

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Université Abderrahmane MIRA- Bejaia

Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique



جامعة عبد الرحمان ميرة – بجاية

كلية التكنولوجيا

قسم الري

*Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE)*

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**MERRI Adel**

**KHELADI Abderrahmane**

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Hydraulique urbaine**

### INTITULE :

**Elaboration d'un SIG dédié au réseau  
d'alimentation en eau potable de la ville d'El-  
Kseur**

Soutenu le 30/06/2024 devant le jury composé de :

- Président : SAOU Abdelhamid
- Promoteur : HAMCHAOUI Samir
- Co-Promoteur : BOUDJEMAI Lyes
- Examinatrice : MEZHOUD Cherifa

Année Universitaire : 2023/2024

## *Remerciements*

En premier lieu nous tenons à adresser mes remerciements les plus sincères à notre promoteur monsieur HAMCHAOUI S, qui au-delà de son statut d'encadrant a été un mentor pour nous, il nous a aidé et conseillé comme personne d'autre n'aurait pu le faire.

Nous tenons également à témoigner de notre gratitude à monsieur SAOU Abdelhamid qui nous a fait l'honneur et le privilège de bien vouloir nous accorder son temps afin d'évaluer ce projet de fin d'études.

Notre profonde gratitude s'adresse à tous les enseignants qui ont contribué durant ces cinq dernières années à notre formation.

Un merci particulier à tous les fonctionnaires de l'ADE pour leur soutien indéfectible tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leur disponibilité, leur expertise et leur professionnalisme ont été d'une aide précieuse et ont grandement contribué à la qualité de ce travail.

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail :

A mon défunt frère, qui de là où il est doit être extrêmement fier de cet accomplissement.

A mes chers parents, qui ont toujours sacrifié pour moi, et m'ont appris à être la personne que je suis aujourd'hui ; je vous aime.

A mes sœurs Wissem et Selma qui m'ont toujours soutenue et conseillé depuis ma tendre enfance.

A mes amis Azzedine, Menad, Abdou et Yazid qui ont été une source inépuisable de soutien et d'encouragement tout au long de la rédaction de ce mémoire.

A mon binôme Abderrahmane, pour son partenariat exceptionnel tout au long de ce projet. Son engagement sérieux et son dévouement ont été inestimables.

A mon amie Inès, qui m'a aidé dans la rédaction de ce mémoire, son aide m'a été inestimable.

*Merri Adel*

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail :

A mes parents, pour votre amour inconditionnel, votre soutien sans faille et vos encouragements constants. Vous avez toujours cru en moi et m'avez donné la force de persévérer.

A mes frères et sœurs Khaled, Omar, Nassim, Rebiha et mon beau-frère Salim, pour vos encouragements, votre compréhension et votre humour qui ont rendu ce voyage plus léger. Merci d'avoir été là à chaque fois.

A mes amis KADI Adel, MERRI Adel et Chafik, pour vos conseils, votre patience et votre présence rassurante. Vous avez su me motiver et me rappeler l'importance de chaque petit succès.

A ma fiancé Soumeya, pour ton amour, ta patience et ton soutien indéfectible. Tu as été une source d'inspiration et de réconfort tout au long de cette aventure.

*Kheladi Abderrahmane*

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure</b>	<b>Page</b>
<i>Figure I.1 : Structure d'un SIG</i>	8
<i>Figure I.2 : Représentation d'une carte thématique sous MapInfo</i>	12
<i>Figure I.3 : Représentation de l'interface MapInfo</i>	12
<i>Figure I.4 : Représentation de l'interface ArcGIS</i>	13
<i>Figure I.5 : Représentation de l'outil spatial analyst ArcGIS</i>	13
<i>Figure I.6 : Représentation de l'interface QGIS</i>	14
<i>Figure I.7 : Représentation de l'interface AutoCAD Map 3D</i>	14
<i>Figure I.8 : Représentation de l'interface Google Eearth Engine</i>	15
<i>Figure I.9 : Représentation de l'interface GrassSIG</i>	16
<i>Figure II.1 : Méthodologie adoptée pour la création du SIG du réseau d'AEP d'El-Kseur</i>	20
<i>Figure II.2 : Menu de démarrage de Map Info</i>	24
<i>Figure II.3 : L'interface de MapInfo</i>	24
<i>Figure II.4 : Présentation de la barre d'outils « Général »</i>	25
<i>Figure II.5 : La barre d'outils « Dessin »</i>	25
<i>Figure II.6 : Calage d'une image raster</i>	26
<i>Figure II.7 : Systèmes de projection couvrant l'Algérie et leurs paramètres de transformation dans Map info</i>	26
<i>Figure II.8 : Contrôle des couches dessin</i>	27
<i>Figure II.9 : Calage d'une image raster</i>	27
<i>Figure II.10 : Création d'une nouvelle couche (table)</i>	28
<i>Figure II.11 : Création d'une nouvelle couche « Définition de la structure de la table »</i>	29
<i>Figure II.12 : Affichage de la table</i>	29
<i>Figure II.13 : Fenêtre style de symboles</i>	30
<i>Figure II.13 : Echelle</i>	30
<i>Figure II.13 : Création de la légende</i>	31
<i>Figure II.14 : Exemple de légende</i>	31

<b>Figure III.1</b> : Découpage de la ville d'El-kseur	35
<b>Figure III.2</b> : Représentation du réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur sous MapInfo	36
<b>Figure III.3</b> : Carte Finale du réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur	27
<b>Figure III.4</b> : Représentation de la chaine de refoulement de la ville d'El-kseur	38
<b>Figure III.5</b> Carte Finale de la chaine de refoulement de la ville d'El-Kseur	38
<b>Figure III.6</b> : Représentation de l'histogramme des longueurs du réseau d'adduction	39
<b>Figure III.7</b> : Représentation du tableau de la chaine de refoulement de la ville d'El-kseur	40
<b>Figure III.8</b> : Représentation de réseau de distribution	41
<b>Figure III.9</b> : Carte Finale du réseau de distribution de la ville d'El-Kseur	41
<b>Figure III.10</b> : Représentation de l'histogramme des longueurs des conduites de distribution	42
<b>Figure III.11</b> : Représentation du tableau du réseau de distribution de la ville d'El-Kseur	43
<b>Figure III.12</b> : Représentation des réservoirs et sources la ville d'El-Kseur	44
<b>Figure III.13</b> : Représentation de l'histogramme de stockage et des abonnés	45
<b>Figure III.14</b> : Représentation du tableau de la capacité des réservoirs de la ville d'El-Kseur	46
<b>Figure III.15</b> : Représentation de la carte finale des établissements publics et privées de la ville d'El-Kseur	47
<b>Figure III.16</b> : Représentation de la carte finale des établissements publics et privées avec le réseau de distribution de la ville d'El-Kseur	47
<b>Figure III.17</b> : Représentation des écoles et université de la ville d'El-kseur	48
<b>Figure III.18</b> : Représentation des administrations publiques de la ville d'El-kseur	49
<b>Figure III.19</b> : Représentation des forces de l'ordre de la ville d'El-kseur	50
<b>Figure III.20</b> : Représentation des commerces de la ville d'El-kseur	51
<b>Figure III.21</b> : Représentation des centres de loisir et sportif de la ville d'El-kseur	52
<b>Figure III.22</b> : Représentation des ménages de la ville d'E- kseur	53

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**ADE** : Algérienne des eaux

**AEP** : Alimentation en eau potable.

**GIS** : Geographic information system

**GPS** : Géo-positionnement par satellite.

**LTA** : Land transport authority.

**ONA** : Office national de l'assainissement.

**SIG** : Systèmes d'Information Géographique.

## Table des matières

Introduction .....	1
<b>Chapitre I : Les Systèmes d'Information Géographique</b>	
I-1-Introduction.....	2
I-2- Définition.....	2
I-3- Décomposition du SIG .....	3
I-4- Historique du SIG.....	3
I-5-Objectif du SIG.....	5
I-5-1 Acquisition et gestion de données géographiques.....	5
I-5-2 Analyse et traitement des données géographiques .....	5
I-5-3 Visualisation et diffusion de l'information géographique .....	5
I-6- Les composants d'un SIG.....	6
I-6-1 Le matériel informatique .....	6
I-6-2 Les logiciels SIG .....	6
I-6-3 Les données géographiques.....	6
I-6-4 Les méthodes et les modèles .....	7
I-7- Structure du SIG .....	7
I-8- Principaux critères de choix d'un SIG.....	8
I-9- Domaines d'application du SIG.....	9
I-10- Principale fonction d'un SIG .....	9
I-11- Avantages et inconvénients .....	10
I-11-1 Avantages du SIG en hydraulique.....	10
I-11-2 Inconvénients du SIG en hydraulique .....	11
I-12- Interprétation des résultats.....	11
I-13- Différents SIG existants sur le marché .....	12
I-13-1 Map Info.....	12
I-13-2 Arc Gis (ESRI).....	13
I-13-3 Quantum GIS (QGIS).....	14
I-13-4 AutoCAD Map 3D.....	14
I-13-5 Google Eeath Engine.....	15
I-13-6 Grass SIG .....	16
I-14- Travaux notables du SIG à travers le monde.....	16

I-14-1 Lutte contre la déforestation en Amazonie.....	16
I-14-2 Réponse aux catastrophes naturelles .....	16
I-14-3 Gestion des ressources en eau .....	17
I-14-4 Planification urbaine et transport .....	17
I-14-5 Conservation de la biodiversité et gestion des parcs .....	17
I-14-6 Agriculture de précision .....	18
I-15 Conclusion .....	18

## **Chapitre II : Méthodologie**

II.1. Introduction.....	20
II.2. Méthodologie développée .....	20
II.2.1. Collecte de données .....	20
II.2.2. Création du modèle.....	22
II.2.2.1. Choix et fonctions du SIG Map Info.....	22
II.2.2.2. Découvrir le Map Info.....	23
II.2.3. Exploitation du modèle.....	31
II.3. Conclusion .....	32

## **Chapitre III : Elaboration du SIG**

III-1- Introduction.....	34
III-2- Présentation du travail effectué sous Map Info.....	34
III-2-1-Tracé général du réseau d'alimentation en potable de la ville d'El-Kseur.....	35
III-2-2 - Tracé de la partie Adduction du réseau d'AEP de la Ville d'El-Kseur .....	37
III-2-3 Tracé de la partie Distribution du Réseau d'AEP de la Ville d'El-Kseur.....	40
III-2-4 Tracé des Réservoirs et Sources du Réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur .....	43
III-2-5 Identification des établissements publics et privés et leur consommation.....	46
III-2-5-1 Identification des écoles et université.....	47
III-2-5-2 Identification des administrations publiques .....	49
III-2-5-3 Identification des forces de l'ordre .....	50
III-2-5-4 Identification des commerces .....	51
III-2-5-5 Identification des centres de loisir et sportif.....	51
III-2-6 Identification des ménages.....	52
III-3 Conclusion.....	53
Conclusion et perspectives .....	54
Références bibliographiques.....	56

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

Dans un contexte d'urbanisation croissante, la gestion efficace des infrastructures hydrauliques est devenue une priorité cruciale pour assurer le bien-être des citoyens et la durabilité environnementale des villes. Les réseaux d'alimentation en eau potable (AEP), d'assainissement et de drainage urbain nécessitent une planification précise, une surveillance continue et une maintenance proactive. Ces mesures sont essentielles pour répondre aux besoins changeants des populations urbaines et pour minimiser les risques associés aux catastrophes naturelles et aux perturbations anthropiques (**Martin-Lagardette, 2004**).

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) offrent une approche puissante pour la gestion intégrée des infrastructures hydrauliques urbaines. En combinant des données géo spatiales avec des informations sur les réseaux hydrauliques, les caractéristiques topographiques, les zones d'occupation humaine et d'autres paramètres pertinents. Les SIG permettent une visualisation claire et une analyse approfondie des systèmes hydrauliques. Cela facilite la prise de décisions éclairées, l'identification des zones à risque, la planification des interventions d'urgence et la conception de solutions durables (**Peuquet and Marble, 1990**).

L'objectif de ce projet est l'élaboration d'un SIG pour le réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur. Ce projet vise à améliorer la gestion des services d'eau potable en fournissant un outil performant pour la collecte, le stockage, la gestion, l'analyse et la visualisation des données géographiques relatives au réseau d'AEP. Le SIG développé permettra non seulement d'optimiser la gestion du réseau existant mais aussi de planifier efficacement les futures extensions et rénovations nécessaires pour répondre aux besoins croissants de la population d'El-Kseur.

Ce mémoire détaillera les différentes étapes de la création du SIG, en commençant par la collecte des données, la création du modèle et l'exploitation des résultats. Nous aborderons également les défis rencontrés et les solutions mises en place pour garantir la fiabilité et la performance du système. En illustrant l'application pratique des SIG dans le domaine de l'hydraulique urbaine à travers des exemples concrets, nous démontrerons le potentiel de ces technologies pour transformer la gestion des infrastructures hydrauliques urbaines et assurer un approvisionnement en eau potable fiable et durable pour les habitants d'El-Kseur.

Pour mener à bien ce travail, nous avons adopté la démarche suivante :

Le premier chapitre sera consacré à une synthèse bibliographique en relation avec le SIG.

Le deuxième chapitre fera l'objet du développement de l'approche méthodologique adoptée dans notre étude. Cette approche sera divisée en 3 étapes : La collecte de données, la création du mode et l'exploitation du modèle.

Le 3eme chapitre fera l'objet d'une application, notre choisi s'est porté sur le réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur.

# **CHAPITRE I**

## **Les Systèmes d'Information Géographique**

# Chapitre I : Les Systèmes d'Information Géographique

## I-1-Introduction

Dans le contexte croissant de l'urbanisation mondiale, la gestion efficace des infrastructures hydrauliques urbaines est devenue une priorité cruciale pour assurer le bien-être des citoyens et la durabilité environnementale des villes. Les réseaux d'approvisionnement en eau, d'assainissement et de drainage urbain requièrent une planification minutieuse, une surveillance constante et une maintenance proactive afin de répondre aux besoins évolutifs des populations urbaines et de réduire les risques liés aux catastrophes naturelles et aux perturbations humaines (**Martin-Lagardette, 2004**).

La technologie des Systèmes d'Information Géographique (SIG) offre une approche puissante pour la gestion intégrée des infrastructures hydrauliques urbaines. En combinant des données géo spatiales avec des informations sur les réseaux hydrauliques, les caractéristiques topographiques, les zones d'occupation humaine et d'autres paramètres pertinents, les SIG permettent une visualisation claire et une analyse approfondie des systèmes hydrauliques urbains (**Chang, 2019**). Cela facilite la prise de décisions éclairées, l'identification des zones à risque, la planification des interventions d'urgence et la conception de solutions durables (**Mouna et al., 2023**).

Dans ce chapitre, nous examinerons de manière détaillée le processus de confection d'un SIG dédié à l'hydraulique urbaine. Nous aborderons les différentes étapes, méthodes et outils nécessaires pour construire un SIG efficace, en mettant l'accent sur les aspects spécifiques à la gestion des réseaux hydrauliques en milieu urbain. Nous explorerons les défis potentiels rencontrés lors de la mise en place d'un tel système, ainsi que les meilleures pratiques pour surmonter ces obstacles et garantir la fiabilité et la performance du SIG.

À travers des exemples concrets et des études de cas, nous illustrerons l'application pratique des SIG dans la planification, la surveillance et la gestion des infrastructures hydrauliques urbaines. Enfin, nous discuterons des perspectives futures et des opportunités d'amélioration pour tirer pleinement parti du potentiel des SIG dans le domaine de l'hydraulique urbaine.

En Algérie, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont utilisés dans divers domaines pour améliorer la gestion et le développement du pays. Dans l'urbanisme, les SIG aident à planifier et à gérer les infrastructures urbaines de manière plus efficace. En

agriculture, ils sont utilisés pour optimiser l'irrigation et surveiller les cultures. Les SIG jouent également un rôle crucial dans la gestion des ressources en eau, permettant de surveiller et de distribuer cette ressource précieuse (**Boudjettou et al., 2021**). En matière de prévention des risques naturels, les SIG permettent de cartographier les zones à risque et de planifier des mesures de prévention contre les inondations et les glissements de terrain. De plus, ils sont utilisés dans la gestion environnementale pour surveiller les écosystèmes et planifier la conservation des espaces naturels (**Lhadj, et al., 2019**).

### **I-2- Définition**

Un Système d'information Géographique (SIG), ou Geographic Information System (GIS) en anglais, est un ensemble d'outils informatiques permettant de collecter, stocker, gérer, analyser et visualiser des données géographiques (**Wieczorek and Delmerico, 2009**). Ces données peuvent être de différentes natures :

**Données spatiales** : Elles représentent la localisation d'un élément, comme ses coordonnées géographiques (latitude, longitude) ou sa forme (polygone, ligne).

**Données descriptives** : Elles décrivent les caractéristiques d'un élément, comme son type (bâtiment, rivière), sa surface, sa population, ...etc. (**Tomlin, 1990**).

### **I-3- Décomposition du SIG**

**S : Système** : ensemble d'objets reliés et interagissant dans un but commun ;

**I : Information** : élément de connaissance qui peut être stocké, traité ou communiqué ;

**SI : Système d'information** : procédé, chaîne d'opération pour recueillir, stocker, analyser, manipuler et visualiser des données.

**G : Géographie** : science qui a pour objet la description et l'explication de l'aspect naturel et humaine de la surface de la terre.

**SIG : Système d'information géographique** : ensemble logiciel permettant de gérer toute donnée localisée. Un tel système doit permettre de gérer simultanément les deux types de données, graphiques et alphanumériques. (**Brocard et al. 1996**).

#### **I-4- Historique du SIG**

Le domaine des systèmes d'information géographique (SIG) a vu le jour dans les années 60 avec l'émergence des ordinateurs et les premiers concepts de géographie quantitative et informatique. Les premiers travaux sur les SIG ont inclus des recherches importantes menées par la communauté universitaire. Plus tard, le National Center for Geographic Information and Analysis, dirigé par Michael Goodchild, a structuré la recherche autour de thèmes scientifiques géographiques clés, comme la visualisation et l'analyse spatiale. Ces efforts ont enclenché une révolution quantitative dans le monde des sciences géographiques et jeté les bases des SIG (**Goodchild, 1991**).

##### **- Les pionniers et les prémices (Années 1960-1970)**

- Roger Tomlinson, considéré comme le "père des SIG", développe le premier système informatisé pour l'inventaire des ressources naturelles au Canada en 1963.
- L'université d'Harvard crée ODYSSEY, un système précurseur des SIG modernes, permettant la manipulation et l'analyse de données géographiques.
- Naissance du terme "géomatique" par Bernard Dubuisson, soulignant le lien entre géographie et informatique (**Tomlinson, 2007**).

##### **- L'ère de la commercialisation et de la professionnalisation (Années 1980-1990)**

- Esri, l'un des leaders actuels du marché des SIG, est fondé en 1981.
- Développement de logiciels SIG puissants et accessibles, tels que Arc Info et MapInfo, favorisant une adoption accrue.
- Création d'organisations professionnelles comme l'Association of American Geographers et l'Open Geospatial Consortium pour promouvoir les normes et les bonnes pratiques (**Zhao and Di, 2011**).

##### **- L'avènement des SIG web et de l'accès mobile (Années 2000-2010)**

- Internet révolutionne l'accès aux données géographiques, permettant la diffusion de cartes et d'applications web SIG.
- Le développement des technologies mobiles (Smartphones, tablettes) offre un accès aux SIG en temps réel et sur le terrain.
- L'Open Source s'impose, avec des logiciels libres comme QGIS et GRASS, démocratisant l'accès aux SIG (**Moyroud and Portet, 2018**).

## - Evolution des SIG (Aujourd'hui et demain)

Actuellement les SIG évoluent à grands pas. Avec le système Open Source les solutions aux différents problèmes sont rapidement trouvées. Avec l'arrivée d'internet l'utilisation des SIG devient encore plus accessible, dont l'utilisation de la donnée localisée sur internet et sur le net d'applications de cartographie et de logiciels gratuits se banalisent également. L'évolution des SIG 3D « reconstruction 3D, animation » est étroitement liée à l'évolution du matériel (carte graphique) et de technique (présentation et d'animations) informatiques. Sans oublier l'intégration, dans les logiciels de SIG, des outils capables de réaliser des traitements géostatistiques (Wróżyński et al., 2024).

- Le volume croissant de données géographiques, le « Big Data spatial », pose de nouveaux défis et opportunités.
- L'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique s'intègrent aux SIG, permettant une analyse plus fine et automatisée des données.
- L'avenir des SIG se dessine vers une intégration accrue avec l'Internet des objets et la réalité augmentée/virtuelle pour une expérience immersive de l'information géographique.
- Le développement des SIG s'est déroulé en plusieurs étapes, marquées par des innovations technologiques et des changements d'usage.
- L'accessibilité et la puissance des SIG n'ont cessé de croître, favorisant leur adoption dans divers domaines.
- L'avenir des SIG est prometteur, avec l'intégration de nouvelles technologies et l'exploration de nouvelles applications (Syed Abdul Rahman et al., 2024).

## I-5-Objectif du SIG

### I.5.1 Acquisition et gestion de données géographiques

- Collecter des données géographiques provenant de diverses sources (bases de données, images satellites, capteurs, etc.).
- Stocker et organiser ces données dans des formats structurés et accessibles.
- Gérer les métadonnées associées aux données, garantissant leur qualité, leur précision et leur traçabilité (Abekhti and Harid, 2018).

### **I.5.2 Analyse et traitement des données géographiques**

- Réaliser des analyses spatiales complexes, telles que la superposition de couches de données, la recherche de proximité et l'agrégation spatiale.
- Modéliser des phénomènes géographiques et simuler des scénarios futurs.
- Détecter des patterns et des tendances dans les données spatiales pour une meilleure compréhension des phénomènes géographiques (**Tasnim and Saou, 2022**).

### **I.5.3 Visualisation et diffusion de l'information géographique**

- Créer des cartes thématiques et des graphiques informatifs pour représenter les données géographiques.
- Diffuser des cartes et des données en ligne ou sur supports physiques (papiers, présentations).
- Développer des applications web et mobiles basées sur les SIG pour une utilisation interactive et collaborative.

En résumé, les objectifs du SIG se déclinent comme suit :

- Acquérir, stocker et gérer des données géographiques fiables.
- Analyser et traiter ces données pour en extraire des informations pertinentes.
- Visualiser et diffuser ces informations sous forme de cartes, graphiques et applications interactives (**Nedovic-Budic, 1998**).

En atteignant ces objectifs, les SIG permettent aux utilisateurs de prendre des décisions éclairées, de résoudre des problèmes complexes et de mieux comprendre le monde qui les entoure.

## **I-6-Les composants d'un SIG**

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

### **I-5-1 Le matériel informatique**

- Ordinateurs : Serveurs et postes de travail pour le traitement, le stockage et la gestion des données géographiques.
- Périphériques d'acquisition : GPS, scanners, tablettes graphiques pour la collecte de données sur le terrain.

- Périphériques de sortie : Imprimantes, traceurs pour la production de cartes physiques et de rapports.

### **I-6-2 Les logiciels SIG**

- Logiciels de base de données spatiales : ArcGIS, QGIS, MapInfo pour stocker, gérer et organiser les données géographiques.
- Logiciels d'analyse spatiale : SAGA, GRASS, R spatial pour analyser, traiter et modéliser les données géographiques.
- Logiciels de cartographie : ArcGIS Pro, Mapbox Studio, QGIS Desktop pour créer des cartes thématiques, des graphiques et des visualisations (**Ruelland, 2004**).

### **I-6-3 Les données géographiques**

- Données spatiales : Coordonnées géographiques (latitude, longitude) et formes (polygones, lignes) des entités géographiques.
- Données descriptives : Attributs des entités géographiques, telles que le type, la surface, la population, etc.
- Métadonnées : Informations sur l'origine, la qualité, la structure et la précision des données.

### **I-6-4 Les méthodes et les modèles**

- Méthodes d'analyse spatiale : Analyse de proximité, superposition de couches, agrégation spatiale, etc.
- Modèles spatiaux : Modèles hydrologiques, modèles de simulation de trafic, etc.
- Protocoles et normes : Standards pour garantir la qualité, la cohérence et l'interopérabilité des données.

La synergie entre ces cinq composants est essentielle pour exploiter pleinement les potentialités d'un SIG. En combinant efficacement ces éléments, les utilisateurs peuvent transformer les données géographiques en informations précieuses pour une meilleure compréhension du monde et une prise de décision éclairée (**Arribas et al.,2020**).

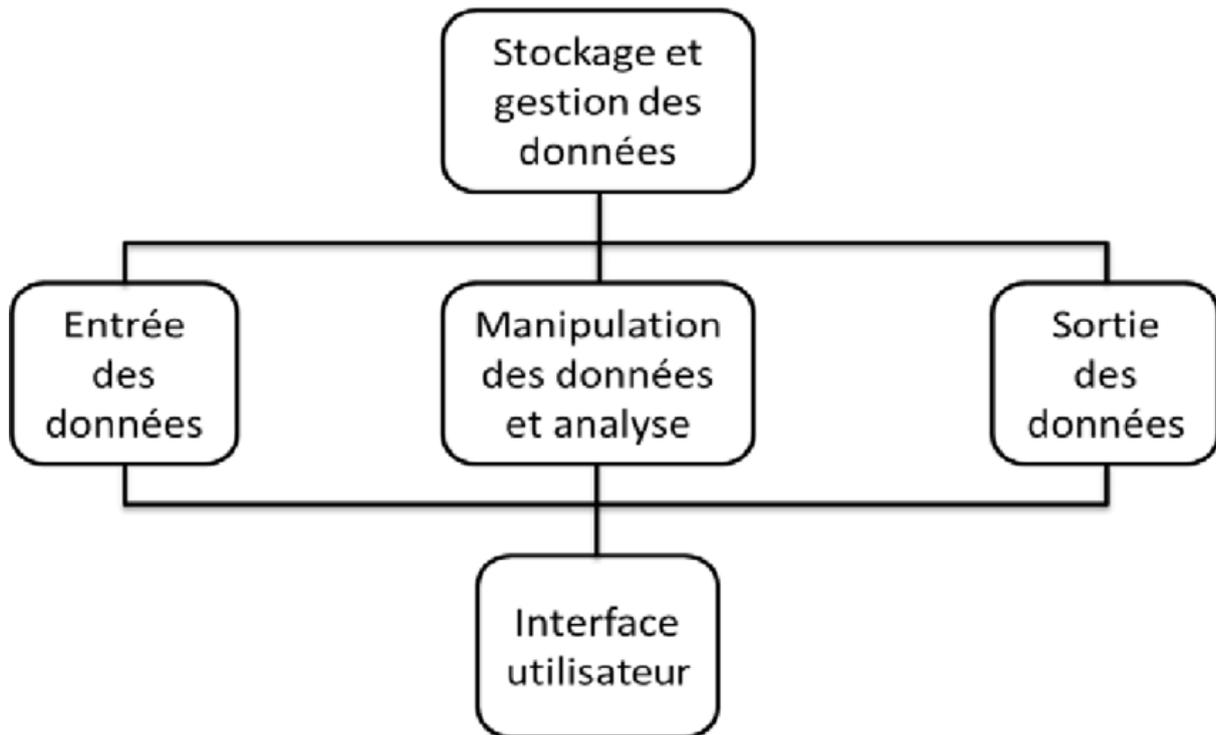
## **I-7- Structure du SIG**

Cette définition fait apparaître les quatre groupes de fonctionnalités suivantes :

- Acquisition des données géographiques d'origines diverses.

- Gestion pour le stockage et la recherche des données.
- Analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation.
- Présentation des résultats sous forme cartographique (**Gagnon, 1994**).

La figure I.1 met en évidence le diagramme de la structure générale d'un SIG.



*Figure I.1* : Structure d'un SIG

### I-8-Principaux critères de choix d'un SIG

- Fonctionnalités : Répond à vos besoins spécifiques, compatible avec vos formats de données.
- Facilité d'utilisation : Interface intuitive et accessible, formations et support technique disponible, communauté d'utilisation active pour l'entraide.
- Cout et licence : Prendre en compte les couts de formation, évaluer les couts des maintenances, mis à jour et assistance.
- Plateforme et compatibilité : Compatible avec votre système d'exploitation, intégration avec d'autres logiciels.
- Sécurité et confidentialité : Mise à jour de sécurité régulière, protection des données contre les accès non autorisés et pertes.

- Avis et évaluations : Comparer les différents logiciels, tester plusieurs logiciels avant de commencer.
- Spécificités de votre domaine : Fonctionnalités spécifiques à votre secteur, intégration avec d'autres outils métiers (simulation).
- Compétence de votre équipe : Accès à une assistance technique, évaluer les compétences internes et les besoins en formation.

### **I-9-Domains d'application du SIG**

Les domaines d'application du SIG sont divers et variés, citons quelque uns :

- Aménagement du territoire et urbanisme : aménagement paysager et gestions des espaces verts, planification urbaine et gestion des infrastructures.
- Environnement et développement durable : suivi et gestion des ressources naturelles, lutte contre la déforestation, analyse du changement climatique et ses impacts.
- Agriculture et foresterie : Précision agricole et gestion des ressource, suivi forestier et gestion des exploitations, cartographie des sols et gestion des ressources hydriques.
- Santé publique et épidémiologie : Lutte contre les épidémies et la propagation de maladies, suivi de la vaccination et des programmes de santé publique.
- Transport et logistique : Optimisation des itinéraires de transport et de livraisons, gestion du trafic et des réseaux de transport, analyse de l'accidentalité et prévention des accidents.
- Sciences sociales et étude de population : Analyse des migrations et des mouvements de population, étude des inégalités sociales et spatiales.
- Tourisme et loisir : Recommandation d'itinéraires et de point d'intérêt, cartographie des sentiers de randonnée et des lieux de loisir.
- Gestion des catastrophes naturelles : Prévention et gestion des risques naturels, cartographie des zones à risque et modélisation des impacts, reconstruction et réhabilitation des zones sinistrées.

En résumé, les SIG s'appliquent à une vaste gamme de domaines, offrant une solution innovante pour la collecte, l'analyse, la visualisation et la gestion de données géographiques. Leur impact se fait sentir dans tous les aspects de notre vie, contribuant à un avenir plus durable, informé et connecté (**de la Paz, 2013**).

## I-10-Principale fonction d'un SIG

Un SIG présente plusieurs fonctionnalités, aussi diverses et variées soit-elle, les voici :

- Le traitement, l'analyse et la gestion des données.
- Le stockage, la saisi et la sélection de l'affichage de données.
- La production de rapports, cartes et dossiers.
- La description d'objets géographique et leur affichage cartographique.
- La protection et la sécurité des informations.
- L'analyse géographique (**Bernier, 2014**).

## I-11- Avantages et obstacles

### I-11-1 Avantages du SIG en hydraulique

Meilleure compréhension du système hydraulique :

- Visualisation spatiale des données : Le SIG permet de superposer et d'analyser différentes couches d'informations (topographie, réseau hydrographique, données piézométriques, etc.) pour une meilleure compréhension du fonctionnement du système hydraulique.
- Modélisation et simulation : Le SIG permet de créer des modèles numériques pour simuler l'écoulement de l'eau et d'évaluer l'impact de différents scénarios (changement climatique, urbanisation, etc.).
- Outils d'analyse : Le SIG offre une large gamme d'outils d'analyse spatiale pour identifier les zones critiques, délimiter les bassins versants, calculer les distances et les temps de parcours, etc.

Aide à la décision :

- Planification et gestion des ressources en eau : Le SIG permet de visualiser les zones de conflits d'usage et d'identifier des solutions pour une gestion durable des ressources en eau.
- Prévention et gestion des risques d'inondation : Le SIG permet de cartographier les zones inondables et d'évaluer les dommages potentiels en cas de crue.
- Suivi et évaluation des projets : Le SIG permet de suivre l'évolution des projets hydrauliques et d'évaluer leur impact sur l'environnement.

Amélioration de la communication et de la collaboration :

- Plateforme de partage d'informations : Le SIG permet de centraliser et de partager les données hydrauliques avec différents acteurs (services publics, bureaux d'études, citoyens, etc.).
- Outil de communication : Le SIG permet de créer des cartes et des rapports visuels pour communiquer sur les projets hydrauliques et sensibiliser le public.

### **I-11-2 Obstacles du SIG en hydraulique**

Cout et complexité :

- Investissement initial : La mise en place d'un SIG peut être coûteuse en termes de logiciels, de matériel et de formation.
- Compétences techniques : L'utilisation du SIG nécessite des compétences techniques en géomatique et en analyse spatiale.
- Maintenance : Le SIG doit être régulièrement mis à jour pour garantir la qualité des données.

Donnée :

- Disponibilité et qualité des données : La qualité et la disponibilité des données hydrauliques peuvent varier selon les contextes.
- Homogénéisation des données : L'intégration de données provenant de différentes sources peut être complexe et nécessiter un travail d'homogénéisation.
- Confidentialité : Certaines données hydrauliques peuvent être sensibles et leur diffusion peut être soumise à des restrictions (**KRAIMAT, 2019**).

### **I-12- Interprétation des résultats**

- Compétences en analyse spatiale : L'interprétation des résultats des analyses SIG nécessite des compétences en analyse spatiale et en hydraulique.
- Communication des résultats : Il est important de communiquer les résultats des analyses SIG de manière claire et concise à un public non spécialiste.

Le SIG est un outil puissant pour la gestion des ressources en eau et la prévention des risques d'inondation. Cependant, il est important de prendre en compte ses limites et ses coûts avant de l'utiliser.

## I-13- Différents SIG existants sur le marché

### I-13-1 Map Info.

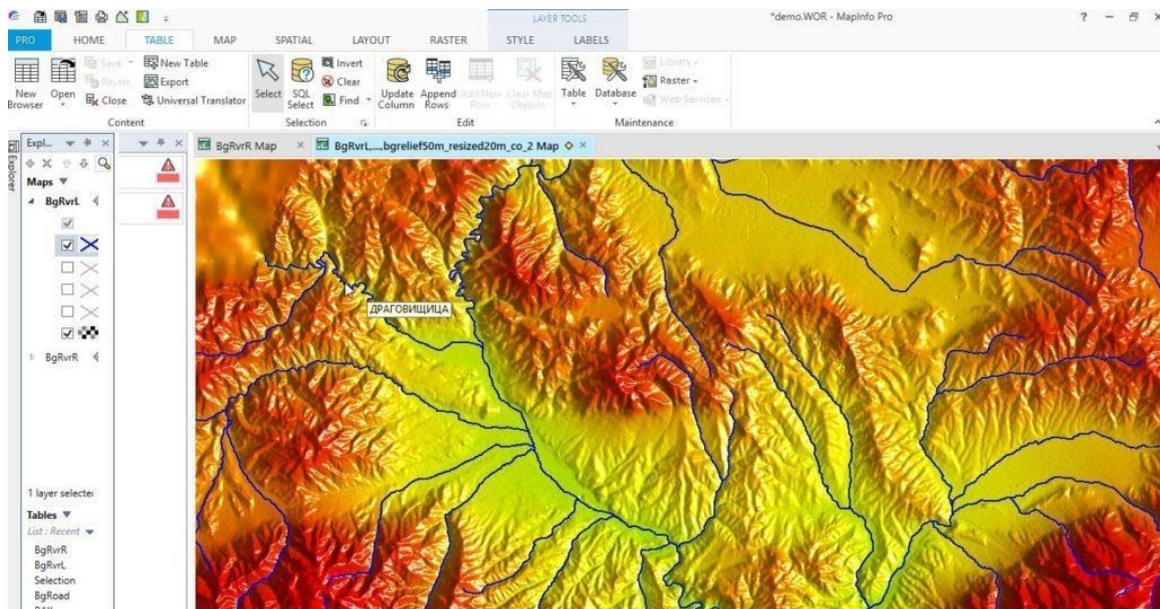


Figure I.2 : Représentation d'une carte thématique sous MapInfo

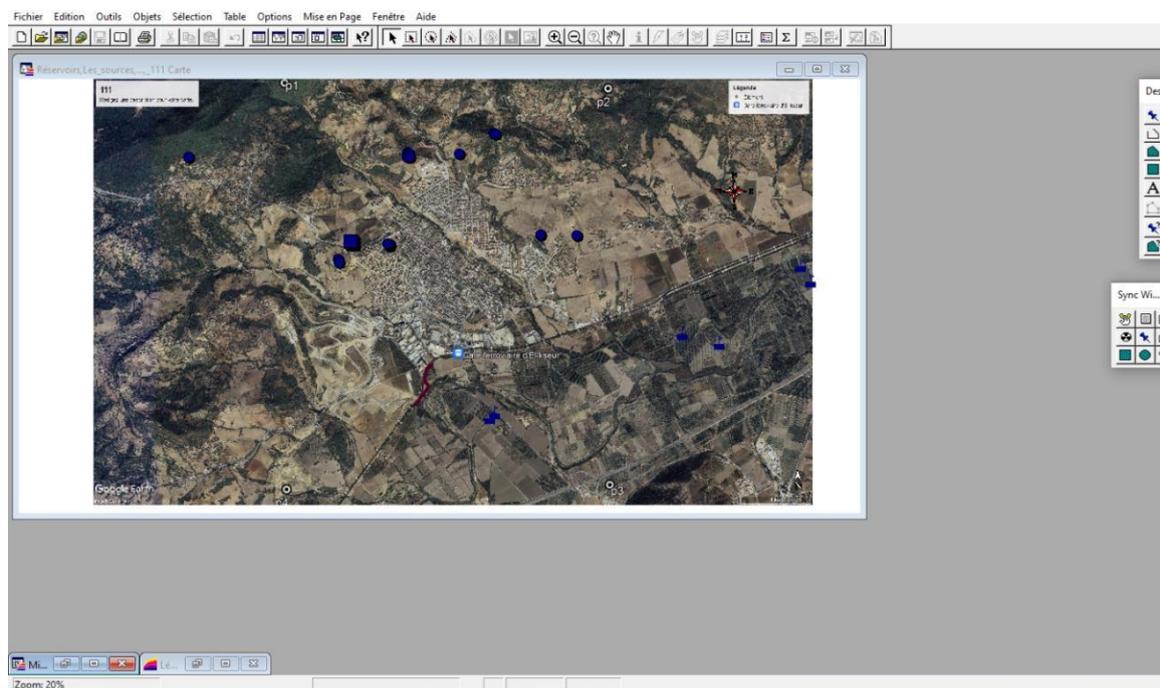


Figure I.3 : Représentation de l'interface MapInfo

I-13-2 Arc Gis (ESRI).

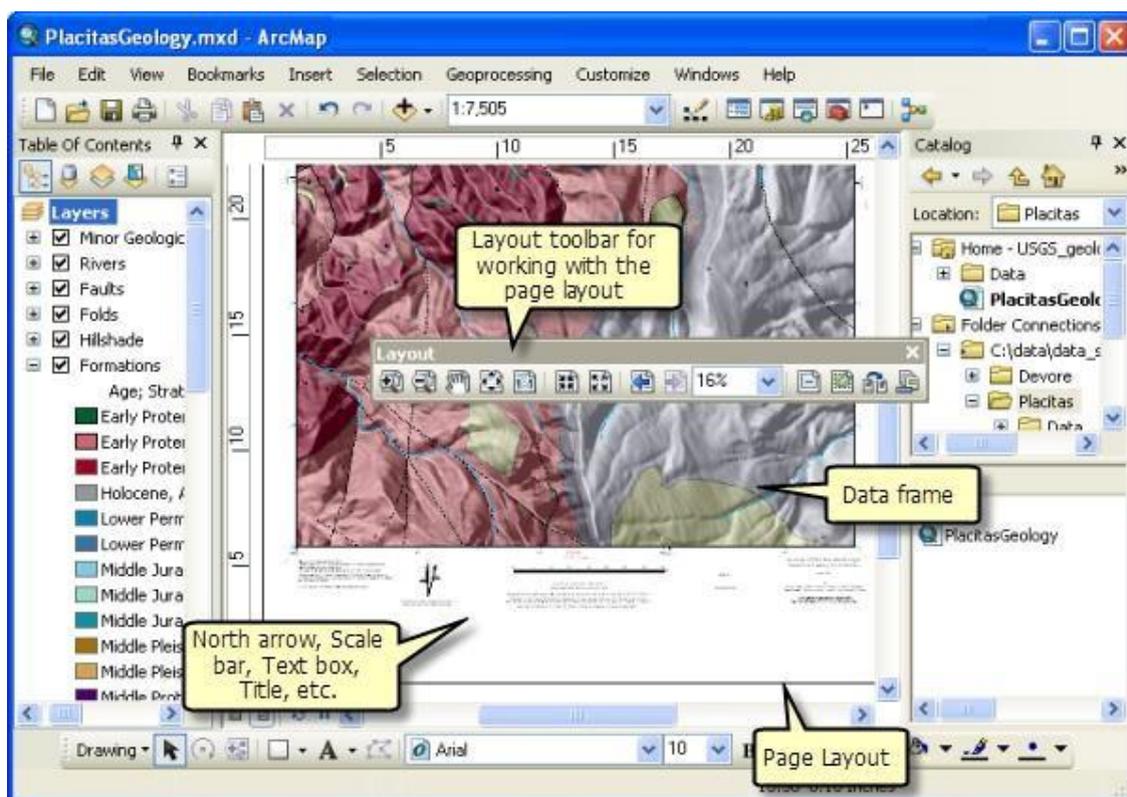


Figure I.4 : Représentation de l'interface ArcGIS .

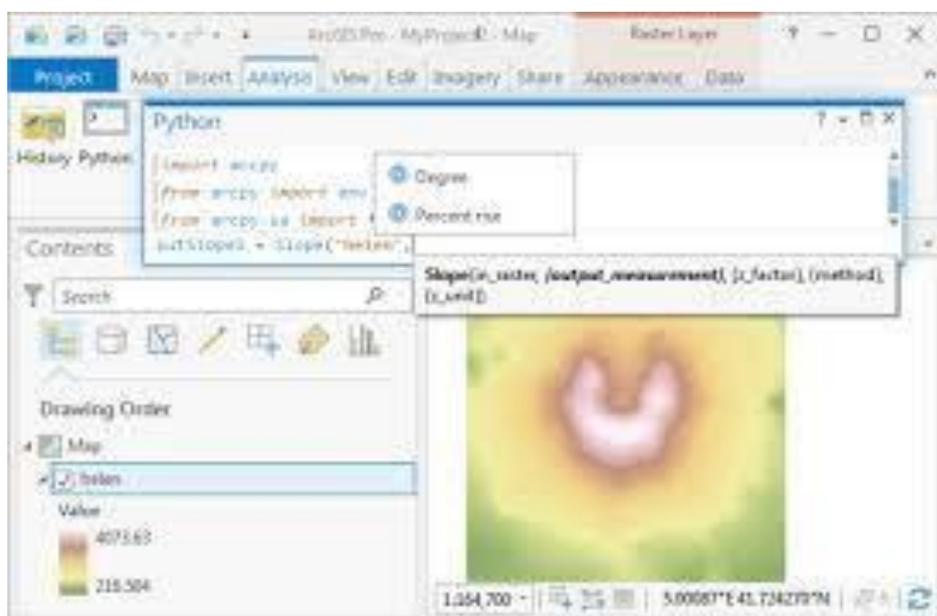


Figure I.5 : Représentation de l'outil spatial analyst ArcGIS

I-13-3 Quantum GIS (QGIS).

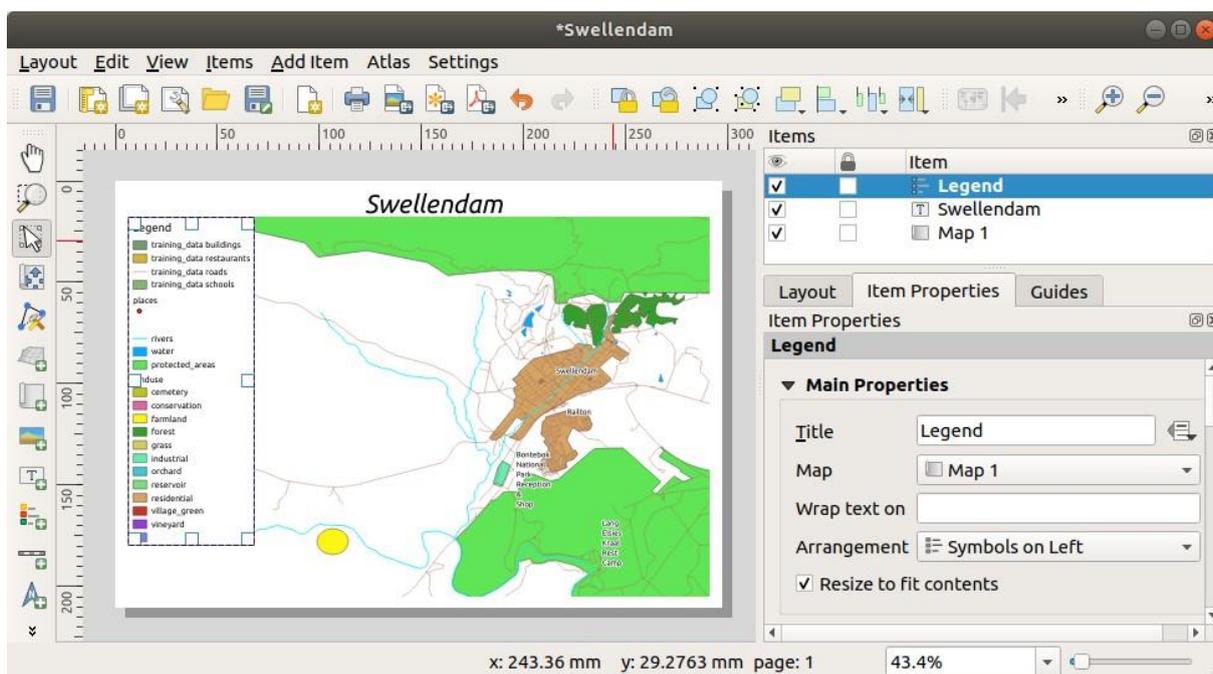


Figure I.6 : Représentation de l'interface QGIS

I-13-4 AutoCAD Map 3D.

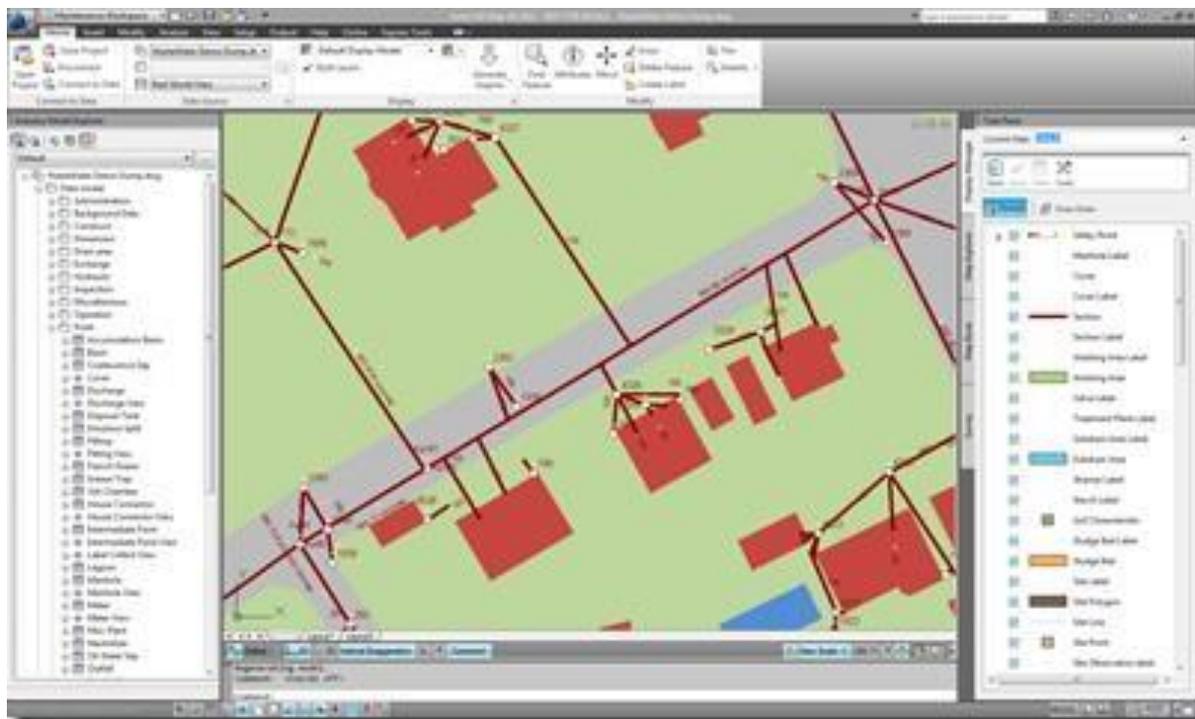


Figure I.7 : Représentation de l'interface AutoCAD Map 3D.

I-13-5 Google Earth Engine.

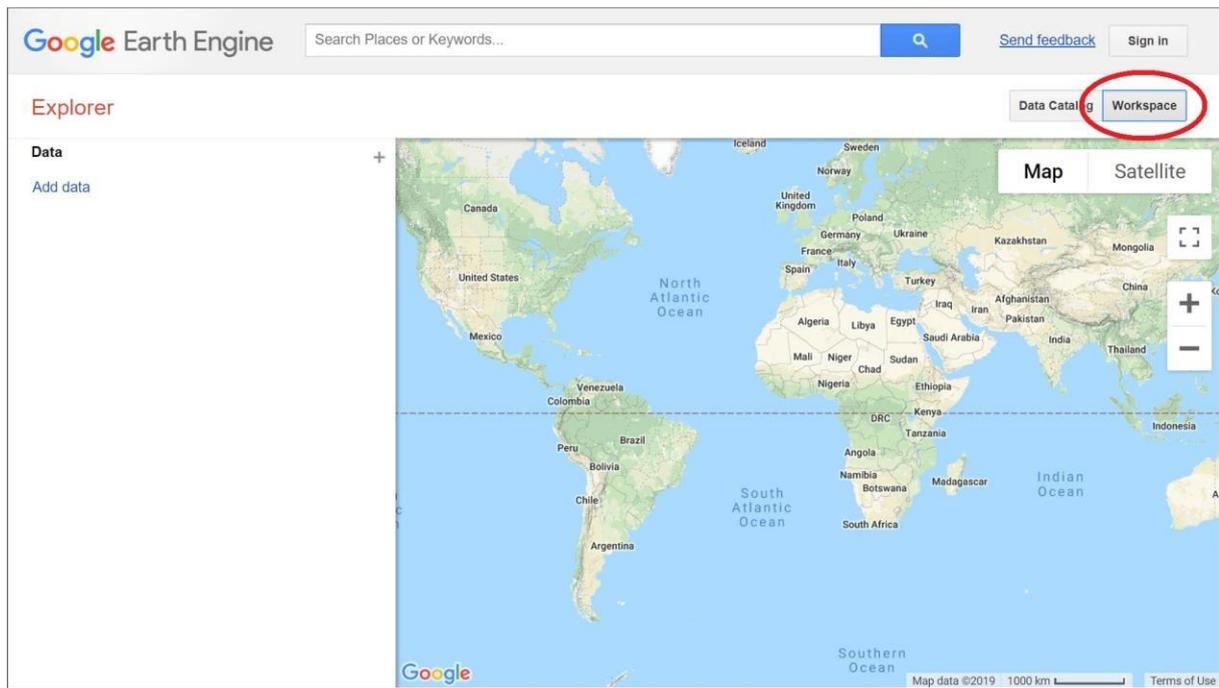


Figure I.8 : Représentation de l'interface Google Earth Engine

## I-13-6 Grass SIG.

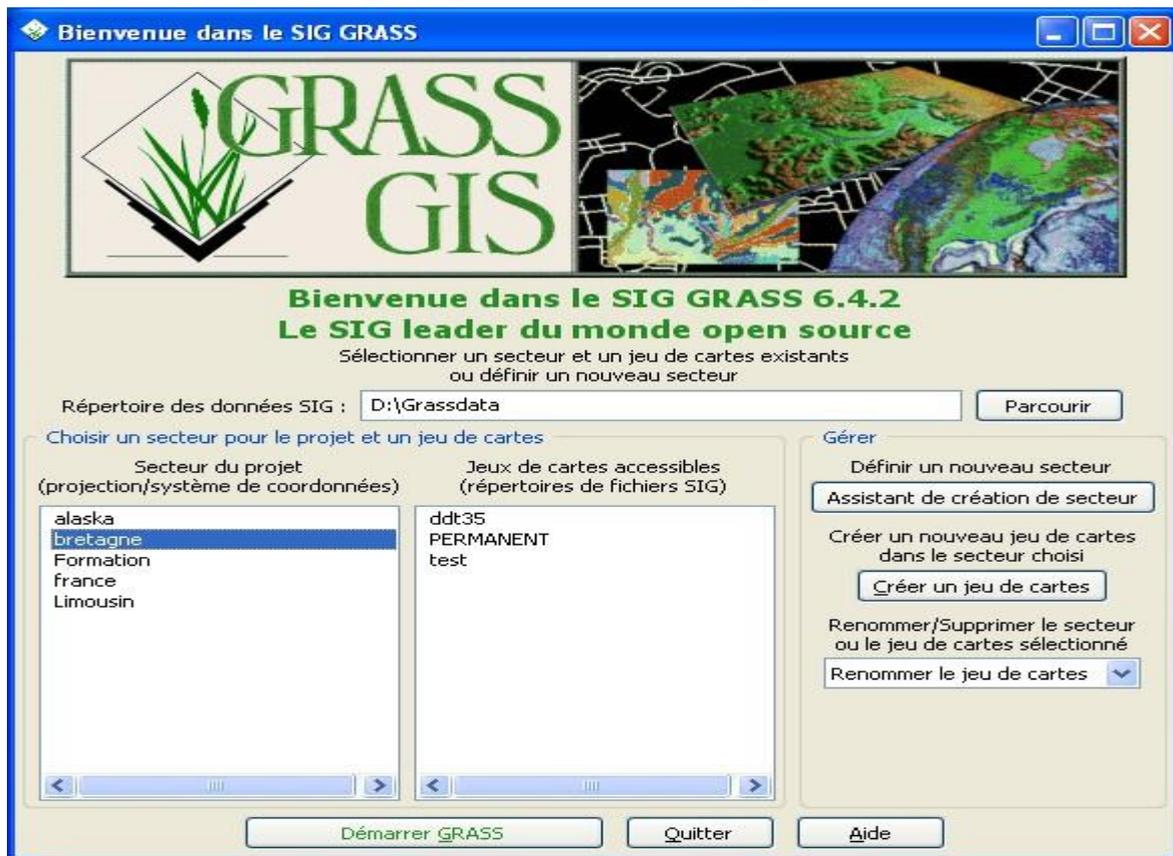


Figure I.9 : Représentation de l'interface GrassSIG

## I-14- Travaux notables du SIG à travers le monde

Voici quelques exemples notables de travaux réalisés dans le monde grâce aux Systèmes d'Information Géographique (SIG) :

## I-14-1 Lutte contre la déforestation en Amazonie

**Projet de Surveillance de la Déforestation par Satellite (PRODES)** : Au Brésil, le projet PRODES utilise les SIG et les données de télédétection pour surveiller et quantifier la déforestation en Amazonie. Ce programme permet de détecter les zones de déforestation et de mettre en place des mesures de protection et de gestion durable des forêts.

## I-14-2 Réponse aux catastrophes naturelles

**Séisme de 2010 en Haïti** : Après le tremblement de terre dévastateur de janvier 2010, les SIG ont été utilisés pour cartographier les zones touchées, évaluer les dégâts et coordonner les efforts de secours. Des organisations comme le GISCorps et le HumanitarianOpenStreetMap

Team ont contribué à ces efforts en fournissant des cartes détaillées pour les équipes de secours.

**Ouragan Katrina (2005) :** Aux États-Unis, les SIG ont joué un rôle crucial dans la réponse à l'ouragan Katrina en cartographiant les zones inondées, en planifiant les évacuations et en coordonnant les efforts de secours. Les SIG ont aidé à identifier les zones les plus touchées et à optimiser la distribution des ressources.

#### **I-14-3 Gestion des ressources en eau**

**Planification des ressources hydriques en Californie :** En Californie, les SIG sont utilisés pour la gestion et la planification des ressources en eau. Des projets comme le California Water Atlas utilisent les SIG pour modéliser les bassins versants, surveiller les niveaux d'eau et planifier la distribution de l'eau, particulièrement en période de sécheresse.

#### **I-14-4 Planification urbaine et transport**

**Jeux Olympiques de Londres 2012 :** Les SIG ont été utilisés pour planifier les infrastructures et les services nécessaires pour les Jeux Olympiques de Londres en 2012. Cela comprenait la gestion des installations sportives, la planification des transports et la gestion de la sécurité.

**Système de transport de Singapour :** Singapour utilise les SIG pour optimiser son système de transport urbain. Le Land Transport Authority (LTA) utilise les SIG pour planifier les routes, gérer le trafic et améliorer l'efficacité du transport public.

#### **I-14-5 Conservation de la biodiversité et gestion des parcs**

**Parc national de Yellowstone :** Aux États-Unis, le parc national de Yellowstone utilise les SIG pour gérer la faune, surveiller les habitats et planifier les efforts de conservation. Les SIG permettent de suivre les mouvements des animaux, de gérer les incendies de forêt et de planifier les infrastructures touristiques.

**Suivi des éléphants en Afrique :** Des organisations comme Save the Elephants utilisent les SIG pour suivre les mouvements des éléphants en Afrique. Grâce à des colliers GPS et aux SIG, les chercheurs peuvent surveiller les déplacements des éléphants, identifier les corridors migratoires et prendre des mesures pour réduire les conflits entre les humains et les éléphants.

### **I-14-6 Agriculture de précision**

**Projet de gestion des cultures en Europe** : En Europe, les agriculteurs utilisent les SIG pour l'agriculture de précision. Par exemple, des projets comme AgriSense utilisent les SIG pour analyser les sols, surveiller la santé des cultures et optimiser l'utilisation des engrais et de l'eau. Cela permet d'améliorer les rendements tout en réduisant l'impact environnemental

Ces exemples illustrent la diversité des applications des SIG dans le monde et leur importance dans la résolution de problèmes complexes et la prise de décisions informées dans divers domaines.

### **I-15 Conclusion**

Ce premier chapitre a permis de définir et d'explorer le concept de Système d'Information Géographique (SIG), en mettant en évidence son importance et ses diverses applications dans le domaine de la gestion des ressources en eau. A travers les exemples présentés, nous avons illustré comment un SIG peut transformer la manière dont les données géospatiales sont collectées, analysées et utilisées pour prendre des décisions éclairées.

Le SIG se distingue par sa capacité à intégrer des données variées, telles que des cartes, des images satellites et des informations de terrain, pour fournir une représentation visuelle et analytique complète d'un espace géographique donné. Cette caractéristique est particulièrement bénéfique pour les réseaux d'alimentation en eau potable (AEP), où une compréhension détaillée des infrastructures, de la répartition des consommateurs et des flux d'eau est essentielle.

En outre, les exemples d'application du SIG ont démontré son utilité dans la planification urbaine, la gestion des catastrophes naturelles, l'agriculture de précision, et bien sûr, dans l'optimisation des réseaux AEP. Ces exemples illustrent la polyvalence et l'efficacité de cet outil dans divers contextes, soulignant sa pertinence dans la gestion durable et intelligente des ressources hydriques.

En conclusion, ce chapitre a posé les bases théoriques nécessaires à la compréhension du SIG et de ses avantages. Il a également préparé le terrain pour les chapitres suivants, qui se concentreront sur l'application pratique de ces concepts au réseau AEP de la ville d'El-Kseur. La compréhension approfondie des principes et des capacités du SIG acquise ici sera

essentielle pour l'élaboration et la mise en œuvre efficace du système spécifique à notre étude de cas.

# **CHAPITRE II**

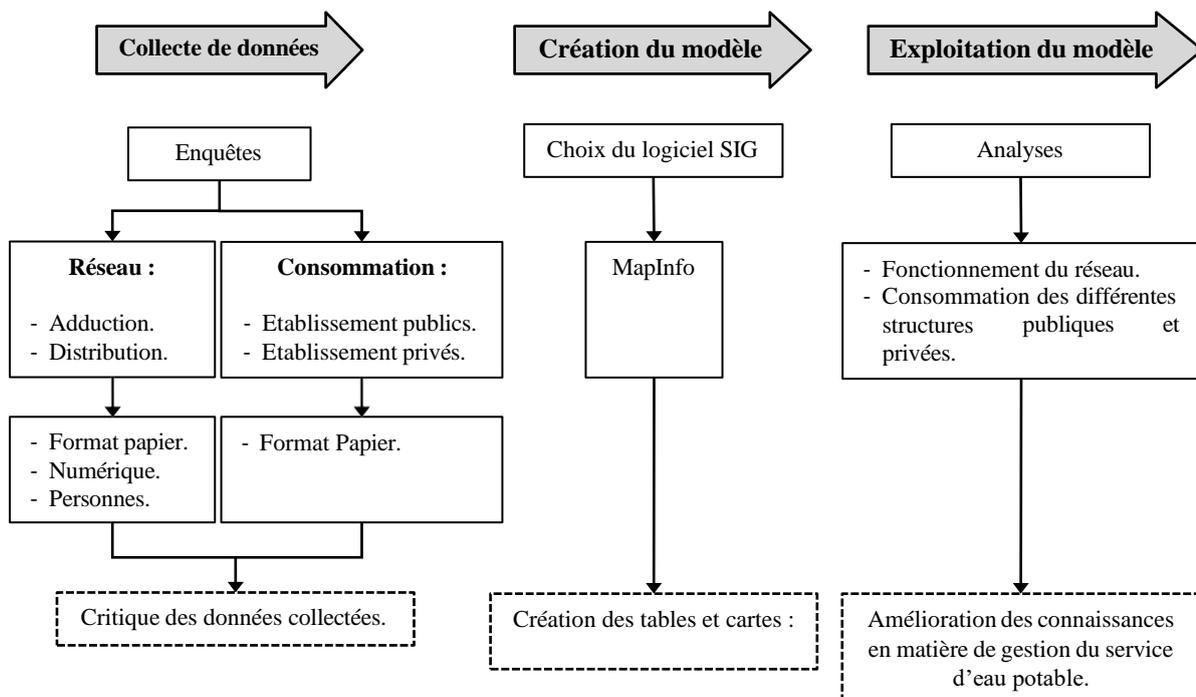
## **Méthodologie**

**II.1. Introduction**

L'objectif de ce travail est de développer un SIG relatif au réseau de distribution d'eau potable de la ville d'El-Kseur. Son aboutissement a nécessité le passage par plusieurs étapes. Au préalable, nous avons engagé des contacts avec les gestionnaires de l'ADE, centre d'El-Kseur. Son but est de préparer les conditions propices pour une collaboration afin de réussir ce projet. Par la suite plusieurs séances de travail ont été nécessaires afin de mieux cerner les éléments à prendre en considération dans ce travail. Enfin, la réussite de ce travail est conditionnée par la contribution de toutes les parties prenantes : université et entreprise.

**II.2. Méthodologie développée**

Pour mener à bien ce travail, une méthodologie est développée (Figure II.1). Elle comporte trois phases importantes : Collectes de données, Création du modèle et Exploitation du modèle.



*Figure II.1 : Méthodologie adoptée pour la création du SIG du réseau d'AEP d'El-Kseur.*

**II.2.1. Collecte de données**

La collecte des données a nécessité la contribution des gestionnaires du service d'eau potable de l'ADE, du centre d'El-Kseur. Son objectif est de nous communiquer les différentes données disponibles à leur niveau. Ces données sont en relation avec le réseau d'AEP et la consommation des différentes structures publiques et privées.

Concernant le réseau d’Alimentation en Eau Potable (Adduction et Distribution), les données recherchées sont les suivantes :

- le tracé ;
- les diamètres ;
- la nature des conduites ;
- l’emplacement des accessoires (vannes, ventouse, ...etc.) ;
- les réservoirs.

Afin d’analyser la consommation des différentes structures publiques et privées, la facturation était nécessaire. Pour cela, les gestionnaires de l’ADE ont mis à notre disposition les consommations des différentes structures et ceci pendant une période d’au moins une année c’est-à-dire quatre trimestres.

Les consommations demandées sont liées aux établissements suivants :

- le Campus ;
- les résidences universitaires ;
- les lycées ;
- les CEM ;
- les primaires ;
- le CFPA ;
- Mosquées ;
- la polyclinique publique et privée ;
- un Hôtel ;
- les sièges ADE et ONA ;
- la police, la gendarmerie et le célibatorium ;
- la protection civile ;
- les sièges APC, Daïra et impôt ;
- la piscine ;
- une salle des fêtes ;
- abattoir ;

- Ecurie ;
- Cimetière.

La synthèse effectuée permettra de quantifier l'information collectée auprès de notre échantillon représenté par le centre ADE d'El-Kseur, d'une part ; d'autre part, analyser la qualité de l'information.

En effet, dans ce travail, la collecte de données va s'appuyer sur plusieurs considérations importantes. La première considération tient compte de l'importance de la source d'information sur le réseau et la consommation. Pour cela, la collecte de données se fera uniquement au niveau de l'agence d'El-Kseur qui archive les plans en relation avec le réseau et les différentes mises à jour ainsi que les plans de recollement et aussi les différents enregistrements liés aux consommations des différentes structures. Ceci reflétera les conditions locales et garanti la fiabilité et la disponibilité des données pratiques de terrain.

### **II.2.2. Création du modèle**

La méthodologie proposée nécessite l'exploitation d'une application liée au SIG. Le choix s'est porté sur l'application MapInfo pour la modélisation du réseau d'Alimentation en Eau Potable de la ville d'El-Kseur. Un choix qui se justifie par son importance et son utilisation dans le monde.

#### ***II.2.2.1. Choix et fonctions du SIG Map Info***

MapInfo est un SIG, parmi les plus répandus en France (plus de 40 000 licences) et dans le monde (60 pays et 21 langues). Son succès tient essentiellement de :

- Sa simplicité d'utilisation
- Son langage de programmation (Map Basic qui permet d'ajouter de nouvelles applications répondant aux exigences de tous projets).
- Sa puissance de gestion et de traitement de données.
- Ses capacités d'échange avec les formats standards bureautiques et les bases de données.

Puissant outil cartographique, il permet d'afficher, de manipuler et d'analyser tout type de données, géographiques ou alphanumériques. Soit qu'il permet la traduction d'une Information géographique en informatique. Pour ce faire, il travaille à l'aide de tables (Ensemble de fichiers stockant les informations géographiques sous forme d'une couche Graphique spatialisée et localisée).

MapInfo Professional est un Système d'information géographique (SIG) à l'origine Bureautique créé dans les années 1980 aux États-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. MapInfo est conçu autour d'un moteur d'édition de Cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide D'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones et image raster.

Ce logiciel permet de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations Géographiquement référencées. Il est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision ;
- Mettre en évidence des tendances de vos données qui autrement ne sont pas perceptibles ;
- Réaliser des analyses spatiales dans un environnement bureautique ;
- SIG : Cours et travaux pratiques
- Opérations de superposition : superposition de couches thématiques (Fig. 02) ;
- Traitements statistiques ;
- Echange de données avec les autres SIG (ArcGis, ArcInfo, etc.) et les logiciels de (CAO/DAO), tel que « AUTO CAD » ;
- Type de sortie : représentation cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques etc ;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles cartographiques, de trames et légendes modifiables de façon interactive ;
- Géocodage par adresse ;
- Accès aux bases de données externes (Access, Excel, Oracle, SQL server, ..) ;
- Son langage de requête qui permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques.

### **II.2.2.2. Découvrir le Mapp Info**

A l'ouverture du logiciel apparaît un écran (figure II.2) qui permet de recharger la dernière

#### **➤ Session ouverte sur Marino.**

Marino est désormais ouvert : aucune donnée n'étant chargée, l'écran reste évidemment vide comme c'est illustré dans la figure II.3. Seuls apparaissent la barre de menu et deux menus flottants.

➤ Nommés « Général » et « Dessin ».

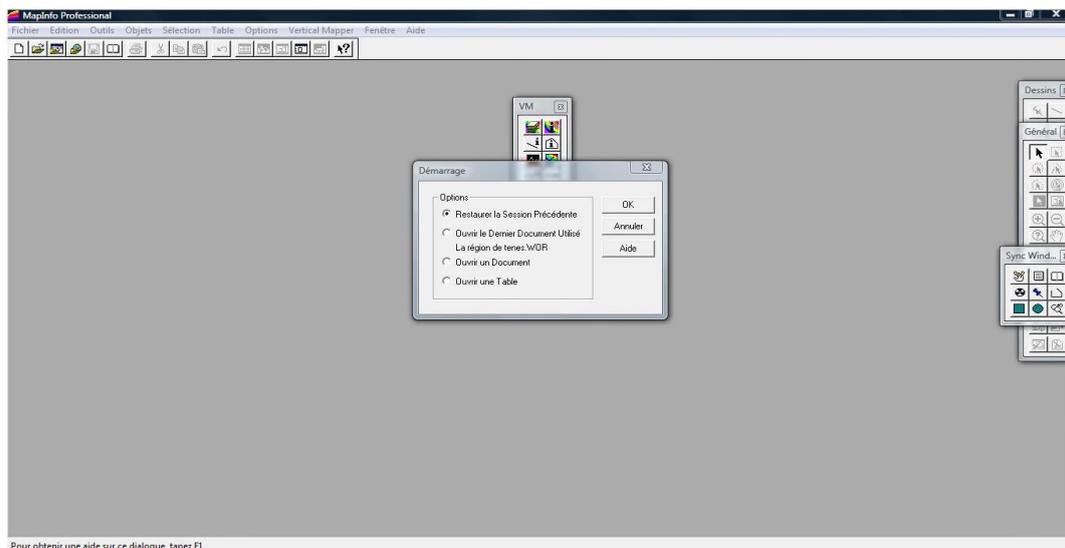


Figure II.2 : Menu de démarrage de Marino

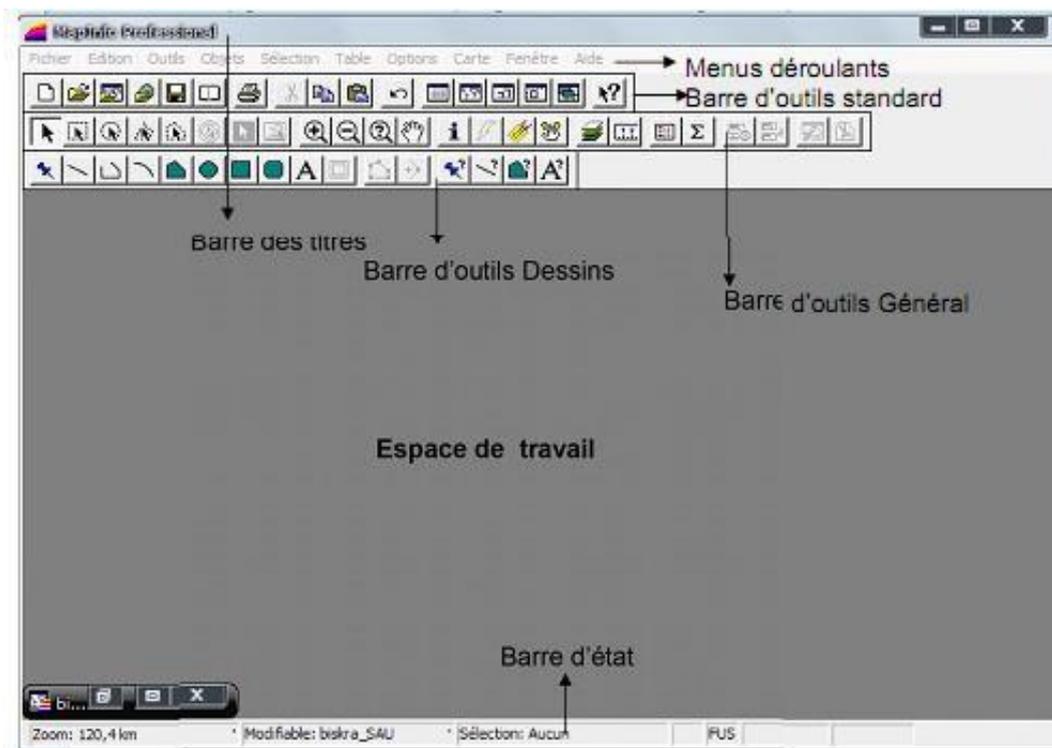


Figure II.3 : L'interface de Marino

• **BARRE « GENERAL »**

Cette barre est illustrée dans la figure II.4.

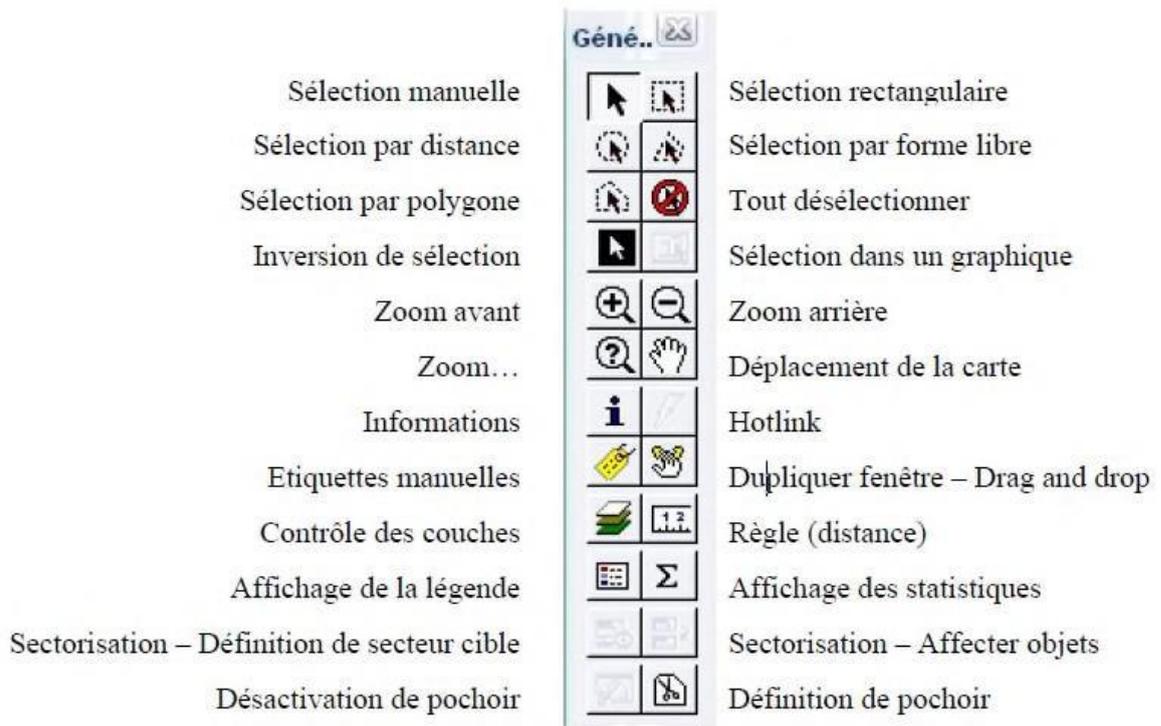


Figure II.4 : Présentation de la barre d'outils « Général »

• **BARRE DE DESSIN**

Cette barre d'outils est très utile lors de la création d'une nouvelle couche (table) pour dessiner ou paramétrer les entités. Elle est présentée dans la figure II.5.

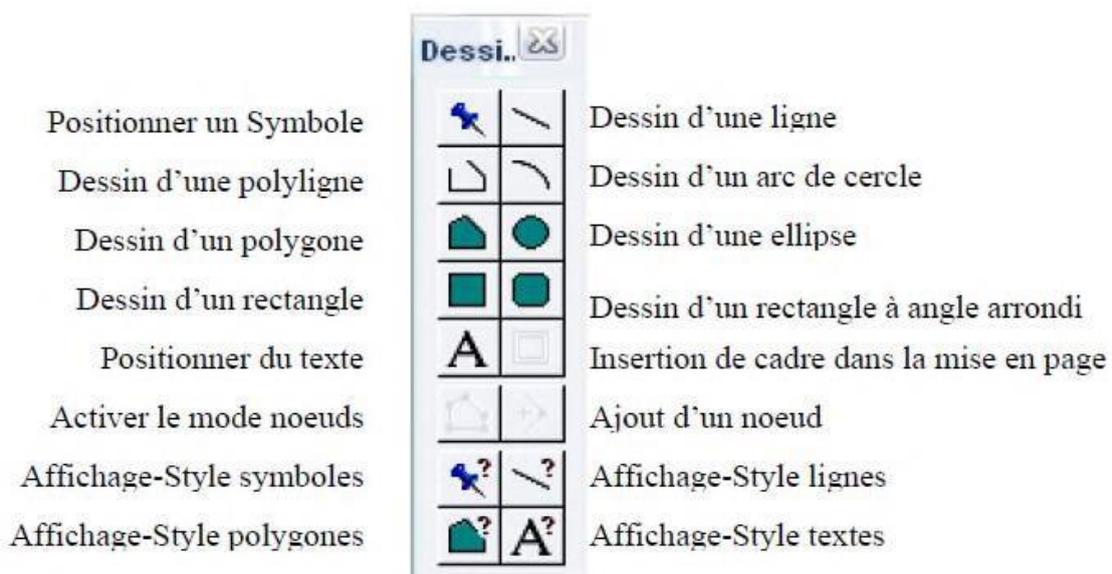


Figure II.5 : La barre d'outils « Dessin »

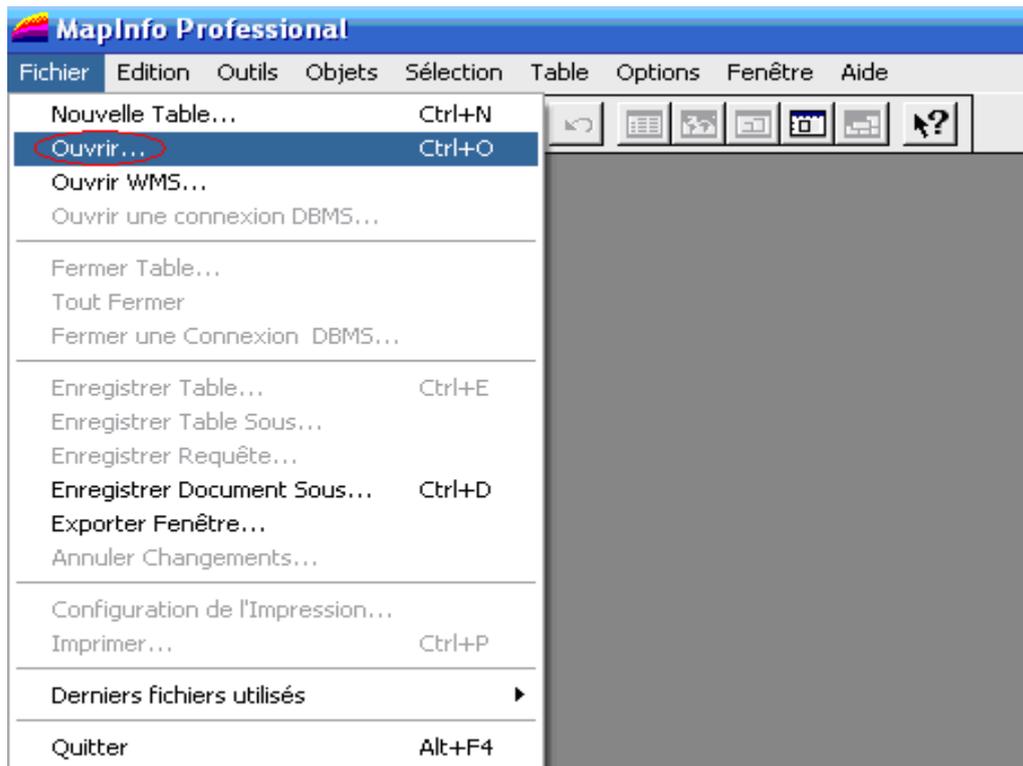


Figure II.6 : Calage d'une image raster

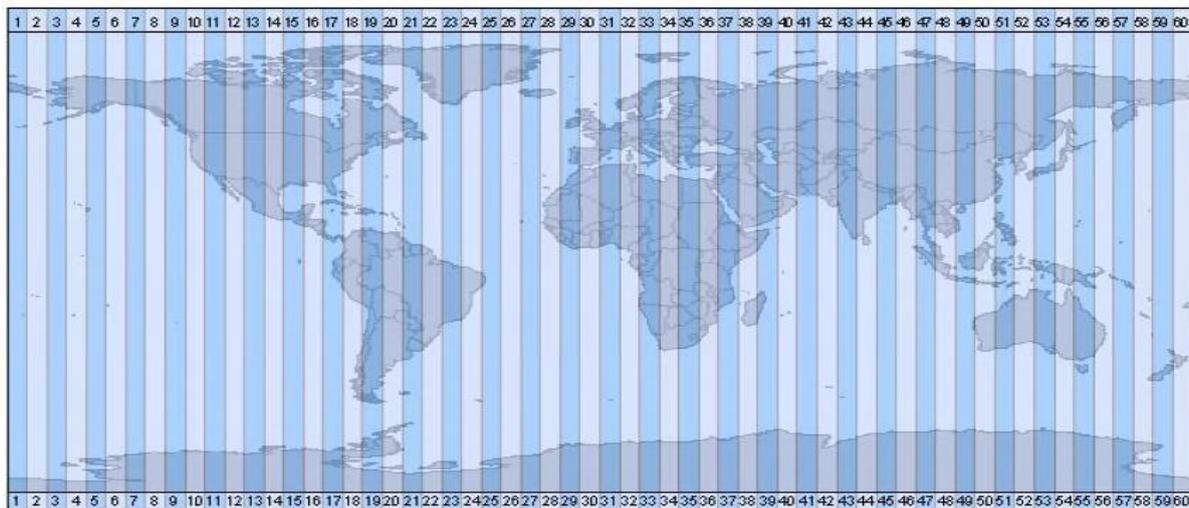


Figure II.7 : Systèmes de projection couvrant l'Algérie et leurs paramètres de transformation dans Marino

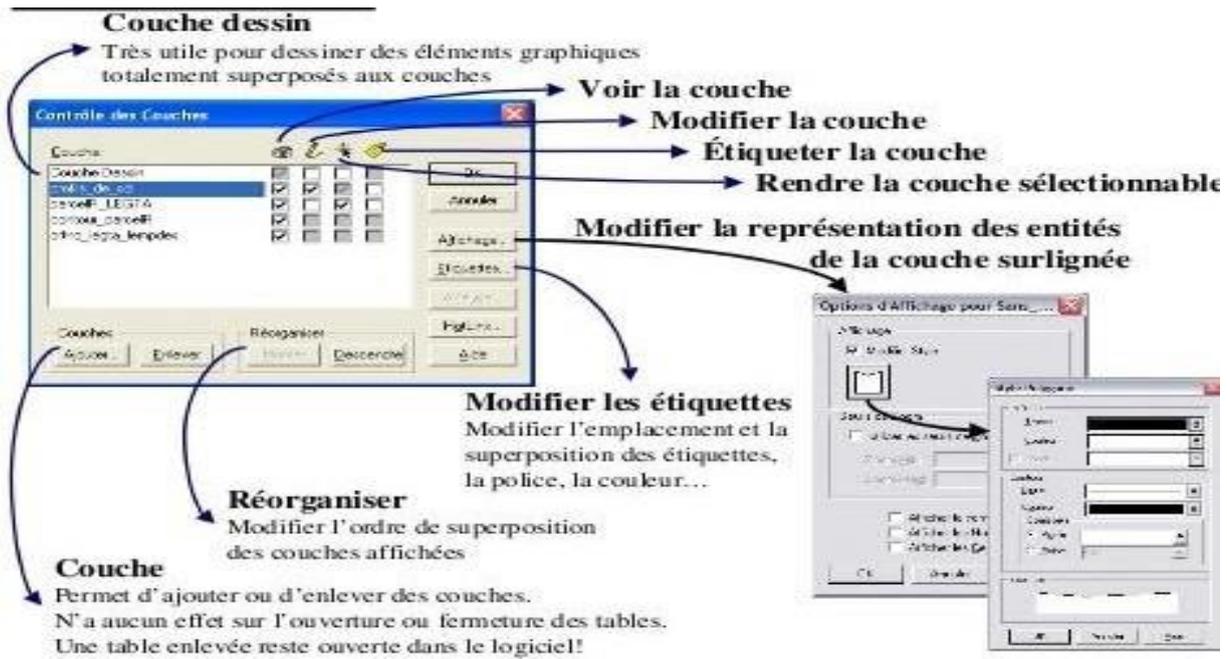


Figure II.8 : Contrôle des couches dessin

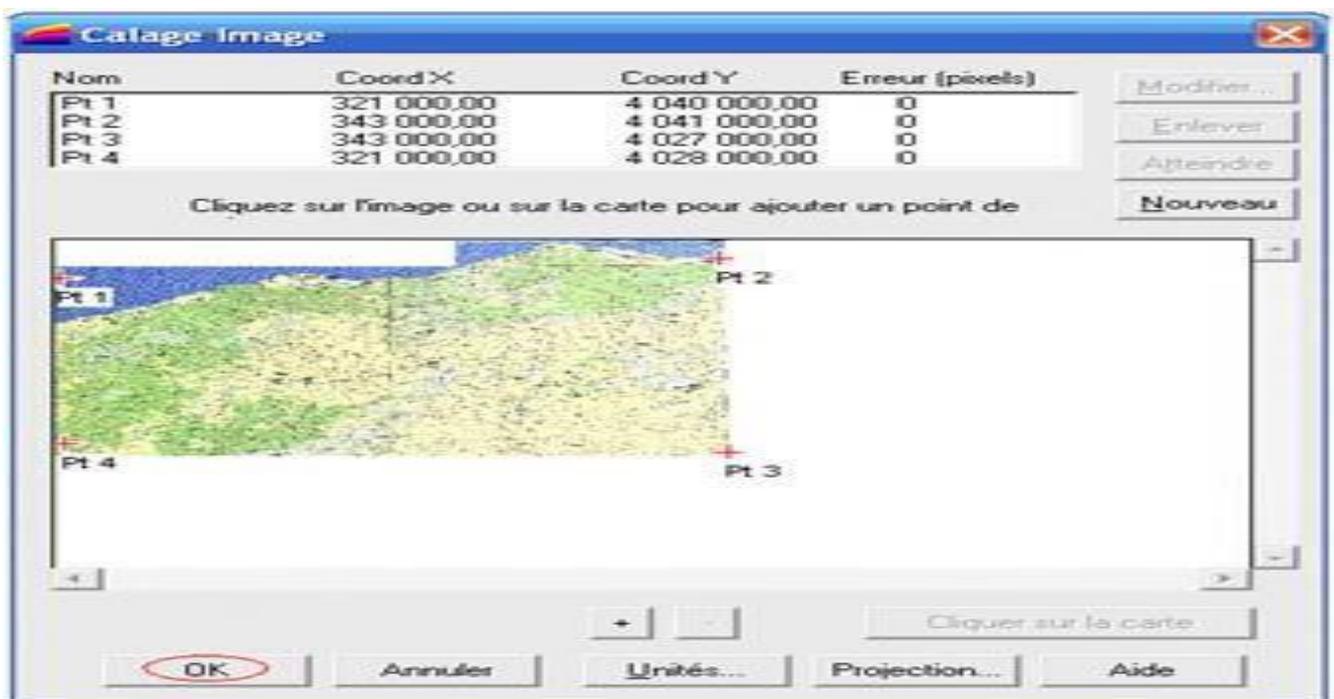


Figure II.9 : Calage d'une image raster

- **CREATION DE NOUVELLE COUCHE**

La manière de créer une table (couche) est de procéder à partir de la commande « Fichier /Nouvelle Table » comme illustré dans la figure II.10.



*Figure II.10 : Création d'une nouvelle couche (table)*

- La nouvelle couche à créer est nommée « Réseau hydrographique ». On définit ainsi les données associées à cette couche (le nombre de champs et leurs caractéristiques). La figure II.11 illustre la démarche adoptée.

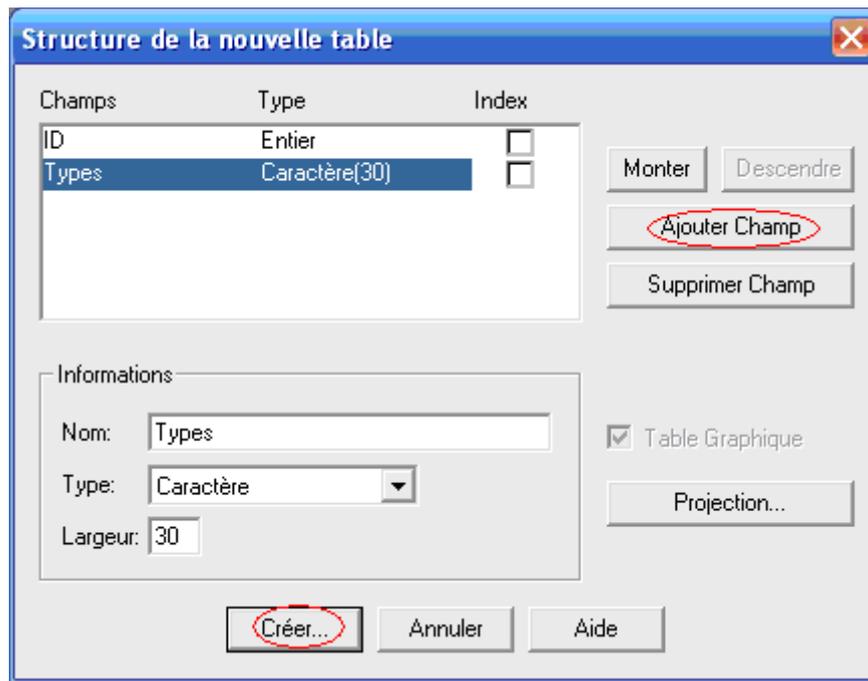


Figure II.11 : Création d'une nouvelle couche « Définition de la structure de la table »

Nom	Code	X	Y	Z	Profondeur_n	Q_Ls	H_E_m	H_D_m	Date_Service
Tiencen1	101	653 006.39	3 862 734.19	850	150	20.0	0.00	0.00	01/10/1969
Tiencen2	102	652 627.38	3 861 975.58	860	300	50.0	0.00	0.00	02/08/1960
Mansorah1	103	651 696.09	3 861 916.58	780	500	35.0	0.00	0.00	03/10/1974
Tiencen3	104	653 262.91	3 861 119.43	830	425	43.0	0.00	0.00	10/10/1985
Tiencen4	105	654 143.42	3 860 144.07	800	128	80.0	0.00	0.00	14/07/1990
Mansorah2	106	652 627.38	3 860 024.85	750	580	28.0	0.00	0.00	12/05/1996
Mansorah3	107	651 804.33	3 859 558.85	690	250	2 500.0	20.00	12.00	01/01/2000
Mansorah4	108	650 266.89	3 860 264.95	700	289	2 300.0	50.00	40.00	01/12/2001
Mansorah5	109	651 100.51	3 858 964.47	712	750	5 000.0	50.00	35.00	24/02/1988
Mansorah6	110	650 060.94	3 858 032.75	725	489	5 900.0	45.00	40.00	25/10/1985
Mansorah7	111	648 371.84	3 860 187.42	720	850	4 800.0	48.00	35.00	04/09/1982
Mansorah8	112	648 848.11	3 857 716.5	710	120	5 000.0	23.00	12.00	02/08/1983
Sabra1	113	638 080.27	3 855 810.5	728	90	4 890.0	48.00	30.00	04/12/1996
Sabra3	115	633 079.85	3 854 279.52	678	450	1 235.0	78.00	40.00	09/06/2000
Sabra4	116	634 142.71	3 852 316.55	690	358	4 890.0	98.00	75.00	12/10/2011
Bouhni1	117	631 869.98	3 851 518.43	650	478	1 250.0	12.00	9.00	12/04/1999
Maghnia1	118	615 896.31	3 851 182.73	589	895	1 289.0	52.00	48.00	26/05/2009
Maghnia2	120	613 076.28	3 847 200.11	690	40	2 001.0	36.00	30.00	18/05/2009
Maghnia3	121	611 283.19	3 859 725.98	680	580	1 289.0	65.00	55.00	14/10/1998
Maghnia4	122	614 248.93	3 855 759.53	690	125	4 500.0	78.00	68.00	12/10/2001
Maghnia5	123	613 940.22	3 855 665.28	848	456	2 569.0	25.00	20.00	14/09/2011
Maghnia6	124	613 784.81	3 854 967.48	844	428	2 569.0	12.00	10.00	15/10/1999
Maghnia7	125	613 532.7	3 854 853.29	690	200	2 489.0	75.00	68.00	14/07/1985
Maghnia8	126	612 212.34	3 854 475.07	690	365	8 901.0	98.00	90.00	15/12/1960
Maghnia9	127	611 772.22	3 853 336.12	689	48	9 650.0	15.00	10.00	12/01/1975
Maghnia10	128	610 957.18	3 853 368.76	697	402	1 589.0	10.00	5.00	15/12/1965
Maghnia11	129	609 189.4	3 855 212.18	687	100	2 389.0	78.00	65.00	02/02/1970
Maghnia12	130	608 018.05	3 850 546.51	688	80	2 580.0	98.00	90.00	02/03/1978
Maghnia14	132	603 801.15	3 854 527.01	650	148	3 489.0	98.00	89.00	04/09/1987
Maghnia15	133	604 583.59	3 855 522.14	640	657	7 895.0	78.00	70.00	02/03/1985

Figure II.12 : Affichage de la table

- Flèche du Nord

Pour insérer la flèche du Nord, sur le menu dessin choisir symbole de la barre de « dessin ».

Une fois le symbole inséré, un double clic est indispensable pour afficher le style « Symbole » comme le montre la figure II.13. Dans la bibliothèque des symboles ;

Choisir la catégorie Marino Arrow pour choisir un modèle de flèche du Nord, puis valider.

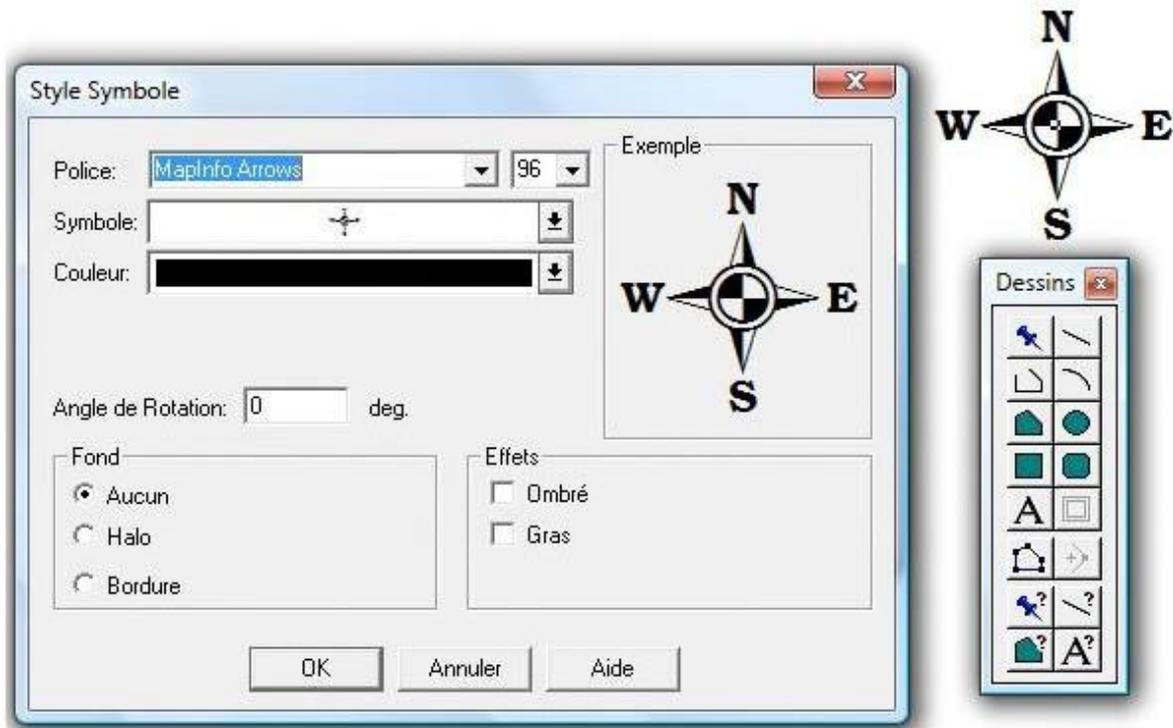


Figure II.13 : Fenêtre style de symboles.

• **Notion d'échelle**

Afin de représenter une portion de la surface de la terre sur une carte, la surface doit être réduite.

La mesure de cette réduction est exprimée par un ratio appelé « échelle de la carte ». Elle est définie comme le ratio de la distance sur carte et sur terrain.

L'échelle de la carte peut être exprimée avec plusieurs manières différentes :

- Fraction (1 : 50000 ou 1/ 50000) ;
- Expression écrite (1 centimètre équivaut à 500 mètres) ;
- Graphique.

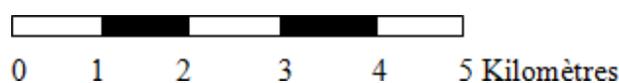
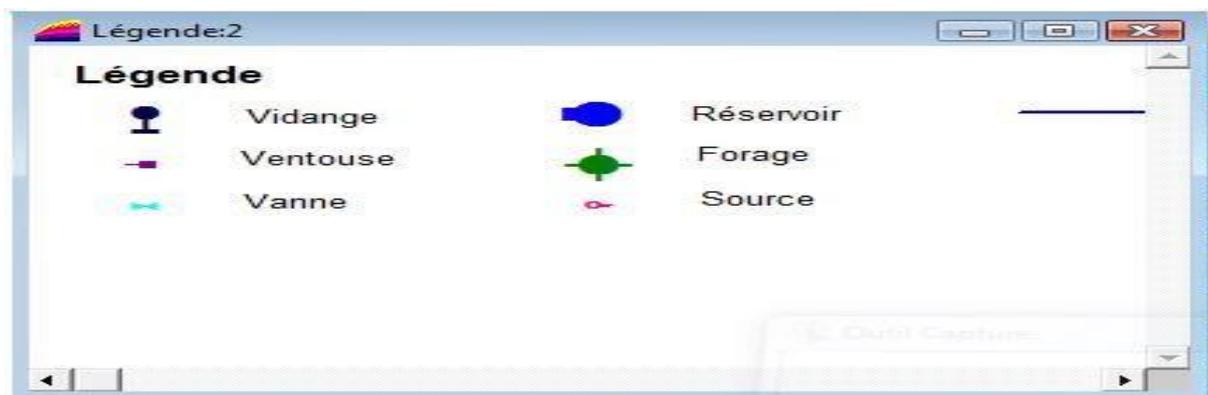


Figure II.14 : Echelle.

- La légende :



*Figure II.15 : Création de la légende.*



*Figure II.16 : Exemple de légende.*

### II.2.3. Exploitation du modèle

L'exploitation du modèle SIG (Système d'Information Géographique) pour le réseau d'Alimentation en Eau Potable de la ville d'El-Ksour commence par une analyse détaillée du fonctionnement du réseau. Cette analyse inclut l'étude des flux d'eau depuis les sources jusqu'aux points de distribution. Une visualisation précise et une analyse spatiale des données du réseau permettent d'optimiser les flux d'eau et de planifier des interventions ciblées pour améliorer la performance globale du système.

Ensuite, l'analyse de la consommation des différentes structures publiques et privées est effectuée en intégrant les données de facturation et de consommation recueillies sur une période donnée. Cette analyse permet de dresser un profil détaillé de la consommation d'eau, mettant en lumière les grands consommateurs tels que les écoles, les hôpitaux, les commerces et les ménages. En identifiant ces utilisateurs principaux, des stratégies spécifiques peuvent être développées pour gérer et réguler leur consommation, ce qui peut inclure des programmes de sensibilisation à l'économie d'eau ou des incitations à l'adoption de technologies économes en eau. Cette approche aide à équilibrer la demande et à assurer une distribution équitable de l'eau à travers toute la ville.

Ces analyses combinées contribuent à une amélioration significative des connaissances en matière de gestion du service d'eau potable. En disposant d'une vision claire et détaillée du réseau et des habitudes de consommation, les gestionnaires peuvent prendre des décisions informées pour optimiser la distribution, réduire les pertes, et améliorer la satisfaction des usagers. Le modèle SIG devient ainsi un outil essentiel pour une gestion proactive et durable des ressources en eau, permettant de répondre efficacement aux défis actuels et futurs liés à l'approvisionnement en eau potable de la ville d'El-Ksour.

### **II.3. Conclusion**

Cette partie a fait l'objet du développement d'un outil méthodologique permettant la création d'un SIG lié à un réseau d'AEP, ceci dans un objectif d'amélioration des connaissances en matière de gestion du service d'eau potable.

La réalisation d'un SIG relatif à un réseau d'AEP d'une ville donnée exige la connaissance de différentes caractéristiques liées à la conception et au dimensionnement du réseau. Pour cela toutes les données sous formats papier, numériques et personnelles sont nécessaires afin de reproduire à l'idéal le réseau. A cet effet, les gestionnaires du centre ADE d'El-Ksour ont beaucoup contribué.

La méthodologie mise en œuvre offre plusieurs avantages. Le premier avantage tient compte de la fiabilité des données. En effet, la contribution des gestionnaires du service d'eau potable dans l'octroi des données est un gage de sécurité sur la fiabilité des données et de leurs disponibilités. Donc, les données ont été collectées directement à la source. Par la suite, l'exploitation de ces données va permettre l'identification de la nature des conduites et la répartition des abonnés sur l'espace géographique du réseau permettant ainsi de comprendre le fonctionnement du réseau dans sa globalité.

Le deuxième avantage tient compte de la création du SIG. A travers ce modèle, il est possible de créer des cartes thématiques sur plusieurs aspects. Dans notre cas, il sera question de la représentation des grands consommateurs, publique et privé, et de leur importance dans un réseau d'AEP.

Le troisième avantage tient compte du choix d'outils permettant une meilleure représentation du réseau et de son analyse. Cette représentation sera faite avec le logiciel Marino.

Le quatrième avantage tient compte des solutions à donner concernant l'amélioration de la gestion du service d'eau potable. A travers la modélisation et la création des cartes thématiques, les gestionnaires peuvent identifier les points négatifs dans la gestion du réseau et vont être des éléments pour une réflexion critique sur les mesures correctives nécessaires dans l'amélioration de la gestion du service d'eau potable.

# **Chapitre III**

## **Elaboration du SIG**

**III-1- Introduction**

Depuis plus de vingt ans, le développement de l'informatique a entraîné des modifications importantes pour la géographie et la cartographie.

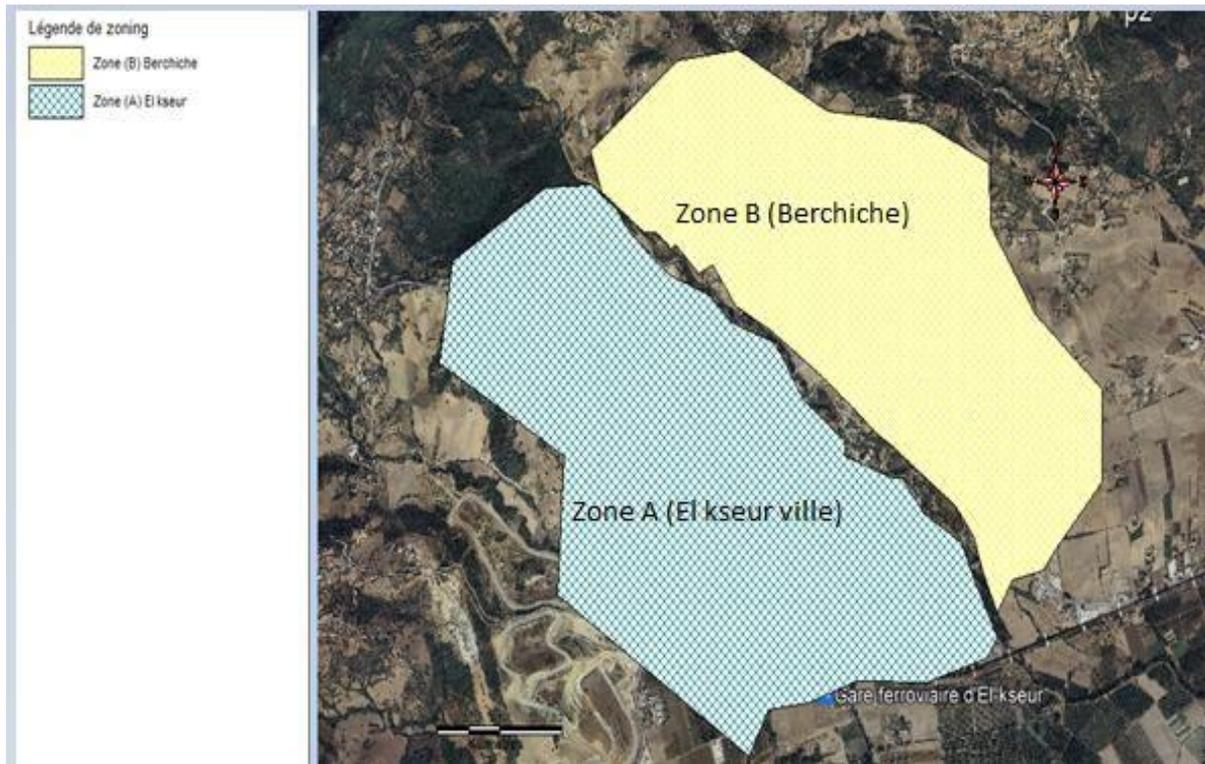
La production de données s'est accélérée, grâce à de nouvelles méthodes de collecte et d'acquisition. L'utilisation des SIG, déjà largement développée au sein des Unités de recherche, devient de plus en plus courante dans une très grande variété d'applications (agriculture, écologie, environnement, aménagement...) notamment grâce à l'accessibilité de plus en plus importante des données géographiques et des logiciels (facilite d'accès aux données et cout d'utilisation des logiciels).

Un système d'information géographique (SIG) est avant tout un système de gestion de base de données capable de gérer des données localisées, et donc capable de les saisir, de les stocker, les extraire (et notamment sur des critères géographiques), de les interroger et analyser, et enfin de les représenter et les cartographier.

L'objectif affiché est essentiellement un objectif de synthèse, permettant à la fois la gestion des données comme l'aide à la décision.

**III-2- Présentation du travail effectué sous Map Info**

Nous allons maintenant présenter le travail effectué sous Map Info pour le réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'El-Kseur, sachant que comme le montre la figure III.1 ci-dessous, la ville d'El-Kseur est divisé en deux parties distinctes : zone A sur la rive droite « El-Kseur centre », et la zone B sur la rive gauche « Berchiche ». Les deux zones sont séparées naturellement par un cours d'eau.



*Figure III.1 : Découpage de la ville d'El-kseur*

### **III-2-1-Tracé général du réseau d'alimentation en potable de la ville d'El-Kseur**

Les figures III-2 et III-3 présentent le tracé général du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'El-Kseur. Ce réseau complexe est structuré pour maximiser l'efficacité de la distribution de l'eau potable à l'ensemble des quartiers de la ville. Les principales infrastructures comprennent des réservoirs de stockage garantissant une réserve suffisante, et un maillage dense de conduites principales et secondaires permettant de desservir chaque domicile. Le tracé met en évidence la partie adduction du réseau, la partie distribution, les réservoirs de stockage et les différents accessoires compris dans le réseau.

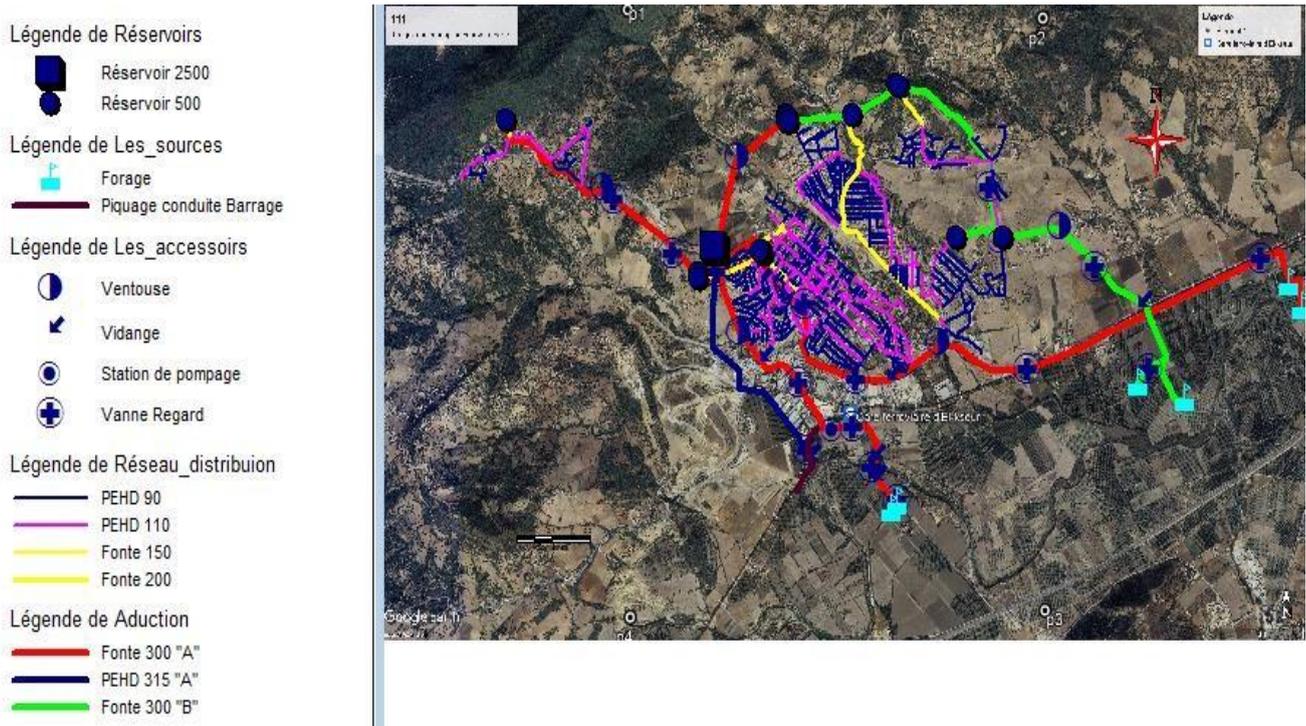


Figure III.2 : Représentation du réseau d’AEP de la ville d’El-Kseur sous MapInfo

D’une façon générale, la ville d’El-Kseur est alimentée par 6 forages et 1 renforcée par un piquage au niveau de la conduite de transfert du barrage Tichi Haff-Bejaia.

La partie adduction est assurée par deux transferts par refoulement. Le premier assure l’alimentation de la zone Berchiche et le deuxième assure l’alimentation de la zone El-Kseur centre ville.

La zone d’étude compte 16 réservoirs. Le plus important, en termes de capacité, est le réservoir 2500 m<sup>3</sup> située au niveau de la terre blanche sur les hauteurs de la ville.

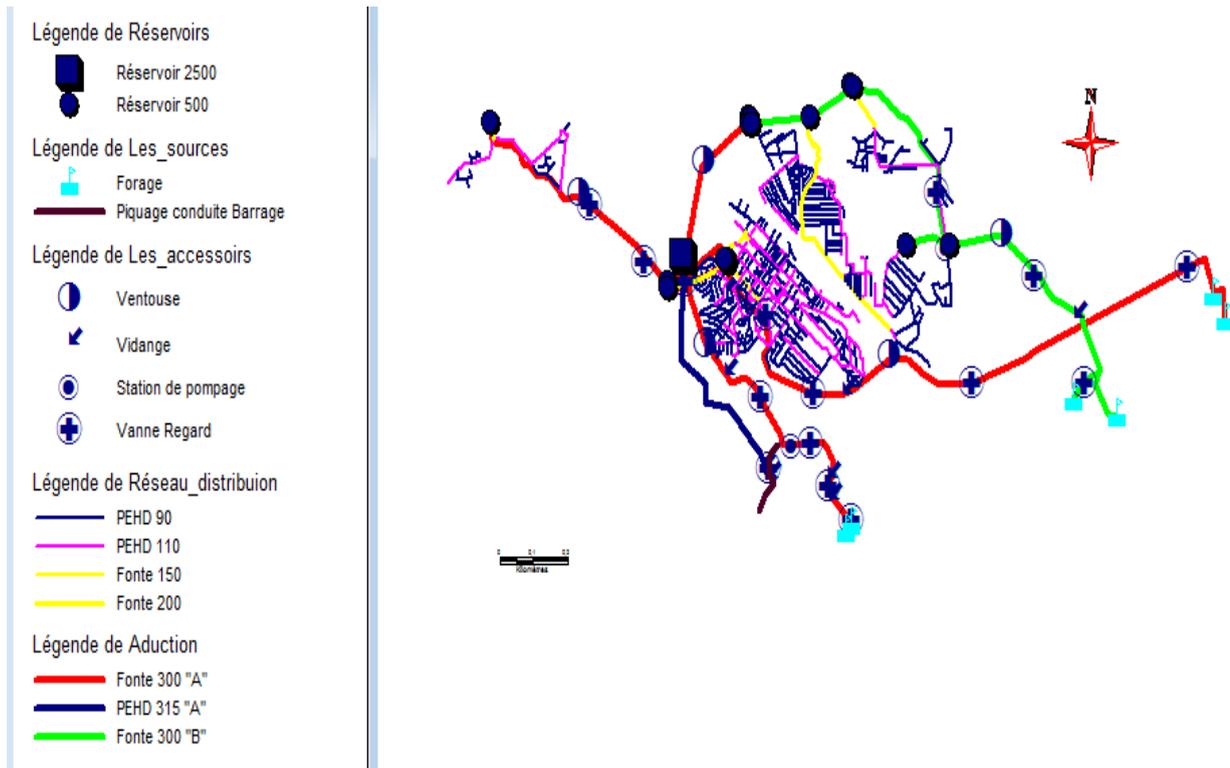


Figure III.3 : Carte Final du réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur

### III-2-2 -Tracé de la partie Adduction du réseau d'AEP de la Ville d'El-Kseur

Les figures III.4 et III.5 ci-dessous illustrent le tracé de la partie adduction du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'El-Kseur. Cette section du réseau est cruciale, car elle assure le transport de l'eau depuis les sources d'approvisionnement principales, telles que les forages et le barrage, jusqu'aux réservoirs de stockage. Le tracé montre les conduites de grande capacité utilisées pour garantir un flux continu et suffisant vers les réservoirs, ainsi que les stations de pompage intermédiaires qui maintiennent une pression optimale dans le réseau. Les différents diamètres des conduites sont également mis en évidence, pour faciliter la tacher en de maintenance ou de rénovation.

Nous pouvons remarquer que la partie adduction se divise en deux, une première partie ou nous avons 2 forages « Décaillé » qui alimentent la rive gauche (Berchiche) en vert, et une deuxième partie ou nous avons 4 forages (2 forages « Rampo » et 2 forages « Pilote ») et un piquage de la conduite barrage qui alimentent la rive droite (El-Kseur centre ville) en rouge et mauve.

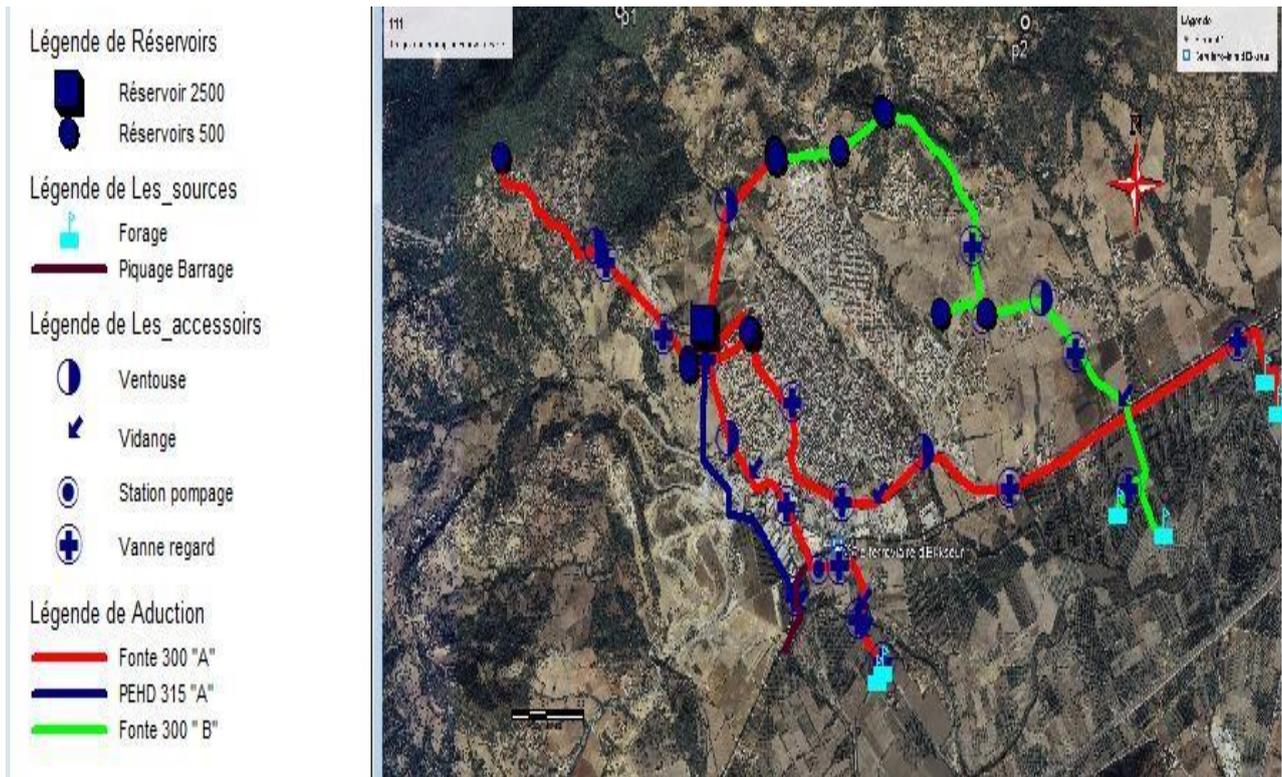


Figure III.4 : Représentation de la chaine de refoulement de la ville d'El-kseur

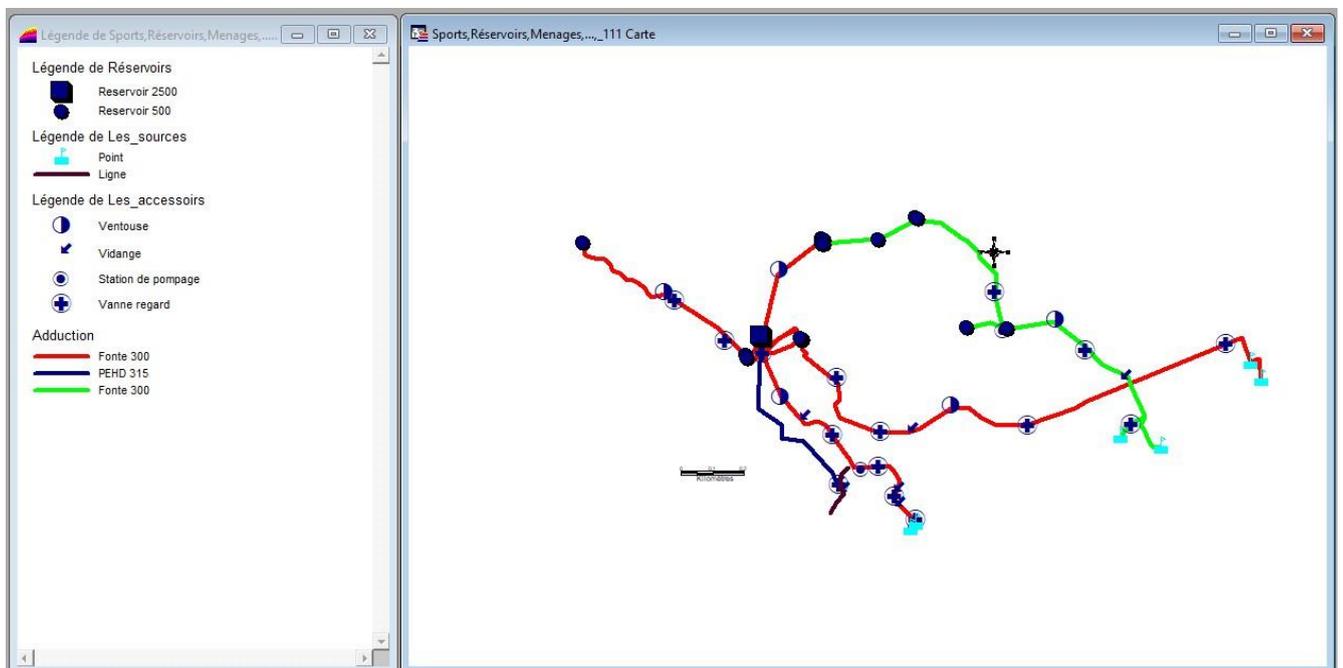
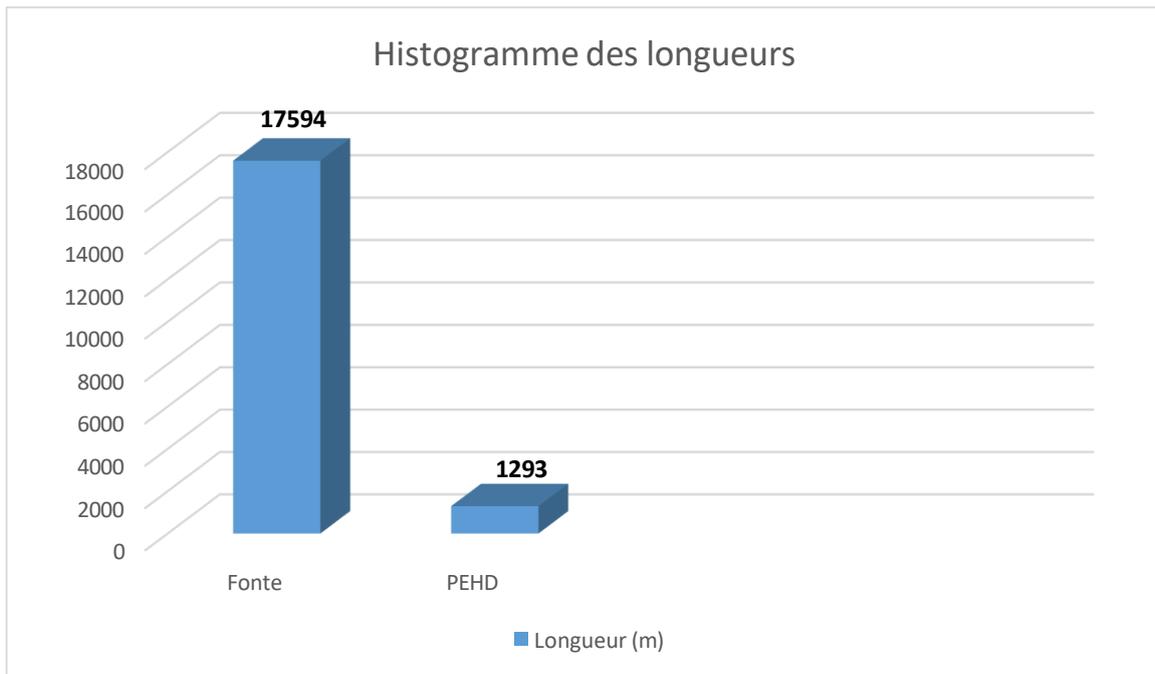


Figure III.5 Carte Finale de la chaine de refoulement de la ville d'El-Kseur



**Figure III.6 :** Représentation de l’histogramme des longueurs du réseau d’adduction

L’histogramme (figure III.6) met en évidence une prédominance significative des conduites en Fonte par rapport à celles en PEHD. Cette différence significative peut être attribuée à plusieurs facteurs. D’une part, la fonte est souvent privilégiée pour sa durabilité et sa résistance à la pression, ce qui en fait un matériau de choix pour de nombreux systèmes de canalisation.

Cependant, il est essentiel d’évaluer les implications à long terme en termes de durabilité et de maintenance, particulièrement dans des contextes où la résistance structurelle est primordiale.

Concernant la nature des conduites d’adduction, un récapitulatif est donnée dans le tableau suivant.

	Type_conduite	Diamètre	Longueur
<input type="checkbox"/>	Fonte	150	1 331
<input type="checkbox"/>	Fonte	150	2 531
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	Fonte	250	1 213
<input type="checkbox"/>	Fonte	300	2 429
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	Fonte	200	1 359
<input type="checkbox"/>	Fonte	250	913
<input type="checkbox"/>	Fonte	200	415
<input type="checkbox"/>	Fonte	250	313
<input type="checkbox"/>	Fonte	200	832
<input type="checkbox"/>	PEHD	315	435
<input type="checkbox"/>	Fonte	200	753
<input type="checkbox"/>	Fonte	250	824
<input type="checkbox"/>	Fonte	200	698

Figure III.7 : Représentation du tableau de la chaine de refoulement de la ville d'El-kseur

### III-2-3 Tracé de la partie Distribution du Réseau d'AEP de la Ville d'El-Kseur

Les figures (III.8 et III.9) ci-dessous détaillent le tracé de la partie distribution du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'El-Kseur. Cette section du réseau est essentielle pour acheminer l'eau des réservoirs de stockage vers les consommateurs finaux, notamment les résidences, les entreprises et les infrastructures publiques. Le tracé met en évidence le maillage dense de conduites principales, secondaires et tertiaires qui parcourent la ville, assurant une couverture complète et homogène de toutes les zones urbaines et périurbaines. Cette configuration optimise la distribution et minimise les pertes, garantissant une fourniture continue et fiable en eau potable à l'ensemble de la population.

L'illustration du réseau de distribution d'eau potable de la ville d'El-Kseur révèle une prédominance des conduites PEHD 90 (bleu), suivies des conduites PEHD 110 (rose) et, dans une moindre mesure, des conduites en Fonte 150 (jaune). Les conduites PEHD 90 sont largement utilisées en raison de leur flexibilité, leur résistance à la corrosion et leur facilité d'installation. Les conduites PEHD 110, légèrement plus grandes, sont employées dans des zones nécessitant un débit supérieur, tout en partageant les avantages des PEHD 90. Les conduites en fonte, bien que rares, sont choisies

pour leur robustesse dans des segments soumis à des pressions élevées. Cette diversité dans le choix des matériaux optimise la fiabilité et l'efficacité du réseau de distribution d'eau potable d'El-Kseur.

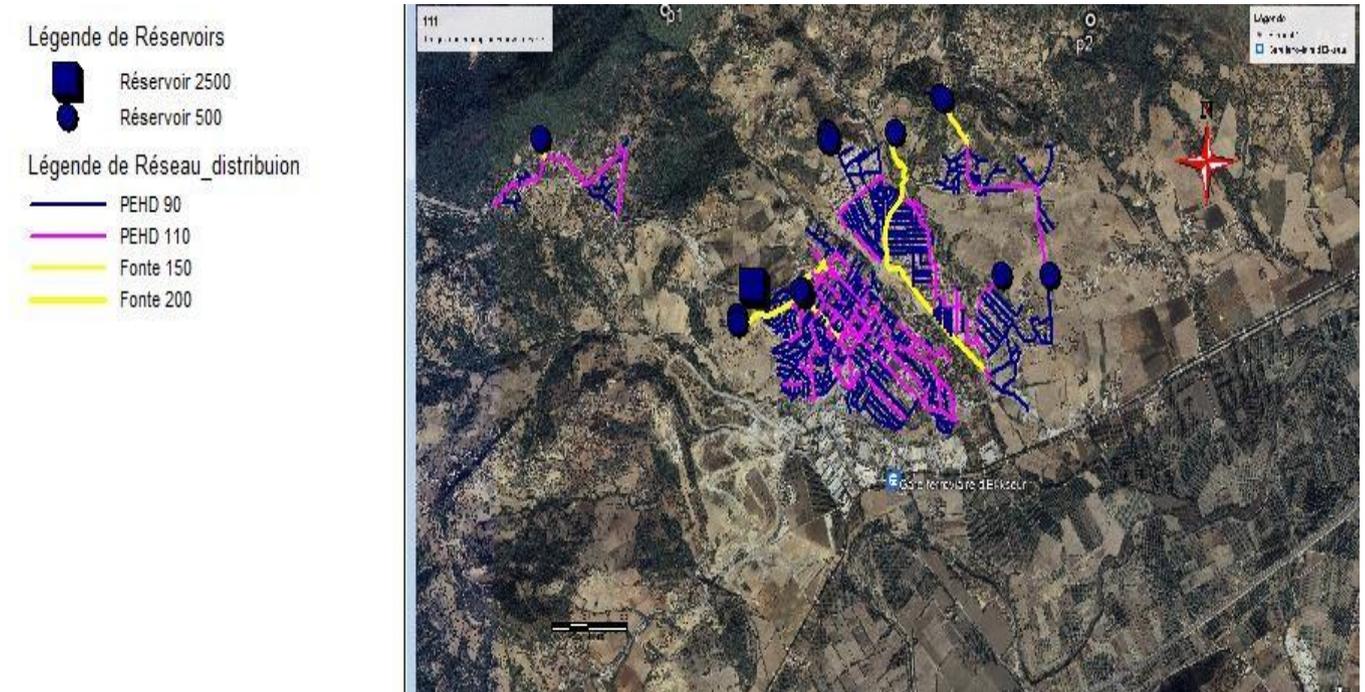


Figure III.8 : Représentation de réseau de distribution

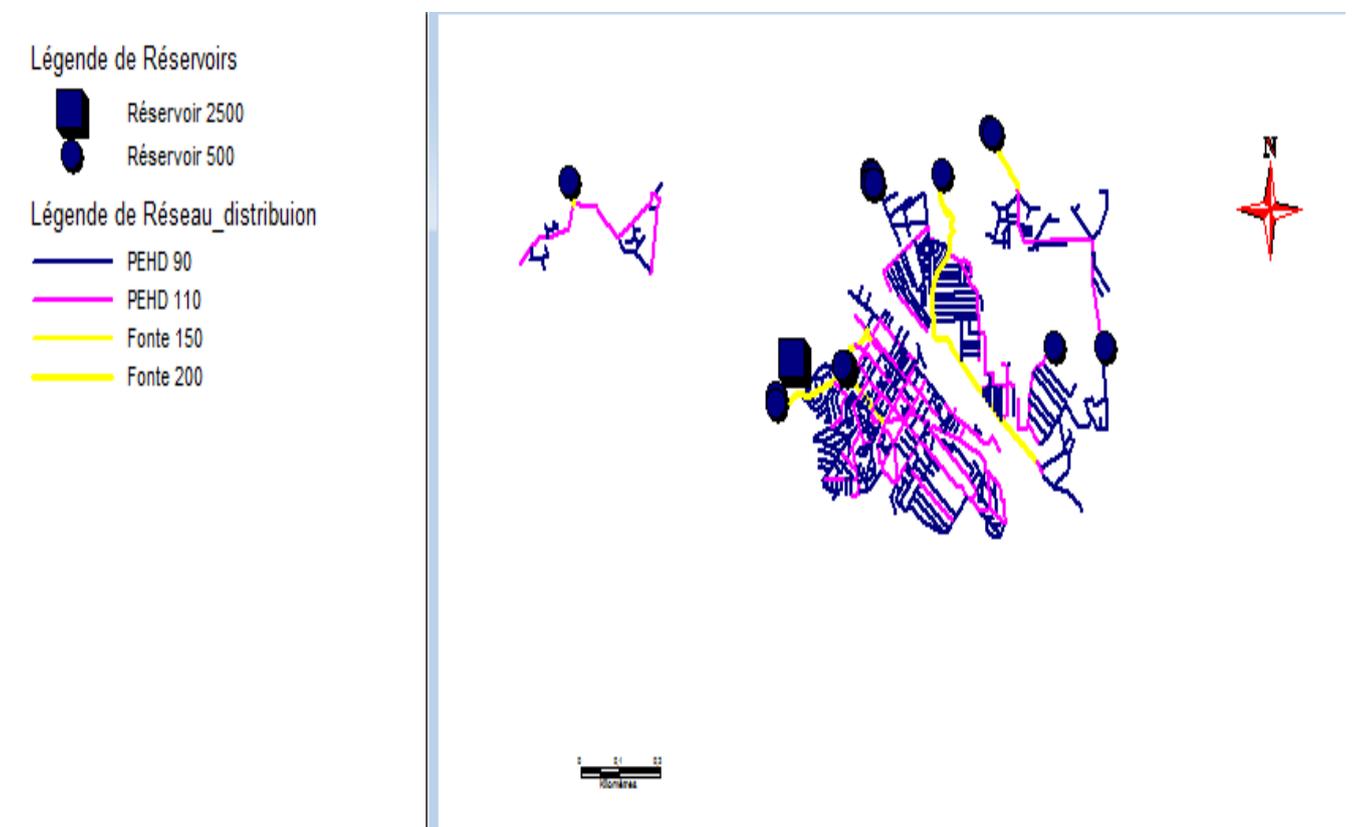
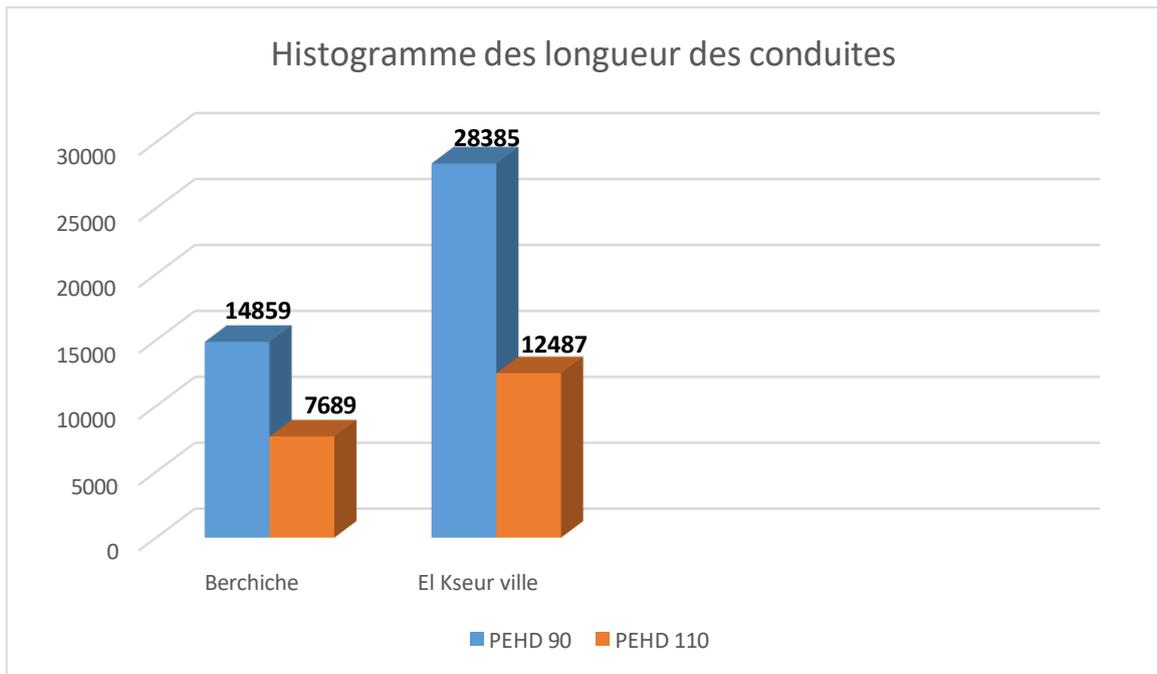


Figure III.9 : Carte Finale du réseau de distribution de la ville d'El-Kseur



**Figure III.10** : Représentation de l’histogramme des longueurs des conduites de distribution

L’histogramme (figure III.10) révèle une prévalence marquée des conduites en PEHD 90 par rapport aux conduites en PEHD 110 dans les deux localités étudiées, El-Kseur centre ville et Berchiche. Cette observation pourrait indiquer une adaptation des choix d’infrastructures en fonction des besoins spécifique de chaque site, notamment en termes de diamètre de conduite requis. Le PEHD 90, avec son diamètre légèrement plus petit que le PEHD 110, pourrait être privilégié pour des installations où une capacité de transport légèrement moindre mais une flexibilité accrue sont préférées.

Cette tendance souligne l’importance de choisir son type de conduite en fonction des conditions locales et des exigences spécifiques du projet, garantissant ainsi une infrastructure optimisée et durable pour l’approvisionnement en eau ou d’autres services essentiels.

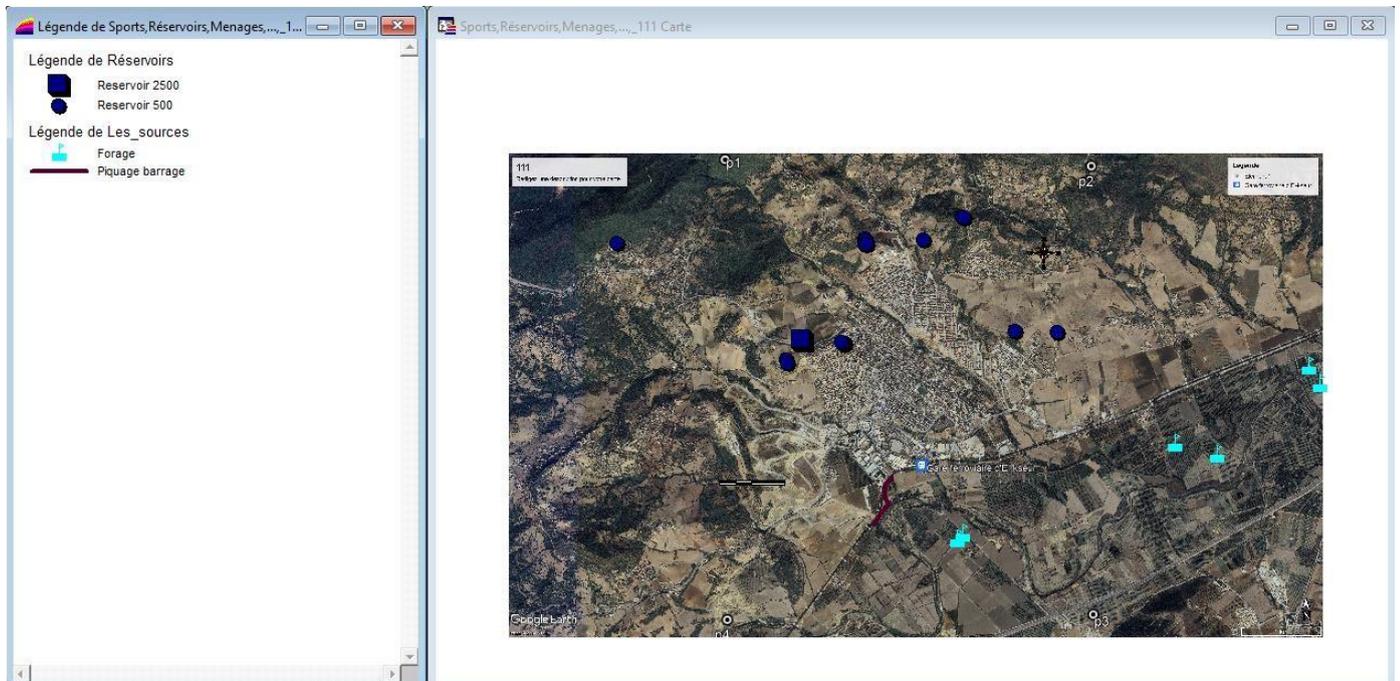
	Type_conduite	diametre_conduit	longueur_conduit
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	126
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	235
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	123
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	134
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	213
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	432
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	324
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	293
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	352
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	123
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	145
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	344
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	423
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	133
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	243
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	89
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	134
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	352
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	234
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	323
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	323
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	134
<input type="checkbox"/>	PEHD	110	423
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	332
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	134
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	323
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	234
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	342
<input type="checkbox"/>	PEHD	90	231

Figure III.11 : Représentation du tableau du réseau de distribution de la ville d'El-Kseur

### III-2-4 Tracé des Réservoirs et Sources du Réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur

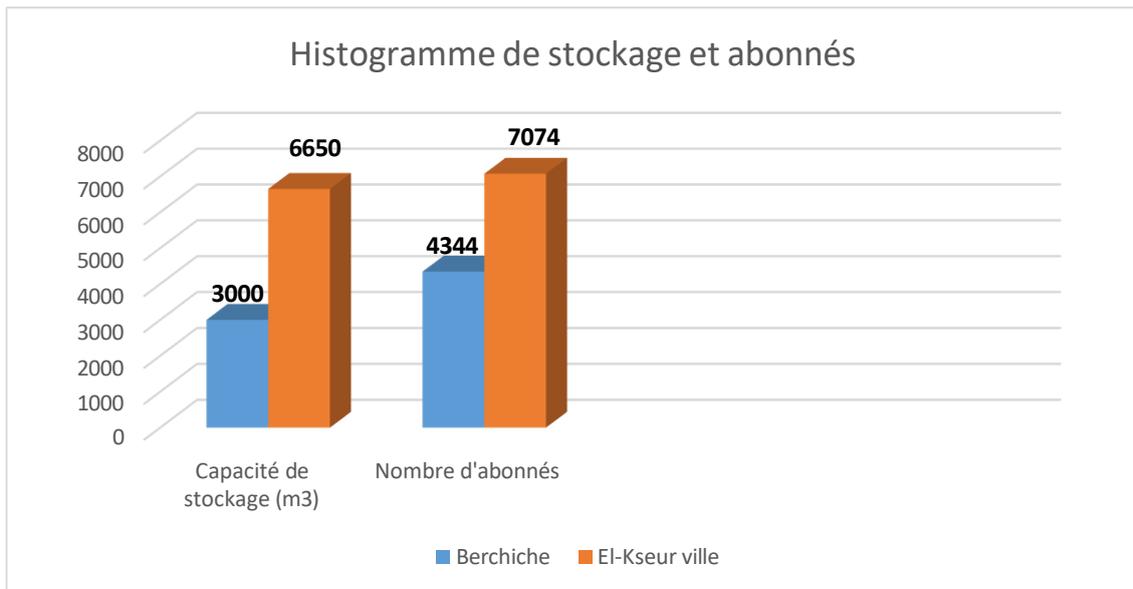
La figure III.12 ci-dessous présente le tracé des réservoirs et des sources du réseau d'alimentation en eau potable de la ville d'El-Kseur. Ce schéma met en lumière les points névralgiques du système où l'eau est collectée, traitée et stockée avant d'être distribuée à travers la ville. Les sources d'approvisionnement, tels que les forages sont illustrés, montrant comment l'eau est dirigée vers les stations de traitement pour en assurer la qualité. Les réservoirs, stratégiquement situés en hauteurs et dans diverses parties de la ville, jouent un rôle crucial dans la régulation de la pression et dans la fourniture continue d'eau, même en période de forte demande. Ce tracé souligne l'interconnexion

entre les sources et les réservoirs, formant un réseau robuste et fiable qui assure la résilience et l'efficacité de l'alimentation en eau potable pour toute la communauté d'El-Kseur.



**Figure III.12 :** Représentation des réservoirs et sources la ville d'El-Kseur

On remarque que la capacité de stockage est beaucoup plus importante dans la partie gauche (Berchiche). On compte 10 réservoirs pour la partie gauche, et 6 réservoirs pour la partie droite (El-kseur) qui possède une surface bien plus conséquente. Cette constatation a une influence sur le temps d'alimentation de la population. En effet, la partie gauche est alimentée quotidiennement alors que la partie droite est alimentée 1 fois 2 voire 1 fois sur 3 jours. L'ADE doit engager une réflexion pour un équilibre dans le temps de distribution des deux zones.



*Figure III.13 : Représentation de l'histogramme des capacités de stockage et du nombre d'abonnés*

L'analyse de l'histogramme (Figure III.13) révèle une disparité significative entre les deux rives étudiées, El-Kseur centre ville présente un nombre d'abonnés plus élevé par rapport à Berchiche, indiquant une densité d'utilisation plus importante sur cette rive.

D'autre part, la capacité de stockage supérieure observée à El-Kseur ville suggère une infrastructure plus développée ou des installations de stockage plus grandes pour répondre à la demande accrue. Cette disparité peut être influencée par plusieurs facteurs tels que la densité de population, les activités économiques locales, ou les politiques d'investissement en infrastructure. Il est crucial d'analyser ces différences pour comprendre les besoins spécifiques de chaque région et formuler des recommandations pertinentes en matière de planification et de gestion des ressources.

	Nom_reservoir	Capacité	Zone_alimenté
<input type="checkbox"/>	Terre noire	2 500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	Terre blanche A	500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	Terre blanche B	500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	Polyclinique A	500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	Polyclinique B	500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	Polyclinique C	500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	BCL	500	Ville El Kseur
<input type="checkbox"/>	Bonor A	500	Bonor_résidence2_3
<input type="checkbox"/>	Bonor B	500	Boujdamen_mekhlouf
<input type="checkbox"/>	Campus Berchiche	500	Campus universitaire
<input type="checkbox"/>	Campus Berchiche	500	Résidences universitaires
<input type="checkbox"/>	Résidence Berchiche	500	R.1.2
<input type="checkbox"/>	Résidence Berchiche	500	R.3.4
<input type="checkbox"/>	Zone act	500	Zone_Tidkaniney
<input type="checkbox"/>	Imekhlef	500	Imekhlef_zone_iboudrar_résidence
<input type="checkbox"/>	Bouzoulem	150	Village Bouzoulem

Figure III.14 : Représentation du tableau de la capacité des réservoirs de la ville d'El-Kseur

### III-2-5 Identification des établissements publics et privés et leur consommation

La création de cette carte a nécessité au préalable la collecte des données d'identification des différents établissements publics et privés au niveau de l'ADE. Par la suite, un travail de terrain permettant la localisation de ces différents établissements publics et privés. Enfin, leur positionnement sur la carte finale (figure III.15) crée en relation avec ces établissements.

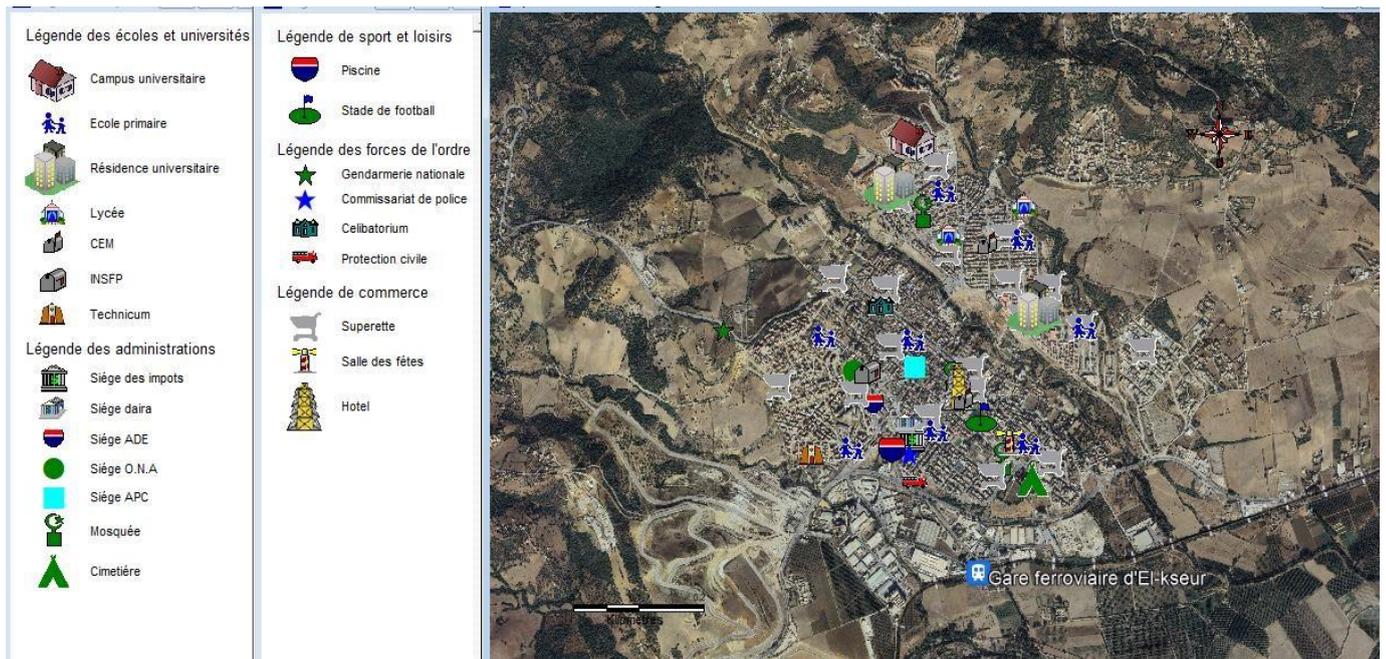


Figure III.15 : Représentation de la carte finale des établissements publics et privées de la ville d'El-Kseur

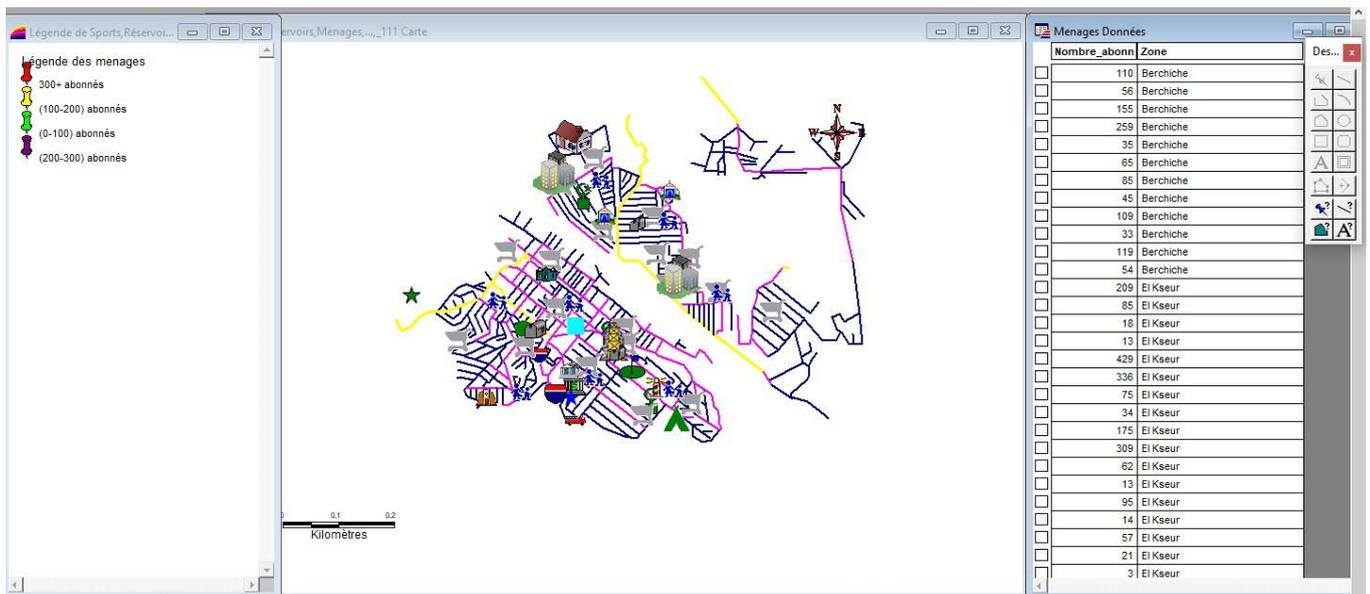


Figure III.16 : Représentation de la carte finale des établissements publics et privées avec le réseau de distribution de la ville d'El-Kseur

### III-2-5-1 Identification des écoles et université

La figure III.17 ci-dessous représente les différentes écoles et université de la ville d'El-Kseur, avec leur consommation annuelle de l'année 2023. Nous remarquons une consommation relativement normale concernant les écoles et le campus universitaire, cependant, les résidences universitaires

Berchiche 1,2,3 et 4 affichent une consommation bien supérieure aux autres et ce pour l'année 2023.

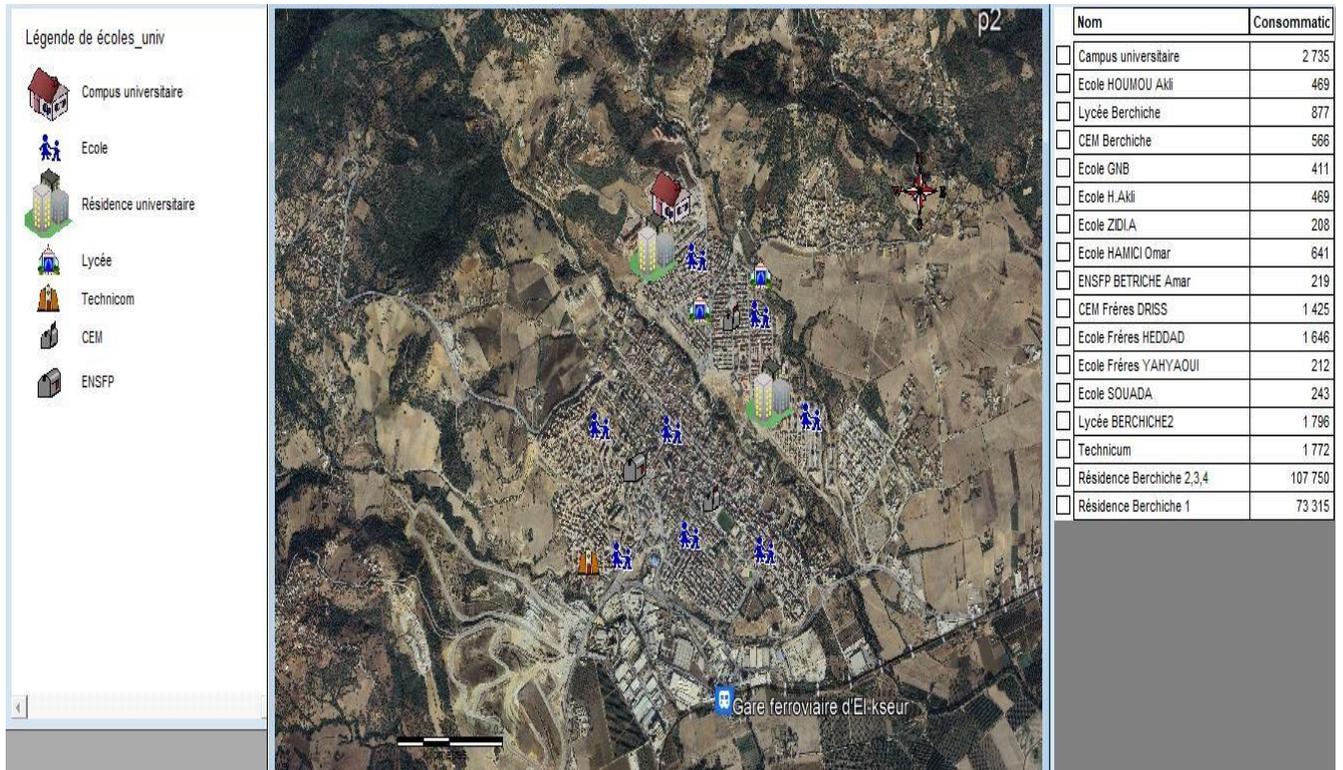


Figure III.17 : Représentation des écoles et université de la ville d'El-kseur

III-2-5-2 Identification des administrations publiques

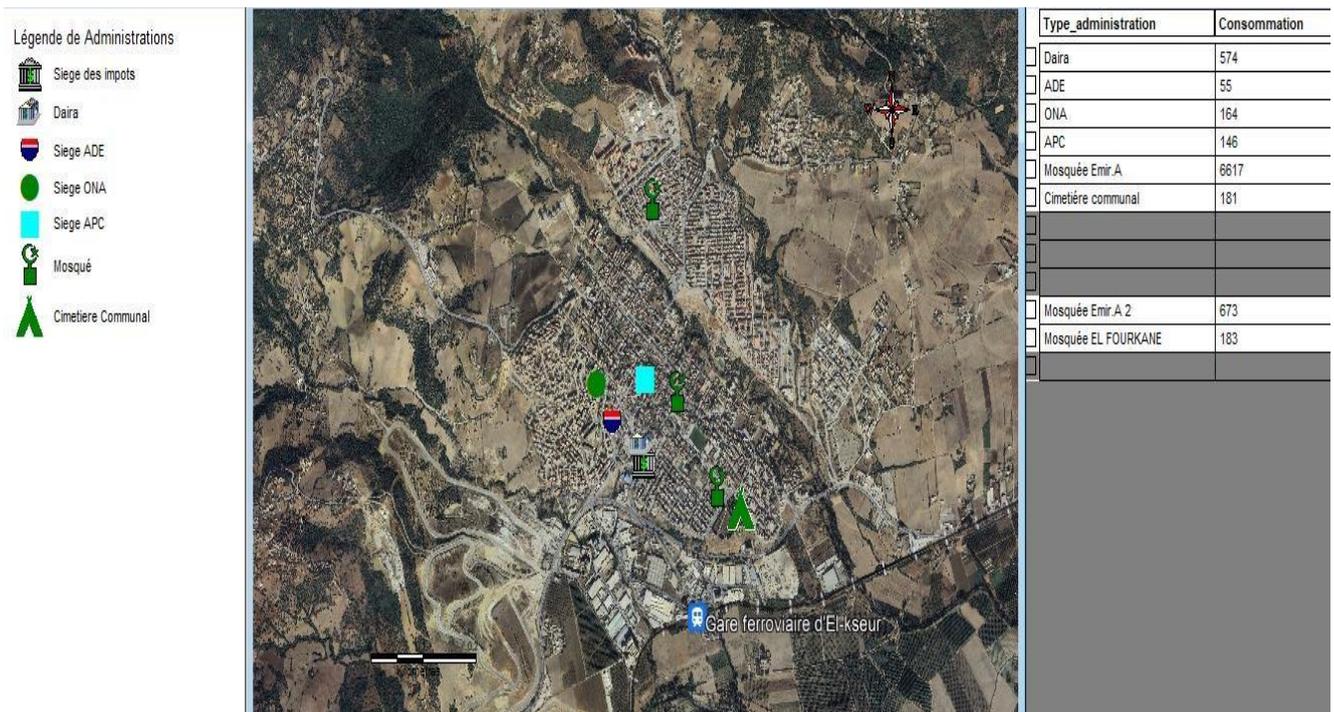


Figure III.18 : Représentation des administrations publiques de la ville d’El-kseur

La figure III.18 présentée montre la consommation d’eau des administrations publiques de la ville d’El-Kseur. Il en ressort que ces institutions consomment une part significative des ressources hydriques locales. On note une consommation relativement stable pour l’année 2023, excepté pour la mosquée Emir A, cette dernière affiche une consommation relativement haute. Ces données soulignent l’importance de mettre en place des stratégies de gestion de l’eau efficaces au sein des administrations publiques pour optimiser l’utilisation des ressources et garantir un approvisionnement constant et suffisant. Cela est essentiel non seulement pour assurer le bon fonctionnement des services publics, mais aussi pour contribuer à une gestion durable de l’eau à l’échelle de la ville.

III-2-5-3 Identification des forces de l'ordre

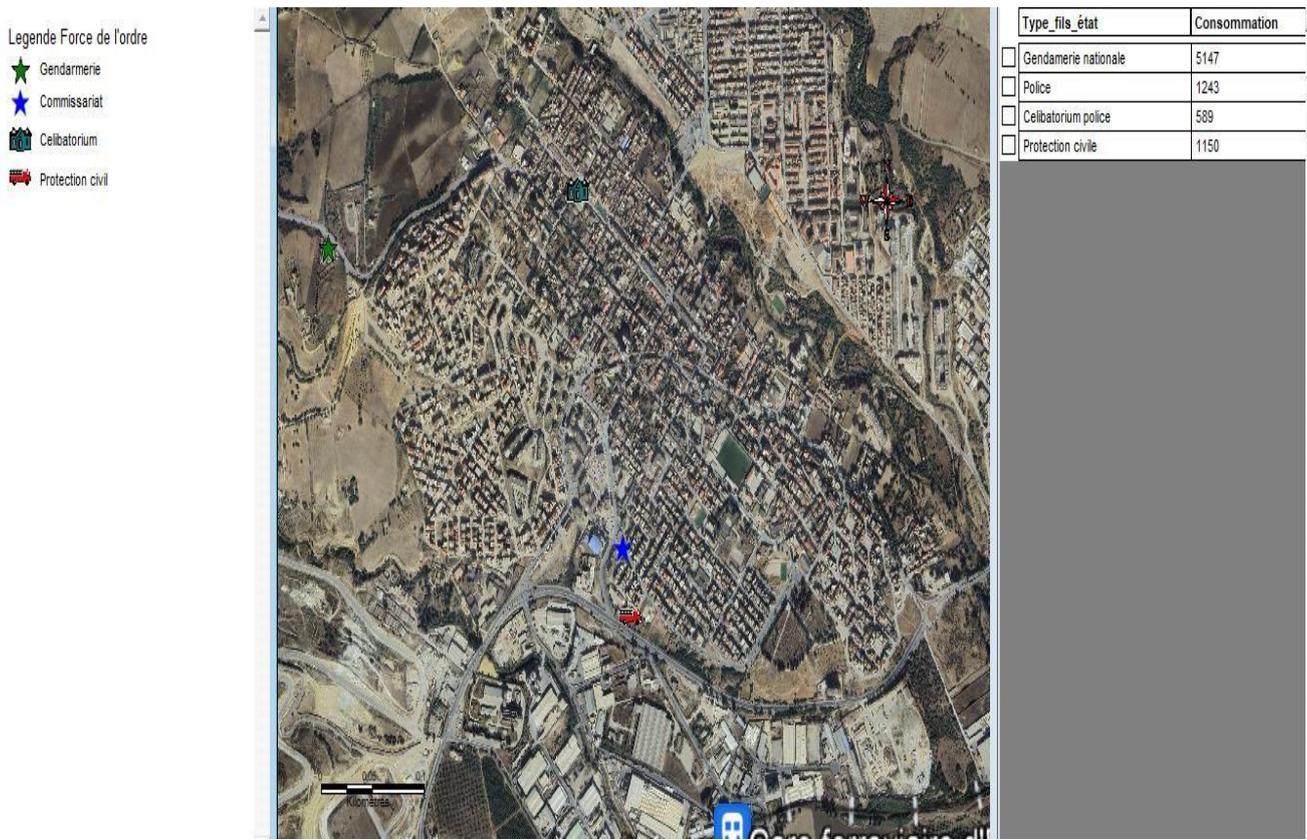


Figure III.19 : Représentation des forces de l'ordre de la ville d'El-Kseur

La figure III.19 ci-dessus illustre les forces de l'ordre de la ville d'El-Kseur et leur consommation. On y observe une consommation relativement stable au fil de l'année 2023. La répartition de la consommation met également en évidence l'importance de la gestion des ressources hydriques pour ces services, soulignant la nécessité d'une planification rigoureuse pour assurer un approvisionnement continu et suffisant, répondant aux exigences de leurs missions. Cette analyse permet ainsi de mieux comprendre les besoins spécifiques de cette catégorie d'utilisateurs et d'orienter les stratégies de gestion de l'eau dans la région.

III-2-5-4 Identification des commerces



Figure III.20 : Représentation des commerces de la ville d’El-Kseur

La figure III.20 présentée illustre la consommation d’eau des commerces dans la ville d’El-Kseur. On observe que la consommation est relativement la même pour tout le commerce excepté celui de Touati Karim, différentes raisons comme une fuite peuvent justifier cette hausse. Ces données mettent en lumière l’importance de comprendre et de prévoir les variations de la consommation d’eau afin de garantir un approvisionnement adéquat et de planifier des mesures d’efficacité hydrique. Cette analyse est cruciale pour soutenir une gestion durable et efficace des ressources en eau dans le secteur commercial de la ville.

III-2-5-5 Identification des centres de loisir et sportif

La figure III.21 présentée illustre la consommation d’eau des centres de loisirs et de sports, notamment un stade communal et une piscine, dans la ville d’El-Kseur. On observe que la consommation d’eau pour l’année 2023 de la piscine est nettement plus élevée. Cette hausse est parfaitement normale compte tenu de la nature même de cette installation. Cette analyse est

essentielle pour assurer la durabilité des ressources en eau en répondant aux besoins des usagers et en maintenant la qualité des services offerts par les installations de loisirs et sports.

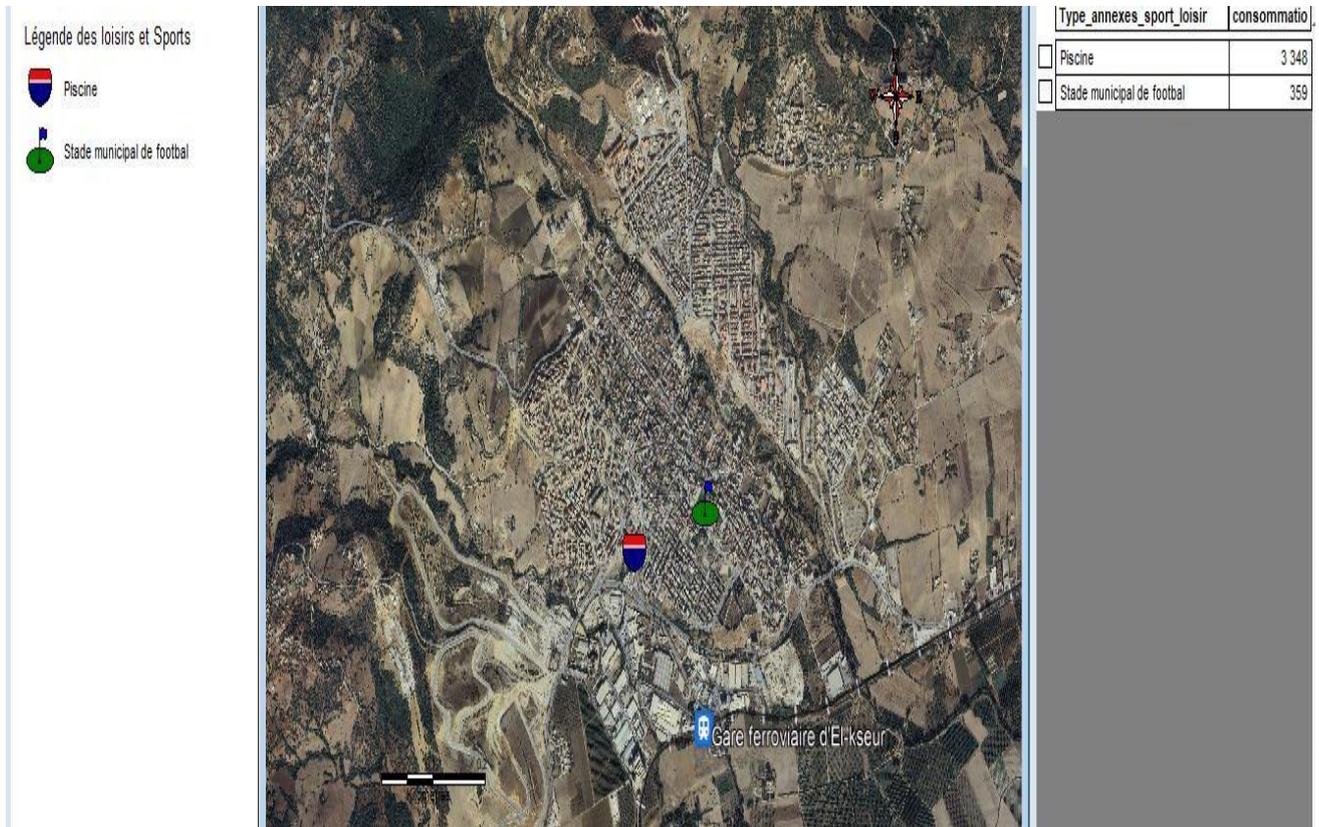


Figure III.21 : Représentation des centres de loisir et sportif de la ville d'El-Kseur

### III-2-6 Identification des ménages

La création de cette carte a nécessité au préalable la collecte des données lié au nombre de ménages (Abonnés) de l'ADE de l'agence d'El-Kseur. Ces données concernent les adresses de l'ensemble des abonnés. Par la suite, un travail de terrain fastidieux permettant la localisation de ces différents abonné et leur positionnement sur la carte final (Figure III- 22).

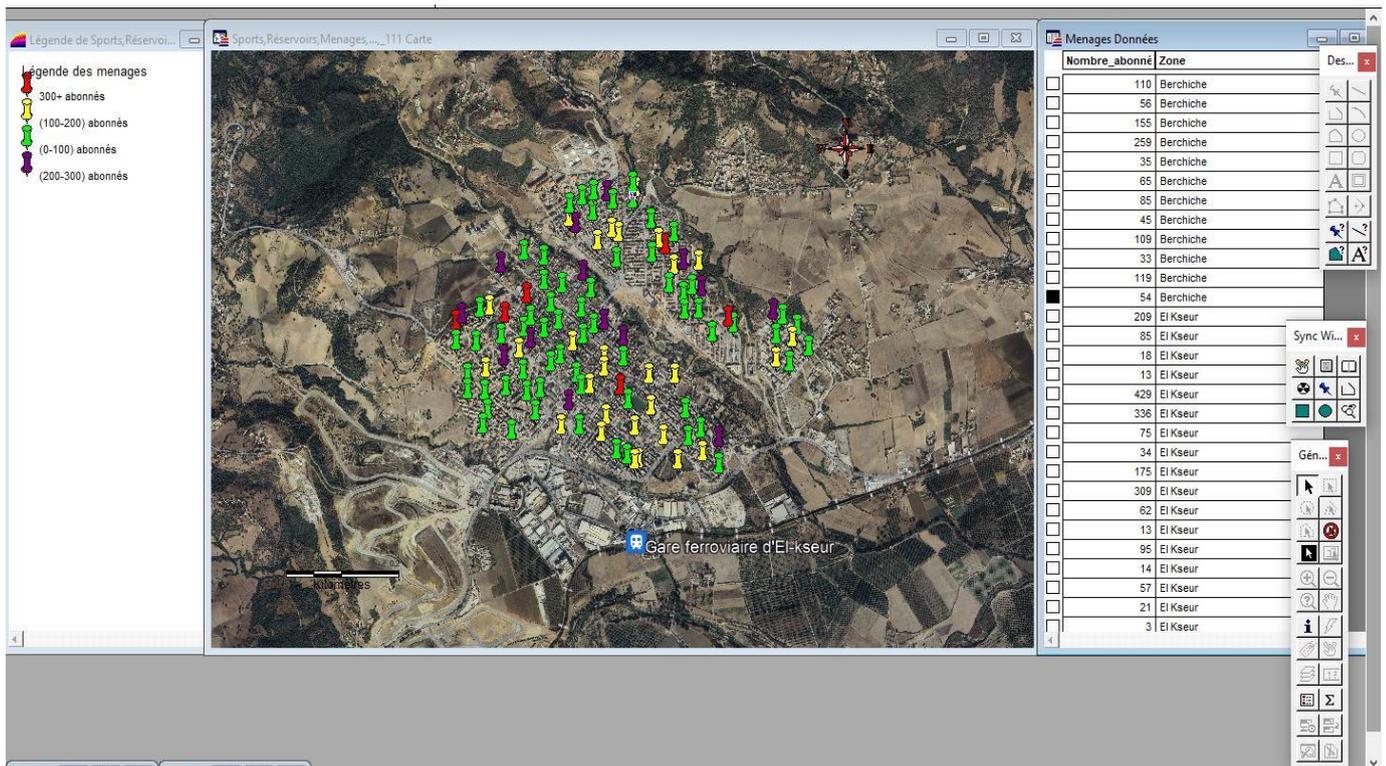


Figure III.22 : Représentation des ménages de la ville d’El-Kseur

La figure III-21 montre la répartition des abonnés et leur nombre appartenant au réseau d’eau potable de la ville d’El-Kseur. On constate que la rive droite (El-Kseur centre ville) compte exactement 7074 abonnés et la rive gauche (Berchiche) compte 4344 abonnés. On observe une concentration presque deux fois plus élevée sur la rive droite que la rive gauche. Cette répartition reflète la demande en eau des ménages, qui constitue une part significative de la consommation totale de la ville. L’analyse des données révèle également des disparités potentielles dans l’accès au réseau d’eau, avec certaines zones (centre de Berchiche, Sud ouest d’El-Kseur ville) présentant un nombre d’abonnés inférieur par rapport à d’autre. Ces variations peuvent indiquer des défis liés à l’infrastructure, tels que l’extension du réseau. Comprendre la répartition des abonnés et les points de ménages est essentiel pour planifier efficacement l’expansion des services, améliorer la couverture et garantir une distribution équitable de l’eau potable dans toute la ville.

### III-3 Conclusion

La réalisation de cette étude pratique a permis de mettre en lumière plusieurs aspects cruciaux de la gestion des ressources en eau. Les différents tracés effectués et les tableaux présentés ont offert une

vision claire et détaillée de l'infrastructure existante, ainsi que des zones de couverture et de consommation.

Les analyses réalisées montrent une évidence entre la densité de la population et la demande eau, soulignant ainsi les zones à forte consommation qui nécessitent une attention particulière en termes de maintenance et de développement du réseau. Par ailleurs, les données recueillies ont révélé des disparités dans la distribution de l'eau, mettant en évidence des secteurs où l'accès au réseau AEP doit être amélioré.

La mise en place de ce SIG constitue un outil indispensable de la gestion efficace et durable du réseau AEP. Il permet non seulement de visualiser l'ensemble du réseau de manière précise, mais aussi d'identifier les points critiques et de planifier des interventions de manière optimale. Les informations géographiques ainsi intégrées facilitent la prise de décisions éclairées pour l'expansion du réseau, l'amélioration des infrastructures existantes et la gestion des ressources en eau.

En conclusion, ce travail pratique a démontré l'importance d'un SIG dans la gestion du réseau AEP de la ville d'El-Kseur. Il offre une base solide pour le développement futur et l'optimisation des services d'eau potable, contribuant ainsi à une gestion plus durable et efficace des ressources hydriques de la région.

## **Conclusion**

La réalisation de ce projet sur l'élaboration d'un Système d'Information Géographique (SIG) pour le réseau d'Alimentation en Eau Potable de la ville d'El-Kseur a mis en évidence l'importance cruciale des outils SIG dans la gestion des infrastructures hydrauliques urbaines. Le SIG développé offre une vision claire et détaillée du réseau AEP, facilitant ainsi la prise de décisions éclairées pour l'entretien, la planification et l'expansion du réseau.

Les cartes réalisées, et leur analyse, ont permis de comprendre le fonctionnement du réseau d'AEP de la ville d'El-Kseur. Par la suite, ce travail a permis d'identifier les différents types de consommateur et leur répartition dans l'espace et leur niveau de consommation. Ces consommateurs sont représentés par les établissements publics et privés et les abonnés. Aussi ce travail a permis l'identification des zones à forte consommation d'eau et les disparités dans la distribution de l'eau. La mise en place de ce SIG constitue donc un pas important vers une gestion plus efficace et durable des ressources en eau de la ville d'El-Kseur.

Ce travail offre des perspectives de recherche très intéressantes. La suite de ce travail pourrait se pencher sur plusieurs questions. Les plus importantes sont les suivantes :

1. Analyse des réclamations par rapport aux besoins en eau :

Mettre en place un système de suivi et d'analyse des réclamations des usagers pour identifier les zones où les besoins en eau sont les plus pressants. Cette analyse aidera à mieux comprendre les problèmes spécifiques des différentes zones et à ajuster les stratégies de distribution en conséquence.

2. Analyse des fuites récurrentes sur l'ensemble du réseau :

Développer des outils pour la détection et la surveillance des fuites afin de localiser les segments du réseau les plus vulnérables. Une analyse approfondie des causes des fuites permettra de prioriser les travaux de réparation et de maintenance, réduisant ainsi les pertes d'eau et améliorant l'efficacité du réseau.

3. Analyse de la performance du réseau :

Évaluer régulièrement la performance du réseau à l'aide d'indicateurs clés tels que la pression, le débit, et la qualité de l'eau. Cette évaluation continue permettra de détecter les anomalies et d'optimiser les opérations du réseau pour assurer un service continu et de qualité aux usagers.

4. Trouver des solutions pour une meilleure répartition des sources et des capacités de stockage:

Étudier les possibilités de diversifier les sources d'eau et d'augmenter les capacités de stockage pour répondre aux variations saisonnières de la demande. La création de nouveaux réservoirs et l'amélioration de l'infrastructure existante seront essentielles pour garantir une distribution équitable et efficace de l'eau.

5. Identification des grands consommateurs, qu'ils soient abonnés ou établissements :

Cartographier et analyser les grands consommateurs d'eau, incluant les institutions publiques, les entreprises et les ménages. Cette identification permettra de mettre en place des mesures spécifiques pour gérer leur consommation, telles que des programmes de sensibilisation à l'économie d'eau ou des incitations pour l'adoption de technologies économes en eau.

En mettant en œuvre ces perspectives, la ville d'El-Kseur pourra non seulement améliorer la gestion de son réseau AEP mais également assurer un approvisionnement en eau durable et résilient pour ses habitants.

## Références bibliographiques

- Abekhti, F., Harid, L. (2018). Modélisation d'un réseau d'AEP par deux logiciels avec élaboration d'un SIG. université 08 Mai 1945 de Guelma.
- Arribas, I. P., Salvi, C., & Szpruch, L. (2020). Sig-SDEs model for quantitative finance. In *Proceedings of the First ACM International Conference on AI in Finance*, pp. 1-8.
- Bernier, S., Duthoit, S., Ladet, S., & Baudet, D. (2014). Les concepts de base des Systèmes d'Information Géographique (SIG): les données et les fonctions générales. *Cahier des Techniques de l'INRA*, (Spécial), 19-27.
- Boudjettou, M., Semoum, M., Saou, A. (2021). Etude et élaboration d'un système d'information géographique (S.I.G) du réseau d'eau potable du village Tadergount, commune de Darguina wilaya de Bejaia, université A. Mira de Bejaia.
- Chang, K., 2019. Geographic Information System, in: Richardson, D., Castree, N., Goodchild, M.F., Kobayashi, A., Liu, W., Marston, R.A. (Eds.), *International Encyclopedia of Geography*. Wiley, pp. 1–10.
- De la Paz, C. (2013). Multi-Criteria GIS Methodology Focused on the Location of Optimal Places for Small Hydro Power Via Hydrological and Geostatistic Applications; Metodologia SIG Multicriterio Enfocada a la Localizacion de Enclaves Optimos para Centrales de Minihidroelectricas mediante Aplicaciones Hidrologicas y Geoestadisticas.
- Dupont, A. (1979), *Hydraulique urbaine, Ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux*, Tome 2, Edition Eyrolles, Paris.
- Gagnon, P. (1994). *Concepts fondamentaux de la gestion du temps dans les SIG*. Université Laval.
- Goodchild, M.F., (1991). Geographic information systems. *Prog. Hum. Geogr.* 15, 194–200.
- Kharchi, I., Medjeneh, D. et Legouireh, A. (2022). Système d'information géographique pour l'étude de la gestion des ressources en eau dans la une région semi-aride, université Mohamed BOUDIAF-M'sila.
- Kraimat, M. (2019). Systèmes d'Information Géographique (SIG) et Télédétection Mise en applications sur les logiciels ArcGIS.
- Lhadj, H., Sadli, M., Saou, A. (2019). Diagnostic et réhabilitation du système d'alimentation en eau potable du village Kefrida (wilaya de Bejaia), université A. Mira de Bejaia.
- Martin-Lagardette, J.-L. (2004). *L'eau potable et l'assainissement: le cadre juridique, les acteurs, la qualité de l'eau potable, l'assainissement, la protection des milieux, outils et modes de gestion, la démocratie de l'eau, le prix de l'eau*. Johanet, Paris.

- Mouna, W., Oubtat Y., Saou, A. (2023). Etude et élaboration d'un système d'information géographique du réseau d'alimentation en eau potable des zones éparses d'Ighil Ali à partir du barrage Tichy-Haf, université A. Mira de Bejaia.
- Nedovic-Budic, Z. (1998). The impact of GIS technology. *Environ. Plan. B Plan. Des.* 25, 681–692.
- Peuquet, D.J., Marble, D.F. (1990). *Introductory Readings in Geographic Information Systems.* Taylor & Francis Group, Milton.
- Ruelland, D. (2004). Logiciel SIG de modélisation prospective de la qualité de l'eau. *Revue Internationale de Géomatique. Volume, 14(1).*
- Syed A.R, S.A.F., Abdul Maulud, K.N., Wan Mohd Jaafar, W.S., 2024. BIM-GIS in Catalyzing 3D Environmental Simulation, in: Yadava, R.N., Ujang, M.U. (Eds.), *Advances in Geoinformatics Technologies, Earth and Environmental Sciences Library.* Springer Nature Switzerland, Cham, pp. 183–200.
- Tasnim, S., Saou, A. (2022). Etude et élaboration d'un système d'information géographique du d'AEP du village Hagui, commune de d'Adjiba, wilaya de Bouira, université A. Mira de Bejaia.
- Tomlin, C.D., 1990. *Geographic information systems and cartographic modeling.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Tomlinson, R.F., 2007. *Thinking about GIS: geographic information system planning for managers,* 3rd ed. ed. ESRI Press, Redlands, Calif.
- Wieczorek, W.F., Delmerico, A.M., 2009. Geographic information systems. *WIREs Comput. Stat.* 1, 167–186.
- Wróżyński, R., Pyszny, K., Wróżyńska, M., 2024. Reaching beyond GIS for comprehensive 3D visibility analysis. *Landsc. Urban Plan.* 247, 105074.
- Zhao, P., Di, L. (Eds.), 2011. *Geospatial Web Services: Advances in Information Interoperability, Advances in Geospatial Technologies.* IGI Global.

## Résumé

L'objectif de ce mémoire est le développement d'un Système d'Information Géographique (SIG) pour le réseau d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville d'El-Kseur. Ce projet vise à améliorer la gestion des services d'eau potable ceci en fournissant un outil performant pour la collecte, le stockage, la gestion, l'analyse et la visualisation des données géographiques relatives au réseau d'AEP. Les différentes étapes du projet incluent la collecte de données, la création du modèle et l'exploitation des résultats. L'utilisation du SIG permet d'optimiser la gestion du réseau existant et de planifier les futures extensions et rénovations nécessaires. Le mémoire met, également, en évidence les défis rencontrés et les solutions mises en place pour garantir la fiabilité et la performance du système, tout en illustrant l'application pratique des SIG dans la gestion des infrastructures hydrauliques urbaines. La réussite de ce travail a nécessité la contribution et la collaboration des gestionnaires de l'ADE du centre d'El-Kseur.

**Mots clés :** SIG, eau potable, réseau, Map Info.

## Abstract

The project presents a project for developing a Geographic Information System (GIS) for the potable water supply network (AEP) of the city of El-Kseur. This project aims to enhance water resource management by providing an efficient tool for collecting, storing, managing, analyzing, and visualizing geographical data related to the AEP network. The project's various stages include data collection, model creation, and result exploitation. The use of GIS helps streamline the management of the existing network and plan for necessary future extensions and renovations. The thesis also highlights the challenges faced and the solutions implemented to ensure the system's reliability and performance while illustrating the practical application of GIS in urban hydraulic infrastructure management.

**Key words:** GIS, potable water, network, Map Info.

## ملخص

تقدم الأطروحة مشروع تطوير نظام المعلومات الجغرافية لشبكة إمدادات مياه الشرب لمدينة القصر. يهدف هذا المشروع إلى تحسين إدارة الموارد المائية من خلال توفير أداة فعالة لجمع وتخزين وإدارة وتحليل وتصور البيانات الجغرافية. تشمل المراحل المختلفة للمشروع جمع البيانات وإنشاء النموذج واستغلال النتائج. يتيح استخدام نظم AEP المتعلقة بشبكة المعلومات الجغرافية تبسيط إدارة الشبكة الحالية والتخطيط للتوسعات المستقبلية والتجديدات اللازمة. تسلط الأطروحة الضوء على التحديات التي تمت مواجهتها والحلول المطبقة لضمان موثوقية وأداء النظام، مع توضيح التطبيق العملي لنظم المعلومات الجغرافية في إدارة البنى التحتية الهيدروليكية الحضرية.

**كلمات مفتاحية:** مياه الشرب، الشبكة، GIS Map Info

