-----	-------	------	------	-------

V.3.2.4. Calcul des pertes de charge

V.3.2.4.1. Pertes de charge linéaires (H_L)

Déterminées par la formule de Darcy -Weisbach:

$$H_L = J \times L$$

Et les pertes de charge J, sont calculés comme suit :

$$J = \frac{\lambda \times V^2}{2gD}$$

Avec :

J : Pertes de charge par frottement en mètre de colonne d'eau par mètre de tuyau ;

λ : Coefficient de pertes de charge ;

g : Accélération de la pesanteur en m^2/s ;

Pour déterminer le coefficient des pertes de charge λ aux différents régimes, nous pouvons appliquer les formules suivantes :

- **Formule de NIKURADZI pour le régime turbulent rugueux**

$$\lambda = (1,14 - 0,86 \times \ln \frac{k}{D})^{-2}$$

- **Formule de COLEBROOK pour le régime transitoire**

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{k}{3,71 \times D} + \frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right]$$

Avec :

- K : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi qui varie comme suit :
- Pour les tubes en PEHD (ces valeurs sont pour les réseaux neufs) :
 - K = 0,01 si $D \leq 200$ mm
 - K = 0,02 si $D > 200$ mm

- Re : Nombre de Reynolds donné par la formule suivante :

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Avec :

ν : Viscosité cinématique de l'eau,

- 20°C: $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

V.3.2.4.2. Pertes de charge singulières (H_s)

Provoquées par les coudes, les vannes et les clapets, ce sont estimées comme suit :

- 10 % des pertes de charge linéaires pour le PEHD : $H_s = 0,1 \times H_L$
- 15 % des pertes de charge linéaires pour l'acier et la Fonte : $H_s = 0,15 \times H_L$

V.3.2.4.3. Pertes de charge totales (H_T)

Représentent la somme des H_L et H_s , pour chaque conduite de longueur L , donc on aura :

- Pour le PEHD :

$$H_T = \Delta h_s + \Delta h_L = \Delta h_s + 0,1 \times H_L$$

$$H_T = 1,1 \times H_L$$

- Pour l'acier et la Fonte :

$$H_T = \Delta h_s + \Delta h_L = \Delta h_s + 0,15 \times H_L$$

$$H_T = 1,15 \times H_L$$

V.4 Caractéristiques hydrauliques de l'adduction gravitaire

Les données du réseau d'adduction gravitaire des cinq villes de l'Est de la wilaya de Tipasa sont regroupées dans le tableau au-dessous.

Tableau V.4: Pertes de charge des conduites d'adduction

Tronçons	Re	λ	J	L(m)	HL	HT
R Mouaz - BIF. 1	1202220.807	0.0190909	0.000813866	4910	3.996	4.595
BIF. 1- R 250 Fouka	6485892.294	0.0127131	5.32381E-05	621	0.033	0.038
BIF. 1- BIF. 2	974159.9434	0.0190909	0.000534373	316	0.169	0.194
PT BIF. 2 - R 500 Fouka	684182.5902	0.0210726	0.000981956	385	0.378	0.435
BIF. 2 - BIF. 3	777057.3248	0.0210726	0.001266643	4656	5.897	6.782
BIF. 3 - R Bou Ismail	678663.8775	0.0210726	0.000966179	208	0.201	0.231
BIF. 3 - BIF.4	611207.392	0.022388	0.001704795	2648	4.514	5.191
BIF. 4 - R Khemisti	517330.4074	0.0237815	0.002595169	605	1.570	1.806
BIF. 4 - BIF. 5	315941.2925	0.0252541	0.002007545	2060	4.136	4.756
BIF. 5- Bouharoun	281842.1339	0.033165	0.004295973	93	0.400	0.459
BIF. 5 - BIF. 6	235382.3805	0.0357029	0.006452556	5617	18.122	20.840
BIF. 6 - R500 Ain Tagourait	233305.87	0.0357029	0.006339211	64	0.406	0.467
BIF. 6 - R 250 Ain Tagourait	145958.8111	0.03844	0.005217414	1367	7.132	8.202

D'après le levé topographique qui était fait sur site nous avons tracé les profils en longs de notre conduite d'adduction principale et secondaire afin de tirer les côtes du terrain naturel (CTN)

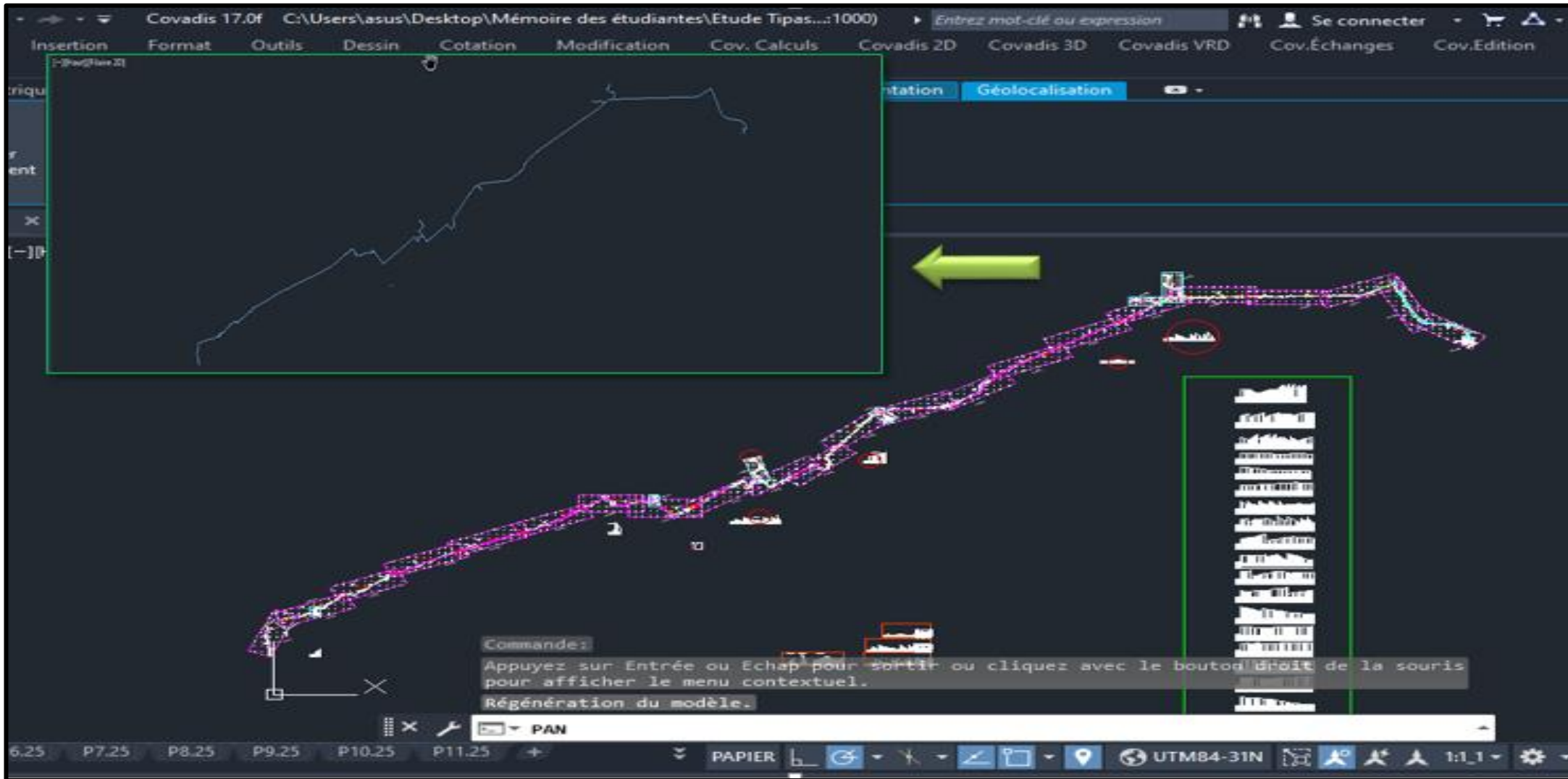


Figure V.2: Levé topographique du réseau d'adduction sur AutoCad

Nous avons importé les données du réseau étudié d'après AutoCad vers Epanet, pour voir son fonctionnement par une simulation.

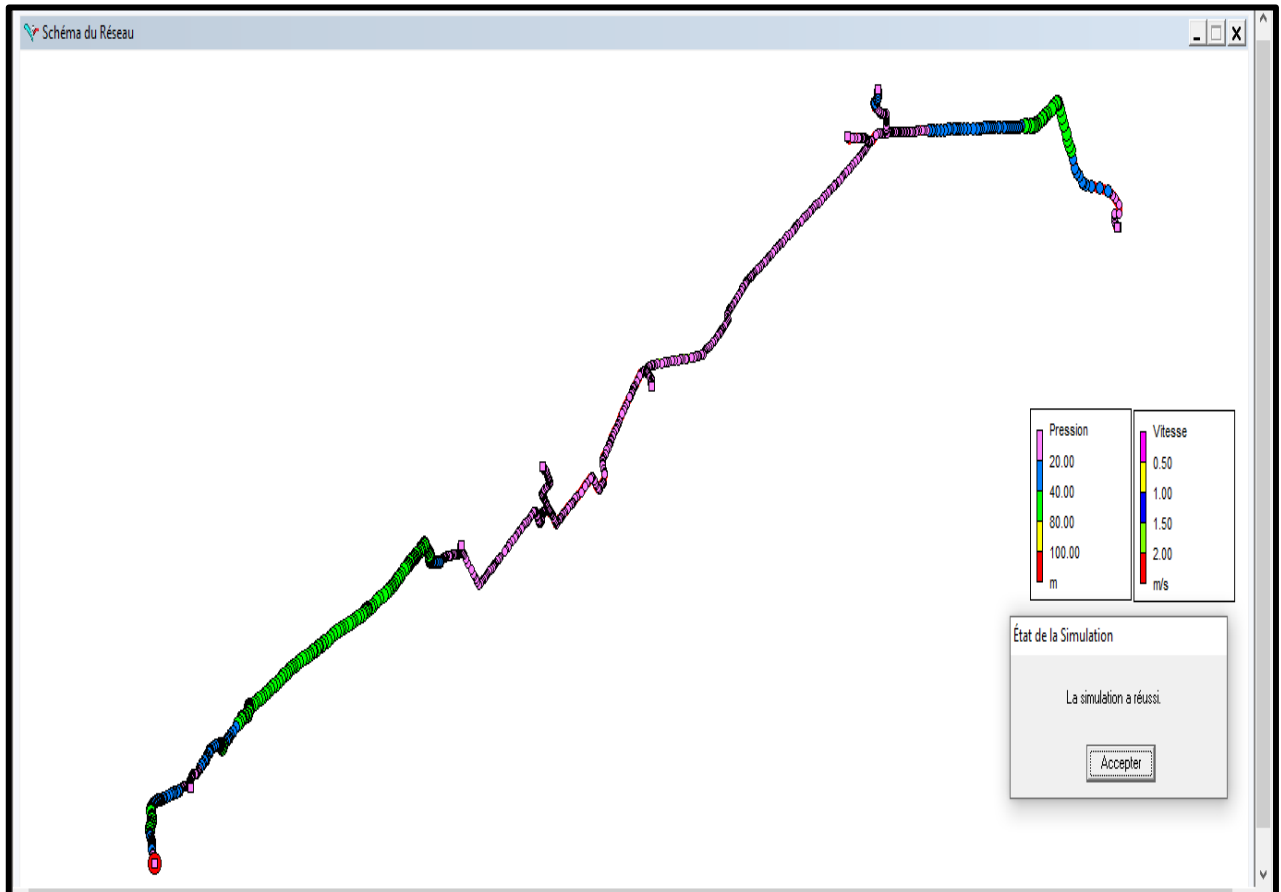


Figure V.3: Simulation Epanet pour le réseau d'adduction

Conclusion

Ce chapitre est consacré pour la, présentation des paramètres du réseau d'adduction dans lequel on s'intéresse au diamètre des conduites qui doit être choisi d'une manière à avoir des vitesses d'écoulement dans une gamme acceptable [0,5 à 1.6 m/s]. Pour le dimensionnement de ce réseau, nous avons sélectionné le diamètre le plus avantageux en respectant à chaque fois les normes de vitesse d'écoulement, et les pertes de charge.

Chapitre VI: Réservoirs



Introduction

Pour assurer le développement des villes de l'Est de la wilaya de Tipaza, il est prévu qu'il y ait une augmentation démographique et une croissance des besoins en eau potable. Cela pourrait entraîner un déficit en termes de capacité de stockage pour répondre à ces besoins croissants.

Il est important d'analyser la capacité de stockage actuelle de nos réservoirs existants. Cette analyse permettra de déterminer si ces réservoirs sont en mesure de répondre à la demande projetée à l'horizon 2053.

Il est donc essentiel d'effectuer une évaluation approfondie de la capacité de stockage existante, en prenant en compte différents facteurs. Sur la base de cette dernière, il sera possible de déterminer si de nouveaux réservoirs de stockage doivent être envisagés pour combler d'éventuels déficits futurs.

Cette planification proactive permettra d'anticiper les besoins en eau potable des villes de l'Est de Tipaza, de garantir une gestion efficace et durable, en assurant une capacité de stockage adéquate pour répondre à la demande croissante.

VI.1 Définition

Le réservoir a pour fonction principale d'entreposer l'eau afin de garantir un approvisionnement régulier et constant en réponse aux demandes des abonnés. Il agit comme un tampon entre le débit demandé par les consommateurs, et le débit fourni par le système de production d'eau.

En plus de cette fonction de régulation, le réservoir joue un rôle crucial en cas de demandes exceptionnelles, notamment lors d'incendies. Sa capacité de stockage supplémentaire permet de répondre à ces situations d'urgence en fournissant un débit suffisant pour lutter contre les incendies.

Un emplacement stratégique est choisi pour la construction du réservoir, généralement sur un sommet géographique. Cette position élevée permet de créer une pression hydraulique naturelle qui facilite le passage d'eau dans le réseau. (Hamed.S, 2011).

VI.2. Rôle d'un réservoir

On peut classer le rôle d'un réservoir selon:

A. Côté technique

- La simplification de l'exploitation ;
- La régulation du débit ;
- La régulation de la pression.

B. Côté économique

- Des investissements sur le réseau de distribution ;
- Des investissements sur les ouvrages de production ;
- Des dépenses d'énergie.

VI.3. Emplacement des réservoirs

Leurs emplacement se fait selon:

- Pression suffisante : planification d'une pression d'eau adéquate aux abonnés. Il est essentiel de garantir une pression suffisante pour assurer un débit satisfaisant dans tout le réseau de distribution, afin que les utilisateurs puissent bénéficier d'un approvisionnement en eau adéquat.

- Position géographique : L'implantation se fait à l'extrémité ou au centre de la ville. L'objectif est de minimiser les pertes de charge dans le réseau en réduisant les distances parcourues par l'eau. En plaçant les réservoirs de manière stratégique, il est possible de minimiser les pertes d'énergie hydraulique et d'améliorer l'efficacité du réseau de distribution.

- Distribution par gravité : Pour faciliter la distribution de l'eau sans nécessiter de pompage supplémentaire, il est préférable que le niveau de réservoir soit supérieur par rapport au niveau de l'agglomération, qui permet la circulation gravitaire de l'écoulement, réduisant ainsi les coûts d'exploitation liés au pompage et assurant une distribution continue même en cas d'une panne d'électricité.

La planification de l'emplacement des réservoirs doit prendre en compte d'autres facteurs tels que la topographie locale, contraintes environnementales, la disponibilité des terrains

appropriés, les contraintes économiques et les besoins futurs de la population. Une étude approfondie et une modélisation hydraulique du réseau peuvent être nécessaires pour déterminer l'emplacement optimal des réservoirs afin de garantir une distribution efficace et fiable de l'eau potable.

VI.4. Classification des réservoirs

La classification de fait selon:

VI.4.1. Matériel utilisé

- Réservoir métallique ;
- Réservoir en maçonnerie ;
- Réservoir en béton armé.

VI.4.2. Disposition

- Réservoir Enterrés ;
- Réservoir surélevé (châteaux d'eau) ;
- Réservoir semi enterré ;
- Réservoir enterré.

VI.4.3. L'usage

- Réservoir d'accumulation ;
- Réservoir d'équilibre ;
- Réservoir de traitement.

VI.4.4. Forme

- Réservoir cylindrique ;
- Réservoir rectangulaire ;
- Réservoir sphérique.

VI.5. Les exigences principales à satisfaire par les réservoirs

VI.5.1. Durabilité

Les surfaces en contact avec l'eau, ne doivent pas se désagréger ou communiquer des saveurs et odeurs désagréables.

VI.5.2. Etanchéité

Pour éviter les fuites et fissurations, garder l'eau à l'abri des infiltrations de pluie, poussière ou bien d'autres contaminations extérieures.

VI.5.3. Résistance

Le dimensionnement de réservoir opte à avoir une résistance aux efforts internes et externes qu'il subit.

VI.5.4. Entretien de l'ouvrage

Avoir un accès vers les réservoirs afin de les nettoyer et faire les travaux de maintenance.

VI.6. Equipements des réservoirs

Les ouvrage de stockage sont équipé par :

VI.6.1. Conduite d'adduction

L'eau arrive au réservoir par débordement afin de permette son oxygénation. L'adduction doit s'obturer dès que l'eau atteint le niveau maximum du réservoir, cette obturation se réalise grâce à un robinet flotteur (Dupont.A, 1979).

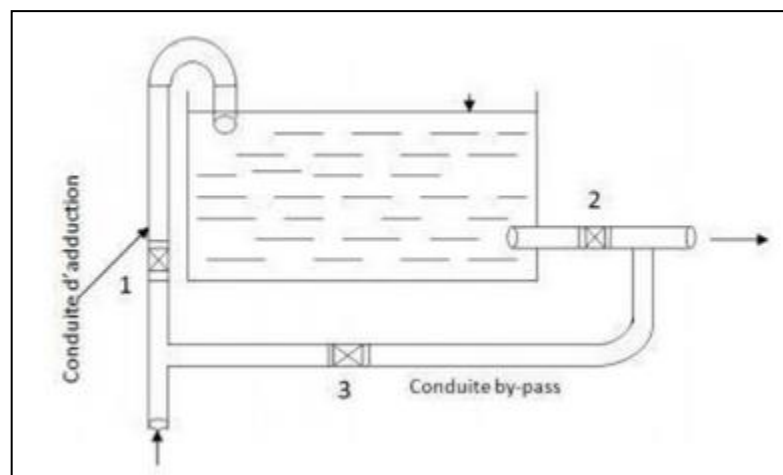


Figure 7: Conduite d'adduction

VI.6.2. Conduite de distribution

Lors de la conception et de l'installation d'une conduite de distribution d'eau potable, il est important de prendre en compte certains paramètres pour assurer un bon fonctionnement du système. Voici quelques considérations relatives à l'emplacement de la conduite par rapport au radier (la surface sur laquelle repose le réservoir) :

- Prévention de l'introduction de sédiments : Pour éviter que des boues ou des sables ne pénètrent dans la conduite de distribution, il est recommandé de départir la conduite d'eau à une distance de 0.15 à 0.20 m au-dessous du radier. Cette disposition permet de minimiser le risque d'introduction de particules solides dans le réseau, ce qui pourrait entraîner des problèmes de colmatage ou de qualité de l'eau distribuée.
- Marge de sécurité au-dessus de la conduite : Il est également conseillé de prévoir un espace suffisant au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite. Une distance minimale de 0.5 m entre la conduite et la surface du plan d'eau du réservoir doit être respectée, même en cas d'abaissement maximal du niveau d'eau. Cette marge de sécurité permet de garantir que la conduite reste immergée dans l'eau, même en cas de variations de niveau, assurant ainsi un flux continu d'eau dans le réseau de distribution.

Ces dispositions visent à prévenir les éventuels problèmes liés à la présence de sédiments et à assurer un fonctionnement optimal du système de distribution d'eau potable. Elles contribuent à maintenir la qualité de l'eau distribuée et à éviter les obstructions ou les

interruptions de service causées par l'accumulation de matériaux indésirables dans la conduite. (Dupont.A, 1979).

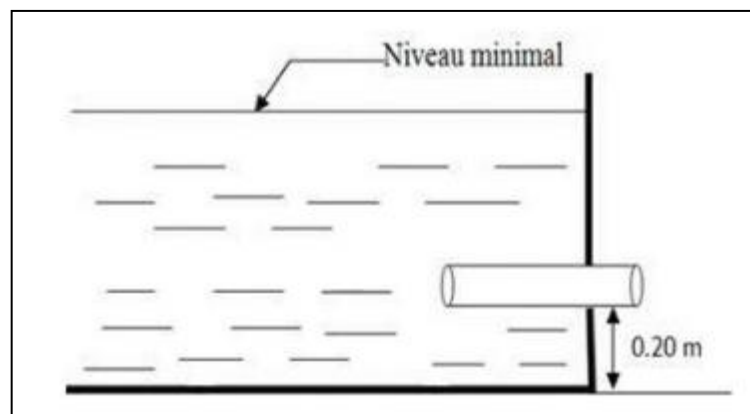


Figure 8 : Conduite de distribution

VI.6.3. Conduite de trop plein

Le trop-plein d'un réservoir, permet d'évacuer tout le débit entrant lorsque le niveau d'eau soit au max. Il est conçu pour être utilisé en cas de défaillance du système d'arrêt de pompage. Pour éviter l'intrusion d'eau ou la présence de moustiques, un siphon est aménagé dans la conduite de trop-plein. Ce dispositif garantit un fonctionnement efficace tout en préservant la qualité de l'eau stockée. (Dupont.A, 1979).

VI.6.4. Conduite de vidange

Son installation se fait en bas du réservoir et on la raccorde avec la conduite de trop plein .Elle contient un robinet vanne pour le nettoyage ou la réparation du réservoir (Dupont.A, 1979).

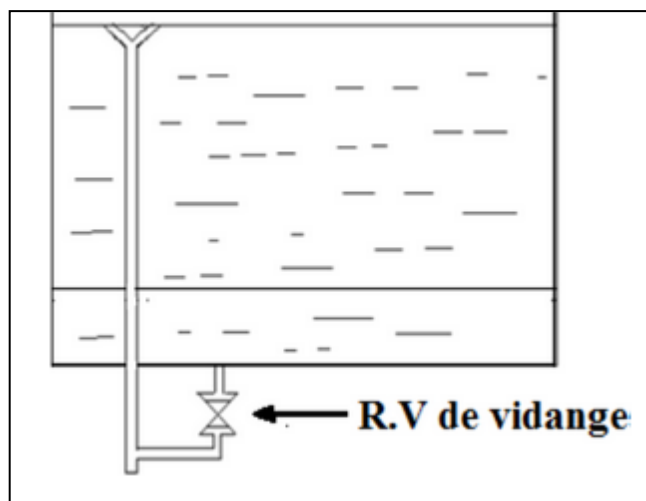


Figure 9 : Trop plein et vidange

VI.6.5. Conduite de by-pass

Elle crée une liaison entre l'adduction et la distribution. Elle fonctionne au moment du nettoyage ou de réparation de l'ouvrage de stockage.

- En temps normal 1 et 2 sont ouvertes et 3 est fermée ;
- En by-pass on ferme 1 et 2 et on ouvre 3.

VI.6.6. Matérialisation de la réserve d'incendie

Afin de garantir une réserve d'eau sûre pour la lutte contre les incendies, il est nécessaire de restreindre son utilisation. Pour ce faire, un système en siphon est utilisé: en temps normal, la vanne 1 est fermée et la vanne 2 est ouverte. En cas d'incendie, il suffit d'ouvrir la vanne 1. Cette configuration permet de maintenir une zone d'eau stagnante, appelée réserve d'eau morte, qui peut, au fil du temps, donner une odeur désagréable à l'eau du réservoir. Cependant, cette mesure est essentielle pour assurer la disponibilité d'une quantité suffisante d'eau en cas d'urgence incendie.

L'évent du siphon interdit l'utilisation d'eau en dessous du niveau N-N tant que la vanne 2 est fermée (vanne d'incendie), son fonctionnement est le suivant :

- Normal : 3 et 1 ouverts, le 2 est fermé ;
- Incendie : il suffit d'ouvrir 1 et 2.

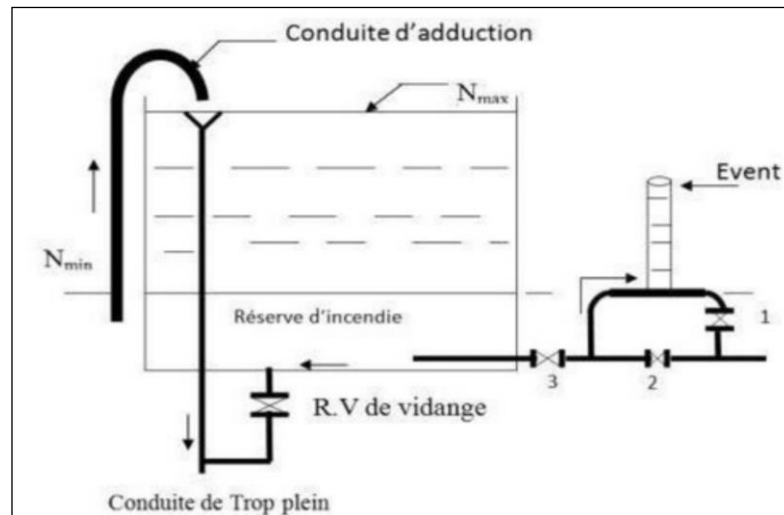


Figure 10 : Matérialisation de la réserve d'incendie

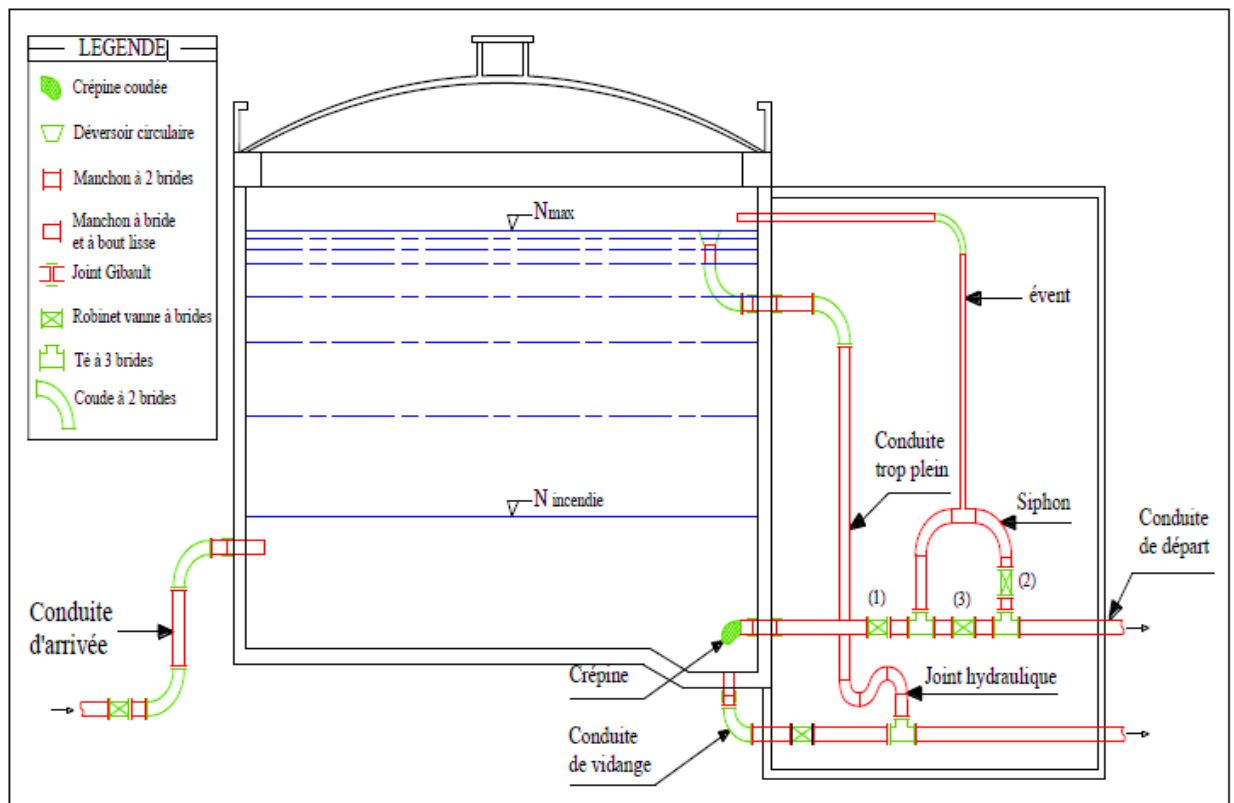


Figure 11 : Schémas générale de réservoir

VI.7. Capacité du réservoir

Le volume maximal de réservoir est déterminé par deux méthodes : (analytique et graphique).

VI.7.1. Méthode analytique

Le volume maximal du réservoir pour la consommation est calculé par la formule suivante :

$$V_{max} = \frac{P\% \times Q_{maxj}}{100}$$

Avec :

- V_{max} : Volume maximal de stockage pour la consommation en (m³) ;
- $Q_{max,j}$: Consommation maximale journalière (m³/j) ;
- $P\%$: Résidu maximal dans le réservoir en (%).

VI.7.1.1. Détermination de la valeur de « P% »

La répartition de Q_{maxj} pendant les 24 heures. Ensuite, en comparant l'apport et la distribution pour chaque heure de la journée, nous pouvons observer s'il y a des surplus ou des déficits. Nous calculons le résidu dans les réservoirs pour chaque heure, qui nous donne la valeur maximal de $P\%$, qui sera déterminée par la formule suivante:

$$P\% = |P_{max}(\%)| + |-P_{min}(\%)|$$

Avec

- **P_{max}** : les résidus maximaux trouvés dans la journée ;
- **P_{min}** : les résidus minimaux trouvés dans la journée.

VI.7.2. Méthode graphique

L'évolution de la capacité d'un réservoir graphiquement, nécessite de disposer la courbe de consommation totale (intégrale) ainsi que de la courbe d'apport. La courbe d'apport est tracée en fonction du temps de fonctionnement des pompes. La fixation du temps de fonctionnement des pompes, celles-ci doivent être en mesure de refouler 100% du débit maximum journalier. Ces informations permettent de déterminer la capacité nécessaire du réservoir pour répondre à la demande en eau.

VI.7.3. Volume total du réservoir

Déterminé par la formule :

$$VT = V_{\max} + V_{\text{incendie}}$$

- **VT** : Volume totale du réservoir (m³) ;
- **V incendie** : Volume de la réserve d'incendie (m³).

VI.7.4. Calcul du diamètre

Détermination du diamètre de réservoir :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}}$$

- **D** : Diamètre du réservoir (m) ;
- **V** : Volume du réservoir ;
- **H** : Hauteur de l'eau dans le réservoir.

VI.7.5. Calcul de la hauteur d'incendie

$$H_{\text{inc}} = \frac{V_{\text{inc}}}{VT} \times H$$

- **H inc** : hauteur incendie ;
- **V inc** : volume incendie (V inc=120 m³) ;
- **VT**: volume totale du réservoir projeté.

VI.8. Dimensionnement des réservoirs

VI.8.1. Capacité du réservoir Fouka 500 m³

Ce réservoir assure une distribution vers la localité Fouka dotée de 148732 habitants, avec une consommation de 37123,510 m³/j.

Tableau VI.1: Dimensionnement du réservoir Fouka 500 m³

Fouka 500 m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	1546,813	3,35	1243,638	0,817		0,817
1-2	4,167	1546,813	3,25	1206,514	0,917		1,733
2-3	4,167	1546,813	3,3	1225,076	0,867		2,600
3-4	4,167	1546,813	3,2	1187,952	0,967		3,567
4-5	4,167	1546,813	3,25	1206,514	0,917		4,483
5-6	4,167	1546,813	3,4	1262,199	0,767		5,250
6-7	4,167	1546,813	3,85	1429,255	0,317		5,567
7-8	4,167	1546,813	4,45	1651,996		-0,283	5,283
8-9	4,167	1546,813	5,2	1930,423		-1,033	4,250
9-10	4,167	1546,813	5,05	1874,737		-0,883	3,367
10-11	4,167	1546,813	4,85	1800,490		-0,683	2,683
11-12	4,167	1546,813	4,6	1707,681		-0,433	2,250
12-13	4,167	1546,813	4,6	1707,681		-0,433	1,817
13-14	4,167	1546,813	4,55	1689,120		-0,383	1,433
14-15	4,167	1546,813	4,75	1763,367		-0,583	0,850
15-16	4,167	1546,813	4,7	1744,805		-0,533	0,317
16-17	4,167	1546,813	4,65	1726,243		-0,483	-0,167
17-18	4,167	1546,813	4,35	1614,873		-0,183	-0,350
18-19	4,167	1546,813	4,4	1633,434		-0,233	-0,583
19-20	4,167	1546,813	4,3	1596,311		-0,133	-0,717
20-21	4,167	1546,813	4,3	1596,311		-0,133	-0,850
21-22	4,167	1546,813	4,2	1559,187		-0,033	-0,883
22-23	4,167	1546,813	3,75	1392,132	0,417		-0,467
23-24	4,167	1546,813	3,7	1373,570	0,467		0,000
Total	100%	37123,510	100%	37123,510			

Avec :

$$P\% = |5,567| + |-0,883| = 6.450$$

$$V_{max} = \frac{6.45 \times 37123.51}{100} = 2394.4664 \text{ m}^3$$

- On a V incendie est de 120 m³

$$VT = 2394.4664 + 120 = 2514.4664 \text{ m}^3$$

- La capacité du réservoir Fouka est de 3000 m³
- Donc le réservoir existant de 500 m³ ne suffit pas, on doit projeter un autre réservoir d'une capacité de 2500 m³.

Calcul du diamètre du réservoir à projeter

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 2500}{3.14 \times 4}} = 28.22 \text{ m}$$

Avec :

- **H** : Hauteur du réservoir = 4 m.

VI.8.2. Capacité du réservoir Fouka

Ce réservoir assure une alimentation vers la localité Fouka dotée de 148732 habitants, avec une consommation de 18561,750 m³/j.

Tableau VI.2 : Dimensionnement du réservoir Fouka

Fouka 500 m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	1546,813	3,35	1243,638	0,817		0,817
1-2	4,167	1546,813	3,25	1206,514	0,917		1,733
2-3	4,167	1546,813	3,3	1225,076	0,867		2,600
3-4	4,167	1546,813	3,2	1187,952	0,967		3,567

4-5	4,167	1546,813	3,25	1206,514	0,917		4,483
5-6	4,167	1546,813	3,4	1262,199	0,767		5,250
6-7	4,167	1546,813	3,85	1429,255	0,317		5,567
7-8	4,167	1546,813	4,45	1651,996		-0,283	5,283
8-9	4,167	1546,813	5,2	1930,423		-1,033	4,250
9-10	4,167	1546,813	5,05	1874,737		-0,883	3,367
10-11	4,167	1546,813	4,85	1800,490		-0,683	2,683
11-12	4,167	1546,813	4,6	1707,681		-0,433	2,250
12-13	4,167	1546,813	4,6	1707,681		-0,433	1,817
13-14	4,167	1546,813	4,55	1689,120		-0,383	1,433
14-15	4,167	1546,813	4,75	1763,367		-0,583	0,850
15-16	4,167	1546,813	4,7	1744,805		-0,533	0,317
16-17	4,167	1546,813	4,65	1726,243		-0,483	-0,167
17-18	4,167	1546,813	4,35	1614,873		-0,183	-0,350
18-19	4,167	1546,813	4,4	1633,434		-0,233	-0,583
19-20	4,167	1546,813	4,3	1596,311		-0,133	-0,717
20-21	4,167	1546,813	4,3	1596,311		-0,133	-0,850
21-22	4,167	1546,813	4,2	1559,187		-0,033	-0,883
22-23	4,167	1546,813	3,75	1392,132	0,417		-0,467
23-24	4,167	1546,813	3,7	1373,570	0,467		0,000
Total	100%	37123,510	100%	37123,510			

VI.8.3. Capacité du réservoir Bou Ismail

Ce réservoir assure une alimentation vers la localité Bou Ismail dotée de 59661 habitants, avec une consommation de 11168,540 m³/j.

Tableau VI.3 : Dimensionnement du réservoir Bou Ismail 1500 m³

Bou Ismail 1500m ³					
Heures	Apport	Distribution	Surplus	Déficit	Résidu

	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	465,356	3	335,056	1,167		1,167
1-2	4,167	465,356	3,2	357,393	0,967		2,133
2-3	4,167	465,356	2,5	279,214	1,667		3,800
3-4	4,167	465,356	2,6	290,382	1,567		5,367
4-5	4,167	465,356	3,5	390,899	0,667		6,033
5-6	4,167	465,356	4,1	457,910	0,067		6,100
6-7	4,167	465,356	4,5	502,584		-0,333	5,767
7-8	4,167	465,356	4,9	547,258		-0,733	5,033
8-9	4,167	465,356	4,9	547,258		-0,733	4,300
9-10	4,167	465,356	5,6	625,438		-1,433	2,867
10-11	4,167	465,356	4,8	536,090		-0,633	2,233
11-12	4,167	465,356	4,7	524,921		-0,533	1,700
12-13	4,167	465,356	4,4	491,416		-0,233	1,467
13-14	4,167	465,356	4,1	457,910		0,067	1,533
14-15	4,167	465,356	4,2	469,079		-0,033	1,500
15-16	4,167	465,356	4,4	491,416		-0,233	1,267
16-17	4,167	465,356	4,3	480,247		-0,133	1,133
17-18	4,167	465,356	4,1	457,910	0,067		1,200
18-19	4,167	465,356	4,5	502,584		-0,333	0,867
19-20	4,167	465,356	4,5	502,584		-0,333	0,533
20-21	4,167	465,356	4,5	502,584		-0,333	0,200
21-22	4,167	465,356	4,8	536,090		-0,633	-0,433
22-23	4,167	465,356	4,6	513,753		-0,433	-0,867
23-00	4,167	465,356	3,3	368,562	0,867		0,000
Total	100%	11168,540	100	11168,540	-	-	-

VI.8.4. Capacité du réservoir Khemisti

Ce réservoir assure une alimentation vers la localité Khemisti dotée de 35287 habitants, avec une consommation de 11743,514 m³/j.

Tableau VI.4 : Dimensionnement du réservoir Khemisti

Khemisti 1000m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	489,313	1,5	176,153	2,667		2,667
1-2	4,167	489,313	1,5	176,153	2,667		5,333
2-3	4,167	489,313	1,5	176,153	2,667		8,000
3-4	4,167	489,313	1,5	176,153	2,667		10,667
4-5	4,167	489,313	1,5	176,153	2,667		13,333
5-6	4,167	489,313	2,5	293,588	1,667		15
6-7	4,167	489,313	3,5	411,023	0,667		15,667
7-8	4,167	489,313	4,5	528,458		- 0,333	15,333
8-9	4,167	489,313	5,5	645,893		- 1,333	14,000
9-10	4,167	489,313	6,25	733,970		- 2,083	11,917
10-11	4,167	489,313	6,25	733,970		- 2,083	9,833
11-12	4,167	489,313	6,25	733,970		- 2,083	7,750
12-13	4,167	489,313	6,25	733,970		- 2,083	5,667
13-14	4,167	489,313	5	587,176		- 0,833	4,833
14-15	4,167	489,313	5	587,176		- 0,833	4
15-16	4,167	489,313	5,5	645,893		- 1,333	2,667
16-17	4,167	489,313	6	704,611		- 1,833	0,833
17-18	4,167	489,313	6	704,611		- 1,833	- 1,000
18-19	4,167	489,313	5,5	645,893		- 1,333	- 2,333
19-20	4,167	489,313	5	587,176		- 0,833	- 3,167
20-21	4,167	489,313	4,5	528,458		- 0,333	- 3,500
21-22	4,167	489,313	4	469,741	0,167		- 3,333

22-23	4,167	489,313	3	352,305	1,167		- 2,167
23-00	4,167	489,313	2	234,870	2,167		0.000
Total	100%	11743,514	100%	11743,514	-	-	-

VI.8.5. Capacité du réservoir Bouharoun

Ce réservoir assure une alimentation vers la localité Bouharoun dotée de 19390 habitants, avec une consommation de 4033,120 m³/j.

Tableau VI.5 : Dimensionnement du réservoir Bouharoun 1000 m³

Bouharoun 1000 m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	168,047	1,5	60,497	2,667		2,667
1-2	4,167	168,047	1,5	60,497	2,667		5,333
2-3	4,167	168,047	1,5	60,497	2,667		8,000
3-4	4,167	168,047	1,5	60,497	2,667		10,667
4-5	4,167	168,047	1,5	60,497	2,667		13,333
5-6	4,167	168,047	2,5	100,828	1,667		15,000
6-7	4,167	168,047	3,5	141,159	0,667		15,667
7-8	4,167	168,047	4,5	181,490		- 0,333	15,333
8-9	4,167	168,047	5,5	221,822		- 1,333	14
9-10	4,167	168,047	6,25	252,070		- 2,083	11,917
10-11	4,167	168,047	6,25	252,070		- 2,083	9,833
11-12	4,167	168,047	6,25	252,070		- 2,083	7,750
12-13	4,167	168,047	6,25	252,070		- 2,083	5,667
13-14	4,167	168,047	5	201,656		- 0,833	4,833
14-15	4,167	168,047	5	201,656		- 0,833	4,000
15-16	4,167	168,047	5,5	221,822		- 1,333	2,667
16-17	4,167	168,047	6	241,987		- 1,833	0,833

17-18	4,167	168,047	6	241,987		- 1,833	- 1,000
18-19	4,167	168,047	5,5	221,822		- 1,333	- 2,333
19-20	4,167	168,047	5	201,656		- 0,833	- 3,167
20-21	4,167	168,047	4,5	181,490		- 0,333	- 3,500
21-22	4,167	168,047	4	161,325	0,167		- 3,333
22-23	4,167	168,047	3	120,994	1,167		- 2,167
23-00	4,167	168,047	2	80,662	2,167		0.000
Total	100%	4033,120	100%	4033,120	-	-	-

VI.8.6. Capacité du réservoir Ain Tagourait (1)

Ce réservoir assure une distribution vers la localité Ain Tagourait dotée de 19463 habitants, avec une consommation de 2698,870 m³/j.

Tableau VI.6 : Dimensionnement du réservoir Ain Tagourait

Ain Tagourait 500 m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	112,453	1,5	40,483	2,667		2,667
1-2	4,167	112,453	1,5	40,483	2,667		5,333
2-3	4,167	112,453	1,5	40,483	2,667		8,000
3-4	4,167	112,453	1,5	40,483	2,667		10,667
4-5	4,167	112,453	1,5	40,483	2,667		13,333
5-6	4,167	112,453	2,5	67,472	1,667		15
6-7	4,167	112,453	3,5	94,460	0,667		15,667
7-8	4,167	112,453	4,5	121,449		- 0,333	15,333
8-9	4,167	112,453	5,5	148,438		- 1,333	14
9-10	4,167	112,453	6,25	168,679		- 2,083	11,917
10-11	4,167	112,453	6,25	168,679		- 2,083	9,833
11-12	4,167	112,453	6,25	168,679		- 2,083	7,750

12-13	4,167	112,453	6,25	168,679		- 2,083	5,667
13-14	4,167	112,453	5	134,944		- 0,833	4,833
14-15	4,167	112,453	5	134,944		- 0,833	4
15-16	4,167	112,453	5,5	148,438		- 1,333	2,667
16-17	4,167	112,453	6	161,932		- 1,833	0,833
17-18	4,167	112,453	6	161,932		- 1,833	- 1,000
18-19	4,167	112,453	5,5	148,438		- 1,333	- 2,333
19-20	4,167	112,453	5	134,944		- 0,833	- 3,167
20-21	4,167	112,453	4,5	121,449		- 0,333	- 3,500
21-22	4,167	112,453	4	107,955	0,167		- 3,333
22-23	4,167	112,453	3	80,966	1,167		- 2,167
23-00	4,167	112,453	2	53,977	2,167		0
Total	100%	2698,870	100%	2698,870	-	-	-

VI.8.7. Capacité du réservoir Ain Tagourait (2)

Ce réservoir assure une distribution vers la localité Ain Tagourait dotée de 19463 habitants, avec une consommation de 1349,430m³/j.

Tableau VI.7 : Dimensionnement du réservoir Ain Tagourait

Ain Tagourait 250 m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	4,167	56,226	1,5	20,241	2,667		2,667
1-2	4,167	56,226	1,5	20,241	2,667		5,333
2-3	4,167	56,226	1,5	20,241	2,667		8
3-4	4,167	56,226	1,5	20,241	2,667		10,667
4-5	4,167	56,226	1,5	20,241	2,667		13,333
5-6	4,167	56,226	2,5	33,736	1,667		15

6-7	4,167	56,226	3,5	47,230	0,667		15,667
7-8	4,167	56,226	4,5	60,724		- 0,333	15,333
8-9	4,167	56,226	5,5	74,219		- 1,333	14,000
9-10	4,167	56,226	6,25	84,339		- 2,083	11,917
10-11	4,167	56,226	6,25	84,339		- 2,083	9,833
11-12	4,167	56,226	6,25	84,339		- 2,083	7,750
12-13	4,167	56,226	6,25	84,339		- 2,083	5,667
13-14	4,167	56,226	5	67,472		- 0,833	4,833
14-15	4,167	56,226	5	67,472		- 0,833	4,000
15-16	4,167	56,226	5,5	74,219		- 1,333	2,667
16-17	4,167	56,226	6	80,966		- 1,833	0,833
17-18	4,167	56,226	6	80,966		- 1,833	- 1,000
18-19	4,167	56,226	5,5	74,219		- 1,333	- 2,333
19-20	4,167	56,226	5	67,472		- 0,833	- 3,167
20-21	4,167	56,226	4,5	60,724		- 0,333	- 3,500
21-22	4,167	56,226	4	53,977	0,167		- 3,333
22-23	4,167	56,226	3	40,483	1,167		- 2,167
23-00	4,167	56,226	2	26,989	2,167		0.000
Total	100%	1349,430	100%	1349,430	-	-	-

VI.8.8. Capacité du réservoir Mouaz

Ce réservoir assure une adduction vers les réservoirs des cinq communes dotée de 282533 habitants, avec une consommation de 97847,277 m³/j.

Tableau VI.8 : Dimensionnement du réservoir Mouaz

Mouaz 30 000 m ³							
Heures	Apport		Distribution		Surplus	Déficit	Résidu
	(%)	(m ³ /h)	(%)	(m ³ /h)	(%)	(%)	(%)
0-1	5	4892,364	3	2935,418	2		2

1-2	5	4892,364	3,2	3131,113	1,8		3,8
2-3	5	4892,364	2,5	2446,182	2,5		6,3
3-4	5	4892,364	2,6	2544,029	2,4		8,
4-5	5	4892,364	3,5	3424,655	1,5		10,2
5-6	5	4892,364	4,1	4011,738	0,9		11,1
6-7	5	4892,364	4,5	4403,127	0,5		11,6
7-8	5	4892,364	4,9	4794,517	0,1		11,7
8-9	5	4892,364	4,9	4794,517	0,1		11,8
9-10	5	4892,364	5,6	5479,448		-0,600	11,2
10-11	5	4892,364	4,8	4696,669	0,2		11,4
11-12	5	4892,364	4,7	4598,822	0,3		11,7
12-13	5	4892,364	4,4	4305,280	0,6		12,3
13-14	5	4892,364	4,1	4011,738	0,9		13,2
14-15	5	4892,364	4,2	4109,586	0,8		14
15-16	5	4892,364	4,4	4305,280	0,6		14,6
16-17	5	4892,364	4,3	4207,433	0,7		15,3
17-18	5	4892,364	4,1	4011,738	0,9		16,2
18-19	5	4892,364	4,5	4403,127	0,5		16,7
19-20	5	4892,364	4,5	4403,127	0,5		17,2
20-21	0	0,000	4,5	4403,127		-4,500	12,7
21-22	0	0,000	4,8	4696,669		-4,800	7,9
22-23	0	0,000	4,6	4500,975		-4,600	3,3
23-00	0	0,000	3,3	3228,960		-3,300	0,000
Total	100	97847,277	100	97847,277	-	-	-

Le récapitulatif des réservoirs étudié est établie dans le tableau suivant

Tableau VI.9 : Récapitulatif des réservoirs

Réservoir	Capacité totale (m ³)	Volume existant (m ³)	Capacité à projeté (m ³)	Diamètre (m)
Réservoirs Fouka	1500	250	1500	21.86
	3000	500	2500	28.22
Réservoirs Bou-Ismaïl	1000	(1500*2)	-	-
Réservoir Khemisti	2500	1000	1500	21.86
Réservoirs Bouharoun	1000	1000	-	-
Réservoirs Ain Tagourait	1000	500	500	12.62
	500	250	250	8.92
Réservoir Mouaz	20 000	30 000	-	-

D'après les résultats de calcul des capacités qui montrent la nécessité d'implantation des cinq nouveaux réservoirs:

- Deux réservoirs de capacité de 1500 et 2500 m³ à Fouka ;
- Un réservoir de capacité de 1500 m³ à Khemisti ;
- Deux réservoirs de capacité de 250 et 500 m³ à Ain Tagourait ;

Pour le reste, nous avons trouvé qu'on n'a pas besoin de réaliser des nouveaux réservoirs car leurs capacités sont suffisantes.

Conclusion

Durant cette section nous avons déterminé les capacités de stockage de nos réservoirs à l'horizon 2053, pour celui d'Ain Tagourait on a trouvé un volume total égale à 637,28342 m³. Puis, on a pris le volume normalisé de 1000 m³. Alors que, le volume de réservoir existant égale à 500 m³, on a trouvé un déficit de 500 m³, et pour stocker ce dernier, on optera à jumeler un réservoir de 500 m³ avec l'ouvrage existant pour alimenter cette localité. C'est la même chose pour les autres réservoirs.

Chapitre VII: Réseau de distribution



Introduction

Une fois l'eau stockée dans le réservoir, elle serait distribuée aux consommateurs via un réseau de canalisations, où des branchements seront réalisés pour répondre à leurs besoins. Cependant, il est essentiel de faire une étude préliminaire afin de déterminer le diamètre approprié des canalisations, garantissant ainsi un débit maximal suffisant pour satisfaire les besoins domestiques, industriels et agricoles, tout en maintenant des vitesses d'écoulement acceptables.

Cette étude préliminaire tient compte de plusieurs facteurs. Elle évalue d'abord le débit requis pour répondre à la demande en eau de la zone desservie, en considérant la population, les activités industrielles et agricoles, ainsi que les besoins commerciaux. De plus, elle prend en compte les exigences de pression pour assurer un approvisionnement en eau adéquat à tous les points de consommation, en veillant à ce que la pression soit suffisante pour maintenir un débit satisfaisant dans les canalisations et aux robinets des utilisateurs.

VII.1 Types des réseaux de distribution

On distingue plusieurs types de réseau de distribution

- Réseaux ramifiés
- Réseaux maillés
- Réseaux étages
- Réseaux mixtes

La classification se fait selon la topographie du terrain (terrain accidenté, différence d'altitude importante) et l'occupation du sol. Ces réseaux peuvent être alimentés par un ou plusieurs réservoirs (Ghernaout.R, 2022)

VII.1.1. Le réseau ramifié

Le réseau ramifié se compose d'une conduite principale et secondaire qui se raccorde à intervalles réguliers le long de la conduite principale. Il s'agit d'un réseau arborescent qui ne permet pas une distribution en boucle, s'il détecte un cas de panne sur la conduite principale, toute la population en aval peut se retrouver sans eau. Cette configuration présente un risque de défaillance plus élevé en cas de problème sur la conduite principale.

VII.1.2. Le réseau maillé

Un réseau maillé est composé d'une chaîne de tronçons disposés d'une façon à permettre la formation de boucles fermées. Par contre le réseau maillé offre une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon. Cela signifie qu'en cas de panne sur une partie du réseau, l'eau peut toujours être acheminée par d'autres chemins pour assurer la continuité de la distribution. Cette configuration offre une plus grande fiabilité et résilience au réseau, en minimisant les interruptions de service pour les utilisateurs.

VII.1.3. Le réseau étagé

Le réseau étagé prend les différences de niveaux entre ses différents points, ce qui peut entraîner des variations de pression importantes dans la distribution de l'eau. Lorsqu'un réservoir est utilisé pour alimenter ce réseau, il peut générer des pressions excessives aux points les plus bas, ne respectant pas les normes de pression requises.

En arrivant à cette situation, l'installer d'un réservoir intermédiaire dans le système est nécessaire. Ce dernier est alimenté par le premier réservoir et joue un rôle essentiel dans la régulation de la pression dans le réseau. Il permet de lisser les variations de pression en fonction de la demande et de maintenir des niveaux de pression acceptables dans l'ensemble du réseau.

VII.1.4. Le réseau mixte

Les réseaux mixtes, comme leur nom l'indique, sont constitués à la fois de parties ramifiées et maillées. Ils sont souvent utilisés dans les agglomérations qui présentent à la fois des zones planes et des zones accidentées sur leur territoire. Les parties ramifiées du réseau sont généralement utilisées dans les zones planes où la topographie facilite la distribution de l'eau, tandis que les parties maillées sont mises en place dans les zones accidentées pour garantir une distribution de retour en cas de problème sur une partie du réseau. Cette combinaison de structures ramifiées et maillées permet d'optimiser la gestion de l'eau et de fournir une distribution fiable et efficace à l'ensemble de l'agglomération.

VII.2 Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le calcul des débits dans le réseau se fait avec les étapes suivantes :

- Détermination de la longueur pour chaque tronçon du réseau pour le calcul des pertes de charge et d'estimer les débits qui circuleront dans chaque tronçon.
- Évaluation des débits enregistrés pendant les heures, en se basant sur des données historiques ou des estimations, Ces débits peuvent varier en fonction des périodes de la journée ou des jours de la semaine.
- Calcul du débit spécifique en tenant compte les débits enregistrés : Les débits spécifiques représentent les quantités d'eau qui seront acheminées par unité de temps et par unité de surface du tronçon de canalisation. Ils sont calculés en se basant sur les débits enregistrés et prennent en compte les caractéristiques du tronçon (diamètre, pente, rugosité, etc.).
- Estimer les débits concentrés aux nœuds : Les débits d'eau provenant de différents tronçons convergent vers les nœuds du réseau. Il est nécessaire d'estimer les débits d'eau qui se concentreront aux différents nœuds afin de dimensionner les canalisations et de garantir une distribution équilibrée.

Le choix du matériau de la conduite d'adduction est porté sur le PEHD grâce aux avantages qui contient (La facilité de pose et de raccordement, résistance à l'agressivité du sol et de l'eau...).

En outre, étant donné la différence de côte qui ne dépasse pas les 100 m, c.-à-d. 10 bars, donc le PEHD utilisé est de pression nominale de 10 bars (PN10).



Figure VII.1: Districts des zones d'étude

D'après la figure au-dessus qui représente les différents districts de l'Est de la wilaya de Tipasa, et vu la contrainte du temps qui prend l'étude de toutes les communes concerné pour être réaliser, nous avons choisi un petit village de la commune Khemisti afin de faire son dimensionnement.

VII.2.1. Détermination des débits du réseau

VII.2.1.1. Débit de pointe

Représente la consommation maximale horaire, par lequel se fait-le dimensionnement du réseau de distribution.

Tableau VII.1: Calcul du débit de pointe pour le village de khemisti

Localité	Khemisti	Cons équipements (m³/j)	23.7878
Population District 2008	499	Cons moy totale (m³/j)	103.08
Population District 2023	617	Coef de pointe saisonnière (m³/j)	3.8
Population District 2053	941	Cons en eau Jour Pointe (m³/j)	391.706
Taux d'occup par district %	100	Rendement %	0.4
Programme de Igts	10	Pertes m³/j	154.621
Population programme de Igts	50	BESOINS TOTAUX m³/j	546.327
Population concernée hab	991.16	Coef de pointe horaire	1.6
Dotation l/j/hab	80	Débit de pointe (m³/h)	32.5563
Consommation domestique (m³/j)	79.29	QP (l/s)	9.0434

VII.2.1.2. Débit spécifique

Les hypothèses de la consommation domestique sont réparti régulièrement sur toutes les longueurs du réseau, on utilise donc la notion de débit spécifique en l/s/m²

Ce débit se calcul comme suit :

$$Q_{sp} = Q_p / \Sigma L_i$$

VII.2.1.3. Débits en route

Le Q_r de chaque tronçon est le produit de sa longueur multiplié fois le débit spécifique:

$$Q_r = Q_{sp} \times L_i$$

Q_r : Débit en route l/s.

Q_{sp} : Débit spécifique l/s/ml.

L_i : Longueur du tronçon concerné (m).

VII.2.1.4. Débits aux nœuds

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud alimentant la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, ils sont calculés par la formule suivante

$$Q_{ni} = 0.55 \times \Sigma Q_{ri} + \Sigma Q_{conc}$$

Q_{ni} : Débit nodal des nœuds concernés (l/s) ;

ΣQ_{ri} : Somme des débits en route des tronçons qui entourent le nœud (i) (l/s) ;

ΣQ_{conc} : Débit concentré au nœud (i) en (l/s)

Les résultats du calcul des débits sont montrés dans le tableau ci-dessous

Tableau VII.2: Calculs des débits en route et aux nœuds

Nœuds	Tronçons		Longueurs (ml)	Qsp (l/s/ml)	Qri (l/s)	Qn (l/s)
1	1	2	255.33	0.001935	/	/
	1	R.KH	51.1		/	
2	2	22	114.87		0.222296	0.403488
	2	49	197.87		0.382917	
	2	1	255.33		/	
	2	33	104.26		0.201764	
4	4	50	122.1		0.236287	0.236287
	4	5	122.1		0.236287	
5	5	4	122.1		0.236287	0.306061
	5	44	87.06		0.168478	
	5	6	107.15		0.207356	
6	6	11	37.01		0.071622	0.259781

	6	5	107.15		0.207356	
	6	43	51.37		0.099411	
	6	39	72.95		0.141173	
7	7	22	192.91		0.373319	0.398912
	7	8	62.5		0.12095	
	7	20	156.86		0.303555	
8	8	9	85.24		0.164956	0.213433
	8	7	62.5		0.12095	
	8	21	72.84		0.14096	
9	9	10	38.35		0.074215	0.119585
	9	8	85.24		0.164956	
10	10	9	38.35		0.074215	0.081733
	10	13	46.12		0.089251	
11	11	51	34.92		0.067577	0.069599
	11	6	37.01		0.071622	
12	12	14	58.48		0.11317	0.056585
13	13	10	46.12		0.089251	0.157699
	13	51	36.7		0.071022	
	13	15	80.16		0.155125	
14	14	15	47.01		0.090974	0.102072
	14	12	58.48		0.11317	
15	15	13	80.16		0.155125	0.123049
	15	14	47.01		0.090974	
17	17	42	84.35		0.163234	0.081617
18	18	19	73.33		0.141908	0.132542
	18	41	63.65		0.123175	
19	19	18	73.33		0.141908	0.145682
	19	20	77.23		0.149455	
20	20	19	77.23		0.149455	0.226505
	20	7	156.86		0.303555	
21	21	8	72.84		0.14096	0.125933
	21	42	57.31		0.110906	
22	22	23	269.18		0.520916	0.755607
	22	7	192.91		0.373319	
	22	50	203.95		0.394683	
	22	2	114.87		0.222296	
23	23	24	182.13		0.352457	0.634135
	23	35	204.06		0.394896	
	23	22	269.18		0.520916	
24	24	23	182.13		0.352457	0.176229
26	26	27	153.04		0.296162	0.148081
27	27	40	86.68		0.167743	0.231953
	27	26	153.04		0.296162	

28	28	29	123.36		0.238726	0.119363
29	29	32	66.33		0.128362	0.286477
	29	31	106.38		0.205866	
	29	28	123.36		0.238726	
31	31	29	106.38		0.205866	0.102933
32	32	34	73.33		0.141908	0.202644
	32	29	66.33		0.128362	
	32	40	69.77		0.135019	
33	33	2	104.26		0.201764	0.230027
	33	46	133.47		0.258291	
34	34	32	73.33		0.141908	0.145856
	34	35	77.41		0.149804	
35	35	23	204.06		0.394896	0.342433
	35	34	77.41		0.149804	
	35	36	72.43		0.140166	
36	36	35	72.43		0.140166	0.226128
	36	40	161.27		0.312089	
39	39	44	104.32		0.20188	0.241077
	39	6	72.95		0.141173	
	39	43	71.88		0.139102	
40	40	32	69.77		0.135019	0.307425
	40	36	161.27		0.312089	
	40	27	86.68		0.167743	
41	41	18	63.65		0.123175	0.061588
42	42	17	84.35		0.163234	0.13707
	42	21	57.31		0.110906	
43	43	39	71.88		0.139102	0.119256
	43	6	51.37		0.099411	
44	44	45	116.04		0.22456	0.297459
	44	5	87.06		0.168478	
	44	39	104.32		0.20188	
45	45	44	116.04		0.22456	0.11228
46	46	33	133.47		0.258291	0.129145
49	49	50	113.39		0.219432	0.301175
	49	2	197.87		0.382917	
50	50	4	122.1		0.236287	0.425201
	50	22	203.95		0.394683	
	50	49	113.39		0.219432	
51	51	13	36.7		0.071022	0.069299
	51	11	34.92		0.067577	
/	R.KH	1	51.1		0	0
Total					18.08681	9.043405

VII.2.2. Pressions de service du réseau (au sol)

Pour garantir un fonctionnement optimal du réseau, il est essentiel que la pression d'eau soit maintenue à un niveau adéquat dans tous les points du réseau à alimenter. En pratique, la pression minimale recommandée [1 bar à 6 bars].

Maintenir une pression d'eau suffisante permet d'assurer un débit adéquat pour les utilisateurs, d'éviter les problèmes de fonctionnement des appareils et de garantir une distribution uniforme de l'eau sur l'ensemble du réseau.

Une vitesse de circulation acceptable se situe généralement entre 0,5 m/s et 1,6 m/s. Une vitesse trop élevée peut entraîner des problèmes de turbulence, d'usure excessive des conduites et de formation de dépôts, tandis qu'une vitesse trop faible peut favoriser la sédimentation des particules

$$P_s = C_p - CTN - J$$

P_s : pression au sol (m).

C_p : cote piézométrique(m).

CTN : côte de terrain naturel (m).

JT : perte de charge totale (m).

VII.3 Simulation du réseau hydraulique

EPANET est un outil puissant utilisé pour la modélisation et la simulation des systèmes de distribution d'eau. Il permet d'analyser et voir le comportement hydraulique et la qualité des eaux dans le réseau.

Du côté hydraulique, EPANET permet de modéliser les différentes composantes du réseau, telles que les conduites, les réservoirs, les pompes, les vannes, etc. Il permet de simuler le débit, la pression, la vitesse de l'eau et d'autres paramètres hydrauliques à différents points du réseau.

Du côté de qualité de l'eau, EPANET permet également de modéliser la propagation des substances chimiques ou biologiques dans le réseau. Il prend en compte des paramètres tels que la concentration, la désinfection, les réactions chimiques, etc. Cela permet d'évaluer la qualité

de l'eau à différents points du réseau, d'identifier les zones à risque de contamination et de mettre en place des mesures de prévention et de traitement appropriées. (Rossman A, 2003).

Dans le processus de dimensionnement d'un réseau de distribution d'eau à l'aide du logiciel EPANET, les étapes principales consistent à entrer les données de débits, d'altitudes et de longueurs des nœuds, les données de longueurs et de diamètres des conduites. Ensuite, le réseau est lancé pour évaluer les performances hydrauliques.

La première étape consiste à définir les débits aux différents nœuds du réseau, on prendra en considération les besoins en eau de chaque zone desservie. Les altitudes des nœuds doivent également être spécifiées, car elles influencent la distribution des pressions dans le réseau.

Ensuite, les données de longueurs et de diamètres des conduites sont entrées dans le logiciel. Il est généralement recommandé de procéder à des essais de différentes configurations de diamètres pour trouver ceux qui permettent d'obtenir des vitesses d'écoulement dans la plage souhaitée (0.5 m/s - 1.6 m/s). Des essais itératifs peuvent être effectués pour ajuster les diamètres et atteindre les performances hydrauliques optimales.

Lors du lancement de la simulation, EPANET effectue les calculs nécessaires pour déterminer les débits, les pressions et les vitesses de l'eau dans chaque conduite et à chaque nœud du réseau. L'objectif est d'obtenir des vitesses d'écoulement appropriées pour éviter les problèmes de stagnation ou de turbulence, tout en maintenant les pressions dans une plage acceptable (généralement inférieure à 60 m).

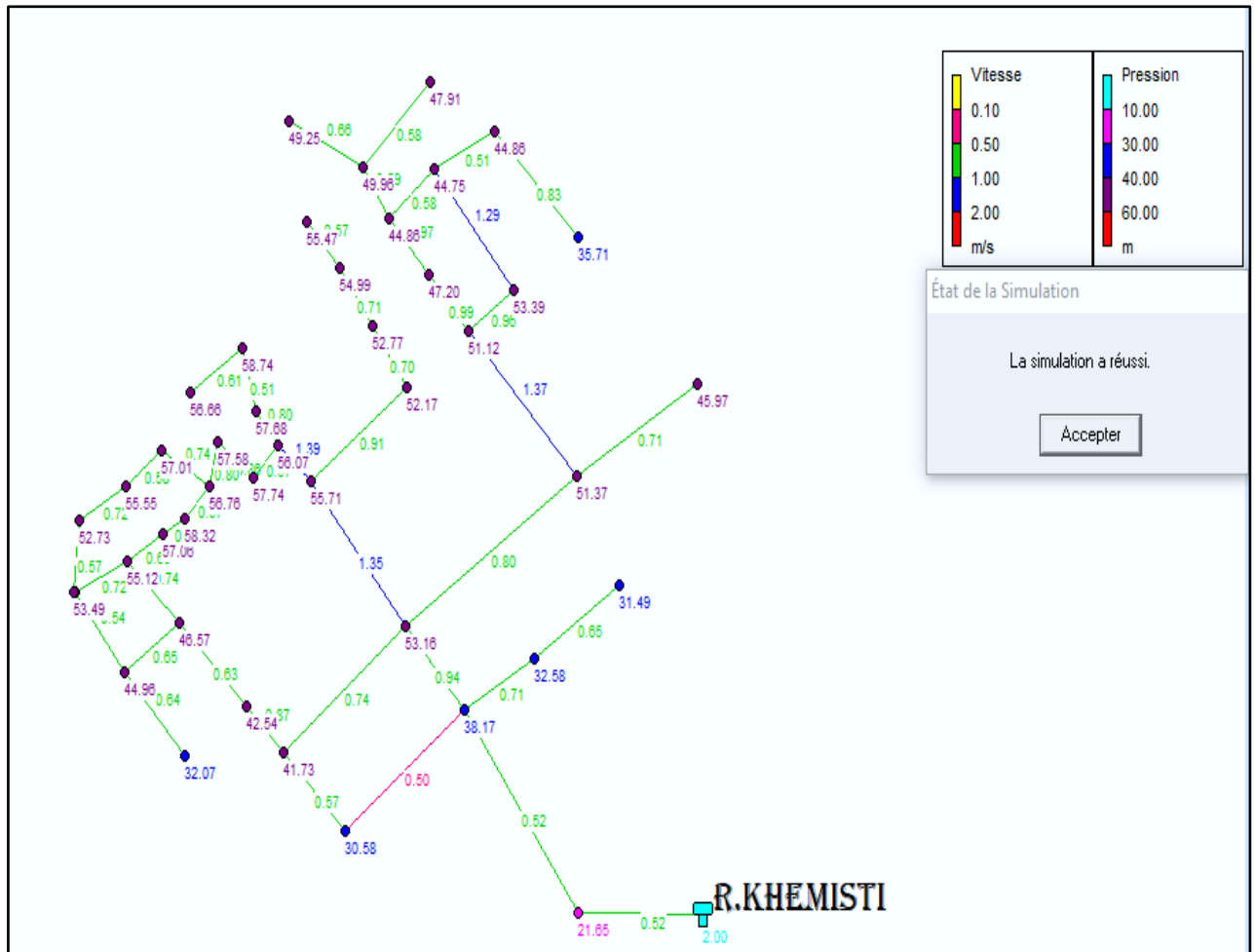


Figure VII.2: Simulation à l'heure de pointe

L'objectif de cette dernière est d'arriver à des vitesses acceptables [0.5–1.6 m/s], et des pressions aux nœuds qui ne doivent pas dépasser 100 m.c.e (10 bars). Alors notre choix c'est porté sur des conduites en PEHD PN10.

Les résultats de simulation du nœud sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau VII.3: Calculs des paramètres hydraulique à l'heure de pointe

Tronçons		Longueur m	Diamètre mm	Vitesse m/s	P. Charge m/km
1	2	255.33	141	0.52	1.89
2	22	114.87	96.8	0.94	8.77
2	49	197.87	28	0.5	13.1

4	50	122.1	21	0.87	50.71
4	5	122.1	16	0.63	40.7
6	11	53.79	35.2	0.69	17.52
6	5	92.44	21	0.74	38.44
8	9	46.12	55.4	0.57	7.18
8	7	56.38	44	1.39	46.83
9	10	58.89	44	0.86	19.67
11	51	32.35	44	0.52	8.01
13	10	47.02	44	0.8	17.32
14	15	58.89	21	0.58	24.87
14	12	87.25	16	0.72	51.93
15	13	71.92	21	0.74	38.24
19	18	73.33	28	0.71	24.38
20	19	77.23	35.2	0.7	18.12
20	7	156.86	35.2	0.91	28.9
21	8	45.13	28	0.8	30.68
21	42	67.54	28	0.51	13.89
22	23	269.18	66	0.8	10.39
22	7	192.91	55.4	1.35	33.47
22	50	203.95	28	0.74	26.65
24	23	182.13	21	0.71	35.1
26	27	153.04	21	0.83	46.77
27	40	86.68	35.2	0.51	10.24
28	29	123.36	21	0.58	24.73
29	32	66.33	35	0.59	13.57
31	29	106.38	16	0.66	44.23
32	34	73.33	16	0.97	86.39
33	2	104.26	28	0.71	24.85
35	23	204.06	44	1.37	45.32
35	34	77.41	21	0.99	63.6
36	35	72.43	44	0.96	23.89

39	44	104.32	15	0.54	33.36
39	6	74.55	21	0.72	35.95
40	32	69.77	35.2	0.58	12.78
40	36	161.27	35.2	1.29	53.56
41	18	63.65	21	0.57	23.91
42	17	81.13	16	0.61	37.99
43	12	46.12	13	0.57	44.74
44	45	118.16	16	0.64	42.15
44	5	87.06	21	0.65	29.95
46	33	133.47	21	0.65	30.65
49	50	113.39	16	0.57	33.96
51	13	46.12	44	0.57	9.58
R.KH	1	182.93	141	0.52	1.89

TableauVII.4: Calculs des pression à l'heure de pointe

Noeud	Demande (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
1	/	72.65	17.65
2	0.41	72.17	29.17
4	0.17	59.54	33.54
5	0.16	54.57	37.57
6	0.17	58.12	46.12
7	0.25	64.71	46.71
8	0.24	62.07	47.07
9	0.08	61.74	48.74
10	0.09	60.58	48.58
11	0.12	59.06	48.06
13	0.09	59.76	47.76
12	0.07	51.92	43.92
14	0.06	55.55	46.55
15	0.06	57.01	48.01
17	0.12	56.66	47.66
18	0.24	56.99	45.99
19	0.25	58.77	43.77
20	0.2	60.17	43.17
21	0.18	60.68	48.68
22	0.48	71.16	44.16
23	0.4	68.37	42.37
24	0.24	61.97	36.97

26	0.29	40.71	27.71
27	0.21	47.86	35.86
28	0.2	43.91	38.91
29	0.24	46.96	40.96
31	0.13	42.25	40.25
32	0.18	47.86	35.86
33	0.21	69.58	23.58
34	0.15	54.2	38.2
35	0.28	59.12	42.12
36	0.2	57.39	44.39
39	0.15	55.44	46.44
40	0.2	48.75	35.75
41	0.2	55.47	46.47
42	0.19	59.74	49.74
43	0.08	49.45	44.45
44	0.19	51.96	35.96
45	0.13	46.98	26.98
46	0.23	65.49	25.49
49	0.19	69.58	21.58
50	0.27	65.73	32.73
51	0.08	59.32	49.32
R.KH	/	73	2

Lors de la planification d'un réseau, la prise en compte des situations critiques afin d'assurer un fonctionnement optimal du réseau même dans ces conditions. Parmi les situations à considérer, on peut mentionner :

La consommation de pointe horaire : Il est important de prévoir la capacité du réseau pour faire face aux périodes de forte demande, telles que les heures de pointe où la consommation d'eau est maximale. Cela garantit que le réseau peut fournir suffisamment d'eau pour répondre aux besoins des utilisateurs pendant ces périodes.

La consommation journalière maximale lors d'un ou plusieurs incendies : Il est essentiel de dimensionner le réseau pour répondre aux besoins en eau lors d'incendies. Cela implique la prévention d'une capacité d'eau suffisante pour lutter contre les incendies et assurer que les pressions sont suffisantes

En identifiant et en prenant en compte ces situations critiques lors de la conception du réseau, on peut s'assurer que celui-ci est capable de fonctionner de manière satisfaisante, même dans des conditions de demande élevée ou d'urgence telles que les incendies. Cela garantit une

distribution d'eau fiable et efficace pour les utilisateurs, en répondant à leurs besoins quotidiens ainsi qu'en assurant leur sécurité en cas d'incendie.

Tableau VII.5: Calculs des diamètres et vitesses à l'heure de pointe + incendie

Tronçons		Longueur (ml)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)	P.Charge (m/Km)
1	2	255.33	141	1.61	14.8
2	22	114.87	96.8	0.94	8.77
2	49	197.87	28	0.5	13.1
4	5	122.1	16	0.63	40.7
4	50	122.1	21	0.87	50.71
6	11	53.79	35.2	0.69	17.52
6	5	92.44	21	0.74	38.44
8	9	46.12	55.4	0.57	7.18
8	7	56.38	44	1.39	46.83
9	10	58.89	44	0.86	19.67
11	51	32.35	44	0.52	8.01
13	10	47.02	44	0.8	17.32
14	12	87.25	16	0.72	51.93
14	15	58.89	21	0.58	24.87
15	13	71.92	21	0.74	38.24
19	18	73.33	28	0.71	24.38
20	19	77.23	35.2	0.7	18.12
20	7	156.86	35.2	0.91	28.9
21	8	45.13	28	0.8	30.68
21	42	67.54	28	0.51	13.89
22	23	269.18	66	0.8	10.39
22	7	192.91	55.4	1.35	33.47
22	50	203.95	28	0.74	26.65
24	23	182.13	21	0.71	35.1
26	27	153.04	21	0.83	46.77
27	40	86.68	35.2	0.51	10.24

28	29	123.36	21	0.58	24.73
29	32	66.33	35.2	0.59	13.57
31	29	106.38	16	0.66	44.23
32	34	73.33	16	0.97	86.39
33	2	104.26	28	0.71	24.85
35	23	204.06	44	1.37	45.32
35	34	77.41	21	0.99	63.6
36	35	72.43	44	0.96	23.89
39	44	104.32	16	0.54	33.36
39	6	74.55	21	0.72	35.95
40	32	69.77	35.2	0.58	12.78
40	36	161.27	35.2	1.29	53.56
41	18	63.65	21	0.57	23.91
42	17	81.13	16	0.61	37.99
43	12	46.12	16	0.57	44.74
44	5	87.06	21	0.65	29.95
44	45	118.16	16	0.64	42.15
46	33	133.47	21	0.65	30.65
49	50	113.39	16	0.57	33.96
51	13	46.12	44	0.57	9.58
R.KH	1	182.93	141	1.61	14.8

La vérification des caractéristiques hydrauliques (vitesses entre [0.6 et 2.5m/s] et les pressions [10-60m]) à l'heure de pointe plus incendie avec diamètres identique obtenus nous avons ajouté un débit d'incendie (17l/s) au point sensible du réseau (au point le plus défavorable là où la pression est faible, généralement au centre de l'agglomération).

La simulation obtenue est définies dans la figure au-dessous

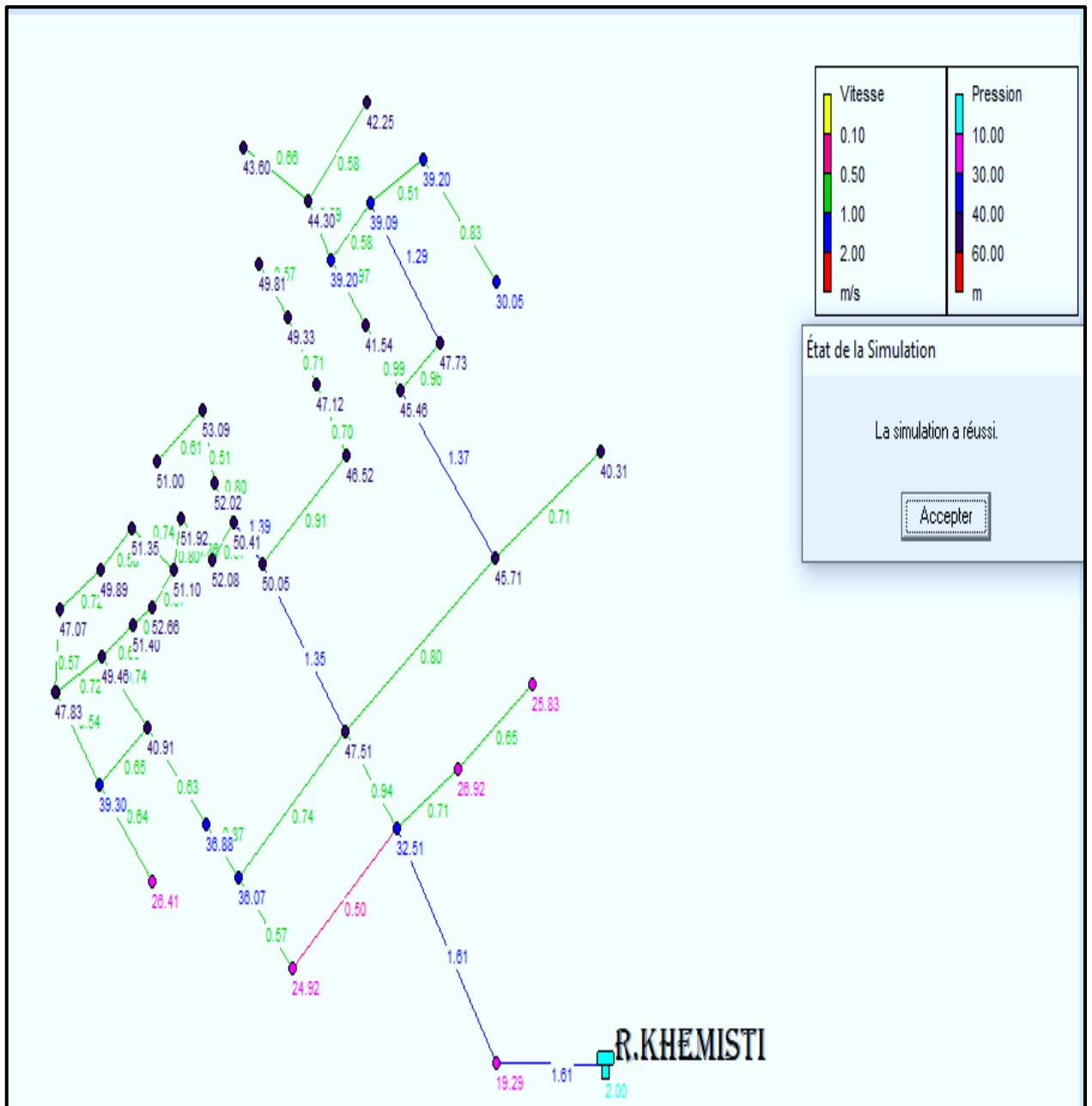


Figure VII.3: Simulation à l'heure de pointe + incendie

Tableau VII.6: Calculs des pressions à l'heure de pointe + incendie

Noeud	Demande (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
1	/	70.29	15.29
2	17.41	66.51	23.51
4	0.17	53.88	27.88
5	0.16	48.91	31.91
6	0.17	52.46	40.46
7	0.25	59.05	41.05
8	0.24	56.41	41.41

9	0.08	56.08	43.08
10	0.09	54.92	42.92
11	0.12	53.4	42.4
12	0.07	45.36	37.36
13	0.09	54.1	42.1
14	0.06	49.89	40.89
15	0.06	51.35	42.35
17	0.12	51	42
18	0.24	51.33	40.33
19	0.25	53.12	38.12
20	0.2	54.52	37.52
21	0.18	55.02	43.02
22	0.48	65.51	38.51
23	0.4	62.71	36.71
24	0.24	56.31	31.31
26	0.29	35.05	22.05
27	0.21	42.2	30.2
28	0.2	38.25	33.25
29	0.24	41.3	35.3
31	0.13	36.6	34.6
32	0.18	42.2	30.2
33	0.21	63.92	17.92
34	0.15	48.54	32.54
35	0.28	53.46	36.46
36	0.2	51.73	38.73
39	0.15	49.78	40.78
40	0.2	43.09	30.09
41	0.2	49.81	40.81
42	0.19	54.09	44.09
43	0.08	43.3	38.3
44	0.19	46.3	30.3
45	0.13	41.32	21.32
46	0.23	59.83	19.83
49	0.19	63.92	15.92
50	0.27	60.07	27.07
51	0.08	53.66	43.66
R.KH	/	73	2

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons procédé au dimensionnement du réseau d'AEP d'un village de Khemisti qui est de type maillé, avec des conduites en PEHD (PN 10) et des diamètres qui variant de 16 à 141 mm

Pour garantir un fonctionnement adéquat du réseau et assurer une fourniture en eau suffisante à tous les abonnés concernés, nous avons réalisé une simulation à l'aide du logiciel EPANET. Cette simulation nous a permis de déterminer les différents diamètres des tronçons en vérifiant les critères de vitesses et de pressions.

L'objectif était de trouver des diamètres de conduites qui permettent de maintenir des vitesses de circulation acceptables tout en assurant des pressions adéquates dans le réseau. Cela garantit un débit d'eau suffisant pour répondre aux besoins des abonnés sans compromettre le bon fonctionnement du système.

En utilisant le logiciel EPANET, nous avons pu effectuer des calculs précis et obtenir des résultats fiables pour chaque tronçon du réseau. Ces résultats nous ont permis de dimensionner les conduites de manière optimale, en prenant en compte les contraintes de vitesse et de pression.

Ainsi, grâce à cette approche de dimensionnement basée sur la simulation et l'analyse des vitesses et des pressions, nous avons pu garantir un fonctionnement efficace du réseau AEP du village Khemisti, en assurant un débit adéquat pour toute l'agglomération concernés.

Chapitre VIII: Application d'un SIG



Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation d'une application SIG que nous avons développé avec logiciel ArcGIS. En effet, ce travail vise à apporter des bases de données à notre zone d'étude

VIII.1 Etapes de réalisation d'un SIG

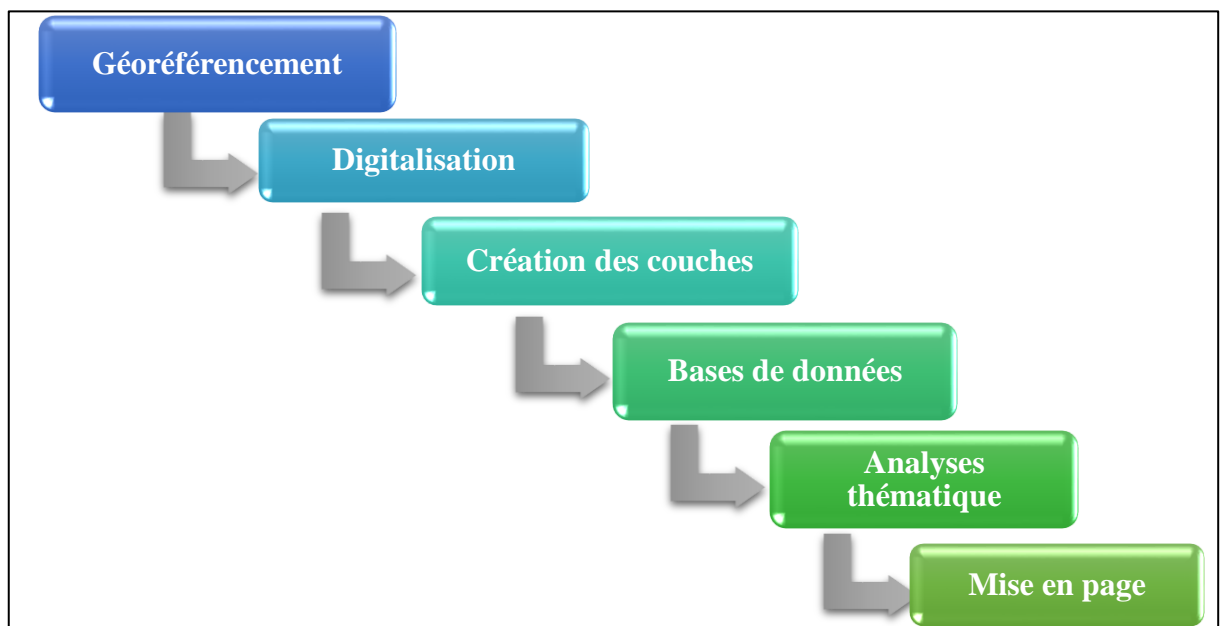


Figure VIII.1: Schéma des étapes d'application d'un SIG

VIII.1.1. Géoréférencement

Le calage est une étape essentielle préalable à toute utilisation d'un système d'information géographique (SIG). Son objectif est d'établir une corrélation entre les entités géographiques représentées dans le SIG et leur position réelle dans le monde.

Pour réaliser le calage, il est nécessaire de définir les coordonnées géographiques des points de calage, qui sont des repères bien connus et identifiables à la fois dans le monde réel et dans l'image ou la carte utilisée dans le SIG. Ces points de calage peuvent être des

intersections de routes, des sommets de montagnes, des cours d'eau, des bâtiments remarquables, etc.

En plus des coordonnées des points de calage, il est également important de préciser le type de projection utilisé pour l'image raster ou la carte que l'on souhaite intégrer dans le SIG. La projection permet de représenter les coordonnées géographiques sur une surface plane, en tenant compte des déformations induites par la représentation cartographique.

En combinant les coordonnées des points de calage avec la projection choisie, on peut géoréférencé l'image ou la carte, c'est-à-dire associer chaque pixel ou chaque entité cartographique à une position géographique précise dans le SIG. Cela permet ensuite d'effectuer des analyses spatiales, de superposer des couches de données, de mesurer des distances et d'effectuer d'autres opérations géo spatiales dans le SIG.



FigureVIII.2: Zone d'étude du réseau d'adduction (Google earth)

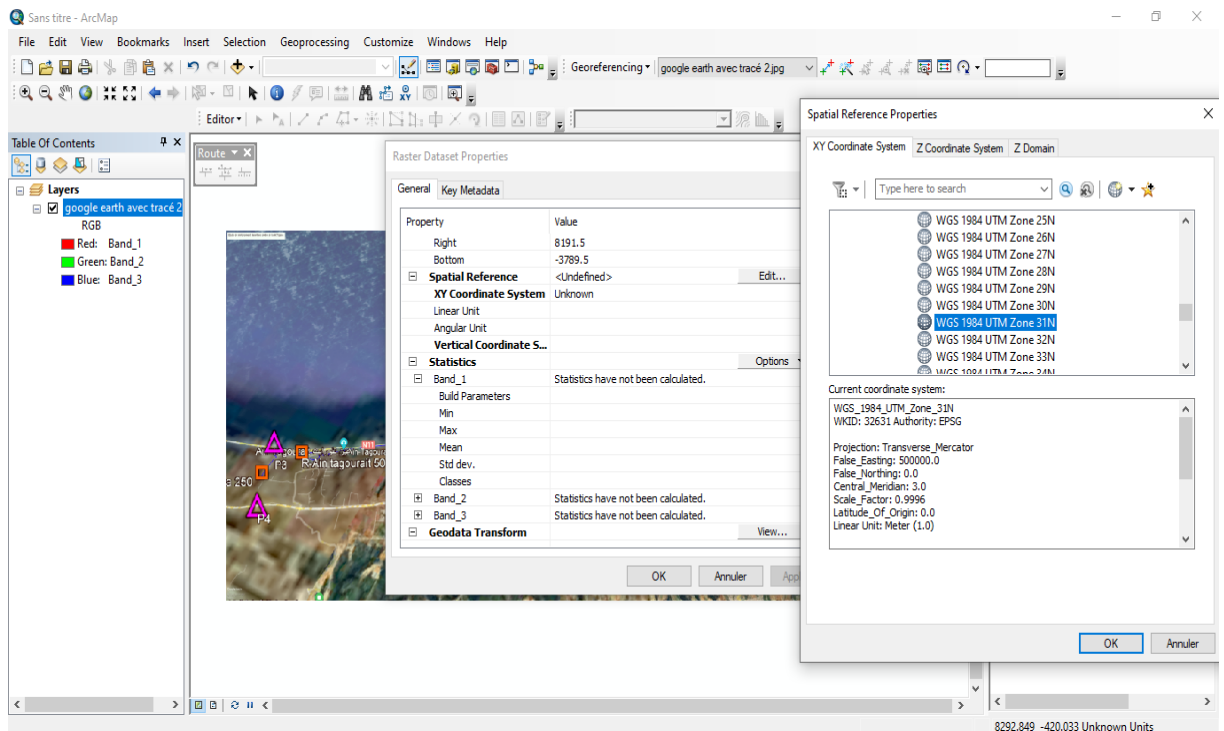


Figure VIII.3: Type de projection pour la zone de Tipasa

Notre projection pour la zone d'étude (l'Est de la wilaya de Tipasa) est du (UTM /WGS84 zone 31)

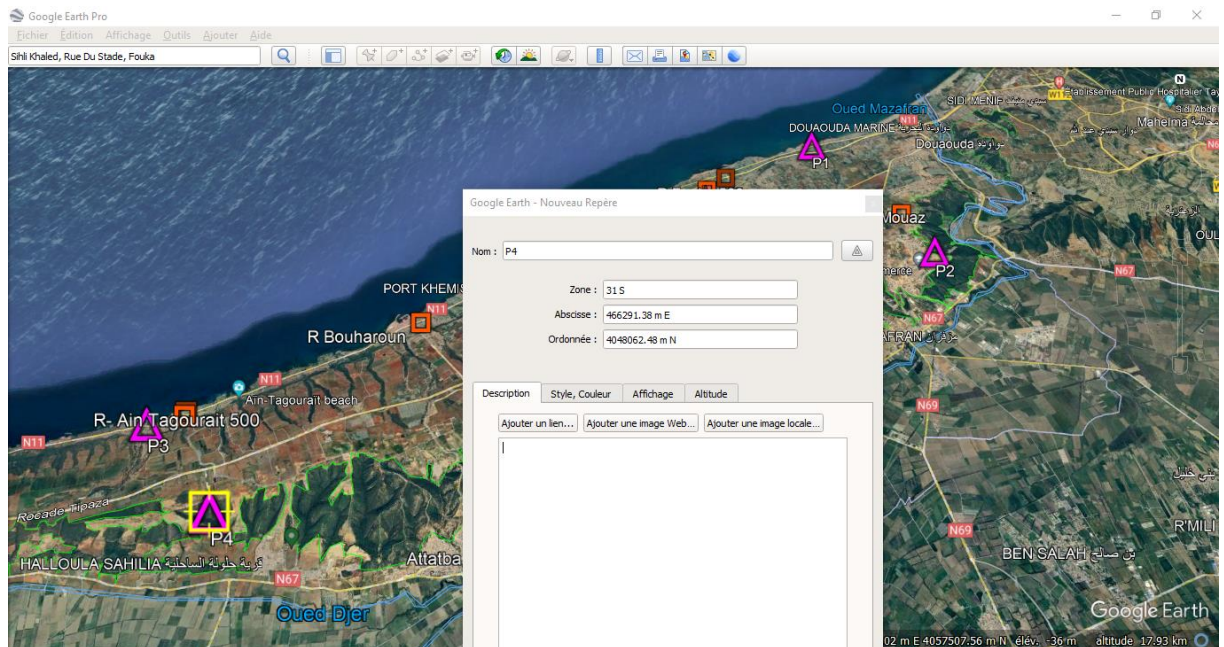


Figure VIII.4: Insertion des coordonnées des points sur la carte

Dans cette étape nous avons ajouté les coordonnées des quatre points sur la carte à géoréférencé

VIII.1.2. Digitalisation

Elle désigne l'obtention de la carte en format numérique, et la vectorialisation de cette dernière afin d'avoir des points, lignes ou des polygones.


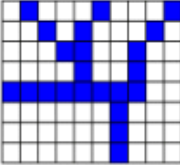

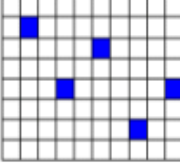

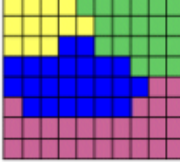
Vecteur	Matrice ou Raster	Exemple dans la réalité
		Données linéaires : cours d'eau, routes,...
		Données ponctuelles: arbres, stations météo, points GPS,...
		Données polygonales: lacs, limites administratives (frontières de pays, limites de communes, etc.), parcs naturels,...

Figure VIII.5: Formes de digitalisation (Valère.N)

VIII.1.3. Création des couches :

Nous allons créer une couche pour chaque élément qui suit :

- Tronçons (conduites) ;
- Réservoirs ;
- Agglomération ;
- Nœuds.

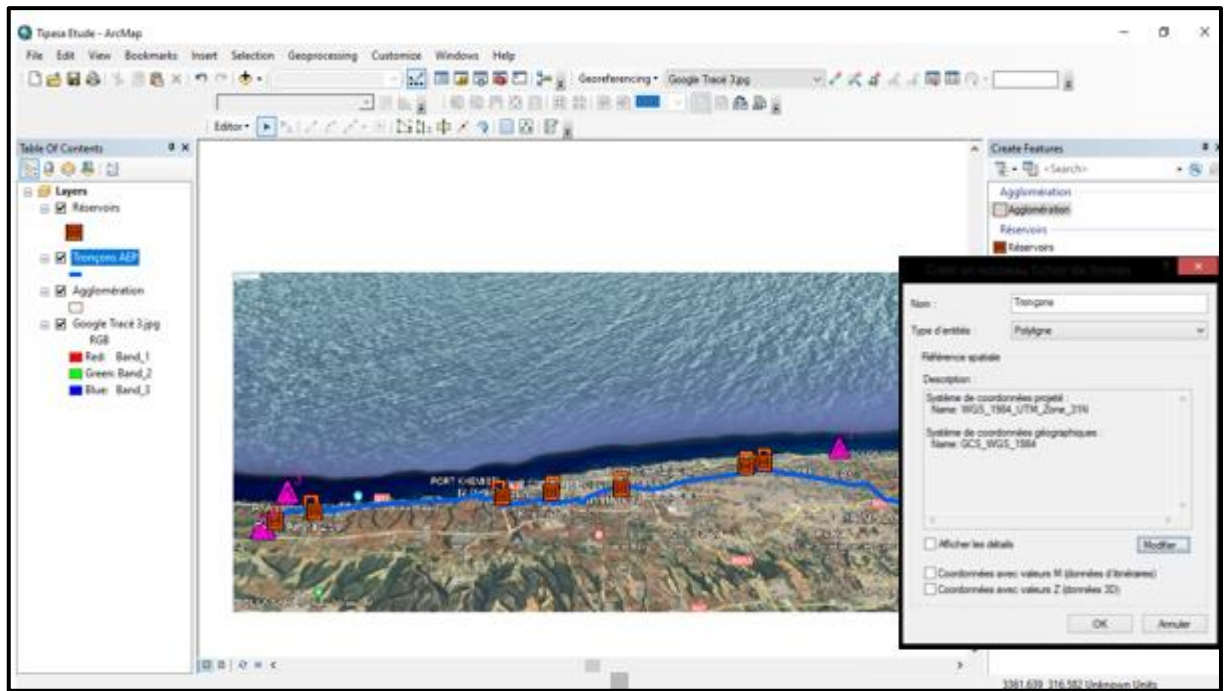


Figure VIII.6: Création des couches

VIII.1.4. Création de la base de données

A cette procédure nous avons créé de différents attributs pour les couches qu'on a créées précédemment

FID	Shape *	Nom	Type	Forme_R	cote_radie	Diamètre	Hauteur_m_	Commune	Débit_L/s	Capacité	Cote_trop
0	Point	R Mouaz	Au sol	Rectangulaire	220	73.88	7	Klea	1132	30000	227
3	Point	R Bousmail	Semi-enterrée	Circulaire	112	26.36	5.5	Bousmail	286	3000	118
4	Point	R Khemisti	Semi-enterrée	Circulaire	71	17.85	4	Khemisti	136	1000	75
5	Point	R Bouharoun	Semi-enterrée	Circulaire	71	17.85	4	Bouharoun	47	1000	75
6	Point	R Ain tagourait 500	Semi-enterrée	Circulaire	71	14.57	3	Ain tagourait	31	500	74
2	Point	R Fouka 500	Semi-enterrée	Circulaire	112	13.49	3.5	Fouka 500	15.1	500	116
1	Point	R Fouka 250	Semi-enterrée	Circulaire	59	10.3	3	Fouka 250	102.42	250	62
7	Point	R Ain tagourait 250	Semi-enterrée	Circulaire	124	10.3	3	Ain tagourait	15	250	127

Figure VIII.7: Base de données pour les réservoirs

FID	Shape *	Matériaux	Longueur_m	Diamètre_mm	Débit_m³/s	Vitesse_m/s	Nom_tranç
2	Polyline	Fonte	316	1200	0.918	0.81	Bif1_Bif2
1	Polyline	PEHD	621	800	0.215	0.81	Bif1_Fouka 250
4	Polyline	Fonte	4656	800	0.488	0.97	Bif2_Bif3
3	Polyline	PEHD	385	800	0.43	0.96	Bif2_Fouka 500
6	Polyline	Fonte	2648	630	0.202	0.72	Bif3_Bif4
5	Polyline	PEHD	208	800	0.286	0.85	Bif3_Bousmail
8	Polyline	PEHD	2060	400	0.066	0.79	Bif4_Bif5
7	Polyline	PEHD	605	500	0.136	1.03	Bif4_Khemisti
9	Polyline	PEHD	93	315	0.047	0.89	Bif5_Bouharoun
10	Polyline	PEHD	5617	250	0.02	0.62	Bif5_Bif6
12	Polyline	PEHD	1367	200	0.015	0.73	Bif6_Ain tagourat 250
11	Polyline	PEHD	64	250	0.031	0.93	Bif6_Ain tagourat 500
0	Polyline	Fonte	4910	1200	1.132	1	Mouaz_Bif1

Figure VIII.8: Base de données des tronçons

FID	Shape *	Commune	Dotation	Taux_accro	Population	Besoins_m3/j	Code	Superfkm²
0	Polygon	Fouka	180	2.5	70907	26547	4225	15.86
1	Polygon	Bousmail	160	0.8	46976	15633	4226	14
2	Polygon	Khemisti	160	1.9	20063	6676.966	4206	8.74
3	Polygon	Bouharoun	100	1.5	12405	2580.24	4230	9
4	Polygon	Ain_Tagour	100	1.4	12825	2667.6	4217	26.8

Figure VIII.9: Base de données des agglomérations

VIII.1.5. Analyses thématiques

Les opérateurs d'analyse thématique sont des outils utilisés dans les SIG pour effectuer des transformations sur les données sans prendre en compte le contexte spatial ou les relations de voisinage. Contrairement aux opérateurs spatiaux qui se basent sur la position géographique des entités, les opérateurs thématiques agissent uniquement sur les attributs ou les caractéristiques des entités.

Ces opérateurs sont couramment utilisés pour réaliser des opérations mathématiques sur les données, telles que des calculs statistiques, des agrégations ou des combinaisons d'attributs. Ils permettent également d'effectuer des opérations de sélection, où l'on extrait un sous-ensemble de données répondant à certaines conditions thématiques prédéfinies. Par exemple, on peut sélectionner tous les bâtiments d'une certaine catégorie ou tous les clients ayant dépensé plus d'une certaine somme.

Les opérateurs d'analyse thématique sont également utilisés pour réaliser des opérations de superposition, où l'on combine ou compare différentes couches de données en fonction de leurs attributs communs. Par exemple, on peut superposer une couche de données sur les types de sol avec une couche de données sur les précipitations pour étudier la relation entre ces deux facteurs.

Comment faire des cartes thématiques ?

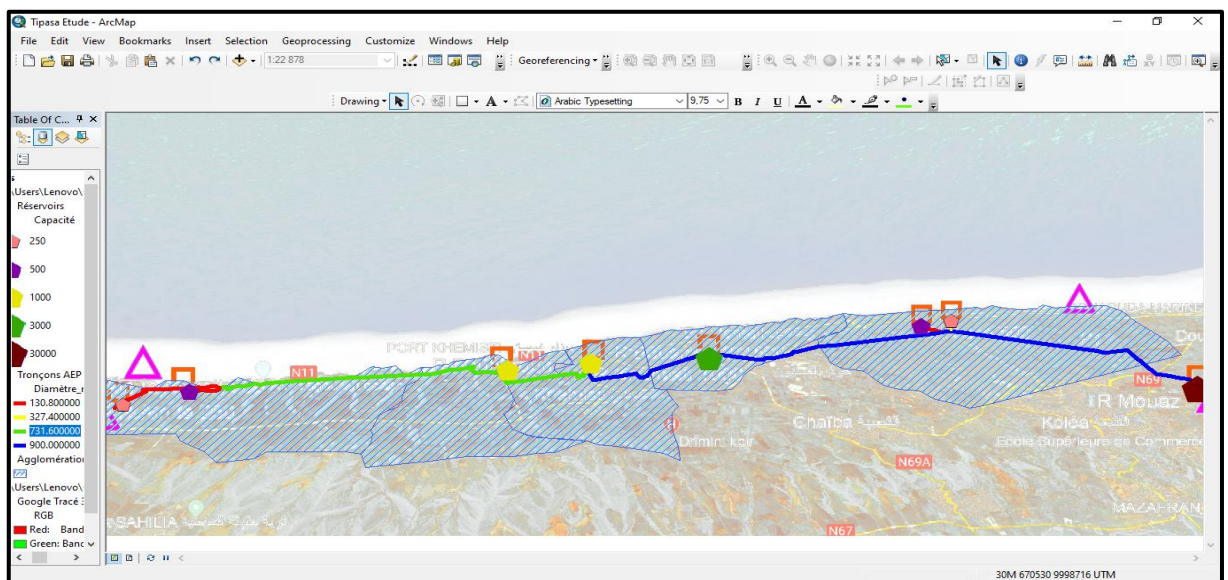


Figure 120: Analyses thématiques du réseau d'adduction

Pour la réalisation de cartes thématiques, il existe plusieurs outils de travail à notre disposition. Nous avons la possibilité de représenter les mêmes entités de différentes manières en modifiant leur symbologie. De plus, nous pouvons choisir de représenter l'ensemble des données disponibles ou seulement une sélection spécifique.

Les sélections d'entités peuvent être effectuées directement sur la vue à l'écran ou dans la table attributaire. Cela nous permet de choisir les entités spécifiques que nous souhaitons inclure dans notre carte thématique.

En outre, les requêtes spatiales et attributaires sont des techniques très utiles pour réaliser des sélections précises. Les requêtes spatiales nous permettent de sélectionner des entités en fonction de leur position géographique, par exemple en définissant une zone d'intérêt ou en recherchant des entités à proximité les unes des autres. Les requêtes attributaires nous permettent de sélectionner des entités en fonction de leurs caractéristiques ou de leurs attributs, tels que leur type, leur valeur numérique, leur catégorie, etc.

En combinant ces différents outils et techniques, nous avons la flexibilité de créer des cartes thématiques personnalisées en choisissant les entités pertinentes et en adaptant leur représentation en fonction de nos besoins spécifiques. Cela nous permet d'explorer les données cartographiques de façon sélective et de mettre en évidence les informations qui sont importantes pour notre analyse ou notre communication.

VIII.1.6. Mise en page

Les cartes SIG diffèrent des cartes classiques, mais respectent ses conventions.

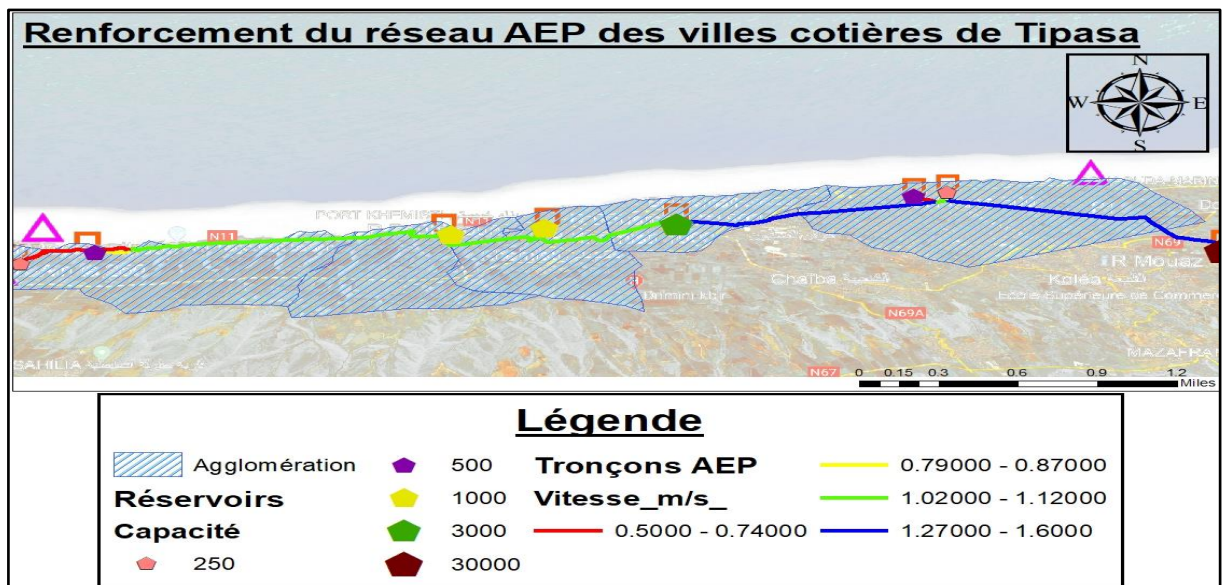


Figure VIII.11: Carte du renforcement du réseau AEP des villes côtières de Tipasa

Une carte classique se compose de trois éléments principaux : une composante graphique représentant la carte avec son orientation, une composante attributaire sous forme de légende et une composante spatiale indiquant l'échelle de la carte. Cependant, les mises à jour de la carte classique peuvent être difficiles en raison de l'échelle fixe, de la limitation des informations et de l'incapacité à interroger la carte de manière intelligente. Cela la rend moins attrayante par rapport aux cartes SIG, qui sont automatiquement mises à jour lorsque les données changent.

Les logiciels de cartographie ont tenté de résoudre ces problèmes, mais ce sont les SIG qui ont réussi à surmonter les limitations de la carte classique en associant deux bases de données : une base de données graphique et une base de données attributaire. Les SIG permettent une production plus facile et plus rapide de cartes en offrant des options de représentation des données, une consultation facilitée grâce aux fonctionnalités de zoom et une possibilité de modification aisée.

Les cartes thématiques peuvent également être créées plus facilement avec les SIG. Ces cartes sont claires, synthétiques et adaptées aux phénomènes à représenter, ainsi qu'aux outils graphiques utilisés. La représentation cartographique est un moyen de traduire des informations numériques en une représentation graphique.

Dans le cadre de notre projet d'extension de réseau, nous avons suivi les mêmes étapes pour la conception du réseau de distribution dans le village Khemisti.

Nœuds				tronçons					
FID	Shape *	pression	charge	FID	Shape *	V m/s	pertes	Diamètre	Longueur
1	Point	15.29	70.29	1	Polyline	0.52	1.89	141	255.33
2	Point	23.51	66.51	2	Polyline	0.94	8.77	96.8	114.87
3	Point	27.88	53.88	3	Polyline	0.5	13.1	28	197.87
4	Point	31.91	48.91	4	Polyline	0.87	50.71	21	122.1
5	Point	40.46	52.46	5	Polyline	0.65	40.7	18	122.1
6	Point	41.05	59.05	6	Polyline	0.69	17.52	35.2	53.79
7	Point	41.41	58.41	7	Polyline	0.74	38.44	21	92.44
8	Point	43.08	56.08	8	Polyline	0.57	7.18	54.4	46.12
9	Point	42.92	54.92	9	Polyline	1.39	46.83	44	56.38
10	Point	42.4	53.4	10	Polyline	0.86	19.87	44	58.89
11	Point	37.36	45.36	11	Polyline	0.52	8.01	44	32.35
12	Point	42.1	54.1	12	Polyline	0.8	17.32	44	47.02
13	Point	40.89	49.89	13	Polyline	0.58	24.87	21	58.89
14	Point	42.35	51.35	14	Polyline	0.72	51.93	18	87.25
15	Point	42	51	15	Polyline	0.74	38.24	21	71.92
16	Point	40.33	51.33	16	Polyline	0.71	24.38	28	73.33
17	Point	38.12	53.12	17	Polyline	0.7	18.12	35.2	77.23
18	Point	37.52	54.52	18	Polyline	0.91	28.9	35.2	156.86
19	Point	43.02	55.02	19	Polyline	0.8	30.88	28	45.13
20	Point	38.51	65.51	20	Polyline	0.51	13.89	28	67.54
21	Point	38.71	62.71	21	Polyline	0.8	10.39	66	269.18
22	Point	31.31	56.31	22	Polyline	1.35	33.47	55.4	192.91
23	Point	22.05	35.05	23	Polyline	0.74	26.65	28	203.95
24	Point	30.2	42.2	24	Polyline	0.71	35.1	21	182.13
25	Point	33.25	38.25	25	Polyline	0.83	46.77	21	153.04
26	Point	35.3	41.3	26	Polyline	0.51	10.24	35.2	86.68
27	Point	34.6	36.6	27	Polyline	0.56	24.73	21	123.36
28	Point	30.2	42.2	28	Polyline	0.59	13.57	35.2	66.33
29	Point	17.92	63.92	29	Polyline	0.66	44.23	18	106.38
30	Point	32.54	48.54	30	Polyline	0.97	86.39	16	73.33
31	Point	36.46	53.46	31	Polyline	0.71	24.85	28	104.26
32	Point	38.73	51.73	32	Polyline	1.37	45.32	44	204.06
33	Point	40.78	49.78	33	Polyline	0.96	63.6	21	77.41
34	Point	30.09	43.09	34	Polyline	0.54	23.89	44	72.43
35	Point	40.81	49.81	35	Polyline	0.72	33.36	18	104.32
36	Point	44.09	54.09	36	Polyline	0.58	35.95	21	74.55
37	Point	38.3	43.3	37	Polyline	1.29	12.78	35.2	69.77
38	Point	30.3	46.3	38	Polyline	0.57	53.56	35.2	161.27
39	Point	21.32	41.32	39	Polyline	0.61	23.91	21	63.65

Figure VIII.12: Tables attributaire des nœuds et tronçons



Figure VIII.13: Analyse thématique du réseau de distribution d'un village de Khemisti

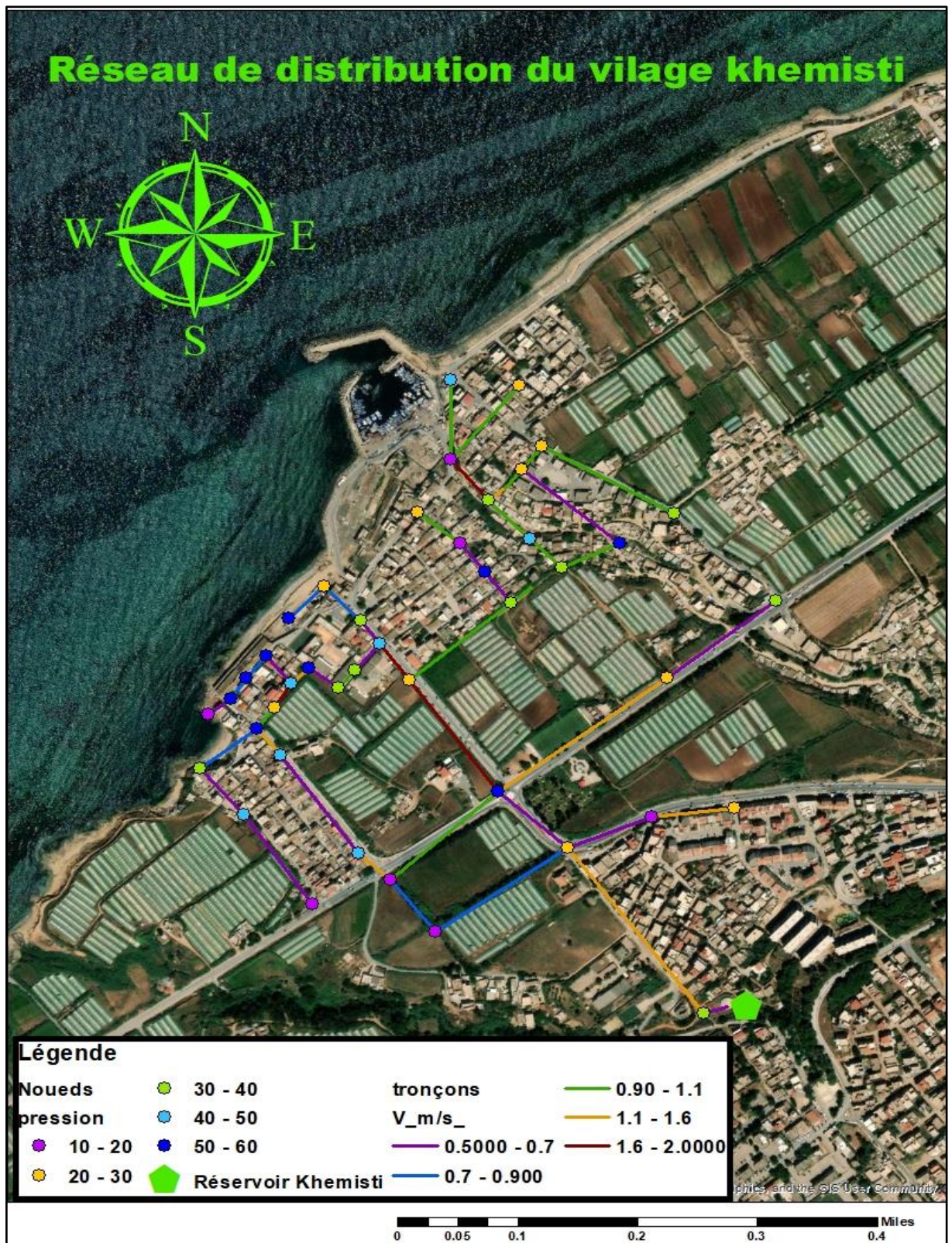


Figure VIII.14: Carte du réseau de distribution

Conclusion

L'implémentation d'un SIG implique la collecte d'informations qui seront intégrées dans une base de données accessible pour des interrogations régulières. Cela est particulièrement important dans le cas d'un réseau d'eau potable où le manque de données est souvent un défi.

Un gestionnaire de réseau a besoin d'un accès brusque à l'information et doit être en mesure d'apporter facilement des changements et des mises à jour, ce qui est l'un des principaux avantages d'un SIG. Grâce à un SIG, les données peuvent être organisées et stockées de manière centralisée, ce qui permet une gestion efficace et une visualisation claire du réseau.

L'utilisation d'un SIG permet au gestionnaire de réseau d'interroger rapidement la base de données pour obtenir des informations spécifiques, telles que la localisation des infrastructures, les détails sur les abonnés, les caractéristiques des conduites, etc. Les mises à jour peuvent être effectuées en temps réel, en maintenant les données à jour et d'assurer une gestion précise du réseau.

En résumé, l'adoption d'un SIG dans la gestion d'un réseau d'eau potable permet d'accéder rapidement à l'information, d'effectuer des changements et des mises à jour aisément, et d'amélioration de la gestion du réseau.

CONCLUSION GÉNÉRALE



Au cours de cette étude, nous avons abordé la problématique du manque d'eau et des problèmes rencontrés par les réseaux d'eau dans cinq villes de la wilaya de Tipasa. Ces villes sont confrontées à des apports en eau insuffisants provenant uniquement de petites sources et de forages à débit limité.

Pour avoir une résolution de cette problématique et garantir la disponibilité durable des ressources en eau pour répondre aux besoins futurs en eau potable, nous avons entrepris l'élaboration d'un nouveau réseau d'AEP pour ces communes.

En évaluant les besoins en eau à long terme, nous avons trouvé que ces besoins pour l'horizon 2053 s'élèvent à 97,847.277 m³/jour, dépassant largement le débit produit par les forages existants et les sources naturelles de la zone d'étude, qui s'élève à seulement 19,421 m³/jour. Cela entraîne un déficit de 78,426.277 m³/jour. Pour remédier à cette situation, nous avons proposé le renforcement du réseau en ajoutant une conduite de transfert depuis le complexe Mouaz jusqu'aux réservoirs de stockage de la zone d'étude.

Concernant l'adduction gravitaire, nous avons pris en compte les limites de vitesse en fonction de la charge disponible et les pertes de charge. Nous avons opté pour l'utilisation de matériaux tels que le PEHD (Polyéthylène Haute Densité) et la fonte pour les conduites.

Le dimensionnement du réseau de distribution a été réalisé à l'aide du logiciel de simulation EPANET, permettant d'optimiser les diamètres des conduites et de garantir un débit d'eau suffisant pour les besoins domestiques, industriels et agricoles.

Enfin, dans le but de moderniser les méthodes traditionnelles de gestion et d'étude des réseaux d'eau, nous avons proposé la mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG) utilisant le logiciel ArcGIS. Ce SIG vise à créer une base de données géographique qui facilitera la conception et la gestion du réseau.

Nous espérons que ce mémoire pourra servir de référence pour la gestion et la conception de projets similaires à l'avenir, en adoptant l'utilisation des SIG pour une meilleure gestion des réseaux d'alimentation en eau potable.

Références



1. Abdelbaki.C. (2014). *Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Cas du Groupement Urbain de Tlemcen* -. Tlemcen: Département hydraulique Université Abou Baker Belkaid – these de doctorat-.
2. AFNOR . (Octobre 2003). Commission protection cathodique et Revêtements Associés du CEFRACOR. *Certifiée*.
3. Benyahia. (s.d.). *ALIMENTATION EN EAU POTABLE*. Tunis: ECOLE NATIONAL D'INGENIEURS -MAHMOUD MOUSSA.
4. *biblio.univ-antananarivo.mg*. (s.d.).
5. Bouchelghem, B. (2019). *Modélisation du réseau d'eau potable de la nouvelle ville Draa Errich et l'élaboration d'un SIG*. Annaba: Universi de Badji Mokhtar.
6. Chahinez.L. (2021). *Système d'Information Géographique (SIG)*. Chlef.
7. Chakroun.H. (2014). *Introduction aux SIG et à la télédétection*. Département GC,. Tunis.
8. Denis.A. (2014). *Initiation à ArcGIS*.
9. Dupont.A. (1979). *HYDRAULIQUE URBAINE tome 2*. paris: EDITION EYROLLES.
10. *e-biblio.univ-mosta.dz*. (s.d.).
11. Faye&Sylla, D. C. (2022). *GÉOGRAPHIQUE, CARTOGRAPHIE ET SYSTÈME D'INFORMATION*.
12. Ghernaout.R. (2022). *Alimentation en eau potable des agglomérations*. Bouira.
13. Hamed.S. (2011). *Les systèmes de distribution en eau potable*. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, Faculté d'Architecture et de Génie Civil.
14. <http://www.cartographie.ird.fr>. (s.d.).
15. Hybaco. (s.d.). *le bureau d'étude*.
16. Kakoutouli&Yikpa. (2019, 06, 17). *Apport des Systèmes d'Information Géographiques (SIG) dans la gestion et le suivi des réseaux d'Adduction d'Eau Potable (AEP)*.
17. Kassianov, V. (1982). *Machines hydrauliques et compresseurs*. Moscou Nedra.
18. Mitchell.A. (1999). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. Récupéré sur Environmental Systems Research Institute (Redlands, California): <https://books.google.dz/>

19. Mortier.V. (2001). Processus métier et composants logiciels pour la gestion intégrée des eaux en milieu urbain. Lausanne, EPFL, Thèse n°2334.
20. Putz.C, D. R. (Février 2003). La gestion de l'eau potable sur le Haut Plateau. *Conception, élaboration et mise en œuvre d'un SIG prototype pour atteindre une gestion durable de la ressource*. ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE Laboratoire de systèmes d'information géographique.
21. *rabat.eregulations.org*. (s.d.). Récupéré sur <https://rabat.eregulations.org>
22. Rossman A. (2003). *Manuel d'utilisateur EPANET 2.0*. .
23. SEAAL. (2016). Société des eaux et d'assainissement. Alger.
24. Tammal, M. (s.d.). *cours d'alimentation en eau potable université Internationale de Casablanca*.
25. Václav&Stransky. (s.d.). Les SIG et la gestion des réseaux. *généré le 12/05/2018*.
26. Valère.N. (s.d.). *Initiation à ArcGIS 10.8*. Cote d'Ivoire: Institut supérieur en management des activités minière, pétrolière et énergétique.

Annexes



Annexe 1: Répartition de la population résidente des ménages ordinaires et collectifs, selon la commune de résidence et la dispersion

Communes	Agglomération Chef-Lieu (ACL)	Agglomérations Secondaires (AS)	Zone Eparse(ZE)	Total
Khemisti	13092	2036	0	15128
Ain Tagourait	6787	0	3624	10411
Fouka	24557	20218	4184	48959
Bou Ismail	27891	5596	8196	41 684
Bouharoun	7749	0	2174	9922
Total	91252	34315	22945	148 512

Annexe 2: Population résidente des ménages ordinaires et collectifs (MOC) selon la commune de résidence et le sexe et le taux d'accroissement annuel moyen (1998-2008)

Communes	Masculin	Féminin	Total	Taux d'accroissement
Khemisti	7660	7468	15128	1,9
Ain Tagourait	5270	5141	10411	1,4
Fouka	25051	23908	48959	2,2
Bou Ismail	20865	20819	41684	0,8
Bouharoun	5015	4907	9922	1,5
Total	75201	73311	148512	10,5

Annexe 3: Population de la zone d'étude (RGPH 2008)

commune	Code de la commune	district	Population RGPH 2008
Khemisti	4206	4206-14	1 035
		4206-17	559
		4206-16	881
		4206-13	714
		4206-15	948

Total Khemisti			4 137
Ain Tagourait	4217	4217-13	892
		4217-06	645
		4217-09	1 054
		4217-10	1 025
		4217-11	858
		4217-12	871
Total Ain Tagourait			5 345
Fouka	4225	4225-45	345
		4225-39	833
		4225-46	617
		4225-38	565
		4225-43	1 105
		4225-02	529
		4225-07	612
Total Fouka			4 606
Bou Ismail	4226	4226-21	780
		4226-29	985
		4226-28	423
		4226-02	376
		4226-01	411
		4226-26	867
		4226-24	1 036
		4226-22	1 022
		4226-27	500
		4226-25	654
		4226-23	496
		4226-30	777
4226-13	343		
Total Bou Ismail			8 670

Bouharoun	4230	4230-14	863
		4230-12	825
		4230-13	920
		4230-10	748
		4230-01	500
		4230-02	521
Total Bouharoun			4377
Total zone d'étude			27 135

Annexe 4: Statistique des régimes de consommations des agglomérations (%)

Heures	Nombre d'habitants				
	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rurale
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05

16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.2	06
21-22	03	03	4.8	3.2	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-00	01	1.5	3.3	3.7	01

Annexe 5: Variations de β_{max} en fonction du nombre d'habitants

Habitant $\times 1000$	< 1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	>1000
Bmax	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1

Annexe 6: Variations de β_{min} en fonction de nombre d'habitants

Habitant $\times 1000$	<1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	>1000
β_{min}	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,83	1

Annexe 7: Ressources en eau potable disponible

Communes	Ressources disponibles	
	m ³ /j	l/s
Fouka	7700	89,12
Bous mail	6747	78,09
Khemisti	1604	18,56
Bouharoun	1800	20,83
Ain Tagourait	1570	18,17
Total	19421	224,77

Annexe 8: Cotes des réservoirs

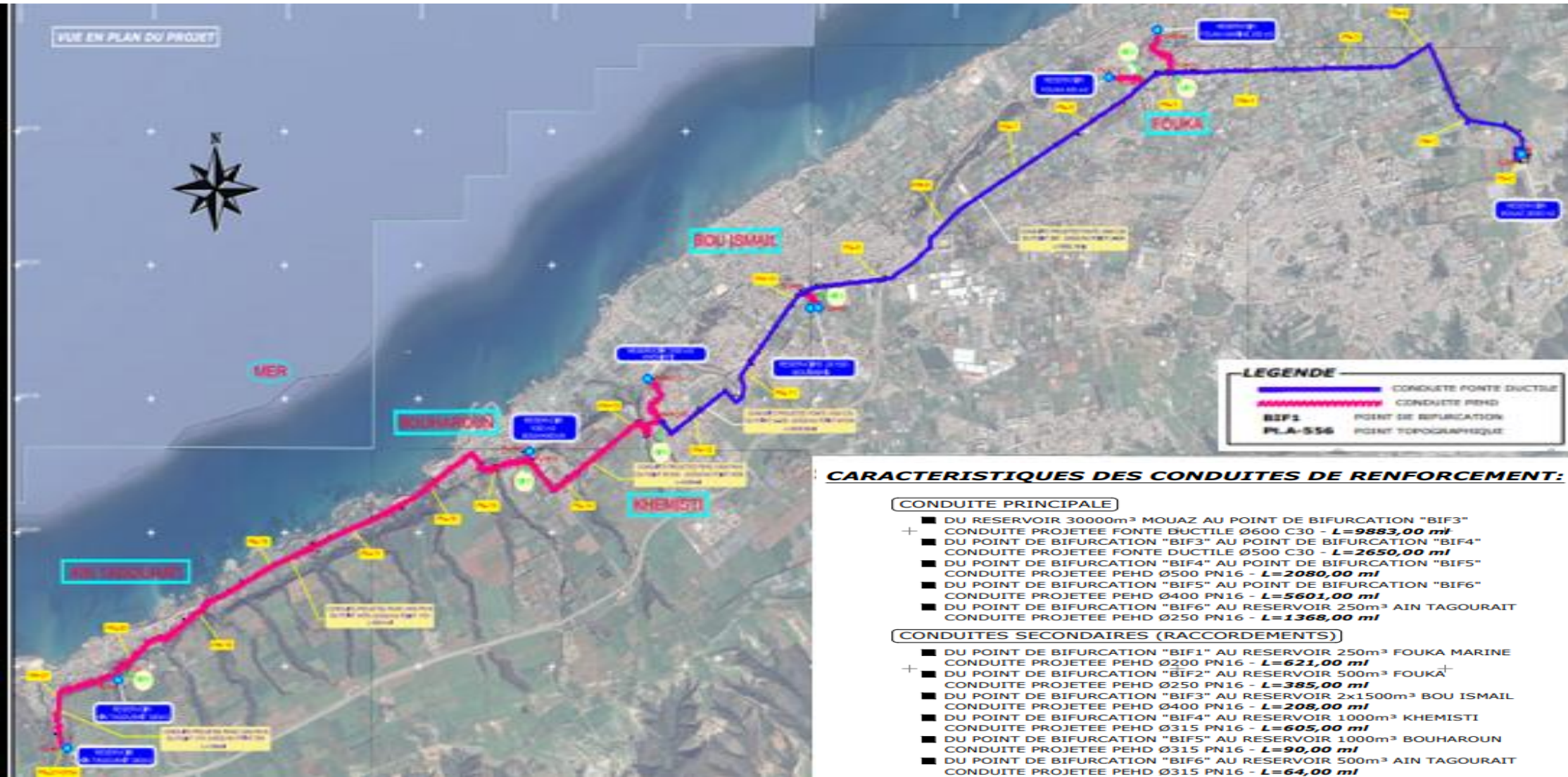
Réservoirs	Cote radier	Cote TP
Mouaz 30 000 m ³	220	227
Fouka 250m ³	59	62
Fouka 500 m ³	112	115
Bou Ismail	106	110
Khemisti	71	75
Bouharoun	71	75
Ain Tagourait 500 m ³	71	74
Ain Tagourait 250 m ³	124	127

Annexe 9: Prix des conduites en PEHD

Tuyaux en PEHD PN 10 bars					Tuyaux en PEHD PN 16 bars				
Diamètre Extérieur (mm)	Diamètre Intérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Qualité de produit	Prix M/L (DA)	Diamètre Extérieur (mm)	Diamètre Intérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Qualité de produit	Prix M/L (DA)
20	16	2	PE 80	31,48	20	16	2.0	PE 80	35,52
25	21	2		39,80	25	20,4	2.3		56,46
32	28	2.0		61,83	32	26	3.0		88,71
40	35,2	2.4		96,79	40	32,6	3.7		136,70
50	44	3.0		147,86	50	40,8	4.6		212,38
63	55,4	3,8		233,89	63	51,4	5,8		335,55
75	66	4,5		330,68	75	61,4	6,8		475,85
90	79,2	5,4	PE 100	387,50	90	73,6	8,2	PE 100	566,74
110	96,8	6,6		577,28	110	90	10,0		840,88
125	110,2	7,4		735,44	125	102,2	11,4		1088,66
160	141	9,5		1204,65	160	130,8	14,6		1779,29
200	176,2	11,9		1829,83	200	163,6	18,2		2794,15
250	220,4	14,8		2890,41	250	204,6	22,7		4323,02
315	277,6	18,7		4479,51	315	257,8	28,6		6565,32
400	352,6	23,7		7374,35	400	327,4	36,3		10661,29
500	440,6	29,7		11312,40	500	409,2	45,4		16486,28
630	555,2	37,4		17101,74	630	515,6	57,2		25408,31

Annexe 10: Longueurs de la conduite d'adduction (SEAAL)

LOCALITES	Itinéraire de la conduite	longueur (ml)	observation
	MOUAZ - POINT DE BIF1	4 910.00	Diamètre 1
FOUKA	POINT DE BIF1 -R 250 m3	621.00	acheminer vers R250 1/3 des besoins de Fouka
	POINT DE BIF1 - POINT DE BIF2	316.00	
FOUKA	POINT DE BIF2 -R 500 m3	385.00	acheminer vers R500 2/3 des besoins de Fouka
	POINT DE BIF2 -POINT DE BIF3	4 656.00	
BOU ISMAIL	POINT DE BIF3 -R 2 x 1500 m3	208.00	
	POINT DE BIF3 -POINT DE BIF4	2 648.00	
KHEMISTI	POINT DE BIF4 -R 1000 m3	605.00	
	POINT DE BIF4 -POINT DE BIF5	2 060.00	
BOUHAROUN	POINT DE BIF5 -R 1000 m3	93.00	
	POINT DE BIF5 -POINT DE BIF6	5 617.00	
AIN TAGOURAIT	POINT DE BIF6 -R 500 m3	64.00	acheminer vers R500 2/3 des besoins de Ain Tagourait
AIN TAGOURAIT	POINT DE BIF6 -R 250 m3	1 367.00	acheminer vers R250 1/3 des besoins de Ain Tagourait



CARACTERISTIQUES DES CONDUITES DE RENFORCEMENT:

CONDUITE PRINCIPALE

- DU RESERVOIR 30000m³ MOUAZ AU POINT DE BIFURCATION "BIF3"
CONDUITE PROJETEE FONTE DUCTILE Ø600 C30 - **L=9883,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF3" AU POINT DE BIFURCATION "BIF4"
CONDUITE PROJETEE FONTE DUCTILE Ø500 C30 - **L=2650,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF4" AU POINT DE BIFURCATION "BIF5"
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø500 PN16 - **L=2080,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF5" AU POINT DE BIFURCATION "BIF6"
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø400 PN16 - **L=5601,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF6" AU RESERVOIR 250m³ AIN TAGOURAIT
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø250 PN16 - **L=1368,00 ml**

CONDUITES SECONDAIRES (RACCORDEMENTS)

- DU POINT DE BIFURCATION "BIF1" AU RESERVOIR 250m³ FOUKA MARINE
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø200 PN16 - **L=621,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF2" AU RESERVOIR 500m³ FOUKA⁺
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø250 PN16 - **L=385,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF3" AU RESERVOIR 2x1500m³ BOU ISMAIL
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø400 PN16 - **L=208,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF4" AU RESERVOIR 1000m³ KHEMISTI
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø315 PN16 - **L=605,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF5" AU RESERVOIR 1000m³ BOUHAROUN
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø315 PN16 - **L=90,00 ml**
- DU POINT DE BIFURCATION "BIF6" AU RESERVOIR 500m³ AIN TAGOURAIT
CONDUITE PROJETEE PEHD Ø315 PN16 - **L=64,00 ml**

