

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

N°



DOMAINE : SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : ECOLOGIE ET
ENVIRONNEMENT
OPTION : ECOLOGIE DES
MILIEUX NATURELS

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par : ABDELKRIM Nesrine
BAABOUCHE Sarra

Intitulé

**Contribution de SIG à l'étude des
propriétés physico-chimiques des eaux
de surface . Cas du barrage K'sob
wilaya de M'sila –Algérie.**

Soutenu devant le jury composé de :

SARRI	Djamel	M.C.A	Université de M'Sila	Président.
KHOUDOUR	Djamel	M.C.A	Université de M'Sila	Rapporteur.
MERNIZ	Noureddine	M.C.B	Université de M'Sila	Examineur

Année universitaire : 2022/ 2023



Remerciements


*D'abord et avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné le courage, l'espoir, et a aidé pour mener ce modeste travail.*

*On remercie spécialement notre promoteur, Monsieur **KHOUDOUR Djamel**, Maître de conférence classe «A» à l'université de Msila, de nous avoir encadré et suivi notre travail de près avec sa rigueur scientifique, sa gentillesse ainsi que ses conseils ont largement contribué à l'aboutissement de ce travail. Trouvez ici l'expression de notre admiration, de notre reconnaissance et de notre respect.*

Je remercie également tous les enseignants du département de Biologie de M'sila pour leur aide, et leur entière disponibilité.

*Aussi nous remercier aux membres de jurys **Mr SARRI DJEMEL**, Et **Mr MERNIZ Nouredine***

*Un merci particulier à **Monsieur Kamal Sghiri** le responsable de laboratoire de **SNV**. Avec **Monsieur Mahdi BEN IDIR** le directeur de barrage **K'sob** pour leurs qualité de collaboration et leurs conseils.*



Merci à tous



Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont soutenu dans cette vie et mon plus grand soutien a été mon père.

Mon Père MOHAMMED tu es ma patrie, mes espoirs, mon modèle et mon professeur, tu m'as honoré et tu as été mon père aimant. Quoi que je dise et fasse, je ne pourrai pas accomplir le droit de ta paternité. Ma plus grande fierté est que tu dises que c'est ma fille. Puissiez-vous vivre longtemps pour moi, ô pilier de ma vie.

Ma Mère ARBIA tu es mon paradis sur terre, ma sécurité et ma foi. Mon réconfort est près de toi. Le plus merveilleux des cœurs est ton cœur, et la plus grande chose dans ma vie est que tu es ma mère. Que Dieu prolonge ta vie, ô couronne de ma tête.

*Dieu m'a donné des sœurs. Sois un atout pour moi, **Lamia, Hadil et Khawla** ma ma petite fille. Que Dieu te protège pour moi.*

*Spécialement la prunelle de mes yeux, **Hadjer**, que Dieu te garde pour moi.*

*Et aux petits de la famille **Mohammed Louay et Soulef Assinat**, que Dieu vous protège et prenne soin de vous pour nous.*

*Mes amis étaient comme des sœurs pour moi. Je remercie Dieu pour les coïncidences qui m'ont réuni. Des **Ahlam à Assma et Bouchra, Meriem et Souhila, Omayra et Ikram**. Dieu nous bénisse et notre amour.*

*Et je n'oublierai pas dans mon discours et les paroles de ma dédicace à mon fiancé **Akram**, que Dieu nous rassemble dans la bonté. Et mes frères, **Lakhdar et Muhammad**, que Dieu vous bénisse.*

*A mon binôme **ABDELKRIM Nesrine***

*A mon encadreur **KHOUDOUR Diamel**.*



SARRA·B

Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude que je dédie cette thèse ...

Aux personnes les plus chères au monde, à mes très chers parents,

*À ma source de bonheur, ma mère **Zohra**. Merci pour ta tendresse, ton amour inconditionnel, ton soutien inlassable, ton dévouement inégal, tes sacrifices. Tu as toujours été un exemple pour tes enfants, la source de notre motivation et nos ambitions.*

*À mon père **Ahmed**, tu m'as toujours poussé à me surpasser dans tout ce que j'entreprends, tu m'as transmis cette rage de vaincre. Puisse Dieu, le Tout-Puissant vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur. Je vous aime très fort*

*À mes très chers frères, **Tarek, Hamza, Okba** et **Youcef** ainsi que leurs épouses et enfants: Merci pour votre soutien, et tous nos bons souvenirs partagés et ceux à venir. J'espère que nous restions unis dans la tendresse et fidèles à la bonne éducation que nous avons reçue. Puisse Dieu vous protège, comble votre vie de bonheur et renforce notre fraternité.*

*À mes deux chères sœurs **Imene, Inssaf** et leurs époux et enfants : Vous avez toujours su m'épauler, me soutenir et m'encourager. Toutes les deux vous étiez toujours là pour moi, vous avez partagé avec moi tous les moments joyeux, mais aussi les plus difficiles, pour me combler d'amour désintéressé et de bonheur. J'espère que Dieu vous réserve un très bel avenir. Je vous adore .*

*À toute ma famille **ABDELKRIM**, et ma belle famille surtout ma tante **Oumelkheir** et mon fiancé **Abderrahman**. Merci de m'avoir encouragé et soutenu.*

*À tous mes amies **Zoubida, Chaima** et **Rekia** un remerciement particulier pour la motivation et le soutien dont vous m'avez témoigné. À tous ceux, qui m'ont apporté, directement ou indirectement, leur aide ou leurs encouragements lors de la réalisation de cette thèse.*

*A mon binôme **BAABOUCHE Sarra***

*A mon encadreur **KHOUDOUR Djamel**.*

NESRINE·A

Table des Matières

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste Des Abréviations

Introduction1

Chapitre I. Synthèse bibliographique

I .1. Système d’information géographique.....	4
I.1.1. Généralités	4
I.1.2. Géographie.....	4
I.1.3. Géomatique.....	4
I.1.4. Information géographique (IG)	5
I.1.4.1. Définition.....	5
I.1.4.2. Composants de l’Information Géographique	6
I.1.5. Représentation de l’Information Géographique.....	6
I.1.5.1. Classification des informations géographique.....	6
I.1.5.2. Dualité Raster – Vecteur.....	6
I.1.6. Caractéristiques des informations géographiques.....	9
I.1.7. Notion du système d’information.....	9
I.1.8. Systèmes d’Information Géographique (SIG)	10
I.1.9. Historique de SIG.....	10
I.1.10. Composantes d’un SIG.....	11
I. 1.11. Fonctionnalités du SIG.....	12
I. 1.12. Rôle de SIG.....	13
I. 1.13. Domaines d’application.....	14
I. 1.14. Présentation des principaux logiciels de SIG.....	14
I.2. Généralités l’eau.....	16
I.2.1. Ressources en eau.....	16

I.2.2. Types de l'eau douce.....	17
I.2.2.1. Eaux souterraines	17
I.2.2.2. Eaux de surface.....	17
I.3. Pollution de l'eau.....	18
I.3.1. Définition.....	18
I.3.2. Origine de la pollution.....	18
I.3.2.1. Pollution domestique.....	19
I.3.2.2. Pollution industrielle.....	19
I.3.2.3. Pollution naturelle.....	19
I.3.2.4. Pollution agricole.....	20
I.3.3. Types de la pollution.....	20
I.3.3.1. Pollution physique.....	20
I.3.3.1.1. Pollution mécanique.....	20
I.3.3.1.2. Pollution thermique.....	20
I.3.3.1.3. Pollution radioactive.....	21
I.3.3.2. Pollution chimique.....	21
I.3.3.2.1. Pollution organique.....	21
I.3.3.2.2. Pollution minérale.....	22
I.3.3.3. Pollution microbiologique.....	22
I.3.3.3.1. Virus.....	22
I.3.3.3.2. Bactéries.....	23
I.3.3.3.3. Protozoaires.....	23
I.3.3.3.4. Helminthes.....	23
I.3.4. Effets de la pollution.....	24
I.3.4.1. Conséquences sanitaires.....	24
I.3.4.2. Conséquences écologiques.....	24
I.3.3.3. Conséquences esthétiques	25
I.3.3.4. Conséquences économiques.....	25

I.4. Caractéristiques des eaux.....	26
I.4.1. Caractéristiques physiques.....	26
I.4.1.1. Turbidité.....	26
I.4.1.2. Température (T °C)	26
I.4.1.3. Conductivité électrique CE	26
I.4.1.4. Matières en suspension MES.....	26
I.4.1.5. Matières décantables.....	26
I.4.2. Caractéristiques chimiques.....	27
I.4.2.1. Potentiel hydrogéné PH.....	27
I.4.2.2. Oxygène dissous.....	27
I.4.2.3. Demande biologique en oxygène DBO5.....	27
I.4.2.4. Demande chimique en oxygène DCO.....	28
I.4.2.5. Carbone Organique Total COT.....	28
I.4.2.6. Azote.....	28
I.4.2.7. Nitrites NO ₂ -.....	29
I.4.2.8. Nitrates NO ₃ -.....	29
I.4. 3. Caractéristiques microbiologique	29
I.4.4. Normes et classes.. de qualité des eaux superficielles.....	30

Chapitre II. Situation géographique et caractéristiques générales du sous-bassin versant de K'sob

II.1. Présentation de la zone d'étude.....	32
II.1.1. Situation géographique.....	32
II.1.2. L'importance de barrage El K'sob.....	33
II.2. Aperçu socio-économique	33
II.2.1. Le contexte démographique.....	33
II.2.2. Le Contexte Agricole et couvert végétal.....	33
II.2.3. Géologie.....	34
II.2.4. Géomorphologie.....	34

II.2.5. Climat	34
II.2.6. Les composantes de barrage.....	35
II.2.6.1. Digue de barrage.....	35
II.2.6.2. Caractéristique de la digue.....	36
II.2.6.3.L'évacuateur de crues (le déversoir)	37
II.2.6.4. Les ouvrages annexes.....	37
II.3. Caractéristiques physiques et morpho-métriques du sous-bassin versant de K'sob.....	37
II.3.1. Superficie.....	37
II.3.2. La forme du sous bassin.....	37
II.3.3. Les indices de pente et le relief.....	38
II.3.4. Constitution du réseau hydrographique.....	38

Chapitre III. Matériels et approche méthodologique

III.1.1. Prélèvement des échantillons.....	41
III.1.2. Conservation des échantillons.....	41
III.2. Collecte des données.....	41
III.3. Les outils des traitements des données.....	42
III.4. Etude cartographique.....	43
III.4.1. Collecte des cartes.....	43
III.4.2. Traitement des cartes.....	43
III.4.3. Cartographie thématique	44

Chapitre IV. Mise en place d'SIG (Base de données a référence spatiale) pour l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface/Résultats et Discussions

IV.1. Utilité d'un SIG dans l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface d' du barrage K'sob.....	46
IV.2. Les grandes étapes de création de la base de données à référence spatiale.....	48
IV.2.1. Structuration des données.....	48

IV.2.1.1. Modèle d'une Base de Données Géographiques	48
IV.2.1.2. L'implantation des données structurées dans un système informatique.....	50
IV.2.2. Le travail sous environnement SIG. Intégration des données géographiques et traitement de l'information.....	50
IV.3. Paramètres Organoleptiques	52
IV.3.1. Couleur mg/l platine.....	52
IV.3.2. Odeur à 25 °C Taux dilution.....	52
IV.3.3. Saveur à 25 °C Taux dilution.....	52
IV.4. Paramètres Physico-Chimiques.....	53
IV.4.1. Potentiel d'hydrogène.....	53
IV.4.2. Température °C.....	53
IV.4.3. Turbidité NTU.....	54
IV.4.4. Conductivité à 25°C µS/cm.....	54
IV.4.5. Résidu sec à 105°C mg/l.....	54
IV.4.6. T D S mg/l.....	55
IIV.5. Minéralisation Globale.....	55
IV.4.1. Calcium (Ca ⁺²) mg/l.....	55
IV.5.2. Magnésium (Mg ⁺²) mg/l.....	56
IV.5.3. Potassium (K ⁺) mg/l.....	56
IV.5.4. Sodium (Na ⁺) mg/l.....	56
IV.5.5. Chlorures (Cl ⁻) mg/l.....	56
IV.5.6. Bicarbonate (HCO ₃ ⁻) mg/l.....	57
IV.5.7. Titre Alcalimétrique Complet (TAC) mg/l.....	57
IV.5.8. Sulphates (SO ₄ ²⁻) mg/l.....	57
IV.5.9. Dureté Total (TH) mg/l.....	57
IV.6. Paramètres de pollution et Indésirables	58
IV.6.1. Nitrites (NO ₂ ⁻) mg/L.....	58
IV.6.2. Ammonium (NH ₄ ⁺) mg/l.....	58

IV.6.3. Phosphor (P) mg/l.....	59
IV.6.4. Fer (Fe ⁺²) mg/l.....	59
Conclusion	61
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des Figures

Fig.I.01. La Géomatique.	5
Fig.I.02. Mode Raster et Vecteur	7
Fig.I.03. Représentation des images Raster et Vecteur.....	7
Fig.I.04. La mise en place de système d'information.	9
Fig.I.05. Les composantes d'un SIG.	12
Fig.I.06. Les fonctionnalités du SIG.	13
Fig.I.07. Domaines d'application des SIG.	14
Fig.I.08. Présentation d'une couche aquifère.	17
Fig.II.01. Localisation de S-B versant K'sob / Barrage K'sob.....	32
Fig.II.02. la forme de la retenue de barrage K'sob.	33
Fig.II.03. Photo des contreforts.	35
Fig.II.04. Coupe aval de la digue de barrage K'sob13.	36
Fig.II.05. La digue du barrage K'sob.	36
Fig.II.06. Carte du réseau hydrographique de S-B versant k'sob.	39
Fig.III.01. Bassin versant du K'sob (Google Earth Pro).	43
Fig.IV.01. Base de données géographiques BDG.....	49
Fig.IV.02. MBDG – Présentation de Barrage de K'sob	49
Fig.IV.03. MBDG – Distination des station /sites /au niveau de Barrage de K'sob.	50
Fig.IV.04. Les résultats des paramètres organoleptiques des eaux des stations d'étue.....	53
Fig.IV.05. Variations des potentiel d'hydrogène; Température; Turbidité des eaux des stations d'étude.....	54
Fig.IV.06. Variations des Conductivité ; Résidu sec ; TDS des eaux des stations d'étude.....	55
Fig.IV.07. Variations des Calcium; Magnésium; Potassium des eaux des stations d'étude.....	56
Fig.IV.08. Variations des Sodium; Chlorures; Bicarbonate des eaux des stations d'étude	57
Fig.IV.09. Variations des Titre Alcalimétrique Complet; Sulphates; Dureté totale des eaux des stations d'étude.....	58

Fig.IV.10. Variations des Nitrites; Ammonium des eaux des stations d'étude.....	59
Fig.IV.11. Variations des Phosphore; Fer des eaux des stations d'étude.....	60

Liste des Tableaux

Tableau I.01. Principal étape historique de l'évolution des SIG.....	10
Tableau I.02. Classes de turbidité usuelles NTU.....	26
Tableau I.03. Classification des eaux d'après leur Ph.....	27
Tableau I.04. Echelle de valeurs de DBO5.....	28
Tableau I.05. Normes OMS et Algériennes des paramètres physico-chimiques pour les eaux de surface.....	30
Tableau I.06. Grille de qualité de 1971 simplifiée.....	30
Tableau.III.01. Répartition des paramètres des eaux de barrage de K'sob M'SILA.....	42
Tableau.III.02. Les données cartographiques utilisée.....	43
Tableau.IV.01. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie (Belalia, 2006).....	61

Liste des Abréviations

ABH	Agence De B assin H ydrographique.
ANBT	Agence Nationale Des B arrages Et Des T ransferts.
ANRH	Agence National Des R ousseurs H ydraulique.
BBA	B ordj B ou A rarij.
BD	B ase D onnée.
C°	D egré C elsius.
Ca⁺²	C alcium
Cd	C admium.
CE	C onductivité E lectrique.
Cl⁻	C hlorures
CNIG	C onseil National De I nformation G éographique.
COT	C arbone O rganique T otal.
Cr	C hrome.
Cu	C uivre.
DBO	D emande B iologique En O xygène.
DCO	D emande C himique En O xygène.
DPSB	D irection De La P rogrammation Et Du S uivi B udgétaires.
E-Coli	E scherichia C olis.
ESRI	I nstitut R echerche Sur Les S ystèmes E nvironnementaux.
GE	E pisodes E pidémiques De G astro.
H	H ydrogène.
HCO₃⁻	B icarbonate.
Hg	M ercure.
Ig	I ndice De P ente G lobale.
IG	I nformation G éographique.
K⁺	P otassium.
KM	K ilomètre.
L	L itre.
M	M ètre.
MBDG	M odèle D'une B ase De D onnées G éographiques.
MES	M atières En S uspension.
Mg/L	M illigramme P ar L itre.
Mg⁺²	M agnésium.

MNT	Modèles Numériques De Terrain.
Na⁺	Sodium.
NH₄⁺	Ammonium.
Ni	Nickel.
NO₂⁻	Nitrites.
NO₃⁻	Nitrates.
OMS	Organisation Mondiale De La Santé.
P	Phosphor.
PC	Ordinateurs Personnels.
PH	Potentiel Hydrogéné.
PO₄³⁻	Phosphate.
SEQ	Système d'Evaluation De La Qualité Des Eaux Superficielles.
SGBD	Système De Gestion De Base De Données.
SGBDR	Systèmes De Base De Données Relationnelles.
SI	Système D'information.
SIG	Systèmes D'information Géographique.
Snv	Sciences De La Nature Et De La Vie.
SO₄²⁻	Sulfate.
SQL	Structured Query Language.
STT	Systèmes D'information De Territoires.
T	Température.
TAC	Titre Alcalimétrique Complet.
TH	Dureté Total.
UNT	Unité Nephelométrique De Turbidité.
Zn	Zinc.
µs/Cm	Micro Siemens Par Centimètre.

Introduction

L'eau est un élément indispensable à la vie et l'état de santé de la population d'où la nécessité d'élaboration des normes de potabilité basées sur les études scientifiques montrant les effets nocifs sur la santé, des éléments physico-chimiques à partir d'une certaine concentration maximale à ne pas dépasser [38].

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale. L'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. Il est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport. Ses usages sont donc multiples mais, s'agissant de santé humaine, ils sont dominés par l'agriculture et l'aquaculture, l'industrie, surtout, la fourniture collective ou individuelle d'eau potable, utilisable à des fins alimentaires (eau de boisson, cuisine) mais aussi domestiques et d'hygiène [32].

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines, des eaux de mer et des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières, Vallées). Dans ce travail, nous mentionnons barrage K'sob, qui occupe une place importante dans le bassin de Hodna et dans sous bassin versant K'sob se situe dans la partie Nord-Est d'Algérie, comprend deux wilaya (M'SILA et BBA), avec superficie 3461 Km².

L'utilisation de logiciel SIG s'intègre dans un processus général de collecte, de gestion et de restitution de l'information. Ce type de système permet d'apporter à chacun l'information dont il a besoin pour décider et agir au mieux dans de meilleurs délais. C'est un outil de représentation d'une réalité, de compréhension des phénomènes et des conditions dans lesquelles ils se réalisent, de simulation d'alternatives et de leurs effets.

Dans ce cadre rentre notre étude intitulée « Contribution des SIG à l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface .Cas du barrage K'sob ». L'objectif de ce mémoire était d'étudier les paramètres physico-chimiques des eaux de surface. Le contenu de cette étude s'articule en quatre chapitres :

- la première présente un synthèse bibliographique
- Dans un deuxième chapitre, il y aura la présentation de la zone d'étude ;
- Dans un troisième chapitre, on présentera les méthodes d'analyse physico-chimique et biologique des eaux de barrage K'sob et les résultats des analyses, Ainsi que les méthodes les plus importantes du traitement par SIG ;

- Le quatrième chapitre est consacré à la mise en place d'SIG (Base de données a référence spatiale) pour l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface , résultats obtenus et discussions.

Chapitre I.

Synthèse

bibliographique

I.1. Système d'information géographique

I.1.1. Généralités

Les enjeux majeurs auxquels il faut faire face aujourd'hui (environnement, aménagement de territoire...), ont tous un lien étroit avec le géoréférencement et la géographie. Il apparaît donc nécessaire que pour une meilleure connaissance des phénomènes liés à la nature ou à l'activité humaine de disposer d'un ensemble d'informations sur le milieu naturel considéré. Pour satisfaire ce besoin, on fait recours aux nouvelles technologies apparues, notamment à celles dites des systèmes d'informations géographiques. Une bonne gestion de l'environnement passe par une exploitation poussée des systèmes d'information modernes. Aujourd'hui il n'est plus nécessaire de présenter l'utilisation de l'informatique standard dans la gestion de base de données alphanumériques et dans la présentation graphique. Elle est devenue omniprésente et à la portée des utilisateurs concernés par l'environnement partout dans le monde, y compris dans les pays en développement. Il semble plus important d'examiner les développements nouveaux concernant les systèmes d'information et l'aide à la décision qui concernent les paramètres fondamentaux de l'environnement, comme les dimensions spatiales et plus généralement, géographiques [22].

Les systèmes d'information géographique (S.I.G), sont en pleine expansion et ne cessent de demander, de plus en plus, des données fiables provenant de sources diverses, leur mise en correspondance, leur comparaison et leur intégration. L'acquisition d'information géographique à partir d'images aériennes ou d'images satellitaires d'observation de la terre représente un potentiel important [3].

I.1.2. Géographie

La géographie, en raison de son ancienneté et donc de son long rapport à la présence des hommes dans le territoire, est porteuse d'une part de la logique du monde (car une part de la logique du monde est inscrite dans la logique de nos discours géographiques sur le monde), elle est aussi porteuse d'un renouvellement de l'ontologie et donc d'une meilleure définition de la place de l'homme dans le monde (car une part de la sagesse des hommes compose ce qu'il est légitime de désigner comme contrat géographique) [18].

I.1.3. Géomatique

La géomatique est une science de l'acquisition, du traitement et de la diffusion des données à référence spatiale. Elle vise à produire une chaîne numérique continue de la production de données sur le territoire à l'aide de la topométrie, la photogrammétrie, la géodésie, le positionnement par satellite, la télédétection, les systèmes d'information géographique et la cartographie [47]. 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 [63].

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 [58]. 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. [57].

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, 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 [37].

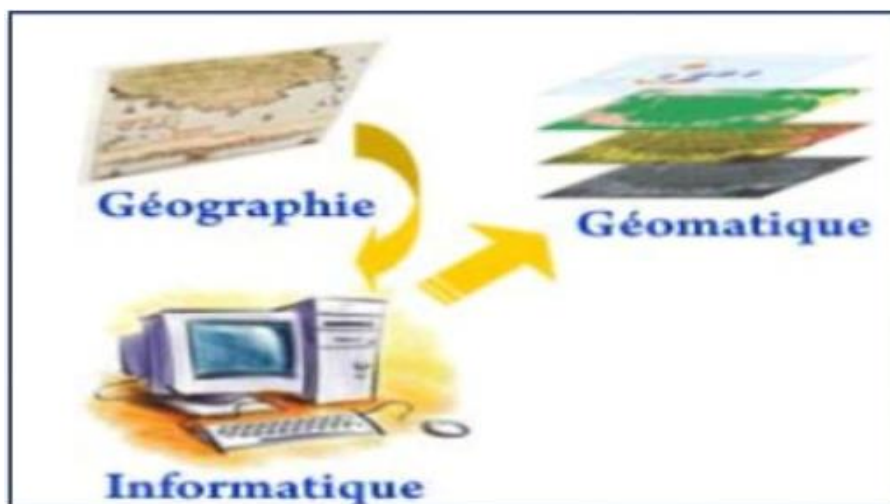


Fig.I.01. La Géomatique.

I.1.4. Information géographique (IG)

I.1.4.1. Définition

L'information géographique peut être définie comme [3]:

- 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 mettre en place une chaîne de collecte, de traitement et de représentation.

- Une information géographique renvoie à un objet localisé sur la surface terrestre et qui comporte plusieurs attributs. On le localise à l'aide d'un système de références dans l'espace ; par la localisation relative, on peut comparer cet objet par rapport à d'autres objets.

I.1.4.2. Composants de l'Information Géographique

- *Une composante graphique* : description de la forme de l'objet géographique. Et sa localisation dans un référentiel cartographique
- *Une composante attributaire* : Caractéristique décrivant l'objet (description géométriques, Caractéristiques thématiques) [3].

I.1.5. Représentation de l'Information Géographique

I.1.5.1. Classification des informations géographique

- Les informations dites « topographiques », comme les cartes de base, les plans cadastraux, ... etc.
- Les informations dites « << thématiques », comme les plans de secteur, les plans d'aménagement, les cartes pédologiques, géologiques, ... etc.
- Les informations dites « < modèle numériques », comme les modèles numériques de terrain (MNT).
- Les informations dites « images », comme les ortho - photos numériques, les données satellitaires fournies par « Landsat » ou « Spot par exemple. Dans un environnement informatique graphique, l'unité formelle de ces quatre pôles prend un format bipolaire dite la « Dualité Raster -Vecteur ».
- Le domaine vectoriel recouvre les informations « topographique », « thématique » et « modèles numériques » >
- Le domaine Raster (image numérique) recouvre les informations « topographiques », « << thématiques » et « image ». Il comprend à la fois des données à traiter qualitativement (photos, pour certaines applications) et quantitativement (images classées, cartes thématiques) [51].

I.1.5.2. Dualité Raster – Vecteur

Le mode Raster représente l'espace étudié par une grille régulière de cellules pour former une image constituée des lignes et des colonnes (Fig.I.02 et Fig.I.03). Le mode Raster que Collet [27] 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 [48].

Les données de ce mode ont l'avantage d'être exhaustives, mais l'inconvénient est de générer des fichiers de taille importante [78]. Le mode vecteur présenté sur les (Fig.I.02 et Fig.I.03), utilise les concepts géographiques de point, lignes et polygones pour représenter chacune des entités de l'espace géographique. Ce mode de stockage de l'information est adapté aux données discrètes, comme des positions de silos (points), un réseau hydrographique (lignes) ou encore des limites de parcelles (polygones). L'intérêt particulier de ces données est que l'on réalise ainsi une cartographie thématique en ne choisissant que ce que l'on souhaite avoir dans sa base de données. Mais très vite se pose la question de la structuration plus compliquée de la base de données.

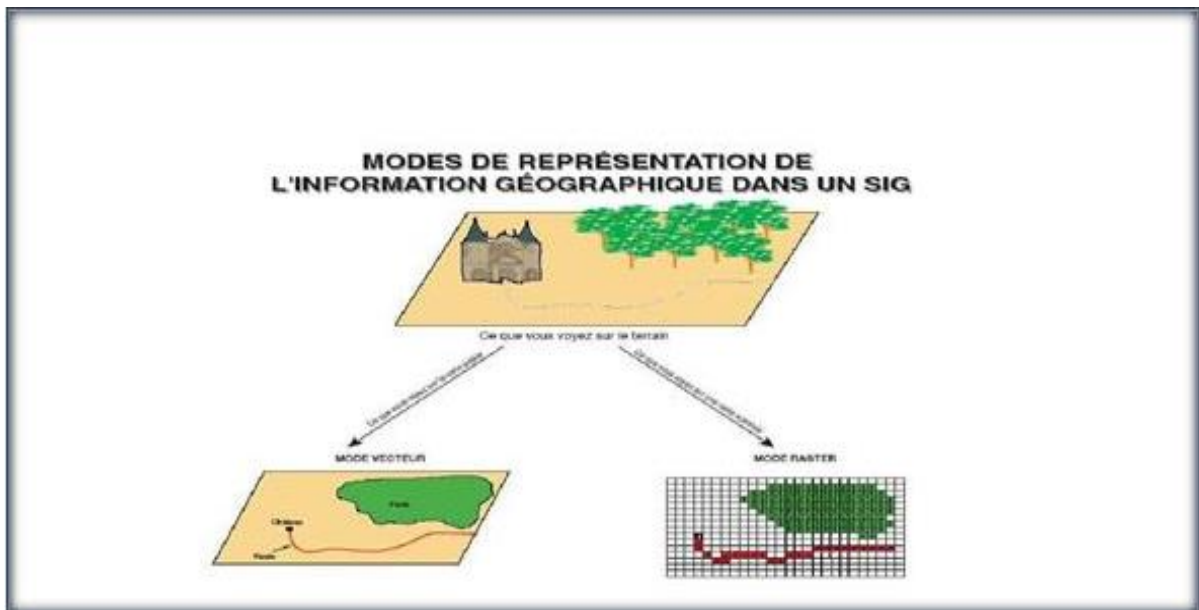


Fig.I.02. Mode Raster et Vecteur.

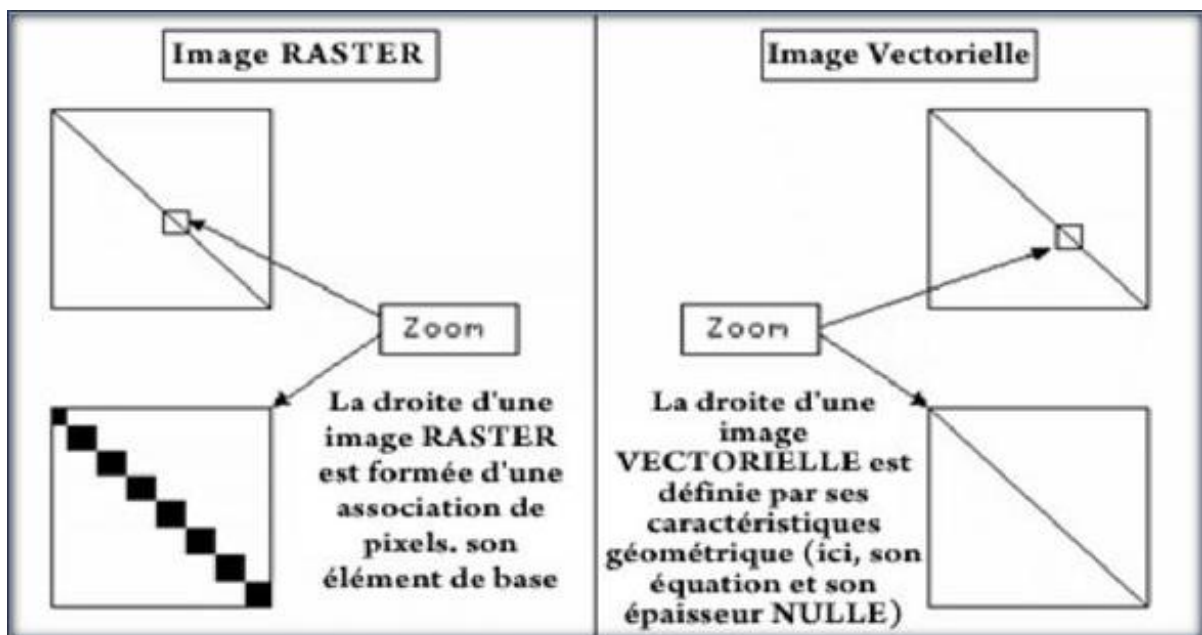


Fig.I.03. Représentation des images Raster et Vecteur.

Ces deux représentations exigent des moyens d'acquisition des données bien distincts. 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 (multispectral digital, ...etc.) ;
 - Caméra vidéo à sortie numérique ;
 - Logiciels de Rastring à partir d'une base vectorielle.

Les domaines « vecteur et Raster », se sont développés séparément. Les données vectorielles possédaient une structuration minimale (possibilité d'identification) complétées ensuite par une structure topologique afin de traiter les données surfaciques et les réseaux donnant naissance aux premiers S.I.G. Les données Raster sont développées dans l'environnement de la télédétection par les logiciels des Corrections géométrique, radiométrique et de classification.

La dualité Raster –vecteur modifie considérablement le paysage de l'information géographique en Créant un système fermé. Cette possibilité est un élément essentiel à une cartogénèse Car il permet de reproduire, par des algorithmes précis, différents documents intermédiaires évitant ainsi la création de redondances. La dualité Raster – vecteur permet une articulation entre deux logiques : une logique locale pour les vecteurs et une logique globale pour les images numériques.

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

- La transformation de données d'origines différentes, de natures différentes.
- La mise à jour de données sous différentes formes.
- L'extraction d'information.
- La gestion cohérence d'un ensemble de multicouches de données en évitant les redondances.
- La superposition (ou croisement) de données de couches différentes. La base de données qui est le moteur central de ce système, est un outil d'aide à l'organisation et à L'interrogation. Le croisement peut être réalisé sous forme vectorielle ou Raster. 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 [55].

I.1.6. Caractéristiques des informations géographiques

Caractéristiques des informations géographiques est [50]:

- 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 :
 - Ponctuelle : un sujet ou un objet localisé dans l'espace.
 - Linéaire : un flux, un réseau entre deux ou plusieurs points.

I.1.7. Notion du système d'information

Partons de la définition la plus large et la plus générale du système, le système d'information est un ensemble d'éléments (des composants de traitement de l'information et de communication) en relation les uns les autres et formant un tout, organisé dans le but d'accomplir des fonctions de traitement de l'information. D'autres définitions sont plus précises pour ce système comme :

- 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 ;
- 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. [51].

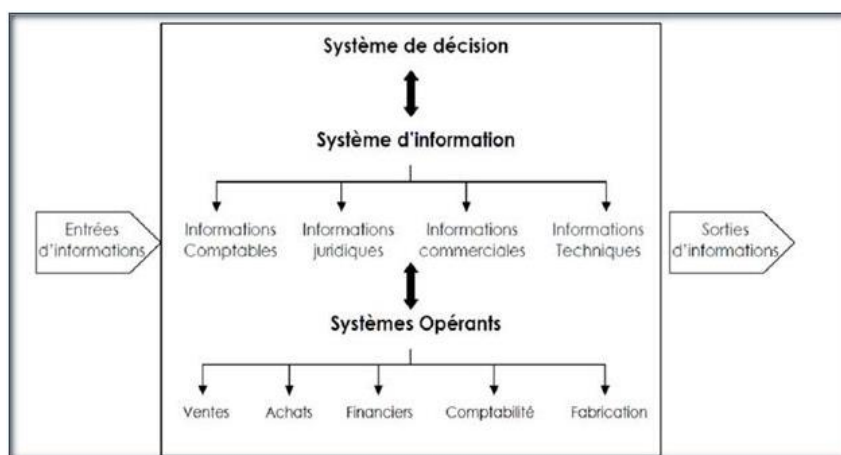


Fig.04. Mise en place de système d'information.

I.1.8. Systèmes d'Information Géographique (SIG)

Définition : De nombreuses définitions d'un Système d'Information Géographique (SIG) existent. Parmi celles-ci, nous pouvons nous référer aux quatre définitions suivantes [45]:

1) La définition française est due à l'économiste Didier (1990), dans une étude réalisée à la demande du Conseil National de l'Information Géographique (CNIG) : « Un SIG est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision ».

2) Selon le Comité Fédéral de Coordination Inter-agences pour la Cartographie Numérique aux États-Unis (1988), la version américaine de la définition est : « Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu pour permettre la collection, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation, l'affichage des données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion ».

3) Selon la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection : « Un SIG est un système informatique qui permet à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace ».

4) Un SIG, dans une définition étroite, est un système informatique pour la saisie, la manipulation, le stockage et la visualisation des données spatiales numériques. Dans une définition plus large, il est un système numérique d'acquisition, de gestion, d'analyse, de modélisation et de visualisation de données spatiales aux fins de la planification, l'administration et le contrôle de l'environnement naturel et aux applications socio- économiques.

I.1.9. Historique de SIG

Tableau 1 : Principal étape historique de l'évolution des SIG [3]

<i>Période</i>	<i>Evolution de SIG</i>	<i>Développements informatique</i>
1960	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, capacité de stockage est faible, l'information pertinente n'est pas exhaustive. Mais ce stade, les nombreux organismes de recherche du SIG ont émergé, promeuvent le développement du SIG
	Formation de la théorie des bases de données relationnelles par E.G Codd [1970] développement de système de base de données relationnelles pour gestion des salariés, du	Ordinateur centraux Machine à dessiner basée sur traceurs à plume Important matricielle dont les tons de gris sont produits en augmentant la

1970-1980	personnel, de stocke de marchandises ...etc. Méthode MRESES (Collongues, 1991) pour la conception et la mise en œuvre de base de données en entreprise et administration publique	densité de caractères.
1980-1990	Mise sur le marché de Premiers logiciels dite 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 (rester) -IDRISI, GRASS, P_MAP. Pour suite Développement Des Systèmes De Base De Données Relationnelles (SGBDR) publication du livre Geographical Information System (Burrough, 1987). Mars 1987 première parution de la revue : Geographical Information System Naissance du concept actuel de SIG intégrant la trilogie : mode image, mode vecteur et base de données relationnelle	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 informatique dans institutions et des " micro-ordinateurs " où les ordinateurs personnels (PC).
Début 1990	Mise en commun des informations en réseau « intranet » Première mise en œuvre d'internet	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)
1990-2010	Le concept de système d'information géographique devient science. D'information géographique (Goodchild, 1992) Mise sur le marché le logiciel SIG à faible cout (p.e. manifold).	Popularisation d'internet. Développement et diffusion des ordinateurs portable.

I.1.10. Composantes d'un SIG

Un Système d'Information Géographique est constitué de cinq composants majeurs (voire Fig.I.05) [27].

1. Matériel : Le traitement des données à l'aide des logiciels ne peut se faire sans un ordinateur. Pour cela, les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs.

2. Logiciels : Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour l'exécution des 06 fonctionnalités des SIG : (Acquisition, Archivage, Analyse, Affichage, Accès, Abstraction). Les principaux composants d'un logiciel SIG sont :

- Outils de saisie et de manipulation des informations géographique.

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

3. Données : Les données sont la composante la plus importante des SIG (données graphiques spatiales, données alphanumériques...). Les données géographiques peuvent être, soit importées à partir de fichier, soit saisies manuellement par l'opérateur.

4. Le savoir-faire : Tous les éléments décrits précédemment ne peuvent prendre visant une connaissance technique de ces derniers. Un SIG fait appel à de divers savoir-faire, donc à des divers métiers qui peuvent être effectués par une ou plusieurs personnes. On retiendra notamment la nécessité d'avoir des compétences en analyse des données et des processus, en traitement statistique, en sémiologie cartographique et en traitement graphique.

5. Les utilisateurs : Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui l'ont créé et le maintiennent jusqu'aux utilisateurs ordinaires [51].



Fig.I.05. Les composantes d'un SIG.

I. 1.11. Fonctionnalités du SIG

Selon Denègre Et Salgé en 1996, le SIG sont créés pour répondre à différentes demandes et comme le système commun n'existe pas, il faut les ajuster selon les objectifs établis. Néanmoins il faut dire qu'il y'a 6 fonctionnalités « on les appelle les 6A » que tous les SIG doivent assurer :

- **Abstraire** : Concevoir un modèle qui arrange les données par constituants géométriques et par attributs descriptifs, et qui permet aussi d'établir des relations entre les objets.
- **Acquérir** : Le logiciel doit posséder des fonctionnalités de digitalisation et d'importation de données.
- **Archiver** : Le logiciel doit avoir une grande capacité de stockage des données.
- **Analyser** : Capacité d'analyser les données géographiques (méthodes quantitatives et

statistiques, opérateurs topologiques, etc.).

- **Afficher** : Capacité d'affichage de l'information géographique sous forme de Cartes, tables, graphes, etc.
- **Anticipation** : Prospective [45].

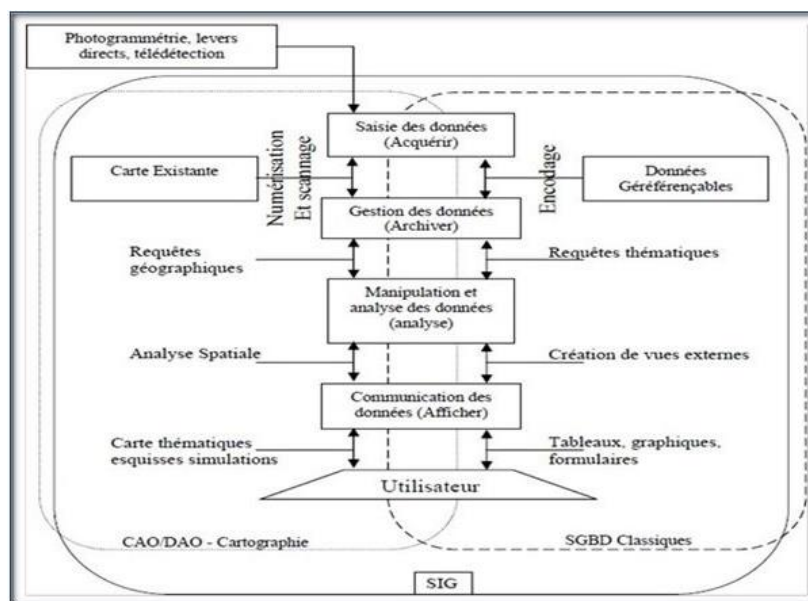


Fig.I.06. Les fonctionnalités du SIG [56].

I. 1.12. Rôle de SIG

- SIG répond à une problématique de gestion du territoire ou d'étude de phénomènes géographiques ;
- Constituer l'outil de préparation et d'organisation des recensements et des enquêtes par sondage ;
- Présenter un nouveau moyen d'intégration des informations afin de les traiter, les analyser et les synthétiser sous forme de cartes thématiques ou rapport synthétiques ;
- Fournir l'outil de suivi de l'évolution du territoire spatiale en actualisant la base cartographique en lui intégrant les données sociodémographiques les plus récentes ;
- Mettre à la disposition des utilisateurs des informations statistiques sous forme de cartes pour la prise de décision ;
- Faciliter la consultation et la diffusion des informations statistiques spatiales ;
- Accroître la précision des résultats et réduire les coûts de mise à jour et de production massive des cartes de bonnes qualités ;
- Garantir de meilleurs services et des délais de réponse rapides aux différents utilisateurs de l'information statistique [11].

I. 1.13. Domaines d'application

Les approches ont mis en évidence le fait qu'un système d'information géographique est un outil de gestion et d'aide à la décision. C'est un outil de gestion pour le technicien qui doit au quotidien assurer le fonctionnement d'une activité. Le SIG doit aussi être un outil d'aide à la décision pour le décideur (directeur, administrateur) qui doit bénéficier de sa puissance et disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions [19].

Pour les grandes échelles :

- La gestion foncière et cadastrale (recensement des propriétés, calcul de surfaces).
- La planification urbaine (plan d'occupation des sols et d'aménagement).
- La gestion des transports (voies de circulations, signalisation routière).
- La gestion des réseaux (assainissement, AEP, gaz, électricité, téléphone ...).
- La gestion du patrimoine (espaces verts, parcs, jardins ...).
- Les applications topographiques (travaux publics et génie civil).

Pour les échelles moyennes et petites :

- Les études d'impact (implantation d'un centre commercial ou d'une école).
- Les études d'ingénierie routière (constructions de routes ou d'autoroutes).
- Les applications liées à la sécurité civile (prévention des risques naturels et technologiques).
 - La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques).

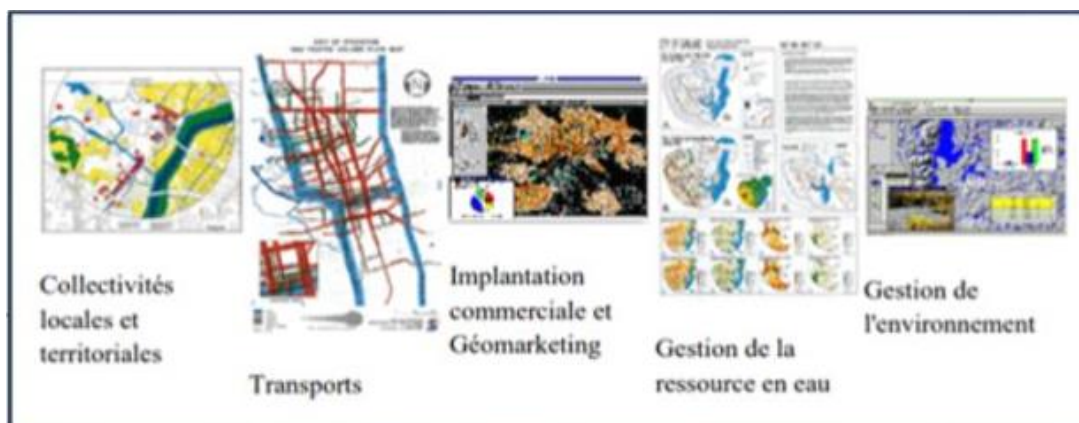


Fig.I.07. Domaines d'application des SIG.

I. 1.14. Présentation des principaux logiciels de SIG

Logiciels en mode vectoriel [25]:

- **Arc GIS :** Il est conçu par la société ESRI. Arc GIS 9x est constitué de différents éléments :
 - Arc GIS Desktop : suite intégrée d'applications SIG professionnelles.
 - Arc GIS Engine : composants pouvant être incorporés par des développeurs afin de personnaliser des applications SIG :
 - Applications S.I.G pour serveur : ArcSDE, ArcIMS et ArcGIS Server.

- Applications S.I.G nomades : ArcPad, ainsi qu'ArcGIS Desktop et Arc GIS Engaine pour les tablettes PC, ArcGIS Desktop comprend une suite d'applications intégrées : ArcCatalog, ArcMap, ArcGlobe, ArcToolbox ainsi que ModelBuilder. Il est vendu sous trois niveaux incluant plus ou moins de fonctionnalités : ArcView, ArcEditor et ArcInfo.
- ArcMap : application centrale qui effectue toutes les tâches associées aux cartes, y compris la cartographie, l'analyse spatiale et la mise à jour.
- ArcCatalog : organisation et gestion des données.
- ArcToolBox et Model Builder : géo traitement.
- ArcGlobe : visualisation 3D dynamique.
- L'une des suites logicielles les plus complètes du marché, ArcGIS propose également de nombreuses Extensions tels que Spatial Analyst (module raster) et 3D Analyst.
- **MapInfo** : MapInfo est un logiciel S.I.G qui présente une interopérabilité importante, en raison d'un convertisseur de formats intégrés. Sur le plan des fonctions disponibles, il est moins complet qu'ArcGIS mais s'avère toutefois suffisant pour de nombreuses applications. Afin de pouvoir Effectuer des calculs raster, il est nécessaire de lui adjoindre le module additionnel Vertical Mapper.
- **Géoconcept** : Il est développé par une société française, ce logiciel se démarque de la majorité de ses concurrents en proposant une organisation basée sur un modèle "objet" et non sur une association table/entité.
- **APIC** : D'une conception française, ce logiciel fonctionne également en mode objet et il est particulièrement adapté pour la gestion des réseaux. Basé sur un langage de programmation en français, il est caractérisé par une adaptabilité élevée. Issu du monde UNIX, son application Windows est relativement austère, ce qui limite en partie sa diffusion.
- **Géomedia** : La suite logicielle Geomedia comprend une gamme importante de logiciels :
 - GéoMedia Professional : digitalisation, analyse, présentation cartographique etc.
 - GéoMedia Terrain : création et analyse de MNT.
 - GéoMedia Image : traitement d'images.
 - GéoMedia Grid : analyse de données raster.
 - GéoMedia : version allégée de GéoMedia Professional.
 - GéoMedia WebMap: applications Web SIG. -Ainsi que Image Station Stéréo for GéoMedia, GéoMedia Fusion, GéoMedia Transaction Manager, GéoMedia VPF.
- **Star GIS** : La société belge « STAR Informatique » propose une gamme variée de logiciels SIG : -STAR GIS est une plate-forme S.I.G bureautique conçue pour interroger et mettre à jour des bases de données, produire des rapports, réaliser des analyses thématiques etc

- STAR Net est une plate-forme S.I.G par Internet.
- Win STAR est un S.I.G professionnel.
- **Manifold** : Il est proche de MapInfo, ce logiciel est d'une diffusion actuellement anecdotique en France.
- **Savane** : Il s'agit d'une suite logicielle particulièrement complète. Ce logiciel souffre d'une interopérabilité très limitée et d'une architecture complexe, ce qui explique sa diffusion limitée au monde universitaire.
- **Jump** : C'est un logiciel S.I.G vectoriel gratuit, il intègre toutes les fonctionnalités de base nécessaires à la gestion d'un S.I.G de taille réduite.

I.2. Généralités l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H₂O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle fait un élément essentiel à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70 % de leurs poids en moyenne). L'eau se retrouve dans l'écosphère sous trois états ; solide, liquide, et gazeux dépendant des conditions particulières de température et de pression. L'eau a des propriétés physicochimiques assez remarquables par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux gaz, corps minéraux et organiques, ionise les électrolytes et disperse les aloïdes électro chargés [14].

I.2.1. Ressources en eau

L'eau recouvre 72 % de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350 milliard de km³ 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 [53].

La pénurie et coupures d'eau ont amené les Algériens a 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 a moins de 1000m³/hab. en années moyenne, elle devient ressource rare. En 2020 on prévoit qu'elle descendra à 420m³ /hab. /an et on 2025 a300m³/hab./ans. Cette tendance s'appuie sur une surface objective. 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[66].

I.2.2. Types de l'eau douce

I.2.2.1. Eaux souterraines

En l'état actuel des connaissances, les eaux souterraines sont globalement évaluées à environ 8.5 milliards de m³/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 m³. 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 [53].

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 [75].

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) [12].

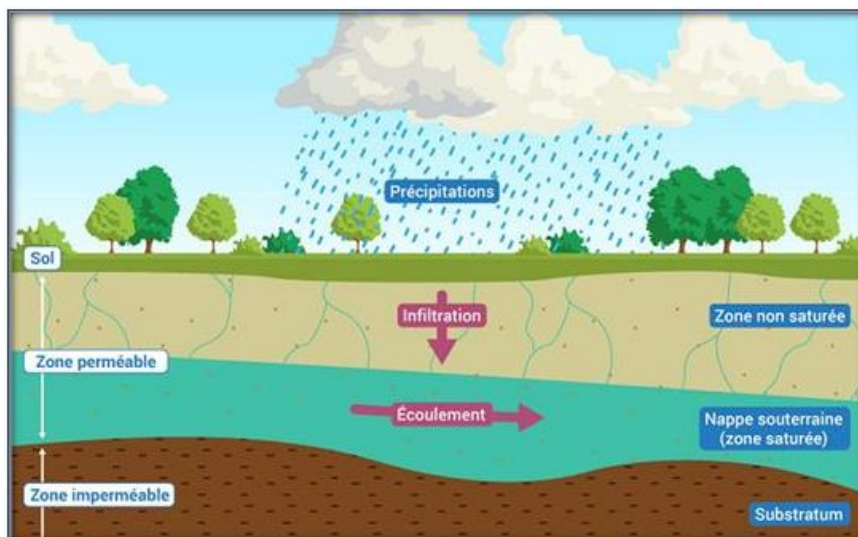


Fig.I.08. Présentation d'une couche aquifère.

I.2.2.2. Eaux de surface

Les eaux de surface, également appelées eaux superficielles, sont constituées, par opposition aux eaux souterraines, de l'ensemble des masses d'eau courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées qui

sont en contact direct avec l'atmosphère. Par conséquent, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des océans, des mers, des lacs et des eaux de ruissellement. Sa température varie en fonction du climat et de ses saisons. Ses matières en suspension sont variables selon la pluviométrie et la nature et relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets ; elle retient peu les nitrates. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone. Tôt ou tard, éventuellement après avoir contribué à la vie physiologique de la flore ou de la faune, l'eau de surface s'évapore ou rejoint le cours lent des eaux souterraines. Les zones humides comportent de manière relativement constante une quantité d'eau de surface, celle-ci contribuant pour sa part à l'intérêt de la zone pour la biodiversité, sous forme d'eau libre, d'humidité du sol ou d'eau imbibant la base des formations végétales qui s'y reproduisent. Les potentialités en eaux superficielles dans le Bassin du Hodna basé sur l'apport annuel des écoulements des oueds existant dans les sous bassins hydrographiques [25].

I.3. Pollution de l'eau

I.3.1. 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 [71].

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 [46].

I.3.2. Origine de la pollution

De nombreuses activités humaines peuvent avoir des effets délétères sur nos rivières, lacs, mers et nappes phréatiques. La qualité de l'eau est influencée par des rejets directs, tels que ceux provenant d'une usine ou d'une station d'épuration des eaux usées : il s'agit de la « pollution ponctuelle ». Elle est également influencée par la pollution résultant de diverses sources, telles que les engrais et pesticides utilisés dans les activités agricoles, et les polluants rejetés dans l'air par l'industrie, qui retombent ensuite au sol et en mer : c'est ce que l'on nomme la « pollution diffuse ». La principale source de pollution ponctuelle de l'eau provient du traitement des eaux usées et des eaux d'égout,

tandis que la pollution diffuse a pour sources principales l'agriculture et les centrales à combustible fossile (via la pollution de l'air). Il convient de noter que, bien que les stations d'épuration des eaux usées figurent parmi les sources de « pollution ponctuelle », elles ne constituent en réalité pas la source à proprement parler, étant donné qu'elles permettent de traiter ce que nous déversons dans nos toilettes et nos éviers [W.S.]

I.3.2.1. 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 (50 à 90 extraits) mais concentré en point de rejet [50].

I.3.2.2. 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) [31].

I.3.2.3. Pollution naturelle

L'eau est une substance liquide d'une importance vitale pour chaque être humain, puisque 65 % du poids du corps humain est constitué d'eau. Il s'agit de la plus grande partie de notre système sanguin et il est chargé, entre autres, de nettoyer nos reins des substances toxiques. Tout comme l'eau nous permet de vivre et de flotter, elle est également à l'origine de nombreuses activités humaines, telles que l'industrie et l'exploitation minière. Il est important pour tous les types de vie et il faut donc faire attention à son utilisation et à son entretien, car il existe des polluants, tant artificiels, causés par l'homme, que naturels, qui peuvent la mettre en danger. Même si cela ne semble pas être le cas, toutes sortes de composants sont présentes dans l'eau. Il n'est donc pas surprenant que les composants les plus naturels soient également impliqués dans la pollution de l'eau des rivières, des mers et des lacs, par exemple. On entend par polluants naturels des eaux tous les phénomènes ou éléments naturels qui polluent la nature et sont causés par l'homme. Cependant, ces polluants naturels sont souvent aggravés par nos activités. Voici les différents types de pollution naturelle [W.S₃] :

- Réchauffement climatique
- Inondations
- Érosion côtière
- Activité volcanique
- Bactéries

I.3.2.4. 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) [31].

I.3.3. Types de la pollution

Les différents types de pollution L'eau est une ressource indispensable aux activités humaines mais elle constitue également un lieu de vie privilégié. A cause du cycle de l'eau, les écosystèmes aquatiques (les eaux continentales ou océaniques) sont susceptibles d'être contaminés par des pollutions accidentelles ou chroniques. En rejetant des effluents contaminés dans le milieu aquatique, les activités humaines industrielles, agricoles ou urbaines polluent les eaux. On peut distinguer trois grandes familles de pollution, la pollution physique, chimique et biologique. Le déversement dans le milieu aquatique de substances ou d'effluents contaminés n'est pas la seule cause de pollution des eaux de surface ou souterraines. En effet, l'eau de pluie permet aux polluants rejetés dans l'atmosphère de retomber sur les sols et lessive les zones polluées par ruissellement, ces xénobiotiques peuvent alors rejoindre le milieu aquatique. La pollution des eaux de surface s'est très diversifiée à partir de nombreuses activités humaines comme la déforestation, l'érosion due aux activités humaines, la construction de barrages, la canalisation de rivières, le comblement de zones humides, l'extraction de granulats[74].

I.3.3.1. 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 lourds que l'eau elle - même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) [21].

I.3.3.1.1. Pollution mécanique

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 [W.S1].

I.3.3.1.2. Pollution thermique

Le rejet de la chaleur dans l'environnement constitue de nos jours une forme de pollution

physique du milieu naturel susceptible de provoquer de véritables bouleversements biocénétiques car elle agit sur un facteur écologique primordial : la température du milieu. L'augmentation de la température de l'eau réduit la teneur en oxygène et augmente la vitesse de réactivité chimique[74].

I.3.3.1.3. Pollution radioactive

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérogènes et mutagènes de ses rayonnements[15].

I.3.3.2. 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. Les polluants chimiques sont classés en cinq catégories[8].

- 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.3.3.2.1. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses,...etc.). La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures[15].

- Les détergents : Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont :
 - L'apparition de goût de savon ;
 - La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle ;
 - Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.
- Les pesticides : On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel.
- Les hydrocarbures : Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère.

I.3.3.2.2. Pollution minérale

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 et les éléments minéraux nutritifs [52].

Les métaux lourds : Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique[15].

Les éléments minéraux nutritifs : (Potassium, Nitrates et phosphates) : Leur présence dans les eaux usées peut avoir un impact négatif sur la santé humaine et la qualité des eaux Superficielles. Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l. Il peut donc couvrir une partie des besoins des plantes[29].

Les nitrates et Les phosphates qui permettent de fournir de l'azote à la plante, sont les plus problématiques. En effet, apportés en excès, ils peuvent avoir plusieurs impacts négatifs : exemple l'eutrophisation des milieux aquatiques[54].

I.3.3.3. Pollution microbiologique

Les principales catégories de microorganismes pathogènes d'origine hydrique sont les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes. L'évaluation pratique de la qualité microbiologique des eaux se fait sur la base d'organismes dits « indicateurs » [15].

Les bactéries indicatrices de contamination fécale les plus appropriées sont les Coliformes connus sous le nom de Escherichia coli et Entérocoques fécaux ou intestinaux les anaérobies sulfite-réducteurs[66].

I.3.3.3.1. Virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite,

par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation[10].

I.3.3.3.2. Bactéries

Les bactéries qui survivent dans l'eau [74] :

Le choléra: c'est la bactérie la plus connue, responsable de nombreuses épidémies mortelles en Europe au XIXe siècle. Le choléra se développe surtout dans les eaux stagnantes et dans les estuaires. La maladie n'a pas été éradiquée et demeure une cause fréquente de mortalité dans les pays pauvres. Il existe quelques cas sporadiques dans les pays développés (notamment aux Etats-Unis, à la suite de la consommation de crabes et de crevettes pas assez cuits).

Le choléra est très sensible à la désinfection. La salmonelle, responsable de la typhoïde, première cause de mortalité d'origine hydrique jusqu'à la seconde guerre mondiale. La bactérie est très sensible à la désinfection. L'*Escherichia colis*, ou E-coli, bactérie de l'intestin, surtout dans le bétail, indicateur de contamination fécale. L'E-coli n'est pas directement toxique, elle a même à son utilité dans l'intestin, en supprimant des bactéries nuisibles, mais elle crée une toxine, la vérotoxine, qui entraîne des diarrhées et de hémorragies. Tout comme la campylobactérie, surtout présente dans les intestins et par conséquent les fientes des oiseaux.

- Les bactéries pathogènes qui se développent dans l'eau
- Les pseudomonas, très fréquentes dans les eaux usées et les eaux pluviales. La bactérie est très résistante aux antibiotiques. Elle entraîne des diarrhées.
- Les aëromonas, naturellement présentes dans l'eau claire, se développent dans les eaux usées et chaudes.

Les légionelles : on compte 42 espèces de légionelles dont une, la légionelle pneumophila, responsable de la maladie du légionnaire. Elle est peu sensible à la chaleur. La maladie est liée à l'inhalation de microgouttelettes.

I.3.3.3.3. Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. On peut citer parmi ceux-ci *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne ou encore *Giardia lamblia*[10].

I.3.3.3.4. Helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent

notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 103 œufs/l[29].

I.3.4. Effets de la pollution

La pollution biologique est cause de nombreuses maladies, dites « hydriques » >, dues aux bactéries et aux virus pathogènes. Les pollutions chimiques peuvent occasionner chez l'homme des troubles, voire des décès à la suite de baignades et d'usage alimentaire de l'Eau. La pollution radio-activique peut être à craindre, à la longue, en raison de l'enrichissement le long de la chaîne alimentaire. Quant aux pollutions physiques et chimiques, elles portent atteinte au patrimoine aquatique ; c'est ce qui explique que le radar des pollutions des Eaux superficielles ait été les pêcheurs à la ligne. D'un point de vue plus général, toute pollution réduit quantitativement et qualitativement les ressources immédiatement disponibles. Or, les réserves d'Eau à notre disposition ne sont ni illimitées, ni susceptibles d'augmenter. Il faut donc les protéger et veiller à une utilisation rationnelle. C'est d'autant plus fondamental que, si les tendances actuelles se maintiennent, l'explosion démographique et la révolution technologique augmenteront considérablement la demande en Eau à un milieu où les ressources naturelles risqueront d'être sérieusement menacées [W.S1].

I.3.4.1. Conséquences sanitaires

Les épisodes épidémiques de gastro - entérites (GE) liés à l'eau de distribution sont rarement documentés en France : plus de 1000 cas de GE dus à un rotavirus dans la vallée de La Mauldre en 1981, 40 cas de salmonelloses dans l'Isère en 1988. La mise en place d'une surveillance active, en 1979 et 1980, a permis de déceler 5 épidémies de GE ayant touché plus de 1000 personnes et dont l'origine hydrique est vraisemblable. Une étude prospective conduite dans une population de 29 272 personnes desservies par une eau non désinfectée étudia les risques digestifs liés au non - conformité bactériologique de l'eau distribuée. Elle a mis en évidence un risque relatif de 3,5 de survenue de maladies digestives pour une population exposée à une eau non conforme par rapport à une population exposée à une eau conforme. Une seconde étude, menée chez des élèves du cycle primaire, visait à comparer l'absentéisme scolaire pour cause de GE dans des villages alimentés en eau non désinfectée, car présentant naturellement une bonne qualité bactériologique, et dans des villages dont la qualité bactériologique de la ressource nécessitait une chloration de l'eau avant distribution. L'incidence brute des GE était 1,4 fois plus élevée (IC 95 % : 1,30-1,40) parmi les enfants buvant de l'eau traitée. Ces études confirment qu'en l'absence d'un recueil actif des cas seuls les épisodes les plus aigus sont observés, sans que la part qu'ils représentent de la totalité des cas de GE associés à l'eau soit connue. Elles indiquent également que la chloration de l'eau avant distribution laisse subsister un risque résiduel de GE. La part des GE attribuable à l'eau dans l'ensemble des cas de GE n'est pas connue [32].

I.3.4.2. Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques de la pollution des ressources en eau se traduisent par la dégradation des écosystèmes aquatiques. Les désordres engendrés sont [50]:

- 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. 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 [28].

I.3.3.4. 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 [50].

I.4. Caractéristiques des eaux

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. 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[50].

Tableau I.02. Classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)

NYU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

I.4.1.2. Température (T °C)

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique[3].

I.4.1.3. Conductivité électrique CE

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[59].

I.4.1.4. Matières en suspension MES

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. (Rodier, 1984). Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. Une telle hausse peut aussi entraîner un réchauffement de l'eau, lequel aura pour effet de réduire la qualité de l'habitat pour les organismes d'eau froide[41].

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 [50].

I.4.2. Caractéristiques chimiques

I.4.2.1. Potentiel hydrogéné PH

Le PH est un indice de l'équilibre entre les acides et les bases dans l'eau, est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Il est proportionnel au pouvoir neutralisant de l'eau et indique par conséquent les réactions chimiques possibles avec les roches, les minéraux et les sols[5].

Le pH exprime le potentiel en hydrogène, indique la concentration en ion H⁺, il joue un rôle important dans [40]:

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

Tableau I.03. classification des eaux d'après leur pH

pH <5	Acidité forte =présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH=7	pH nature
7 < pH <8	Neutralité approchée= majorité des eaux de surface
5.5 < pH < 8	Majorité de l'eau souterraine
pH=8	Alcalinité forte, évaporation intense

I.4.2.2. Oxygène dissous

- L'oxygène dissous dans l'eau est un élément fondamental qui intervient dans la majorité des processus biologiques ; végétaux et animaux l'utilisent pour la respiration. L'oxygène participe également aux dégradations biochimiques et chimiques.
- L'oxygène est présent dans l'eau sous forme de molécules gazeuses, au sein de minuscules bulles d'air.
- La concentration d'oxygène dissous est soumise à des variations diurnes et saisonnières qui sont dues en partie aux fluctuations de la température, de l'activité photosynthétique et du débit de l'eau. Elle dépend également de la respiration des organismes et du processus de réoxygénation. La décomposition des déchets organiques par les micro-organismes et l'oxydation des déchets inorganiques peuvent entraîner une désoxygénation quasi-totale de l'eau. [5]

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 préalablementensemencé, 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[9].

Tableau I.04. Echelle de valeurs de DBO5

Situation	DBO5
Eau naturelle pure et vive	< 1
Rivière légèrement polluée	1 < c < 3
Egout	100 < c < 400
Rejet station d'épuration efficace	20 < c < 40

I.4.2.4. Demande chimique en oxygène DCO

La DCO est exprimée en mg/l d'O₂ consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau. Généralement la valeur de la DCO est [66]:

- 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. [35]

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[30].

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[72].

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 (O₂) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH₃), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH₄⁺) [39]. 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. [26]

I.4.2.7. Nitrites NO_2^-

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4°C [7].

I.4.2.8. Nitrates NO_3^-

Les nitrates (ou azote nitrique) représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique ou minéral, lui-même inclus majoritairement dans l'azote global ou azote total avec une autre composante, l'azote organique [65].

I.4.3. Caractéristiques microbiologique

- **Les coliformes** : Les coliformes sont intéressants, car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans la matière fécale des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance. Les coliformes comprennent entre autres les genres : Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsella, Yersinia, Seratia [65].
- **Les streptocoques** : Les streptocoques fécaux Ce sont des bactéries cocci, Gram positif, non sporulé, à catalase négatif. Les streptocoques du groupe sérologique D de Lancefield, rapprochent aux Coliformes fécaux, ils sont de bons indicateurs de. Par contre, ils sont peu utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement car ils sont simplement plus résistants aux désinfectants que les Coliformes et les autres entérobactéries pathogènes du genre Salmonella ou Shigella. Du point de vue taxonomique, ils appartiennent aux genres Entérocoques et Streptococcus. Chez l'être humain, les streptocoques du groupe D peuvent être inclus dans la bactériémie, les cholécystites et les infections de blessures. Ils sont responsables d'environ 20% de toute infection urinaire et d'environ 20% de tous les cas d'endocardites [14].
- **Escherichia coli** : Le terme « E. coli présumé » correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane, à 44°C. Le terme « E. coli » correspondent à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane et ont les caractères biochimiques propres à cette espèce. Aujourd'hui la réglementation parle de recherche de coliformes totaux. On ne distingue pas les coliformes

d'origine fécale des autres origines telluriques, cliniques, etc. et d'E. coli coliformes d'origine fécale [W.S4]

I.4.4. Normes et classes de qualité des eaux superficielles

La qualité des eaux est très variable à l'échelle temporelle et spatiale et elle est liée également aux plusieurs facteurs. Afin d'avoir une bonne connaissance de l'état globale d'une eau de surface, et de pouvoir suivre son évolution dans le temps ; on a pris en considération les normes Algérienne (JO n°11/18, 2011) et celles de l'O.M.S (Tableau. I .05) et aussi des normes françaises (Tableau. I .06) pour obtenir une représentation totale de la qualité des eaux de surfaces.

Le SEQ (Système d'Evaluation de la Qualité des eaux superficielles) a mis en place un outil d'évaluation qui permet d'avoir une connaissance de l'état globale d'une eau superficielle, et de pouvoir suivre son évolution dans le temps. l'ABH (Agence de Bassin Hydrographique) est inspirai du SEQ eau pour classer les eaux superficielles (tableau I.05 et I.06). Cette classification repose sur une grille de la qualité des eaux superficielles.

Paramètres	Unité	Normes OMS 2011	Normes Algériennes
T°	°C	25	/
pH	-	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5
CE	µs/cm	1500	2800 à 20°C
MES	mg/l	/	/
Rs	mg/l	1500	1500 à 2000
NO ₃ -	mg/l	≤ 50	≤ 50
NO ₂ -	mg/l	≤ 0,1	≤ 0,1
NH ₄ ⁺	mg/l	≤ 0,5	≤ 0,5
PO ₄ ³⁻	mg/l	≤ 0,5	/
O ₂ dis	mg O ₂ /l	5≤O ₂ ≤8	/

Tableau I.05. Normes OMS et Algériennes des paramètres physico-chimiques pour les eaux de surface

PARAMETRES	Bonne ou très bonne qualité	Qualité acceptable	Qualité médiocre	Mauvaise ou très mauvaise qualité
O ₂ dissous mg/l	≥ 5	≥ 3	≥ 1	< 1
O ₂ dissous %	≥ 70	≥ 50	≥ 10	< 10
DBO ₅ mg/l	≤ 5	≤ 10	≤ 25	> 25
DCO mg/l	≤ 25	≤ 40	≤ 80	> 80
NO ₃ ⁻ mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 80	> 80
NH ₄ ⁺ mg/l	≤ 0.5	≤ 2	≤ 8	> 8
NO ₂ ⁻ mg/l	≤ 0.3	≤ 1	> 1	.
NTK mg/l	≤ 2	≤ 3	≤ 10	> 10
PO ₄ ³⁻ mg/l	≤ 0.5	≤ 1	≤ 2	> 2
MeST mg/l	≤ 70	.	> 70	.
Phosphore total mg/l	≤ 0.3	≤ 0.6	≤ 1	> 1
Conductivité	≤ 2 000	.	> 2 000	.
pH	≥ 6.5 et ≤ 8.5	.	< 6.5 ou > 8.5	.

Tableau I.06. Grille de qualité de 1971 simplifiée

Chapitre II.

Situation géographique et caractéristiques générales du sous-bassin versant de K'sob

II.1. Présentation de la zone d'étude

Un barrage est un mur placé à travers d'un cours d'eau, afin de relever le niveau de ce dernier pour créer une chute ou une réserve. Le barrage retient l'eau avec un masque d'étanchéité, ce mur intègre un certain nombre d'ouvrages dit annexes lui permettant de remplir ses fonctions :

- Un évacuateur de crue qui protège des risques de submersion en cas de crue ;
- Une vidange destinée à vider la retenue ;
- Une prise d'eau pour produire de l'énergie hydroélectrique ;

Le barrage de K'sob est situé dans la wilaya de M'silla d'une capacité de 29,5 millions de m³ (après surélévation) conçu dans le but de l'irrigation des plaines agricoles de M'silla [67].

II.1.1. Situation géographique

L'Algérie compte 17 bassins versants, parmi ces bassins on trouve le bassin du Chott El Hodna, il est divisé sur cinq wilayas : M'Sila, Batna, Biskra, Sétif et Bordj Bou Arreridj. Selon l'Agence National des Rouseurs Hydraulique, ce bassin est divisé en 23 sous bassins (sans compter le Chott El-Hodna) au 08 sous-bassins hydrographiques principales. Le sous -bassin versant K'sob appartienne au grand bassin versant du Hodna, situé sur la partie nord. Il est limité au Nord et au Nord-Ouest par la chaine montagneuse des Bibans ; au Sud et au Sud-Ouest par les monts du Hodna et à l'Est par les hautes plaines de Sétif. Il comprise entre les deux wilayas : Bordj Bou Arreridj au nord et M'sila au sud (voire Fig.II.01) [43].

Le barrage de K'sob est situé sur le territoire de la Wilaya de M'silla, à 15 km au nord-est de la ville de M'silla, dans la région centre nord de l'Algérie, environ à mi parcours entre les villes de Sétif et Bou-Saada (voir Fig.II.02). Il retient les eaux de l'oued de K'sob en amont de la digue et alimente la plaine de M'silla [67].

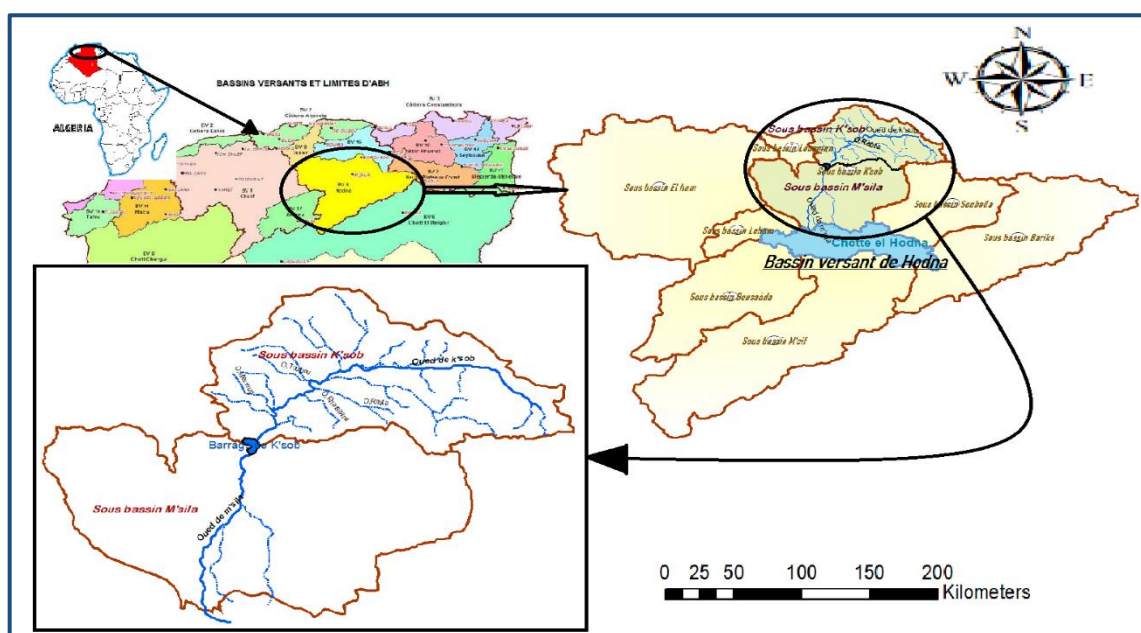


Fig.II.01 : Localisation de Sous-bassin versant K'sob / Barrage K'sob



Fig.II.02 : la forme de la retenue de barrage K'sob. [61]

II.1.2. L'importance de barrage El K'sob

Le barrage d'El K'sob a une importance hydrologique, économique et écologique majeure représentée par de diversité biologique intéressante. Les indices écologiques montrent les valeurs les plus élevées durant la saison d'hivernage (plus diversifiées et équilibrées). Les différentes formes d'usages du barrage (pêche, opération du dragage, le surpâturage...) constituent les principaux facteurs de dégradation qui perturbent le fonctionnement écologique du site.

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 la commune de M'sila. 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 [30].

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. 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 [76].

II.2.3. Géologie

Généralement, 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'émersion 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. [20]

II.2.4. Géomorphologie

Le bassin versant de 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. Ces reliefs sont composés de: [73]

- 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%.

II.2.5. Climat

Le bassin de K'sob, situé dans le bassin du HODNA dans les hautes plaines telliennes a un climat continental ; il ne se distingue du climat steppique que par sa pluviométrie plus abondante.

La température moyenne annuelle est d'environ 17° , Avec des écarts compris entre -11° et $+47^{\circ}$. L'enneigement très faible n'influe pas beaucoup sur le régime des eaux. Les mois les plus froids de l'année sont décembre et janvier avec une température moyenne de 6° , les mois les plus chauds sont juillet et Août avec une température moyenne de 27° [78].

Les gelées blanches sont assez fréquentes, (de l'ordre de 4 à 60 jours par an). Le sirocco n'est pas excessivement fréquent dans le bassin du Hodna, il souffle en moyenne 15 à 25 jours par an.

La pluviométrie estimée pour le bassin est de 300 mm par an.

II.2.6. Les composantes de barrage

Le barrage de K'sob d'une capacité initiale de $11,6 \text{ hm}^3$, de type voutes multiples, contreforts (voir Fig.II.03) [67].



Fig.II.03. Photo des contreforts [2]

II.2.6.1. Digue de barrage

Les travaux de construction du barrage ont débuté en 1932 pour être achevé en 1940. Avant sa surélévation, le barrage était constitué d'un ensemble de 38 voûtes (épaisseur variant de 42 cm à la base à 18 cm au sommet) reposant sur 37 contreforts intermédiaires (épaisseur variant de 60 cm à la base et 28 cm au sommet) et deux culées formant barrage poids (voir fig.II.04) [2].

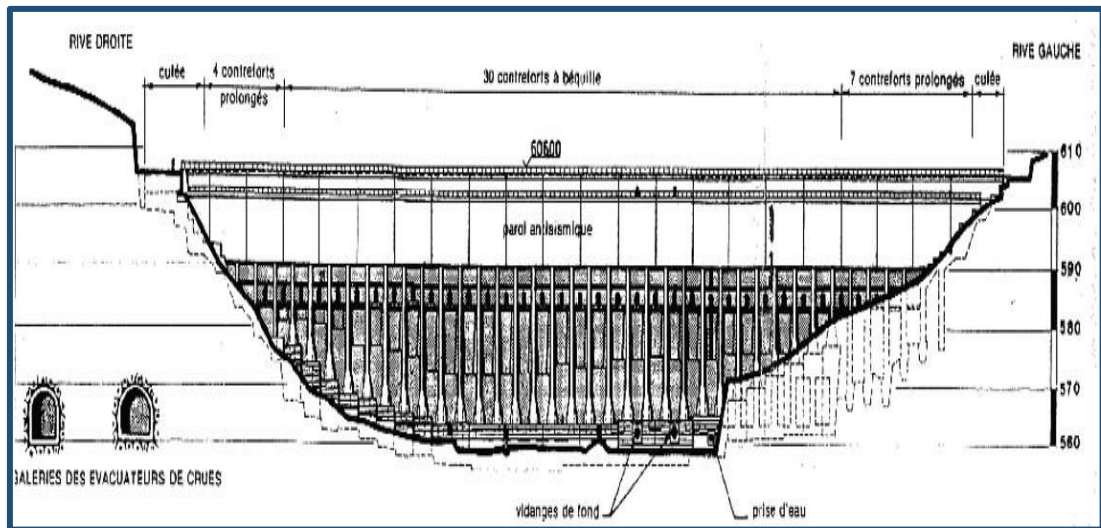


Fig.II.04. Coupe avale de la digue de barrage K'sob.

II.2.6.2. Caractéristique de la digue [2]

- Longueur totale à la crête : 280m
- La Hauteur initiale 1940 : 31m
- Hauteur surélevée : 15m
- Hauteur maximale de la digue : 46m
- Largeur maximale a la base : 65 m
- La capacité du barrage en (2008) à la retenue normale (604.00 m) est de 11.838 Hm³
- La capacité du barrage en (2008) à la PHE (605.50 m) est de 15.47 Hm³.
- Epaisseur en crête : 3,0 m
- Epaisseur à la base : 45 m



Fig.II.05. La digue du barrage K'sob.

II.2.6.3.L'évacuateur de crues (le déversoir)

Le déversoir est une partie du barrage destinée à évacuer un débit depuis le réservoir amont vers un canal de décharge. Il sera notamment utilisé en cas de crue qui pourrait mettre en péril le barrage en faisant augmenter le niveau amont de manière excessive. Certains déversoirs de crue sont équipés de système de vannes permettant de contrôler le débit restitué ; les autres déversoirs, dits « à seuil libre », sont plus fiables en regard des ruptures ou des pannes mécaniques [W.S2]

Le déversoir est l'un des principaux systèmes assurant la sécurité du barrage[2].

L'évacuateur de crues de barrage K'sob d'une capacité maximale de 1950 m³/s au niveau exceptionnel (605,5), est composé de :

- deux pertuis équipés de vannes de demi-fond branchées sur l'ancienne galerie de dérivation provisoire A ;
- trois passes équipées de vannes de surface et branchées sur l'ancienne galerie de dérivation provisoire B ;
 - Débit de vidange de fond : 130 m³/s ;
 - Débit des vannettes de dévasement : 26 m³/s.

II.2.6.4. Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes se trouvent en partie centrale du barrage pour les organes de prise d'eau, et en rive droite en liaison avec les anciennes galeries de dérivation provisoire pour les organes d'évacuation des crues [2].

II.3. Caractéristiques physiques et morphométriques du sous bassin versant de K'sob

II.3.1.Superficie

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, 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 km², est déterminée à l'aide de la technique de digitalisation. La surface du bassin versant du K'sob contient deux sous bassins (K'sob + M'sila) qui composent une zone, est de l'ordre de S=3461 Km².

II.3.2.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 [47].

II.3. 3. Les indices de pente et le relief

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 [50].

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.

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 feort : pente à limite de 10%
- Écoulement tés fort : pente $> 10\%$.

Indice de pente globale (I_g) : C'est un indice qui tient compte de la dénivelée (D) et de la longueur du rectangle équivalent (L rec), calculé à l'aide de la formule suivante :

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

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

Avec :

- I_g : Indice de pente globale (m/Km)
- D : Dénivelée simple (m)
- L rec : Longueur de rectangle équivalent (Km)
- L'altitude à 95% de la surface, H_{95%} = 865m
- L'altitude à 5% de la surface, H_{5%} = 1585 m
- I_g = 8.55m/km

II.3. 4. Constitution du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est caractérisé par deux sens d'écoulement opposés principaux, séparés par une ligne de partage des eaux surtout le coté de BBA. Cette limite naturelle correspond à la limite de grande bassins –versants : le bassin versant « Soummam » et le bassin versant « Chott El Honda » [36].

- 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 vh 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 avec une longueur plus de 83 Km ; L'oued de M'sila avec une longueur plus de 96 Km est les deux principales affluents du bassin versant de K'sob avec et une surface de son bassin versant environ 3461 Km². L'oued de K'sob résulte de la jonction de deux grands oueds qui sont oued Soulit, oued Rabta et oued Medjez. Une bonnepartie des eaux de l'oued k'sob est emmagasinée au niveau du barrage el K'sob.

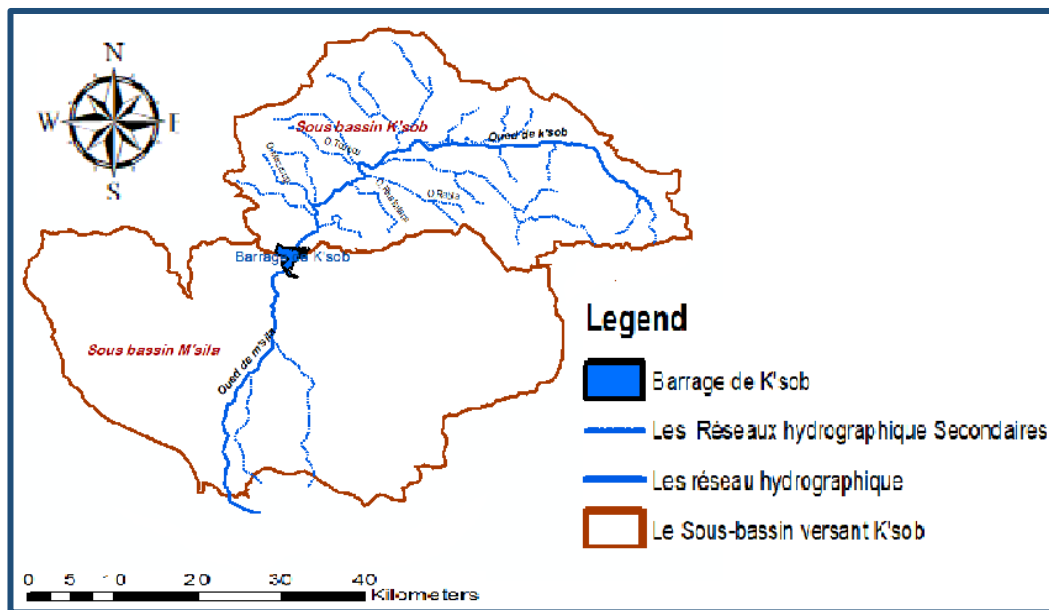


Fig.II.06. Carte du réseau hydrographique de sous-bassin versant k'sob.

Chapitre III.

Matériels et approche méthodologique

III.1. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.). Etant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyse, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques[66].

Les échantillons sont recueillis dans des flacons en verre et en plastiques nettoyés au préalable, étiquetés et stérilisés. Au moment du prélèvement, ces flacons sont de nouveau rincés trois fois avec l'eau à analyser, puis ils sont remplis jusqu'au bord, en les plongeant à une profondeur de 20 à 30 cm de la surface, et loin des eaux courantes ou des bords ainsi que des obstacles[66].

III.1.1. Conservation des échantillons

Toutes les eaux sont susceptibles de se modifier plus ou moins rapidement, réactions physiques, chimiques ou biologiques qui peuvent avoir lieu dans le flacon, dans un laps de temps, qui sépare le prélèvement et l'analyse. La nature et la vitesse de ces réactions sont souvent telles que, si les précautions nécessaires ne sont pas prises, les concentrations déterminées par l'analyse différeront, sensiblement, des concentrations réelles au moment du prélèvement [50].

III.2. Collecte des données

Dans le cadre de cette étude, nous avons d'approche d'analyse des propriétés physico-chimiques des eaux de surface (cas de barrage K'sob). Cette démarche est basée sur la revue bibliographique, la collecte des données sur le terrain, des analyses au laboratoire et sur un traitement des données, après cela ont ensuite fait l'objet d'une analyse statistique et cartographique. Pour étudier les propriétés et caractérisation des activités anthropiques et sources des eaux, nous avons collecté les données à partir des différents travaux sur le bassin versant de k'sob tels que les travaux de plusieurs références. Nous utilisons une étude des précédents travaux et l'analyse physico-chimiques des eaux du barrage en 08 Mai 2023 dans le laboratoire de SNV et le Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Eaux de M'sila. Nous allons également faire une comparaison des analyses des eaux effectués sur le barrage de K'sob de M'sila .

Date de l'analyse	10/05/2023		
Stations Paramètres	S _{EST}	S _{Centre}	S _{Ouest}
Température (°C)	18,4	18,4	18,2
Ph	7,9	08	8,06
Conductivité (us/cm)	1944	1950	1948
Nitrites(mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cl ⁻	248	319	248
Sulfate(mg/l)	600	600	600
Turbidité	10.4	9.98	19.8
Ca ⁺²	128	128	128
Mg ⁺²	78	78	78

Tableau.III.01. Répartition des paramètres des eaux de barrage de K'sob M'SILA.

Les données concernant le Bassin ont été recueillies auprès de :

- L'Agence Nationale des Barrages et des Transferts (A.N.B.T) De La Wilaya M'sila ;
- Direction de gestion du barrage de K'SOB ;
- Direction De L'hydraulique de la Wilaya de M'SILA :
- Algérienne Des Eaux, unité de M'sila.

III.3.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 tels que :

- **Arc GIS 10.8** : a permis la numérisation des couches, les cartes thématiques, la création de la base de données spatiales.
- **Google Earth Pro:**



FigIII.01. Bassin versant du K'sob (Google Earth Pro).

III.4. Etude cartographique

III.4.1. Collecte des cartes

SIG permet de faire de la cartographie et l'analyse spatiale de façon précise en fonction de l'échelle désirée. La cartographie nécessite d'une part l'analyse des paramètres tels que la couleur, la texture, la structure et enfin la forme d'un cours d'eau, nous avons utilisé plusieurs types des cartes (thématique, topographique...).

Tableau. III.02.les données cartographique utilisée.

Type des données	Echelle	Support	Date
Carte de hydro climatologique 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 EarthPro).	_	Numérique	2020

III.4.2. 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 GIS10.8 , Pour déboucher à des propositions de solution des perturbations écologiques et l'extraction la relation entre l'interaction des activités anthropiques et la pollution des ressources en eau de bassin versant de K'SOB.

III.4.3. 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'un SIG (Base
de données a référence spatiale)
pour l'étude des propriétés
physico-chimiques des eaux de
surface /Résultas et Discussion**

Ce chapitre comporte deux sections :

- La première traite de l'intérêt de l'utilisation du SIG dans l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface. Cas du barrage K'sob wilaya de M'sila-Algérie ;
- La seconde retrace les grandes étapes de création de la base des données à référence spatiale élaborée lors de notre analyse.

IV.1. Utilité d'un SIG dans l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface d' du barrage K'sob

Un Système d'Information Géographique (SIG) est défini par Thériault (1996) comme étant « un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiales utilisé pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser, stimuler et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique ». Il s'agit donc d'un outil informatique qui stocke et gère des informations ayant une référence au territoire.

Si l'on considère un Système d'Information Géographique comme un moteur, il est essentiel pour qu'il fonctionne de l'alimenter avec un carburant. Dans l'univers des SIG, ce carburant ce sont les données.

Les données représentent les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

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

Dans notre cas nous avons eu des cartes sur papiers et des plans que nous avons transformés en formats numériques par géo référencement et par saisie.

Les sources d'informations (comme celles décrites précédemment) peuvent être d'origines très diverses. Il est donc nécessaire de les harmoniser afin de pouvoir les exploiter conjointement. Les SIG intègrent de nombreux outils permettant de manipuler toutes les données pour les rendre cohérentes et ne garder que celles qui sont essentielles au projet.

Ces manipulations peuvent, suivant les cas n'être que temporaires afin de se coordonner au moment de l'affichage ou bien être permanentes pour assurer alors une cohérence définitive des différentes sources de données.

Les fonctions les plus importantes des SIG sont :

- Archivage c'est-à-dire le stockage des données au moyen de la saisie de l'information sous forme numérique ;
- Analyse des données spatiales et thématiques qui fait des SIG un puissant outil d'aide à la décision ;

➤ Visualisation des résultats des analyses sous forme de cartes thématiques. Dans le domaine d'étude d'hydrologie de bassin-versant, les avantages fournis par les SIG sont nombreux. Tout d'abord, les SIG permettent une visualisation de la situation. Il est en effet plus aisé de se représenter la réalité en ayant un support visuel tel qu'une carte thématique. Avec le SIG, les utilisateurs peuvent par exemple :

- Voir sur les sous -bassins hydrographiques du Hodna et exactement le sous- bassin d'Oued K'sob ;
- Voir sur les paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux du surface (Eaux de barrage K'sob).

En fin, une fois les données intégrées au travers des différentes couches d'information, on peut effectuer une analyse spatiale rigoureuse et efficace, Des calques superposés les uns aux autres combinés à des données alphanumériques donnent des résultats d'analyse très efficaces. Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser des cartes et des graphes qui sont en effet de formidables outils de synthèse et de présentation de l'information.

Le SIG offrent à la cartographie moderne des 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 ; des images photographiques et toutes sortes d'élément multimédia.

Le système d'information devrait être un outil d'observation et d'aide à la décision pour leur développement futur. Il sera donc un outil évolutif qui permettra non seulement le stockage des données mais aussi une analyse de celles-ci.

Choix des données intégrées au système

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

- Coordonnées géographiques issues des travaux de géo référencement (Sous-bassin versant K'sob) ;
- Attributs des entités géographiques ;
- Carte topographique de Biskra, Echelle 1/500 000 ;
- Carte du réseau hydro bioclimatique et de la surveillance de la qualité des eaux ;
- Carte de réseau hydrographique de Bassin du Hodna ;
- Carte des ressources en eau dans l'Algérie du Nord ;
- Choix des attributs des entités géo graphiques pour l'étude de propriétés physico-chimiques et biologiques des eaux de barrage K'sob.

Ces derniers concernent :

- Données générales sur le sous-bassin versant K'sob ;
- Données sur les paramètres physico-chimiques et biologiques ;

- Données sur l'échantillonnage ;

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

La création de projet dans ArcGIS se fait par thème. Pour ce faire, il est essentiel d'utiliser un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) qui facilitera le stockage, l'organisation et la gestion des données. Ainsi, chaque thème sera accompagné d'un SGBD qui permettra de lier les données géographiques et celles tabulaires.

IV.2.1. Structuration des données

Après la définition des données à intégrer au système, il s'est agi 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

Une base de données (en anglais data base) est une "structure de données permettant de recevoir, de stocker et de fournir à la demande des données à de multiples utilisateurs indépendants" [1]. Les bases de données géographiques sont les outils opérationnels qui permettent d'organiser et de gérer l'information géographique sous forme numérique. Ce sont des ensembles structurés de fichiers décrivant les objets ou phénomènes localisés sur la Terre (avec leurs attributs et leurs relations nécessaires à la modélisation de l'espace géographique). Ces ensembles sont munis d'un système de gestion permettant de les tenir à jour, de les archiver et de les diffuser. Les bases de données constituent le socle sur lequel s'appuient les systèmes d'information géographique, qui 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).

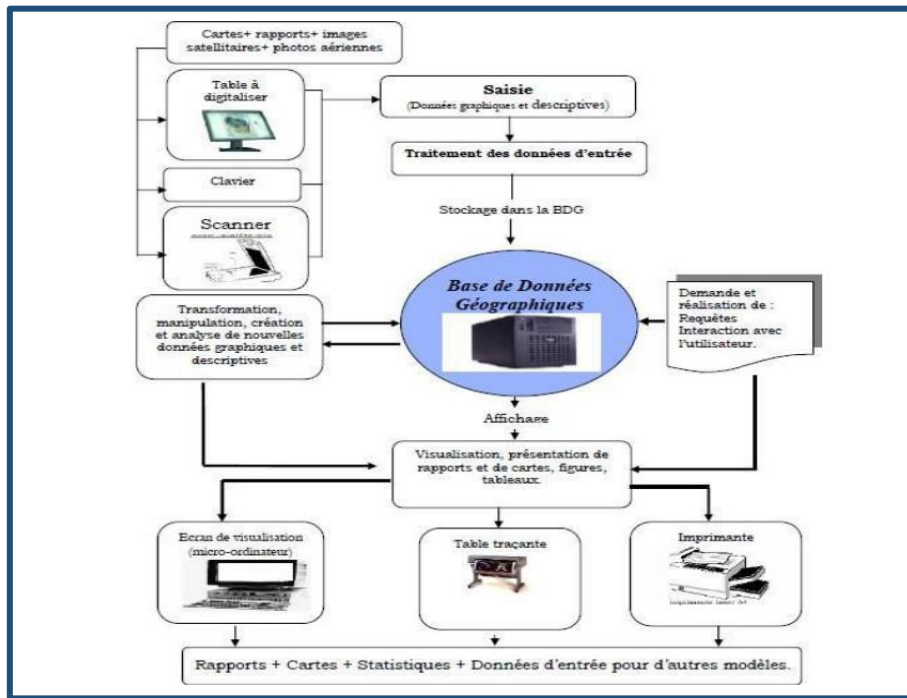


Fig.IV.01. Base de données géographiques BDG [42].

Le noyau du SIG- étude de la qualité des eaux est une base de données géographique intégrant un ensemble de couches thématiques (distribution et évaluation de l'eau... 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

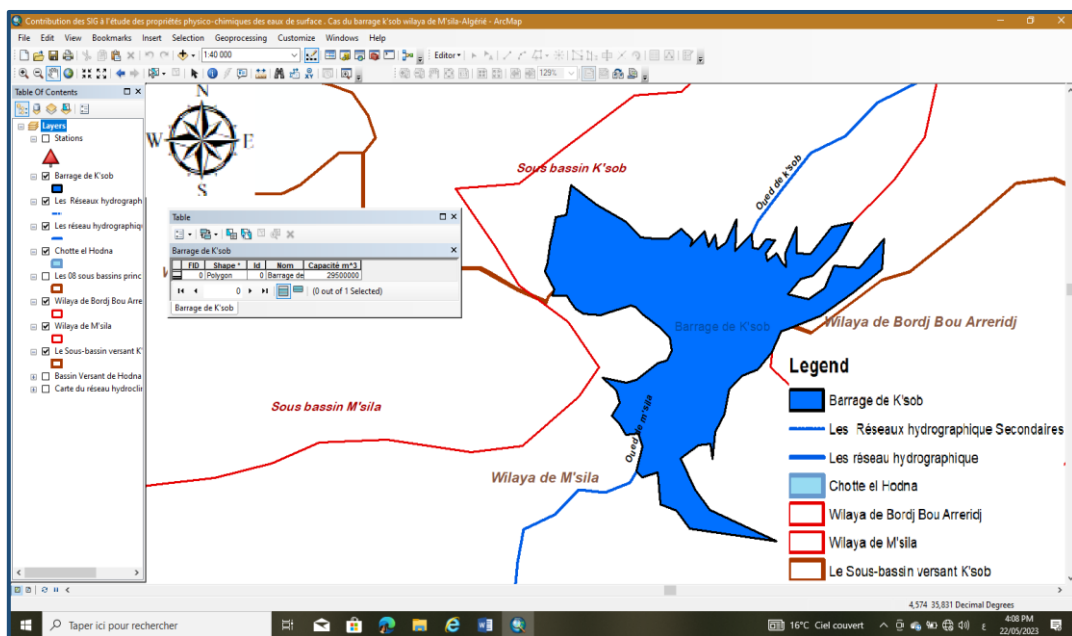


Fig.IV.02. MBDG – Présentation de Barrage deK'sob.

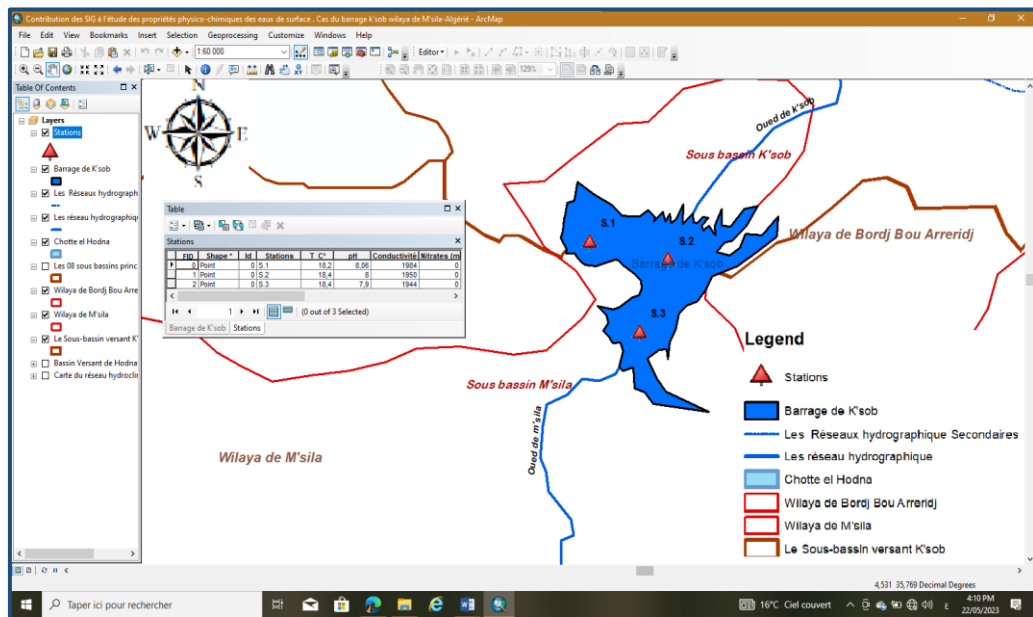


Fig.IV.03. MBDG – Distinction des station /sites /au niveau de Barrage de K'sob.

IV.2.1.2. L'implantation des données structurées dans un système informatique

Les données structurées en modèle d'une base de données des figures (IV.02) et (IV.03) ont été implantées dans un système informatique et les attributs des différentes entités (tables) ont été renseignés à l'aide des données collectées sur le terrain. La base de données créée a ensuite été testée afin de contrôler son fonctionnement. C'est ainsi que des requêtes en langage SQL (Structured Query Language) ont été créées dans le but d'analyser et d'exploiter les données.

Les SIG permettent des manipulations via des requêtes écrites en langage SQL, la base de données conçue doit être exploitable et compréhensible pour des personnes ne maîtrisant pas forcément le logiciel SIG. C'est pourquoi, il a été nécessaire de créer une interface graphique (formulaires) simple et conviviale aussi bien pour le démarrage d'une session, la saisie et la mise à jour des données et l'exploitation des données. Ainsi, les utilisateurs pourront utiliser cet outil sans même connaître le fonctionnement et le langage de SIG.

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

Dans cette partie, les coordonnées des entités géographiques (distribution et étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface de barrage K'sob). Prises sur le terrain lors de nos enquêtes ont été exportées du plan et à l'aide de calage des cartes à l'ordinateur pour être ensuite intégrées dans le SIG. En somme, trois (03) stations de prélèvement répartis comme suit ont été intégrés dans le SIG :

- 03 Points représentant les coordonnées des stations /sites/de prélèvement dans le Sous-bassin K'sob exact barrage K'sob ;
- 03 Points représentant les coordonnées des paramètres Organoleptiques des eaux de barrage K'sob ;

- 06 Points représentant les coordonnées des paramètres physico-chimiques des eaux de barrage K'sob ;
- 09 Points représentant les coordonnées des minéralisation Globale des eaux de barrage K'sob ;
- 04 Points représentant les coordonnées des paramètres de pollution et Indésirables des eaux de barrage K'sob.

Les coordonnées des entités géographiques(distribution et étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface de barrage K'sob). 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 10.8 (le logiciel de SIG utilisé). Pour ce faire, les tables de la base de données distribution et l'étude de la qualité physicochimique et biologique des eaux de barrage K'sob, etc. ayant une référence spatiale ont été converties en format d'BASE.

Ces fichiers d'BASE, 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 d'BASE) 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 l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux du barrage K'sob .Dans le chapitre suivant, nous verrons comment peut être exploité l'ensemble de ces données dans une approche de spatialisation d'étude des propriétés physico-chimiques des eaux du barrage K'sob.

Dans cette partie nous présentons les résultats des analyses physiques mesurées in situ et des éléments chimiques analysés au laboratoire de contrôle de la qualité des eaux de M'sila, les échantillons récoltés dans environ 03 stations dans le barrage K'sob.

IV.3. Paramètres Organoleptiques

Les paramètres organoleptiques correspondent à l'appréciation de la qualité de l'eau par les sens, essentiellement la vue, le goût et l'odorat. Ces paramètres sont importants pour le plaisir du consommateur mais peuvent également, dans certains cas, être en relation avec la qualité hygiénique du produit [62].

IV.3.1. Couleur mg/l platine

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité [64].

La figure V.01 représente la couleur dans les trois stations. On remarque que la couleur de ces stations est claire.

IV.3.2. Odeur à 25 °C Taux dilution

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme : [64]

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles ;
- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances.

Selon la figure V.01, on remarque que l'Odeur à 25°C dans les trois stations est bonne.

IV.3.3. Saveur à 25 °C Taux dilution

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs [64].

La figure V.01 montre que la saveur à 25°C dans les trois stations est bonne.

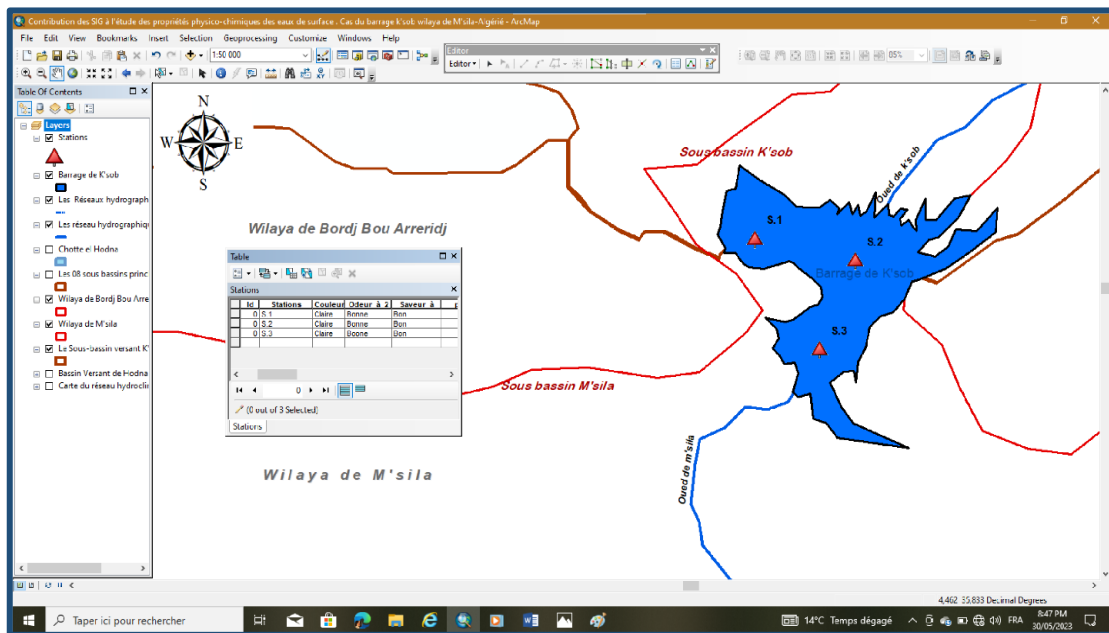


Fig.IV.04. Les résultats des paramètres organoleptiques des eaux des stations d'étude

IV.4. Paramètres Physico-Chimiques

IV.4.1. Potentiel d'hydrogène

Ce paramètre est en relation avec la concentration en ions hydrogène H^+ dans l'eau [60]. Plus simplement, il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elle peut être acides, basiques ou neutres, leur pH est liée à la nature des terrains traversés et varie généralement entre 7,2 - 7.6 [34].

On remarque dans la figure V.02 que les valeurs de pH dans les trois stations vont de 7.9 et 8.06 la valeur la plus élevée est enregistrée dans la station S1 a l'Ouest 8.06 et la valeur de pH la plus faible a été enregistrée à la station est 7.9. D'après la grille multi-usage on peut dire que le pH des eaux du barrage K'sob a de bonne qualité pour toutes les stations.

IV.4.2. Température °C

La température est un facteur physique essentiel dans les milieux aquatiques de surface et sous terre. Limite considérablement la distribution des organismes végétaux et les animaux et affectent directement l'activité physique des organismes vivants [49].

La figure V.02 montre les changements de température à trois stations déférentes du barrage K'sob. La température mesurée ne dépasse pas la norme 18 °C. La valeur la plus basse est notée dans la station S1(Ouest du barrage)18.2°C et plus on avance vers le centre ou on trouve S2 et vers l'Est S3 plus la température augmente jusqu'à 18.4°C .

Selon la Grille multi usages d'appréciation globale de la qualité des cours d'eau que la température du barrage K'sob varie de bonne qualité dans les trois stations.

IV.4.3. Turbidité NTU

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle est causée dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU [17].

On remarque dans la figure V.02 que les concentrations de la turbidité déferents et irrégulière dans les trois stations étudiées. La valeur la plus basse a été enregistrée dans la station 2 centre 9.98 , la valeur la plus élevée observée à station 1(Ouest du barrage) 19.8 et la station 3 l'Est a été enregistrée une valeur a estimée 10.04. la Turbidité est classée comme bonne.

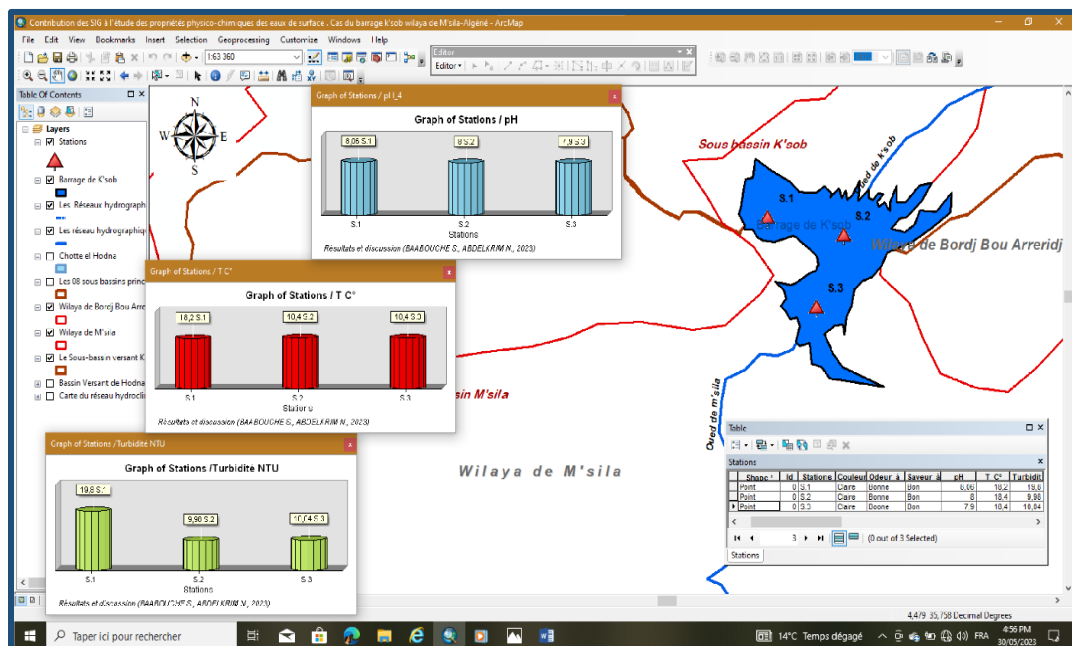


Fig.IV.05. Variations des potentiel d'hydrogène ; Temperature ; Turbidité des eaux des stations d'étude

IV.4.4. Conductivité à 25°C $\mu\text{S}/\text{cm}$

La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement la minéralisation de l'eau et d'en suivre l'évolution [68].

Le conducteur varie de 1944 à 1984 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et d'une station à l'autre où nous enregistrons la valeur la plus basse du conducteur dans la station 3 l'est est estimée à 1944 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la valeur la plus élevée du conducteur dans la station 1 (l'Ouest du barrage) est estimée à 1984 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tandis que la station 2 centre enregistre 1954 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A partir l'OMS, la qualité des eaux du barrage K'sob est bonne à très bonne dans presque toutes les stations parce qu'elles ont généralement des teneurs en conductivité électrique supérieur à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

IV.4.5. Résidu sec à 105°C mg/l

Le graphique représente les changements dans les résidus secs à trois stations différentes de barrage K'sob. Nos résultats montrent que les concentrations de résidu sec de l'eau mesurée varient

d'une station à une autre, la valeur la plus basse est enregistrée dans la station 1 (l'Ouest du barrage) estimée à 1390 mg/l et dans les autres stations S2 centre et S3 l'Est nous enregistrons 1405 mg/l et 1402 mg/l, respectivement.

D'après la grille multi-usage on remarque que l'eau du barrage K'sob a une qualité bonne dans toutes les stations.

IV.4.6. TDS mg/l

Selon la figure.V.03. Les valeurs du total de matière solide dissoutes varient entre 923 mg/l et 933 mg/l. La valeur maximale est observée dans la station 2 centre 933 mg/l et la valeur minimale est remarquée dans la station 1 Ouest 923 mg/l et valeur 929 mg/l notée dans la station 3 (l'Est du barrage).

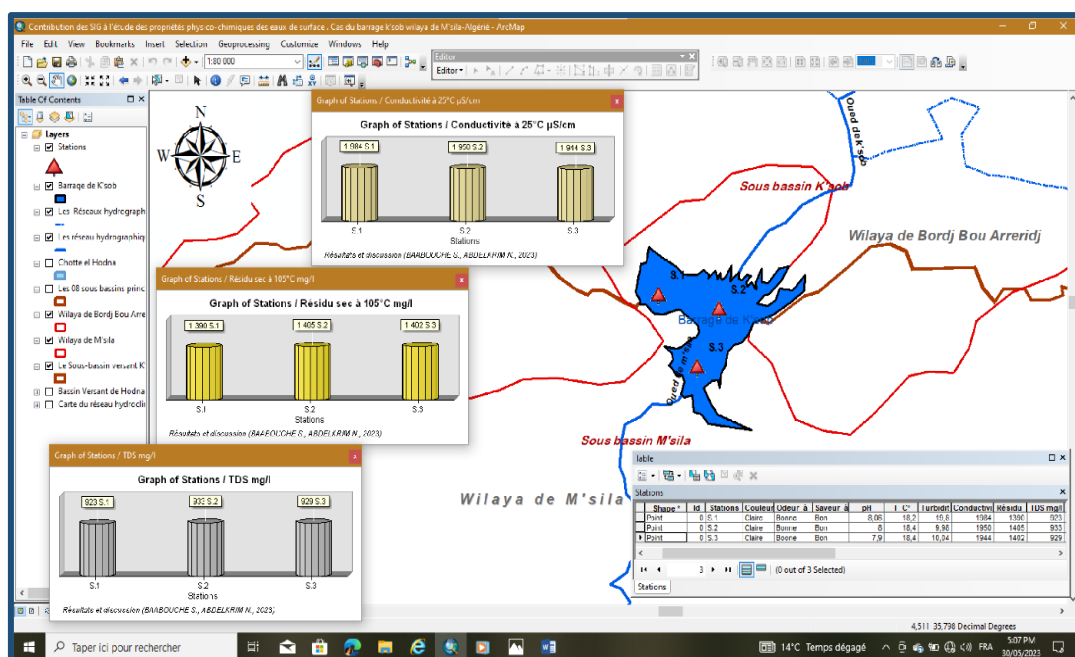


Fig.IV.06. Variations des Conductivité ; Résidu sec ; TDS des eaux des stations d'étude

IV.5. Minéralisation Globale

IV.5.1. Calcium (Ca²⁺) mg/l

Le calcium est un alcalino-terreux très répandu dans la nature, en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. Nos résultats montrent que les concentrations de calcium pour les sources étudiées ne dépassent pas la norme acceptée par l'Organisation Mondiale de la Santé 250 mg/l [49].

Le graphe présente les variations des concentrations du calcium à trois stations différentes. On remarque que la même valeur enregistrée dans S1 l'Ouest, S2 centre et S3 l'Est est estimée à 128 mg/l. D'après l'OMS, on constate que les stations ont une qualité moyenne.

IV.5.2. Magnésium (Mg^{+2}) mg/l

Selon la figure V.04. Les résultats d'analyse de magnésium dans les stations étudiées, les concentrations de magnésium étaient le même valeur 78 mg / l dans les trois stations.

D'après la grille multi – usage, on peut conclure que l'eaux du barrage K'sob à une moyenne qualité par rapport au teneur en magnésium.

IV.5.3. Potassium (K^{+}) mg/l

A partir de la figure V.04. Les valeurs de potassium varient entre 13.3 et 13.5, la faible valeur présentée dans les deux station S2 centre et S3 l'Est de nombre 13.3 mg/l et la valeur maximale enregistrée dans la station 1(l'Ouest du barrage) 13.5 mg/l.

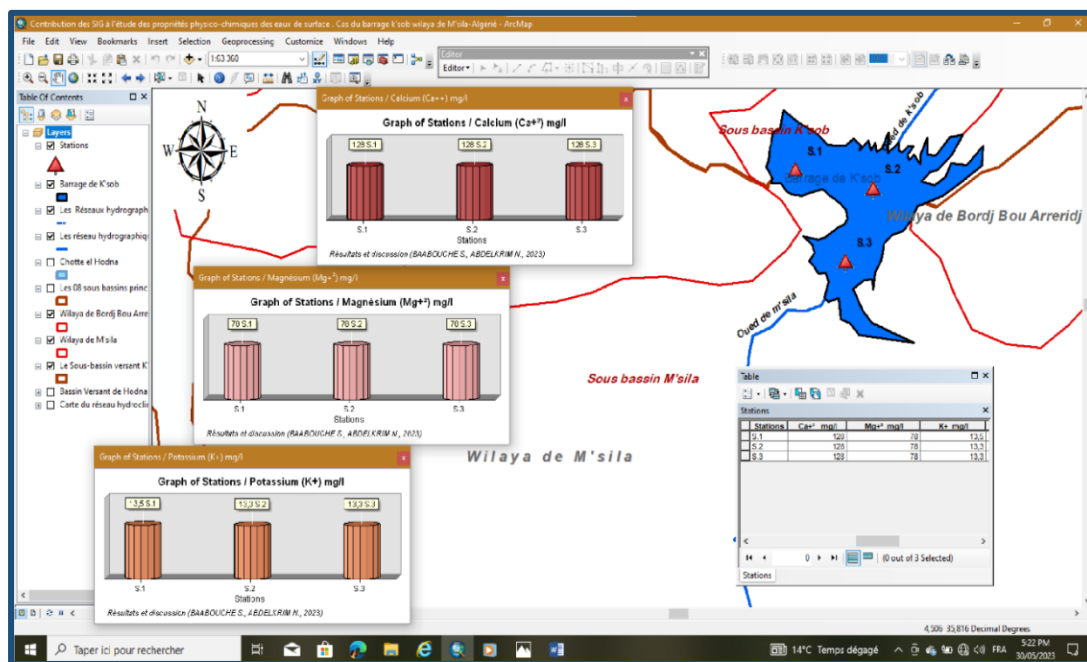


Fig.IV.07. Variations des Calcium ; Magnésium ; Potassium des eaux des stations d'étude

IV.5.4. Sodium (Na^{+}) mg/l

Selon le graphique ci-dessous les teneurs en Na^{+} entre une valeur minimale 103mg/l dans la station 3 l'Est et valeur maximale 113 mg/l dans la station 1(l'Ouest du barrage). On constate que le résultat intersectionnel est enregistrée dans la station 2 centre avec une valeur est estimée à 110 mg/l.

Selon le Tableau 01, on remarque que l'eaux du barrage K'sob est généralement de qualité moyenne pour ce paramètre.

IV.5.5. Chlorures (Cl^{-}) mg/l

Les chlorures peuvent avoir des effets toxiques aigus et une toxicité chronique à de plus faibles concentrations sur les organismes aquatiques. Certaines concentrations plus faibles encore peuvent avoir un effet sur la structure des populations et des communautés d'algues notamment [69].

Le graphique représente les variations des teneurs en chlorures des eaux à trois stations différentes du barrage K'sob. La forte valeur est enregistrée dans la station 2 centre 319 mg/l tandis que les deux stations l'Est et l'Ouest du barrage ont enregistrées la même valeur 248 mg/l.

A partir le Tableau 01, on constate que l'eaux du barrage K'sob à une qualité moyenne pour ce paramètre.

IV.5.6. Bicarbonate (HCO₃) mg/l

Dans notre analyse, nous remarquons que toutes les stations du barrage K'sob ne dépassent pas la norme 366 mg/l enregistrée dans la station 1(l'Ouest du barrage) , la valeur minimale a été enregistrée dans les stations S2 centre S3 l'Est avec une valeur estimée à 305 mg/l.

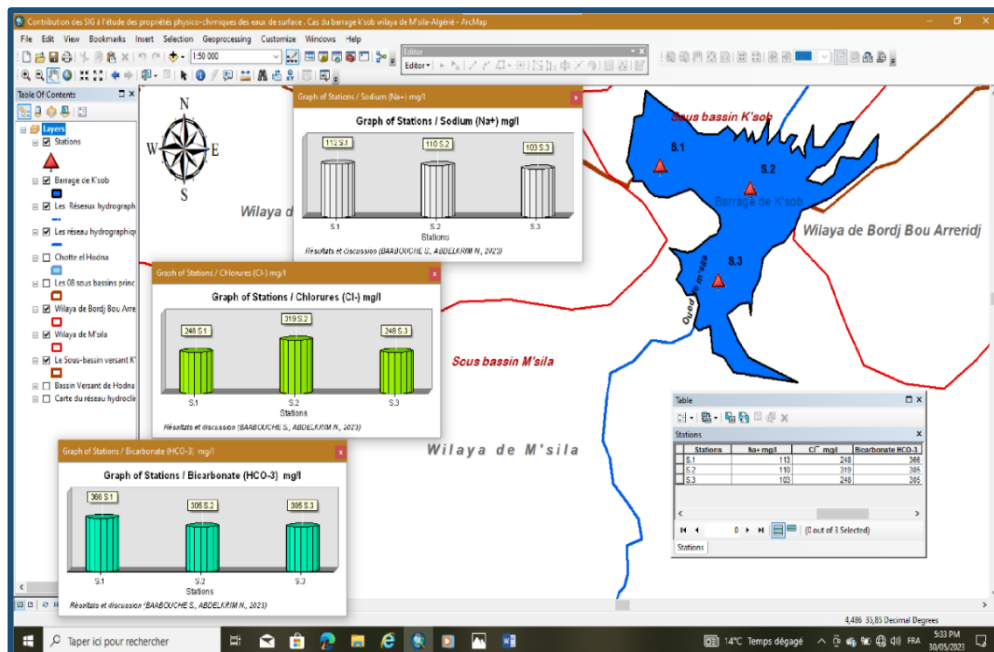


Fig.IV.08. Variations des Sodium ; Chlorures ; Bicarbonate des eaux des stations d'étude

IV.5.7. Titre Alcalimétrique Complet (TAC) mg/l

La figure V.06 représente les variations de titre alcalimétrique complet des échantillons d'eau étudiée. Ces résultats ont donne des normes fixées 250 mg/l dans les stations S2 et S3 tandis que la valeur maximale 300 mg/l est enregistrée dans la station 1.

IV.5.8. Sulfates (SO₄²⁻) mg/l

La figure V.06 représente les valeurs de Sulfates. On note que toutes les stations de barrage K'sob S1 l'Ouest et S2 centre et S3 l'Est, ont des même concentrations et ne dépassent pas la norme 600 mg/l .

D'après le Tableau 01 , on observe pour toutes les stations ont une très mauvaise qualité.

IV.5.9. Dureté total (TH) mg/l

Nous remarquons de notre analyse des échantillons il s'avère que les trois stations S1 l'Ouest et S2 centre et S3 l'Est du barrage ont des mêmes concentrations de valeur estimée 640 mg/l .

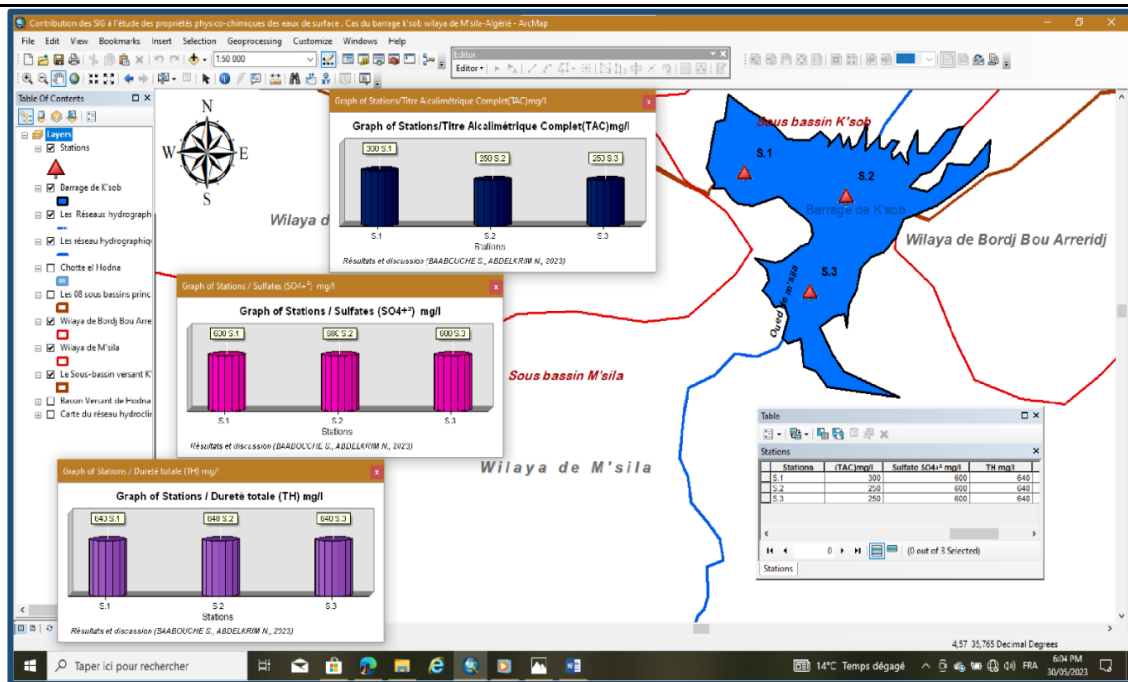


Fig.IV.09. Variations des Titre Alcalimétrique Complet ; Sulfates; Dureté totale des eaux des stations d'étude

IV.6. Paramètres de pollution et Indésirables

IV.6.1. Nitrites (NO₂⁻) mg/l

À partir des analyses des eaux des échantillons prélevés des stations étudiés montrent que la valeur maximale est enregistrée dans la station 3 l'Est du barrage 0,019 mg/l et la basse valeur notée dans le centre 0,017 mg /l, avec une valeur moyenne dans S1(l'Ouest du barrage) 0,017 mg/l.

Selon la grille multi – usage, on remarque que les stations varient entre bonne à très bonne.

IV.6.2. Ammonium (NH₄⁺) mg/l

Le graphique représente les changements d'Ammonium (NH₄⁺) à trois stations différentes où nous enregistrons des concentrations très faibles allant de 0.1 et 0.6 mg/l. La valeur minimale observé dans la station S1 0.1 mg/l et une valeur moyenne 0.5mg/l est enregistrée dans la station S3, et la valeur maximale 0.6 mg/l est enregistrée dans la station S2.

A partir de la grille multi usage, on remarque que l'eaux de barrage K'sob à une qualité très bonne.

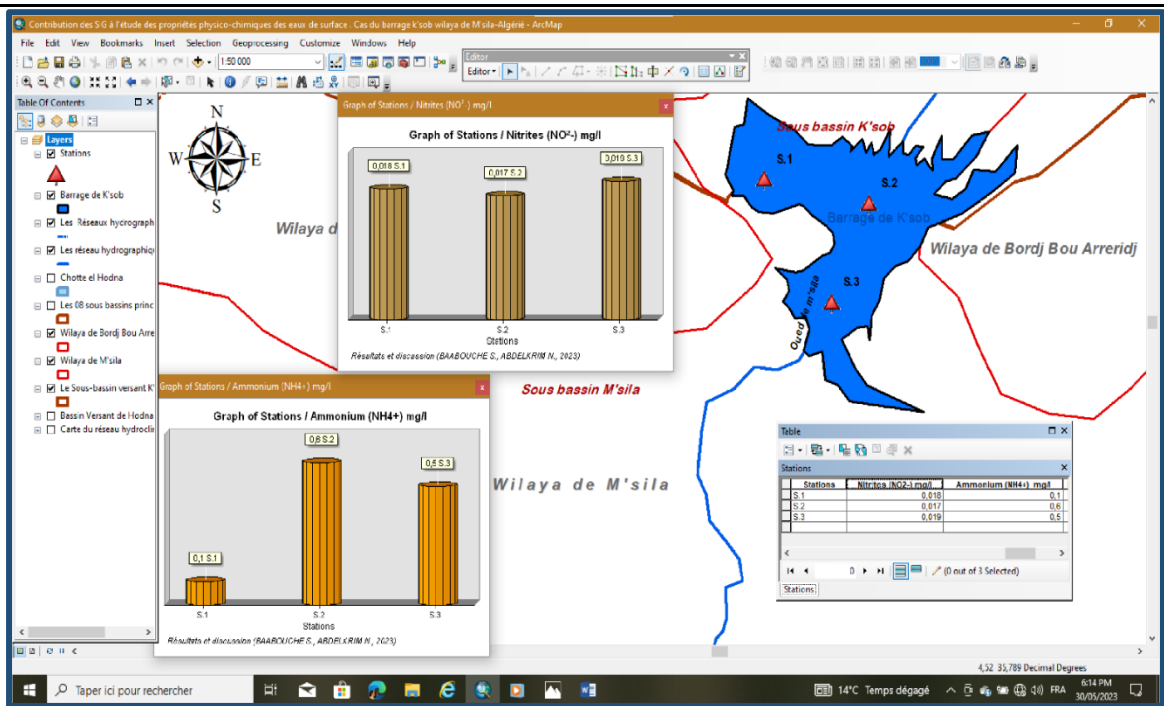


Fig.IV.10. Variations des Nitrites et Ammonium des eaux des stations d'étude

IV.6.3. Phosphore (P) mg/l

Le graphique représente les changements de Phosphore à trois stations différentes de barrage K'sob où nous notons que les concentrations sont irrégulières dans toutes les stations étudiées. La valeur la plus élevée est observée dans la station 1 l'Ouest est estimée à 0.34mg/l, et la valeur la plus basse à la station 3 l'est est estimée à 0.12 mg/l et une valeur 0.14 mg/l enregistrée dans la station 2 centre.

IV.6.4. Fer (Fe⁺²) mg/l

Les résultats du graphe montrent que le fer autour d'une valeur maximale de 0.33 dans la station 1 et une valeur moyenne enregistrée dans les deux stations 2 et 3 estimée à 0.14 mg/l et 1.15 mg/l, respectivement.

Selon les normes obtenues dans le Tableau 01, on remarque que l'eaux du barrage K'sob à une mauvaise qualité.

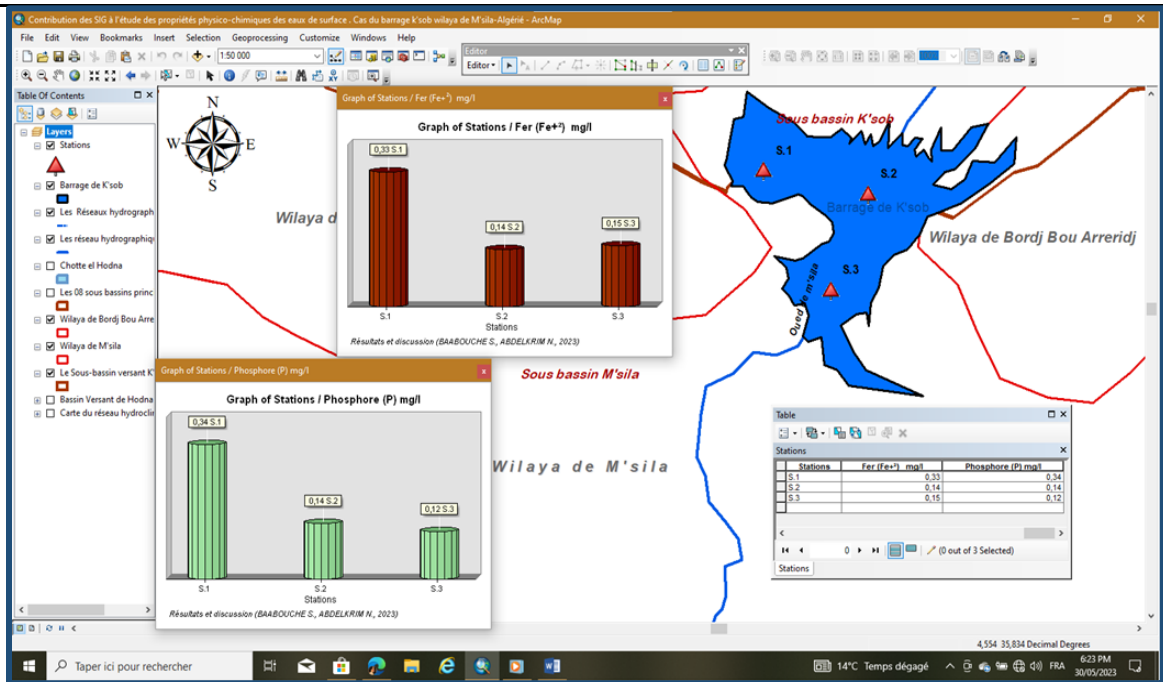


Fig.IV.11. Variations des Phosphore; Fer des eaux des stations d'étude

Paramètres	Qualité	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Physico-chimiques					
pH		6.5-8.5	6.5-8.5	>6, <9,	>5, <9
T°C		25	25-30	30-35	>35
Minéralisation		300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca ²⁺ mg/l		40-100	100-200	200-300	>300
Mg ²⁺ mg/l		30	30-100	100-150	>150
Na ²⁺ mg/l		10-100	100-200	200-500	>500
Chlorure mg/l		10-150	150-300	300-500	>500
Sulfates mg/l		50-200	200-300	300-400	>400
Organiques :					
O2dissous%		>100	100-50	50-30	>30
DBO5 mg/l		5	5-10	10-15	>15
DCO mg/l		20	20-40	40-50	>50
Matières organiques		5	5-10	10-15	>15
Composés azotés					
Ammonium mg/l		0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrites mg/l		0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrates mg/l		0-10	10-20	20-40	>40
Composés phosphorés					
Phosphates mg/l		0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Eléments toxiques et indésirable					
Fe mg/l		0-0.5	05-1	1-2	>2
Mn mg/l		0-0.1	0.1-0.3	0.3-1	>1
Mn mg/l		0	0-0.05	0.05-0.5	>1
Cr mg/l		0-0.02	0.02-0.05	0.05-1	>0.5
Cu mg/l		0	0-0.5	0.5-1	>1
Zn mg/l		0	0	0-0.01	>1
Cd mg/l		0	0	0-0.05	>0.01
Pb mg/l		0	0-0.8	0.8-1.5	>0.05
F ⁻ mg/l		0	0	0-0.02	>1.5
CN ⁻ mg/l		0.001-0.002			

Tableau. IV.01 : Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie (Belalia, 2006).

Conclusion

Notre travail porte sur une Contribution des SIG à l'étude des propriétés physico-chimiques des eaux de surface. Cas du barrage K'sob dans le but de connaître, d'évaluer et d'analyser les paramètres de l'eau à l'aide de SIG.

Tout au long des chapitres de ce travail, nous avons défini la situation géographique, climatiques et géologiques et des analyses physico-chimiques réalisée des eaux de barrage K'sob, pour développement des cartes thématique. L'interprétation des graphes résultant de l'application d'Arc Gis 10.8.

A travers les résultats obtenus à partir de l'analyse des échantillons on considère des propriétés physico-chimiques des eaux de barrage K'sob :

D'après la grille multi-usage et l'OMS, On remarque que :

- Le pH de barrage K'sob (varie entre 7,9 – 8.06) à une qualité bonne pour toutes les stations ;
- La température de barrage K'sob (ne dépasse pas la norme 18 °C) à très bonne qualité ;
- Concernant la conductivité de barrage K'sob (varie de 1944 à 1984 $\mu\text{S}/\text{cm}$) à une qualité mauvaise dans les trois stations ;
- Les valeurs des autres paramètres physico-chimiques (Sulfates, Résidu sec, Calcium et Magnésium). Si l'on compare avec la grille multi-usage, l'eaux de barrage K'sob ont d'une bonne a moyenne qualité.

La qualité des eaux de Barrage K'sob est jugée moyenne à bonne pour l'aquaculture et l'abreuvement, très bonne pour l'irrigation.

Actuellement, le programme de systèmes d'information géographique joue un rôle essentiel dans ce travail. Les résultats attendus de ce système sont d'une part une offre de fonctionnalités standards de consultation, de mise à jour et d'édition des données attributaires et géographiques. Il nous a permis aussi de recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer, et présenter les données spatiales et géographiques et aussi favoriser les prises de décision intelligente dans la découverte des lieux de pollution.

L'exploitation du SIG a permis une meilleure caractérisation de la qualité des eaux a partir de l'analyse spatiale des différents paramètres.

Le barrage K'sob est considéré comme l'une des ressources en eau importantes dans la wilaya de M'sila, car il dépend fortement de l'irrigation des terres agricoles, et donc le maintien de cette source est très nécessaire.

Références

- [1] **AFNOR-ISO., (1989).** Association Française Normalisation dictionnaire de l'informatique.
- [2] Agence Nationale des Barrages et Transfert (ANBT) **BARRAGE DE K'SOB.**
- [3] **AHMED M., BENNAOUI S., REGUIG S., (2022).** Mémoire de fin d'études. Contribution de SIG à l'étude de la qualité physicochimique et biologique des eaux d'Oued Boussaâda, Université Mohamed BOUDIAF, M'sila, 92p.
- [4] **ALDOSA N., LE BIHAN M., MONIN M., (2003).** Information communication, organisation. Bréal Rosny. 2ème édition. 159p.
- [5] **ALLEN J., CHOATE J., MCKIM M., (1994).** Livre. Surveillance de qualité des eaux de surface. Guide à l'intention de citoyens. Des étudiants et des communautés du Canada atlantique. 107p.
- [6] **AMEUR N., SAIDI S., (2020).** Mémoire de fin d'étude. Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques morphométriques d'un sous - bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux. (Sous - bassin versant d'Oued Bou saâda - Algérie), Université Mohamed BOUDIAF, M'sila, 93p.
- [7] **AMINOT A., CHAUSSEPIED M., (1983).** Manuels D'analyses Chimiques En Milieu Marin. 993p.
- [8] **AROUA A., (1994).** L'homme et son milieu. Edition société national. Alger. 73p.
- [9] **AROUCHE L., TOUIL T., (2018).** Contribution à l'Etude de la Performance de la Station d'Épuration (STEP) de Souk El Tenine Bejaia.
- [10] **ASANO T., (1998).** Livre. Wastewater reclamation and reuse. Water Quality Management Library. Hard Book Ed CRC Press. 1475p.
- [11] **ATIK NF Z., DJARALLAH S., (2017).** Mémoire de fin d'étude. Contribution d'un SIG à la gestion des ressources en eaux souterraines: Cas de la vallée de Oued Souf,. 62p.
- [12] **BASSAND M., (2000).** Livre. Métropolisation, crise écologique et développement durable : l'eau et l'habitat. Vietnam. 299p.
- [13] **BAUMONT SI., CAMARD J-Ph., LEFRANC A., FRANCONIE A., (2004).** Réutilisation des eaux usées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. France. 220p.
- [14] **BENGARNIA B., (2016).** Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'oued Es-Saoura cas de Béni- Abbès, Ougarta et Zeghamra. Thèse de Doctorat en Biologie, Option: Microbiologie Fondamentale et Appliquée, Université d'Oran 1 ABB. Algérie.
- [15] **BENNENI H., BOUARISSA B., (2020).** Mémoire de fin d'études. Épuration des eaux usées, analyse et synthèse des données scientifiques. Cas de station d'épuration des eaux de la wilaya de

Bordj Bou Arreridj : Prospection, évaluation du rendement épuratif. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A. 80p.

- [16] **BIGAND M., CAMUS H., BOUREY J., CORBEEL D., (2006).** conception des systemes d'information ,modélisation des données ,études de cas .technip. 3p.
- [17] **BOEGLIN J C. (1992)** .Chimie des eaux 2 eme édition. Les éditions de griffond d'argile p736.
- [18] **BORD J-P., BADUEL P-R., (2004).** Livre. Les cartes De La Connaissance. Université Montpellier-CNRS. Paris. 694p.
- [19] **BOUKLI H Ch., RABAH F A. (2016).** Polycopié intitulé : SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE COURS ET TRAVAUX PRATIQUES. 79p.
- [20] **BOURAHLA L.,** Impact du changement climatique sur le régime hydrologique du bassin versant de l'Oued Ksob. De Mohamed Boudiaf-M'sila 96p
- [21] **BOUZIANI M., (2000).** Livre. L'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun. Oran. 247p.
- [22] **BRESSO Mercedes., HAURIE Alain., (1996),** Livre. Gestion De L'environnement Et L'entreprise, Presse Polytechnique Et Universitaire Romandes, Suisse, 280p.
- [23] **BROCARD M., MALLAT P., LEVEQUE L., BESSIETON C., (1996)** . Atlas de l'estuaire de la seine. Publication de l'université de Rouen et havre. 144p.
- [24] **CHARIF CH., (2019).** Mémoire de fin d'études. L'importance écologique du Barrage K'sob pour l'hivernage des oiseaux d'eau : cas des laro-limicoles. 58p.
- [25] **CHARIF N., MOKHTARI S., LAMARA M., (2022).** Mémoire de fin d'études. SIG pour l'analyse hydrologique des eaux superficielles dans un bassin versant du Hodna. (Sous - bassin versant d'Oued Soubella-Algérie). 103p.
- [26] **CHELLÉ F., DELLALE M., DEWACHTER M., MAPAKOU F., VERMEY L. (2005).** L'épuration des eaux : pourquoi et comment épurer Office international de l'eau.
- [27] **COLLET C., (1992).** Livre. Système D'information Géographique En Mode Image, Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes (PPUR), Suisse, 186p.
- [28] **DIDIER G., (1995).** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire, Paris, France, Techniques & Documentation – Lavoisier. 220p.
- [29] **FABY J.A., BRISSAUD F., (1997).** L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau. 76p.
- [30] **Fali N., Mimoune H., (2017).** Aperçu la perturbation écologique de l'Oued K'sob à l'aide système d'information géographique de Bassin-versant K'sob - Algérie.
- [31] **FAURIE C., FERRA Ch., MÉDORI P., DÉVAUX J., (2012).** Livre. Ecologie : Approche scientifique et pratique. (T. & D. Lavoisier,6^{ème} Éd.). 467p.

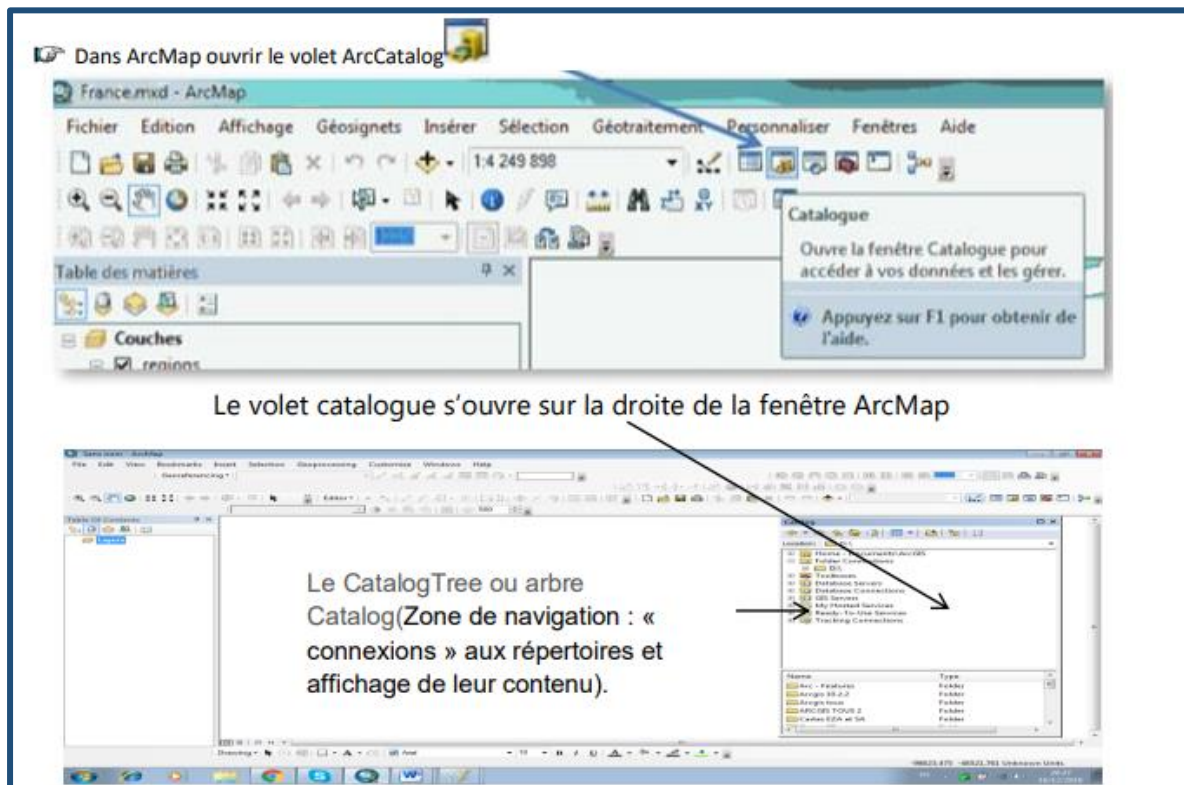
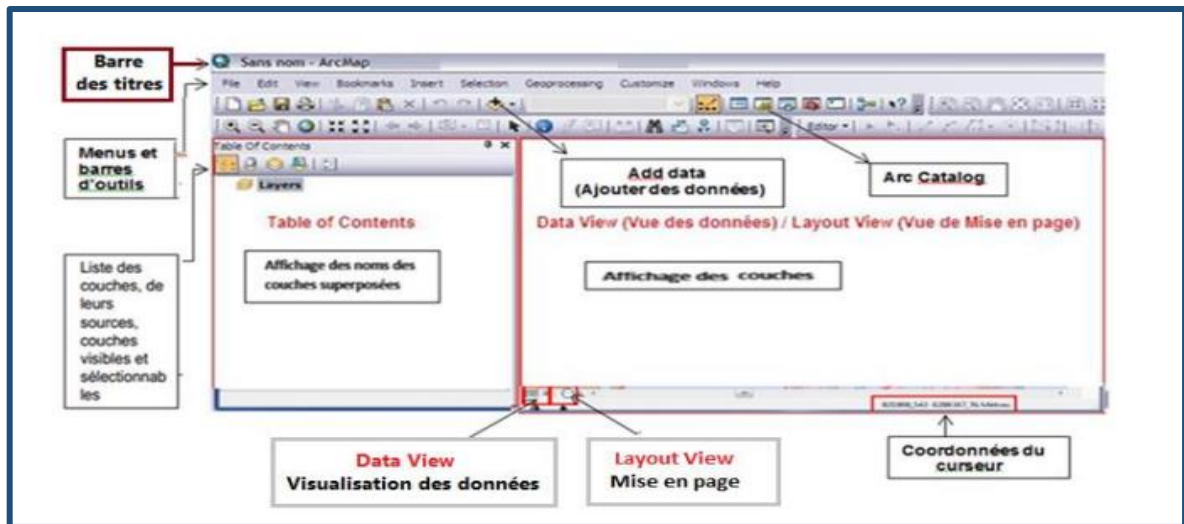
- [32] **FESTY B., HARTEMANN Ph., LEDRANS M., LEVELLOIS P., PAYMENT P., TRICARD D., (2003)**. Qualité de l'eau: Environnement et santé publique - Fondem. pollution du milieu marin.
- [33] **GALAF F., GHANNA M.S., (2003)**. « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Web sur la.
- [34] **Geujons., (1995), Haoussa, N. 2013**. Etude de la qualité des eaux eau d'oued Biskra Eau de Droh. Mémoire de master .Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider –Biskra : Faculté des sciences et de technologie, 25 p.
- [35] **Gharbi N., Gharbi I., (2019)**. Etude physico-chimique par boue activée et par électrocoagulation Application aux eaux usées de Guelma. 8 Mai 1945 Guelma. 96p.
- [36] **GRINE R., (2009)**. Mémoire de fin d'études. Les perspectives hydrogéologiques de la cuvette hodnénne. Université de Houari Boumediene.156p.
- [37] **GUÉGAN J-F., CHOISY M., (2009)**. Livre. Introduction à L'épidémiologie Intégrative des Maladies Infectieuses Et Parasitaires : Cours, De Boeck Université, France, 930p.
- [38] **GUERZOUF., (2009)**. Etude de la potabilité des eaux souterraines de la région de Djelfa (Aspect physico-chimique). Mémoire de fin d'études. Biologie. 56p.
- [39] **Guy M., (1979)**. Le problème de l'azote dans les eaux. (ED Technic Technique). Paris. 279p.
- [40] **Hadef B. (2015)**. L'effet des sels minéraux sur l'élimination du phénol par coagulation floculation., Mohamed Khider
- [41] **HEBERT S., LEGRE S., (2000)**. Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement Gouvernement du Québec, 5p.
- [42] **IDER K., (2004)**. Modélisation hydrodynamique d'un cours d'eau, Application à l'Oued Soummam. Mémoire de Magister. ENP, Alger. 124p.
- [43] **KADI A., (1997)**. La gestion de l'eau en Algérie. Hydrological Sciences Journal
- [44] **KOUBA Y., (2018), (KONECNY., 2003)**. L'administration et le contrôle de l'environnement naturel et aux applications socio- économiques.
- [45] **KOUBA Yacine., (2018)**. Cours de Master. Système D'information Géographique, Université Larbi BEN M'HIDI, Om El Baouaghi (O.E.B), Algérie, 105p.
- [46] **LADJEL F., (2006)**. Mémoire de fin d'études. Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre De formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.
- [47] **LE GARFF A., (1975)**. Livre. Dictionnaire De L'informatique, Les Grandes dictionnaires, Presses Universitaires De France, Paris, 584p.
- [48] **LEGROS J-P., (1996)**. Cartographies des sols, de l'analyse spatiale à la gestion des territoires, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Suisse, 370p.

- [49] **LITIM L I., HAMADOU L R., (2022).** Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master. Etude de la qualité physico-chimique et biologique (Amphipode) de quelques oueds de la région Nord-est de l'Algérie (Khenchela et Batna). 73p.
- [50] **MABROUKI Kh., SAOUDI H., (2020).** Mémoire de fin d'études. Utilisation du SIG pour étudier La perturbation écologique De L'Oued K'sOb bassin versant De K'sOb - Algérie, Université Mohamed BOUDIAF, M'sila, 126p.
- [51] **MAKHZOUM Y., MAHDID B., (2019).** Mémoire de fin d'études. Hydrologie Du Bassin Du Hodna : Construction D'une Base De Données A L'aide D'un SIG, Université Mohamed BOUDIAF, M'sila, 115p.
- [52] **MAYET J., (1994).** La pratique de l'eau. Traitements aux points d'utilisation. le Moniteur. 2ème Edition. 382p.
- [53] **MEBARKI A., (2005).** Thèse de doctorat. Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressource en eau, Aménagement et environnement. Université Mentouri de Constantine. 360p.
- [54] **MIQUEL G., 2003.** La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, Tome I, 198 p
- [55] **MOUILAH C., (2013).** Mémoire de fin d'études. Les méta-heuristiques et le système d'information géographique (SIG). Université Mohamed BOUDIAF, M'sila, 116p.
- [56] **NOTTET A., (2002).** Mémoire De Maîtrise. Analyse Et Croisement Cartographique De La Base De Données BASIAS Et BRGM Des Bases De Données De L'IGN, Université Paris XII-Est Créteil du Val De Marne(UPEC), Paris, 60p.
- [57] **NOVA N., (2009).** Livre. Les Médias GéoLocalisés, Comprendre Les Nouveaux Espaces Numériques, Geneva Université des Arts est Design, Suisse, 256p.
- [58] **PROVENCHER L., DUBOIS J-M., (2007).** Livre. Précis De Télédétection Méthode de Photo-interprétation Et De L'interprétation D'image, Presses de l'Université du Québec, Canada, 485p.
- [59] **REJESK F ., (2005).** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques » ; Centre Régional de Documentaires Techniques Pédagogique d'Aquitaine, Bordeaux. 144p
- [60] **Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. SCERENCRDP Aquitaine. Biologie technique-environnement. Bordeaux. 360p.
- [61] **REMINE W., REMINE B., (2003).** La sédimentation dans les barrages de l'Afrique du nord. 115p.
- [62] **REZAK H Y.,** Analyse physique-chimique des eaux destinées à la consommation humaine Analyse des paramètres organoleptiques.,P6.
- [63] **ROCHE S., (2000).** Livre. Les Enjeux Sociaux Des Systèmes D'information Géographique : Les cas de la France et du Québec, Université Laval, Paris, 160p.
- [64] **Rodier J., (2005).** L'analyse de l'eau eaux naturelles eaux résiduaires eaux de mer .9ème édition du nod Paris. 66p.

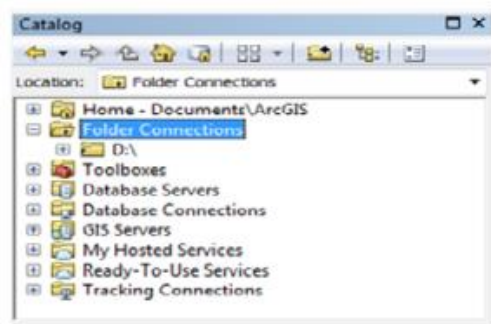
- [65] **RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J., CHAMBON P., (1996).** L'analyse de l'eau :Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édition. DUNOD. Paris
- [66] **RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., et COLL., (2009).** Livre. L'analyse de l'eau(9ème édition) : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de mer. Dunod., France. 1600p.
- [67] **SAADI N., (2016).** Mémoire de fin d'études. Etude de l'envasement du barrage K'SOB (Wilaya de M'silla). Université Mohamed BOUDIAF, M'sila, 52p.
- [68] **SALGÉ F., DENÈGRE J., (2004).** Livre numérique. Les Systèmes D'information Géographique, Presses Universitaires de France, 2eme Ed, Paris, 128p.
- [69] **Samake H., (2002).**,Thèse analyse physicochimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001.
- [70] **Santé Canada.(2001).** Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), Liste des substances d'intérêt prioritaire, Rapport d'évaluation, Sels de voirie. 188 p.
- [71] **STELLMAN J M., (2000).** Livre. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail,. International Labour Organization, 2. 4838p.
- [72] **TARMOUL F., (2007).** Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel cas de la lagune de béni-messous . 120p.
- [73] **TATAR H., (1985).** Les Milieux et l'Occupation du Sol dans le Bassin Versant du K'sob, Thèse Doc., 3e cycle, Université de CAEN, 106 p.
- [74] **TOUATI L., (2021).** Cours de pollution des eaux. Niveau Master 1 Écologie Fondamentale & Appliquée. Université Mentouri de Constantine. 31p.
- [75] **VAN HAASTEREN J.A., VAN DEN BERG R., (1993).** Livre. Pesticides sanitaire du consommateur. Europe. 57p.
- [76] **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.152p.
- [77] **ZOUACHE T., (2007).**Une application de la méthode d'analyse corrélatrice et spectrale cas d'étude -LE BASSIN VERSSANT DE EL K'SOB – thèse .
- [78] **ZWAENPOEL., (2000).**, Agriculture de précision: avancées de la recherche technologique et industrielle ; Educagri Dijon., 58-59p.

Web Sites

- W.S1 [Les types de pollutions de l'eau - Persée \(persee.fr\)](https://www.persee.fr/)
- W.S2 Barrage — Wikipédia <https://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage>
- W.S3 <https://www.15https://www.eaufrance.fr/les-eaux-souterraines.projetecolo.com/pollution-de-l-eau-les-polluants-naturels-de-l-eau-432.html#:~:text=Lorsque%20les%20cendres%20tombent%20dans,peut%20ê>
- W.S4 <https://www.senat.fr/rap/102-215-2/102-215>



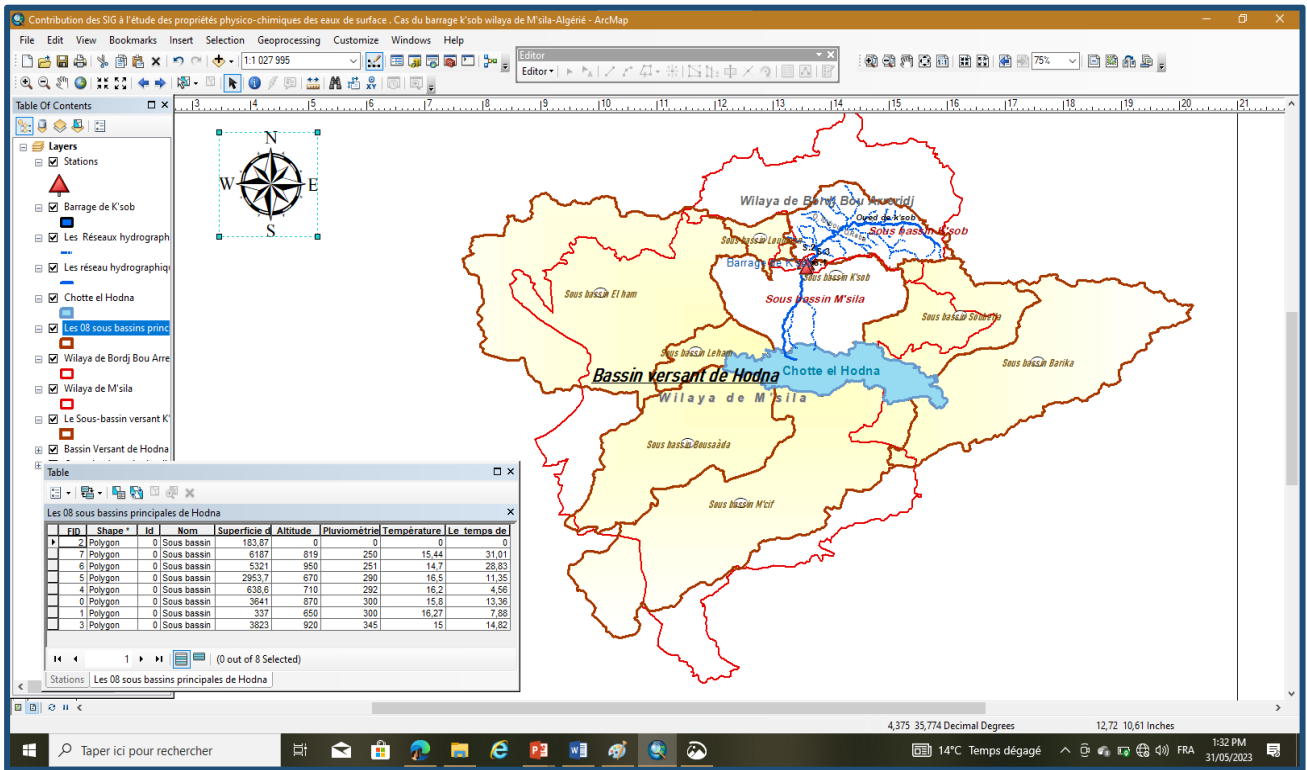
L'interface permet d'employer des méthodes graphiques ou textuelles pour passer en revue, contrôler ou modifier l'ensemble des données.



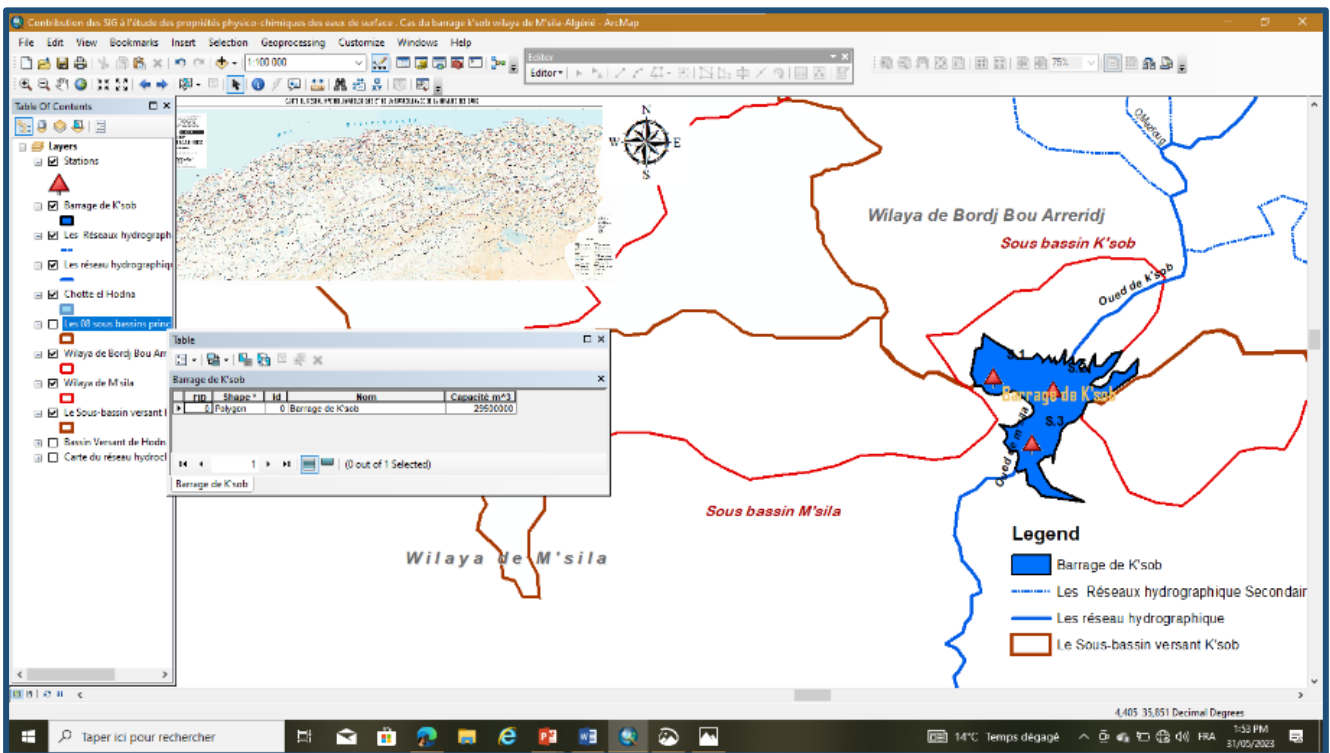
Accueil = Le dossier du projet ouvert
Dossiers sur les disques

Boîtes à outils ArcToolBox

Connexions à des serveurs réseaux (basee)



Modèle d'une Base de Données Géographiques MBDG



Modèle d'une Base de Données Géographiques MBDG (Barrage K'sob).

Zone : Djelfa

Unité : M'sila

Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Eaux



BULLETIN D'ANALYSES

Date de prélèvement : 14/05/2023

Nature de l'échantillon : Eau Brute Prélèvement effectué par : //

Lieu de prélèvement : Eau de Barrage S₀₁ « El Ksoub » Date d'analyse : 15/05/2023

Commune : M'sila

Analyse effectuée par : Laboratoire

Paramètres Organoleptiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Minéralisation Globale	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Couleur	mg/l platine	Clair	15	Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l	128	200
Odeur à 25 °C	Taux dilution	Bonne	04	Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l	78	--
Saveur à 25 °C	Taux dilution	Bon	04	Dureté totale (TH)	mg/l CaCO ₃	640	500
Chlore résiduel libre	mg/l	00	>0.1	Sodium (Na ⁺)	mg/l	/	200
Paramètres Physico-Chimiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Potassium (K ⁺)	mg/l	/	12
Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.38	≥ 6.5 et ≤ 9	Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	248	500
Conductivité à 25°C	uS/cm	1835	2800	Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	600	400
Température	°C	19.8	25	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	/	50
Turbidité	NTU	19.8	5	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	366	--
Oxygène dissous	mg/l	/	--	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l CaCO ₃	300	--
T D S	mg/l	923	--				
Résidu sec à 105°C	mg/l	1390	--				
Paramètres de pollution	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Paramètres Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	< 0.02	0.5	Fer	mg/l	< 0.2	0.3
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	< 0.02	0.2	Manganese	mg/l	/	0.05
Phosphore (P)	mg/l	< 0.1	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètres Bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Paramètres ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Coliformes totaux	/	/	/	Fluorures (F ⁻)	mg/l	/	1.5
Escherichia Coli	n/100ml	/	00	Cyanures (CN ⁻)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	/	00	Bromures (Br ⁻)	mg/l	/	--
Bactéries sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	mg/l	/	--
Observation							

N.A : Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96.

E.T : Eau Traitée. Visa du Chef Laboratoire

Siège Laboratoire : Zone Industriel M'sila
 Tél : 035.36.50.39
 Fax : 035.36.50.39
 Site web: www.adp.dz
 Mail: labozademsila28@yahoo.com

Zone : Djelfa
Unité : M'sila

Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Eaux



BULLETIN D'ANALYSES

Nature de l'échantillon : Eau Brute
Lieu de prélèvement : Eau de Barrage S₂ « El Ksoub »
Commune : M'sila

Date de prélèvement : 14/05/2023
Prélèvement effectué par : //
Date d'analyse : 15/05/2023
Analyse effectuée par : Laboratoire

Paramètres Organoleptiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Minéralisation Globale	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Couleur	mg/l platine	Clair	15	Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l	128	200
Odeur à 25 °C	Taux dilution	Bonne	04	Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l	78	--
Saveur à 25 °C	Taux dilution	Bon	04	Dureté totale (TH)	mg/l CaCO ₃	640	500
Chlore résiduel libre	mg/l	00	>0,1	Sodium (Na ⁺)	mg/l	/	200
Paramètres Physico-Chimiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Potassium (K ⁺)	mg/l	/	12
Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.47	≥ 6,5 et ≤ 9	Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	319	500
Conductivité à 25°C	µS/cm	1855	2800	Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	600	400
Température	°C	20.4	25	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	/	50
Turbidité	NTU	9.98	5	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	305	--
Oxygène dissous	mg/l	/	--	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l CaCO ₃	250	--
T D S	mg/l	933	--				
Résidu sec à 105°C	mg/l	1405	--				
Paramètres de pollution	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Paramètres Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	< 0.02	0.5	Fer	mg/l	< 0.2	0.3
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	< 0.02	0.2	Manganese	mg/l	/	0.05
Phosphore (P)	mg/l	< 0.1	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètres Bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Paramètres ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Coliformes totaux	/	/	/	Fluorures (F ⁻)	mg/l	/	1.5
Escherichia Coli	n/100ml	/	00	Cyanures (CN ⁻)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	/	00	Bromures (Br ⁻)	mg/l	/	--
Bactéries sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	mg/l	/	--
Observation							

N.A : Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96.

E.T : Eau Traitée.

Visa du Chef Laboratoire

Siège Laboratoire : Zone Industriel M'sila
Tél : 035.36.50.39
Fax : 035.36.50.39
Site web : www.adc.dz
Mail : labordensila28@yahoo.com

Zone : Djelfa
Unité : M'sila

Laboratoire de Contrôle de la Qualité des Eaux



BULLETIN D'ANALYSES

Nature de l'échantillon : Eau Brute
Lieu de prélèvement : Eau de Barrage S₂₃ « El Ksoub »
Commune : M'sila

Date de prélèvement : 14/05/2023
Prélèvement effectué par : //
Date d'analyse : 15/05/2023
Analyse effectuée par : Laboratoire

Paramètres Organoleptiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Minéralisation Globale	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Couleur	mg/l platine	Clair	15	Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l	128	200
Odeur à 25 °C	Taux dilution	Bonne	04	Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l	78	--
Saveur à 25 °C	Taux dilution	Bon	04	Dureté totale (TH)	mg/l CaCO ₃	640	500
Chlore résiduel libre	mg /l	00	>0,1	Sodium (Na ⁺)	mg/l	/	200
Paramètres Physico-Chimiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Potassium (K ⁺)	mg/l	/	12
Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.56	≥ 6,5 et ≤ 9	Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	248	500
Conductivité à 25°C	µS/cm	1850	2800	Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	600	400
Température	°C	19.8	25	Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	/	50
Turbidité	NTU	10.4	5	Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	305	--
Oxygène dissous	mg/l	/	--	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l CaCO ₃	250	--
T D S	mg/l	929	--				
Résidu sec à 105°C	mg/l	1402	--				
Paramètres de pollution	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Paramètres Indésirables	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	< 0.02	0.5	Fer	mg/l	< 0.2	0.3
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	< 0.02	0.2	Manganese	mg/l	/	0.05
Phosphore (P)	mg/l	< 0.1	5	Aluminium	mg/l	/	0.2
Oxydabilité	mg/l	/	5				
Paramètres Bactériologiques	Unité	Résultat	N.A (E.T)	Paramètres ioniques	Unité	Résultat	N.A (E.T)
Coliformes totaux	/	/	/	Fluorures (F ⁻)	mg/l	/	1.5
Escherichia Coli	n/100ml	/	00	Cyanures (CN ⁻)	µg/l	/	70
Entérocoques	n/100ml	/	00	Bromures (Br ⁻)	mg/l	/	--
Bactéries sulfito-réductrices	n/20ml	/	00	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	mg/l	/	--
Observation							

N.A : Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96.

E.T : Eau Traitée.

Visa du Chef Laboratoire

Siège Laboratoire : Zone Industriel M'sila
Tél : 035.36.50.39
Fax: 035.36.50.39
Site web: www.adp.dz
Mail: laboademsila28@yahoo.com



Photos de barrage K'sob



Prélever des échantillons



**Photos dans Laboratoire de
Contrôle de la Qualité des
Eaux, M'sila.**



الماء عنصر طبيعي ضروري للحياة وهو في خطر بسبب عدة أنواع من التلوث. تعتبر إمدادات المياه والري من بين الاهتمامات الرئيسية، والسدود جزء من الحلول لهذه المشكلة. إنها وسيلة للتنمية الزراعية المائية، وتستخدم بشكل أساسي كخزانات مياه كبيرة لتلبية الاحتياجات الزراعية (الري). في هذا العمل، سنهتم بسد قصب. الذي يقع في حوض مياه قصب (قصب + مسيلة) الواقع في حوض الحضنة التي تمتد على مساحة 3461 كيلومتر مربع ويحتل حوض القصب الجزء الجنوبي من ولاية برج بوعريريج والجزء الشمالي من ولاية المسيلة. الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تقييم المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية من خلال برنامج (ArcGIS). تقنية جعلت من الممكن تطوير قاعدة البيانات الجغرافية المكانية حيث قمنا بتحديد قاعدة بيانات (BD) و لخصائص هذه المياه تبعها إنشاء نماذج لقاعدة البيانات الجغرافية (MBDG) والتي مكنتنا من استنتاج مختلف التحاليل الإحصائية والمكانية.

نظام المعلومات الجغرافية، قاعدة البيانات، المياه السطحية، الخصائص الفيزيوكيميائية، سد قصب، الكلمات المفتاحية: نموذج لقاعدة البيانات الجغرافية

Abstract

Water is a natural element essential to life which is in danger because of several types of pollution. Water supply and irrigation are among the major concerns, dams are part of the solutions to this problem. They are means of hydro-agricultural development, are used mainly as large water reservoirs to meet agricultural needs (irrigation). In this work, we will be interested in the K'sob .. dam, which is located in the K'sob watershed (K'sob + M'sila) located in the large Hodna watershed. Who It extends over an area of 3461 km² The K'sob basin occupies the southern part of the Wilaya of Bordj Bou-Arreidj and a northern part of the Wilaya of M'sila. The main objective of this study was to evaluate the physico-chemical and biological parameters of the surface channels of the K'Sob dam using GIS through (ArcGis). We identified a database (DB) of surface waters followed by the creation of Models of the Geographical Database (MBDG) which allowed us to conclude various statistical and spatial analyses.

Keywords: *k'sob dam, Surface water, Physico-chemical parameters, GIS, DB, MBDG.*

Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie qui on danger à cause de plusieurs types de pollution. L'approvisionnement en eau et l'irrigation sont parmi les préoccupations majeures, les barrages font partie des solutions à ce problème. Ils sont des moyens d'aménagement hydroagricole, sont utilisés principalement comme des grands réservoirs d'eau pour satisfaire les besoins en agriculture (irrigation). Dans ce travail, on s'intéressera à barrage K'sob., qui situé dans Le bassin versant K'sob (K'sob + M'sila) situé dans le grand bassin Versant Hodna. Qui Il s'étend sur une superficie de 3461 Km². Le bassin de K'sob occupe la partie Sud de la wilaya de Bordj Bou-Arreidj et une partie au Nord de la wilaya de M'sila. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les paramètres physico-chimique et biologique des eaux surface du barrage de K'Sob à l'aide de SIG par le biais d'arcGis. Nous avons identifié une base de données (BD) des les paramètres des eaux surface suivie de la création de Modèles de la Base de Données Géographiques (MBDG) qui nous a permis de conclure diverses analyses statistiques et spatiales.

Mots clés : *Barrage K'sob, Eaux surface, Paramètres physico-chimique, SIG, BD, MBDG.*