

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DES  
SCIENCES DE LA NATURE ET  
DE LA VIE



DOMAINE : Sciences de la Nature et de  
la Vie

FILIERE : ECOLOGIE

OPTION : ECOLOGIE URBAINE

N° : .....

Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Professionnelle

PAR :

BEN ABDALLAH Ammar El Farouk

BEZIOUI Mohamed

SEGHIROU Aissa

Intitulé

Apport d'un S.I.G pour l'étude de la gestion des ressources en  
eau de la région de Msila - Algérie.

Soutenu devant le jury composé de :

|                  |       |                      |             |
|------------------|-------|----------------------|-------------|
| NOUIDJEM Yassine | Pr    | Université de M'Sila | Président.  |
| KHOUDOUR Djamel  | M.C.A | Université de M'Sila | Rapporteur. |
| SARRI Djamel     | M.C.A | Université de M'Sila | Examineur.  |

Année universitaire : 2021 / 2022

## Dédicace

*Je dédie ce travail*

*A mon cher Père et ma chère Mère pour leurs amours, Soutiens, leurs sacrifices et pour tous les efforts qu'ils ont déployé durant toute ma vie.*

*A mes chers frères **Lakhdar et Farid et Abd elraouf et Soufiane** , et mes chères sœurs*

***Samira et Aicha.***

*Et à mon rapporteur **KHODOUR Dj***

*A toute ma famille et mes amis*

*A toute personne qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement*

*Aissa*

## Dédicace

### *Je dédie ce travail*

*A mon cher Père et ma chère Mère pour leurs amours, Soutiens, leurs sacrifices et pour tous les efforts qu'ils ont déployé durant toute ma vie.*

*A mes chers frères et mes chères sœurs*

*Et à mon rapporteur KHODOUR Dj*

*A toute ma famille et mes amis*

*A toute personne qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement*

*Ammar*

## Dédicace

### *Je dédie ce travail*

*A mon cher Père et ma chère Mère pour leurs amours, Soutiens, leurs sacrifices et pour tous les efforts qu'ils ont déployé durant toute ma vie.*

*A mes chers frères et mes chères sœurs*

*Et à mon rapporteur KHODOUR Dj*

*A toute ma famille et mes amis*

*A toute personne qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement*

*Mohamed*

## Remerciement

*Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant qui nous a donné la santé,*

*le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à présenter nos profondes gratitudee à notre promoteur Mr KHOUDOUR*

*Dj pour son aide, son encouragement, qui nous a fait bénéficier de son savoir, de son*

*expérience et de ses précieux conseils afin de perfectionner ce travail et d'avoir*

*accepté l'encadrement de ce mémoire.*

*Nous remercions les membres de jurée NOUIDJEM y et SARRI Dj*

*Enfin nous devons remercier beaucoup toutes les personnes qui ont participé de*

*près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# ***Table des matières***

## Table des matières

Listes des abréviations

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction ..... 1

### Chapitre I: Synthèse bibliographique

|  |    |
|--|----|
| I.1. Le Système d'Information Géographique .....                     | 2  |
| I. 1.1. Généralité .....   | 2  |
| I. 1.2. Pourquoi la géographie ? .....                               | 2  |
| I. 1.3. Géomatique .....   | 3  |
| I. 1.4. L'information géographique .....                             | 4  |
| I. 1.4.1. L'information géographique Définitio.....                  | 4  |
| I. 1.4.2. Les composants de L'information géographique .....         | 5  |
| I. 1.4.3. La représentation de l'information géographique .....      | 5  |
| I. 1.4.4. Classification des informations géographiques .....        | 5  |
| I. 1.4.5. Dualité Raster - Vecteur .....                             | 6  |
| I. 1.4.6. Caractéristiques de l'information géographique .....       | 9  |
| I. 1.5. Notion du système d'information .....                        | 10 |
| I. 1.6. Système d'information géographique .....                     | 11 |
| I. 1.7. Historique du S.I.G .....                                    | 11 |
| I. 1.8. Les composantes d'un S.I.G .....                             | 12 |
| I. 1.9. Les fonctionnalités du S.I.G .....                           | 14 |
| I. 1.10. Le rôle des SIG .....                                       | 15 |
| I. 1.11. Domaines d'application .....                                | 15 |
| I. 1.12. Présentation des principaux logiciels de S.I.G .....        | 16 |
| I. 1.12.1. Logiciels en mode vectoriel .....                         | 16 |
| I. 1.12.2. Logiciels en mode RASTER .....                            | 18 |
| I.2. Politique de gestion des ressources en eau .....                | 18 |
| I.2.1. Stratégie de gestion des ressources en eau en Algérie .....   | 18 |
| I.2.2. Les acteurs de l'eau en Algérie .....                         | 19 |
| I.2.1. Les acteurs de l'eau à compétence national et régionale ..... | 20 |
| I.2.2. Les acteurs de l'eau à compétence locales .....               | 22 |

## **Table des matières**

|  |    |
|--|----|
| I.2.3. Le système de planification de l'eau en Algérie.....                      | 23 |
| I.2.3.1. Le plan national de l'eau (PNE) .....                                   | 24 |
| I.2.3.2. Le plan directeur d'aménagement des ressources en eau (PDARE) .....     | 25 |
| I.2.4. Stratégie de gestion des ressources en eau pour la région de M'sila ..... | 26 |
| I.2.5. Demande en eau des différents secteurs .....                              | 27 |
| I.2.5.1. Demande (Approvisionnement) en Eau Potable (AEP) .....                  | 28 |
| I.2.5.2. Demande en eau domestique .....   | 29 |
| I.2.5.3. Demande en eau d'irrigation .....                                       | 30 |
| I.2.5.4. Demande en eau de l'administration, du commerce et de la petite .....   | 31 |

### **Chapitre II: Présentation de la région d'étude**

|   |    |
|---|----|
| II.1. Situation géographique de M'sila .....  | 33 |
| II.2. Géologie .....                          | 34 |
| II.3. Géomorphologie (Relief) .....           | 34 |
| II.4. Sols .....                              | 35 |
| II.5. Climat .....                            | 36 |
| II.6. Végétation .....                        | 37 |
| II.7. Ressources en eaux .....                | 37 |
| II.7.1. Ressources superficielles .....       | 38 |
| II.7.2. Ressources souterraines .....         | 39 |
| II.7.3. Ressources non conventionnelles ..... | 40 |
| II.8. La population .....                     | 41 |
| II.9. La production animale .....             | 42 |

### **Chapitre III : Cadre Climatique**

|  |    |
|--|----|
| III.1. Les précipitations .....                          | 44 |
| III.1.1 la précipitation annuelle .....                  | 44 |
| III.1.2. Précipitations moyennes mensuelles .....        | 44 |
| III.1.3. Précipitations moyennes saisonnières .....      | 45 |
| III.2. La température .....                              | 45 |
| III.2.1. Température moyenne mensuelle .....             | 45 |
| III.2.2. Température moyenne saisonnière .....           | 46 |
| III.3. Relation entre précipitation et température ..... | 46 |

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| III.4. Les indices climatiques .....  | 46 |
| III.4.1. Indice de Martonne ou d'aridité .....                                      | 46 |
| III.4.2. Le quotient Q2 d'Emberger .....  | 47 |
| III.5. Régime des vents .....   | 49 |
| III.6. Les gelées .....   | 49 |
| III.7. La neige .....   | 50 |
| III.8. L'humidité relative .....  | 50 |
| III.9. Estimation des paramètres du bilan hydrologique .....                        | 50 |
| III.9. 1. Evapotranspiration .....  | 50 |
| III.9. 2. Evapotranspiration potentielle (ETP) .....                                | 51 |
| III.9. 3. Bilan hydrologique Selon la méthode de C.W. Thornthwaite .....            | 51 |
| III.9. 4. L'évapotranspiration potentielle par la formule de Turc (mensuelle) ..... | 52 |

### **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

|  |    |
|--|----|
| IV.1. Etude hydrologique .....                     | 54 |
| IV.1.1. Collecte des données .....                 | 54 |
| IV.2. Les outils des traitements des données ..... | 54 |
| IV.3. Etude cartographique .....                   | 54 |
| IV.3.1. Collecte des cartes .....                  | 54 |
| IV.3.2. Traitement des cartes .....                | 54 |
| IV.3.2.1. Cartographie thématique .....            | 54 |
| IV.3.2.1.1. Description de la méthode .....        | 55 |

### **Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.**

|  |    |
|--|----|
| V.1. Utilité d'un SIG pour l'évaluation de la qualité de l'eau des puits .....       | 58 |
| V.2. Les grandes étapes de création de la base de données à référence spatiale ..... | 59 |
| V.2.1. Structuration des données .....   | 59 |
| V.2.1.1. Modèle d'une Base de Données Géographiques .....                            | 60 |
| V.2.1.2. L'implantation des données structurées dans un système informatique .....   | 62 |

#### **Conclusion**

#### **Références bibliographiques**

#### **Annexe**

#### **Résumé**

## Liste des figures

### Liste des abréviations :

**D.R.E** : Direction ressources en eau.

**ANRH** : Agence Nationale Ressources Hydraulique.

**FAO**: Food and Agriculture Organisation.

**SI** : système informatique.

**MBDG** : modèle de géodatabase.

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

**ANBT** : L'Autorité Nationale des Barrages et des Transports par Eaux.

**ABH** : Les Agences de bassins hydrographiques.

**SEAAL** : Société d'Eau et d'Assainissement d'Alger.

**BD** : Banque de Données

**BV** : Bassin versant

**DAEP** : Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable

**DEAH** : Direction des Etudes et des Aménagements Hydrauliques

**DHA** : Direction de l'Hydraulique Agricole

**GIR** : Gestion Intégrée de la Ressource

**GPI** : Grand Périmètre Irrigué

**MRE**: Ministère des Ressources en Eau

**ONA** : Office National de l'Assainissement

**ONID** : Office National de l'Irrigation et du Drainage

**OPI** : Office de Périmètre d'Irrigation

**PDARE** : Plan Directeur d'Aménagement des Ressources en Eau

**PMH** : Petite et Moyenne Hydraulique

**PNE** : Plan National de l'Eau

**RC** : Retenue Collinaire

**RGPH** : Recensement Générale de la Population et de l'Habitat

**DREW** : Directions des Ressources en Eau de Wilaya

**PNE** : Le Plan national de l'eau

**AEP** : Alimentation en eau potable

**ANBT** : Agence Nationale des Barrages et des Transferts

**ANRH** : Agence nationale des ressources hydriques

**DHW** : Directions hydrauliques de wilaya (actuellement Directions des Ressources en Eau de Wilaya)

## Liste des figures

### Liste des figures :

**Figure I.01:** La géomatique.

**Figure I.02:** Exemples d'images raster (COLLET, C. (1992).

**Figure I.03:** Principe d'une image raster (FRANÇOIS, D. (2004).

**Figure I.04:** Les primitives géométriques du mode vecteur COLLET, C. (1992).

**Figure I.05:** Avantages respectifs de chaque mode de représentation (FRANÇOIS, D. (2004).

**Figure I.06:** La superposition de données de couches différentes (REGIS, CALOZ. (2011).

**Figure I.07:** Schéma de la mise en place du système d'information.

**Figure I.08:** Schéma des composantes d'un SIG.

**Figure I.09:** Les fonctionnalités du S.I.G [NOTTET, 2002].

**Figure I.10:** Domaines d'application du SIG.

**Figure I.11:** Le sous-système de gestion de l'eau en algérie.

**Figure II.1:** Situation géographique de la zone d'étude.

**Figure II.2:** Géologie de la région du Hodna (Le Houerou et Claudin, 1972 in Lakehali, 2015).

**Figure II.3:** Carte pédologique de la région de M'sila (Boyadgiev, 1995).

**Figure II.4 :** Carte des eaux superficielle dans la région de M'sila.

**Figure II.5:** Carte des eaux souterraines de la wilaya de M'sila.

**Figure II.6 :** Vue générale de la STEP de M'sila (Google earth 2016).

**Figure II.7:** Carte des eaux usées de la wilaya de M'sila.

**Figure III.01:** Positionnement de la région d'étude dans le Climagramme d'Demberger Durant la période (2020).

**Figure III.2:** Evapotranspiration mensuelle moyenne de la région d'étude (méthode de Thornthwaite) (2020).

**Figure V.1 :** Base de données géographiques BDG (Ider ,2004).

**Figure V.2 :** MBDG – Eaux superficielle de la wilaya par SIG.

**Figure V.3 :** MBDG – Eaux souterraines de la wilaya par SIG.

**Figure V.4 :** MBDG Eaux non conventionnelle le de la wilaya par SIG.

## Liste des tableaux

### Liste des tableaux :

*Tableau I.1: Croissance démographique par région.*

*Tableau I.2. : Dotation en eau par type d'agglomération.*

*Tableau I.3 : Majoration pour Administration, commerce et industrie.*

*Tableau I.4. : Type de raccordement.*

*Tableau II.01 : Données climatiques ( Année 2020).*

*Tableau II.02 : Les principaux oueds de la wilaya de M'sila (CF M'sila).*

*Tableau II.03 : Evaluation de la population de la wilaya (2008-2020).*

*Tableau II.04 : Bilan de production animale de l'année 2020.*

*Tableau.III.1 : Les précipitations moyennes annuelles entre période 2010 à 2020.*

*Tableau.III.2 : Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la zone d'étude en (mm) durant l'année (2020).*

*Tableau III.3 : Le régime saisonnier de la région de M'sila 2020.*

*Tableau III.4 : Répartition des moyennes de températures mensuelles en °C (2020).*

*Tableau III.5 : Le régime saisonnier de la région de M'sila 2020.*

*Tableau III.6 : Paramètres et résultats du calcul de l'indice d'aridité (Ia) pour la zone d'étude.*

*Tableau III.7: Classification des climats selon l'indice de DeMartonne.*

*Tableau III.8 : Paramètres et résultats du calcul du quotient pluviothermique pour la zone d'étude.*

*Tableau III.9 : Vitesses moyennes du vent en m/s de la région de M'sila dans l'année (2020).*

*Tableau III.10 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) de la région d'étude pour la Période (2018-2020).*

*Tableau IV.1 : les données de caractéristiques de Bassin du Hodna.*

# ***Introduction***

### **Introduction**

En Algérie, l'eau revêt un caractère stratégique du fait de sa rareté et d'un cycle naturellement perturbé et déséquilibré. Qu'il s'agisse de l'eau souterraine ou de l'eau de surface, les ressources sont limitées et, compte tenu des problèmes démographiques, d'importants efforts sont nécessaires en matière d'urbanisation intégrée et de gestion rigoureuse dans l'exploitation des réserves. S'y ajoutent des problèmes de faible mobilisation et de mauvais recyclage par manque de maîtrise des stations d'épuration et l'envasement des retenues.

Face à l'augmentation vertigineuse des besoins par rapport à des ressources mobilisées relativement limitées, qu'elles soient superficielles ou souterraines, l'Algérie, comme tous les autres pays du monde, est sensée mener une politique de l'eau. Une prise de conscience a débuté par la mise en œuvre d'un ambitieux programme de réalisation de barrages- réservoirs à court, moyen et long terme. Considérée comme la capitale de la wilaya, la commune de M'sila située sur le côté nord-ouest du bassin de chott El Hodna, ce qui lui confère une place particulière. Dans l'espace de la commune, l'eau représente le facteur moteur du développement industriel, touristique, agricole, urbain et rural de la région, nécessitant sa mobilisation en quantités énormes.

L'objectif de notre travail est de faire une étude sur la gestion des eaux souterraines, superficiel et non conventionnel de la région de M'sila et élaboration d'une base de données à l'aide de SIG

La présente étude se structure en cinq chapitres, la première présente des données bibliographiques sur les eaux souterraines et l'évaluation de leur qualité du bassin versant et les données sur le système d'information géographique (SIG). Le second chapitre englobe une description de la zone d'étude. Alors que le troisième chapitre décrit la méthodologie de l'étude. Le quatrième chapitre est consacré à la mise en place d'une base de données géographique pour l'étude de la qualité des eaux souterraines de wilaya de M'sila.

Le choix de la wilaya de M'sila comme terrain de recherche répond à notre avis à ce souci d'analyse d'un espace qui présente en hausse à une offre locale très insuffisante en raison des conditions. C'est ainsi qu'approximativement les limites wilaya les correspondent aux limites naturelles et économiques de l'ensemble géographique Par commodité statistique souvent nous emploierons ainsi, cette terminologie : wilaya de M'sila.

*Chapitre I : Synthèse  
bibliographique*

## **I.1. Le Système d'Information Géographique**

### **I. 1.1. Généralité**

Les enjeux majeurs auxquels il faut faire face aujourd'hui (environnement, aménagement de territoire...), ont tous un lien étroit avec la géo-référencement et la géographie. Il apparaît donc nécessaire que pour une meilleure connaissance des phénomènes liés à la nature ou à l'activité humaine de disposer d'un ensemble d'informations sur le milieu naturel considéré. Pour satisfaire ce besoin, on fait recours aux nouvelles technologies apparues, notamment à celles dites des systèmes d'informations géographiques.

Une bonne gestion de l'environnement passe par une exploitation poussée des systèmes d'information modernes. Aujourd'hui il n'est plus nécessaire de présenter l'utilisation de l'informatique standard dans la gestion de base de données alphanumériques et dans la présentation graphique. Elle est devenue omniprésente et à la portée des utilisateurs concernés par l'environnement partout dans le monde, y compris dans les pays en développement. Il semble plus important d'examiner les développements nouveaux concernant les systèmes d'information et l'aide à la décision qui concernent les paramètres fondamentaux de l'environnement, comme les dimensions spatiales et plus généralement, géographiques (**BROSSO ET HAURIE, A. (1996)**).

Avec la multitude de possibilités qu'il offre en termes de bases de données, il est en mesure de jouer un rôle prépondérant dans une variété de domaines. On retrouve parmi les secteurs qui peuvent profiter de sa puissance, l'organisation du territoire, le suivi des véhicules en temps réel, la recherche, l'étude de l'impact d'une construction, la protection civile, la gestion de réseaux et bien plus encore, le succès des systèmes d'information géographiques dans ces divers secteurs fait accroître un peu plus le nombre d'utilisateurs potentiels : écoles, collectivités territoriales, entreprises ou encore administrations.

### **I. 1.2. Pourquoi la géographie :**

La géographie, en raison de son ancienneté et donc de son long rapport à la présence des hommes dans le territoire, est porteuse d'une part de la logique du monde (car une part de la logique du monde est inscrite dans la logique de nos discours géographiques sur le monde), elle est aussi porteuse d'un renouvellement de l'ontologie et donc d'une meilleure définition de la place de l'homme dans le monde (car une part de la sagesse des hommes compose ce qu'il est légitime de désigner comme contrat géographique) (**BORD, J., Pierre-Robert BADUEL. (2004)**).

### **I. 1.3. Géomatique :**

La géomatique est une science de l'acquisition, du traitement et de la diffusion des données à référence spatiale. Elle vise à produire une chaîne numérique continue de la production de données sur le territoire à l'aide de la topométrie, la photogrammétrie, la géodésie, le positionnement par satellite, la télédétection, les systèmes d'information géographique et la cartographie (**André, L, G., (1975)**).

La géomatique, c'est le portrait de la réalité de haute précision à partir de ce plan de base on peut travailler sur les projets, et essayer de corriger les erreurs du passé, c'est le portrait exact du territoire avec toutes les informations nécessaires (**ROCHE, S, (2000)**).

L'utilisation généralisée des ordinateurs personnels, qui sont de plus en plus puissants et conviviaux, est à l'origine du foisonnement de logiciels de traitement des données à référence spatiale. Entre autres, on en arrive à pouvoir traiter simultanément et de façon automatisée l'ensemble des données à référence spatiale d'un territoire, dont celles provenant de la télédétection. Cette approche est maintenant désignée sous terme de géomatique **PROVENCHER, L., Jean-Marie., Maurice DUBOIS (2007)**.

La géomatique désigne l'ensemble des utilisations techniques de l'informatique en géographie : les outils et méthodes d'observation et de représentation des données géographique, ainsi que la transformation de ces mesures en informations utiles à la société (**NOVA, N (2009)**).

La géomatique a pour objet la gestion de données à référence spatiale et fait appel aux sciences et aux technologies reliées à leur acquisition, leur stockage et leur traitement. Le nom « géomatique », proposé en 1968 par le géomètre français Bernard Dubuisson **GUEGAN, j., CHOISY, M. (2009)**, provient de la contraction de « géographie » et « informatique », mais les disciplines recouvertes par ce terme incluent aussi la cartographie, la géodésie, la topographie, le positionnement par satellite et le traitement d'images numériques. Les systèmes d'information géographique (S.I.G), qui sont des systèmes informatiques permettant l'intégration, la gestion et l'analyse de données géographiques, constituent l'outil de base du géomaticien, spécialiste de la géomatique.



*Figure I.1 : La géomatique.*

## 1.4. L'information géographique

### I.1.4.1. Définition :

L'information géographique est composée d'informations géométrique, descriptive et topologique. Elle constitue une interprétation, ou plutôt, comme le dirait (BORDIN, P. (2006), une schématisation du monde réel. L'information géographique donne une description des objets et phénomènes localisés par rapport à un référentiel sur la terre. L'information géographique est définie comme une information relative à un objet ou à un phénomène du monde terrestre, décrit plus ou moins complètement par (FRANÇOIS, D. (2004) :

- ❖ Sa nature, son aspect, ses caractéristiques diverses.
- ❖ Son positionnement sur la surface terrestre.

Les aspects qualitatifs déterminent l'essentiel des possibilités d'un système d'information, la quantité des informations se définit au travers de trois critères. Elle peut se formaliser aisément dans le référentiel à trois dimensions ci-dessous. Une fois définis ces critères, il reste à mettre en place une chaîne de collecte, de traitement et de représentation (Brocard, M., Mallet, P., Leveque, L., Bessineton, C. (1996).

Représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donné (ROCHE, S, (2000), L'information géographique est caractérisée par une composante purement spatiale et une composante sémantique (FRANÇOIS, D. (2004).

### I. 1.4.2. Les composants de L'information géographique :

L'information géographique a une double composante :

- ✓ Une composante graphique.

- ✓ Description de la forme de l'objet géographique.
- ✓ Et sa localisation dans un référentiel cartographique.
- ✓ Une composante attributaire.
- ✓ Caractéristiques décrivant l'objet (description géométriques, caractéristiques thématiques).

### **I. 1.4.3. La représentation de l'information géographique :**

#### **I. 1.4.3.1. Classification des informations géographiques :**

Toute tentative de classification des informations nous conduit à une représentation dans un système quadripolaire comprenant :

-Les informations dites « topographiques », comme les cartes de base, les plans cadastraux, ...etc.

-Les informations dites « thématiques », comme les plans de secteur, les plans d'aménagement, les cartes pédologiques, géologiques, ...etc.

-Les informations dites « modèle numériques », comme les modèles numériques de terrain (MNT).

-Les informations dites « images », comme les ortho-photos numériques, les données satellitaires fournies par « Landsat » ou « Spot » par exemple. Dans un environnement informatique graphique, l'unité formelle de ces quatre pôles prend un format bipolaire dite la « Dualité Raster -Vecteur ». -Le domaine vectoriel recouvre les informations « topographique », « thématique » et « modèles numériques » ; -Le domaine Raster (image numérique) recouvre les informations « topographiques », « thématiques » et « image ». Il comprend à la fois des données à traiter qualitativement (photos, pour certaines applications) et quantitativement (images classées, cartes thématiques).

#### **I. 1.4.3.2. Dualité Raster - Vecteur :**

L'information géographique est représentée à travers deux types de modèles ou structures de données : les modèles vectoriel et matriciel (**RIGAUX, P. (2001)**). Le choix dépend de la nature des données géographiques et de leur utilisation (**COUCLELIS H. (1992)**).

### ➤ Mode raster :

Le mode Raster représente l'espace étudié par une grille régulière de cellules pour former une image constituée des lignes et des colonnes, le mode Raster que Collet (COLLET, C. (1992), propose de nommer en français mode image, consiste à poser sur la carte à saisir une grille à mailles petites et carrées puis à enregistrer sous forme matricielle la nature du sol dans chaque surface élémentaire ainsi définie.

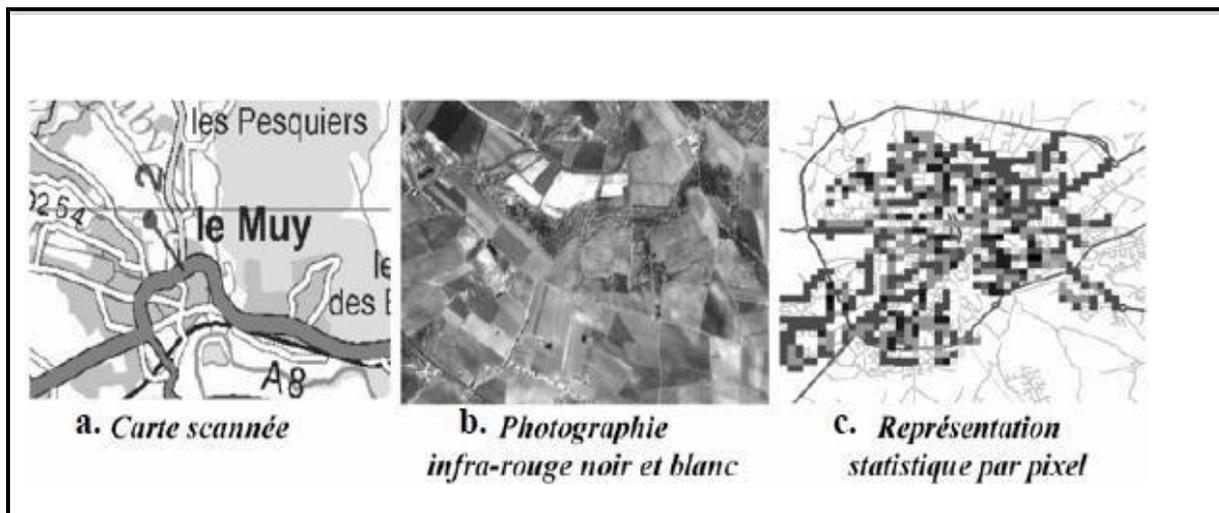


Figure I.2 : Exemples d'images raster (COLLET, C. (1992).

Le mode raster, aussi appelé matriciel, décompose l'image sous forme d'une matrice ou d'une grille et associe une valeur à chaque carré élémentaire – pixel.

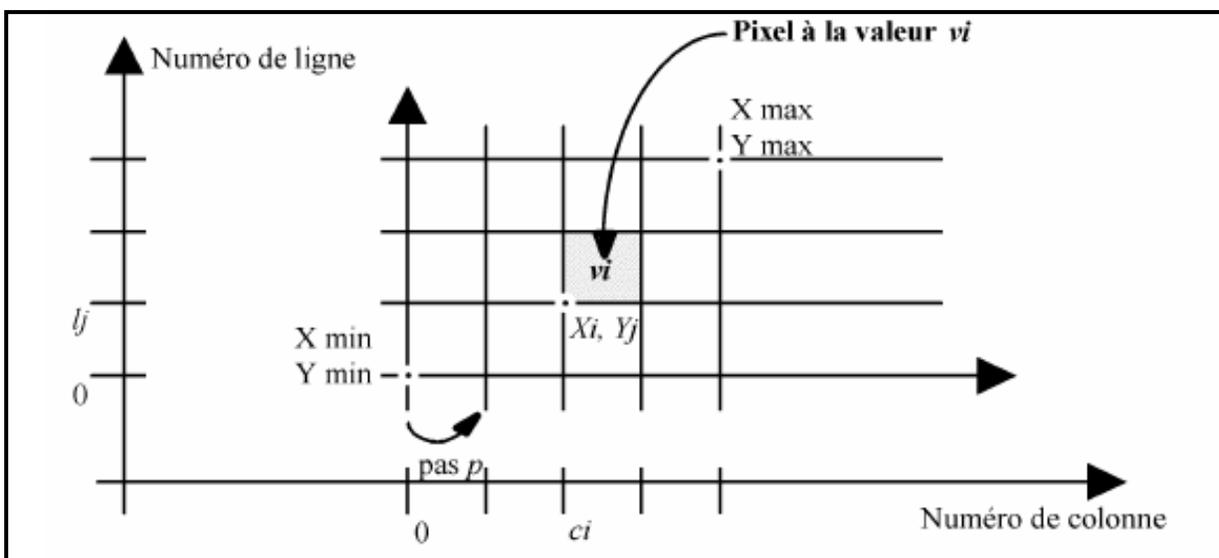


Figure I.3 : Principe d'une image raster (FRANÇOIS, D. (2004).

### ➤ Mode vecteur :

Alors que le mode raster utilise une grille pour décomposer la représentation en cellules élémentaires, le mode vecteur la décompose en ses éléments constituants. Pour les expliciter, il s'appuie sur trois primitives géométriques : le point, la polyligne et le polygone (**BORDIN, P. (2006)**).

| Exemples   | Information géographique | Traduction en mode vecteur  |
|--|--------------------------|---|
| <br>Maison<br>Château d'eau | ponctuelles              |  |
| <br>Route<br>Cours d'eau    | linéaires                |  |
| <br>Parcelle<br>Commune     | surfâciques              |  |

**Figure I.4** : Les primitives géométriques du mode vecteur. (**COLLET, C. 1992**).

Comme le souligne certains auteurs (**O, BONIN. (2002)**, (**COUCLELIS H. (1992)**) :

\*Il existe des rapprochements possibles entre les modèles de structuration de l'information géographique d'une part et leurs modes de représentation en données d'autre.

\*Le mode vecteur qui associe à chaque information géographique une composante géométrique géo référencée et une composante sémantique est proche du modèle objet.

\*Le mode raster qui attribue la valeur d'une variable descriptive en chaque point (défini par un pixel) de l'espace, est proche du modèle par champ. Ainsi, certains considèrent que le mode raster est un modèle par champ discret.

Les deux modes de représentation des données géographiques sont complémentaires. Ils ont des qualités et des utilisations différentes. Certaines sont résumées dans la (**figure I.5**) :

| Mode vecteur                                | Mode raster                             |
|---|---|
| Volume de stockage compact                  | Volume de stockage important            |
| Structure de données complexe               | Structure de données simple             |
| Mise en œuvre facile de la topologie        | Mise en œuvre difficile de la topologie |
| « Saisie » possible des objets              | On ne «saisit » que des pixels          |
| Ne contient que les informations spécifiées | Exhaustivité des photographies raster   |
| Collecte des informations de mise à jour    | Rapidité de la mise à jour              |
| Croisement thématique plus complexe         | Croisement thématique simple            |

*Figure I.5 : Avantages respectifs de chaque mode de représentation (FRANÇOIS, D. (2004).*

Ces deux représentations exigent des moyens d'acquisition des données bien distincts.

(QUODVERTE. (1994) On peut citer les moyens suivants :

❖ **En vectoriel** :

- Table de numérisation.
- Restituteurs analytiques.
- Logiciels de vectorisation d'une image Raster.

❖ **En matriciel** :

- Caméras métriques fournissant les photos à numériser.
- Scanner (multi spectral digital, ...etc.).
- Caméra vidéo à sortie numérique.
- Logiciels de Rastring à partir d'une base vectorielle.

\*La dualité Raster –vecteur modifie considérablement le paysage de l'information géographique en créant un système fermé. Cette possibilité est un élément essentiel à une cartogénèse car il permet de reproduire, par des algorithmes précis, différents documents intermédiaires évitant ainsi la création de redondances.

\*La dualité Raster – vecteur permet une articulation entre deux logiques : une logique locale pour les vecteurs et une logique globale pour les images numériques.

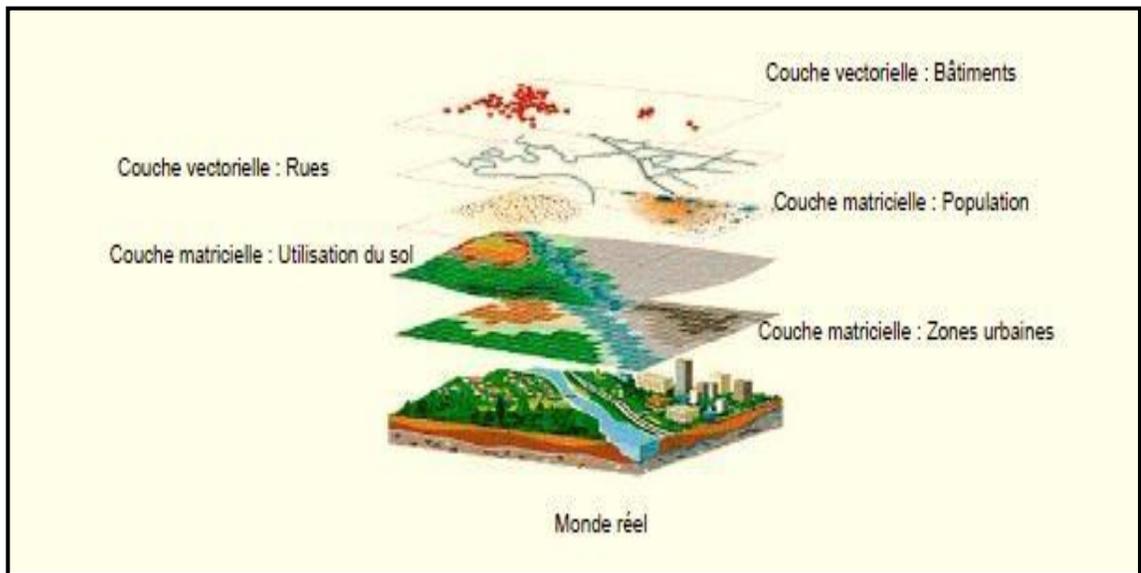
\*Elle conduit à une extension du concept S.I.G vers une intégration des données adaptée à :

- La transformation de données d'origines différentes, de natures différentes.
- La mise à jour de données sous différentes formes.
- L'extraction d'information.
- La gestion cohérence d'un ensemble de multicouches de données en évitant les

redondances.

- La superposition (ou croisement) de données de couches différentes.
- La base de données qui est le moteur central de ce système, est un outil d'aide à l'organisation et à l'interrogation. Le croisement peut être réalisé sous forme vectorielle ou Raster.

Cette structuration rend ces informations superposables, compatibles, combinables et par conséquent analysables (BIMONTE, S. (2007)).



**Figure I.6 :** La superposition de données de couches différentes (REGIS, CALOZ. (2011)).

Les deux démarches sont complémentaires, offrant une plus grande souplesse de traitement, et mieux adaptées à la recherche d'une solution bien spécifique. Le croisement doit être considéré comme une technique générale incluant :

- Les algorithmes de classification (télédétection).
- La théorie de morphologie mathématique.

Et combinant des données vectorielles et Raster via des tables de décision appliquées à des domaines thématiques et paramétriques.

### I. 1.4.3.3. Caractéristiques de l'information géographique :

Il y a plusieurs types d'objets géographiques. Pour (BAILLY, A., ET AL. (1991) et HERVE GUMUCHIAN, C. M. (2000) l'individu statistique en géographie peut être :

- o Une unité spatiale provenant du découpage d'un espace continu. Ce découpage spatial peut être administratif, politique ou correspondre à une réalité physique (bassin versant, vallée, plaine, etc).

- Une entité ou un objet dans l'espace : cela peut être un ménage, une entreprise ou une

exploitation agricole ou, à une autre échelle géographique, l'îlot, le quartier, la ville, etc.

- Un flux ou un échange entre deux lieux géographiques. Ce flux peut être un flux migratoire, des flux de marchandises, d'informations, etc. Géométriquement, cette information peut être.

1. Ponctuelle : un sujet ou un objet localisé dans l'espace.

2. Linéaire : un flux, un réseau entre deux ou plusieurs points.

### **I. 1.5. Notion du système d'information :**

Le système d'information est un ensemble de moyens matériels et humains organisés permettant la collecte, le traitement et la diffusion des informations. Ce système n'est que l'un des éléments permettant à l'entreprise de mener à bien sa mission. Il est nécessaire, afin de coordonner les activités de tous les éléments, de stocker les informations nécessaires à chacun et de préparer ainsi la prise de décision (**ALDOSA, N., BIHAN, M., MONIN, M. (2003)**).

Le système d'information servira à recueillir et à préserver les données, à effectuer des traitements sur celles-ci, et à diffuser les résultats aux systèmes de pilotage et opérant (**BIGAND, M., CAMUS, H., BOUREY, J., CORBEEL, D. (2006)**).

Nous pourrions schématiser la place du système d'information de la manière suivante : (Figure I.7) Tout système d'information, quel que soit son objet, peut s'analyser comme une réponse spécifique à quelques questions essentielles, à savoir :

- Que veut-on faire ?
- De quelle information a-t-on besoin ?
- Quelles données à collecter ?
- Avec quelle régularité ?
- Comment les collecter, les vérifier, ...etc. ?
- Comment les classer, les associer, les répertorier en vue de leur utilisation optimale ?
- Quels traitements leur appliquer ? Quelles transformations éventuelles leur faire subir ?
- Quels calculs à effectuer. -Comment les communiquer ? À qui ? Sous quelle forme moment ?

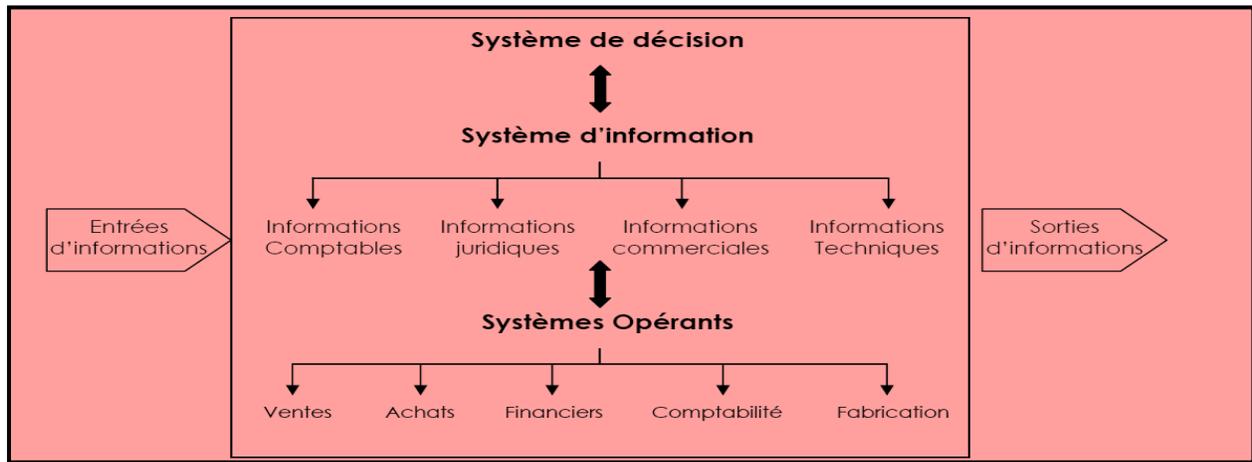


Figure I.7 : Schéma de la mise en place du système d'information.

### I. 1.6. Système d'information géographique :

- 1) **La définition de l'économiste Didier (1990)** « Un SIG est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision ».
- 2) **(Selon le Comité Fédéral de Coordination Inter-agences pour la Cartographie Numérique aux États-Unis (1988)** « Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre : la collection, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, l'affichage des données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion ».
- 3) **Selon la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection** : « Un SIG est un système informatique qui permet à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace ».
- 4) **Selon Konecny (2003)** « Un SIG, dans une définition étroite, est un système informatique pour la saisie, la manipulation, le stockage et la visualisation des données spatiales numériques. Dans une définition plus large, il est un système numérique d'acquisition, de gestion, d'analyse, de modélisation et de visualisation de données spatiales aux fins de la planification, l'administration et le contrôle de l'environnement naturel et aux applications socioéconomiques ».

### I. 1.7. Historique du S.I.G :

#### A. Période des précurseurs (années 60) :

-Développement "aléatoire".

-Travaux pionniers des laboratoires de calcul (USA principalement) (BELTRAN et GRISET, 2007).

-Applications pilotes (USA Bureau of the Census, militaires).

**B. Expérimentation (années 70) :**

-Arrivée des unités graphiques, informatique des spécialistes.

-Apparition des premières compagnies de logiciels de S.I.G.

-ESRI 1969, Intergraph, Computer Vision, Synercom.

**C. Mise en œuvre (années 80) :**

-Développement des applications.

-Diffusion des outils (Ex : ArcInfo 1982).

-Essor de la recherche, mise en place des programmes d'enseignement.

-Emergence d'une communauté d'utilisateurs.

**D. Maturité (années 90) :**

-Généralisation des applications et élargissement des thématiques.

-Multiplication des outils, apparition du Desktop GIS.

-Apparition d'un marché commercial.

-S.I.G sur internet.

**E. Diffusion (années 2000) :**

-S.I.G Mobile (Geolocation based services).

-Interopérabilité (RIEDO et CHETELAT, 2001).

**I. 1.8. Les composantes d'un SIG :**

Selon ESRI France (ESRI, 2018) un Système d'Information Géographique est composé de :

**(Figure I.8)**

**A. Matériel informatique (hardware)** Les SIG marchent sur une très grande panoplie d'ordinateurs (pc de bureaux raccordés en réseau ou exploités de manière autonome).

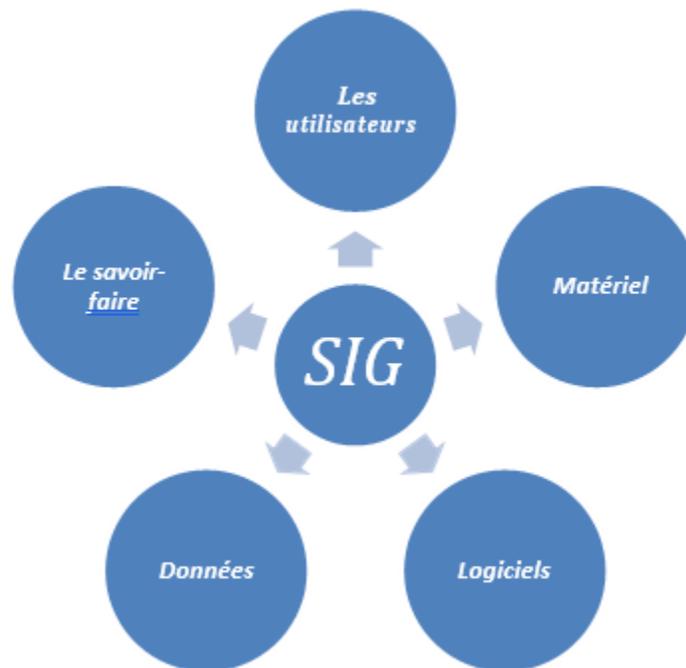
**B. Logiciels (software)** Les logiciels de SIG offrent les outils nécessaires pour sauvegarder, examiner et visualiser l'information géographique.

Les principaux composants d'un logiciel SIG sont :

- ✓ -Outils de saisie et de manipulation des informations géographiques Système de Gestion de Base de Données.
- ✓ Outils géographiques de requête, d'analyse et de visualisation.
- ✓ Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

**C. Données (Information Géographique)** Les données constituent la composante maîtresse des SIG. L'information géographique peut, soit être constituée en interne, soit acquise auprès de producteurs de données.

**D. Personnel formé** Un SIG étant avant tout un outil, donc c'est l'utilisateur « expert en SIG » de l'exploiter. Il faut signaler que les SIG sont élaborés d'une manière qui leurs permettent d'être manipulés par plusieurs types d'utilisateurs, depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux utilisateurs de logiciel pour le traitement de l'information géographique. Actuellement, grâce à l'accès des SIG sur Internet, le nombre d'utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante.



*Figure I.8 : Schéma des composantes d'un SIG.*

### **I. 1.9. Les fonctionnalités du S.I.G :**

Les SIG sont créés pour répondre à différentes demandes et comme le système commun n'existe pas, il faut les ajuster selon les objectifs établis. Néanmoins il faut dire qu'il y'a 5 fonctionnalités « on les appelle les 6A » que tous les SIG doivent assurer (figure I.9) :

- **Abstraire** : Concevoir un modèle qui arrange les données par constituants géométriques et par attributs descriptifs, et qui permet aussi d'établir des relations entre les objets.
- **Acquérir** : Le logiciel doit posséder des fonctionnalités de digitalisation et

d'importation de données.

- Archiver : Le logiciel doit avoir une grande capacité de stockage des données.
- Analyser : Capacité d'analyser les données géographiques (méthodes quantitatives et statistiques, opérateurs topologiques, etc.).
- Afficher : Capacité d'affichage de l'information géographique sous forme de Cartes, tables, graphes, etc.).
- Anticipation prospective.

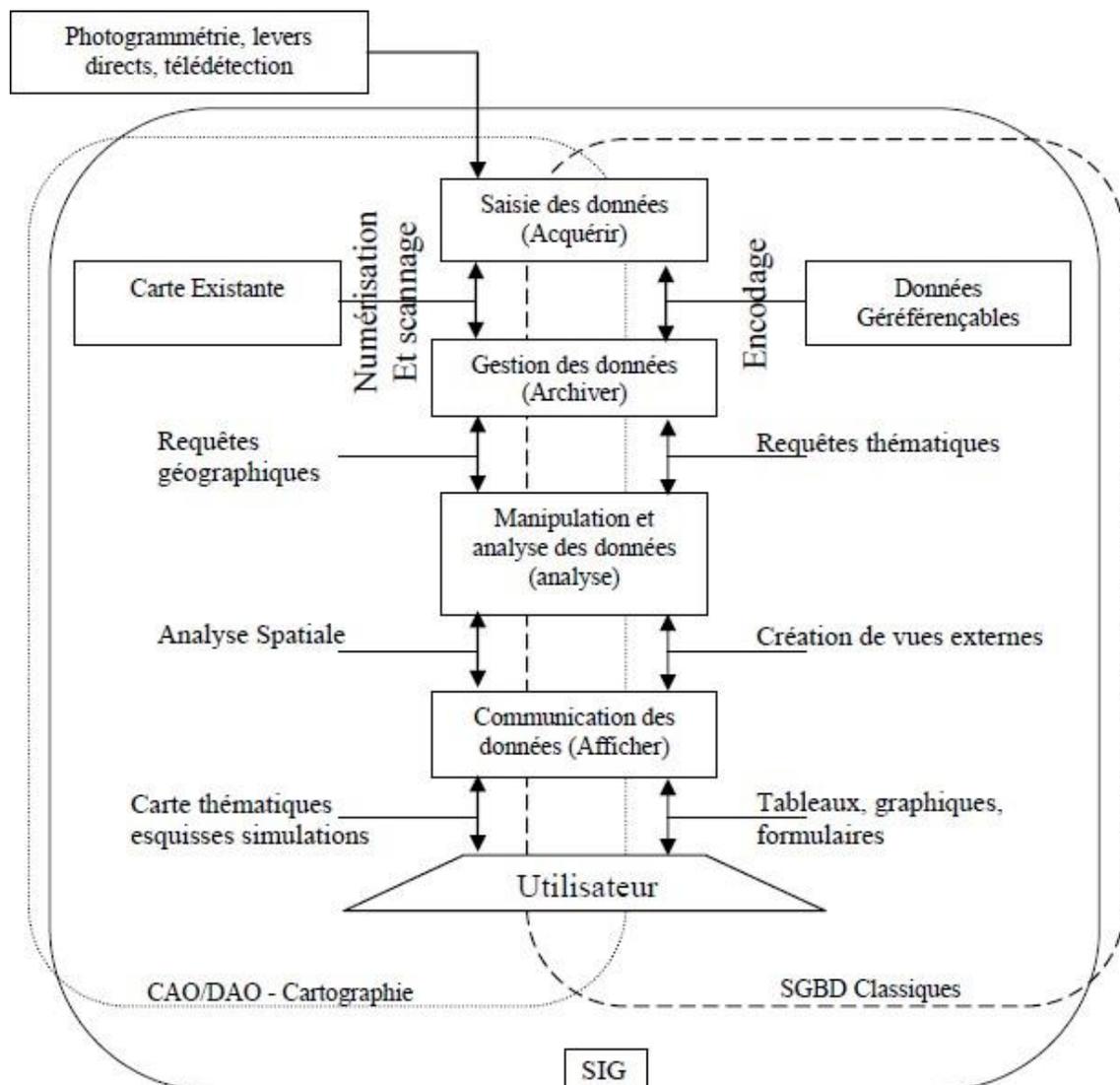


Figure I.9: Les fonctionnalités du S.I.G. (NOTTET, 2002).

### I. 1.10. Le rôle des SIG :

Le rôle du système d'information est de proposer une représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives graphiques (vecteur) ou des maillages

(raster). À ces primitives sont associées des informations qualitatives telles que la nature (route, voie ferrée, forêt, etc.) ou toute autre information contextuelle (HAMENNI, N. (2011).

\*Acquisition, archivage, analyse, affichage, abstraction.

\*Organisation des données descriptives et des données géométriques (I.A.A.T(2003) :

\*Acquérir revient à alimenter le SIG en données. Les fonctions d'acquisition consistent à entrer d'une part la forme des objets géographiques et d'autre part leurs attributs et relations.

\*Archiver consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur). Cette fonction dépend de l'architecture du Logiciel avec La présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) ;

\*Analyser permet de répondre aux questions que l'on se pose.

\*Afficher pour produire des cartes de façon automatique, pour percevoir les relations spatiales entre les objets, pour visualiser les données sur les écrans des ordinateurs.

\*Abstraire revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets.

### **I. 1.11. Domaines d'application :**

Les domaines d'application des SIG concernent l'ensemble des activités où interviennent des données localisées : la protection de l'environnement, la gestion des ressources, l'aménagement du territoire, les études d'impact, le suivi de phénomènes dynamiques (MAGUIRE D.J., GOODCHILD M.F., R. D. (1991). En plus des domaines suivants :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques).
- Marketing (localisation des clients, analyse du site).
- Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement).
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes).
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires).
- Hydrologie.
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture).
- Géologie (cartographie, aléas, amiante environnemental, prospection minière).
- Biologie (études du déplacement des populations animales).

- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)

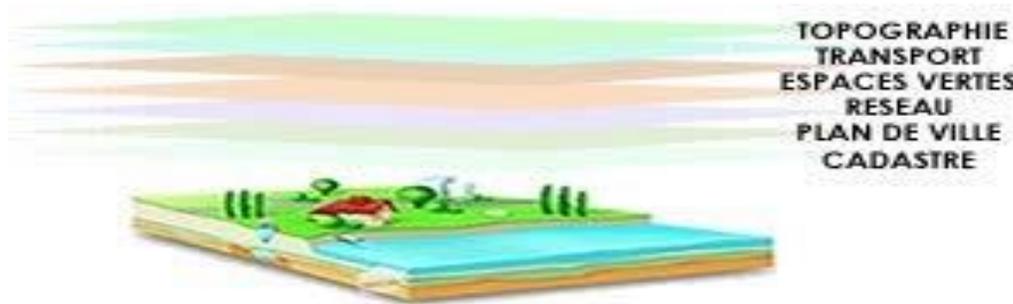


Figure I.10 : Domaines d'application du SIG.

## I. 1.12. Présentation des principaux logiciels de S.I. G :

### I. 1.12.1. Logiciels en mode vectoriel :

#### ❖ Arc GIS :

Il est conçu par la société ESRI. Arc GIS 9x est constitué de différents éléments :

- Arc GIS Desktop : suite intégrée d'applications S.I.G professionnelles.
- Arc GIS Engine : composants pouvant être incorporés par des développeurs afin de personnaliser des applications S.I.G.
- Applications S.I.G pour serveur : ArcSDE®, ArcIMS® et ArcGIS Server.
- Applications S.I.G nomades : ArcPad®, ainsi qu'ArcGIS Desktop et ArcGIS Engine pour les tablettes PC.

ArcGIS Desktop comprend une suite d'applications intégrées :

- ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe, ArcToolbox ainsi que ModelBuilder. Il est vendu sous trois niveaux incluant plus ou moins de fonctionnalités : ArcView, ArcEditor et ArcInfo.
- ArcMap : application centrale qui effectue toutes les tâches associées aux cartes, y compris la cartographie, l'analyse spatiale et la mise à jour.
- ArcCatalog : organisation et gestion des données.
- ArcToolBox et Model Builder : géo traitement.
- ArcGlobe : visualisation 3D dynamique.

L'une des suites logicielles les plus complètes du marché, ArcGIS propose également de nombreuses

Extensions tels que Spatial Analyst (module raster) et 3D Analyst.

#### ❖ MapInfo :

MapInfo est un logiciel S.I.G qui présente une inter-opérabilité importante, en raison d'un convertisseur de formats intégrés. Sur le plan des fonctions disponibles, il est moins complet

qu'ArcGIS mais s'avère toutefois suffisant pour de nombreuses applications. Afin de pouvoir Effectuer des calculs raster, il est nécessaire de lui adjoindre le module additionnel Vertical Mapper.

❖ **Géoconcept :**

Il est développé par une société française, ce logiciel se démarque de la majorité de ses concurrents en proposant une organisation basée sur un modèle "objet" et non sur une association table/entité.

❖ **APIC :**

D'une conception française, ce logiciel fonctionne également en mode objet et il est particulièrement adapté pour la gestion des réseaux. Basé sur un langage de programmation en français, il est caractérisé par une adaptabilité élevée. Issu du monde UNIX, son application Windows est relativement austère, ce qui limite en partie sa diffusion.

❖ **Géomedia :**

La suite logicielle Geomedia comprend une gamme importante de logiciels :

- GéoMedia Professional : digitalisation, analyse, présentation cartographique etc.
- GéoMedia Terrain : création et analyse de MNT.
- GéoMedia Image : traitement d'images.
- GéoMedia Grid : analyse de données raster.
- GeoMedia : version allégée de GeoMedia Professional.
- GeoMedia WebMap: applications Web SIG.
- Ainsi que Image Station Stéréo for GeoMedia, GeoMedia Fusion, GeoMedia Transaction Manager, GeoMedia VPF.

❖ **Star GIS:**

La société belge « STAR Informatic » propose une gamme variée de logiciels SIG : -STAR GIS est une plate-forme S.I.G bureautique conçue pour interroger et mettre à jour des bases de données, produire des rapports, réaliser des analyses thématiques etc.

- STAR Net est une plate-forme S.I.G par Internet.
- Win STAR est un S.I.G professionnel.

❖ **Manifold :**

Il est proche de MapInfo, ce logiciel est d'une diffusion actuellement anecdotique en France.

❖ **Savane :**

Il s'agit d'une suite logicielle particulièrement complète. Ce logiciel souffre d'une

interopérabilité très limitée et d'une architecture complexe, ce qui explique sa diffusion limitée au monde universitaire.

❖ **Jump :**

: c'est un logiciel S.I.G vectoriel gratuit, il intègre toutes les fonctionnalités de base nécessaires à la gestion d'un S.I.G de taille réduite.

### **I. 1.12.2. Logiciels en mode RASTER :**

❖ **IDRIS :**

Est un S.I.G en mode image, ainsi qu'un système puissant de traitement d'images, développé par l'université américaine de Clark.

❖ **SAGA :**

Il s'agit d'un logiciel modulaire libre. SAGA propose de nombreuses potentialités, notamment en ce qui concerne l'analyse topographique.

❖ **Grass :**

C'est un logiciel libre et très complet. Grass offre une interopérabilité importante et présente l'avantage de pouvoir fonctionner sous Linux.

❖ **Visualiseur :**

Il est gratuit et il permet de lire un nombre très important de formats S.I.G propriétaire.

## **I.2. Politique de gestion des ressources en eau :**

### **I.2.1. Stratégie de gestion des ressources en eau en Algérie :**

Cours de la dernière décennie, les politiques algériennes de gestion de l'eau se sont davantage concentrées sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources existantes (**Benbidia M., 2011**).

Nous gérons directement dans ce modèle, l'Etat gère seul l'eau, là où la gestion de l'eau est confiée à des sociétés étrangères : Société d'Eau et d'Assainissement d'Alger (SEAAL), Société d'Eau et d'Assainissement de Constantine (SEACO), Eau d'Oran et La Société d'Assainissement (SEOR) et la El Taf and Annaba Water and Sanitation Corporation (SEATA) gèrent les installations d'eau potable et d'assainissement dans les principales villes du pays. La gestion confiée en Algérie a été réussie, surtout SEAAL, car cette société est une société française, d'une part elle a des compétences et une expertise en gestion de l'eau, d'autre part les aspects historiques entre eux Pays : connaissance française du territoire de l'Algérie. L'Algérie a récemment adopté une nouvelle approche de la gestion de l'eau : la gestion intégrée des ressources en eau. Atteindre la gestion intégrée des ressources en eau : Du zonage à l'unification

sous une agence unique (Agence de Gestion Intégrée des Ressources en Eau : AGIRE) ; ce passage d'une gestion régionale à une gestion collaborative représente une logique de décision basée sur la collecte d'informations globales et un traitement intelligent... qui contribue à des options stratégiques pour assurer la durabilité et la sécurité de l'approvisionnement en eau des différents utilisateurs.

A ce point-là nous posons les questions suivantes : C'est quoi l'AGIRE ? et quelles sont les tâches principales de cette nouvelle agence ? et qu'est-ce qu'elle a ajouté pour l'efficacité de gestion de l'eau ? Selon le Partenariat mondial pour l'eau (2000), la GIRE est un processus qui promeut le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes dans le but de maximiser équitablement le bien-être économique et social. Écosystème important. Une approche de gestion intégrée des ressources en eau contribue à la gestion et au développement durables et appropriés des ressources en eau, en tenant compte des divers intérêts sociaux, économiques et environnementaux. Elle reconnaît les besoins de nombreux groupes d'intérêts différents, des secteurs économiques et de l'environnement qui utilisent et polluent l'eau. Aujourd'hui, la GIRE est une doctrine de gestion de l'eau qui a été définie en 1992 lors de la Conférence internationale sur l'eau et l'environnement à Dublin (Djaffar S., Kettab., 2018).

### **1.2.2. Les acteurs de l'eau en Algérie :**

Parmi les acteurs de l'eau en Algérie on distingue :

- Unicité de la ressource : l'eau doit être gérée à l'échelle d'une même unité hydrologique.
- Conseil : tous les utilisateurs participent à la prise de décision.
- Economie : restauration permanente des ressources.
- Ecologie : protection continue des ressources.
- Universel : L'eau est l'affaire de tous (Hamlat A., 2014.).

#### **1.2.2.1 Les acteurs de l'eau à compétence national et régionale :**

Depuis que l'Algérie a promulgué la loi nationale sur l'eau en 1996, le gouvernement a mis en place de nouvelles structures visant à promouvoir une gestion intégrée, décentralisée et participative de l'eau. Concernant la loi sur l'eau, telle que modifiée par le décret n° 96-13 du 15 juin 1996, la nouvelle politique de l'eau comporte cinq principes fondamentaux, à savoir (loi n° 83-17 du 1er juillet 1983) :

- Direction générale.
- la gestion économique.

- Gestion décentralisée, coordonnée et unifiée au sein du bassin versant.
- Gestion de la participation des utilisateurs Principes de compatibilité de la gestion des ressources en eau avec les politiques d'aménagement du territoire et de protection de l'environnement.

Le fondement de la nouvelle politique algérienne de l'eau issue de la Conférence nationale de l'eau organisée en 1995 repose sur cinq principes mondialement acceptés et universellement applicables (loi n° 96-13 du 15 juin 1996 ; Dris 2005) :

Les MRE comptent six agences publiques impliquées dans la gestion de l'eau. Ces institutions qui assurent la gestion de l'eau sont de nature administrative ou industrielle et commerciale.

Il existe trois organes administratifs :

- L'Agence Nationale des Ressources en Eau (ANRH), créée par décret n° 81-167 du 25 juillet 1981, est un établissement public à caractère administratif, à professions scientifiques et techniques, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, dont la mission est Réaliser un inventaire des ressources en eau et des sols irrigables du pays conformément aux objectifs du Plan National de Développement et aux conditions fixées par l'organisme de réglementation.
- L'Autorité Nationale des Barrages et des Transports par Eaux (ANBT), créée par le décret n° 85-163 du 11 juin 1985, est un établissement public à caractère administratif et technique, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il est chargé de mobiliser les ressources par la mise en œuvre des plans de construction des barrages et des différents réseaux interconnectés (canalisations, stations de pompage, stations de traitement).
- Les Agences de bassins hydrographiques (ABH), sont des établissements publics à caractère industriel et commercial, créées conformément au décret exécutif n° 96-279 du 26 Août 1996. Leurs missions principales portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau.

Le territoire national est découpé en cinq unités hydrographiques naturelles correspondant à des régions de planification hydraulique :

- L'Agence de bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam.
- L'Agence de bassin hydrographique Chélif-Zahrez.

- L'Agence de bassin hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellegue.
  - L'Agence de bassin hydrographique Sahara.
  - L'Agence de bassin hydrographique Oranie-Chott Chergui.
- **Les Agences à caractère industriel et commercial sont au nombre de trois :**
- ❖ L'Office national de l'irrigation et du drainage (ONID), créé par le décret exécutif n° 05-183 du 18 mai 2005 qui gère les projets d'irrigation et les opérations de drainage.
  - ❖ L'Office national de l'assainissement (ONA), créé en même temps que l'Algérienne des eaux (ADE), est l'organe public compétent en matière de gestion et d'aménagement des réseaux d'assainissement et de gestion des stations d'épuration et d'assainissement.
  - ❖ L'ADE, créée par décret exécutif n° 01-101 du 21 Avril 2001 et sous tutelle du MRE, exerce une autorité directe sur 26 entreprises publiques appelées EPE, Entreprise publique de l'eau (EPEAL pour Alger, EPEOR pour Oran), qui constituent les véritables opérateurs de la distribution pour les grandes agglomérations algériennes (Mozas et al.2013.).

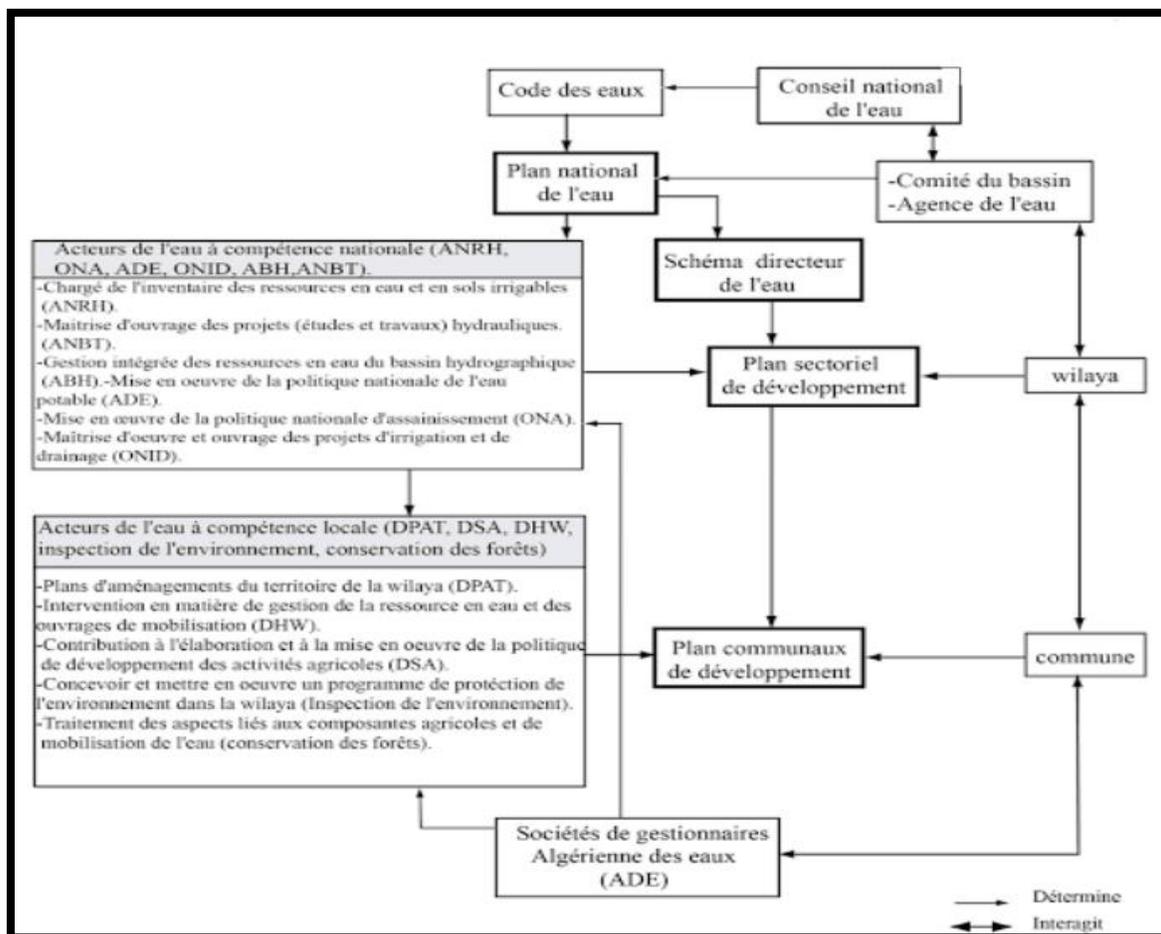


Figure I.11 : Le sous-système de gestion de l'eau en Algérie.

### **1.2.2.2. Les acteurs de l'eau à compétence locales :**

Dans chacune des 48 wilayas du pays, le MRE dispose d'une direction de l'hydraulique qui avec les directions locales des autres départements ministériels constituent « l'exécutif » de la wilaya.

- Les DREW (Directions des Ressources en Eau de Wilaya) sont les représentations régionales du ministère des ressources en eau. Elles mettent en œuvre la politique et le programme d'investissement sectoriel au niveau des régions. Elles sont également chargées d'exécuter des projets financés par les walis. Elles transmettent les besoins du maire à l'administration centrale.
- L'ADE (Agence nationale de distribution d'eau). L'ADE est chargée de la mise en œuvre de la politique d'approvisionnement en eau par l'exploitation, la gestion et le renouvellement de la production, du transfert et du stockage de l'eau, ainsi que des activités de distribution d'eau à usage domestique et industriel. Elle est chargée du contrôle de la qualité de l'eau. Elle est chargée d'améliorer l'efficacité dans l'utilisation de l'eau par la gestion des réseaux et l'application de mesures de conservation de la ressource et de gestion de la demande. Elle planifie et exécute les programmes d'investissement.
- L'ONA (Office nationale pour l'assainissement). En rapport avec les municipalités, cette agence est responsable de la conservation des ressources en eau et de la mise en œuvre de la politique d'assainissement. L'ONA est chargée d'exécuter les études de faisabilité, d'assurer le suivi des équipements et ouvrages d'assainissement (stations de traitement, collecteurs et réseaux), et d'exploiter et gérer toutes ces infrastructures. Elle est chargée de la sensibilisation des populations à travers des campagnes médiatiques et des programmes éducatifs dans les écoles (Hamlat A., 2014.).

### **1.2.3. Le système de planification de l'eau en Algérie :**

La stratégie de gestion par bassin présente les objectifs et aspirations à long terme, ainsi que la façon dont ces objectifs seront atteints. La stratégie couvre généralement une période de 10 à 20 ans. Elle détermine les orientations générales du plan de gestion du bassin et sert de cadre de référence aux programmes d'actions détaillés, qui couvrent des périodes de 3 à 6 ans. Le plan d'action du bassin présente les buts, les objectifs et les programmes de gestion des ressources en

eau pour une période déterminée, Il est conseillé de le concevoir de façon à ce qu'il puisse résister à de tels chocs ou de telles pressions externes.

La stratégie devrait tenir compte des informations suivantes au niveau national ou au niveau régional dans le cas des bassins transfrontaliers (GWP.,2009.) :

- ✓ Politiques de l'eau et cadres institutionnels.
- ✓ Contexte, type, étendue et sévérité des problèmes liés à la gestion de l'eau et des sols.
- ✓ Objectifs généraux de développement et ceux liés à l'eau.
- ✓ Niveau de développement économique du bassin.
- ✓ Capacité des gestionnaires de l'eau et des institutions à résoudre les problèmes liés aux ressources naturelles.
- ✓ Ressources financières disponibles au cours de la période stratégique.

Comme les stratégies constituent un outil de gestion, il est préférable qu'elles soient définies avec la participation de l'ensemble des acteurs.

L'élaboration d'une stratégie par bassin comprend cinq principales étapes. L'ordre dans lequel ces étapes sont mises en œuvre varie selon les circonstances.

1. Identification des problèmes.
2. Définition des priorités.
3. Identification des options de gestion.
4. Analyse des coûts et des bénéfices.
5. Évaluation des risques.

D'après (Philip et al 2008), les stratégies de gestion de l'eau doivent être conçues pour faire face à une large palette d'incertitudes futures qui peuvent être directement liées à la variabilité du cycle hydrologique ou bien résulter de facteurs externes (variations démographiques ou développements macro-économiques). La construction de scénarios permet de prendre en compte les diverses incertitudes en les incorporant aux stratégies planifiées pour limiter les imprévus.

La construction de scénarios peut également puiser dans les informations rassemblées durant l'analyse préliminaire, mais elle nécessite malgré tout l'inclusion de données provenant d'autres sources (Philip et al 2008). L'utilisation de sources d'informations multiples présente non seulement des avantages que les informations recueillies soient susceptibles d'être plus précises mais en particulier les méthodes participatives de collecte de l'information (ateliers des parties prenantes, consultations locales, etc.) (GWP.,2005), Dans le cadre du cycle de gestion, elle

intervient essentiellement lors de la conception de stratégies, après la définition par les parties prenantes d'une vision commune.

### **I.2.3.1. Le plan national de l'eau (PNE) :**

ALGER - Le Plan national de l'eau allant jusqu'à 2035 a permis de doubler et de diversifier les capacités de collecte et de distribution de l'eau au profit des habitants, ce qui a permis de parvenir à un taux de raccordement de 98% des habitants en eau potable, a indiqué jeudi à Alger le Secrétaire général du ministère des Ressources en eau.

S'exprimant en marge d'une cérémonie organisée à la Promenade des Sablettes (Alger), à l'occasion de la Journée mondiale de l'eau qui coïncide avec le 22 mars de chaque année, M. Belhadj Bekateb a indiqué que Le Plan national de l'eau a permis de doubler et de diversifier les capacités de collecte et de distribution de l'eau, ce qui a permis de parvenir à un taux de raccordement de 98% en eau potable, à raison de 180 litres/individu quotidiennement et une distribution quotidienne au profit de 80 % des citoyens (45% bénéficient de l'eau potable 24h/24).

Remporter la bataille de l'eau demeure une condition fondamentale pour concrétiser une véritable transformation socioéconomique aussi bien dans les secteurs de l'agriculture et l'industrie qu'en matière de préservation de la santé des citoyens, la protection du système écologique et la réalisation du renouvellement urbain", a-t-il ajouté.

Grâce aux volumes, sans précédents, des investissements publics et au Plan national de l'eau, l'Algérie a pu, dans un temps record, doubler et diversifier ses capacités en matière de collecte et distribution de l'eau, le traitement des eaux usées et l'élargissement des superficies irriguées outre l'amélioration du service public offert dans ce domaine", a affirmé M. Belkateb. (**Algérie Presse Service**).

### **I.2.3.2. Le plan directeur d'aménagement des ressources en eau (PDARE) :**

Le PDAIRE constitue, en principe l'unité de base de la planification de l'eau, mais à la pratique on constate qu'il peut être réduit à un instrument d'exécution d'une politique conçue dans ses orientations fondamentales au niveau national tant à travers le plan national d'eau (PNE) qu'à travers les autres mesures d'accompagnement.

Le cadre législatif et réglementaire régissant actuellement l'établissement et l'approbation des PDAIRE confirme cette réduction de leur portée.

Cependant, l'approbation du PDAIRE par décret et les concertations préalables qu'il requiert à différents niveaux sont de nature à conforter son aspect consensuel et à renforcer son opposabilité

à tous les intervenants et partenaires. Le PDAIRE instrument de planification se présente donc formellement comme un document technique et aussi juridique destiné à asseoir, dans le cadre d'une gestion décentralisée, une politique de gestion concertée et durable des ressources en eau. L'analyse succincte des dispositions légales et réglementaires régissant cette planification suggère que les organismes chargés de son élaboration, notamment les ABH, peuvent librement fixer les moyens et les objectifs de cette planification décentralisée.

Mais, cette liberté se trouve forcément encadrée par les autorités qui interviennent dans les procédures d'approbation du plan et de la délimitation de son support territoriale. De plus de nombreuses contraintes juridiques encadrent cette planification décentralisée à travers les PDAIRE.

Le projet de décret abrogeant celui en cours portant n° 2-97-1187 du 04 février 1998 relatif à l'établissement des PDAIRE et de PNE stipule dans le point 9 de son article 2 que le PDAIRE doit comporter entre autres » l'étude du financement et du suivi de la mise en œuvre, les actions de développement et de mise en valeur des ressources en eau ainsi que des actions de préservation de ces ressources et des écosystèmes aquatiques, les possibilités d'économie d'eau et de valorisation des eaux non conventionnelles et des mesures de protection contre les inondations ».

En matière d'effectivité juridique des PDAIRE, l'article 18 de la loi conditionne l'accord ou la délivrance des autorisations et des concessions d'utilisation ou d'exploitation du DPH par leur comptabilité avec les objectifs définis dans le PDAIRE. Ces derniers sont approuvés par décret ce qui rend impérative l'application de leurs prescriptions et dispositions.

La loi n'impose aucun calendrier pour l'établissement des PDAIRE. Le seul apport juridique, en termes de temporalité consiste en la fixation de leurs durées d'au moins vingt ans et en la possibilité de révision de leur contenus tous les cinq ans et à titre exceptionnel si les circonstances l'exigent, comme elle peut l'être sur recommandation du conseil d'administration de l'agence. De même aucun ordre n'est pas établi entre l'établissement des PDAIRE et celui du PNE.

### ✓ **Les objectifs de l'étude de mise en œuvre du PDAIRE :**

Les objectifs assignés à la présente étude de l'analyse du cadre institutionnel et stratégique de mise en œuvre du PDAIRE par l'ABHS consistent en l'identification et la proposition de mesures d'accompagnement d'organisation et de gestion assurant l'efficacité opérationnelle et l'efficience économique des interventions de cette agence et permettant la pérennité et la

valorisation des ressources en eau du bassin, la rentabilisation et la durabilité des investissements publics et privés consentis et à consentir.

L'étude se veut donc, après un diagnostic analytique de l'environnement institutionnel et juridique et du cadre structurel de l'ABHS et des stratégies qu'elle développe en matière de gestion et de mise en valeur des ressources en eau, de proposer des mesures de réformes et d'accompagnement tant du cadre juridique et réglementaire n'agissant les interventions de cette agence, que de ses missions de son organisation de gestion de ses performances de ses relations et interfaces avec la tutelle et les différents intervenants que des stratégies de développement et de gestion élaborées dans le cadre du PDAIRE du Sebou.

Ces propositions de réformes se doivent de s'inscrire dans les nouvelles orientations stratégiques des pouvoirs publics en matière de développement socio-économique, de gestion de l'intervention publique et du service public, d'ouverture de l'économie nationale de valorisation et de préservation des ressources. Lesquelles orientations stratégiques restent basées sur la décentralisation et la déconcentration de l'action publique, la durabilité du développement, de l'efficacité économique des investissements, la modernisation de l'intervention publique, l'encouragement et le développement de l'initiative privée et de l'emploi, l'affirmation et le développement des métiers et des professions.

Cette mise à niveau du cadre institutionnel et stratégique d'intervention de l'ABHS, quoique impérative, doit néanmoins être justifiée par sa faisabilité juridique et financier à court et moyen terme, qui n'imposent pas des préalables de blocage difficiles à lever qui ont des impacts positifs aussi bien sur les bénéficiaires des services rendus par l'ABHS que sur les finances publiques, et qui libèrent et valorisent les potentialité et les synergies manifestes d'intervention des autres intervenants du secteur public et privé (Juridiques M., 2010).

#### **I.2.4. Stratégie de gestion des ressources en eau pour la région de M'sila :**

Selon Zouai (2010), les ressources sont évaluées selon un scénario ; qui prend en compte une pluviométrie moyenne, la priorité a été donnée à la satisfaction des besoins et l'ordre de l'AEPI par affectation :

- Pour l'AEPI : eau dessalée (pour le littoral), eau souterraine, eau de barrage.
- Pour l'irrigation à grande échelle : eau de surface + eaux usées épurées.
- Pour la petite et moyenne irrigation: eau souterraine + eau de surface (petits barrages, retenues collinaires, prélèvements au fil de l'eau).

Par contre l'évaluation des besoins en AEPI actuel et pour l'horizon 2025 a été

calculée sur la base de la démographie de la population avec une dotation unitaire moyenne, en tenant compte des critères précédents.

En ce qui concerne notre zone d'étude, les grands axes de la stratégie de l'eau sont :

- Les ressources en eau conventionnelles tel que :

- Les nouveaux ouvrages de mobilisation (barrages, transferts régionaux, retenues collinaires et forages).
- L'exploitation et maintenance des ouvrages.

Les ressources en eau non conventionnelles tel que :

- La déminéralisation des eaux saumâtres ;
- La réutilisation des eaux usées épurées.

- sélection de projets et planification des investissements : La planification des investissements ainsi que la sélection de projets dans le secteur de l'eau doivent considérer les quatre aspects fondamentaux suivants :

- Les besoins et demandes en eau des différents groupes d'utilisateurs AEP, industrie, agriculture.
- Le potentiel de mobilisation d'eau par ressource et contraintes techniques.
- Les contraintes environnementales.
- Les contraintes financières.

Ces quatre aspects doivent être abordés dans le cadre d'un « Plan National de l'Eau » (PNE) qui constitue le point de départ pour toute formulation de stratégie et programmation d'actions dans le secteur.

### **I.2.5. Demande en eau des différents secteurs :**

La demande en eau est répartie en catégories, selon les trois sous-secteurs d'hydrauliques majeurs de consommateurs d'eau à savoir :

- Eau potable (AEP).
- Eau pour la grande industrie (AEI).
- Eau agricole (GPI et PMH).

La demande se compose des besoins des consommateurs, et des pertes se produisant au cours du processus de la distribution de l'eau.

Pour l'AEP, les besoins sont généralement exprimés en litre par habitant et par jour, avec des majorations forfaitaires pour l'Administration et, la Petite et Moyenne Industrie (PMI).

Les besoins de la Grande Industrie varient beaucoup, selon le genre de produit et processus industriel. Ils sont établis individuellement.

La demande en eau agricole (usage pour l'irrigation) dépend de beaucoup de facteurs, comme le climat, le terrain, les cultures, et est quantifié par m<sup>3</sup>/ha/an.

Les pertes atteignent souvent des quantités importantes, par rapport aux besoins, et varient fortement, selon l'état des installations utilisées (type, âge, maintenance, opération). La détermination exacte des pertes exige l'emploi permanent de compteurs, la relève et l'évaluation régulière des quantités d'eau consommées.

Ces procédures ne sont pas souvent appliquées dans les règles de l'art. Par conséquent, les quantités des pertes sont souvent prises en compte par un pourcentage des besoins estimés.

### **I.2.5.1. Demande (Approvisionnement) en Eau Potable (AEP) :**

La demande future en eau potable à usage domestique dépend directement du développement démographique. Son calcul s'effectue sur la base du choix d'une dotation unitaire (l/j/hab.) par type d'habitat et par agglomération, combiné avec un nombre de majorations pour les besoins institutionnels et autres.

#### **➤ Évolution de la démographie :**

Le développement démographique nécessaire pour la détermination des besoins pour les différents horizons de planification se base notamment sur les résultats du recensement le plus récent.

Afin de prendre en considération le développement futur, on tiendra compte des hypothèses de l'évolution démographique pour les différents horizons de planification, établies par les services compétents de statistiques de l'office Nationale des Statistiques « ONS ». L'évolution de la population pour les horizons 2010 et 2025 est calculée par la formule suivante :

$$P_n = P_0 (1 + \alpha)^n,$$

Avec :

$\alpha$  : taux d'accroissement géométrique annuel et  $n$  : nombre d'années. Les résultats des calculs sont indiqués dans le tableau I.1. Ci-dessous pour les différentes régions considérées dans notre étude.

**Tableau I.1:** Croissance démographique par région.

| N°                    | Wilaya      | Population<br>RGPH 2008 | Taux (%)<br>D'accroissement | Population<br>RGPH 2010 | Population<br>RGPH 2025 |
|-----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                     | Nord Centre | 10.705.527              | 1,3                         | 11.026.093              | 13.067.003              |
| 2                     | Nord-Ouest  | 5.625.641               | 1,45                        | 5.723.800               | 6.804.638               |
| 3                     | Nord Est    | 5.229.502               | 1,33                        | 5.376.704               | 5.743.473               |
| S/Total Nord          |             | 21.560.670              | 1,36                        | 22.126.597              | 25.615.114              |
| 1                     | H.P Centre  | 2.537.037               | 3.03                        | 2.438.218               | 3.218.323               |
| 2                     | H.P Ouest   | 1.893.164               | 2.36                        | 1.703.963               | 2.351.030               |
| 3                     | H.P Est     | 4.895.082               | 1.58                        | 5.066.373               | 6.293.795               |
| S/Total Haut Plateaux |             | 9.325.283               | 2,4                         | 9.208.554               | 11.863.148              |
| 1                     | Grand Sud   | 228.970                 | 3.55                        | 227.186                 | 306.641                 |
| 2                     | Sud-ouest   | 718.924                 | 3.6                         | 697.524                 | 894.013                 |
| 3                     | Sud Est     | 2.291.064               | 2.3                         | 2.344.322               | 3.100.534               |
| S/Total Sud           |             | 3.238.958               | 3.15                        | 3.269.092               | 4.301.188               |
| Total générale        |             | 34.124.911              | 2.3                         | 34.604.243              | 41.779.450              |

Source : Zouaï ,2010.

Pour l'horizon 2025 la population en Algérie sera estimée à 41.779.450 Habitants, or qu'à l'horizon de 2010 population aura atteint les 34.604.243 Habitants, ce qui représente une augmentation de la population de 7.175.207 habitants, soit une croissance 20,735 % sur une période de 15 ans (Zouaï ,2010).

### I.2.5.2. Demande en eau domestique :

Il est approprié que le calcul de la demande en eau se fasse à partir d'un chiffre moyen général en fonction du type d'agglomération et applicable au niveau régional.

Une différenciation plus détaillée selon les habitudes de la population concernant la consommation d'eau ne serait pertinente que si cette approche différenciée était confirmée par des observations à long terme et des mesures effectives.

Les dotations pour les différents types d'agglomération ont été retenues dans le tableau I.2. Ci-après se rapportant à la dotation par type d'agglomération urbaine, rurale et éparsée, assumant que les habitants non raccordés aux réseaux d'alimentation directement se procurent de l'eau à partir des voisins abonnés aux réseaux.

**Tableau I.2. :** Dotation en eau par type d'agglomération.

| Type d'agglomération                             | Dotation unitaire 2008 –2020 (l/j/h) |               |
|--|--------------------------------------|---------------|
|  | Raccordés                            | Non Raccordés |
| Urbaine et suburbaine, semi urbaine, semi rurale | 100                                  | 50            |
| Rurale, éparsée                                  | 80                                   | 40            |

Source : Zouaï ,2010.

### **I.2.5.3. Demande en eau d'irrigation :**

L'estimation de la demande en eau agricole et son évolution à l'échelle d'un territoire intéressent différents acteurs principalement les gestionnaires et les agriculteurs.

- Superficie irriguée La superficie agricole totale au niveau du bassin est de 18075 ha dont 3615 ha irrigués sous forme de Petite et Moyenne Hydraulique (PMH) gérées directement par les agriculteurs, la part des Grands Périmètres Irrigués (GPI) au niveau du bassin est nulle.

L'eau utilisée pour l'irrigation est à plus 85% d'origine souterraine.

La PMH individuelle représente une large majorité de la PMH, avec 80 % des surfaces physiques irriguées tandis que l'irrigation collective, ne représente que 20 % des irrigations en PMH. La demande normative en eau d'irrigation dépend du besoin normatif et de l'efficacité du système d'irrigation.

- Efficacité des systèmes d'irrigation Il est indispensable de connaître avec beaucoup d'exactitudes, l'importance des pertes et gaspillages d'eau enregistrés dans les districts d'irrigation. 134 Par définition l'efficacité est le rapport des volumes d'eau effectivement utilisés par les plantes aux volumes d'eau délivrés en tête de réseau, la notion d'efficacité d'un réseau d'irrigation exprime la qualité de la gestion de ressources hydrique. Des pertes en eau peuvent en effet se produire tant au niveau de la distribution à la parcelle que dans le réseau d'amenée (Soutter et al., 2007). Chaque technique d'irrigation peut être caractérisée par un jeu de coefficients d'efficacité (ou de pertes) depuis la mobilisation, en passant par l'adduction, le stockage éventuel, la distribution et le mode d'arrosage à la parcelle. En termes d'alimentation d'un aménagement agricole, certains systèmes d'irrigation sont réputés plus efficaces que d'autres. C'est le cas de l'aspersion et du goutte à goutte qui sont plus efficaces que l'irrigation gravitaire. D'une manière générale l'on considère efficacité moyenne théorique estimée entre 40% et 60%, pour l'irrigation gravitaire, entre 70% et 80% pour l'aspersion, entre 80 et 90% pour l'irrigation localisée (Thivet et al., 2007).

### **I.2.5.4. Demande en eau de l'administration, du commerce et de la petite industrie :**

Pour le calcul de la demande de l'Administration, du commerce et de la petite industrie, les majorations utilisées sont reprises au **tableau I.3**. Suivant.

**Tableau I.3 : Majoration pour Administration, commerce et industrie.**

| Type d'agglomération | Administration | Commerce | Industrie |
|----------------------|----------------|----------|-----------|
| Urbaine              | 20,00%         | 10,00%   | 10,00%    |
| Suburbaine           | 15,00%         | 8,00%    | 10,00%    |
| Semi Rurale          | 10,00%         | 5,00%    | 5,00%     |
| Rurale               | 15,00%         | 3,00%    | 2,00%     |

Source : Zouaï ,2010.

### I.2.5.5. Taux de raccordement :

Les objectifs cibles pour l'évolution du taux de raccordement aux réseaux d'eau potable sont définis dans le tableau I.4. Ci-après, comme suit :

**Tableau I.4. : Type de raccordement.**

| Type de raccordement                         | Taux en (%) |
|--|-------------|
| Taux de raccordement urbain actuel           | 78,00%      |
| Amélioration du taux de raccordement (%/ an) | 0,80%       |
| Taux de raccordement en 2020                 | 90%         |
| Taux de raccordement rural actuel            | 56%         |
| Amélioration du taux de raccordement (%/ an) | 1,60%       |
| Taux de raccordement en 2020                 | 80%         |

Source : Zouaï ,2010.

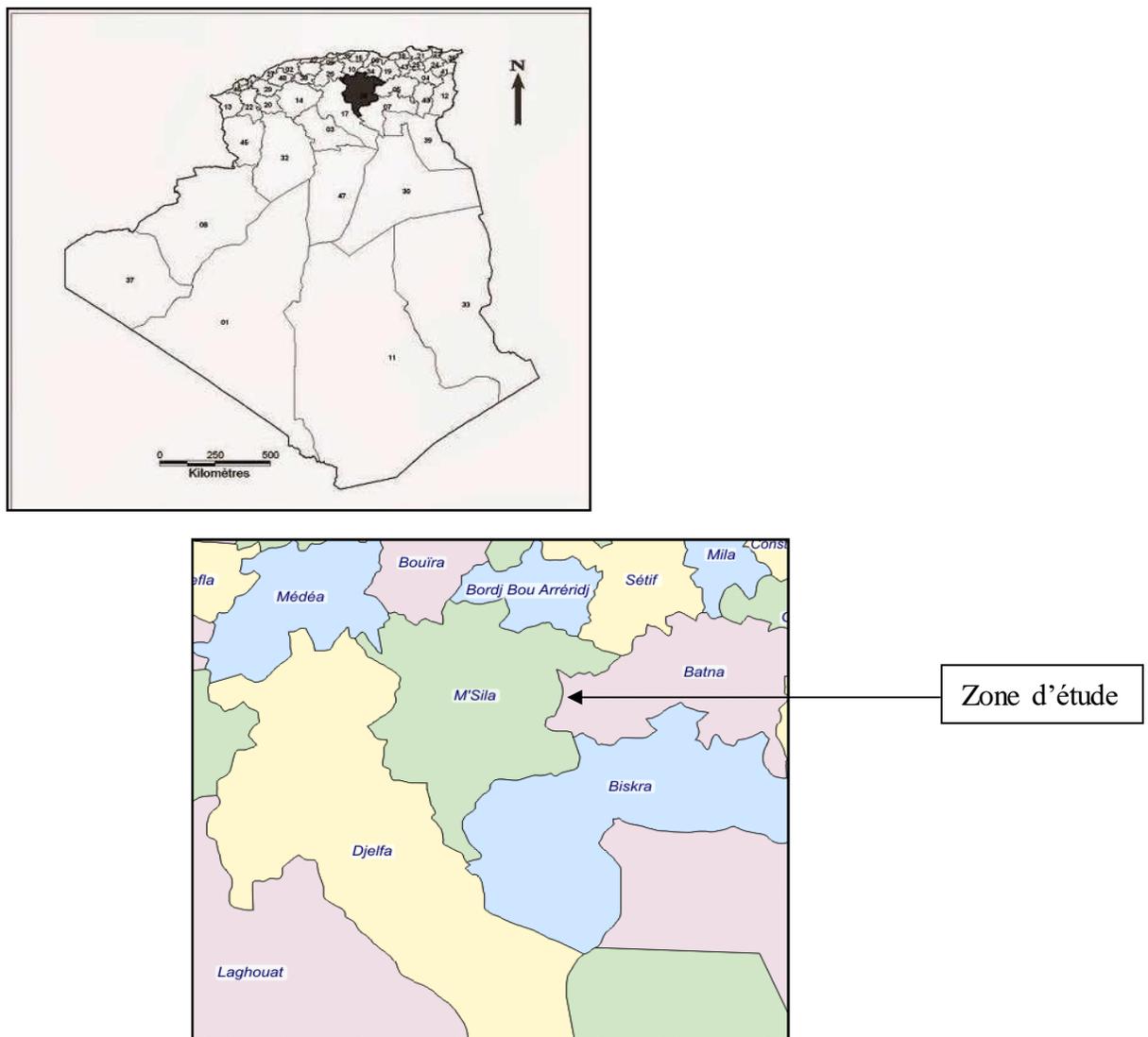
*Chapitre II :*  
*Présentation de la*  
*région d'étude*

## II.1. Situation géographique de M'sila :

La wilaya de M'sila, dans ses limites actuelles, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du Nord dans son ensemble, elle fait partie de la région des Hauts Plateaux du centre et s'étend sur une superficie de 18.175 km<sup>2</sup> (**Annuaire statistique 2020 M'sila**).

Elle est située à 35°40' latitude Nord et latitude 04°30' longitude Est, sur une altitude d'environ 441m.

La wilaya de M'sila est située dans la zone semi-aride dont la pluviométrie est inférieure à 250 mm/ an, Elle est limitée au Nord-Est par Bordj Bou-Arredj et Sétif, au Nord-Ouest par Médéa et Bouira, à l'Est par la wilaya de Batna, à l'Ouest par la wilaya de Djelfa, au Sud-Est par la wilaya de Biskra (**Figure II.1**).



**Figure II.1:** Situation géographique de la zone d'étude.

## II.2. Géologie :

L'étude géologiques et géophysiques indiquent que la wilaya de m'sila est caractérisée par la présence d'un remplissage détritique très hétérogène, daté du Moi-Ploi-Quaternaire, constitué de sables, graviers et galates dans une argilo-limoneuse (Le Houerou et Claudin, 1972 in Lakehali, 2015).

Selon la Figure 06, établie par (Houerou et Claudin, 1972 in Lakehali, 2015), la géologie d'El-Hodna présente :

**Le quaternaire** : présenté par d'anciennes alluvions et des sédiments fins.

**Le tertiaire** : comporte l'Eocène, l'Oligocène continental et le Miocène. Le premier est caractérisé par des grès rouges, des argiles variées, des calcaires et des conglomérats. Le second caractérisé par des conglomérats, des grès fins friables, des marnes rougeâtres et le dernier est constitué d'une alternance de marnes gypseuse avec des grès et calcaire.

**Le secondaire** : comporte le Trias, Jurassique et le Crétacé. Le Trias présente une lithologie composée de marnes gypseuse et de sels, le Jurassique formé par le calcaire et le Crétacé formé par des bans de marnes et de grès avec intercalation de calcaire (Figure II.2).

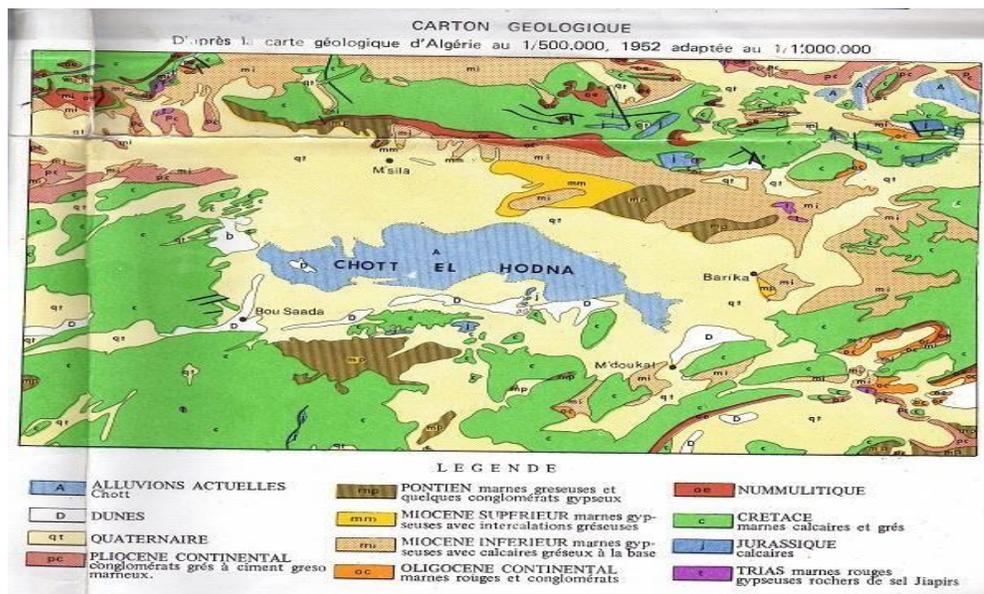


Figure II.2: Géologie de la région du Hodna (Le Houerou et Claudin, 1972 in Lakehali, 2015).

## II.3. Géomorphologie (Relièf) :

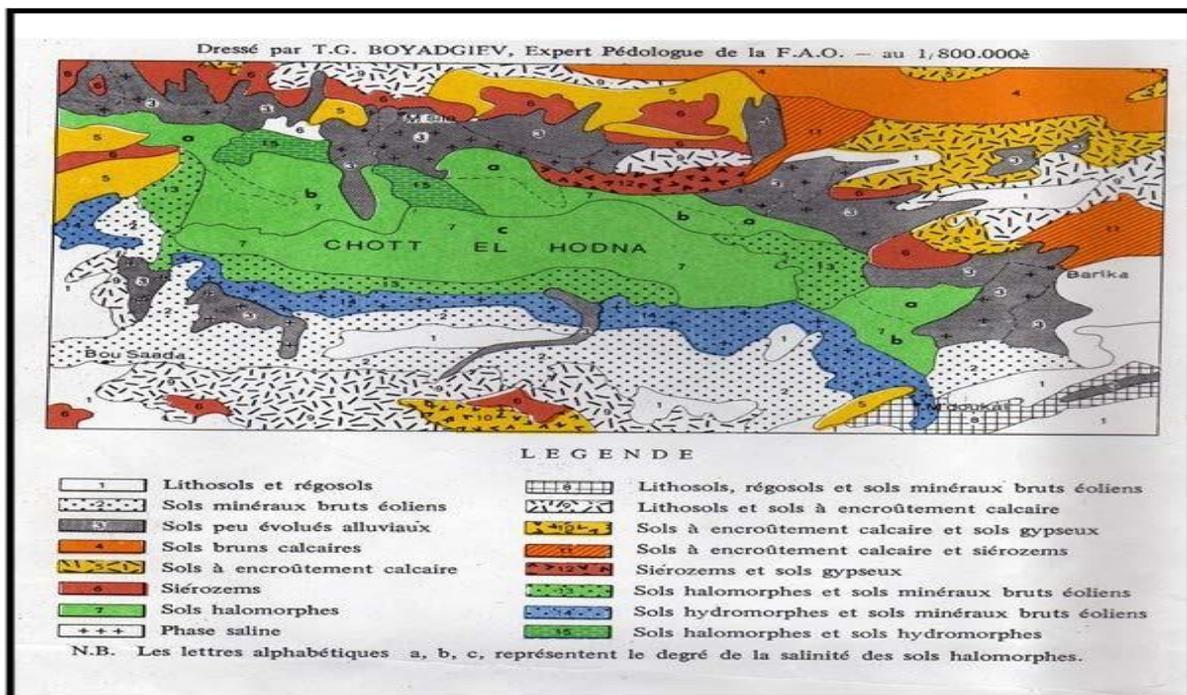
Le territoire de la Wilaya constitue une zone charnière et de transition entre les deux grandes chaînes de montagnes que sont l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien (Annuaire statistique 2020 M'sila).

La configuration géographique y est comme suit :

- Une zone de montagnes de part et d'autre du Chott El Hodna
- Une zone centrale constituée essentiellement de plaines et de hautes plaines.
- Une zone de chotts et de dépression avec le Chott El Hodna au Centre Est et le Zahrez Chergui au Centre Ouest.
- Une zone de dunes de sable éolien.

#### II.4. Sols :

Les sols de la wilaya de M'Sila présentent des caractères variables. En général, ils sont pauvres et fragiles, des croûtes calcaires viennent parfois affleurer à la surface. On distingue 06 type de sols : sols minéraux bruts d'apport alluvial, sols peu évolués, sols Calc magnésiques, sols



halomorphe, sols hydromorphes et sols isomorphes (Fetayah, 2015). (Figure II.3) :

**Figure II.3:** Carte pédologique de la région de M'sila (Boyadgiev, 1995).

Présente les types de sols de région suivants :

- Sols bruns calcaires en association avec régosols et lithosols.
- Sols minéraux bruts et sols peu évolués régosoliques.
- Sols peu évolués d'apport alluvial.
- Sols peu évolués d'apport alluvial : (Peu steppisés - Calcimorphes. – Hydromorphes).
- Sols peu évolués halomorphes.
- Sols sodiques.

- Sols très fortement à excessivement salins.
- Sols minéraux bruts xériques inorganisés d'apport.
- Sols peu évolués d'apport éolien.
- Sols sur croûte et encroûtement calcaire.
- Sols minéraux bruts d'érosion.

## II.5. Climat :

Le climat de la Wilaya est de type continental soumis en partie aux influences sahariennes. L'été y est sec et très chaud, alors que l'hiver y est très froid (**Annuaire statistique 2020 M'sila**).

Sur le plan pluviométrique, la zone la plus arrosée est située au nord ; elle reçoit plus de 480 mm par an (Djebel Ech Chouk – Chott de Ouenougha) ; quant au reste du territoire, la zone la plus sèche est située à l'extrême sud de la Wilaya et reçoit moins de 200 mm/an.

Les précipitations moyennes annuelles de la wilaya en 2020 sont de 12.6 mm par an.

Les températures moyennes mensuelles de l'année sont de 19.80 C°, enregistrées au mois plus chaud (Août) sont de 32.80 C° et le mois plus froid (Janvier) sont de 8.0 C°. Se trouvent dans le **tableau (II.1)** ci-dessous.

*Tableau II.1 : Données climatiques (Année 2020).*

| Mois         | Température (C°) | Précipitation pluie (mm) | Humidité (%) | Vents (m/s) |
|--------------|------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| Janvier      | 8,0              | 17,8                     | 74,0         | 1,0         |
| Février      | 12,4             | 0,0                      | 54,0         | 1,0         |
| Mars         | 13,9             | 21,7                     | 59,0         | 5,0         |
| Avril        | 17,9             | 41,4                     | 59,0         | 4,0         |
| Mai          | 24,3             | 8,0                      | 38,0         | 4,0         |
| Juin         | 27,9             | 7,4                      | 32,0         | 5,0         |
| Juillet      | 32,1             | 6,4                      | 29,0         | 4,0         |
| Août         | 32,6             | 0,5                      | 27,0         | 1,0         |
| Septembre    | 25,0             | 22,7                     | 47,0         | 4,0         |
| Octobre      | 18,3             | 0,8                      | 45,0         | 3,0         |
| Novembre     | 14,9             | 15,7                     | 60,0         | 4,0         |
| Décembre     | 9,7              | 8,7                      | 71,0         | 4,0         |
| Total ou moy | 19,8             | 12,6                     | 49,6         | 3,3         |

## II.6. Végétation :

Le couvert végétal influe beaucoup sur les quantités d'eau disponibles pour l'écoulement de surface. En effet, l'évapotranspiration par les végétaux est très importante, elle varie selon la nature des végétaux (forêts, cultures, prairies).

La répartition du couvert végétal et la part de chaque type de couvert dans chaque sous bassin versant dépend des caractéristiques physico-géographiques de chaque bassin, des caractéristiques climatiques qui en déroulent et de l'influence de l'action anthropique.

Pour le bassin du Hodna on distingue :

- Des superficies forestières dominantes Djebels Messaad (33 814ha), Medjedel (16 321ha), Slim (14 916ha), Maadhid (6 448ha), Hammam El Dalaa (16 819ha), Boussaâda (3 739ha) à base de Pin d'Alep et Genévrier de Phénicie.
- Des superficies agricoles dans la plaine de M'sila qui propice aux cultures maraîchères (15125ha), aux céréales (741 945ha) et les arbres fruitiers (14 170ha) (**Bourenane, 2008**).

## II.7. Les ressource en eaux :

### II.7.1. Les eaux superficielles :

Les eaux de surface sont évaluées à 320 Hm<sup>3</sup> et s'identifient aux apports des oueds suivants :

**Tableau II.2 : Les principaux oueds de la wilaya de M'sila (CF M'sila).**

| Cours d'eau   | Pluviométrie (mm) | Bassin versant (Km <sup>2</sup> ) | Apports annuels moyens (Hm <sup>3</sup> ) |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|---|
| Oued el K'Sob | 300               | 1460                              | 30 – 50                                   |
| Oued Leham    | 250               | 6400                              | 15 – 210                                  |
| Oued Soubella | 250               | 186                               | 11  |
| Oued M'Cif    | 250               | 4200                              | 40  |
| Oued Logmane  | 300               | 328                               | 15  |
| Oued Medjedel | 300               | 575                               | 15  |
| Oued Chaïr    | 250               | 2730                              | 20  |

#### ➤ Oueds :

Le réseau hydrographique est constitué de nombreux oueds, dont les plus importants sont : Oued El Laham, Oued El K'sob, Oued M'cif, Oued m'sila, Oued Maître Oued Boussaâda, dont la plupart se jettent au chott El Hodna (**Bahri k et bouafia s, 2016**).

La carte suivante (figure II.4) représente l'eau superficielle de la wilaya de M'sila.

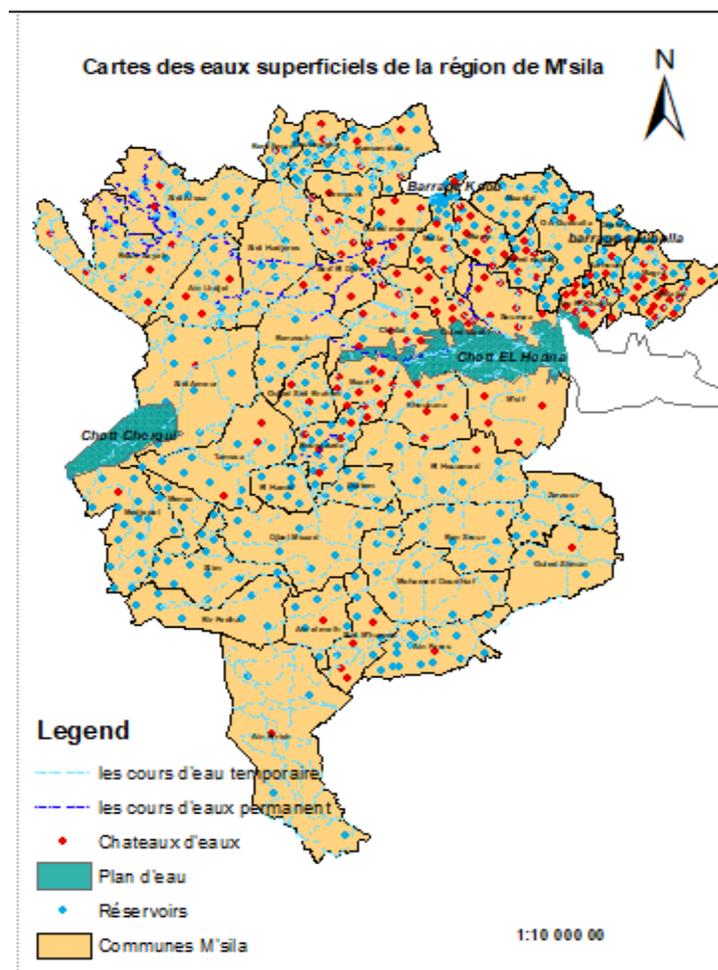


Figure II.4 : Carte des eaux superficielle dans la région de M'sila.

### II.7.2. Les eaux souterraines :

Il existe une nappe phréatique dont l'eau est impropre à la consommation, ainsi que des nappes profondes captives notamment celle du Hodna et de la plaine de Ain Rich, dont les ressources en eau s'élèvent à 141 Hm<sup>3</sup> (CF M'sila).

Une grande partie de la wilaya est considérée comme un immense bassin versant bénéficiant de l'impluvium de l'Atlas Tellien et qui reçoit les eaux de pluie des différents oueds qui se jettent principalement au Chott El Hodna.

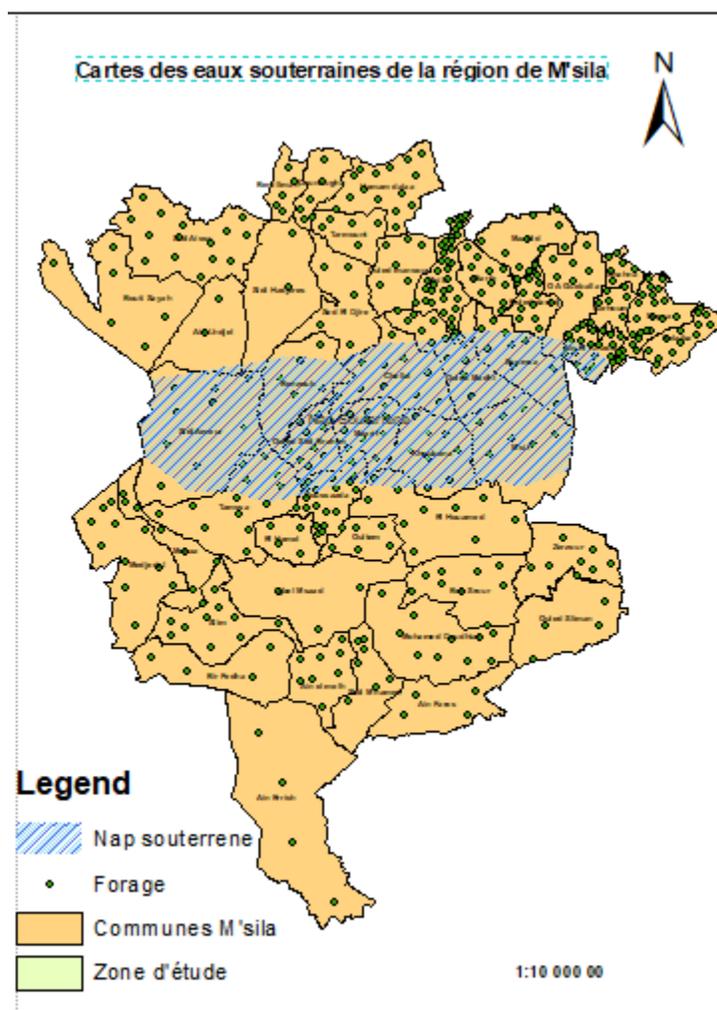


Figure II.5: Carte des eaux souterraines de la wilaya de M'sila.

### ➤ Nappes :

La wilaya possède des potentialités importantes en eaux souterraines. La structure hydrogéologique du Hodna renferme beaucoup de formations aquifères réparties sur plusieurs niveaux depuis le jurassique jusqu'au quaternaire. Deux types de nappes sont connus à travers le territoire de la wilaya : -Nappe phréatique : peu exploitée car ces eaux sont très chargées et saumâtres ; - Nappes profondes : dont les plus importantes, la captive du Hodna (133 millions m<sup>3</sup>/an) et d'Ain Irrich (8million m<sup>3</sup> /an) (Hadbaoui ,2013).

### II.7.3. Ressources non conventionnelles :

Parmi les trois grands axes de la stratégie de l'eau sont les ressources en eau conventionnelles. La réutilisation des eaux usées épurées est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise

particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir la dimension sociale, la dimension économique et la dimension environnementale. C'est dans cette dernière dimension que s'inscrivent les opérations d'épuration des eaux usées.

Les principales utilisations des eaux usées épurées sont : l'utilisation agricole (par l'irrigation), l'utilisation municipale (arrosage, lavage, lutte contre les incendies...etc.) et l'amélioration des ressources en eau en rechargeant les nappes pour maintenir leur niveau (rabattement des nappes) et les protéger contre l'intrusion des eaux saumâtres (biseaux salés).

La ville de M'sila, comme la majorité des grandes villes Algériennes, vise à disposer d'un réseau d'épuration de ses différents rejets dans le but d'épurer les eaux usées de cette ville, de contribuer à l'assainissement des cours d'eau dans le respect de l'environnement et des populations, et, de protéger les ressources en eau et les milieux naturels. Aujourd'hui M'sila dispose d'une station d'épuration située à Ghezal.

Cette station d'épuration est située au Sud à environ 9 Km du centre de la ville, d'une superficie de 4.16 ha. Elle se trouve à la frontière entre la commune de M'sila et la commune de Ouled Madhi. Elle est délimitée par l'Oued El Djayeh au Nord, l'Oued K'sob à l'Est, Ardh El Hichem au Sud et la route nationale N°45 à l'Ouest.

Le système d'épuration qui sera implanté dans la région recevra les eaux usées de la ville de M'sila. Le choix de site est motivé par des critères essentiels tels que la disponibilité du terrain, son voisinage des surfaces d'irrigation (L'eau traitée est réutilisée pour l'irrigation uniquement) et enfin son éloignement des zones urbaines habitées (**DSA M'sila 2019**).



**Figure II.6** : Vue générale de la STEP de M'sila (Google earth 2016).

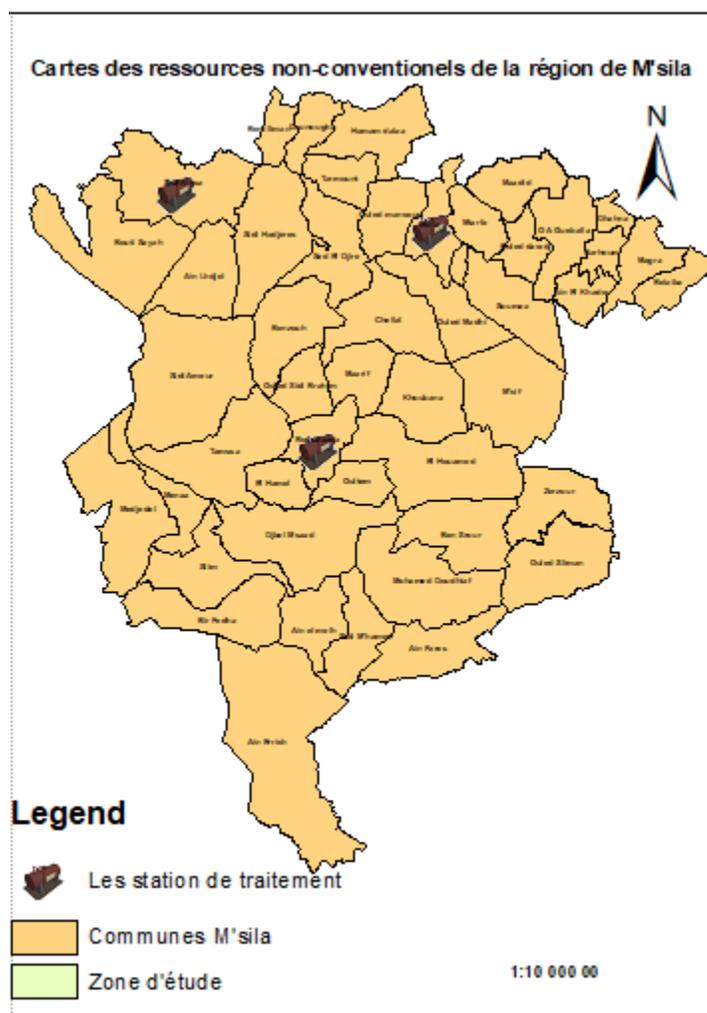


Figure II.7: Carte des eaux usées de la wilaya de M'sila.

### II.8. La population :

La population totale de la wilaya est estimée au 31/12/2020 à 1362058 habitants, contre 983513 habitants en 31/12/2008, soit une augmentation absolue d'environ 378545 hab, la densité est de 75 hab/km<sup>2</sup>, avec 1078 et 686 dans les communes M'sila et Boussaâda et 6 hab/km<sup>2</sup> dans la commune d'El Houamed (**Annuaire statistiques 2020 M'sila**). **Tableau (II.3) :**

Tableau (II.3) : Evaluation de la population de la wilaya (2008-2020).

| Années           | RGPH<br>2008 | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    |
|------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Habitants</b> | 983513       | 1200669 | 1226405 | 1253326 | 1281870 | 1310414 | 1336958 | 1362058 |

Source : Annuaire statistique 2020 M'sila.

Cependant, la situation de la population de la ville de M'sila va conduire à la saturation et à la surcharge de la ville et, par voie de conséquence, à l'émergence et au développement de

problèmes de gestion urbaine de tout ordre. Les différents réseaux urbains conçus et dimensionnés pour une population moins dense sont actuellement saturés et ne répondent plus au besoin essentiel de la population urbaine.

## II.9. La production animale :

Les espèces et l'importance des animaux de rente varient selon les régions et les types d'éleveurs. Ces différentes espèces jouent un rôle de premier plan dans la production alimentaire et la génération de revenus, tout en remplissant d'autres fonctions essentielles. Pour que son exploitation soit performante, l'éleveur doit adopter de bonnes pratiques de gestion, en apportant notamment une alimentation et des soins appropriés à ses animaux.

Doit également suivre des méthodes de sélection efficaces pour obtenir des races bien adaptées à leur environnement de production spécifique (FAO, 2017).

Le tableau (II.4) ci-dessous indique le bilan de la production animal de l'année 2020 (Annuaire statistiques 2020 M'sila). Tableau (II.4) :

*Tableau (II.4) : Bilan de production animale de l'année 2020.*

| Effectifs       | Année (2020)       |
|-----------------|--------------------|
| Lait            | 80.240.000 litres  |
| Viandes rouges  | 292.000 qx         |
| Viande blanches | 110.800 qx         |
| Œufs            | 169.500.000 unités |
| Miel            | 290 qx             |

Source : Annuaire statistique 2020 M'sila.

*Chapitre III :*

*Cadre Climatique*

Le climat de la région de M'sila est caractérisé par un été sec très chaud et un hiver très froid avec une pluviométrie faible et irrégulière de l'ordre de 200 mm/an. Les données climatiques exploitées sont issues de la station météorologique de M'sila.

### III.1. Les précipitations :

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes limniques tels que les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (Ramade,2003).

#### III.1.1 : Les précipitations moyennes annuelles :

On remarque d'après la **tableau III.1**, que la variation des précipitations moyennes annuelles dans période (2010-2020) est irrégulière d'une façon générale. L'année le plus pluvieux est 2013 avec une moyenne de 202 mm/an, alors que l'année 2010 présente l'année pluvieux avec une valeur de 121mm/an.

*Tableau.III.1 : Les précipitations moyennes annuelles entre période 2010 à 2020.*

| Années | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015  | 2016  | 2017 | 2018  | 2019  | 2020  |
|--------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| P(mm)  | 121  | 168  | 168  | 202  | 168  | 160.8 | 150.8 | 138  | 142.2 | 145.7 | 151.2 |

Source : Direction des transports 2020

#### III.1.2 : Les précipitations moyennes mensuelles :

L'examen de **tableau III.2**, montre que les moyennes des précipitations mensuelles durant l'année 2020 sont irrégulières, le mois le plus pluvieux est le mois Avril avec une moyenne de **41,4mm**, alors que le mois le plus sec est le mois de juillet avec une valeur de **0mm**.

*Tableau.III.2 : Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la zone d'étude en (mm) durant l'année (2020).*

| Mois  | Jan  | Fév | Mar  | Avr  | Mai | Jui | Jui | Aou | Sep  | Oct | Nov  | Déc | Totale | Moy  |
|-------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|--------|------|
| P(mm) | 17.8 | 0.0 | 21.7 | 41.7 | 8.0 | 7.4 | 6.4 | 0.5 | 22.7 | 0.8 | 15.7 | 8.7 | 151.4  | 12.6 |

Source : direction des transports 2020.

Les valeurs des précipitations interannuelles de M'sila sont irrégulières. Elles varient de 121 mm en 2010 à 160.8 mm en 2015. M'sila reçoit en moyenne 151.4 mm de pluie par an.

#### III.1.3. Précipitations moyennes saisonnières :

Le classement décroissant du totale des précipitations saisonnières permet de montrer que le régime saisonnier de l'année 2020 de la région M'sila est de type APHE (**Tableau III.3**).

**Tableau III.3** : Le régime saisonnier de la région de M'sila 2020.

| Saison | Hiver | Printemps | Été  | Automne | Totale | Type saisonnier |
|--------|-------|-----------|------|---------|--------|-----------------|
| P(mm)  | 26.5  | 71.4      | 14.3 | 39.2    | 151.4  | APHE            |
| P%     | 17.50 | 47.16     | 9.44 | 25.89   | 100    | APHE            |

### III.2. La température :

La température représente un facteur limitant de première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces végétales. Selon (**Ramade ,2003**), elle influe sur la croissance et le développement mais également sur la répartition de la végétation.

La caractéristique de la température en un lieu donnée se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins cinq variables importantes qui sont les moyennes des minimums, et des maximums, la moyenne mensuelle, le minimum absolu et le maximum absolu ainsi que l'amplitude thermique (**Djebaili, 1984**).

Dans la région de M'sila, le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne minimale de 8.0 °C, alors que le mois le plus chaud est le mois aout, avec une moyenne maximale de 32.6 °C.

#### III.2.1. Température moyenne mensuelle :

Les températures moyennes minimales et maximales (2020) sont consignées dans le **tableau III.4** :

**Tableau III.4** : Répartition des moyennes de températures mensuelles en °C (2020).

| Mois     | Jan | Fév  | Mar  | Avr  | Mai  | Jui  | Jul  | Aout | Sep  | Oct  | Nov  | Dec | Moy  |
|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| <b>M</b> | 8.0 | 12.4 | 13.9 | 17.9 | 24.3 | 27.9 | 32.1 | 32.6 | 25.0 | 18.3 | 14.9 | 9.7 | 25,7 |

**M** : moyennes mensuelles des températures maximales.

La température moyenne annuelle dans la zone d'étude est évaluée à **25,7°C**. Les valeurs des températures moyennes mensuelles montrent que le mois le plus froid est le mois Janvier avec **8.0 °C**, et le mois le plus chaud est le mois d'Aout **32.6 °C**, les moyennes mensuelles des températures minimales sont supérieures à **3.5 °C**

### III.2.2. Température moyenne saisonnière :

Le classement décroissant des totales précipitations saisonnières permet de montrer que le régime saisonnier de la région de M'sila et le type APHE (**Tableau III.5**) :

*Tableau III.5 : Le régime saisonnier de la région de M'sila 2020.*

| Saison | Hiver | Printemps | Eté   | Automne | Totale | Type saisonnier |
|--------|-------|-----------|-------|---------|--------|-----------------|
| P(mm)  | 30.1  | 56.1      | 92.6  | 58.2    | 237    | APHE            |
| P%     | 12.70 | 23.67     | 30.07 | 24.55   | 100    | APHE            |

### III.3. Relation entre précipitation et température :

La température est l'un des principaux facteurs qui gouvernent l'intensité maximale des précipitations via la relation de Clausius-Clapeyron (CC). Cette loi exprime la quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir l'atmosphère à une température donnée.

### III.4. Les indices climatiques :

L'identification des climats fait intervenir les données atmosphériques, traitées isolément ou combinées entre elles, ainsi que les caractéristiques géomorphologiques susceptibles de modifier profondément les aspects du temps, suivant l'étendue de la zone géographique prise en considération, on est amené à envisager plusieurs échelles du climat (**De Parce vaux et Huber, 2007**).

Les géographes et botanistes, conscients du rôle du climat sur la végétation et sur le sol, se sont appliqués à définir des indices climatiques dont l'objet était de classer les climats du monde de manière simple et opérationnelle (**Legros, 2007**).

#### III.4.1. Indice de Martonne ou d'aridité :

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée et dépend essentiellement des précipitations moyennes mensuelles en (mm) et la température annuelle en (°C). En appliquant la formule suivante :

$$I_a = P/T+10$$

P : précipitation annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle(C°).

**Tableau III.6** : Paramètres et résultats du calcul de l'indice d'aridité (**Ia**) pour la zone d'étude.

|       |       |              |
|-------|-------|--------------|
| P(mm) | T(c°) | Ia           |
| 151.2 | 25,7  | <b>15.88</b> |

Cet indice simple a été largement utilisé par les géographes, il prend des valeurs d'autant plus élevées que le climat est plus humide et l'inverse d'autant plus faibles que le climat est plus sec.

**Tableau III.7**: Classification des climats selon l'indice de DeMartonne.

| Valeur de l'indice | Type de climat    |
|--------------------|-------------------|
| 0 à 5              | Hyper aride       |
| 5 à 10             | Aride             |
| <b>10 à 20</b>     | <b>Semi-aride</b> |
| 20 à 30            | Semi-humide       |
| 30 à 50            | Humide            |

L'interprétation du résultat présenté dans le **Tableau III.7** indique que pour une période de (2018-2020) et en fonction des valeurs-seuils de cet indice dans le Tableau III.6, la région du M'sila se situe dans l'étage bioclimatique **Semi-Aride**.

### III.4.2. Le quotient Q2 d'Emberger :

L'objectif est de placer une région donnée par rapport aux étages bioclimatiques. L'indice (Q2) d'Emberger (1952,1955) correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (en mm) et les variantes de la température ; la moyenne des minimums du mois le plus froid (m) et la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M) selon la formule suivante :

$$Q2 = \frac{1000P}{(M + m)(M - m) \cdot 2}$$

Avec :

**M** : Moyenne des maximas du mois le plus chaud en K°.

**m** : Moyenne des minimas du mois le plus froid en K°.

**P** : Précipitation annuelle en mm.

**(M+m) / 2** : Moyenne des températures annuelles.

**(M-m)** : Amplitude thermique extrême en K°.

Stewart (1968), simplifia la formule précédente en proposant le quotient suivant :

$$Q_2 = \frac{3.43P}{M - m}$$

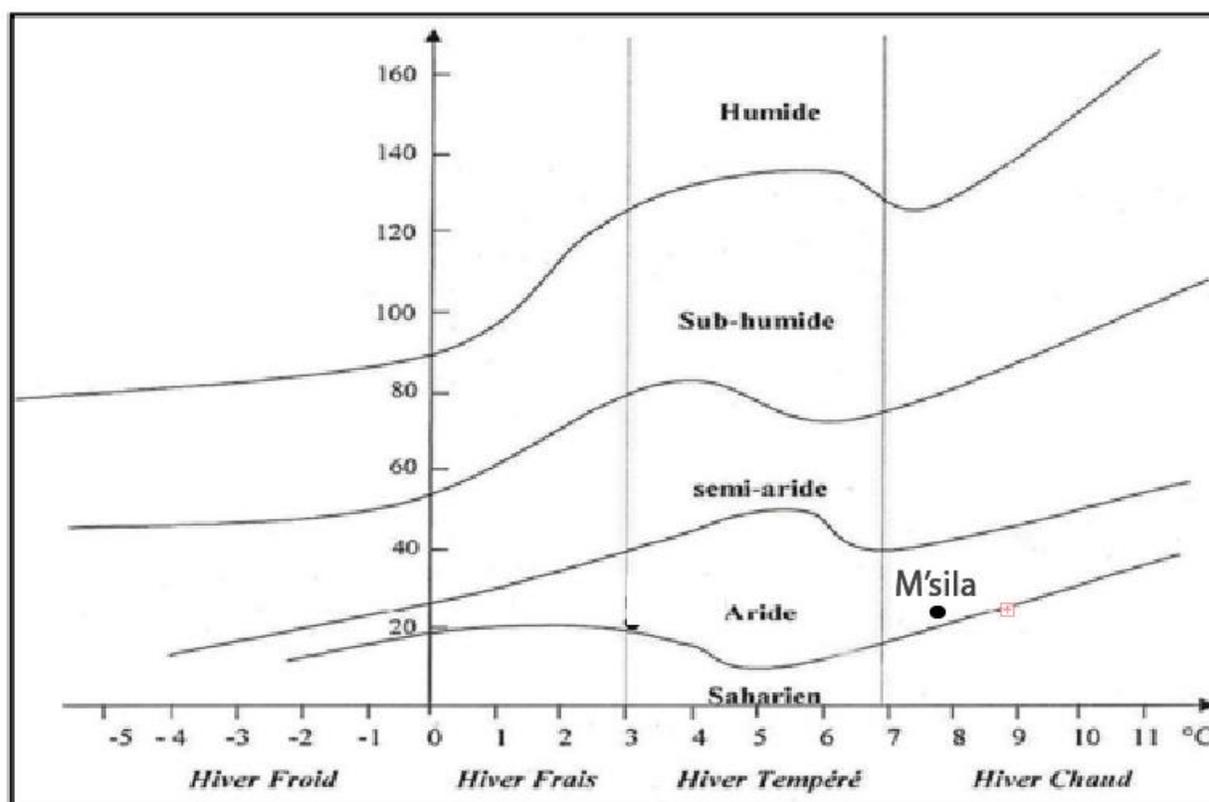
Où :

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en Kelvin.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en Kelvin.

**Tableau III.8** : Paramètres et résultats du calcul du quotient pluviothermique pour la zone d'étude.

| P(mm) | M(k°) | m(k°) | Q <sub>2</sub> |
|-------|-------|-------|----------------|
| 151.2 | 32.1  | 8.0   | <b>21.52</b>   |



**Figure III.1**: Positionnement de la région d'étude dans le Climatogramme d'Emberger Durant l'année (2020).

Le Q<sub>2</sub> de notre région calculée pour l'année 2020 est égal à 21.52, en rapportant cette valeur sur le Climatogramme d'Emberger accompagnée la valeur de la température minimale (8 °C) du mois le plus froid, il est à constater que la région du M'sila se situe dans l'étage bioclimatique Aride à Hiver Chaud.

### III.5. Régime des vents :

Il constitue un facteur écologique limitant. Sous l'influence du vent, la végétation est limitée dans son développement (**Ramade, 2003**). Les vents dominants qui soufflent dans la région de M'Sila sont :

- ✓ **Le vent d'ouest (w)**, dit « DAHRAOUI » est le plus pluvieux, il est fréquent en automne, en Hiver et au Printemps.
- ✓ **Le vent de nord (N)**, dit « BAHRI » est moins fréquent, il est froid et sec.

Les vents à directions variables (Var), qui soufflent pendant les saisons sur tout sèches.

- ✓ **Le sirocco** : vent chaud et sec, souffle en général du sud, il entrave le développement des cultures. Il constitue la cause du faible tapis végétal dans la Wilaya de M'Sila par ce que les vents chauds et secs accentuent les dessèchements du substrat et limitent l'installation de la végétation.

**Tableau III.9** : Vitesses moyennes du vent en m/s de la région de M'sila dans l'année (2020).

| Mois              | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | MOY  |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| Vitesse moy (m/s) | 1 | 1 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4.17 |

**Source** : Direction des transports.

Selon le **tableau III.9** les vents qui soufflent sur la région de M'Sila ont des vitesses relativement faibles, qui vont de 1 m/s en janvier, Février, Aout et les mois plus vitesse est 5 m/s en Juin et Mars.

### III.6. Les gelées :

Ce phénomène lié à la baisse extrême des températures, constitue le facteur climatique le plus contraignant de la région, notamment via à via de l'activité agricole. Durant les saisons d'hiver et de printemps des gelées blanches sont observées dont la fréquence varie entre 60 à 40 jours/ans suivant les régions les plus exposées à ce phénomène, C'est dans les parties Nord et centre de la wilaya (où se trouvent les meilleurs terres agricoles) que ce manifeste fortement ce phénomène avec respectivement une moyenne de 66.2 et 31.2 jours/ans, alors qu'au Sud celle-ci n'est seulement que de 3.2 jours/ans (**DPTA 2020**).

### III.7. La neige :

Les enneigements, saisonniers et variables, enregistrés au niveau de la wilaya varient en moyenne de 3 à 10 jours/an et tombent essentiellement sur la partie centrale de la wilaya. L'épaisseur est de 10cm à 30 cm (DPTA 2020).

### III.8. L'humidité relative :

L'humidité relative peut être définie comme le rapport de la quantité d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption à une température donnée. Elle dépend de la température et varie en fonction des saisons.

Nous constatons d'après les valeurs du **tableau III.10** que les moyennes de l'humidité relative enregistrées pour la période 2018 à 2020 dans la région de M'Sila, Les valeurs les plus élevées sont enregistrées ce mois janvier 73%, humidités relatives les plus faibles s'observant la saison dans le mois d'Aout 28.6 %.

*Tableau III.10 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) de la région d'étude pour la Période (2018-2020).*

| Mois                    | Jan | Fév  | Mar  | Avr  | Mai | Jui  | Jui  | Aou  | Sep  | Oct  | Nov | Dec  |
|-------------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|
| M'Sila<br>Humidité<br>% | 73  | 59.6 | 53.6 | 53.3 | 40  | 30.6 | 27.3 | 28.6 | 50.6 | 49.3 | 57  | 71.3 |

### III.9. Estimation des paramètres du bilan hydrologique :

Chacun des termes du bilan hydrologique est naturellement pondéré par divers paramètres climatiques et géographiques. Par exemple, la température est l'un des facteurs principaux du pouvoir évaporant de l'atmosphère, le relief conditionne les précipitations des masses nuageuses, et la nature de la couverture végétale influe sur les phénomènes d'interception et de transpiration. Les durées de séjour de l'eau dans les différents compartiments du cycle sont très variables (T., YANN, H, (1999).

#### III.9.1. Evapotranspiration :

On appelle évapotranspiration l'ensemble des phénomènes qui renvoient l'eau de pluies vers l'atmosphère (Koussa M., (2017).

L'évapotranspiration englobe l'ensemble des phénomènes qui causent la vaporisation, soit Le passage à la phase gazeuse de l'eau liquide ou solide. Ce terme inclut : l'évaporation de l'eau liquide à partir d'une surface quelconque (masse d'eau, sol ou plante) et la transpiration émanant

du feuillage des plantes.

L'évapotranspiration a une incidence notable sur la vie en affectant les réserves d'eau en surface, dans les sols et dans la biomasse.

### III.9. 2. Evapotranspiration potentielle (ETP) :

C'est l'évapotranspiration qui se produirait dans le cas où la quantité d'eau évaporable ou transportable n'était pas limitée. Cette évapotranspiration n'est conditionnée que par l'éloignement de la saturation dans lequel se trouve l'air ; c'est-à-dire par les seules conditions climatiques ambiantes (Lebougeois F., 2010).

### III.9. 3. Bilan hydrologique Selon la méthode de C.W. Thornthwaite :

Cette méthode fait ressortir quatre paramètres : ETP, ETR, déficit agricole (Da) et l'excédent (Ex). A partir de ce dernier paramètre on aboutira au ruissellement et à l'infiltration. Tous ces paramètres, reposent sur l'estimation de la réserve facilement utilisable (RFU).

La RFU est la quantité d'eau emmagasinée dans la couche pédologique et qui est facilement utilisable par les plantes, pour son bon fonctionnement physiologique.

Le bilan hydrologique établi mensuellement selon la méthode de Thornthwaite a l'avantage d'estimer pour chaque mois l'évapotranspiration réelle (ETR), le réserve facilement utilisable RFU, le déficit agricole (Da) et l'excédent (Ex).

La réserve facilement utilisable RFU est calculée par la formule de Hallaire (1960) :

Avec :

RFU : réserve facilement utilisable en (mm).

Da : densité apparente du sol, (Hallaire propose de prendre  $D = 1.4$ )

He : Capacité de rétention.

He = 5% pour un sol sablo limoneux, He= 10% pour un sol limoneux

He=20% pour un sol argilo limoneux

Pour notre cas et vu la nature du sol, on a adopté le dernier cas. He = 30% soit 0.30

P : Profondeur de la terre parcourue par les racines en (m).

P = 0.4 m. La RFU max calculée est égale à 56 mm et la RFU min = 0 (Koussa M., (2017)).

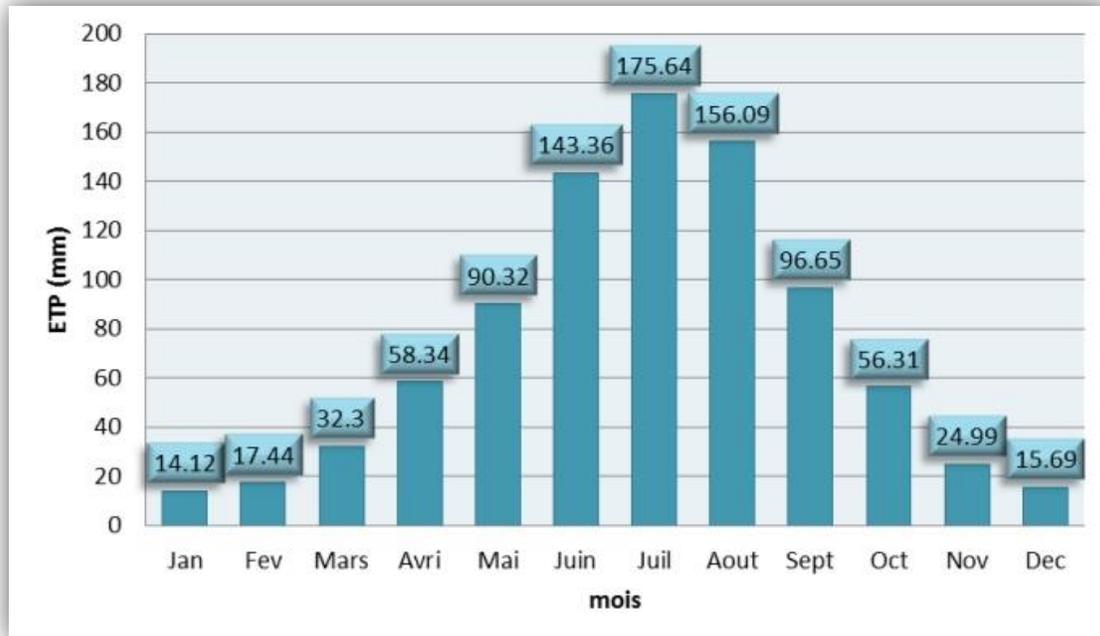
### III.9. 4. L'évapotranspiration potentielle par la formule de Turc (mensuelle) :

Cette formule nécessite la connaissance de la température de l'air et la radiation globale ou la durée d'insolation. Elle est valable pour une humidité relative de l'air Hr supérieure à 50%.

Où :

ETP : évapotranspiration moyenne mensuelle en mm

T : température moyenne mensuelle en °c,  $I_g$  : la radiation solaire globale, moyenne des mois considérés en calories/cm<sup>2</sup>/j, K: coefficient=1, si Hr>50%.



*Figure III.2: Evapotranspiration mensuelle moyenne de la région d'étude (méthode de Thornthwaite) (2020).*

La figure ci-dessus indique que la zone d'étude est caractérisée par une faible évapotranspiration (elle varie entre 14.12 à 175.64mm), il y a une variation de l'évapotranspiration mensuelle qui atteint son maximum en l'été.

*Chapitre IV :*  
*Matériels et méthodes*

## **IV.1. Etude hydrologique :**

### **IV.1.1. Collecte des données :**

La démarche de recherche adoptée ici a combiné plusieurs méthodes et outils d'investigation. Les données collectées sont des données pluviométriques et hydrométriques.

Celles-ci ont ensuite fait l'objet d'une analyse statistique et cartographique. Les données hydrométriques et hydrauliques concernant la wilaya de M'sila ont été recueillies auprès des directions de ressources en eau (D.R.E) et l'agence national des ressources hydrauliques (A.N.R.H) de la wilaya de M'sila et aussi les données pluviométriques recueillies auprès les stations météorologiques de M'Sila.

### **IV.2. Les outils des traitements des données :**

Le système d'information géographique (SIG) aide à manipuler les données de l'ordinateur pour simuler des solutions de rechange et prendre les décisions les plus efficaces (**Narayan, 1999**).

Le traitement des données collectées a été effectué sous diverses formes :

- ✓ Le transfert des données collectées de notre zone d'étude vers le logiciel Arc Gis ;
- ✓ Une base de données crée à travers ce logiciel pour regrouper
- ✓ Les diverses Informations concernant l'hydrologie de la wilaya M'sila.
- ✓ Utilisation de logiciel Arc Gis 10.8.1 pour des représentations cartographiques thématiques. De façon générale, il est à noter que, les analyses ont été réalisées avec ce dernier ; cela suivant la nature des informations recherchées.

## **IV.3. Etude cartographique :**

### **IV.3.1. Collecte des cartes :**

Les cartes qui ont été utilisées dans ce travail, ainsi que d'autres cartes thématiques, carte de bassin versant de nord Algérie et carte de réseau hydrographique de la wilaya de M'sila obtenu a partit l'ANRH de M'sila et cartes des eaux souterraines de nord Algérie.

### **IV.3.2. Traitement des cartes :**

Pour, le traitement des cartes, le logiciel Arc GIS 10.8.1 a été utilisé. Les données hydrométriques et topographiques en relation avec l'hydrologie de la région de M'sila ont été extraites après traitement approprié des cartes.

#### **IV.3.2.1. Cartographie thématique :**

Pour l'étude des distributions en eaux superficielles et des eaux souterraines dans la wilaya de M'sila et leurs caractéristiques nous avons adopté la méthode des études hydrologiques.

### IV.3.2.1.1. Description de la méthode :

Il s'agit d'une étude hydrologique de la wilaya de M'sila, avec recueil de données réalisé à partir de la direction des ressources en eau et l'agence national des ressources hydrauliques de la wilaya de M'sila. Les données recueil ont été compilées à partir des différents travaux sur les bassins de la région de Hodna tell que les travaux de (Hasbaia, 2012) et (Hadjab, 1998) concernées ainsi que différentes études réalisées sur la région. Les données recueillies ont été les suivantes :

- ✓ Carte de sous Bassin hydrographique du Hodna.
- ✓ Carte de relief (altitude, pente).
- ✓ Fiche qui contient les données de caractéristiques de Bassin du Hodna (Tableau suivants).

*Tableau IV.1 : les données de caractéristiques de Bassin du Hodna.*

| Sous B.V du Hodna | Caractéristiques                                |                      |                                    |                                   |                            | Ecoulements (Hm <sup>3</sup> /an) |
|-------------------|---|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
|                   | Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> ) | Altitude moyenne (m) | Pluviométrie moyenne annuelle (mm) | Température moyenne annuelle (C°) | Temps de concentration (h) |                                   |
| El ham            | 6187  | 819                  | 250                                | 15,44                             | 31,01                      | 66                                |
| Leham             | 638,6   | 710                  | 292                                | 16,2                              | 4,56                       | 62,2                              |
| Lougman           | 337   | 650                  | 300                                | 16,27                             | 7,88                       | 15                                |
| K'sob             | 3641  | 870                  | 300                                | 15,8                              | 13,36                      | 30                                |
| Soubella          | 183,87  | 790                  | 250                                | 15,7                              | 6,30                       | 12                                |
| Barika            | 3823  | 920                  | 345                                | 15                                | 14,82                      | 54                                |
| Boussaâda         | 2953,7  | 670                  | 290                                | 16,5                              | 11,35                      | 09                                |
| M'cif             | 5321  | 950                  | 251                                | 14,7                              | 28,83                      | 40                                |

Source : Hasbaia, 2012 et ANRH, 2018.

Le logiciel Arc GIS 10.8.1 a été utilisé pour extraire les données environnementales les plus susceptibles d'agir sur l'hydrologie de bassin versant, à savoir, l'élaboration d'un MNT, la carte d'occupation des sols, la carte du réseau hydrographique, la carte de topographie, et aussi les cartes des eaux superficielles et des eaux souterraines, ainsi que la numérisation de nombreuses cartes thématiques de de la wilaya de M'sila. Par ailleurs les données hydrométriques sur les ressources en eaux ont été recueillies. Pour la constitution du SIG, les données recueillies ont été triées, puis analysées avec ce logiciel. L'établissement des cartes et les analyses spatiales telles que requêtes SQL et analyses thématiques.

## *Chapitre V :*

*Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.*

## Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.

Ce chapitre comporte deux parties : La première partie aborde les préoccupations de l'utilisation du SIG dans l'évaluation et la cartographie de la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila ; la deuxième section rappelle les étapes clés de la création de la base de données de référence spatiale développée au cours de notre recherche.

### **V.1. Utilité d'un SIG pour l'évaluation de la qualité de l'eau des puits :**

Un Système d'Information Géographique (SIG) a été défini par (Thériault, M (1996). Comme « un ensemble de principes, de méthodes, d'outils et de données à référence spatiale qui servent à capter, stocker, transformer, transformer, analyser, modéliser, stimuler, et cartographier des phénomènes et des processus répartis dans l'espace géographique. » Il s'agit donc d'un outil informatique qui stocke et gère les informations liées au territoire.

Si l'on considère le Système d'Information Géographique comme un moteur, alors alimenter le système est essentiel. Dans le monde des SIG, ce carburant, ce sont les données.

- Les données sont le composant le plus important du SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent être agrégées en interne ou collectées auprès des producteurs de données.

Les données géographiques se présentent généralement sous la forme de photographies aériennes, de plans, de cartes papier, etc.

- Dans notre cas, nous avons des cartes et des plans sur papier que nous avons convertis en formats numériques en utilisant le géoréférencement et la saisie.

Les sources d'information (telles que celles décrites précédemment) peuvent provenir de diverses sources. Il est donc nécessaire de les combiner harmonieusement pour pouvoir les exploiter ensemble. Le SIG combine de nombreux outils pour manipuler toutes les données afin de les rendre cohérentes et ne garder que les outils nécessaires au projet.

Les sources d'information (telles que celles décrites précédemment) peuvent provenir de diverses sources. Il est donc nécessaire de les combiner harmonieusement pour pouvoir les exploiter ensemble. Le SIG combine de nombreux outils pour manipuler toutes les données afin de les rendre cohérentes et ne garder que les outils nécessaires au projet.

Les fonctions les plus importantes des SIG sont :

- L'archivage c'est-à-dire le stockage des données au moyen de la saisie de l'information sous forme numérique.
- L'analyse des données spatiales et thématiques qui fait des SIG un puissant

## Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.

outil d'aide à la décision.

- La visualisation des résultats des analyses sous forme de cartes thématiques.

Dans le domaine d'étude d'hydrologie au niveau de la wilaya, les avantages fournis par les SIG sont nombreux. Tout d'abord, les SIG permettent une visualisation de la situation. Il est en effet plus aisé de se représenter la réalité en ayant un support visuel tel qu'une carte thématique. Avec le SIG, les utilisateurs peuvent par exemple :

- Voir sur le réseau hydrographique au niveau de la wilaya de M'sila.
- Voir sur la potentialité (ressources en eaux) de la région.
- Voir sur la base de donnée créée par le logiciel ArcGIS 10.8.

-Enfin, lorsque les données ont été intégrées à travers différentes couches d'informations, une analyse spatiale rigoureuse et efficace peut être effectuée. Couches superposées combinées à des données alphanumériques pour des résultats d'analyse très efficaces. Pour de nombreuses opérations géographiques, le but est de bien visualiser les cartes et les graphiques, qui sont vraiment d'excellents outils pour résumer et présenter des informations.

- Le SIG dote la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression qui lui permettent d'accroître significativement son rôle pédagogique. Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais intégrer facilement des rapports, des vues 3D ; images photographiques et toutes sortes d'éléments multimédias.

- Le système d'information doit être un outil d'aide à leurs observations et à leur prise de décision pour leur développement futur. Par conséquent, ce sera un outil de développement qui permet non seulement de stocker des données, mais également de les analyser.
- Choix des données intégrées au système.

Plusieurs types de données ont été pris en compte dans l'élaboration du SIG, il s'agit :

- Des coordonnées géographiques issues des travaux de géo référencement (Wilaya de M'sila).
- Des attributs des entités géographiques.
- La carte topographique de Biskra, Echelle 1/500 000.
- La carte du réseau hydro bioclimatique et de la surveillance de la qualité des eaux, Echelle

## Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.

1/500 000 (ANRH).

- La carte de réseau hydrographique de Bassin du Hodna.
- La carte des ressources en eau souterraine dans l'Algérie du Nord.
- Le choix des attributs des entités géographiques pour l'évaluation et l'étude de la gestion des ressources en eau. Ces derniers concernent :
  - Des données générales sur la wilaya de M'sila.
  - Des données sur les ressources en eaux.
  - Des données sur la potentialité d'eaux au niveau de la wilaya.

### **V.2. Les grandes étapes de création de la base de données à référence spatiale :**

La création de projet dans ArcGIS est thématique. Pour ce faire, il est indispensable d'utiliser un système de gestion de base de données (SGBD) qui facilitera le stockage, l'organisation et la gestion des données. Par conséquent, chaque sujet sera accompagné d'un SGBD pouvant lier des données géographiques et des données tabulaires.

#### **V.2.1. Structuration des données :**

Après avoir déterminé les données à intégrer dans le système, il s'agit de les organiser et de les structurer. Ainsi, la définition des règles de gestion permet de trier dans l'ordre de leur apparition, toutes les données sont conservées. De plus, pour passer de la réalité complexe à la représentation informatique, nous implémentons Model Géodatabase (MBDG), ainsi que des données structurées dans le système informatique.

##### **V.2.1.1. Modèle d'une Base de Données Géographiques :**

Une base de données (en anglais data base) est une "structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande des données à de multiples utilisateurs indépendants (AFNOR-ISO. 1989).

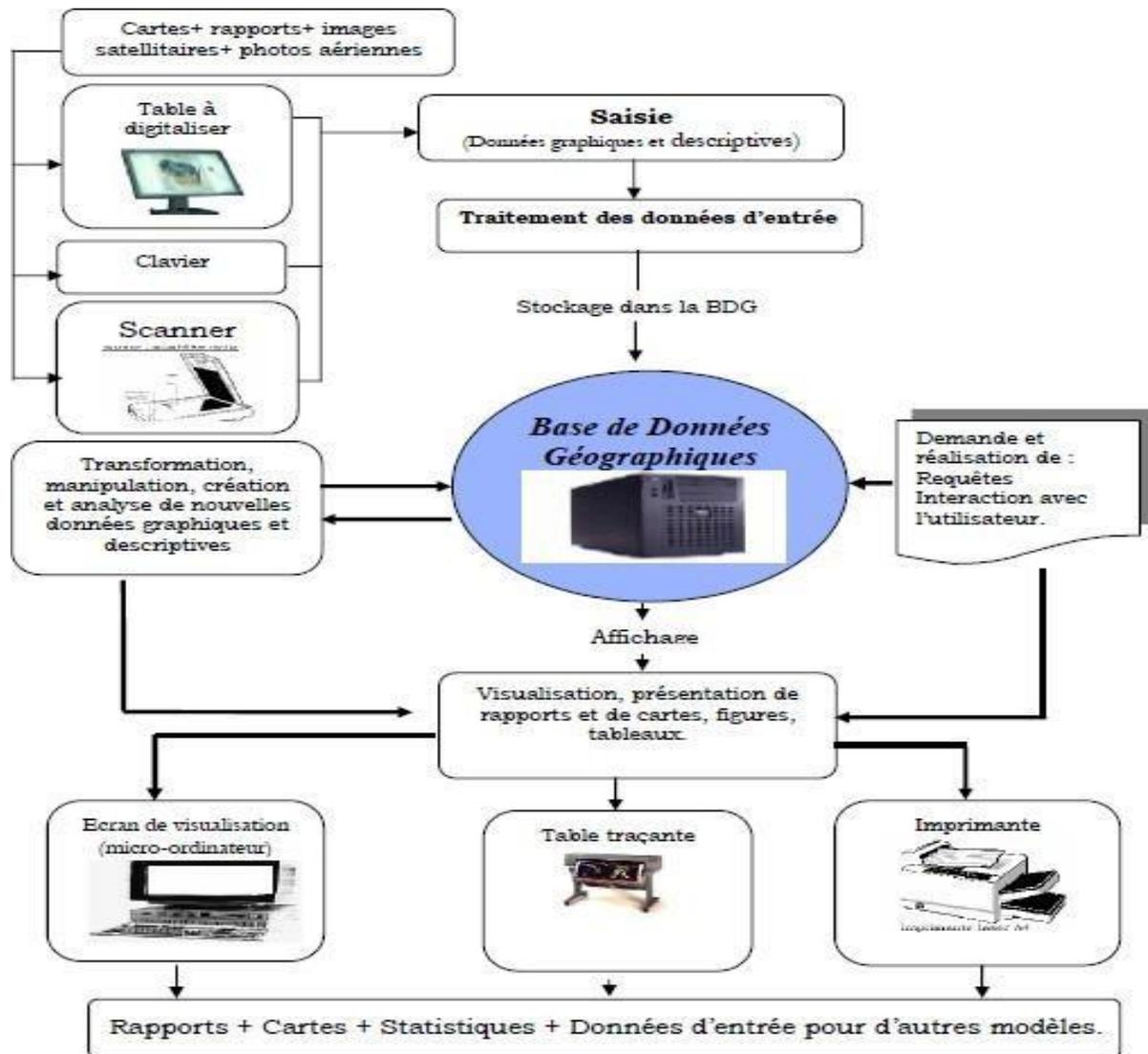
Les bases de données géographiques sont les outils opérationnels qui permettent d'organiser et de gérer l'information géographique sous forme numérique. Ce sont des ensembles structurés de fichiers décrivant les objets ou phénomènes localisés sur la Terre (avec leurs attributs et leurs relations nécessaires à la modélisation de l'espace géographique). Ces ensembles sont munis d'un système de gestion permettant de les tenir à jour, de les archiver et de les diffuser. Les bases de données constituent le socle sur lequel s'appuient les systèmes d'information géographique, qui

## Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.

analysent et exploitent les données pour en tirer des informations utiles à la décision.

Toute base de données représente une modélisation particulière de la réalité, et donc une généralisation plus ou moins poussée de celle-ci.

Le modèle de géodatabase (MBDG) est une représentation facile à comprendre qui aide à décrire un système d'information. MBDG est utilisé pour formaliser la description des informations stockées dans les systèmes d'information géographique (SIG). **Figure (V.1) :**



*Figure V.1 : Base de données géographiques BDG (Ider ,2004).*

Au cœur de la recherche SIG sur la qualité des eaux souterraines se trouve une géodatabase qui intègre un ensemble de couches thématiques (évaluation de la qualité de l'eau, etc.) Une application SIG particulière qui fournit un ensemble spécifique d'outils pour la saisie et le

# Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.

contrôle des données, le traitement statistique, l'analyse spatiale et la représentation cartographique (**Figure.V.2, Figure.V.3 et figure.V.4**) :

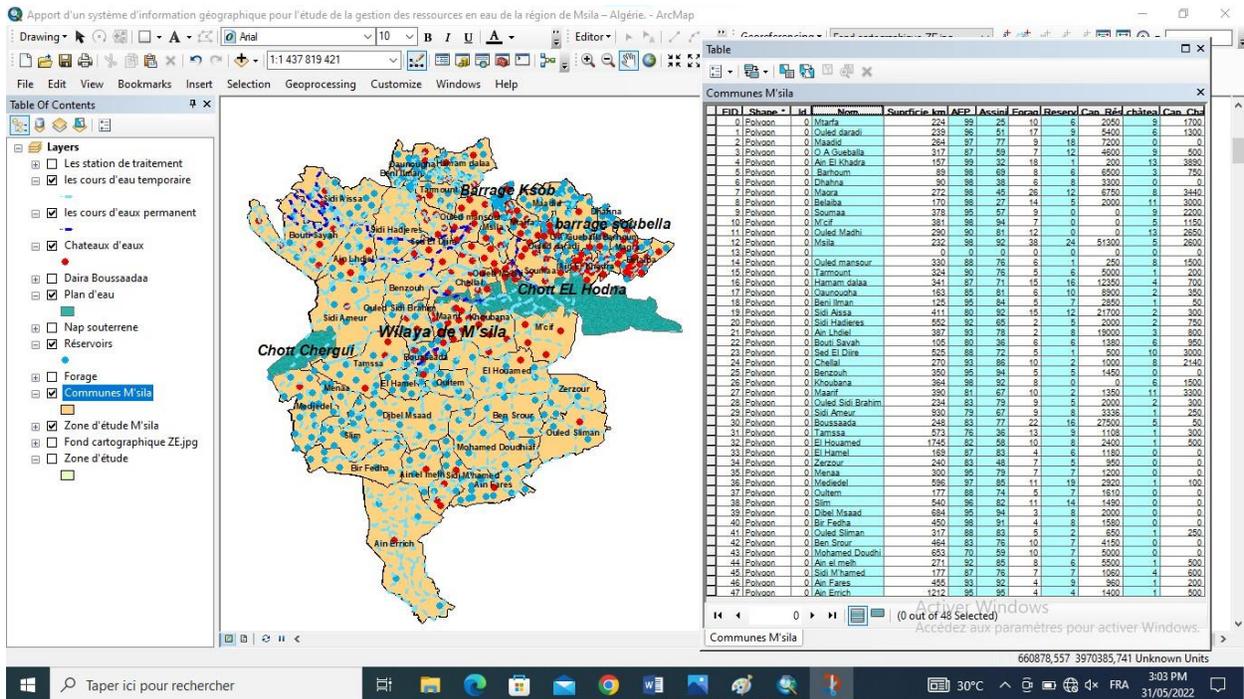


Figure V.2 : MBDG – Eaux superficielle de la wilaya par SIG.

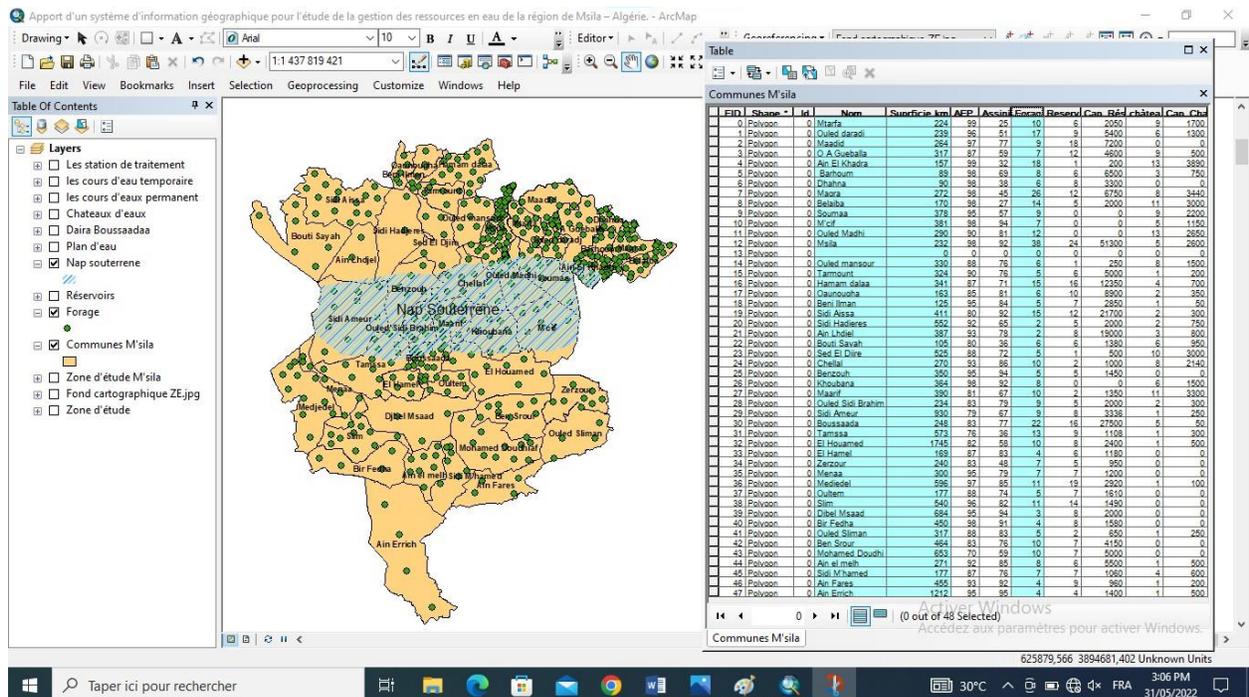
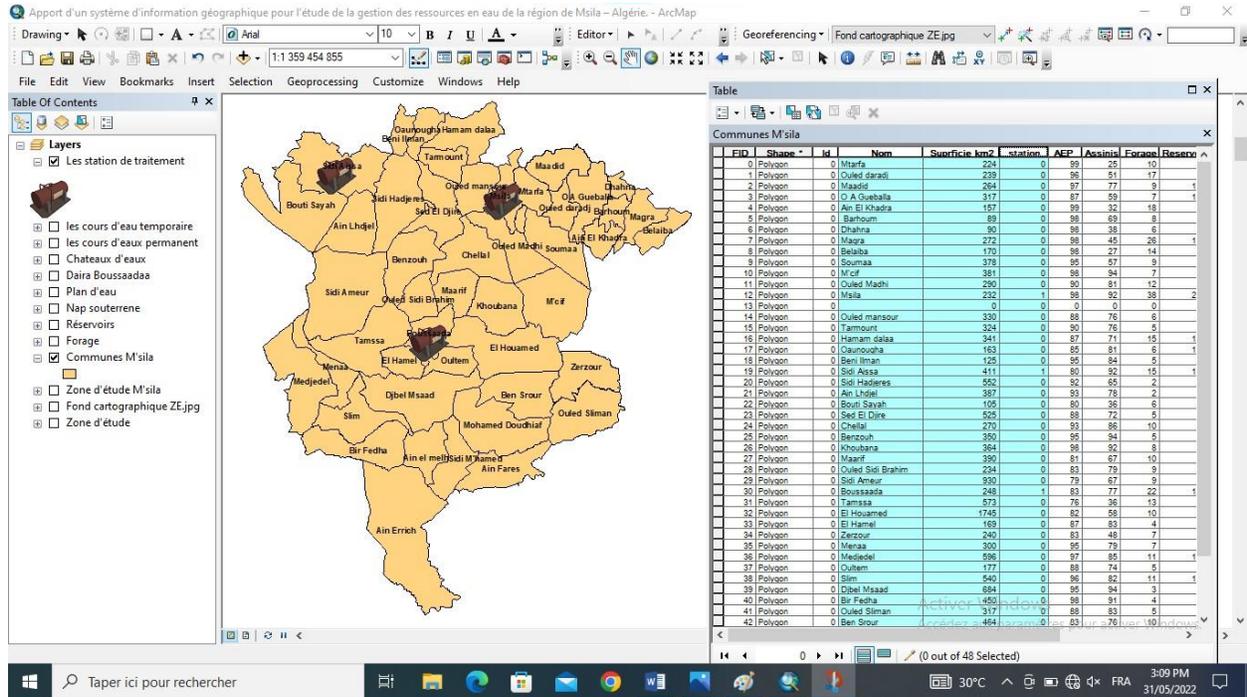


Figure V.3 : MBDG – Eaux souterraines de la wilaya par SIG.

# Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.



**Figure V.4 : MBDG Eaux non conventionnelle le de la wilaya par SIG.**

## **V.2.1.2. L'implantation des données structurées dans un système informatique :**

Des données structurées telles qu'un modèle d'une base de données de formes (V.2), (V.3) et (V.4) sont implémentées dans un système informatique et les attributs des différentes entités (tables) sont renseignés à partir des données collectées sur le terrain. La base de données générée a ensuite été testée pour vérifier son fonctionnement. C'est ainsi que les requêtes en SQL (Structured Query Language) sont créées pour l'analyse et l'exploration de données.

SIG permet une manipulation par requêtes écrites en langage SQL La Base de données est conçue pour être utilisable et compréhensible par des personnes ne maîtrisant pas forcément les logiciels SIG. C'est pourquoi il est important de créer une interface graphique (formulaire) simple et conviviale pour démarrer une session, saisir et mettre à jour les données, et les exploiter. Par conséquent, les utilisateurs pourront utiliser cet outil sans connaître le fonctionnement et le langage du le travail sous environnement.

**SIG : Intégration des données géographiques et traitement de l'information :**

Dans cette section, les coordonnées des entités géographiques (évaluation et cartographie de l'approvisionnement et de la distribution d'eau) obtenues sur le terrain lors de notre enquête sont exportées à partir du plan et avec l'aide de l'entrée de la carte dans l'ordinateur pour ensuite être intégrées dans le SIG. Les principales stations d'échantillonnage, réparties comme suit, ont été

## Chapitre V : Résultats et discussion : Mise en place d'une base de données à références spatiale pour l'étude la gestion des ressources en eau dans la région de M'sila.

intégrées au SIG :

- 164 points rouges indiquent les coordonnées des châteaux d'eau et leur emplacement sur la carte géographique de la wilaya de M'sila.
- 344 points en bleu représentent les coordonnées des réservoirs dans la zone d'étude de la Wilaya de M'sila.
- 02 certaines zones représentent des plans d'eau dans la wilaya de M'sila des chotts et barrages.
  - Deux grandes zones chott el Hodna à l'EST de la wilaya et à l'OUEST chott Chergui.
  - Et deux barrages au nord de la Wilaya barrage Ksob et barrage Soubella.

Les coordonnées des entités géographiques (évaluation d'étude de la gestion de l'eau et cartographie des puits autour de la zone d'étude wilaya de M'sila) sont réalisées dans le SIG et leurs différents attributs sont stockés dans la base de données, il suffit de créer un lien entre la base de données et Arc Gis 10.5 (logiciel SIG utilisé). Pour ce faire, les tables de la base de données d'évaluation et les cartes d'étude de la gestion de l'eau des puits autour de la zone d'étude wilaya de M'sila) a une référence spatiale qui a été convertie au format de Base.

Ces fichiers dBase, qui sont séquentiellement chargés dans Arc Gis sous forme de tables, sont ensuite ajoutés au SIG en les combinant avec les tables d'attributs des entités géographiques respectives. La jointure de table est un processus permettant d'affecter des données d'une table externe (fichier dBase) à des objets SIG.

Le logiciel SIG mémorise l'endroit du disque où réside le fichier et rappelle les données qu'il contient chaque fois que le document (projet) est ouvert.

Par rapport à chaque point, les données collectées peuvent nous permettre de faire une cartographie thématique plus ciblée à disposition des institutions opérant dans l'évaluation et la cartographie de d'étude de la gestion de l'eau des puits autour de la zone d'étude wilaya de M'sila. Dans le chapitre suivant, nous verrons comment l'ensemble de ces données peut être exploité dans une approche spatialisée de l'hydrologie des bassins versants.

*Conclusion*

## Conclusion

Dans ce projet de fine étude, nous avons fait une étude de la gestion de ressource en eau dans la willaya de M'sila, suivi dans l'application de système d'information géographique S.I.G pour la construction d'une base de données. Ainsi, la connaissance et l'étude de ces sources et leur mode de gestion sont d'une grande importance et permettent de produire des modèles et des cartes objectives. L'objectif principal de ce travail est d'étudier les sources d'eau à Boussaâda. La méthodologie est basée de manière basique sur la collecte, l'agrégation et le traitement des données à l'aide du logiciel ArcGis 10.8.

L'objectif principale de ce travail s'appuie sur l'étude de la gestion de ressource en eau au niveau de la willaya de M'sila. La méthodologie est basé essentiellement sur la collecte, le regroupement et le traitement des données avec le logiciel ArcGis 10.8.

Un logiciel de système d'information géographique (SIG) traite l'information, corrige les erreurs et permet son analyse et sa modification. La création d'un Modèle de base de données Géographique (MBDG) permet de récupérer des bases de données (BD) et de créer des gabarits et des fiches thématiques, Les ressources en eau de la région de la willaya et l'aménagement urbaine.

L'utilisation du SIG permis, en plus de la production des cartes et des graphes, d'exécuter des requêtes et analyses géographique, d'améliorer l'organisation de l'information et de prendre plus rapidement les meilleures décisions.

Notre contribution consiste à introduire le SIG comme un nouvel outil de gestion moderne et pertinent dans l'environnement de l'évaluation hydrologique dans le bassin versant.

En fin les points bénéfiques que peut apporter le SIG :

- Les informations sont stockées de façon claire et définitive.
- Gérer une multiplicité d'information attributaires sur des objets.
- Comprendre les phénomènes.
- Etablir des cartographies rapides.

La réalisation d'un tel projet nous permis d'explorer les capacités du SIG autant qu'un outil d'aide à la décision. Ainsi, il exploitable par n'importe quelle étude concernant la région de willaya. Comme perspectives, il serait souhaitable de :

- Nécessité de créer un comité de la daïra dont les missions sont la surveillance et le contrôle de ces ressources ;
- Développer les recherches sur les ressources hydrologique et de signe des conventions, avec les autre partie (ANRH, DRE) pour avoir une meilleure qualité d'informations et

## Conclusion

- pour que le l'autre parti bonifié du travail établi et fait des mises à jour pour leur donnée ;
- Créer un système d'alerte précoce basé sur les données climatiques surtout la pluviométrie, pour pouvoir faire des prédictions de l'évaluation des stockages d'eau dans les années à venir ;
  - Mener des enquêtes approfondies sur la potentialité des eaux.

*Les références*

*bibliographiques*

## Les références bibliographiques

### A

**Achour, Hanane Oumaima. (2013).** *Mémoire de Master. Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leur influence sur l'écoulement des eaux.* Universités de M'sila, 64p.

**ADOUI, H. (2013).** *Etude de la vulnérabilité du bassin versant du Hodna aux inondations. Mémoire soutenu à l'université de M'sila pour obtenir le diplôme de Master, pp 17.*

**AFNOR-ISO. (1989).** *Définition AFNOR-ISO, dictionnaire de l'informatique, 1989).*

**Agence National des Ressources Hydroliques. (2002).** *Atlas des températures et des évapotranspirations du nord de l'Algérie.*

**ALDOSA, N., BIHAN, M., MONIN, M. (2003).** *Information, communication, organisation, 2eme éd.*

**Algérie Presse Service.** *Algérie presse service, article 2019.*

**André, L, G., (1975).** *Dictionnaire de l'informatique Reliure inconnue.*

**Annuaire statistiques de la wilaya 2020 M'sila.**

**ANRH.** *Agence Nationale Ressources Hydraulique.*

### B

**Bahri K., et Bouafia S., 2016.** *Plantes rédurale de la région de M'sila : inventaire, chorologie et systématique. Thème de Master Académique : Gestion de l'environnement. Université Mohamed Boudiaf de M'sila. 60p.*

**BAILLY, A., ET AL. (1991).** *Les concepts de la géographie humaine.(Masson, Éd.) (2eme éd.). Paris.*

**Benb.lidia M., (2011).** *L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique, plaw.bleu.juin.*

**BIGAND, M., CAMUS, H., BOUREY, J., CORBEEL, D. (2006).** *Conception des systèmes de l'information, modélisation des données, études decas.*

**BIMONTE, S. (2007).** *Intégration de l'information géographique dans les entrepôts de données et l'analyse en ligne.*

**BORD, J., Pierre-Robert BADUEL. (2004).** *Les cartes de la connaissance. Karthala.47p*

**BORDIN, P. (2006).** *Méthode d'observation multi-niveaux pour le suivi de phénomènes géographiques avec un SIG.14*

**Bourenane, A., Mechri, S. (2008).** *Contribution a l'étude du transport solide dans le sous bassin versant de Soubella (Hodna). Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, Université de m'sila.*

## Les références bibliographiques

**Brocard, M., Mallet, P., Leveque, L., Bessineton, C. (1996).** *Atlas del'estuaire de la Seine. Rouen et du Havre.*

**BROSSO ET HAURIE, A. (1996).** *Gestion de l'environnement etl'entreprise. Presse polytechnique et universitaire romandes.139p.*

**BOYADGIEV, T.G(1975).** *Les sols du Hodna. Rapport FAO. Algérie 9, Rome.141p.*

### D

**(Djaffar S., Kettab., 2018).** *La gestion de l'eau en algérie. Quelles stratégies algerian j.ENV.sc.technology 4:1(2018).642p,643p*

### C

**CF M'sila., 2019.** *Rapport de présentation du secteur des Forêts.*

**COLLET, C. (1992).** *Système d'information géographique en mode image.(P. polytechniques et universitaires Romandes, Éd.). Lausanne.*

**COUCLELIS H. (1992).** *People manipulate Objects: beyond the raster-vector debate in GIS (Theories a). Frank, A.U.23*

### D

**De Parce vaux et Huber, 2007.** *BIOCLIMATOLOGIE Concepts and Application, Ed Quae 336p.*

**Djaffar S., Kettab.2018.** *la gestion de l'eau en algérie .quelles stratégies algerian j.ENV.sc.technology 4:1(2018).642p,643p*

**DJEBAILLIS. (1984).** *Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Sahariens Algériens. Office des Publications Universitaires, Alger. 77p.*

**DSA M'sila 2019.** *Direction des services agricoles.*

**DPTA,2020.** *Monographie de la Wilaya de Djelfa. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPTA). Pp 6-22.*

**DPTA,2020.** *Monographie de la Wilaya de Djelfa. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (DPTA). Pp 6-22.*

### F

**FAO., 2017.** *L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture. La production animale.*

**FETAYAH H, 2015.** *Etude ethnobotanique des plantes médicinales à effets cardiovasculaires de la daïra de M'sila. Thème de Master Académique : Gestion de l'environnement. Université Mohamed Boudiaf de M'sila .79p.*

## Les références bibliographiques

**FRANÇOIS, D. (2004).** *Les systèmes d'information géographique. P. U. de France, Éd. 2nd éd. Paris. 29*

### G

**GUEGAN, j., CHOISY, M. (2009).** *Introduction à l'épidémiologie intégrative .de Boeck université.43p.*

**GWP.,2009.** *Global water partnership manuel de gestion intégrée des ressources en eau par bassin partenariat mondial de l'eau, stockholm suède stratégie .2009\_2013*

**GWP.,2005.** *Global water partnership plan de gestion intégrée des ressources en eau manuel de formation et guide opérationnel united nations development programme (UNDP) global water partnership 107p*

### H

**HADBAOUI. (2013).** *Les parcours steppiques dans la région de M'Sila : quelle gestion pour quel devenir. Mémoire de magister : Option : Elevages en zones arides. Ouargla. Université Kasdi Merbah. 8 p.*

**HADBAOUI,2013.** *Les parcours steppiques dans la région de M'sila : quelle gestion pour quel devenir ? Mémoire de Magister : Elevage en zone aride. Université Kasdi Merbah –Ouargla (Algérie).139p.*

**HAMENNI, N. (2011)** *mémoire en vue de l'obtention du mémoire de magister en science agronomique. Étude des ressources en eau du bassin versant de la Soummam par l'utilisation de SIG, école nationale supérieure d'agronomie .153p*

**Hamlat A., 2014.** *Contribution à la gestion des ressources en eau des bassins versants de l'eau est algérien à l'aide d'un système informatique. Thés de doctorat 25p,27*

**HASBAIA, M., ADAOUI, H. (2012).** *Contribution à l'étude du régime des crues dans les bassins semi-arides algérien, cas du bassin versant du Hodna en Algérie. Département de l'hydraulique, Université de M'sila.*

**HERVE GUMUCHIAN, C. M. (2000).** *Véronique Fèvre Initiation à la recherche en géographie*

**HOUEIROU H. N & CLAUDIN J, 1972.** *carte Géologie de la région d'El Hodna au 500000.*

*F.A.O.WWW.blog. SAEED.*

### I

**I.A.A.T(2003).** *Cahier méthodologiques sur la mise en œuvre d'un SIG, 33 p.*

**Ider, K. (2004).** *Modélisation hydrodynamique d'une cour d'eau Application à l'Oued Soummam Mémoire ENP Alger 124 p.*

## Les références bibliographiques

### J

**Juridiques M., (2010).** *Mémoire de licence en Science Economique et Gestion Faculté des Sciences – PDAIRE, 98p*

### K

**Koussa M., (2017).** *Apport d'un système d'information géographique pour la gestion des ressources en eau de la région de Djelfa 2017,42p, 43p.*

**Koussa M., (2017).** *Apport d'un système d'information géographique pour la gestion des ressources en eau de la région de Djelfa 2017,41p*

### L

**Lebougeois F., 2010.** *Cours de bioclimatologie l'usage des forestiers, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Paris.245 p.*

**Legros, 2007.,** *Les grands sols du monde, Edition, PPUR.574p.*

### N

**Narayan, L., (1999).** *RemoSensing and its applications, India:UniversityPress.*

**NOVA, N., (2009).** *Les medias géo localisés, comprendre les niveaux espacesnumérique .17p*

### M

**Mozas, Morgan, and Alexis Ghosn 2013.** *État des lieux du secteur de l'eau en Algérie. Institut de Perspective Économique du Monde Méditerranéen (IPMED) (2013).*

### O

**O, BONIN., (2002)** *Modèle d'erreur dans une base de données géographiques et grandes déviations pour des sommes pondérées ; application à l'estimation d'erreurs sur un temps de parcours. Paris.*

### P

**Philip et al (2008).** *Philip R., Bonjean M., Bromley J., Cox D., Smits S., Sullivan C.A , Van Niekerk K., chonguiça E., Monggae F., Nyagwambo L., Pule R. et Berraondo Lopez M.,2008.* *Government local et gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) partie III s'engager en faveur de la GIRE.ICLEL local governments for sustainability africa secretaiat .cape town southe africa.*

**PROVENCHER, L., Jean-Marie., Maurice DUBOIS (2007).** *Précis de télédétectionméthode photo interprétation et de l'interprétation d'image, volume 4,33p. Régions ur banisées.*

**VISUDA'89.**

## Les références bibliographiques

### Q

**QUODVERTE. (1994).** *Cartographie numérique et information géographique. D'Orléans.*

### R

**Ramade, 2003.** *Elément d'écologie : écologie fondamentale. Paris ; DUNOD.690P.*

**REGIS, CALOZ., (2011).** *Analyse spatiale de l'information géographique.*

**RIGAUX, P., (2001).** *Spatial data bases with application to GIS. Éd 2 nd.San Francisco.*

**ROCHE, S., (2000).** *Les enjeux sociaux des systèmes d'information géographique revue géographique sociale. le Harmattan.*

### S

**Station météorologique de M'sila 2014.**

**Station météorologique de M'sila 2015.**

### T

**Thériault, M (1996).** 1996 SYS-866- système d'information géographique et télédétection.

*Département de la géographie, Université Laval, Canada 52p.*

**T., YANN, H, (1999).** *Acquisition et constitution d'une Information hydrologique de base, Edition H \* G \* A \* ISBN 973-98954-1-7 9-39 p.*

### Z

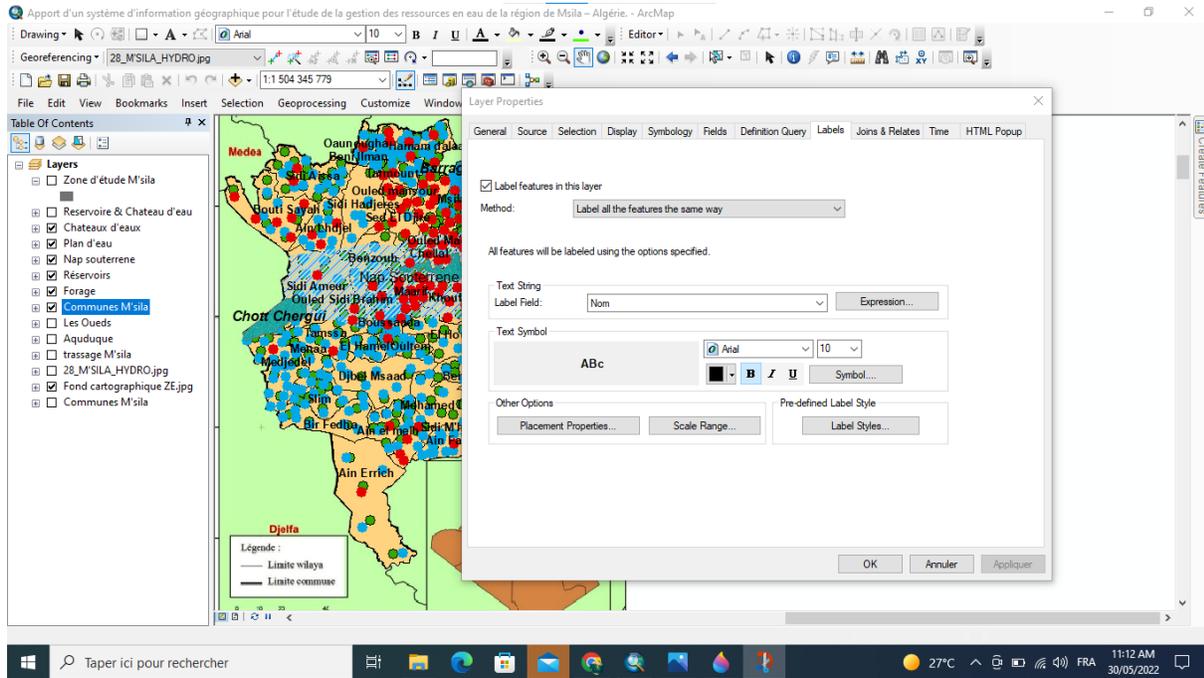
**Zouï F.M., 2010.** *Gestion rationnelle de la ressource en eau : cas du réseau d'eau de la ville d'Alger. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magistère en sciences de la terre.*

*Spécialité : Hydrogéologie. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.*

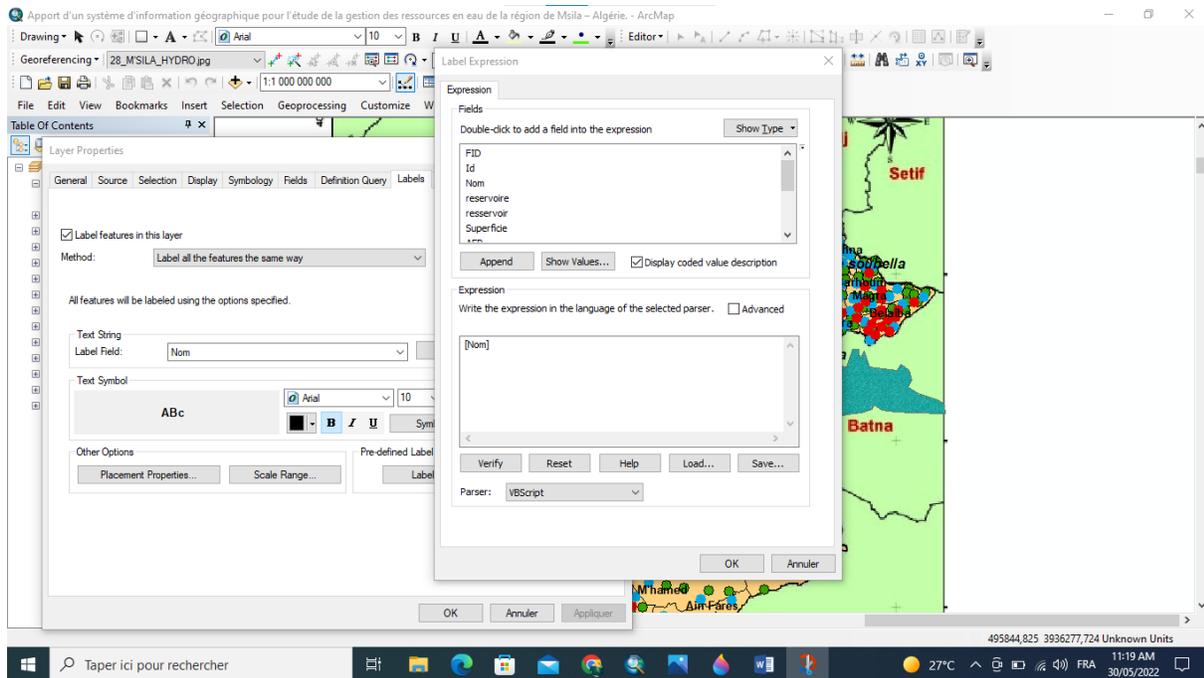
*Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire. 2009 - 2010.104p.*

# *Annexes*

## ➤ Afficher labels et toutes les entités :



## ➤ Label (nom avec surface) :



# Annexes

## ➤ Afficher les données attributaires :

- 1- Clic droit sur le nom de la couche.
- 2- Sélectionner « Open attribute table / Ouvrir le table attribut ».

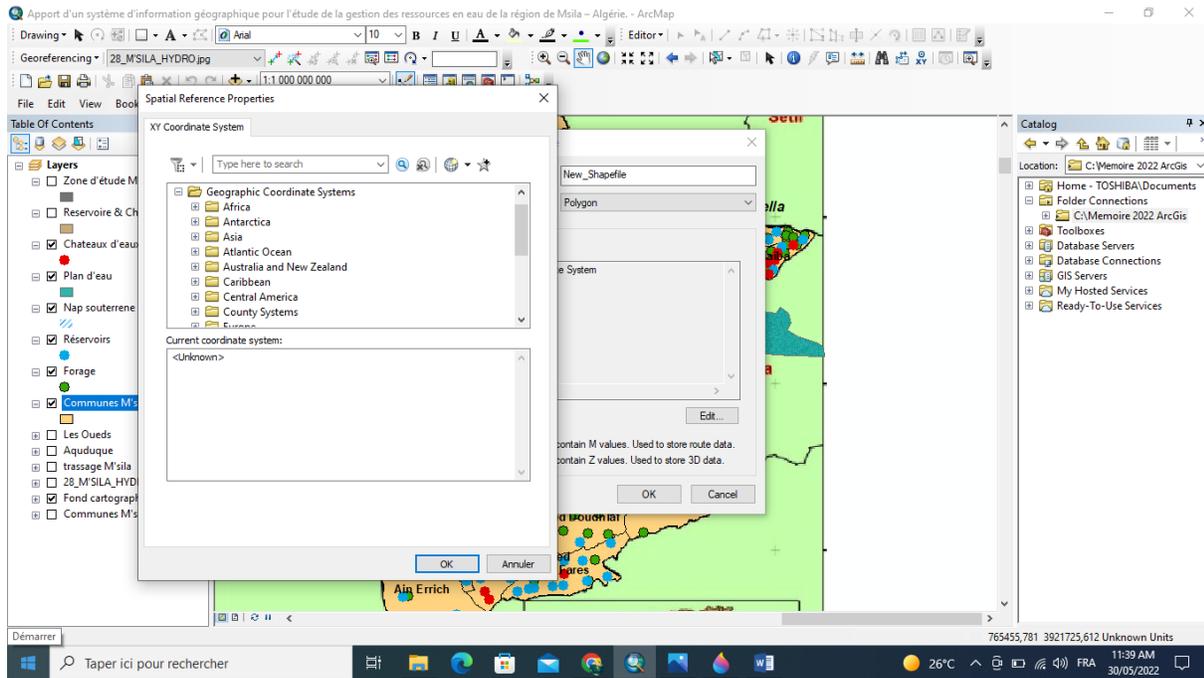
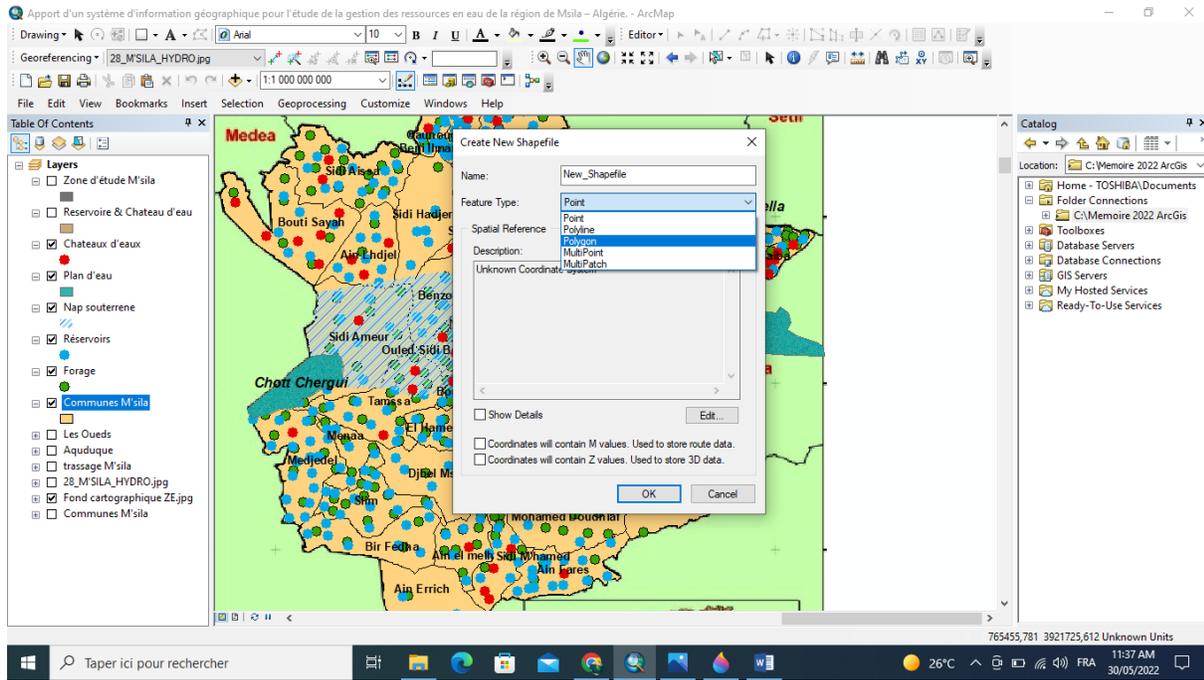
| ID | Shape   | Id | Nom               | Surface km2 | AEP | Assain | Forage | Reservoir | Cap Réserv m3 | Châteaux | Cap Châteaux m3 |
|----|---------|----|-------------------|-------------|-----|--------|--------|-----------|---------------|----------|-----------------|
| 0  | Polygon | 0  | M'sila            | 224         | 99  | 25     | 10     | 6         | 2050          | 9        | 1700            |
| 1  | Polygon | 0  | Ouled daradj      | 239         | 96  | 51     | 17     | 9         | 5400          | 6        | 1300            |
| 2  | Polygon | 0  | M'silidj          | 264         | 97  | 77     | 9      | 163       | 7200          | 0        | 0               |
| 3  | Polygon | 0  | O A. Guebala      | 317         | 87  | 59     | 7      | 12        | 4600          | 9        | 500             |
| 4  | Polygon | 0  | Ain El Khadra     | 157         | 99  | 32     | 18     | 1         | 200           | 13       | 2600            |
| 5  | Polygon | 0  | Berhoum           | 69          | 98  | 69     | 8      | 6         | 6500          | 3        | 750             |
| 6  | Polygon | 0  | Dhalna            | 90          | 98  | 38     | 6      | 8         | 3300          | 0        | 0               |
| 7  | Polygon | 0  | M'sila            | 272         | 98  | 45     | 26     | 12        | 4750          | 8        | 3440            |
| 8  | Polygon | 0  | Belbeba           | 170         | 98  | 27     | 14     | 5         | 2000          | 11       | 3000            |
| 9  | Polygon | 0  | Soumas            | 378         | 95  | 57     | 9      | 0         | 0             | 9        | 2200            |
| 10 | Polygon | 0  | M'ror             | 381         | 98  | 94     | 7      | 0         | 0             | 5        | 1150            |
| 11 | Polygon | 0  | Ouled Madhi       | 299         | 90  | 81     | 12     | 0         | 0             | 13       | 2650            |
| 12 | Polygon | 0  | M'sila            | 232         | 96  | 92     | 38     | 24        | 51300         | 5        | 2600            |
| 13 | Polygon | 0  |                   | 0           | 0   | 0      | 0      | 0         | 0             | 0        | 0               |
| 14 | Polygon | 0  | Ouled mansour     | 330         | 88  | 76     | 6      | 1         | 250           | 8        | 1500            |
| 15 | Polygon | 0  | Tamoult           | 324         | 90  | 76     | 5      | 6         | 5000          | 1        | 200             |
| 16 | Polygon | 0  | Hamam deaba       | 341         | 87  | 71     | 15     | 16        | 12350         | 4        | 700             |
| 17 | Polygon | 0  | Daunougha         | 163         | 85  | 81     | 6      | 10        | 8900          | 2        | 350             |
| 18 | Polygon | 0  | Bou Inan          | 126         | 95  | 84     | 5      | 7         | 2850          | 1        | 50              |
| 19 | Polygon | 0  | Sidi Aissa        | 411         | 80  | 92     | 15     | 12        | 21700         | 2        | 300             |
| 20 | Polygon | 0  | Sidi Hadjeres     | 352         | 92  | 85     | 2      | 5         | 2000          | 2        | 750             |
| 21 | Polygon | 0  | Ain Ladjel        | 387         | 93  | 79     | 2      | 8         | 18000         | 3        | 800             |
| 22 | Polygon | 0  | Bout Sayah        | 105         | 80  | 36     | 6      | 6         | 1380          | 6        | 950             |
| 23 | Polygon | 0  | Oued El Djere     | 528         | 88  | 72     | 5      | 1         | 500           | 10       | 3000            |
| 24 | Polygon | 0  | Ain Ladjel        | 270         | 93  | 96     | 10     | 2         | 1000          | 0        | 0               |
| 25 | Polygon | 0  | Benzoah           | 350         | 95  | 94     | 5      | 5         | 1450          | 0        | 0               |
| 26 | Polygon | 0  | Sidi Ameur        | 930         | 79  | 87     | 9      | 6         | 3338          | 1        | 250             |
| 27 | Polygon | 0  | Maarif            | 390         | 81  | 67     | 10     | 2         | 1350          | 11       | 3300            |
| 28 | Polygon | 0  | Ouled Sidi Brahim | 234         | 83  | 79     | 9      | 5         | 2000          | 2        | 300             |
| 29 | Polygon | 0  | Sidi Ameur        | 930         | 79  | 87     | 9      | 6         | 3338          | 1        | 250             |
| 30 | Polygon | 0  | Boussaada         | 248         | 83  | 77     | 22     | 16        | 27500         | 5        | 50              |
| 31 | Polygon | 0  | Tamassa           | 573         | 76  | 36     | 13     | 9         | 1108          | 1        | 300             |
| 32 | Polygon | 0  | El Houamed        | 1745        | 82  | 58     | 10     | 8         | 2400          | 1        | 500             |
| 33 | Polygon | 0  | El Hamet          | 169         | 87  | 83     | 4      | 6         | 1180          | 0        | 0               |
| 34 | Polygon | 0  | Zerzou            | 248         | 83  | 80     | 7      | 5         | 960           | 0        | 0               |
| 35 | Polygon | 0  | Menaa             | 300         | 95  | 79     | 7      | 7         | 1200          | 0        | 0               |
| 36 | Polygon | 0  | Medjedel          | 596         | 87  | 85     | 11     | 19        | 2920          | 1        | 100             |
| 37 | Polygon | 0  | Ouled             | 177         | 88  | 74     | 5      | 7         | 1810          | 0        | 0               |
| 38 | Polygon | 0  | Sim               | 540         | 96  | 82     | 11     | 14        | 1490          | 0        | 0               |
| 39 | Polygon | 0  | Ojed Msaad        | 884         | 95  | 94     | 3      | 8         | 2000          | 0        | 0               |
| 40 | Polygon | 0  | Bir Fecha         | 450         | 98  | 91     | 4      | 8         | 1580          | 0        | 0               |

Longueurs et surface sont calculées et mise à jour automatique pour le classement géodatabase.

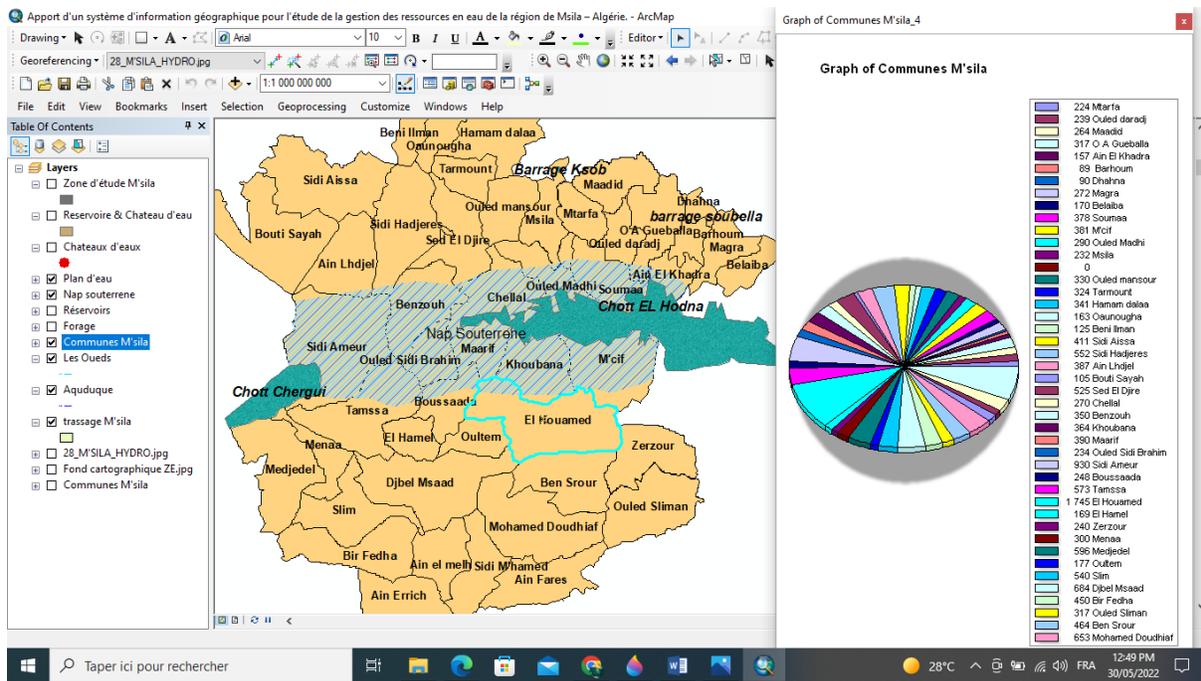
## ➤ Ajouté un polygone dans le folder crée dans le desktop.

The screenshot shows the ArcMap interface with the 'Communes M'sila' layer selected in the Layers panel. A right-click context menu is open over the layer, showing options like 'Folder', 'File Geodatabase', 'Personal Geodatabase', and 'New Shapefile'. The 'New Shapefile' option is highlighted, and a tooltip indicates 'Creates a new shapefile'. The map displays a detailed view of the M'sila region with various communes and their boundaries.

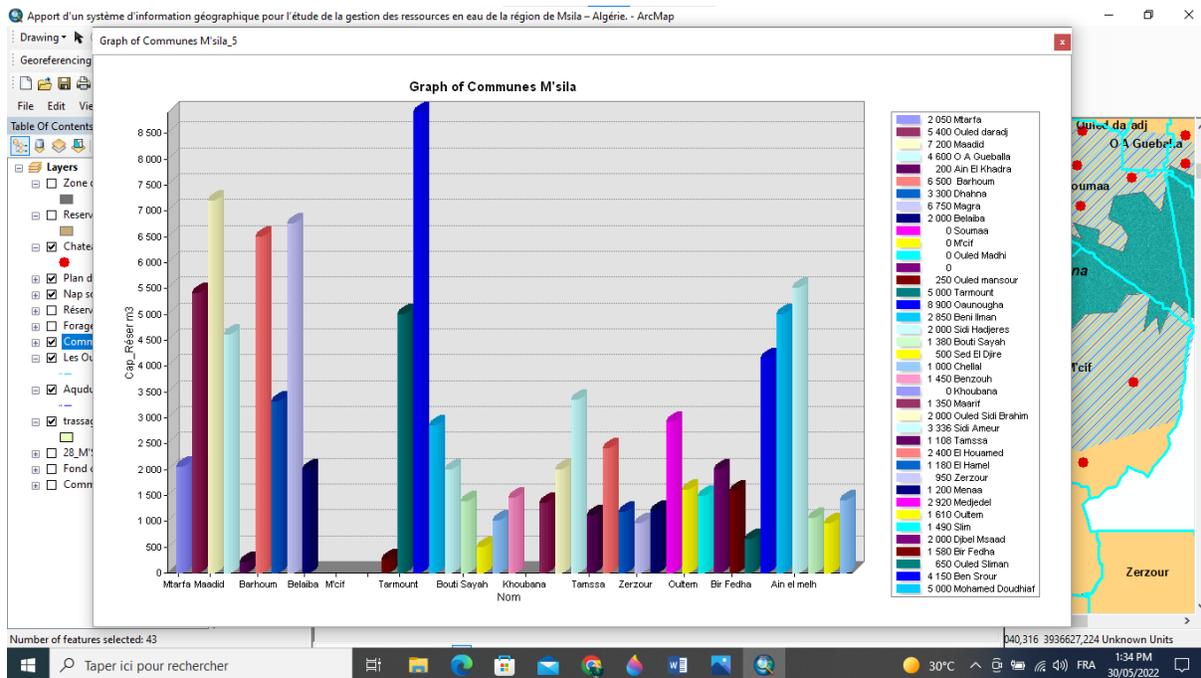
# Annexes

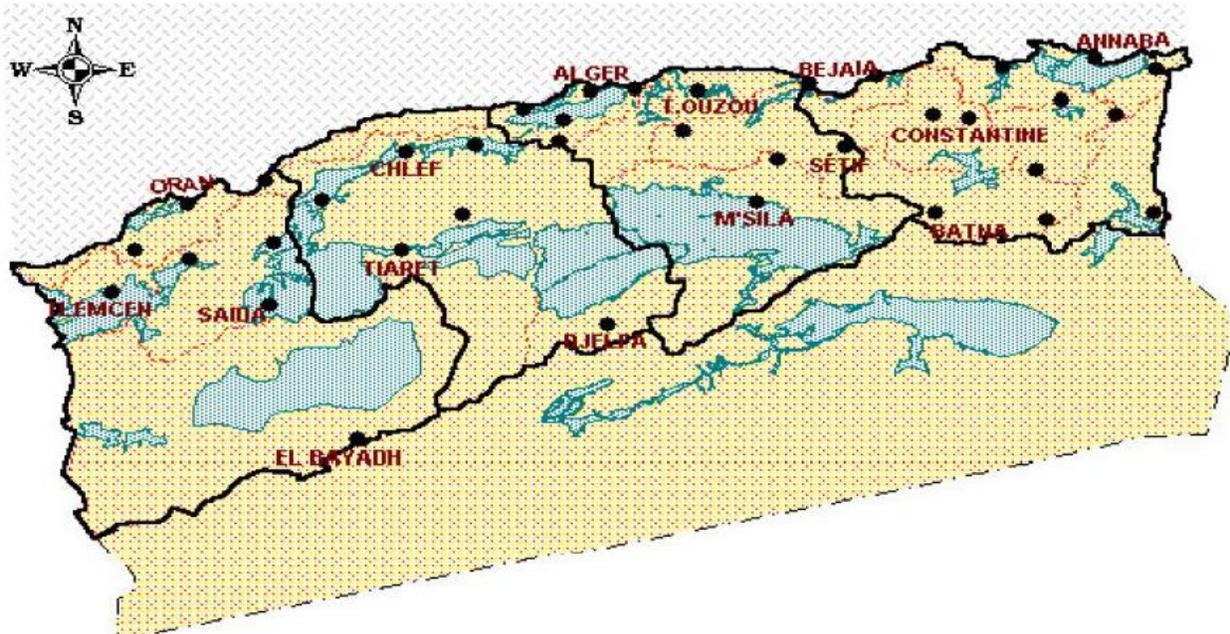
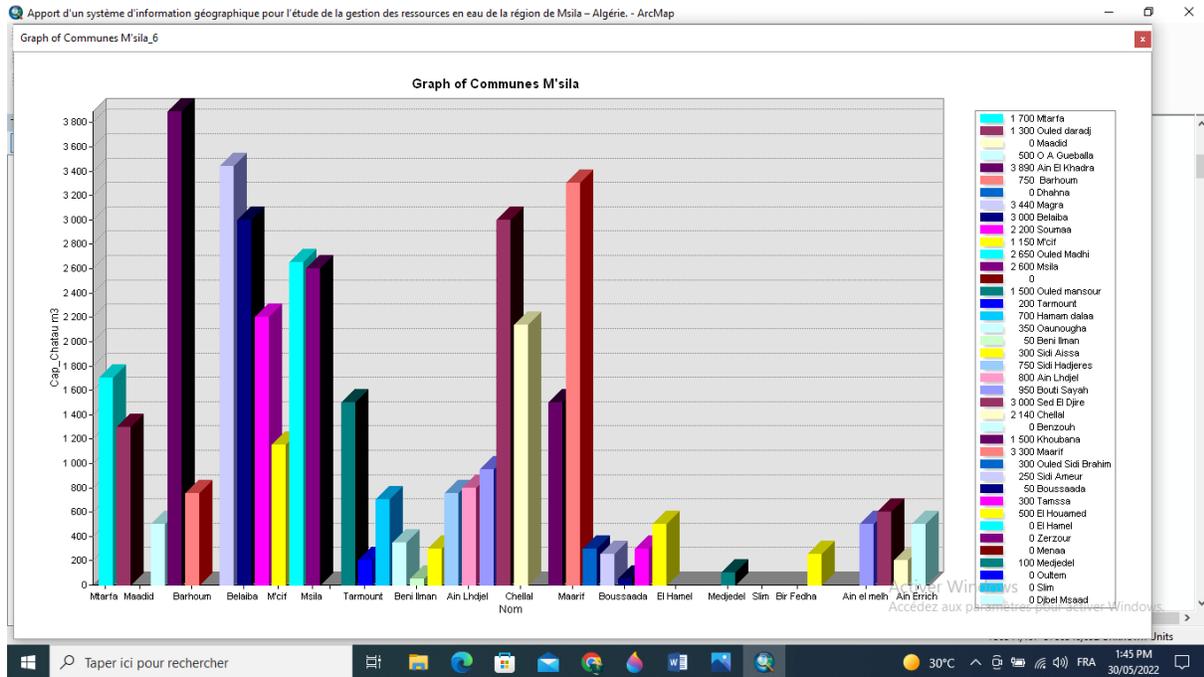


# Annexes



## ➤ Capacité des réservoirs de la wilaya de M'sila.

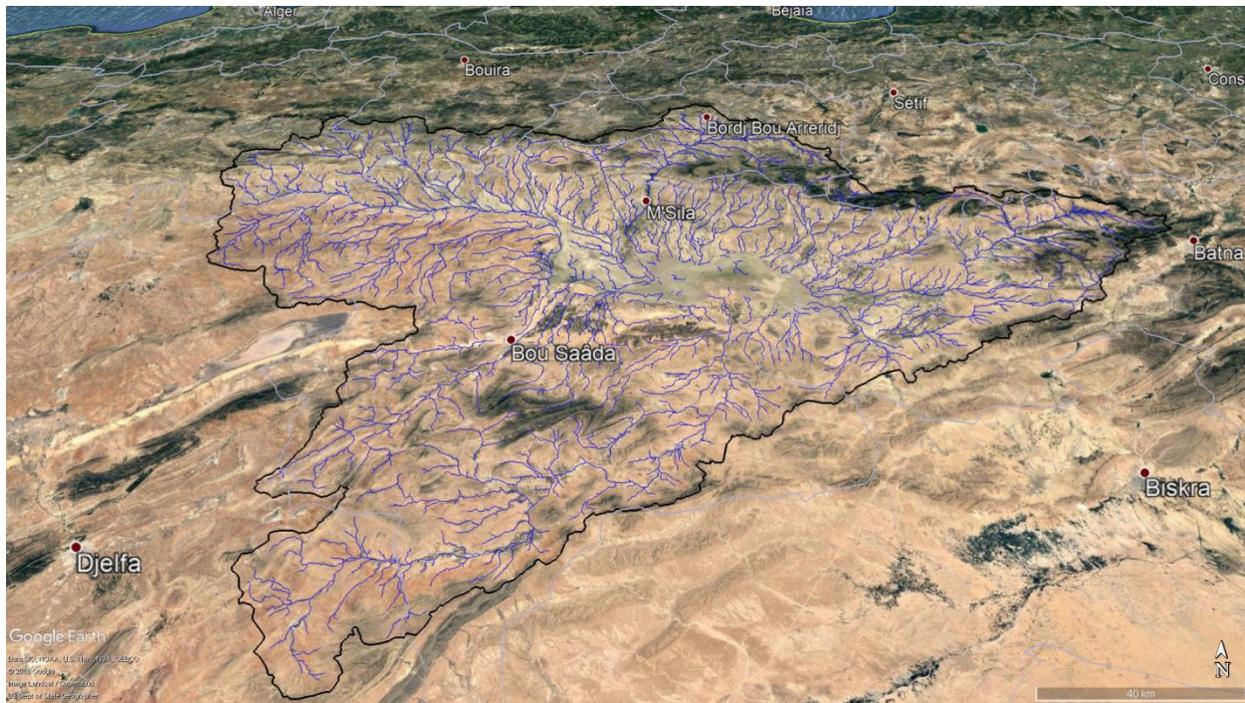




Ressources en eau souterraine dans l'Algérie du Nord.



*Carte du réseau hydro-climatologique.*



*Carte de réseau hydrographique de Bassin du Hodna.*



Barrage de K'sob

## ملخص

الماء لا ينفصل عن النشاط البشري. إنه الأكثر حيوية بنفس طريقة الهواء. إنه ضروري لبقاء الكائنات الحية. إنه مورد ذو خصائص كثيرة ، وفيرة ونادرة. تتطور إدارة الموارد المائية في الجزائر في نظام سياسي واجتماعي واقتصادي وثقافي وبيئي يعيق تنفيذها بشدة.

في هذه الدراسة سنناقش استخدام واستغلال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لدراسة إدارة الموارد المائية في منطقة المسيلة من خلال تحقيق بيانات موضوعية وامكانية .

تتعدد مزايا الخاصة في مجال تخطيط وإدارة الموارد الطبيعية مثل المياه. إنها توفر إمكانية وصف المنظمات المكانية وفقاً للنماذج التي يمكن أن تتطور مع تقدم المعرفة. كما أنها تعزز تحديث البيانات وتغييرات الحجم واستعادة الخرائط الموضوعية. تظهر منطقة المسيلة كدراسة حالة نموذجية للصعوبات التي تطرحها مشكلة "نظام المياه" وتستجيب في رأينا لهذا الاهتمام بتحليل مساحة تقدم الخاصية الثلاثية للاستهلاك الصناعي الكبير ، المتزايد. الاستهلاك الأسري والاحتياجات الزراعية التي لا بد أن تزداد ، بالنظر إلى الحاجة متوسطة الأجل للتكثيف الزراعي.

**الكلمات المفتاحية:** ولاية المسيلة. إدارة الموارد المائية. نظم المعلومات الجغرافية. قاعدة البيانات .

## **Abstract**

Water is inseparable from human activity. It is as vital as air. It is essential for the survival of living beings. It is a resource with many specificities, both abundant and rare. The management of water resources in Algeria evolves in a political, social, economic, cultural and environmental order that strongly hinders its implementation.

In this study, we will discuss the use and exploitation of Geographic Information Systems (GIS) techniques for the study of water resources management in the M'sila region through the creation of a thematic and spatial database.

The advantages of GIS are multiple, especially in the field of planning and management of natural resources such as water. They offer the possibility of describing spatial organisations according to models that can evolve with the progress of knowledge. They also facilitate the updating of data, changes of scale and the restitution of thematic maps.

The region of M'sila appears to be an exemplary case study of the difficulties posed by the problem of the "water system" and, in our opinion, responds to this concern for the analysis of a space that presents the triple characteristic of significant industrial consumption, expanding household consumption and agricultural needs that are bound to increase, given the need, in the medium term, for agricultural intensification.

**Keywords:** Wilaya of M'sila; Water resources management. GIS. DB

## **Résumé**

L'eau est indissociable à l'activité humaine. Il est la plus vitale au même titre que l'air. Elle est indispensable à la survie des êtres vivants. C'est une ressource porteuse de beaucoup de spécificités, à la fois abondante et rare. La gestion des ressources en eau en Algérie évolue en ordre politique, social, économique, culturel et environnemental qui entrave fortement sa mise en œuvre.

Dans cette étude on va discuter l'utilisation et l'exploitation des techniques des Systèmes d'Information Géographique (SIG) pour l'étude de la gestion des ressources en eaux dans la région de M'sila à travers la réalisation d'une base de données thématiques et spatiales.

Les avantages des S.I.G sont multiples surtout dans le domaine de planification et de gestion des ressources naturelles tel que l'eau. Ils offrent la possibilité de description des organisations spatiales suivant des modèles qui peuvent évoluer avec les progrès des connaissances. Ils favorisent aussi la mise à jour des données, les changements d'échelles et la restitution des cartes thématiques.

La région de M'sila apparaît comme un cas d'étude exemplaire des difficultés que pose la problématique du « système eau » et répond à notre avis à ce souci d'analyse d'un espace qui présente la triple caractéristique de consommation industrielle importante, de consommation ménagère en expansion et de besoins agricoles appelés forcément à augmenter, vu la nécessité, à moyen terme, d'une intensification agricole.

**Mots-clés :** Wilaya de M'sila ; Gestion de ressources en eau. SIG. BD.