

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en
Hydraulique.

Option : Eau, Sol et Aménagement

Thème

**Modélisation d'un réseau d'alimentation en eau
potable et contribution à sa gestion à l'aide d'un
système d'information géographique - Cas de la
ville de GHAZAOUET-**

Présenté le : 03/07/2013 par :

Mr. Atba Mohammed Yassine.

Devant le jury composé de :

Mr. A. Benmanssour

Président

Mr. M.Adjim

Examineur

Mr. T. Terki Hessaine

Examineur

Mme. C. Boukli Hacène

Encadreur

Année universitaire : 2012/2013.

REMERCIEMENTS

A Dieu seul revient notre gratitude en premier et dernier lieu.

Un très grand merci à :

- ❁ Nos parents qui nous ont suivis pendant nos études.*
- ❁ Nous adressons nos remerciements chaleureusement à tous les professeurs qui nous ont enseignés depuis les études primaires jusqu'aux années du cursus universitaire pour l'obtention du diplôme MASTER2*
- ❁ Toute personne ayant contribué de près ou de loin pour l'achèvement de ce travail, en particulier notre encadreur Mme Boukfi Hacene Cherifa, nous tenons en premier lieu à la remercier pour ses orientations, son aide et précieux conseil. Nous tenons à remercier aussi Mr Bouchelkia Abd El Hamid, Mr Terki Hessin pour avoir bien voulu examiner notre travail. Aussi je remercie Mr Ben Mansour Abd El Halim qui nous a fait honneur de présider le jury de ce mémoire.*
- ❁ Et bien sûr, merci à tous les travailleurs de l'Université de Tlemcen et à tous nos amis avec qui nous avons gardé des souvenirs très agréables des bons moments vécus ensemble.*


DÉDICACES

﴿ بسم الله الرحمن الرحيم ﴾


الصلاة والسلام على أشرف المرسلين وخاتم الأنبياء والمرسلين وبعد:

Je dédie ce modeste travail à :


 *L'âme de ma grande mère Rbiha.*


 *Mes très chers parents qui m'ont soutenu moralement durant toute ma vie avec leurs conseils précieux et leurs encouragements pour réaliser mon but.*


 *Mon frère : Sofiane.*

 *Mes très chères sœurs*

 *Ma Grand-Mère : Yamina.*

 *Mon Cousin : Atba Abou Bakr.*

 *Toute ma famille.*

 *Mes très chers amis (es) :*

Allali Bachir, Zahzouh amine, Madouni Abd El Hafid, Allali Brahim, Saci Abd El Waheb, Asma, Nawel, Karima, Soumia, AMEL la fleure blanche et Tous les autres que je n'ai pas cités nommément et qui se reconnaîtront dans cette dédicace.

 *Toute la promotion d'E.S.A 2012/2013.*

-Atba Mohamed Yacine-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
-----------------------------------	----------

CHAPITRE I : PRESENTATION DES RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU

POTABLE.....	3
---------------------	----------

I.1 INTRODUCTION.....	4
-----------------------	---

I.2 PRESENTATION DES RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE	4
--	---

I.2.1 Origines Et Captages Des Eaux	4
---	---

I.2.1.1 Captages Des Eaux De Surface.....	4
---	---

I.2.1.2 Captages Des Eaux Souterraines	5
--	---

I.2.2 Le Traitement Des Eaux	8
------------------------------------	---

I.2.2.1 Le Pré Chloration Des Eaux	8
--	---

I.2.2.2 Le Tamisage, Micro-Tamisage	8
---	---

I.2.2.3 Coagulation – Flocculation.....	9
---	---

I.2.2.4 La Décantation	9
------------------------------	---

I.2.2.5 La Filtration	9
-----------------------------	---

I.2.2.6 Le Poste De Chloration (Désinfection).....	9
--	---

I.2.2.7 Le Stockage Dans Les Réservoirs.....	9
--	---

I.2.3 Les Conduites D'adduction.....	10
--------------------------------------	----

I.2.3.1 Définition	10
--------------------------	----

I.2.3.2 Classification.....	10
-----------------------------	----

I.2.3.3 Choix Du Tracé.....	11
-----------------------------	----

I.2.3.4 Choix De Matériau Des Conduites	12
---	----

I.2.4 Le Pompage	12
------------------------	----

I.2.4.1 Critères De L'emplacement De La Station De Pompage	12
--	----

I.2.4.2choix Du Type De Pompe.....	12
------------------------------------	----

I.2.5 Les Réservoirs De Stockage	13
--	----

I.2.5.1 Définition	13
--------------------------	----

I.2.5.2 Fonction Générales Des Réservoirs	13
---	----

I.2.5.3 Emplacement Des Réservoirs	13
--	----

I.2.5.4 Classification Des Réservoirs	14
I.2.5.5équipement De Réservoir.....	14
I.2.6 Le Réseau De Distribution.....	16
I.2.6.1 Classification Des Réseaux De Distribution.....	16
I.2.6.2 Les Conduites Principales De Distribution.....	18
I.2.6.3 Les Conduites Secondaires De Distribution	18
I.2.6.4conception Du Réseau.....	18
I.2.6.5principe De Tracé D'un Réseau Maillé.....	18
I.2.6.6choix Du Matériau Des Conduites	19
I.2.6.7 Les Accessoires Du Réseau De Distribution	19
I.2.6.8 Pièces Spéciales De Raccord	20
I.2.7 La Gestion Des Réseaux D'aep	21
I.2.7.1 Objectifs De La Gestion Des Réseaux D'aep	21
I.2.8 Modélisation Des Réseaux D'aep	22
I.3 CONCLUSION.....	22

CHAPITRE II : LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE.....23

II.1 INTRODUCTION	24
II.2 DEFINITIONS D'UN SIG	24
II.3 LE CONCEPT D'UN SIG	25
II.4 LES TYPES DES SIG.....	25
II.5 ROLE D'UN SIG.....	26
II.6 COMPOSANTS D'UN SIG.....	26
II.6.1 Les Logiciels.....	26
II.6.2 Les Données	26
II.6.3 Les Matériels Informatiques	26
II.6.4 Les Méthodes.....	26
II.6.5 Les Utilisateurs	26
II.7 LA STRUCTURE D'UN SIG	27
II.8 FONCTIONNALITES D'UN SIG	28
II.9 LES DONNEES DANS UN SIG.....	29
II.9.1 Les Modes D'acquisition Des Données.....	30
II.9.1.1 La Digitalisation (Numérisation).....	30

II.9.1.2 Balayage Electronique	30
II.9.1.3 Photogrammétries Aérienne	30
II.9.1.4 Images Satellitaires (Télédétection)	30
II.9.1.5 Import De Fichiers	30
II.9.2 Les Types De Données Dans Un Sig.....	31
II.9.2.1 Données Spatiales (Géographique)	31
II.9.2.2 Données Associées	31
II.10 MODES DE REPRESENTATION DE L'INFORMATION DANS UN SIG	31
II.10.1 Le Mode Raster	32
II.10.1.1 Avantages Du Raster	32
II.10.1.2 Les Inconvénients Du Raster	32
II.10.2 Le Mode Vecteur	33
II.10.2.1 Avantages Du Vecteur	33
II.10.2.2 Les Inconvénients Du Vecteur.....	33
II.11 RESTRUCTURATION DES DONNEES	34
II.11.1 Conversion Vecteur/Raster	34
II.11.2 Conversion Raster/Vecteur	34
II.12 LES PRINCIPAUX DOMAINES D'APPLICATION DES SIG	35
II.13 LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LE RESEAU D'AEP	36
II.13.1 L'information Nécessaire A L'application « Sig Et Eau Potable » :.....	36
II.14 CONCLUSION	37
CHAPITRE III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	38
III.1 INTRODUCTION	39
III.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE	39
III.3 CONTEXTE CLIMATIQUE.....	41
III.3.1 La Température	41
III.3.2 L'humidité.....	42
III.3.3 La Pluviométrie	42
III.3.4 Les Vents.....	43
III.4 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE	43
III.5 CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	44
III.5.1 Situation Géologique.....	44

III.5.2 Schéma Géologique.....	44
III.6 CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE.....	45
III.7 LES IMPORTANTES INFRASTRUCTURES DE LA VILLE DE GHAZAOUET.....	46
III.7.1 L'industrie	46
III.7.2 Le Port De Ghazaouet	46
III.8 CONTEXTE HYDRAULIQUE	47
III.8.1 Les Ressources En Eau Actuelles	47
III.8.2 Infrastructures De Stockage	48
III.8.3 Le Rendement Primaire Du Réseau D'aep De La Ville De Ghazaouet.....	51
III.9 CONCLUSION	52
CHAPITRE IV : LA MODELISATION DES DONNEES.....	53
IV.1 INTRODUCTION.....	54
IV.2 LA MODELISATION.....	54
IV.3 A QUOI SERT LA MODELISATION ?	54
IV.4 COMMENT MET-ON EN PLACE UNE MODELISATION D'UN SYSTEME ?.....	55
IV.5 LES LOGICIELS DE MODELISATION DES RESEAUX D'AEP.....	56
IV.5.1 Resodo.....	56
IV.5.2 Piccolo.....	56
IV.5.3 Porteau	57
IV.5.4 Epanet.....	57
IV.5.4.1 Historique.....	57
IV.5.4.2 Potentialites	58
IV.5.4.3 Specificites Du Logiciel.....	58
IV.5.4.4 Caracteristiques Principales Du Logiciel	59
IV.5.4.5 Les Etapes Classiques De L'utilisation D'epanet	59
IV.6 La MODELISATION Du RESEAU	60
IV.6.1 Les Composantes Physiques	60
IV.6.2 Composants Non-Physiques	66
IV.7 CONCLUSION.....	68

CHAPITRE V : APPLICATION, RESULTATS ET DISCUSSION.....	69
V.1 INTRODUCTION	70
V.2 LOGICIEL SIG UTILISE	70
V.3 ACQUISITION Des DONNEES.....	71
V.4 Requetes Et Analyses	76
V.4.1 Langage De Requetes SQL	77
V.4.2 Exemples De Requêtes	77
V.4.3 Resultats Préliminaires	80
V.5 SIMULATION Du RESEAU SOUS Epanet	84
V.6 RESULTATS & DISCUSSIONS	86
V.7 INTERPRETATION DES RESULTATS.....	88
V.8 CONCLUSION	89
CONCUSION GENERALE.....	90
Référence bibliographique.....	91

I.1 INTRODUCTION

Un système d'alimentation en eau potable (AEP) est composé d'un ensemble d'infrastructures et d'installations nécessaires à satisfaire tous les besoins en eau potable d'une zone urbaine et industrielles.

Le système d'AEP comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage, au traitement, au transport, au stockage et à la distribution de l'eau potable chez les différents consommateurs (Blindu, 2004).

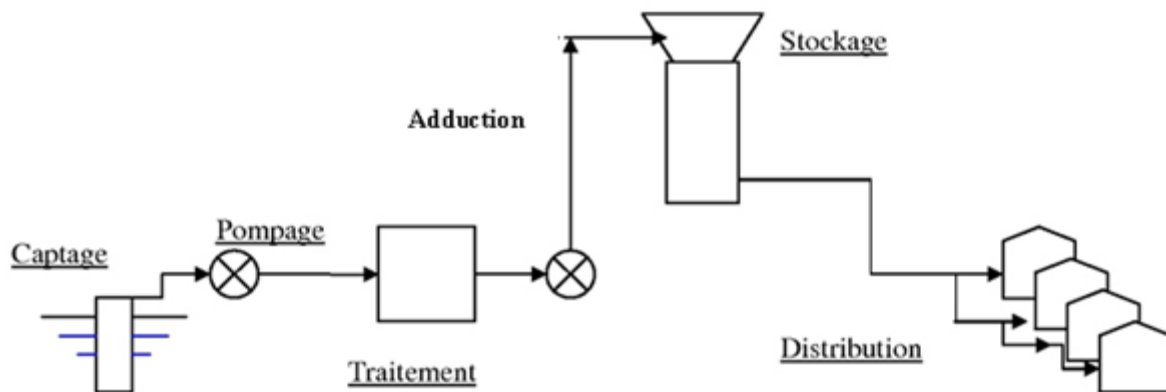


Figure I.1 : Un système d'alimentation en eau potable [1].

I.2 PRESENTATION DES RESEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

I.2.1 ORIGINES ET CAPTAGES DES EAUX

I.2.1.1 CAPTAGES DES EAUX DE SURFACE

L'eau destinée à être traitée puis distribuée dans les réseaux publics peut être prélevée par prise d'eau dans les rivières, dans des retenues, ou dans des lacs.

Lorsque la source d'eau est une rivière, la prise d'eau ne doit qu'après avoir pris connaissance du maximum d'informations relatives aux régimes d'écoulement des eaux et aux débits (débit de crue et d'étiage). Une prise d'eau de surface représente une structure permettant de capter l'eau naturelle (l'eau dite brute) du lac ou de la rivière dans lesquelles on l'a immergée, dispositif de captage (pompe). On doit :

- L'installer là où l'eau brute est de la meilleure qualité possible.
- Eviter de la placer en aval d'un émissaire d'égout, même si celui-ci déverse l'effluent d'une station d'épuration.

La prise d'eau peut être effectuée soit :

- Dans le fond du lit (figure I.2) après dragage et remplissage avec de gros graviers autour de la crépine d'aspiration.
- Sur la berge, à une profondeur convenable, dans le but d'éviter d'une part, l'influence de la sédimentation du fond du lit, et d'autre part, la présence éventuelle d'hydrocarbures ou de mousses à la surface de l'eau.

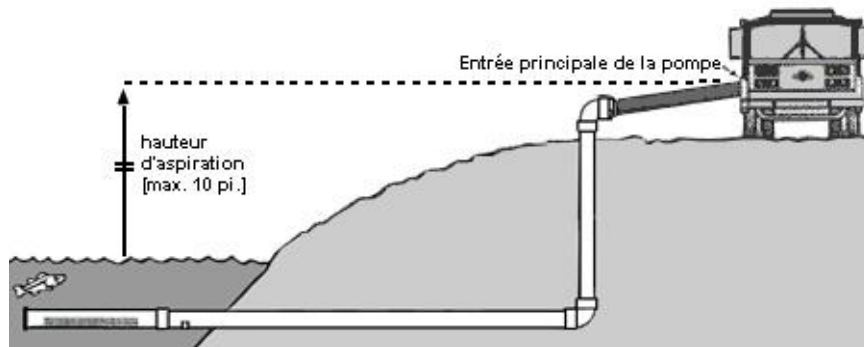


Figure I.2 : La prise d'eau à partir du fond du lit [3].

Les débits des cours d'eau – y compris les débits de crue (débits maximum) et, surtout, les débits d'étiage (débits minimaux) – permettent :

- D'évaluer si la quantité d'eau dont on dispose est suffisante.
- De calculer le volume de l'éventuel bassin de régularisation des débits nécessaires après les études hydrologique.

Il faut en outre connaître les niveaux de l'eau correspondant aux divers débits d'un cours d'eau afin de déterminer à quel niveau installer la prise d'eau (Blindu, 2004).

I.2.1.2 CAPTAGES DES EAUX SOUTERRAINES

En absence d'eau de surface en quantité suffisante et de qualité acceptable, on doit tenter d'utiliser les eaux souterraines. Les eaux souterraines peuvent être prélevées par des puits ou des forages dans des vastes nappes d'eau souterraine. Ces eaux sont captées soit :

- A leurs sources.
- Au cœur même de la nappe.
- Dans le gisement pour les eaux circulant en terrains fissurés.

Parfois, on sera amené, à capter les eaux circulant à grande profondeur. Les procédés de captage varient selon la configuration du site.

Une nappe est une couche de terrain perméable qui contient un volume d'eau. L'exploitation des eaux souterraines dépend principalement du type de nappe. On distingue :

A. Exploitation des nappes phréatiques

Les nappes phréatiques (ou nappes de surface), à cause de leurs présences très proches de la surface de la terre (une profondeur inférieure à 50 mètres), sont généralement caractérisées par une eau à la pression atmosphérique : l'eau est en contact avec l'atmosphère à travers les grains des couches supérieures perméables (généralement sableuses). L'exploitation de ces nappes se fait généralement à l'aide de puits: ouvrages de 3 à 5 mètres de diamètre et de profondeur allant jusqu'à 30 mètres (Adjim, 2011).

Quand un débit d'eau Q est pompé à partir d'une nappe phréatique, au bout d'un certain temps, un régime d'équilibre va s'établir entre la nappe et le puits qui va se traduire par un abaissement de la hauteur d'eau dans le puits jusqu'à une valeur h inférieure à la hauteur initiale H . La différence $(H-h)$, désignée par s , prend le nom de rabattement de la nappe. Ce rabattement dépend du débit pompé, du rayon du puits, de l'épaisseur et la perméabilité de la nappe. La formule de Dupuit nous donne une relation entre toutes ces grandeurs :

$$Q = (K\pi (H + h) s) / \text{Ln} (R / r)$$

Avec:

Q est le débit pompé (en m^3/s),

K est la perméabilité de la nappe.

H et h sont les hauteurs d'eau dans la nappe avant et après pompage respectivement (en m),

r est le rayon du puits (en m).

R est le rayon d'action du puits (c'est la distance entre l'axe du puits et le point où l'influence du pompage ne se fera pas sentir, en m).

s est le rabattement (en m).

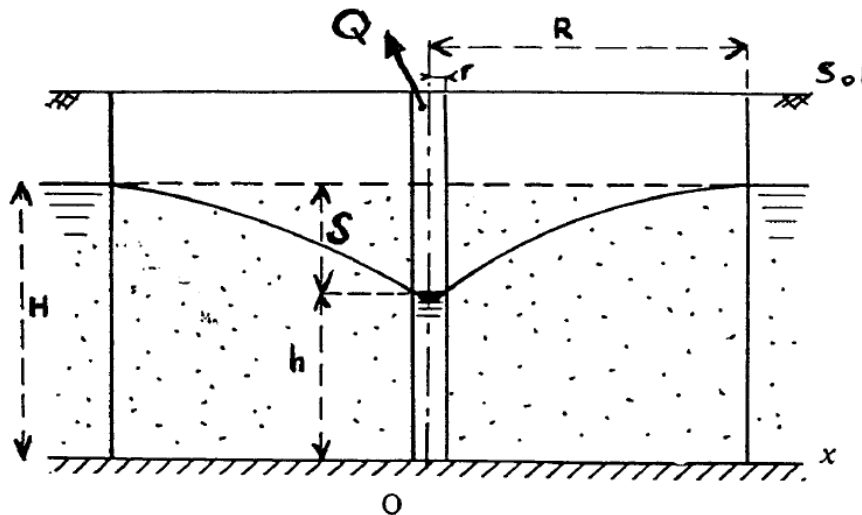


Figure I.3 : Nappe s'écoulant vers un puits en pompage (Adjim, 2011).

B. Exploitation des nappes profondes

Les nappes profondes (ou captives), à cause de leur grande profondeur sont généralement caractérisées par une eau à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Ainsi, l'eau de ces nappes peut éventuellement jaillir toute seule et atteindre le niveau du sol sans aucun pompage. L'exploitation de ces nappes se fait généralement à l'aide de forages tubés de faible diamètre.

Les forages sont entièrement exécutés à partir de la surface par des foreuses : par percussion (battage) ou rotation, à sec ou avec injection de l'eau ou de la boue pour faciliter le forage.

Dans une nappe captive, le rabattement s est défini comme étant l'abaissement de la pression d'une valeur initiale H à une pression inférieure h . Dans ce cas, la formule de Dupuit s'écrit :

$$Q = (2 K \pi e s) / \ln (R / r)$$

Avec :

e : est l'épaisseur de la nappe (en m).

Notons que, pour les nappes captives, le produit de la perméabilité K par l'épaisseur e s'appelle la transmissivité : $T = K.e$ (en m^2/s).

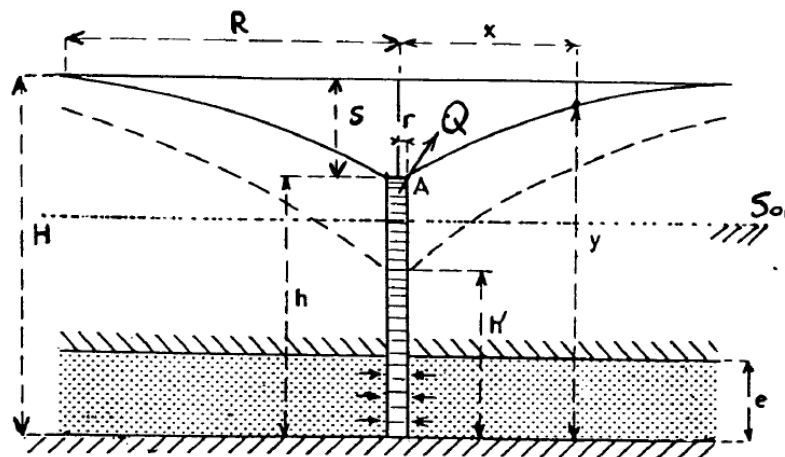


Figure I.4 : Pompage dans une nappe captive (Adjim, 2011).

I.2.2 LE TRAITEMENT DES EAUX

On recourant aux traitements des eaux, on vise la production d'une eau potable à partir d'une eau brute plus aux moins polluée. Pour ce fait, on soumet cette eau brute à différentes étapes de traitement réalisé dans la station de traitement.

Les principales étapes de traitement d'une eau de surface sont :

I.2.2.1 LE PRE CHLORATION DES EAUX

Cette étape consiste à ajouter des produits tel que : le chlore gazeux (Cl_2), l'ozone (O_3), le dioxyde de chlore (ClO_2)... dans l'eau brute pour pouvoir :

- Réduire la concentration des micro-organismes.
- Oxydé la matière organique contenue dans l'eau.

I.2.2.2 LE TAMISAGE, MICRO-TAMISAGE

C'est un procédé destiné à faire passer l'eau brute chargée à travers une toile à fil ou-bien une fibre, ou-bien à travers une membrane poreuse. Durant le passage de l'eau, certains polluants solides sont arrêtés soit directement par les mailles du micro-tamis, ou-bien indirectement par les matières solides accumulés sur le micro-tamis.

I.2.2.3 COAGULATION – FLOCCULATION

Les procédés de coagulation – flocculation constitue un traitement indispensable pour les eaux de consommation.

A. La coagulation

Les particules colloïdales telles que les argiles responsables de la turbidité et provient de l'érosion du sol ont la particularité d'être chargés négativement et se reposent en suspension dans l'eau. La coagulation a pour but la neutralisation des charges électro – statiques négatives de ses particules et facilite par la suite leur agglomération. Cette opération se fait par injection et dispersion de coagulant tel que les sulfates d'alumine $Al_2(SO_4)_3$, les sulfates de cuivre $CuSO_4$.

B. La flocculation

C'est la phase finale de la coagulation. Elle consiste en un agrandissement des floccs par l'ajout d'un flocculant tel que le charbon actif qui favorise le contact des particules les unes les autres.

I.2.2.4 LA DECANTATION

C'est une opération de séparation solide-liquide sous l'action de la pesanteur.

I.2.2.5 LA FILTRATION

C'est un procédé physique destiné à clarifier l'eau qui contient des matières solides en suspension, de faible densité, en faisant passer l'eau à travers un milieu poreux qui est généralement du sable (monocouche), ou bien du sable et du charbon (bicouche).

I.2.2.6 LE POSTE DE CHLORATION (DESINFECTION)

Ce procédé a pour but :

- Détruire les populations microbiennes contenues dans l'eau.
- Empêcher la formation d'éventuel microbe ou bien bactéries nuisibles à la sortie.

I.2.2.7 LE STOCKAGE DANS LES RESERVOIRS

C'est la phase finale du traitement des eaux. Elle consiste à conserver l'eau traité dans des réservoirs jusqu'à son utilisation domestique.

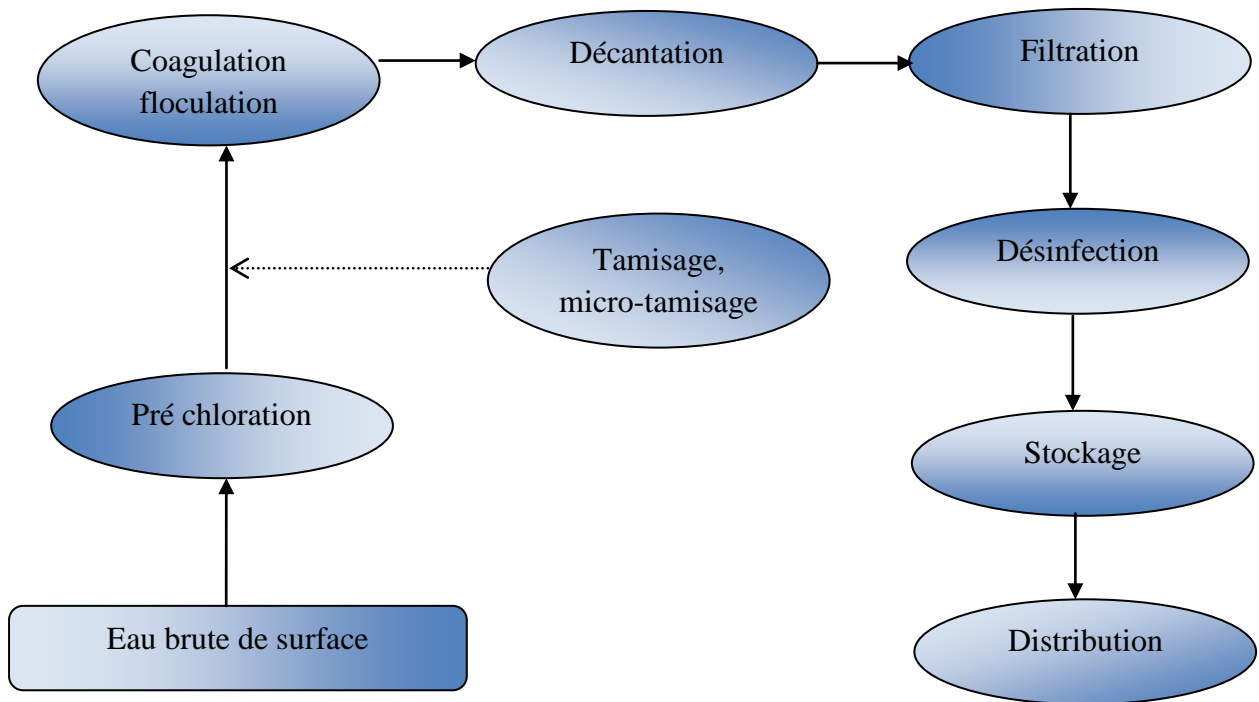


Figure I.5 : les étapes de traitement d'une eau de surface.

I.2.3 LES CONDUITES D'ADDUCTION

I.2.3.1 DEFINITION

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux (aqueduc) vers les lieux de consommation.

I.2.3.2 CLASSIFICATION

D'après leurs fonctionnements, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

a) Adduction gravitaire

L'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure celle du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravité d'où son nom.



Figure I.6 : une adduction gravitaire [4].

b) Adduction par refoulement

Quand la source se trouve à un niveau bas par rapport au point d'arrivée, l'acheminement de l'eau d'un point à l'autre se fait à l'aide de pompes.

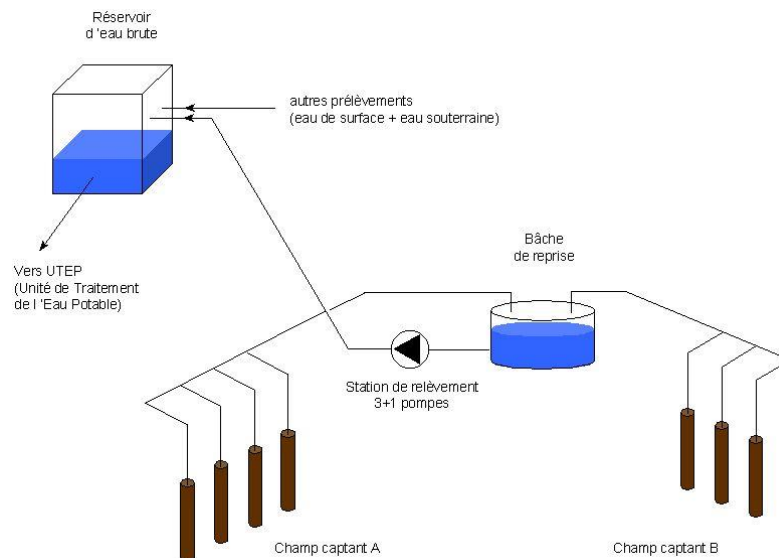


Figure I.7 : une adduction par refoulement [5].

c) Adduction mixte

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

I.2.3.3 CHOIX DU TRACE

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter :

- Le tracé doit être le plus court possible entre le point de captage et réservoir d'accumulation.
- Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes.
- Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;
- Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux (Messelmi, 2012).

I.2.3.4 CHOIX DE MATERIAU DES CONDUITES

Le choix du type de matériaux des conduites constitue l'élément principal du réseau, leur choix doit répondre à certaines exigences, à savoir :

- Disponibilité du produit sur le marché national.
- Facilité de la mise en œuvre.
- Facilité d'entretien et d'exploitation.
- Pression interne supportée par la canalisation.
- Du prix unitaire.
- Durée de vie.

Les tuyaux les plus utilisés sont :

- Métalliques (Acier, Fonte).
- En matière plastique (PVC, PEHD) (Messelmi, 2012).

I.2.4 LE POMPAGE

Les pompes sont des machines hydrauliques dont le rôle consiste à relever le débit d'un point bas à un point haut [1].

I.2.4.1 CRITERES DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

- Eviter les zones instables (sismiques ou inondables)
- Respecter les normes de distances (distance minimale entre aéroport et une station de pompage de 30 km)
- Pour les terrassements et l'implantation de la station de pompage il est nécessaire de :
 - Prévoir l'accès pour tous les ouvrages
 - Prévoir une plate-forme avec un revêtement routier (bitume)
 - Utiliser les moyens de dérivation des eaux pluviales (drainage)
 - Prévoir la verdure autour de la station de pompage pour l'environnement (Abdelhamid, 2012).

I.2.4.2 CHOIX DU TYPE DE POMPE

Le choix du type de la pompe se base sur plusieurs critères à savoir :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT .
- Meilleur rendement.
- Vérifier la condition de non cavitation.

- Encombrement et poids les plus faibles.
- Vitesse de rotation la plus élevée.
- Puissance absorbée minimale (Abdelhamid, 2012).

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes minimal.
- Meilleur rendement.
- Charge nette d'aspiration requise minimale.
- Vitesse de rotation élevée (tr/mn).
- Puissance absorbée minimale (Abdelhamid, 2012).

I.2.5 LES RESERVOIRS DE STOCKAGE

I.2.5.1 DEFINITION

Le réservoir est un élément important du réseau de distribution. Placé en général sur un sommet géographique, il permet de stocker de l'eau et de la fournir au réseau de distribution.

Les réservoirs permettent une gestion des volumes nécessaires par un stockage provisoire avant restitution au réseau. Le temps de séjour de l'eau dans les cuves dépend du volume du réservoir et de son niveau de remplissage (Abdelhamid, 2012).

I.2.5.2 FONCTION GENERALES DES RESERVOIRS

Les principales fonctions assurées par les réservoirs sont données dans le tableau I.1

Tableau I.1 : Fonctions d'un réservoir (Abdelhamid, 2012).

Fonctions Techniques	Fonctions économiques
<ul style="list-style-type: none">- Régulation des débits- Sécurité d'approvisionnement- Régulation de la pression- Simplification de l'exploitation- Réacteur participant au traitement	<ul style="list-style-type: none">- Réduction des investissements sur les ouvrages de production- Réduction des investissements sur le réseau de distribution- Réduction des dépenses d'énergie

I.2.5.3 EMBLACEMENT DES RESERVOIRS

Pour de multiples raisons, il y a tout intérêt, au strict point de vue de la distribution, à ce que le réservoir se situe aussi près que possible du centre de gravité de la consommation qu'il a à assurer.

En fait, beaucoup d'autres considérations interviennent dans ce choix et notamment les questions foncières, l'aspect économique, les conditions topographiques et d'inscription dans le site.

Soit au centre de l'agglomération (château d'eau) pour réduire les pertes de charge.

L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau.

Il faut donc évaluer la perte de charge entre le réservoir et le point de plus haute cote piézométrique à desservir. On obtient ainsi approximativement l'altitude du radier.

La topographie intervient et a une place prépondérante dans le choix de l'emplacement, de même que la géologie. Il ne faut pas oublier les extensions futures (Messelmi, 2012).

I.2.5.4 CLASSIFICATION DES RESERVOIRS

D'après la nature des matériaux, on distingue :

- Les réservoirs métalliques.
- Les réservoirs en maçonnerie.
- Les réservoirs en béton armé.

D'après la situation des lieux, ils peuvent être :

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Surélevés, sur tour.

Enfin, d'après des considérations esthétiques, ils peuvent :

- Soit affirmer les fonctions de l'ouvrage.
- Soit s'intégrer au paysage (Dupont, 1979).

I.2.5.5 EQUIPEMENT DE RESERVOIR

- **Conduite d'arrivée**

L'arrivée dans le réservoir de la conduite de refoulement doit se faire par le bas et de côté opposé de la conduite de départ (Ouali, 2012).

- **Conduite de distribution**

Pour faciliter le brassage de l'eau dans le réservoir, l'orifice de départ de la conduite de distribution devra être situé autant que possible à l'opposé de l'arrivée. La conduite de distribution est munie à son origine d'une crépine constituée d'un corps cylindrique.

La crépine se place à 0,15m au-dessus du fond du réservoir afin que les dépôts ne puissent pas pénétrer dans la conduite (Ouali, 2012).

- **Conduite de décharge ou de vidange**

La conduite de vidange doit partir du point le plus bas de radier, afin de pouvoir évacuer les dépôts. A cet effet, le radier est réglé en pente vers l'orifice de la conduite. Pour permettre l'inspection et le nettoyage du réservoir, ainsi que d'éventuelles réparations, il est nécessaire de pouvoir le vidanger, au moyen d'une conduite généralement raccordée à la conduite de trop-plein. Cette conduite peut utilement comporter un siphon servant de garde d'eau, pour éviter les émanations gazeuses désagréables en provenance de l'égout (Ouali, 2012).

- **Conduite de trop-plein**

La conduite de trop-plein a pour but d'assurer sans déversement du réservoir l'évacuation du débit d'adduction, pour le cas où la pompe d'alimentation ne se serait pas arrêtée. Il doit être dimensionné pour ce débit, et conduire l'eau à l'égout en tenant compte des pertes de charge et en limitant la vitesse dans la conduite de trop-plein à 3 ou 4 m/s (Ouali, 2012).

- **By-pass**

Lorsqu'on désire assurer la distribution pendant la vidange d'un réservoir non compartiment, il suffit de disposer d'un by-pass (Ouali, 2012).

- **Matérialisation de la réserve d'incendie**

Pour conserver notre réserve incendie qui nous permet de lutter contre le feu, il faut que notre réservoir soit équipé de manière à ce que cette capacité ne soit pas utilisée à d'autres fins autres que l'incendie (Ouali, 2012).

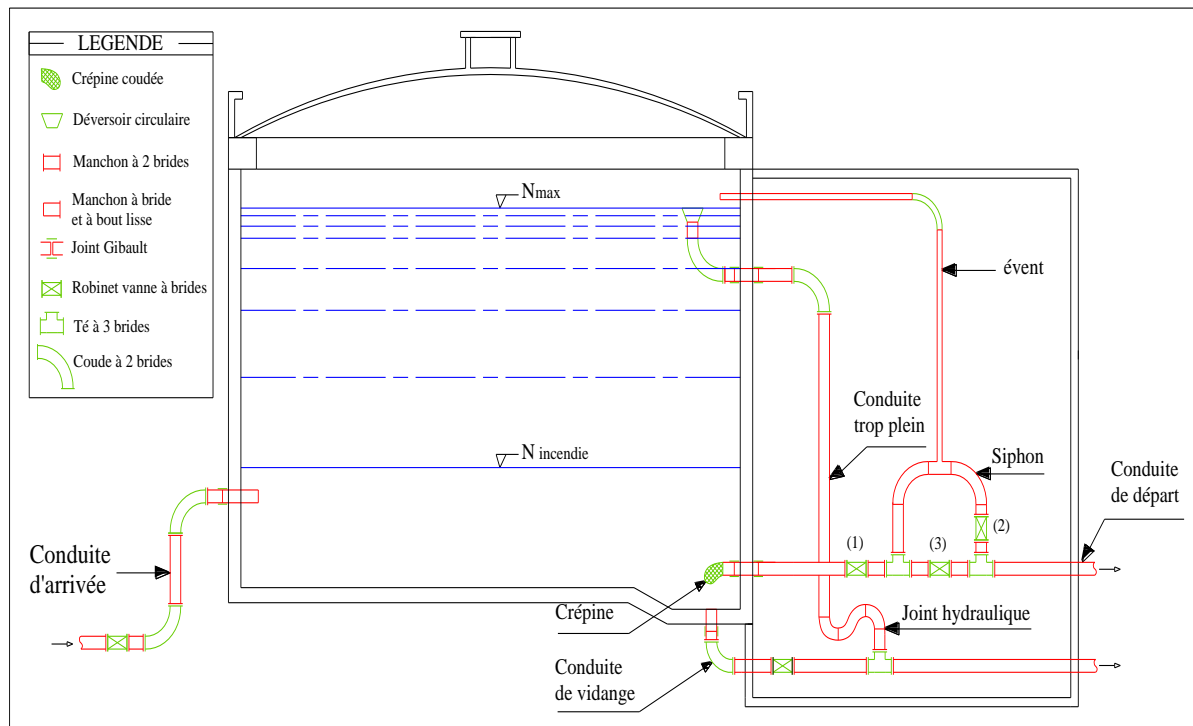


Figure I.8 : Equipement de réservoir (Ouali, 2012).

I.2.6 LE RESEAU DE DISTRIBUTION

Après l'évaluation des besoins en eau de l'agglomération et le dimensionnement de l'adduction on doit faire le choix convenable du réseau pour distribuer l'eau aux différentes catégories de consommateurs recensés au niveau de l'agglomération.

Le but de la mise en place de ce dernier est de parvenir à satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression.

I.2.6.1 CLASSIFICATION DES RESEAUX DE DISTRIBUTION

1. Les réseaux maillés

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation.

Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tend à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées (Messelmi, 2012).

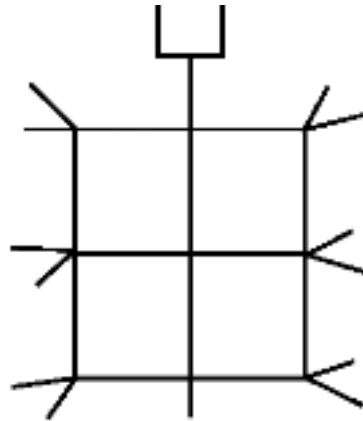


Figure I.9 : Réseau maillé [6].

2. Réseau ramifié

On les appelle ainsi grâce à leur structure arborisante fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales leur inconvénient, c'est que dans les conduites il n'y a qu'un seul cheminement possible, en cas d'incident sur la conduite principale, toute la partie aval sera privé d'eau.

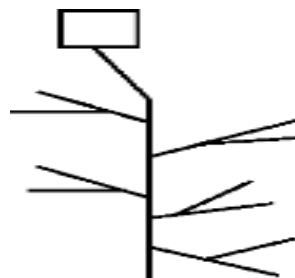


Figure I.10 : un réseau ramifié [6].

3. Réseaux étagés

Lors de l'étude d'un projet d'alimentation d'une ville en eau potable, il arrive que cette ville présente des différences de niveau importantes.

La distribution par le réservoir projeté donne de fortes pressions aux points bas (normes des pressions ne sont pas respectées).

L'installation d'un réservoir intermédiaire alimente par le premier, régularisé la pression dans le réseau (Ouali, 2012).

Remarque

Pour une meilleure distribution, on adopte le réseau maillé, vu les avantages qu'il présente :

- L'alimentation de retour.
- Isoler le tronçon accidenté par un simple manœuvre robinet (Abdelhamid, 2012).

I.2.6.2 LES CONDUITES PRINCIPALES DE DISTRIBUTION

On appelle conduite principale de distribution toutes conduites à une origine soit :

- D'un réservoir.
- D'une station de pompage.

Les conduites principales de distribution doivent :

- Assurer l'approvisionnement des conduites secondaires.
- Avoir un diamètre supérieur ou égal à 300 mm (Dupont, 1979).
- Avoir un nombre de raccordement aux conduites secondaires limité.
- Avoir des vannes de sectionnement placées à des emplacements choisis en fonction des raccordements aux conduites secondaires pour pouvoir :
 - Limiter leur nombre
 - Perturber le moins possible la distribution en cas d'intervention sur le réseau.

I.2.6.3 LES CONDUITES SECONDAIRES DE DISTRIBUTION

Elles assurent la liaison entre les conduites principales de distribution et les branchements. Le diamètre moyen d'un réseau de distribution varie entre 100 et 150 mm (Dupont, 1979).

I.2.6.4 CONCEPTION DU RESEAU

Plusieurs facteurs ont une influence sur la conception du réseau :

- L'emplacement des quartiers.
- L'emplacement des consommateurs principaux.
- Le relief.
- Le souci d'assurer un service souple et régulier.

I.2.6.5 PRINCIPE DE TRACE D'UN RESEAU MAILLE

Pour tracer le réseau il faut :

- Repérer les consommateurs importants.
- Repérer les quartiers ayant une densité de population importante

- Déterminer le sens principal pour assurer la distribution à ces consommateurs.
- Tracer les conduites principales parallèles entre elles, ces conduites doivent être situées sur les côtes géodésiques les plus élevées pour bien répartir l'eau.
- Ces conduites principales sont reliées entre elles par des conduites secondaires pour alimenter l'intérieur des quartiers (Abdelhamid, 2012).

I.2.6.6 CHOIX DU MATERIAU DES CONDUITES

Le choix du matériau utilisé se fait en fonction :

- De la pression, l'agressivité dû aux eaux et au sol
- L'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché)

Ainsi La bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes vannes...) permettant de faire le bon choix (Abdelhamid, 2012).

I.2.6.7 LES ACCESSOIRES DU RESEAU DE DISTRIBUTION

Les accessoires qui devront être utilisé pour l'équipement du réseau de distribution sont les suivants :

1. Robinets vannes

Ils sont utilisés pour l'isolement de conduites, on trouve les robinets vannes à opercule et les vannes papillon (Messelmi, 2012).

2. Les vannes à opercule

Ce sont des appareils de sectionnement qui doivent être complètement ouverts ou fermés, on placera ce robinet à l'aval de la conduite liant le réservoir au réseau de distribution (Messelmi, 2012).

3. Les vannes papillon

C'est un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation un disque obturateur appelé papillon. On placera ce robinet à la sortie du réservoir (Messelmi, 2012).

4. Bouches ou poteau d'incendie

Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus (Messelmi, 2012).

5. Clapets

Les clapets ont un rôle d'empêcher l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu. On peut utiliser comme soupape pour éviter le choc à la forte pression (Messelmi, 2012).

6. Ventouses

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points le plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydrauliques. Les ventouses ont pour formation spéciale l'alimentation des poches d'air dans la canalisation des conduites en cas de vidange par pénétration d'air (Messelmi, 2012).

7. Robinets de vidange

Ce sont des robinets placés aux endroits des points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange qui sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie (Messelmi, 2012).

8. Bouche d'arrosage

Ce sont des bouches situées aux alentours des jardins (Messelmi, 2012).

9. Les régulateurs des pressions

Ce sont des organes de vannage qui introduisent automatiquement une perte de charge variable de manière à ce que la pression soit maintenue à une valeur constante de consigne. Le réglage du clapet se fait directement par l'action de la pression sur un piston ou une membrane venant contrebalancer l'effet d'un ressort ou d'un contrepoids. Leur étanchéité à débit nul nécessite une surpression par rapport à la pression de réglage de 1 à 2 bars. En eau chargée, il faut maintenir ces appareils en état de propreté pour limiter les frottements entre pièces mobiles et éviter le coincement (Messelmi, 2012).

I.2.6.8 PIECES SPECIALES DE RACCORD

1. Les Tés

On envisage des tés à deux ou trois emboîtements permettant le raccordement des conduites présentant des diamètres différents. Il est nécessaire de prévoir un cône de réduction pour les placer [1].

2. Les coudes

Utilisés en cas de changement de direction (Abdelhamid, 2012).

3. Les cônes de réduction

Ce sont des organes de raccord en cas de différents diamètres (Abdelhamid, 2012).

4. Les bouts d'extrémités

Pour la mise en place d'appareils hydrauliques (Abdelhamid, 2012).

I.2.7 LA GESTION DES RESEAUX D'AEP

Quelle que soit la structure, une bonne organisation du service joue un rôle essentiel pour permettre une gestion efficace et économique pour l'utilisateur. Parmi les éléments à mettre en œuvre, cinq paraissent déterminants :

- Une gestion efficace de la clientèle : tant sur le plan technique, avec les branchements et compteurs que sur celui de recouvrements.
- Une gestion financière rigoureuse : pour les investissements et le fonctionnement dans le cadre d'un budget annuel et de prévision à 3 ou 5 ans (Valiron, 1994).
- Un contrôle efficace sur le plan technique : (qualité des eaux, rendement des ouvrages...) s'appuyant sur des statistiques, la comptabilité analytique, une bonne connaissance des plans du réseau et sur un laboratoire.
- Une politique de personnel avec son volet « formation » : pour disposer des moyens en hommes indispensables.
- Une informatique de gestion accessible à tous (Valiron, 1994).

I.2.7.1 OBJECTIFS DE LA GESTION DES RESEAUX D'AEP

La gestion d'un réseau d'AEP a pour principale mission d'assurer :

- **La production** : soit par :
 - Captage d'eau souterraine.
 - Captage d'eau de surface.
- **Le stockage** : il se fait dans des réservoirs. Le rôle de ces ouvrages est :

- A la fois le stockage d'un volume permet de poursuivre la distribution en cas d'interruption de la production (rôle de sécurité).
- Permettre de moduler le pompage pour profiter des tarifs électriques les plus intéressants (rôle tampon).
- **La distribution** : à partir du ou des réservoirs, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés.

I.2.8 MODELISATION DES RESEAUX D'AEP

L'utilisation croissante des outils informatiques au sein des exploitations et des bureaux d'études a permis le développement d'une offre de produits très compétitifs de conception, de dimensionnement, de planification, d'exploitation et de maintenance. Les logiciels de modélisation, longtemps relégués au bureau d'étude, viennent désormais s'intégrer au sein du système d'information des grandes exploitations, pour expliquer, prédire et permettre de gérer plus sûrement et plus efficacement, quantitativement et qualitativement, la production et la distribution (Valiron, 1994).

Les logiciels de modélisation permettent :

- De modéliser tous les appareils présents sur les réseaux.
- De rendre compte précisément des comportements des différents consommateurs, dans le temps et l'espace.
- La simulation suivant les différentes échelles de temps, et sont capables de calculer les temps de séjours, l'origine de l'eau ou la concentration de chlore résiduel en tout point.

I.3 CONCLUSION

La bonne mise en place d'un système d'alimentation d'eau potable permet de livrer aux consommateurs une eau répondant aux normes de qualité avec une continuité du service sans défaut. Pour une bonne gestion du réseau il faut une bonne connaissance de ces infrastructures, de son fonctionnement hydraulique et un entretien de ce réseau.

II.1 INTRODUCTION

La mise en place d'un système d'information géographique (SIG) pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement semble indispensable et un prérequis à toute tentative d'analyse (Blindu, 2012).

Le présent chapitre donne un aperçu général sur le système d'information géographique (SIG) tout en donnant quelques définitions et des principes de base de ce système.

II.2 DEFINITIONS D'UN SIG

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

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

La définition américaine provienne du comité fédéral de coordination Inter-agences pour la cartographie numérique (FICCDC, 1988) :

Un système d'information géographique est un "système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion"[6].

La définition française est due à l'économiste Michel Didier (1990) :

Un système d'information géographique est un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision"[6].

La Société française de Photogrammétrie et de télédétection définissait le SIG comme étant " un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement (géo référencées) [6].

Il s'appuie sur un certain nombre de bases de données, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de carte.

Un S.I.G est donc un "ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision [7].

Système d'Information Géographique (S.I.G.) est un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale utilisés pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser, simuler et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique. Les données sont analysées afin de produire l'information nécessaire pour aider les décideurs [7].

II.3 LE CONCEPT D'UN SIG

Un système d'informations géographique apporte des réponses aux questions suivantes :

Où ? : C'est la recherche spatiale d'objets, elle met en évidence leur répartition.

Quoi ? : Cette question permet de déterminer tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donné.

Comment ? : Cette question recherche les relations qui existent entre différents objets ou phénomènes.

Quand ? : Pour rechercher d'éventuels changements intervenus sur les données et déterminer les moments de ces changements.

Et si ? : Elle définit en fonction de certaines hypothèses l'évolution du terrain. C'est la projection dans l'avenir [8].

II.4 LES TYPES DES SIG

En fonction du besoin et de l'utilité recherchée, il existe trois types de SIG :

- **SIG type de gestion** : son rôle est de faciliter la gestion de la base de données.
- **SIG type d'étude** : son rôle est de répondre à une étude particulière.
- **SIG type observatoire** : son rôle est de maintenir à jour l'information sur un site donné [9].

II.5 ROLE D'UN SIG

Un SIG a pour rôle de :

- Permettre une approche globale des territoires et des politiques ;
- Rendre possible les évaluations ;
- Faciliter la planification ;
- Améliorer la gestion des crises ;
- Permettre de comprendre les territoires ;
- Aider la décision des porteurs de politiques publiques.

II.6 COMPOSANTS D'UN SIG

Un SIG est constitué de cinq composants majeurs :

II.6.1 LES LOGICIELS

Ils assurent les 5 fonctions suivantes (parfois regroupées sous le terme des 'Cinq A'):

- saisie des informations géographiques sous forme numérique (Acquisition)
- gestion de base de données (Archivage)
- manipulation et interrogation des données géographiques (Analyse)
- mise en forme et visualisation (Affichage)
- représentation du monde réel (Abstraction).

II.6.2 LES DONNEES

Elles sont la base des SIG. Les données géographiques sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur.

II.6.3 LES MATERIELS INFORMATIQUES

Le traitement des données se fait à l'aide des logiciels sur un ordinateur.

II.6.4 LES METHODES

Des méthodes qui se traduisent par le respect des règles et procédures propres à chaque organisation.

II.6.5 LES UTILISATEURS

Comme tous les utilisateurs de SIG ne sont pas forcément des spécialistes, un SIG propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet [10].



Figure II.1 : composants d'un SIG [10].

II.7 LA STRUCTURE D'UN SIG

La structure d'un SIG repose sur 4 groupes de fonctionnalités au-dessous d'une couche d'application :

- L'acquisition des données géographiques d'origines diverses.
- La gestion pour le stockage et la recherche des données.
- L'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation.
- La présentation des résultats sous forme cartographique.

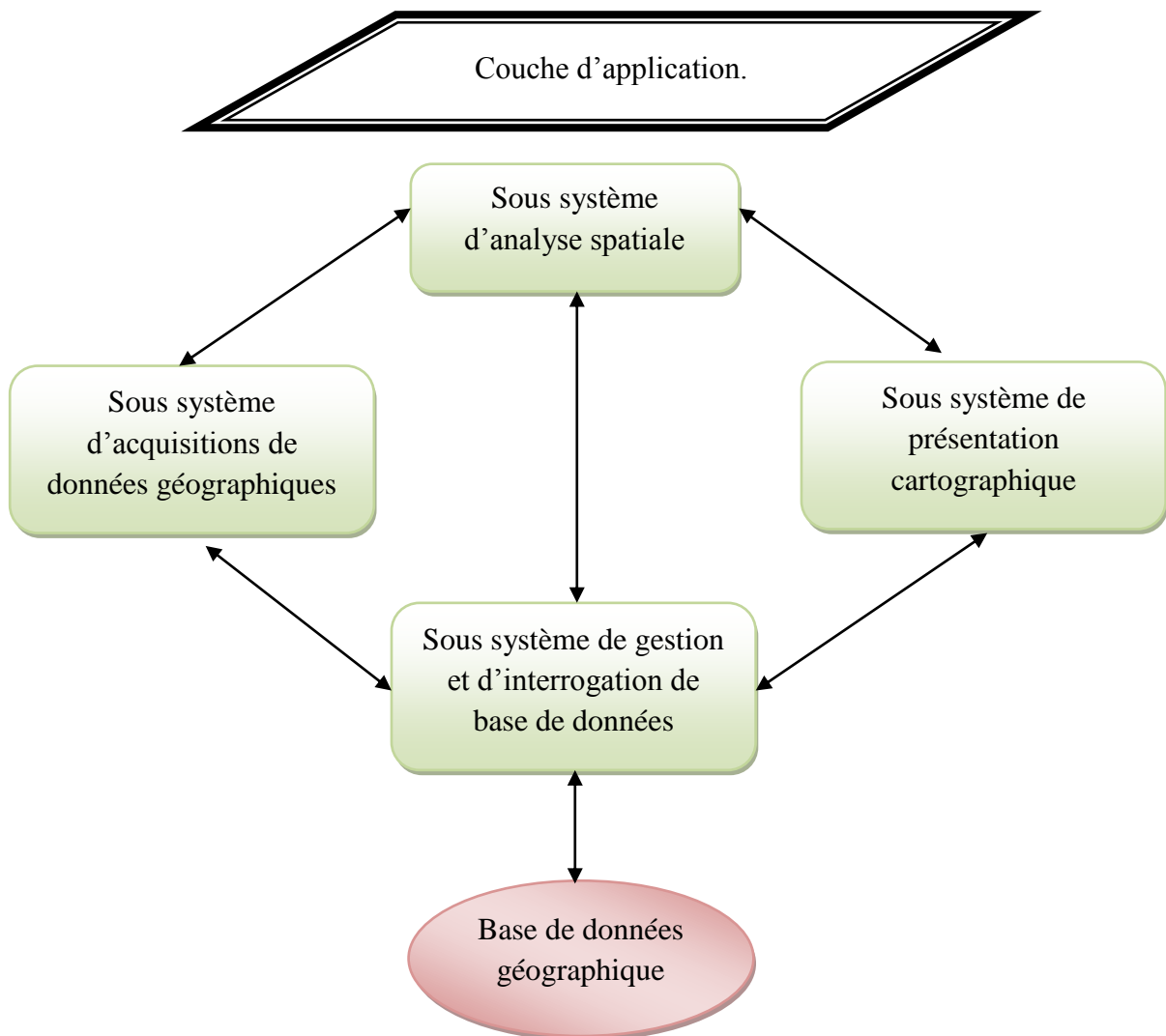


Figure II.2 : Structure d'un SIG

II.8 FONCTIONNALITES D'UN SIG

Les fonctionnalités d'un SIG sont nombreuses. On peut :

- associer et représenter deux ou plusieurs couches d'information,
- consulter les données attributives sur l'écran,
- procéder à des calculs de surface ou de distance,
- créer de nouveaux attributs (les densités de population par exemple),
- faire des sélections sur un ou plusieurs critères,
- opérer des restrictions géographiques avec des masques...

Un SIG répond aussi aux fonctionnalités suivantes dénommées « *les cinq A* » :

- **Acquisition** : intégration et échange de données. (Import-export)

- **Archivage** : structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.
- **Abstraction** : modélisation du réel selon une certaine vision du monde.
- **Analyse** : analyse spatiale (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques).
- **Affichage** : représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographique.

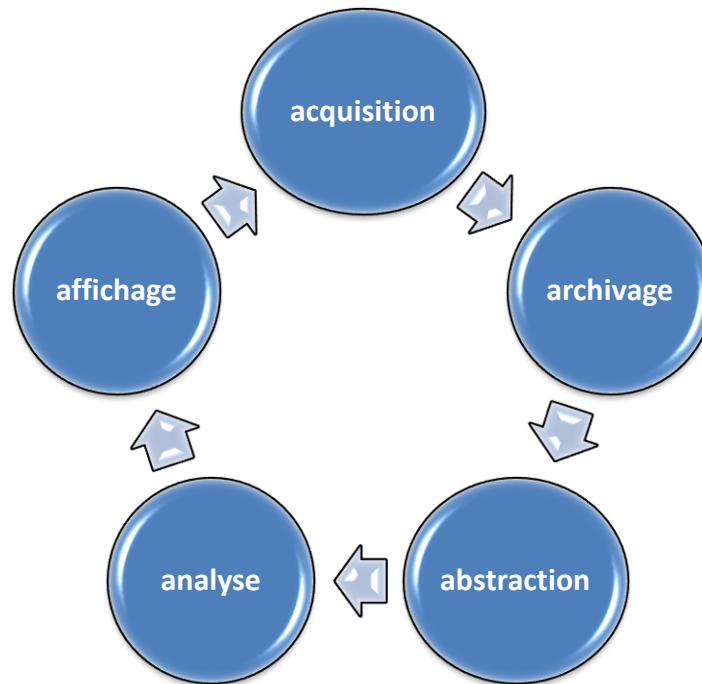


Figure II.3 : Fonctionnalités d'un SIG.

II.9 LES DONNEES DANS UN SIG

Un SIG ne peut fonctionner que s'il contient des données. A partir du moment où l'on a défini les informations nécessaires à notre besoin, il reste à régler la question du choix du mode d'acquisition des données : si les données existent déjà, les importer ou dans le cas contraire, les saisir.

L'acquisition des données est la phase la plus coûteuse dans la mise en place d'un projet SIG. Il y a donc tout intérêt à bien définir ses besoins concernant l'ensemble des données disponibles.

II.9.1 LES MODES D'ACQUISITION DES DONNEES

Les modes d'acquisition de données dans un SIG sont :

- Digitalisation (numérisation)
- Balayage électronique (scannerisation)
- Photogrammétries aérienne
- Images satellitaires (télédétection)
- Import de fichiers

II.9.1.1 LA DIGITALISATION (NUMERISATION)

Avant d'utiliser des données papier dans un SIG, il est nécessaire de les convertir dans un format informatique. Cette étape essentielle depuis le papier vers l'ordinateur s'appelle digitalisation.

II.9.1.2 BALAYAGE ELECTRONIQUE

Le balayage électronique est un autre moyen de saisir un plan existant. Il consiste à scanner le plan ou la carte existante. Il est plus rapide que la digitalisation.

II.9.1.3 PHOTOGRAMMETRIES AERIENNE

Ce mode est retenu dans les pays dont la couverture cartographique et géodésique est déficiente. La photogrammétrie aérienne est utilisée de façon systématique pour constituer les cartes à moyenne échelle. Elle est aussi utilisée pour la constitution des plans à grande échelle pour un cout qui peut être très avantageux.

II.9.1.4 IMAGES SATELLITAIRES (TELEDETECTION)

La télédétection constitue un moyen très commode de créer les données à introduire dans les SIG. Il s'agit en effet d'utiliser soit les photographies aériennes, soit les images transmises par satellite.

II.9.1.5 IMPORT DE FICHIERS

C'est une façon de réduire les couts de saisie et de récupérer des données existantes et de les convertir au format au système d'unités et au système de projection souhaité.

Pour cela on utilise des interfaces qui permettent :

- Soit de transformer directement les données dans le format interne du SIG récepteur grâce à des bibliothèques de conversions à ce format interne.

- Soit de passer par l'intermédiaire d'un format d'échange reconnu par une fonction d'importation de données du SIG récepteur.

II.9.2 LES TYPES DE DONNEES DANS UN SIG

On distingue deux types des données dans un SIG : données spatiales (géographique) et données associées :

II.9.2.1 DONNEES SPATIALES (GEOGRAPHIQUE)

Déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique quel que soit :

- la localisation : coordonnée par rapport à une échelle graphique de référence.
- La forme : point, ligne ou polygone.
- La taille : longueur, périmètre ou surface (Tahar, 2005).

II.9.2.2 DONNEES ASSOCIEES

Chaque élément de l'espace reçoit un code d'identification. Ce code constitue en quelque sorte une étiquette caractérisant le point, la ligne ou le polygone. Parmi ses données on distingue :

- **Données de classification**

Elle range le point isolé, la ligne ouverte ou la ligne fermée, dans une catégorie (conduite de réseau d'eau, limite administrative...)

- **Données d'identification**

Elles permettent d'identifier chaque objet figurant sur le plan de façon unique

- **Données attributaires**

Elles permettent d'apporter une information supplémentaire propre à chaque objet identifié (diamètre de la conduite, longueur...) (Tahar, 2005).

II.10 MODES DE REPRESENTATION DE L'INFORMATION DANS UN SIG

Il existe deux modes de représentation des données :

- Le mode raster.
- Le mode vecteur.

II.10.1 LE MODE RASTER

Les données géographiques sont représentées à l'aide des pixels qui prennent différentes valeurs (par exemple 1 = champ, 2 = ferme, 3 = rivière) voir figure II.4.

Ce mode correspond à une division régulière de l'espace sous forme de cellules ou mailles généralement carrées appelées pixels, qui définissent la précision minimale de la structure. Le mode raster s'applique beaucoup plus aux traitements d'images (satellites, photos aériennes) [11].

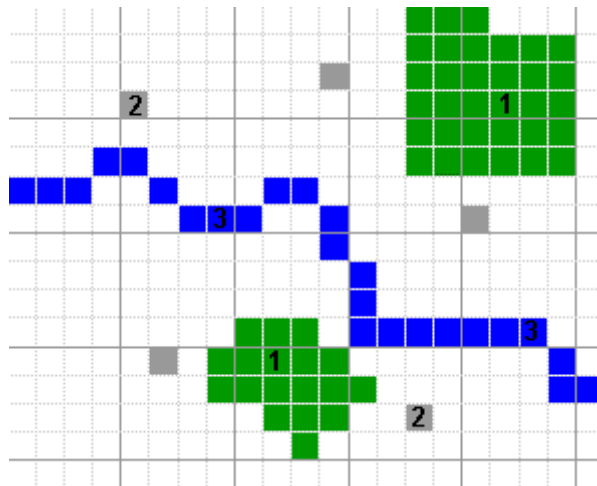


Figure II.4 : Une représentation d'une information avec le mode raster [11].

II.10.1.1 AVANTAGES DU RASTER

- facilité d'utilisation : données sont sous forme de tableau. Par rapport au mode vecteur, la dimension thématique est donnée par des valeurs numériques de la grille et la dimension spatiale est déduite par la position relative du pixel dans la grille.
- le croisement des données est facile à réaliser : toutes les grandeurs sont ramenées à la même unité de base (le pixel).
- Plus adapté à des données dont les limites sont peu précises.

II.10.1.2 LES INCONVENIENTS DU RASTER

- fichier lourd en mémoire
- manque de précision
- qualité médiocre des documents à l'impression
- pas d'individualisation des objets

II.10.2 LE MODE VECTEUR

Les données géographiques sont représentées à l'aide de formes géométriques de type linéaires, ponctuelles ou surfaciques

Ce mode est une représentation géométrique sous forme :

- de points (ponctuels) : forage, points géodésiques...
- de lignes (linéaires) : routes, rivières...
- de surfaces (polygones) : parcelles, communes... [11].

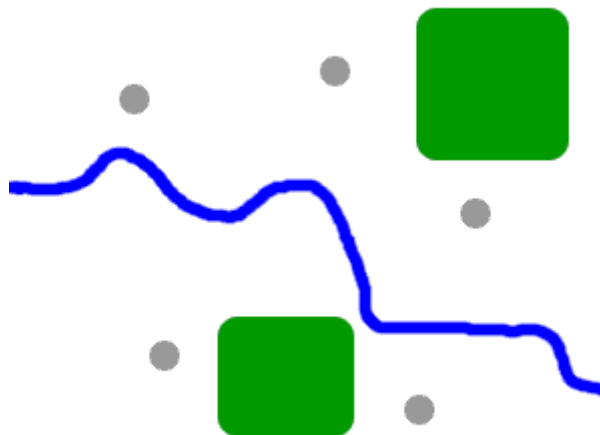


Figure II.5 : une représentation d'une information avec le mode vecteur [11].

II.10.2.1 AVANTAGES DU VECTEUR

- Donne une représentation très conforme à la réalité
- La localisation et les dimensions des objets sont calculés avec précision
- On peut individualiser les objets, donc leur attacher des attributs
- Le poids du fichier est réduit.

II.10.2.2 LES INCONVENIENTS DU VECTEUR

- Structure des données complexe.
- Technologie chère car elle est de haute précision graphique.
- Analyse spatiale coûteuse en temps de calcul.
- Les croisements des couches d'information sont délicats et nécessitent une topologie parfaite.

II.11 RESTRUCTURATION DES DONNEES

Les nombreuses sources de données à intégrer dans les SIG amènent à gérer des informations codées selon des modèles différents. De façon à pouvoir combiner ces informations entre elles, il est parfois nécessaire d'opérer des restructurations qui permettent de passer du mode raster au mode vecteur et vice versa. De plus certains types de traitements étant plus facilement réalisables dans un mode plutôt que dans d'autre, la restructuration permet d'optimiser l'utilisation des outils.

II.11.1 CONVERSION VECTEUR/RASTER

Elle est très facile et fait appel à des algorithmes simples. Il en résulte une modification des contours des polygones qui peut conduire à une perte d'information (Kassambara, 2007).

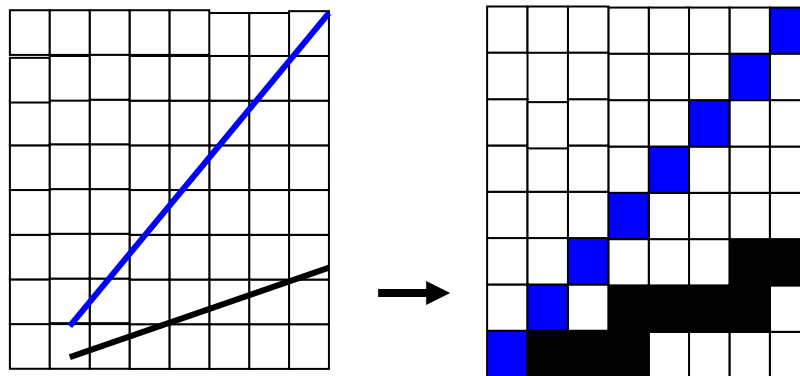


Figure II.6: La restructuration Vecteur/Raster (Kassambara, 2007).

II.11.2 CONVERSION RASTER/VECTEUR

Elle est beaucoup plus délicate, complexe et coûteuse en temps de calcul. Il existe des algorithmes permettant de lisser les contours obtenus après vectorisation.

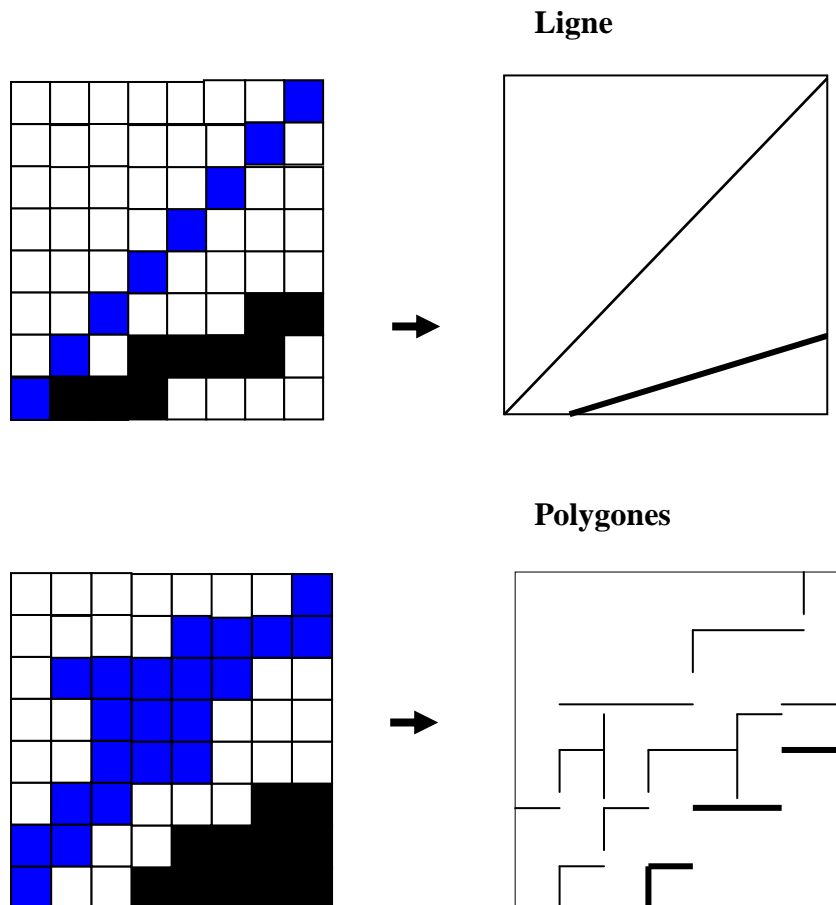


Figure II.7 : La restructuration raster/vecteur (Kassambara, 2007).

II.12 LES PRINCIPAUX DOMAINES D'APPLICATION DES SIG

Le SIG répond à de nombreux enjeux de développement et d'aménagement du territoire ayant une dimension géographique :

- Planification territoriale (occupation du sol, hauteur du bâti)
- Economie (offres foncières, répartition des entreprises)
- Transport (voirie, itinéraires, travaux)
- Tourisme (gestion des équipements, itinéraires touristiques)
- Protection civile (prévention et gestion des risques, simulations)
- Hydrologie (cours d'eau, débit, crues)
- Paysage (reliefs, propriétés, espaces verts)
- Réseau (assainissement, AEP, électricité, gaz, télécommunications, éclairage public).
- Biologie (études de la faune et de la flore).

II.13 LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR LE RESEAU D'AEP

Les SIG sont largement utilisées dans divers domaines, comme l'urbanisation, l'environnement et la gestion des réseaux urbains...

Les différentes fonctionnalités dont dispose le SIG, leur permettent d'acquérir les plans à l'échelle du réseau et leur caractéristique associée. On associe alors à chaque couche ou niveau visualisé un thème à une échelle différente. A chaque point géographique de la couche (repérable par la simple souris), on peut associer à chaque objet visualisé sur le graphique l'information alphanumérique associée. Ces systèmes sont alors particulièrement bien adaptés à la représentation des réseaux. Ils peuvent être couplés avec d'autres systèmes informatiques : en particulier des logiciels de modélisation et de simulation d'écoulement dans le réseau.

En ce qui concerne le réseau d'AEP, le fond du plan peut être digitalisé, ou encore n'importe quel autre plan selon la précision souhaitée (planche à 1/10000^{ième}, 1/2000^{ième}, 1/500^{ième}). A partir de ces supports on peut redéfinir des objets et associer à chaque objet ses caractéristiques. D'un point de vue du dessin, le réseau est représenté par un ensemble de segments le long desquels les diamètres des canalisations sont indiqués : tous les éléments du réseau tels que les vannes, les ventouses, les poteaux et les boucles d'incendies...etc., sont représentés par des schémas codés (Blindu, 2004).

II.13.1 L'INFORMATION NECESSAIRE A L'APPLICATION « SIG ET EAU POTABLE » :

L'application « SIG et eau potable » utilise simultanément l'information cartographique appartenant aux différents services de la mairie (service d'architecture et d'urbanisme, direction foncière...etc.).

Les données concernées sont :

- La topographie.
- Les réseaux d'eau potable et d'assainissement avec les plans et les descriptifs des infrastructures.

Pour l'application, il est nécessaire de pouvoir avoir accès à des données plus spécifiques, comme :

- Des images satellitaires et photographies aériennes.
- Des données de recensement de la population (catégories et nombre d'habitant).
- Des données de consommation moyenne observée ou relevée sur les compteurs ou sur des points d'observation ainsi que des données sur la production du réseau de distribution.
- Des relevés d'intervention pour des aléas sur le réseau d'eau, des observations de pression, débit.
- Le schéma du réseau avec le modèle hydraulique, ainsi que les caractéristiques du réseau seront également utilisés.
- Enfin des relevés sur l'environnement urbain tel que les sources de pollutions éventuelles, les zones d'inondation (Blindu, 2004).

II.14 CONCLUSION

Un S.I.G est donc un système informatique et aussi un ensemble de données sous forme de base de données et d'informations géographiques. Sa fonction est de pouvoir extraire commodément des synthèses utiles à la décision sous forme d'information géographique ou consulter des éléments géographiques et analyser les éléments sémantiques.

Les SIG étant essentiellement des bibliothèques cartographiques informatisées ou au niveau des outils de gestion d'un territoire, mais comme tous les systèmes, ils possèdent des avantages et des inconvénients :

- Les SIG représentent un domaine en développement rapide qui intéresse différentes disciplines telles que la cartographie, la géographie, les statistiques...
- Un grand nombre des applications des SIG concernent la gestion de l'espace sous toutes ses formes (aménagement, planification, environnement) et à toutes les échelles.
- La précision et la vitesse de certaine opération, exemple la production des cartes sur papier.
- Leur principal inconvénient est leur coût (Boukli Hacene, 2011).

III.1 INTRODUCTION

L'étude de l'existant est une démarche très importante qui matérialise l'acquisition et le traitement des données. Pour cela il faut avoir une vue claire et nette, des objectifs et des besoins pour notre analyse (Tahar, 2005).

III.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE

La commune de GHAZAOUET est située au Nord-Ouest de la Wilaya de TLEMCEM (figure III.1), sur la côte méditerranéenne, dans la frange nord orientale des Traras, à 80 km de TLEMCEM, chef-lieu de Wilaya. Elle constitue avec BENI-SAF l'armature maritime de la région extrême Ouest Algérienne (S.D.R.E, 2013).

Le strict territoire de la commune, qui couvre une superficie de 2735 ha (27,35 km²), est l'un des moins étendus de la Wilaya. (S.D.R.E, 2013).

Elle est délimitée :

- Au Nord par la mer Méditerranéenne.
- Au Sud par la commune de TIENT.
- A l'Est par la commune de YAGHMORACEN.
- A l'Ouest par la commune de SOUAHLIA.

La ville est située sur un secteur accidenté, avec des pentes fortes, qui atteignent 10 à 15% (S.D.R.E, 2013). Elle s'est développée de part et d'autre de deux oueds El Ghazaoua et El Ayanda qui prennent leur source à 1136 m d'altitude dans le Djebel Fillaoucène (massif montagneux des Traras) (S.D.R.E, 2013).

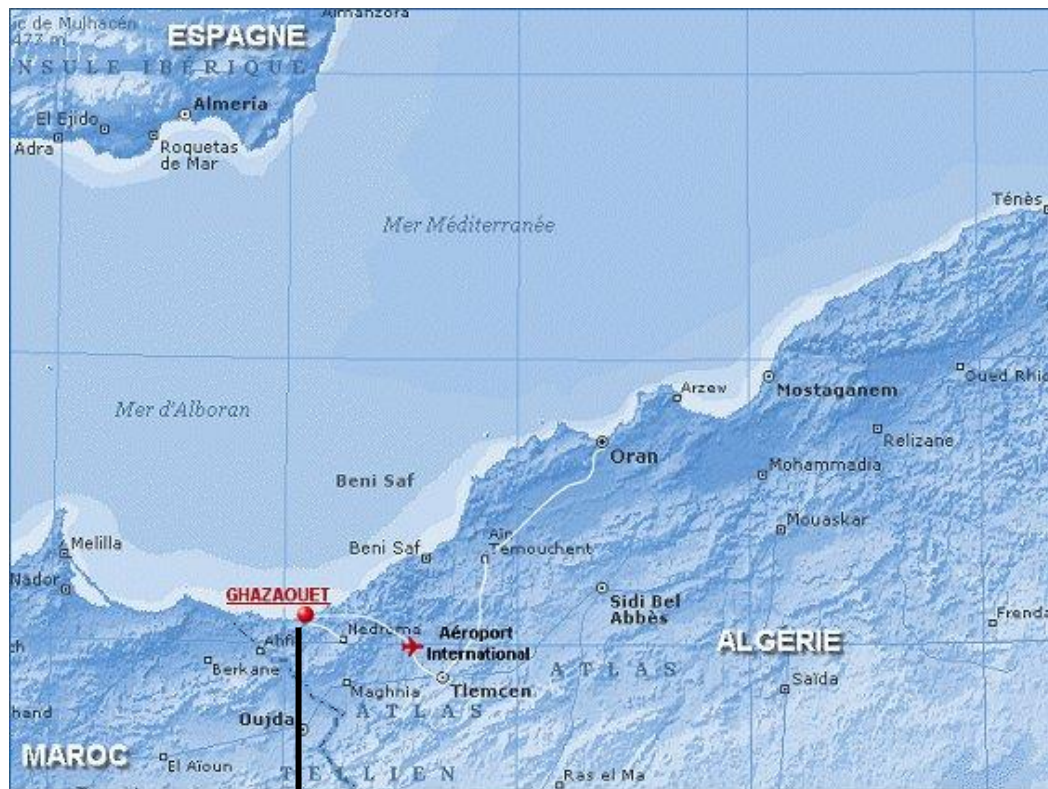


Figure III.1 : localisation de la commune de GHAZAOUET (S.D.R.E, 2013).

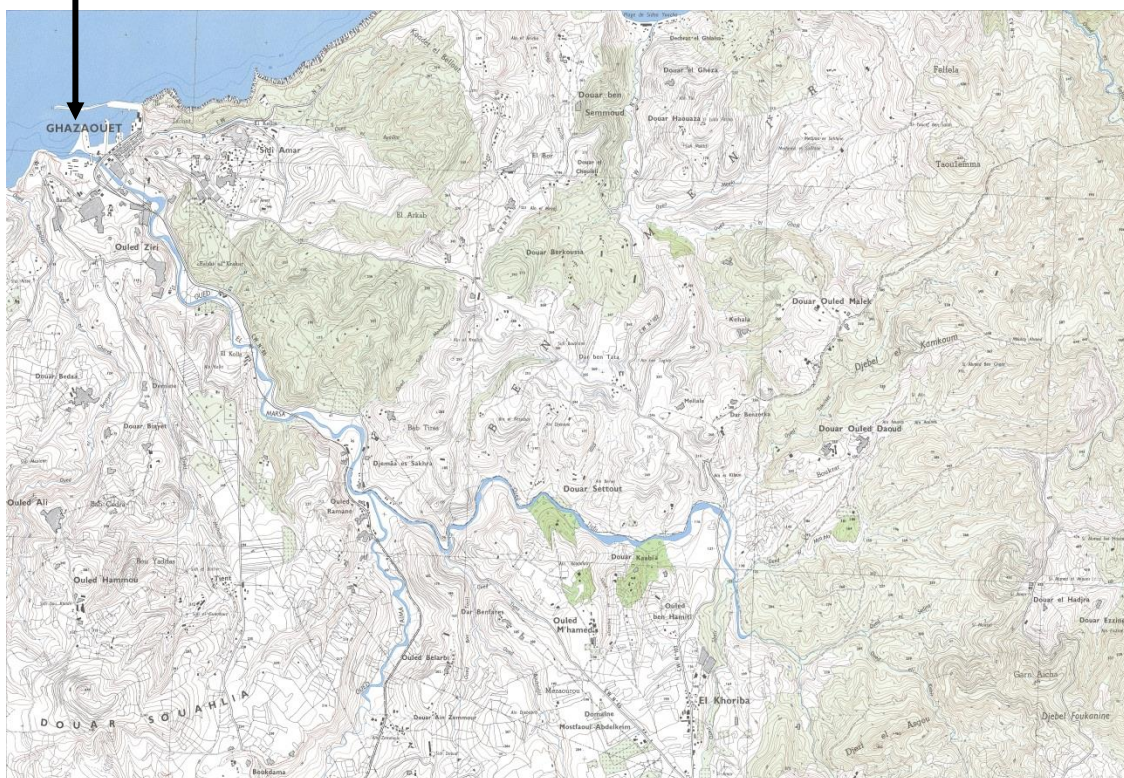


Figure III.2 : carte topographique de la commune de Ghazaouet (Boukli, 2013).

III.3 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat de GHAZAOUET, de type méditerranéen, oscille entre le semi-aride et le subhumide, chaud et sec en été, relativement doux en hiver (S.D.R.E, 2013).

III.3.1 LA TEMPERATURE

La température moyenne annuelle est égale à 17,75°. Les mois les plus chauds sont les mois d'été (juin, juillet et aout) et octobre durant lesquels les températures moyennes dépassent les 19°C (S.D.R.E, 2013).

Pour le reste des mois de l'année, les moyennes de température ne descendent pas au-dessous de 10 – 12°C, le mois de Février étant le plus froid (S.D.R.E, 2013).

La figure III.3 présente l'évolution des températures moyennes mensuelles

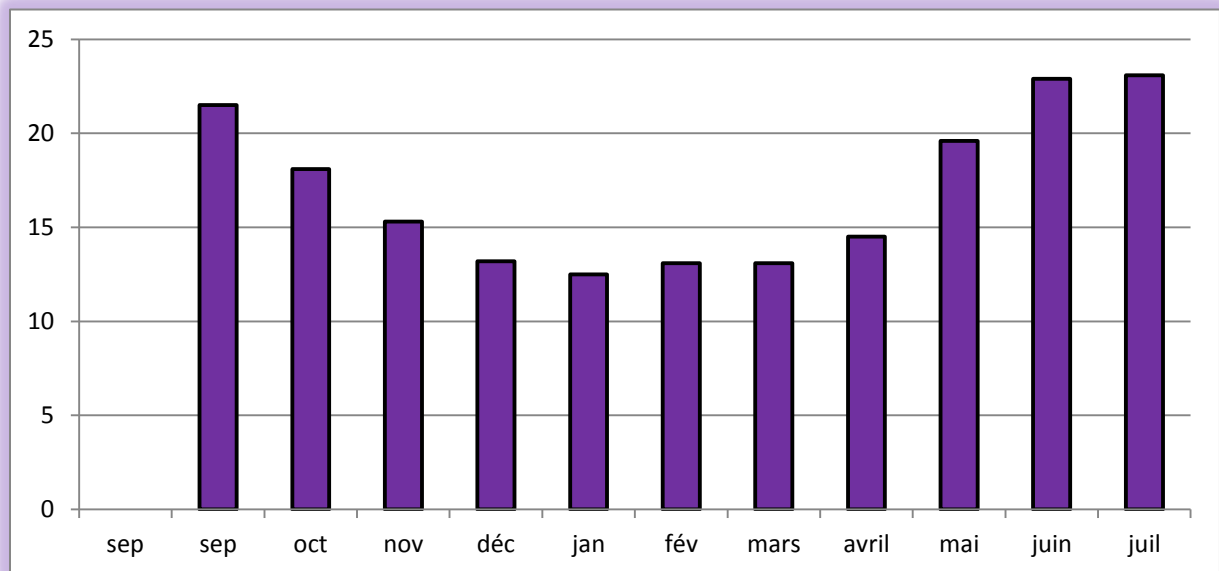


Figure III.3 : Evolution Des Températures Moyennes Mensuelles Dans L'année.

III.3.2 L'HUMIDITE

La figure III.4 donne la répartition de la moyenne mensuelle de l'humidité exprimée en mm de mercure durant l'année 2011.

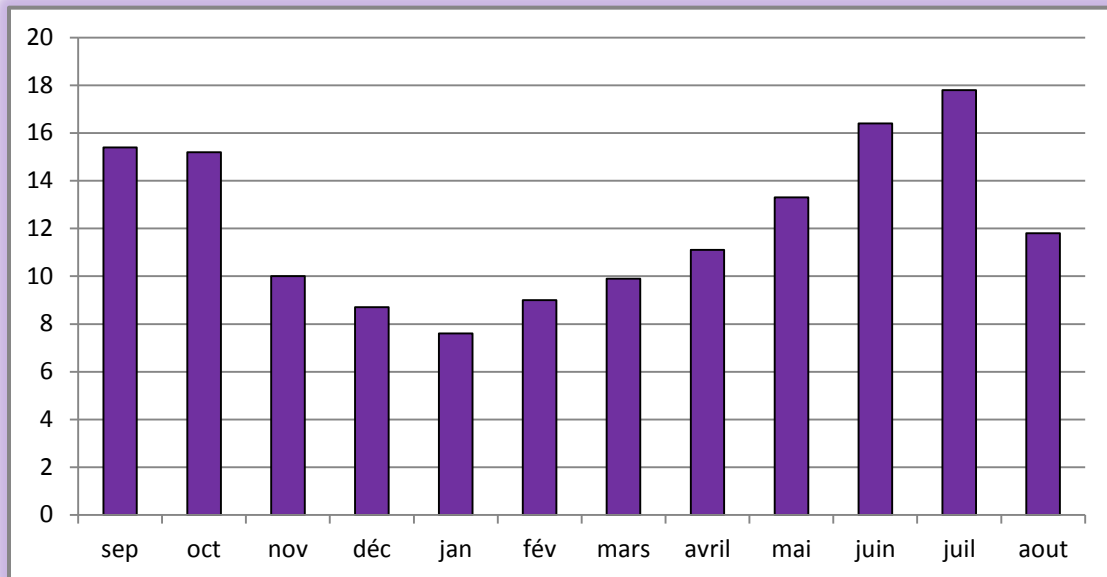


Figure III.4 : évolution de l'humidité moyenne mensuelle dans l'année.

Le minimum annuel de l'humidité absolue est enregistré en janvier et février. En été, l'humidité atteint des valeurs élevées, avec un maximum en aout (S.D.R.E, 2013).

III.3.3 LA PLUVIOMETRIE

Les données collectées entre 2000 et 2011 sont présentées sur l'histogramme de la figure III.5

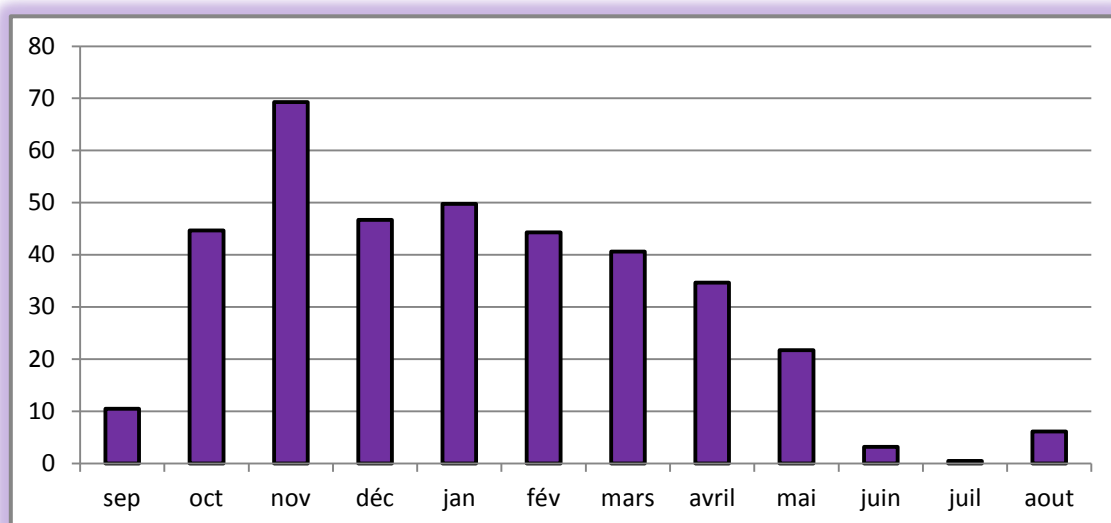


Figure III.5 : histogramme des pluies moyennes mensuelles.

L'analyse statistique des pluies fait apparaître une forte irrégularité à l'échelle mensuelle et inter annuelle avec une pluie moyenne inter annuelle calculée sur 12 ans de 372,5 mm. L'année 2008 a été l'année la plus pluvieuse (620,1 mm) et l'année 2006 été la moins pluvieuse (242,5 mm) (D.R.E, 2013).

III.3.4 LES VENTS

Les données de la station météo logique de GHAZAOUET indiquent pour une année moyenne une dominance des vents de mer, en provenance soit du Nord-Est (35%) ou du Nord-Ouest (36%). Les vents du Sud aussi importants avec des fréquences variables (en moyenne 29 %) notent que des changements de directions des vents sont observés au cours de la même journée (D.U.C, 2013).

La vitesse moyenne du vent Est de 20 Km /h (5,6 m/s). Les vents du Nord provoquent souvent des violentes tempêtes parfois effroyable (D.U.C, 2013).

Enfin, GHAZAOUET reçoit rarement les vents brûlants, soit en moyenne une fois par an avec des durées assez courtes, ce qui explique l'intérêt de la barrière nature que présentent les Monts des Traras culminants à Djebel Fillaoucène (1136 m) (D.U.C, 2013).

III.4 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE

Plus de la moitié du bassin hydrographique est constitué de roches peu ou pas perméables (granite, marne et schiste). Le faible couvert végétal, combiné aux fortes pentes, favorise le ruissellement, ce qui a plusieurs conséquences directes (D.U.C, 2013) :

- Une très importante quantité d'eau douce est perdue en transitant rapidement vers la mer à chaque crue.
- La réalimentation des nappes concerne d'abord et principalement la nappe des alluvions.
- Le fort ruissellement se traduit par un risque élevé d'érosion et d'inondation, avec de très forts risques d'engorgement des réseaux lors des pics pluviométriques.

L'évolution climatique récente, marquée par une phase de sécheresse, a renforcé le caractère temporaire de l'essentiel du réseau hydrographique, qui n'est actif que de façon intermittente (D.U.C, 2013).

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude

Le bassin de GHAZAOUET couvre 285 Km². Il est situé dans la tranche 300 à 500 mm de la carte des moyennes pluviométriques établie par l'ANRH.

Les statistiques sur les pluies ont montré une forte irrégularité. Les estimations faites sur les hauteurs d'eau infiltrées montrent que cette hauteur d'eau sera inférieure à 57 mm une année sur dix et supérieur à 280 mm/an avec la même fréquence (la moyenne s'établissant à 140 mm) (D.U.C, 2013).

Ces valeurs très importantes sont sur estimées car elles ne tiennent pas compte de la capacité d'adsorption des sols qui retiennent une quantité d'eau évaporée par la suite, donc perdue (D.U.C, 2013).

III.5 CONTEXTE GEOLOGIQUE

III.5.1 SITUATION GEOLOGIQUE

Sur le plan géologique, la région de GHAZAOUET est située à l'extrémité occidentale du tell méridional constitué par le massif des Traras. Les Traras et la bande côtière de GHAZAOUET font partie du domaine externe de l'orogénie nord-maghrébin (D.U.C, 2013).

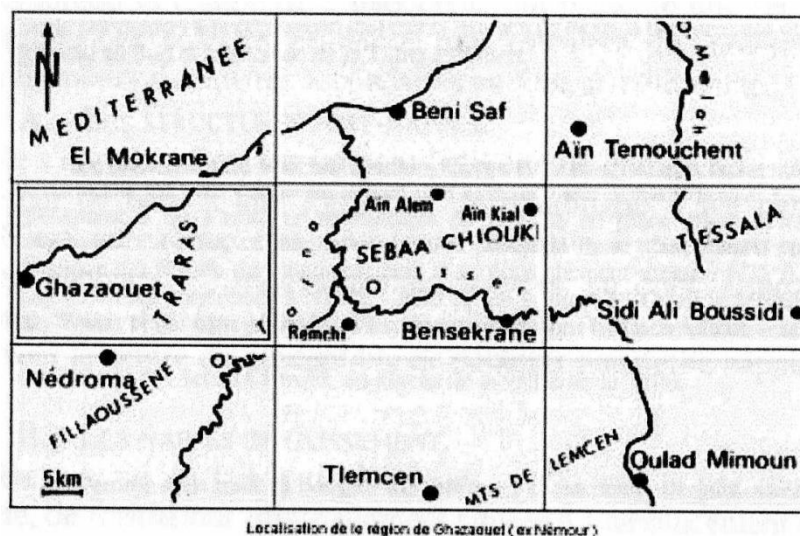


Figure III.6 : Grandes structures géologique régionales (S.D.R.E, 2013).

III.5.2 SCHEMA GEOLOGIQUE

D'après les travaux de M.GAUTIER, en particulier, permettent de définir les grands traits de cette région que l'on peut diviser en trois zones, orientées Est-Ouest :

- La zone sud comprend la chaîne de Fillaoucène, qui présente une série stratigraphique à peu près complète des schistes primaires aux calcaires du jurassique supérieur. Les épaisseurs des formations calcaires secondaires en font un petit château d'eau régional (S.D.R.E, 2013).
- La zone centrale s'appuie à l'Est sur un petit batholite de granite dit « de Nedroma » ayant servi de matériau de base à une formation de poudingue d'âge permo-triassique. C'est une roche très dure dans laquelle il est difficile d'effectuer des captages. Quelques petites sources en sont issues. Vers l'Ouest se trouve un bassin miocène dont seul le centre est susceptible de contenir une petite nappe « de Sidi Brahim à Bab El Assa » (S.D.R.E, 2013).
- Une zone côtière, qui est en fait le déplacement vers le Sud et par chevauchement sur la zone précédente, de formations originellement situées à l'emplacement de la mer actuelle (S.D.R.E, 2013).

Des épanchements basaltiques sont venus couronner l'ensemble à la suite des mouvements tectoniques.

En résumé, les seules roches perméables susceptibles de renfermer une nappe souterraine sont les poudingues de la zone centrale, les calcaires de Fillaoucène et de la zone septentrionale, les basaltes et les alluvions des vallées (S.D.R.E, 2013).

III.6 CONTEXTE DEMOGRAPHIQUE

Le recensement général de la population et de l'habitat du fin 2012 a déterminé une population de 34094 personnes au niveau de la commune de GHAZAOUET. (D.P.A.T, 2013)

Tableau III.1 : Caractéristiques de la population. (D.P.A.T, 2013)

Commune	Population fin 2012 (hab)	Taux d'accroissement (%)
GHAZAOUET	34094	2,2

III.7 LES IMPORTANTES INFRASTRUCTURES DE LA VILLE DE GHAZAOUET

III.7.1 L'INDUSTRIE

Jusqu'au 1969, on ne révèle aucune industrie de grande importance à GHAZAOUET, les efforts d'industrialisation à l'époque étaient dirigés vers les petites conserveries, ateliers de salons.

De ce fait, les réalisations étatique et privés, ne parvenaient être considérés comme une véritable infrastructure industrielle.

Dès 1969, et sous l'impulsion du gouvernement une politique national d'investissement a été lancé afin de développer et équilibrer les régions, basé sur la devise « l'industrie industrialisant ».

GHAZAOUET a ainsi bénéficiée de trois unités industrielles (électrolyse de ZINC, l'unité céramique sanitaire et la zone d'activité) (D.U.C, 2013), dont les caractéristiques sont données dans le tableau III.2

Tableau III.2 : Caractéristiques des unités industrielles de la ville de GHAZAOUET (D.U.C, 2013).

Les unités	Superficie en (ha)	Nombre d'emploi	Production	Marché	Date de mise en service
Céramique sanitaire	18,47	506	520,00 p/an	National	1978
Zone d'activité	39	/	/	National	/
AZINC	12	686	40 tn/an zinc 70 t/an Hso 150 t/an CH	National + international	1974

III.7.2 LE PORT DE GHAZAOUET

GHAZAOUET fait partie des villes balnéaires elle comprend le port qui compte parmi les plus importants ports en Algérie; il est classé huitième au niveau national et quatrième au niveau régional. Le port a pu acquérir cette place à partir des échanges commerciales c'est à dire l'exportation et l'importation qui est en balance parfois et tantôt en baisse. En plus de l'activité commerciale, le port est destiné aussi pour le transport des voyageurs qui été mise en service pour cette tâche en date du 21 Juillet 2002 qui relie GHAZAOUET à ALMERIA

en ESPAGNE. Une autre activité se trouve au niveau du port qui est la pêche dont son apport économique reste insuffisant.

Le port mixte de commerce et de pêche de GHAZAOUET est situé à une trentaine de kilomètres à vol d'oiseau à l'Est de la frontière Algéro-Marocaine et à 45 kilomètres de l'aéroport international Messali El Hadj de Tlemcen.

Le port de GHAZAOUET s'étend sur 23 hectares de terre-pleins et 25 hectares de plans d'eau (D.U.C, 2013).

III.8 CONTEXTE HYDRAULIQUE

III.8.1 LES RESSOURCES EN EAU ACTUELLES

Les ressources en eau de la commune se composent :

- Station de dessalement de Souk Tlata.
- Le champ captant de Zouiya (en cas d'arrêt de la station de dessalement) (S.D.R.E, 2013).

Remarque

Concernant les eaux de dessalement les deux stations mono bloques (2 x 2500 m³) au niveau d'Oued Abdellah sont à l'arrêt (S.D.R.E, 2013).

A. La station de dessalement

La station de dessalement d'Ouled Benayad dans la commune de Souk Tleta (située à 60 kilomètres au nord de Tlemcen) d'une capacité de 200.000 m³/j, a été mise en service en décembre 2009. Les bénéficiaires de cette infrastructure sont la ville de Tlemcen, capitale de la wilaya, et les communes suivantes : Marsa Ben M'Hidi, Msirda Fouaga, Bab El Assa, Souk Tleta, Souahlia, **Ghazaouet**, Tianet, Dar Yaghmourassen, Nedroma, Djebala, Souani, Hammam Boughrara, Maghnia, Sabra, Bouhlou, Sidi M'djahed, Beni Boussaïd, Beni Mester et Ouled Riah. La commune de GHAZAOUET reçoit un débit de 8796 m³/j, soit 4,38% de la quantité produite journalière de la station (S.D.R.E, 2013).

B. Le champ captant de Zouiya

Le champ captant de Zouiya qui est une batterie de forage produit un volume de 5468 m³/j.

III.8.2 INFRASTRUCTURES DE STOCKAGE

Le stockage de l'eau potable à la ville de Ghazaouet est assuré par (13) réservoirs semi-enterrés dont (8) sont opérationnels et un château d'eau (non opérationnel). La capacité, l'emplacement et la date de mise en services de ces ouvrages sont données dans le tableau III.3

Tableau III.3 : les ouvrages de stockage de l'eau potable à la ville de Ghazaouet (S.D.R.E, 2013).

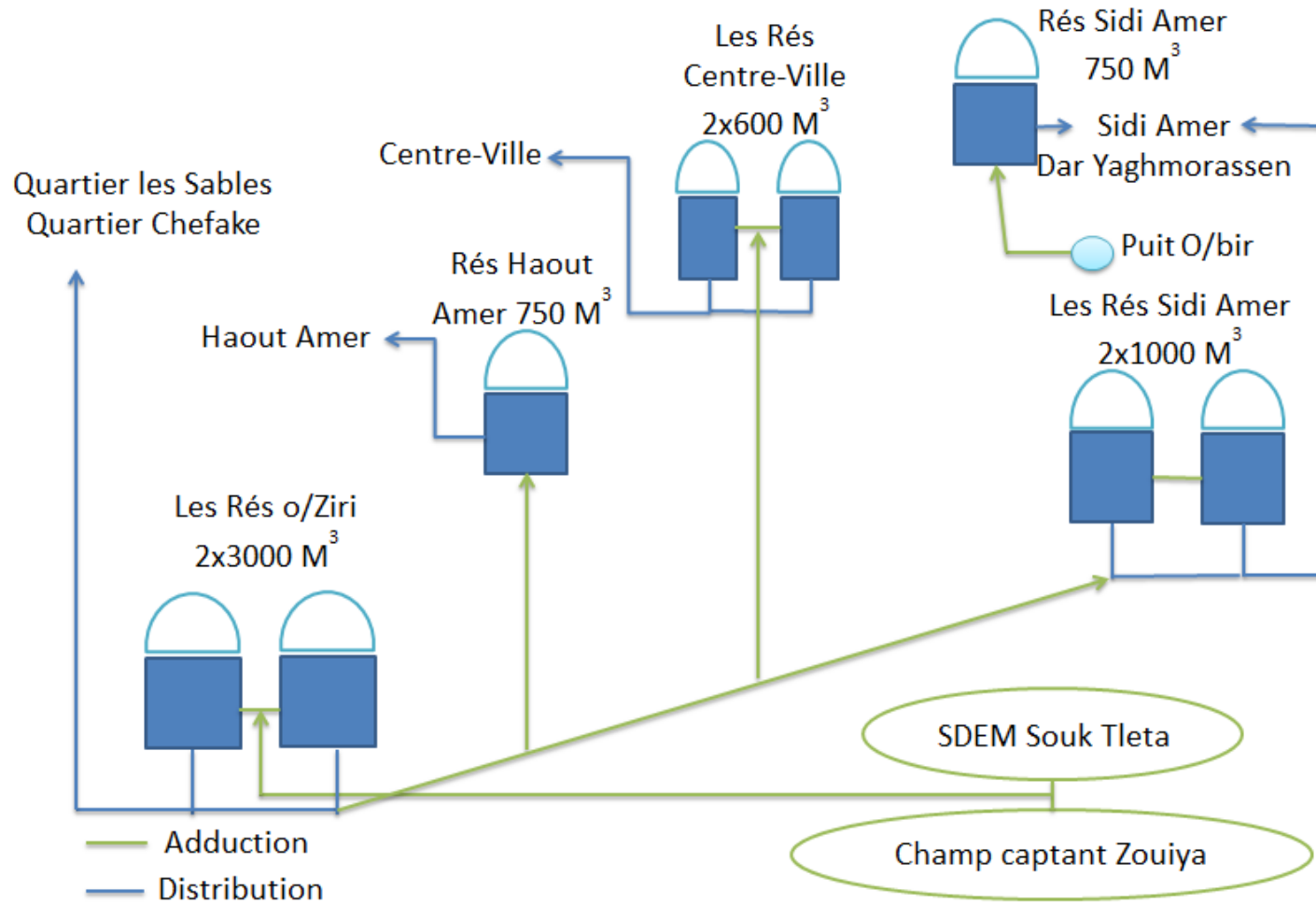
Les Ouvrages de stockage	Capacité (M³)	Emplacement	Date de mise en service
01 réservoir (opérationnel)	750	Sidi amer	1975
02 réservoirs (opérationnels)	3000	Ouled Ziri	1972
01 réservoir (non opérationnel)	750	Ouled Ziri	1974
01 réservoir (non opérationnel)	220	Ouled Ziri	1971
02 réservoirs (opérationnels)	600	Centre-ville	1958
01 réservoir (opérationnel)	750	HaoutAmmer	1975
01 réservoir (non opérationnel)	220	Sidi amer	1968
01 réservoir (non opérationnel)	250	Dar Yaghmourassen	/
01 réservoir (non opérationnel)	200	Metanof	/
01 château d'eau (non opérationnel)	300	Boudouali	/
02 réservoirs (opérationnels)	1000	Sidi Amer	/

La capacité de stockage de la commune de GHAZAOUET s'élève à 10 700 m³. Cette capacité de stockage sert à couvrir les besoins en eau de la population résidente selon différents taux de satisfaction (Tableau III.4).

Tableau III.4 : le programme de distribution d'eau potable de la ville de Ghazaouet (A.D.E, 2013).

Le taux de population alimentée	Le temps d'alimentation
72%	24h / 24h
8%	quotidien
20%	Une journée / 2

LE SCHEMA VERTICAL D'AEP DE LA VILLE DE GHAZAOUET



III.8.3 LE RENDEMENT PRIMAIRE DU RESEAU D'AEP DE LA VILLE DE GHAZAOUET

Par définition, le rendement primaire d'un réseau d'AEP c'est le rapport entre le volume facturé sur le volume mis en distribution.

Tableau III.5 : les rendements primaires du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet (A.D.E, 2013).

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Le volume mis en distribution (M³)	517969	1407637	1267437	1491981	2320572	1976342	1635114	2558436	2179471	2530067	2613426	4855230	3363388
Le volume facturé (M³)	127952	248386	281144	398838	494282	421520	508901	510229	568696	636457	719245	859953	1349323
Le rendement primaire (%)	24,7	17,6	22,1	26,7	21,3	21,3	31,1	19,9	26,1	25,1	27,5	17,7	40,1

III.9 CONCLUSION

A travers ce chapitre on a pu porter pour la situation actuelle, une réflexion surtout sur l'organisation du système d'alimentation en eau potable.

IV.1 INTRODUCTION

La modélisation des données est une étape fondamentale dans la conception des bases de données. Elle permet de traduire le monde réel avec toute complexité par des structures de données.

IV.2 LA MODELISATION

On peut considérer que la construction de modèles -la modélisation- est l'une des composantes fondamentales de la démarche scientifique. Elle concerne tout système que nous cherchons à maîtriser.

Conçue initialement par les physiciens, la modélisation est une représentation virtuelle de phénomènes réels à partir d'algorithmes et de modèles mathématiques.

Un modèle possède deux caractéristiques principales :

- il est une simplification d'un système donné.
- il permet une action sur ce système.

On modélise pour apporter, d'une manière ou d'une autre, une solution à un problème identifié comme tel. Cette notion de modèle permet d'aborder sous un autre angle les questions liées aux processus de représentation. Le processus de modélisation peut être considéré comme une forme particulière d'opérationnalisation de la représentation. Cette forme particulière se caractérise par la mise en œuvre de ce que nous appellerons un outil de modélisation (D.R.D.T, 2005).

IV.3 À QUOI SERT LA MODELISATION ?

Particulièrement utilisée dans les différents métiers de l'environnement, la modélisation permet de :

- Prédire les performances des ouvrages avant construction ou réhabilitation,
- Réduire le nombre, la durée et les coûts des essais expérimentaux,
- Réduire les coûts de construction et d'exploitation des procédés.
- Dans le cadre d'une étude diagnostique, de connaître le fonctionnement hydraulique du réseau en situation actuelle et prochaine, afin de déterminer ses points faibles et de planifier les renforcements nécessaires à court terme.
- Du point de vue d'exploitation, d'étudier les situations critiques liées à l'indispensabilité des réseaux (D.R.D.T, 2005).

IV.4 COMMENT MET-ON EN PLACE UNE MODELISATION D'UN SYSTEME ?

Trois étapes sont nécessaires pour utiliser de manière optimale un outil de modélisation après avoir défini l'objectif.

- Simulation de la géométrie du procédé sous le logiciel de modélisation.
- Description des phénomènes physiques mis en jeu (transfert de chaleur, écoulement sous pression, ou à surface libre, transfert d'oxygène, combustion...) via le choix de modèles mathématiques adéquats à résoudre
- Exploitation et analyse des résultats numériques pour les différents paramètres caractérisant le procédé. Afin de valider le modèle, ces résultats sont confrontés aux mesures observées (D.R.D.T, 2005).

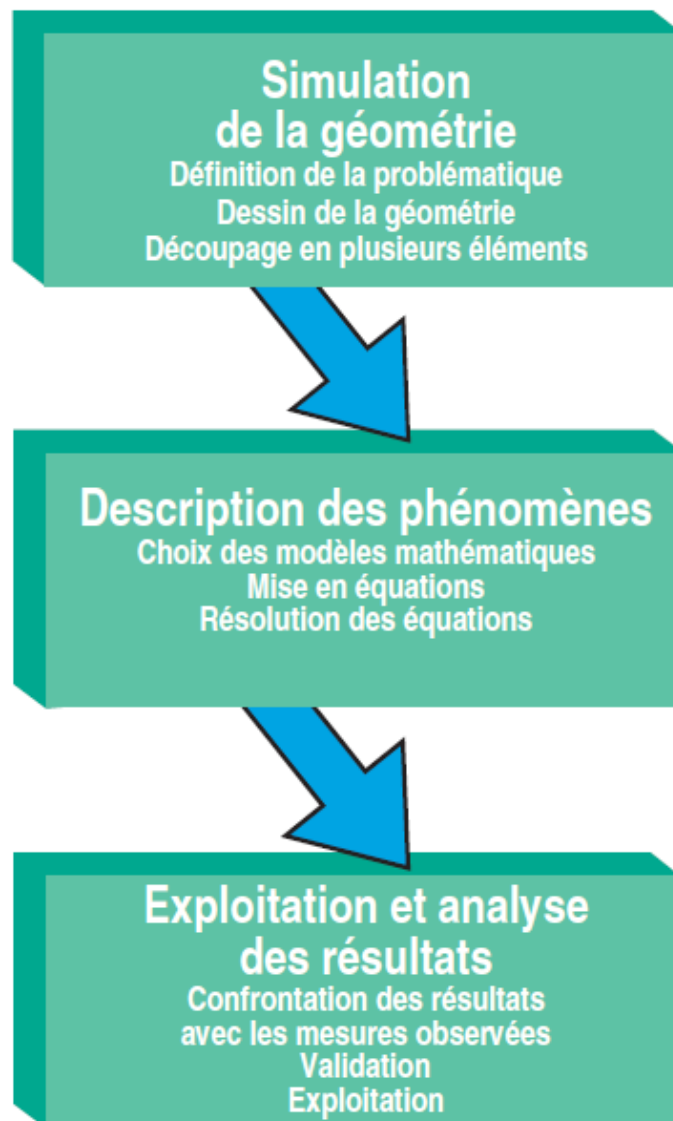


Figure IV.1 : Les 3 étapes de la mise en place d'une modélisation (D.R.D.T, 2005).

IV.5 LES LOGICIELS DE MODELISATION DES RESEAUX D'AEP

Voici quelques principaux logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable :

IV.5.1 RESODO

RESODO permet le calcul hydraulique dynamique des réseaux d'eau potable, depuis les captages jusqu'à la distribution.

RESODO permet aussi des calculs dits de qualité, qui sont :

- les calculs des temps de séjour;
- les calculs de traçage ou d'origine de l'eau;
- les calculs d'évolution temporelle d'une substance réactive dans le réseau.

Pour effectuer ses calculs hydrauliques et de qualité le RESODO utilise le moteur de calcul EPANET

RESODO permet de modéliser les réseaux de tout type et de toute dimension: petits réseaux ruraux, grands réseaux urbains, prise en compte d'une grande gamme d'équipements:

- Réservoirs de forme quelconque
- Pompes aux courbes et rendements quelconques et à vitesse variable
- Vannes régulatrices: limiteurs de débits, stabilisateurs de pression amont et aval, réducteurs de pression, etc.
- Contrôles et règles d'asservissement des équipements
- Consommations multiples

RESODO propose de nombreux outils d'aide à l'utilisateur, parmi lesquels:

- Calculs des pressions résiduelles;
- Calculs de défense contre l'incendie;
- Sectorisation des réseaux et estimation des fuites;
- Calculs des bilans aux pompes et aux réservoirs, etc [12].

IV.5.2 PICCOLO

PICCOLO est un outil général de simulation des écoulements en charge dans les réseaux maillés. A partir des données du réseau, PICCOLO calcule les vitesses, les pressions,

les débits, l'évolution des niveaux de réservoirs...Les calculs peuvent concerner un régime statique ou dynamique.

La conception et le calage d'un modèle PICCOLO vont permettre de mieux connaître et mieux comprendre :

- Diagnostic de fonctionnement du réseau, des réservoirs,
- Etude de l'insuffisance de pression,
- Etude des vitesses détection d'anomalies (vannes fermées) trop importantes [13].

IV.5.3 PORTEAU

Porteau est un outil de modélisation du comportement d'un réseau maillé ou ramifié d'adductions en charge. Il constitue une aide à la décision pour le dimensionnement et la gestion d'un réseau de distribution ou d'adduction d'eau potable.

L'interface graphique du logiciel est simple d'utilisation, elle permet de schématiser le réseau étudié par l'emploi de tronçons pour les conduites et les nœuds pour les intersections. Ces éléments sont documentés de sorte que toutes les infrastructures présentes sur le réseau et toutes les conditions d'utilisation, puissent être représentées afin de rendre compte le plus fidèlement possible de la réalité.

Les principales caractéristiques du logiciel sont :

- Visualisation de schémas de réseaux de distribution d'eau potable,
- Visualisation et impression des résultats sous forme de tableau ou sur le schéma du réseau,
- Visualisation et impression des résultats sous forme de profils hydrauliques,
- Exportation des données et des résultats vers un tableur de type Excel,
- Exportation des graphiques de résultats vers un traitement de texte de type WinWord [14].

IV.5.4 EPANET

IV.5.4.1 HISTORIQUE

Le logiciel EPANET est né suite à une initiative du Congrès des Etats–Unis qui visait à protéger les ressources naturelles du pays. Dès lors, l'EPA (Environmental Protection

Agency) a été chargée de développer des techniques permettant de mieux appréhender les écoulements et les transformations de l'eau dans un réseau d'adduction d'eau potable.

Depuis 1993, le logiciel est disponible gratuitement pour tous les bureaux d'études et les sociétés d'affermage qui souhaitent l'utiliser (Guilsou, 2007).

IV.5.4.2 POTENTIALITES

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de simulation de la qualité de l'eau dans les réseaux d'eau potable. Un réseau d'eau potable sur un logiciel se définit par des tuyaux (tronçons sur le logiciel), des nœuds (intersection de deux tuyaux et extrémité d'une antenne) mais également d'autres organes (réservoirs, pompes, clapets, différents types de vannes,...).

Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée et quelle que soit la période de l'année où on se situe. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable. En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants :

- Régulation des pressions dans le réseau
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire
- Dimensionnement de réseaux
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau

Le logiciel présente également un module qualité qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques, les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau. Il permet également de suivre l'origine de l'eau. L'utilisation de ce module qualité nécessite un calage hydraulique préalable. Je n'ai pas utilisé les fonctionnalités de ce module au cours de mon stage (Guilsou, 2007).

IV.5.4.3 SPECIFICITES DU LOGICIEL

Le logiciel possède les mêmes fonctionnalités et possibilités que les autres logiciels de modélisation des réseaux d'eau potable tels PORTEAU ou PICCOLO. Il présente une convivialité au niveau de son interface qui permet de le rendre assez facilement accessible.

Cependant, une formation était nécessaire pour ne pas tomber dans le piège représenté par cette facilité de manipulation des éléments d'EPANET.

On peut également travailler un réseau saisi sur EPANET avec le logiciel PORTEAU grâce à une passerelle permettant le transfert des fichiers. En termes de calcul, EPANET présente quelques particularités. Par exemple, sur le logiciel Piccolo, il est possible de demander au logiciel de revoir une demande à la baisse tandis que sur EPANET, une demande est toujours desservie à 100%. Dès lors, lorsqu'on obtient des pressions négatives sur un nœud, ceci signifie que la demande n'est pas satisfaite (Guilsou, 2007).

IV.5.4.4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU LOGICIEL

- Logiciel gratuit
- Taille de réseau illimitée
- Choix de différentes formules de calcul des pertes de charge
- Modélisation de pompes à vitesse fixe ou variable
- Calcul de l'énergie consommée et coût
- Modélisation de différents types de vannes et clapets
- Géométrie des réservoirs aux formes variées possible
- Différenciation des catégories de demandes au nœud illimitée
- Modélisation de consommations dépendantes de la pression
- Asservissement des ouvrages par des commandes simples ou complexes
- Simulation de la concentration d'une substance et dispersion de celle-ci dans le réseau avec choix de la formule de disparition

IV.5.4.5 LES ETAPES CLASSIQUES DE L'UTILISATION D'EPANET

Pour modéliser un système de distribution d'eau sous EPANET les étapes sont les suivantes:

- Dessin d'un réseau représentant le système de distribution
- Saisie des propriétés des éléments du réseau
- Sélection d'un ensemble d'options de simulation
- Lancement d'une simulation hydraulique ou d'une analyse de la qualité
- Visualisation des résultats d'une simulation.

IV.6 LA MODELISATION DU RESEAU

IV.6.1 LES COMPOSANTES PHYSIQUES

EPANET modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble d'arcs reliés à des nœuds. Les arcs représentent des tuyaux, des pompes, et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des nœuds de demande, des réservoirs et des bâches. La figure ci-dessous indique les liaisons entre les différents objets formant le réseau (Rossman, 2003).

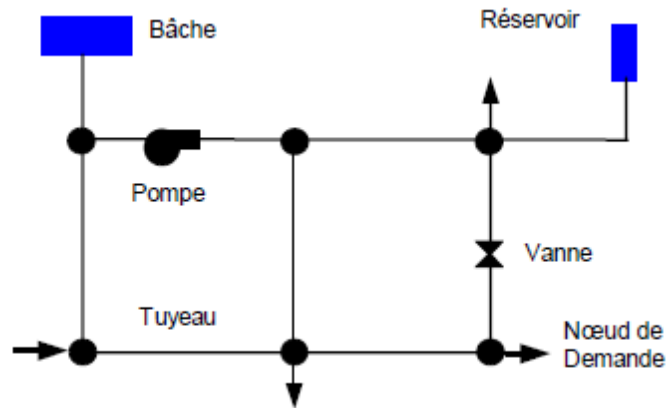


Figure IV.2 Composants physiques d'un système de distribution d'eau (Rossman, 2003).

1. Nœuds de demande

Les Nœuds de demande sont les points du réseau où les arcs se rejoignent. Ce sont des points d'entrée ou de sortie d'eau et peuvent également ne pas avoir de débit. Les données d'entrée minimales exigées pour les nœuds de demande sont :

- L'altitude au-dessus d'un certain plan de référence (habituellement le niveau de la mer).
- La demande en eau (débit prélevé sur le réseau).
- La qualité initiale de l'eau.

Les résultats calculés aux nœuds de demande, à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont :

- La charge hydraulique (ou hauteur piézométrique) (Rossman, 2003).
- La pression.
- La qualité de l'eau (Rossman, 2003).

2. Bâches infinies

Les bâches infinies sont des nœuds représentant soit une source externe de capacité infinie. Elles sont utilisées pour modéliser des éléments tels que les lacs, les fleuves, les

couches aquifères souterraines ou les arrivées de réseaux extérieurs. Les baches infinies peuvent également servir de point d'injection d'une substance entrant dans le réseau.

Les données de base pour une bache sont la charge totale (égale au niveau de la surface de l'eau si la bache infinie n'est pas sous pression) et la qualité initiale de l'eau dans le cas où l'on exécuterait une analyse de qualité de l'eau.

Puisqu'une bache est un élément de frontière d'un réseau, la qualité et la charge hydraulique de l'eau ne peuvent pas être affectées par ce qui se produit dans le réseau. Par conséquent, aucune propriété n'est calculée au cours de la simulation. Cependant, on peut faire varier sa charge hydraulique dans le temps en lui assignant une courbe de modulation (Rossman, 2003).

3. Réservoirs

Les Réservoirs sont des nœuds avec une capacité de stockage, dont le volume d'eau stocké peut varier au cours du temps. Les données de base pour des réservoirs sont les suivantes:

- L'altitude du radier (où le niveau d'eau est zéro)
- Le diamètre (ou sa forme s'il n'est pas cylindrique)
- Les niveaux initial, minimal et maximal de l'eau
- La qualité initiale de l'eau.

Les principaux éléments calculés dans la simulation sont les suivants:

- La charge (altitude de l'eau)
- La pression (niveau de l'eau)
- La qualité de l'eau.

Le niveau dans les réservoirs doit rester entre les niveaux minimal et maximal.

EPANET arrête la sortie d'eau si un réservoir est à son niveau minimal et arrête l'arrivée s'il est à son niveau maximal. Les réservoirs peuvent également servir de source pour une substance entrant dans le réseau (Rossman, 2003).

4. Tuyaux

Les tuyaux sont des arcs qui transportent l'eau d'un point du réseau à l'autre.

EPANET suppose que tous les tuyaux sont pleins à tout instant. L'eau s'écoule de l'extrémité qui a la charge hydraulique la plus élevée (altitude + pression, ou énergie interne

par poids d'eau) à celle qui a la charge hydraulique la plus faible. Les données de base pour les tuyaux sont:

- Les nœuds initial et final;
- Le diamètre;
- La longueur;
- Le coefficient de rugosité (pour déterminer la perte de charge);
- L'état (ouvert, fermé, ou avec un clapet anti-retour).

Les valeurs calculées pour les tuyaux incluent :

- Le débit
- La vitesse d'écoulement
- La perte de charge
- Le facteur de friction de Darcy-Weisbach
- La vitesse moyenne de réaction (le long du tuyau)
- La qualité moyenne de l'eau (le long du tuyau)

La perte de charge ou charge hydraulique perdue à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une de ces trois formules :

- Formule de Hazen-Williams
- Formule de Darcy-Weisbach
- Formule de Chezy-Manning

Chaque formule utilise l'équation suivante pour calculer la perte de charge entre les nœuds de début et de fin du tuyau:

$$h_L = A * q^B$$

Dans laquelle :

- h_L est la perte de charge (en unités de longueur)
- q le débit (Volume/Temps)
- A le coefficient de résistance, et B l'exposant du débit.

Le tableau IV.1 donne une vue d'ensemble des expressions des coefficients de résistance et des valeurs de l'exposant d'écoulement pour chacune des formules.

Chaque formule utilise un coefficient de rugosité différent qui doit être déterminé empiriquement. Le tableau IV.2 donne les intervalles généraux de ces coefficients pour

Chapitre IV : la modélisation des données

différents types de matériaux de tuyaux neufs. Il est important de noter que le coefficient de rugosité d'un tuyau peut changer considérablement avec son âge (Rossman, 2003).

Tableau IV.1 : Formules de perte de charge totale pour toute la longueur de la canalisation en charge (la perte de charge est exprimée en m et le débit en m³/s) (Rossman, 2003).

Formule	Coefficient de résistance (A)	Exposant du débit (B)
Hazen-Williams	$10,674 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1,852
Darcy-Weisbach	$0.0827 f(\epsilon, d, q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$10,294 n^2 d^{-5.33} L$	2

Avec :

- C : coefficient de rugosité de Hazen-Williams.
- ϵ : coefficient de rugosité de Darcy-Weisbach (m).
- f : facteur de friction (dépend de ϵ , d et q).
- n coefficient de rugosité de Manning.
- d : diamètre du tuyau (m).
- L : longueur de tuyau (m).
- q : débit (m³/s).

Tableau IV.2 : Coefficients de Rugosité pour les tuyaux neufs (Rossman, 2003).

Matériau	Coeff Hazen-Williams (universel)	E de Darcy- Weisbach (mm)	n de Manning (universel)
Fonte revêtue	130-140	0.25	0.012-0.015
Béton ou Revêt de Béton	120-140	0.3-3.0	0.012-0.017
Fer Galvanisé	120	0.15	0.015-0.017
plastic	140-150	0.0015	0.011-0.015
Acier	140-150	0.03	0.015-0.017
Céramique	110	0.3	0.013-0.015

5. Pertes de charge singulières

Des pertes de charge singulières (également appelées « pertes locales ») sont provoquées notamment par la croissance de la turbulence qui se produit au niveau des coudes, des té et des vannes. L'importance d'inclure ou non de telles pertes dépend du genre de réseau et de l'exactitude exigée. Pour les prendre en compte, il faut assigner au tuyau un coefficient de perte de charge singulière. La perte singulière est le produit de ce coefficient avec la charge cinétique du tuyau, c'est-à-dire :

$$h_L = K (V^2 / (2 * g))$$

Où ;

- K est le coefficient de perte de charge singulière,
- v la vitesse d'écoulement (distance/temps),
- g l'accélération de la pesanteur.

Le tableau IV.3 affiche les coefficients de perte de charge singulière pour quelques types de vannes et raccords. Ces coefficients doivent être considérés seulement indicatifs, parce que K dépend aussi de la géométrie, du nombre de Reynolds et des conditions de flux (débits) (Rossman, 2003).

Tableau IV.3 : Coefficients de Pertes de Charge Singulières pour une Sélection de Vannes et Raccords (Rossman, 2003).

Accessoire	Coeff Perte Singulière
Vanne à boule, entièrement ouverte	10
Vanne à angle, entièrement ouverte	5
Clapet anti-retour à battant entièrement ouvert.	2.5
Vanne entièrement ouverte	0.2
Coude de petit rayon	0.9
Coude de rayon moyen	0.8
Coude de grand rayon	0.6
Coude de 45 degrés	0.4
Coude de 180 degrés	2.2
Té standard-flux droit	0.6

Té standard – flux dévié	1.8
Entrée brusque	0.5
Sortie brusque	1

6. Les Pompes

Les pompes sont des arcs qui ajoutent de l'énergie à un fluide et augmentent ainsi sa charge hydraulique. Les principaux paramètres d'entrée pour une pompe sont ses nœuds d'aspiration et de décharge et sa courbe caractéristique (la combinaison des charges hydrauliques et des débits que la pompe peut fournir à sa vitesse nominale).

Les principaux paramètres calculés sont le débit et le gain de charge hydraulique. Le fluide traverse la pompe en sens unique et EPANET ne permet pas aux pompes de fonctionner en dehors de leur courbe caractéristique.

EPANET ne permet pas aux pompes de fonctionner en dehors des intervalles de leur courbe caractéristique.

Tout comme les tuyaux, les pompes peuvent être mises en route et arrêtés à des heures préétablies ou quand certaines conditions existent dans le réseau parmi des commandes. Le fonctionnement d'une pompe peut également être décrit en lui assignant une courbe de modulation de changement de vitesse dans le temps (Rossman, 2003).

7. Les vannes

Les vannes sont des arcs qui limitent la pression ou le débit en un point précis du réseau. Leurs principaux paramètres d'entrée sont:

- les nœuds d'entrée et de sortie
- le diamètre
- la consigne de fonctionnement
- l'état de la vanne.

Les éléments calculés en sortie de simulation pour une vanne sont le débit et la perte de charge hydraulique (Rossman, 2003).

IV.6.2 COMPOSANTS NON-PHYSIQUES

En plus des composants physiques, EPANET utilise trois types d'objets non physiques : Des courbes, des courbes de modulation et des commandes de contrôle. Ils décrivent le comportement et les aspects fonctionnels d'un système de distribution (Rossman, 2003).

1. Courbes

Les courbes en général sont des objets qui contiennent des couples de données ayant une relation entre elles. Deux objets ou plus peuvent partager la même courbe. Dans EPANET, on peut appliquer les types de courbes suivants:

- Courbe caractéristique
- Courbe de rendement
- Courbe de volume
- Courbe de perte de charge (Rossman, 2003).

a. Courbe caractéristique (d'une pompe)

La courbe caractéristique d'une pompe représente le rapport entre la charge et le débit qu'une pompe peut fournir à sa vitesse nominale.

La forme d'une courbe caractéristique tracée par EPANET dépend du nombre de points introduits (voir la figure IV.3) (Rossman, 2003).

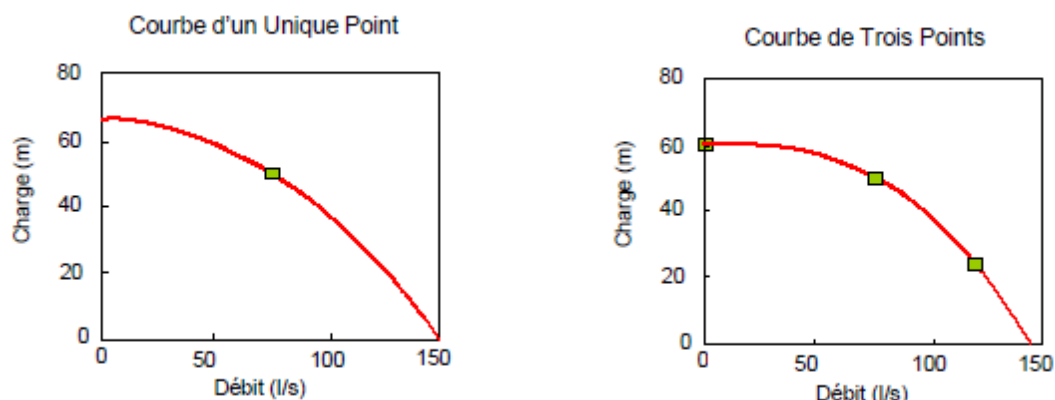


Figure IV.3 : deux formes d'une courbe caractéristique tracée par EPANET (Rossman, 2003).

b. Courbe de rendement (d'une pompe)

Une Courbe de rendement met le rendement de la pompe en pourcentage (axe Y) en relation avec le débit de la pompe dans les unités de débit choisies (axe X) (voir la figure IV.4) (Rossman, 2003).

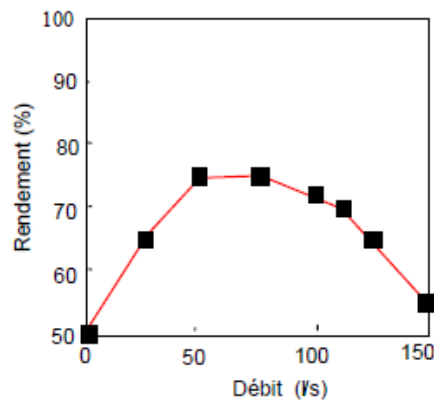


Figure IV.4 : Une Courbe de rendement d'une pompe (Rossman, 2003).

c. Courbe de volume (d'un réservoir)

Une courbe de volume décrit comment le volume d'eau dans un réservoir de stockage (axe Y) en mètres cube, évolue en fonction du niveau d'eau (axe X), en mètres (Rossman, 2003).

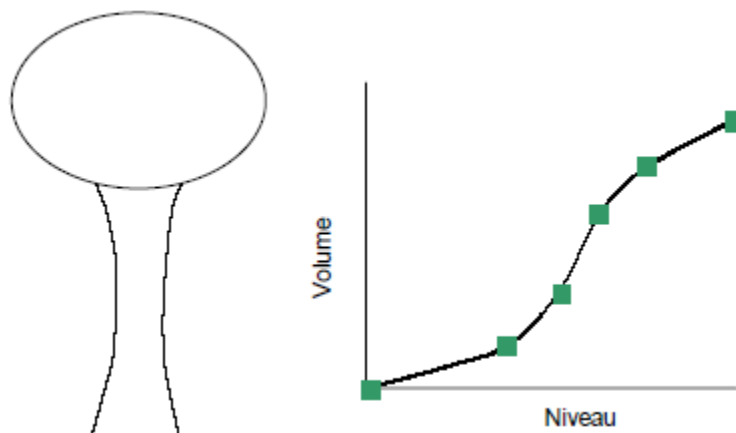


Figure IV.5 : Une courbe de volume d'un réservoir (Rossman, 2003).

d. Courbe de perte de charge (d'une vanne d'usage général) :

Une courbe de perte de charge est utilisée pour décrire la perte de charge en mètres (axe Y) d'une vanne d'usage général en fonction du débit, dans les unités de débit choisies (axe X) (Rossman, 2003).

2. Courbes de modulation

Une courbe de modulation est un ensemble de multiplicateurs qui peuvent être appliqués à une valeur de base pour lui permettre d'évoluer au cours du temps.

On peut assigner des courbes de modulation à la demande d'un nœud, au niveau d'une bêche, à la vitesse de rotation d'une pompe, à la qualité de l'eau dans une source et au prix de l'énergie. L'intervalle de temps utilisé pour chacune des courbes de modulation a la même valeur fixe (toutes les périodes ont la même durée), qui est spécifié dans les Options de Temps du projet (Rossman, 2003).

3. Les commandes

Les commandes sont des instructions qui déterminent comment le réseau est géré pendant la simulation. Elles indiquent l'état d'arcs déterminés en fonction du temps, l'état des niveaux d'eau aux réservoirs et la valeur de la pression à certains points du réseau. Deux catégories de commandes peuvent être utilisées:

- Commandes simples.
- Commandes élaborées (Rossman, 2003).

IV.7 CONCLUSION

Conçue initialement par les physiciens, la modélisation est une représentation virtuelle de phénomènes réels à partir d'algorithmes et de modèles mathématiques. C'est un formidable outil au service de la Recherche. Elle permet notamment de réduire les coûts de construction et d'exploitation des procédés, mais surtout de comprendre les processus physiques qui les gouvernent.

V.1 INTRODUCTION

L'application consiste à élaborer une base de données géographique relative au réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet et de mettre en place un SIG pour sa gestion. Ce chapitre présente la chronologie des principales étapes ainsi que des différentes applications réalisées sur la base de données du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet.

V.2 LOGICIEL SIG UTILISE

On a choisi le SIG Mapinfo 8.0 pour bénéficier d'un environnement performant, évolutif et largement diffusé auprès des utilisateurs. MapInfo Professional 8.0 est un logiciel SIG permettant de créer, traiter et manipuler l'information géographique par des requêtes spatiales et alphanumériques [15].

MapInfo est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches, des informations géolocalisées : point, lignes, polygones. Il incorpore un grand nombre de formats de données, de fonctions cartographiques et de gestion de données... Un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques [15]. Ce logiciel est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision.
- Mettre en évidence des tendances des données qui autrement ne sont pas perceptibles.
- Réaliser des analyses de données sophistiquées.

Les principales caractéristiques de MapInfo 8.0 sont résumées comme suit :

- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles, de traits, de trame et légendes modifiables de façons interactive.
- Traitement statistique.
- Représentation cartographique, numérique ou textuels, etc...
- Opération et superposition de couches thématiques.
- Echange de données avec les autres SIG (ArcGis, ArcInfo...) et les logiciels de (CAO/DAO) tel que l'AUTOCAD [15].

V.3 ACQUISITION DES DONNEES

Le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Ghazaouet a été récupéré en format numérique (Fichiers SHP (ArcGis)) des services d'exploitation de l'Algérienne des Eaux, Unité de Tlemcen.

En faisant quelques sorties sur terrain, on a pu constater que le réseau dont on a en format numérique datait depuis 2004, il n'est plus à jour, plusieurs rénovations ont été réalisées.

On a pu par la suite avoir toutes les parties rénovées réalisées du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet à partir des services du Contrôle Technique Hydraulique CTH Tlemcen sous format numérique (Format DWG (AutoCad)).

Plusieurs opérations ont été nécessaires pour actualiser le réseau D'AEP de la ville de Ghazaouet le problème principal rencontré et de réussir la superposition des deux versions du réseau (Ancienne et rénovée), la démarche est donnée (figure V.1) dans ce qui suit :

- Pour l'ancien réseau, on a commencé par le passage du logiciel ArcGis au logiciel MapInfo via le traducteur universel tout en fixant la projection U.T.M fuseau 30, zone nord pour le plan de notre site (voir la figure V.2).

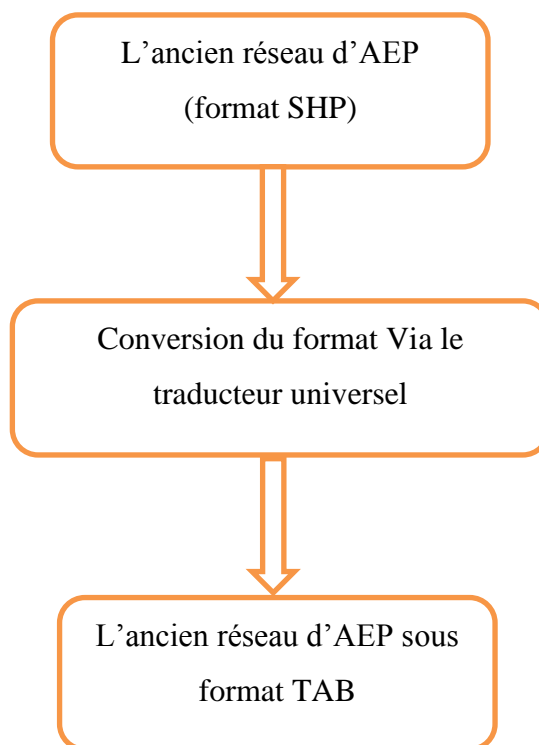


Figure V.1 : Le passage du logiciel ArcGis au logiciel MapInfo via le Traducteur universel.

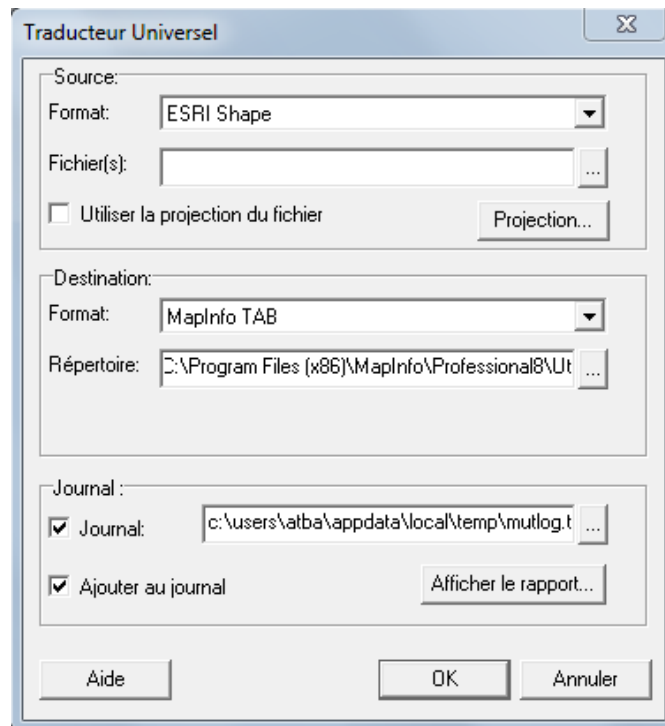


Figure V.2 : le traducteur universel.

L'ancien système d'AEP de la ville de Ghazaouet est illustré dans la figure V.3 sous format TAB avec tout les éléments constitutifs du réseau.

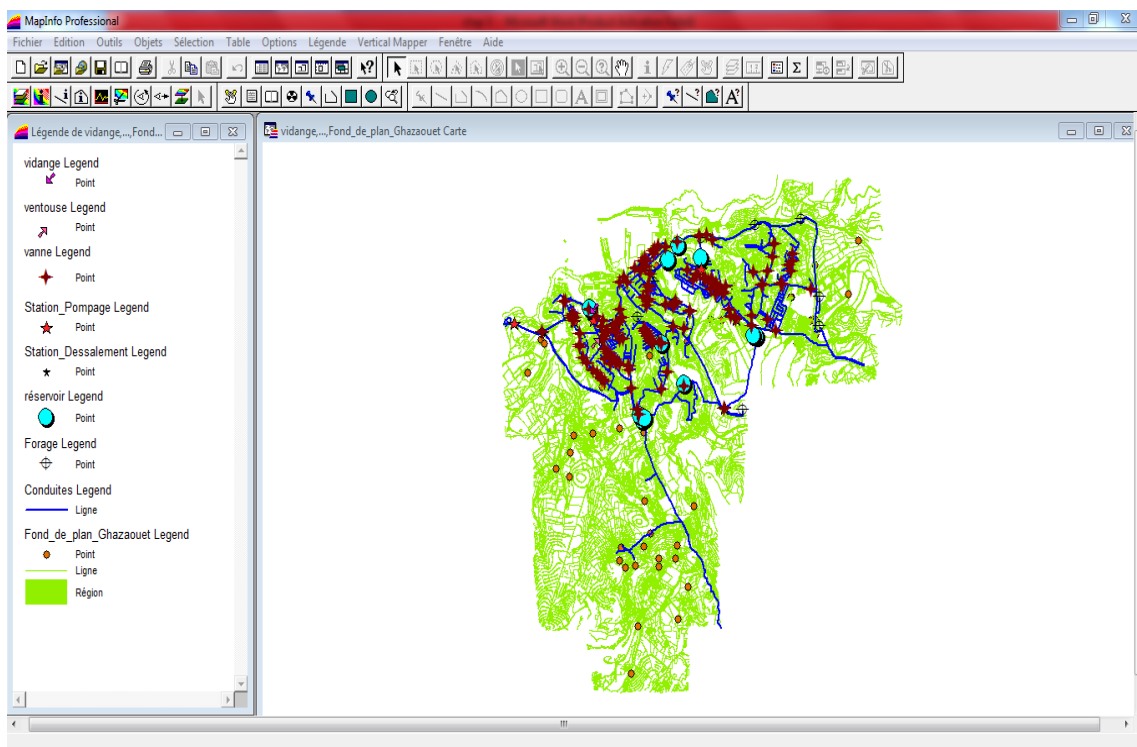


Figure V.3 : L'ancien système d'AEP de la ville de Ghazaouet sous format TAB.

- L'import des parties rénovées réalisées du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet du logiciel AutoCad au logiciel MapInfo n'a pas été possible directement, un changement de format est indispensable, les fichiers ont été convertis en format DXF pour pouvoir les importer par la suite sous MapInfo8.0 comme s'est présenté dans les figures V.4 et V.5.

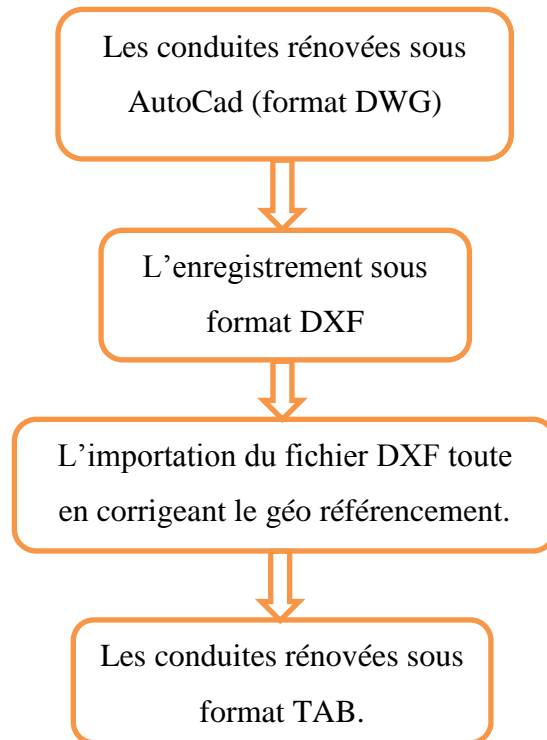


Figure V.4 : la procédure d'importation du fichier DXF vers le logiciel MapInfo.

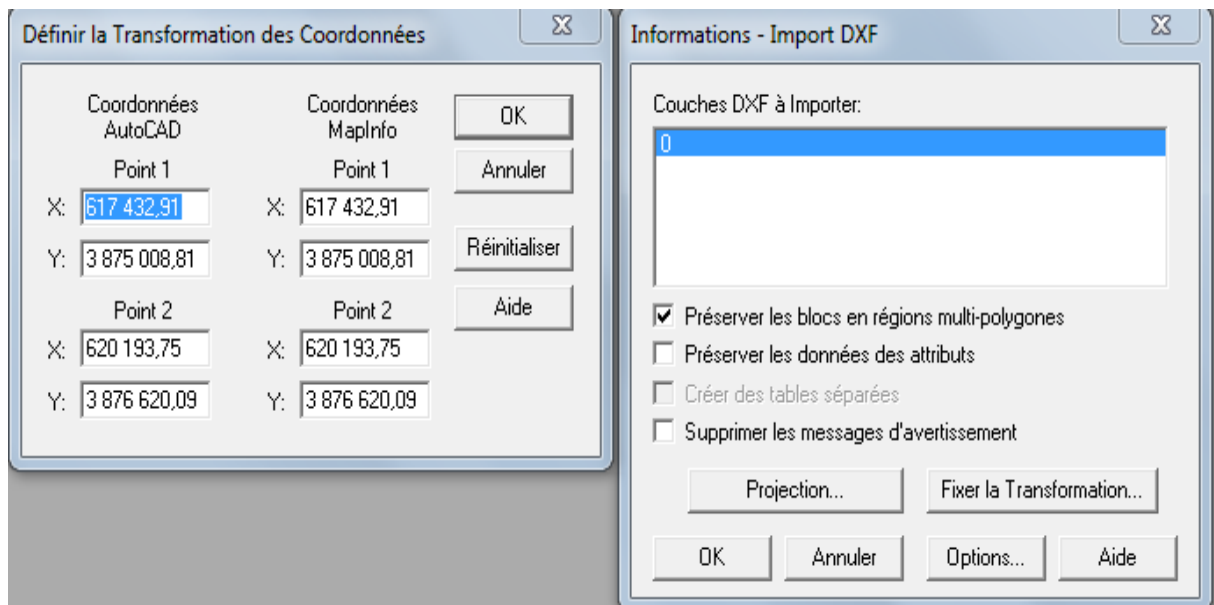


Figure V.5 : Import du fichier DXF vers le logiciel MapInfo.

Le résultat de l'import est donné dans la figure V.6

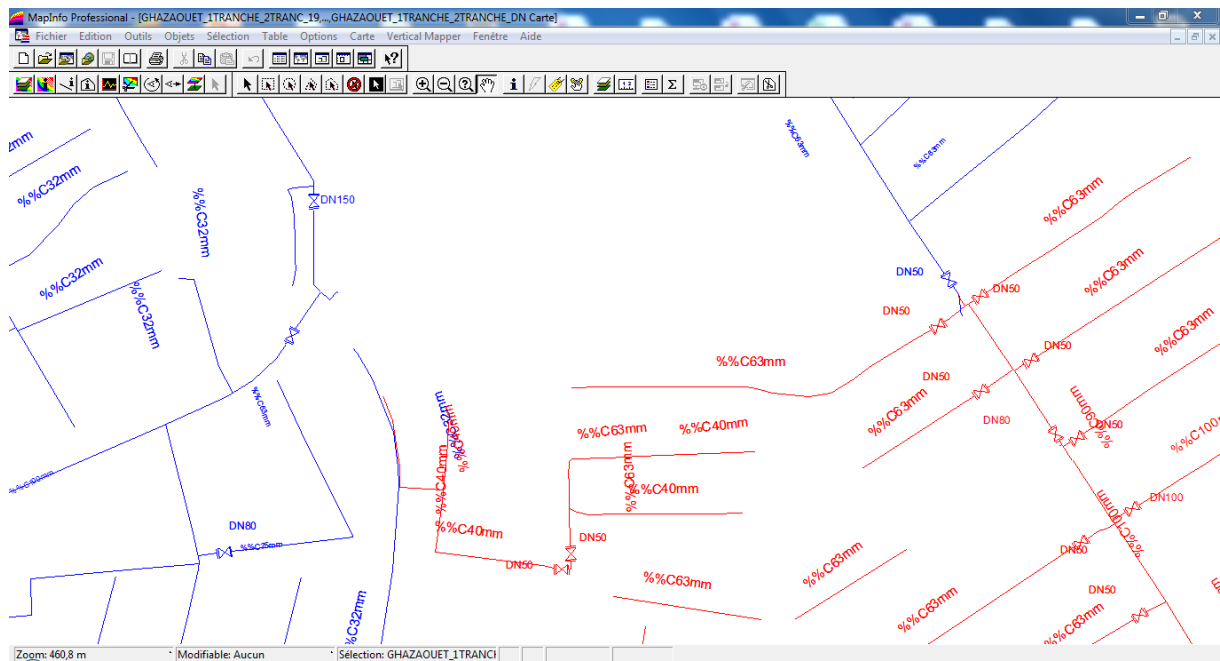


Figure V.6 : Les conduites rénovées réalisées du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet.

- Sachant qu'avec cette méthode, on ne récupère que la géométrie des objets, la définition de la structure de la base de données est alors indispensable. Les données associées sont organisées sous formes de tables. Les noms des attributs sont introduits champs par champs selon leurs types (caractères, entier, flottant, virgule fixe). Chaque entité géométrique est reliée à sa description exhaustive, ce lien se fait au moyen d'un identifiant interne (Figure V.7).

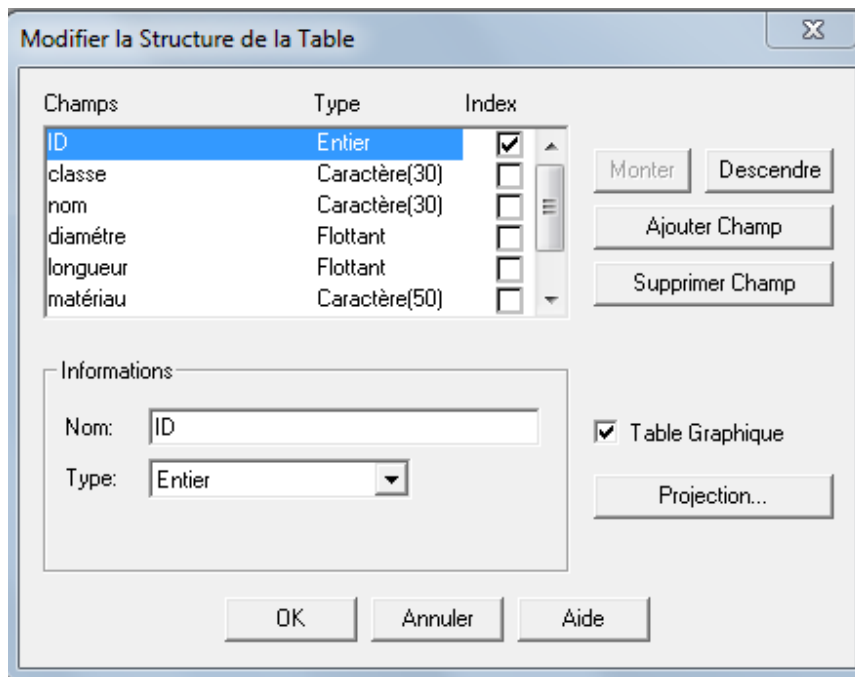


Figure V.7 : Description de la structure de la table conduite.

- Une superposition des parties rénovées et l'ancien réseau d'AEP est faites pour corriger la géométrie du réseau (on a enlevé toutes les conduites classées hors services) pour pouvoir obtenir à la fin le réseau d'AEP actuel de la ville de Ghazaouet (voir la figure V.8). Une vérification a été faite par la suite pour corriger les erreurs topologiques au niveau du réseau.

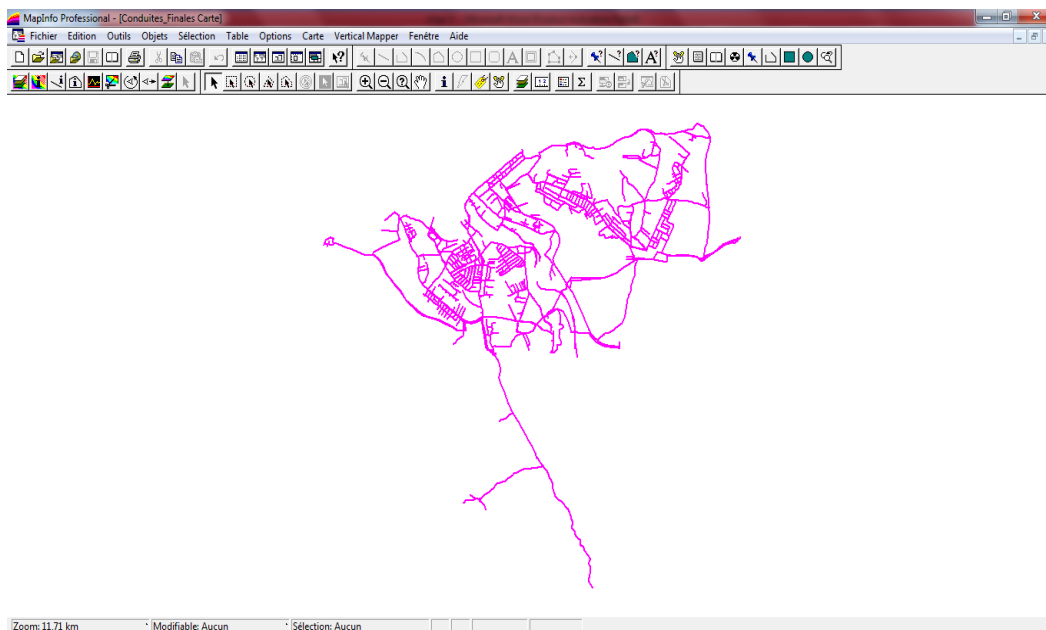
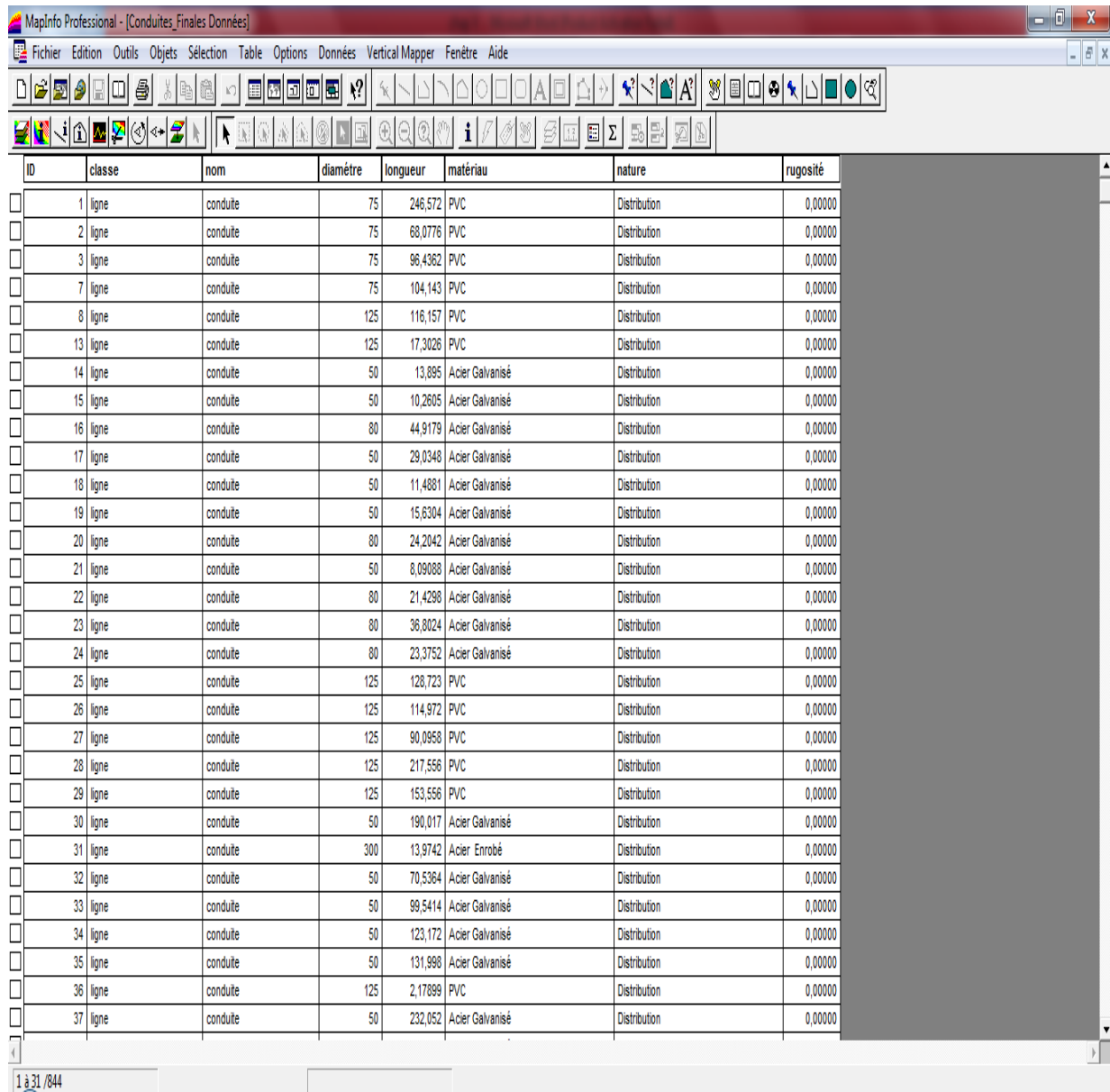


Figure V.8 : le réseau d'AEP actuel de la ville de Ghazaouet.

Chapitre V : Applications, Résultats et Discussions

La structure de la base de données du réseau d'AEP de Ghazaouet est présentée dans la figure V.9



ID	classe	nom	diamètre	longueur	matériau	nature	rugosité
1	ligne	conduite	75	246,572	PVC	Distribution	0,00000
2	ligne	conduite	75	68,0776	PVC	Distribution	0,00000
3	ligne	conduite	75	96,4362	PVC	Distribution	0,00000
7	ligne	conduite	75	104,143	PVC	Distribution	0,00000
8	ligne	conduite	125	116,157	PVC	Distribution	0,00000
13	ligne	conduite	125	17,3026	PVC	Distribution	0,00000
14	ligne	conduite	50	13,895	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
15	ligne	conduite	50	10,2605	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
16	ligne	conduite	80	44,9179	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
17	ligne	conduite	50	29,0348	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
18	ligne	conduite	50	11,4881	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
19	ligne	conduite	50	15,6304	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
20	ligne	conduite	80	24,2042	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
21	ligne	conduite	50	8,09088	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
22	ligne	conduite	80	21,4298	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
23	ligne	conduite	80	36,8024	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
24	ligne	conduite	80	23,3752	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
25	ligne	conduite	125	128,723	PVC	Distribution	0,00000
26	ligne	conduite	125	114,972	PVC	Distribution	0,00000
27	ligne	conduite	125	90,0958	PVC	Distribution	0,00000
28	ligne	conduite	125	217,556	PVC	Distribution	0,00000
29	ligne	conduite	125	153,556	PVC	Distribution	0,00000
30	ligne	conduite	50	190,017	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
31	ligne	conduite	300	13,3742	Acier Enrobé	Distribution	0,00000
32	ligne	conduite	50	70,5364	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
33	ligne	conduite	50	99,5414	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
34	ligne	conduite	50	123,172	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
35	ligne	conduite	50	131,998	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000
36	ligne	conduite	125	2,17899	PVC	Distribution	0,00000
37	ligne	conduite	50	232,052	Acier Galvanisé	Distribution	0,00000

Figure V.9 : Structure de la table des conduites.

V.4 REQUETES ET ANALYSES

Une requête est une opération d'interrogation réalisée sur une partie d'une base de données. MapInfo est un système de gestion de bases de données, il simplifie le recours aux requêtes SQL (structured Query Language) en proposant des interfaces graphiques assez commode pour interroger la base de données géographiques.

Une requête SQL produit une table qui va contenir la ou les réponses à une question posée. Il est donc possible de chaîner les requêtes SQL entre elles.

Le langage requête SQL permet de créer, de modifier et de sélectionner des données [15].

V.4.1 LANGAGE DE REQUETES SQL

La commande SQL comprend les clauses suivantes :

- **SELECT** : permet d'exprimer la projection sur la liste d'attributs que l'on désire conserver.
- **FROM** : permet de citer la liste des tables concernées par la requête SQL.
- **WHERE** : permet de regrouper un ensemble de conditions.

- **SELECT** (liste d'attributs)
- **FROM** (liste des tables)
- **WHERE** (condition)

V.4.2 EXEMPLES DE REQUETES

A titre d'illustrations, on présente les exemples suivants :

Requête N°1 : Grouper les tronçons selon le diamètre ($D < 80$ mm).

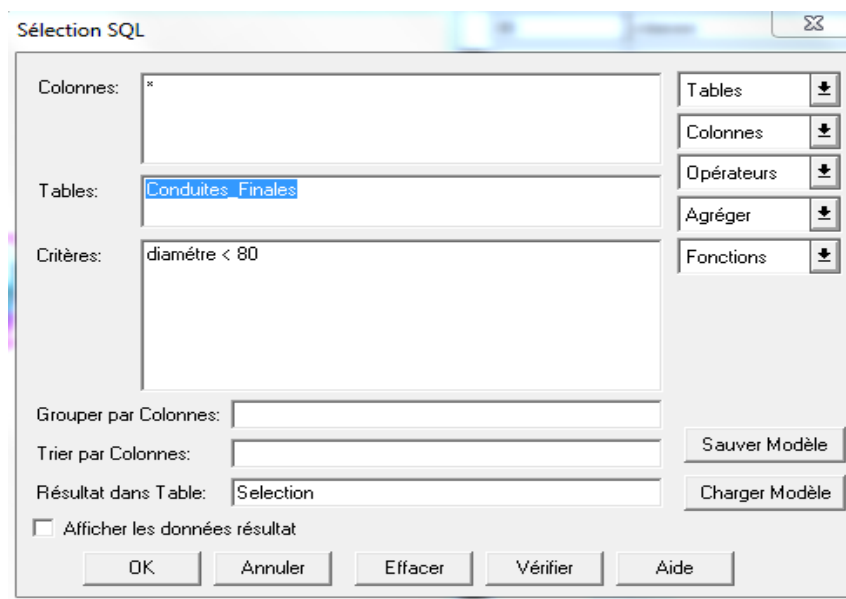


Figure V.10 : Représentation sur écran de la syntaxe de la requête N°1

La figure V.11 présente le résultat de la requête 1.

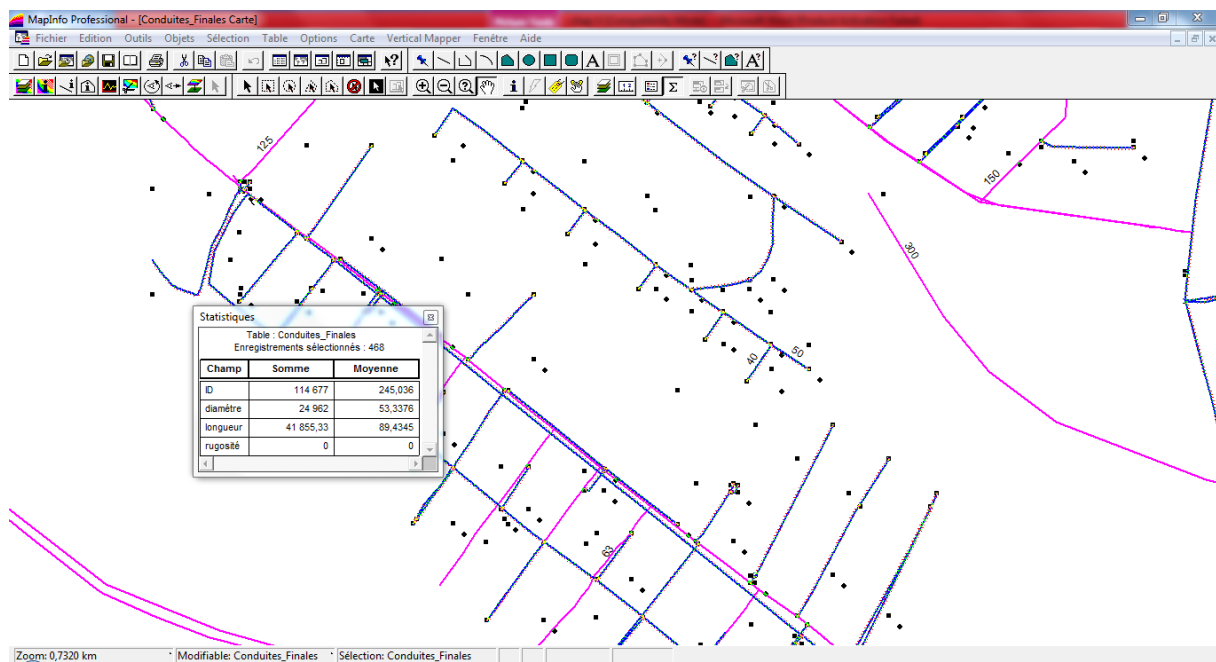


Figure V.11 : Représentation sur écran du résultat de la requête N°1.

Requête N°2 : Grouper les tronçons selon leur diamètre, leur matériaux de construction (D = 100, matériau = Fonte Ductile).

The screenshot shows the 'Sélection SQL' dialog box. The 'Colonnes:' field contains an asterisk (*). The 'Tables:' field contains 'Conduites_Finales'. The 'Critères:' field contains 'matériau = "Fonte Ductile"'. The 'Grouper par Colonnes:' field is empty. The 'Trier par Colonnes:' field is empty. The 'Résultat dans Table:' field contains 'Selection'. The 'Afficher les données résultat' checkbox is checked. The dialog box has buttons for 'OK', 'Annuler', 'Effacer', 'Vérifier', 'Aide', 'Sauver Modèle', and 'Charger Modèle'.

Figure V.12 : Représentation sur écran de la syntaxe de la requête N°2.

La figure V.13 représente le résultat de la requête N°2

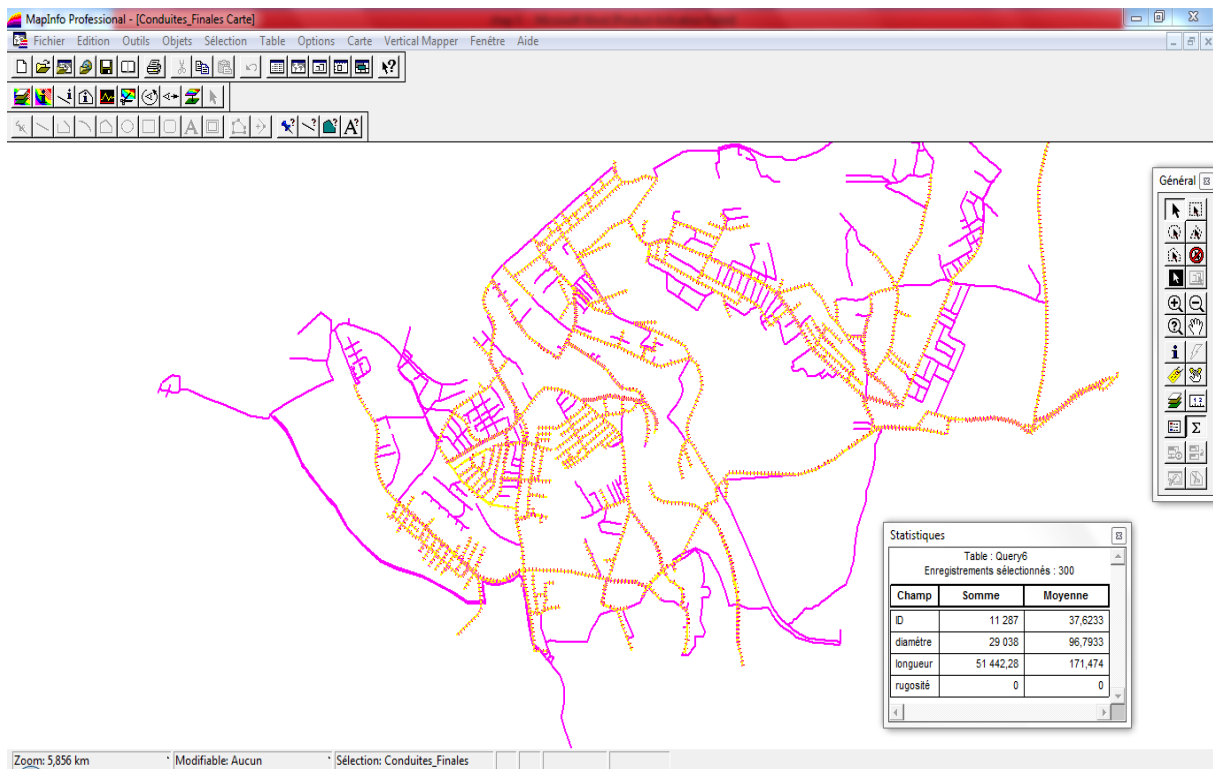


Figure V.13 : Représentation sur écran du résultat de la requête N°2.

Requête N°3 : Représenter les traçons reliés directement aux réservoirs.

The screenshot shows the 'Sélection SQL' dialog box. The fields are filled with the following information:

- Colonnes: *
- Tables: Conduites_Finales.réservoir
- Critères: Conduites_Finales.obj Intersects réservoir.obj
- Grouper par Colonnes: (empty)
- Trier par Colonnes: (empty)
- Résultat dans Table: Selection
- Afficher les données résultat

Buttons at the bottom include OK, Annuler, Effacer, Vérifier, and Aide. On the right side, there are dropdown menus for Tables, Colonnes, Opérateurs, Agréger, and Fonctions, along with 'Sauver Modèle' and 'Charger Modèle' buttons.

Figure V.14 : Représentation sur écran de la syntaxe de la requête N°3.

La figure V.15 présente le résultat de la requête N°3, cette dernière requête montre que la topologie entre les entités géographiques est bien respectée.

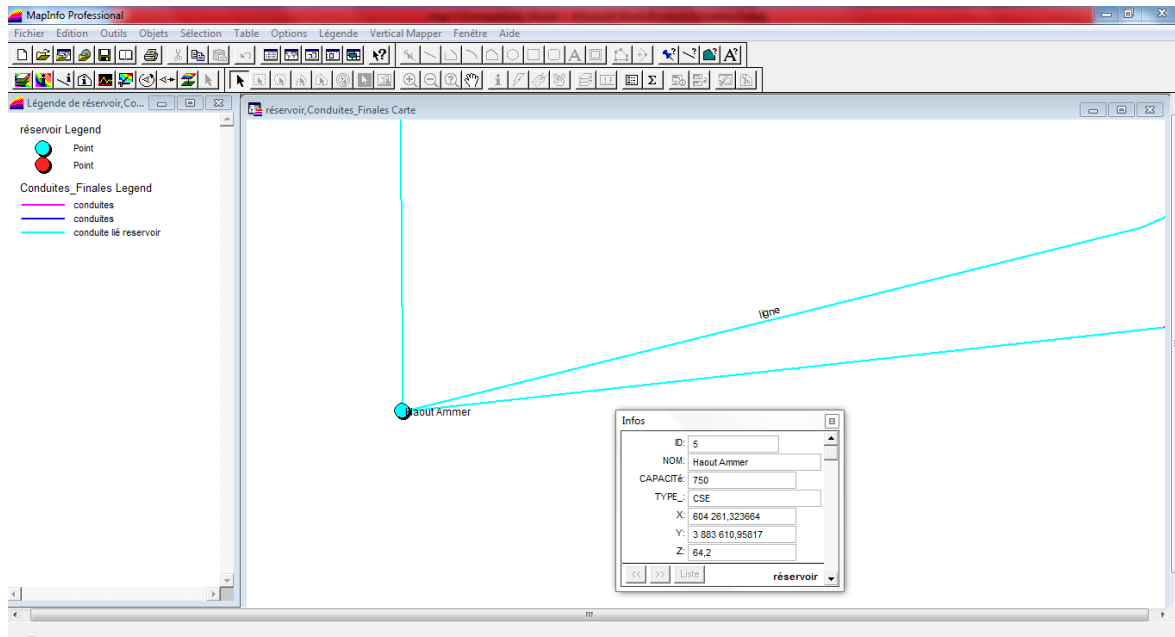


Figure V.15 : Représentation sur écran du résultat de la requête N°3.

V.4.3 RESULTATS PRELIMINAIRES

En se basant sur les requêtes établies sous SIG, on peut signaler que :

- Les conduites de distribution se constituent de plusieurs matériaux à savoir : PVC, Fonte Ductile, Acier Enrobé, Acier Galvanisé, PEHD, leurs répartition dans le réseau est donnée dans la figure V.16.

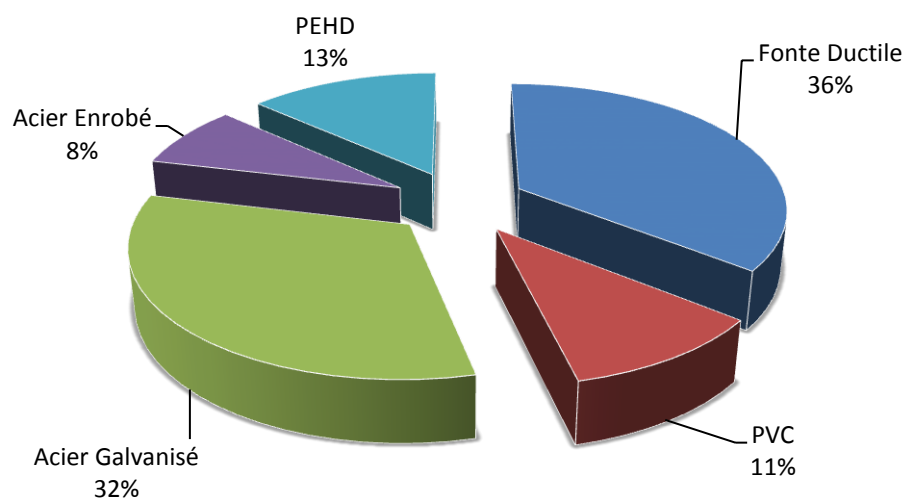


Figure V.16 : Répartition des matériaux de construction des canalisations.

- Les conduites de distribution ont plusieurs diamètres allant de 20 à 315 mm. La répartition des diamètres est illustrée dans la figure V.17

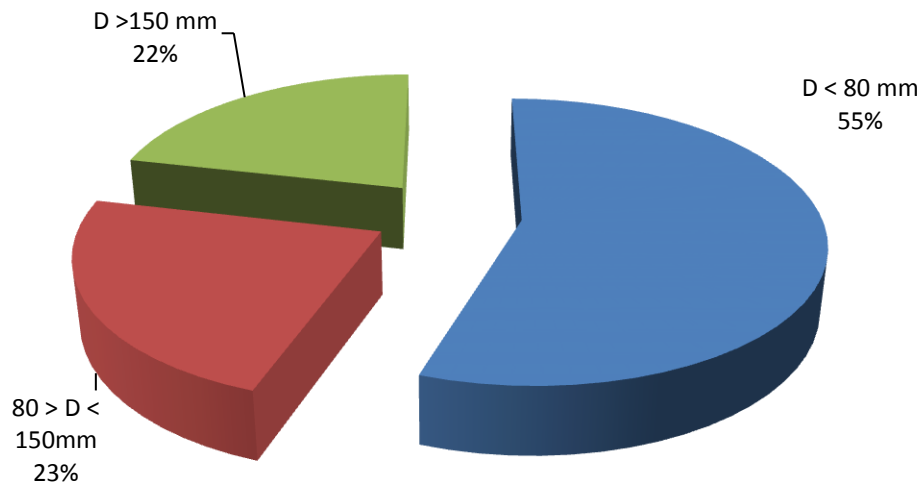


Figure V.17 : Répartition des diamètres des canalisations.

- Le linéaire total du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet est presque égale 100 Km avec 836 conduites et 817 nœuds.

La cote au niveau des nœuds du réseau de Ghazaouet est indispensable pour lancer les calculs sous le modèle Epanet. Suite au manque de données concernant les élévations des nœuds de demande, on a procédé à digitaliser les courbes de niveau ainsi que les points de cote sur la carte topographique de la ville de Ghazaouet à une échelle de 1/25000 (figure V.18) , pour pouvoir par la suite et à l'aide d'outil Vertical Mapper tirer les altitudes des nœuds de demande par interpolation.

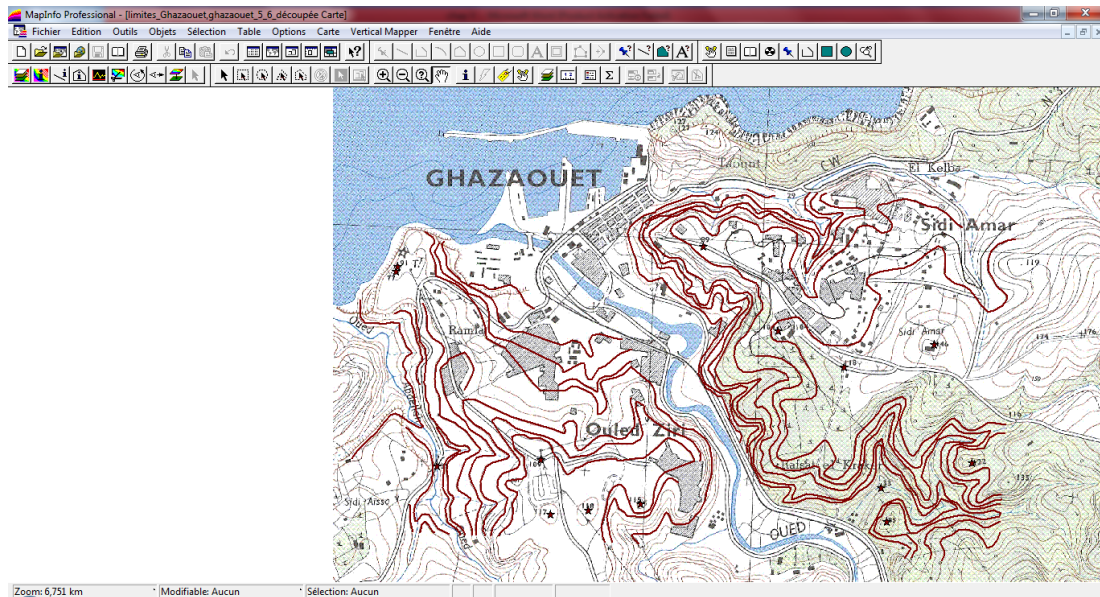


Figure V.18 : Digitalisation des courbes de niveau sur la carte topographique de la ville de Ghazaouet.

Les courbes de niveaux ainsi digitalisées doivent être converties en points pour lancer l'interpolation (Figure V.19)

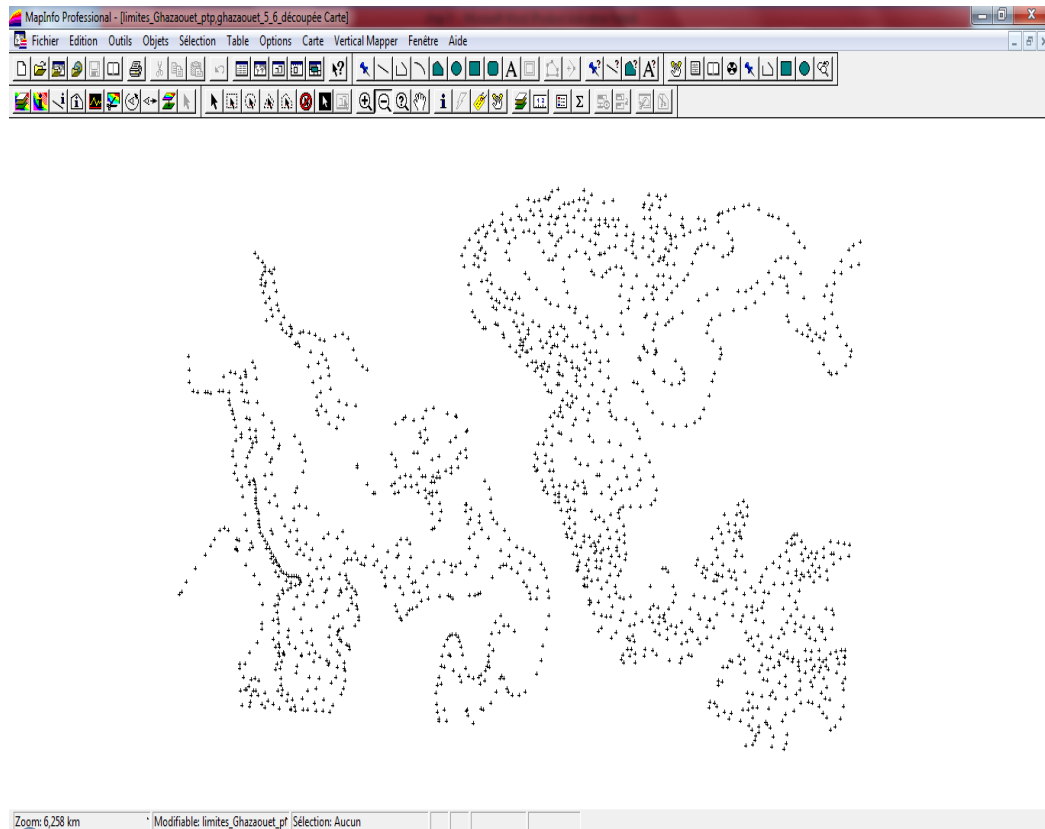


Figure V.19 : Conversion des courbes de niveau en points.

Il existe plusieurs modes d'interpolation, le mode choisi dans ce cas est Interpolation par triangulation irrégulière (TIN) qui est appliquée pour construire des grilles (grids) avec des données des altitudes. Les MNT sont de bons exemples. La triangulation irrégulière utilise un réseau de triangles aussi équilatéraux que possible qui vont connecter les points du lot de données. Cette triangulation est appelée triangulation de Delaunay. Cette solution est très utile pour travailler sur des lots de données de répartition spatiale quelconque où l'on souhaite faire participer chaque information à la constitution du résultat. Cette triangulation est produite par un procédé qui connecte tous les points originaux par un réseau de triangles réguliers, aussi équilatéraux que possible. Le résultat de l'interpolation est représenté dans la figure V.20

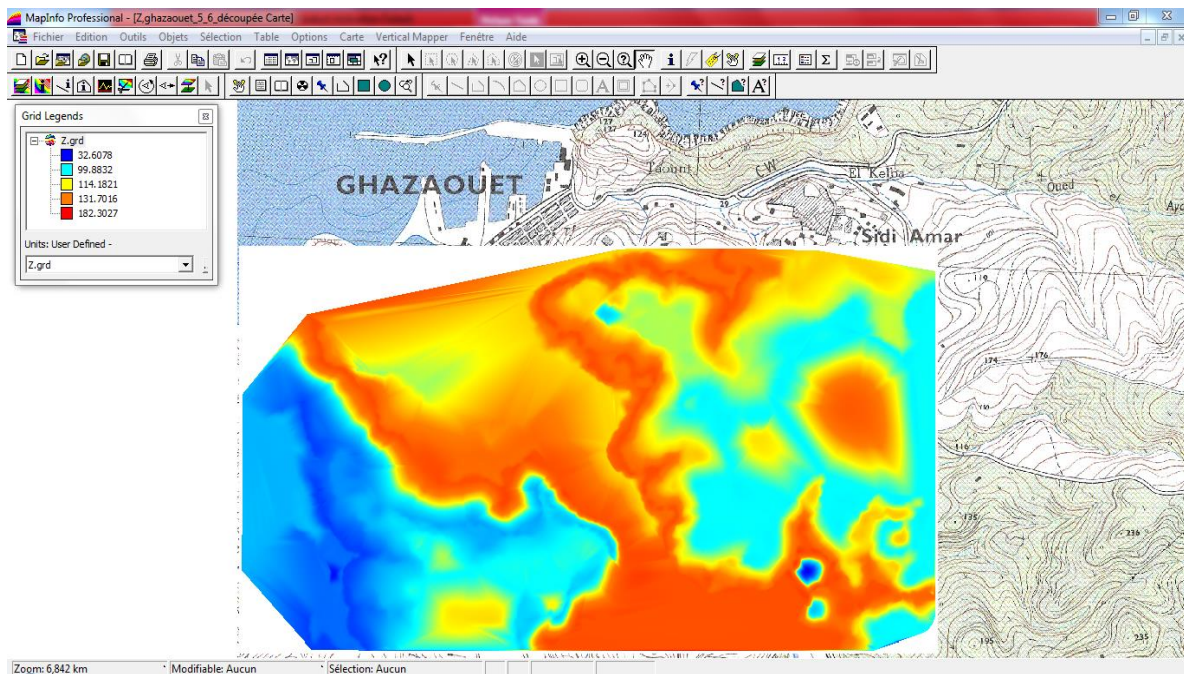


Figure V.20 : Résultat d'interpolation par triangulation irrégulière.

La couche des nœuds est ensuite superposée à la grille d'interpolation créée pour pouvoir introduire la valeur de l'altitude de chaque nœud de demande (figure V.21).

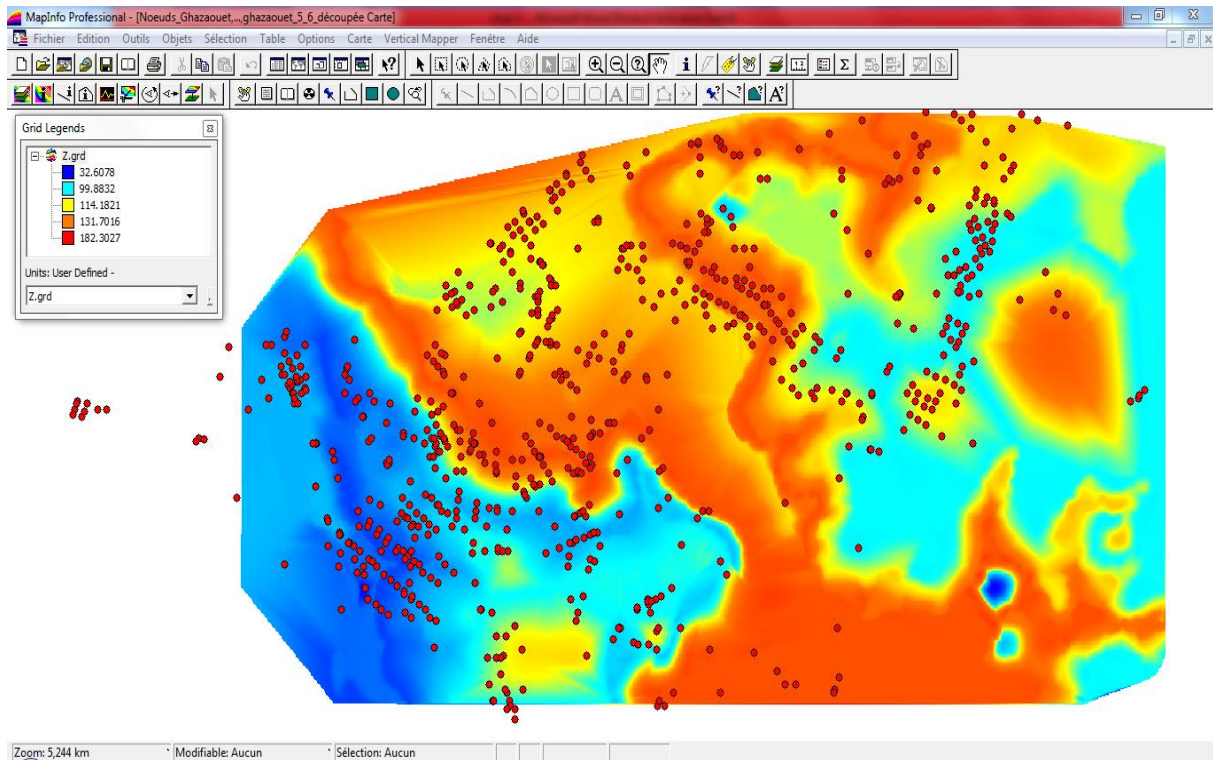


Figure V.21 : Superposition les nœuds de demande et de la grille d'interpolation.

V.5 SIMULATION DU RESEAU SOUS EPANET

Le passage du logiciel MapInfo vers logiciel Epanet a été assuré via l'outil de conversion DXF2EPA. Lors de ce passage, les données de diamètres des conduites et les altitudes des nœuds ne seront pas prises en compte. Sous Epanet, on est obligé de réintroduire ces données pour pouvoir compléter la définition des données.

Les réservoirs (capacités de stockage) ainsi que leurs caractéristiques seront insérés manuellement car la passerelle de passage ne peut pas les prendre en compte.

La figure V.22 montre le réseau d'AEP de Ghazaouet importé sous Epanet

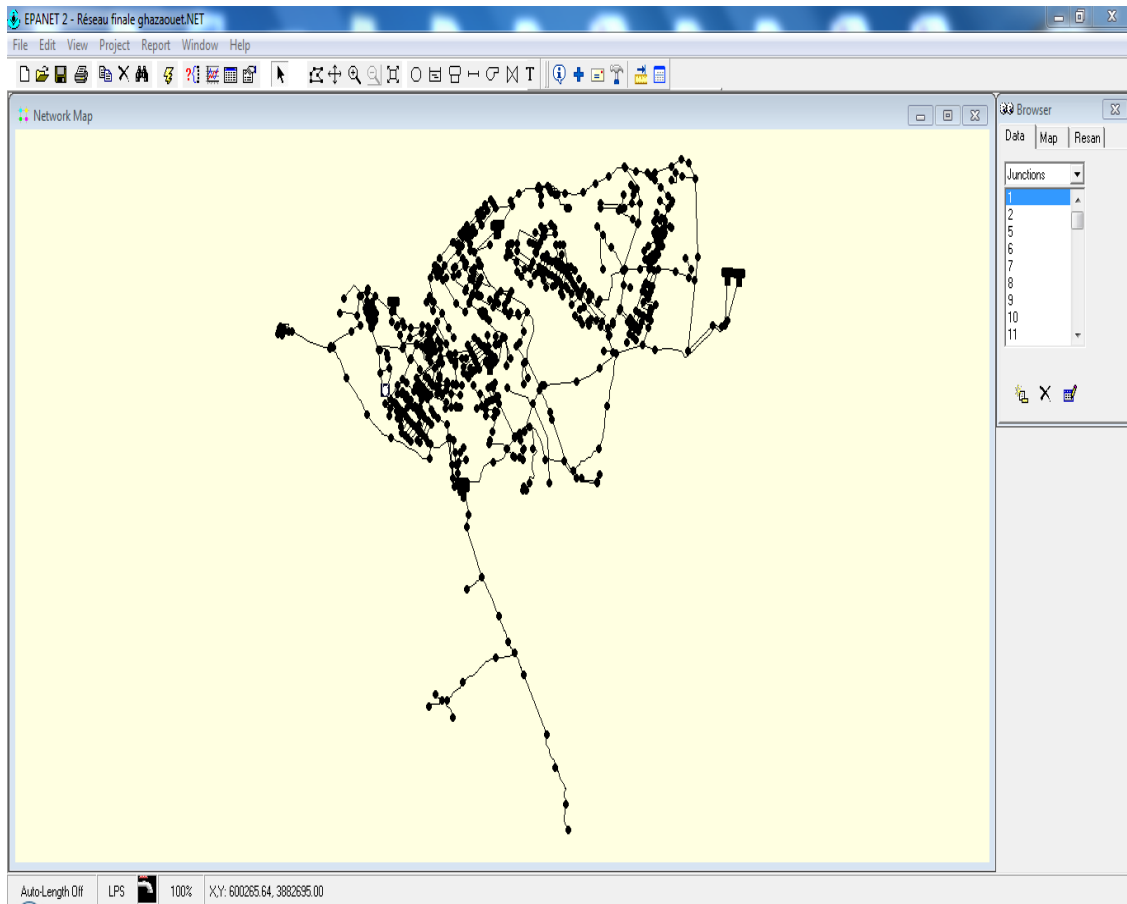


Figure V.22 : Le réseau d'AEP de Ghazaouet sous Epanet.

Par manque de données de la répartition de la consommation au niveau du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet, au niveau des différents nœuds du réseau, les consommations ont été calculées et réparties en se basant sur la méthode des longueurs, cette opération s'avère d'une grande importance avant de lancer la simulation.

Les résultats préliminaires de la simulation pour la totalité du réseau d'AEP de Ghazaouet, ont présentés beaucoup de problèmes, plusieurs messages d'erreurs ont été générés (pressions négatives...), Les problèmes des données concernant la répartition de la consommation ainsi que les volumes de distribution au niveau des capacités de stockage n'ont pas pu satisfaire les consommations aux nœuds. Une sectorisation a été faite, et notre choix s'est porté sur la partie AEP du centre-ville de Ghazaouet pour illustrer la simulation sous Epanet (figure V.23).

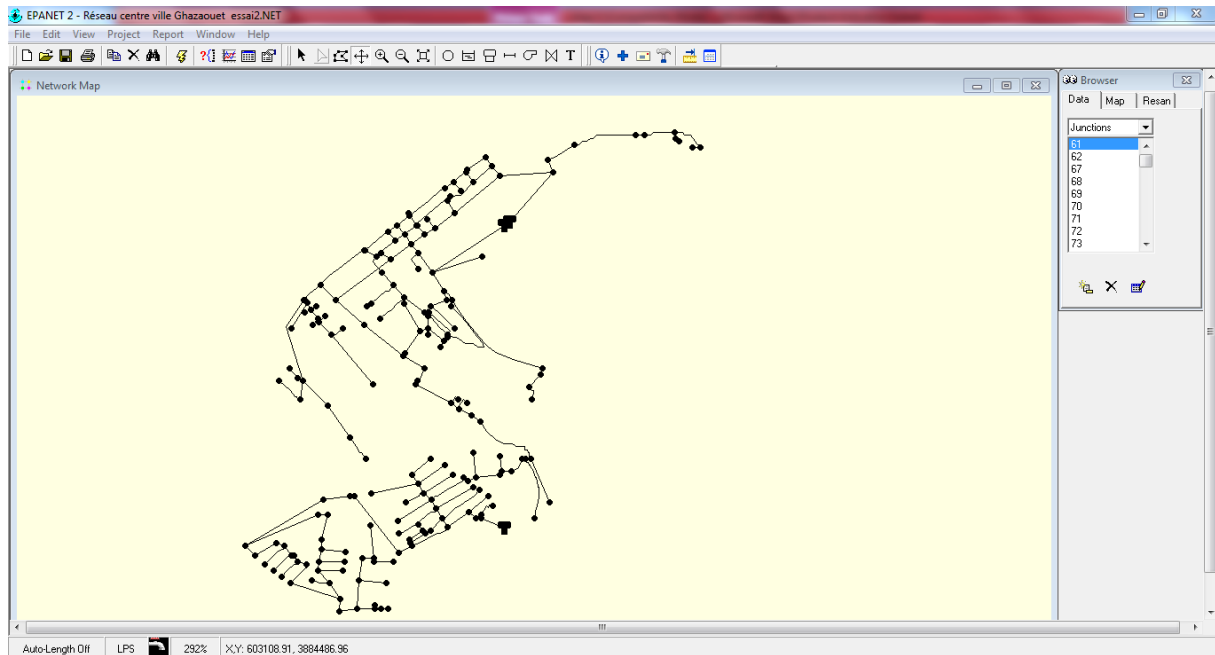


Figure V.23 : Le réseau d'AEP du centre-ville de Ghazaouet sous Epanet.

V.6 RESULTATS & DISCUSSIONS

Les figures ci-dessous (Figure V.24 a, b, c et d) représentent quelques scénarios de simulation du fonctionnement hydraulique du réseau d'AEP du centre-ville de Ghazaouet.

Chapitre V : Applications, Résultats et Discussions

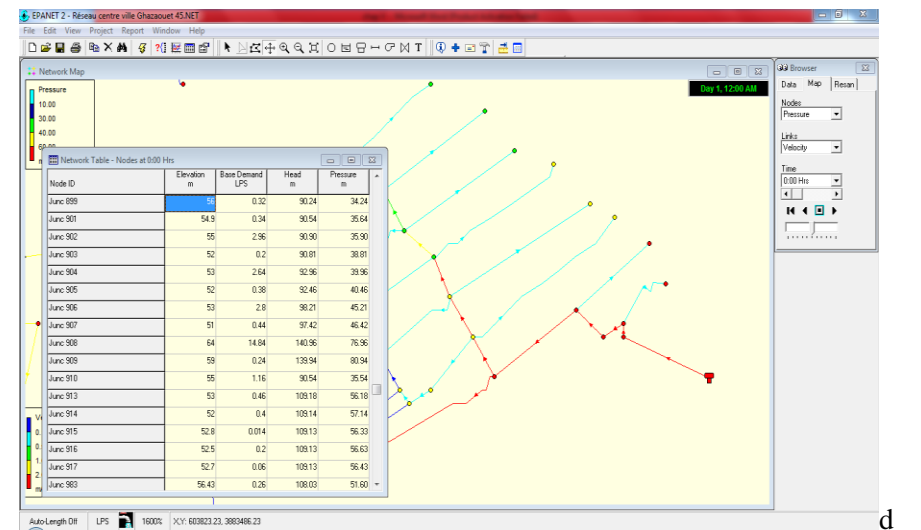
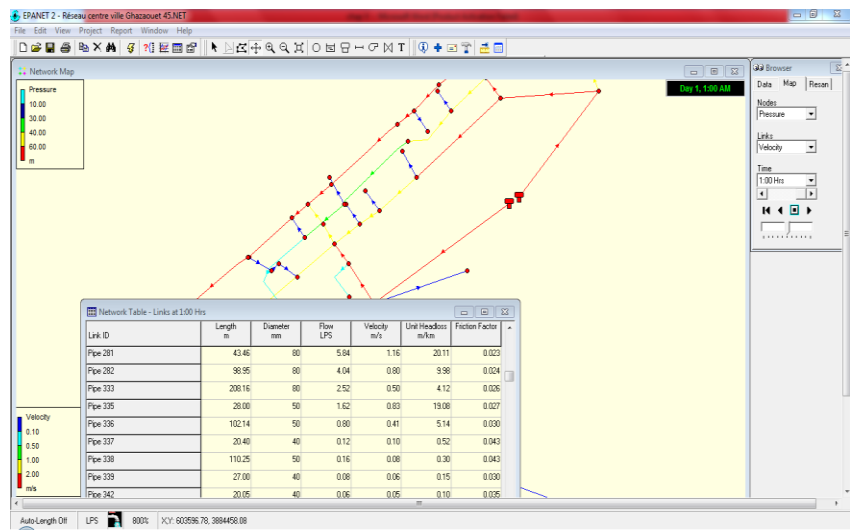
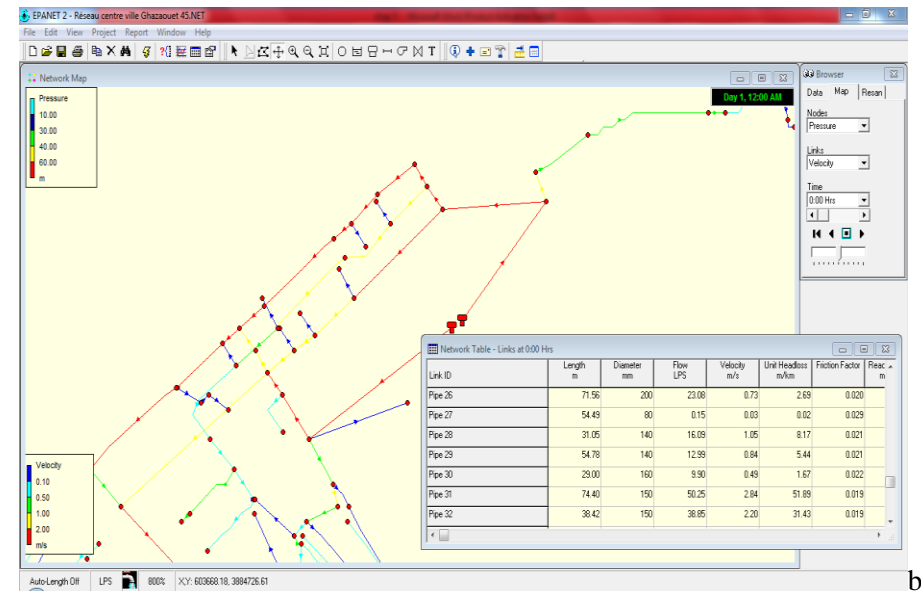
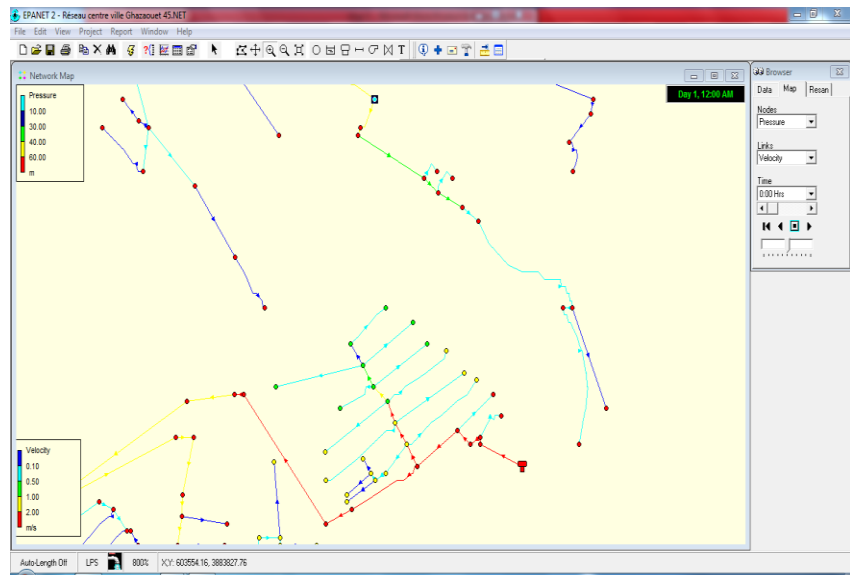


Figure V.24 : Extraits des scénarios de simulation du réseau d'AEP de Ghazaouet sous Epanet

V.7 INTERPRETATION DES RESULTATS

Selon l'analyse de réseau sous Epanet on a obtenu :

Pour la répartition des pressions (V. 25), on peut signaler ce qui suit :

- 34 des 186 nœuds de consommation ont une pression comprise entre 10 et 60 m de ce fait 18,3% des nœuds du réseau sont dans les normes.
- 152 des 186 nœuds de consommation ont une pression supérieure à 60 m, de ce fait le risque est important d'apporter des désordres (fuites) et certains bruits désagréables dans les installations intérieures d'abonnées.

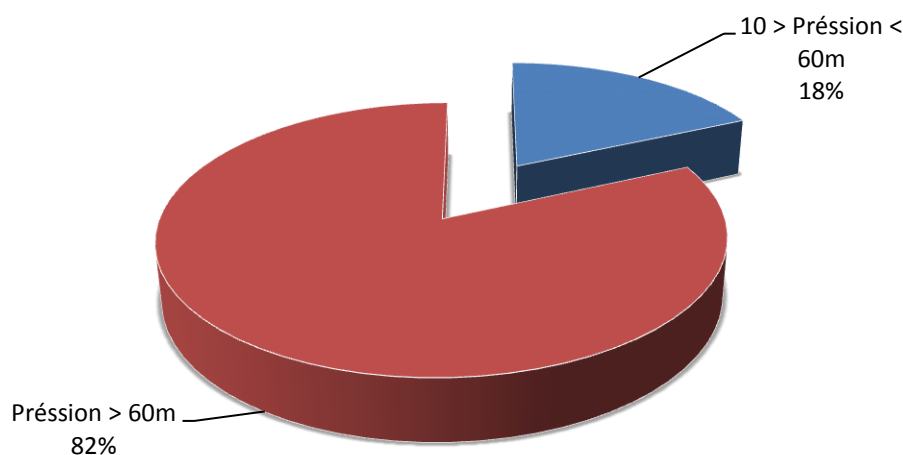


Figure V.25 : Répartition des pressions dans les nœuds de demande.

Pour la répartition des vitesses (figure V.26), on peut signaler ce qui suit :

- 110 des 187 conduites de distribution ont une vitesse inférieure à 0,5 m/s de ce fait 58,8% des conduites du réseau risquent d'être détériorer par des dépôts suite aux faibles vitesses d'écoulement.
- 35 des 187 conduites de distribution ont une vitesse compris entre 0,5 et 1,5 m/s de ce fait 18,8% des conduites de réseau sont dans les normes.
- 42 des 187 conduites de distribution ont une vitesse supérieure à 1,5 m/s de ce fait 22,4% des conduites de distribution risquent d'être détériorer par une érosion interne suite aux fortes vitesses.

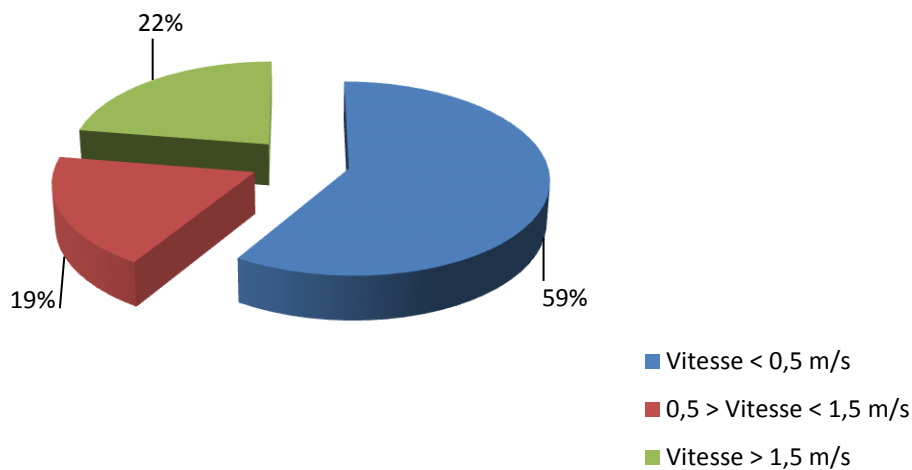


Figure V.26 : répartition des vitesses dans les conduites.

En se basant sur les analyses faites sur le réseau du centre ville en particulier et le réseau de toute la ville en général, quelques propositions peuvent être faites pour améliorer l'alimentation en eau potable au niveau de la ville de Ghazaouet:

- Réhabilitation du réseau d'eau potable en tenant compte des conditions techniques du fonctionnement du réseau (vitesse et pression).
- Renforcer la partie distribution surtout au niveau des zones suivantes (Sidi Amer, Ouled Ziri, les sables) en projetant des capacités de stockage supplémentaires
- Revoir la sectorisation du réseau.
- Etudier la consommation et développer pour la ville de Ghazaouet son propre modèle

V.8 CONCLUSION

On peut conclure que pour une meilleure gestion du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet l'utilisation du système d'information géographique MapInfo et du modèle Epanet est très avantageuses car elle permet de bénéficier des avantages des deux pour la bonne gestion du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet

Conclusion générale

Le réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet, d'un linéaire de 100 km de conduites, présente des contraintes de gestion de plus en plus fortes qui demandent l'utilisation de plus en plus fréquente de données représentatives de l'ensemble du réseau. Ces données sont nécessaires pour une gestion efficace d'un patrimoine que l'on souhaite voir fonctionner continuellement de manière rentable avec un niveau de service adapté aux attentes des abonnés.

Vu la complexité du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet et la difficulté de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, la gestion informatisée est devenue une opération indispensable voire obligatoire. Les SIG sont des outils efficaces pour la prise de décision. Ils s'inscrivent dans une optique de gestion à long terme, qui va dans le sens d'un développement durable. C'est pourquoi La mise en place d'un Système d'Information Géographique pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement permet de formaliser, et de structurer la connaissance disponible sur le réseau et facilite l'utilisation de cette information.

La gestion de la base de données établie pour le réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet a permis de déterminer l'état du fonctionnement du réseau de distribution, dont les résultats sous Epanet montrent que le réseau en question présente beaucoup de problèmes au niveau de la répartitions des vitesses et des pressions.

L'outil de gestion présenté permet aux exploitants des réseaux de :

- Connaître l'état du point particulier sélectionné (vanne, tronçon, ventouse...)
- Avoir une bonne connaissance du réseau avec le débit, la vitesse et la pression en tout point.
- La connaissance des travaux effectués sur le réseau.

Le modèle traité permet de voir clairement la puissance du couple SIG-Epanet dans la gestion du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet ainsi la souplesse offerte par ces derniers pour traiter les problèmes qui se présentent surtout pour le comportement du réseau à savoir :

- L'insuffisance des volumes mis en distribution, à cause de la présence de beaucoup d'ouvrages de stockage non opérationnels, qui ne permettent pas de satisfaire à tous les besoins des abonnés en continu.

Conclusion générale

- Le dimensionnement du réseau d'AEP qui génère des problèmes de faibles vitesses et par la suite une formation de dépôts dans les canalisations qui risquent d'être détériorer de ce fait
- Beaucoup de pressions élevées dans les nœuds de demande qui risquent de porter des bruits désagréables dans les installations intérieurs d'abonnées.

Cette étude constitue une première étape d'un processus global dont le but est de développer des techniques d'aide à la gestion des réseaux d'A.E.P au moyen des SIG, elle peut être complété et amélioré par d'autres applications qui intéressent les gestionnaires des réseaux.

Plusieurs axes peuvent être développés en continuité de ce travail, à savoir :

- Effectuer des campagnes de mesures pour caler le modèle de calcul proposé.
- Amélioration du modèle proposé en développant les autres composantes.
- Compléter le travail en insérant des programmes de calcul d'optimisation pour une meilleure gestion du réseau de distribution ;
- Ce travail doit être élargi pour qu'il puisse cerner les problèmes liés à l'alimentation en eau potable en général surtout le volet qualité.

LISTE DES ABRÉVIATIONS

A.D.E : Algérienne Des Eaux.

AEP : Alimentation En Eau Potable

Cl₂ : Le Chlore Gazeux

ClO₂ : Le Dioxyde De Chlore

D.P.A.T : Direction De La Planification Et De L'aménagement Des Territoires

D.R.D.T : Direction De La Recherche, Du Développement Et De La Technologie.

D.R.E : Direction Des Ressources En Eau.

D.U.C : Direction De l'Urbanisme Et De La Construction

DXF: Drawing Exchange Format.

DWG: Drawing.

EPA : Environmental Protection Agency.

FICCDC : Comité Fédéral De Coordination Inter-Agences Pour La Cartographie Numérique

HMT : La Hauteur manométrique.

O₃ : L'ozone.

P.D.A.U : Plan de Développement Et d'Aménagement De l'Urbanisme.

PVC : Chlorure de Poly Vinyle

SHP : Esri Shape

SIG : Système D'information Géographique

S.D.R.E : Subdivision De La Direction Des Ressources En Eau.

S.D.E.M : Station De Dessalement Des Eaux De Mer.

SQL: Structured Query Language

TAB: Table.

TIN : Interpolation Par Triangulation Irrégulière

UTM: Universel Transverse Mercator.

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Un système d'alimentation en eau potable.....	04
Figure I.2 : La prise d'eau à partir du fond du lit.....	05
Figure I.3 : Nappe s'écoulant vers un puits en pompage.....	07
Figure I.4 : Pompage dans une nappe captive.....	08
Figure I.5 : les étapes de traitement d'une eau de surface.....	10
Figure I.6 : une adduction gravitaire.....	10
Figure I.7 : une adduction par refoulement.....	11
Figure I.8 : Equipement de réservoir.....	16
Figure I.9 : Réseau maillé.....	17
Figure I.10 : un réseau ramifié.....	17
Figure II.1 : composants d'un SIG.....	27
Figure II.2 : Structure d'un SIG.....	28
Figure II.3 : Fonctionnalités d'un SIG.....	29
Figure II.4 : Une représentation d'une information avec le mode raster.....	32
Figure II.5 : une représentation d'une information avec le mode vecteur.....	33
Figure II.6: La restructuration Vecteur/Raster.....	34
Figure II.7 : La restructuration raster/vecteur.....	35
Figure III.1 : localisation de la commune de GHAZAOUET.....	40

Figure III.2 : carte topographique de la commune de Ghazaouet.....	40
Figure III.3 : Evolution Des Températures Moyennes Mensuelles Dans L'année.....	41
Figure III.4 : évolution de l'humidité moyenne mensuelle dans l'année.....	42
Figure III.5 : histogramme des pluies moyennes mensuelles.....	42
Figure III.6 : Grandes structures géologique régionales.....	44
Figure IV.1 : Les 3 étapes de la mise en place d'une modélisation.....	55
Figure IV.2 Composants physiques d'un système de distribution d'eau.....	60
Figure IV.3 : deux formes d'une courbe caractéristiques tracée par EPANET.....	66
Figure IV.4 : Une Courbe de rendement d'une pompe.....	67.
Figure IV.5 : Une courbe de volume d'un réservoir.....	67
Figure V.1 : Le passage du logiciel ArcGis au logiciel MapInfo via le Traducteur universel.	71
Figure V.2 : le traducteur universel.....	72
Figure V.3 : L'ancien système d'AEP de la ville de Ghazaouet sous format TAB.....	72
Figure V.4 : la procédure d'importation du fichier DXF vers le logiciel MapInfo.....	73
Figure V.5 : Import du fichier DXF vers le logiciel MapInfo.....	73
Figure V.6 : Les conduites rénovées réalisées du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet.....	74
Figure V.7 : Description de la structure de la table conduite.....	75
Figure V.8 : le réseau d'AEP actuel de la ville de Ghazaouet.....	75
Figure V.9 : Structure de la table des conduites.....	76
Figure V.10 : Représentation sur écran de la syntaxe de la requête N°1.....	77
Figure V.11 : Représentation sur écran du résultat de la requête N°1.....	78

Figure V.12 : Représentation sur écran de la syntaxe de la requête N°2.....	78
Figure V.13 : Représentation sur écran du résultat de la requête N°2.....	79
Figure V.14 : Représentation sur écran de la syntaxe de la requête N°3.....	79
Figure V.15 : Représentation sur écran du résultat de la requête N°3.....	80
Figure V.16 : Répartition des matériaux de construction des canalisations.....	80
Figure V.17 : Répartition des diamètres des canalisations.....	81
Figure V.18 : Digitalisation des courbes de niveau sur la carte topographique de la ville de Ghazaouet.....	82
Figure V.19 : Conversion des courbes de niveau en points.....	82
Figure V.20 : Résultat d'interpolation par triangulation irrégulière.....	83
Figure V.21 : Superposition les nœuds de demande et de la grille d'interpolation.....	84
Figure V.22 : Le réseau d'AEP de Ghazaouet sous Epanet.....	85
Figure V.23 : Le réseau d'AEP du centre-ville de Ghazaouet sous Epanet.....	86
Figure V.24 : Extraits des scénarios de simulation du réseau d'AEP de Ghazaouet sous Epanet.....	87
Figure V.25 : Répartition des pressions dans les nœuds de demande.....	88
Figure V.26 : répartition des vitesses dans les conduites.....	89

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Fonctions d'un réservoir.....	13
Tableau III.1 : Caractéristiques de la population.....	45
Tableau III.2 : Caractéristiques des unités industrielles de la ville de GHAZAOUET.....	46
Tableau III.3 : les ouvrages de stockage de l'eau potable à GHAZAOUET.....	48
Tableau III.4 : le programme de distribution d'eau potable à GHAZAOUET.....	49
Tableau III.5 : les rendements primaires du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet.....	50
Tableau IV.1 : Formules de perte de charge totale pour toute la longueur de la canalisation en charge.....	62
Tableau IV.2 : Coefficients de Rugosité pour les tuyaux neufs.....	62
Tableau IV.3 : Coefficients de Pertes de Charge Singulières pour une Sélection de Vannes et Raccords.....	64

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelhamid Y., juillet 2012, alimentation en eau potable de la ville d'Ouled Bessem (W.Tissemsilt), Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable, Ecole Nationale Supérieure D'hydraulique - Arbaoui Abdellah – 75p.

ADE, 2013, le programme de distribution d'eau potable de la ville de Ghazaouet, les rendements primaires du réseau d'AEP, Les caractéristiques du réseau d'AEP.

Adjim F., 2011, cours forage d'eau.

Blindu I., 12 mai 2004, outils d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques, Thèse de doctorat de l'école national supérieur des mines de Saint-Etienne et de l'université Jean Monnet, Spécialité : sciences et génie de l'environnement en cotutelle avec l'université technique de Moldavie, N°d'ordre : 336 ID, 263p.

Boukli Hacene C., 2011, Cours Système d'information géographique.

Direction de la Recherche, du Développement et de la Technologie., Novembre 2005, La modélisation un outil au service de la Recherche, Le magazine de la chronique scientifique N°6.

D.U.C, 2013, P.D.A.U 2012 de la commune de Ghazaouet.

Dupont A., 1979, hydraulique urbaine, tome II: ouvrage de transport – Elévation et distribution des eaux, Edition Eyrolles, 484p.

Kassambara B., 2007, Modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique (cas du nouveau pôle universitaire Mansourah), Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, 78p.

Messelmi H., juillet 2012, dimensionnement de système d'AEP de la ville de Dar-Chioukh. Wilaya de Djelfa, Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable, Ecole Nationale Supérieure D'hydraulique - Arbaoui Abdellah -, 75p.

Ouali M., septembre 2012, étude d'alimentation en eau potable pour 2956 logts Larbaa (W.Blida), Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable. Ecole Nationale Supérieure D'hydraulique - Arbaoui Abdellah -, 80p.

Rossman, 01 octobre 2003, EPANET 2.0 Simulation Hydraulique et Qualité pour les Réseaux d'Eau sous Pression, Manuel de l'Utilisateur Version française, 222p.

S.D.R.E, 2013, différents contextes de la ville de Ghazaouet, les ouvrages de stockage de l'eau potable à la ville de Ghazaouet.

Tahar S., 21 décembre 2005, contribution à la gestion d'un réseau d'AEP à l'aide d'un système d'information géographique cas de Chetouane, Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique, Option : hydraulique urbaine, Université Abou Bakr Belkaid - Tlemcen -, 77p.

Valiron F., 1994, Mémento du gestionnaire d'alimentation en eau et de l'assainissement. Tome I: eau dans la ville alimentation en eau, Lyonnaise des eaux. Edition Lavoisier, 435p.

LISTE DES SITES WEB CONSULTÉS

[1] <http://eau.seine-et-marne.fr/library/schemaAEPb> consulté en avril 2013

[2] <http://www.cevennesparcnational.fr/var/cevennes/storage/images/mediatheque/images/bassins-versants/cycle-de-l-eau/192547-1-fre-FR/cycle-de-l-eau.jpg> consulté en avril 2013

[3] http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/images/securite_incendie/amenagement_prises_eau/entree_principale_pompe.jpg consulté en avril 2013

[4] http://www.water.fr/IMG/UserFiles/Images/faciliter/art-49-2_xl.jpg consulté en avril 2013

[5] http://www.cg71.fr/jahia/webdav/site/internet_cg71_v2/shared/03_missions/03_engagementdurable/03_Preservation_ressource_eau/eau%20potable/schema_eau2.jpg consulté en avril 2013

[6] <http://www.memoireonline.com/05/08/1141/optimisation-multicritere-gestion-AEP6.png> consulté en avril 2013

[7] <http://www.cepam.cnrs.fr/spip.php?rubrique130> consulté en avril 2013

[8] http://www.geotunis.org/2011/file/PDF_FR/BENZENINE%20FAILA.pdf consulté en avril 2013

[9] http://www.geotunis.org/2011/file/PDF_FR/BENZENINE%20FAILA.pdf consulté en avril 2013

[10] <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=4962> consulté en avril 2013

[11] http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig_0.php consulté en avril 2013.

[12] <http://www.softeau.com/description.php> consulté en juin 2013

[13] <http://www.gfi.fr/utilities/PICCOLO.php> consulté en juin 2013

[14] <http://engees-proxy.u-strasbg.fr/112> consulté en juin 2013

[15] <http://Mapinfo8.0.livert1> consulté en juin 2013.

المخلص

مستغل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب يقع عادة في مواجهة صعوبة المعرفة بدقة للشبكة مع مراعاة تنوعها (عموما تعدد دفعات الأعمال المنجزة حسب تقنيات مختلف وعلى مدى عدة سنوات) ومداهها. وعلاوة على ذلك , من بين المشاكل المطروحة يوميا , المستغل يجد تمزقات في عدة أماكن. في هذه المشاكل تضاف أيضا التسربات , أخطاء التوصيلات التي لا تكون دائما بدون نتائج على تدفق المياه وعلى صيانة الشبكة للمدى المطلوب.

إن تطوير التكنولوجيا في تصميم ورسم الخرائط باستخدام الحاسوب , ومؤخرا في نظم المعلومات أعطى دفعة جديدة في مجال رسم الخرائط.

وفي هذا الصدد , فإن العمل الحاضر ينص على معرفة بيانات شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمدينة الغزوات في قاعدة البيانات , و على نمذجة الشبكة , والمساهمة في إدارتها من خلال نظام المعلومات الجيوغرافية. برنامج (SIG (MAPINFO) مربوط ببرنامج الحسابات EPANET. للحصول على البيئة الفعالة في النمذجة وللقدره على تحليل سلطة تحليل شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب لمدينة الغزوات.

الكلمات الرئيسية:

نمذجة , نظام المعلومات الجغرافية , قاعدة البيانات , EPANET , شبكة الإمدادات بالمياه الصالحة للشرب.

RESUME

L'exploitant d'un réseau d'alimentation en eau potable se trouve généralement confronté à la difficulté de connaître avec précision son réseau compte tenu de sa diversité (généralement de multiples tranches de travaux réalisées selon des techniques différentes et sur plusieurs années) et son étendue.

Par ailleurs, parmi les problèmes à résoudre quotidiennement, l'exploitant trouve des ruptures à plusieurs endroits. A ces problèmes s'ajoutent également les fuites, les erreurs de branchements qui ne sont pas toujours sans conséquences pour l'écoulement des eaux et la mise en œuvre des extensions effectuées sur le réseau...

Le développement des techniques du dessin et de la cartographie assistée par ordinateur et plus récemment les systèmes d'information a donné une grande impulsion à la cartographie.

Dans ce sens, le présent travail consiste à avoir les données du réseau d'AEP de la ville de Ghazaouet dans une base de données, à modéliser le réseau et à contribuer à la gestion de ce réseau à l'aide d'un SIG. Le logiciel SIG (MAPINFO), est couplé au code de calcul EPANET pour bénéficier d'un environnement performant de modélisation et pouvoir analyser le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Ghazaouet.

Mots clés

Modélisation, Système d'information géographique, Base de Données, EPANET, Réseau d'alimentation en eau potable.

SUMMARY

The operator of a network of drinking water supply is located usually faces the difficulty of knowing with precision its network in light of its diversity (usually multiple tranches of work carried out according to different techniques and on several years) and its extent.

In addition, among the problems to be solved daily, the operator found of breaks at several places. has these problems add also the leaks, the errors of connections which are not always without consequences for the flow of water and the implementation of the extensions performed on the network ...

The development of techniques of the drawing and the power of computer mapping and more recently the information systems gave a major impetus to the mapping.

In this sense, the present work is to have the data from the network of AEP of Ghazaouet in a database, to model the network and to contribute to the management of this network using a SIG. The GIS software (MAPINFO), is coupled to the calculation code EPANET for benefit of an efficient environment for modeling and be able analyze the drinking water network of the city of Ghazaouet.

Keywords

Modeling, geographic information system, database, EPANET, drinking water network.