

**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 DES MILIEUX**  
**NATURELS**

N° : .....

**Mémoire présenté pour l'obtention**  
**Du diplôme de Master Académique**

**Par : MABROUKI Khadidja**  
**SAOUDI Hassiba**

**Intitulé**

**UTILISATION DU SIG POUR ÉTUDIER**  
**LA PERTURBATION ÉCOLOGIQUE**  
**DE L'OUED K'SOB**  
**BASSIN VERSANT DE K'SOB - ALGÉRIE**

**Soutenu devant le jury composé de :**

ZEDAM	Abdelghani	M.C.A	Université de M'Sila	Président.
KHOUDOUR	Djamel	M.C.A	Université de M'Sila	Rapporteur.
SARRI	Djamel	M.C.B	Université de M'Sila	Examineur.

**Année universitaire : 2019/ 2020**

## *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 gratitudees à notre promoteur

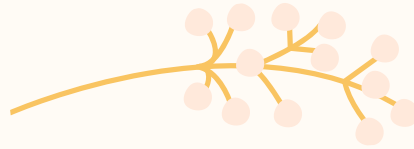
Mr **KHOUDOUR DJAMEL** pour Le sujet qu'il a proposé et son aide, son encouragement, son bonne humeur durant toutes les étapes du projet, qui nous a fait bénéficier de son savoir, de son expérience et de ses précieux conseils afin de perfectionner ce travail.

Aussi nous remercie aux membres de jurys Mr **SARRI DJEMEL**, **ZEDAM ABDELGHANI** pour l'honneur qu'il nous avons accordé, en acceptant de juger notre humble travail.

Un merci particulier à Mme **ZAHIA**, Mme **MARIEM** et Mr **ZAID** de Direction De L'hydraulique de BBA et Mr **BEN ATHMAN LEKHDAR** de direction de gestion du barrage de K'SOB pour leurs qualité de collaboration et leurs conseils.

*Merci à tous*

# DEDICACE



J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à ma famille Mabrouki Et  
aux plus chères personnes au monde, mes chers

Parents :

A Mon père que Dieu ait pitié à son âme .

A ma très chère mère FATOUM : Tu es l'exemple de dévouement et  
qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Que Dieu, le tout  
puissant, te préserve et t'accorde la santé, longue vie et bonheur.

Je dédie spécialement à ma sœur FATNA qui n'a pas arrêté de me soutenir  
moralement et matériellement ...

Sans oublier Mes frères AMAR , MOHAMED, TAHAR, KAMEL ET REBEH  
et mes soeurs FATIMA et ASSIL et les petits enfants BACHIR,  
SOUJOUDE, RANIME.

A ma 2ème famille mes amies : AMINA D, KHADIDJA D, SIRIN D ,MASSOUDA  
B ,WIDED K,

A mon encadreur : KHOUDOUR DJAMEL

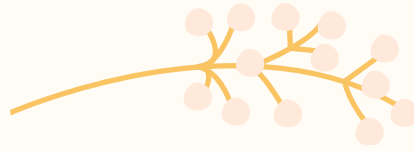
A mon binôme HASSIBA SAOUDI qui m'a aidé à accomplir ce modeste  
travail ainsi sa famille.

Sans oublier mes amies et à Tous ceux qui me connaissent.

*khadidja*



# DEDICACE



En témoignage de l'amour et du respect dédie ce modeste travail : Aux êtres qui me sont les plus chers du monde :

Mes parents en signe de ma profonde et affectueuse reconnaissance par tous les encouragements qu'ils ont bien voulu couvrir pour moi.

Surtout ma très chère mère YAMINA : femme combattante, voici une fois encore le fruit de tes multiples efforts. Tu es une mère formidable, tous les mots du monde ne peuvent exprimer mon amour et ma reconnaissance envers toi

Un grand merci à ma sœur HADJER "mon inspiration", qui m'a aidé de faire ce mémoire. Je suis très reconnaissant pour tout ce que tu m'as offert, y compris les encouragements et les sacrifices pour moi..

Je dédie spécialement

à Ma sœur SOUHILA et mes frères BELLEL, MOURAD, HOUSSEM pour leur amour, soutien, et leur présence dans ma vie.

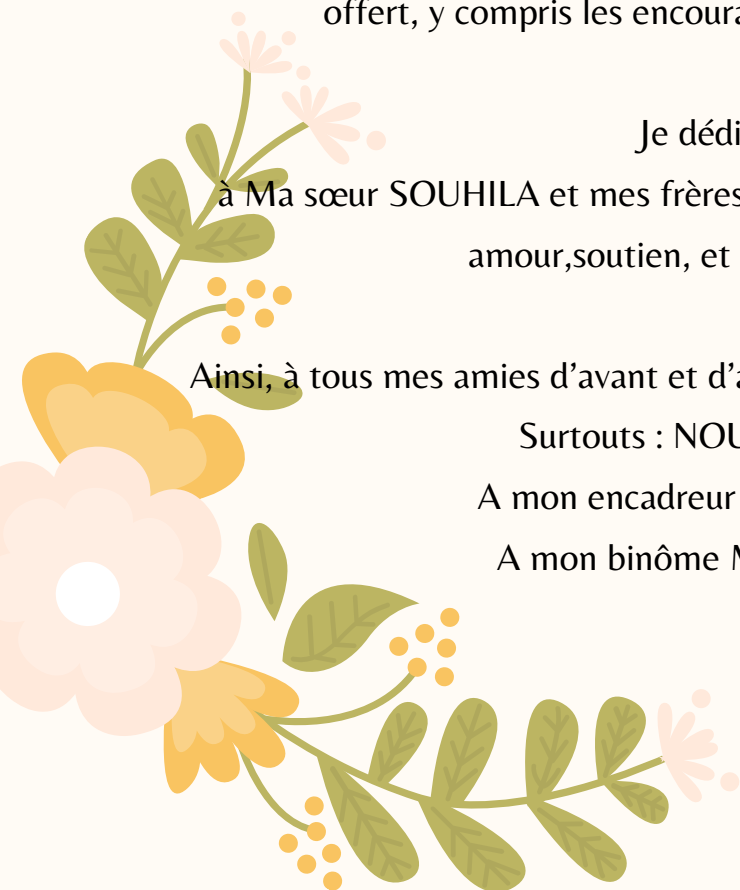
Ainsi, à tous mes amies d'avant et d'aujourd'hui les plus chères et les plus proches

Surtouts : NOUR EL HOUDA, ZINEB.

A mon encadreur : KHOUDOUR DJAMEL.

A mon binôme MABROUKI KHADIDJA.

*Hassiba*



## *Liste des abréviations*

---

### **Liste des abréviations :**

**ANRH** : Agence National des Ressources Hydrauliques.

**BBA** : wilaya de bordj Bou Ararij.

**DPSB** : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires.

**ENSSEA** : Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée.

**ESRI** : Institue Recherche sur les systèmes Environnementaux.

**FAO** : Food and Agriculture Organisation.

**MBDG** : Modèle d'une Base de Données Géographique.

**MNT** : Modèle numérique de terrain.

**OMS** : Organisation mondiale de la Santé.

**SI** : Système d'information.

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

**SGBD** : Système de Gestion de Base de Données.

**SQL** : Structured Query Language.

**TIN** : Triangular Irregular Network.

## *Liste des figures*

---

---

### **Liste des figures**

Fig.I.01. Exemples d'images raster [22] .....	5
Fig.I.02. Principe d'une image raster [29] .....	6
Fig.I.03. Les primitives géométriques du mode vecteur [22].....	6
Fig.I.04. Avantages respectifs de chaque mode de représentation [29].....	7
Fig.I.05. La superposition de données de couches différentes [65].....	8
Fig.I.06. Proportion raccordement aux canaux d'assainissement et le volume des eaux usées jeté au niveau de des communes du bassin 2019 (Originale).....	23
Fig.I.07. Caractéristiques des eaux usées entrantes dans les STEP BBA et LAGUNE HAMMADIA (Originale).....	33
Fig.I.08. Caractéristiques des eaux usées sortantes dans les STEP BBA et LAGUNE HAMMADIA (Originale).....	34
Fig. II.01. Localisation et situation géographique de bassin versant de K'SOB.....	37
Fig. II.02. Couverture végétale dans le bassin versant de K'sob (Originale).....	40
Fig. II.03. Carte Pédologique de la région du Hodna [38].....	42
Fig. II.04. Géologie du bassin versant de K'sob (Originale).....	43
Fig. II.05. Carte Lithologique du bassin versant de K'sob (Originale).....	45
Fig. II.06. Degré de perméabilité (Originale).....	47
Fig. II.07. Hypsométrie de bassin versant K'sob (Originale).....	49
Fig. II.08. Réseau hydrographique du bassin versant K'sob (Originale).....	51
Fig. II.09. Courbe hypsométrique du bassin versant K'sob.....	54
Fig. II.10. Carte de classe des pentes (Originale).....	56
Fig. II.11. Variation de la température mensuelle de l'année 2019 -B.B.A.....	59
Fig. II.12. Variation de la température mensuelle de l'année 2019 -M'SILA.....	60
Fig. II.13. Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) de la région de B.B.A (2009-2019).....	61
Fig. II.14. Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) de la région de M' SILA (2009-2019).....	61
Fig. II.15. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de M'SILA (2009-2019).....	63
Fig. II.16. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de B.B.A (2009-2019).....	63

## *Liste des figures*

---

Fig.II.17. Positionnement des régions d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER.....	65
Fig.III.01. Bassin versant du k'sob (Google Earth Pro).....	69
Fig.III.02. Exemple de <i>MBDG</i> –les eaux usées de bassin versant de K'sob sur le SIG.....	70
Fig.IV.01. <i>MBDG</i> -Variation de MES des eaux de oued de k'sob sur le SIG.....	73
Fig.IV.02. <i>MBDG</i> -Eaux usées de bassin versant de K'sob sur le SIG.....	74
Fig.IV.03. Base de données géographiques BDG [79].....	75
Fig.IV.04. <i>MBDG</i> - La variation de Ph des eaux de oued de k'sob sur le SIG.....	76
Fig.V.01. MNT du relief de bassin versant de K'sob par ArcScene (Originale).....	78
Fig.V.02. MNT des réseaux hydraulique de bassin versant de K'sob par ArcScene (Originale).....	79
Fig.V.03. MNT du courbe de niveau de bassin versant de K'sob par ArcScene (Originale).....	79
Fig.V.04. Les variations de la température des eaux de Oued K'sob.....	80
Fig.V.05. Les variations de la Nitrites des eaux de Oued K'sob.....	81
Fig.V.06. Les variations de chlorures des eaux de Oued K'sob .....	81
Fig.V.07. Les variations de Sulfate des eaux de Oued K'sob.....	82
Fig.V.08. Les variations de Conductivité des eaux de barrage de K'sob.....	83
Fig.V.09. Les variations de Chlorures des eaux de barrage de K'sob.....	84
Fig.V.04. Les variations de sulfate des eaux de barrage K'sob.....	82

## *Liste des tableaux*

---

### **Liste des tableaux**

Tableau.I.01. Principal étape historique de l'évolution des SIG [65].....	10
Tableau.I.02. Les normes adoptées par ABH-AHS sur la dotation en eau potable .....	16
Tableau.I.03 : Volume d'eaux urbaines polluées dans les communes de bassin.....	22
Tableau.I.04. les unités industrielles les plus polluants dans le bassin de l'oued K'sob. ....	24
Tableau.I.05. Caractéristiques des eaux usées dans les STEP.....	31
Tableau.II.01. Les données des communes qui forme le bassin versant de K'sob.....	38
Tableau.II.02. Répartition des types de couverture végétale [81].....	41
Tableau.II.03. Répartition des terrains du bassin du K'sob selon leur degré de perméabilité [27].....	46
Tableau.II.04. Caractéristiques des matériaux du bassin versant [38].....	47
Tableau.II.05. Degré de perméabilité [44].....	48
Tableau.II.06. Répartition de la superficie selon l'élévation des courbes de niveau [44].....	54
Tableau.II.07. Classification l'O.R.S.T.O.M du relief [44].....	58
Tableau II.08. Caractéristiques de la station de BBA et msila .....	59
Tableau.II.09. Données pluviométriques annuelles de M'sila et BBA.....	62
Tableau.II.10. Les valeurs de Q2.....	64
Tableau.III.01. Canevas des sources des pollutions de Barrage k'SOB M'SILA .....	66
Tableau.III.02. Répartition des paramètres des eaux des oueds de BBA [26].....	67
Tableau.III.03. Répartition des paramètres des eaux de barrage de K'sob M'SILA.....	68
Tableau.III.04. les données cartographique utilisée .....	70

# *Table des matières*

**Table des matières**

**Liste d'abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction.....1**

**Chapitre I : Synthèse bibliographie**

I. La perturbation écologique de bassin versant de K'sob et SIG .....	3
I.1. Le Système d'Information Géographique.....	3
I.1.1. Généralité.....	3
I. 1.2.Géomatique.....	3
I.1.3. L'information géographique.....	4
I.3.3.1. Définition .....	4
I.3.3.2. Les composants de L'information géographique.....	4
I. 1.4.La représentation de l'information géographique.....	5
I.3.4.1. Classification des informations géographiques.....	5
I. 3.4.2. Dualité Raster – Vecteur.....	5
I. 1.5. Caractéristiques de l'information géographique.....	8
I. 1.6. Notion du système d'information.....	9
I. 1.7. Système d'information géographique.....	9
I. 1.8. Historique du S.I.G.....	10
I. 1.9. Les composantes d'un SIG.....	11
I. 1.10. Les fonctionnalités du S.I.G.....	12
I. 1.11. Domaines d'application.....	12
I.1.12. Logiciels SIG.....	13
I.1.13.Modeles numériques d'altitude.....	13
I.2.Généralités l'eau.....	14

## *Table des matières*

---

---

I.2.1. Les ressource en eau.....	15
I.2.2. Les types d'eaux douces.....	15
I.2.2.1.Les eaux souterraines.....	15
I.2.2.2. Les eaux de surface.....	16
I.2.3.Les eaux potables.....	16
I.2.4.L'usa de l'eau.....	17
I.2.4.1.L'usage domestique (eau potable).....	17
I.2.4.2.Les usages agricoles (irrigation).....	17
I.2.4.3. Les usages industriels.....	18
I.2.5.Composition des eaux usées.....	18
I.2.5.1. Les matières en suspension.....	19
I.2.5.2. Les micropolluants organiques et non organiques.....	19
I.2.5.2.1.Éléments traces.....	19
I.2.5.2.2.Les micropolluants organiques.....	19
I.2.5.2.3. Les substances nutritives.....	20
I.2.6.Sources et volumes d'eaux usées dans le bassin.....	20
I.2.6.1.Les eaux usées urbaines.....	20
I.2.6.2.les eaux usées domestique.....	20
I.2.6.3. Les eaux usées traitées.....	21
I.2.6.4.Les boues de vidange.....	21
I.2.6.5.Les bio-solides.....	21
I.2.7. Le volume des eaux urbaines .....	21
I.2.8. Les eaux usées industrielles.....	23
I.3.Pollution de l'eau.....	26
I.3.Définition.....	26
I.3.1. L'origine de la pollution.....	26
I.3.1.1.La pollution domestique.....	26

## *Table des matières*

---

I.3.1.2.La pollution industrielle.....	26
I.3.1.3. La Pollution naturelle.....	27
I.3.1.4.La pollution agricole.....	27
I.3.2.Les types de la pollution.....	27
I.3.2.1.Pollution physique.....	27
I.3.2.2. Pollution chimique.....	27
I.3.2.2.1. Pollution organique.....	28
I.3.2.2.2. Pollution minérale.....	28
I.3.2.3. Pollution microbiologique.....	28
I.3.3.Les effets de la pollution.....	28
I.3.3.1.Les conséquences sanitaires.....	29
I.3.3.2.Les conséquences écologiques.....	29
I.3.3.3.Les conséquences esthétiques.....	30
I.3.3.4. Les conséquences économiques.....	30
I.4. Caractéristiques des eaux usées.....	31
I.4.1.Caractéristiques physiques.....	32
I.4.1.1.Turbidité.....	32
I.4.1.2. Température.....	32
I.4.1.3.Conductivité.....	32
I.4.1.4.Matières en suspension (MES).....	32
I.4.1.5.Matières décantables.....	33
I.4.2.Caractéristiques chimiques.....	33
I.4.2.1.Ph.....	33
I.4.2.2.Oxygène dissous.....	34
I.4.2.3.Demande biologique en oxygène(DBO5).....	34
I.4.2.4.Demande chimique en oxygène (DCO).....	34
I.4.2.5.Carbone organique total (COT).....	35

## *Table des matières*

---

---

I.4.2.6. Azote.....	35
I.4.2.7. Nitrites (NO <sub>2</sub> -).....	35
I.4.2.8. Nitrates (NO <sub>3</sub> -).....	35
I.5. Caractéristiques microbiologique.....	36

### **Chapitre II : Situation géographique et caractéristiques**

#### **Générales du bassin versant de K'sob**

---

II. Description du bassin versant de <i>K'sob</i> .....	37
II.1. Situation géographique.....	37
II.2. Aperçu socio-économique.....	38
II.2.1. Le contexte démographique.....	38
II.2.2. Le Contexte Agricole et couvert végétal.....	39
II.2.2.1. Classification de la végétation.....	39
II.2.2.2. Répartition de la couverture végétale du bassin versant du K'sob.....	40
II.3. Topographie et relief.....	41
II.4. Caractéristiques pédo-géologiques.....	41
II.4.1. Pédologie.....	41
II.4.2. Géologie.....	42
II.4.2.1. La lithologie de bassin versant du K'sob .....	43
II.4.2.2. Structure tectonique .....	48
II.5. Géomorphologie générale et le réseau hydrographique du bassin de K'sob.....	49
II.5.1. La morphologie du bassin.....	49
II.5.2. Le réseau hydrographique.....	50
II.6. Les caractéristiques physiques et morphométriques du bassin versant du K'sob.....	51
II.6.1. La superficie.....	51
II.6.2. Périmètre.....	51
II.6.3. La forme du sous bassin.....	51
II.6.3.1. Indice de compacité de Gravelius.....	52

## *Table des matières*

---

II.6.3.2. La répartition du rectangle équivalent.....	52
II.6.3.3 .Denivelée globale.....	53
II.6.3.4. LA répartition des tranches d'altitudes et la courbe hypsométrique.....	53
II.6.3.5. Indice de pente .....	56
II.6.3.6. Dénivelée spécifique.....	57
II.6.3.7. Temps de concentration.....	58
II.7. Aperçu Climatique.....	59
II.7.1. Aperçu général sur le climat de la région.....	59
II.7.1.1. Les températures.....	56
II.7.1.2. Les précipitations.....	60
II.7.2. Relation température –précipitation.....	62
II.7.3. climagramme de L.Emberger.....	64

### **Chapitre III : Matériels et approche méthodologique**

III.1. Etude écologique.....	66
III.1.1. Collecte des données.....	66
III.2. Les outils des traitements des données.....	68
III.3. Etude cartographique.....	69
III.3.1. Collecte des cartes.....	69
III.3.2. Traitement des cartes.....	70
III.3.3. Cartographie thématique.....	71

### **Chapitre IV : Mise en place d'un système d'information géographique pour l'étude de la pollution des eaux d'Oued Ksob**

IV.1. Utilité d'un SIG dans l'étude écologique de bassin versant.....	72
IV.1.1. Choix des données de pollution de l'eau de bassin versant de K'SOB intégrées au système .....	73
IV.2. Les grandes étapes de création de la base de données à référence spatiale.....	74
IV.2.1. Structuration des données.....	74
IV.2.1.1. Modèle d'une Base de Données Géographiques.....	74

## *Table des matières*

---

---

IV.2.2. Le travail sous environnement SIG : Intégration des données géographiques et traitement l'information.....	76
--	----

### **Chapitre V : Résultats et discussions**

---

V.1.Création d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT)- Intégration de l'MNT dans Le SIG.....	78
V.2. la variation de pollution (paramètres physico-chimique) au niveau d'Oued K'sob...	80

**Conclusion**

**Références Bibliographiques**

**Lexique**

**Annexe**

**Résumé**

# ***Introduction***

### **Introduction**

Les enjeux majeurs auxquels il faut faire face aujourd'hui (environnement, aménagement de territoire...), ont tous un lien étroit avec le 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 des informations géographiques qui comprennent : la collecte, l'analyse et le traitement des données collectées, ainsi que l'interprétation des résultats et leur présentation afin de rendre les données compréhensibles par tous.

Le SIG est très importante dans le domaine de l'écologie spécialement pour étude de perturbation écologique qui Contient des facteurs de perturbation peut être d'origine naturelle (sécheresse extrême) ou anthropique par exemple Les zones urbaines et l'industrie jettent d'importantes quantités de matières dans les eaux de surface, en particuliers dans les rivières. Ceci ne se manifeste pas seulement par des rejets d'eaux usées mais aussi, par la transformation physique des bassins versants et du lit des rivières. Certaines circonstances exceptionnelles telles que la pollution, la sécheresse permettent de mesurer la pression exercée sur les cours d'eau du fait de l'activité humaine.

Dans ce cadre rentre notre étude intitulée « Utilisation du SIG pour étudier la perturbation écologique de l'Oued K'sob -Bassin versant de K'sob (Algérie) ».

Le bassin versant de K'sob se situe dans la partie Nord-Est d'Algérie, comprend deux wilaya et 16 communes, répartis sur une superficie de 1460 Km<sup>2</sup>, couvrant les wilayas de B.B.A et M'sila. Elle appartient au bassin du Chott El Honda qui est l'un des plus grands bassins hydrographiques en Algérie, avec une superficie d 25 843km<sup>2</sup>.

Le objectif de ce travail est connaître l'état réel de la qualité des eaux et de déterminer le type et l'origine de la pollution à travers d'établir une étude préliminaire de diagnostic de la qualité de l'eau de l'Oued K'sob et ses affluents par les analyses physico-chimique à l'aide de SIG.

La présente étude se structure en cinq chapitres, la première présente des données bibliographiques sur l'eau et la pollution des eaux et données sur le système d'information géographique (SIG). Le second chapitre englobe la Situation géographique et caractéristiques générales du bassin versant de K'sob. Alors que le troisième chapitre met l'accent sur 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 pollution de l'eau des eaux d'oued K'sob.

## *Introduction*

---

Nous avons abordé les résultats obtenus et les discussions dans le cinquième chapitre. Enfin, nous concluons ce travail par des perspectives.

***Chapitre I :***  
***Synthèse***  
***Bibliographique***

**I. Perturbation écologique de bassin versant de K'sob et SIG****I.1. Système d'Information Géographique****I.1.1. Généralité**

Parce que des défis majeurs auxquels doit faire face l'humanité toute entière sont étroitement liés à la géographie, les SIG revêtent une importance capitale dans la quête de solutions à leur apporter. Qu'il s'agisse de santé publique, de démographie ou encore d'environnement, un système d'information géographique constitue un outil performant capable d'apporter de vraies réponses à ces enjeux.

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. 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 [2].

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 [68].

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 [63].

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 [59].

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 [34], 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

### **I.1.3. L'information géographique**

#### **I.1.3.1. Définition**

L'information géographique est composée d'informations géométrique, descriptive et topologique. Elle constitue une interprétation, ou plutôt, comme le dirait [14], 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 [29] :

- ❖ 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 [18].

Représentation d'un objet ou d'un phénomène réel, localisé dans l'espace à un moment donné [64], L'information géographique est caractérisée par une composante purement spatiale et une composante sémantique [29].

#### **I.1.3.2. 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. Représentation de l'information géographique

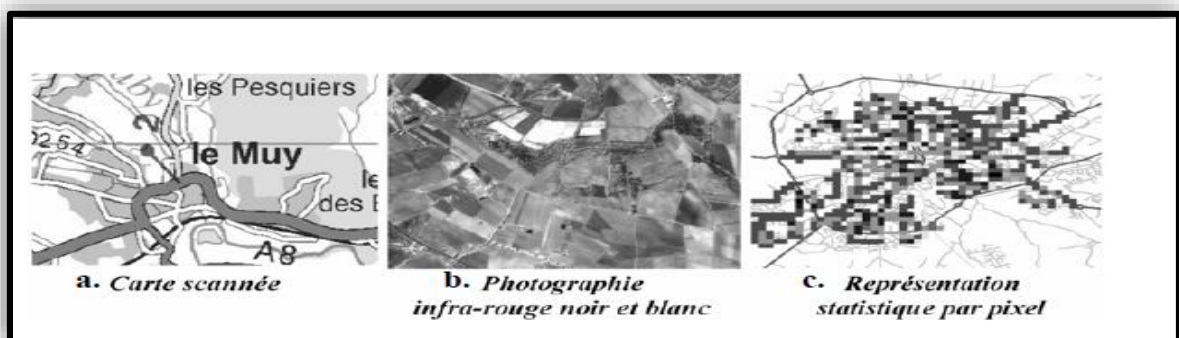
#### I.1.4.1. Classification des informations géographiques

#### I.1.4.2. Dualité Raster – Vecteur :

L'information géographique est représentée à travers deux types de modèles ou structures de données : les modèles vectoriel et matriciel [67]. Le choix dépend de la nature des données géographiques et de leur utilisation [23].

#### \*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 [22], 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.



**Fig.I.01.** Exemples d'images raster [22].

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.

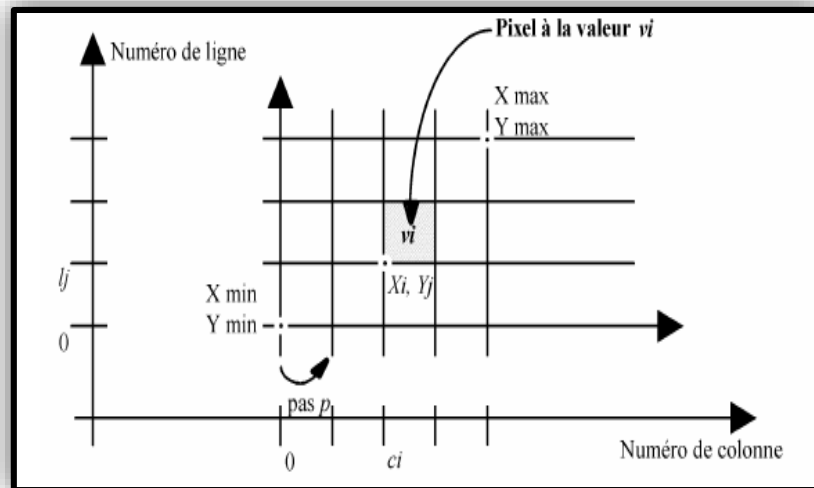


Fig.I.02. Principe d'une image raster [29].

**\*Le 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 [14].





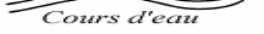




Exemples	Information géographique	Traduction en mode vecteur
 Maison  Château d'eau	ponctuelles	
 Route  Cours d'eau	linéaires	
 Parcelle  Commune	surfaciées	

Fig.I.03. Les primitives géométriques du mode vecteur [22].

Comme le souligne certains auteurs [60], [23] :

\*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

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

Fig.I.04. Avantages respectifs de chaque mode de représentation [29]

Ces deux représentations exigent des moyens d'acquisition des données bien distincts. [79] 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.

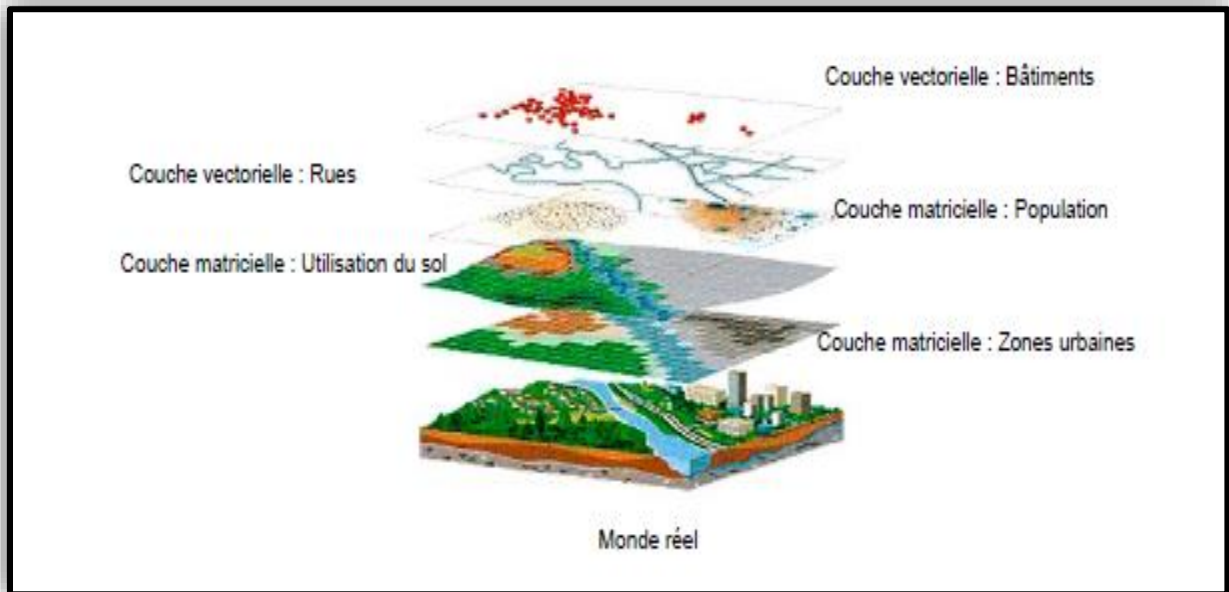
\*La dualité Raster –vecteur modifie considérablement le paysage de l'information géographique en créant un système fermé. Cette possibilité est un élément essentiel à une cartogénèse car il permet de reproduire, par des algorithmes précis, différents documents intermédiaires évitant ainsi la création 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 cohérente 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 [11].



**Fig.I.05.** La superposition de données de couches différentes [65].

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.1.5. Caractéristiques de l'information géographique**

Il y a plusieurs types d'objets géographiques. Pour [7] et [37] l'individu statistique en géographie peut être :

- 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.1.6. 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 [1].

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 [10].

### **I.1.7. Système d'information géographique**

[3] propose une définition très générale fondée sur la technologie et l'information "Les S.I.G. sont des systèmes fondés sur l'utilisation d'ordinateurs pour stocker et manipuler l'information géographique".

[45] précise que l'outil a comme fonctionnalités "la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées".

Pour [24], il s'agit d'ensembles de données "structurés de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision". Ces ensembles sont rassemblés "à partir de diverses sources" précise la Société française de photogrammétrie et télédétection.

De [11] étendent le périmètre des S.I.G au-delà des matériels, logiciels et données pour y intégrer le personnel qui les manipule et, pour [75], les principes et les méthodes mis en œuvre dans le système font partie intégrante de celui-ci. Les S.I.G. ne sont donc pas des logiciels ni des systèmes informatiques.

Le S.I.G est une méthode d'enregistrement, de gestion et d'extraction d'information relative à l'environnement terrestre et ayant une forme structurée. Cette information est définie, entre autres, par ses paramètres de localisation spatiale permettant de la manipuler et de la cartographier de plusieurs manières [12].

Le terme de « système d'information à référence spatiale » (SIRS) a été proposé comme étant plus générique, il s'est notamment largement répandu au Canada. Mais, le terme « système d'information du territoire » (SIT) est généralement utilisé dans les domaines du cadastre et de

l'aménagement du territoire [42].

**I.1.8. Historique :**

**Tableau. I .01.** Principal étape historique de l'évolution des SIG [65].

Période	Evolution de SIG	Développements informatique
<b>1960</b>	SIG a commencé à développer dans le milieu des années 1960 et est né en 1963, proposé par le topographe canadien R.F. Tomlinson	Le niveau du développement d'informatique était limité, la capacité de stockage est faible, l'information pertinente n'est pas exhaustive. Mais à ce stade, les nombreux organismes de recherche du SIG ont émergé, promouvant le développement du SIG
<b>1970-1980</b>	Formation de la théorie des bases de données relationnelles par E.G Codd [1970] développement de systèmes de bases de données relationnelles pour la gestion des salariés, du personnel, de stocks de marchandises ...etc. Méthode MRESES [Collongues 1991] pour la conception et la mise en œuvre de bases de données en entreprise et administration publique.	Ordinateur centraux Machine à dessiner basée sur traceurs à plume Important matricielle dont les tons de gris sont produits en augmentant la densité de caractères.
<b>1980-1990</b>	Mise sur le marché de Premiers logiciels dits de SIG par les géographes basés sur le mode image et de STT (systèmes d'information de territoires) pour la création et la gestion de cadastre foncier par les ingénieurs-géomètres notamment : On mode objet (vecteur) -arc Info, système 9...etc En mode image (raster) -IDRISI, GRASS , P_MAP. Pour suite Développement Des Systèmes De Base De Données Relationnelles (SGBDR) publication	Cartographie numérique Editeur graphique et imprimante atteignent une excellente qualité Formulation d'une structure permettant la gestion de la topologie de manière informatique [Peucker et Al 1975]. Début 1980, mise sur le marché des "mini ordinateurs". Permettant une décentralisation des moyens informatiques dans institutions et des "micro-ordinateurs" où les ordinateurs personnels (PC).

	<p>du livre <i>Geographical Information System</i> [Burrough, 1987] .</p> <p>Mars 1987 premier parution de la revue : <i>Geographical Information System</i></p>	
	<p>Naissance du concept actuel de SIG intégrant la trilogie : mode image, mode vecteur et base de données relationnelle</p>	
<b>Début 1990</b>	<p>Mise en commun des informations en réseau « intranet »</p> <p>Première mise en œuvre d'internet</p>	<p>Développement de la puissance des processeurs selon la loi de Moore 1965 (le nombre de transistors intégrés dans un processeur double tous les deux ans)</p>
<b>1990-2000-2010</b>	<p>Le concept de système d'information géographique devient science de d'information géographique Goodchild, 1992</p> <p>Mise sur le marché le logiciel SIG à faible cout ( p.e.manifold).</p>	<p>Popularisation d'internet. Développement et diffusion des ordinateurs portable.</p>

### I.1.9. Composantes d'un SIG

Selon ESRI France un Système d'Information Géographique est

Composé de :

- Matériel informatique (hardware)

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

- Logiciels (software)

Les logiciels de SIG offrent les outils nécessaires pour sauvegarder, examiner et visualiser l'information géographique.

- 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.

- Personnel formé

Un SIG étant avant tout un outil, donc c'est à 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'accession des

SIG sur Internet, le nombre d'utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante.

➤ **Méthodes**

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

### **I.1.10. Les fonctionnalités du S.I.G**

Le S.I.G offre cinq fonctionnalités, plus connues sous le terme des «5A » (Abstraction, Archivage, Analyse, Affichage et Acquisition) [29].

Selon ESRI France un Système d'Information Géographique est

Fonctionnée par :

✚ **Cartographie et Visualisation** : Comprendre les localisations et les relations spatiales avec des cartes et des représentations visuelles.

✚ **Gérer** : Recueillir, organiser et maintenir une description précise et géographique des biens et ressources.

✚ **Permettre la Mobilité** : Gérer et équiper des collaborateurs nomades pour recueillir et accéder à de l'information sur le terrain.

✚ **Superviser** : Suivre, gérer et superviser des biens et ressources en temps réel

✚ **Impliquer** : Communiquer et collaborer avec les citoyens et les communautés d'intérêt

✚ **Partager et collaborer** ; Donner les moyens à chacun de facilement découvrir, utiliser, créer et partager de l'information géographique

✚ **Analyser** : Découvrir, mesurer et prévoir les tendances et évolutions pour améliorer et optimiser

✚ **Concevoir et planifier** : Evaluer des solutions alternatives et imaginer les meilleurs projets

✚ **Décider** : Obtenir une parfaite connaissance de la situation et prendre des décisions basées sur l'information

### **I.1.11. Les 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 [48].

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)

### **I.1.12. Logiciels SIG**

#### **Logiciels libres**

1. GRASS GIS : Il rassemble des propriétés de traitement d'images satellitaires et des fonctionnalités à base topologique.
2. Map Server : Logiciel libre d'édition des cartes sur le web.
3. QGIS : Il permet de visualisé les cartes ainsi que leurs transformation. Il présente une qualité qui le rend très simple à utiliser.
4. PostGIS : C'est une extension pour la base de données Postgre SQL, qui permet de faire des requêtes SQL et spatiales.
5. uDig, gvSIG : Logiciels libres développés en Java pour Linux et Windows.

#### **Logiciels Gratuits**

1. DIVA-GIS : Offre des outils d'analyse statistique et géostatistique de l'information géographique.
2. AutoDEM : Il propose des dispositifs pour générer des modèles numériques de terrains (MNT) à partir de courbes de niveaux. Il supporte plusieurs formats tel que les images raster et les courbes de niveaux de type vectoriel.

#### **Logiciels Commerciaux**

1. Arc GIS : (Arc Info, Arc View , etc.) de chez ESRI.
2. GéoMapGIS : Métiers s'appuyant sur l'environnement Autodesk (AutoCAD, AutodeskMap , AutodeskMapGuide, etc.).
3. Manifold : Logiciel novateur (serveur, géocodage, 3D, script .net, sgbd).

### **I.1.13. Modèles numériques d'altitude**

Depuis les années 1990, la puissance des micros ordinateurs a permis le large développement des Modèles Numériques de Terrain .Sous ce vocable on confond souvent

l'ensemble de programme permettant de traiter la topographie d'une zone (le MNT au sens strict) et les altitudes aux nœuds d'un maillage régulier couvrant la zone d'étude (le Modèle Numérique d'Altitude). A partir d'un MNA., le MNT permet de calculer automatiquement tous les paramètres classiques tels que la pente, l'orientation des versants, etc. Il peut également déduire de la topographie et à partir d'un point exutoire donné, retrouver les contours d'un bassin versant, le réseau hydrographique, etc. La plus grande difficulté consistait à digitaliser le relief à partir de supports cartographiques [36].

Un Modèle numérique de terrain (MNT) peut être défini comme une représentation numérique du relief donc des valeurs d'altitude d'une région donnée. Le MNT peut être avoir plusieurs formes : points cotés, courbes de niveau, réseau de triangles irréguliers (TIN) ou raster (pixel). Un Modèle Numérique d'Altitude (MNA) est une représentation des altitudes sur un terrain tenant compte les hauteurs d'objets placés sur celui-ci comme les bâtiments et les arbres [78].

Le SIG offrent à la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression permettant d'accroître de façon significative son rôle pédagogique. Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais facilement intégrer des rapports, des vues 3D.

Aujourd'hui, le développement de techniques modernes d'acquisition et de mise à disposition d'informations digitales a rendu possible la représentation à la fois de la topographie du milieu par le biais de modèle numérique d'altitude (MNA) ainsi que la représentation de l'occupation des sols par le biais de photographies aériennes ou de données satellitaires. Ces informations servent de plus en plus à la description des caractéristiques physiques des bassins versants et à la cartographie numérique de leur couverture [36].

## **I.2. Généralités l'eau**

L'eau est aisément polluée par l'emploi de toutes sortes de produits. Elle doit donc être protégée par une loi qui stipulerait que quiconque contamine l'eau sera tenu non seulement de payer une indemnité, mais aussi de purifier la source...[40].

La prévention et le contrôle de la pollution de l'eau, qu'elle soit de surface ou souterraine, ont progressivement constitué une attribution à part entière de l'Etat étant donné l'ampleur des conséquences économiques, sociales et de santé publique que peut entraîner une dégradation de la qualité des ressources en eau disponibles. En principe et dans la pratique administrative, la prévention et le contrôle de la pollution de l'eau se distinguent du contrôle de la qualité de l'eau fournie par des entreprises publiques au public pour la consommation humaine et autres utilisations domestiques [8].

**I.2.1. Les ressources en eau**

L'eau recouvre 72 % de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350 milliard de km<sup>3</sup> dans la biosphère. Cependant l'eau se trouve en constant recyclage. L'eau douce ne représente que 2,5 % du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés) : or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0,3% de l'eau douce (soit 0,007 % de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux, les réservoirs et les lacs. Seule cette infime partie est aisément disponible et se renouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière ,17 ans pour un lac [50].

La pénurie et coupures d'eau ont amené les Algériens à toutes sortes de combiens pour avoir de l'eau, on violation de réglementation les autorités ont toujours toléré ce système d 'hydraulique' et ont laissé faire sans doute parce que l'eau est un besoin vital .... Les spécialistes estiment que si la ressource naturelle en eau tombe à moins de 1000m<sup>3</sup>/hab en années moyenne, elle devient ressource rare. En 2020 on prévoit qu'elle descendra à 420m<sup>3</sup> /hab/an et on 2025 à 300m<sup>3</sup>/hab/ans.

Cette tendance s'appuie sur un surface objectif .Algérie est un pays semi-aride ,et sur des données liées à la croissance démographique et développement économique et social ,qui entraînent de plus grands besoins en eau et une demande plus fort , alors que les ressource en eau sont limitées et de faible qualité[70].

**I.2.2. Les types d'eaux douces****I.2.2.1. Les eaux souterraines**

En l'état actuel des connaissances, les eaux souterraines sont globalement évaluées à environ 8.5 milliards de m<sup>3</sup>/an - 2.5 milliards (régions du Nord) - 6 milliards (régions Sahariennes/ressources non renouvelables).

Les eaux souterraines sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à 22 % des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliard de m<sup>3</sup>. Leur origine est représentée par l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol. Les eaux souterraines sont habituellement à l'abri des sources de pollution, elles sont donc d'excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface [51].

Il existe des eaux souterraines dans les formations géologiques aquifères Elles sont partie intégrante du cycle hydrologique de la terre C'est-à-dire de la circulation de l'eau entre les océans. L'atmosphère et la terre. Elles représentent environ 4 % de l'eau du cycle Les océans et

les mers en constituent environ 94 % Le volume des eaux Souterraines est supérieur à celui des eaux douces lacs et des cours d'eau [39].

Ce sont des ressources en eau naturelles renouvelables et non renouvelables, (fourniture de l'eau pour la population dans la plupart des régions de monde se fait par le biais les eaux souterraines) [53].

### I.2.2.2. Les eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eau, ou contenues dans les lacs, ou maintenues derrière les barrages réservoirs. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, des rivières, soit des rassemblements des eaux de ruissellement.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement l'eau, en matière en suspension et matière organique ainsi qu'en plancton. Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique [54].

### I.2.3. Les eaux potables

L'eau potable est facteur important dans la réalisation du bien-être et de s'assurer la santé publique, la plupart des installations hydriques en service de la population .Alors on doit connaître le nombre d'habitants pour évaluer leurs besoins en eaux potables. Sur la base des critères théoriques qui déterminent La consommation idéale quotidienne de la population, ces normes varient en fonction de l'agglomération et le nombre d'habitants, Nous avons trouvé des différences dans ces normes entre la Direction de l'irrigation et l'agence nationale pour les bassins d'eau.

Selon les directions de l'irrigation des wilayas de M'sila et de BBA, Les normes sont :

**Tableau. I .02 .** Les normes adoptées par ABH-AHS sur la dotation en eau potable [26].

<b>Population</b>	<b>Dotation en eau potable, L/H/J</b>
50000 Habitants>	180
20000 >Habitants>50000	160
10000>Habitants>20000	100
10000Habitants<	85

**I.2.4. L'usage de l'eau**

Acte de mise en application d'une ou plusieurs fonctions de l'eau pour obtenir un effet voulu. Ce faisant, dans la plupart des cas, l'usage réduit -"use"- et peut détruire les potentiels fonctionnels qu'il applique, notamment la qualité de l'eau correspondante, en modifiant les caractéristiques de l'eau déterminantes.

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux ménagères et les eaux vannes), les eaux de ruissellement et les effluents industriels, agricoles (eaux usées des usines). Ils constituent donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel.

Les ressources en eau prélevées en 2012 sont estimées à 8 425 millions m<sup>3</sup>, dont 4 800 millions m<sup>3</sup> provenant d'eau superficielle, 3 000 millions m<sup>3</sup> d'eau souterraine, soit bien au-delà du volume renouvelable annuel, 615 millions m<sup>3</sup> d'eau dessalée (Eurostat, 2015) et 10 millions m<sup>3</sup> d'eaux usées traitées directement utilisées. Les prélèvements attribués à chacun des secteurs n'est pas entièrement connu : la part de l'agriculture semble correspondre à 59 pour cent soit 4 990 millions m<sup>3</sup> et la part des industries à 5 pour cent, soit 415 millions m<sup>3</sup>. Le prélèvement des municipalités est donc estimé à 36 pour cent, soit 3 020 millions m<sup>3</sup> [28].

**I.2.4.1. L'usage domestique (eau potable)**

Les usages domestiques concernent l'alimentation, les diverses activités de lavage, d'évacuation des déchets, l'hygiène personnelle, l'arrosage des jardins. Les eaux de consommation publique sont utilisées à différentes fins. Un habitant consomme 230 / l par jour, n'en utilise que seulement 1% pour la boisson et 6% .

Pour la préparation de la nourriture, les 93 % restant sont consacrés aux bains-douches (39%), aux sanitaires (20%), au lavage de la linge (12%), de la vaisselle(10 % ), à des usages domestiques divers (6%) et au lavage des voitures et arrosage du jardin (6%). Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses [80].

**I.2.4.2. Les usages agricoles (irrigation)**

L'Organisation des Nations Unis (ONU) et la Food and Agriculture Organisation (FAO) prévoient d'augmenter la surface des terres irriguées de 250 millions d'hectares à 330 millions d'hectares en 2025 en raison de leur insuffisance. Au niveau de l'agriculture, les cultures fortement consommatrices d'eau peuvent exercer une grande pression sur les capacités en ressources hydriques.

Le potentiel d'irrigation algérien varie selon les sources et les méthodes d'estimation. La seule utilisation des eaux renouvelables ne permettrait qu'un potentiel d'irrigation de 510 300 ha à partir des bassins méditerranéens et du Sahara [27]. Cependant, les superficies réellement irriguées sont supérieures à ce chiffre depuis le début des années 2000. Le plan de Constantine (1959-1963) de la période coloniale, indiquait un potentiel de 1.3 millions d'ha, et un rapport plus récent indique que 2.2 millions d'ha sont irrigables en ne considérant que la nature des sols dont 137 000 ha dans les régions Sahariennes [72]. Mais seuls 1.3 millions ha sont aptes à l'irrigation sans travaux d'épierreage, de drainage ou de lessivage) [55].

L'irrigation de surface fait progressivement place à l'irrigation par systèmes sous pression (aspersion et localisée) qui a en effet progressé de 21 % en 2000 à 42% en 2012 et 49% en 2014 [28].

#### **I.2.4.3. Les usages industriels**

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions, par exemple celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple) [32].

Par l'ENSSEA, L'industrie utilise environ 22% des ressources disponibles. Cette moyenne mondiale varie selon les régions : en Afrique, ce secteur n'utilise que 5% de l'eau disponible alors qu'en Europe, il est le plus grand consommateur avec 54%. Chaque année les industries rejettent entre 300 et 500 millions de tonnes de métaux lourds, de solvants, de boues toxiques et autres effluents. Si plus de 80% des déchets dangereux sont produits par les USA et les autres pays industriels, 70 % des déchets industriels générés par les pays en développement sont rejetés dans l'eau, sans traitement préalable.

#### **I.2.5. Composition des eaux usées**

La composition des eaux usées, est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives [9].

Le DBO5 est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées. Selon [25

], Elle dépend de :

\* L'activité humaine et la nature des effluents industriels éventuellement rejetés dans le réseau urbain.

\* La composition des eaux d'alimentation en eau potable, et la nature des matériaux des canalisations d'eau.

### **I.2.5.1. Les matières en suspension**

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [25].

### **I.2.5.2. Les micropolluants organiques et non organiques**

Les micro-polluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes [9].

#### **I.2.5.2.1. Éléments traces**

Les éléments traces sont les 68 éléments minéraux, constituants de la croûte terrestre, dont la concentration est pour chacun d'entre eux inférieure à 0,1 %. Ils ne représentent à eux tous que 0,6 % du total [8].

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel. Leur présence est nuisible pour l'activité des micro-organismes donc elle perturbe le processus d'épuration biologique, les plus abondants (de l'ordre de quelques  $\mu\text{g/l}$ ) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb, manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel.

#### **I.2.5.2.2. Les micropolluants organiques**

Les micropolluants organiques sont composés principalement de carbone et d'hydrogène, et proviennent généralement de synthèses industrielles. Dans cette catégorie, on trouve des familles de produits aux utilisations très diverses pesticides, biocides, médicaments, cosmétiques, agents nettoyants, etc [57].

Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur. En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées. Les pesticides sont les éléments traces les

plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines [80].

#### **I.2.5.2.3. Les substances nutritives**

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- ✓ de 16 à 62 kg d'azote,
- ✓ de 2 à 69 kg de potassium,
- ✓ de 4 à 24 kg de phosphore,
- ✓ de 18 à 208 kg de calcium,
- ✓ de 9 à 100 kg de magnésium,
- ✓ de 27 à 182 kg de sodium

#### **I.2.6. Sources et volumes d'eaux usées dans le bassin**

##### **I.2.6.1. Les eaux usées urbaines**

Les eaux usées urbaines sont d'abord formées par un mélange d'eaux usées domestiques et industrielles. Il s'y ajoute une troisième composante formée par les eaux de pluie et les effluents des installations à caractère collectif (hôpitaux, commerces, etc.) [13].

Les volumes des eaux usées urbaines dépendent du nombre d'habitants et le taux d'approvisionnement en eau potable. Alors l'étude d'une population en fonction de son nombre, son répartition et son taux de croissance permet de déterminer le volume des eaux salées à partir de la connaissance des besoins de la population en eaux potable, puis d'estimer les volumes des eaux salées sur le court et moyen durée.

##### **I.2.6.2. Les eaux usées domestique**

C'est le résultat de l'usage quotidien d'eau potable. Dont le taux de consommation varie entre 100 à 200 l /habitant/ jour. Ce taux varie d'une région à l'autre selon la moyenne d'approvisionnement en eau potable et la rentabilité du réseau de distribution. Avec d'autres zones, où le volume de la consommation est de moins 100 litres / habitant / jour, et d'autres leurs taux dépasse 150 litres / habitant / jour. Où L'eau usée contaminée représente 80 % du volume de la consommation quotidienne d'eau potable

Les eaux de nettoyage en général et les eaux utilisées dans les salles de bains et les cuisines en particulier, représentent environ 2/3 du volume des eaux usées domestiques.

Les eaux usées domestiques se compose principalement de la matière organique se caractérise également par la forte concentration de l'azote ammoniacal, On note que les eaux usées provenant des toilettes renferment plusieurs éléments minéraux, tels que le chlorure Cl, sodium et le potassium K des germes fécaux et des détergents [76].

#### **I.2.6.3. Les eaux usées traitées**

Sont les eaux usées qui sont passées à travers une station de traitement des eaux usées en vue d'atteindre certains normes pour réduire leur degré de pollution ou risque sanitaire dans le cas où elles ne respectent pas les normes, les eaux usées sont considérées au mieux comme partiellement traitées

#### **I.2.6.4. Les boues de vidange**

Boues de vidange (BV) proviennent de dispositifs d'assainissement au niveau domestique.

Elles n'ont pas été transportées via un égout. Elles sont fraîches ou partiellement digérées, sous forme de jus ou bien pâteuses. Elles résultent de la collecte, du stockage ou du traitement primaire de mélanges d'excréta et d'eaux noires, avec ou sans eaux grises. Les dispositifs d'assainissement au niveau domestique (ou à la parcelle) sont par exemple des latrines a fosse simple, étanche ou non. Des blocs sanitaires non-connectés aux égouts, des fosses septiques ou encore des toilettes sèches La GBV (gestion de Boues de vidange) comprend le stockage initial, la collecte, le transport. Le traitement et la valorisation sans danger ou la mise en décharge des boues de vidange. Celles-ci Sont très disparates en termes de consistance, de quantité et de concentration [47].

#### **I.2.6.5. Les bio-solides**

Sont des boues traités ou les sous-produits traités des eaux d'égout domestiques et commerciales un traitement des eaux usées et des boues de vidange qui peut servir à l'amendement des sols et comme engrais, ces résidus sont traités pour réduire leur contenu en matière organiques leur volume ou leur masse, les pathogènes et le potentiel d'attraction des vecteurs

#### **I.2.7. Le volume des eaux urbaines :**

La proportion de la liaison varie d'une commune à l'autre, où l'on trouve certaines agglomérations secondaires et rurales sans assainissement.

Le calcul du volume de flux des eaux usées ce fait par l'application de loi suivante :

**Q m<sup>3</sup>/j** : Le volume des eaux sale (m<sup>3</sup>/ jour) ;

**n**: Dotation en eau potable (litres /jour / habitant) ;

**N** : Le nombre de la population ;

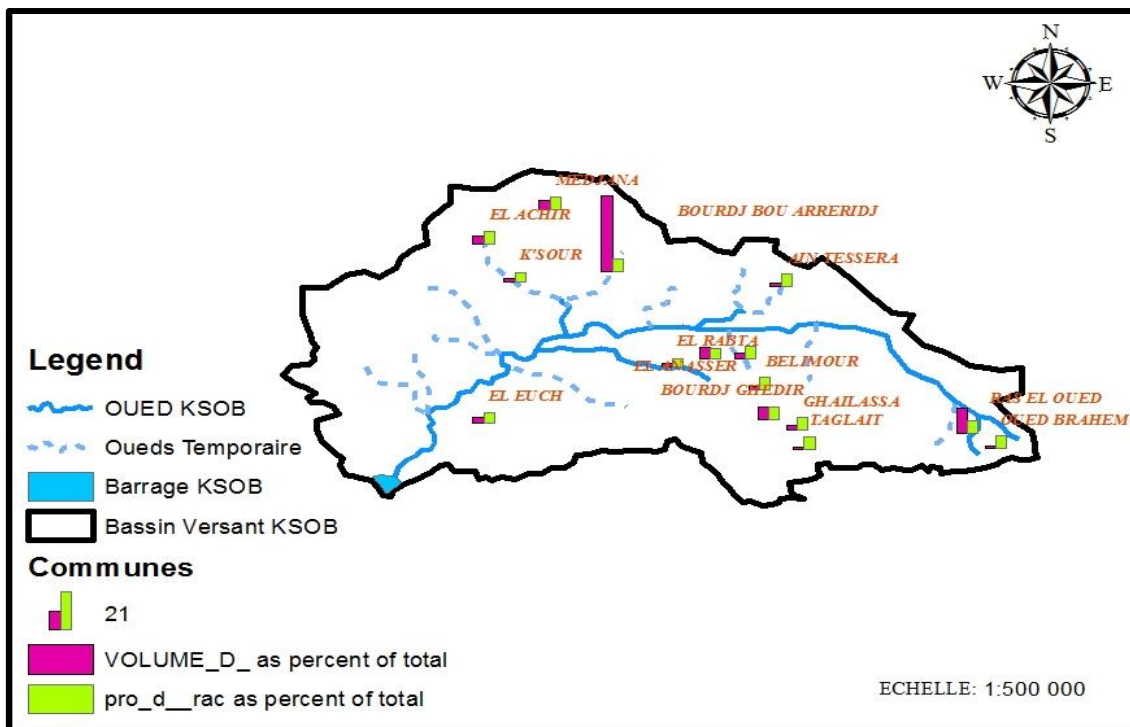
**CR** : Coefficient de rejet a été estimé 0.80.

On peut résumer le volume d'eaux salées dans le (Tableau. I .03)

**Tableau. I .03** : Volume d'eaux urbaines polluées dans les communes de bassin.

communes	Volume d'eau usée rejeté, J/m <sup>3</sup>	Volume d'eau usée traité, J/m <sup>3</sup>	Lieu de drainage	Pourcentage de raccordement
<b>Bordj Bou Arréridj</b>	18145	8167	STEP	99,40
<b>Bordj Ghédir</b>	3040	/	OUED	95,38
<b>Taglait</b>	363	/	OUED	92,10
<b>Belimour</b>	949	/	OUED	98,74
<b>Rac El Oued</b>	6041	/	OUED	99,32
<b>Ouled Brahem</b>	792	/	OUED	96
<b>El Hammadia</b>	2553	863	OUED	73,01
<b>El Euch</b>	1380	/	OUED	75,40
<b>El Rabta</b>	923	/	OUED	67,67
<b>K'sour</b>	960	/	OUED	76,29
<b>Medjana</b>	2090	/	OUED	98
<b>Ghailassa</b>	1264	/	OUED	97,24
<b>Al Achir</b>	1918	/	OUED	94
<b>Ain tassera</b>	853	/	OUED	97
<b>El Anasser</b>	1298	/	OUED	97,46
<b>Msila</b>	24918	9589	STEP	86

Source [DH (BBA et M'sila) 2019]



**Fig.I.06.** Proportion raccordement aux canaux d'assainissement et le volume des eaux usées jeté au niveau de des communes du bassin 2019 (Originale)

### I.2.8. Les eaux usées industrielles

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences etc), qui sont caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution [41]. Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques, organiques et métalliques [52].

Elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ; Des hydrocarbures (raffineries).
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie).
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries).
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Dans certains cas, avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux industrielles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels. Elles ne sont mêlées aux eaux

domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution [74].

Les plupart des unités industrielles couvrent ces besoins d'eau à partir de sources des eaux souterraines ou de surface et évacuent ces eaux après usage dans les canaux de drainage ou directement dans les cours d'eau. Sauf un nombre limité d'unité qui traitent ses eaux avant l'évacuation, bien que la loi oblige les propriétaires de ces industrielles dans le bassin, on doit connaitre les types d'industries et le volume d'eau usée pour chaque unité.

Les eaux de drainage industrielles contenant des polluants organique et des polluants minéralogiques, en particulier les métaux lourds et leur évacuation dans les cours d'eau représenter une menace majeure pour la santé publique et l'environnement, ou ces eaux conduisent à la contamination des milieux aquatiques de surface, et mène à la détérioration de leurs écosystèmes[26].

Pour savoir la quantité d'eau usée évacuée par chaque unité industrielle (Tableau.I.04)

**Tableau.I.04.** Unités industrielles les plus polluants dans le bassin de l'oued K'sob.

<b>Nom d'unité</b>	<b>Branche d'activité</b>	<b>Les types de production</b>	<b>Moyenne des eaux prises m/j</b>	<b>La quantité d'eaux évacuées m/j</b>	<b>Lieu de drainage</b>	<b>Observations</b>
<b>EPE SPA EMBAG GROUPE GIPEC</b>	Papier	Transformation des emballages en papier et carton compact	6.5	0.4	Réseau Zone Industrielle	Traitées/ non traitées
<b>SPA LAFARGE SACS</b>	Papier	Transformation de papier fabrication sacs ciment	45	3	RZI	Traitées/ non traitées
<b>EURL LARC</b>	Chimie et pharmaceutique	Encre + transforme plastique	0	0.8	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL SAIM TEXTILES</b>	Textile	Fabrications de couvertures	20	15	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL TRANSFIL</b>	Transformation métallique	Transformation d'acier courant	4	0.8	RZI	Traitées/ non traitées

<b>SARL BETON SALSABIL</b>	Bâtiment	Production parpaings et hourdir	1	0,8	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL GROUPE INDUSTRIE L DES PATES</b>	Agroalime ntaire	Fabrication des pates alimentaire	20	12,6	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL GRAFIL</b>	Transform ation métallique	Clôture & grillage	1,5	1,2	RZI	Traitées/ non traitées
<b>EURL PLASTBRO S</b>	Transform ation plastique	Balais brosse	3	2,4	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SPA CREATIVE INVEST</b>	Transform ation plastique	Fabrication et commercialisat ion de sacs tisses en polypropylène	2,1	1,7	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL FALCO</b>	Industrie agro- alimentaire	F. Confiserie	10	8	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SNC BISCUITER IE BELLIH</b>	Agro- alimentaire	Biscuiterie	42	1,4	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL BISCOSTA R</b>	Agro- alimentaire	Biscuiterie	6	2,4	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SNC BELARBI ET ASSOCIES</b>	Bâtiment	Production Du béton et hourdi	12	1	RZI	Traitées/ non traitées
<b>SARL MAGHREB PLASTIQU E</b>	Transform ation plastique	Fabrication de film agricole	0,5	0,4	Réseau de ville	Traitées/ non traitées
<b>EPE ANABIB</b>	Transform ation métallique	Fabrication et commercialisat ion des matériels d'irrigation et prestation de galvanisation	10	3,2	Réseau de ville	Traitées/ non traitées

Source [Zone Industrielle de BBA, 2019]

**I.3. Pollution de l'eau****I.3. Définition**

Pollution de l'eau, on entend un état qualitatif d'impureté ou de manque de propreté des eaux hydrologiques d'une certaine région, comme un bassin versant. Cet état résulte d'un événement ou processus qui réduit l'utilité des eaux du globe, spécialement en ce qui concerne la santé de l'être humain et les effets sur l'environnement. Le processus de pollution signifie une perte de pureté par contamination, qui implique en outre l'intrusion d'une source extérieure, en tant que cause, ou le contact avec cette source. Par altération, on entend des niveaux extrêmement faibles de pollution des eaux, comme au moment où elles commencent à devenir moins propres. Le mot souillure désigne le résultat de la pollution et indique une violation ou une dégradation [73].

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons [43].

**I.3.1. L'origine de la pollution**

Selon l'origine des substances polluantes, quatre catégories de pollutions sont à distinguer :

**I.3.1.1. La pollution domestique**

Provient des habitations, elle est en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par :

- des germes fécaux.
- de fortes teneurs en matières organique.
- des sels minéraux (azote, phosphore).
- des détergents.

En sortie de station d'épuration, on retrouve les mêmes éléments en quantité moindre (50à90extraits) mais concentré en point de rejet [76].

**I.3.1.2. La pollution industrielle**

Elle provient des usines est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que :

- ❖ Les hydrocarbures (raffinerie).
- ❖ Les métaux (traitement de la surface).
- ❖ Les acides, les bases, les produits chimiques divers (industries chimique)
- ❖ L'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;

- ❖ Les matières radioactive (centres nucléaires, traitement des déchets radioactifs) [21].

### **I.3.1.3. La Pollution naturelle**

Pollution d'origine naturelle La teneur de l'eau en substance indésirables n'est pas toujours le fait de l'activité humaine. Certains phénomènes naturels peuvent également y contribuer. Par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds. Des irrptions volcaniques, des épanchements sous-marins d'hydrocarbures peuvent aussi être à l'origine de pollution. La diminution de niveau de l'eau dans les nappes approximative des côtes maritime peut augmenter le taux de salinité [56].

### **I.3.1.4. La pollution agricole**

Elle a pour origine les cultures et les fermes. Les principaux polluants sont :

- des sels minéraux en grandes quantités (d'azote, de potassium et de phosphore).
- des produits chimiques (produits phytosanitaires et herbicides) [21].

## **I.3.2. Les types de la pollution**

### **I.3.2.1. Pollution physique**

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) [17].

La pollution physique désigne l'autre type de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz [15], et la pollution radioactive où la radioactivité des eaux naturelles est peut être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire) [17]. Pollution mécanique résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES [30].

### **I.3.2.2. Pollution chimique**

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines [4]. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse [15]. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories [4].

- ❖ Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- ❖ Les polluants chimiques toxiques.
- ❖ Les pesticides et produits apparentés.
- ❖ Les hydrocarbures.
- ❖ Les détergents.

**I.3.2.2.1. Pollution organique**

La pollution organique de l'eau provoque un développement rapide de micro-organismes générateurs d'une forte demande biochimique d'oxygène (DBO) ; il résulte une réduction de l'oxygène disponible pour permettre la vie en milieu aquatique. En augmentant les niveaux de DBO, le rejet direct d'effluents organique peut faire disparaître les poissons ou perturber sérieusement les écosystèmes aquatiques [61].

Les polluants organiques ce sont principalement les détergents (L'apparition de goût de savon), les pesticides (Rupture de l'équilibre naturel), et les hydrocarbures.

**I.3.2.2.2. Pollution minérale**

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds(le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn)), et les éléments minéraux nutritifs [9]

**I.3.2.3. Pollution microbiologique**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [9].

**I.3.3. Les effets de la pollution**

Les effets néfastes de la pollution des ressources en eau sont en effet multiples, sur les plans économique et social. On peut citer :

-Pour la production d'eau potable, la pollution peut réduire la quantité des ressources utilisables, augmenter le coût des traitements de potabilisation ou celui du transport de l'eau, lorsqu'il faut avoir recours à des ressources plus lointaines ;

-L'industrie est un gros consommateur d'eau et ses exigences, en terme de qualité de l'eau, sont parfois très élevées. C'est pourquoi, la dégradation des ressources peut devenir un frein au développement industriel (c'est d'ailleurs l'une des raisons qui a amené les pays industrialisés, avant les autres, à se soucier de l'état de leurs ressources) [31] :

- ❖ L'exploitation des milieux aquatiques (pisciculture, loisirs...) sera entravée en cas de pollution.
- ❖ L'altération de la qualité de vie consécutive à la pollution du milieu influera sur la dépréciation d'un site.
- ❖ L'agriculture a largement recours aux eaux brutes, non traitées, pour l'irrigation des sols. Une eau de mauvaise qualité ne sera donc pas sans conséquence sur la production agricole.

### **I.3.3.1. Les conséquences sanitaires**

Les effets de la pollution de l'eau sur la santé humaine sont, bien évidemment, ceux qui doivent être considérés en priorité. Ils seront souvent différents selon le mode de contamination de l'homme, par ingestion ou par simple contact, sans oublier les modes de contamination "intermédiaires", tels que la consommation de poissons eux-mêmes contaminés par une eau polluée.

Pour ce qui est de l'eau destinée à un usage alimentaire, les pays du tiers-monde, respecte une norme qui est constituée de la grille des valeurs indicatives des Directives de Qualité pour l'Eau de boisson publiées par l'OMS.

Ainsi, s'il y a pollution, elle doit être éliminée durant le traitement de l'eau potable. Ces directives ne sont pas toujours respectées, puisque les maladies d'origine hydrique tuent encore aujourd'hui des millions de personnes par an dans le tiers-monde. Il peut s'agir de pathologies liées à l'absorption d'eau polluée, vecteur d'épidémies microbiologiques ou de produits toxiques, ou de pathologies liées à un simple contact avec le milieu aquatique (ce qui est le cas de nombreuses parasitoses).

### **I.3.3.2. Les conséquences écologiques**

Les conséquences écologiques de la pollution des ressources en eau se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques. Les désordres engendrés sont :

- Tout d'abord, l'eau a comme propriétés de dissoudre la plupart des substances minérales ou organiques et de mettre en suspension les matières insolubles. En conséquence, tout polluant de l'eau peut se retrouver très loin en aval du lieu de contamination.
- Par ailleurs, les gaz sont peu solubles dans l'eau. Les milieux aquatiques sont donc naturellement pauvres en oxygène dissous, élément indispensable à la respiration de la faune aquatique. Or, la dégradation (l'élimination), par le milieu, des pollutions organiques est fortement consommatrice d'oxygène : plus la pollution organique est forte, plus le milieu concerné s'appauvrit en oxygène. Ce phénomène peut aller jusqu'à l'anoxie de l'eau (absence d'oxygène), avec des conséquences très graves pour la faune

- La relative pauvreté naturelle en oxygène dissous des milieux aquatiques amène les animaux à absorber de très grandes quantités d'eau pour satisfaire leurs besoins en oxygène. Ils risquent donc, beaucoup plus que les animaux terrestres, d'ingérer de grandes quantités de toxiques, même lorsque ceux-ci ne se trouvent qu'en très faibles quantités dans le milieu.
- Enfin, les variations naturelles de température des milieux aquatiques sont d'une amplitude beaucoup plus faible que celle des milieux terrestres. Les organismes aquatiques sont donc nettement plus sensibles aux changements de température même faibles. De ce fait, ils sont particulièrement exposés lorsqu'ils sont soumis à une "pollution thermique" (rejet d'eaux chaudes dans le milieu).

### **I.3.3.3. Les conséquences esthétiques**

La pollution de l'eau peut avoir un effet de perturbation de l'image d'un milieu (par exemple les sachets ou bouteilles plastiques rejetés dans un marigot, ou encore la couleur noirâtre de certaines eaux usées).

Les conséquences esthétiques sont par définition les plus perceptibles, et c'est donc celles dont les riverains et le grand public auront, en premier, conscience [31].

### **I.3.3.4. Les conséquences économiques**

Les conséquences de la pollution des ressources en eau sur l'économie d'une ville, d'une région ou d'un pays peuvent prendre plusieurs formes.

Les exemples sont nombreux de sites ayant fondé leur prospérité sur l'exploitation de riches ressources en eau et qui échouèrent durement d'une gestion inconsidérée de cette même ressource, estimée à tort comme inépuisable et souillable à volonté.

Les sociétés économiquement développées ont fini par prendre conscience, ces dernières décennies, que l'augmentation continue des pollutions et des prélèvements d'eau risquaient de compromettre le développement futur.

## I.4. Caractéristiques des eaux usées

Tableau.I.05. Caractéristiques des eaux usées dans les STEP.

Désignation	1ere STEP ou lagune	2ere STEP ou lagune	3ere STEP ou lagune	4ere STEP ou lagune
Nom (STEP et Lagune) :	STEP BBA	LAGUNE BIR AISSA	LAGUNE HAMMADIA	STATION D'EPURATION DE M'SILA
Volume réel entrant à la STEP ou lagune en m <sup>3</sup> /j :	8168	141	864	10000
Volume annuel traité en hm <sup>3</sup> :	2,981	0,051	0,315	2,44
<b>Qualité de l'eau entrante (moyenne) mg/l</b>				
MES	350	370	420	/
DBO <sub>5</sub>	380	390	450	372,4
DCO	580	420	540	/
<b>Qualité de l'eau sortante (moyenne) mg/l</b>				
MES	70	55	95	/
DBO <sub>5</sub>	80	28	98	10,69
DCO	180	92	167	/
IMPACTE	protection oued K'sob	protection environnement	protection oued K'sob	Elimination des rejets -protection (nappe+ environnement) et lutte contre les MTH +irrigation

Source [DH de BBA et M'sila 2019]

**I.4.1. Caractéristiques physiques****I.4.1.1. Turbidité**

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matières en suspension d'origine minérale ou organique [71].

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale [66].

**I.4.1.1. Température**

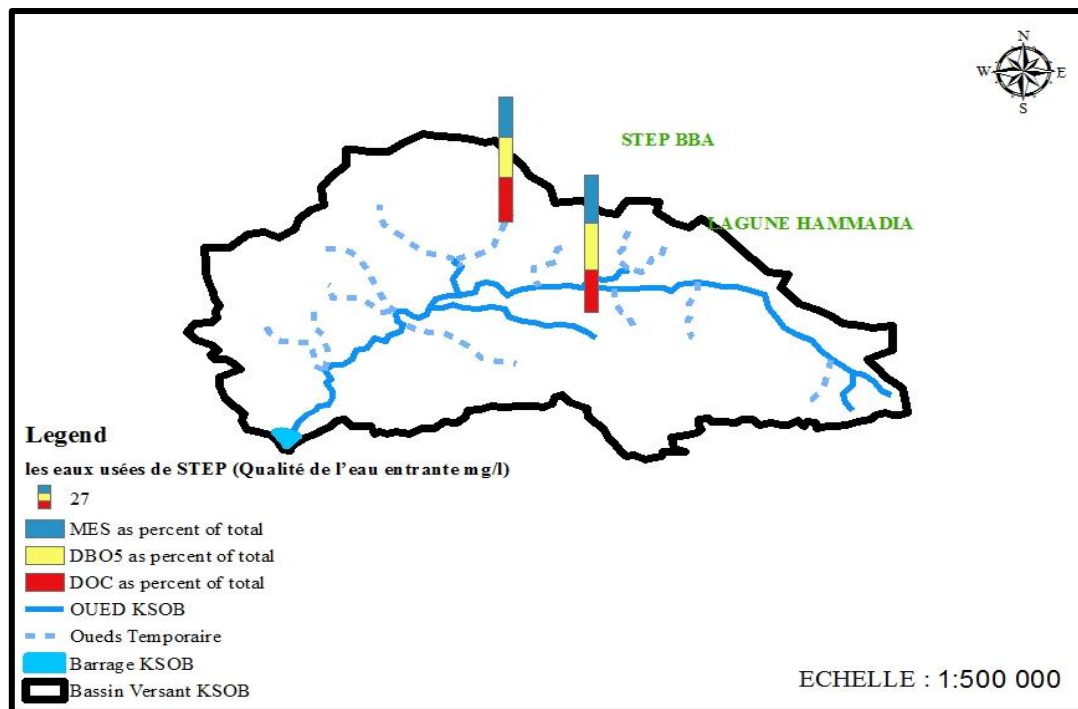
La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu [31]. Il est importante de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc [70].

**I.4.1.3. Conductivité**

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations [66].

**I.4.1.4. Matières en suspension (MES)**

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales.



**Fig.I.07.**Caractéristiques des eaux usées entrantes dans les STEP BBA et LAGUNE HAMMADIA (Originale).

#### I.4.1.5. Matières décantables

Les matières décantables amenés jusqu'au décanteur se composent en général essentiellement de particules minérales telles que sable ,limon , argile, ces particules peuvent être enduites d'huile de suie ,de gomme de pneumatiques ou de feuillage en décomposition , ce qui diminue leur usées et la vitesse de décantation , le débit d'eaux usées et la vitesse de décantation de la plus petite particule devant être décantée sont les données déterminant la séparation par décantation[71] .

#### I.4.2. Caractéristiques chimiques

##### I.4.2.1. PH

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elle n'influe pas sur le pH de milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur de ph [69].

Le pH exprime le potentiel en hydrogène, indique la concentration en ion H<sup>+</sup>, il joue un rôle important dans [35] :

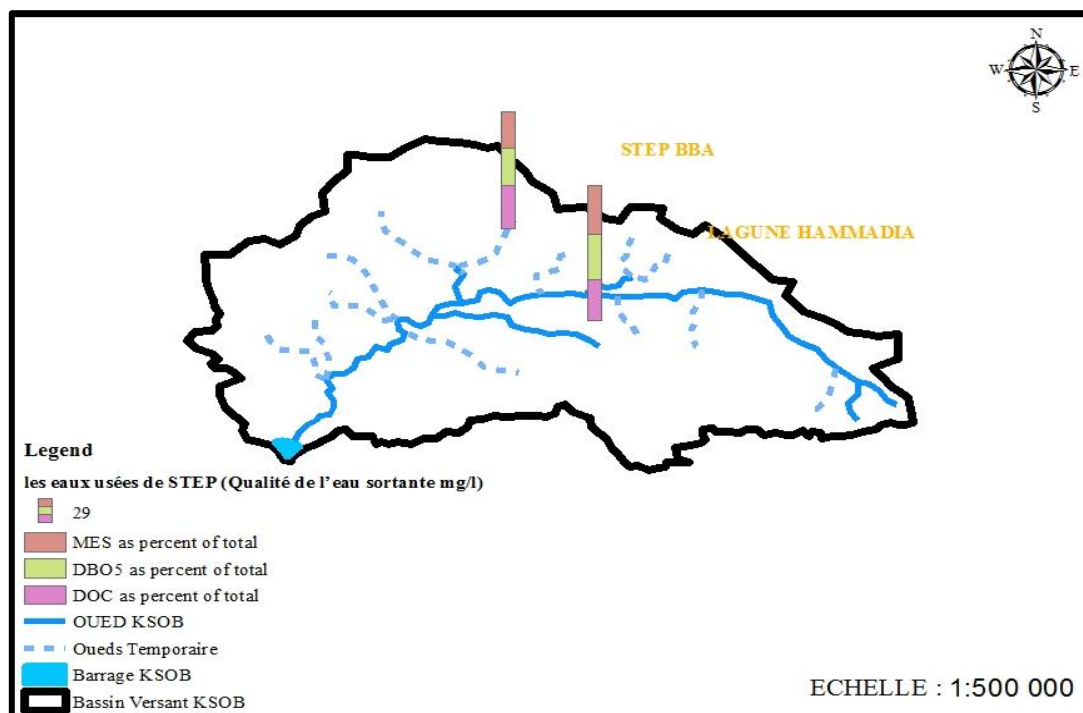
- ✚ Les propriétés physique-chimiques (l'acidité et l'alcalinité).
- ✚ L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation).
- ✚ Les processus biologiques.

### I.4.2.2. Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l. Elle est fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l [43].

### I.4.2.3. Demande biologique en oxygène(DBO5)

La DBO5 exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablement ensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours c'est la DBO5 [5].



**Fig.I.08.**Caractéristiques des eaux usées sortantes dans les STEP BBA et LAGUNE HAMMADIA (Originale)

### I.4.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO est exprimée en mg/l d'O<sub>2</sub> consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau [70].

Généralement la valeur de la DCO est [58] :

DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois DBO pour tout l'ensemble des eaux résiduaires.

DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles.

#### I.4.2.5. Carbone organique total (COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO). Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO [26].

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO [74].

#### I.4.2.6. Azote :

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène ( $O_2$ ) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous ( $NH_3$ ), en équilibre avec l'ion ammoniac ( $NH_4^+$ ) [49].

La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes :

- ✓ N organique à  $NH_4^+$  : ammonification
- ✓  $NH_4^+$   $NO_2^-$  : nitratisation par *Nitrosomonas*
- ✓  $NO_2^-$   $NO_3^-$  : nitratisation par *Nitrobacter* [20].

#### I.4.2.7. Nitrites ( $NO_2^-$ )

Les ions nitrites ( $NO_2^-$ ) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium ( $NH_4^+$ ) et les ions nitrates ( $NO_3^-$ ). Les bactéries nitrifiantes (*Nitrosomonas*) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température [70].

#### I.4.2.8. Nitrates ( $NO_3^-$ )

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (*Nitrobacter*) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue

à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates [70].

**I.5. Caractéristiques microbiologique**

Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes (champignons, helminthes, protozoaires, bactéries et virus) dont certains sont pathogènes. La présence de coliformes et de streptocoques témoigne d'une contamination fécale de ces eaux qu'il est impératif d'épurer pour préserver le milieu naturel [6].

***Chapitre II :***  
***Situation***  
***géographique et***  
***caractéristiques***  
***générales du bassin***  
***versant de K'SOB***

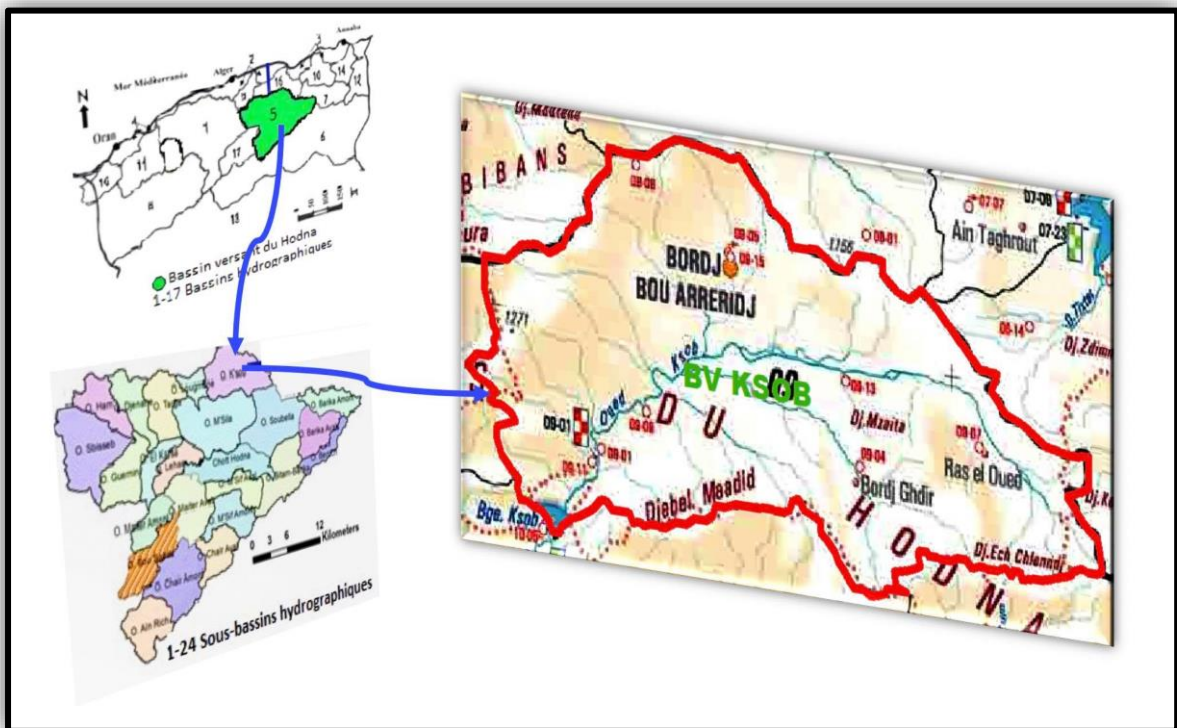
Les bassins versants constituent une unité de référence pertinente, dont se servent les hydrologues. C'est pourquoi, dans ce chapitre on réalise une description générale physico-géographique, climatique, la nature du sol et la couverture végétale de bassin versant K'sob, ces derniers responsables directement sur les eaux de ruissellement qui atteint ce bassin à travers de cours d'eau et la mobilisation des eaux de surface du cette bassin versant.

Cette note s'inscrit dans le cadre de déterminer l'influence des caractères physiques et les éléments naturels de bassin versant sur l'écoulement des eaux.

## II .Description du bassin versant de K'sob

### II.1.Situation géographique

Le bassin versant de l'oued K'sob est l'un des sous bassins du Hodna situé dans sa partie Nord. Il est limité au Nord et au Nord-Ouest par la chaîne montagneuse des Bibans ; au Sud et au Sud-Ouest par les monts du Hodna et à l'Est par les hautes plaines de Sétif.



**Fig. II.01.** Localisation et situation géographique de bassin versant de K'SOB

Géographiquement, Il se situe aussi entre les méridiens de longitudes 5°6'' et 4°34'' Est et les parallèles de latitude 35°33'' et 36°18'' Nord.

II.2. Aperçu socio-économique :

II.2.1. Le contexte démographique :

Le bassin de K'sob occupe la partie Sud de la Wilaya de Bordj Bou-Argeridj, quatre Daïras appartiennent à ce bassin : Bordj Bou-Argeridj, Ras El Oued, Bordj Ghédir, et El Hammadia, et une partie au Nord de la Wilaya de M'sila représentée par la Daïra de M'sila. Ces Daïras contiennent 16 communes, 15 pour Bordj Bou-Argeridj et le commune de M'sila (Tableau.II.01). Selon les projections de 2019 (DPSB), basées sur le recensement de 2019, la population du bassin est de 699 291 Habitants, Les communes de B.B.A contient 730 703 habitants, soit 62,09 % de la population globale du bassin, ainsi que 37,90% de la population est de la wilaya de B.B.A, elle occupe 88.21 % de la surface du bassin, et 11.79% de M'sila 245 534 habitant dans restantes.

**Tableau.II.01.** Les données des communes qui forme le bassin versant de K'sob

Wilaya	Daïras	Communes	Superficie (km <sup>2</sup> )	Population	Densité (hab/km <sup>2</sup> )
Bordj Bou Argeridj	B.B.A	B.B.A	81,1	195 728	2 413,4
	Ras El Oued	Ras El Oued	140,13	59 856	427,1
		O Brahem	74,03	9 154	123,7
		Ain Tassera	118,31	11 126	94
	Bordj Ghedir	B Ghedir	104,58	30 278	289,5
		Ghilassa	47	12 841	273,2
		Taglait	64,4	5 822	90,4
		Belimour	62,58	12 812	204,7
		El Anasser	66,68	16 916	253,7
	El Hammadia	El Hammadia	124,03	29,007	233,9
		El Euch	379,89	19 928	52,5
		Rabta	69,95	12 802	183
		K'sour	105,63	13 560	128,4
	Medjana	Medjena	195,3	26 046	133,4

		Al Achir	101,6	26 859	264,4
M'sila	M'sila	M'sila	232	245 534	1 058

Source [DPSB de BBA et M'sila 2019].

### II.2.2. Le Contexte Agricole et couvert végétal

La couverture végétale d'un bassin versant est un facteur important de l'écoulement et de l'érosion hydrique ; son action complexe et contradictoire s'exerce aussi bien sur les paramètres climatiques notamment l'évaporation, que sur les bilans hydriques des sols [26]. En effet, par les organes aériens, la végétation intercepte une partie des précipitations qui sont évaporée au niveau du feuillage avant de parvenir au sol. Les végétaux jouent un rôle mécanique très important dans les zones de forte activité enfreignant le ruissellement lors des averses, ce qui diminue la vitesse de concentration des eaux dans les oueds et par conséquent, ils atténuent la violence des crues et leur agressivité sur le sol. Mais l'efficacité de ces impacts de la couverture végétale dépend du type de végétation, et plus particulièrement de sa densité et de son degré de recouvrement du sol. Or, si la répartition spatiale de cette couverture végétale est plus ou moins aisée à délimiter, l'aspect quantitatif est encore insuffisant. L'importance de ses effets hydrologiques n'a pas réellement été appréciée car aucune mesure ni étude, n'a été menée dans ce sens dans la région [81].

#### II.2.2.1. Classification de la végétation

Selon [38], [44], les grandes catégories de couvertures végétales protectrices sont :

##### a- Les surfaces bien protégées

Ce sont les surfaces qui bénéficient de couverture végétale plus ou moins dense, permanente et plus spécialement ce sont les forêts. Ces dernières protègent le sol contre l'érosion.

##### b- Les surfaces incomplètement protégées

Ce sont les surfaces partiellement nues en permanence et les surfaces saisonnièrement protégées, dont les averses peuvent engendrer un ruissellement important qui peuvent déclencher des actions érosives et des crues provoquant des inondations surtout dans les zones à relief apparent.

**c- Les surfaces mal protégées ou nues**

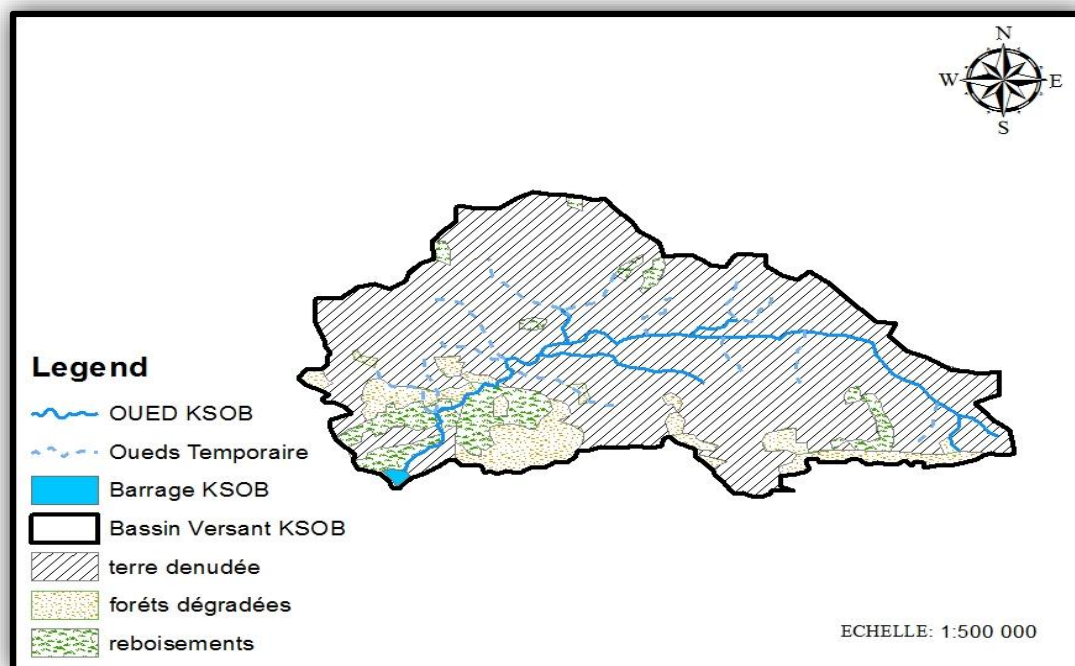
Elles englobent les terrains dénudés, les terrains de parcours tels que taillis et broussailles à faible densité de recouvrement où le ruissellement et l'érosion hydrique sont largement favorisés.

**d- Les terrains de parcours bien traités**

Sur les terrains de parcours bien traités, l'humus et la végétation protègent la surface du sol contre l'énergie des gouttes de pluie et facilitent l'infiltration. Mais si la steppe est fortement pâturée (surcharge pastorale) il en résulte une dégradation de la couverture herbacée, un tassement du sol, un faible taux d'infiltration et un accroissement du ruissellement superficiel qui engendrent par conséquent une érosion hydrique intense et un régime d'écoulement très irrégulier.

**II.2..22.Répartition de la couverture végétale du bassin versant du K'sob**

L'utilisation des terres du bassin de Oued El K'sob selon l'image satellite Landsat de 2006, montre que la végétation se compose principalement de céréales saisonniers, qui occupent presque tout le bassin (55%). Les terres agricoles réservées aux céréales s'étendent principalement sur les plaines de Ras El Oued, Bordj Ghdir, Bordj Bou Arreridj, El Achir, et Medjana.



**Fig. II.02.** Couverture végétale dans le bassin versant de K'sob (Originale).

Les forêts représentent environ 10 % et sont localisées principalement sur des terrains denses dans la partie sud du bassin. Plusieurs programmes de reboisement sont mis en œuvre dans le cadre de la restauration et de la protection du sol du périmètre du barrage El K'sob.

Les surfaces nues ou des zones mal protégées ne représentent qu'environ 20 % Car les parcours sont très limitées et les conditions de pédoclimatiques (pente et L'épaisseur du sol, les précipitations et les températures) sont toujours favorables aux cultures céréalières traditionnelles.

**Tableau. II .02.** Répartition des types de couverture végétale [81].

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
<b>Oued K'sob</b>	<b>Forets maquis</b>	<b>arbc, Alfa, céréaliculture</b>	<b>arbc, Alfa céréaliculture</b>
<b>Surfaces(Km2)</b>	333	732,6	266,4
<b>%</b>	25	55	20

### **II.3.Topographie et relief**

Le bassin versant de K'sob est une zone montagneuse peu couverte, fortement dégradée formé par les chaînes des Maadid et de Ouled Brahem à de terrains méso cénozoïques.

Le partie Sud du bassin (sous bassin de M'sila) a un relief plat et microrelief ondulé. Cette zone occupe une partie de la plaine. Les oueds denses étalent leurs sédiments sous forme de crue.

La région d'étude est composée de deux ensembles structuraux bien distincts :

- La chaîne montagneuse du Hodna au Sud.
- Les plaines et plateaux au Nord

### **II.4.Caractéristiques pédo-géologiques**

#### **II.4.1.Pédologie**

Les différentes classes des sols Suivant la texture, la morphologie, le mode d'évolution pédo-génétique et le niveau de la salinisation la classification distinguent principaux types de sol [38] :

- ✓ Sols peu évolués
- ✓ vert sols
- ✓ sols calcimagnésiques
- ✓ les sols halomorphes.

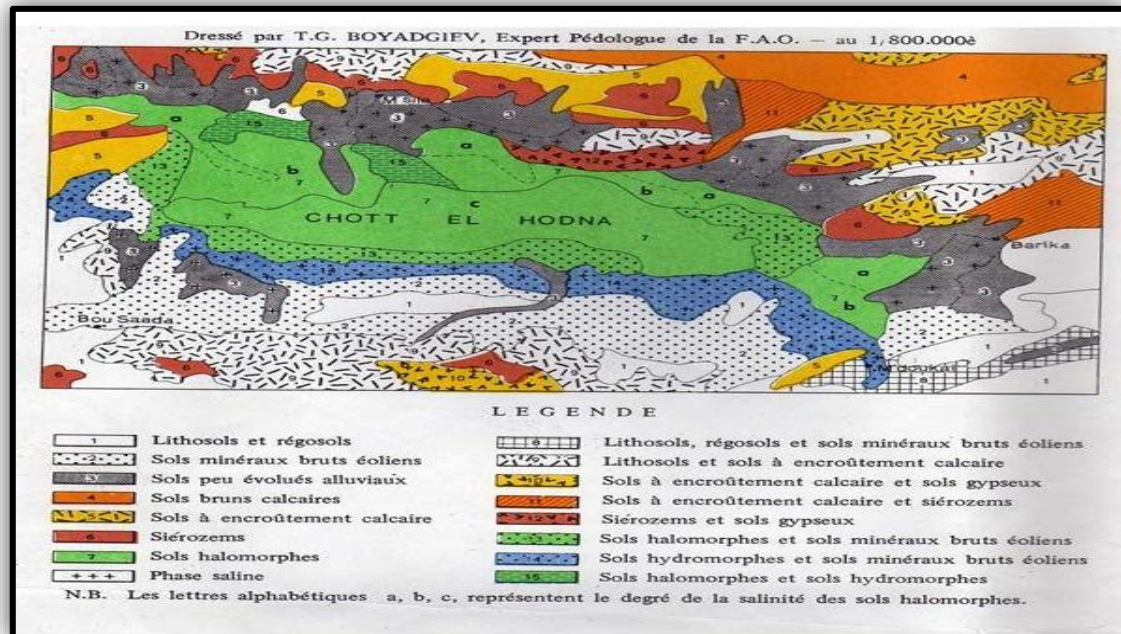


Fig. II.03. Carte Pédologique de la région du Hodna [38].

#### II.4.2. Géologie

Généralement [44], le Djebel Maadid peut être considéré comme un large anticlinal à cœur Aptien et dont les flancs sont formés par des enchainements de plus en plus récentes du Crétacé moyen et supérieur. Une sédimentation recouvre tous les étages du crétacé représentés au Maadid est continue ; la première discordance apparaît après le Sénonien dont les couches terminales ont été érodées par un Éocène transgressif. La formation de poudingues dès Lutétien précède l'émergence généralisée du massif du Maadid ou le nummulitique supérieur est entièrement continental. La mer ne reviendra qu'au Burdigalien, qui est transgressif et légèrement discordant sur les terrains éocènes.

Les auréoles externes du massif se constituent par des couches géologiques proprement dit se superposent du Sud au Nord en de puissantes assises dont les plus anciennes arrivent aux arêtes culminantes.

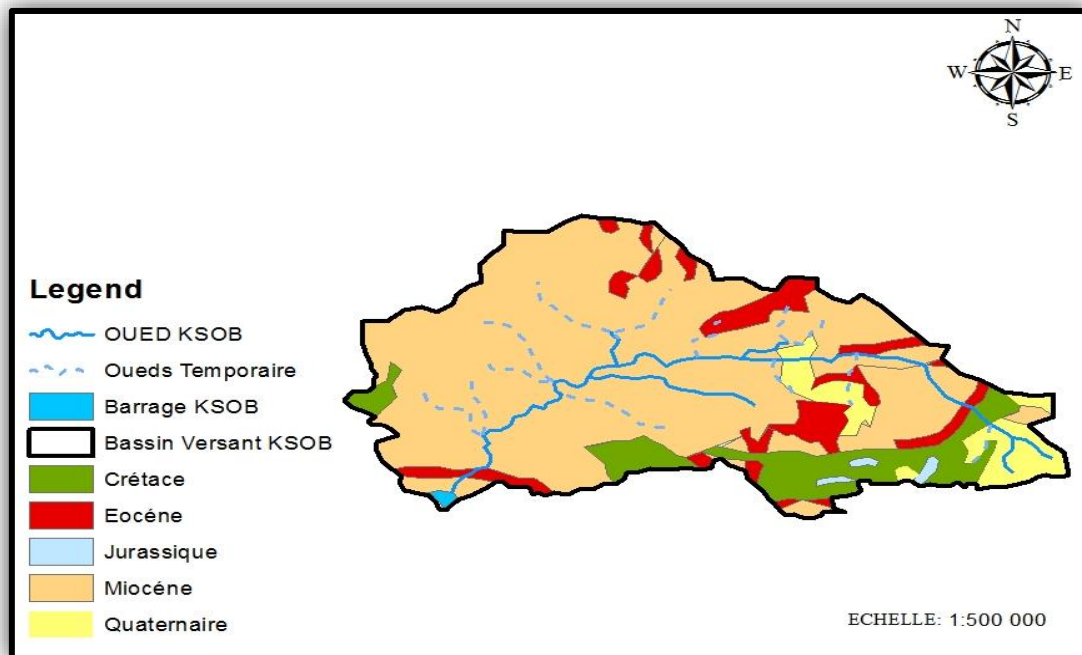


Fig. II.04. Géologie du bassin versant de K'sob (Originale).

Ces assises, coupés de vive force par la vallée de l'Oued K'sob, donnent une succession de seuils rocheux, séparant des terrains plus tendres, argiles ou marnes.

#### II.4.2.1. La lithologie de bassin versant du K'sob

La lithologie d'un bassin versant joue un rôle important dans le ruissellement, l'infiltration, l'érosion et le transport solide.

Le bassin versant du Ksob et ses affluents, comprend la grande dépression de la Medjana au Nord de Bordj Bou Arreridj et la bordure Nord du massif du Maâdid (cuvettes de Bordj Ghdir et de Ras El Oued). Sa lithologie est constituée des formations [44] :

**A- Quaternaire (qt)** : il est représenté, en général, par des alluvions plus anciennes, dans les bassins de Ras El Oued et de Bordj Ghdir couvrant des éminences tabulaires.

**B- Miocène inférieur (mi)** : il occupe une grande surface dans le bassin versant du k'sob ; de larges bandes dans le Nord et quelques points isolés, près du Gourine. Dans le Nord. Cet étage est nettement transgressif sur le crétacé (du Mæstrichtien au Cénomanién).

La base du miocène (Burdigalien) est représentée sur la majorité du bassin versant par des microbrèches et des conglomérats calcaires. Son épaisseur est de 200 m environ et il occupe le Nord des dépressions de M'Krazen.

**C- Eocène moyen et inférieur (Em, Ei) :** dans la région de Ras El Oued se trouve une série puissante d'environ 200 m composée de calcaire gris dolomitique et dolomies ; des organogènes et des marnes grises, verdâtres ou brunâtres, parfois légèrement gypsifères.

**D- Crétacé supérieur, moyen et inférieur (Cs, Cm, Ci) :** formant plusieurs escarpements sur le bassin versant et le flanc occidental de Maadid, ils affleurent en quelques points isolés dans le centre (gorge du k'sob) et le Nord-Ouest (Kef El Assal, Bir Mizane). Ils sont représentés par des calcaires gris, su lithographiques ou un peu spathiques et des dolomies cristallines, claires, en bancs bien réglés (épaisseur de 50 cm jusqu'à 2 m).

- **La partie supérieure** présente en grande partie le même faciès que la partie inférieure, vers le sommet, on rencontre fréquemment des calcaires ocreux ou faunes à niveau glauconieux Pétris de fragments d'huitres.

- **La partie moyenne** est particulièrement marneuse avec intercalations de calcaires- grès compacts.

- **La partie inférieure** est constituée en une série de calcaire et de grès.

Ces terrains occupent approximativement 25% du bassin versant toujours au Sud du bassin du Bassin et particulièrement dans les monts du Hodna, on rencontre des calcaires durs de l'Albien Contenant une riche faune à ammonites ; ainsi que des marnes du campanien grisâtes ou blanchâtres avec de nombreuses intercalations de marne-calcaire et de calcaires marneux

**E- Jurassiques supérieurs (Js) :** Puissante série homogène d'épaisseur totale : 400 à 500 m comprenant des calcaires compacts, à grains très fins, en bancs peu épais, bien stratifiés, de couleur beige ou gris claire à gris foncé et de minces intercalations marneuses.

**F- Alluvions du Quaternaire :** On rencontre ce type de terrains dans la dépression de Medjana, dans les cuvettes de Ras-El-Oued et Bordj Ghdir. Ces terrains sont constitués de cailloutis, de sables calcaires et parfois de vases sur les bords des Oueds et particulièrement sur l'Oued K'sob et l'Oued El-Amri. Les derniers dépôts se composent de graviers et de sables à éléments locaux. Ces terrains s'étendent sur de grandes surfaces et occupent ainsi 35% du bassin versant.

Ces terrains s'étendent sur grandes surfaces, occupent ainsi 35% du bassin versant.

- On doit noter que toute la partie sud du bassin de K'sob (50 % de la superficie) est affectée par la fracturation.

- La partie nord du bassin est constituée principalement de roches calcaires, degrés et d'alluvions du quaternaire

- Les formations lithologiques sont aussi très variées mais avec une prédominance des formations calcaires. Les séries exclusivement calcaires de l'Aptien inférieur constituent un ensemble homogène qui s'étend au Sud sur les monts du Honda et le Djebel Mzaita ; on note cependant quelques affleurements au Nord et au Nord- Est [26].

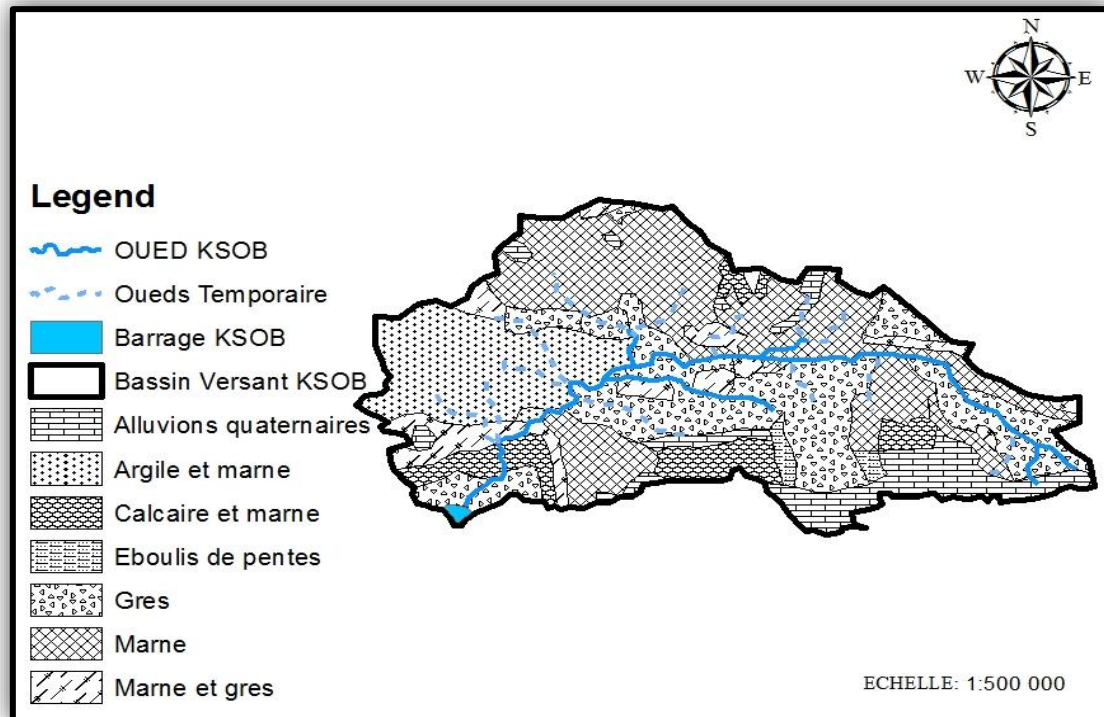


Fig. II.05. Carte Lithologique du bassin versant de K'sob (Originale).

Les formations gréseuses occupent 1/3 du bassin versant, la série exclusivement gréseuse occupe une surface très réduite se limitant à un affleurement au sud du djebel Morissane. Les séries à alternance de grès et d'argile, de grès et de marne s'étendent sur des surfaces relativement importantes, la première occupe le Nord-est du bassin en un ensemble continu elle présente à sa base une assise argileuse surmontée de grès grossier alternant avec des argiles noires. La seconde affleure en plusieurs endroits discontinus notamment au Sud-ouest [38].

Selon relative à la stratigraphie du Hodna, on distingue [44] :

#### a- Les terrains à forte capacité aquifère

Ils regroupent d'une part, les roches meubles à perméabilité : sable, gravier, limon, alluvions diverses etc., où l'eau se trouve incluse dans la masse des roches en occupant tous les vides interstitiels. La différence qui existe entre toutes ces roches ne peut qu'être dans le volume du vide ou la porosité. Et d'autre part, les roches compactes à perméabilité importante qui sont tous les terrains rocheux fissurés tels que les calcaires, les grès, les quartzites, les conglomérats,

etc. Ces fissurations peuvent être larges ou étroites, plus ou moins nombreuses suivant le type de matériaux, l'essentiel est que l'eau peut circuler à l'intérieur de ces matériaux.

**b- Les terrains à faible capacité aquifère**

Ce sont toutes les roches meubles ou compactes qui représentent une faible porosité et que l'eau ne traverse que difficilement. Les terrains constitués de marnes, d'argile ou de série à dominance argileuse, marneuse et schisteuse, etc., sont les terrains concernés car ils ne peuvent servir de réservoir aquifère.

La classification des formations lithologiques et la planimétrie de leurs surfaces nous permet d'évaluer la proportion et l'importance des deux classes dans le bassin versant du K'sob. Cependant, certaines réserves doivent être émises quant à la limite entre les deux classes qui est subjective, et quant aux caractéristiques aquifères des séries alternées, qui dépendent beaucoup plus des conditions locales de ces formations locales de ces formations (extension, puissance, pendage, etc.).

**Tableau.II.03.**Répartition des terrains du bassin du K'sob selon leur degré de perméabilité [27].

<b>Classement</b>	<b>Terrains à forte capacité Aquifère</b>	<b>Terrains à faible capacité Aquifère</b>
<b>Surfaces(Km<sup>2</sup>)</b>	873.60	582,40
<b>%</b>	60	40

À l'échelle globale, on relève la prédominance de terrains à forte capacité aquifère, constitués essentiellement de formations alluvionnaires qui déterminent la présence de nappes phréatiques plus ou moins importantes, et des séries calcaires et gréseuses déterminant des aquifères importants. Dans le bassin de l'Oued K'sob, la proportion des terrains à forte capacité aquifère est relativement importante ; il s'agit aussi bien des terrains alluvionnaires, que des grès et des formations calcaires. Ceci implique la présence de plusieurs nappes superficielles à extension et de profondeur faible ne convenant d'ailleurs qu'à la petite hydraulique. Les nappes profondes sont liées aux grands complexes calcaires dont la structure est encore mal connue. Il est probable que les nappes phréatiques qui existent dans le bassin versant alimentent l'écoulement des talwegs principaux qui sont permanents tout au long de l'année hydrologique [26].

Caractéristiques des matériaux du bassin versant du K'sob (Tableau.II.04)

Tableau.II.04.Caractéristiques des matériaux du bassin versant [38].

Formations	Résistance à matériaux	Perméabilité
Marne	Non résistant	Perméabilité faible
Calcaire et marne	Résistant	Semi-perméable
Grès	Très résistant	Semi-perméable
Argile et grès	Très résistant	Imperméable
Marne et grès	Résistant	Perméable
Eboulis et pentes	Résistance moyenne	Perméable
Alluvions quaternaires	Résistance moyenne	Perméable

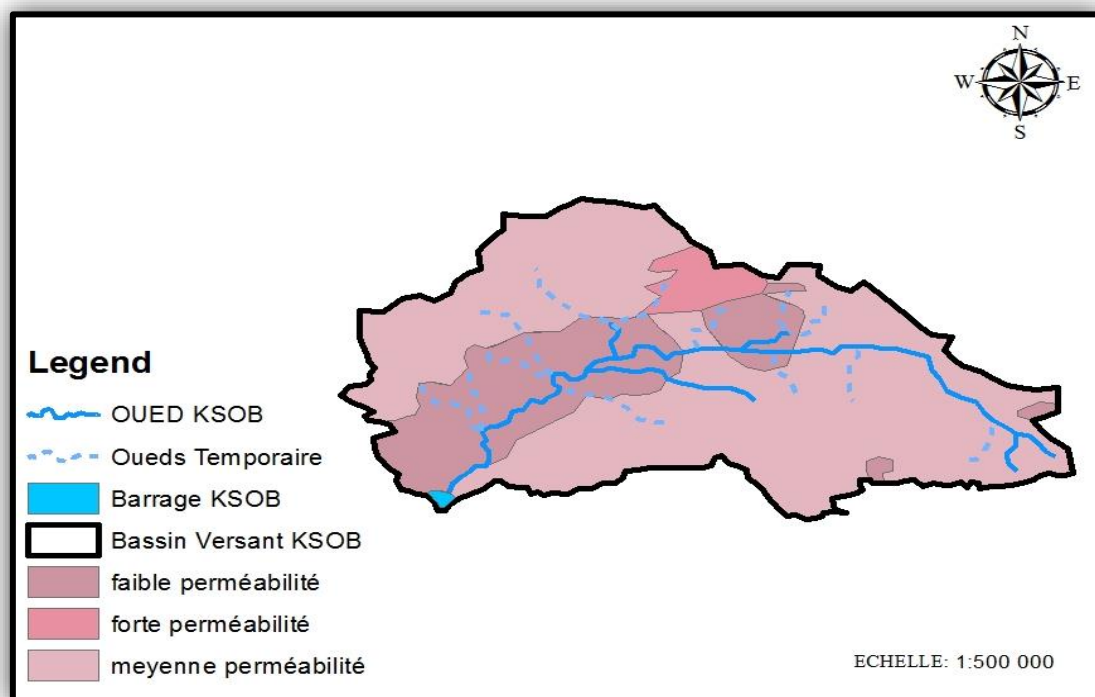


Fig. II.06. Degré de perméabilité(Originale).

On peut considérer le bassin de l'Oued K'sob comme un bassin à **perméabilité moyenne** et on choisit le paramètre caractéristique de la perméabilité du bassin K égale à 75.

Tableau. II.05. Degré de perméabilité [44].

<b>K</b>	<b>Degré de perméabilité</b>
8,5	Élevée
<b>75</b>	<b>Moyenne</b>
350	Moyenne faible
1400	Faible
3200	Imperméabilité

#### II.4.2.2. Structure tectonique

##### Les failles :

Les failles sont principalement orientées Nord-Ouest et Sud-Est et les grands accidents tectoniques sont orientées Est-Ouest.

Les terrains crétacés surtout sont découpés par de nombreuses failles ayant tous les caractères de faille normale, ces failles sont formées en deux phases successives :

La première qui est pré Miocène, appartiennent les failles Ouest-Est observées dans les monts de Maadid. Les nombreuses failles de direction Nord-Ouest, Sud-Est, datent d'un stade antérieur. A un certain point (environ de Medjez), ces dernières failles, curieusement très rapprochées, sont accompagnées par d'autres direction plutôt Est-Ouest.

##### Les plis

Généralement, il existe deux types des unités structurales importants :

- ❖ La première comprend les anticlinaux du Maadid et de Medjez-Dréât. Elle fait partie de la rangée d'anticlinaux du Nord du Chott El Honda.
- ❖ La deuxième est formée dans le Nord, principalement le Nord-Ouest, des plateaux Miocènes, qui forment une faible courbure au-dessus de l'anticlinal de Dréât.

Au Sud du Djebel Maadid, les couches crétacées et paléogènes se montrent dans un vaste anticlinal dissymétrique. Les pendages sur le flanc Sud varient de la verticalité au léger déversement tandis qu'ils sont plus faibles sur le revers Nord. Cet anticlinal se termine à l'Est de l'Oued K'sob. Vers l'Ouest il est relayé par l'anticlinal de Dréât, plus faiblement bombé, commençant dans les environs de Medjez. Les couches les plus inférieures appartiennent au Cénomaniens, visible sous le Kef el Assel, dans le Nord-Ouest. A l'Ouest de Medjez seul le flanc Sud de cet anticlinal se montre au-dessous du Burdigalien transgressif.

## II.5. Géomorphologie générale et le réseau hydrographique du bassin de K'sob

### II.5.1. La morphologie du bassin :

Le bassin versant de l'Oued El K'sob se présente sous forme de cuvette à demi fermé, encadré par une ligne de relief relativement élevée, constituée au Nord par les monts de Medjana à l'Ouest par les massifs de Djebel Mansoura et au Sud par les monts du Hodna [81]. Ces reliefs sont composés de :

- **Les plaines** : occupant (31%) situées dans sa partie centre Est et Sud Est. (comprise entre 800 à 1000m).
- **Les piémonts** : occupant (28%) ce sont des glacis qui forment le record entre la pleine et le relief (100 à 1200m). Avec une pente de 3 à 12,5%
- **Les plateaux** : occupant (22%) ce sont des plates-formes, situées en contre bas et en bordure des montagnes.
- **Les montagnes** : moyennes montagne occupent 6 % situé à l'Ouest de bassin versant, altitude (1000 à 1400 m).
- **Hautes montagnes** : occupent 13 %, située au sud de bassin versant et correspond au Mont de Hodna (altitude 1500 à 1885 m) avec une pente de plus de 45%.

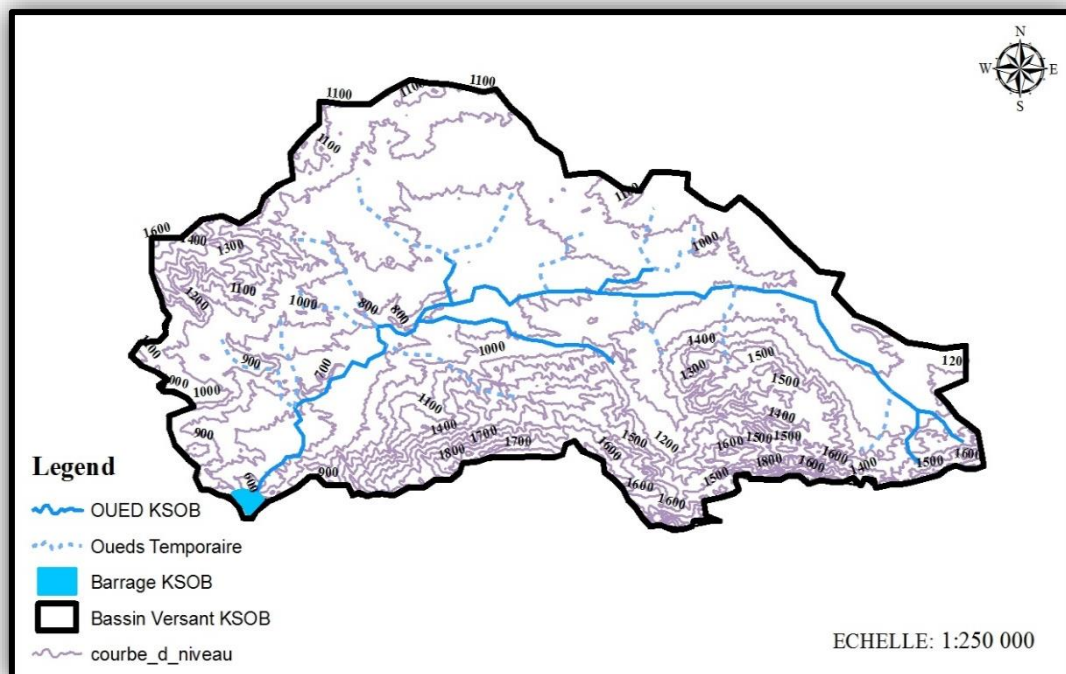
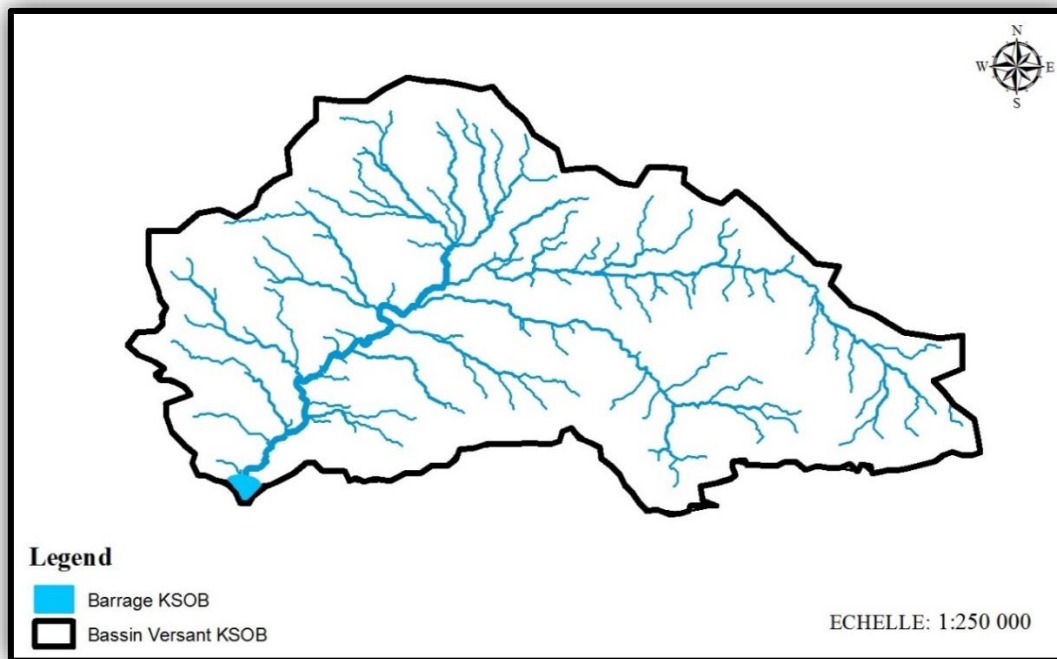


Fig. II.07. Hypsométrie de bassin versant K'sob (Originale).

**II.5.2. Le réseau hydrographique**

Le réseau hydrographique est caractérisé par deux sens d'écoulement opposés principaux, séparés par une ligne de partage des eaux surtout du côté de BBA. Cette limite naturelle correspond à la limite de grands bassins-versants : le bassin versant «Soummam» et le bassin versant « Chott El Honda ».

- **Le bassin versant «Soummam»** : Le sens d'écoulement principal est Sud-Nord et couvre la moitié septentrionale de la wilaya de BB Arreridj.
- **Le bassin versant « Chott EL Honda »** : Il s'étend sur la moitié méridionale de la wilaya de BBA et l'autre de la wilaya de M'sila. On trouve de nombreuses sources ayant un débit appréciable. Les sources issues des reliefs ou des puits creusés dans les zones plus basses participent pour une large part à l'alimentation des populations en eau potable ainsi qu'à l'irrigation des parcelles agricoles. L'insuffisance des ressources en eaux souterraines est justifiée par la nature peu perméable d'une grande partie des terrains du bassin.
- **Le bassin versant «k'sob»** : L'oued de K'sob est le principal affluent du bassin versant de K'sob avec une longueur plus de 80 Km et une surface de son bassin versant environ 1460 Km<sup>2</sup>. L'oued de K'sob résulte de la jonction de deux grands oueds qui sont l'oued Soulit, l'oued Rabta et l'oued Medjez. Une bonne partie des eaux de l'oued k'sob est emmagasinée au niveau du barrage el K'sob [33].



**Fig. II.08.** Réseau hydrographique du bassin versant K'sob (Originale).

## II.6. Caractéristiques physiques et morpho métriques du bassin versant du K'sob

### II.6.1. Superficie

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, et c'est le paramètre le plus important du bassin parce qu'il permet de contrôler l'intensité de plusieurs phénomènes hydrologiques tels que le débit et le volume de précipitation ou d'infiltration. La surface (S) exprimée en km<sup>2</sup>, est déterminée à l'aide de la technique de digitalisation.

La surface du bassin versant du K'sob, est de l'ordre de **A=1456 Km<sup>2</sup>**

### II.6.2. Périmètre

Il correspond à la longueur de la limite extérieure du bassin mesuré généralement par un curvimètre sur une carte topographique ou automatiquement par des logiciels. L'intérêt essentiel du périmètre est de pouvoir calculer l'indice de compacité et la longueur du rectangle équivalent.

Le périmètre du B.V du K'sob est de **P=202 Km**

### II.6.3. La forme du sous bassin

La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydro gramme à l'exutoire, une forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe, en raison du temps

d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. Ce phénomène est lié à la notion de temps de concentration [2].

### II.6.3.1. Indice de compacité de Gravelius

L'indice de compacité est l'une des caractéristiques de forme les plus essentielles d'un bassin versant car il par l'évolution global du réseau de drainage .par exemple plus le temps de rassemblement des eaux vers l'exutoire seront court [21].

L'indice de Gravelius (KG) est défini comme le rapport du périmètre du bassin versant au périmètre du cercle ayant même surface. Il représente la forme du bassin versant qui a une grande influence sur l'écoulement global du cours d'eau et surtout sur l'allure de l'hydrogramme d'une pluie donnée à l'exutoire du bassin versant, Il s'exprime par la formule suivante [68].

$$K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{A} \cdot \pi} \approx 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

KG : Indice de Gravelius.

P : périmètre du bassin versant en Km.

A : Superficie du bassin versant en Km<sup>2</sup>.

**KG=1** le bassin versant est circulaire.

**KG=1,12** le bassin versant est carré.

**KG > 1,12** le bassin versant est rectangle.

**KG** S'éloigne de **1** le bassin versant est allongé.

La valeur du coefficient de Gravelius du K'sob **KG = 1.49** traduit la forme allongée du bassin.

### II.6.3.2. La répartition du rectangle équivalent

Il est défini comme le rectangle de longueur "L" et largeur "l" qui a la même superficie, le même périmètre, le même temps de concentration et même hypsométrie que le bassin étudié dont les courbes de niveau devenant des droites parallèles aux petits côtés et l'exutoire du bassin étant assimilé à l'un de ces petits cotés où la climatologie, la répartition des sols, la couverture végétale et la densité de drainage restent inchangées entre les courbes de niveau. Ce modèle est mis au point par "M. Roche" pour faciliter la comparaison des bassins versant du point de vue de leurs influences sur l'écoulement.

Les dimensions "L" et "l" du rectangle équivalent sont déterminés en faisant :

$$\begin{cases} L = K_G \cdot \frac{\sqrt{A}}{1.12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_G}\right)^2} \right] \\ \ell = K_G \cdot \frac{\sqrt{A}}{1.12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_G}\right)^2} \right] \end{cases}$$

Tel que :

**L** : longueur du rectangle équivalent.

**ℓ** : Largeur du rectangle équivalent.

**A** : surface du bassin versant.

**K<sub>G</sub>** : indice de compacité.

La longueur du rectangle équivalent du bassin versant du K'sob est de **L= 84,25 km**

Sa largeur est de **=17,28 km**

### II.6.3.3. Dénivelée globale

La formule est la suivante : **DG = H5 – H95**

Avec H5 et H95 correspondent respectivement à 5% au-dessous de la surface du bassin sur la courbe de distribution des fréquences altitudinale.

Ce paramètre peut nous donner une idée sur la différence d'altitude entre l'amont et l'aval du bassin, ainsi que sur la pente est dite modérée.

La dénivelée globale du bassin du k'sob : **DG k'sob = 800 m**

### II.6.3.4. La répartition des tranches d'altitudes et la courbe hypsométrique

Fournit une vue synthétique de la pente bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude. Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de la surface) du bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) de l'altitude représentée en ordonnée. Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou pourcentage de la superficie, au-delà d'une certaine altitude [2]

Elle donne la répartition des altitudes en fonction de la surface du bassin versant. Elle s'établit en planimétrie les surfaces élémentaires délimitées par les courbes de niveau. Ces surfaces sont ensuite exprimées en % de la surface totale du bassin versant. La distribution de ces surfaces par les altitudes nous donne la courbe hypsométrique.

Tableau.II.06.Répartition de la superficie selon l'élévation des courbes de niveau [44].

Altitudes (m)	Surface (Km <sup>2</sup> )	entre les Pourcentage Total (%)	Au-dessus de la limite inférieure(%)
560-600	1,61	0.11	100
600-700	7,75	0.64	99,91
700-800	16,47	1.77	99,38
800-900	37,18	4.33	98,25
900-1000	88,47	10.40	95,70
1000-1100	93,42	16.82	89,62
1100-1200	93,72	23.25	83,20
1200-1300	161,08	34.31	76,76
1300-1400	297,18	54.72	65,70
1400-1500	324,68	77.02	45,29
1500-1600	219,62	92.10	22,99
1600-1700	83,55	97.84	7,91
1700-1800	29,5	99.86	2,17
1800-1860	2	100	0,14

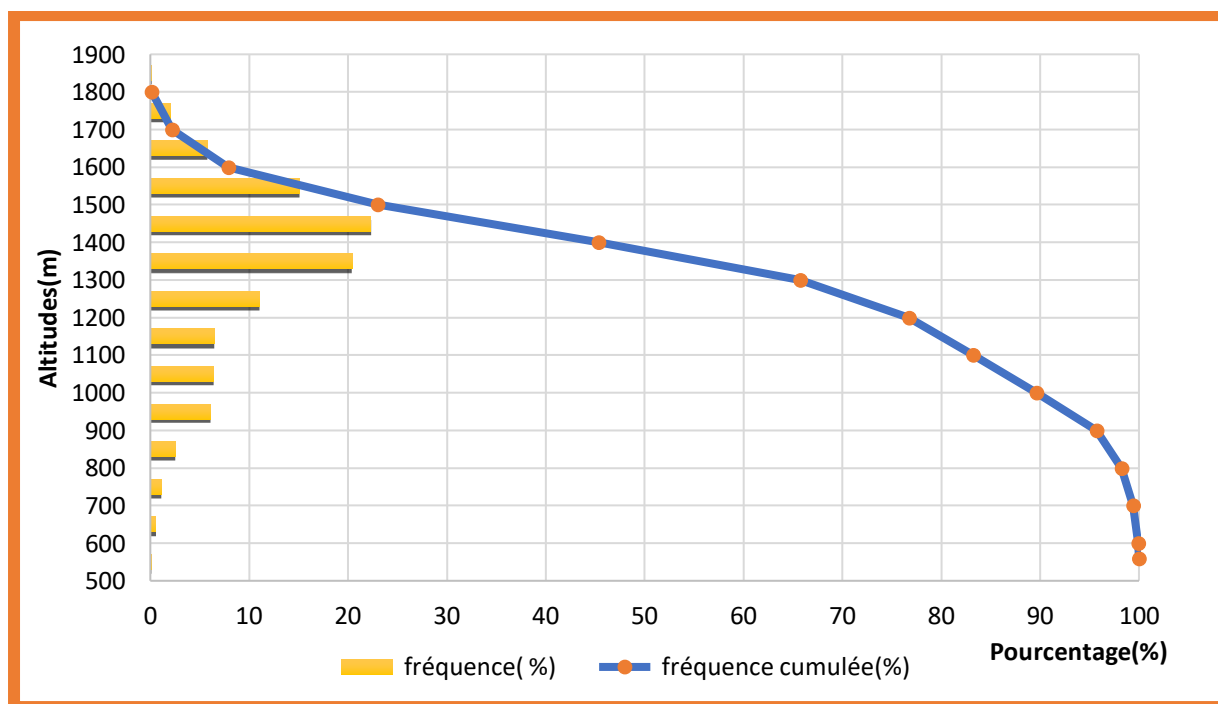


Fig. II.09.Courbe hypsométrique du bassin versant K'sob

La majorité de la surface du bassin est située entre l'altitude 900 et 1200 m, ce qui explique que le bassin versant du K'sob est situé sur la zone des Hauts Plateaux. Au-dessous de 900 m, Le pourcentage des surfaces du B.V est très faible. Il est de l'ordre de 10.4 % Les altitudes au-dessus de 1500 m occupent une surface de l'ordre de 23 %. D'après la courbe hypsométrique, on peut déduire que la pente est relativement forte, par conséquent, une partie des écoulements sauront tendance à s'effectuer avec une vitesse importante résultant une érosion pouvant être très accentuée dans cette partie de la surface du bassin versant.

✚ Les altitudes maximale et minimale :

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire.

$$H_{max} = 1860 \text{ m} \quad H_{min} = 560 \text{ m}$$

L'altitude moyenne se déduit directement de la courbe hypsométrique ou de la lecture d'une carte topographique. On peut la définir comme suit :

$$H_{moy} = \sum \frac{H_i - A_i}{A}$$

Avec :

H moy : altitude moyenne du bassin [m]

A<sub>i</sub> : aire comprise entre deux courbes de niveau [km<sup>2</sup>]

H<sub>i</sub> : altitude moyenne entre deux courbes de niveau successives [m]

A : superficie totale du bassin versant [km<sup>2</sup>]

AN : **H moy = 1063m**

✚ L'altitude médiane :

L'altitude médiane correspond à l'altitude lue au point d'abscisse 50% de la surface totale du bassin, sur la courbe hypsométrique. Cette grandeur se rapproche de l'altitude moyenne dans le cas où la courbe hypsométrique du bassin concerné présente une pente régulière, d'après la courbe hypsométrique (Figure. I.4) on a :

- Altitude à 95% de la surface,  **$H_{95\%} = 865 \text{ m}$**
- Altitude à 5% de la surface,  **$H_{5\%} = 1585 \text{ m}$**
- Altitude médiane,  **$H_{50\%} = 1120 \text{ m}$**

II.6.3.5. Indice de pente :

Le but de ces indices est de caractériser les pentes d'un bassin versant et de comparer les bassins versant entre eux. La carte des pentes est l'instrument qui permet de visualiser les nuances topographiques à l'intérieur de l'espace étudié ; elle peut être établie des cartes topographiques d'échelle > 1/100,000.

Pour notre bassin la carte topographique d'échelle > 1/50,000 ont été utilisées. La classification a été faite à partir de différents calculs effectués sur la carte topographique et grâce à notre enquête sur le terrain.

Dans le bassin du K'sob, on distingue les pentes seuils suivantes

- Plus de 17% : versants érodés, absence de sol.
- 8 - 17% : bas de versant, quelques dépôts, sol mince cultivé.
- Moins 8% : plaines et terrasses alluviales, dépôts alluviaux et colluviaux.

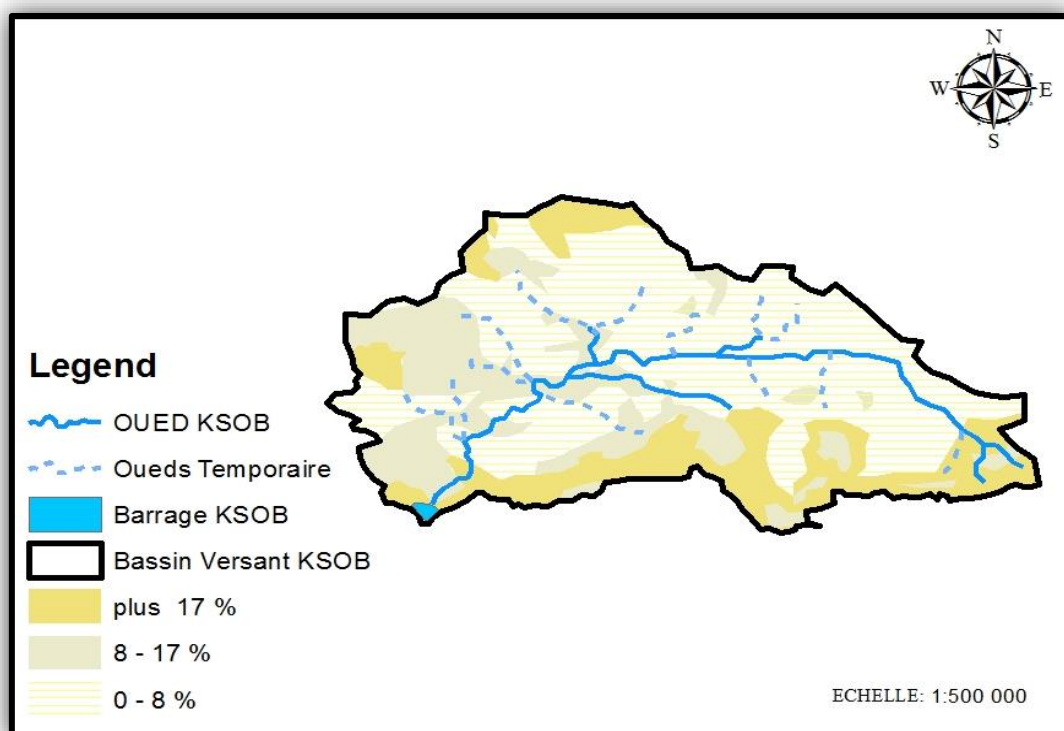


Fig. II.09. Carte de classe des pentes (Originale).

La carte de la pente montre une forte proportion de terrains dont la pente 5 - 20%, ce qui témoigne du caractère peu montagneux de ce bassin.

Mr J. Tricart en 1962, a divisé l'écoulement suivant la pente en trois catégories :

- Écoulement faible : pente < 3 %
- Écoulement fort : pente à limite de 10 %
- Écoulement très fort : pente > 10 %.

### Indice de pente globale (I<sub>g</sub>)

C'est un indice qui tient compte de la dénivelée (D) et de la longueur du rectangle équivalent (L<sub>rec</sub>), calculé à l'aide de la formule suivante :

$$I_g = \frac{D}{L} = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L}$$

Avec :

I<sub>g</sub> : Indice de pente globale (m/Km)

D : Dénivelée simple (m)

L<sub>rec</sub> : Longueur de rectangle équivalent (Km)

L'altitude à 95% de la surface, H<sub>95%</sub> = 865m

L'altitude à 5% de la surface, H<sub>5%</sub> = 1585 m

$$I_g = 8.55 \text{ m/km}$$

### II.6.3.6. Dénivelée spécifique

L'indice I<sub>g</sub> décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente, il était donc difficile de comparer des bassins de tailles différentes. La dénivelée spécifique DS ne présente pas cet inconvénient :

$$Ds = I_g \sqrt{A} = \frac{D}{L} \sqrt{L \cdot I} = D \sqrt{\frac{I}{L}}$$

La dénivelée spécifique ne dépend donc que de l'hypsométrie (D = Z<sub>5%</sub> - Z<sub>95%</sub>) et de la forme du bassin (I/L).

Elle donne lieu à une deuxième classification de l'O.R.S.T.O.M, indépendante des surfaces des bassins, La dénivelée spécifique apparaît donc comme une correction de la dénivelée simple par application d'un coefficient qui dépend de la forme du bassin, ce qui donne la possibilité de comparaison entre ses valeurs pour différents bassins.

Tableau.II.07. Classification l'O.R.S.T.O.M du relief [44].

DS < 10 m	Relief très faible
10 m < DS < 25 m	Relief faible
25 m < DS < 50 m	Relief assez faible
50 m < DS < 100 m	Relief modéré
100 m < DS < 250 m	Relief assez fort
<b>250 m &lt; DS &lt; 500 m</b>	<b>Relief fort</b>
DS > 500 m	Relief très fort

Pour le Bassin versant de K'sob on trouve **DS = 326,17 m**.

D'après la classification de l'O.R.S.T.M, notre bassin versant présente un **relief fort**,

Car : **250 m < DS < 500 m**.

### II.6.3.7. Temps de concentration

C'est le temps que met une particule d'eau, provenant de la partie la plus éloignée de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. On peut l'estimer en mesurant la durée comprise entre la fin de la pluie efficace et la fin du ruissellement.

Le temps de concentration est déterminé à l'aide de nombreuses formules dont

#### Formule de GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L_p}{0,8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}}$$

Où :

Tc : Temps de concentration exprimé en heure.

S : Superficie du bassin versant (Km<sup>2</sup>).

Lrec : longueur de rectangle équivalent (km) ;

Hmoy : Altitude moyenne en (m) ;

Hmin : Altitude minimale en (m) ;

Ce qui donne : **Tc = 15.74 heures**

**II.7.Aperçu climatique**

**II.7.1.Aperçu général sur le climat de la région :**

D'une manière générale, le climat de la région est de type semi-aride caractérisé par un été sec et chaud et un hiver froid.

Afin de faire une analyse sur les éléments climatiques de la région de BBA et M'sila, nous disposons de station météorologique au nord-est de Bordj Bou Arreridj et selon le site world weather online (voir annexe). Donc nous disposons des séries de mesures pluviométriques et températures.

**Tableau II.08.**Caractéristiques de la station de BBA.

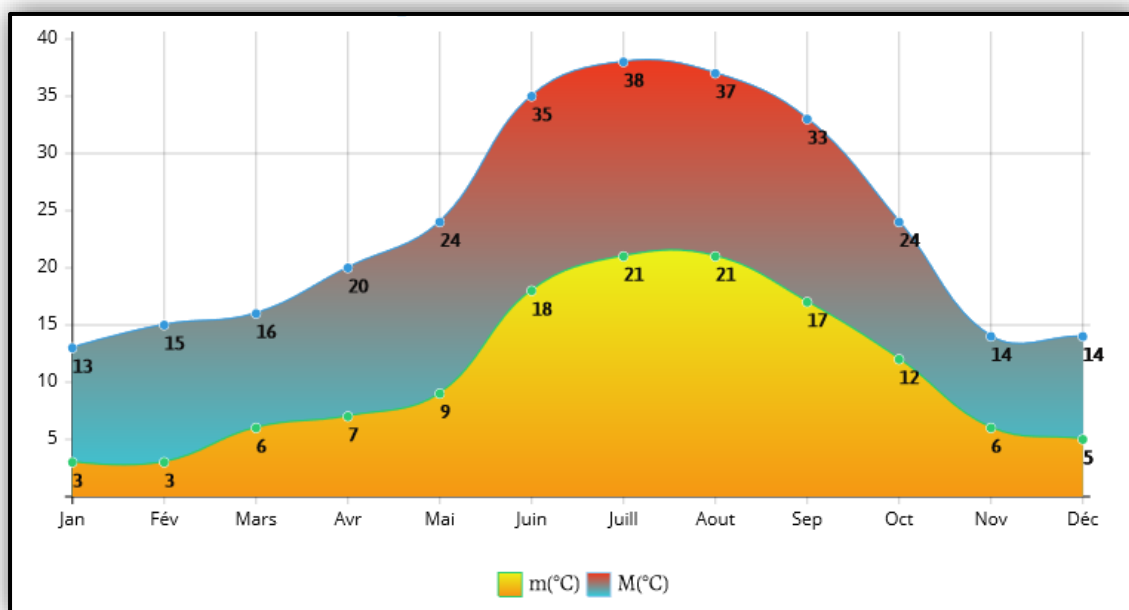
Station	latitude	longitude	Altitude (m)	Période
<b>Bordj Bou Arreridj</b>	36° 04' N	04° 40' E	928	2009-2019 (voir annexe).

Les températures et les précipitations sont traitées à partir de la station climatologique pour une période d'observation allant de 2009 à 2019.

**II.7.1.1.Les températures :**

Les températures moyennes des maxima et des minima enregistrés au niveau de la station Météorologique sont consignées :

Dans BBA :



**Fig. II.10.**Variation de la température mensuelle de l'année 2019 –BBA.

- Température maximale : 38°C avec un pic de chaleur au mois de juillet.
- Température minimale : 3°C La température le plus basse a été enregistrée au mois de Février et janvier.

Dans M'SILA :

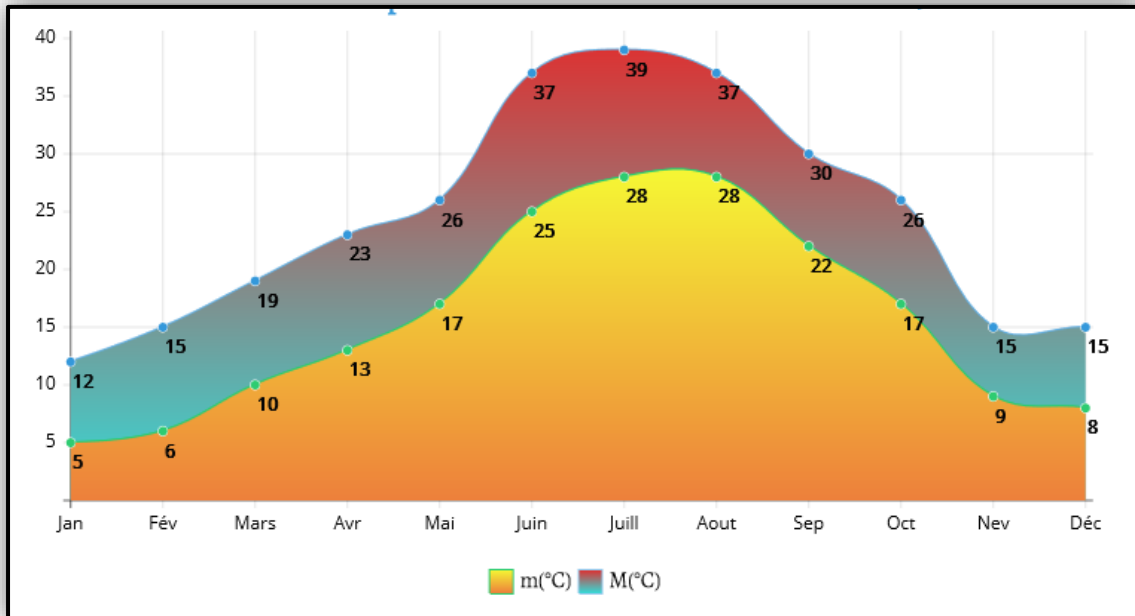


Fig. II.11. Variation de la température mensuelle de l'année 2019 –M'SILA.

- Température maximale : 39°C avec un pic de chaleur au mois de juillet.
- Température minimale : 5°C La température le plus basse a été enregistrée au mois de janvier.

### II.7.1.2. Les précipitations :

Les précipitations dans le bassin versant du K'sob sont très variables d'une mois à l'autre.

Dans BBA :

En se référant au la Fig. II.12.

- le mois le plus pluvieux est le mois d'Avril avec **44.06 mm**
- le mois le plus sec est le mois de juillet avec **8.9 mm**.

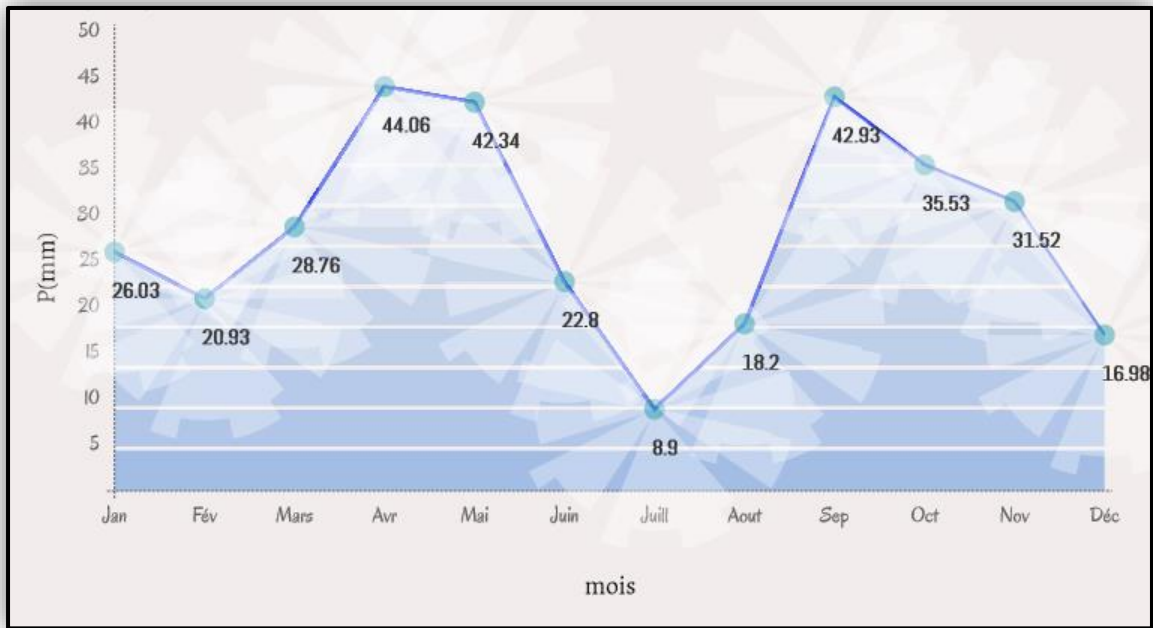


Fig. II.12. Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) de la région de BBA (2009-2019).

Dans M'SILA :

En se référant au la Fig. II.13 :

- le mois le plus pluvieux est le mois de Septembre avec **24.95 mm**
- le mois le plus sec est le mois de juillet avec **5.05 mm**.

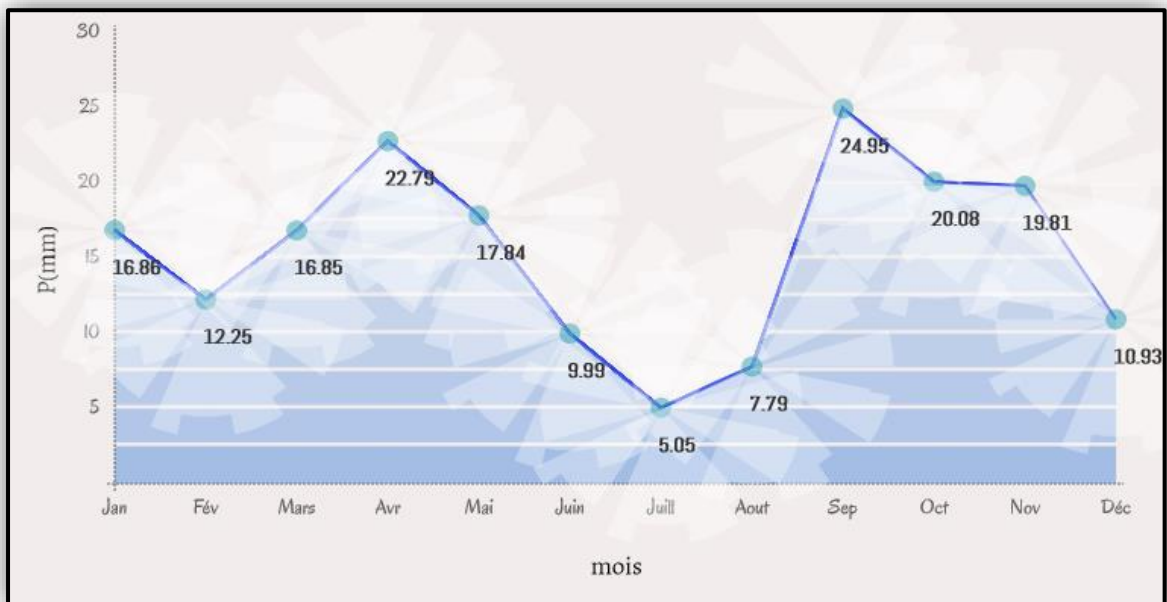


Fig. II.13. Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) de la région de M' SILA (2009-2019).

Les précipitations dans le bassin versant du K'sob sont très variables d'une année à l'autre, La moyenne mensuelle annuelle des précipitations pour la période (2009-2019), nous avons remarqué que les précipitations sont les plus élevées enregistrées de :

M'SILA : **337,7 mm** pour l'année 2019.

BBA : **653,1mm** pour l'année 2019.

**Tableau. II.09.** Données pluviométriques annuelles de M'sila et BBA

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>M'SILA</b>	149,5	147,3	181,2	131,8	143	118,3	217,7	159,8	160	251,4	377,3
<b>BBA</b>	241 ,4	266,9	352,6	287,8	295,9	251,7	388,5	294,9	273,7	422,5	653,1

### **II.7.2.Relation température –précipitation**

#### **Diagramme Ombrothermique de Gaussen :**

Il s'agit d'un diagramme qui fait figure deux paramètres climatiques : la température mensuelle moyenne et la pluviométrie mensuelle moyenne sur la même représentation, tout en respectant l'échelle conventionnelle : un degré correspond à deux mm de précipitation. Ce diagramme permet de déterminer la durée de la période sèche et humide .Ainsi, un mois est qualifié sec lorsque le total des précipitations mensuelles moyennes en mm est inférieur au double de la température mensuelle moyenne en (°c) [26].

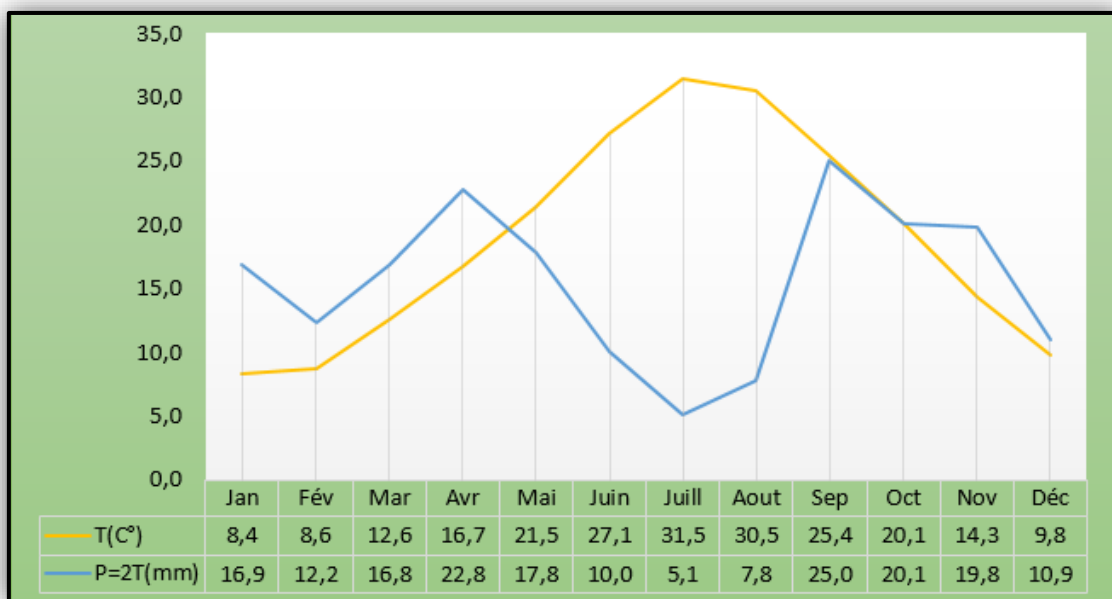


Fig.II.14.Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de M'SILA (2009-2019)

Nous constatons que la région de M'SILA est caractérisée par une période sèche qui s'étend plus de trois mois, et qui s'étend à la fin de mois de Mai jusqu'au mois de Septembre.

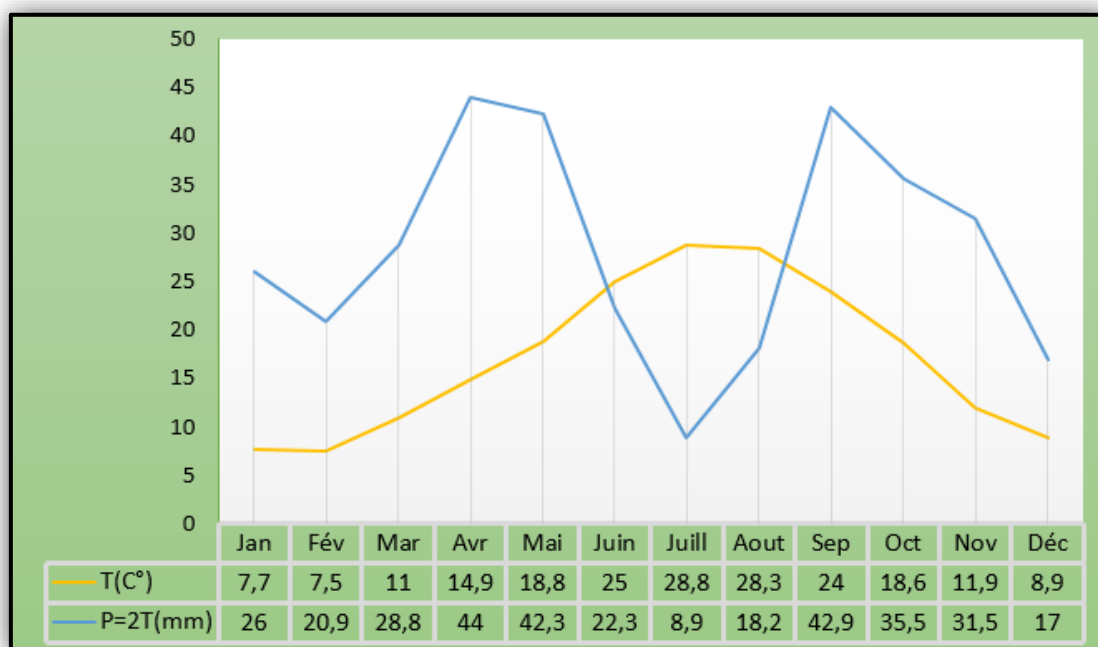


Fig. II.15.Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de B.B.A (2009-2019)

Tandis que, la période sèche pour la région de B.B.A s'étend sur trois mois, allant de Juin jusqu'à Aout.

La détermination de cette période est d'une grande importance pour l'hydrologie à fin de pouvoir estimer les besoins en eau

**II.7.3. Climagramme de L.Emberger :**

EMBERGER a défini les étages bioclimatiques en se basant sur les deux facteurs :

Par OZENDA, La détermination des saisons sèches et humides qui sont représentées par le quotient. pluviométrique "Q2"

Q2 est applicable uniquement au climat méditerranéen. Il a pour objet de donner une mesure représentative de la disponibilité hydrique réelle pour la végétation dans une région donnée. Le Quotient a pour formule :

$$Q2 = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2}$$

Où :

P = Exprime les précipitations annuelles exprimées en (mm).

M = La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m = La moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

(Les températures sont exprimées en Kelvin, (**K = T °C +273.15**)).

La représentation graphique porte **m** sur l'axe des abscisses et **Q2** sur celui des ordonnées. Aux valeurs du quotient correspondent les étages bioclimatiques et à celle des températures minimales du mois le plus froid.

**Tableau.II.10.** Les valeurs de Q2

Régions	P (mm)	M		m		Q2
		C°	K	C°	K	
<b>BBA</b>	355.96	37.1	310.25	2.6	275.75	35.21
<b>M'SILA</b>	185.19	37.6	312.75	4.7	277.85	17.96

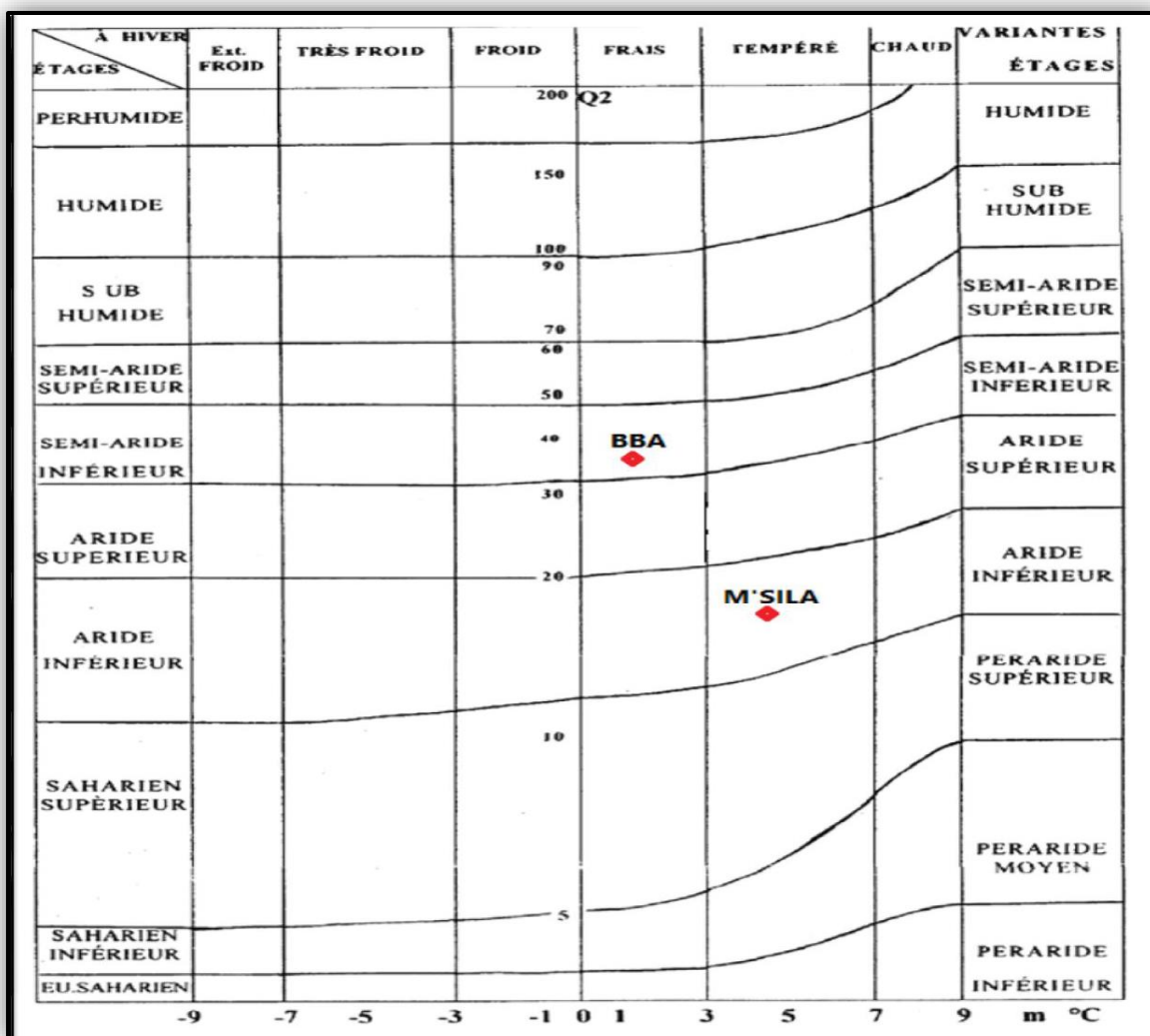


Fig. II.16. Positionnement des régions d'étude dans le Climagramme d'EMBERGER

Après le calcul, nous obtenons les résultats qui ont été reportés dans le (Tableau.II.10).le Climagramme de Le.Emberger, permet de dire que la région étudiée a un climat aride à semi-aride.

***Chapitre III :***  
***Matériels et approche***  
***méthodologique***

**III.1. Etude écologique**

**III.1.1. Collecte des données :**

Dans le cadre de cette étude, nous avons d’approche du profil de la pollution des eaux de surface par les activités anthropiques dans le bassin versant de K’SOB.

Cette démarche est basée sur la revue bibliographique, la collecte des données sur le terrain (Tableau.III.01), des analyses au laboratoire (Tableau.III.02-03) et sur un traitement des données, après cela ont ensuite fait l’objet d’une analyse statistique et cartographique.

Pour étude localisation et caractérisation des sources et types de pollution, nous avons collecté les données à partir des différents travaux sur le bassin versant de k’sob tell que les travaux de plusieurs références.

**Tableau. III.01.**Canevas des sources des pollutions de les oueds de k’SOB M’SILA.

<b>OUED</b>	<b>Identification des sources de pollution</b>	<b>Type de pollution</b>	<b>Origine</b>	<b>Existence de système de traitement</b>	<b>Observations diverses</b>
<b>BBA(Z.I)</b>	Déchets domestiques, Industrielles et agricoles	Chimique + organique	Déchet zone industriel et ville de BBA	Existe Station d’épuration de BBA	Ecoulement vers Oued BEIATA
<b>SOULIT</b>	Déchets domestiques et agricoles	Organiques	Déchets domestiques et agricoles	Néant	Exécutoire de plusieurs oueds dans la région d’EL YACHIR-SOULIT
<b>ZERAZRIA</b>	Déchets domestiques, agricoles et industriels	Chimiques et organiques	Zone industrielle de BBA et Villes et villages à l’amont	Existe Station d’épuration de BBA	Exécutoire de plusieurs oueds dans la région de RAS EL OUED – BORDJ EL GHDIR –BBA..
<b>RABTA</b>	Déchets domestiques et agricoles	Organiques	Déchets domestiques et agricoles	Néant	Région de RABTA ET MEKARTA
<b>K’ SOB</b>	Déchets domestiques, agricoles et industriels	Chimiques et organiques	Zone industrielle de BBA et Villes et villages à l’amont	Néant	Exécutoire de plusieurs oueds dans la région de RAS EL OUED - BORDJ EL GHDIR -BBA- EL HAMMADIA - KSOUR-RABTA-ZERAZRIA...

*Source [direction de gestion du barrage de K’SOB].*

Pour savoir des paramètres des eaux résultent de la zone industrielle et de la ville d'BBA, nous utilisons une étude des précédents les travaux d'analyse physico-chimique au cours 24 Avril 2017 et analysées dans le Laboratoire de SNV.

**Tableau.III.02.**Répartition des paramètres des eaux des oueds de BBA [26].

<b>Station/ Caractéristique</b>	<b>Station 1</b>	<b>Station 2</b>	<b>Station 3</b>	<b>Station 4</b>
<b>Nom d'oued</b>	M'djez	Rabta	Zrazria	Soulit
<b>Altitude</b>	713	1099	782	855
<b>Commune</b>	El Euch	Rabta	BBA	El Hammadia
<b>Température (°C )</b>	16	19	17	20
<b>PH</b>	7.5	7.7	6.3	6
<b>Conductivité(us/cm)</b>	1000	1000	1000	1000
<b>Nitrates (mg/l )</b>	0.086	0.156	0.093	0.049
<b>Phosphate(mg/l )</b>	0.0179	0.046	0.01	0.002
<b>Nitrites(mg/l)</b>	0.225	0.004	0.01	0.094
<b>Cl (meq/l)</b>	241.4	681.6	596.4	383.4
<b>Salinité (%)</b>	1.2	0.6	2.1	0.8
<b>Turbidite(NTU)</b>	45.03	3.37	25.57	5000
<b>MES (mg/l)</b>	3000	2000	3000	70.54
<b>Mg<sup>++</sup>(mg/l)</b>	17.35	105.8	29.89	120.24
<b>Ca<sup>++</sup> (mg/l)</b>	148.3	12.97	94.58	15.36
<b>Sulfate (mg/l)</b>	<b>370</b>	<b>160</b>	<b>740</b>	65

*Source [Direction De Gestion Du Barrage De K'SOB, 2017]*

Nous allons également faire une comparaison des analyses des eaux effectués sur le barrage de K'sob de M'sila au cours de 2017, 2019.

**Tableau. III.03.** Répartition des paramètres des eaux de barrage de K'sob M'SILA.

Date de l'analyse	11/07/2019	24/04/2017
Station	Barrage d K'sob	Barrage d K'sob
Température (°C )	28	21
Ph	8,6	6,3
Conductivité (us/cm)	1807	1630
Nitrates (mg/l )	7	0,61
Nitrites(mg/l)	0,16	0,27
Cl <sup>-</sup>	206	710
Sulfate(mg/l)	640	230
salinité(%)	0,8	0,8
turbidité	19	17,96
Ca <sup>++</sup>	96	76,15
Mg <sup>++</sup>	87	15,6

*Source [Direction De Gestion Du Barrage De K'SOB]*

Les données concernant le Bassin ont été recueillies auprès de :

- L'agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) De La Wilaya M'sila et BBA.
- Les Stations Météorologiques De BBA (Les Données Pluviométriques de BBA).
- Le site world weather online (Les Données Pluviométriques de M'SILA).
- direction de gestion du barrage de K'SOB.
- Direction De La Programmation Et Du Suivi Budgétaire.
- La Zone Industrielle De BBA.
- Direction De L'hydraulique De La Wilaya BBA et M'SILA

### III.2. Les outils des traitements des données


Dans cette section, nous présentons l'analyse effectuée pour la mise en place de notre étude, Les logiciels et les technologies suivants ont été utilisés :

- ✚ Le système d'information géographique (**SIG**) qui permet l'acquisition, le stockage, la mise à jour, la manipulation, et le traitement des données géographiques tell que :
  - **Arc GIS 10.5** : a permis la numérisation des couches, les cartes thématiques, la création de la base de données spatiales.

 Google Earth Pro



**Fig.III.01.** Bassin versant du k'sob (Google Earth Pro).

 Excel 2013 : a été utilisé pour le traitement des données statistiques

### III.3. Etude cartographique

#### III.3.1. Collecte des cartes

SIG permet de faire de la cartographie et de l'analyse spatiale de façon précise en fonction de l'échelle désirée.

La cartographie nécessite d'une part l'analyse des paramètres tel que la couleur, la texture, la structure et enfin la forme d'un cours d'eau, nous avons utilisé plusieurs types de cartes (thématique, topographique...).

Tableau. III.04.les données cartographique utilisée.

Type des données	Echelle	Support	Date
Carte de hydroclimatologique et de la surveillance de la qualité des eaux.	1/500000	Scan	2005
Carte de géologie de bassin versant de K'sob.	1/500000	scan	2007
Carte de lithologie de bassin versant de K'sob.	1/500000	Scan	2016
Carte de couverture végétale de bassin versant de K'sob.	1/300000	Scan	2016
Carte de pentes de bassin versant de K'sob.	1/300000	Scan	2007
Image landsat / Copernicus (Google Earth Pro).	—	Numérique	2020

III.3.2. Traitement des cartes

Le principe de traitement des cartes est la mise en place d'une base de données à travers un SIG sur Arc GIS10.5, Pour devrait déboucher à des propositions de solution des perturbations écologique et l'extraction la relation entre l'interaction des activités anthropiques et la pollution des ressources en eau de bassin versant de K'SOB.

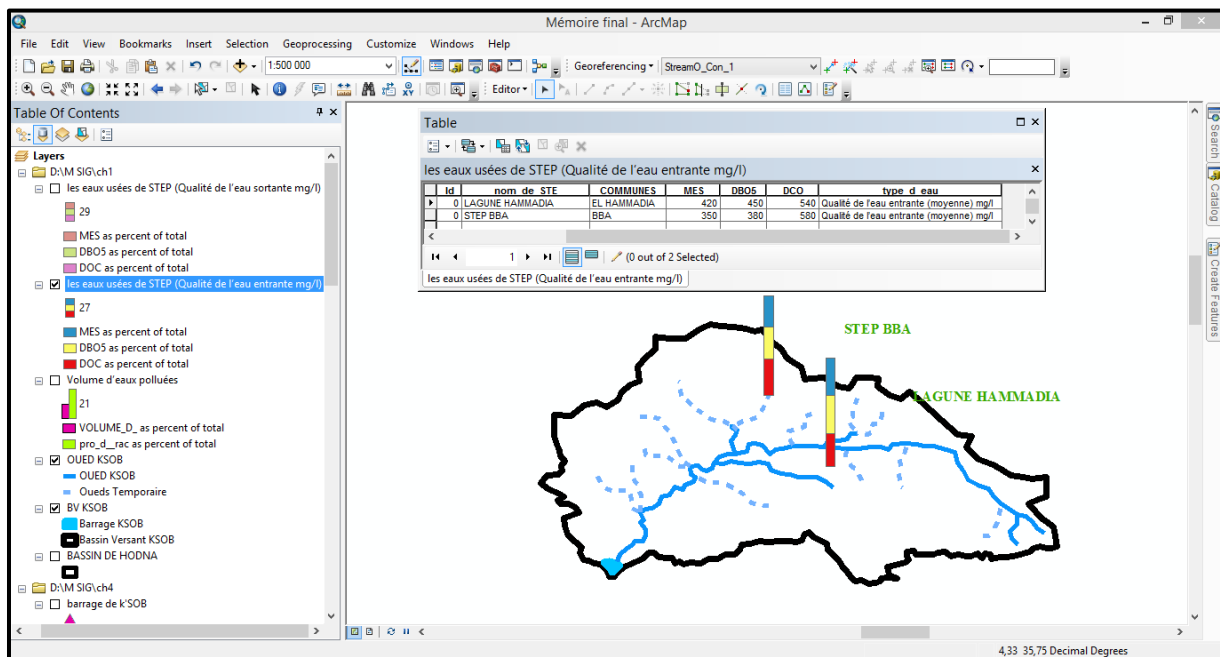


Fig.III.02. Exemple de MBDG – Eaux usées de bassin versant de K'sob sur le SIG

**III.3.3. Cartographie thématique**

Les données ont été collectées à partir de divers travaux de bassin versant de K'SOB que utilisé comme référence de cette étude.

Les données recueillies ont été les suivantes :

- La carte de pentes dans le bassin versant de K'SOB.
- La carte de géologique du bassin versant de K'SOB.
- La carte de lithologie du bassin versant de K'SOB.
- La carte de couverture végétale du bassin versant de K'SOB.
- La carte des réseaux hydrologiques des du bassin versant de K'SOB.

***Chapitre IV :***  
***Mise en place d'une base d'un***  
***SIG pour l'étude de la***  
***pollution des eaux d'Oued***  
***K'sob***

Ce chapitre contient de partie :

1. La première traite de l'intérêt de l'utilisation du SIG dans l'étude pollution des eaux de bassin versant.
2. les grandes étapes de création de la base de données à référence spatiale de zone étude.

#### **IV.1. Utilité d'un SIG dans l'étude écologique de bassin versant**

Un système d'information géographique (SIG) est un ensemble de logiciels intégrés, spécifiquement conçu pour être utilisé avec des données géographiques, qui comprennent à la fois les données spatiales et les données attributaires décrivant les caractéristiques géographiques, il effectue une gamme complète de fonction de base comprennent :

- L'acquisition des données localisées dans une base d'information géographique.
- L'archivage des informations sous forme de plans thématiques, permettant un accès rapide.
- L'accessibilité aisée à l'ensemble des informations par un affichage des couvertures ou par un accès direct aux fichiers informatiques.
- L'analyse des informations par divers traitements spatiaux basés sur une ou plusieurs couches (s), et conduisant à produire une information inédite.
- La valorisation des résultats sous différentes formes : tableaux, cartes et consultations à l'écran.

En plus d'une grande variété de procédés descriptifs et analytiques, de cela en peut dire que le concept de base des SIG décrit à la fois l'emplacement, la distribution spatiale et la relation entre les deux.

Les données géographiques sont souvent sous forme de photographies aériennes, des plans, cartes sur papiers, etc.

La conception d'un SIG passe par l'intégration des données dans un système de projection cartographique (géo référencement) commun, autorisant la superposition des couches d'information.

Le recours à la télédétection satellitaire et aérienne couleur et infrarouge enrichit les connaissances environnementales.

La structuration de l'information au sein d'une base de données relationnelle est obligatoire pour administrer, gérer et manipuler conjointement des variables décrites par des attributs différents.

Le terme écologie est très large, mais ce qui nous intéresse ici, c'est cet aspect de la modélisation spatiale à l'aide de l'outil SIG pour identifier les perturbations écologique.

Dans le cadre de notre étude qui représente la région de pollution de bassin versant de k'sob dans Le monde réel est modélisé par SIG sous forme de carte thématique par exemples :

Les SIG offrent toutes les possibilités des bases de données une visualisation unique et d'analyse géographique propres aux cartes et intégrer tout type d'information, pour mieux visualiser les différents scénarios, pour mieux présenter les idées et pour mieux appréhender l'étendue des solutions possible , ils procurent également une plus grande vitesse et proposent des outils sans cesse innovant dans l'analyse, la compréhension et la résolution des problèmes. L'avènement des SIG a également permis un accès à l'information à un public beaucoup plus large car Les professionnels dans leur très large majorité sont directement concernés par les apports de la dimension géographique dans leur travail quotidien.

**IV.1.1. 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 géoréférencement (Bassin versant de K'sob).
- ❖ Le choix des attributs des entités géographiques d'étude de écologique du Bassin versant de K'sob a été inspiré des cartes.

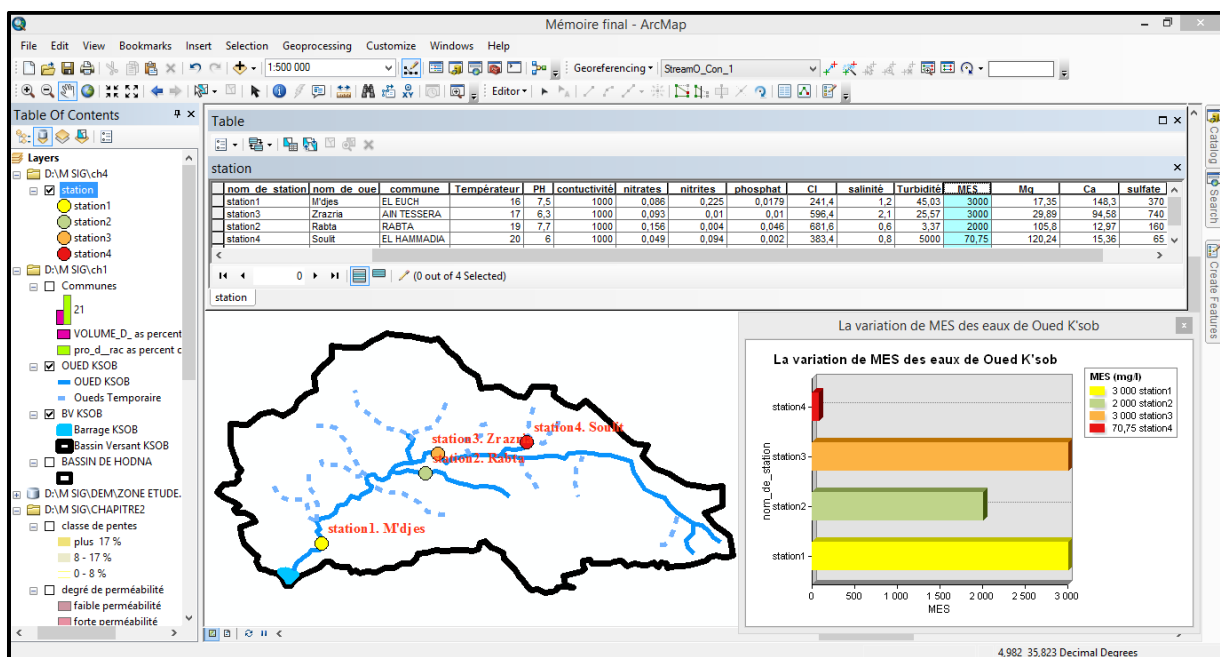


Fig.IV.01. MBDG-Variation de MES des eaux de oued de k'sob sur le SIG

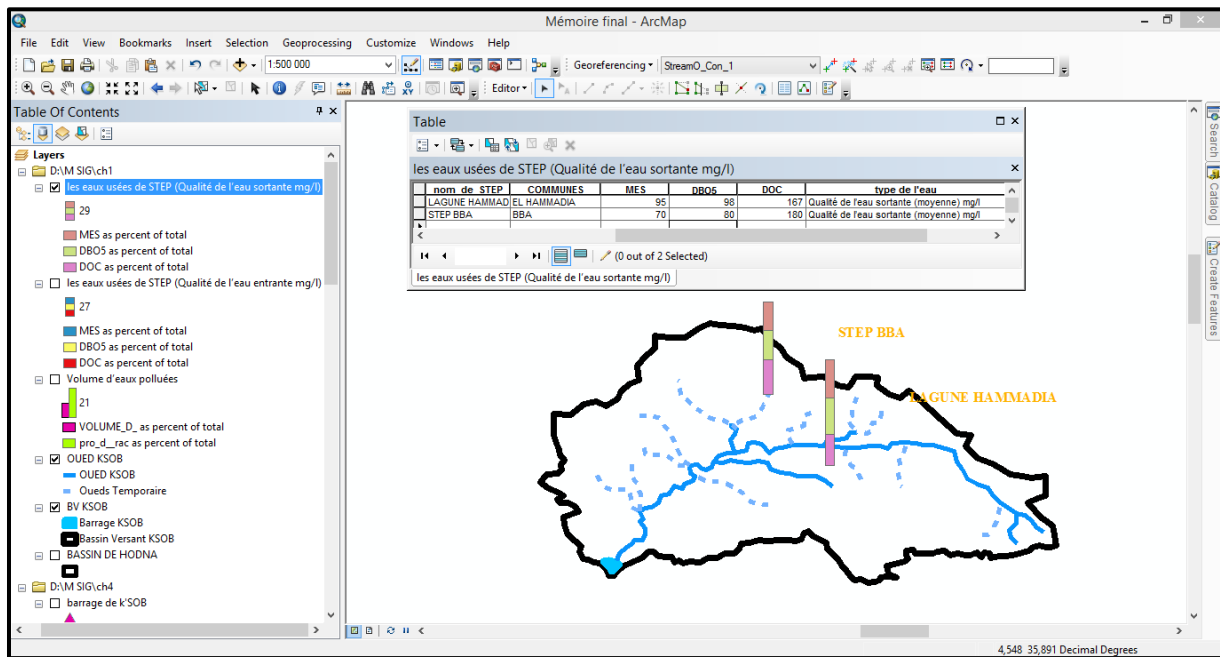


Fig.IV.02. MBDG-Eaux usées de bassin versant de K'sob sur le SIG

## IV.2. Les grandes étapes de création de la base de données à référence spatiale

La création de projet dans ArcGIS se fait par ,La gestion et l'accès à une base de données sont assurés par un ensemble de programmes qui constituent le Système de gestion de base de données (SGBD). Un SGBD doit permettre l'ajout, la modification et la recherche de données. Un système de gestion de bases de données héberge généralement plusieurs bases de données, qui sont destinées à des logiciels ou des thématiques différentes.

### IV.2.1. Structuration des données

Après la définition des données à intégrer au système, il s'est agit de les organiser et de les structurer. Ainsi, la définition de règles de gestion a permis d'aligner dans l'ordre de leur apparition, toutes les données retenues. Aussi, pour passer de la réalité complexe à une représentation informatique, on a procédé à la réalisation d'un Modèle d'une Base de Données Géographiques(MBDG), ainsi qu'à l'implantation des données structurées dans un système informatique

#### IV.2.1.1. Modèle d'une Base de Données Géographiques

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).

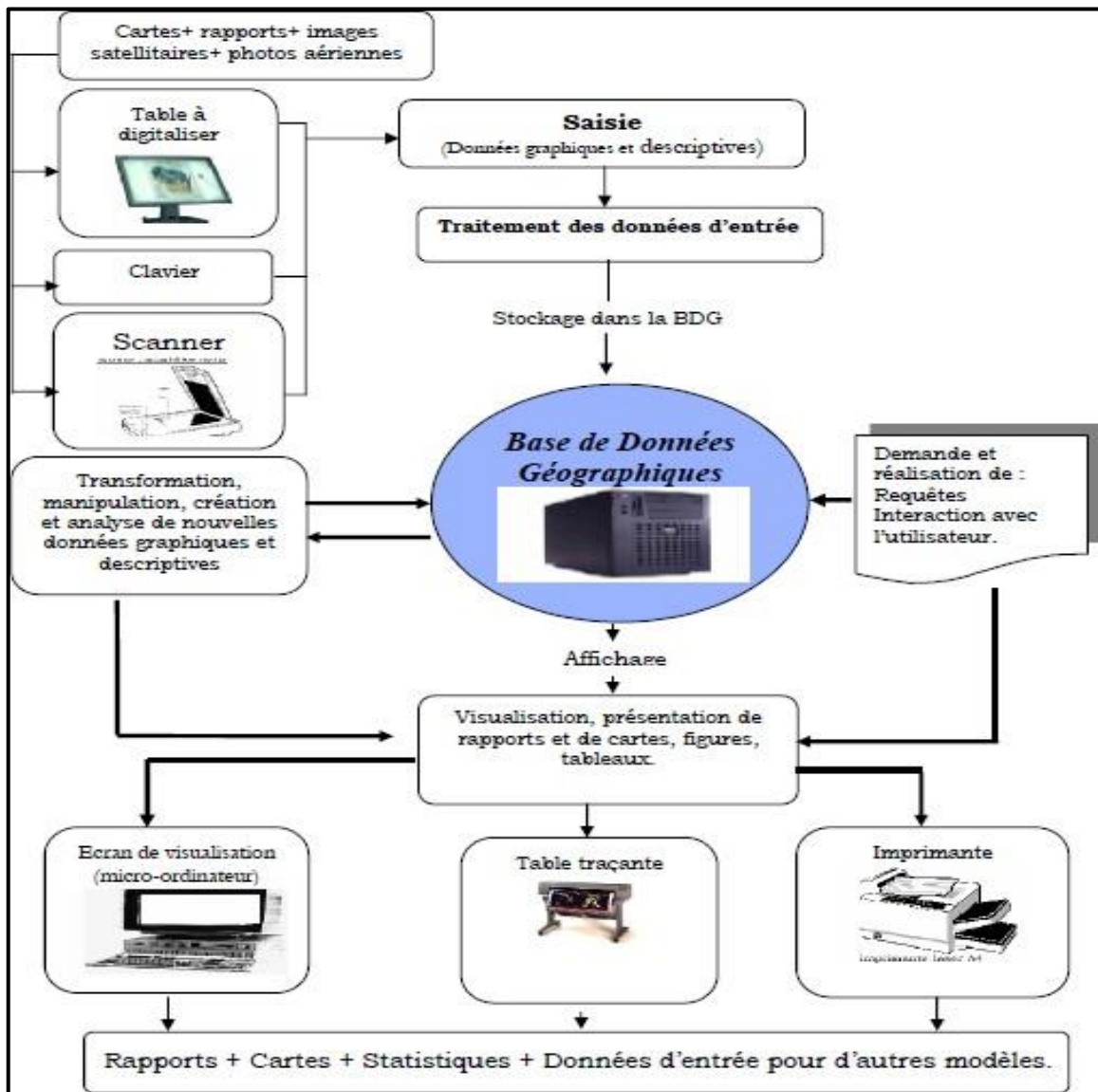


Fig.IV.03. Base de données géographiques BDG [79]

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 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 d'une Base de Données Géographiques (MBDG) est une représentation facilement compréhensible, permettant de décrire le système d'information. Le MBDG sert à formaliser la description des informations qui sont mémorisées dans le système d'information géographique(SIG).

Le noyau du SIG étude écologique est une base de données géographique intégrant un ensemble de couches thématiques (Secteurs, points de regroupement, découpage administratif, etc.) et des données des campagnes d'analyses. Une application SIG spécifique offrant un ensemble d'outils notamment pour la saisie et le contrôle des données, les traitements statistiques, les analyses spatiales et les représentations cartographiques.

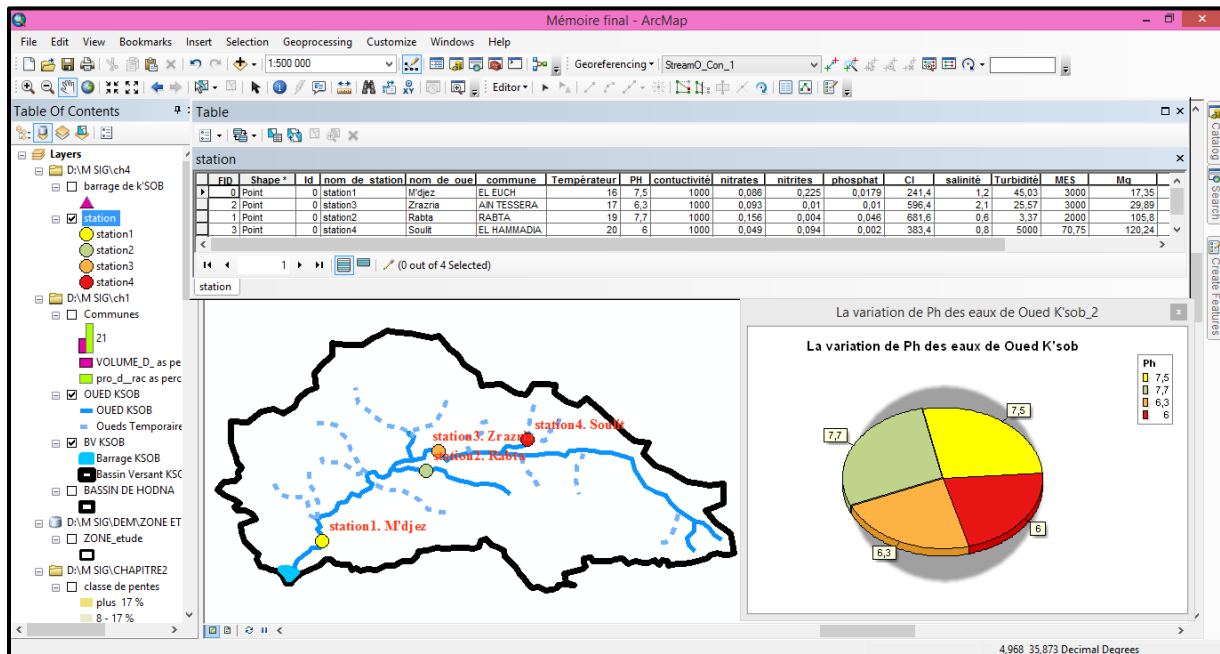


Fig.IV.04. MBDG- La variation de Ph des eaux de oued de k'sob sur le SIG

**IV.2.2. Le travail sous environnement SIG : Intégration des données géographiques et traitement l'information**

Les coordonnées des entités géographiques (les paramètres des pollutions des eaux dans 4 stations de l'oued de k'sob, et dans le barrage de k'sob, etc) étant matérialisées dans le SIG et leurs différents attributs stockés dans la base de données, il a été indispensable de créer un lien entre la base de données et Arc Gis 10.5 (le logiciel de SIG utilisé). Pour ce faire, les tables de la base de données (secteurs, opérateurs de collecte, abonnés, points de regroupement des déchets etc.) ayant une référence spatiale ont été converties en format dBASE.

Ces fichiers dBASE, successivement chargés dans Arc Gis sous forme de tables ont été ensuite ajoutés au SIG par jointure avec les tables attributaires des entités géographiques correspondantes. La jointure de table est un procédé qui permet d'attribuer des données d'une table extérieure (fichier dBASE) à des objets du 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.

Associées à chaque point, les données recueillies peuvent nous permettre de réaliser une cartographie thématique plus ciblée à mettre à la disposition et des acteurs institutionnels agissant dans traitement des pollutions des eaux.

*Chapitre V :*

*Résultats*

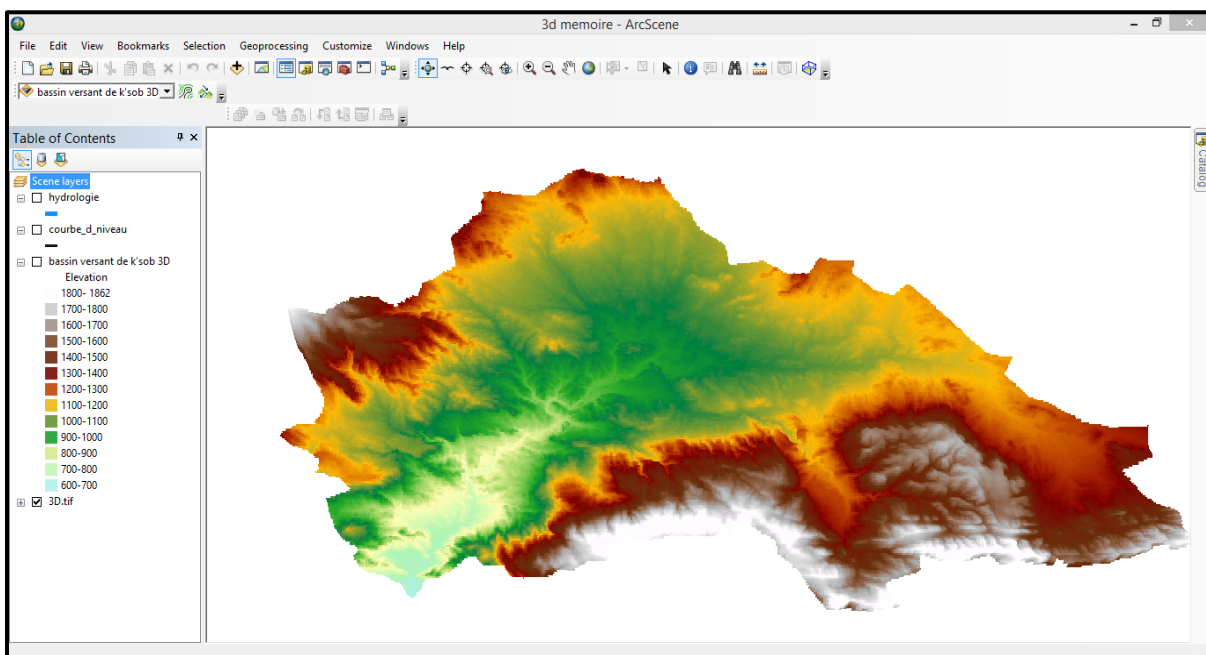
*Et*

*Discussions*

Ce chapitre traduit les résultats de collecte et traitement des données de la pollution des eaux de L'oued de K'SOB

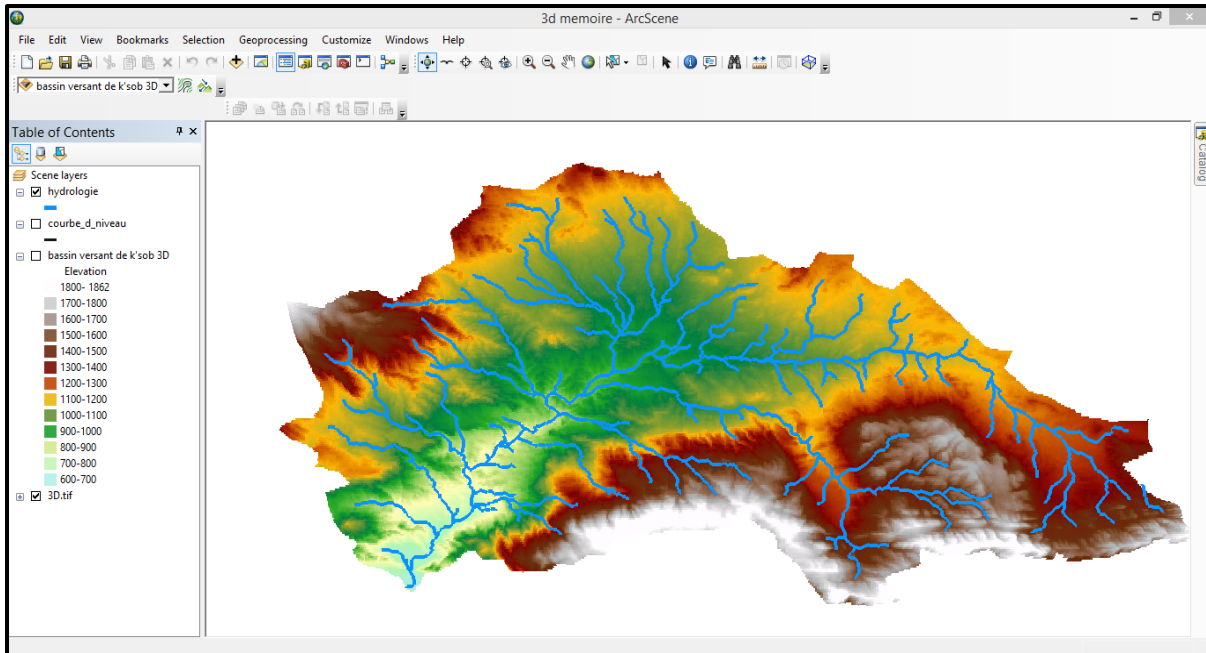
### V.1. Création d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT)- Intégration de l'MNT dans le SIG.

Un Modèle Numérique de Terrain est, à la base, un fichier altimétrique, constitué par un réseau maillé régulier, chaque maille étant repérée par les coordonnées de son centre. De l'origine des données dont il dérive, dépend sa qualité, c'est-à-dire sa précision et sa valeur représentative.

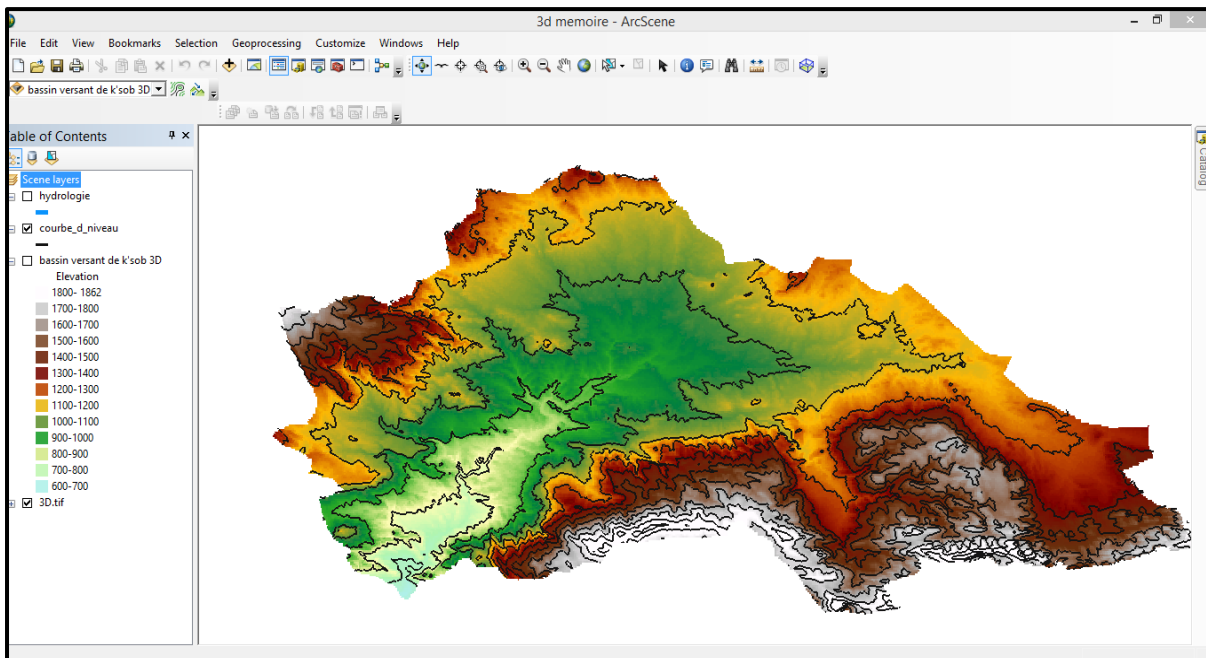


**Fig.V.01.** MNT du relief de bassin versant de K'sob par ArcScene (Originale).

Un MNT peut recevoir plusieurs couches d'information sur la couche première (les altitudes). Par exemple, on peut y ajouter les contours des bassins versants et le réseau hydrographique (couche vecteur)



**Fig.V.02.**MNT des réseaux hydraulique de bassin versant de K’sob par ArcScene (Originale).  
 Le MNT est une image matricielle du relief représentant l'altitude en chaque point dans un système de projection choisi. L'utilisation du MNT permet la correction des déformations liées au mode prise de vue du satellite, ainsi qu'à l'angle de visée du satellite et au relief de la zone couverte.

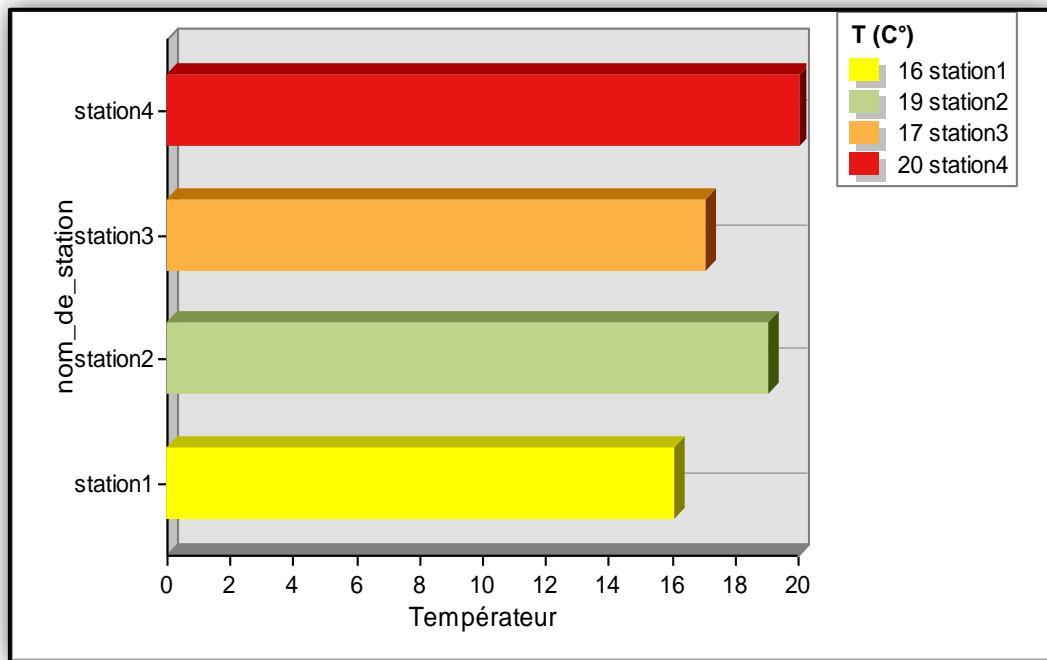


**Fig.V.03.** MNT du courbe de niveau de bassin versant de K’sob par ArcScene (Originale).  
 Il est donc important d'appliquer le MNT pour des zones d'études très accidentées où l'on rencontre des falaises, des pics ou des vallées très encaissées.

**V.2. la variation de pollution (paramètres physico-chimique) au niveau d'Oued K'sob**

- Pour la variation des paramètres physico-chimique des eaux de 4 stations des oueds de BBA on remarque que :

Les températures des eaux de oued du K'sob varies d'une station á l'autre durant de jour, en raison de déversement des eaux usées industrielles.



**Fig.V.04.** Les variations de la température des eaux de Oued K'sob

La valeur des ions nitrites la plus élevée est observée au niveau de la station 1 et station 4, cette élévation peut se produire à la suite de déversement des eaux chargées d'engrais provenant de l'agriculture et industriels libèrent de l'eau toxique contenant des nitrites.

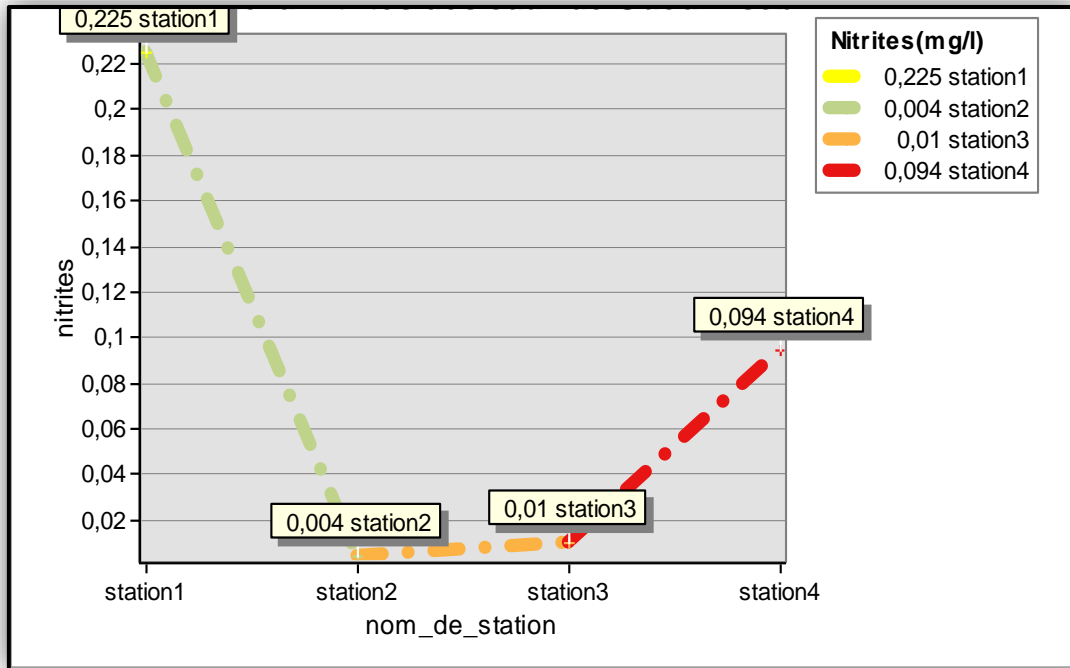


Fig.V.05. Les variations de la Nitrites des eaux de Oued K'sob

La valeur des chlorures dans les eaux de Oued du K'sob le plus élevé est enregistré au niveau de la station 2, station 3, les Raison des élévations de taux de chlorures est utilisation pour station d'épuration d'eaux pour filtration de l'eau

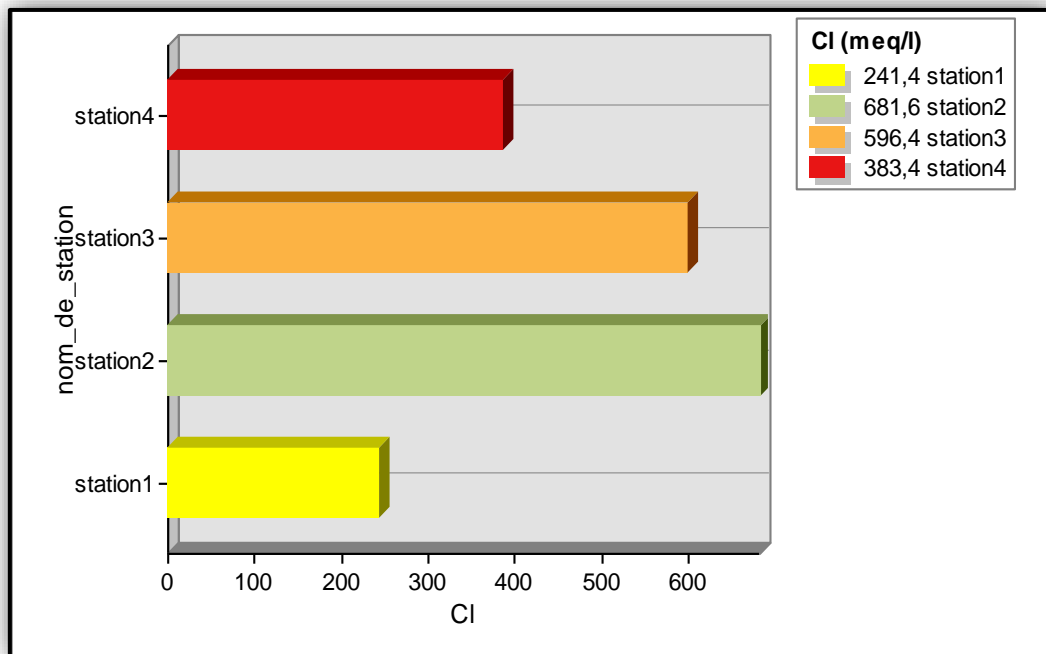
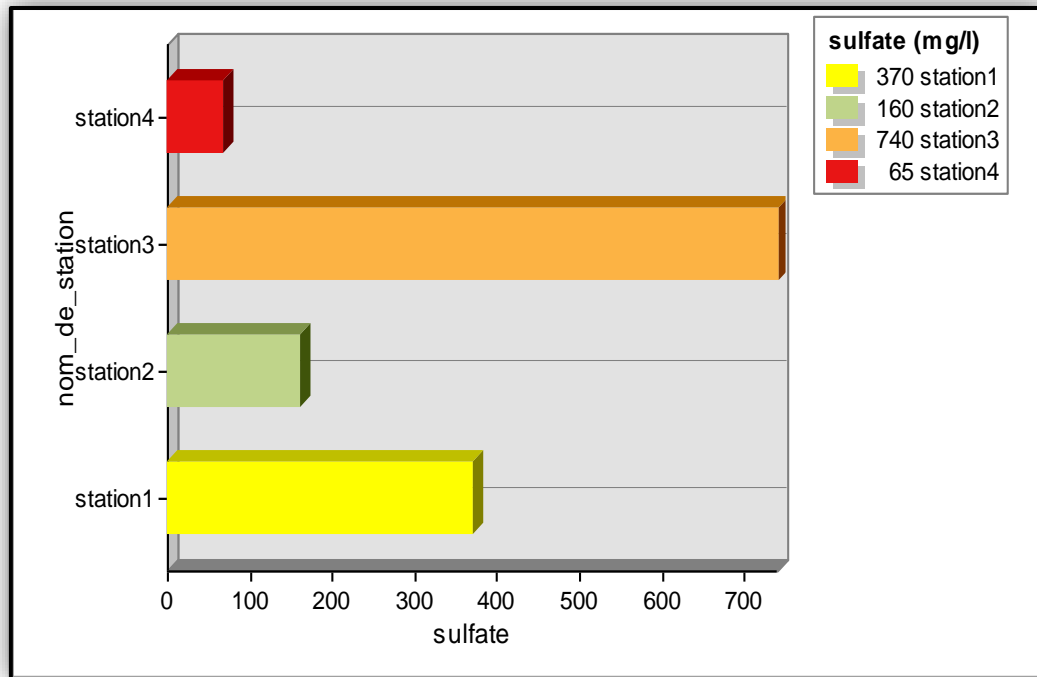


Fig.V.06. Les variations de chlorures des eaux de Oued K'sob

La valeur de sulfate dans les eaux de Oued du K'sob le plus élevé est enregistré au niveau de la station 3, parce que-ils sont utilisés dans les engrais et la fabrication des encres et des pigments et les matériaux de construction (zone industrielle de BBA)



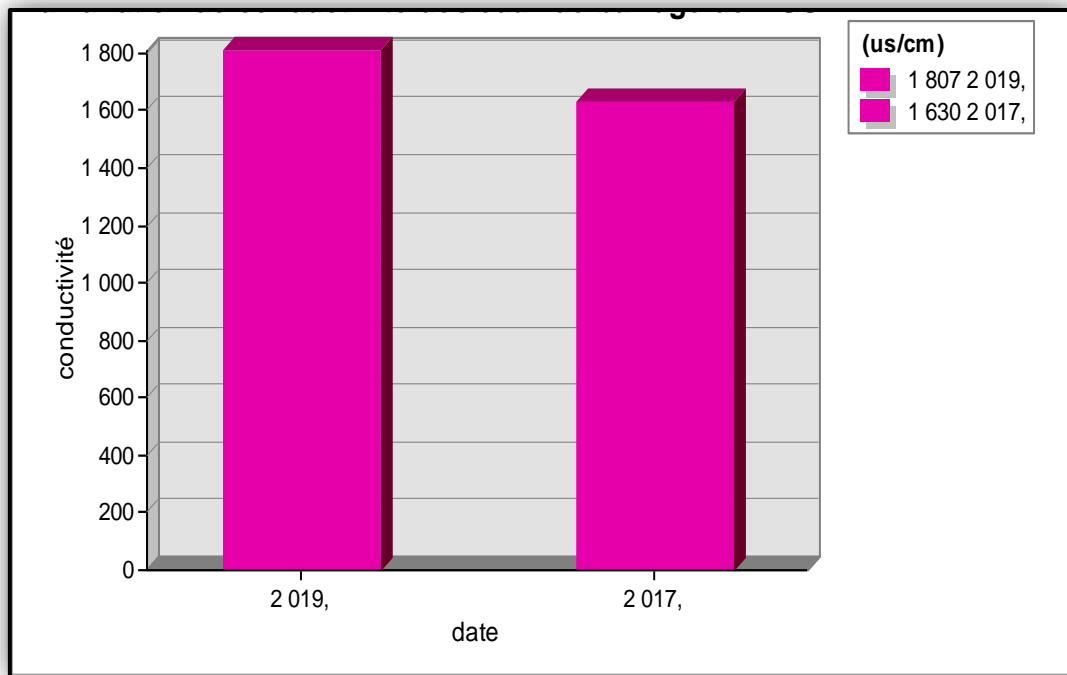
**Fig.V.07.** Les variations de Sulfate des eaux de Oued K'sob

Les valeurs des autres paramètres physico-chimiques : les nitrites, le phosphate, Mg, Ca, Salinité, turbidité .Si l'on compare avec les normes (vois annexe), les eaux du Oued du K'sob ont d'une bonne à très bonne qualité.

➤ **Pour la variation des paramètres physico-chimique des eaux de station de barrage de K'SOB M'SILA :**

Nous avons remarqué que la plupart des paramètres physico-chimique ont été enregistrés avec des valeurs plus élevées de les deux années 2017 ; 2019, car les zone de barrage de K'SOB est considéré comme une zone de rassemblement pour les oueds (M'djez , Rabta , Zrazria , Soulit ..).

La conductivité dans les eaux Oued du K'sob, on remarque que les valeurs sont très élevés de les des années 2017 ; 2019 .cette résultats pourraient être expliqué d'une part par le rejet des eaux usées résiduaire et d'autre part au rejet des déchets (fortement minéralisés).



**Fig.V.08.** Les variations de Conductivité des eaux de barrage de K'sob

La valeur de sulfate plus élevés est 640mg / l, Par contre, la valeur les chlorures est 240mg /l en l'année 2019, Cela se traduit par :

- Arrêter de station d'épuration d'eaux de BBA qui est utilisé les chlorures.
- Augmentation du nombre d'usines de matériaux de construction et les engrais (Les zones industrielles de BBA).

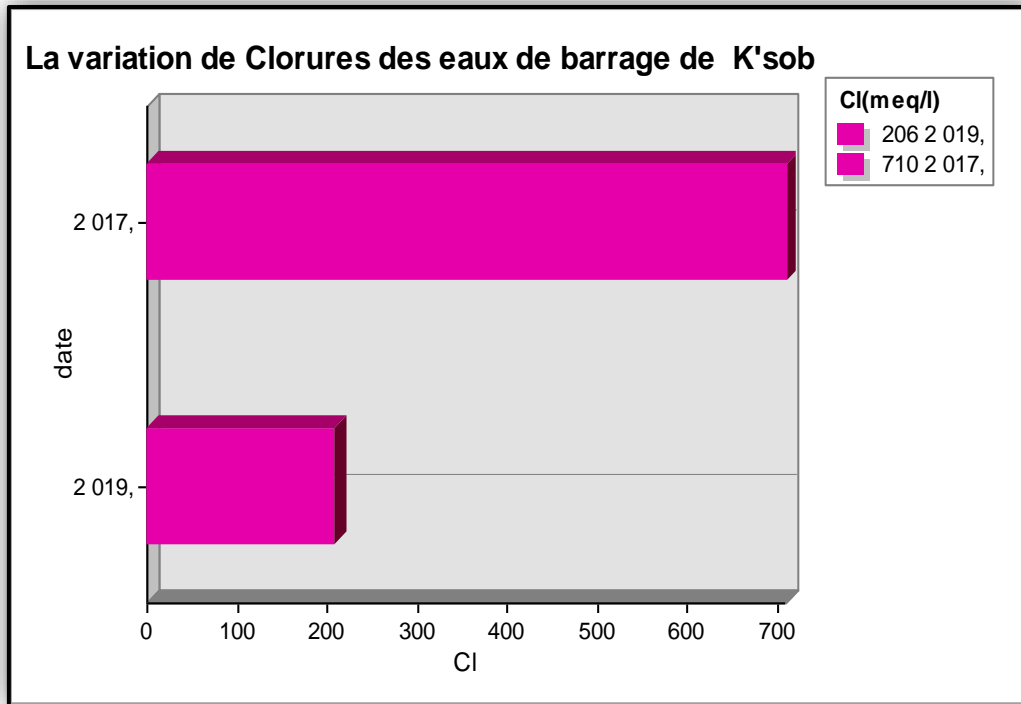


Fig.V.09. Les variations de Chlorures des eaux de barrage de K'sob

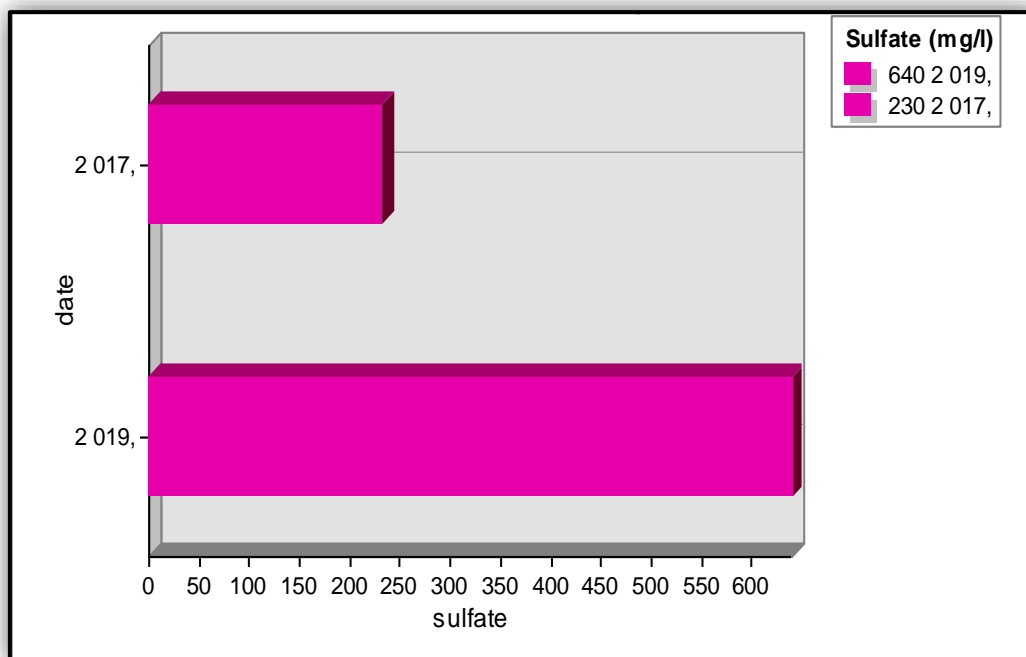


Fig.V.04. Les variations de sulfate des eaux de barrage K'sob

Enfin, nous avons utilisé les données écologique et le logiciel ArcGis 10.5 pour la production des cartes et des diagrammes de l'étude les pollutions des eaux de bassin versant de K'SOB.

# *Conclusion*

### **Conclusion**

Dans ce travail de mémoire master, on a traité la pollution des eaux du bassin versant de l'oued K'sob dans le but de Connaître les cause de pollution et qualité des eaux à l'aide de SIG

Au cours de cette étude, les processus complexes liés aux fonctionnements système écologique et à la pollution des ressources hydriques a conduit au développement de nombreux modèles d'évaluation de la qualité de l'eau. Parallèlement, les Systèmes d'Information Géographique ont offert l'opportunité d'organiser spatialement et de gérer efficacement les données de la modélisation et se sont notamment imposés au niveau des étapes de la prétraitement (préparation des données d'entrée) et de le post-traitement (visualisation des résultats) de la modélisation et la réalisation des quelques modèles , tels que : les Modèles de Base de Données Géographiques MBDG, les Modèles Numériques de Terrain MNT et plusieurs cartes thématiques.

Tout au long des chapitres de ce travail, nous avons défini la situation géographique, climatiques et géologiques et des analyses physico-chimique réalisée des eaux d'Oued K'sob, pour développement des cartes thématique .l'interprétation des graphes résultant de l'application de Arc Gis 10.5.

Les variations des paramètres physico-chimiques des eaux de l'oued de K'sob, et les mauvaises qualités des eaux dans les stations, et les taux élevés des paramètres comme sulfate et MES et la conductivité..., si l'on compare avec les précédentes. À cause de Les rejets industriels ont un effet primordiale sur la qualité des eaux, vu la situation géographies de ces stations, elles reçoivent les affluences de les zones industrielles de BBA et les zones agricultures et Arrêter de station d'épuration d'eaux de BBA pour filtration de l'eau polluant.

La réalisation d'un tel projet nous permis d'explorer les avantages de SIG comme stocker des informations de façon claire et définitive, Gérer une multiplicité d'information attributaires sur des objets, Comprendre les phénomènes, Etablir des cartographies rapides. Les capacités du SIG autant qu'un outil d'aide à la décision. Ainsi, il offre une gamme de solutions qui couvre l'ensemble des besoins liés à notre étude tell que :

- ✓ Le redémarrage de station d'épuration d'eaux de BBA
- ✓ L'obligation de contrôle du la zone industrielle, du mettre des droits strict pour les industries qui dépasse les énormes, Il faut avoir des stations de filtration à chaque usine.

## *Conclusion*

---

Enfin, nous espérons, que cette étude fera l'objet d'autres travaux dans les années prochaine qui vont servir à mieux comprendre le phénomène la pollution de l'eau dans le bassin versant de k'sob en utilisant les versions mises à jour de logiciel comme Arc GIS pro et les données plus fiables.

***REFERENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

### **Références bibliographiques**

- [1] **Aldosa, N., Bihan, M., Monin, M.** (2003). Information, communication, organisation, 2eme éd.
- [2] **André, L, G.,** (1975). Dictionnaire de l'informatique Reliure inconnue.
- [3] **Aronoff ,S.** (1991). Geographic Information systems, a management perspective, Ottawa, WDL Publications, 294 p.
- [4] **Aroua, A.,** (1994). L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, 73p.
- [5] **Arouche, L., Touil , T.**(2018). Contribution à l'Etude de la Performance de la Station d'Épuration (STEP) de Souk El Tenine Bejaia. A. MIRA.
- [6] **Attab , S.** (2011).Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues Activées de la station d'épuration Haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable Local. Mag. Univ d'Ouargla.
- [7] **Bailly, A., Et Al.** (1991). Les concepts de la géographie humaine. (Masson, Éd.) (2eme éd.). Paris.
- [8] **Baize, D.** (1997). Teneurs totales en éléments traces métalliques dans les sols. France.
- [9] **Baumont, S., Camard, J-P., Lefranc, A., Franconie, A.** (2004). Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. France.
- [10] **Bigand, M., Camus, H., Bourey, J., Corbeel, D.** (2006). Conception des systèmes de l'information, modélisation des données, études de cas.
- [11] **Bimonte, S.** (2007). Intégration de l'information géographique dans les entrepôts de données et l'analyse en ligne.
- [12] **Bonn, F.** (1994). Télédétection de l'environnement dans l'espace francophone. Du Québec.
- [13] **Bontoux, J.** (1993). Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Qualité et santé.
- [14] **Bordin, P.** (2006). Méthode d'observation multi-niveaux pour le suivi de phénomènes géographiques avec un SIG.
- [15] **Boudeal, Djouid, H.** (2003).Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines Et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, des écosystèmes Universitaires, Stif. 6-13p.
- [16] **Bousbia, N.** (2011). Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Scientifiques dans des revues à

## *Références bibliographiques*

---

- comité de lecture. D'Avignon et des pays de Vaucluse.
- [17] **Bouziani M.** (2000)- L'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun. Oran. 247p.
- [18] **Brocard, M., Mallet, P., Leveque, L., Bessineton, C.** (1996). Atlas de l'estuaire de la Seine. Rouen et du Havre.
- [19] **Brunet, R.** (2008). Géographie Tle L-ES-S : l'espace mondial (Bréal,).
- [20] **Chellé, F., Dellale M., Dewachter, M., Mapakou, F., Vermeij, L.** (2005). L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau.
- [21] **Claude, F., Christiane, F., Paul, M., Jean, D.** (2011). Ecologie : Approche scientifique et pratique. (T. & D. Lavoisier, Éd.).
- [22] **Collet, C.** (1992). Système d'information géographique en mode image. (P. polytechniques et universitaires Romandes, Éd.). Lausanne.
- [23] **Couclelis H.** (1992). people manipulate Objects:beyond the raster-vector debate in GIS (Theories a). Frank, A.U.
- [24] **Didier, M.**(1993). Guide économique et méthodologique des S.I.G. (Hermès, Éd.). Paris.
- [25] **Faby, J, A., Brissaud, F.** (1997). L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office.
- [26] **Fali, N., Mimoune, H.** (2017). Aperçu la perturbation écologique de l'Oued K'sob-Bassin à l'aide système d'information géographique-versant de K'sob - Algérie.
- [27] **FAO.** (1997). Irrigation potentiel in Arica : A basin approche. Rome.
- [28] **FAO.** (2015). Indicateurs sensibles au genre pour l'agriculture et l'eau en Algérie. Rome.
- [29] **François, D.** (2004). Les systèmes d'information géographique. P. U. de France, Éd. 2nd éd. Paris.
- [30] **Galaf, F ., Ghanna, M, S.** (2003). « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Web sur la pollution du milieu marin ».
- [31] **Gaujous, D.** (1995). La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire, Paris, France, Techniques & Documentation – Lavoisier. 220p.
- [32] **Gilli, E., Mangan, C, Murdy, J.** (2004). Hydrogéologie : objets, méthodes, applications (DONOD). Paris.
- [33] **Grine, R.** (2009). Les perspectives hydrogéologiques de la cuvette hodnienne. Université de Houari Boumediene.
- [34] **Guegan, J., Choisy, M.** (2009). Introduction à l'épidémiologie intégrative.
- [35] **Hadef B.** (2015). L'effet des sels minéraux sur l'élimination du phénol par coagulation floculation,. Mohamed Khider.
- [36] **Hamenni, N.** (2011). Etude des ressources en eau du bassin versant de la soummam par

## *Références bibliographiques*

---

- l'utilisation de SIG. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie.
- [37] **Hervé Gumuchian, C. M.** (2000). Véronique Fèvre Initiation à la recherche en géographie.
- [38] **Imad, G.** (2016). Etude de la distribution statistique des pluies du bassin versant k'sob. Mohamed Boudiaf-M'sila.
- [39] **J, A, van Haasteren., R, van den B.** (1993). Pesticides et eaux souterraines.P6.
- [40] **Jean-Noël, S.** (2003). Danger pollutions.P37.
- [41] **Khadraoui, A., Taleb, S.** (2008). Qualité des eaux de sud Algérien. Pollution et impact Sur le milieu. Ed. Khyam. 367p.
- [42] **Knoepfel, P., Da Cunha, A., P Leresche, J., N.** (2005). Enjeux du développement urbain durable, Transformations urbaines, gestion des ressources et gouvernance. Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).
- [43] **Ladjel, F.** (2006)- Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre De formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, P80.
- [44] **Lahcen, B.** (2016). Impact du changement climatique sur le régime hydrologique du bassin versant de l'Oued Ksob. De Mohamed Boudiaf-M'sila.
- [45] **Laurini , R.,** (1993). Les bases de données en géomatique. Hermès, Éd. Paris.
- [46] **Legros, J.** (1996). Cartographies des sols, de l'analyse spatiale à la gestion des territoires. (P. P. et U. Romandes, Éd.).
- [47] **Linda, S., Mariska,** (2018) .Gestion des Boues de Vidange : Approche intégrée pour la mise en œuvre et l'exploitation. IWA.
- [48] **Maguire D.J., Goodchild M.F., R. D.** (1991). Geographical Information Systems.
- [49] **Martin, G.** (1979). Le problème de l'azote dans les eaux. (Technique). Paris.
- [50] **Mebarki, A.** (2005). Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressource en eau, Aménagement et environnement. Mentouri de Constantine.
- [51] **Mebarki, A.** (1982). Le bassin du Kebir Rhumel : Ressources en eau, aménagement en Algérie. Mentouri de Nancy II.
- [52] **Metahri, M, S.** (2012) Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée Des eaux usées traitées par des procédés mixtes, Cas de la STEP Est de la ville Tizi-Ouzou. Agronomie, Thèse de Doctorat, Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, P 05-06.
- [53] **Michel, Bassand. Et all.** (2000). Métropolisation, Crise Ecologique et Développement Durable, L'eau et habitat précaire à Ho Chi Minh-Ville, Vitenam., France.
- [54] **Ministère de Développement Durable, E. et P.** (2012). Critères de qualité de l'eau de surface p. 230. .Quebec.Canada.

## *Références bibliographiques*

---

- [55] **MRE, M.** (2008). Conférence de haut niveau sur « L'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique » Syrte, Jamahiriya arabe libyenne, 15-17 décembre 2008. Syrte, Jamahiriya arabe libyenne.
- [56] **Mve, M. Z.** (2018). Préparation et caractérisation des charbons actifs obtenus à partir des coques de noix de Coula edulis: GRIN Verlag, Éd.
- [57] **Nathalie, Chèvre., S, E.** (2011). Alerte aux micropolluants : pesticides, biocides, détergents, médicaments et autres substances chimiques dans l'environnement. Suisse.
- [58] **Nawel, G., Inas, G.** (2019). Etude physico-chimique par boue activée et par électrocoagulation Application aux eaux usées de Guelma. 8 Mai 1945 Guelma.
- [59] **Nova, N.** (2009). Les médias géolocalisés, Comprendre les nouveaux espaces numériques.
- [60] **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.
- [61] **OECD Agriculture.** (2004). échanges et environnement Le secteur laitier OECD Publishing p. 47.
- [62] **Palmquist, R. E.** (1984). Guide to the 1984 National Electrical Code (Anglais) Relié. T. Audel, Éd.
- [63] **Provencher, L., Jean-Marie., Maurice, D.** (2007). Précis de télédétection Méthode photo interprétation et d'interprétation d'image 4e éd.
- [64] **Quodverte.** (1994). Cartographie numérique et information géographique. D'Orléans.
- [65] **Régis, Caloz.** (2011). Analyse spatiale de l'information géographique.
- [66] **Rejesk, F.** (2005). « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques ». Centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.
- [67] **Rigaux , P.** (2001). Spatial data bases with application to GIS. Éd 2 nd. San Francisco.
- [68] **Roche, S.** (2000). Les enjeux sociaux des systèmes d'information géographique. Le Harmattan, Éd.Revue géog.
- [69] **Rodier, Et All.** (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer .DUNOD .
- [70] **Rodier, J.** (2009). L'analyse de l'eau. Dunond, Éd. 9éme. Paris.
- [71] **Slimani R.** (2003). Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. D'Ouargla.
- [72] **Sofreco.** (2012). Evaluation de la demande en eau agricole et ses besoins estimatifs.
- [73] **Stellman, J. M.** (2000). encyclopédie de sécurité et de santé au travail,. International

## *Références bibliographiques*

---

Labour Organization, 2.

- [74] **Tarmoul F.** (2007). Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel cas de la lagune de béni-messous . P03
- [75] **Therault, M.** (1995). Systèmes d'information géographique, concepts fondamentaux. Québec.
- [76] **Touré, G.** (2006). La politique de l'environnement dans les capitales africaines : le cas de la ville d'Abidjan en Côte d'Ivoire (publibook).
- [78] **Yacine, K.** (2018). Deserts do not advance, they are created : Land degradation and desertification in semiarid environments in the Middle Atlas, Morocco. Journal of Arid Environments.
- [79] **Youcef, M., Benaissa, M.** (2019). Hydrologie du bassin du Hodna : Construction d'une base de données à l'aide d'un SIG. Master .P 22, 24,36.
- [80] **Zeghoud M, S.** (2014). Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. D'El Oued.
- [81] **Zeroual, S.** (2016). Etude de la sensibilité du sous-bassin versant de K'sob à l'érosion par une approche quantitative. Mohamed Boudiaf de M'sila.

### *Sites utiles à consulter*

[www.esri.com](http://www.esri.com)

- Composantes d'un SIG.
- Les fonctionnalités du SIG.

[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

- Les conséquences sanitaires.

<https://opentopography.org/>

- Capture D'Image de DEM avec SRTM GL3 global 90m radar.

<https://www.worldweatheronline.com/>

- Les Données Pluviométriques de M'SILA.

## Lexique

### **Landsat :**

Le programme Landsat est un des plus anciens programmes américains d'observation par satellite de la surface terrestre. Sept satellites Landsat ont été lancés depuis le 23 juillet 1972. Le dernier, Landsat 7, a été lancé le 15 avril 1999.

### **Cartogénèse :**

Processus qui permet de comprendre l'organisation d'un objet dans un paysage. Elle est basée sur l'élaboration de modèles issus de la chorologie (une science issue de la biogéographie qui étudie la répartition géographique des espèces vivantes).

### **Carte thématique :**

Sont des cartes qui représentent la répartition spatiale des données d'un thème (sujet) particulier (Mireille, 2002).

### **Entité géographique**

L'entité est une portion déterminée de l'espace ; c'est l'objet géographique considéré dans son individualité par rapport à l'espace alentour.

On peut diviser les entités géographiques en deux parties :

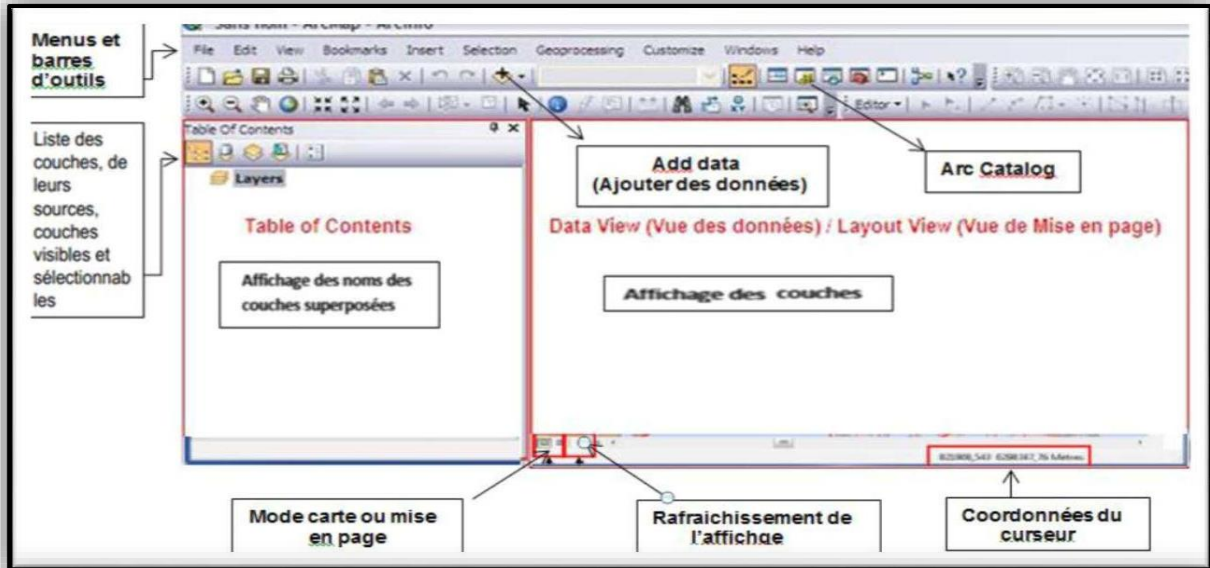
- Entités géographiques naturelles.
- Entités géographiques artificielles.

### **SQL (Structured Query Language) :**

Regroupe un ensemble d'expressions définies et une syntaxe afin d'interroger et de manipuler des données dans les systèmes de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR).

# *Annexes*

Présentation de l'interface d'Arc Gis 10.5



**Add data /Ajouter de nouvelles couches de données (bouton de commande ou menu Fichier) au bloc de données actif. Il est aussi possible de les faire glisser du catalogue ou de l'Explorateur Windows.**

The dialog box 'Ajouter des données / Add data' is shown with three numbered annotations:

- 1**: Points to the 'Regarder dans' (Look in) dropdown menu.
- 2**: Points to the 'Ajouter' (Add) button.
- 3**: Points to the list of files and folders in the dialog.

**1. Liste des connexions aux données d'ArcCatalog.**

- Accueil - Pech\_Maho\Lidar
- Connexions aux dossiers
  - C:\crrs\Cours\20130208\_M1\_InitiationArcGIS\ArcData
  - C:\crrs\Lattes\Pech\_Maho
  - C:\data\Lidar
  - C:\Temp
  - Z:\data\Fonds de carte
  - Z:\data\IGN\34 - Hérault
  - Z:\data\IGN\France\SCAN\_25\_193
  - Z:\data\Lidar
- Boîtes à outils
- Serveurs de bases de données

**2. Créer une connexion à un nouveau répertoire.**

**3. Type de données reconnues par ArcCatalog**

The toolbar is divided into several functional groups:

- Zooms**: Includes 'Déplacer' (pan), 'Zooms constants' (constant zoom), and 'Cadrage précédent suivant' (previous/next extent).
- Vue générale**: 'Vue générale' (full extent).
- Hyperlien**: 'Hyperlien' (hyperlink).
- Itinéraires**: 'Itinéraires' (routes).
- Fenêtres**: 'Vue d'ensemble' (overview), 'Loupe' (panorama), 'Visionneuse' (viewer).
- Géosignets**: 'Enregistrer un cadrage des données' (save data extent), 'Géosignets' (geopoints), 'Créer un géosignet...' (create geopoint...), 'Organiser les géosignets...' (organize geopoints...).
- Outils d'identification**: 'Recherche d'entités' (entity search), 'Outil de mesure' (measure tool).
- Sélection d'entités ou d'éléments graphiques**: 'Sélectionner par rectangle' (select by rectangle), 'Sélectionner par polygone' (select by polygon), 'Sélectionner par lasso' (select by lasso), 'Sélectionner par cercle' (select by circle), 'Sélectionner par ligne' (select by line).
- Echelle**: 'Echelle : 1:253 193' (scale), '(entrer directement l'échelle voulue)' (enter desired scale directly).
- Aller à**: 'Aller vers XY (Mètres)' (go to XY in meters), showing coordinates X: 773 000, Y: 6 275 000.

Afficher les données attributaires :

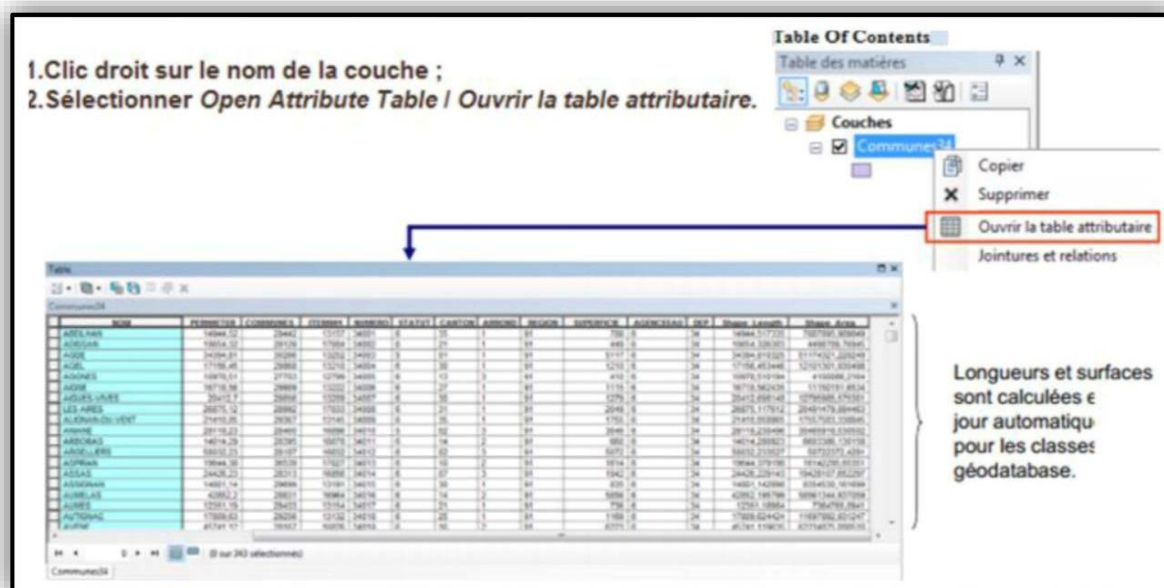


Tableau1 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des températures (2009-2019)-M'sila

Tmoy	Jan	Fév	Mars	Avr	May	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
2009	7	7	11	12	22	27	32	29	22	18	23	10	18,3
2010	8	9	13	16	18	25	30	29	24	18	12	8	17,5
2011	8	8	11	17	21	26	31	31	27	19	14	10	18,6
2012	8	6	13	16	23	31	32	33	26	21	15	9	18,1
2013	9	8	13	17	20	25	31	29	26	23	13	9	18,6
2014	9	11	12	19	22	26	30	31	28	21	15	9	19,4
2015	8	7	12	18	23	26	31	30	24	19	13	10	18,4
2016	10	10	12	17	21	26	31	29	24	21	13	10	18,7
2017	6	10	14	17	24	28	31	32	25	19	13	8	18,9
2018	10	8	13	17	20	26	33	29	27	20	14	13	19,2
2019	9	11	15	18	22	32	34	33	26	22	12	12	20,5

Tableau 2 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des températures maximales (2009-2019)-M'sila.

Tmax	Jan	Fév	Mars	Avril	May	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
2009	11	12	19	18	29	35	40	37	28	24	19	15	23,9
2010	13	15	19	23	24	33	38	38	31	24	17	14	24,1
2011	14	14	17	25	27	30	37	37	32	23	18	14	24,0
2012	13	11	19	22	29	36	38	39	31	26	19	14	24,8
2013	13	13	18	23	26	31	36	35	31	28	16	13	24,2
2014	13	16	17	25	28	32	36	37	33	27	19	12	24,6
2015	12	11	18	25	29	31	37	36	29	23	18	15	23,7
2016	15	15	18	23	27	32	37	35	30	26	17	13	24,0
2017	10	16	20	23	30	34	37	36	29	23	16	12	23,8
2018	14	12	17	21	24	31	39	33	30	23	17	16	23,1
2019	12	15	19	23	26	37	39	37	30	26	15	15	24,5

## Annexes

**Tableau 3 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des températures minimales (2009-2019)-M'sila.**

Tmin	Jan	Fév	Mars	Avril	May	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
2009	4	7	11	12	15	20	25	24	18	13	8	6	13,6
2010	5	5	8	11	12	18	23	23	18	12	8	4	12,3
2011	3	3	7	12	16	21	26	26	22	15	11	6	14,0
2012	5	2	8	12	18	26	27	28	22	17	12	6	15,3
2013	5	4	9	13	15	20	26	25	22	19	9	6	14,4
2014	6	11	12	13	17	21	25	27	24	17	12	6	15,9
2015	4	3	7	13	17	20	25	25	20	15	10	6	13,8
2016	6	6	7	12	16	21	25	23	20	17	9	7	14,1
2017	3	6	8	12	18	23	26	28	21	16	9	5	14,6
2018	6	5	9	13	16	22	29	25	23	16	11	8	15,3
2019	5	6	10	13	17	25	28	28	22	17	9	8	15,7

**Tableau 4 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des précipitations (2009-2019)-M'sila.**

P	Jav	Fév	Mars	Avril	May	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
2009	36,85	14,26	17,82	29,57	1,9	0,22	0,51	1,07	14,6	4,56	9,59	18,5	149,45
2010	12,63	22,78	15,39	21,1	27,6	8,31	0,33	6,42	3,3	12,3	7,88	9,23	147,25
2011	8,92	12,44	24,23	25,88	14,6	28,6	3,07	7,7	19,15	18,7	13,74	4,08	181,17
2012	5,19	13,28	10,59	35,19	8,89	7,79	0,46	6,16	4,09	9,52	28,95	1,66	131,77
2013	12,91	9,33	16,17	21,39	14,3	1,95	5,44	5,02	13,9	13,9	11,66	17,04	143,01
2014	11,81	4,91	20,14	3,74	14,4	9,51	4,29	1,46	15,33	6,93	15,18	10,51	118,25
2015	5,62	22,35	17,78	13,41	8,42	8,49	3,73	24,76	65,56	42,5	3,79	1,27	217,72
2016	3,55	17,35	5,73	30,09	15,1	6,21	7,18	2,36	13,33	31,1	14,94	12,87	159,80
2017	36,2	4,09	5,86	20,5	18,3	21,9	6,24	6,47	8,68	16,4	6,64	8,74	159,97
2018	7,62	11,35	34	28,4	36,3	13,9	1,64	4,62	16,26	57,4	29,2	10,6	251,37
2019	44,2	2,6	17,6	21,4	36,4	2,8	22,7	19,7	100,3	7,6	76,3	25,7	377,30
Moy	16,86	12,25	16,85	22,79	17,84	9,99	5,05	7,79	24,95	20,08	19,81	10,93	/

**Tableau 5 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des températures (2009-2019)-BBA.**

Tmoy	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juit	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
2009	7	5	11	13	20	28	29	30	23	19	13	8	17,1
2010	8	9	11	15	16	24	29	28	22	17	11	8	16,5
2011	8	7	10	16	18	23	28	28	24	17	12	8	16,5
2012	7	5	11	13	20	28	29	30	23	19	13	8	17,1
2013	7	6	11	15	17	22	28	26	23	22	11	8	16,3
2014	8	9	10	16	19	24	28	29	26	20	13	7	17,4
2015	7	6	11	16	21	23	28	28	23	17	12	10	16,8
2016	9	9	10	16	20	25	28	27	23	20	12	9	17,3
2017	5	10	13	15	22	27	29	30	22	18	11	7	17,4
2018	9	7	11	15	17	23	31	26	25	17	12	10	16,9
2019	10	10	12	14	17	28	30	29	30	19	11	10	18,3

## Annexes

**Tableau 6 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des températures maximales (2009-2019)-BBA.**

Tmax	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juit	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
<b>2009</b>	10,2	12	16,5	16,6	26,8	33,8	38	35,3	27,2	21,5	13	13,6	22,03
<b>2010</b>	11,8	13	16,4	21,1	22,9	31,8	37,1	36,2	29,1	22,8	14,7	12,7	22,5
<b>2011</b>	12,7	12	15,4	22,6	24,4	30	35,5	36,1	31,8	23	16,2	12,5	22,69
<b>2012</b>	12,7	9,7	17,2	19,1	28,1	36,1	37,7	38,8	29,8	24,3	17,3	13,3	23,68
<b>2013</b>	11,6	10	15,9	21,2	23,8	30,6	36,4	34,5	28,8	28,2	15,7	12,6	22,47
<b>2014</b>	12,6	15	14,8	23,2	26,9	30,6	35,8	36,4	33,2	26,2	18	10,7	23,58
<b>2015</b>	11,4	9,6	16,4	23,3	28,5	31,2	37,1	34,9	29,1	22,4	17,8	15,7	23,12
<b>2016</b>	14,3	14	15,7	22,7	26,6	32,9	36,9	35	29,7	26,3	17,1	13,6	23,76
<b>2017</b>	9,4	16	20	22,2	29,8	34,3	37,1	37,1	29,4	24	15,6	10,4	23,73
<b>2018</b>	13	11	14,9	21,4	22,9	30	38,7	33,6	31,3	22,1	16,1	14,8	22,45
<b>2019</b>	13	15	16	20,4	24,1	35,7	38,2	37	33	24,5	14,3	14,6	23,82

**Tableau7 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des températures minimales (2009-2019)-BBA**

Tmin	jan	fev	mar	avr	mai	jui	juit	aou	sep	oct	nov	dec	moy
<b>2009</b>	2,5	1,4	4	5,2	11,7	15,9	21,1	19	14	11	0	4,1	9,16
<b>2010</b>	3,4	4,6	5,9	8	9,1	14,4	19,4	18,7	14,7	11	6,7	3,2	9,93
<b>2011</b>	2,3	1,6	4,6	8,3	11,3	14,7	19,5	19,2	16	9,8	6,4	3,2	9,74
<b>2012</b>	0,7	1,1	4,8	6,9	11,1	18,8	20,5	21,2	15,6	12	7,6	2,7	10,07
<b>2013</b>	2,3	0,6	5,9	8	9,6	13,1	19	17,2	15,6	15,2	5,5	2,3	9,53
<b>2014</b>	3,6	4	3,7	8,1	10,8	15,6	18,9	19,9	18,1	12,3	8,4	2,9	10,53
<b>2015</b>	1,2	1,3	3,7	8,5	12,6	14,5	18,5	19,7	16	11,9	6	3,4	9,78
<b>2016</b>	4,2	4	4,8	9,2	11,9	15,7	18,9	18	14,8	13,6	6,8	4,7	10,55
<b>2017</b>	1,3	4,4	6	7,6	14,1	18,3	20,9	21,3	14,4	10,2	5,9	2,9	10,61
<b>2018</b>	3,6	1,7	6,4	7,7	10,4	14,5	21,4	16,8	17	10,9	7,1	3,8	10,11
<b>2019</b>	3,5	3	6	7,8	9,5	18,9	21,3	21	17,5	12,2	6,7	5,6	11,08

**Tableau8 : Moyenne mensuelle et moyenne annuelle des précipitations (2009-2019)-BBA**

P	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Moy
<b>Jan</b>	35,25	22,22	3,84	7,35	26,03	13,15	22,29	3,77	35,79	9,23	107,4	26,03
<b>Fév</b>	20,49	25,33	26,88	32,87	23,07	10,28	36,57	23,12	1,82	16,36	13,4	20,93
<b>Mars</b>	23,63	33,44	36,04	21,27	32,05	34,34	37,59	11,52	8,43	53,14	24,9	28,76
<b>Avr</b>	49,25	40,45	55,86	86,09	32,68	10,04	26	51,01	29,04	49,39	54,9	44,06
<b>Mai</b>	6,94	41,76	34,18	25	37,39	46,17	20,58	41,62	36,99	65,98	109,1	42,34
<b>Juin</b>	0,59	16,86	57,39	17,11	6,56	24,39	21,36	13,91	57,96	21,79	12,9	22,80
<b>Juil</b>	1,11	1,44	8,6	8,3	18,64	7,1	7,52	10,93	10,98	3,03	20,3	8,90
<b>Aout</b>	2,95	14,15	16,43	17,81	13,47	5,18	44,28	8,09	17,92	10,66	49,3	18,20
<b>Sep</b>	37	14,53	49,13	13,67	32,86	36,09	95,61	32,89	18,38	37,12	104,9	42,93
<b>Oct</b>	12,06	27,08	37,18	21,69	32,91	17,66	64,79	58,47	23,81	83,8	11,4	35,53
<b>Nov</b>	21,28	19,29	19,46	35,64	23,96	23,47	9,53	23,01	16,99	44,7	109,4	31,52
<b>Déc</b>	30,84	10,32	7,58	1,03	16,28	23,79	2,34	16,59	15,54	27,3	35,2	16,98
<b>Moy</b>	241,4	266,9	352,6	287,8	295,9	251,7	388,5	294,9	273,7	422,5	653,1	/



## FICHE D'ANALYSES

REF. : 08/07/2019

NATURE ET LIEU DE PRELEVEMENT : EAU DE BARRAGE ~~EL K'SOB~~ MSILA

PRELEVEMENT

Date : 11/07/2019

ANALYSE Date : 11/07/2019

Heure : 16H30

Heure : 17H45

Par : LABORATOIRE

Par : LABORATOIRE

MOTIF D'ANALYSE : AUTO-CONTROLE

A. PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES			NORME A	Unité	D. MINERALISATION			NORME A	Unité
A01	Couleur	Vert datre	/	Unité	D01	Calcium Ca <sup>++</sup>	96	75-200	mg/l
A02	Odeur	IDENTIQUE EAU BARRAGE	/	Dilut.	D02	Magnésium Mg <sup>++</sup>	87	<150	mg/l
A03	Goût	/	/	Dilut.	D03	Chlorures CL <sup>-</sup>	206	200-500	mg/l
B. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES			NORME A	Unité	D04	Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	640	200-400	mg/l
301	PH	8.6	6.5-9		D05	Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	305	/	mg/l
302	Potentiel redox Eh	/	/	Mv	D06	Carbonate CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	00	/	mg/l
303	Conductivité à 20°C	1807	< 2800	μ s/cm	D07	Silicate SiO <sub>2</sub>	/	/	mg/l
304	Température	28.8	/	°C	D08	Dureté totale (TH)	60	10-50	F°
305	MES105°C	/	00	mg/l	D09	Dureté permanente	35	/	F°
306	Oxygène dissous	/	<8	mg/l	D10	Titre alcalin (TA)	00	/	F°
307	Salinité	0.8	/	%	D11	Titre alcalin complet	25	20-35	F°
308	Turbidité	19	<5	NTU	E. PARAMETRES INDESIRABLES				
309	CO <sub>2</sub> Libre	/	/	mg/l	E01	Fer total	/	/	mg/l
310	CO <sub>2</sub> Total	/	/	mg/l	E02	Fer Fe <sup>+2</sup>	0.29	0-0.3	mg/l
311	Résidu sec à 105 °C	1369	< 2000	mg/l	E03	Fer Fe <sup>+3</sup>	/	/	mg/l
312	TDS	669	/	mg/l	E04	Manganèse Mn <sup>+2</sup>	/	0-0.5	mg/l
C. PARAMETRES DE POLLUTION			NORME A	Unité	E05	Aluminium Al <sup>+3</sup>	/	<0.2	mg/l
201	Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.08	0.05-0.5	mg/l	F. PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES				
202	Nitrite NO <sub>2</sub>	0.16	00-0.1	mg/l	F01	Germines totaux			
203	Nitrate NO <sub>3</sub>	7	00-50	mg/l		A37°C	≥500	<500	C/ml
204	Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	0.02	00-0.5	mg/l		A22°C	/	/	C/ml
205	Sulfures d'hydrogène	/	<0.02	mg/l	F02	Coliformes totaux	240	03	C/100 ml
206	Mat. Oxyd. M. acide	/	< 3	mg/l	F03	Colibacilles	240	00	C/100 ml
					F04	Streptocoques fécaux	00	00	C/100 ml
					F05	Clostridium sulf-red	/	00	C/5l
					F06	Vibrions cholérique	/	00	C/5l
					F07	Salmonelle typhi	/	00	00
					F08	Chlore résiduel libre	00	/	mg/l

**OBSERVATION** : Eau trouble Dureté Totale + taux de sulfate élevés + eau de mauvaise qualité bactériologique.

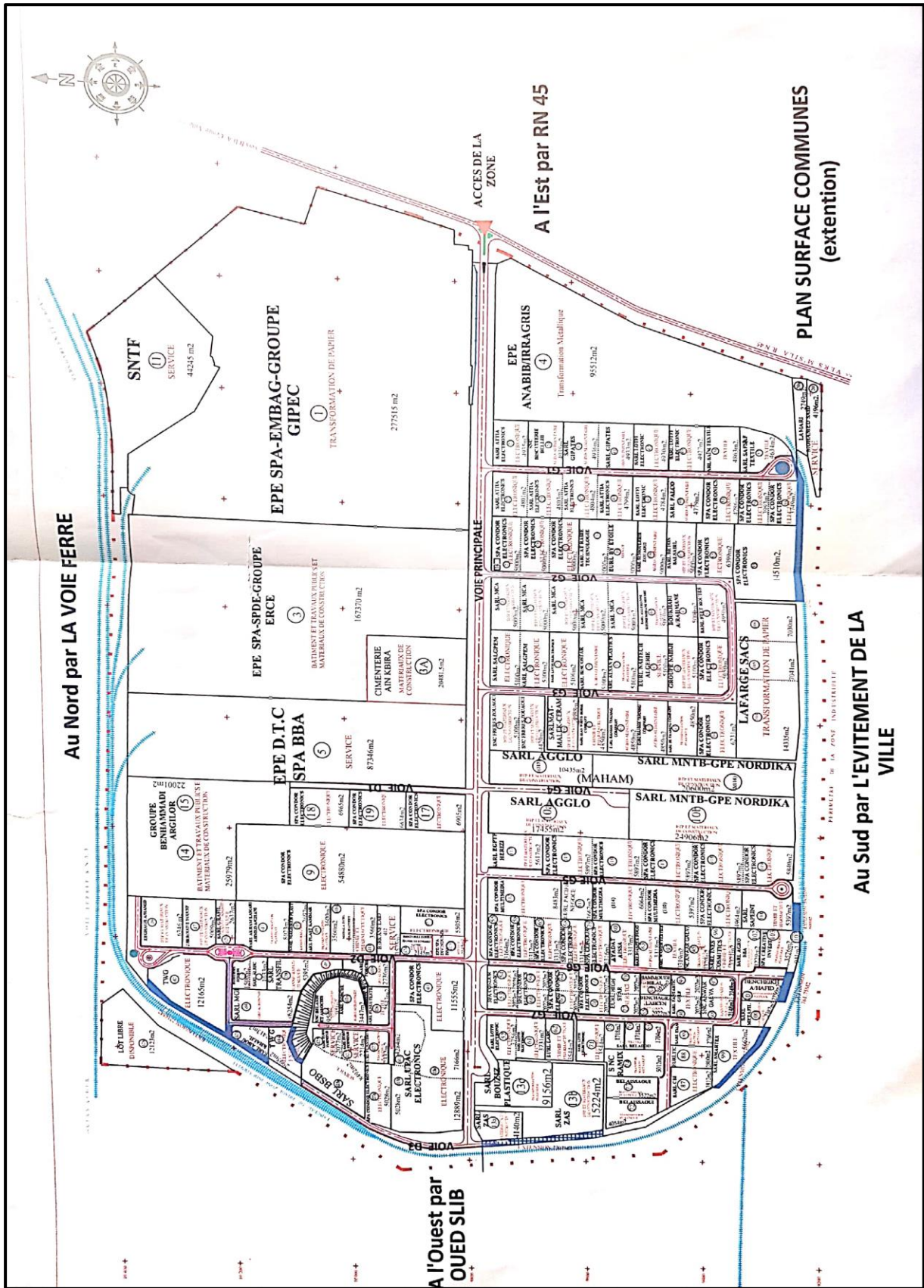
DATE : 13/07/2019

LE CHEF DE LABORATOIRE

LES RESULTATS SONT VALABLES UNIQUEMENT POUR LES ANALYSES ET LES RECHERCHES PRELEVES

LA DATE INDIQUEE EN TÊTE

حمدي بشوي



La zone industrielle de BBA



Les déferons rejets de la zone industrielle BBA

❖ La pollution des eaux



Station d'épuration de BBA

Oued BBA1 Lieu RN 45 BBA



Oued Soulit Lieu RN 45

## *Annexes*

---



Oued ZERAZRIA Lieu RN 45 ZERAZRIA



Oued RABTA Lieu RN 45 EL EUCH



Oued K'SOB Lieu RN 45 MEDJAZ



A



B

A, B Vue générale de mortalité des poissons et l'eutrophisation du milieu aquatique dans le barrage de k'sob (11/07/2019).

## ملخص:

يقع حوض القصب في الجنوب الشرقي للجزائر وبين ولايتين (المسيلة وبرج بوعريريج)، بمساحة تقدر بـ 1460 كلم<sup>2</sup>، هذا الموقع يشكل عدة مشاكل تؤثر على الطبيعة مثل الاضطرابات البيئية. في هذا الصدد، الهدف من هذا العمل هو معرفة أنواع وأصل تلوث مياه واد القصب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

نظم المعلومات الجغرافية تقنية جعلت من الممكن تطوير قاعدة البيانات الجغرافية المكانية على التلوث وعلى نطاق الحوض، وأصبح من السهل انشاء وتحديد ونمذجة المعلومات والخرائط الموضوعية لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج Arc GIS وأخيرا انجاز المشروع وإيجاد حلول للتلوث.

**الكلمات المفتاحية:** التلوث، الحوض، نظم المعلومات الجغرافية، واد القصب.

## Résumé

Le bassin versant de K'sob se situe dans la partie Nord-Est d'Algérie, comprend deux wilaya (M'SILA et BBA), avec superficie 1460 Km<sup>2</sup>, cette situation posé des problèmes sérieux sur la nature comme perturbation écologique. A cet égard, le objectif de ce travail est connaître les type et origine des pollutions des eaux d'oued de K'sob à l'aide de SIG.

Le technique de SIG a permis de mettre en place une base de données à référence spatiale sur la pollution à l'échelle du bassin, il est devenu facile de créer, identifier, analyser et Modélisation des données et cartes thématique d'une zone étudiée par le logiciel Arc GIS et enfin réalisation de projet et Trouver des solutions à la pollution.

**Mots clés :** Pollution, Bassin versant, S.I.G, Oued K'sob.

## Abstract

The K'sob watershed is located in the north-eastern part of Algeria, includes two Wilayas (M'SILA and BBA), with an area of 1460 km<sup>2</sup>, this situation poses serious problems for nature as an ecological disturbance. In this regard, the objective of this work is to know the type and origin of the pollution of the water of k'sob wadi using GIS.

The GIS technique made it possible to set up a spatially referenced database on pollution at the basin scale. It became easy to create, identify, analyze, and model the data and thematic maps of the case study by the Arc GIS software and finally project realization and find solutions to pollution.

**Keywords :** Pollution, Watershed, GIS, Oued K'sob.