

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

Université Badji Mokhtar-Annaba



جامعة باجي مختار-عنابة

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGENIORAT
DÉPARTEMENT D'HYDRAULIQUE

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE

FILIÈRE : HYDRAULIQUE

OPTION : HYDRAULIQUE URBAINE

Thème

Modélisation du réseau d'eau potable de la
nouvelle ville Draa Errich et l'élaboration d'un
système d'information géographique

Présenté par

BOUCHELAGHEM ANIS

BOUMAIZA MOHAMED SOHAIB

Dirigé par

Dr. CHABI MONCEF

Jury de soutenance:

Nom	Prénom	Grade	Qualité	Université
Mr.LAOUACHERIA	Fares	MCA	Président	Badji Mokhtar Annaba
Mr.CHABI	Moncef	MAA	Encadreur	Badji Mokhtar Annaba
Mr.KECHIDA	Said	MCB	Examineur	Badji Mokhtar Annaba

Promotion : Juin 2019

Remerciements

Nous adressons nos plus sincères sentiments de reconnaissance et de remerciement envers le bon Dieu, le Clément et le Miséricordieux, celui qui nous a donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

*Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur
Mr. chabi moncef*

Pour le temps qu'il nous a accordé, sont aide scientifique, ainsi que ces précieux conseils.

Nous remercions également tous nos enseignants durant tout notre cursus et spécialement les professeurs d'hydraulique.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.

Nous remercions également les gens de l'URBAN pour leurs aides inestimables et pour le temps qu'ils nous ont accordé.

Enfin nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, apporté aide et encouragement.



Dédicace

Au terme de cette étude, on tient cette mémoire à :

Nos parents Nadjoua et Bariza, youcef et abdel Aziz pour leurs sacrifices et leurs conseils, sans les quelles on ne serait jamais arrivé à ce niveau que dieu les gardent, et a notre défunt professeur et notre père avant tout M. Saadane Nacer qui nous a guider tout au long de notre parcours universitaire et qui nous a montré le chemin de la réussite, que dieu le bénisse.

ملخص

يهتم موزع مياه الشرب دائمًا بتلبية احتياجات المستهلكين ، بكمية ونوعية كافية. وتشعر بالقلق أيضًا لضمان الإدارة الجيدة والكمال لجميع الهياكل الأساسية التي تسهم في توفير المياه.

بالإضافة إلى ذلك ، يواجه المشغل العديد من المشكلات التي يتعين حلها ، مثل الاستراحات في أماكن مختلفة ، ومشاكل التسرب ، والاتصالات غير القانونية وتنفيذ الامتدادات التي سيتم إجراؤها على الشبكة. للقيام بذلك ، من الضروري معرفة جيدة بشبكة AEP ، وبالتالي فمن الضروري استخدام نمذجة البيانات الخرائطية والهيدروليكية.

في هذا المعنى ، يتكون العمل الحالي من جمع البيانات من شبكة ASP لمدينة Draa Errich الجديدة ووضع نماذج للشبكة بواسطة Water Cad ، وقام بتطوير نظام المعلومات الجغرافية GIS على ArcGis للتحكم بشكل أفضل في الشبكة والأداء الأمثل.

Résumé

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

Par ailleurs, l'exploitant doit faire face à plusieurs problèmes à résoudre, tel que des ruptures à différents endroits, les problèmes de fuites, les branchements illicites et la mise en œuvre des extensions à effectuer sur le réseau. Pour se faire, une bonne connaissance du réseau d'AEP est nécessaire, et donc il est indispensable de recourir à la modélisation des données cartographiques et hydrauliques.

Dans ce sens, le présent travail consiste à récolter les données du réseau d'AEP de la nouvelle ville de Draa Errich et à modéliser le réseau par Water Cad, à élaboré un système d'information géographique SIG sur ArcGis afin de mieux contrôler le réseau et son fonctionnement optimal.

Abstract

The drinking water distributor always has the concern to cover the needs of the consumers, in sufficient quantity and quality. It is also concerned to ensure the good management and perfection of all infrastructure contributing to water supply.

In addition, the operator faces several problems to be solved, such as breaks in different places, leakage problems, illegal connections and the implementation of extensions to be

made on the network. To do so, a good knowledge of the AEP network is necessary, and therefore it is essential to use the modeling of cartographic and hydraulic data.

In this sense, the present work consists of collecting data from the ASP network of the new town of Draa Errich and modeling the network by Water Cad, developed a GIS geographic information system on ArcGis to better control the network. And its optimal functioning

Liste des Figures

Figure I.1 : Réseau ramifié	5
Figure I.2. Réseaux maillés	5
Figure I.3. Le captage	6
Figure I.4: traitement des eaux	7
Figure I.5 : Le schéma des services d'eau potable	11
Figure II.1: Situation géographique de la ville de Draa Errich	12
Figure II.2: Répartition mensuelle de la précipitation (en %) à la station de Berrahal.	13
Figure II.3: Direction dominante du vent et sa vitesse 3-8m/s à l'échelle horaire à Berrahal durant la saison chaude (juin à septembre).	14
Figure II.4: Carte saisonnière des vents.	15
Figure II.5: Graphes d'ensoleillement à Annaba, El Hadjar, Berrahal	16
Figure III.1: Station de traitement Chaiba	26
Figure III.2: (forage01 et forage02) qui alimente le réservoir et le chef lieu	27
Figure III.3: adduction chaiba Draa Errich	28
Figure III.4: adduction gravitaire	29
Figure III.6 : types des réseaux maillé et ramifié	30
Figure III.7 : la répartition des métiers des conduites en fonction de leur pourcentage	30
Figure III.8: la répartition des conduites en fonction de leur diamètre	31
Figure III.9: type de conduite PEHD	32

Figure IV.1 : Composants d'un SIG	36
Figure IV.2 : Interface et barres d'Outils	41
Figure IV.3 : Cartographie du réseau d'AEP	44
Figure IV.4 : Représentation d'une partie du réseau d'AEP de la ville de DRAA ERRICH	45
Figure IV.5 : Exemple des nœuds sur un réseau d'AEP (ville de DRAA ERRICH)	46
Figure IV.6. Caractéristique d'un nœud	46
Figure IV.7 : Exemple des vannes sur réseau d'AEP (ville de DRAA ERRICH)	47
Figure V.1 : processus de la modélisation	51
Figure V.2: interface de Bentley Water CAD (version 04)	54
Figure V.3.: les entrées et sorties du programme	55
Figure V.4: les étapes de modélisation d'un projet d'AEP sous Water CAD	56
Figure V.5 : Composants physiques d'un système de distribution Water CAD	56
Figure V.6: La fenêtre principale du Water CAD	57
Figure V.7: Menu fichier	58
Figure V.8: Menu Edition	59
Figure V.9: Menu analyse	59
Figure V.10: Menu Affichage	60
Figure V.11: Menu dessin	60
Figure V.12: Menu outil	61
Figure V.13 : Répartition linéaire pour PN06	62
Figure V.14 : Répartition linéaire pour PN10	63
Figure V.15 : Répartition linéaire pour PN16	64
Figure V.16 : Répartition linéaire pour PN06	65

Figure V.17 : Répartition linéaire pour PN10	66
Figure V.18 : Répartition linéaire pour PN16	66
Figure V.19 : Répartition linéaire pour PN06	67
Figure V.20 : Répartition linéaire pour PN10	68
Figure V.21 : Répartition linéaire pour PN16	68

Liste des tableaux

Tableau II.1: Températures moyennes (station de Annaba: ONM-Période: 1990–2005)	14
Tableau.III.1: estimation de la population actuelle	18
Tableau.III.2: consommation moyenne journalière	20
Tableau.III.3: β_{\max} en fonction de la population	21
Tableau.III.4: Calcul du coefficient horaire de chaque zone	21
Tableau.III.5: Calcul des débits d'équipement	22
Tableau.III.6 : Calcul du débit de perte	23
Tableau.III.7 : Débit moyen total	24
Tableau.III.8 : Calcul du débit max journalier	24
Tableau.III.9 : Calcul du débit moyen horaire	24
Tableau.III.10 : Calcul du débit max horaire	25
Tableau V.1 : Repartition linéaire pour PN06	61
Tableau V.2 : Répartition linéaire pour PN10	63
Tableau V.3 : Répartition linéaire pour PN16	64

Tableau V.4 : Répartition linéaire pour PN06	65
Tableau V.5 : Répartition linéaire pour PN10	65
Tableau V.6 : Répartition linéaire pour PN16	66
Tableau V.7 : Répartition linéaire pour PN06	67
Tableau V.8 : Répartition linéaire pour PN10	67
Tableau V.9 : Répartition linéaire pour PN16	68

Abréviation

AEP.....	Alimentation en eau potable
ADE.....	Algérienne des Eaux
PVC.....	Chlorure de Poly Vinyle
PEHD.....	polyéthylène haute densité
l/s.....	litre par seconde
l/hab/an.....	litre par habitant par année
m ³ /hab/an.....	mètre cube par habitant par année
l/hab/j.....	litre par habitant par jour

Sommaire

Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Synthèse Bibliographique	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Le système d'alimentation en eau potable.....	3
I.3. Topologie du réseau d'eau potable.....	4
I.3.1. Les réseaux ramifiés.....	4
I.3.2. Les réseaux maillés	5
I.3.3. Les réseaux mixtes	5
I.4. Les éléments spécifiques d'un système d'AEP	6
I.4.1. Le captage	6
I.4.2. Le traitement des eaux.....	6
I.4.3. L'adduction	7
I.4.4. L'accumulation (stockage).....	7
I.4.5. La distribution	8
I.5. Le dysfonctionnement des réseaux d'AEP	8
I.6. Modélisation hydraulique d'un réseau d'eau potable.....	9
I.6.1. Modèle pour le dimensionnement du réseau.....	9
I.6.2. Modèle pour l'analyse du fonctionnement hydraulique et diagnostic	9
I.6.3. Modèle pour la gestion du réseau.....	10
I.6.4. Modèle pour la mesure de la qualité de l'eau.....	10
I.7. Les Services publics de l'eau potable	10
I.8. Conclusion	11
 Chapitre II: Présentation de la zone d'étude	
II.1. Introduction	12
II.2. Localisation du site.....	12
II.3. Situation climatique	12
II.3.1. Climat:.....	12
II.3.2. pluviométrie:	13
II.3.3. Températures:	13
II.3.4. Les vents	14
II.3.5. Ensoleillement.....	15

Sommaire

II.4. Géologies	16
II.5. Conclusion.....	17

Chapitre III : Système d'alimentation en eau de Draa Errich

III.1. Introduction	18
III.2. Estimation des besoins en eau.....	18
III.2.1. Évolution de la population:.....	18
III.2.2. Estimation des besoins en eau potable de la population:.....	19
III.2.3. Les besoins domestique:	19
III.2.3.1. Étude des variations des débits	20
III.2.3.2. Coefficient de variation journalière K_j	20
III.2.3.3. Coefficient de variation horaire K_h :	21
III.2.4. Besoins des équipements	22
III.2.4.1. Besoin sanitaire.....	22
III.2.4.2. Besoin industrielle	22
III.2.4.3. Consommation commercial	22
III.2.4.4. Consommation touristique.....	22
III.2.5. Perte de charge.....	23
III.3. Les sources d'eau qui alimente la ville Draa Errich.....	25
III.3.1. Station de traitement de Chaiba	25
III.3.2. Ressource	26
III.3.3. La station de pompage	27
III.3.4. Adduction	27
III.3.5. Distribution d'eau potable de Draa Errich.....	29
III.3.6. Conduites de distribution d'eau potable de la ville Draa Errich.....	30
III.3.6.1. Les tuyaux semi rigide PEHD "Polyéthylène à haute densité"	31
III.4. Conclusion	32

Chapitre IV : Système d'information géographique de la zone

IV.1. Introduction.....	33
IV.2. Définition du SIG	33
IV.3. LE Concept d'un SIG	34
IV.4. Les types des SIG	34
IV.5. Rôle d'un SIG	34

Sommaire

IV.6. Composants d'un SIG	35
IV.6.1. Les logiciels.....	35
IV.6.2. Les données	35
IV.6.3. Les matériels informatiques	35
IV.6.4. Les méthodes	35
IV.6.5. Les utilisateurs.....	35
IV.7. La structure d'un SIG	36
IV.8. Fonctionnalité du SIG	36
IV.9. Données nécessaires pour la construction d'un SIG.....	37
IV.10. Les modes d'acquisition des données	37
IV.11. L'import de fichiers	37
IV.12. Mode de stockage des données du SIG	38
IV.13. Les principaux domaines d'application des SIG	38
IV.14. Le système d'information géographique pour le réseau D'AEP	38
IV.15. Présentation du logiciel ArcGis	39
IV.15.1. Environnement du logiciel	40
IV.15.2. Interface et barres d'Outils	40
IV.15.3. Analyse des besoins.....	42
IV.15.4. Collecte de données.....	42
IV.15.5. Organisation du SIG	43
IV.16. Structuration des couches pour le cas de notre étude (ville de DRAA ERRICH) 44	44
IV.16.1. Le réseau.....	44
IV.16.1.1. Les conduites	44
IV.16.1.2. Les nœuds.....	45
IV.16.1.3. Les organes sur tronçon.....	46
IV.16.1.4. Les réservoirs	47
IV.16.1.5. Les adductions	48
IV.16.1.6. Forages	48
IV.16.1.7. Sources	48
IV.16.1.8. La couche complément	49
IV.17. Conclusion	49
Chapitre V: Modélisation de réseau sur WaterCad	
V.1. Introduction	50
V.2. Le processus de la modélisation	50

Sommaire

V.3. La simulation des réseaux de distribution	52
V.4. Présentation de logiciel utilisée	53
V.4.1. Présentation du modèle Water CAD V8i.....	53
V.4.2. Entrées et sortie du programme	55
V.4.3. Composants physique du Water CAD	56
V.4.4. La fenêtre principale du Water CAD:.....	57
V.4.5. Menus Water CAD	58
V.4.5.1. Menu Fichiers	58
V.4.5.2. Menu édition.....	59
V.4.5.3. Menu Analyse	59
V.4.5.4. Menu Affichage	60
V.4.5.5. Menu dessin	60
V.4.5.6. Menu Outils	60
V.5. Modélisation.....	61
V.5.1. Simulation des diamètres	61
V.5.2. Simulation des vitesses	65
V.5.3. Simulation des pressions.....	67
V.6. Conclusion.....	69
Conclusion générale.....	70

Introduction Générale

Introduction

Les contours du projet de création d'une nouvelle ville à Draa Errich, commune de Oued Aneb, à une trentaine de kilomètres à l'ouest du chef-lieu de la wilaya, d'Annaba, commencent à prendre forme. Elle sera édifiée sur une superficie de 1 446 hectares dans un cadre enchanteur à la lisière d'une forêt verdoyante du mont de l'Edough, du nom du quel elle a été baptisée.

Sur ce nouveau pôle urbain qui relève du plan quinquennal 2010-2014, 14000 logements de type public locatif, public aidé et promotionnel mais aussi des villas verront le jour dans une première phase, sur un total de 20 000 logements, en phase terminale. Des équipements publics (locaux administratifs, établissements éducatifs des trois paliers, un CHU de 450 lits, des centres de culture et de loisirs, des terrains de sport etc.) y seront également édifiés.

Source de vie et socle du développement humain, l'eau a été hissée en Algérie au rang de priorité nationale depuis plus d'une décennie.

La forte croissance démographique et les besoins en logements loin d'être résorbés de la ville d'Annaba, son étalement rapide, la raréfaction de l'assiette foncière, la congestion de ses réseaux, ainsi que le sous équipement de ses agglomérations secondaires (banlieues), sont autant de problèmes qui sont à l'origine de la création de la ville de Draa Errich, afin de «mettre de l'ordre dans ce désordre», c'est-à-dire pour que cesse le développement incontrôlé de l'urbanisation.

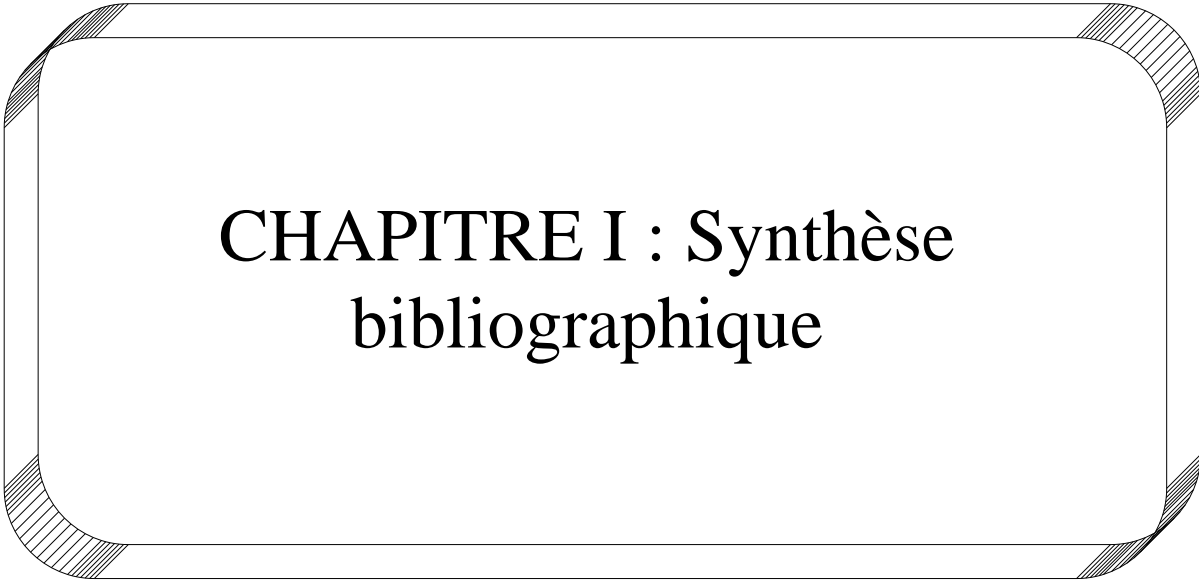
Le projet de la ville de Draa Errich devra soulager le territoire Annabi de la pression des demandes sociales en logement comme des demandes des investisseurs en foncier.

L'objet de ce présent travail s'inscrit dans la démarche de l'élaboration d'un projet de fin d'étude sous le thème <<Modélisation du réseau d'eau potable de la nouvelle ville Draa Errich avec WaterCad et l'élaboration d'un système d'information géographique>>.

L'étude de ce projet va se construire sur plusieurs étapes :

- Premièrement une synthèse bibliographique sur le système d'alimentation en eau potable de la source vers le réseau de distribution ;

- Ensuite, une présentation géographique, géologique, climatique et pluviométrique du site d'étude ;
- Puis, une estimation des besoins de la population et des différents équipements de la ville, et une représentation du système d'alimentation en eau potable des différentes composantes du réseau.
- Ainsi que la création d'une base de données d'un Système d'Information Géographique SIG (ArcGis) pour la cartographie et le réseau de la nouvelle ville de Draa Errich.
- Enfin, le dimensionnement des réseaux d'adduction et de distribution, tout en gardant en vue l'équilibre technico-économique.



CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I.1. Introduction

Notre sujet d'étude fait intervenir un certain nombre de notions (réseau d'alimentation en eau potable, les services de l'eau, diagnostic ... etc.) qui sont souvent nommées mais rarement définies. Afin de pouvoir avancer dans l'analyse, il est tout d'abord nécessaire de définir ces termes complexes.

I.2. Le système d'alimentation en eau potable

Les systèmes de distribution d'eau potable appartiennent, au même titre que les autres réseaux techniques, à un environnement urbain et périurbain dans lequel ils agissent et interagissent avec les autres réseaux.

La gestion des réseaux d'A.E.P (connaître, décrire, entretenir, prévoir, développer) vise trois (03) objectifs principaux :

- la bonne gestion du patrimoine de la collectivité ;
- la qualité du service rendu à l'utilisateur ;
- la réalisation des travaux d'entretien et d'extension.

Le réseau d'AEP d'une ville possède plusieurs dizaines de kilomètres de conduites et une variété étendue d'organes de protection et de distribution. Des contraintes de gestion de plus en plus fortes exigent 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 clients.

La mise en place d'un Système d'Information Géographique (S.I.G.) pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement, nous semble indispensable à toute tentative d'analyse.

Nous illustrerons, dans les paragraphes suivants quelles types de données qui seront utilisées pour la mise en place de ce travail, les étapes d'acquisition de ces données, ainsi que les possibilités offertes par les SIG pour faciliter le traitement des différents types des données, nous permettant de mieux comprendre l'hétérogénéité spatiale de l'état structurel du réseau et

de justifier la saisie de nouvelles données pour identifier les conduites sources de dysfonctionnement.

La méthodologie proposée dans notre étude de diagnostic est basée sur l'analyse de l'état de fonctionnement du réseau actuel d'eau potable. Cet état de fonctionnement du réseau peut être connu à partir :

- d'informations directes fournies par un système de surveillance, que sera mis en place, au fur et à mesure de l'avancement de l'étude diagnostique (mesure de pression, de vitesse, de débit, de qualité d'eau...etc.) ;
- d'informations indirectes (analyse des incidents survenus sur le réseau, des interventions, de l'environnement du réseau...) obtenues par la traçabilité du gestionnaire du réseau.

I.3. Topologie du réseau d'eau potable

La topologie du réseau est la représentation schématique des différents nœuds d'un réseau et de leurs liaisons physiques (conduites, pompes, vannes). La disposition des nœuds et des conduites dépend de la localisation des abonnés, de la présence de routes, des obstacles naturels, de la présence d'autres réseaux...

En termes de topologie, nous distinguons :

I.3.1. Les réseaux ramifiés

Ce type de réseau se présente selon une structure arborescente à partir du nœud à charge fixée assurant la mise sous pression. Cette configuration est justifiée par la dispersion des abonnés.

Cependant, ce type de topologie réduit la fiabilité du réseau dans le cas d'une rupture d'une conduite, privant en eau les utilisateurs en aval du point de rupture. Elle caractérise généralement les réseaux de distribution d'eau en milieu rural.

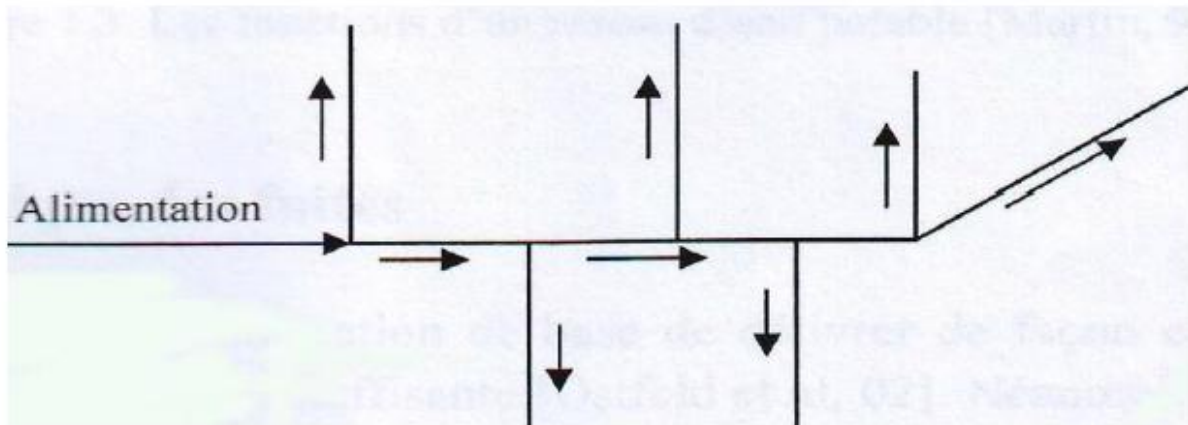


Figure I.1 :Réseau ramifié

I.3.2. Les réseaux maillés

Comportant un certain nombre d'antennes en boucle et pouvant assurer la distribution en eau, cette configuration caractérise les réseaux de distribution d'eau en milieu urbain où il existe une concentration des abonnés. La présence de boucle ou de maille réduit les risques de coupure en cas de rupture de conduites, car assurant une redondance dans l'acheminement de l'eau et limitant l'impact d'une rupture sur la desserte en eau

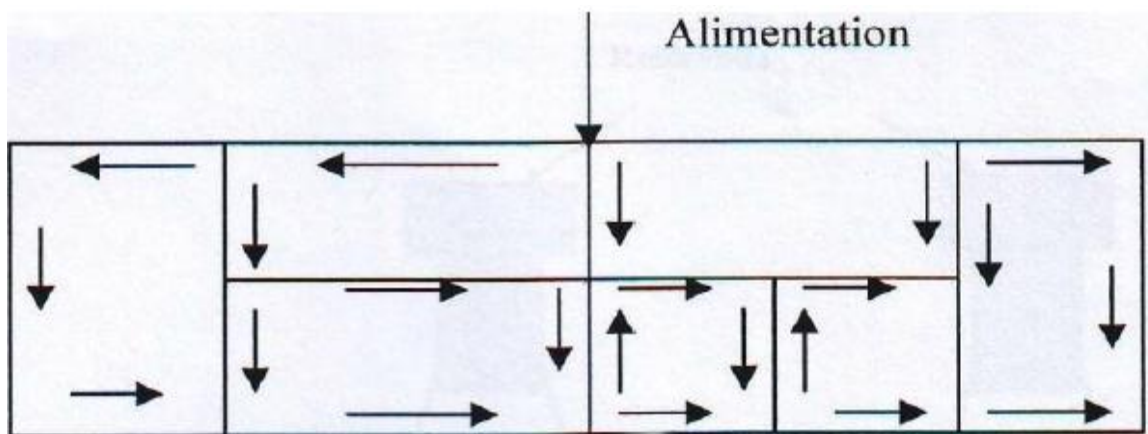


Figure I.2.Réseaux maillés

I.3.3. Les réseaux mixtes

C'est un réseau qui comprend en même temps un réseau maillé et un réseau ramifié.

I.4. Les éléments spécifiques d'un système d'AEP

I.4.1. Le captage

Les captages sont les travaux effectués pour prélever les eaux naturelles en vue de l'alimentation, ils peuvent concerner soit l'eau présente dans le sous-sol, sous forme de nappes aquifère, soit celle qui surgit du sous-sol à la surface par des sources, soit encore celle que l'on trouve à la surface du sol, dans les rivières ou dans des étangs naturels ou artificiels (Bonnin, 1982).



Figure I.3. Le captage

I.4.2. Le traitement des eaux

Les eaux captées dans la nature, exactement les eaux de surface (lacs et rivières), ne présentent pas les qualités physiques, chimiques et biologiques désirables pour la consommation (Bonnin, 1982). Pour rendre ces eaux potables, il faut les traiter.

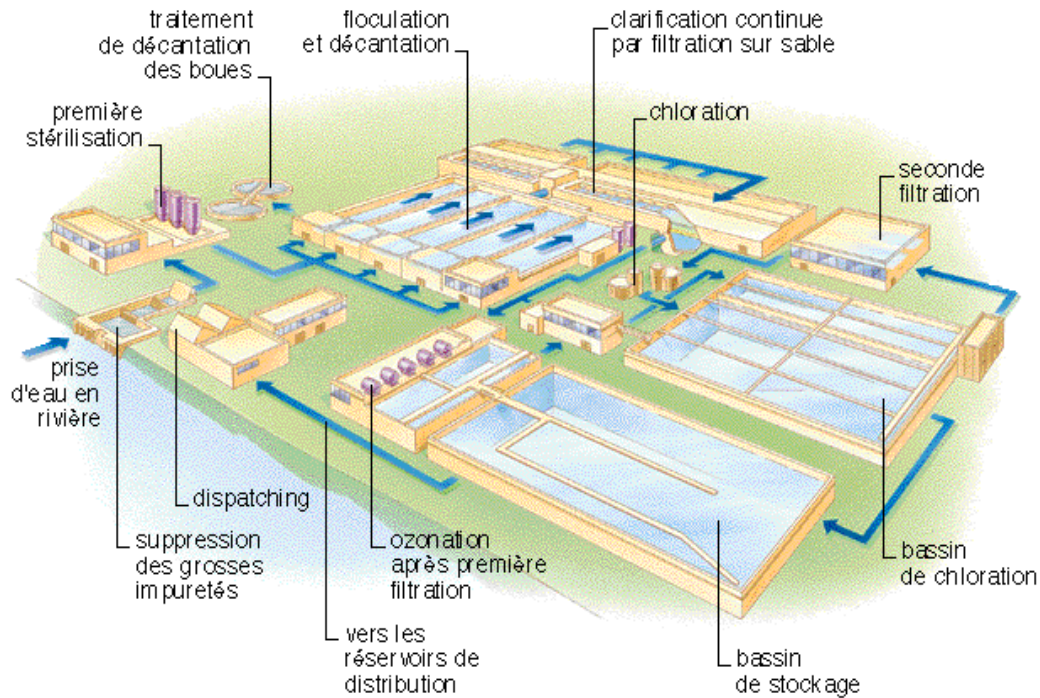


Figure I.4: traitement des eaux

I.4.3. L'adduction

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites vers les lieux de consommation ou les stations de traitements. Il y a deux types d'adduction :

- L'adduction gravitaire
- L'adduction par refoulement

I.4.4. L'accumulation (stockage)

On utilise des réservoirs pour la coordination entre le régime d'adduction d'eau et le régime de distribution d'eau. Le rôle d'un réservoir est de :

- Régulariser l'apport et la consommation d'eau pour permettre aux pompes un refoulement constant.
- Assurer l'alimentation du réseau en cas de panne ou de l'arrêt des ouvrages situés à l'amont.
- Satisfaire les conditions de pression en tout point du réseau de distribution.

- Maintenir l'eau à l'abri des risques de contamination et préserver contre les fortes variations de température.

Les réservoirs ont trois buts :

- Stockage de l'eau
- Réservoirs tampons (c'est-à-dire qu'ils cassent la pression)
- Stockage et Tampons en même temps

I.4.5. La distribution

Elle désigne toute la partie se situant après le réservoir. A 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. Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles (Dupond, 1981). La distribution de l'eau s'effectue à l'aide des réseaux enterrés constitués de conduites et de canalisations sous pression qui comprennent des:

- conduites et pièces spéciales ;
- appareils de robinetterie : vannes, clapets ;
- appareils de mesure : compteurs, débitmètres ;
- appareils de fontainerie : bouches d'incendie.

I.5. Le dysfonctionnement des réseaux d'AEP

Le vieillissement d'une conduite correspond à sa dégradation dans le temps, celle-ci donnant lieu, soit à certains dommages, soit au mauvais fonctionnement hydraulique du réseau.

Mauvais fonctionnement hydraulique du réseau engendré par le vieillissement d'une conduite

- **Chute de pression** : Une conduite en service aura un diamètre diminué à cause de l'entartrage ou des protubérances dues à la corrosion.

- **Fuites diffuses** : Dues aux détériorations des joints ou à la corrosion des tuyaux. Une forte augmentation de leur nombre peut avoir une incidence directe sur le réseau et diminuer le rendement.
- **Ruptures** : Dues à l'action combinées de la corrosion sur la conduite et du mouvement de sol (vibration, séisme, travaux divers). Une rupture peut entraîner une intervention sur le réseau de plusieurs heures, pendant laquelle les abonnés sont éventuellement privés d'eau ou bien subissent une chute de pression.

I.6. Modélisation hydraulique d'un réseau d'eau potable

La modélisation du fonctionnement du réseau cherche à décrire le comportement hydraulique des différents dispositifs du réseau. L'intérêt est de reproduire ce qui se déroule en réalité dans le réseau à l'aide d'un modèle hydraulique.

La représentation et la précision du modèle sont tributaires des objectifs du service de l'eau et des analyses escomptées ; le niveau de détail conditionne donc les résultats de la modélisation (Harrouz, 1996) distingue plusieurs types de modèles :

I.6.1. Modèle pour le dimensionnement du réseau

Le modèle permet de vérifier pour une configuration donnée du réseau, la satisfaction des exigences des abonnés en termes de pression et de débit. L'intérêt est de dimensionner les conduites et dispositifs hydrauliques. L'état des conduites et la demande sont supposés connus.

Le niveau de détail est important, toutes les conduites sont représentées

L'accès à l'eau potable a fait l'objet de nombreuses études réalisées à des échelles différentes. Ces études qui, par le passé, sont beaucoup plus orientées vers les milieux ruraux où l'eau est un facteur de production important, s'intéressent aujourd'hui de plus en plus aux centres urbains du fait de la croissance démographique et spatiale des villes et les problèmes qui en découlent.

I.6.2. Modèle pour l'analyse du fonctionnement hydraulique et diagnostic

Dans ce cas, le modèle cherche à décrire le fonctionnement d'un réseau existant, par la détermination de l'état des conduites à travers la mesure de la rugosité des conduites et la demande des abonnés. Pour un réseau, des données liées à la topologie du réseau, les types

des conduites, la typologie des consommateurs ainsi que des mesures de pression et débits en des points du réseau sont supposés connus. Un calage du modèle permet de déterminer certains paramètres inconnus : rugosité, consommation afin de s'approcher le plus possible du fonctionnement réel du réseau.

I.6.3. Modèle pour la gestion du réseau

Dans ce cas, le modèle servira à décrire le comportement des sources d'approvisionnement, des zones de stockage et des stations de pompage. L'intérêt de ce type de modèle est d'optimiser l'exploitation des sources d'eau et de minimiser les coûts d'exploitation du réseau en régulant le pompage et le stockage de l'eau dans la journée. Ce modèle ne retient que les conduites de grand diamètre servant au transport et à la distribution de l'eau

I.6.4. Modèle pour la mesure de la qualité de l'eau

Dans ce cas, le modèle cherche à décrire les temps de séjour (stagnation) de l'eau dans le réseau. En effet, des temps de séjours importants altèrent la qualité de l'eau dans le réseau. L'objet du modèle est de mesurer l'évolution d'un produit, à titre d'exemple le chlore, dans le réseau et d'en mesurer les concentrations à des points précis du réseau.

I.7. Les Services publics de l'eau potable

Tous les services d'eau reposent sur un socle commun, à la fois technique et réglementaire. Les étapes nécessaires à faire couler l'eau au robinet pour chaque abonné sont invariantes : il faut extraire et rendre potable une eau naturelle, la mettre à disposition des abonnés à leur domicile grâce à des réseaux d'adduction et de distribution.

La continuité du service doit être assurée par la permanence du fonctionnement du service. Et aussi, les gestionnaires des services de l'eau doivent fournir une quantité d'eau suffisante et de bonne qualité à tous les usagers et à un prix abordable (Smets, 2008).

Les réseaux d'eau sont constitués d'ouvrages de captages, stockage, distribution d'eau potable, qui constituent un patrimoine qu'il faut entretenir régulièrement pour assurer quotidiennement les fonctions des services d'eau, mais qu'il faut également renouveler périodiquement, pour assurer la continuité des services sur le long terme. A chacune de ces activités correspondent deux grandes catégories de prestations à effectuer, qui sont indispensables au bon fonctionnement du service :

- ✓ l'investissement : pour le financement et la mise en place de nouvelles infrastructures et la gestion du patrimoine.
- ✓ l'exploitation et la maintenance : L'exploitation consiste à faire fonctionner les infrastructures de pompage, de traitement, de stockage et de distribution, à gérer la clientèle (relèves de compteurs, réponses aux doléances ...) ou encore à assurer une veille permanente (analyses, réglages, vérifications, astreintes).

Un service d'eau potable est un système à trois composantes avec en amont la ressource en eau, puis le service d'eau proprement dit qui comprend un certain nombre de fonctions techniques (production, distribution), administratives (facturation) et en aval des abonnés les consommateurs d'eau (figure I.5).

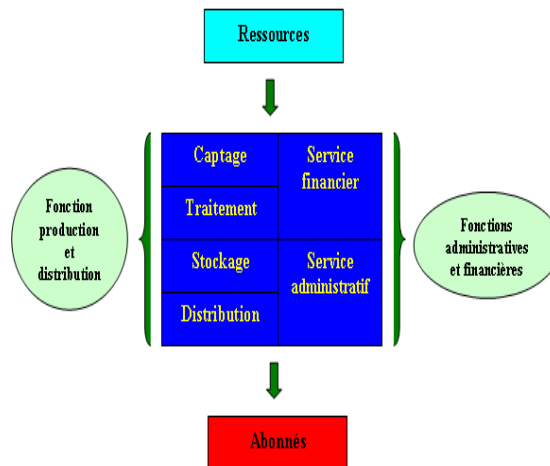



Figure I.5 : Le schéma des services d'eau potable

En Algérie, le réseau d'eau potable est géré par l'Algérienne Des Eaux (**ADE**).

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale le réseau d'alimentation en eau potable; les types des réseaux et les modes de distribution; le choix du tracé et le type des matériaux...etc., ainsi que les différents problèmes pouvant survenir dans un tel réseau.



CHAPITRE II : Présentation de la Zone d'étude

II.1. Introduction

L'état d'Annaba assiste à la mise en place de la nouvelle ville de Draa Erich pour l'extension urbaine, dans ce chapitre on parle de la région d'une vision globale.

II.2. Localisation du site

La nouvelle ville de Draa Errich est située dans la commune d'Oued ElAneb, Daïra de Berrahal. La ville aura une délimitation plus ou moins régulière et une superficie totale de **1446 ha**, Une vision globale est requise pour un aménagement plus cohérent et une délimitation claire avec des frontières physiques (artificielles) plus visibles tels que les chemins de la wilaya n°12 et 20.

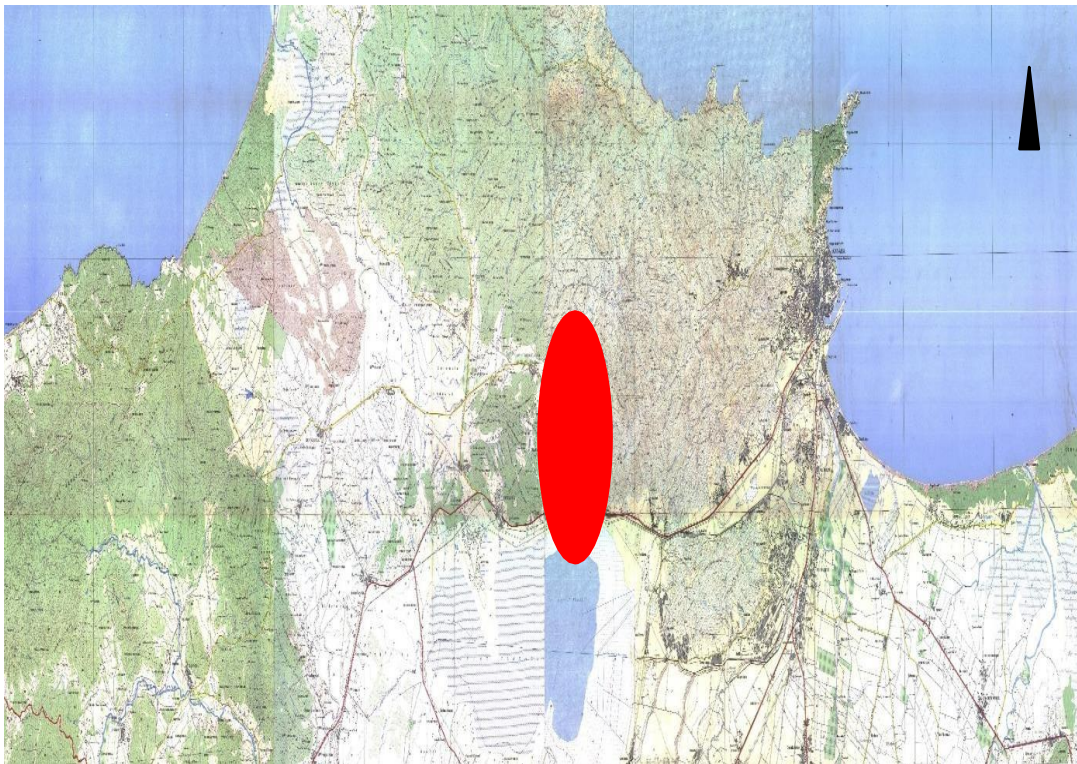


Figure II.1: Situation géographique de la ville de Draa Errich

II.3. Situation climatique

II.3.1. Climat:

La zone d'étude appartient au climat méditerranéen sub-humide Chaud, caractérisé par une période humide et fraîche qui s'étale, du mois de Novembre au mois d'Avril et une saison sèche et chaude le reste de l'année.

II.3.2. pluviométrie:

Le régime pluviométrique de la wilaya d'Annaba, est de type méditerranéen, caractérisé par deux saisons l'une chaude et sèche (Mai à Octobre), et l'autre humide et douce (Novembre à Avril).

Il est observé des pluies abondantes en hiver qui diminuent presque régulièrement au printemps et parfois quelques millimètres par mois pendant la période d'été

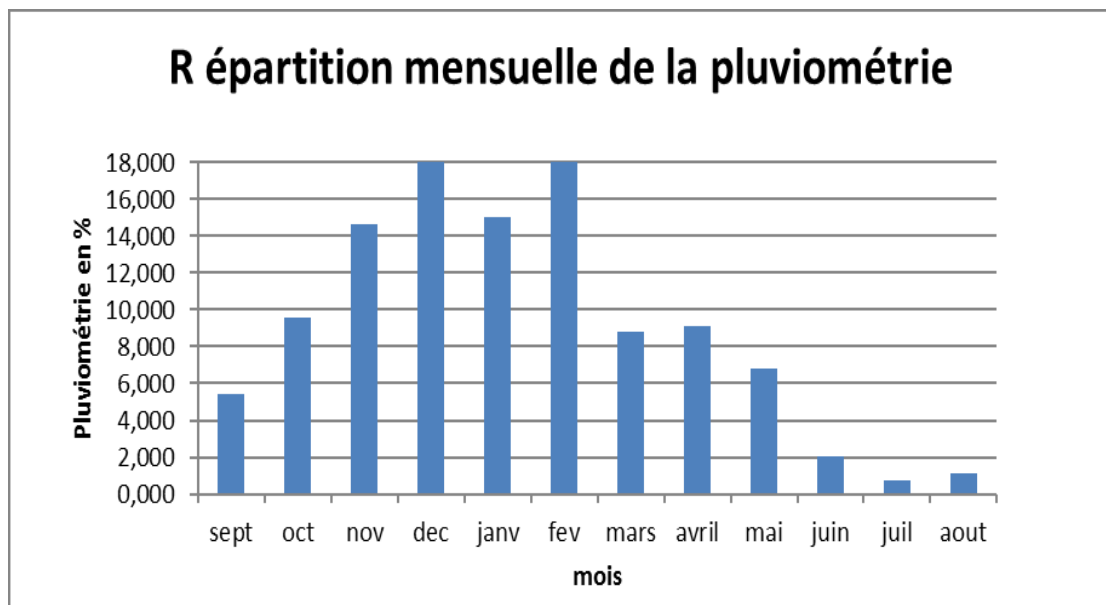


Figure II.2: Répartition mensuelle de la précipitation (en %) à la station de Berrahal.

II.3.3. Températures:

La température est un facteur important régissant le phénomène d'évapotranspiration et d'onde déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

Cette zone d'étude connaît aussi une variation dans les températures selon les deux saisons (saison de pluie et saison sèche), avec des températures moyennes allant de 11c° au mois de Janvier à 25.2c° au mois d'Aout pouvant atteindre un maximum de 30.9c°.

Tableau II.1: Températures moyennes (station de Annaba: ONM-Période: 1990–2005)

Mois	Janv	Fevr	Mars	Avri	Mai	Juin	juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T° Moy	11,5	11,8	13,2	15	18.1	21.7	24.4	25.4	23.6	20	15.7	12.5
T° mini	6.9	6.9	8	9.9	12.8	16.4	18.8	19.9	18.2	14.7	10.8	8
T° maxi	16	16.6	18.3	20.2	23.3	27	30	30.9	28.9	25.2	20.7	17

II.3.4. Les vents

Les vents les plus fréquents soufflent du secteur Nord-Ouest suivant une direction Nord-Ouest est Sud-est avec une moyenne annuelle de 42%. Les vents les moins fréquents sont ceux du Sud-est et du Sud-ouest avec une moyenne de 2%

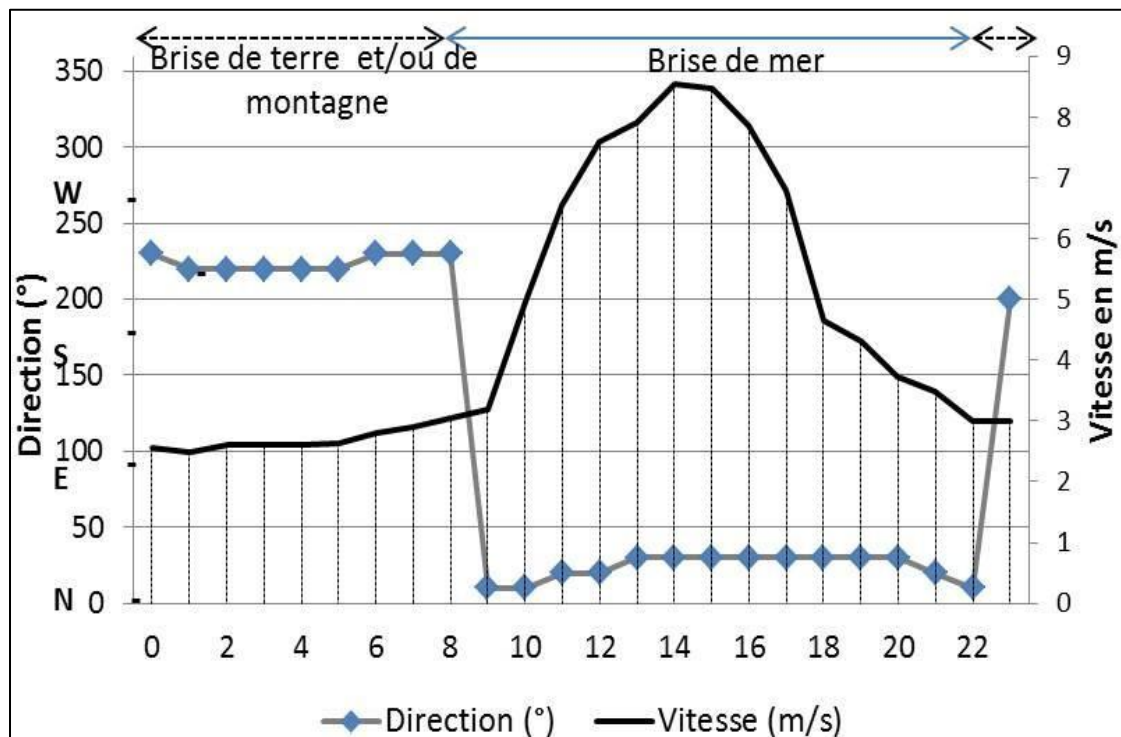


Figure II.3: Direction dominante du vent et sa vitesse 3-8m/s à l'échelle horaire à Berrahal durant la saison chaude (juin à septembre).

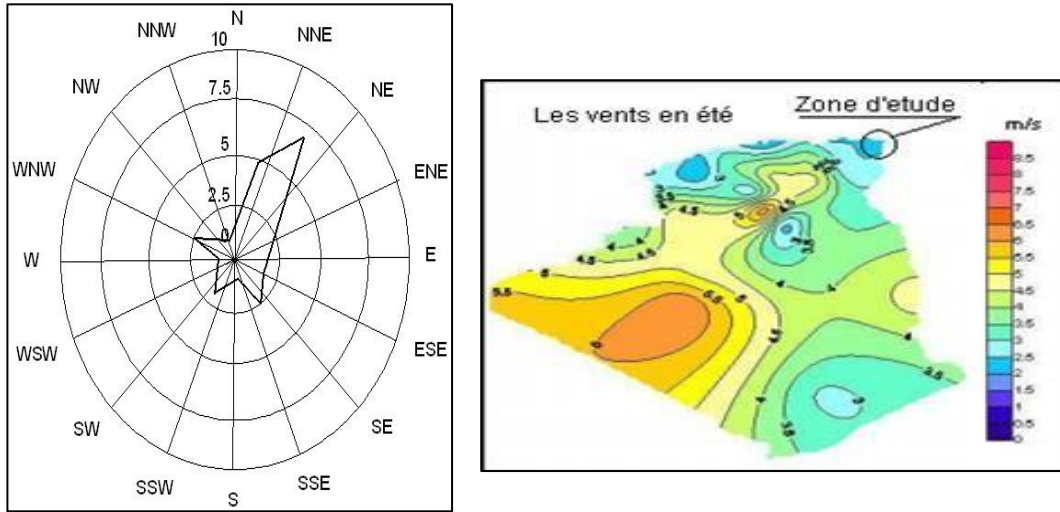


Figure II.4: Carte saisonnière des vents.

II.3.5. Ensoleillement

Le soleil a un minima au solstice d'hiver en début d'hiver et un maxima au solstice d'été en début d'été.

Le minima du solstice d'hiver est la plus courte journée avec un soleil qui se lève à 7H45mn et se couche à 17H15 mn au niveau des communes d'Annaba ElHadjaret Berrahal (soit une journée de 9 H 30 mn).

Le maxima du solstice d'été est la plus longue journée avec un soleil qui se lève à 4H 45 mn et se couche à 19H55 mn dans les mêmes communes citées ci avant (soit une journée de 15H 10 mn).

Le nombre moyen de jour d'ensoleillement continu par an est de 160j /365j ; Le nombre moyen de jour nuageux sans pluie par an est de 150j/365j; Le nombre moyen de jour de pluies discontinu et continu par an est de 55j/365j, (données NOAA1970-2016).

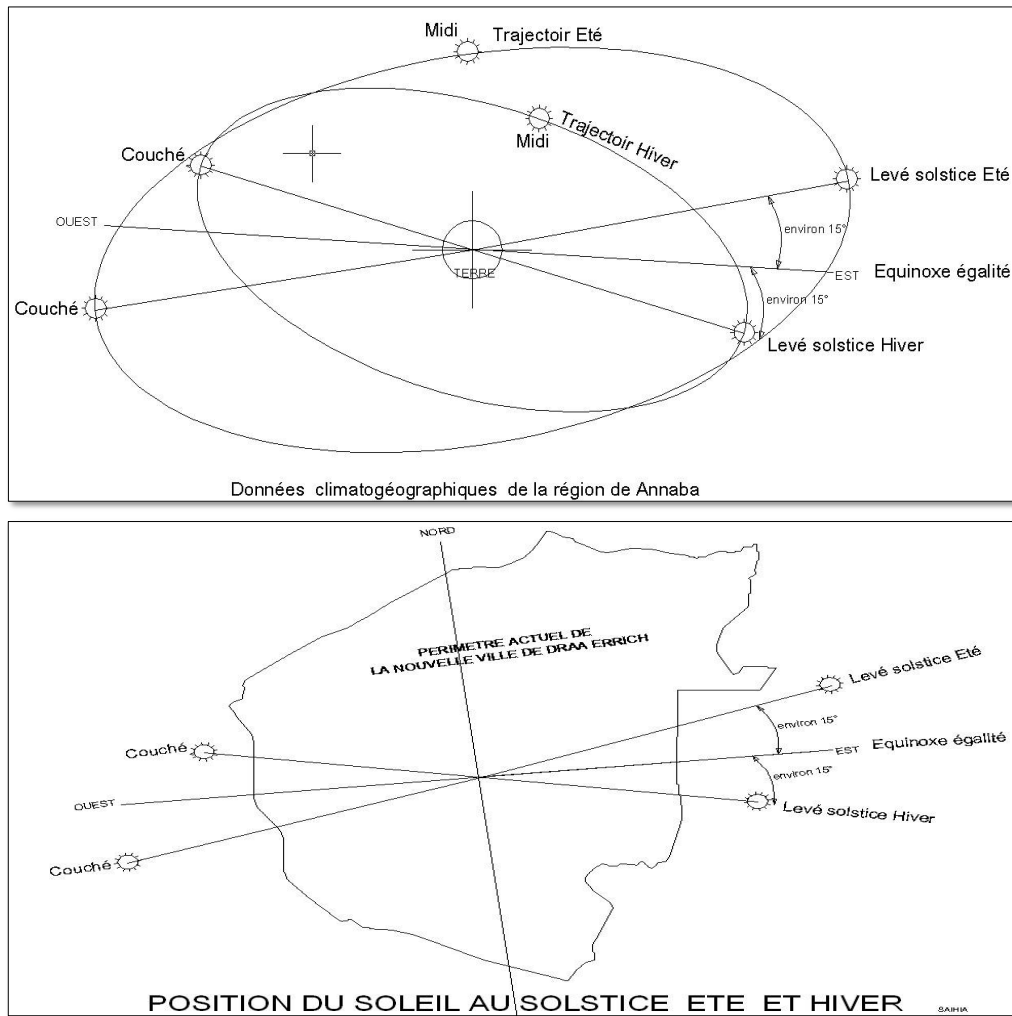


Figure II.5:Graphes d'ensoleillement à Annaba, El Hadjar, Berrahal

II.4. Géologies

La région de Draa Errich située à l'Ouest de la ville d'Annaba, est considérée comme le prolongement des terrains du massif de l'Edough. Les formations géologiques constituant la zone étudiée, sont représentées essentiellement par des schistes micacés et des micaschistes. Le gneiss est omniprésent mais souvent altéré à la surface et la région est aussi connue par la présence de grès de Numidie et d'argile

La surface est recouverte par des sables parfois micacés et des sables argileux, issus

Probablement de l'altération du gneiss et du gré

II.5. Conclusion

Ce chapitre a présenté généralement les caractéristiques climatique, géotechnique, hydrique, topologique et économique qui qualifient la région de Draa Erich d'avoir la faveur d'être la nouvelle ville.



CHAPITRE III : Système d'alimentation en eau de Draa Errich

III.1. Introduction

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération est la phase primaire dans la conception d'un réseau d'alimentation en eau potable.

Les besoins en eau d'une agglomération dépendent de plusieurs paramètres:

- Du type d'agglomérations;
- Du niveau de vie;
- Des différents équipements existants;
- Du taux d'accroissement de la population;

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

III.2. Estimation des besoins en eau

III.2.1. Évolution de la population:

Le nombre d'habitant de la zone a été calculé non pas sur la base du nombre d'habitant actuel et le taux d'accroissement mais sur la base de la répartition de l'agglomération (nombre de logements) d'une part, et sur la base des d'aménagement comportant les zones d'extensions possibles.

Cette méthode permet une meilleure estimation des débite aux nouds car elle est basée le nombre d'habitant réel raccordé à une telle conduite.

Tableau.III.1: estimation de la population actuelle

Les zones	Nombre de logement	Occupation par logement	Nombre d'habitant
Zone A	3000	5	15000
Zone B	4000	5	20000
Zone C	1600	5	8000

Zone D	4000	5	20000
Chef-lieu	1000	5	5000
Total	13600	5	68000

III.2.2. Estimation des besoins en eau potable de la population:

La consommation d'eau varie en fonction du type de consommateur. Avant tout projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de se procéder à un recensement de toutes les catégories de consommateurs rencontrés au niveau d'une agglomération.

Pour notre étude, il est nécessaire de se pencher sur les différentes catégories de besoins tels que :

- Besoins domestiques.
- Besoins scolaire.
- Besoins administratif.
- Besoins socioculturels.
- Besoins commerciaux.
- Besoins sanitaire.

III.2.3. Les besoins domestique:

L'estimation des besoins domestique en eau potable dépend de l'accroissement démographique et de l'amélioration du niveau de vie pour répondre à tous les types de consommateur, la dotation moyenne selon la source URBAN de la wilaya d'Annaba est **110 L/J/Hab.**

La consommation moyenne journalière est définie comme étant le produit de la dotation moyenne journalière par le nombre de consommateurs d'où

$$Q_{moy j} = \frac{n \times d}{1000} [m^3/j] \quad (Eq.III.1)$$

Tableau.III.2: consommation moyenne journalière

Zone de la ville	Nombre d'habitant future	Dotation (l/j/hab)	Consommation moyenne journalière $Q_{moy j}(m^3/j)$
Zone A	17944	110	1973,84
Zone B	23926	110	2631,86
Zone C	9571	110	1052,81
Zone D	23926	110	2631,86
Chef-lieu	5982	110	658,02
totale	81349	110	8948,39

III.2.3.1. Étude des variations des débits

La consommation n'est pas constante tous les jours de l'année; elle subit des fluctuations selon les mois de l'année, selon les semaines du mois, selon les jours de semaines et selon les heures de la journée. Cette variation reflète dans le temps du rythme des activités humaines. Les facteurs généraux affectant la consommation sont:

- Les pertes dans le réseau et chez les consommateurs.
- Importance de la ville.
- Présence d'industries.
- Qualité de l'eau.
- Coût de l'eau.
- Pression de l'eau.
- Caractéristiques de la population.
- Compteur d'eau.

III.2.3.2. Coefficient de variation journalière K_j

L'inégalité de la consommation due à la variation journalière du débit utilisé d'une période à une autre est exprimée par le coefficient journalier K_j :

Le coefficient dépend du:

- degré de confort de la population,
- l'importance de la ville.

Sa valeur variant entre : $K_{\max} \in [1,1 - 1,3]$ On prend $K_{\max j} = 1,3$

III.2.3.3. Coefficient de variation horaire K_h :

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée, il est déterminé par la formule suivante: $K_h = \alpha_{\max} \times \beta_{\max}$

α_{\max} : tient compte des conditions locales comme le degré du confort des maisons ainsi que le régime de travail, elle est comprise entre $1,2 < \alpha_{\max} < 1,4$, pour notre calcul on prend : **$\alpha_{\max} = 1,2$** .

β_{\max} : Un coefficient lié à l'accroissement de la population sa valeur est obtenue à partir du tableau suivant :

Tableau.III.3: β_{\max} en fonction de la population

Population (hab)* 10^3	1	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300
β_{\max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1.03

Tableau.III.4: Calcul du coefficient horaire de chaque zone

Zone de la ville	α_{\max}	β_{\max}	K_h
Zone A	1,2	1,22	1,46
Zone B	1,2	1,19	1,43
Zone C	1,2	1,31	1,57
Zone D	1,2	1,19	1,43
Chef-lieu	1,2	1,4	1,68

III.2.4. Besoins des équipements

Compte tenu des quantités d'eau prévues pour l'alimentation d'équipement; ces besoins sont situés entre 10% et 35% de la consommation domestique moyenne journalière, cette dernière est classée généralement en différentes catégories de consommation de l'eau.

III.2.4.1. Besoin sanitaire

On entend par besoin sanitaire, les quantités d'eau demandées par les polycliniques et de centres de santé de la commune.

III.2.4.2. Besoin industrielle

Elle correspond aux besoins en eau des établissements industriels implantés dans la ville. Elle est difficile à évaluer, car il existe une grande variation de consommation selon le type d'industrie.

III.2.4.3. Consommation commerciale

C'est l'eau utilisée dans les zones commerciales comme les marchés, les centres de commerce. Généralement les consommations en eau sont mesurées dans chaque établissement à l'aide de compteurs. Ainsi pour un marché de quartier.

III.2.4.4. Consommation touristique

La consommation touristique englobe la consommation de toutes les infrastructures touristiques telles que les hôtels classés; les complexes touristiques et les villages des vacances.

Remarque: dans notre cas on a pris un 30% du débit domestique comme débit d'équipement.

Tableau.III.5: Calcul des débits d'équipement

Zone de la ville	Q moy j	Coefficient d'équipement	Débit des équipements
Zone A	1973,84	0,3	592,152
Zone B	2631,86	0,3	789,558
Zone C	1052,81	0,3	315,843

Zone D	2631,86	0,3	789,558
Chef-lieu	658,02	0,3	197,406

III.2.5. Perte de charge

Les pertes sont du à un manque d'étanchéité au niveau des joints des canalisations favorisant ainsi les fuites d'eau dans le réseau, mais aussi à des tuyaux défectueux du réseau public de distribution d'eau potable. Compte tenu des quantités d'eau prévues pour les fuites de réseau de distribution, il est à noter:

- Réseau de distribution bien entretenue, les pertes aboutissent au 25% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution moyennement entretenue ; les pertes sont comprise entre 25% de la consommation moyenne journalière.
- Réseau de distribution mal entretenue ; les pertes aboutissent ou dépasse les 50% de la consommation moyenne journalière.

Tableau.III.6 : Calcul du débit de perte

Zone de la ville	Débit des équipements	Q moy j	Débit équipement + Q moyj	Q perte
Zone A	592,152	1973,84	2565,992	641,498
Zone B	789,558	2631,86	3421,418	855,3545
Zone C	315,843	1052,81	1368,653	342,16325
Zone D	789,558	2631,86	3421,418	855,3545
Chef-lieu	197,406	658,02	855,426	213,8565

- Débit moyen total : $Q_{moyT} = Q_{domestique} + Q_{equipements} + Q_{perte}$

Tableau.III.7 : Débit moyen total

Zone de la ville	Q moy T
Zone A	3059,45
Zone B	3421,42
Zone C	1368,65
Zone D	3421,42
Chef-lieu	855,43
Total	11632,91

- Débit max journalier : $Q_{\max J} = K_{j\max} \times Q_{\text{moy T}}$ [m^3/j]

Tableau.III.8 : Calcul du débit max journalier

Zone de la ville	$K_{j\max}$	Q moy T	Q max j
Zone A	1,3	3059,45	3977,29
Zone B	1,3	3421,42	4447,84
Zone C	1,3	1368,65	1779,25
Zone D	1,3	3421,42	4447,84
Chef-lieu	1,3	855,43	1112,05

- Débit moyen horaire : $Q_{\text{moy H}} = \frac{Q_{\max j}}{24}$ [m^3/h]

Tableau.III.9 : Calcul du débit moyen horaire

Zone de la ville	Q max j	Q moy h
Zone A	3977,29	165,72

Zone B	4447,84	185,33
Zone C	1779,25	74,14
Zone D	4447,84	185,33
Chef-lieu	1112,05	46,34

- Débit max horaire : $Q_{\max H} = K_h \times Q_{\text{moy}H}$ [m^3/h] et [l/h]

Tableau.III.10 : Calcul du débit max horaire

Zone de la ville	K_h	Q moy h	Q max h [m^3/h]	Q max h [l/h]
Zone A	1,46	165,72	242,61	242614,54
Zone B	1,43	185,33	264,65	264646,68
Zone C	1,57	74,14	116,54	116540,80
Zone D	1,43	185,33	264,65	264646,68
Chef-lieu	1,68	46,34	77,84	77843,77

III.3. Les sources d'eau qui alimente la ville Draa Errich

III.3.1. Station de traitement de Chaiba

La nouvelle ville de Draa Errich sera alimentée en première phase par la station de traitement Chaiba. Il a été arrêté lors d'une réunion au siège de la DRE Annaba un cota réservé pour la nouvelle ville Draa Errich de $15000 \text{ m}^3/\text{j}$.

Cette quantité d'eau sera réservé a partir d'un réservoir tampon projeté à la cote 95m de capacité 2500 m^3 à Chaiba mitoyen des deux réservoirs existant $2 \times 2500 \text{ m}^3$ à la même cote.

Ce réservoir sera alimenté par un piquage en DN 800mm sur la conduite de refoulement existante DN 800mm alimentent les deux réservoirs existant $2 \times 2500 \text{ m}^3$ Chaiba.



Figure III.1: Station de traitement Chaiba

III.3.2. Ressource

La ressource est une structure permettant le captage de l'eau. La prise d'eau se fait habituellement par un captage d'eau de surface (rivière, lac, barrage, etc.). En l'absence d'une telle source, ou lors que l'eau de surface est trop polluée, on procède au captage d'eau souterraine (forage, puits, galeries, sources, ...).

Le Chef-lieu de la ville Draa Errich ; est autonome en matière d'alimentation en eau potable il; puise ces ressource par des forages (forage1 et forage2) ; dont les caractéristiques sont :

Forage 01 : possède une station de pompage d'une cote de 45m; et une hauteur manométrique de la pompe 130m qui débite 81 l/s dans une conduite de refoulement 60mm galvanisé vers un réservoir de stockage 500m³ a la cote 94m qui distribue au abonnée.

Forage 02 : possède une station de pompage a la cote 35m et une hauteur manométrique de 130m; qui refoule de une conduite en PEHD vers le même réservoir de 500m³ a la cote 94m.

La figure 02 présente les forages et le réservoir qui alimente le Chef-lieu :



Figure III.2:(forage01 et forage02) qui alimente le réservoir et le chef lieu

III.3.3. La station de pompage

C'est le dispositif de production. Sa capacité est fonction du ou des réservoirs de stockage.

Elle est constituée des ouvrages et des équipements suivants :

- Bâche d'aspiration.
- Chambre de télé-contrôle et d'automatisation.
- Groupes électropompes.
- Autres équipements en amont et en aval des pompes (vannes, clapets, manomètres, etc.).

On remarque l'existence de plusieurs pompes. Ceci permettra d'un côté, de minimiser la consommation de l'énergie électrique, car le débit produit est réparti sur l'ensemble des pompes, et de l'autre côté, d'assurer la continuité du service en cas de panne de l'une d'elles.

III.3.4. Adduction

Il sera projeté une conduite d'adduction gravitaire. Constituée par deux tronçons le premier faisant des débits de route ou il est prévu deux attentes : la première en DN 400 mm réservé

pour alimenter Kharaza par un débit de 130 l/s, la second en DN 300 mm destiné pour alimenter Oued Zied par un débit de 70 l/s (ces débits ont été arrêtés par la DRE Annaba).

Le deuxième tronçon véhiculera un débit de 174 l/s qui arrivera a la cote 62 m a Draa Errich ou il sera projeté trois réservoirs de capacité 5000 m³ avec une station de pompe.

Donc la conduite d'adduction projetée véhiculera un débit total égal a 374 l/s jusqu'au piquage Kharaza. Soit une conduite en DN 800 mm avec une vitesse de 0,75 m/s et une perte de charge linéaire unitaire $j = 0,527$ (m/km). Après le piquage Kharaza le debit sera de DN 600 mm en fonte avec une de 0.86 m/s et une perte de charge linéaire unitaire $j=0.987$ (m/km) jusqu'au piquage Oued Zied.

Après le piquage d'oued Zied le débit sera 174 l/s véhiculé par une conduite en fonte DN 600 mm avec une vitesse de 0.62 m/s et une perte de charge linéaire $j=0.524$ (m/km) jusqu'au réservoir 2×5000 m³ cote 62 m Draa Errich. (Figure III.3).

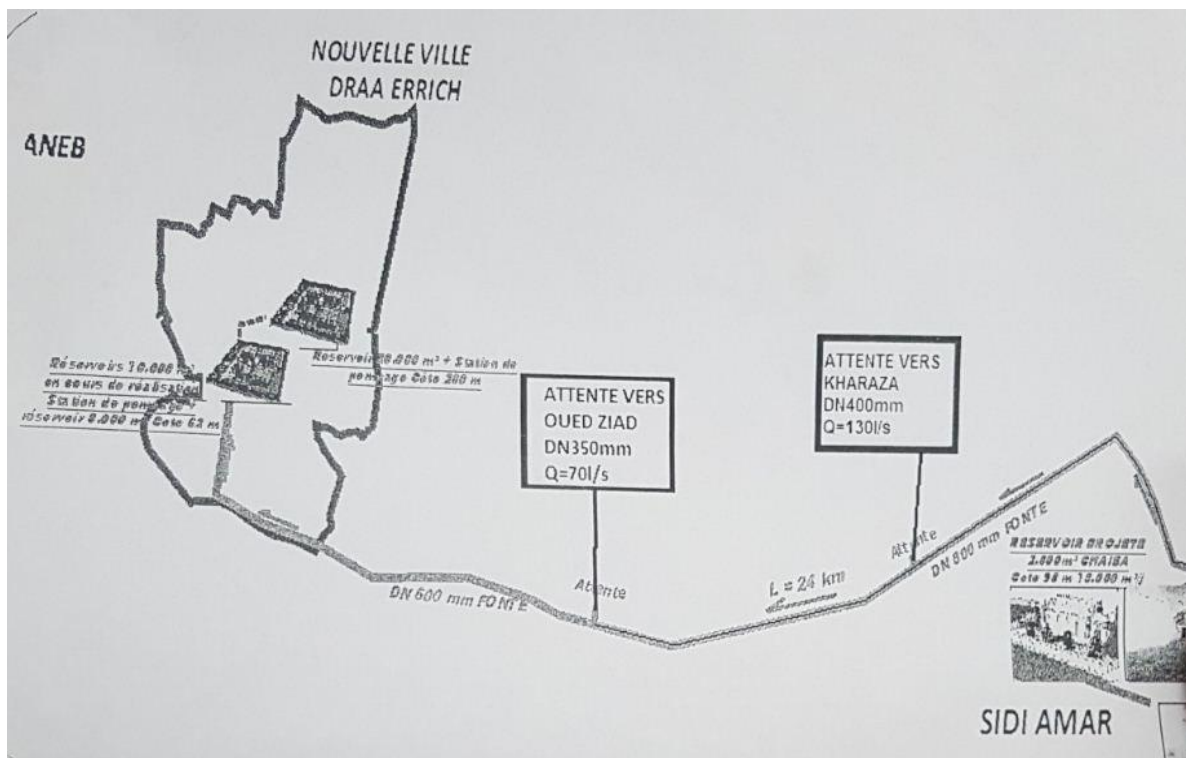


Figure III.3: adduction chaiba Draa Errich

- Adduction gravitaire de la station de pompage Draa Erriche vers un réservoir (2×2500m³) par une conduite de 400mm de diamètre en PEHD (figure III.4) d'après (Urban).

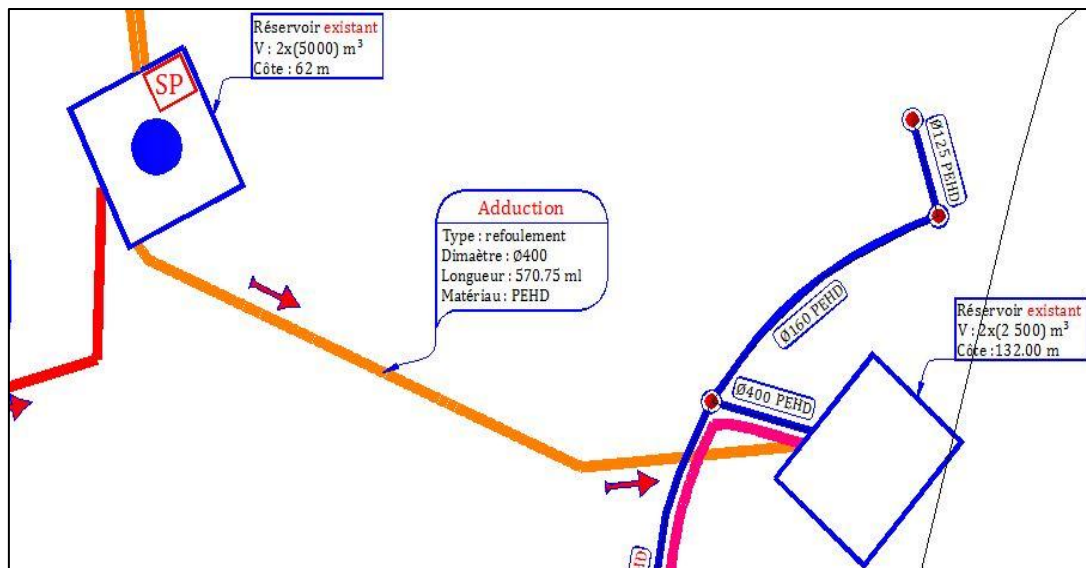


Figure III.4: adduction gravitaire

- Adduction gravitaire d'un réservoir de cote 155m et de capacité $(2 \times 5000 \text{ m}^3)$ vers un autre de même capacité de cote 105m par une conduite en PEHD de 400mm (Figure III.5).

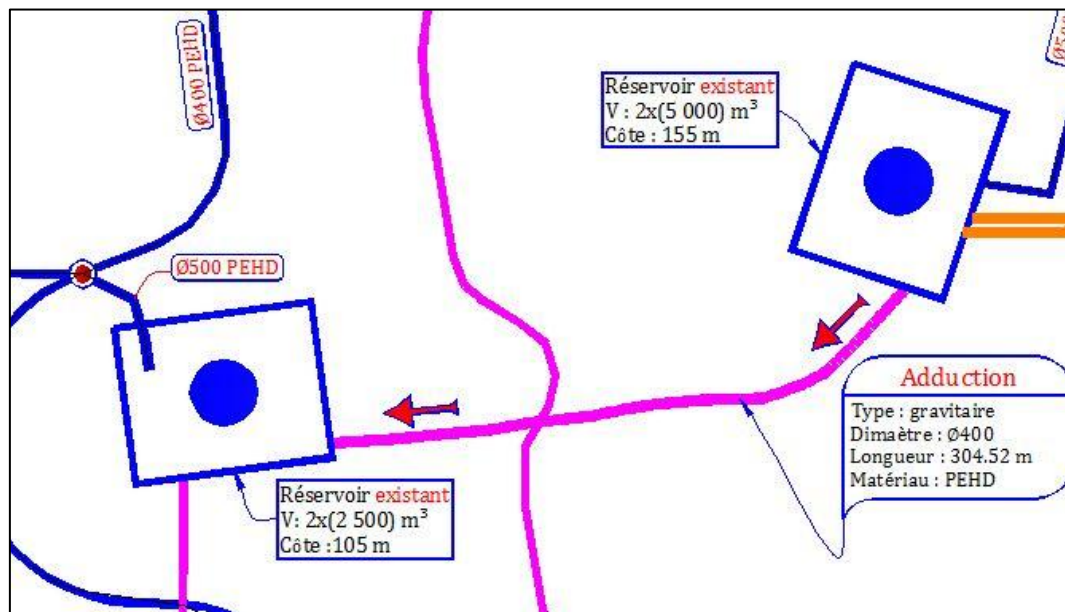


Figure III.5: Adduction gravitaire d'un réservoir a un autre

III.3.5. Distribution d'eau potable de Draa Errich

La distribution d'eau potable vers les abonnés dans la ville et assurée par une composition de réseau ; **maillé** et **ramifié**.

- Réseau maillé : Ce type de réseau offre des avantages hydrauliques particulièrement intéressants puis qu'il permet l'alimentation en un point par plusieurs directions.
- Réseau ramifié : Cette ossature est caractérisée par une alimentation à sens unique.

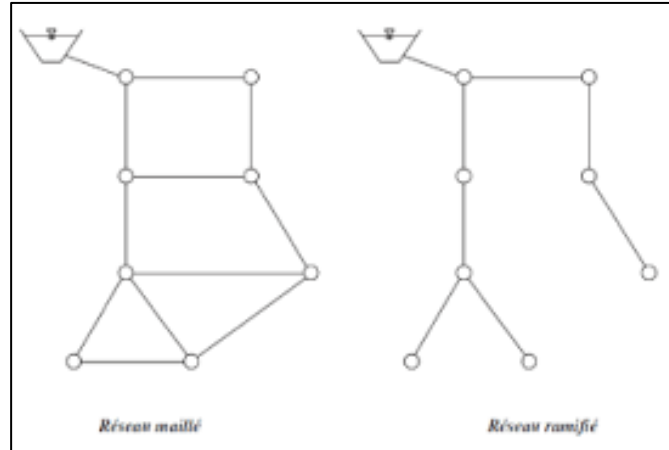


Figure III.6 : types des réseaux maillé et ramifié

III.3.6. Conduites de distribution d'eau potable de la ville Draa Errich

Le réseau de distribution de la ville est composé d'environ 72613,52m de canalisation ; distribuant un volume d'eau de 15000m³/j.

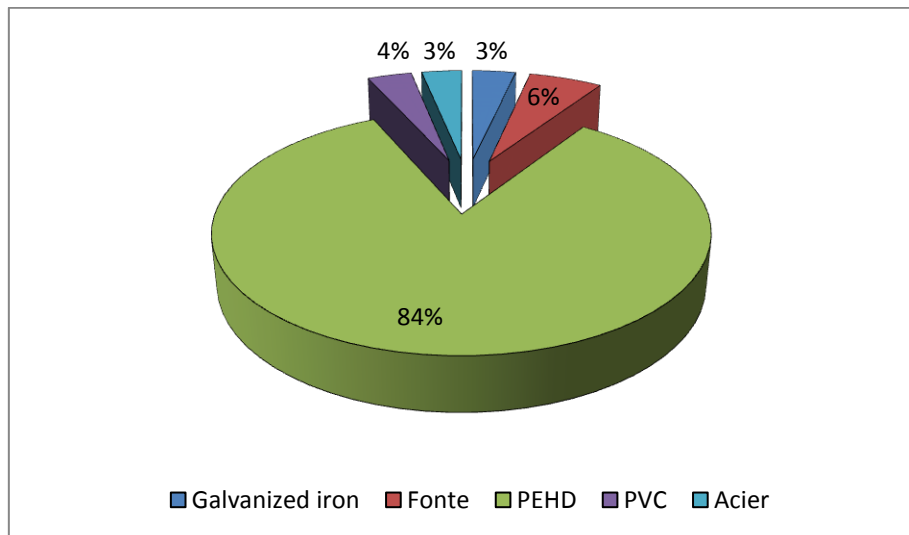


Figure III.7 : la répartition des matériaux des conduites en fonction de leur pourcentage

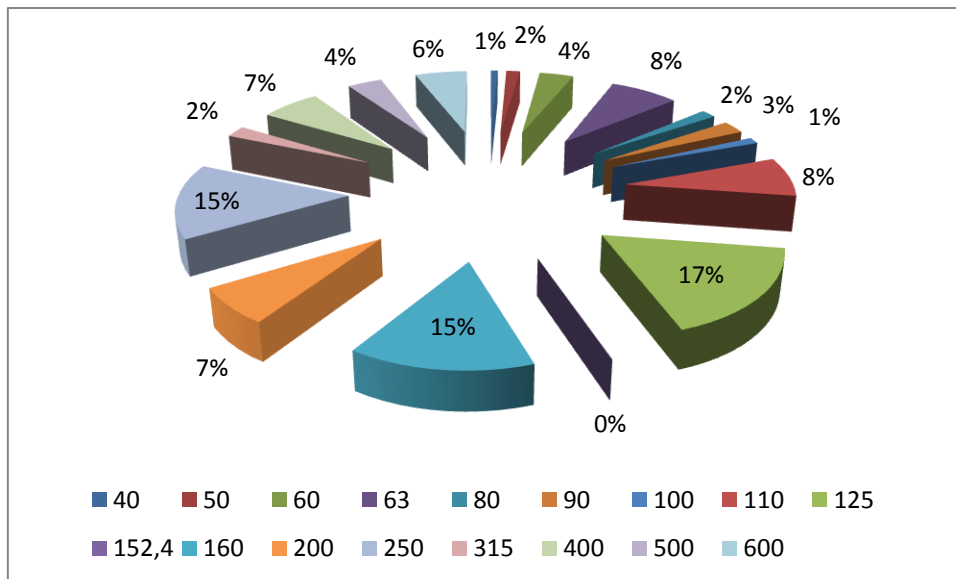


Figure III.8: la répartition des conduites en fonction de leur diamètre

Le PEHD : est le matériau le plus utilisé ; avec 84%. Le linéaire est composé essentiellement de diamètre 125mm ; Il s'est imposé depuis le début des années 2000 et constitue le matériau de faveur moderne pour la construction des réseaux et des branchements.

III.3.6.1. Les tuyaux semi rigide PEHD "Polyéthylène à haute densité"

Parmi tous les plastiques, le polystyrène présente la structure moléculaire la plus simple grâce à l'enchaînement de segments de CH₂. Il en résulte une molécule très allongée avec peu de ramification. Selon le procédé de fabrication employé, le polyéthylène peut présenter une densité élevée (PE-BD).

Ces deux produits se distinguent par le nombre de ramifications, qui reflète le niveau de cristallinité. Plus le nombre de ramifications est faible, plus la cristallinité est élevée car les molécules peuvent fixer très étroitement par les forces d'attractions internes. Une cristallinité importante signifie aussi une densité supérieure et un régime de fusion plus élevé sur cristallite.

Les masses moléculaires vont de 300000 pour le domaine des conduites tubulaires et de la construction d'appareils à >1 000000 pour les applications très résistantes à l'usure.

Il se représente sous forme couronne de 25, 50, 100 ml. Ils sont très souple et léger d'une grand facilité de pose leur faible rugosités leur confère une capacité de transport supérieur à s'aide de tuyau de même diamètre des autre matériaux.

Le polyéthylène haut densité est un matériau synthétique, qui allie :

- Alimentaire,
- Inertie chimique et électrique,
- Résistance naturelle à la corrosion,
- Excellent coefficient de glissement,
- Souplesse,
- Légèreté.

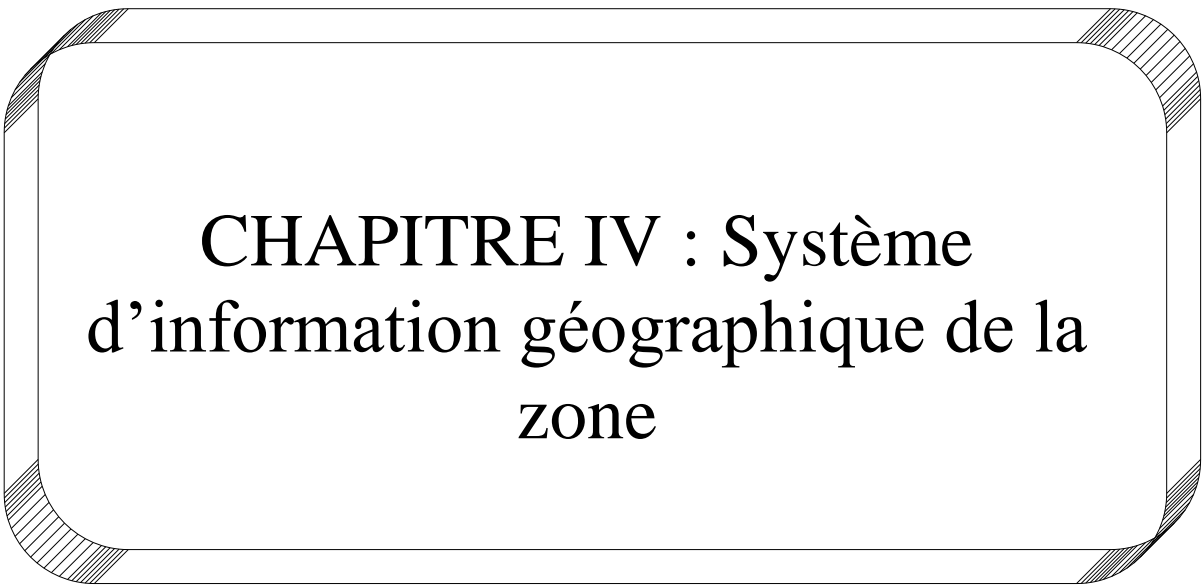


Figure III.9: type de conduite PEHD

III.4. Conclusion

Cette Zone de Draa Erich sera alimentée principalement à partir des réservoirs semi enterrés projetés $2 \times 2500 \text{ m}^3$; le réseau de distribution est maillé avec des ramifications à l'extérieur des mailles.

Les diamètres des canalisations varient entre 400/327.4 et 110/90 mm, on propose que le matériau à adopté soit le PEHD à PN 10bar.



CHAPITRE IV : Système d'information géographique de la zone

IV.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 pré requis à toute tentative d'analyse [Blindu I, 2004].

IV.2. Définition du 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
- la gestion de l'information

La définition américaine provienne du comité fédéral de coordination Inter-agences pour la cartographie numérique :

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".

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".

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).

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 [Atba, 2013].

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.

IV.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.

IV.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.

IV.5. Rôle 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.

IV.6. Composants d'un SIG

Un SIG est constitué de cinq composants majeurs :

IV.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).

IV.6.2. Les données

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

IV.6.3. Les matériels informatiques

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

IV.6.4. Les méthodes

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

IV.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.



Figure IV.1 : Composants d'un SIG

IV.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.

IV.8. Fonctionnalité du 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 ; ARCHIVAGE ; ABSTRACTION ; ANALYSE ; AFFICHAGE.

IV.9. Données nécessaires pour la construction d'un SIG

Ces données sont les suivantes :

- Les Fonds de plan: avec représentation de l'habitat et des voies de communications et des équipements publics (plans sur papier ou des fichiers numériques AutoCad ou MAPINFO)
- Les investigations effectuées sur le terrain avec des équipes
- L'implantation des caractéristiques des éléments constituant le système d'AEP de la ville

À savoir :

1. Les réseaux de distribution et les Conduites d'adduction
2. Les réservoirs de stockage
3. Les Points d'eau: forages
4. Les Station de pompage

IV.10. Les modes d'acquisition des données

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

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

IV.11. L'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.

IV.12. Mode de stockage des données du SIG

Il existe deux modes de représentation des données sous un environnement SIG :

- Le mode raster.
- Le mode vecteur.

IV.13. 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).

IV.14. Le système d'information géographique pour le réseau D'AEP

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

Les différentes fonctionnalités dont dispose les SIG, leur permettent d'acquérir les plans à élément du réseau et leurs caractéristiques associées. 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 particuliers 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 1/2000, 1/500). A partir de ces

supports on peut redéfinir des objets et associer à chaque objet ses caractéristiques. D'un point de vue du dessin, les canalisations sont représentées par un ensemble de segments et autres éléments du réseau tels que les vannes, les ventouses, les poteaux et les boucles d'incendies...etc., sont représentés par des schémas codés [Blindu I, 2004].

L'application du SIG, aux réseaux d'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 I, 2004].

IV.15. Présentation du logiciel ArcGis

Le logiciel ARCGIS est un logiciel d'information géographique qui a été développé par la société américaine ESRI. ARCGIS a développé différentes gammes de produits :

- SIG bureautique : Arcview ; ArcEditor ; ArcInfo ;
- SIG serveur : ArcIMS; ArcGis Server; ArcGis Image Server;
- SIG pour développeurs : Extensions afin de développer SIG bureautique ;
- SIG Nomade : ArcPad et ArcGis pour travail de terrain.

ArcGIS est l'un des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) les plus utilisés.

Ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales. ArcGIS offre un ensemble de fonctionnalités permettant d'appliquer dans toutes activités une analyse basée sur la localisation et la géographie. Faites émerger de nouvelles informations en utilisant des outils contextuels pour analyser et visualiser les données. Ensuite, partager ces analyses et collaborer avec d'autres utilisateurs via des applications, des cartes et des rapports.

ArcGIS fournit des outils contextuels pour la cartographie et l'analyse spatiale pour explorer et partager des données basées sur la localisation, tous ces outils nécessaires nous permettent d'élaborer ce modeste travail de cartographie et création de la base de données pour la gestion du réseau d'AEP de Draa Riche.

IV.15.1. Environnement du logiciel

ARCGIS est classiquement composé d'une barre des menus et de barres d'outils variées selon les besoins. C'est à partir de la barre des menus que nous accédons à la plupart des fonctions d'ARCGIS. Du fait de son historique à orientation cartographique, ARCGIS possède des menus orientés vers cette dernière, et des menus complémentaires, traitant plus spécifiquement des SIG.

IV.15.2. Interface et barres d'Outils

Le logiciel QGIS est à l'image de nombreux logiciels SIG, composé :

- d'une partie supérieure avec les Menus et Barres d'outils (figure IV.2),
- d'une partie gauche qui contient les noms des couches ouvertes, d'une partie droite pour l'affichage géométrique des entités des couches.

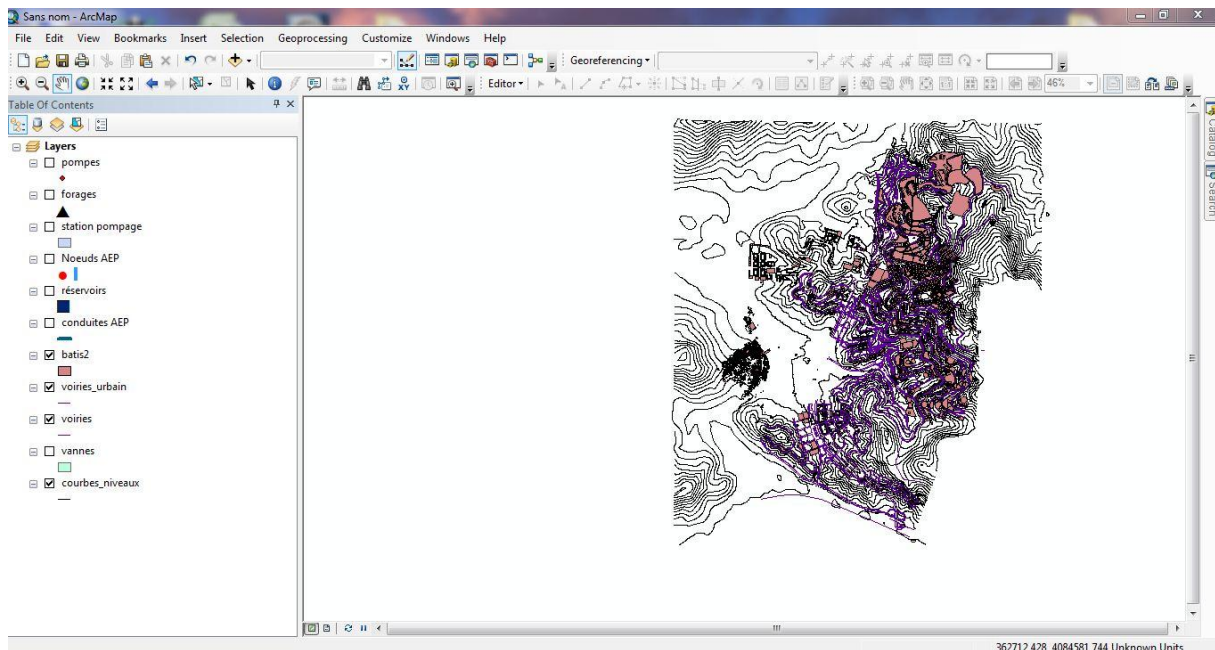


Figure IV.2 : Interface et barres d'Outils

La plupart des actions de ces menus sont repris sous formes de barres d'outils :

- Le menu **Fichier** (nouveau, ouvrir, fermer ou enregistrer des projets...) est classique des logiciels couramment utilisés. Le projet est le fichier dans lequel les travaux seront enregistrés. Reportez-vous à la fiche.
- Le menu **Editer** (copier, coller, ajouter ou supprimer...) permet d'accéder à toutes les fonctionnalités d'édition d'entités géographiques.
- Le menu **Vue** permet d'accéder aux outils de déplacement et d'interrogation des données géographiques.
- Le menu **Couche** gère la possibilité d'ajouter ou retirer des couches (vecteurs, rasters ou WMS) du projet, ainsi que les actions classiques de gestion des couches (voir les attributs des couches ou activer l'édition de couche...).
- Le menu **Préférences** referme l'accès aux propriétés du projet et celles logiciel en général.
- Le menu **Aide** renferme des éléments d'aide complémentaires.

IV.15.3. Analyse des besoins

Un gestionnaire de réseau doit avoir accès à l'information rapidement, et pouvoir facilement effectuer des changements et des mises à jour, l'intérêt même du SIG.

Le SIG doit englober la totalité du système AEP de la ville, soit :

- Les ressources mobilisées.
- Les adductions.
- Les ouvrages de stockage.
- Le réseau de distribution.

Le SIG sera organisé comme suit :

- Adduction : qui décrira les caractéristiques des points d'eau et les caractéristiques des conduites d'adduction.
- Réseau : qui décrira les caractéristiques des réservoirs, des conduites de distribution et des organes sur tronçon.

IV.15.4. Collecte de données

C'est l'étape la plus longue et la plus difficile pour mener à bien un projet SIG, et aussi la plus importante car les données sont au SIG ce qu'est le carburant à une voiture.

Certaines difficultés ont été rencontrées lors de la collecte de données :

- données non disponibles sous forme directement exploitable : à titre d'exemple ; les fonds de plans n'existent pas sous forme numérisée.
- les données relatives aux nœuds ne sont disponibles que par exploitation des différents plans de réseau
- données incomplètes ou inexistantes (réseau secondaire) : c'est le cas pour les données essentielles (diamètre,) aux conduites secondaires et pour certaines données relatives à toutes les conduites (date de pose, protection, ...).

IV.15.5. Organisation du SIG

Pour le réseau de distribution, les données graphiques ont été organisées en cinq couches :

- Réseau AEP ;
- Nœuds du réseau ;
- Organes sur tronçons ;
- Réservoirs ;
- Le bâti.

En ce qui concerne les adductions, les données ont été organisées en :

- Conduites d'adduction ;
- Bâche d'eau ;
- Réservoirs de branchement ;
- Station (pompage et traitement) ;
- Sources ;
- Forages.

IV.16. Structuration des couches pour le cas de notre étude (ville de DRAA ERRICH)

IV.16.1. Le réseau

Le réseau d'AEP de la ville de DRAA ERRICH

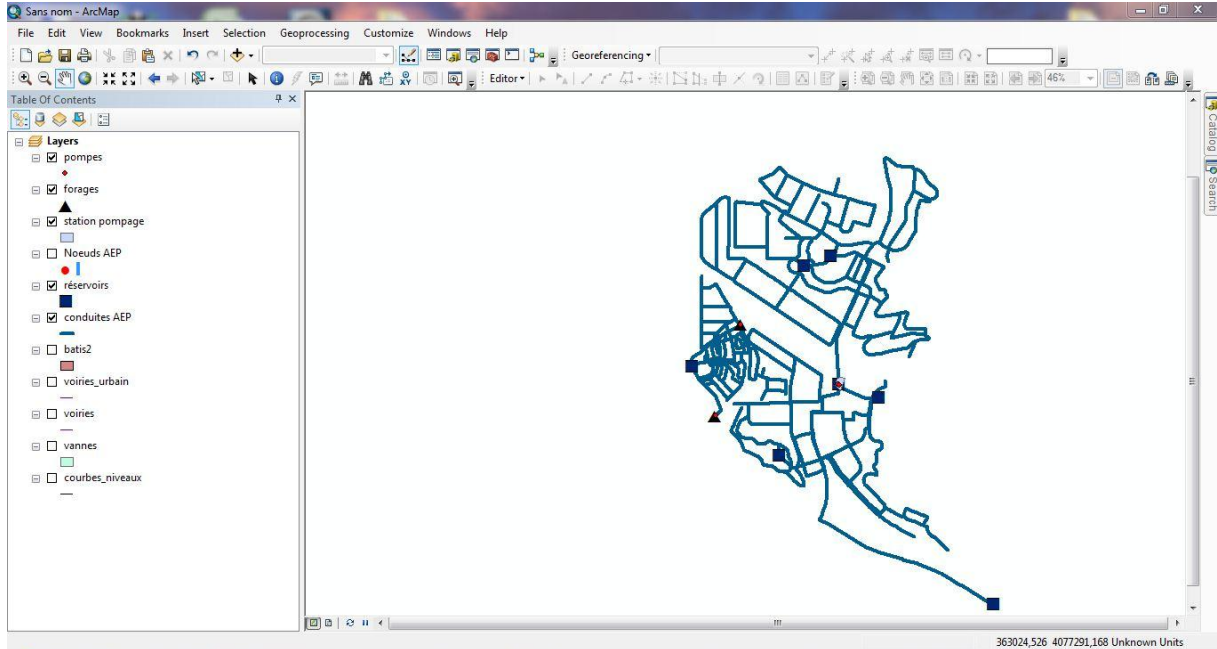


Figure IV.3 : Cartographie du réseau d'AEP

IV.16.1.1. Les conduites

La digitalisation du notre réseau s'est faite à partir de l'image raster du plan du réseau à l'échelle 1/5000^{ème}, alors que la saisie des données alphanumérique s'est faite à partir d'un listing décrivant les caractéristiques des conduites (figure IV.4).

Les champs de la table « conduites » sont :

- La fonction de la conduite ;
- Le numéro de la conduite ;
- Les numéros des nœuds d'extrémité de la conduite ;
- La longueur de la conduite ;
- Diamètre de la conduite ;
- Matériau de la conduite ;
- Observations.

- Débit
- Vitesse de l'eau

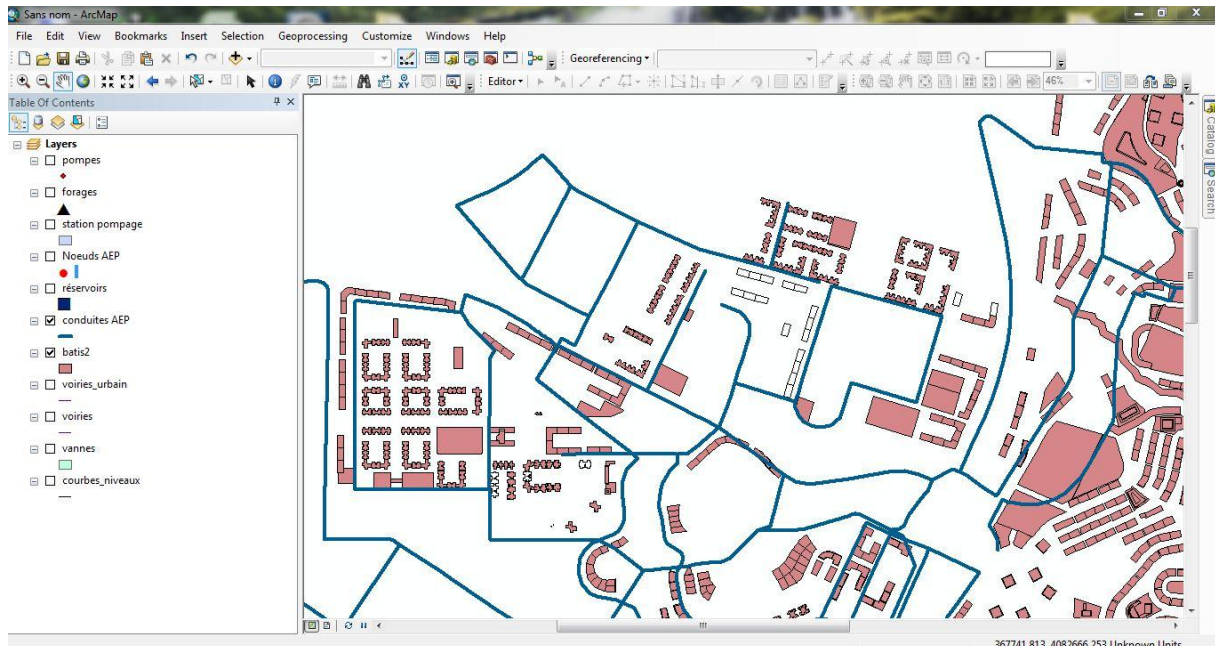


Figure IV.4 : Représentation d'une partie du réseau d'AEP de la ville de DRAA ERRICH

IV.16.1.2. Les nœuds

Les nœuds représentés sont les points où se rejoignent trois conduites ou plus où bien deux conduites et une sortie. La saisie des nœuds constitue l'opération de base de la construction du SIG. De cette saisie découle en effet la configuration physique du réseau (figure IV.5).

Les données composant la table des nœuds sont :

- L'Altitude du nœud ;
- Les coordonnées planimétriques du nœud.
- Pression
- Demande de base, Zone,

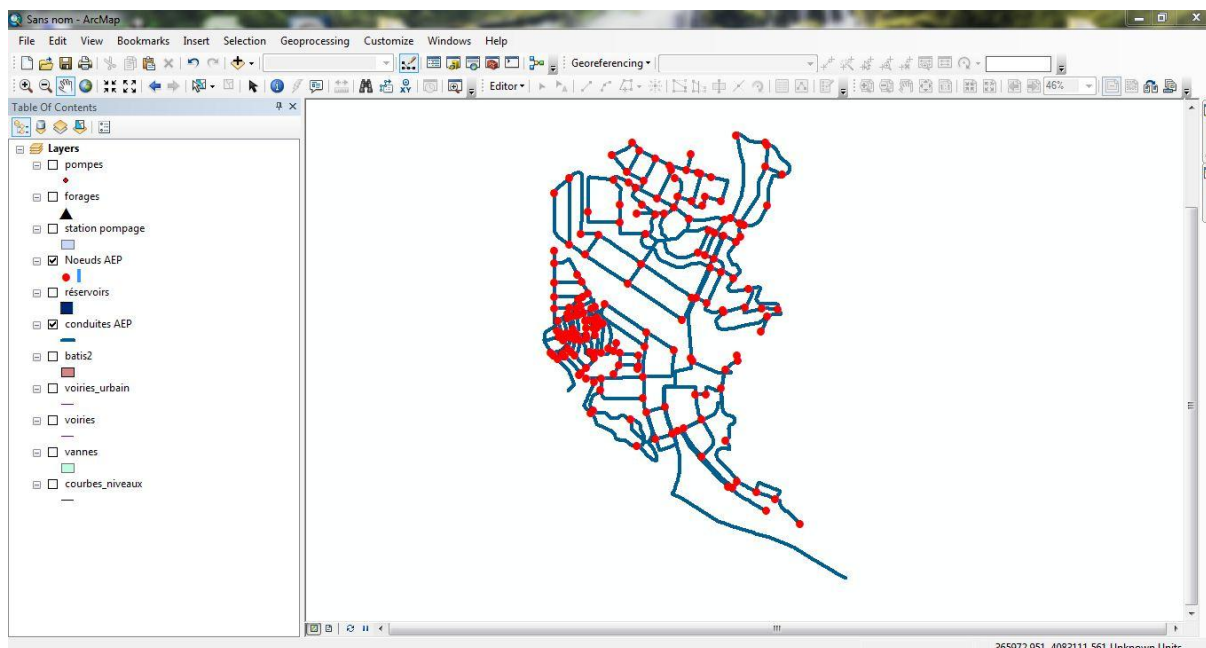


Figure IV.5 : Exemple des nœuds sur un réseau d'AEP (ville de DRAA ERICH)

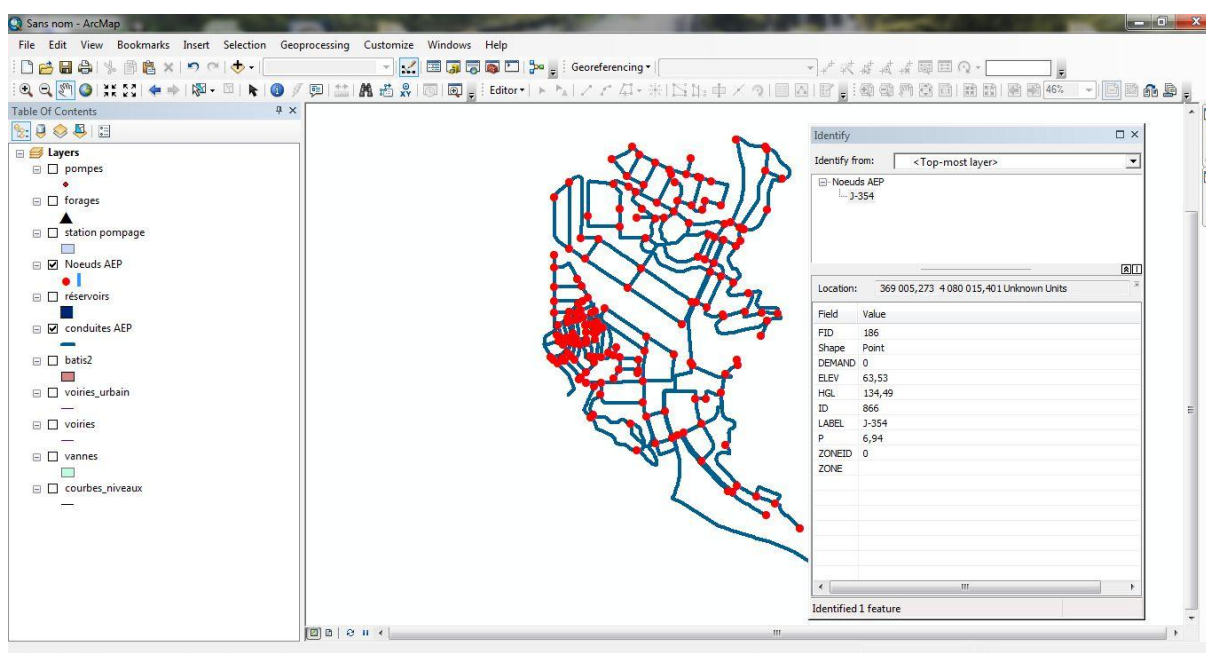


Figure IV.6.Caractéristique d'un nœud

IV.16.1.3. Les organes sur tronçon

Cette table est sensée décrire tous les organes sur tronçon (réducteur de pression, régulateur de pression, ventouse, plaque d'extrémité, décharge, bouche d'incendie...), malheureusement ces derniers ne sont portés sur aucune des cartes collectées : seules les vannes sont mentionnées. La table est structurée comme suit :

- Famille ;

- Diamètre ;
- Date de pose ;
- Statut ;
- Numéro ;
- Fabricant ;
- Entreprise de pose ;
- Les coordonnées

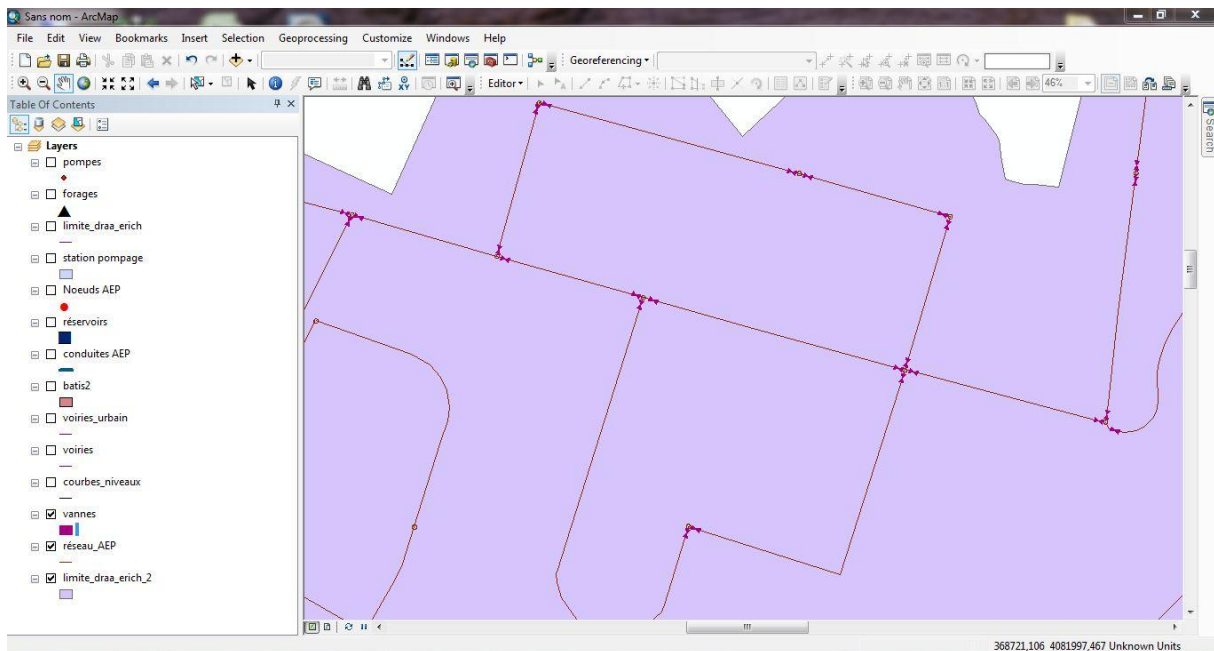


Figure IV.7 : Exemple des vannes sur réseau d'AEP (ville de DRAA ERRICH)

IV.16.1.4. Les réservoirs

Les caractéristiques des réservoirs ont été communiquées par l'ADE.

La table réservoirs est organisée comme suit :

- Volume de stockage.
- Côte du terrain naturel.
- Côte du radier.
- Côte du trop-plein.

- Les coordonnées des réservoirs.
- Hauteur minimale
- Hauteur initial
- Hauteur maximale.
- Le débit d'entrée au réservoir

IV.16.1.5. Les adductions

L'intérêt de cette partie est de nous renseigner sur les débits qui transitent dans les conduites pour l'alimentation de la ville et les débits exploités au niveau des points d'eau, mais aussi les caractéristiques des conduites d'adductions et les ouvrages annexes.

Dans cette table sont décrites les caractéristiques suivantes :

- Diamètre,
- Nature de la conduite,
- Type de l'adduction,
- Débit qui y transite.
- Longueur de la conduite

IV.16.1.6. Forages

Cette table décrit les caractéristiques des forages, soit :

- Les niveaux statique et dynamique.
- Le débit exploité.
- L'année de réalisation de l'ouvrage.

IV.16.1.7. Sources

En ce qui concerne les sources, les données introduites sont :

- Désignation de la source.

- La côte du terrain naturel.
- Le débit exploité.

IV.16.1.8. La couche complément

Cette couche ne contient que certaines données graphiques telles que l'emplacement des agglomérations

IV.17. Conclusion

Tout projet SIG nécessite un travail de terrain pour vérifier les données collectées et compléter la base de données.

Particulièrement pour un réseau d'AEP où le manque de données est marquant.

Ce travail consiste à faire des vérifications ayant pour objectif de s'assurer que les plans sont conformes aux réseaux et qu'ils sont complets. Pour cela, on procède aux travaux suivants :

- Contrôle in situ de toutes les données accessibles sur le terrain par visite et simple constatation superficielle,
- Mise à jour, corrections et compléments visant à élaborer les plans les plus fiables
- Sondages ciblés pour préciser des points importants : diamètres, état de conduites, état d'organes essentiels,...



CHAPITRE V : Modélisation du réseau sur WaterCad

V.1. Introduction

La modélisation du fonctionnement du réseau cherche à décrire le comportement hydraulique des différents réseaux. L'intérêt est de reproduire ce qui se déroule en réalité dans le réseau à l'aide d'un modèle hydraulique. La représentation et la précision du modèle sont tributaires des objectifs du service de l'eau et des analyses escomptées, le niveau de détail conditionne donc les résultats de la modélisation. Plusieurs logiciels sont utilisés pour la simulation du comportement des réseaux d'AEP. Parmi ces logiciels nous avons choisi WATER CAD.

V.2. Le processus de la modélisation

Les tâches qui composent le processus de la modélisation sont illustrées sur (Figure V.1)

Quelques tâches peuvent être faites en parallèle, tandis que d'autres doivent être faites une série. La modélisation est un processus itératif, la première étape entreprenant n'importe quel projet de modélisation est de fixer les objectifs et les positions pour lesquels le modèle sera employé à court et à long terme. La deuxième étape est le calibrage du modèle en précisant son exactitude

❖ La modélisation concerne une série d'abstraction:

D'abord les conduites et les pompes réelles dans le réseau sont représentées sur des cartes; puis les cartes sont converties en modèle qui représente les équipements du système commandés arcs et des nœuds, une couche d'abstraction est introduite, c'est la présentation mathématique des arcs et des nœuds; les équations du modèle sont alors résolues et les solutions sont affichées sous forme de cartes et de graphes ou sous forme de tableaux. La valeur d'un modèle provient du rôle de ces abstractions en facilitant la conception efficace pour le développement du système, ou l'amélioration de son fonctionnement

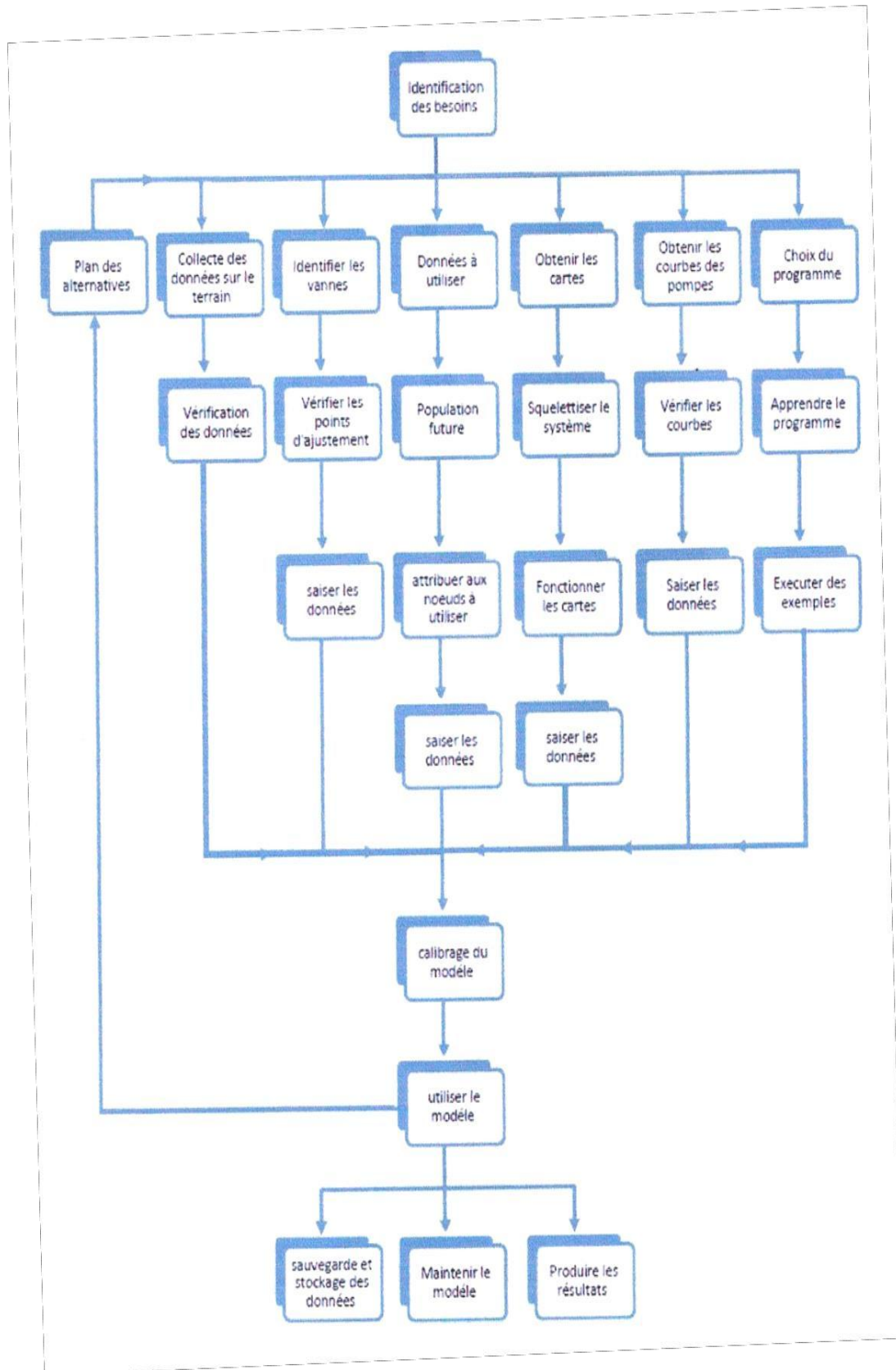


Figure V.1 : processus de la modélisation

V.3. La simulation des réseaux de distribution

Le terme simulation se rapporte généralement au processus d'imitation du comportement d'un système, dans notre travail on considère la simulation comme le processus de l'utilisation d'une représentation mathématique du système réel, cette représentation est appelée « model »

La simulation d'un réseau de transfert ou de distribution qui reproduit le comportement dynamique d'un système existant ou projeté, est généralement appliquée sur tout dans les cas où on ne peut pas soumettre directement le système réel à l'expérimentation ou afin d'évaluer un projet de système de distribution avant de le réaliser réellement.

Des simulations peuvent être utilisées pour prévoir les actions du système sous un éventail de conditions sans perturber le système en place, En utilisant la simulation les problèmes peuvent être prévus dans un système de transfert existant ou projeté et les solutions peuvent être évaluées avant que le temps, l'argent et le matériel soient investis dans un projet réel par exemple si une entreprise chargée de la gestion du réseau de distribution vérifie si une nouvelle ramification destinée à fournir de l'eau avec un débit assez suffisant pour lutter contre l'incendie sans compromettre la pression de service destinée aux abonnés existants, ce système peut être réalisé et testé directement sur le terrain, mais si un des problèmes ou des dysfonctionnements apparaissent, les dégâts, et le coût de la remise en état seraient énormes, La simulation peut fournir des informations valables à l'ingénieur pour prendre des décisions convenables, la simulation est un outil d'aide à la décision.

La simulation peut être utilisée dans un état statique ou dynamique, la simulation à l'état statique est utilisée pour déterminer le comportement d'opération du système à cet état; ce type d'analyse peut aider à déterminer l'effet à court terme du débit d'incendie ou de la demande moyenne sur le système.

La simulation à l'état dynamique est utilisée pour évaluer les performances du système avec le temps, ce type d'analyse permet à l'utilisateur de modéliser le remplissage et le vidage des réservoirs, régulariser l'ouverture et la fermeture des vannes, variation des débits à travers le système en fonction de la variation des conduites et la demande et mettre en place une stratégie de contrôle automatique. Les logiciels modernes de la simulation utilisent l'interface graphique, ce qui facilite la création des modèles et la visualisation des résultats de la simulation.

Les anciennes générations de logiciel sont fondées sur la présentation des données et des résultats sous forme de tableaux.

V.4. Présentation de logiciel utilisée

V.4.1. Présentation du modèle Water CAD V8i

Water CAD est un outil puissant pour la modélisation de la distribution d'eau. Ce logiciel permet de réaliser une analyse quantitative, simple et rapide des réseaux hydrauliques. Il permet de dessiner un système hydraulique complexe et d'analyser les caractéristiques du système lorsque le débit est en cours. Il permet aussi d'effectuer une analyse des systèmes dans des conditions d'exploitation différentes.

Water CAD permet aussi:

1. La simulation en condition normal;
2. La simulation en période étendue;
3. L'analyse de criticité;
4. L'analyse de mélange de l'eau dans les réservoirs;
5. Le pompage à vitesse variable;
6. La gestion de la consommation d'énergie et des coûts d'infrastructure;
7. La modélisation des fuites;
8. L'analyse de la consommation en fonction de la pression;
9. La modélisation des vannes ;

Ainsi, la saisie et l'affichage des informations des systèmes sur le dessin de logiciel et dans les tableaux des résultats (Flex Table) peuvent être affichés en unités métrique ou impériales selon les préférences de l'utilisateur.

La réalisation de la simulation nécessite la connaissance des données suivantes :

1. La structure du réseau hydraulique
2. Les caractéristiques des conduites: longueur, diamètre, matériaux...

3. Les courbes caractéristiques des pompes

4. Les consignes des vannes installées.

WATERCAD prend en charge divers arrière-plans, intègre des utilitaires de conversion à partir de logiciels CAO ou SIG et de base de données et permet une utilisation illimitée de la fonction annuler/rétablir mise en forme.

WATERCAD est produit et commercialisé par BENTLEY Système Incorporated, la première version sous Windows est apparue en 1996. L'interface du logiciel Water CAD (Figure V.2) :

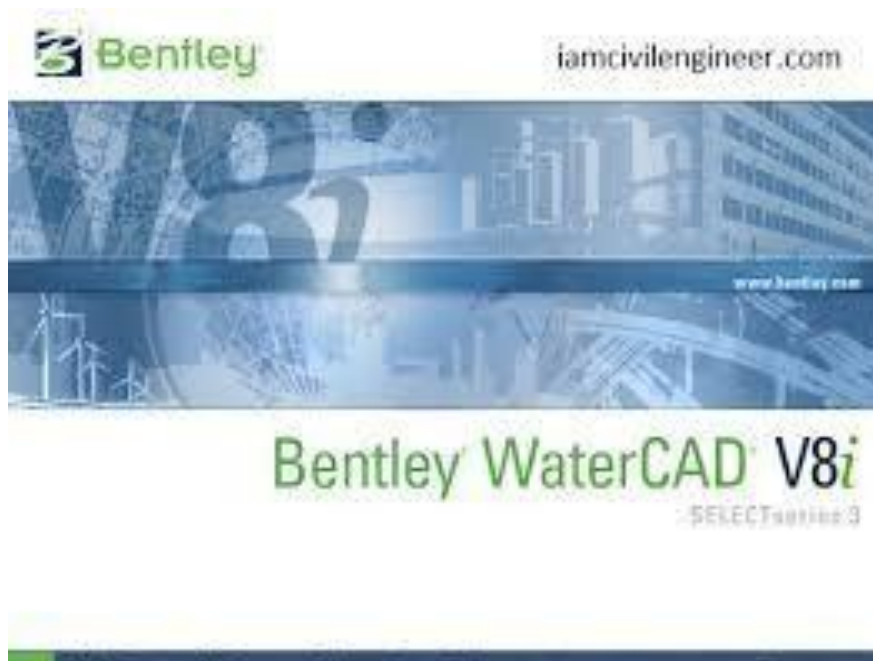


Figure V.2: interface de Bentley Water CAD (version 04)

V.4.2. Entrées et sortie du programme

Le logiciel peut importer plusieurs types de fichier, la figure suivante présente quelques types.

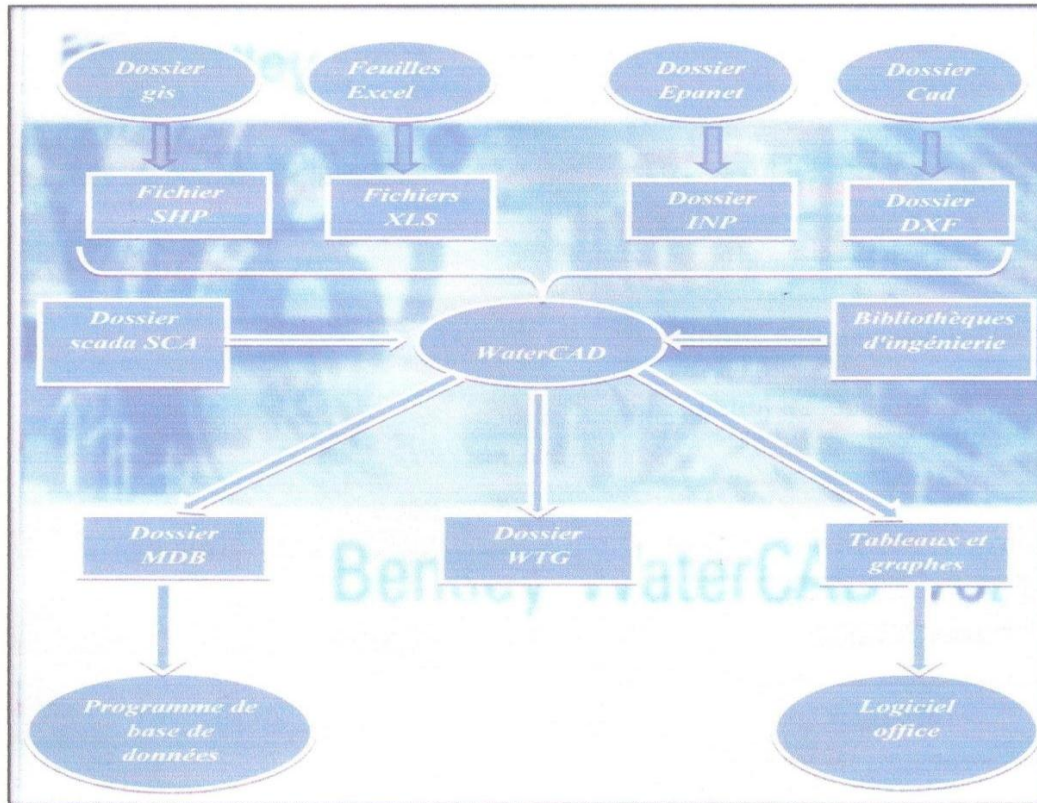


Figure V.3.:les entrées et sorties du programme

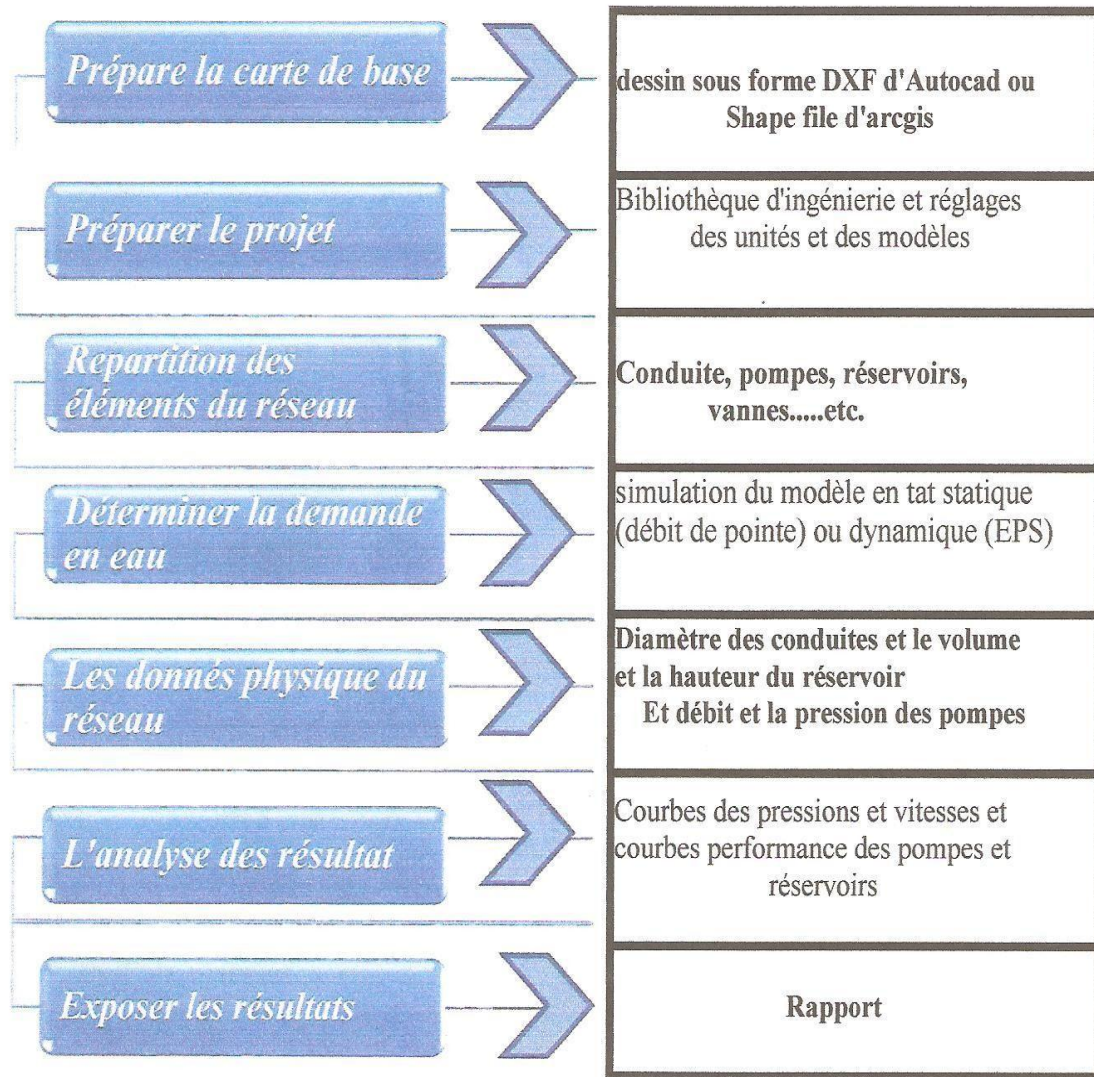


Figure V.4:les étapes de modélisation d'un projet d'AEP sous Water CAD

V.4.3. Composants physique du Water CAD

Water CAD modélise un système de distribution d'eau comme un ensemble de conduites reliées à des nœuds, des pompes et des vannes de contrôle. Les nœuds représentent des Points de demande, des réservoirs et des bâches.

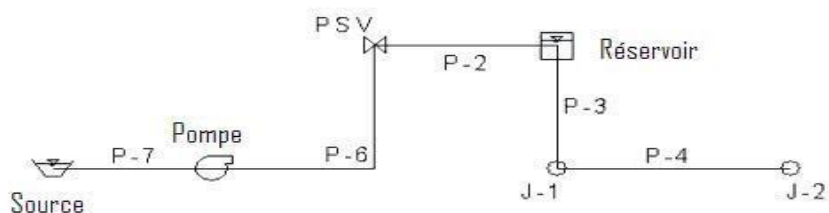


Figure V.5 : Composants physiques d'un système de distribution Water CAD

V.4.4. La fenêtre principale du Water CAD:

Les deux logiciels Windows autonomes Water CAD et Auto CAD. Ont des interfaces communes. La (Figure V.6) suivante illustre l'interface principale du logiciel Water CAD. La fenêtre principale Water CAD semble assez similaire à celui d'AutoCAD2000 et Auto CAD 2002.

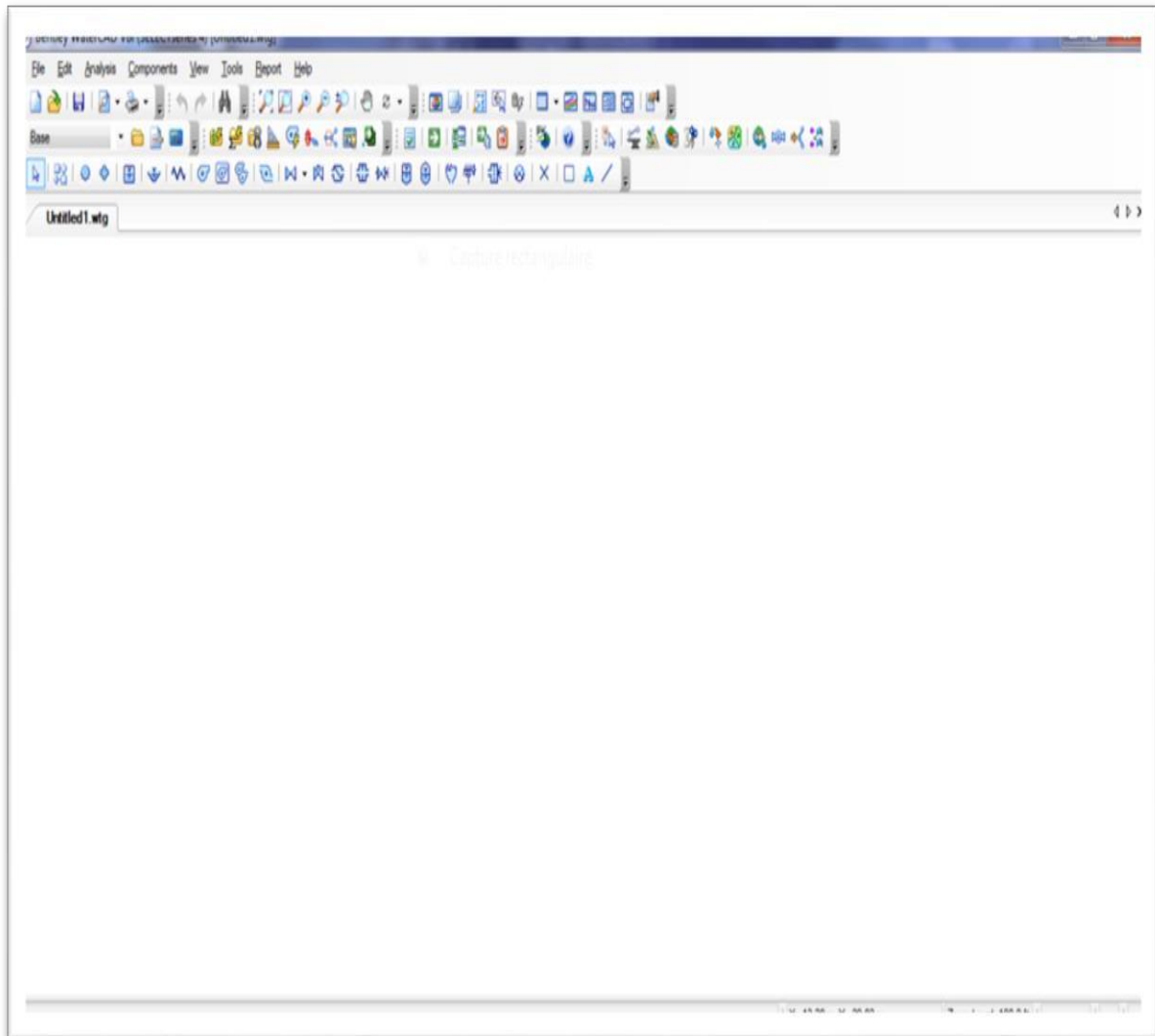


Figure V.6:La fenêtre principale du Water CAD

V.4.5. Menus Water CAD

Les fonctions couramment utilisées, les barres d'outils et touches de raccourci offrent un accès rapide et facile, le menu principale permet d'accéder beaucoup plus complet aux propriétés et composantes Water CAD. Les boutons de barre d'outils et touches de raccourci n'existe pas pour toutes les fonctionnalités de Water CAD, par contre s'ils sont accessibles à travers les menus. Dans ce qui suit, nous allons découvrir beaucoup de choses que nous pouvons faire avec les menus de Water CAD et nous vous montrons comment vous pouvez accéder à ces fonctions, y compris les boutons de la barre d'outils et touches de raccourci. Les commandes sont regroupées sous plusieurs menus. Les systèmes de menu pour Water CAD comprend les sélections suivantes:

V.4.5.1. Menu Fichiers

Le menu fichier contient de nombreux articles traitant la gestion du projet. Il fournit des fonctionnalités pour créer, lire, écrire, et imprimé les fichiers de projets, ainsi que des fonctionnalités de partage de données avec des bases de données et système SIG.

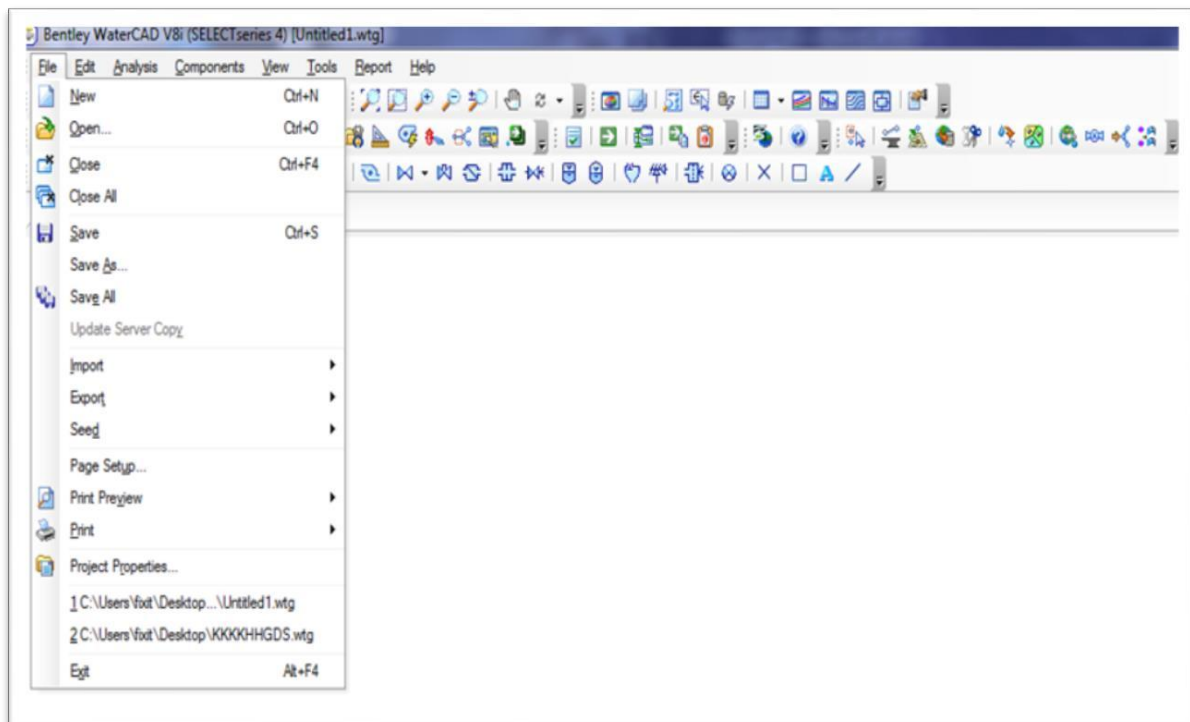


Figure V.7: Menu fichier

V.4.5.2. Menu édition

Le menu Edition permet d'accéder aux commandes de base pour la gestion des éléments Water CAD, y compris la navigation entre les éléments, la sélection, la suppression et le retour.

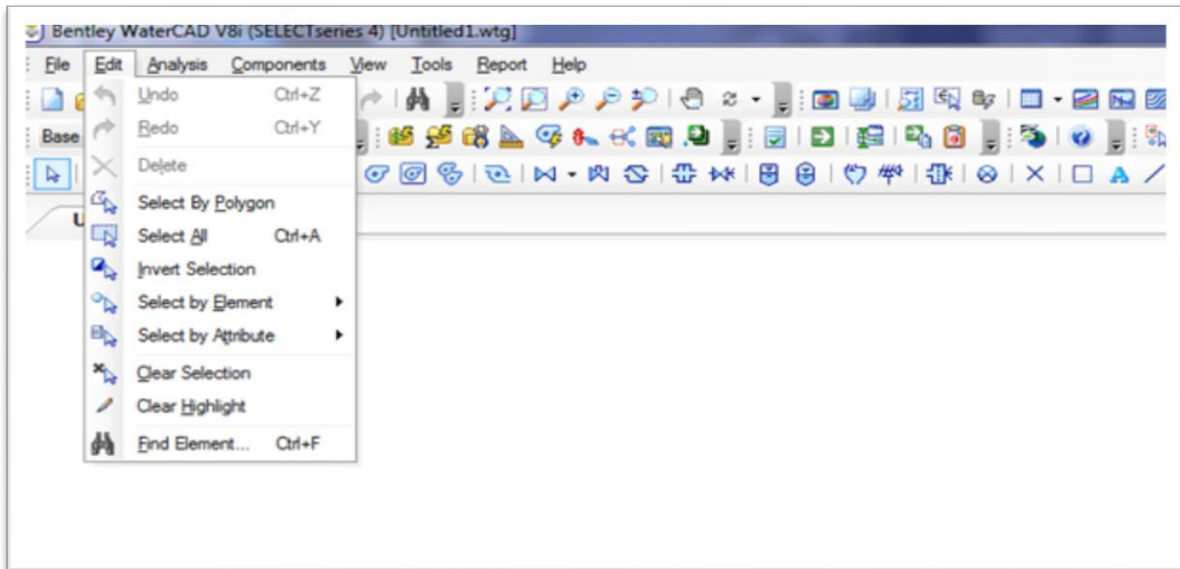


Figure V.8: Menu Edition

V.4.5.3. Menu Analyse

Le menu d'analyse contient des utiles pour la gestion des calculs. Ceux-ci comprennent les scénarios et les gestionnaires de remplacement et les commandes de calcul.

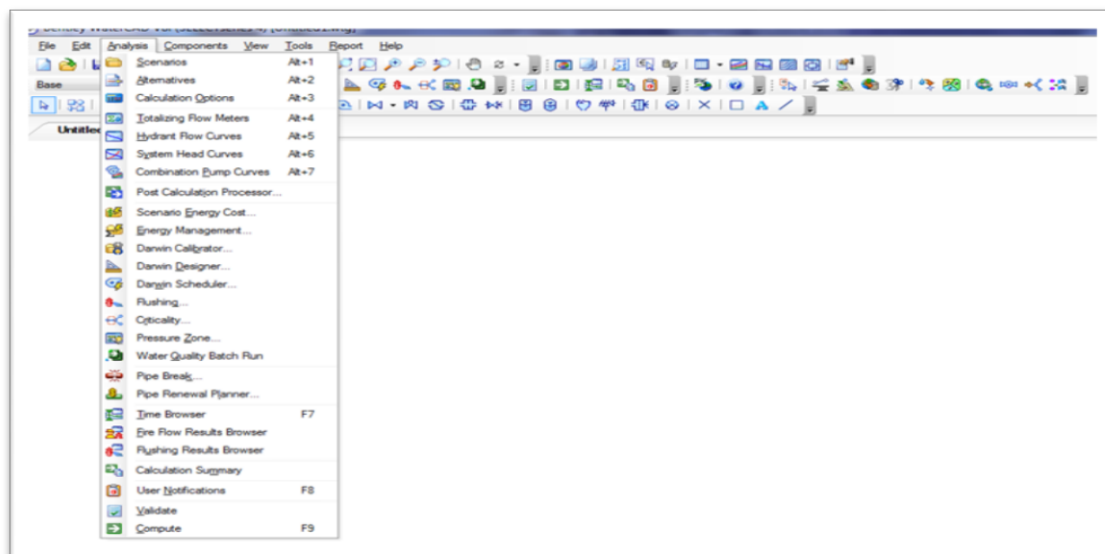


Figure V.9: Menu analyse

V.4.5.4. Menu Affichage

Le menu Affichage donne accès à des fonctionnalités permettant de voir les différents schémas et tableaux de données et résultats

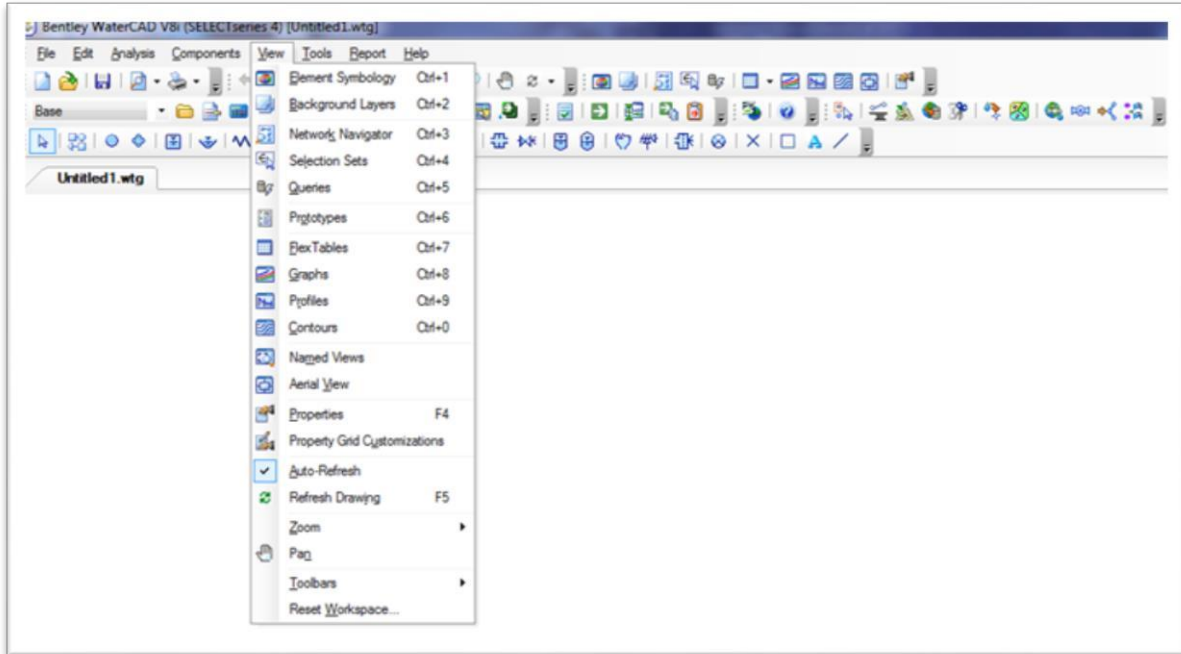


Figure V.10: Menu Affichage

V.4.5.5. Menu dessin

Le menu dessin est en fait un menu Auto CAD qui est accessible dans le programme actuel.



Figure V.11: Menu dessin

V.4.5.6. Menu Outils

Le menu outils fournit des outils généraux pour placer ou de modifier des éléments graphiques, l'annotation, couleur, contour, modification des caractéristiques et options de projets...etc.

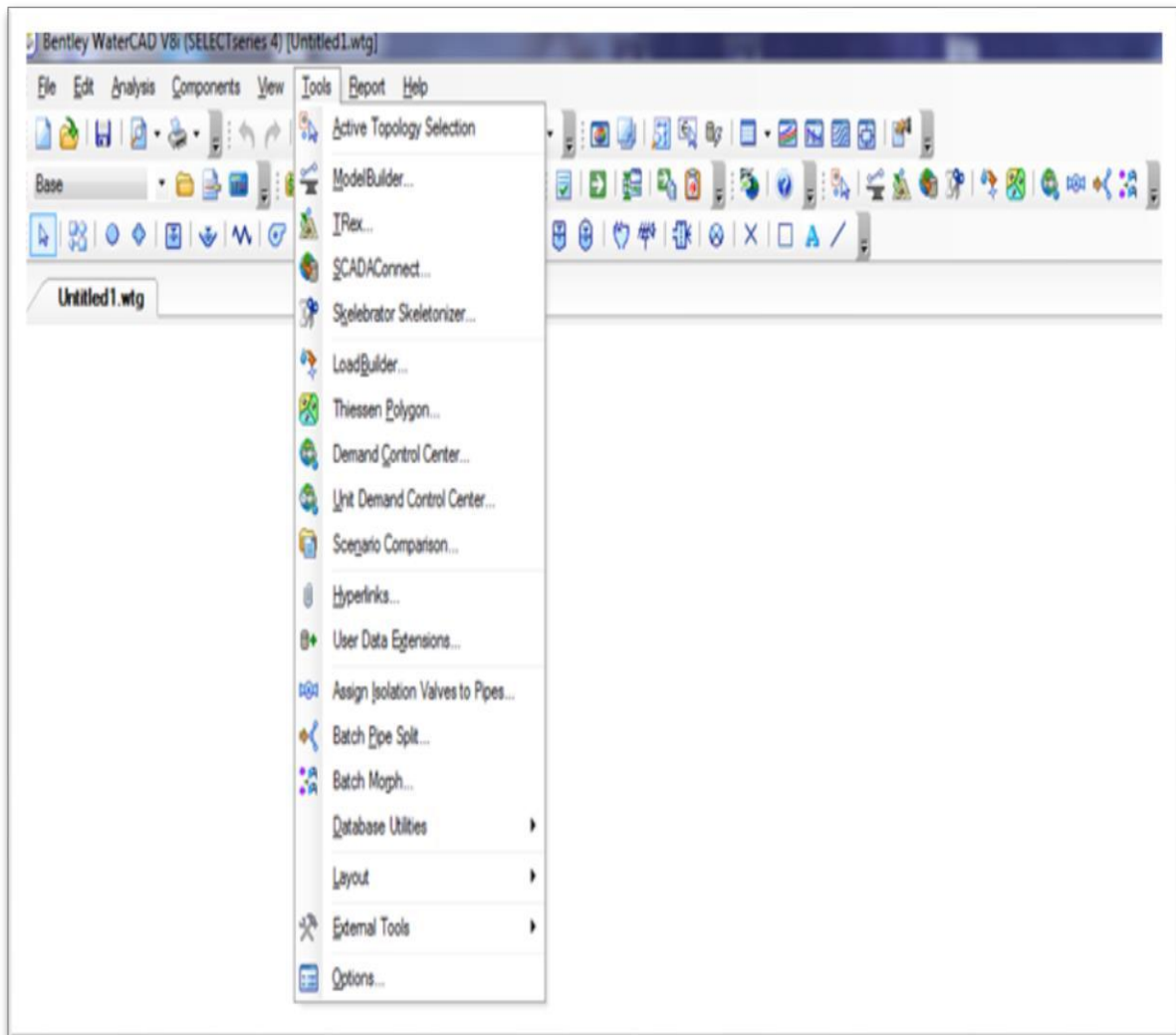


Figure V.12:Menu outil

V.5. Modélisation

V.5.1. Simulation des diamètres

- Pour les conduits PN06

Tableau V.1 : Reparution linéaire pour PN06

PN06	
40	5096,98
50	2300,06
63	9282,53

75	5498,19
90	4457,9
110	3547,47
125	6918,27
160	4092,26
200	3613,12
250	6952,82
315	2137,12
400	5649,6
500	7164,63
630	5902,57

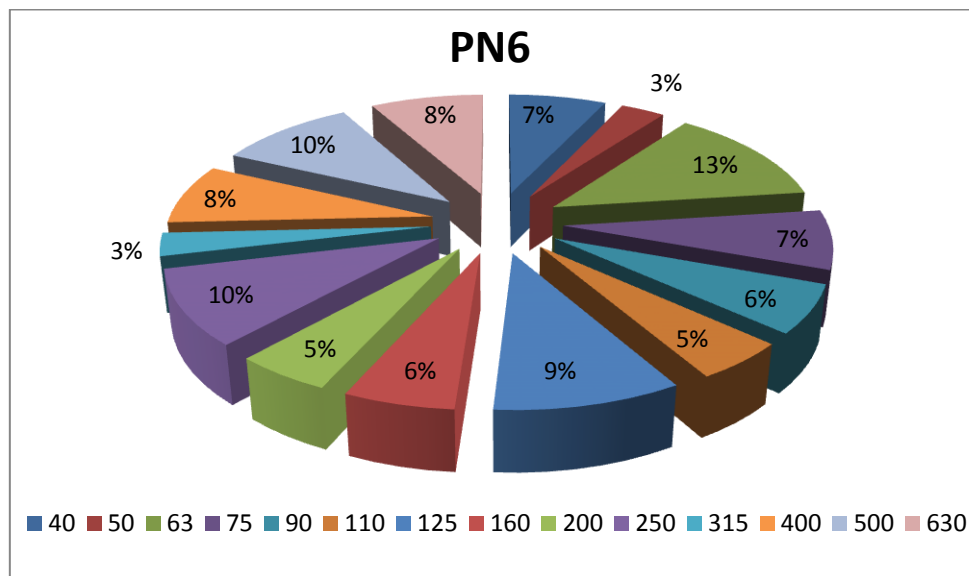


Figure V.13 : Répartition linéaire pour PN06

- Pour les conduits PN10

Tableau V.2 : Répartition linéaire pour PN10

PN10	
40	5125,21
50	2253,94
63	10752,02
75	3677,46
90	4462,16
110	3356,75
125	8844,7
160	4905,14
200	6764,32
250	5484,85
315	2621,46
400	5008,7
500	4964,63
630	4392,18

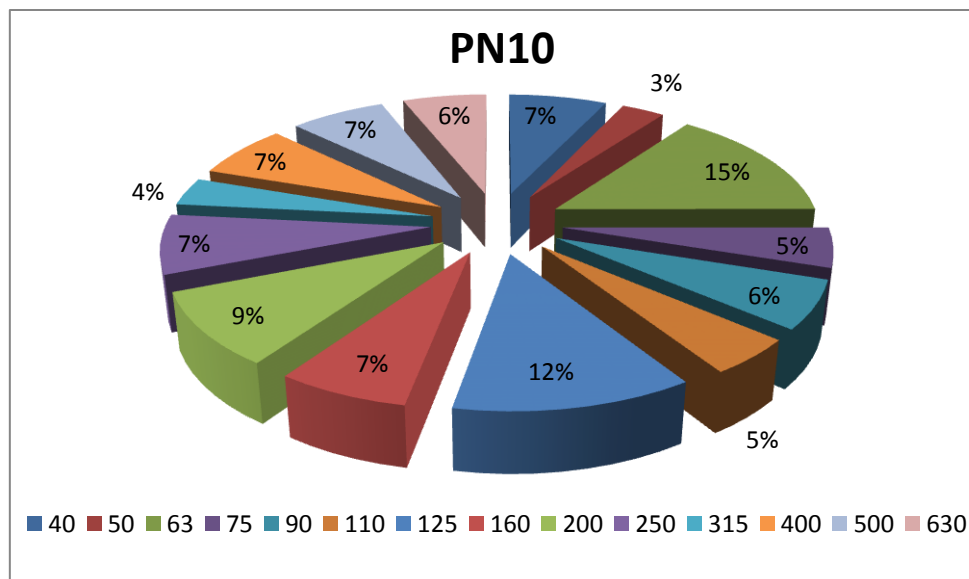


Figure V.14 : Répartition linéaire pour PN10

- Pour les conduits PN16

Tableau V.3 : Répartition linéaire pour PN16

PN16	
40	4716,94
50	2575,2
63	4696,39
75	3393,82
90	4742,44
110	4469,17
125	8505,51
160	3224,59
200	6332,01
250	12746,73
315	1575,64
400	7182,31
500	2596,92
630	5855,85

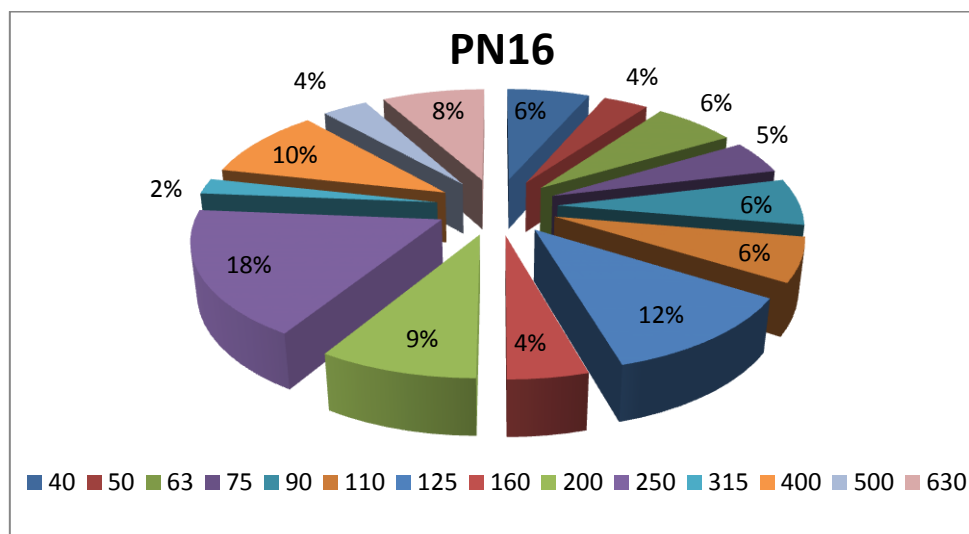


Figure V.15 : Répartition linéaire pour PN16

V.5.2. Simulation des vitesses

- Pour les conduites PN06

Tableau V.4 : Répartition linéaire pour PN06

PN06	
0,5 -1,5	15157,8
< 0,5	44693,05
> 1,5	12762,67

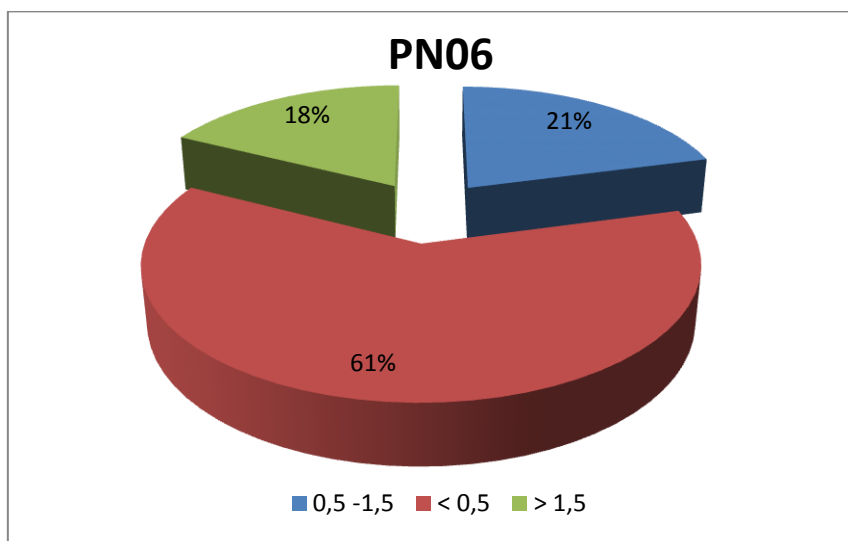


Figure V.16 : Répartition linéaire pour PN06

- Pour les conduits PN10

Tableau V.5 : Répartition linéaire pour PN10

PN10	
0,5 -1,5	15157,8
< 0,5	44693,05
> 1,5	12762,67

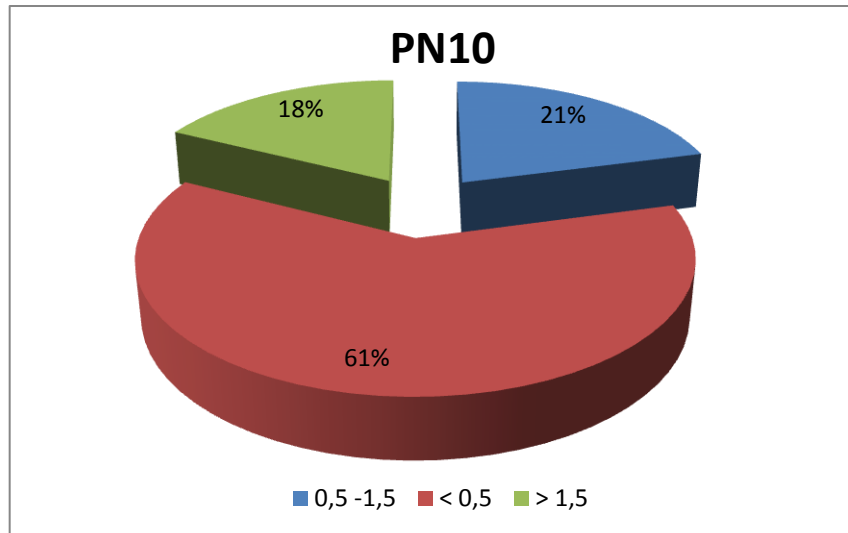


Figure V.17 : Répartition linéaire pour PN10

- Pour les conduits PN16

Tableau V.6 : Répartition linéaire pour PN16

PN16	
0,5 -1,5	20502,99
< 0,5	42305,36
> 1,5	9805,17

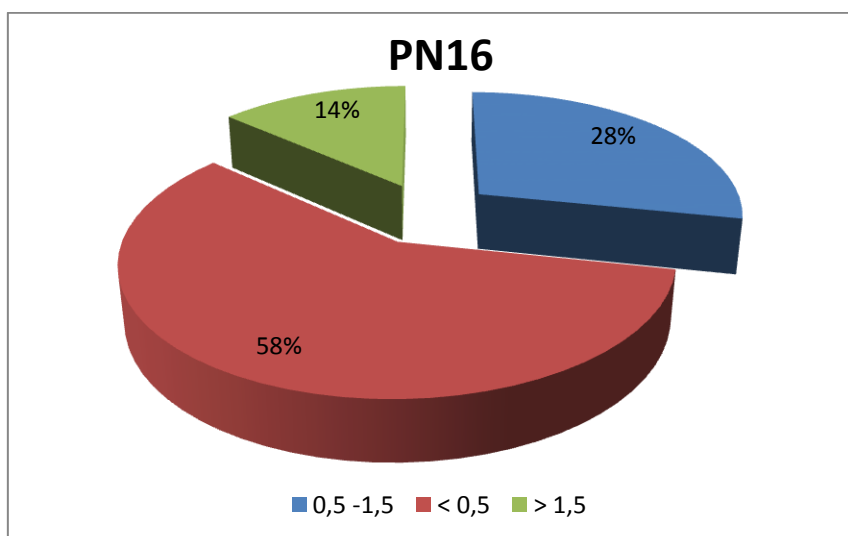


Figure V.18 : Répartition linéaire pour PN16

V.5.3. Simulation des pressions

- Pour les conduites PN06

Tableau V.7 : Répartition linéaire pour PN06

PN06	
0,3 - 6	11578
< 0,3	4383
> 6	1805

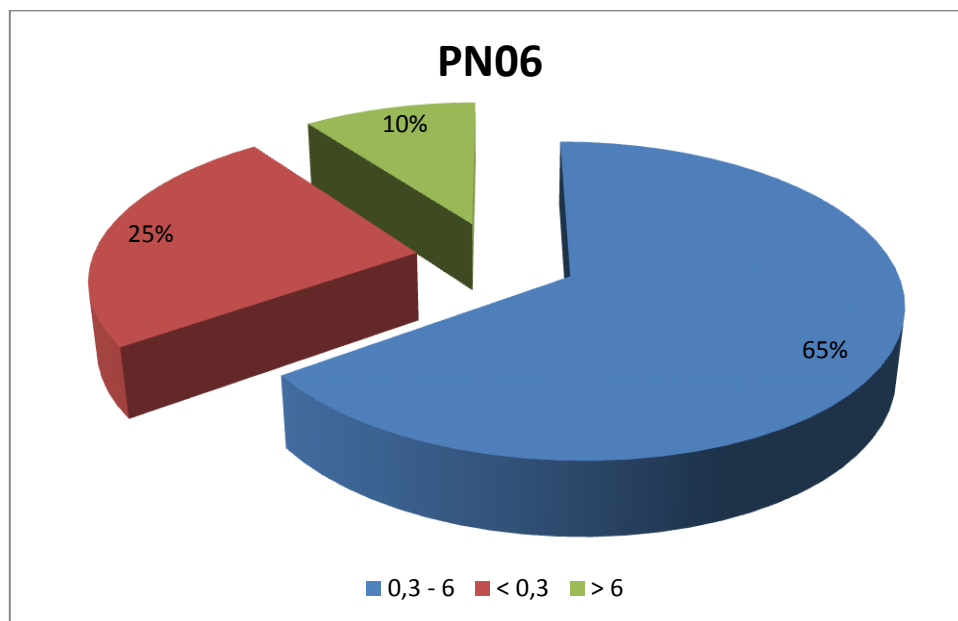


Figure V.19 : Répartition linéaire pour PN06

- Pour les conduit PN10

Tableau V.8 : Répartition linéaire pour PN10

PN10	
0,3 - 10	15739
< 0,3	1654
> 10	373

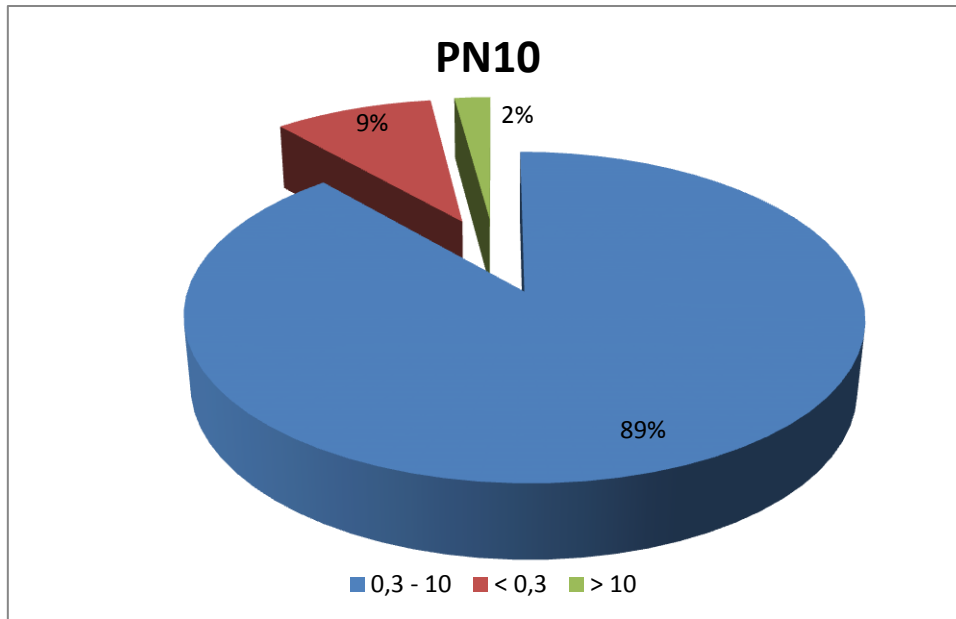


Figure V.20 : Répartition linéaire pour PN10

- Pour les conduits PN16

Tableau V.9 : Répartition linéaire pour PN16

PN16	
0,3 - 16	14459
< 0,3	3307
> 16	0

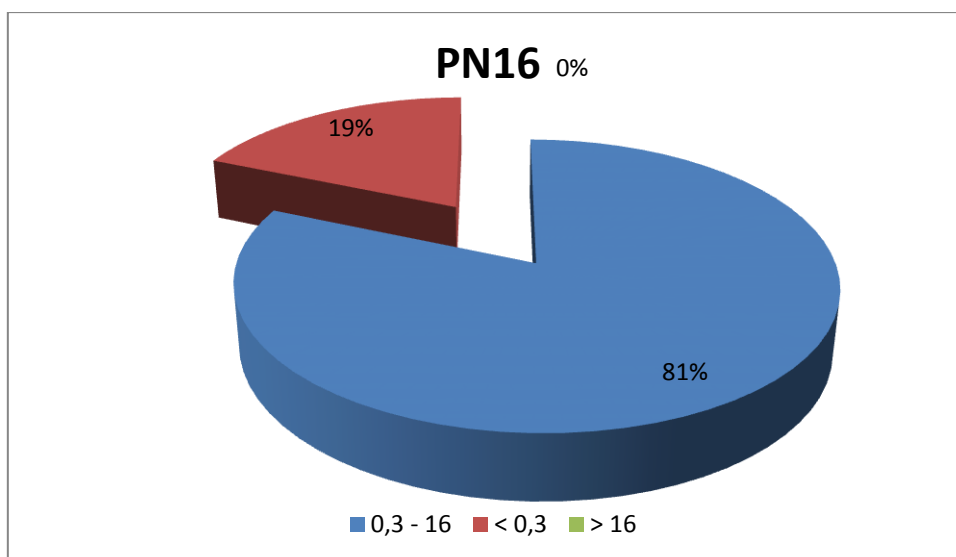


Figure V.21 : Répartition linéaire pour PN16

V.6. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation des principales fonctionnalités de logiciel utilisée dans notre étude. Une description détaillée de ce modèle on définissant son interface, son menu contextuelle et les options incluse dans ce logiciel, aussi la méthodologie de modélisation d'AEP dans Water CAD a été décrite dans cette partie de l'étude.

Conclusion générale

Conclusion générale

A partir de l'ensemble des informations recueillies et à travers cette étude on a présenté tout ce qui concerne le calcul de réseau de distribution de la nouvelle ville d'Annaba «Draa Erich». Ce projet a été étudié en tenant compte des conditions naturelles et tout en asseyant de satisfaire la demande des habitants.

A travers cette étude, on a présenté les calculs en utilisant logiciel WaterCAD et après plusieurs simulations nous avons obtenue des résultats satisfaisant.

Au terme de notre étude on peut conclure que la réalisation d'un réseau d'alimentation en eau potable se base sur plusieurs critères dépendant du nombre d'habitants, de la nature du terrain, de la qualité et la quantité d'eau distribuée, et aussi en respectant les normes de réalisation d'un réseau d'AEP.

Dans notre travail, on a élaboré également une base de données avec cartes numérisées pour contrôler le fonctionnement du réseau d'alimentation d'eau potable de la nouvelle ville de Draa Errich à l'aide des outils informatiques tels que le SIG. Ce dernier dispense autant l'utilisateur de savoir appréhender correctement le fonctionnement du réseau.

A partir de différentes données concernant le réseau d'A.E.P (cartographie du réseau) une base de données géographique a été développée sous AutoCad. Cette dernière nous a été utile lors du transfert des données sur le logiciel de simulation WaterCad.

La Modélisation établie pour le réseau d'A.E.P de la localité de Draa Errich a permis de déterminer l'état du fonctionnement du réseau de distribution, dont les résultats sous WaterCad montrent que le réseau en question présente beaucoup de problèmes au niveau de la répartition des vitesses et des pressions.

Enfin nous espérons que cette étude pourra attendre les objectifs visés qui cherche d'avoir un bon fonctionnement du réseau d'AEP de la nouvelle ville Draa Erich et d'éviter le maximum les problèmes qu'on a l'habitude de les trouvés dans les réseaux d'AEP en général.

BIBLIOGRAPHIE

[7] **BELAIB A.**, 2007, Modélisation Hydraulique D'un Système De Transfert D'eau Potable, Thèse De Magister, Université Hassiba Benbouali de Chlef.

[11] **A.D.E 2016**, Rapport technique, Division d'exploitation.

[12] **Atba M. Y**, 2013. Modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable et contribution à sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique, pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique, Université A.B.B Tlemcen.

[14] **Guide technique**, REALISATION D'UNE modélisation hydraulique d'un réseau d'eau potable, 2013.

Bureau d'étude Urban d'Annaba.