

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Cartographie du réseau d'AEP de la ville de Khemis El-Khechena  
(w. Boumerdes) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0049-17

APA Citation ( توثيق APA):

Hachemi, Meryem (2017). Cartographie du réseau d'AEP de la ville de Khemis El-Khechena (w. Boumerdes)[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بثمين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdallah -

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE MASTER

*Pour l'obtention du Master en hydraulique*

**Option : Conception des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable**

### **THEME :**

**Cartographie du réseau d'AEP de la ville de  
Khemis El-Khechena  
(W.BOUMERDES)**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup>:HACHEMI Meryem**

### **DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> O.KHODJET-KESBA</b>	<b>Professeur</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> D.KAHLERRAS</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> F.AMMOUR</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup> C.SALHI</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> A.BOUFKANE</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Promoteur</b>

**Septembre 2017**

# DÉDICACE

Je dédie ce modeste mémoire qui est l'accomplissement de longues années d'études, en premier lieu à :

## **A MA CHERE MERE MALIKA**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être, vous qui m'avez amené dans cette vie et m'avez offert tant d'affection et d'amour, vous qui avez beaucoup souffert pour moi.

Je vous remercie pour vos sacrifices, pour l'amour et le soutien que vous me portez depuis mon enfance, pour votre aide et vos conseils, j'espère que votre bénédiction m'accompagne pour toujours, car vous êtes l'étoile qui illumine mon chemin sans vous maman je ne serais pas parvenu à grand-chose.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et vous garde a mes cotes éternellement.

## **A MON CHER PERE SAID**

Ce travail est dédié a vous mon adorable papa, vous qui n'a jamais cesser de me protéger de me motiver et de me soutenir, aucun mot ne pourrais exprimer ma reconnaissance pour tous vos sacrifices et vos efforts, vos précieux conseils et surtout votre amour.

Je vous remercie papa vous êtes et vous restera mon plus grand exemple et ma source d'inspiration. J'espère que votre bénédiction m'accompagne pour toujours. Puisse Dieu vous accorde, santé, bonheur et longue vie et vous garde a mes cote éternellement.

Mes chers parents Je ne vous remercierai jamais assez.

## **A MA CHER SŒUR AMIRA**

Je tien a remercier Ma sœur adoré qui a contribuer a une grande partie de ce travail avec son grand cœur, je te remercie pour ton grand amour pour ton soutien pour ton aide et ta compréhension que ce soit dans la joie ou la tristesse tu étais toujours a mes cote. Que dieu te garde a mes cote et te protège.

## **A MON CHER FRERE MOHAMED**

Mon épaule droite, ma source de motivation et de joie, je ne te remercierai jamais assis pour ton soutien continu pour ta protection et tes sacrifices, sans ton aide et ton amour je ne serai jamais arriver à ce jour. Que dieu te garde a mes cote et te protège



## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier avant tout DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue de l'obtention de mon diplôme.

Par la même occasion, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont chère et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à savoir :

- ❖ Mon promoteur, Mr BOUFEKAN Abdelmadjid, qui m'a beaucoup aidé par sa disponibilité quotidienne, ses orientations et ses précieux conseils, et m'a proposer ce sujet et m'a apporter beaucoup de détails nécessaires pour l'élaboration de ce mémoire ;
- ❖ Tous les membres de jury qui me feront l'honneur d'examiner et de juger mon travail ;
- ❖ Tous les enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique qui ont participé à ma formation ;
- ❖ Tous mes cher ami(e)s et collègues, qui m'on toujours aide et soutenus ;
- ❖ Tous les membres de ma famille qui m'ont tant encouragé et soutenue tout au long de mon cursus scolaire et universitaire, particulièrement à mes cher parents, mon frère et ma chère sœur, qui sans eux je n'aurai pas eu l'énergie nécessaire pour parvenir à la fin de mon cycle.

## ملخص

العمل الذي قمنا به يسعى الى إنشاء نظام المعلومات الجغرافية (SIG) لشبكة التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة خميس الخشنة بولاية بومرداس و ذلك بوضع قاعدة من البيانات الوصفية لهذه الشبكة .

### Résumé :

Ce présent mémoire a pour objectif la mise en place d'un Système d'Information Géographique (S.I.G.) pour le gestionnaire du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Khemis El-Khechena (W.BOUMERDES) avec la constitution d'une bases de données descriptives de ce réseau et de son environnement .

### Abstract:

The purpose of this work is to set up a Geographical Information System (GIS) for the manager of the drinking water supply network of Khemis El-Khechena (W.BOUMERDES) with the creation of the descriptive databases for this water system and its environment.



# Table des matières

## Chapitre 01 : Etude Bibliographique

Historique .....	2
1. La cartographie : .....	3
1.1. Qu'est ce que la cartographie .....	3
1.2. Les deux grandes branches de la cartographie .....	3
1.3. La carte .....	4
1.4. Comment aborder la cartographie par ordinateur ? .....	5
1.5. Les apports de la cartographie par ordinateur .....	6
2. Les systèmes d'informations géographiques (S.I.G.) .....	6
2.1. Définitions .....	6
2.2. Structure et composantes d'un SIG .....	7
2.3. Base de données et système de gestion : .....	8
2.4. Modélisation spatiale .....	10
3. Les réseaux d'alimentation en eau potable .....	12
3.1. Présentations des réseaux D'AEP .....	12
3.2. Les principaux ouvrages constituant un réseau D'AEP .....	12
3.3. Structure du réseau d'Alimentation en eau potable (AEP) .....	13
a) Les conduites .....	14
b) Les pompes .....	14
d) Les ventouses .....	15
e) Les vannes de vidange .....	15
f) Les poteaux d'incendie .....	15
3.4. Problèmes rencontrés dans un réseau D'AEP .....	15
3.5. Gestion informatisée des réseaux .....	16
3.6. Cartographie des réseaux .....	16
4. Conclusion .....	19

## Chapitre 02 : Modélisation des données du réseau d'AEP de la ville de Khemis El Khechna

1. Introduction.....	20
2. Présentation de la ville de Khemis El Khechna .....	20
2.1. Situation géographique.....	20
2.2. Relief et géologie: .....	20
2.3. Climat.....	21
2.4. Démographie .....	22
2.5. Réseau de Distribution .....	22
3. Modélisation Fonctionnelle du réseau d'AEP de Khemis El Khechna : .....	23
3.1. Mesures techniques de performances : .....	23
3.2. Production: .....	24
3.3. Stockage: .....	25
3.4. Distribution: .....	26
4. Organisation Structurale du Système d'AEP de Khemis El-Khechena :.....	27
5.Conclusion :.....	28

## Chapitre 03 : Mise en place d'un SIG pour le réseau d'AEP de Khemis El-Khechena.

1. Introduction.....	29
2. Conception du SIG d'Eau Potable.....	29
2.1.Acquisition des données.....	29
2.2.Choix du SIG.....	29
2.3.Gestion des données.....	30
3. Application.....	31
3.1.Calage de la carte.....	31
3.2.Création de la table réseau(conduite).....	31
4. Discussion des résultats obtenu.....	37
5. Conclusion.....	38

# Liste Des Figures

<b>Figure I.1</b> : Spectre des constituants et de l'action du SIG (Pouliot, 1999).....	5
<b>Figure I.2</b> : Les composantes informatiques d'un SIG, adapté d'Eastman (1991) et de Prélaz Droux (1995), in Repetti (2004).....	6
<b>Figure I.3</b> : Les 4 grandes composantes d'un SIG (Joliveau T, 1996).....	9
<b>Figure I.4</b> : Modélisation du territoire par un modélisateur (Repetti, 2004).....	10
<b>Figure II.1</b> : Situation géographique de la région d'étude.....	21
<b>Figure II.2</b> : Données de base et modélisation pour la fonction « Production ».....	25
<b>Figure II. 3</b> : Données de base et modélisation pour la fonction « Stockage ».....	26
<b>Figure II.4</b> : Données de base et modélisation pour la fonction « Distribution ».....	27
<b>Figure II.5</b> : Organisation structurelle d'un système d'AEP.....	28
<b>Figure III.1</b> : Structure de la table accessoire, dans le logiciel MapInfo.....	32
<b>Figure III.2</b> : Carte représentative de la couche Habitations.....	32
<b>Figure III.3</b> : Carte représentative de la couche Routes.....	33
<b>Figure III.4</b> : Carte représentative de la table La_nature.....	33

# Liste des Tableaux

<b>Tableau II.1</b> : Population des agglomérations de Khemis El Khechna.....	22
<b>Tableau II.2</b> : Chiffres Fondamentaux pour le réseau d'AEP de Khemis El Khechna.....	23
<b>Tableau II.3</b> : Pression au niveau des immeubles (Dupont, 1979).....	24

# INTRODUCTION GENERALE

Le réseau d'eau potable constitue un élément très important dans la vie des sociétés. La fonction de base d'un réseau de distribution d'eau est de satisfaire les besoins des usagers en eau. Il 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.

L'exploitant d'un réseau d'AEP (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) de son étendue et des difficultés d'accès.

Donc 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 et un pré-requis à toute tentative d'analyse.

Notre choix a porté sur le réseau d'AEP de la ville de Khemis El-Khechena, le travail présenté s'articule comme suit :

- ✓ En chapitre I, une étude bibliographique est entreprise consistant à l'étude de la cartographie, les réseaux d'alimentation en eau potable, et les systèmes d'information géographique.
- ✓ Le Chapitre II, consiste à présenter le réseau d'AEP de notre région et développer un modèle propre à ce dernier.
- ✓ Chapitre III, création d'une carte numérique du réseau d'AEP de la ville de Khemis El-Khechena à l'aide d'un SIG sous le logiciel MapInfo.

## **Chapitre 01 : Etude Bibliographique**

### **Historique**

La cartographie réunit l'ensemble des études et des techniques qui permettent à l'homme de représenter l'espace sur lequel il exerce une activité politique, économique ou même scientifique.

Les hommes ont utilisé des cartes depuis la plus lointaine antiquité, et le faisaient déjà probablement à des époques préhistoriques, en effet, le fait de traduire graphiquement la perception de notre monde est reconnue comme étant le précurseur de toutes les autres formes de communication. Il est possible que quelques dessins retrouvés dans des grottes ou dans des refuges, soient des croquis des territoires où ils vivaient et où ils chassaient. L'agriculture, les voies de transport, la gestion de la propriété foncière représentent entre autres le besoin qu'avait l'homme de reproduire l'environnement dans lequel il vivait.

La cartographie remonte donc aux premières civilisations, une plaquette d'argile babylonienne datant de 2500 ans avant Jésus Christ est la première carte (comme défini ci dessus) de l'humanité. La représentation de la terre se développa rapidement pendant l'antiquité. La cartographie scientifique est née de la civilisation grecque, les romains, eux, optèrent pour la cartographie utilitaire.

Au début du Moyen Age, les hommes se sont très peu intéressés à la forme véritable de la terre, la cartographie fut renvoyée au rang d'illustration du dogme religieux. Les connaissances de l'Antiquité, oubliées des occidentaux, furent entretenues par les Arabes.

Au XIIIème siècle, on assiste à la naissance de la carte marine, elle a pour but, à l'origine, de faciliter la navigation en méditerranée. A partir de la fin du XVème siècle, eurent lieu simultanément la redécouverte de l'œuvre de Ptolémée et les grands voyages d'exploration.

Les grandes découvertes marquent un tournant dans l'histoire de la cartographie, en effet, il est urgent pour les royaumes d'Espagne et du Portugal de représenter ces nouveaux territoires dans le but de les rendre indiscutables. On assiste alors à la création des écoles d'hydrographie et à la naissance de nouvelles méthodes scientifiques pour la détermination des côtes.

## 1. La cartographie :

### 1.1. Qu'est ce que la cartographie

La cartographie est la réalisation et l'étude des [cartes géographiques](#) et [géologiques](#), c'est une science qui permet la représentation des données sur un support réduit représentant un espace réel, elle a comme objectif la simplification, pour une meilleure compréhension des phénomènes.

### 1.2. La carte:

a- Une carte : est une représentation géométrique, plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou partie de la surface terrestre dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle échelle. (Joly.F , 1976)

b- La carte : est un dessin réduit et à plat du monde ou d'une portion du monde. Cette représentation est faite sur papier ou sur un autre support tel le verre, le bois ou un écran d'ordinateur. Une carte est conçue à la main ou par une machine. Les distances sur la carte sont toujours dans le même rapport que sur le terrain.( GOLAY.F,1992)

### 1.2. Comment aborder la cartographie par ordinateur ?

On peut distinguer quatre niveaux selon les fonctionnalités des logiciels.

➤ Certains logiciels destinés au grand public et plus particulièrement aux curieux de géographie ou aux milieux scolaires ne sont que des **recueils de cartes passives** (des atlas) historiques, géographiques, satellitaires. Ils ne permettent en aucun cas de créer des cartes et ne sont donc pas des logiciels de cartographie.

#### ➤ **Les logiciels de dessin**

La réalisation de cartes grâce à un logiciel de dessin (Adobe Illustrator ou Corel-Draw, par exemple) suppose le maniement plus ou moins expérimenté du Dessin Assisté par Ordinateur (D.A.O.). Quatre cas se présentent :

#### ➤ **Les logiciels de cartographie**

Les **logiciels de cartographie** sont complets et permettent de « numériser » ou « digitaliser », c'est-à-dire enregistrer des fonds de carte personnels. Ils créent, structurent et

gèrent les bases de données cartographiques. Ils offrent ainsi toutes les fonctionnalités de rassemblement, de classement et de traitements mathématiques des données à cartographier. Ils traduisent les données (chiffrées ou non) en un langage cartographique constitué de figures géométriques, de trames, de symboles, de diagrammes, de couleurs..., puis ils permettent « d'habiller » la carte avec une légende, un titre, un cadre, une couleur de fond, etc. Enfin, les logiciels de cartographie effectuent des analyses spatiales très élaborées (intersections, sélection d'objets selon divers critères, calculs d'itinéraires, d'isochrones, analyses factorielles, ...).

➤ **Les systèmes d'informations géographiques (S.I.G.)**

Le but de ce paragraphe est uniquement et simplement de tirer au clair les grandes lignes d'un secteur aux multiples ramifications et en perpétuelle évolution. La plupart des personnes extérieures et même bon nombre de professionnels assimilent les S.I.G à des logiciels de cartographie est révélateur de la confusion qui règne dans ce domaine dont l'image et le fonctionnement tendent à se brouiller un peu plus chaque jour, particulièrement aux yeux du cartographe occasionnel.

### **1.3. Les apports de la cartographie par ordinateur**

Les progrès de l'informatique et surtout de la micro-informatique bénéficient à tous les échelons de la cartographie par ordinateur. Sa prééminence sur la cartographie manuelle se décline en sept points majeurs :

- La rapidité d'exécution.
- Un potentiel énorme en matière de stockage et de diffusion.
- La netteté du dessin et la qualité de la restitution.
- Le traitement des données est lié directement à la partie graphique de la carte.
- Une immense capacité de gestion, de traitement, et d'analyse.
- La possibilité de réaliser des cartes originales.
- La possibilité de manipuler des bases de données cartographiques.

## **2. Les systèmes d'informations géographiques (S.I.G.)**

Le concept de système d'information géographique (SIG) est apparu dans les années 1960-1970 avec un premier essai par Tomlinson en 1967. Depuis ce temps, des définitions plus ou moins similaires et cohérentes ont fait leur apparition (Burrough, 1986 ; Fischer et

Nijkamp, 1993 ; Gagnon et Coleman, 1990 ; Goodchild et Kemp, 1990 ; Laurini et Milleret Raffort, 1993 ; Maguire, 1991 ; Star et Estes, 1990 ; Tomlin, 1990) et (Pouliot, 1999).

Afin de bien situer le rôle et l'usage d'un SIG dans ce travail, nous allons également en préciser sa définition.

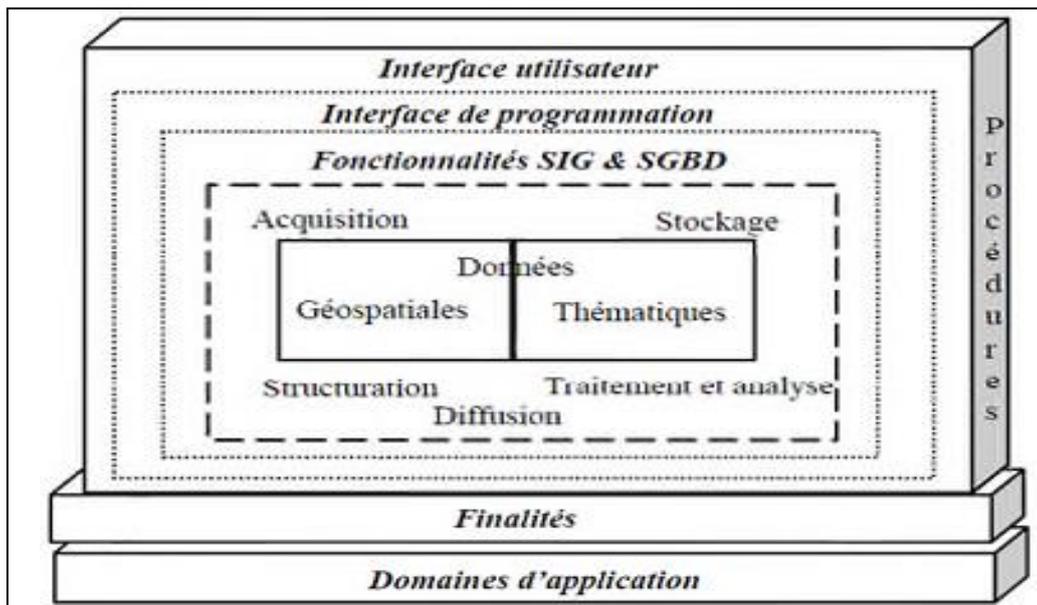
### **2.1. Définition:**

Un système d'information géographique (SIG) est un outil capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Derrière cette définition, on pense souvent à des logiciels. Cela est vrai à condition que le dit logiciel soit capable d'accomplir les 6 fondamentaux d'un SIG à savoir :

- Saisir des informations géographiques sous forme numérique (Acquisition)
- Gérer des bases de données (Archivage)
- Manipuler et interroger des données géographiques (Analyse)
- Mettre en forme et visualiser (Affichage)
- Proposer une ou plusieurs représentations du monde réel (Abstraction)
- Aider à l'analyse prospective (Anticipation).

**NB :** Lorsqu'un logiciel n'est pas capable d'accomplir ces 6 tâches, on ne parle pas de SIG mais de logiciel de cartographie.

Le SIG se caractérise donc par des fonctionnalités de saisie, de stockage, de manipulation, d'analyse et de diffusion d'information à référence spatiale et où celui-ci peut soutenir diverses activités comme la gestion, la recherche et la planification. Afin de bien désigner et délimiter les actions du SIG, le spectre de ses constituants et de ses actions est résumé dans la **Figure 1**.



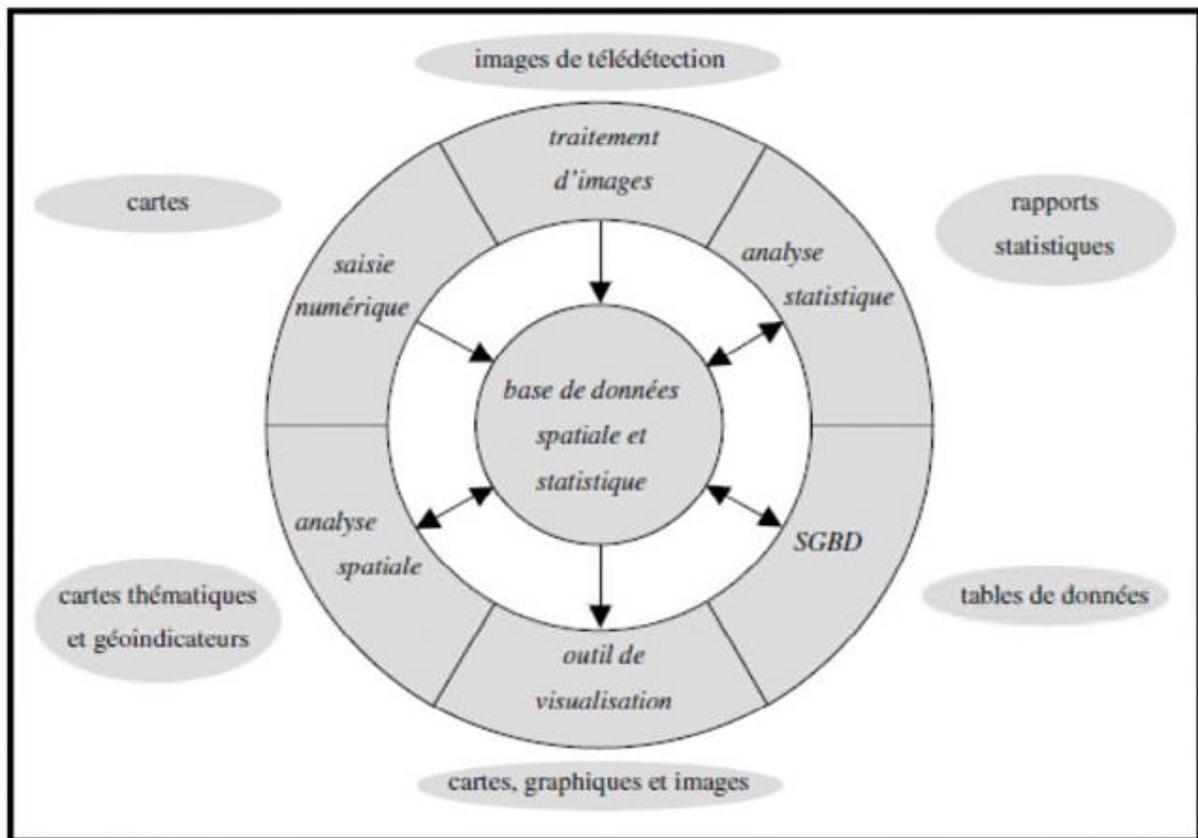
**Figure I.1 :** Spectre des constituants et de l'action du SIG (Pouliot, 1999)

## 2.2. Structure et composantes d'un SIG

Les éléments d'information nécessaires pour les décideurs comprennent à la fois des données et des traitements. Les données associent une description spatiale et alphanumérique des entités et de leurs interrelations. Les traitements sont plus diversifiés et correspondent à trois rôles fondamentaux :

- L'alimentation du système au travers d'une numérisation des données.
- L'exploitation des données au travers de traitements statistiques, topologiques et géométriques.
- La diffusion de l'information, sous forme de cartes, graphiques, tableaux, etc.

Les différentes composantes d'un SIG qui permettent de gérer les données et les traitements sont illustrées dans la **figure 2**.



**Figure I.2 :** Les composants informatiques d'un SIG, adapté d'Eastman (1993) et de Prélaz Droux (1995), et Repetti (2004).

### 2.3. Base de données et système de gestion :

Le constituant fondamental du SIG correspond à sa base de données et son système de gestion associé.

#### 2.3.1. Base de données

Une base de données est un ensemble organisé et intégré de données. Elle correspond à une représentation fidèle de données et de leurs structures, avec le minimum possible de contraintes imposées par le matériel. Elle doit pouvoir être utilisée pour toutes les applications pratiques désirées sans duplication de données. D'après Martin (1991) et (Rouet, 1993), une base de données sur une thématique est un ensemble de renseignements, qui répond à trois critères : l'exhaustivité, la non-redondance et la structure. Selon (Pornon, 1992), une base de données est un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par l'ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en temps réel. Elles se distinguent par des données thématiques et géoréférencées permettant de décrire et de caractériser le comportement du phénomène étudié. Les phénomènes et les propriétés sont respectivement nommés "entités" et "attributs" dans le contexte des SIG (Pouliot, 1999).

L'ensemble des informations constituant cette base de données est inter-reliée et exploitée par des applications via un logiciel du type Système de Gestion de Base de Données (SGBD). Ses informations sont classées sous forme de fichiers et consultées à partir de critères précis.

### **2.3.2. Système de gestion de base de données**

Un système de gestion de base de données est l'environnement adéquat conçu pour gérer les bases de données. Adapté à la particularité des ces dernières, il symbolise l'accumulateur de données, le fidèle agent et le juge compétent ; tantôt les interrogeant, tantôt les mettant à jour. Il coordonne les accès des programmes et la cohérence de la circulation des données et représente l'émérite technicien œuvrant pour l'optimisation de toutes les ressources (Laurini, 1993). Les notions de description, mémorisation, manipulation, traitement, sécurité, confidentialité et intégrité de données sont les actions spécifiques des systèmes de gestion de base de données (Rouet, 1993).

Les SIG ont leurs propres SGBD, qui possèdent la particularité de gérer la composante spatiale. Ces SGBD géographiques s'appuient à la fois sur un module de gestion de bases de données relationnelles et sur un système de fichiers pour les données spatiales. La correspondance entre les deux est assurée par un identifiant unique. Les SIG ont également leur propre outil de visualisation. Il permet de représenter les données sous forme de cartes, de graphiques ou autres types d'images.

### **2.3.3. Les modèles des SGBD**

Les modèles des systèmes de gestion de base de données utilisés se distinguent par la façon dont sont représentées les relations entre les données. La plupart des modèles traitent de manière identique les relations d'attributs, la différence existe dans le traitement des associations. Les modèles existants sont :

- **Le modèle hiérarchique**

Les données dans ce modèle sont représentées sous forme d'arbre par des enregistrements logiques reliés. La structure arborescente du modèle fait apparaître plusieurs niveaux d'informations successivement décroissantes et univoques, ce qui impose un chemin d'accès unique ; Un nœud père peut avoir plusieurs fils, un fils ne peut exister indépendamment de son père. L'inconvénient de ce modèle est principalement la redondance et la dissymétrie. En revanche, l'avantage d'un tel modèle est la représentation directe des

liens et une rapidité lors de la recherche des données si la hiérarchie est bien définie au préalable (Laurini, 1993).

▪ **Le modèle réseau**

Ce modèle permet de remédier aux inconvénients du modèle précédent, à savoir la redondance et la dissymétrie. L'organisation des données est structurée en enregistrements. Les associations entre les ensembles d'entités sont représentées par des liens multiples. L'accès aux données n'est pas uniquement limité aux chemins descendants / ascendants, les relations sont donc de tous types. La recherche d'une donnée peut être lente et dépend beaucoup de la structure de la base (Rouet, 1993).

▪ **Le modèle orienté objet**

Le but de sa conception récente est d'assurer globalement la cohérence, la sécurité, l'intégrité et la fiabilité des données géographiquement regroupées en un contexte unique d'objet (Laurini, 1993).

▪ **Le modèle relationnel**

Ce modèle envisage l'organisation de données sous forme de tables à deux dimensions, dans lesquelles les lignes sont des enregistrements et les colonnes des attributs. Ce modèle possède plusieurs objectifs :

- Proposer des schémas de données faciles à utiliser,
- Améliorer l'indépendance logique et physique,
- Optimiser les accès à la base de données,
- Améliorer l'intégrité et la confidentialité,
- Prendre en compte une variété d'applications.

Le système de gestion de base de données relationnel a réussi à s'imposer en tant que système et modèle dans le monde de l'informatique (Rouet, 1993).

## **2.4. Modélisation spatiale**

Construits pour des objectifs précis, les SIG intègrent l'information nécessaire aux fonctions du système, sous un mode qui permet de répondre aux questions posées avec les outils logiciels et matériels disponibles. Il y a toujours plusieurs manières de répondre à une question et les choix informationnels et techniques du SIG privilégient un mode de réponse (Joliveau T, 1996). Le SIG traduit le réel en fonction des besoins de la structure selon un certain modèle, et pas seulement un modèle de données. La réalisation d'un Système

d'information se base sur un modèle spatial (Figure 3), qui consiste en une représentation simplifiée par le biais d'une organisation relationnelle d'informations, qui décrit les phénomènes et les processus observés dans l'espace (Prélaz Droux, 1995).

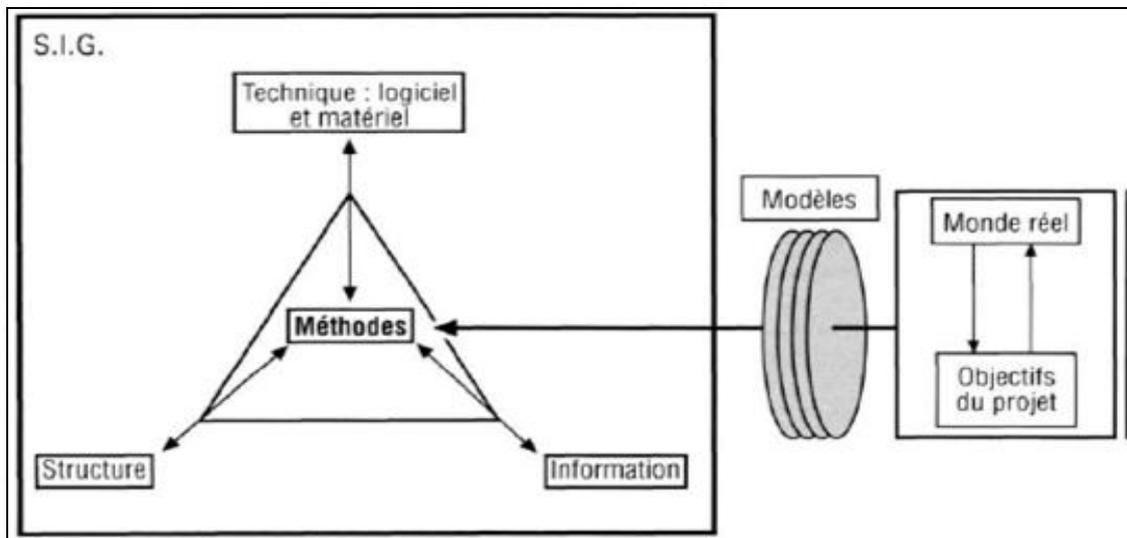


Figure I.3 : Les 4 grandes composantes d'un SIG (Joliveau T, 1996)

Basée sur une approche systémique, la modélisation voit donc un modélisateur effectuer une observation de la réalité (Golay, 1992 ; Crausaz, 2000). Sur cette base, il élabore un modèle-type, correspondant à la finalité qu'il va donner à son modèle et contenant les éléments et leurs interrelations qui sont utiles à son raisonnement (Repetti, 2004).

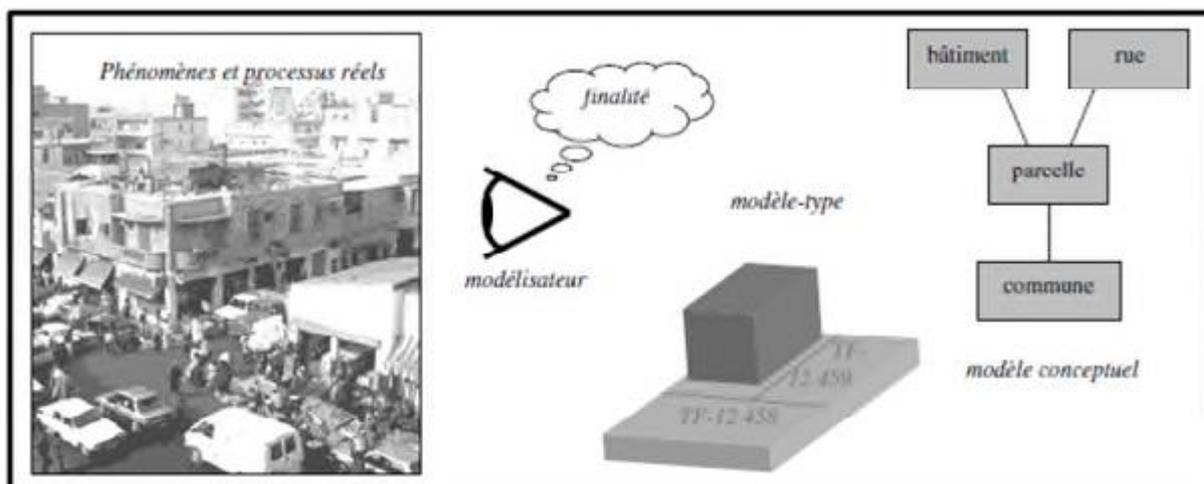


Figure I.4 : Modélisation du territoire par un modélisateur (Repetti, 2004)

### **3. Les réseaux d'alimentation en eau potable**

#### **3.1. Présentations des réseaux D'AEP**

Les réseaux d'eau sont formés d'ensemble d'infrastructures qui doivent véhiculer jusqu'aux points prévus une eau de bonne qualité, en quantité suffisante et avec le moins de défaillance possible.

#### **3.2. Les principaux ouvrages constituant un réseau D'AEP**

Les principaux éléments constitutifs d'un réseau d'eau potable sont :

- Captage.
- Station de pompage.
- Traitement des eaux.
- Adduction (refoulement).
- Accumulation (stockage).
- Distribution.

##### **3.2.1. Captages**

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.

##### **3.2.2. Station de Pompage**

La station de pompage est généralement très nécessaire car elle sert à refouler les eaux de la source vers la station de traitement des eaux. Les eaux sont envoyées dans des conduites de refoulement habituellement équipées d'un clapet anti-retour.

##### **3.2.3. 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. Pour rendre ces eaux potables, il faut les traiter.

Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. L'eau à traiter doit donc être en permanence analysée.

##### **3.2.4. Adduction**

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 (aqueducs) vers les lieux de consommation.

**a) Types d'adduction**

Il ya deux types d'adduction :

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

**3.2.5. L'accumulation (Stockage)**

Les réservoirs doivent maintenir l'eau à l'abri des risques de contaminations, et autant que possible des fortes variations de température.

Il sert aussi à deux choses :

- Constituer une réserve d'eau disponible même si le pompage est arrêté.
- Séparer le pompage de la distribution.

A partir du réservoir, l'eau s'écoule dans les tuyaux par son propre poids, donc plus le réservoir sera plus haut, plus l'eau pourra aller loin et vite.

**3.2.6. 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.

**3.3. Structure du réseau d'Alimentation en eau potable (AEP)**

La structure du réseau d'AEP dépend de la localisation des abonnés, de leur importance et du niveau de demande à assurer. La structure du réseau tient compte d'éléments

géographiques tels que : la dispersion des abonnés, la présence d'obstacles naturels, la présence de routes, chemin de fer, jardins, d'autres réseaux enterrés. Ces caractéristiques sont détaillées dans ce qui suit :

**a) Les conduites**

Les conduites permettent l'acheminement l'eau d'un point à un autre point du réseau. Une conduite est un segment de tuyau ou canalisation délimitée par deux points de consommation d'eau appelés *nœuds*. Chaque conduite est caractérisée par :

- Un nœud initial et un nœud final.
- Une longueur donnée  $L$  et un diamètre  $d$ .
- Un coefficient de rugosité  $C$  traduisant la perte de charge.
- Un état : ouvert, fermé.

L'écoulement de l'eau s'effectue du nœud disposant de la pression la plus élevée vers le nœud dont la pression est plus faible.

**b) Les pompes**

Une pompe est un dispositif permettant de fournir de l'énergie au liquide. Le fonctionnement de la pompe est relié généralement à un réservoir. Le démarrage et l'arrêt de la pompe sont fonction du niveau du réservoir ou de plages horaires spécifiques. Une pompe peut être caractérisée soit par une puissance constante (énergie), fournie à l'eau au cours du temps indépendamment du débit et de la hauteur de refoulement, ou par une courbe caractéristique qui décrit la relation entre la hauteur de refoulement et le débit fournie à l'aide d'une fonction :  $H=f(Q)$ .

La pompe devra compenser les dissipations d'énergie dans les conduites tant d'aspiration que de refoulement ; dénommées *pertes de charge* elles sont couramment évaluées en hauteur d'eau exprimée en mètre.

**c) Les vannes**

Certaines conduites de longueur fictive comporte des vannes qui permettent de limiter la pression ou le débit en des points précis du réseau. Les vannes sont caractérisées par :

- Les nœuds d'entrée et de sortie.
- Le diamètre.
- Le diamètre de la consigne de fonctionnement et l'état de la vanne.
- Coefficient de perte de charge singulière.

Il existe plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés :

- Les vannes d'isolement : permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer ou entretenir. On distingue deux types : les robinets à papillon pour les conduites de gros diamètres et les robinets-vannes pour les conduites de petits diamètres.
- Les vannes à clapets de non-retour : permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens. Elles sont installées sur les conduites de refoulement.
- Les vannes de réduction de pression : permettent de réduire la pression à une valeur prédéterminée.

**d) Les ventouses**

On installe des ventouses aux points élevés du réseau. Elles permettent d'un côté, de faire évacuer les quantités d'air qui s'y accumulent à la suite, par exemple, du dégazage de l'oxygène dissous, et de l'autre côté, de faire pénétrer l'air lorsqu'un vide se crée dans une conduite et évitent la création de pressions négatives qui risqueraient d'entraîner l'écrasement de la conduite. Trois types de ventouses sont utilisés : ventouses pour petites quantités d'air, ventouses pour grandes quantités d'air et ventouses universelles.

**e) Les vannes de vidange**

Placé au point bas de la canalisation pour en permettre la vidange, l'évacuation s'effectue à l'égout le plus voisin ou si le point bas se trouve hors de la ville, dans le fossé le plus proche. Ce robinet sera placé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie et doit être facilement accessible.

**f) Les poteaux d'incendie**

Ils permettent de fournir aux pompiers l'eau dont ils ont besoin pour combattre les incendies. Ils sont reliés aux conduites du réseau par des conduites de raccordement dotées d'une vanne d'isolement. Un poteau d'incendie doit comporter au moins deux prises latérales de 65 mm de diamètre et une conduite de 100 mm de diamètre si le débit excède 5000 l/mn ou la pression si est faible.

### **3.4. Problèmes rencontrés dans un réseau D'AEP**

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'A.E.P ; des fuites, les branchements illicites, les erreurs de compteurs, les problèmes

environnementaux, pénétration de contaminants, chute de pression, des ruptures ou casses sur les conduites et leurs accessoires, les interruptions. A ces problèmes s'ajoutent des problèmes de gestion du réseau. Ces différents problèmes causent le mécontentement des consommateurs qui réagissent en déposant des plaintes sur les différents services (quantité insuffisante, qualité médiocre, interruption de l'alimentation, etc.) au niveau des services concernés. Les différents problèmes survenant dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent être classés en trois grandes catégories :

- Problèmes induisant les ruptures et les casses.
- Problèmes induisant les fuites.
- Problèmes induisant la dégradation de la qualité de l'eau.

### **3.5. Gestion informatisée des réseaux**

La complexité des réseaux d'eau potable et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent, fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique.

Elle permet en effet :

- D'améliorer la connaissance des réseaux faisant l'objet d'une telle étude ;
- De détecter et de comprendre les désordres pouvant se produire sur le réseau : on peut par exemple localiser les zones où la pression est anormale et en déduire la présence de fuites ou l'existence d'éléments inconnus, s'apercevoir que les temps théoriques de fonctionnement de pompes sont bien inférieurs aux temps mesurés ou découvrir d'autres indices qui témoignent de dysfonctionnement ;
- De simuler sur une période d'au moins une journée le comportement du réseau afin d'en optimiser les ressources, les capacités de stockage, les pompages ;
- D'étudier l'impact de nouvelles consommations ou d'éventuels incidents, de prévoir et adapter les installations pour faire face à de nouvelles contraintes ou à des situations de crises ;
- De dimensionner les extensions, les renforcements ou les aménagements nécessaires pour satisfaire les nouveaux besoins.

### **3.6. Cartographie des réseaux**

C'est l'ensemble des études et opérations intervenant à partir d'une connaissance approfondie des réseaux (observations, exploitation ...) et l'établissement des cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que leurs utilisations. Les plans de réseaux sont des outils

indispensables à la bonne marche d'un service d'AEP. Ils sont utilisés par de nombreux intervenants tels que les agences d'urbanisme ou autres services publics.

### **3.8.1. Mise à jour des plans**

Les services d'eau disposent généralement des informations concernant les réseaux et d'un support cartographique correspondant à la voirie car la mise à jour demande une bonne coordination avec les services en charge des travaux de voirie afin que ceux ci transmettent au service d'AEP les plans d'exécution des travaux (Valiron, 1994).

### **3.8.2. Fonds de plans**

Les données cartographiques correspondantes à la voirie et le bâti sont tenues à jour par les services concernés tels que l'Institut National de Cartographie et de Télédétection ou les services du Cadastre qui sont les principaux fournisseurs des données cartographiques nécessaires aux organismes gestionnaires de réseaux. Le plan cadastral comporte principalement les informations suivantes:

- Les limites de commune,
- Les bâtiments (hachurés), les hangars, les mosquées, les cimetières, les moulins, les cheminées d'usine, les gazomètres, les gazoducs, les lignes de transport de forces.
- Les noms de voie et les numéros de police des immeubles bordant ces voies.
- Les repères géodésiques, les points de triangulation et de polygonaion cadastrale, les repères de nivellement, les bornes de propriétés.
- Les murs, les clôtures, les haies, les fossés, les cours d'eau, les lacs, les étangs, les ouvrages (quais, ponts), les bordures de chemins et de trottoirs, ... (Rouet, 1993).

Afin de mieux évaluer ce que peut apporter la cartographie informatisée, il convient de mettre en évidence les principaux inconvénients de la cartographie « papier » :

- la quantité d'information que peut contenir une carte est limitée, principalement pour des raisons de lisibilité ;
- une fois produite, la carte « papier » est un document figé. Il peut même arriver que des cartes soient périmées dès leur parution ;
- il est difficile d'extraire une information exacte (coordonnées géographiques d'un point situé en mer) ; aucune analyse quantitative ne peut être conduite entre deux cartes thématiques ;

- toute analyse spatiale à partir de plusieurs cartes est difficile, voire impossible. (Sauvagnargues Lesage et al., 2009 ; Tena Chollet et al., 2010).

### **3.8.3. Cartographie des réseaux d'alimentation en eau potable à l'aide d'un SIG**

La cartographie des réseaux d'alimentation en eau potable doit être fondée sur une parfaite connaissance de ces derniers et de tous leurs éléments constitutifs et leurs son fonctionnement.

Les cartes et plans des réseaux, tenus à jour, avec l'indication des différents points singuliers constituent le document de base de l'exploitant.

Ce document de base tend à se développer sur support informatique et constitue un système d'information géographique, véritable base de données fondée sur la représentation géographique des réseaux et de l'ensemble des informations qui y sont associées.

- La constitution d'un S.I.G dans l'élaboration des cartes réside dans la facilité de :
  - Mettre en place une cartographie numérique détaillée facile à mettre à jour.
  - Permettre des analyses spatiales en croisant les couches d'information stockées dans la base de données.
  - Permettre des études statistiques en procédant à des requêtes multiples.
  - Elaborer diverses cartes thématiques en croisant les différentes couches d'informations intéressant le thème.
- Les spécificités de cette cartographie sont liées :
  - A la mise en œuvre d'un projet de gestion technique.
  - A l'absence d'un projet global de bases de données urbaines dont il faut préserver la faisabilité.
  - Au fait que plusieurs collectivités indépendantes gèrent des réseaux de même nature, complémentaires les uns des autres, sur un espace géographique commun.

De tels outils permettront de :

- Acquérir une connaissance descriptive et fiable du réseau,
- Géolocaliser les différents ouvrages constituant le réseau,
- Visualiser les réseaux d'eau potable avec différentes configurations et à différente échelle,
- Cartographier et analyser géographiquement les données du réseau,

- Disposer d'un véritable système d'aide à la décision, implantation d'ouvrages, interventions sur les réseaux, ...,
- Lancer des requêtes de recherches et des analyses thématiques,
- Générer des statistiques et des plans à échelles voulues, .....
- Faire le suivi des dysfonctionnements du réseau,
- Programmer la distribution d'eau potable selon les résultats de calcul et les différents scénarios de distribution, ....

#### **4. Conclusion**

Ce chapitre est consacré à la recherche bibliographique des différentes notions étudiées dans le cadre de cette thèse, trois parties ont été développées à savoir la cartographie les systèmes d'information géographique et les réseaux d'alimentation en eau potable.

La cartographie est un moyen très efficace d'exprimer des idées et de repérer des phénomènes qui ne le seraient pas, ou qui le seraient plus difficilement, par d'autres moyens. En ce sens, elle permet au chercheur de s'exprimer plus efficacement, mais aussi au lecteur de mieux le comprendre.

Les systèmes d'information géographique, qui sont souvent perçus comme des outils, des logiciels qui permettent de réaliser des requêtes, ainsi que des cartes, à partir de sources hétérogènes existantes. Il s'ensuit que des confusions apparaissent entre SIG et bases de données spatiales, entre création d'un SIG conçu en fonction d'une problématique donnée et création d'informations spatiales en vue de la rédaction de cartes, entre géotraitements en vue de l'analyse et de la simulation spatiales et manipulations informatiques.

D'une façon générale, la conception d'un SIG est avant tout un processus de modélisation d'une problématique intégrant une dimension spatiale ou géographique, de structuration des phénomènes retenus comme caractérisant, concrétisant celle-ci avant d'être un problème d'ordre informatique. Ces phénomènes sont à l'intersection de trois espaces ou ensembles, à savoir l'espace de la réalité observable (thématique, sémantique), l'espace spatial ou géographique et l'espace temporel. L'information spatiale ou géographique créée correspond à une des parties visibles des phénomènes et n'a de sens que rapportée à ces espaces pris ensemble (François Pirot et Anne Varet Vitu, 2004).

La dernière partie de ce chapitre est développée dans les chapitres suivants (chapitre 2 et 3) afin de réaliser un SIG avec une application pour la ville de Khemis El Khechna (W. Boumerdès).

## **Chapitre 02 : Modélisation des données du réseau d'AEP de la ville de Khemis El Khechna**

### **1. Introduction**

Une adéquate gestion des réseaux d'eau potable nécessite de disposer d'une base de données actualisée où les informations requises sont reliées au même référentiel spatial. Néanmoins, les informations relatives aux réseaux et aux infrastructures d'eau potable sont généralement disponibles sans concordance d'échelles et sur différents supports avec un classement souvent aléatoire et beaucoup de redondance. De même, l'historique des incidents sur les réseaux (fuites et casses) est généralement tributaire de la mémoire humaine. L'objectif du présent chapitre est donc d'organiser sous forme d'un modèle de données cohérent, les données contenues dans les fiches d'informations élaborées. Un modèle de données pour les réseaux d'eau potable.

### **2. Présentation de la ville de Khemis El Khechna**

#### **2.1. Situation géographique**

La commune de Khemis El Khechna constituant le chef-lieu de la Daïra (suite au dernier découpage administratif de 1991), est donc une des composantes de la wilaya de Boumerdès. Elle se situe à 23 KM au Sud-Ouest du chef-lieu de wilaya et constitue le trait d'union entre les riches terres de la Mitidja et les versants Sud du Sahel.

Administrativement (**Figure II. 1**), la commune de Khemis El Khechna est limitée :

- Au Nord : Par les communes de Rouiba (wilaya d'Alger) et Ouled Hedadj (wilaya de Boumerdès).
- Au Sud : Par les communes de Sohane (wilaya de Blida) et de Boukhrane (wilaya de Bouira).
- A l'Est : Par les communes de Larbaatache et Ouled Moussa (wilaya de Boumerdès).
- A l'Ouest : Par les communes de Meftah, Djebabra (wilaya de Blida) et Hammadi (wilaya de Boumerdès).

#### **2.2. Relief et géologie:**

La région de Khemis El Khechna, se divise en deux grands ensembles ; le premier est constitué par la plaine orientale de la Mitidja, au Nord, caractérisé par une morphométrie à très faibles pentes, enclavées entre les altitudes 40 m et 68 m uniquement. Le second

ensemble est constitué par une zone montagneuse au sud de la commune (Amorce de l'Atlas Blidéen) avec des altitudes qui varient entre 260 m et 600 m.

La zone d'étude est située dans la partie centrale de l'Algérie septentrionale, elle englobe une partie de la Mitidja ainsi que des montagnes appartenant à l'atlas Blidéen.

La géologie de la région dans son contexte lithologique et stratigraphique, montre les terrains suivants:

- **Dépôt alluvions:** cette roche sédimentaire est localisée dans la plaine de la région.
- **La roche schisteuse:** l'affleurement de cette roche est localisé dans la partie haute piémont et dans toute la zone montagneuse.
- **Les roches calcaires:** cette roche à une résistance forte, son affleurement est localisé au Sud- Ouest de l'agglomération chef-lieu de Khemis El Khechna.
- **Poudingue:** c'est une roche sédimentaire, apparaissant dans le contrebas de Djebel Ras Harrou.

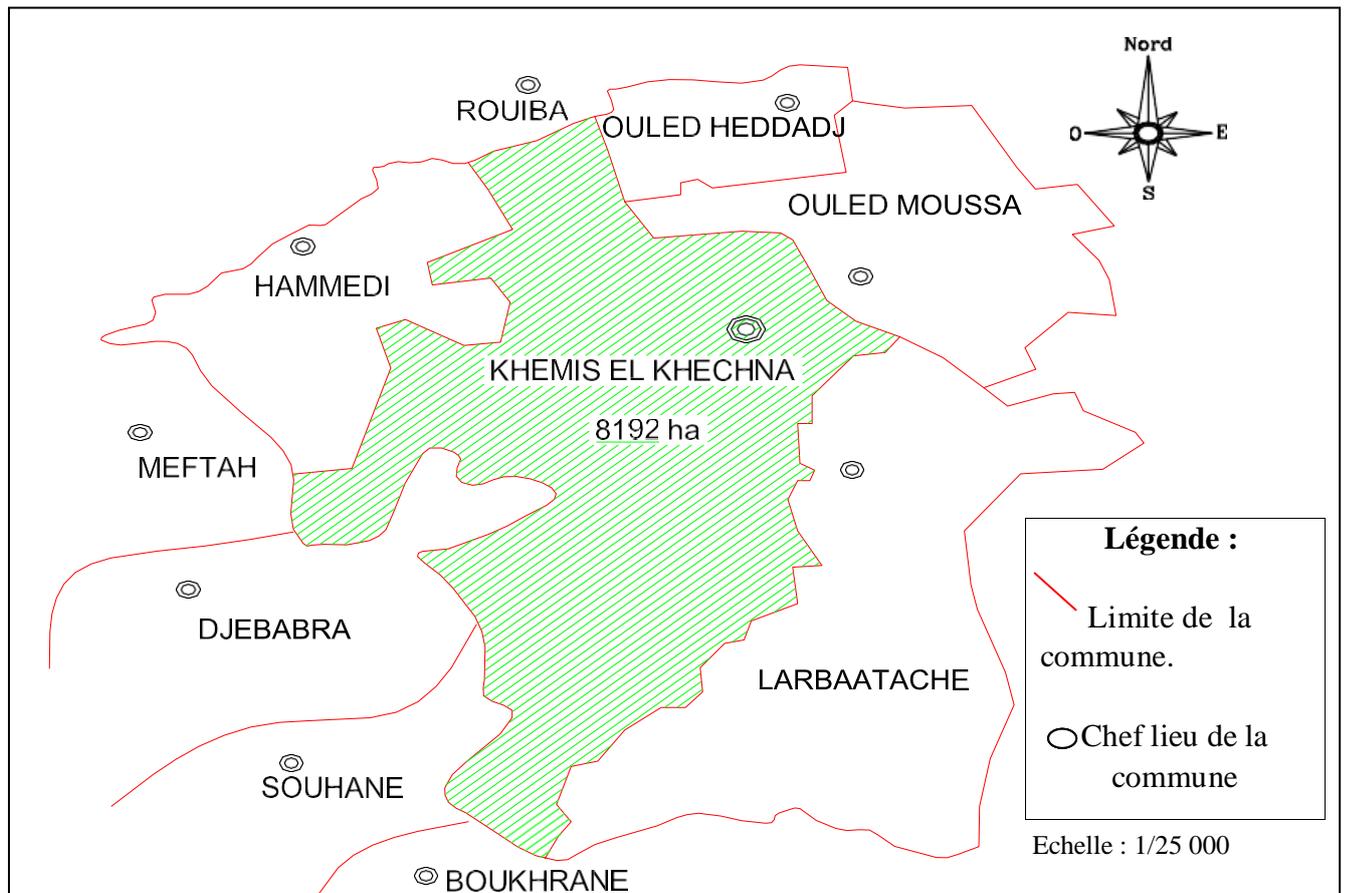


Figure II.1 : Situation géographique de la région d'étude.(D.R.E.Boumerdes,2012)

**2.3. Climat**

Du point de vue climatique, la zone d'étude est influencée par la frange littorale bénéficiant ainsi, de l'effet adoucissant de la mer méditerranée. La pluie moyenne interannuelle, observée est de l'ordre de 670 mm alors que la température moyenne est d'environ 17 °C

**2.4. Démographie**

Pour une superficie de 81.92 Km<sup>2</sup>, la commune de Khemis El Khechna comptait 76 475 habitants au dernier recensement de 2008, elle se caractérise par un taux d'accroissement de l'ordre de 2.37 %, qui est relativement élevé et une densité moyenne de 934 habitants / Km<sup>2</sup>.

La commune peut être divisée en 4 zones présentées comme suit :

**Tableau II.1 : Population des agglomérations de Khemis El Khechna**

Zones	Population 2017	Strates d'appartenance	Agglomérations
Chef Lieu	59212	Urbaine	Centre ville
			La cité des 200 logt
			La cité des 18 logt
			La cité des 30 logt
			La cité des 90 logt
			La cité des 210 logt
Lotissement Sidi Serhane	9256	Urbaine	Lotissement Sidi Serhane
			La cité des 290 logt
			La cité des 300 logt
Les Plateaux	15532	Urbaine	Les plateaux
Cité R'djal El Houche	8236	Urbaine	Cité R'djal El Houche
			La cité des 290 logt

Source : ONS, 2008

### 2.5. Réseau de Distribution

Le réseau de distribution de notre commune est un réseau mixte (maillé et ramifié) alimenté par trois réservoirs semi enterré (5000,2\*500)m<sup>3</sup> (béton armé) qui se trouvent a la localité de Badr Eddine ; il comporte plus de 1 775 km de long.

**Tableau II.2 :** Chiffres Fondamentaux pour le réseau d'AEP de Khemis El Khechna

Nombre de chefs-lieux exploités	01
Longueur du réseau de distribution en eau potable (Km)	1775
Longueur du réseau d'adduction (Km)	14
Nombre d'ouvrages d'alimentations (Réservoirs d'eau)	03
Vanne de vidange	06
Nœud	284
Capacité totale de stockage (m <sup>3</sup> )	6000
Nombre de station de traitement	1
Débit d'eau total produit en 2014 (m <sup>3</sup> /h)	1245.8
Débit d'eau produit en surface (65%) (m <sup>3</sup> /h)	770.58
Débit d'eau souterraine produit (35%) (m <sup>3</sup> /h)	475.2

Source : D.R.E.W. Boumerdès, 2012

Le réservoir 5000 m<sup>3</sup> est alimenté a partir de la station de Boudouaou tandis que les deux autre (2\*500) a partir des forages qui ce trouve au nord de la ville (champs de Chebacheb).

### 3. Modélisation Fonctionnelle du réseau d'AEP de Khemis El Khechna :

Un réseau d'AEP a pour mission principale d'assurer les fonctions de production, stockage et de distribution tout en satisfaisant une clientèle toujours exigeante en qualité et en quantité (Valiron, 1994 ; Abdelbaki et al, 2012). Ces trois principales fonctions sont modélisées en tenant compte de certaines mesures techniques qui conditionnent les données d'entrée et les résultats de sortie pour chaque fonction étudiée.

**3.1. Mesures techniques de performances :**

A partir de 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.

Débit : les conduites devront pouvoir transiter les plus forts débits instantanés en tenant compte du débit de pointe.

Diamètre : le choix des diamètres est basé sur les catalogues des fournisseurs. Compte tenu des débits importants que sont rarement d'un diamètre inférieur à 0,06 m, voire 0,08 m. Dans les tronçons sur lesquels est prévu l'installation de bouches d'incendie, le diamètre minimal sera de 0,100 m ou mieux encore 0,150 m

Vitesse : la vitesse de l'eau dans les conduites est de l'ordre de 0,5 à 1.5 m/s. Les vitesses supérieures à 1,5 m/s, de même que celles inférieures à 0,5 m/s sont à éviter (Dupont, 1979).

Matériaux : Le choix des tuyaux utilisés est fonction de la pression et de la nature du terrain, des coûts de fourniture et de mise en œuvre, mais aussi de la facilité à réaliser les raccordements, les prises de branchements, les réparations en cas de fuite.

Pression : le réseau doit être calculé pour satisfaire à certaines conditions de pressions. En vue de la bonne tenue des canalisations, il y a lieu d'éviter en ville des pressions supérieures à 50 m qui risquent d'apporter des désordres (fuites) et certains bruits désagréables dans les installations intérieures d'abonnés. Selon la hauteur des immeubles, on prévoit les pressions maximales données dans le tableau ci-après.

**Tableau II.3** : Pression au niveau des immeubles (Dupont, 1979)

<b>Etage</b>	<b>Pression (m)</b>
01 étage	12 à 15
02 étages	16 à 19
03 étages	20 à 23
04 étages	24 à 27
05 étages	29 à 32
06 étages	32 à 36
07 étages	38 à 45

3.2. Production:

La production se fait à partir de captages d'eau souterraine ou d'eau de rivière en fonction des possibilités de la ressource et des besoins. Sa modélisation est en figure II.1.

Les données d'entrée sont les besoins de la population, les ressources en eau, leur disponibilité, qualité et quantité ainsi que les différentes activités présentes au niveau du système étudié.

Les résultats de sortie sont des débits calculés en fonction des besoins moyens de la population et ainsi que les débits en heures de pointe. Les facteurs qui influencent la modélisation de cette fonction sont d'ordre hydrologique, hydrogéologique, démographique.....

La fonction « Production » conditionne les fonctions de « Stockage » et « Distribution » car les résultats de sortie de cette fonction, sont des données d'entrée pour la modélisation des autres fonctions (**Figure II.2**).

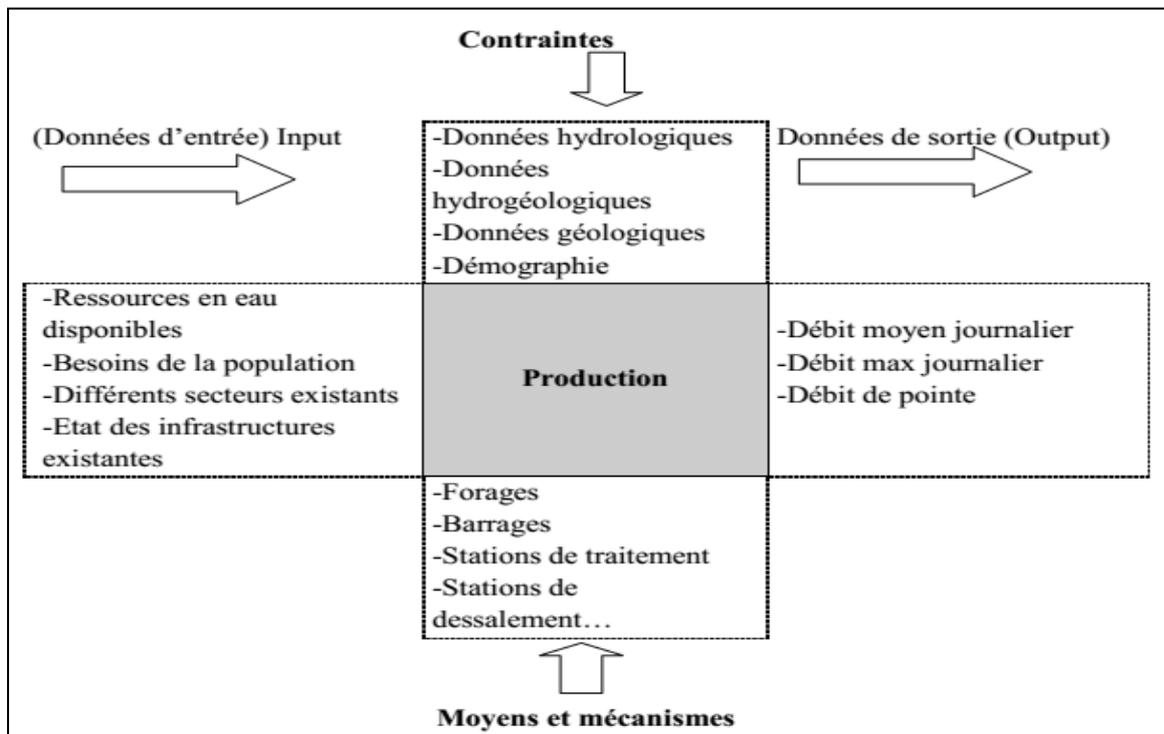


Figure II.2 : Données de base et modélisation pour la fonction « Production »

3.3. Stockage:

Il s'effectue dans des réservoirs en amont de toute localité permettant une desserte gravitaire. Ces réservoirs, en plus de ce rôle principal, ils permettent de poursuivre la distribution en cas d'interruption de la production et de moduler le pompage (rôle tampon), pour profiter des meilleurs tarifs électriques en termes d'énergie consommée. Aussi, ils constituent un moyen pour limiter les risques de défaillance. Sa modélisation est illustrée en **Figure II.3.**

Les données d'entrée de cette fonction sont le débit maximal journalier, résultat de sortie de la fonction précédente ainsi que les capacités des ouvrages de production (capacité de traitement, Champs captant, ...). Les résultats de sortie sont les capacités de stockage, l'emplacement de ces derniers...

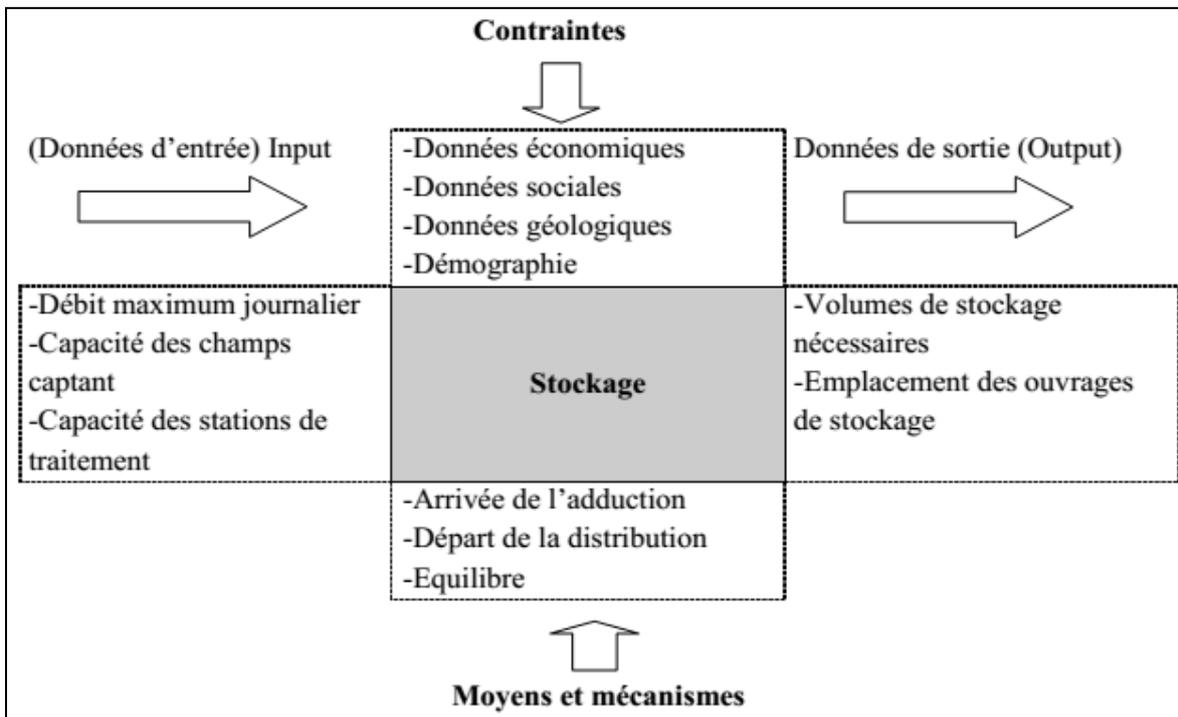
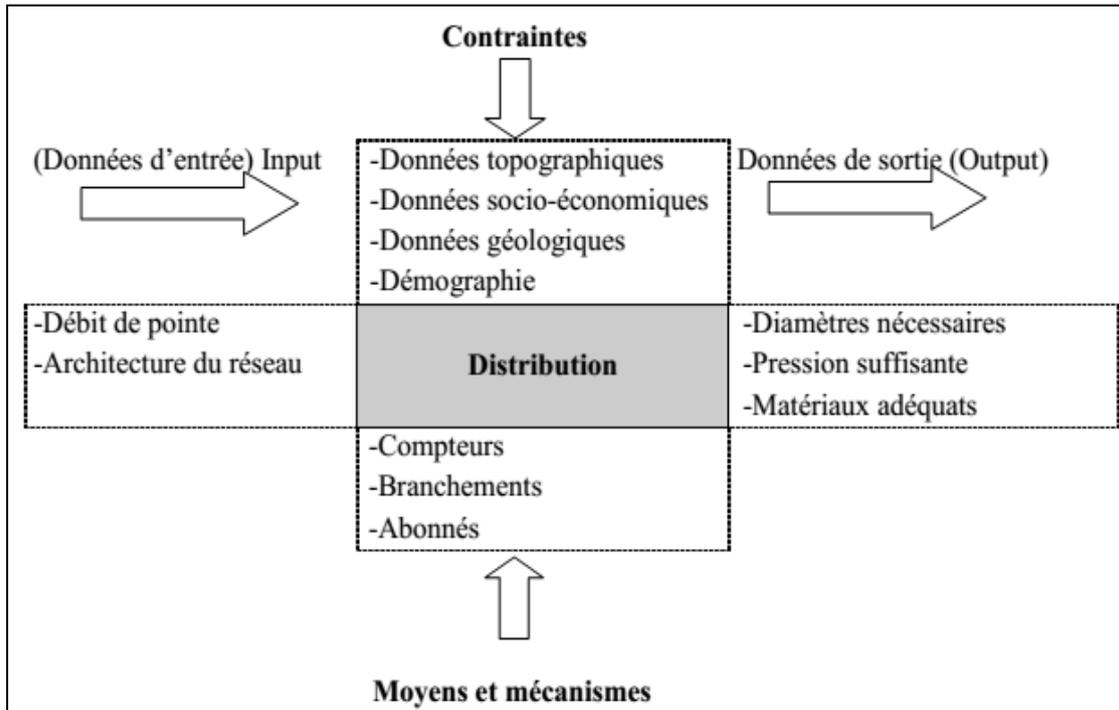


Figure II. 3 : Données de base et modélisation pour la fonction « Stockage »

3.4. Distribution:

Elle se fait à partir des réservoirs, par des réseaux maillés, équipés de diverses vannes de sectionnement, pour accroître la sécurité et éviter les interruptions du service en cas de réparation. L'eau est amenée chez l'utilisateur par des branchements particuliers. Sa modélisation est donnée en **Figure II.4**.



**Figure II.4 :** Données de base et modélisation pour la fonction « Distribution »

4. Organisation Structurale du Système d'AEP de Khemis El-Khechena :

- En général, l'organisation structurale du système étudié implique deux dimensions :
- verticale entre des sous-systèmes pouvant être de différents niveaux hiérarchiques ou d'agrégation,
  - horizontale entre les composantes d'un même sous-système.

Le résultat de l'analyse systémique de l'alimentation en eau potable du Khemis El-Khechena se fait de haut en bas, allant d'un niveau global de compréhension vers des niveaux de détail.

L'organisation structurale du système d'AEP est représentée par une décomposition descendante donnée en **Figure II.5** (Abdelbaki et al, 2012).

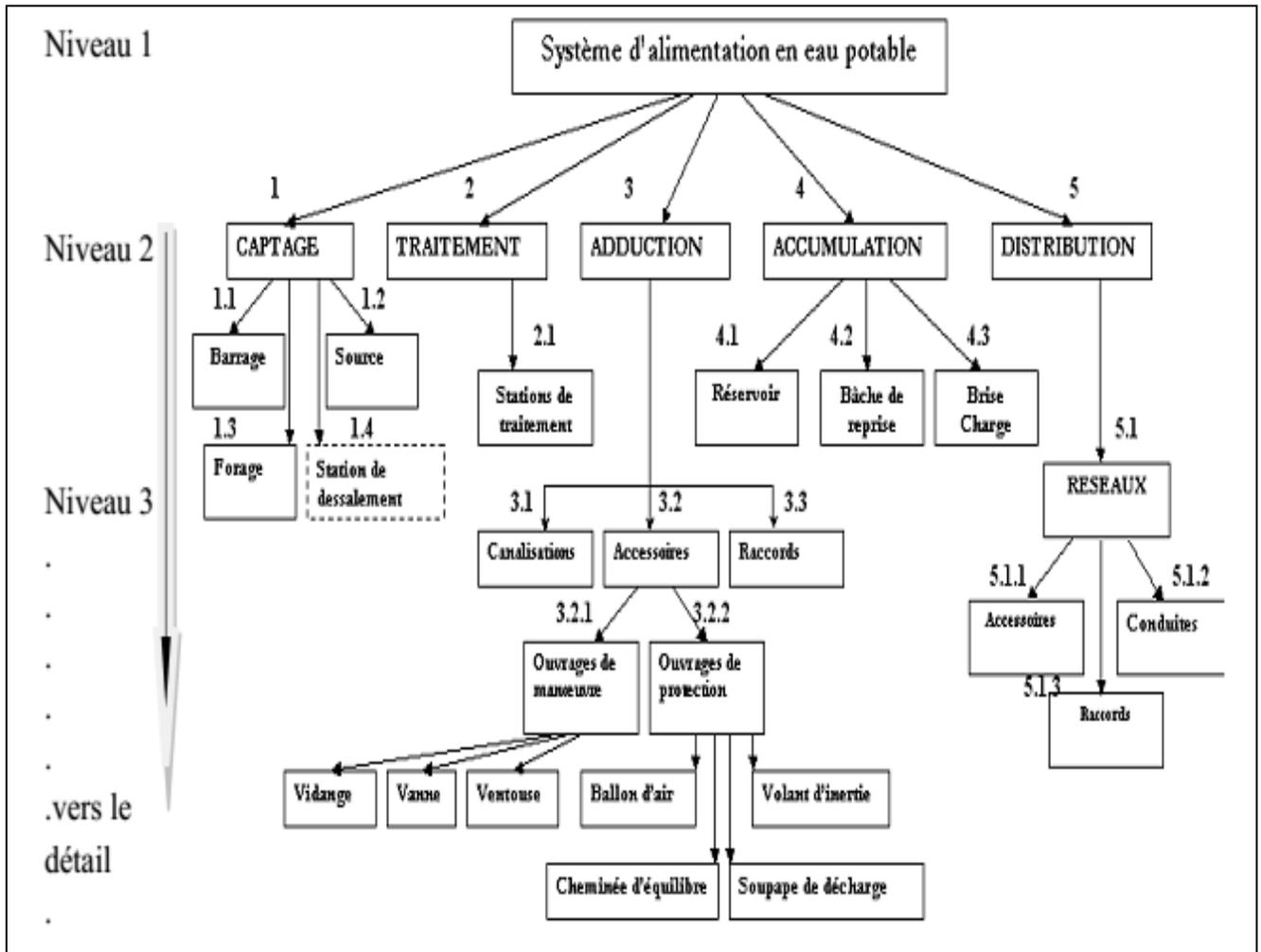


Figure II.5 : Organisation structurelle d'un système d'AEP

### 5. Conclusion :

L'objectif de la modélisation est de fournir une représentation de données à la fois simplifiée et complète dans le but d'avoir une meilleure compréhension des enjeux liés à ces données.

Les données contenues dans les fiches d'informations élaborées Un modèle de données pour les réseaux d'eau potable

**Chapitre 03 : Mise en place d'un SIG pour le réseau d'AEP de Khemis El-Khechena****1. Introduction :**

Ce chapitre décrit les démarches qui ont permis de concevoir un SIG pour le réseau d'AEP de la ville de Khemis El-Khechena. Les paragraphes suivants illustrent le type de données utilisées, leur acquisition et les possibilités offertes par les SIG pour faciliter leur traitement, permettant ainsi une connaissance fiable de l'hétérogénéité spatiale de l'état structurel du réseau.

**2. Conception du SIG d'Eau Potable :**

Le but de cette partie est d'exposer la démarche de travail, c'est-à-dire les différentes étapes suivies pour la conception d'un SIG pour le réseau d'eau potable. Cette démarche constitue en quelque sorte « le fil conducteur » du travail.

Pour créer un SIG d'eau potable, il est indispensable de voir les outils de travail suivants :

Un **GPS**, un **ordinateur** et un **logiciel** de cartographie.

**2.1. Acquisition des données:**

C'est la phase la plus importante pour la réalisation d'un SIG. Le volume important d'informations à collecter, la grande quantité de documents à inventorier représente une grande difficulté dans le processus d'élaboration d'une base de données.

Les données sont acquises sous forme de : plans, rapports, des coordonnées, données statistiques, ..., de plusieurs sources, citons :

- **DRE** de Boumerdes : Direction des Ressources en Eaux de la Wilaya de Boumerdes.

Les données recueillies sont des données cartographiques et statistiques :

- Le plan de masse de la ville de Khemis El-Khechena.
- Le plan représentant le réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Khemis El-Khechena.
- Données statistiques (débits, capacités, volumes, longueurs...).
- La collecte des données techniques : diamètres, matériau, débit, coordonnées...

**2.2. Choix du SIG :**

Confrontés aux nombreux Systèmes d'Information Géographique adaptés au monde de la micro-informatique, Le choix s'est porté sur les Systèmes d'Information Géographique ArcView, MapInfo et ArcGis pour cette phase pour bénéficier d'un ensemble de produits performants et évolutifs. Ces produits permettent de créer, d'afficher, de modifier, de faire la mise à jour de toutes formes d'informations géographiquement référencées.

Dans notre cas on utilise le logiciel de cartographie : **MapInfo**.

### \* Définition du MapInfo

MapInfo Professional est un Système d'information géographique (SIG) à l'origine Bureautique, un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique, il permet la superposition de couches numériques (Tables) et de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones, image raster ....

C'est un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques.

### 2.3. Gestion des données :

Après avoir acquis les données, il est nécessaire de les organiser, les agencer (les structurer), les contrôler, pour cela les données sont classées par couches qui sont les suivants:

- Réseau (conduites).
- Ouvrages d'alimentation (réservoir...)
- Vannes.
- Abonnées (Habitants).
- Végétations.

Les composantes (champs) de chaque table sont choisies suivant le but visé par le SIG, c'est-à-dire, les informations qu'on souhaite transmettre.

### 3. Application :

L'étape suivante consiste à **la création** d'un projet, dans notre cas c'est le réseau d'AEP de Khemis El-Khechena, dans **le MapInfo** qui se fait table par table.

Prenons l'exemple de **la Table réseau (conduites)** pour expliquer la procédure de création du SIG. Les étapes sont les suivant :

#### 3.1. Calage de la carte :

- a. Après l'ouverture du MapInfo, on découche la première barre d'outil (à droite) et on déplace les deux autres (Dessin et Général).
- b. On clique sur Fichier → Ouvrir.
- c. On choisit le type de fichier : Image raster après l'emplacement de cette dernière.
- d. Une boîte de dialogue s'ouvre : on choisit bien évidemment calage.
- e. Par la suite on choisit la projection UTM (Mercator WGS84) et vérifier que l'unité est en mètres, on passe après au calage on choisissant 4 points de coordonnées (X, Y) et on les positionne sur le plan.

#### 3.2. Création de la table réseau (conduites) :

- a. On commence par ouvrir l'image calé (le plan de masse calé).

- b. Puis aller a Fichier → Nouvelles table : ouverture d'une boîte de dialogue on **découche** ouvrir une nouvelle fenêtre carte → **coucher** sur ajouté a la fenêtre carte active → Créer.
  - c. Après, créations des champs (entités) de notre table donc les caractéristique d'un réseau qui sont : Longueur des conduites, diamètres, type de matériaux on choisissant le type de chaque champ : flottant, entier, caractère.
  - d. On clique sur créer par la suite on nome la table et l'enregistre dans le dossier de notre travail.
- On suit les mêmes étapes pour **la création** des autres tables : **Réservoirs, Accessoires, Routes, Habitations, La\_nature.**

On passe par la suite a la digitalisation de chaque table avec la fonction polygone et FUS ainsi le développement de la base de données donc l'insertion des informations nécessaire sur notre réseau

On est arrivé alors à créer la carte thématique du réseau de notre ville avec une base de données caractérisant le réseau d'AEP de la région (voir **l'annexe I**)

Réservoirs :

La base de données des réservoirs (cote, capacité, localisation) de notre réseau d'AEP et présenter dans **l'Annexe II.**

Accessoires : On a représenté les accessoires présents dans notre réseau comme suit :

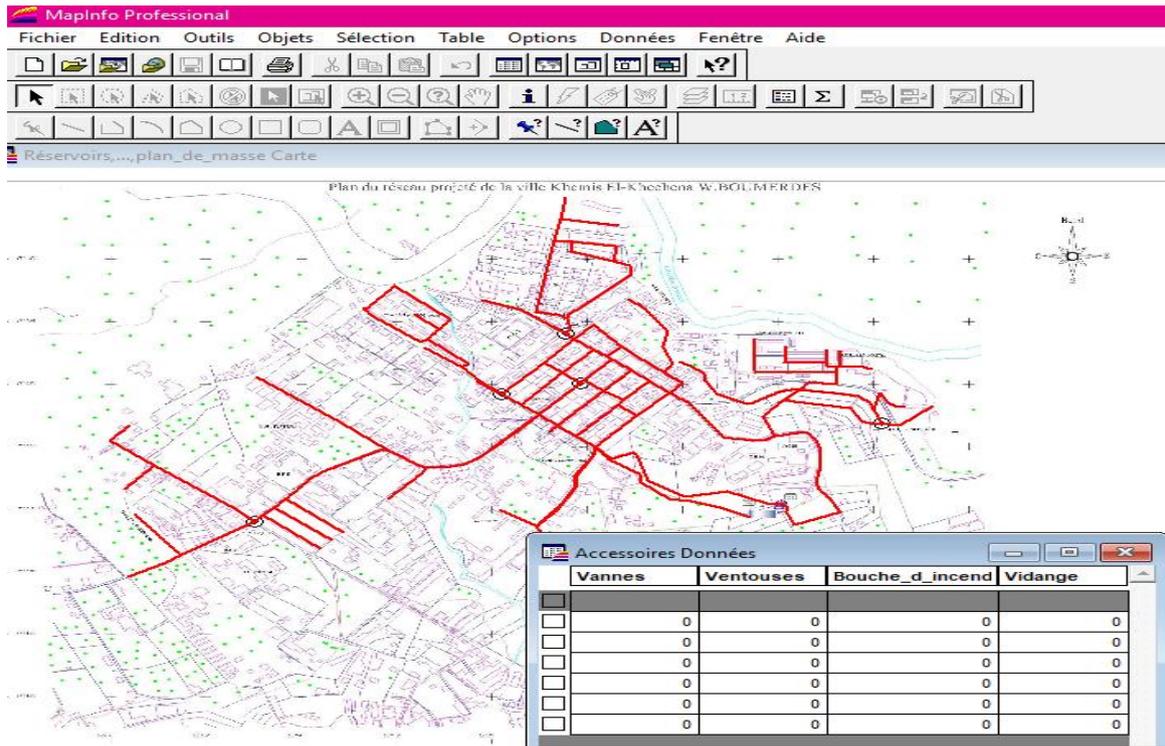


Figure III.1 : Structure de la table accessoire dans le logiciel MapInfo.

Habitations :

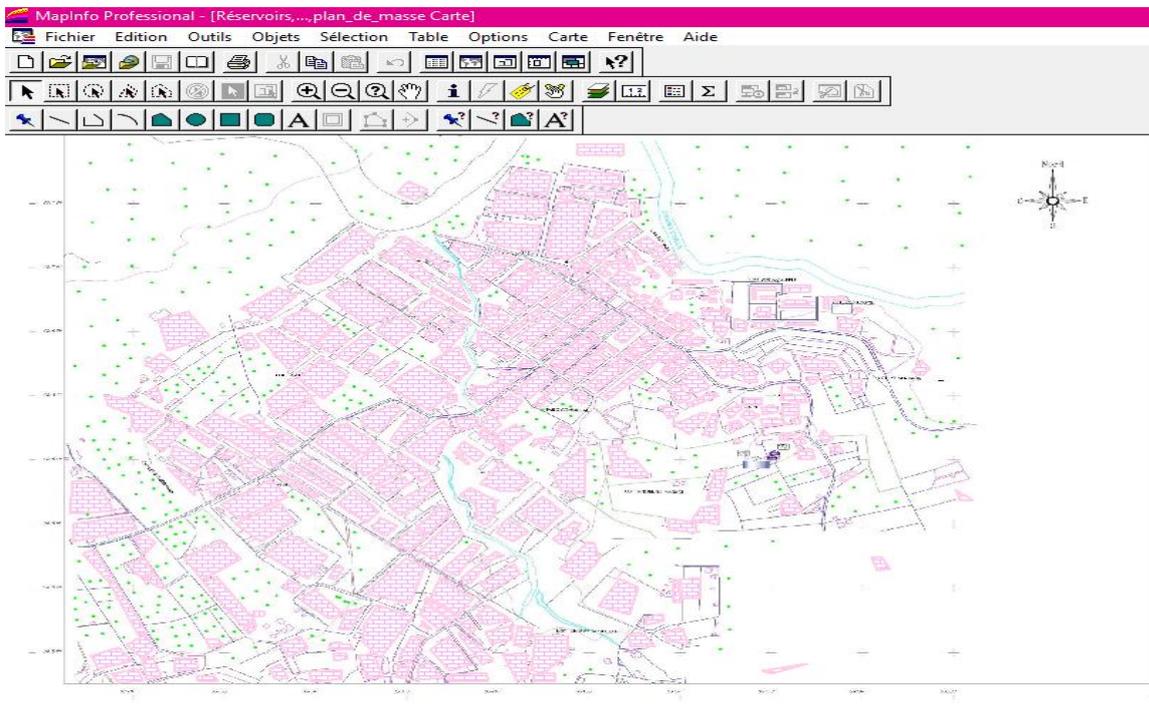


Figure III.2 : Carte représentative de la couche Habitations.

Route :

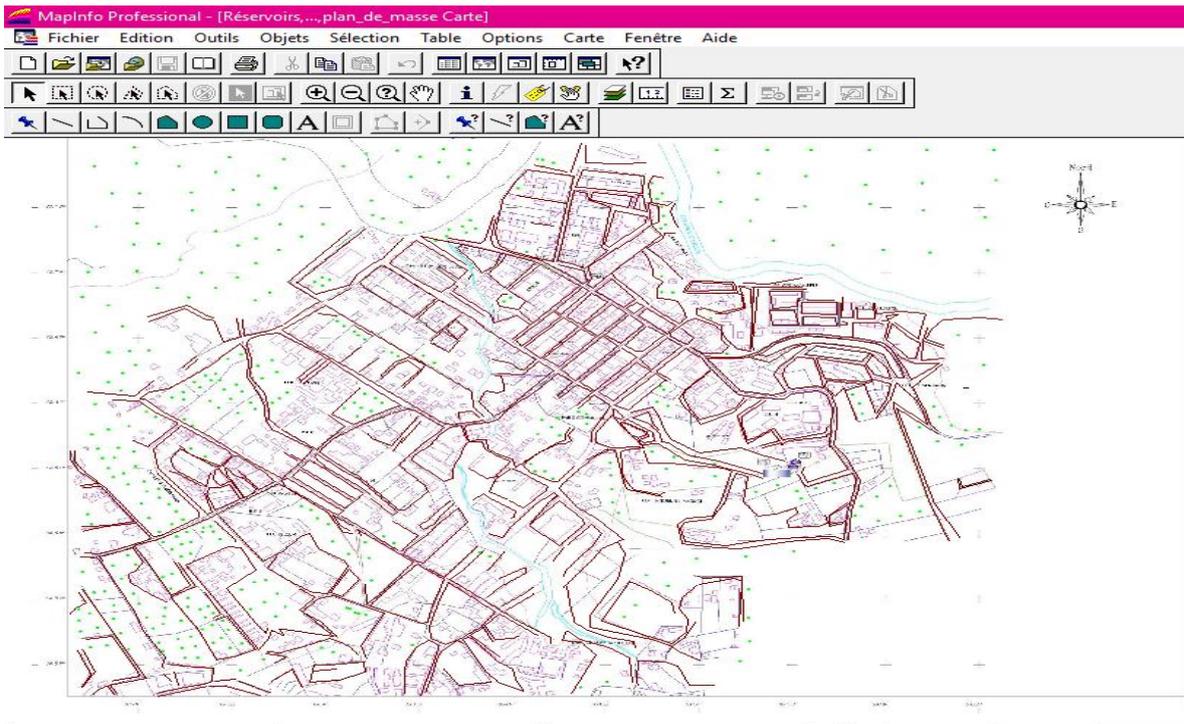


Figure III.3 : Carte représentative de la couche Routes

La nature :

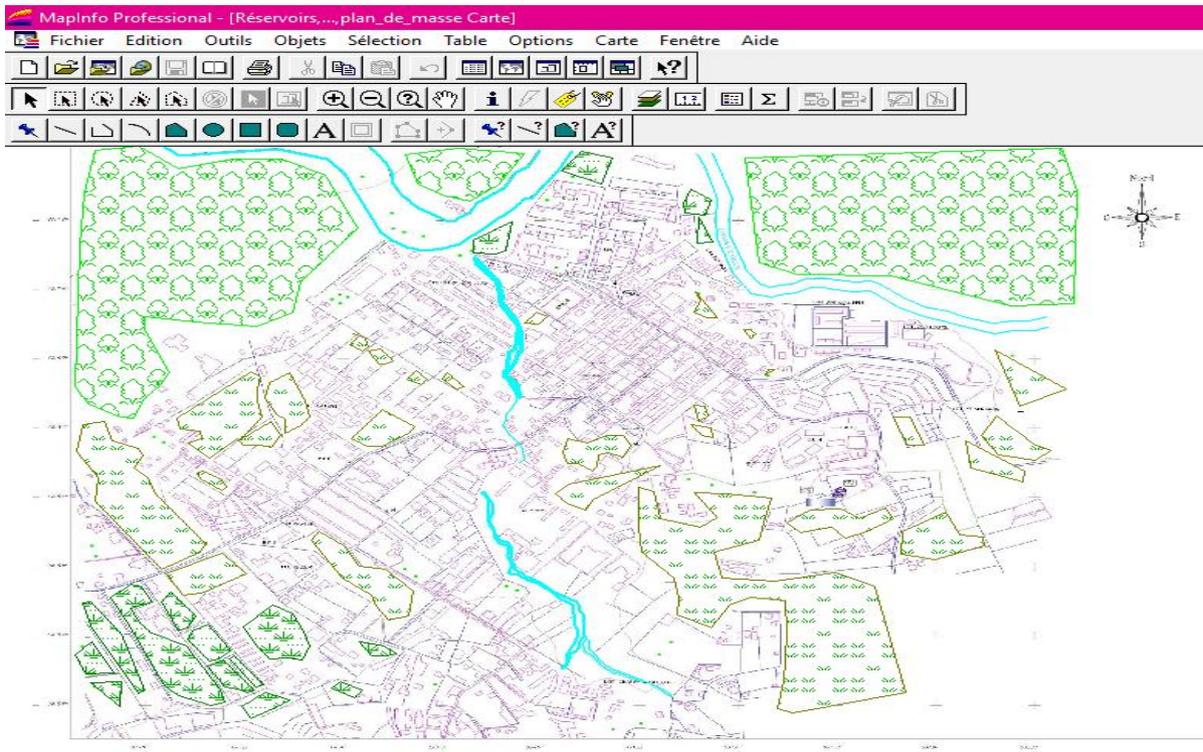


Figure III.4 : Carte représentative de la table La\_nature

Donc, à la fin de ce travail on a réussi à mettre en place un SIG du réseau d'AEP de la ville de Khemis El Khechena représenté par une carte thématique de tout le travail présenté par la suite, ainsi a créé ça base de données (**Annexe I et Annexe II**)

#### **4. Discussion des résultats obtenus :**

Les résultats présentés ci-dessus démontrent quelques-unes des capacités des SIG dans la manipulation et la gestion des données relatives à la distribution de l'eau potable.

Les résultats obtenus peuvent également fournir des informations aux autres professionnels, comme par exemple, les planificateurs urbains, les maîtres d'ouvrages, les ingénieurs du génie civil, etc. Connaître la distribution spatiale des éléments du réseau permettra d'éviter ou réduira les dommages causés à ces éléments pendant les travaux de construction. Les planificateurs urbains pourront faire de meilleures planifications.

En cas de dommage, les SIG permettront une intervention plus rapide, mais également de trouver la solution adéquate. Les opérations de superposition de table peuvent être utilisées lors de la révision des cartes, la mise à jour de l'environnement du SIG et à l'identification des risques liés au temps dans un secteur donné.

Les informations fiables se trouvent désormais à un clic de souris. Les risques de pertes sont limités et les interventions plus rapides. Un établissement dans le domaine de l'hydraulique (DRE, ONA, ADE, ...) pourra donc améliorer ses prestations pour fournir des performances plus satisfaisantes à sa clientèle.

Après la mise en place du SIG ça mis à jour régulière est nécessaire. Or la maintenance et la mise à jour d'une base de données requiert une abondance de données actualisées, détaillées, facilement accessibles et compréhensibles par tous les utilisateurs. De plus, il faut que la base de données soit hébergée sur un serveur sécurisé pour prévenir au maximum les risques de perte et d'éventuelles détériorations.

Par la suite, la cartographie numérique, qui constitue en général la plus grande partie du travail lors de la création d'un SIG, nécessite un matériel et logiciels adéquats ainsi des cartes analogiques en bon état, si elle existent, Sinon, on fait appel à un travail de terrain.

#### **5. Conclusion :**

Ce chapitre a consisté au développement d'un SIG donc à la création d'une carte cartographique avec une base de données indispensable pour la zone d'étude. A partir des différentes données concernant le réseau (diamètre, matériaux, ...) et son environnement.

On a numérisé la totalité du plan du réseau (Plan de masse) à l'aide du logiciel MapInfo pour en faire un Système d'Information Géographique (SIG) constamment actualisé. Accessible aux professionnels et aux particuliers. Il permet de localiser avec précision tous les éléments liés au transport et à la distribution d'eau potable.

## *Chapitre 03      Mise en place d'un SIG pour le réseau d'AEP de K-E-K*

Pour les professionnels, c'est un outil indispensable au quotidien, par exemple pour les études de réparation, la recherche de défauts, les études d'urbanisme, ..., etc.

C'est aussi un moyen qui permet d'assurer la sécurité des personnes sur le chantier.

## CONCLUSION GENERALE

Ce travail a consisté à mettre en place un outil méthodologique, capable de gérer le réseau d'alimentation en eau potable de Khemis El-Khechena à l'aide d'un Système d'Information Géographique. Il offre aux exploitants du réseau un outil performant de gestion, disposant d'une base de données relationnelle, pouvant être interrogée en tout instant. Pour toute analyse de dysfonctionnement, une réponse instantanée des données.

Les données attributaires du réseau d'alimentation en eau potable de notre ville, qui sont actuellement acquises, gérées, stockées et présentées sous une forme analogique, ont été numérisées, digitalisées et intégrées dans une base de données. Les données spatiales peuvent être numérisées et ramenées à un format cartographique.

Ce travail constitue une première étape d'un processus global dont le but est de développer des techniques d'aide à la gestion des réseaux urbains en général, et les réseaux d'AEP en particulier, au moyen d'un système d'information géographique

En conclusion, les suggestions suivantes sont formulées :

- Il faut une plus grande conscience collective à tous les niveaux de décision. Depuis le niveau national, en passant par le niveau municipal, jusqu'au manager individuel, chacun doit connaître les avantages des SIG et ce qui est requis pour sa mise en place.
- Les services de l'eau de la wilaya de BOUMERDES (DRE Boumerdes, ADE, ...) qui doivent exploiter des données spatiales devraient mettre en place les systèmes numériques pour conserver et gérer ces données.

## Références Bibliographiques

DUPONT A .Hydraulique Urbaine. Tome 2, Edition Eyrolle (1979) ,484 p.

D.R.E. Etude de Diagnostique et Aménagement du réseau d'alimentation en eau potable de la commune de Khemis El-Khechena (2012), Boumerdes, Algérie, 117 p.

EASTMAN R.J KYEM P.A.K, TOLEDAMO.J .A Procedure for Multiple Objective Decision Making in GIS Under Condition of Conflicting Objectives. Harts, J.Ottens Scholtenh. J. Genoe, Italy (1993).

FRANCOIS PIROT ET ANNE VARET-VITU. Dans Histoire Et Mesure 2004 / 3(vol : XIX) : Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire. Edition : EHESS. Mis En Ligne le 30 Novembre 2007, Consulté le 20 Février 2017.URL : <http://histoiremesure.revues.org/1216>

GOLAY, F (1992) .Modélisation des Systèmes d'Information à Références Spatial e de Leurs Domaines d'Utilisation Spécialisés, Aspects Méthodologiques, Organisationnels et technologique. Thèse de Doctorat de l'Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne.

IAAT (2003). Cahier méthodologique sur la mis d'un SIG. Institut Atlantique d'Aménagement des Territoires, France .34 p. URL de référence :

<http://www.iaat.org/telechargement/sig.pdf>

JOLY.F .La cartographie, Presses Universitaires de France. Collection Magellan (1976).280 p 39 Figures, 4 Planches.

MAPINFO. MapBasic v8.0, 2005, Référence Guide. 631 p.

ONS .Office National Des Statistique. Données de Recensement de la Population (2008).

POIDEVIN DIDIER. La Carte, Moyen d'Action .Guide Pratique Pour la Conception et la Réalisation de cartes. Paris (1999), 199 p.

POULIOT J (1999). Définition d'un Cadre Géosémantique pour le Couplage des Modèles Prévisionnels de Comportement et des SIG. Application pour les Ecosystèmes Forestiers. Thèse N°2087, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.

ROUET .P (1993). Les Données dans les Systèmes d'Information Géographique. Edition, Hermes.

Systèmes d'Information Géographique : Mis en Œuvre, Technique de l'Ingénieur (2010). Réf : H7416.

LAURINI.R (1993) .D.Fundamentals of Spatial Information Systems, APIC Series, n°37 ,Academic Press, Londres , 1993.



# ANNEXE

## Annexe I

	Diametre	Longueur	Type_de_materia
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	250	55,45	fonte
<input type="checkbox"/>	250	124,7	fonte
<input type="checkbox"/>	250	140,6	fonte
<input type="checkbox"/>	168	218,1	fonte
<input type="checkbox"/>	150	176,5	fonte
<input type="checkbox"/>	100	120,4	fonte
<input type="checkbox"/>	100	126,3	fonte
<input type="checkbox"/>	125	131,3	fonte
<input type="checkbox"/>	150	119,1	fonte
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	160	121,5	fonte
<input type="checkbox"/>	160	118,8	fonte
<input type="checkbox"/>	150	73,6	fonte
<input type="checkbox"/>	125	69,19	fonte
<input type="checkbox"/>	160	120,7	fonte
<input type="checkbox"/>	125	36,39	fonte
<input type="checkbox"/>	125	50,51	fonte
<input type="checkbox"/>	150	168,8	fonte
<input type="checkbox"/>	160	224,7	fonte
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	160	88,48	fonte
<input type="checkbox"/>	168	49,9	fonte
<input type="checkbox"/>	172	40,05	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	191,7	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	171,9	PEHD
<input type="checkbox"/>	277	127,6	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	51,02	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	99,1	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	136,8	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	138,9	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	159	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	148,2	PEHD
<input type="checkbox"/>	220	388	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	131,4	PEHD

Annexe I : Base de données du réseau d'AEP.

## Suite Annexe I

<input type="checkbox"/>	141	142,8	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	128,6	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	131,3	PEHD
<input type="checkbox"/>	160	160,7	fonte
<input type="checkbox"/>	220	136,3	PEHD
<input type="checkbox"/>	160	50,07	fonte
<input type="checkbox"/>	160	28,2	fonte
<input type="checkbox"/>	172	43,45	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	149,1	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	192	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	184,2	PEHD
<input type="checkbox"/>	220	253	PEHD
<input type="checkbox"/>	69	62,4	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	167,2	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	102	PEHD
<input type="checkbox"/>	96	76,4	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	70,87	PEHD
<input type="checkbox"/>	305	120,6	fonte
<input type="checkbox"/>	305	217,7	fonte

<input type="checkbox"/>	200	273,2	fonte
<input type="checkbox"/>	200	90,5	fonte
<input type="checkbox"/>	200	273,8	fonte
<input type="checkbox"/>	200	199,7	fonte
<input type="checkbox"/>	200	152,2	fonte
<input type="checkbox"/>	141	27,77	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	34,2	PEHD
<input type="checkbox"/>	172	134,5	PEHD
<input type="checkbox"/>	200	90,8	fonte
<input type="checkbox"/>	160	124,5	fonte
<input type="checkbox"/>	100	262,6	fonte
<input type="checkbox"/>	220	160,89	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	160,3	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	158,9	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	159,5	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	272,5	PEHD
<input type="checkbox"/>	96	123,6	PEHD
<input type="checkbox"/>	96	61,49	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	248,4	PEHD
<input type="checkbox"/>	141	135,2	PEHD

Suite Annexe I : Base de données du réseau d'AEP.

## Annexe II

	Cote	Capacite
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	153	5 000
<input type="checkbox"/>	153	500
<input type="checkbox"/>	153	500

**Annexe II :** Base de données des réservoirs.