

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA



Faculté des Sciences et des sciences appliquées  
Département Génie Civil

**Mémoire de fin d'étude**

Présenté par :

**Bouamria Mohammed.**

**Djadi Makhlouf.**

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : **Génie Civil**

Option : **Hydraulique / Ressources hydrique**

**Thème :**

**Maladies a transmission hydrique dans la wilaya de Bouira.**

**Devant le jury composé de :**

Dr. Metaiche Mehdi	MCB	UAMOB	Président
M <sup>me</sup> . Baloul Djouhra	MAA	UAMOB	Encadreur
Mr. Kara Benyekhlef	MAA	UAMOB	Examineur
Mr. Noual Zienlabidine	MAA	UAMOB	Examineur
Mr. Dahmani Saad	MAA	UAMOB	Co- promoteur

**Année Universitaire 2017/2018**

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents.*

*Mon frère.*

*Mes belles sœurs.*

*Mes cousins et cousines.*

*Mes amies.*

*Toute la promotion RH 2017*

*Tous les enseignants qui ont marqué ma scolarité.*

*Mohammed*

# Dédicace

*A mes parents avant tout*

*A mes frères et sœurs*

*A mes oncles*

*A tous les amis de l'université de Bejaia*

*A tous mes amis*

*A tous mes collègues de promotion*

*Makhlouf*

## **Remerciements**

*Nous remercions tout d'abord dieu le tout puissant, de nous avoir guidé vers la science et le savoir et de nous avoir donné courage et volonté pour élaborer ce modeste travail.*

*On tient à exprimer le témoignage de toute notre gratitude et nos remerciements :*

*A Notre promotrice Mem Baloul pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire.*

*A Monsieur S.Dahmani pour ses orientations et son soutien.*

*A toute l'équipe de DSP.*

*Mon respect aux membres du jury qui me feront l'honneur d'apprécier Notre travail.*

*Mohammed ElMakhlouf*

# Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
Sommaire .....	I
La liste des Tableaux.....	VIII
La liste des Figure .....	IX
Liste des abréviations.....	XII
Introduction générale .....	1

## Chapitre I : Généralités sur les eaux potable et les MTH

Introduction : .....	3
I.1. La découverte de la nature de l'eau : .....	3
I.2. La molécule de l'eau : .....	3
I.3. Les états de l'eau : .....	4
I.4. Propriétés de l'eau : .....	5
I.4.1. Propriétés physiques : .....	5
I.4.1.1. Masse volumique : .....	5
I.4.1.2. Propriétés thermiques : .....	5
I.4.1.3. Viscosité : .....	6
I.4.1.4. Tension superficielle : .....	6
I.4.1.5. Propriétés électriques : .....	6
I.4.1.6. Propriétés optiques : .....	6
I.4.1.7. Impuretés dans l'eau : .....	6
I.4.2. Propriétés chimiques : .....	7
I.4.2.1. L'eau solvant : .....	7
I.4.2.2. Ionisation : .....	7
I.4.2.3. Oxydoréduction : .....	7
I.4.3. L'eau et métabolisme cellulaire : .....	7
I.5. Différents types de nappes : .....	7

I.5.1. Nappe active (ou nappe libre) :	8
I.5.2. Nappe captive :	8
I.5.3. Nappe alluviale :	9
I.5.4. Nappe phréatique :	9
I.6. Définition de l'eau potable :	10
I.7. Répartition de l'eau dans le monde :	10
I.8. Origine des eaux potables :	11
I.9. Critères de potabilité :	12
I.10. Qualité de l'eau :	13
I.10 Paramètres physiques et chimiques:	13
I.10.1.La température:	13
I.10.2.La conductivité:	13
I.10.3.Le PH:	14
I.10.4.La turbidité:	15
I.10.5.Oxygène dissous:	16
I.10.6.DBO, DCO et Oxydabilité:	16
I.10.7.Ions majeurs:	17
I.10.7.1.Calcium et magnésium:	17
I.10.7.2.Sodium et potassium:	17
I.10.7.3.Sulfate:	17
I.10.7.4.Chlorures:	18
I.11.Paramètres microbiologiques des eaux potables:	18
I.11.1 Escherichia:	18
I.11.2. Salmonella:	18
I.11. 3.Vibrio:	18
I.11. 4.Clostridium:	18
I.11.5. Streptococcus:	19

I.12. L'eau en Algérie : .....	19
I.12.1. Les problèmes de l'eau en Algérie : .....	20
I.12.2. Normes des eaux potables : .....	21
I.13. Pollution d'eau : .....	21
I.13.1. Définition de pollution d'eau : .....	21
I.13.2. Classification de la pollution : .....	21
I.13.2.1. Classification selon le type de polluant : .....	21
I.14. Les principaux polluants des eaux : .....	24
I.14.1. Les matières en suspension : .....	24
I.14.2. La pollution organique : .....	24
I.14.3. Les matières fertilisantes : .....	24
I.14.4. Les polluants métalliques et les polluants chimiques persistants : .....	25
I.14.5. Les sels minéraux : .....	25
I.14.6. La pollution microbiologique : .....	25
I.15. Conséquences de la pollution : .....	26
I.16. Définition d'une maladie à transmission hydrique : .....	26
I.17. Santé et maladies à transmission hydriques : .....	27
I-18-1. Maladies à transmission hydrique : .....	28
I.18.2. Maladies de mains sales : .....	28
I.18.3. Choléra : .....	28
I.18.4. Diarrhées : .....	28
I.18.5. Poliomyélite : .....	29
I.18.6. Fièvre typhoïde : .....	29
I.18.7. Méningite : .....	30
I.18.8. Hépatite A et E : .....	30
I.19. Les maladies hydriques en Algérie : .....	31
I.19.1 : Evolution des épidémies de choléra en Algérie : .....	31
I.19.2 : Evolution de la fièvre typhoïde en Algérie: .....	32

I.19.3 :L'évolution des hépatites virales en Algérie: .....	33
Conclusion : .....	34
<b>Chapitre II : Présentation de la zone d'étude</b>	
Introduction :.....	35
II.1. Présentation de la région d'étude : .....	35
II .1.1. Situation géographique :.....	35
II -2 composante physique du site :.....	36
II.2.1. Reliefs :.....	36
II.3. Cadre géologique et hydrogéologique:.....	37
II.3.1. Géologie locale:.....	37
II.3.2. Hydrogéologie : .....	39
II.4. La situation climatologique :.....	39
II.4.1. Le climat :.....	39
II.4.2. La pluviométrie : .....	39
II.4.3. La température :.....	40
II.4.4.Vent : .....	41
II.4.5. Humidité relative :.....	42
II.5. Facteurs édaphiques : .....	42
II.5.1. Sol :.....	42
II.6. Culture de pomme de terre dans la région d'Ain Bessem :.....	43
II.6.1. Production de la pomme de terre :.....	43
II.6.2. Variétés de la pomme de terre et leurs rendements :.....	43
II.6.3. Production végétale : .....	43
II.7. Réseau hydrographique : .....	45
II.7.1 Ressources hydriques : .....	45
II.8 Assainissement : .....	47
Conclusion : .....	48

### **Chapitre III : Généralités Sur les SIG**



Introduction :	49
III.1. Définitions d'un Système d'Informations géographique :	49
III.2. Genèse des Systèmes d'Information Géographique (SIG) :	49
III.3. Domaines d'application des systèmes d'informations géographiques :	50
III.4. Composition d'un Système d'informations Géographiques :	51
III.5 Modes de données dans les SIG :	51
III.5.1 Mode vecteur.....	52
III.5.2 Mode raster.....	53
III.6 Fonctionnalités d'un SIG :	53
III. 6 Avantages et Inconvénients des systèmes d'informations géographiques :	54
III.6.1 Les avantages des SIG :	54
III.6.2 Les inconvénients des SIG :	55
III.7. Les logiciels largement utilisés :	55
III.7.1.Logiciels libres (gratuits) :	55
III.7.2.Logiciels payants :	56
Conclusion :	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

#### **Chapitre IV : Présentations et traitement des données**

Introduction :	57
IV.1 Méthodologie générale :	57
IV.1.1 Sources de données :	57
IV.1.2 Population cible :	57
IV.1.3 Variables étudiées :	58
IV.2 SIG et l'analyse des données spatiales :	58
IV.2.1 Numérisation des données :	58
IV.2.2 Choix du QGIS :	58
IV.3. Création de la base de données :	59
IV.3.1 Nature variable (fichier géographique) :	59
IV.3.2 Définition :	59

IV.3.4 Les étapes d'élaboration du projet sous QGIS :.....	61
IV.3.5 Résultat du traitement sous QGIS :.....	64
IV.3.6 Présentation des données de STEP : .....	65
IV-4 Présentation des données médicales (MTH) : .....	66
IV.4.1 Présentation des relevées sanitaire de Bouira : .....	66
IV.4.2 Simulation du QGIS :.....	67
Conclusion : .....	68

## **Chapitre V : Résultats et Discussion**

Introduction :.....	69
V.1. Les cas des MTH à l'échelle de Wilaya de Bouira : .....	69
V.2. Les cas des choléras à l'échelle de Wilaya de Bouira : .....	70
V.3. Les cas des HVA à l'échelle de la Wilaya de Bouira : .....	70
V.4. Les cas des Fièvres Typhoïdes (FT) à l'échelle de la Wilaya de Bouira : .....	72
V.4. Les cas des TIAC à l'échelle de la Wilaya de Bouira : .....	73
V.5. Comparaisons entre la qualité des eaux du puits individuels et celle de robinets.....	77
Conclusion : .....	79

## **Chapitre VI : Interprétation**

Introduction :.....	80
VI.1. Interprétation :.....	80
VI.2. Analyse thématique du nombre des cas du Fièvre typhoïde :.....	82
VI.3. Analyse thématique du nombre des cas de HVA par commune entre 2008 et 2015 :...	84
VI.4. Analyse thématique du nombre des cas du TIAC:.....	86
VI.5. Corrélation entre le nombre de population et les MTH : .....	88
VI.6. Corrélation entre le nombre du point noir et les MTH : .....	89
VI.7. Corrélation entre l'irrigation par les oueds et les MTH : .....	92
VI.8. Corrélation entre le nombre de DBO5 et les MTH :.....	94
Conclusion : .....	96
Conclusion générale : .....	97

Références Bibliographiques..... 99

Annexe : ..... 104

## La liste des Tableaux

### Chapitre I : Généralités sur les eaux Potables et les MTH

<b>Tableau I. 1:</b> Réserves d'eau de la planète (MAUREL, 2006). .....	11
<b>Tableau I. 2 :</b> Conductivité. ....	14
<b>Tableau I. 3 :</b> PH.....	15
<b>Tableau I. 4 :</b> Turbidité. ....	15
<b>Tableau I. 5 :</b> DBO, DCO et Oxydabilité. ....	17

### Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

<b>Tableau II. 1:</b> les pluies mensuelles dans la région d'Ain Bessem. ....	39
<b>Tableau II. 2:</b> les températures mensuelles dans la région d'Ain Bessem. ....	40
<b>Tableau II. 3 :</b> Table climatique Bouira.....	40
<b>Tableau II. 4:</b> Vitesse moyenne mensuelles (Km/h.) du vent.....	41
<b>Tableau II. 5:</b> superficie et production de la P .D. T de saison et d'arrière-saison. ....	43
<b>Tableau II. 6:</b> variétés de la P. D. T et leurs rendements.....	43
<b>Tableau II. 7:</b> les principales cultures pratiquées au niveau de la wilaya de Bouira .....	43

### Chapitre IV : Présentations et traitement des données

<b>Tableau IV. 1:</b> Résultats d'auto surveillance de la STEP durant 3mois. ....	65
<b>Tableau IV. 2 :</b> Structure de la table STEP Lakhdaria. ....	65
<b>Tableau IV. 3 :</b> Les analyse des oueds.....	66
<b>Tableau IV. 4 :</b> Les maladies à transmission hydriques recensé dans la région de Bouira pour la période de 2008-2015.....	66

### Chapitre V : Résultats et discussion

<b>Tableau V. 1 :</b> Évolution annuelle des MTH. ....	69
<b>Tableau V. 2 :</b> Évolution annuelle des cas de l'HVA du 2008 à 2015. ....	71
<b>Tableau V. 3 :</b> Evolution annuelle des cas de la FT enregistrés dans la wilaya de Bouira. ....	72
<b>Tableau V. 4 :</b> Variation annuelle des cas de la HVA enregistrés dans la wilaya de Bouira. ....	74
<b>Tableau V. 5 :</b> Evolution mensuelle des MTH de l'année 2015. ....	75
<b>Tableau V.6 :</b> Evolution annuelle de Mauvaise qualité bactériologique (MQB) et HVA dans la wilaya de Bouira.....	76

## La liste des figures

### Chapitre I : Généralités sur les eaux Potables et les MTH

<b>Figure I.1</b> : La molécule d'eau. ....	4
<b>Figure I. 2</b> : Les différentes formes de l'eau.....	5
<b>Figure I. 3</b> : Nappe active.....	8
<b>Figure I.4</b> : Nappe captive.....	9
<b>Figure I. 5</b> : Nappe alluviale. ....	9
<b>Figure I. 6:</b> Les pollutions produites par l'urbanisme. ....	23
<b>Figure I. 7:</b> Les pollutions produites par l'industrie. ....	24
<b>Figure I. 8:</b> schéma simplifiée de la pollution des eaux.....	25
<b>Figure I. 9</b> : Vibrio-cholerae. ....	28
<b>Figure I. 10</b> : photo microscopique des bactéries de la Diarrhées. ....	29
<b>Figure I. 11</b> : photo microscopique du virus de la Poliomyélite. ....	29
<b>Figure I. 12</b> :Image explicatif des bactéries de Fièvre typhoïde. ....	30
<b>Figure I. 13</b> : image explicatif des bactéries de Méningite (forme cylindrique) ....	30
<b>Figure I. 14</b> : Image des virus Hépatite A et E.....	31
<b>Figure I.15:</b> Incidence du Choléra en Algérie (1983-2000) SOURCE : Séminaire MTH (2001) .....	32
<b>Figure I.16:</b> Incidence de la fièvre TYPHOÏDE en Algérie (1983-2000) SOURCE : Séminaire MTH (2001) .....	33
<b>Figure I.17:</b> Incidence des Hépatites virales en Algérie (1980-1996) SOURCE : Séminaire MTH (2001) .....	34

### Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

<b>Figure II. 1:</b> La situation géographique de la zone d'étude (DSA D'AIN BESSEM, 2017)..	36
<b>Figure II. 3</b> : diagramme climatique Bouira .....	41
<b>Figure II. 4:</b> courbe de température Bouira. ....	41
<b>Figure II. 5</b> : Diagramme ombrothermique de la région de Bouira (DSA, 2017). ....	42
<b>Figure II. 6:</b> Couche des Principaux oueds.....	47

### Chapitre III : Généralités sur les SIG

<b>Figure III. 1:</b> Composition d'un système d'informations géographiques.....	51
<b>Figure III. 2:</b> Décomposition du monde réel en couches d'information. ....	52
<b>Figure III. 3:</b> Mode vecteur. ....	52
<b>Figure III. 4:</b> Mode Raster.....	53

<b>Figure III. 5:</b> Réseau routier d'une Région.....	54
<b>Figure III. 6:</b> Réseau d'Alimentation en eau potable. ....	54
<b>Figure III. 7:</b> interface standard. ....	55

#### **Chapitre IV : Présentations et traitement des données**

<b>Figure IV. 1:</b> La fenêtre de démarrage du QGIS (Version 2.18). ....	60
<b>Figure IV. 2:</b> La fenêtre principale du QGIS. ....	61
<b>Figure IV. 3:</b> Etape de création d'un nouveau projet QGIS. ....	61
<b>Figure IV. 4:</b> Créations d'une couche de fond. ....	62
<b>Figure IV. 5:</b> (a) création de la structure de la couche de données "Communes", (b) la saisie des données des communes. ....	62
<b>Figure IV.6:</b> (a) création de la structure de la couche de données des hépatites virale A(HVA), (b) la saisie des données des hépatites virale A(HVA). ....	63
<b>Figure IV. 7:</b> Analyse thématique des HVA. ....	63
<b>Figure IV. 8:</b> Résultats finale de QGIS après avoir introduire les données. ....	64
<b>Figure IV. 9:</b> Exemple de saisie des données communes. ....	67
<b>Figure IV. 10:</b> Exemple de saisie des données des maladies. ....	67

#### **Chapitre V : Résultats et discussion**

<b>Figure V. 1 :</b> Evolution des MTH a Bouira de 2008 à 2015. ....	69
<b>Figure V. 2 :</b> Distribution des cas de l'HVA à l'échelle communale de 2008 à 2015. ....	70
<b>Figure V. 3 :</b> Evolution annuelle de HVA de 2008 à 2015. ....	71
<b>Figure V. 4 :</b> Distribution des cas de la FT à l'échelle communale du 2008 au 2015. ....	72
<b>Figure V. 5 :</b> Evolution annuelle de la FT du 2008 à 2015. ....	73
<b>Figure V. 6 :</b> Distribution des cas de la TIAC à l'échelle communale du 2008 au 2015. ....	73
<b>Figure V. 7 :</b> Evolution annuelle de TIAC de 2008 à 2015. ....	74
<b>Figure V. 8 :</b> Evolution de MTH mensuelle de l'année 2015. ....	75
<b>Figure V. 9 :</b> Evolution annuelle de Mauvaise qualité bactériologique (MQB) et HVA dans la wilaya de Bouira. ....	76
<b>Figure V. 10 :</b> Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets (2008/2010). ....	77
<b>Figure V. 11 :</b> Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets (2011/2013). ....	78
<b>Figure V. 12 :</b> Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets (2014 /2015). ....	78

## Chapitre VI : Interprétation

<b>Figure VI. 1:</b> Les secteurs urbains touchés par Fièvre Typhoïde dans la wilaya de Bouira (2008-2015).....	81
<b>Figure VI. 2:</b> Les secteurs urbains touchés par L'hépatite virale A dans la wilaya de Bouira (2008-2015).....	83
<b>Figure VI. 3:</b> Les secteurs urbains touchés par Toxi-infection-alimentaire collectives dans la wilaya de Bouira (2008-2015).....	85
<b>Figure VI. 4:</b> Les secteurs urbains touchés par les maladies (FT, HVA, TIAC) dans la wilaya Bouira (2008-2015).....	87
<b>Figure VI. 5 :</b> corrélation entre le nombre de population et les MTH. ....	88
<b>Figure VI. 6 :</b> Relation entre le nombre de population et les cas des MTH dans la wilaya de Bouira. ....	89
<b>Figure VI. 7 :</b> Impact de nombre de point noir sur MTH dans la wilaya de Bouira.....	91
<b>Figure VI. 8 :</b> impact des perimetres irrigués par les oueds sur les MTH dans la wilaya de Bouira. ....	93
<b>Figure VI. 9 :</b> Impact de la pollution des oueds sur les MTH dans la wilaya du Bouira. ....	95

## Liste des abréviations

**ADE** : Algériennes des eaux.

**AgNO<sub>3</sub>** : nitrate d'argent.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde d'oxygène.

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène.

**DSA** : direction des services agricole.

**DSP** : direction de la sante publique.

**D/C** : Double concentration.

**E.coli** : Escherichia coli.

**FT** : Fièvre typhoïde.

**HVA** : L'hépatite virale A.

**HCL** : Acide chlorhydrique.

**INSD** : Institut national de statistique et de la démographie.

**IRD**: l'Institut de Recherche pour le Développement.

**ISO** : Organisation internationale de standardisation.

**NA** : Norme algérienne.

**NA CL** : chlorure de sodium.

**Na OH** : D'hydroxyde de sodium.

**nm** : Nanomètre.

**NPP** : Nombre le plus probable.

**NTU** : nephlo turbidité unité.

**NF** : Norme françaises.

**MQB** : mauvaise qualité bactériologique.



**MQC** : mauvaise qualité chimique.

**MES** : Matières En Suspension.

**Mo** : Matière organique.

**MTH** : maladies à transmission hydriques.

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

**O2** : Dioxyde d'oxygène.

**PCC** : paramètres chimique partielle.

**PCP** : paramètres chimique complètes.

**PH** : Potentille d'hydrogène.

**S/C** : simple concentration.

**STEP** : Stations d'Épuration des Eaux usées.

**TAC** : Titre alcalimétrique complet.

**TDS** : Solides totaux dissous.

**TH** : Titre hydrométrique.

**TIAC** : Toxi-infections alimentaires collectives.

## **Introduction générale**

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques.

Pour son bien-être, l'homme a appris à maîtriser l'eau, mais en même temps, il l'a rend impropre et polluée et devient dans ce cas une menace pour la vie et un obstacle pour la santé et les progrès des populations. De manière générale, la santé de l'homme est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission. Pour pouvoir l'utiliser, elle doit répondre à certaines caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques qui dépendent de type d'utilisation.

### **Problématique :**

L'eau est un élément de préservation de la santé, mais aussi un véhicule de nombreuses maladies dites maladies à transmission hydrique (MTH).

Pour protéger la santé humaine, l'eau potable est réglementée par les recommandations suffisamment rigoureuses. En absence de recommandations de ce genre, divers problèmes de santé peuvent se poser. Donc, une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque, elle ne doit contenir en quantité nuisible ni substances chimiques, ni germes nocifs à la santé.

A cet effet l'objectif de notre travail est d'aborder cette problématique en se basant sur l'utilisation des indicateurs comme outils d'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable et les risques potentiels sur la santé humaine dans la Wilaya de Bouira, qui a connu l'éclosion de multiples foyers des maladies à transmission hydrique.

Cette wilaya est considérée comme une zone à haut risque parce qu'elle enregistre un nombre élevé de cas de la Toxi-infection-alimentaire collectives et l'hépatites virales A , ces problèmes dus à la mauvaise qualité de l'eau liée aux divers facteurs tel que : une urbanisation rapide et anarchique non maîtrisable, vétusté des réseaux, une démographie galopante aggravée par une insuffisance quantitative des ressources hydriques et surtout la gestion de l'eau ne relie pas les aspects qualitatifs de l'eau aux problèmes de la santé humaine et à

l'environnement. Comme on peut le remarquer, en l'absence d'une bonne gestion des ressources hydriques, il est impossible d'aspirer à un développement durable.

#### **Difficultés rencontrées :**

- le manque des articles qui traitent notre problématique.
- Nous avons rencontré plusieurs difficultés afin de rassembler les données relatives aux MTH. Certaines données restent confidentielles et autres ne sont pas disponibles.
- Notre objectif était de travailler sur les données mensuelles, ces dernières ne sont pas disponibles.

#### **Méthodologie de travail :**

Pour réaliser les objectifs de notre étude et pour appréhender les problèmes de l'alimentation en eau potable et la pollution de celle-ci dans la ville de Bouira, nous avons organisé notre travail en six chapitres.

**Chapitre I :** fait référence à une revue bibliographique portant sur les ressources hydriques, l'alimentation en eau potable, les problèmes de la pollution qui porte préjudice à la santé publique par prolifération des cas de maladies à transmission hydriques (MTH).

**Chapitre II :** Portera sur la description de la zone d'étude et à la collecte de la base de données relatives aux différentes maladies à transmission hydrique, de la région.

**Chapitre III :** a été consacré pour la présentation du SIG.

**Chapitre IV :** Traite la méthodologie du travail, la présentation et les traitements des données.

**Chapitre V :** présente les résultats et les discussions.

**Chapitre VI :** Interprétation des résultats obtenus auparavant.

## Chapitre I : Généralités sur les eaux potable et les MTH

### Introduction :

La qualité de l'eau de boisson est un problème de santé universel. L'eau est essentielle pour la vie, mais elle peut transmettre et transmet des maladies dans les pays de tous les continents des plus pauvres aux plus riches (OMS, 2004).

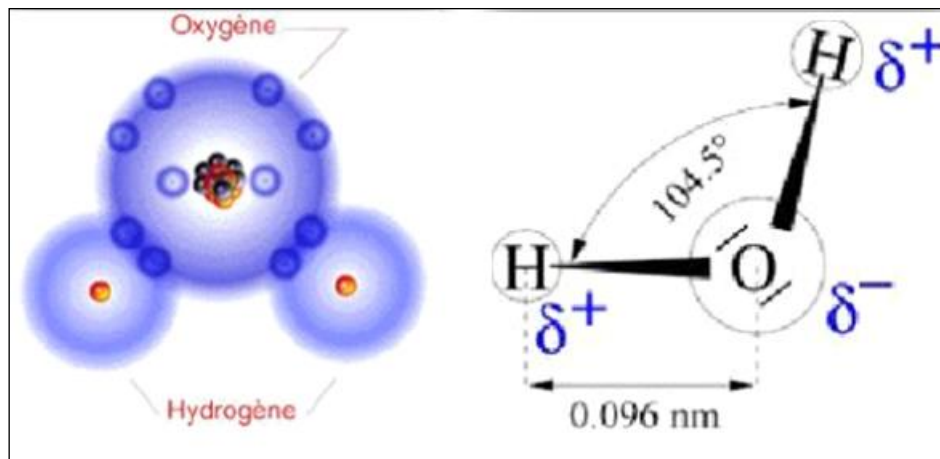
### I.1. La découverte de la nature de l'eau :

L'eau de tout temps a fasciné les hommes. Peu à peu, ils se sont rendus à cette évidence " La même eau circule partout, recyclée sans cesse depuis plus de 3 milliards d'années." En fait, c'est à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle que l'on découvrit la nature réelle de l'eau grâce au physicien anglais Henry Cavendish (1731 – 1810) qui fit l'analyse démontrant ainsi qu'il s'agissait d'un corps composé formé d'hydrogène .

En 1783, le chimiste français Antoine Laurent Lavoisier (1743 – 1794) effectua l'opération inverse c'est la synthèse. Il parvint à reconstituer de l'eau à partir de ces deux éléments). Dans une étude scientifique présentée en 1804, le chimiste français Joseph Louis Gay-Lussac (1778 – 1850) et le naturaliste allemand Von Humboldt (1769 – 1859) démontrèrent que la molécule d'eau était constituée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène comme l'exprime la formule H<sub>2</sub>O (HUBERT METAYER, 2007).

### I.2. La molécule de l'eau :

L'eau est composée hydrogène-oxygène de formule chimique H<sub>2</sub>O, plus particulièrement à l'état liquide. Une molécule d'eau est constituée d'un atome d'oxygène (O) relié à deux atomes d'hydrogène (H) par deux liaisons covalentes simples, formant un angle de 104,5°, La longueur des liaisons (O-H) vaut 0,096 nm. La molécule présente un moment dipolaire élevé (1,85 Debye), dû à la forte électronégativité de l'atome d'oxygène (Figure I.1). Cette polarisation est à l'origine de nombreuses propriétés remarquables de l'eau, notamment la formation des liaisons hydrogène dans l'eau (ENCARTA, 2005).



**Figure I.1** : La molécule d'eau.

### I.3. Les états de l'eau :

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états : sous forme solide, liquide et gazeuse.

#### *a). L'eau sous forme solide :*

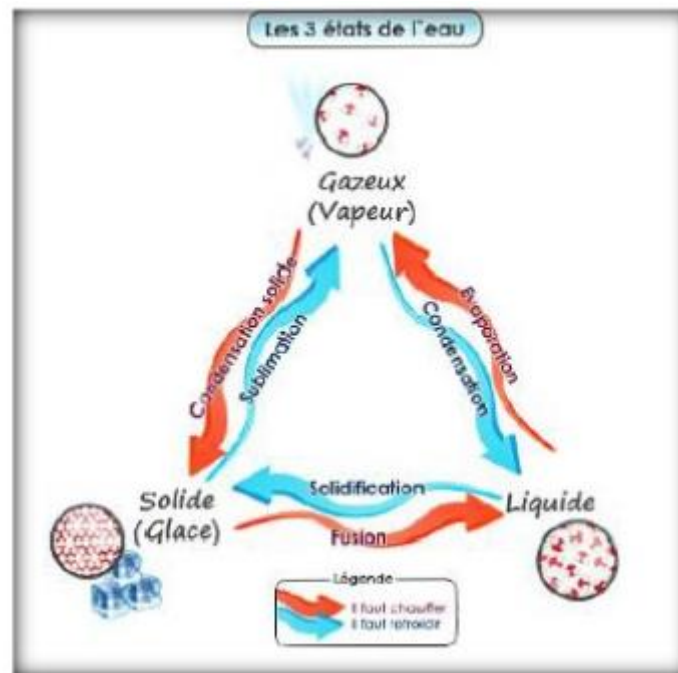
L'eau est solide quand la température est inférieure à 0 °C. C'est la glace de la banquise au niveau des pôles, celle des glaciers alpins, la neige sur laquelle nous pouvons skier, le givre qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver. Les calottes glaciaires et les glaciers représentent (2,1%) de l'eau présente sur la Terre.

#### *b). L'eau sous forme liquide :*

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constitués d'eau salée ; ils représentent (97,2%) de l'eau de la Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. Les rivières correspondent à (0,01%) de l'eau présente sur Terre et les eaux souterraines à (0,06%) de cette eau.

#### *c). L'eau sous forme de gaz :*

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur d'eau présente dans l'air humide. Elle ne correspond qu'à (0,001%) de l'eau de la Terre (Encarta, 2005).



**Figure I. 2 :** Les différentes formes de l'eau.

#### **I.4. Propriétés de l'eau :**

L'eau est complexe, anormale, mystérieuse, inexpliquée, exotique, exceptionnelle, particulière, et aussi c'est un élément rebelle, souple, labile et versatile au regard des autres liquides ; il se contracte quand on le chauffe, devient moins visqueux quand on le comprime et sa densité augmente en passant de l'état liquide à l'état solide (OLIVAUX, 2007).

##### **I.4.1. Propriétés physiques :**

###### **I.4.1.1. Masse volumique :**

La masse volumique de l'eau dépend de la température, elle admet un maximum de  $1000 \text{Kg/m}^3$  à  $3,98^\circ\text{C}$ ; il est noté que pratiquement le changement de pression n'influe pas sur la masse volumique (MOSCOUR, 1980).

###### **I.4.1.2. Propriétés thermiques :**

L'importance des propriétés thermiques comme la chaleur massique et les enthalpies fait que les grandes étendues d'eau à la surface de la terre constituent de véritables volants thermiques. C'est également la raison de l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur (RODIER AL, 2005).

***1.4.1.3. Viscosité :***

C'est la propriété que présente un fluide (liquide ou gaz) d'opposer une résistance aux divers mouvements soit internes (exemple : turbulence), soit globaux (exemple: écoulement) (RODIER al, 2005).

***1.4.1.4. Tension superficielle :***

Elle caractérise une propriété des interfaces (surfaces limitant deux phases). Elle est définie comme une force de traction qui exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température, et aussi l'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle. Il existe d'autres corps qui la diminuent, ils sont appelés tensioactifs (exemple : détergents) (RODIER al, 2005).

***1.4.1.5. Propriétés électriques :***

L'eau est légèrement conductrice. La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de 4,2 micro- siemens par mètre à 20 °C (correspond à une résistivité de 23,8 mégohms-centimètres). Elle augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau et elle varie en fonction de la température (RODIER al, 2005).

***1.4.1.6. Propriétés optiques :***

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse. Cette transparence est utilisée pour apprécier certaines formes de pollution et, en conséquence l'efficacité des traitements d'épuration (RODIER al, 2005).

***1.4.1.7. Impuretés dans l'eau :***

Les impuretés présentes dans l'eau constituent deux catégories :

- **Matières en suspension :** matières minérales ou organiques qui restent en suspension du fait de la turbulence de l'eau ou de leur densité trop voisine de celle de l'eau, elles sont sans interférence importante avec l'eau qui les entoure.
- **Matières dissoutes :** elles concernent des composés minéraux ou organiques, macromoléculaires, ainsi que des gaz souvent très solubles dans l'eau (RODIER al, 2005).

**I.4.2. Propriétés chimiques :*****I.4.2.1. L'eau solvant :***

Le pouvoir solvant de l'eau provoque l'altération partielle ou complète de divers liens entre les atomes (dissociation) et dans les molécules (ionisation) et du corps à dissoudre pour les remplacer par de nouveaux liens avec ses molécules propres (hydratation). Une solvation complète est une dissociation (RODIER al, 2005).

***I.4.2.2. Ionisation :***

Un composé minéral dissous dans l'eau se dissocie plus ou moins avec apparition d'ions chargés négativement (anions) et positivement (cations). Le corps dissous est appelé électrolyte ; il transporte le courant électrique (RODIER al, 2005).

***I.4.2.3. Oxydoréduction :***

Les phénomènes d'oxydoréduction présentent une grande importance dans toutes les technologies de l'eau. L'eau elle-même peut participer, suivant des conditions expérimentales et selon certaines réactions chimiques comme un donneur d'électrons (elle est réductrice) ou un accepteur d'électrons (elle est oxydante) (RODIER al, 2005).

***I.4.3. L'eau et métabolisme cellulaire :***

C'est dans le milieu extérieur où ils vivent que les organismes vont chercher les substances indispensables, appelées encore métabolites essentiels, nécessaires au maintien de leurs activités et de leur croissance voire de leur reproduction.

L'eau est non seulement indispensable à tous les êtres vivants, dont elle est le constituant majoritaire, mais elle représente en outre un milieu particulièrement propice à la dissémination des aliments et au fonctionnement des chaînes alimentaires. Ce qui concernera essentiellement la vie aquatique (RODIER al, 2005)

**I.5. Différents types de nappes :**

Selon les conditions géologiques, on peut distinguer différents types de nappes.

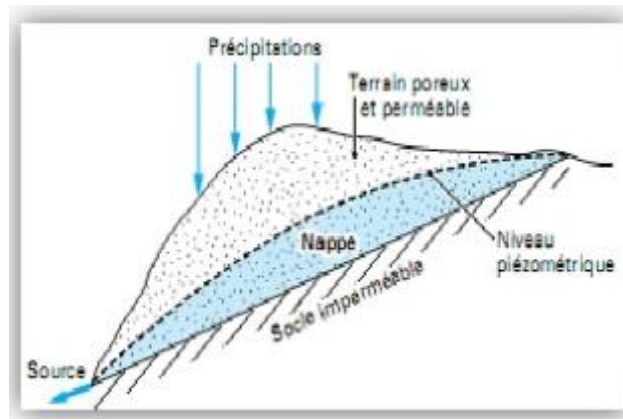


### I.5.1. Nappe active (ou nappe libre) :

C'est une nappe due à la succession d'une couche imperméable surmontée d'une roche magasin (Figure I.3). L'ensemble du dispositif peut être affecté d'une pente plus ou moins forte.

La nappe est alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement. Le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue.

L'équilibre hydraulique entre pluviométrie et réserve est assuré par le trop-plein qui constitue les sources. Celles-ci apparaissent en des points particuliers dus principalement à la topographie de la couche imperméable. Le niveau supérieur de la nappe piézométrique s'établit uniquement en fonction de la perméabilité du terrain à travers lequel pénètre l'eau d'infiltration (BIRECH al, 2006).

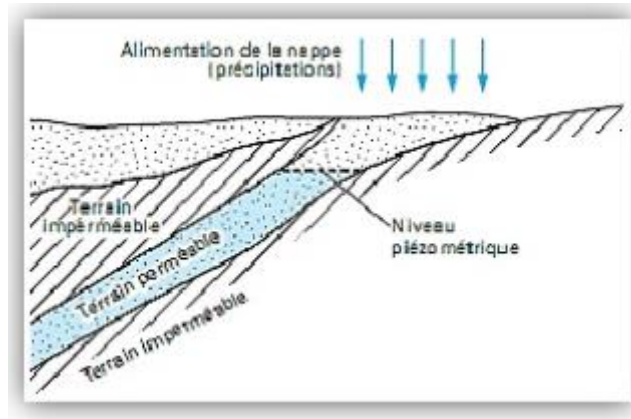


**Figure I. 3 :** Nappe active.

### I.5.2. Nappe captive :

Ce type de nappe est dû à l'enfoncement d'une roche-magasin par suite de la pente des couches géologiques (Figure I.4).

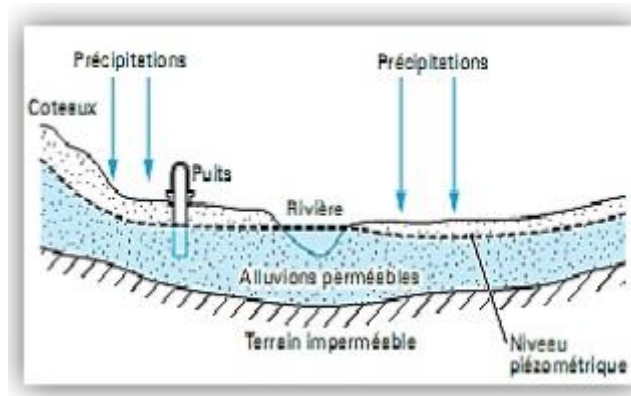
L'eau est enfouie dans le sol depuis des milliers ou des centaines de milliers d'années. Ces nappes sont exploitées par des forages profonds jusque 600 m et même 1000 m. Toutefois, une nappe captive peut être alimentée en certains points là où le terrain aquifère affleure à la surface du sol ou vient se perdre dans une couche perméable (BIRECH al, 2006).



**Figure I.4 :** Nappe captive.

### I.5.3. Nappe alluviale :

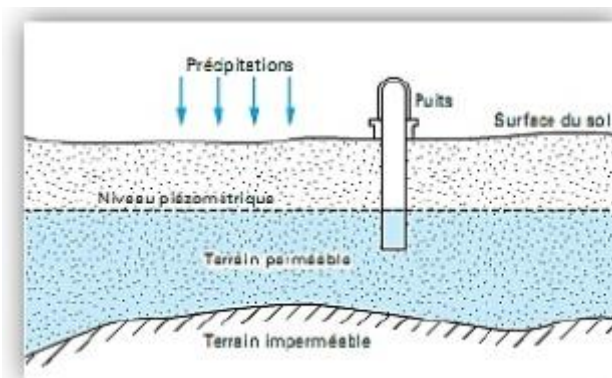
Les plaines alluvionnaires sont souvent formées de matériaux détritiques, c'est-à-dire de débris, très poreux et gorgés d'eau (Figure I.5). Il y a là une réserve importante à exploiter et qui est presque toujours entretenue par le débit des rivières ainsi que par les précipitations et éventuellement la nappe des coteaux. Au voisinage de la mer, la nappe peut recevoir de l'eau salée (BIRECH al, 2006).



**Figure I. 5 :** Nappe alluviale.

### I.5.4. Nappe phréatique :

Lorsque le fond imperméable est pratiquement horizontal et peu profond, il existe une nappe dite phréatique dans laquelle on peut creuser des puits (Figure I.6). Le niveau piézométrique de la nappe phréatique a toujours tendance à suivre régulièrement ment les variations de la pluviosité. En période de sécheresse, les puits se tarissent (BIRECH al, 2006).



**Figure I. 6 :** Nappe phréatique.

### **I.6. Définition de l'eau potable :**

L'OMS (l'organisation mondiale de la santé) définit l'eau potable comme étant celle dont la consommation est sans danger pour la santé. Pour que l'eau soit qualifiée « potable », elle doit satisfaire à des normes relatives aux paramètres organoleptiques (couleur, turbidité, odeur, saveur), physiques (pH, température, etc.), microbiologiques (coliformes fécaux et totaux, streptocoques fécaux, ... etc.) et à des substances chimiques indésirables et toxiques (nitrates, nitrites, arsenic, plomb, hydrocarbures, etc.).

Il est important de souligner ici que le fait qu'une eau soit potable ne signifie pas qu'elle est exempte de germes ou de substances chimiques, elle peut contenir des germes et des substances chimiques à des doses qui ne peuvent pas causer de maladies (OUSSEINI, 2010).

### **I.7. Répartition de l'eau dans le monde :**

Dans l'optique de son utilisation par l'homme, les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau sont étroitement liés :

- 97 % de l'eau se trouve dans l'océan, mais elle est salée ;
- L'atmosphère, qui retient seulement un cent millième de l'eau douce, joue cependant un rôle clé dans le cycle hydrologique par le recyclage rapide qu'elle assure (Tableau I.1).
- Les calottes polaires, notamment celles de l'antarctique, stockent les trois quarts de l'eau douce de la planète, cette réserve étant malheureusement inaccessible ;
- L'eau que nous utilisons provient essentiellement des lacs, des cours d'eau et des nappes d'eau souterraines. Si pour l'essentiel, ces ressources sont renouvelables, il existe des gisements d'eaux souterraines dites « fossiles » peu impliqués dans le cycle

de l'eau compte tenu de leur profondeur (jusqu'à 1000m), qui constituent des stocks quasi non renouvelables à l'échelle humaine : le renouvellement n'est jamais nul mais il est très lent, de l'ordre de plusieurs millénaires ou dizaines de millénaires (MAUREL, 2006).

**Tableau I. 1:** Réserves d'eau de la planète (MAUREL, 2006).

Réservoirs	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>	% total	Temps de résidence
Océans	1350	97	2500 ans
Glaciers (calotte glacière)	33	2,4	1000 à 10000 ans
Eaux souterraines	8	0,6	1500 ans
Lacs	0,1	<0,01	17 ans
Eau dans le sol	0,07	<0,01	1 an
Eau dans l'atmosphère	0,013	<0,001	8 jours
Rivières	0,0017	0,0001	16 jours
Eau dans la matière vivante	0,0011	0,0001	Quelques heures
Total	1391	100	

a: Ou 10<sup>6</sup> Km<sup>3</sup> (océans : 1 350 000 000).

## I.8. Origine des eaux potables :

### a) Eaux de source, eaux minérales :

- Les eaux dites « de source » sont des eaux naturellement propres à la consommation humaine ; on parle alors d'eau potable. En Europe, les seuls traitements qu'il est permis de leur appliquer sont l'aération, la décantation et la filtration. Aux États-Unis, les traitements sont acceptés. Les eaux naturellement gazeuses, qui contiennent du dioxyde de carbone dissous, peuvent également être gazéifiées avant d'être embouteillées (DUSSART, 1992).
- Les eaux minérales naturelles, possèdent des propriétés particulières : elles ont des teneurs en minéraux et en oligo-éléments qui peuvent leur donner des vertus thérapeutiques. Comme les eaux de source, elles ne peuvent être traitées. Les eaux destinées à la consommation humaine doivent subir des traitement en fonction de l'eau brute, pour fournir une eau respectant la norme algérienne de potabilité des eaux (NA6360-1992) inspirée des recommandation de l'OMS et tenant compte de 4

paramètres organoleptique, 3 paramètres bactériologiques (selon la destination des eaux), 16 facteurs physico-chimiques et 16 facteurs indésirables ou toxiques (ALI LARBI al, 2007).

Certaines eaux très fortement minéralisées dépassent les critères législatifs de minéralisation tolérées pour les eaux brutes. Par extension, et certains composants tels que le fluor et les sulfates n'étant bénéfiques pour la santé qu'à faibles doses, il arrive qu'elles soient qualifiées de « non-potable » (DUSSART, 1992).

*b) Eaux brutes (superficielles, souterraines) ; eaux de mers :*

Le traitement des eaux brutes (ressource en eau avant tout traitement de potabilisation) dépendre premièrement de l'autorisation de prélever cette eau pour la rendre potable, tandis que la qualité finale dépend de la filière de potabilisation appropriée.

En application du droit communautaire, les eaux superficielles destinées à la production alimentaire doivent répondre à des exigences de qualité très précises et fixés par des organismes spécialisés.

**b.1. Catégorie des eaux brutes :**

Les eaux brutes sont classées en trois catégories selon l'intensité du procédé de traitement nécessaire :

- **Bonne qualité** : traitement physique simple et désinfection (dans une «chambre de contact »).
- **Qualité moyenne** : traitement normal physique, chimique et désinfection.
- **Qualité médiocre** : traitement physique, chimique poussé, affinage et désinfection ([HTTP://COLLEGES.PLANETE-TP.COM](http://COLLEGES.PLANETE-TP.COM)).

**I.9. Critères de potabilité :**

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualité très stricts. Fixés par le ministère de la santé, les critères d'une eau "propre à la consommation" sont au nombre de 63, ils portent sur :

- **La qualité microbiologique** : L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni bactérie pathogène.

- **La qualité chimique** : Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites "indésirables " ou " toxiques".
- Les substances indésirables : Leur présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (le fluor et les nitrates par exemple.
- Les substances aux effets toxiques : Le plomb et le chrome en font partie. Les teneurs tolérées sont extrêmement faibles.
- **La qualité physique et gustative** : L'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur ni odeur désagréable.
- **Les eaux adoucies ou déminéralisées** : Les eaux traitées par un adoucisseur d'eau doivent contenir une teneur minimale en calcium ou en magnésium, de même qu'en carbonate ou en bicarbonate ([HTTP://COLLEGES.PLANETE-TP.COM](http://COLLEGES.PLANETE-TP.COM)).

## **I.10. Qualité de l'eau :**

### **I.10 Paramètres physiques et chimiques:**

Tout élément physique ou chimique constitutif de la structure naturelle d'une eau et que l'on doit prendre en compte lors de l'analyse de l'eau (TERMINALF,2014).

#### **I.10.1. La température:**

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers.

Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré (FRENCH, 2014).

#### **I.10.2. La conductivité:**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (<http://www.eaudumaroc.com>).

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est facile, et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau à 25°C :

**Tableau I. 2 : Conductivité.**

$\chi = 0.005 \mu\text{S/cm}$	eau déminéralisée
$10 < \chi < 80 \mu\text{S/cm}$	eau de pluie
$30 < \chi < 100 \mu\text{S/cm}$	eau peu minéralisée, domaine granitique
$300 < \chi < 500 \mu\text{S/cm}$	au moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst)
$500 < \chi < 1000 \mu\text{S/cm}$	eau très minéralisée, saumâtre ou saline
$\chi > 30000 \mu\text{S/cm}$	eau de mer

1 Siemens (S) = 1000 milisiemens (ms) = 1000000 micro siemens ( $\mu\text{S}$ ) (<http://www.eaudumaroc.com>).

### **I.10.3. Le PH:**

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions  $\text{H}^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau:

**Tableau I. 3 : PH.**

Ph < 5	-acidité forte, pH coca cola= 3, pH jus d'orange= 5 -présence d'acide minéral ou organique dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces
5.5 < pH < 8	eaux souterraines
pH > 8	alcalinité

**I.10.4. La turbidité:**

Elle permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. La turbidité est causée par les particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un tube plastique transparent. Unités:

1NTU (Nephelometric Turbidity Unit) = 1 JTU (Jackson TU) = 1 FTU (Formazin TU)  
(<http://www.eaudumaroc.com>).

Les classes de turbidités usuelles sont les suivantes:

**Tableau I. 4 : Turbidité.**

NTU < 5	eau incolore
5 < NTU < 30	eau légèrement colorée
NTU > 50	eau colorée
NTU > 200	eau de surface "Africaine"



**I.10.5. Oxygène dissous:**

L'eau absorbe autant d'oxygène que nécessaire pour que la pression partielle d'oxygène dans le liquide et l'air soit en équilibre. La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la pression atmosphérique (donc de l'altitude), de la température et de la minéralisation de l'eau:

La saturation en  $O_2$  diminue lorsque la température et l'altitude augmente (<http://www.eaudumaroc.com>).

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse (<http://www.eaudumaroc.com>).

**I.10.6. DBO, DCO et Oxydabilité:**

La DBO (Demande Biochimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données. Les conditions communément utilisées sont 5 jours

(On peut donc avoir une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air: on parle alors de  $DBO_5$  (<http://www.eaudumaroc.com>).

La DCO (Demande Chimique en Oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant: le bichromate de potassium (<http://www.eaudumaroc.com>).

Cette méthode donne donc une image plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont par exemple pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO. La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO ("oxydation forcée"), et donne une image de la matière organique présente même si le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). Le résultat s'exprime en mg/l d' $O_2$  (<http://www.eaudumaroc.com>).

Les échelles de valeur fréquemment rencontrées sont les suivantes:

Tableau I. 5 : DBO, DCO et Oxydabilité.

Situation	DBO <sub>5</sub> , en mg/l d'O <sub>2</sub>
eau naturelle pure et vive	< 1
rivière légèrement polluée	1 < c < 3
égout	100 < c < 400
rejet station d'épuration	20 < c < 40

Généralement, la DCO = 2 à 1.5 x DBO<sub>5</sub>. La relation empirique suivante lie la DBO<sub>5</sub>, DCO et la matière organique de l'échantillon (MO):

$$MO = (2DBO_5 + DCO)/3$$

### I.10.7. Ions majeurs:

#### I.10.7.1. Calcium et magnésium:

Le calcium Ca<sup>2+</sup> et le magnésium Mg<sup>2+</sup> sont présents dans les roches cristallines et les roches sédimentaires. Ils sont très solubles et sont donc largement représentés dans la plupart des eaux.

#### I.10.7.2. Sodium et potassium:

Le cation sodium (Na<sup>+</sup>) est très abondant sur la terre. On le retrouve dans les roches cristallines et les roches sédimentaires (sables, argiles, évaporites). La roche Halite (évaporite Na Cl) et le potassium (K<sup>+</sup>) est assez abondants sur terre, mais peut fréquent dans les eaux. Le potassium est dans les roches cristallines (mais dans des minéraux moins altérables que ceux qui contiennent du sodium), les évaporites (sylvinite K cl) et les argiles (<http://www.eaudumaroc.com>).

#### I.10.7.3. Sulfate:

Les origines des sulfates dans les eaux sont variées. Les origines naturelles sont l'eau de pluie.

**I.10.7.4. Chlorures:**

L'ion  $\text{Cl}^-$  est présent en petite quantité sur la terre. La source principale de chlorure dans les eaux est due à la dissolution de roches sédimentaires (<http://www.eaudumaroc.com>).

**I.11. Paramètres microbiologiques des eaux potables:****I.11.1. Escherichia:**

*Escherichia coli*, également appelé colibacille ou *E. coli*, est une bactérie intestinale des Mammifères très commune chez l'humain. La recherche de *Escherichia-coli* dans l'eau d'alimentation est faite pour apprécier sa potabilité, et sa présence dans l'eau est le témoin d'une contamination fécale récente et la rend impropre à la consommation, elle se développe en 24 heures à 37°C sur les milieux gélosés, en donnant de colonies rondes, lisse, à bord régulier de 2 à 3mm de diamètre (GUENNADI,2008).

**I.11.2. Salmonella:**

C'est une entérobactérie responsable de gastro –entérite, toxi-infection alimentaire et des fièvres typhoïde et paratyphoïde (*S. typhi* et *S. paratyphi*). La transmission de ces deux derniers se fait surtout par l'eau potable lors des épidémies étendues. Mais le contact direct ou les aliments peuvent également être en cause dans la propagation. Le contrôle bactériologique strict des eaux de consommation ainsi que la surveillance du réservoir de germes (porteurs) expliquent la diminution spectaculaire des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes dans les pays à hygiène développée (BRANDS et al. 2005).

**I.11.3.Vibrio:**

Ce sont des petits bacilles, de formes fréquemment incurvées dites "en virgule", l'espèce la plus connue du genre *Vibrio* est *Vibrio cholerae*: agent responsable du choléra.

La transmission se fait par voie orale à partir du milieu extérieur (eaux ou aliments) souillé par les selles, le vibron cholérique a une extraordinaire capacité de multiplication (LARBI AHLAM al, 2011).

**I.11.4. Clostridium:**

Ce sont des bactéries très répandues dans la nature, elles se trouvent dans les intestins des animaux, elles peuvent provoquer des maladies mortelles. La plupart des espèces de *Clostridium* sont des bactéries telluriques, mais sont également isolées dans l'intestin et les

selles de l'homme et de divers animaux. Ainsi la présence de clostridium dans les eaux ou les aliments par exemple signe en général, une contamination fécale (LEYRAL, 2007).

### **I.11.5. Streptococcus:**

Sont des bactéries fécales trouvés dans l'eau, l'air et le sol; Parmi les types qui provoquent des maladies on peut citer Streptococcus pyogènes, qui sont responsables de l'inflammation septique des amygdales, des glandes lymphatiques et des angines (LEYRAL, 2007).

## **I.12. L'eau en Algérie :**

### **Ressources en eau conventionnelle**

#### *a) eaux de surface :*

Afin de développer la capacité de retenue des eaux de surface, de nombreux ouvrages ont été construits. Alors qu'en 1962, il n'existait que treize barrages permettant de stocker 450 millions de m<sup>3</sup> d'eau destinée essentiellement à l'irrigation des plaines agricoles de l'Ouest du pays, on en dénombre actuellement 75 pour une capacité globale de 8,11 milliards de m<sup>3</sup> d'eau. A la fin des réalisations du programme en cours, ils devraient être 84 en 2016, pour une capacité de stockage évaluée à 8,4 milliards de m<sup>3</sup>.

#### *a-1) Petits barrages et retenues collinaires*

En matière de mobilisation par les petits barrages et retenues collinaires, on dispose de 572 ouvrages réalisés dans le cadre des différents programmes décentralisés, d'une capacité totale de 206 millions de m<sup>3</sup> et 40 ouvrages en cours de réalisation d'une capacité de 25 millions de m<sup>3</sup> destinés à l'irrigation.

#### *b) Les eaux souterraines :*

Les volumes exploités avoisinent 80 % des ressources potentielles renouvelables ; Les prélèvements dans les nappes des régions sahariennes Les réserves des nappes du Sahara sont énormes mais les apports d'eau à partir de l'Atlas saharien ne contribuent à leur renouvellement que dans une faible proportion. Le caractère « non renouvelable » de cette ressource et les contraintes physiques et géologiques qui caractérisent ces systèmes, en font un patrimoine fragile, nécessitant une gestion rationnelle pour sa durabilité.

### **Ressources en eau non conventionnelle**

La mobilisation des ressources en eau non conventionnelle est devenue une priorité du secteur pour pallier aux déficits régionaux en eau conventionnelle et afin d'assurer une sécurité future en matière de mobilisation des ressources en eau, ces ressources non conventionnelles regroupent :

- Dessalement de l'eau de mer.
- Déminéralisation des eaux saumâtres.
- Réutilisation des eaux usées urbaines épurées.

A fin 2015, la situation des infrastructures de mobilisation des ressources en eau non conventionnelles en exploitation se présente comme suit :

- 10 stations de dessalement d'eau de mer, d'une capacité totale de 587,65 hm<sup>3</sup>/an Population desservie : 7 111 19 hab.
- 21 stations monoblocs de dessalement d'une capacité totale de 2,9 hm<sup>3</sup>/an Population desservie : 247 46 hab.
- 18 stations de déminéralisation des eaux saumâtres avec une capacité totale de 33.73 hm<sup>3</sup>/an Population desservie : 498.16 hab
- Eaux usées épurées à des fin agricoles : 38,77 hm<sup>3</sup>/an Superficie irriguées : 6 774 ha Source (Ministère des roussource en eau 2018).

### **I.12.1. Les problèmes de l'eau en Algérie :**

Les ressources en eau utilisées pour nos divers besoins, proviennent des eaux dites de surface (ruissellement des eaux de pluie, écoulement des cours d'eau) que l'on peut en partie stocker dans des barrages et retenues de diverses tailles, et des eaux souterraines accumulées par les nappes aquifères, alimentées également par l'infiltration d'une partie des eaux de pluie. Ces dernières totalisent en Algérie un volume moyen annuel de 12,4 milliards de m<sup>3</sup>. Les études les plus récentes (MATE, 2000) estiment à 4,7 milliards de m<sup>3</sup> le volume global que l'on pourra mobilier (stocker dans des barrages) à partir des eaux de surface, au moment où tous les barrages qu'il est possible (techniquement et financièrement) de réaliser seront installés : ce volume ne représente que 38% du volume annuel global des eaux de surface.

Pour ce qui est des eaux souterraines, leurs réserves permettent d'exploiter un volume annuel de quelques 6,8 milliards de m<sup>3</sup> et elles exigent, par conséquent, de coûteux forages.

En termes de ressources mobilisables, l'Algérie dispose d'un plafond annuel de 11,5 milliards de m<sup>3</sup> qui se répartissent comme suit (MATE, 2000).

- Mobilisation des eaux de surface (barrages) : 4,7 milliards de m<sup>3</sup>.
- Mobilisation des nappes souterraines : 1,8 milliards de m<sup>3</sup> (pour le nord de l'Algérie) et 5 milliards de m<sup>3</sup> (pour le sud de l'Algérie). Soit un total de 11,5 milliards de m<sup>3</sup>.

Cette situation nous classe déjà parmi les pays qui se situent en dessous du seuil de pénurie de la disponibilité en eau, fixé internationalement à 1000 m<sup>3</sup>/ an/ habitant. La disponibilité de l'eau est en effet précédemment, avec une population de 30 millions d'habitants, de 383 m<sup>3</sup>/an/habitant et passera en 2020 avec une population de quelque 44 millions d'habitants, à 261 m<sup>3</sup>/an/habitant, pour ce qui concerne les ressources mobilisables (MATE, 2000).

### **I.12.2. Normes des eaux potables :**

- Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable. (ADE, Bouira). elles sont énumérées en Annexe N°1,2.

### **I.13. Pollution d'eau :**

#### **I.13.1. Définition de pollution d'eau :**

La pollution d'eau est une altération des qualités naturelles (physiques et chimiques) d'une eau. C'est à la fois l'action et les processus de dégradation des qualités de l'eau. La pollution des eaux souterraines entraîne le risque permanent de limitation de cette ressource dans un proche avenir. Elle résulte essentiellement de l'activité humaine indépendamment de la détérioration naturelle liée aux facteurs géologiques (BOUCENNA , 2009).

Les principales manifestations de la pollution des eaux de surface sont de nature chimique ou biologique et peuvent être pathogènes pour l'homme (HADDOU ,2010), La plupart des sources d'eau potables sont contaminées propagation des grandes épidémies (peste, choléra, typhoïde....etc.)(KHALID, 2007).

#### **I.13.2. Classification de la pollution :**

##### ***I.13.2.1. Classification selon le type de polluant :***

Il existe plusieurs manières de classer la pollution. Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories : pollution physique, pollution chimique et pollution biologique.

***I.13.2.1.1.Pollution physique :***

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (MEROUANI .et BOUGUEDAH, 2013).

***I.13.2.1.2.Pollution chimique :***

Elle est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables (MELGHIT, 2012).

***I.13.2.1.3.Pollution biologique :***

Il s'agit de la pollution par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons, efflorescences planctoniques.....etc.) (OUBAGHA, 2011).

***I.13.2.2.Classification selon l'origine de la pollution :***

Selon l'origine de la pollution, on distingue quatre catégories : pollution domestique, urbaine, agricole et pollution industrielle.

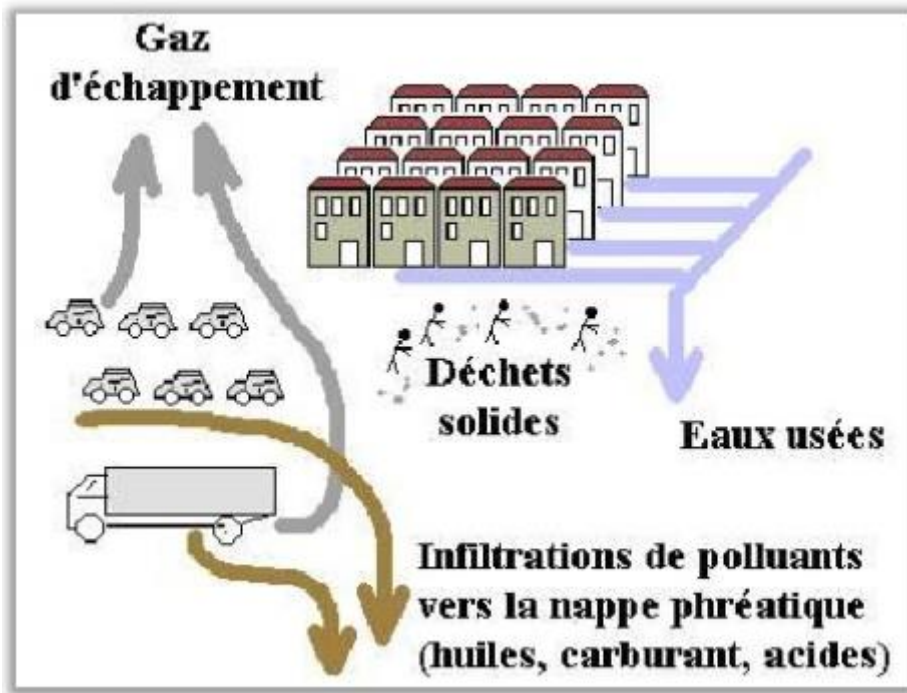
***I.13.2.2.1.Pollution domestique :***

La pollution domestique se caractérise par la présence des germe fécaux, de fortes teneurs en matières organique , des sels minéraux et des détergent ,elle peut être responsable de l'altération des condition de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (AISSAOUI , 2013).

Elle est due principalement aux rejets domestiques (eaux de lavage, huiles de vidange, matières fécales, etc.) (OUBAGHA, 2011)

***I.13.2.2.2.Pollution urbaine :***

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité (MELGHIT, 2012).



**Figure I. 6:** Les pollutions produites par l'urbanisme.

#### ***1.13.2.2.3. Pollution agricole :***

L'agriculture, l'élevage, l'aquaculture et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates. Utilisation des engrais en agriculture:

La modernisation de l'agriculture et son intensification ont été généralement accompagnées d'une utilisation abusive et non rationnelle des engrais azotés, notamment. Utilisation des pesticides en agriculture : les pesticides sont utilisés en agriculture pour protéger les cultures et les récoltes contre les insectes prédateurs afin d'augmenter les rendements (MELGHIT, 2012 et OUBAGHA , 2011).

#### ***1.13.2.2.4. Pollution industrielle :***

Le développement accéléré des techniques industrielles modernes a engendré une pollution très importante. En effet, celle-ci est devenue plus massive, plus variée et plus insidieuse. Devant l'extrême diversité de ces rejets, une investigation propre à chaque type d'industrie est nécessaire: il est donc primordial d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et le circuit des réactifs et des produits (OUBAGHAN, 2011).





Figure I. 7: Les pollutions produites par l'industrie.

## I.14. Les principaux polluants des eaux :

### I.14.1. Les matières en suspension :

Les matières en suspension sont de fines particules. Présentes naturellement dans l'eau des rivières pour certains (planctons, débris végétaux fins, minéraux), elles sont aussi des polluants d'origine humaine pour d'autres (matières organiques et minérales). Elles peuvent réduire la transparence de l'eau (turbidité), ce qui est néfaste pour la biologie des cours d'eau.

### I.14.2. La pollution organique :

Certains rejets contiennent des matières organiques, Ces polluants sont biodégradables : ils peuvent être transformés en eau et en CO<sub>2</sub> par des micro-organismes (bactéries, algues). Mais cette biodégradation consomme de l'oxygène, qui ne sera donc plus disponible pour la faune aquatique (poissons, crustacés...). C'est pourquoi l'on mesure souvent la pollution organique par la " demande biologique en oxygène" (DBO), autrement dit la quantité d'oxygène qui sera consommée par des micro-organismes pour sa biodégradation. On mesure également la "demande chimique en oxygène" (DCO), c'est à dire la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder tout ce qui peut l'être par voie chimique.

### I.14.3. Les matières fertilisantes :

La présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau entraîne la prolifération d'algues qui diminuent la luminosité et surtout consomment l'oxygène dissous dans l'eau (phénomène d'eutrophisation). Cette pollution est produite par les eaux usées urbaines, certains effluents industriels, et le ruissellement des eaux chargées d'engrais apportés en excès aux cultures.

**I.14.4. Les polluants métalliques et les polluants chimiques persistants :**

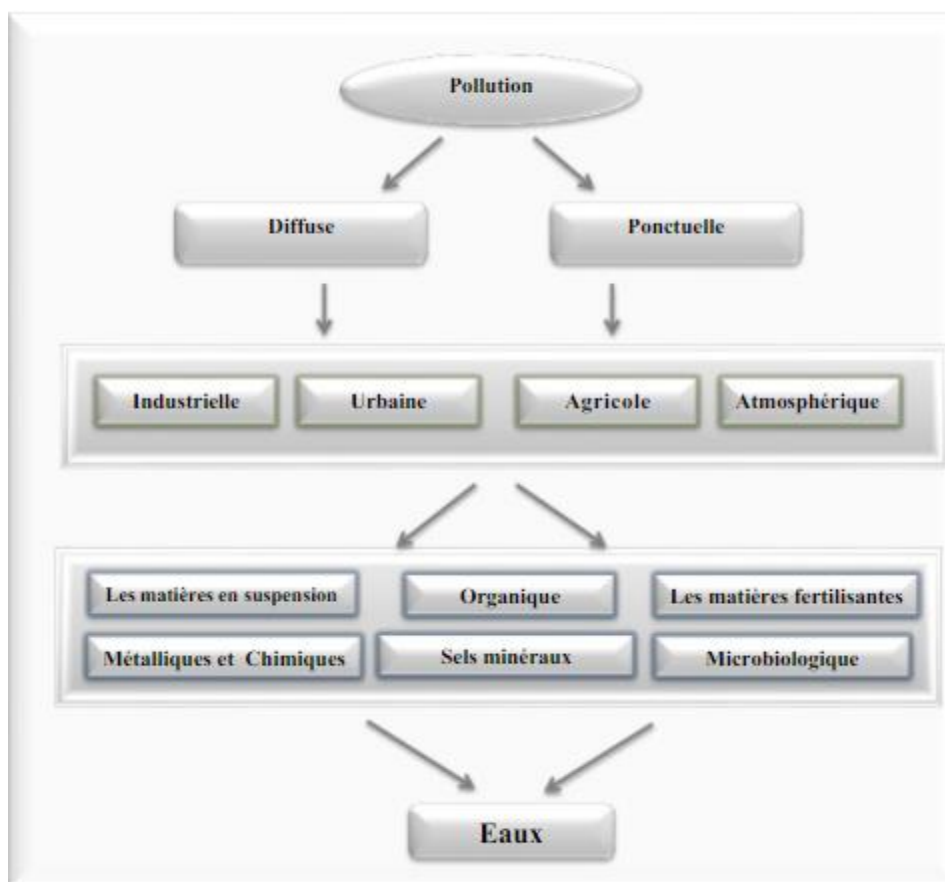
Certains polluants chimiques (des pesticides par exemple) sont particulièrement persistants : ils résistent à la dégradation chimique et biologique. Avec les métaux lourds (plomb, mercure, cadmium, cuivre, zinc, nickel, chrome...), ils forment une famille de polluants très dangereux : absorbés par des plantes ou des petits animaux, ils s'accumulent et se concentrent tout au long de la chaîne alimentaire, au sommet de laquelle se trouve l'homme.

**I.14.5- Les sels minéraux :**

Présents naturellement dans l'eau en faible quantité, les sels minéraux (chlorures ou sulfates de calcium, de magnésium, de sodium ou de potassium) peuvent voir leur concentration s'élever à la suite de rejets industriels. Cela peut nuire à la biologie aquatique.

**I.14.6. La pollution microbiologique :**

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (baignade, élevage de coquillage) (LAKHDARI ,2008).



**Figure I. 8:** schéma simplifiée de la pollution des eaux.

**I.15. Conséquences de la pollution :**

- Les matières organiques solubles abaissent la teneur en Oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique.
- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable (BIRECH al, 2006).

**I.16. Définition d'une maladie à transmission hydrique :**

Une maladie d'origine hydrique est définie comme toute maladie de nature infectieuse ou d'origine physicochimique causée, ou présumée causée, par: ingestion d'eau, contact avec l'eau ou inhalation de vapeurs ou de gouttelettes d'eau.

Les maladies liées à la contamination de l'eau représentent une charge considérable pour l'humanité.

Le risque hydrique survient de manière directe ou indirecte; dans le premier cas, il résulte d'un contact avec l'eau contaminée elle-même (eau usée, ressources, eau de loisir ou de boisson); dans le second cas, il survient par l'intermédiaire d'aliment ou d'air contaminé par une eau de qualité impropre (végétaux consommés crus, glaces, poissons, coquillage, crustacés (GUERIN et al.2003).

Les maladies liées à l'eau sont une tragédie humaine. Il s'agit de plusieurs groupes d'affections qui tuent encore des millions de personnes et empêchent d'autres à mener une vie saine et productive.

A partir du 19<sup>ème</sup> siècle que l'on a pris des mesures pour l'assainissement du milieu. En 1855 à Londres, John SNOW fait la relation entre le choléra et l'eau potable.

Les possibilités d'intervention sont apparues lorsque les bactéries ont été identifiées (KACED, IRATNI, 2007).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2004, Les contaminants hydriques sont essentiellement de nature biologique ou chimique.

**I.17. Santé et maladies à transmission hydriques :**

Pour l'OMS, « La bonne qualité de l'eau de boisson fait davantage pour la santé publique que n'importe quel vaccin ou médicament ! ». Toutes les huit secondes, un enfant meurt d'une maladie liée à l'eau ! Chaque année, plus d'un milliard d'enfants de moins de cinq ans présentent une diarrhée aiguë, et on dénombre près de cinq millions de décès dus à ces diarrhées principalement dans les régions défavorisées (KOLTZ, 2010).

L'eau insalubre constitue la première cause de mortalité sur la planète devant la malnutrition à cause des agents pathogènes (virus, bactéries, parasites) et polluants divers qu'elle véhicule (pesticides, arsenic, fluor,..). 80 % des maladies dans les pays pauvres du sud se propagent par la consommation de l'eau contaminée.

Cette terrible réalité est méconnue de la plupart des gens car l'eau tue en silence et en continu. De plus, les pathologies infectieuses, parasitaires ou « toxicologiques » empêchent des millions de personnes de mener une vie saine, sapent les efforts de développement et accentuent le cercle vicieux de la pauvreté (OLIVAUX, 2007).

Des spécialistes classifient les maladies bactériologiques, virales ou parasitaires liées à l'eau en quatre catégories :

- **Les maladies véhiculées par l'eau** : elles sont causées par l'ingestion d'eau souillée par de l'urine ou des excréments animaux ou humains contenant des bactéries ou des virus pathogènes. Elles incluent le choléra, la typhoïde, et autres maladies diarrhéiques.
- **Les maladies de l'hygiène** : elles sont causées par une mauvaise hygiène personnelle et le contact des yeux ou de la peau avec de l'eau souillée. Elles incluent les gales, le trachome, le typhus et les maladies transmises par les puces, poux et tiques.
- **Les maladies liées à l'eau** : elles sont causées par des parasites trouvés dans les organismes hôtes vivant dans l'eau. Elles incluent des maladies causées par des helminthes (vers).
- **Les maladies transmises par des insectes qui se multiplient dans l'eau** : elles incluent la dengue, la filariose, le paludisme ou malaria, la fièvre jaune (OLIVAUX, 2007).

**I-18-1-Maladies à transmission hydrique :**

Il faut comprendre, maladies contractées par ingestion, par contact direct ou encore les maladies pour lesquelles l'eau est un habitat d'hôtes de larves ou de parasites (YELEZOUOMIN et al, 2014).

**I.18.2.Maladies de mains sales :**

Les maladies liées à l'eau portent gravement atteinte à la santé humaine. Elles sont variées mais toutes indiquent le besoin crucial d'une eau salubre. De nombreuses maladies, proviennent uniquement du fait d'employer une eau non salubre, pour boire et préparer les aliments. D'autres sont dues à la pénurie d'eau responsable d'une mauvaise hygiène corporelle et vestimentaire. Autrement dit, les maladies de mains sales sont des risques sanitaires liés à : La quantité insuffisante de l'eau (problème d'hygiène) (FREDDY, 2010).

**I.18.3.Choléra :**

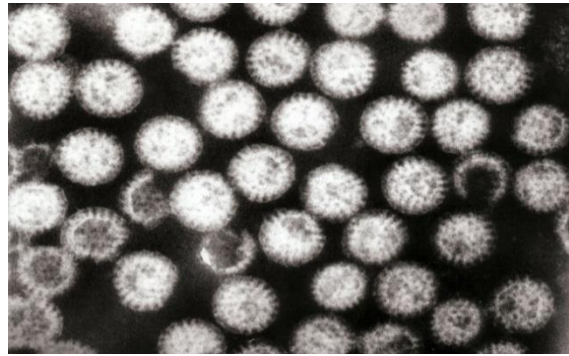
Quand on absorbe de la nourriture souillée ou de l'eau non potable. Le choléra est une infection intestinale aiguë qui commence par une diarrhée aqueuse indolore, des nausées et des vomissements. La plupart des sujets atteints ont une diarrhée très bénigne ou une infection asymptomatique, Le choléra est causé par la bactérie *Vibrio-cholerae*. Les gens sont infectés après avoir consommé des aliments ou de l'eau qui ont été contaminés par les selles de personnes infectées, (Voir Figure I.9) (AUBRY, 2014).



**Figure I. 9 :** *Vibrio-cholerae*.

**I.18.4.Diarrhées :**

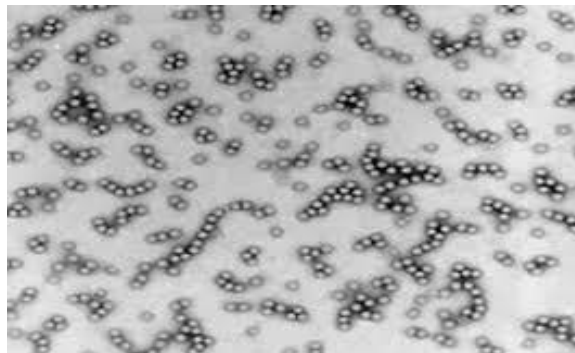
Une diarrhée est définie par l'émission de selles trop fréquentes, trop abondantes, de consistance anormale (liquides ou très molles) et quand on absorbe de la nourriture souillée ou de l'eau non potable. Quand on mange avec les mains sales. Quand on met les objets souillés à la bouche, (Voir Figure I.10) (FREDDY, 2010).



**Figure I. 10** : photo microscopique des bactéries de la Diarrhées.

#### **I.18.5.Poliomyélite :**

La poliomyélite est une maladie infectieuse transmissible aiguë, essentiellement neurotrope, immunisante, endémo-épidémique, due à un poliovirus sauvage, entérovirus de la famille des Picornaviridae. Il y a trois stéréotypes différents de poliovirus sauvages (PVS1, PVS2, PVS3). La gravité, en termes de santé publique, de la poliomyélite est surtout liée aux séquelles motrices définitives qu'elle entraîne....se transmet par l'intermédiaire de la nourriture et de l'eau contaminées par les matières fécales (excréments) des personnes infectée, (Voir Figure I.11) (AUBRY, 2014).



**Figure I. 11** : photo microscopique du virus de la Poliomyélite.

#### **I.18.6.Fièvre typhoïde :**

La fièvre typhoïde est due à *S. enteritica*, sérovar *S. typhi*. (Bacille d'Eberth). Les fièvres paratyphoïdes sont dues à *S. paratyphi* A, B et C. La fièvre typhoïde est devenue rare dans les pays industrialisés du fait des progrès de l'hygiène et de l'amélioration des conditions d'approvisionnement en eau potable, (Voir Figure I.12) (AUBRY, 2013).



**Figure I. 12 :** Image explicatif des bactéries de Fièvre typhoïde.

#### **I.18.7.Méningite :**

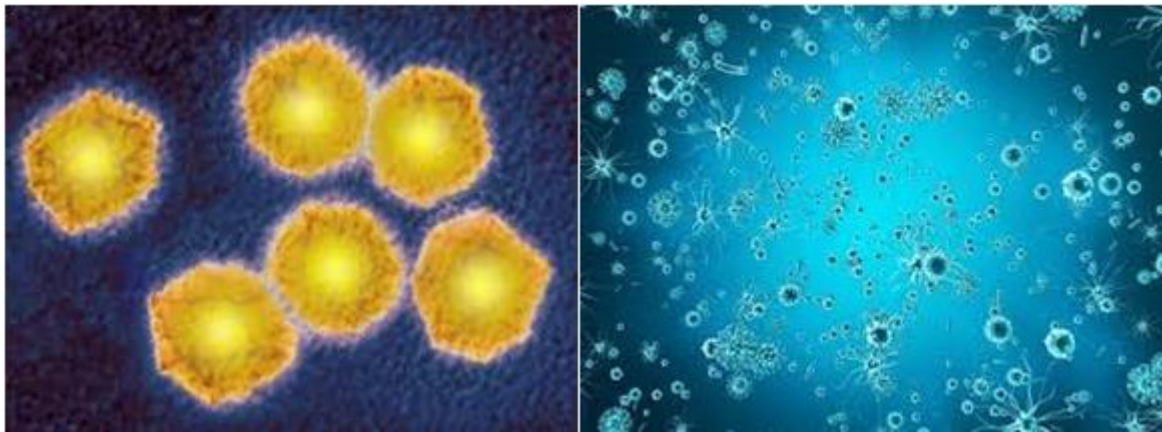
Les méningites infectieuses de l'enfant représentent des maladies hétérogènes comportant d'une part les méningites virales de loin les plus fréquentes et dont l'évolution est en règle simple sans traitement particulier et d'autre part les méningites bactériennes sont plus rares mais graves. Trois espèces bactériennes se partagent la quasi-exclusivité des cas: Streptocoques pneumonie, Neisseria meningitidis et Haemophilus influenza, (Voir Figure I.13) (PLANTAZ D, 2005).



**Figure I. 13 :** image explicatif des bactéries de Méningite (forme cylindrique).

#### **I.18.8.Hépatite A et E :**

Le virus de l'hépatite A (VHE A) et E (VHE) se transmet en général par voie fécaux orale, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Il peut aussi se propager lors de certaines pratiques sexuelles, (Voir Figure I.14) (OMS, 2012).



**Figure I. 14 :** Image des virus Hépatite A et E.

### **I.19. Les maladies hydriques en Algérie :**

Depuis l'indépendance la tendance évolution des maladies à déclaration obligatoire montre le pré domination des maladies liées à l'hygiène du milieu en général et des maladies à transmission hydrique en particulier.

En effet, les maladies à transmission hydrique (surtout le choléra, la fièvre typhoïde, les dysenteries, hépatite, virale « A »,..) sont en termes de morbidité les premières maladies à déclaration obligatoire notifiées au ministère de la santé, elles représentent 39 % de l'ensemble des maladies déclarées (BOUZIANI, 2000).

Ce sont des maladies des réseaux parce que la majorité des cas sont dues à des cross-connexions entre réseau d'AEP et assainissement.

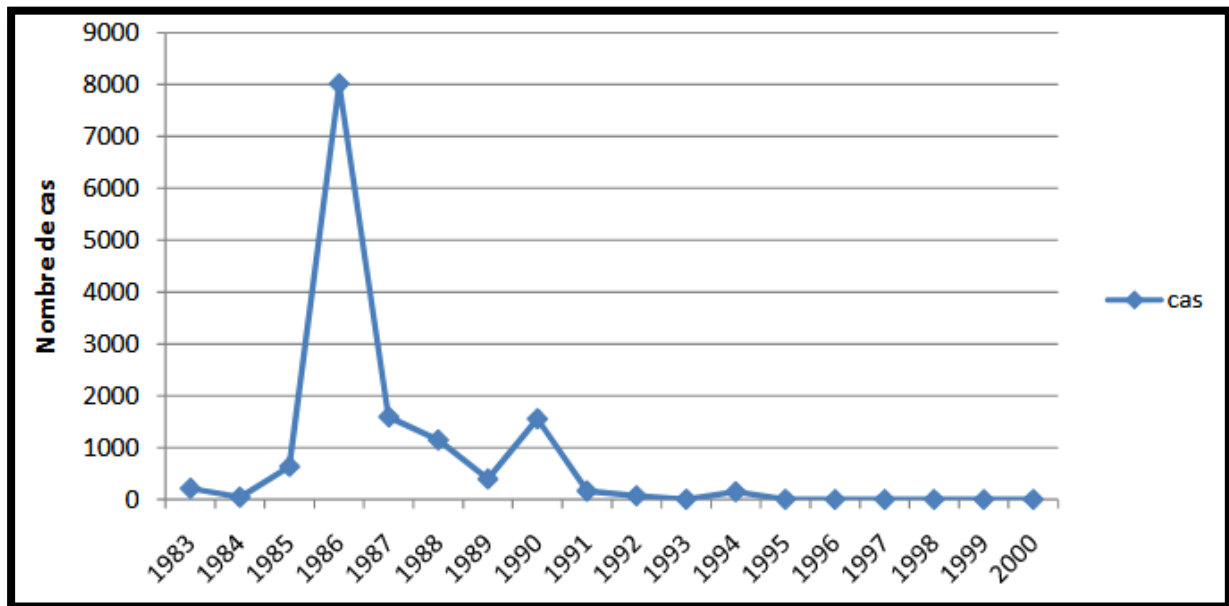
#### **I.19.1 : Evolution des épidémies de choléra en Algérie :**

Durant les siècles précédents, les épidémies de choléra en Algérie ont toujours été importées d'Europe par le biais des échanges commerciaux entre notre pays et le continent Européen, durant les décennies actuelles, ce sont des bouleversements socio-économiques qui vont concourir à la multiplication de cette maladie.

L'étude épidémiologique du choléra pendant plus d'une décennie (1971 – 1986) a permis de relever qu'à chaque survenance de pic choléra de nombre de cas de ce pic est plus important que le précédent .



L'analyse de figure ci-dessous montre que le pic choléra de 1986 peut être considéré comme une catastrophe épidémiologique nationale (800 cas clinique de choléra et 450 décès), le nombre de cas de cette maladie est à diminué sensiblement depuis de début des années 1990.



**Figure I. 15:** Incidence du Choléra en Algérie (1983-2000) : Séminaire MTH (2001)

### I.19.2 : Evolution de la fièvre typhoïde en Algérie:

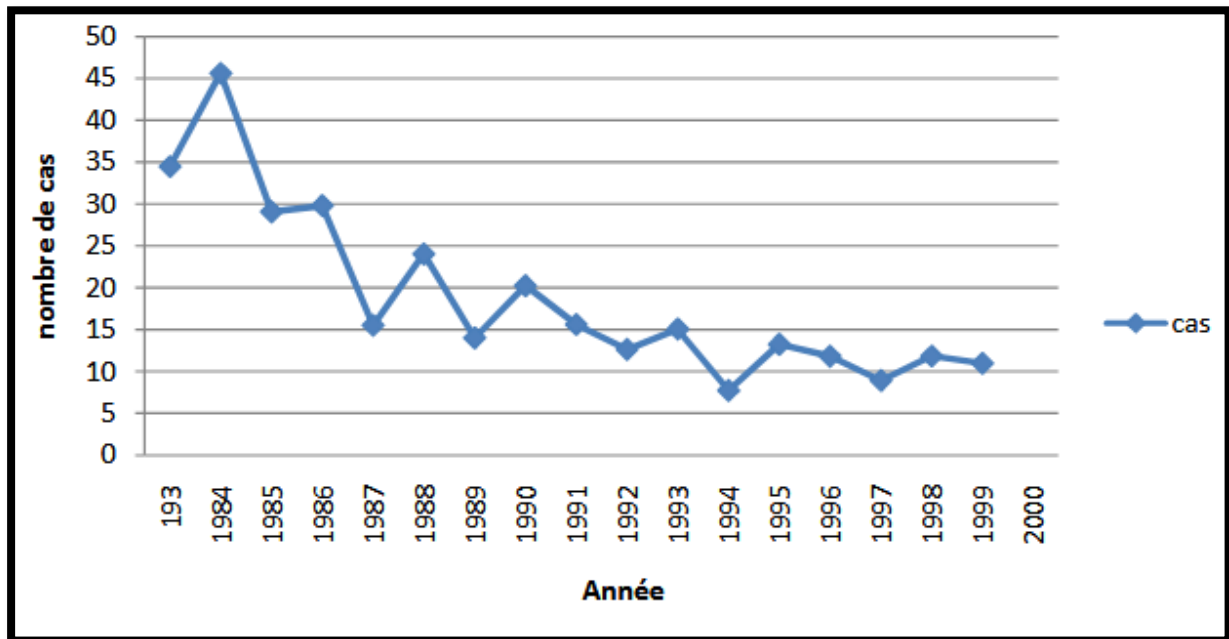
Depuis l'indépendance, 3 tendances évolutives de la fièvre typhoïde :

#### Première phase : 1962 -1987 :

Il a été noté une augmentation progressive de l'incidence de la fièvre typhoïde avec plusieurs pics épidémiques, le point commun à toutes ces flambées épidémiques est la caractéristique du lieu. Ces dernières sévissent dans les agglomérations surpeuplées et les banlieues à habitat précaire où les réseaux d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement inexistantes (BOUKHERIS, al 2002).

#### Deuxième phase : 1987-1991 :

Diminution importante de la morbidité concordant avec la mise en place de nouveau système de notification qui a amélioré considérablement quantitativement et qualitativement l'information épidémiologique, la figure I.11 montre clairement la diminution de la fièvre typhoïde durant cette période (BOUKHERIS, al 2002).



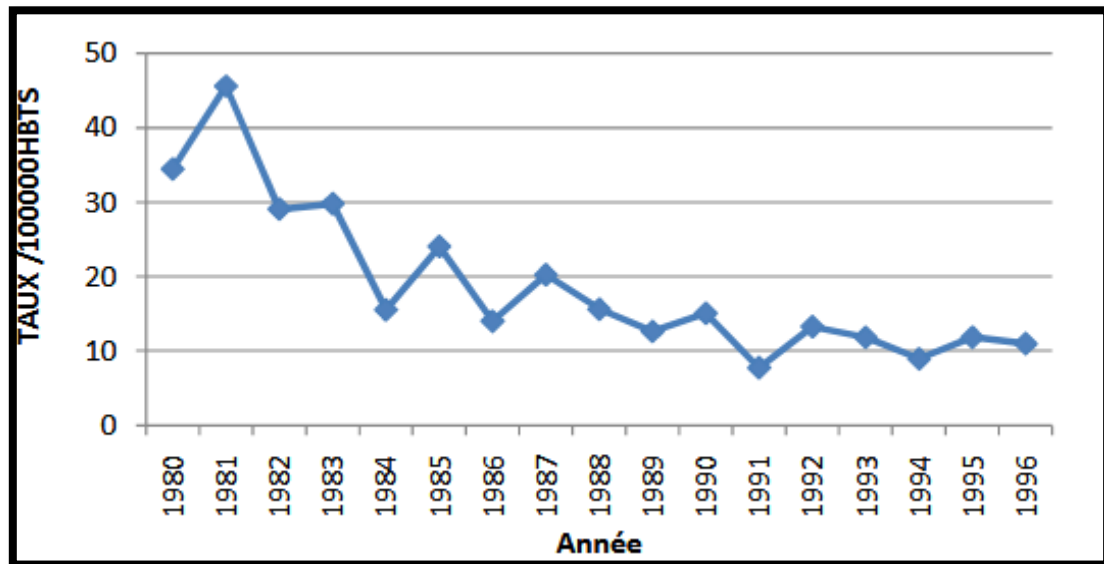
**Figure I. 16:** Incidence de la fièvre TYPHOÏDE en Algérie (1983-2000) : Séminaire MTH (2001)

**Troisième phase :** 1991 jusqu'à ce jour. Augmentation de la morbidité dans certaines wilayas considérées comme à haut risque épidémiologique.

Ces wilayas sont : Chlef – Batna – Bejaia – Blida – Bouira – Tlemcen –Tiaret – Tizi ouazou – Oran - Alger – Djelfa – Skikda – Annaba – Constantine – Media – Mostaganem – M'sila- Mascara – Bordj-Bouarreridj –Tissemsilt – Ain Defla – Relizane. L'augmentation des foyers épidémiques de fièvre typhoïde coïncide paradoxalement par l'augmentation du taux de raccordement national d'AEP et d'assainissement. Ces foyers épidémiologiques sont à prédominance urbaine (BOUKHERIS, al 2002).

### I.19.3: L'évolution des hépatites virales en Algérie:

Ce sont des maladies endémiques avec des pics épidémiques au cours de la saison hivernale, important pic épidémique est enregistré en 1981, depuis cette année une nette diminution de l'incidence a été remarqué, la situation est stable durant la décennie 90. (Figure I.12) :



**Figure I. 17:** Incidence des Hépatites virales en Algérie (1980-1996) : Séminaire MTH (2001)

### Conclusion :

Les maladies à transmission hydrique ont un fort impact sur la santé humaine, elles menacent les populations défavorisées. La quantité d'eau constante sur terre alors que accroissement population et besoins, d'où nécessité solidarité internationale.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

### Introduction :

Pour pouvoir assurer une bonne prise en charge de notre zone d'étude (wilaya de Bouira) nous devons connaître (étudier) cette dernière du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique, démographique et hydraulique.

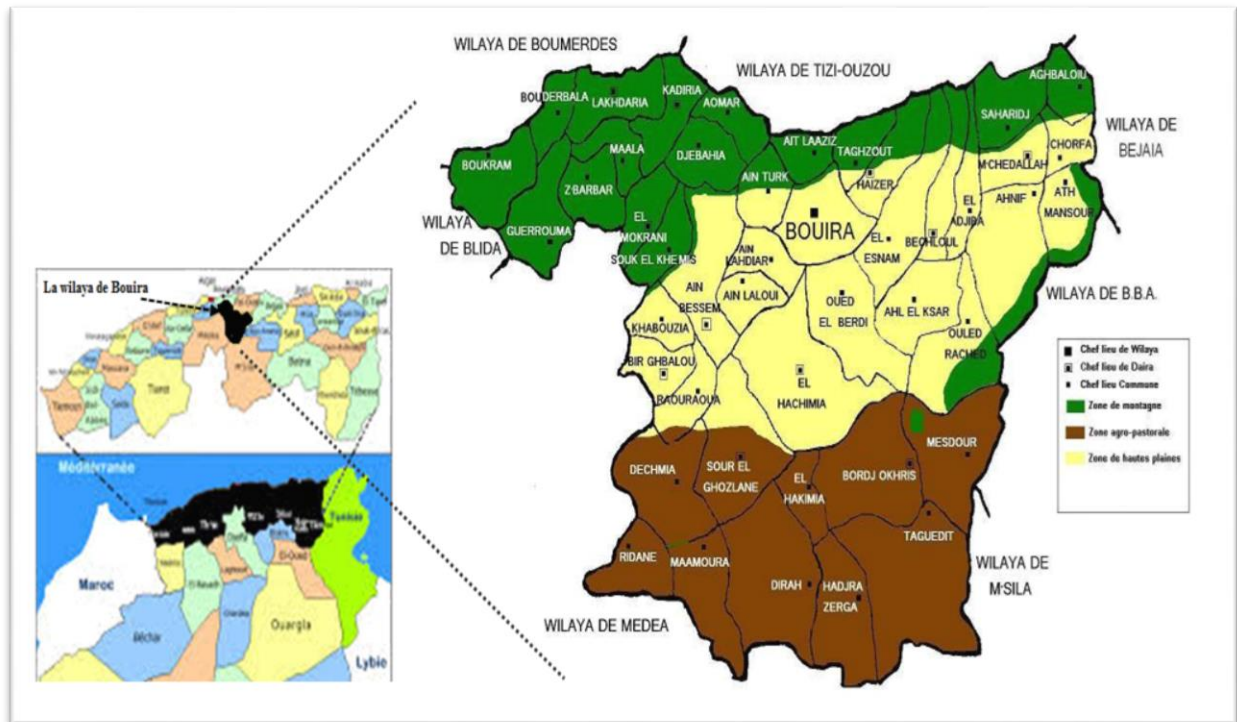
### II.1. Présentation de la région d'étude :

#### *II.1.1. Situation géographique :*

La wilaya de **Bouira**, issue du découpage administratif de 1974 est située dans le centre nord du pays. Elle est constituée de 12 daïras et de 45 communes. Superficie de 4456,26 km<sup>2</sup>. Représentant 0,19% du territoire national. Population de 820050 de l'année 2017. Le chef-lieu de la wilaya est situé à une altitude de 525m, Elle est délimitée :

- Au Nord par la Wilaya de **Boumerdes** et **Tizi-Ouzou**
- Au Sud et Sud-Ouest par les Wilayas de **M'sila** et de **Médéa**
- A l'Est et au Sud Est par les Wilayas de **Bédjaia** et **Bordj-Bou-Arréridj**.
- A l'Ouest par les Wilayas de **Blida** et **Médéa**

La grande chaîne du Djurdjura d'une part et les monts de Dirah d'autre part, encadrent la Wilaya qui s'ouvre de l'Ouest vers l'Est sur la vallée de la Soummam.



**Figure II. 1:** La situation géographique de la zone d'étude (DSA D'AIN BESSEM, 2017).

## II -2 composante physique du site :

### II.2.1. Reliefs :

Le relief est contrasté et comporte cinq grands ensembles physiques :

#### ➤ *Dépression centrale:*

Espace, composé par:

- La vallée de l'Oued Sahel, de l'Oued Dhous et de la plaine d'El Esnam,
- Le plateau de Taghzout, El Madjen;
- La plaine des Arribs, Aïn Laloui;
- Le Plateau d'El Hachimia, Ath Mansour.
- Terminaison orientale de l'Atlas Blidéen:

Constitué d'un ensemble de collines de formations à dominance marneuse très sensible à l'érosion, on y trouve:

- Un important potentiel hydro-agricole;
- D'importantes agglomérations: Lakhdaria, Kadiria et Aomar.

- De grands axes de communications (RN5, voie ferrée et Autoroutier Est Ouest).
- Le barrage de Koudiet Acerdoune.

➤ ***Versant du Djurdjura:***

Il se rapporte surtout aux parties centrales et occidentales du massif du Djurdjura.

➤ ***Chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud:***

Cette région essentiellement forestière est interrompue à l'Ouest par la dépression de Sour-El Ghozlane.

Ces reliefs sont prolongés vers le Sud par trois importants massifs et composés par :

- Le massif de Djebel Dirah, culminant à 1810 m;
- Le Djebel Ketef à 1434 m;
- Le Djebel Ben Abdellah à 1314 m;
- Le Djebel Taguedite;
- Le Djebel Afroun qui culmine à 1547 m.

➤ ***Dépression Sud Bibanique :***

Elle se rapporte à la terminaison septentrionale de la plaine du Hodna et aux basses collines s'étendant entre Maâmora et l'extrémité Sud-Est de Bouira. Cet espace est constitué principalement de terres de parcours.

La zone boisée représente 25 % du territoire avec 111 490 ha de massif forestier. On trouve le pin d'Alep, le chêne vert ainsi que le chêne-liège et le cèdre de l'Atlas (sud Djurdjura).

### **II.3. Cadre géologique et hydrogéologique:**

#### ***II.3.1. Géologie locale:***

La zone d'étude renferme des séries autochtones, des séries allochtones et enfin des formations récentes post-nappes.

❖ **Les séries autochtones ou parautochtones:**

a) ***L'Albien:*** Il est représenté par une série d'argiles schisteuses ocre et des grès quartzifères de type flysch. Localement, il affleure au nord-ouest et au sud-est de la zone d'étude.

b) ***L'Albien supérieur :*** Comprenant de la base au sommet:

- Argiles et calcaires marneux,
- Calcaires à cassure noire,
- Alternance de calcaire et de marne grise.

Il affleure en petits liserés dans la partie ouest de la zone d'étude.

c) **Le Cénomaniens**: Il est constitué essentiellement de marnes grises et calcaires marneux. Il affleure largement au nord et surtout à l'ouest et au sud de la zone d'étude.

#### ❖ Les séries allochtones:

##### a) *Le Trias*:

On le rencontre en petits affleurements dans toute la plaine. Il est constitué par des argiles blanches ou jaunes, des dolomies et des gypses. Localement, il forme de petites semelles à l'est, au sud et à l'ouest de la zone d'étude.

##### b) *Le Turono-Sénonien*:

Nous distinguons dans cet ensemble de bas en haut:

- Marnes grises, calcaires argileux du Turonien. Ils affleurent en petites fenêtres dans la partie nord du bassin versant.
- Flysch argilo-schisteux olivâtre du Coniacien. Il s'agit de petits affleurements de part et d'autres de l'oued Lekhal à l'est immédiat de la zone d'étude.
- Marnes grises à bancs de calcaires du Maëstrichtien-Campanien. Ces formations affleurent largement sur le pourtour du bassin versant notamment au sud de la zone.

##### c) *Le Paléogène*:

Il se rencontre en petits affleurements au Sud de la zone d'étude. Il comprend:

- L'Yprésien-Thanétiens: ce sont des calcaires à patine blanche avec des silex à la base. Il affleure au sud-ouest du bassin versant.
- Le Lutétien: ce sont des marnes à bancs de calcaire lumachellique jaune roux. Il apparaît en klippe dans la partie nord du bassin versant.
- L'Oligocène (faciès numidien): c'est essentiellement des argiles et grès. Il affleure au nord-ouest de la zone d'étude.

#### ❖ Les formations récentes post-nappes:

a) *Le Miocène*: on le rencontre en petits affleurements sur les deux rives de l'oued Lekhal et oued d'hous.

b) *Le Quaternaire ancien*: il est représenté par des dépôts continentaux. Ils sont constitués de graviers et de galets mélangés de sables et d'argiles. Ces dépôts sont les plus répandus dans la zone sud-ouest de la plaine vers l'oued Krarifes.

c) *Les alluvions récentes*: ce sont des dépôts argileux-sableux mélangés parfois de graviers et disposés en minces bandes des deux côtés des oueds.

### **II.3.2. Hydrogéologie :**

Les principales réserves d'eaux souterraines de la région sont contenues dans la nappe alluviale des oueds et leurs affluents. Le terrain réservoir est constitué par un remplissage alluvionnaire quaternaire (sables, graviers, limons et argiles). Cet aquifère est capté par des puits paysans destinés à l'irrigation (se concentrent généralement le long des oueds). La recharge de la nappe se fait essentiellement par l'infiltration directe des pluies mais aussi par les oueds, notamment en situation de basses eaux.

### **II.4. La situation climatologique :**

L'étude climatique est très importante, Elle nous renseigne sur la pluviométrie, les températures, les taux d'humidité et les vents

#### **II.4.1. Le climat :**

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver.

#### **II.4.2. La pluviométrie :**

L'eau constitue 70 % à 90% des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. Les périodes de sécheresse prolongées ont un effet néfaste sur la faune (DAJOZ, 1996).

**Tableau II. 1:** les pluies mensuelles dans la région d'Ain Bessem.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Pluies (mm)	59	40	55	55	55	10	05	12	32	43	55	76

(DSA d'Ain Bessem, 2017).



Les précipitations annuelles varient entre 400 et 600 mm dans la région d'Ain Bessem (DSA d'Ain Bessem, 2017). Le total de précipitation est de 497 mm, à partir du tableau au-dessus il ressort que le mois le plus humide est décembre avec 76 mm et le mois le plus sec est le mois de juillet avec 05 mm.

#### II.4.3. La température :

**Tableau II. 2:** les températures mensuelles dans la région d'Ain Bessem.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Température (C°)	07	09	12	15	19	25	28	26	20	17	13	08

(DSA d'Ain Bessem, 2017).

Durant l'année 2017, le mois le plus froid est le mois janvier et décembre avec une température 07 C°, par contre le mois le plus chaud est juillet avec 28 C°.

**Tableau II. 3 :** Table climatique Bouira.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	7.6	8.8	11.2	13.3	17.6	22.2	26	26.1	23.2	17.4	12.3	8.4
Température minimale moyenne (°C)	3.5	4.5	6.6	8.2	12.4	16.7	20	20.1	18.1	12.8	8.2	4.2
Température maximale (°C)	11.7	13.1	15.8	18.4	22.9	27.7	32	32.2	28.3	22.1	16.5	12.6
Température moyenne (°F)	45.7	47.8	52.2	55.9	63.7	72.0	78.8	79.0	73.8	63.3	54.1	47.1
Température minimale moyenne (°F)	38.3	40.1	43.9	46.8	54.3	62.1	68.0	68.2	64.6	55.0	46.8	39.6
Température maximale (°F)	53.1	55.6	60.4	65.1	73.2	81.9	89.6	90.0	82.9	71.8	61.7	54.7
Précipitations (mm)	111	79	69	50	47	23	4	5	32	51	85	103

Les précipitations varient de 107 mm entre le plus sec et le plus humide des mois. Une variation de 18.5 °C est enregistrée sur l'année. Au mois d'Aout, la température moyenne est de 26.1 °C. Aout est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 7.6 °C. Les précipitations varient de 107 mm entre le plus sec et le plus humide des mois. Une variation de 18.5 °C est enregistrée sur l'année.

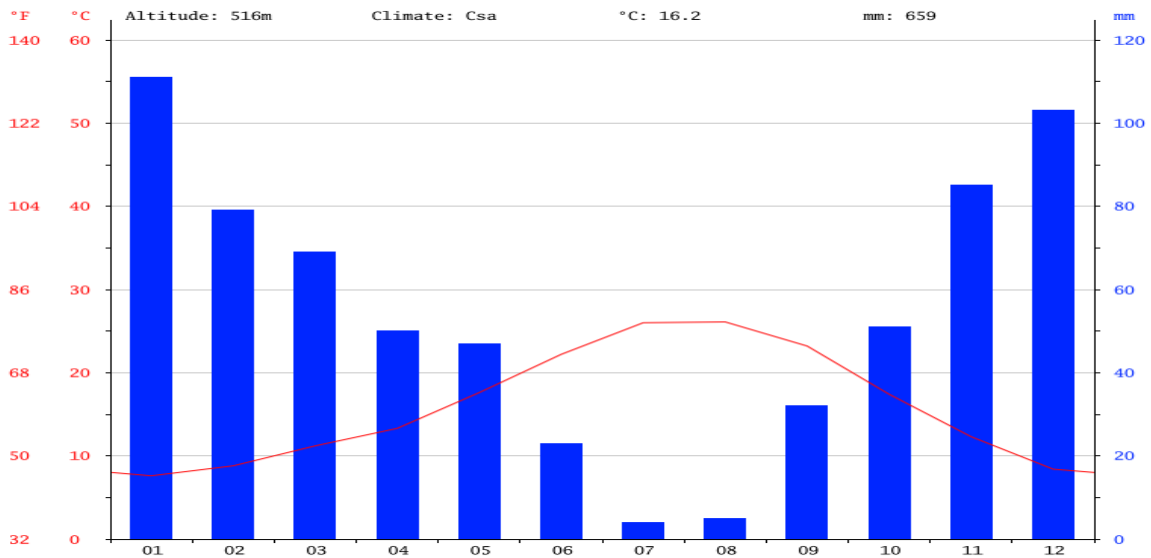


Figure II. 2 : diagramme climatique Bouira

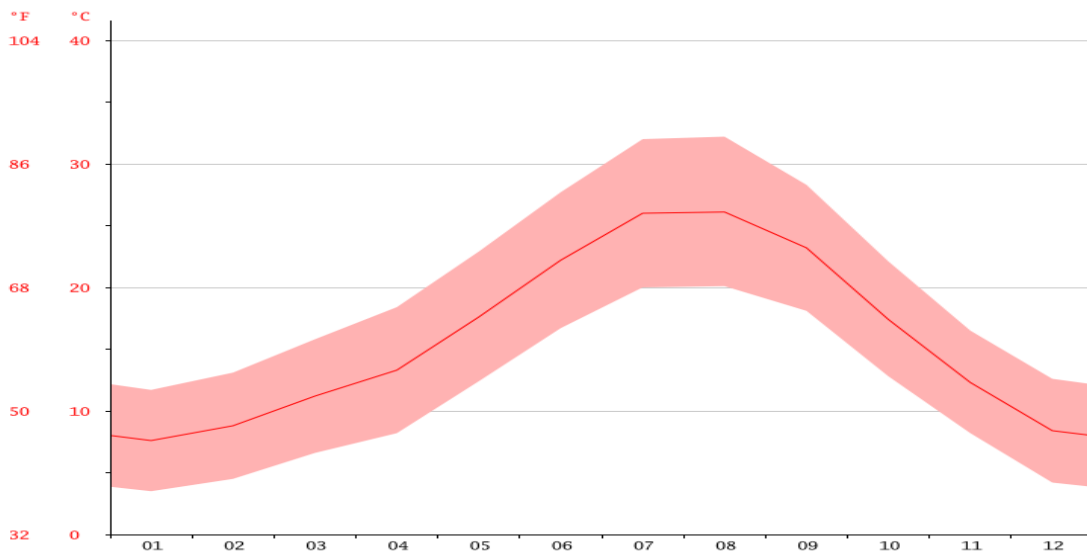


Figure II. 3: courbe de température Bouira.

II.4.4.Vent :

Tableau II. 4: Vitesse moyenne mensuelles (Km/h.) du vent.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vent Km/h	14.4	18.4	15	12	13	23	10	11.5	12	12	09	6.84

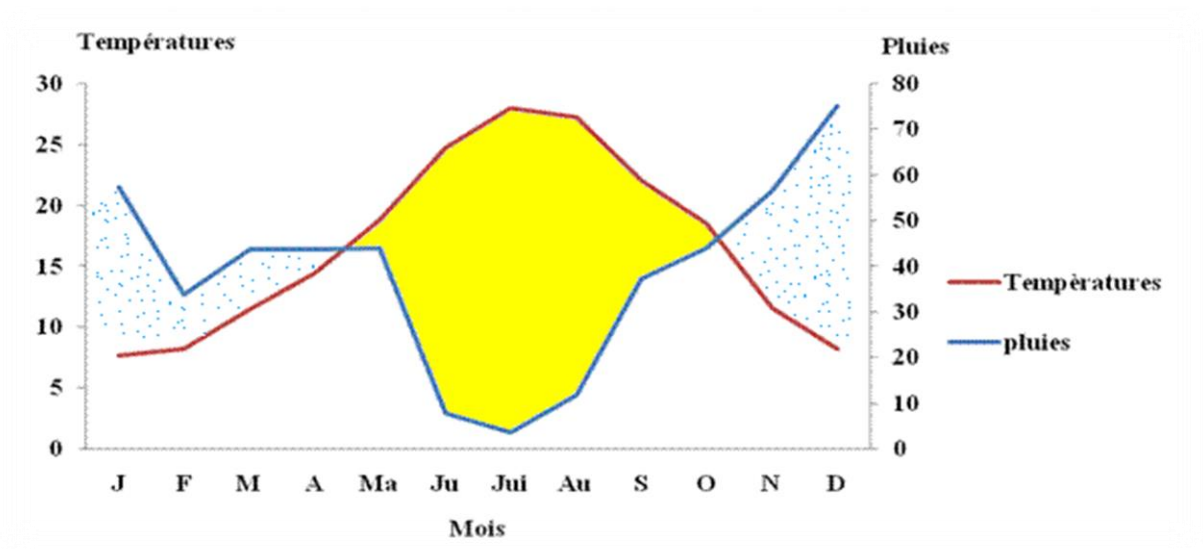
(DSA d'Ain Bessem, 2017).

D'après le tableau N°4, nous remarquons la vitesse moyenne maximale est enregistrée au mois de mars avec 15 km/h, la vitesse minimale est notée au mois de décembre avec 6,48 Km/h.

#### II.4.5. Humidité relative :

Il est noté que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et le couvert végétal. Elles varient entre 54 et 253 mm au cours de l'année.

#### Diagramme ombrothermique :



Période humide.



Période sèche.

**Figure II. 4 :** Diagramme ombrothermique de la région de Bouira (DSA, 2017).

Le diagramme ombrothermique de la région de Bouira montre que l'existence de deux périodes, l'une humide qui s'étale sur 7 mois, d'octobre jusqu'à avril. La saison sèche dure près de 5 mois, de mai jusqu'à septembre.

### II.5. Facteurs édaphiques :

#### II.5.1. Sol :

Il existe cinq (5) types principaux de sol selon la carte des sols établie par **B.N.E.D.E.R, (1979)**.

- **Sols alluviaux :** Dans les vallées des Ouest : Sahel, Bouhamoud.

- **Sols insaturés** : Dans la majeure partie Djurdjura et nord de Lakhdaria.
- **Sols lithologique** : La ligne de la crête du Djurdjura.
- **Sols calcaires** : L'Atlas et Bibans.
- **Sols en équilibre** : Petite partie d'Atlas et la plaine des arribs.

## II.6. Culture de pomme de terre dans la région d'Ain Bessem :

### II.6.1. Production de la pomme de terre :

La production de la pomme de terre constitue l'un des succès les plus notables de l'agriculture à la cour des dernières années.

**Tableau II. 5:** superficie et production de la P .D. T de saison et d'arrière-saison.

Espèces	Superficie (Ha)	Production (Qx)
P.D.T saison	245	85750
P.D.T.A/saison	115	32 200

(DSA D'AIN BESSEM, 2017).

### II.6.2. Variétés de la pomme de terre et leurs rendements :

**Tableau II. 6:** variétés de la P. D. T et leurs rendements.

Variétés	Rendements (Ox /Ha)
Spunta	450
Timate (B)	410
Nicola (B)	380
Désirée	360

(DSA D'AIN BESSEM, 2017).

D'autres variétés sont exploitées comme : Fabula (B) - Diamant (B) - Atlas (B) et Bartina mais le rendement est moyen n'excédant pas 280 Qx /Ha.

### II.6.3. Production végétale :

**Tableau II. 7 :** les principales cultures pratiquées au niveau de la wilaya de Bouira sont détaillées dans le suivant (Anonyme, 2013):

	<b>Production</b>	<b>Superficie</b>	<b>Rendement</b>
type de culture	Qx	HA	Qx/HA
Céréale	1951286	79305	25
Blé dur	1007615	41443	24
Blé tendre	3887185	13071	298
Orge	527935	23082	23
Avoine	28550	1709	17
Maraichage	2601082	8751	297
Tomate	30629	169	181
Oignon	89750	515	174
Ail	3574	160	22
Pomme de terre	2276980	5861	388
Autre culture	200149	2046	98
Arboriculture	605268	31727	19
A.pepinset noyaux	76689	2935	26
Olivier	447253	26337	17
Agrumes	37437	430	87
Figuiers	43890	2025	22
Vigne	2285	111	21
Légumes sec	15769	1364	12
fève	11023	856	13
Lentilles	769	106	8
Pois chiche/pois sec	3976	106	38
Fourrages	331716	10167	33
F-En sec	314746	9823	32
F-En vert	16970	344	49

D'après le tableau II.7 nous remarquons que :les principales productions végétales qui Caractérisent la wilaya de Bouira sont la pomme de terre qui a enregistré une augmentation de La production durant l'année (2011-2012) avec un rendement élevée de 388 qx ha, par contre le plus Faible rendement est celui des légumes secs « lentilles » avec 8qx /ha ha.

Concernant les céréales, les fourrages et l'arboriculture leurs rendements sont respectivement à 25 qx ha, 33qx ha et 19 qx ha.

A Partir de ces résultats nous pouvons dire que la wilaya de Bouira a toutes les conditions Favorables pour le développement de la production de la pomme de terre d'une manière Intéressante,

### II.7. Réseau hydrographique :

La wilaya de Bouira renferme d'importantes ressources en eau. Elle est traversée par des bassins versants importants dont l'apport moyen annuel est de l'ordre de 561 millions de m<sup>3</sup> constitué par :

- Bassin versant d'**Isser** : 135 millions de m<sup>3</sup>/an 1166 km<sup>2</sup> ;
- Bassin versant Sahel **Soummam** : 380 millions de m<sup>3</sup>/an 2440 Km<sup>2</sup> ;
- Bassin versant du **Hodna** : 35 millions de m<sup>3</sup>/an 675 Km<sup>2</sup> ;
- Bassin versant **Hamiz** : 11 millions de m<sup>3</sup>/an 56 Km<sup>2</sup> ;

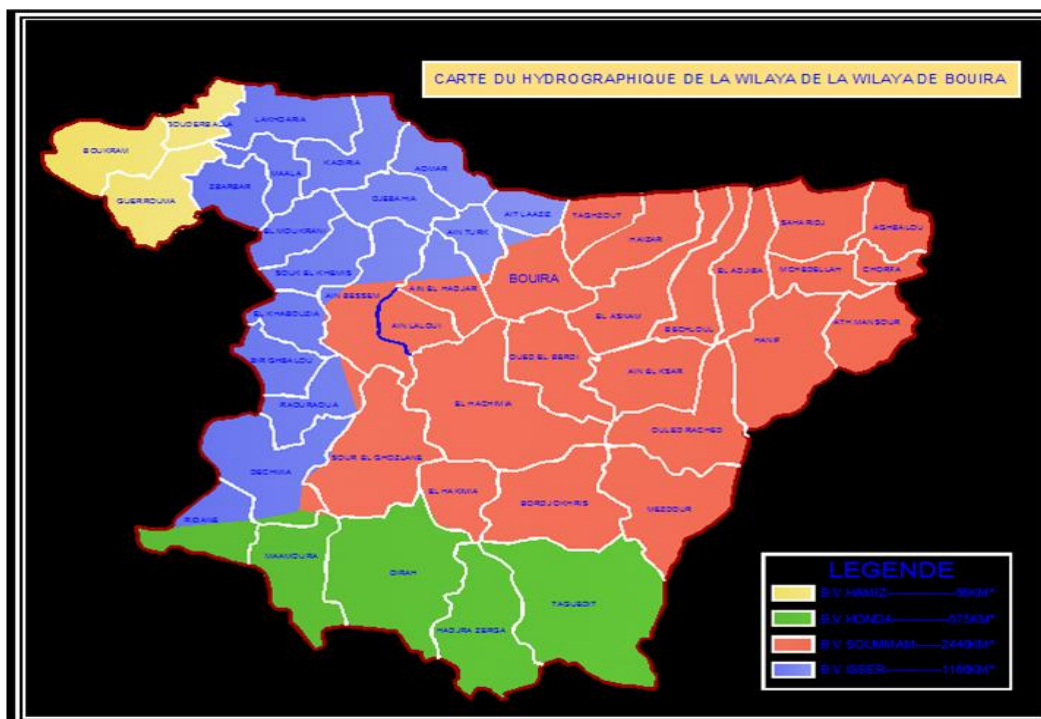


Figure II. 5 : carte hydrographique de la wilaya de Bouira.

#### II.7.1 Ressources hydriques :

- *Eaux superficielles :*

Cette wilaya comprend les barrages suivants:

- Barrage koudiet asserdoune commune de Maala capacité 640 hm<sup>3</sup>;
- Barrage tilesdit commune de Bechloul capacité 167 hm<sup>3</sup>;
- Barrage lakhal commune d'Ain bessem capacité 30 hm<sup>3</sup>;
- Retenus collinaires: 30.

Ces barrages font partie des 65 barrages opérationnels en Algérie<sup>7</sup> alors que 30 autres sont en cours de réalisation en 2015.

- **Eaux souterraines :**

La Wilaya dispose de cinq (05) nappes, à savoir :

- Nappe alluviale Isser .....8 hm<sup>3</sup>
- Nappe El Madjen et Bouira .....25 hm<sup>3</sup>
- Nappe des Arribs .....2,5 hm<sup>3</sup>
- Nappe d'El Esnam .....5 hm<sup>3</sup>
- Nappe alluviale vallée Sahel .....8 hm<sup>3</sup>

Les eaux souterraines de la Wilaya de Bouira estimées à 48,5 Hm<sup>3</sup>, sont utilisées pour l'AEP, l'industrie et l'irrigation.

- **Agriculture:**

- Surface terre agricole: 2935,45 km<sup>2</sup>
- Surface massif forestier: 1122,5 km<sup>2</sup>

Le réseau hydrographique de notre région d'étude «bassin versant Sahel Soummam :

380 millions m<sup>3</sup>/an» est représenté par six oueds principaux ainsi que ses affluents qui sont:

1. Oued Lakhall

2. Oued Djenane

3. Oued Okhris

4. Oued Azrou Mokhtar

5. Oued Sahel

6. Oued El Merhir

La figure (Figure II.6) représente les principaux oueds.

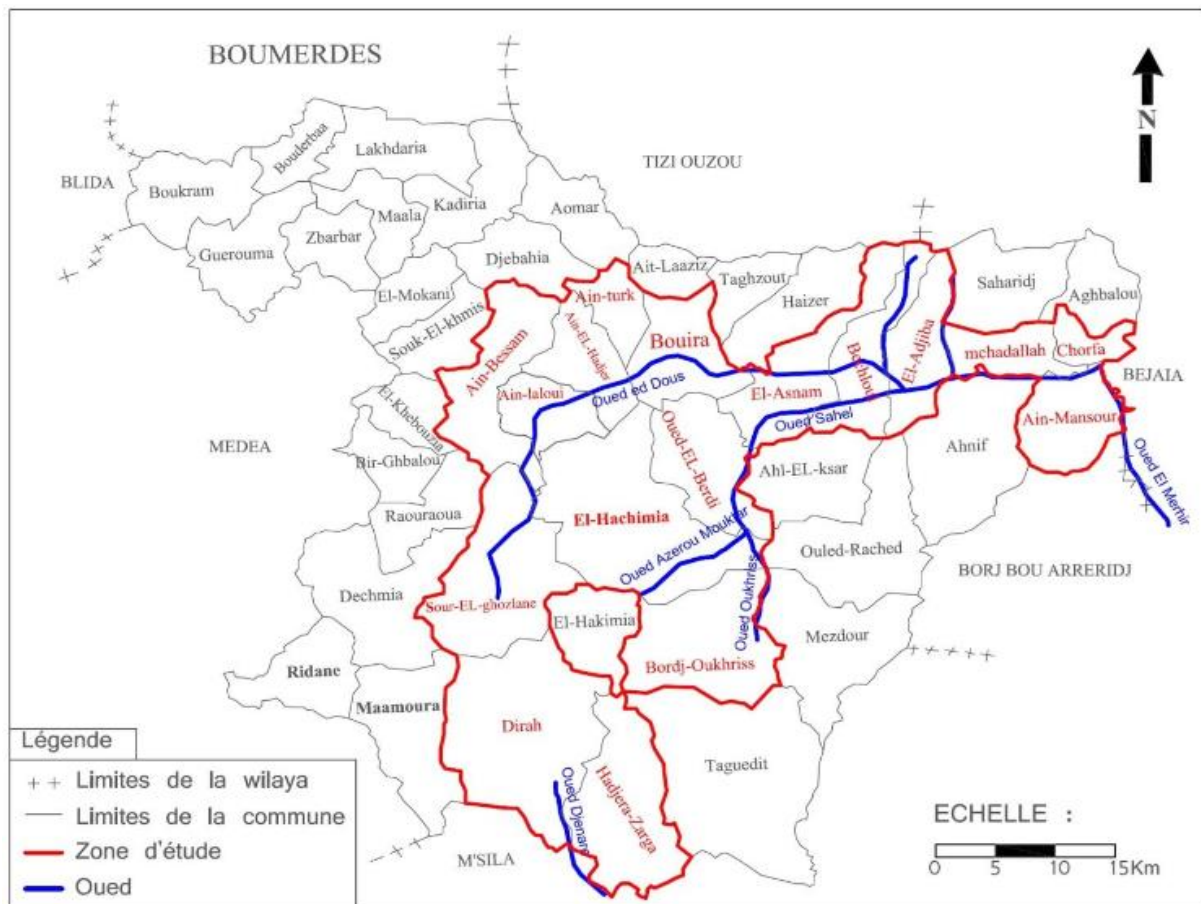


Figure II. 6: Couche des Principaux oueds.

## II.8 Assainissement :

La wilaya dispose de 14330 km de canalisation avec un taux de raccordement de 89%. La wilaya compte 3 STEP en exploitation :

- **STEP Bouira** : capacité 130.000 Eq/Hab et 25.840 m<sup>3</sup>/j, soit un volume épuré de 1.026.782 m<sup>3</sup> par trimestre.
- **STEP Lakhdaria** : capacité 45.000 Eq/Hab, et 9.000 m<sup>3</sup>/j.
- **STEP Sour El-Ghozlane** : capacité 75.000 Eq/Hab et 11.376 m<sup>3</sup>/j soit un volume épurée de : 314.949 m<sup>3</sup> par trimestre.

Dans le souci de protéger au mieux le milieu naturel, les nappes alluviales et les barrages, la DRE a élaboré un portefeuille d'études de STEP des principales agglomérations situées à l'amont des barrages et nappes alluviales au nombre de trois (03) (Haizer, Kadria, M'Chedallah). Ces ouvrages ont fait l'objet de proposition d'inscription pour leurs



réalisations dans le cadre du programme quinquennal 2010-2014 et reprise dans le programme 2015-2019.

- **La STEP d'Ain Bessem** situé à l'amont du barrage de Tilésdit : retenue en 2015, touchée par le gel.
- **STEP Kadiria, M'Chedallah et Haizer** proposées dans le Programme quinquennal 2015-2019.

**Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue topographie, géologie, agriculture, démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

## Chapitre III : Généralités Sur les SIG

### Introduction :

Dans cette partie, il nous est apparu utile d'introduire quelques notions essentielles sur les systèmes d'information géographique. Le concept de système d'information géographique (SIG) est apparu dans les années 1960-1970. Depuis ce temps, des définitions plus ou moins similaires et cohérentes ont fait leur apparition. Afin de bien situer le rôle et l'usage d'un SIG, nous allons également en préciser sa définition.

### III.1. Définitions d'un Système d'Informations géographique :

Un SIG est un système d'information permettant, à partir de diverses sources, de Rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace. (Définition adoptée par le comité scientifique de « Colloque intégration de la photogrammétrie et la télédétection dans les SIG. Strasbourg 1990. ) (DIMITRI al, 2007).

### III.2. Genèse des Systèmes d'Information Géographique (SIG) :

La première application informatique à la cartographie remonte aux années 60, à l'époque des cartes perforées. Ce sont les canadiens qui, les premiers, ont ressenti la nécessité de gérer de manière automatique les informations, essentiellement agricoles et géologiques, disponibles sur leur vaste territoire. Deux ans plus tard, le gouvernement canadien a donné son accord au développement de ce qui sera appelé plus tard le Système d'Information Géographique du Canada (Canada Geographic Information System CGIS). IBM Canada été chargé de développer les logiciels et de fournir le matériel nécessaire en collaboration avec les services de l'agriculture et de la forêt de l'Etat.

La période 1960-1980 a été une période de recherche ou d'incubation des SIG et à partir des années 80 a débuté la phase de développement. La recherche développement des SIG est laissée aux soins des sociétés privées qui exploitent les résultats des universitaires.

Les premières applications SIG prêtes à l'emploi, équivalent cartographique des Systèmes de Gestion des Bases des Données -SGBD, ou SIG-outils apparaissent sur un marché largement dominé par les grandes administrations. Enfin, depuis la fin des années 80, on peut considérer que les SIG sont entrés dans l'ère de la commercialisation. En plus des logiciels, les périphériques, tables à digitaliser, scanners, imprimantes en couleur, se sont

démocratisés et permettent maintenant de maîtriser l'intégralité de la chaîne graphique pour un coût raisonnable (PORNON, 1995).

A l'heure actuelle, il y a plusieurs, concepts d'information géographique. Dans l'espace francophone, on a en effet préféré se démarquer du terme anglo-saxon GIS (Geographic Information System) en proposant ses propres appellations, relativement équivalentes, pour des raisons techniques ou commerciales :

- ✓ Système d'Information et d'Aide à la Décision (SIAD),
- ✓ Système d'Aide à la Décision spatiale (SADS),
- ✓ Système de géomanagement,
- ✓ Système d'Information sur le Territoire (SIT).
- ✓ Système d'Information Environnementale à Référence Spatiale (SIERS),
- ✓ Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS) (PORNON, 1995).

### **III.3. Domaines d'application des systèmes d'informations géographiques :**

Le SIG est utilisé dans plusieurs types d'organisation tels les administrations nationales et locales, les agences d'environnement, les compagnies pétrolières, les banques, les universités, etc. La mise en œuvre d'un SIG, l'importance des moyens en termes d'équipement, les ressources humaines, les données et les objectifs peuvent varier considérablement d'une application à une autre.

Néanmoins, quatre domaines d'applications peuvent être distingués, du plus simple au plus complexe de la façon suivante:

- ✓ Cartographie;
- ✓ Gestion;
- ✓ Analyse;
- ✓ Modélisation.

Les besoins en information géographique et des outils pour des traiter sont en constante augmentation. Plus que la production rapide de cartes complexes et le traitement des données spatiales, l'existence d'outils capables de fournir des fonctions efficaces pour l'analyse et la simulation est importante. Un SIG doit être considéré comme un outil permettant de modéliser de façon spécifique le monde réel et d'expérimenter de multiples scénarios concernant la gestion et l'évolution de l'espace géographique (LAURINI, 1992).

### III.4. Composition d'un Système d'Informations Géographiques :

Un système d'informations géographiques est constitué principalement par (Figure.III.01) :

**Matériels** : conditionnent la rapidité d'exploitation, la facilité d'utilisation et le type de sortie possible.

**Données** : Acquisition, collecte des données géographiques et tabulaires.

**Personnes qualifiées** : doivent définir les traitements et développer les procédures d'exploitation.

**Logiciels** : les logiciels de gestion de base de données, de dessins, de statistiques, d'imagerie, etc. ..., il doit permettre de travailler sur des informations géographiques, intégrer un Système de Gestion de Base de Données, permettre de faire des analyses et de visualiser l'information avec une interface graphique agréable pour l'utilisateur.

**Méthodes et procédures** : application de certaines règles et procédures de gestion.

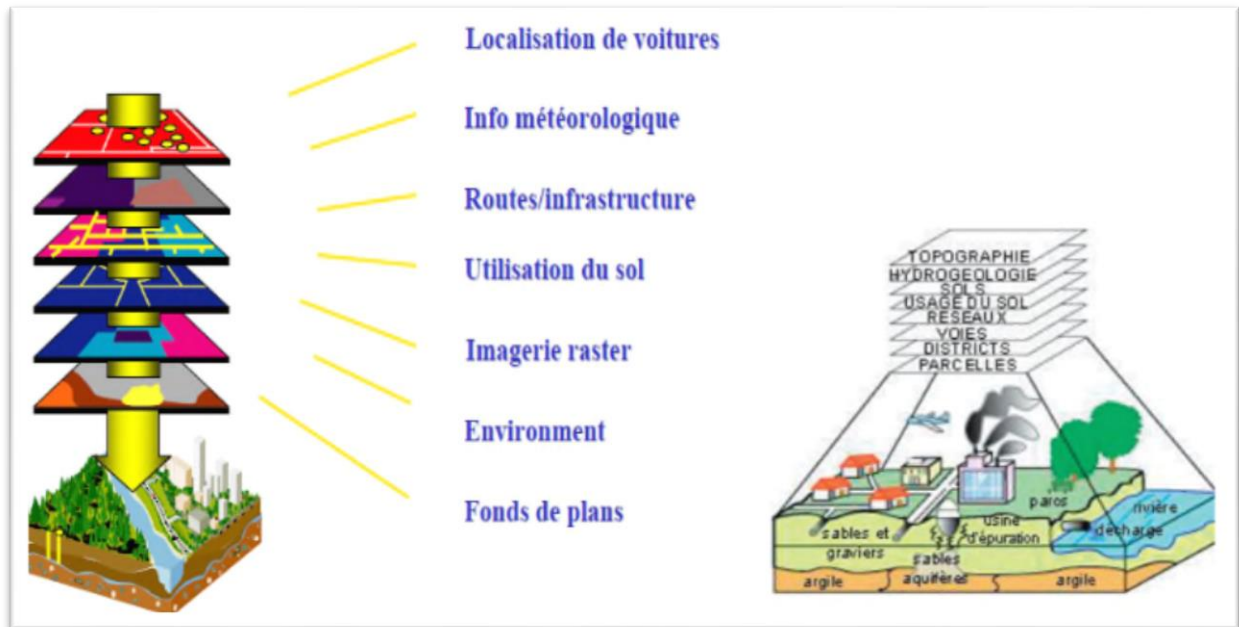


**Figure III. 1:** Composition d'un système d'informations géographiques.

### III.5 Modes de données dans les SIG :

La reprise de documents cartographiques existants sur support papier en vue de les introduire dans un SIG, pouvait recourir à des techniques différentes: la digitalisation et le balayage électronique par exemple.

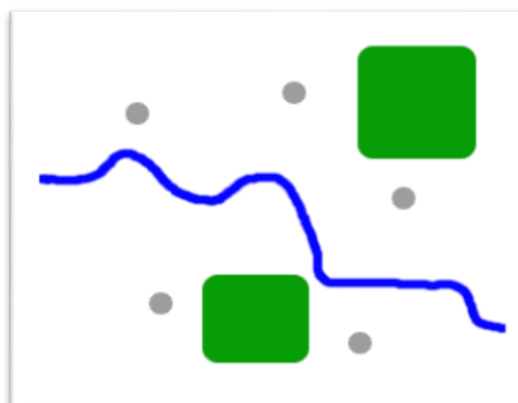
Le premier conduit directement, comme c'est illustré à la (Figure III.2), à des données cartographiques numériques de type vecteur, la seconde à des données tramées (<http://seig.ensg.ign.fr/>, [http://www.sigma972.org/def\\_1.html](http://www.sigma972.org/def_1.html)).



**Figure III. 2:** Décomposition du monde réel en couches d'information.

### III.5.1 Mode vecteur

Ce mode répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte que possible. Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (Figure III.3) (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de données numériques (<http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>).



**Figure III. 3:** Mode vecteur.

### III.5.2 Mode raster

Le mode trame ou raster est également appelé modèle matriciel. Contrairement au mode vecteur qui ne décrit que les contours, le mode raster décrit la totalité de la surface cartographique point par point (Figure III.4). Il est utilisé principalement dans les systèmes à balayage (scanners, capteurs en télédétection...)

<http://www.notreplanete.info/terre/outils/sig.php>.

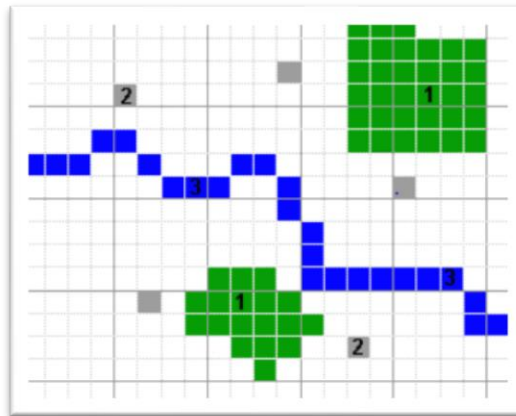


Figure III. 4: Mode Raster.

### III.6 Fonctionnalités d'un SIG :

Les fonctionnalités d'un SIG sont résumées dans les (5 A) citées ci-dessous:

#### 1. Abstraction :

C'est la modélisation, c.-à-d. préciser l'information qui devra être retenue et accessible et rechercher la forme (géométrique + données) la plus adaptée pour permettre de là.

#### 2. Acquisition :

Les données doivent être intégrées et doivent répondre aux exigences de qualité induites par les objectifs à atteindre.

Ces données peuvent provenir de fournisseurs extérieurs, de numérisation directe ou de traitements particuliers comme des images satellites, aériennes, plans et cartes existants, statistiques, rapports,... etc.

### 3. Archivage :

C'est l'opération de « **stockage** » ou de « **sauvegarde** » des données que ce soient: Images Rasters, formes géométriques (images vectorielles), données représentées sous forme des chiffres, chaînes de caractères,...etc. Le stockage est fait sous formes des fichiers (Base de données) séparés ou non séparé et sur des supports numériques (disques durs, serveurs de données, DVD,...etc).

### 4. Analyse :

L'utilisation de l'Analyse des données dans le SIG pour la résolution des problématiques variées.

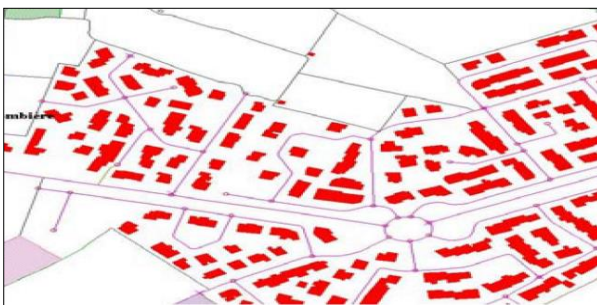
### Exemples:

- L'utilisation des données des puits pour lutter contre la pollution et les Maladies à Transmission Hydrique (MTH).

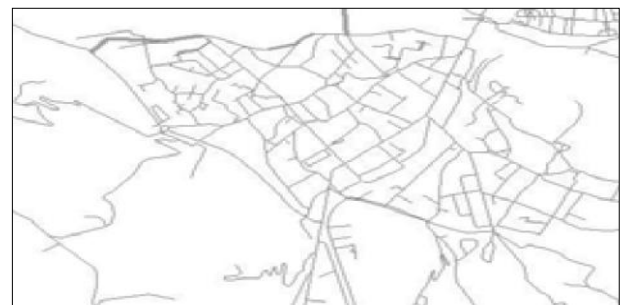
### 5. Affichage :

Les machines informatiques fournissent des outils extrêmement performants pour une visualisation rapide. Les sélections de certains objets selon des critères variés permettent des approches thématiques visualisées par le SIG. De plus le tirage des cartes est possible aussi.

Exemple: A l'aide d'un SIG, on peut afficher la carte de réseau routier, de réseau d'AEP,...etc.



**Figure III. 6:** Réseau d'Alimentation en eau potable.



**Figure III. 5:** Réseau routier d'une Région.

## III. 6 Avantages et Inconvénients des systèmes d'informations géographiques :

### III.6.1 Les avantages des SIG :

- ✓ Capacité de stockage importante des données.
- ✓ Fiabilité de stockage des données.

- ✓ Rapidité d'enregistrement et de récupération des données.
- ✓ Facilité de modification des données (suppression et mise à jour).
- ✓ Intégration et combinaison de données de sources différentes.
- ✓ Précision des processus cartographiques.
- ✓ Analyse des relations spatiales (Requête, combinaison et superposition des cartes).
- ✓ Elaboration des cartes et rapports.

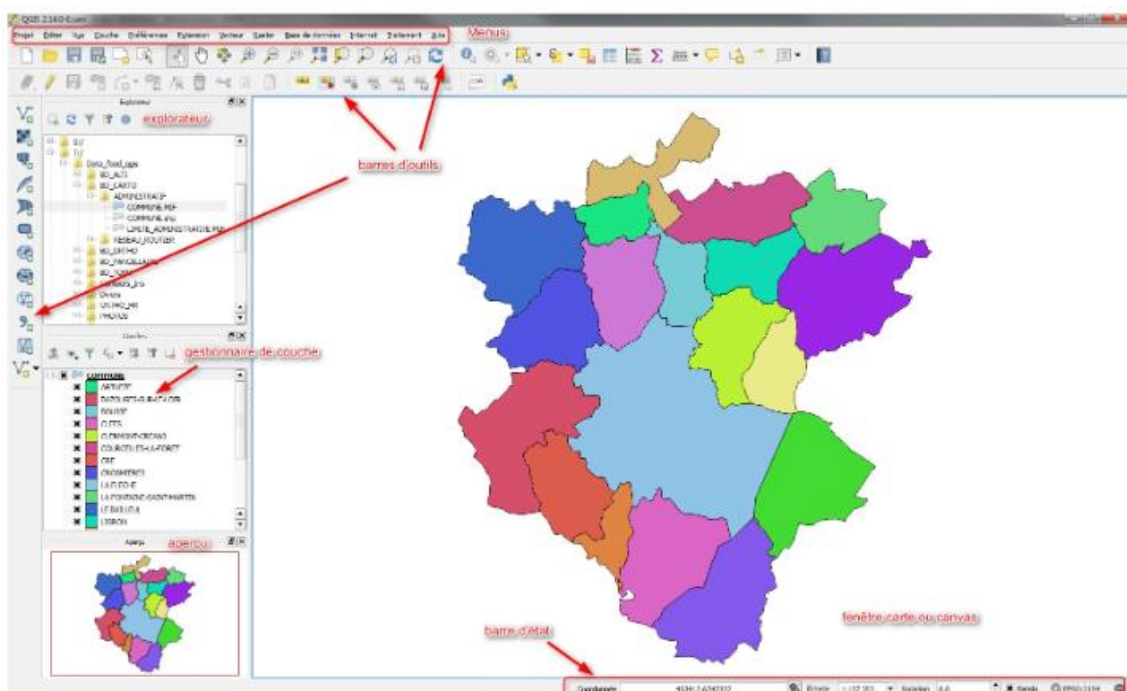
### III.6.2 Les inconvénients des SIG :

- ✓ Les SIG exigent un personnel spécialisé et qualifié.
- ✓ Difficulté d'acquisition des données fiables et précises, ainsi le problème de manque de données.
- ✓ Un cout élevé.

### III.7. Les logiciels largement utilisés :

#### III.7.1. Logiciels libres (gratuits) :

**QGIS** : est un logiciel SIG (système d'information géographique) libre multiplateformes publié sous licence GPL. Le développement a débuté en mai 2002 et est sorti en tant que projet sur Source Forge en juin 2002. Il était également appelé Quantum GIS jusqu'à la version 2.18.16 (Las Palmas) du QGIS. Cette version est sortie à la fin d'octobre 2016.



**Figure III. 7:** interface standard.



**GRASS GIS :** (de l'anglais Geographic Resources Analysis Support System) est un logiciel de système d'information géographique (SIG) libre (GPL) de conception modulaire réalisé par le GRASS Development Team. La version stable actuelle est GRASS 7.

### **III.7.2. Logiciels payants :**

**MapInfo :** MapInfo Professional est un logiciel de conception des systèmes d'informations géographiques avec des fonctionnalités d'intelligence géo spatiale qui permettent aux utilisateurs de comprendre leurs activités, d'analyser les tendances géographiques, et de prendre des décisions critiques avec une meilleure connaissance des risques et des opportunités. MapInfo est développé actuellement par l'entreprise américaine : Pitney Bowes Software©.

**ArcGIS :** c'est un ensemble de logiciels développé par la société Esri. ArcGIS est un système complet qui propose des produits bureautiques (ArcGIS Desktop), serveurs (ArcGIS Server.) et nomades (ArcGIS Mobile)... La version actuelle est ArcGIS 10. ArcGIS constitue une véritable suite logicielle SIG.

### **Conclusion :**

On peut finalement dire que les SIG constituent non seulement un mode de représentation graphique de l'information, mais surtout un instrument d'analyse formé d'un ensemble cohérent de l'information, d'outils d'extraction et de traitements susceptibles d'aider les différents acteurs dans leur prise de décision.

En effet, le SIG facilite la localisation des informations améliore la représentation graphique des données existantes, favoriser l'apprentissage, le dialogue, et réduire le risque d'échec dans la prise des décisions.

## Chapitre IV : Présentations et traitement des données

### Introduction :

Ce chapitre présente les différentes étapes qui nous permettront de remplir les données nécessaires pour notre étude (limites des communes, l'implantation des maladies, cours d'eau...) et d'exporter les résultats finals sous forme des cartes dans les limites des données disponibles.

### IV.1 Méthodologie générale :

Il s'agit d'une étude spatio-temporelle des maladies à transmission hydrique au niveau de la wilaya de Bouira, d'une période de huit ans allant de 2008 à 2015 par le logiciel des systèmes d'informations géographiques QGIS.

#### IV.1.1 Sources de données :

Notre étude repose sur un recueil de données au niveau de trois organismes différents:

- Direction de la Santé et de la Population de la wilaya de Bouira (DSP), au sein du service d'épidémiologie et de médecine préventive et nous avons consulté les fiches statistiques annuelles de personnes atteintes de MTH, en mois d'avril 2018.
- Direction des Ressources en Eaux (DRE) de la wilaya de Bouira : où nous avons relevé les Points de captage (source, forage, barrage) dans la wilaya de Bouira et les précipitations moyennes annuelles.
- Algérienne Des Eaux (ADE) : où nous avons relevé Les nombres des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau potable durant la période allant du 2008 à 2015.

#### IV.1.2 Population cible :

Les habitants de la wilaya de Bouira sont concernés par cette étude. Les personnes ne déclarant pas leurs maladies, surtout celles à déclaration obligatoire, ne sont pas comptabilisées dans cette étude.

La wilaya de Bouira comporte 12 daïras et de 45 communes, et une population de 820'050 de l'année 2017.

**IV.1.3 Variables étudiées :**

Variabes épidémiologiques : ce sont les nombres de cas de maladies déclarées que nous avons recueillies au niveau de la DSP de Bouira : Il s'agit de :

- Le choléra ;
- La fièvre typhoïde (FT);
- Les hépatites virales A (HVA) ;
- Toxi-infection-Alimentaire Collectives (TIAC) ;

**IV.2 SIG et l'analyse des données spatiales :****IV.2.1 Numérisation des données :**

La numérisation des données consiste à remplacer les traditionnels plans (en papier) difficiles à manipuler et complexes à mettre à jour par des plans numérisés où l'on retrouve de manière bien différenciée en utilisant des symboles, des couleurs, ...etc. Ces plans numérisés sont établis au moyen des ordinateurs, des scanners, caméras, satellites, et autres périphériques informatiques.

Cette méthode se révèle la mieux adaptée aux nécessités de ce travail, car elle permet de saisir la géométrie des objets géographiques (limites communales, stations d'épuration 'STEP'... etc) par des éléments graphiques élémentaires (points, lignes ou polygones).

D'un point de vue cartographique, les cas des MTH sont représentés par des symboles pointés et la limite des STEP par des polygones par exemple.

**IV.2.2 Choix du QGIS :**

Confrontés aux nombreux logiciels de conception des systèmes d'informations géographiques adaptés au monde de l'informatique (ArcGIS, MapInfo, ... ), le choix s'est porté sur le logiciel QGIS.

QGIS dispose des fonctionnalités performantes et évolutives. Ces fonctionnalités permettent de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées. On peut résumer leurs principales caractéristiques comme suit

- Opérations de superpositions : superposition de couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;

- Types de sortie : représentations cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques ...etc;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles, de traits, de trames et de légendes modifiables de façon interactive ;
- Doté d'un langage SQL (Structured Query Language) étendu pour la gestion des données descriptives.

### IV.3. Création de la base de données :

Les données sont des observations brutes. Après leur traitement, on arrive à des informations utiles pour la conception de la base de données. Ils sont de différentes natures:

#### IV.3.1 Nature variable (fichier géographique) :

- un point (les maladies, ... ) ;
- une ligne (cours d'eau ... ) ;
- une surface ou région (Commune, STEP ... ) ;
- ❖ structure variable
- maillée ou raster (image satellitaire... ) ;
- vectorielle (limites des îlots... ) ;
- ❖ Source variable
- soit des tableaux de chiffres (fichiers de forages et des puits... ) ;
- soit différentes cartes et plans réalisés pour la zone d'étude considérée (carte géologique, hydrogéologique et topographique...).

Les données associées sont organisées sous forme de tables. Les noms d'attributs sont introduits champ par champ selon leurs types (caractère, entier, flottant, virgule fixe, date...).

Chaque entité géométrique (maladies) est reliée à sa description exhaustive, ce lien se fait au moyen d'un identifiant interne.

#### IV.3.2 Définition :

**QGIS** : est un logiciel SIG (Système d'Information Géographique) libre (gratuit), multiplateformes (installable sous Windows, Linux, MacOS, ...), publié sous licence GPL (licence de logiciel libre et plus utilisée). Le développement a débuté en mai 2002, puis sorti en tant que projet sur Source Forge (site pour publier les logiciels gratuits) en juin 2002. Il

était également appelé Quantum GIS jusqu'à la version 1.9. Dans ce travail, nous avons utilisé la version 2.18.16 (Las Palmas) du QGIS. Cette version est sortie à la fin d'octobre 2016.



**Figure IV. 1:** La fenêtre de démarrage du QGIS (Version 2.18).

### IV.3.3 Interface principale de QGIS :

Quand QGIS démarre, l'interface se présente sous la forme affichée ci-dessous (les nombres de (les nombre 1 à 5) dans les cercles se réfèrent aux cinq zones principales de l'interface décrites ci-après).

L'interface principale de QGIS est divisée en 5 parties (Voir Figure IV.2):

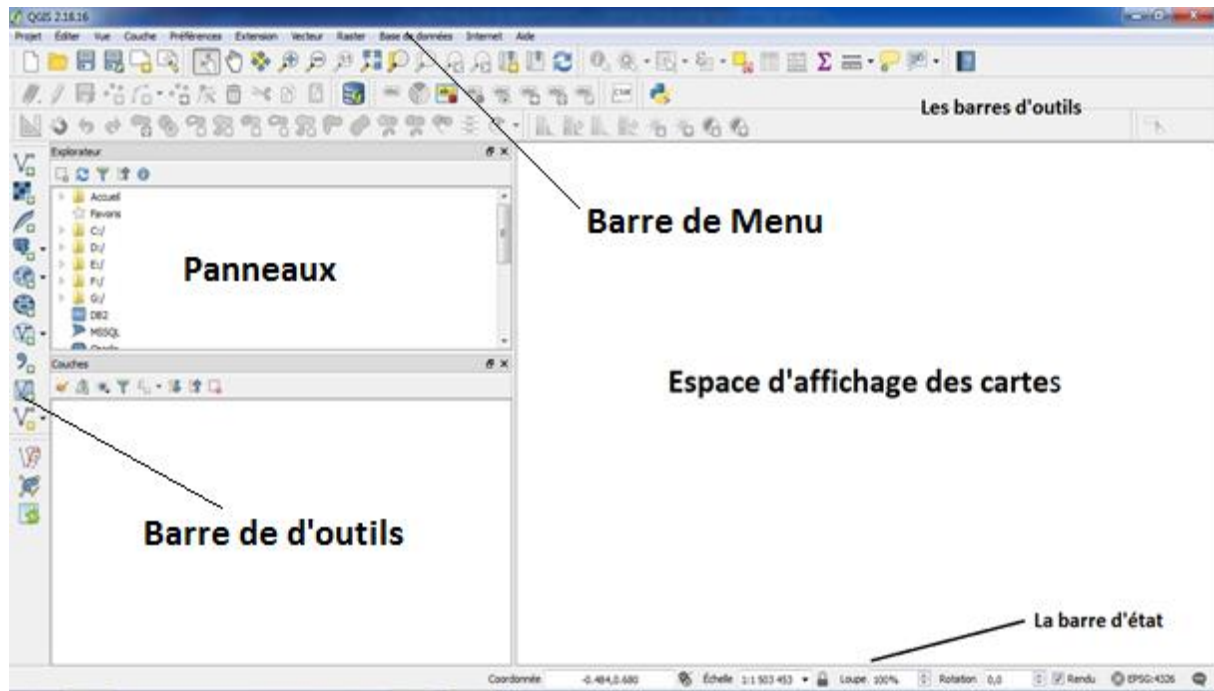
**1 : Barre de Menu** : située en haut de l'écran (projet, raster, vecteur, web ...etc).

**2 : Barres d'outils** : contenant des outils regroupés par famille de fonctionnalités, chaque barre d'outils peut être déplacée selon les besoins

**3 : Panneaux** : panneaux de couche, panneaux de style de couche, panneaux d'explorateur...etc.

**4 : Affichage de la carte** : la zone d'affichage de la carte correspond à l'espace de travail.

**5 : Barre d'état** : située en bas de l'écran, donnant un certain nombre d'informations relatives à l'affichage de la carte et au projet en cours : coordonnées du curseur, système de coordonnées, échelle ...etc.

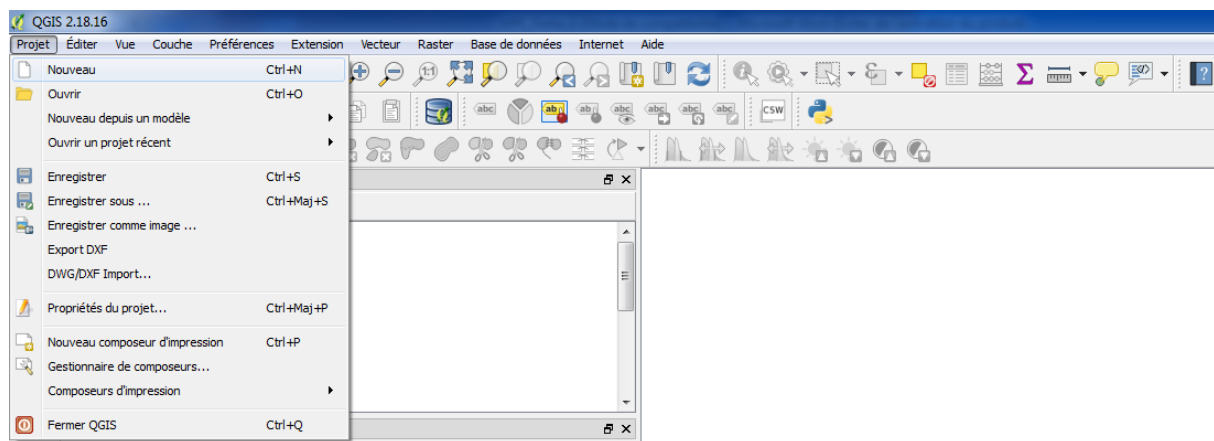


**Figure IV. 2:** La fenêtre principale du QGIS.

#### IV.3.4 Les étapes d'élaboration du projet sous QGIS :

La présente étude consiste à créer une base de données sur les cas des MTH dans la wilaya de Bouira. Sous QGIS, nous avons passé par les étapes suivantes :

- Création d'un nu nouveau projet QGIS : on le nomme « MTH » par exemple.



**Figure IV. 3:** Etape de création d'un nouveau projet QGIS.

- Création d'une couche de fond :

Il s'agit d'une image Raster qui représente la zone géographique étudiée (Figure IV.4 ).

Cette image doit être callée avec les coordonnées réelles selon le système de projection utilisé. Sur cette image, on trace les objets géographiques tels que : les limites administratives de la

wilaya, les communes, les cas des maladies...etc. Dans ce cas d'étude, nous avons utilisé les open StreeMap OSM (créés une carte libre). La carte est callée automatiquement sur le système de projection WGS84 (world Global Système en1984), Zone 31N.

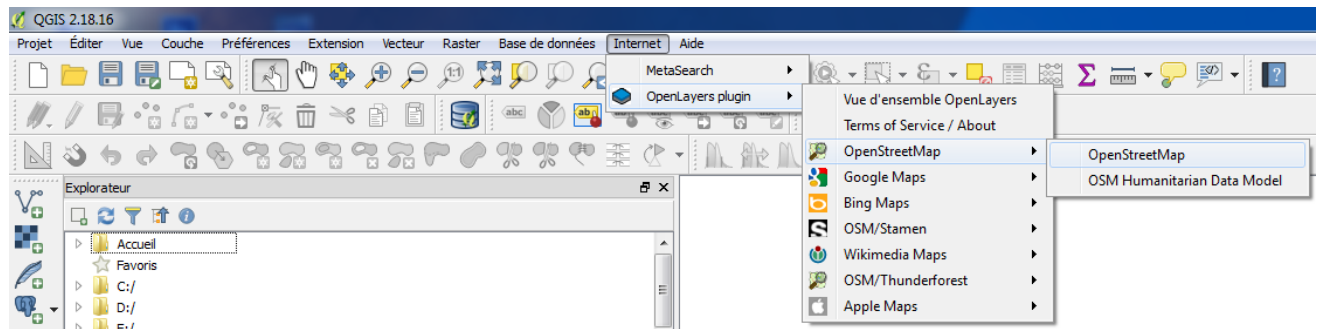


Figure IV. 4: Créations d'une couche de fond.

- Création des couches de données vectorielles :
- Couche de données des communes de la wilaya :

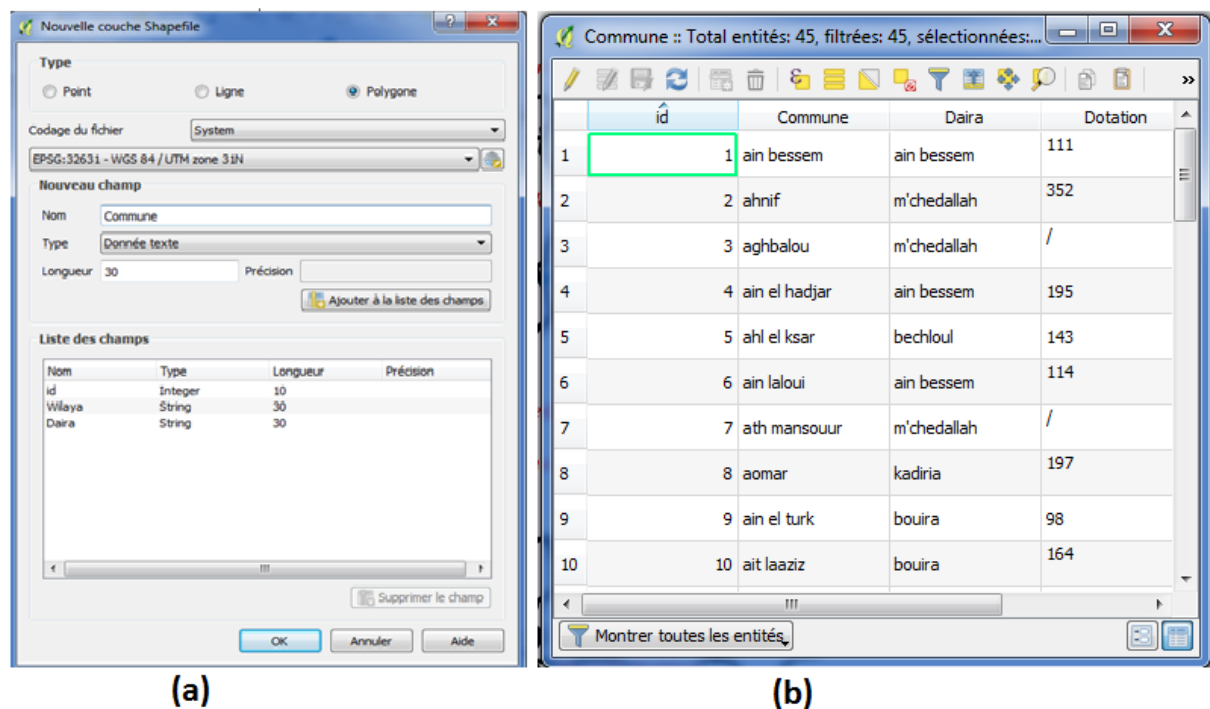


Figure IV. 5: (a) création de la structure de la couche de données "Communes", (b) la saisie des données des communes.

- Dessiner la limite des communes :
- Couche de données de l'hépatite virale A (HVA) de la wilaya :

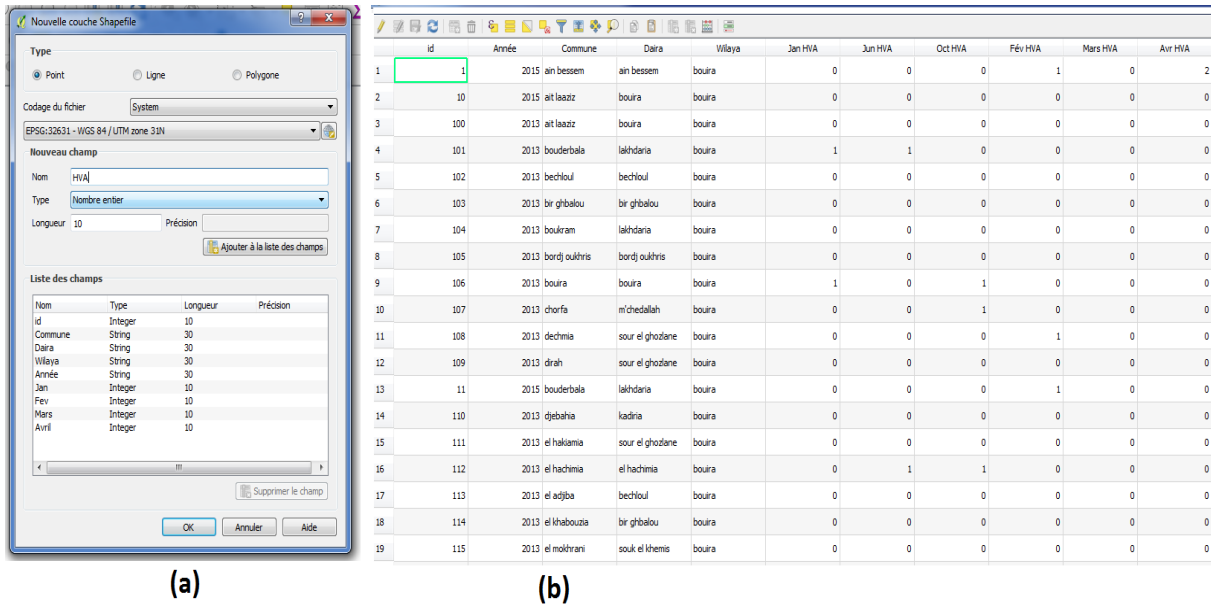


Figure IV. 6: (a) création de la structure de la couche de données des hépatites virale A(HVA), (b) la saisie des données des hépatites virale A(HVA).

- Entrer les limites des oueds.
- Analyses thématiques des couches.

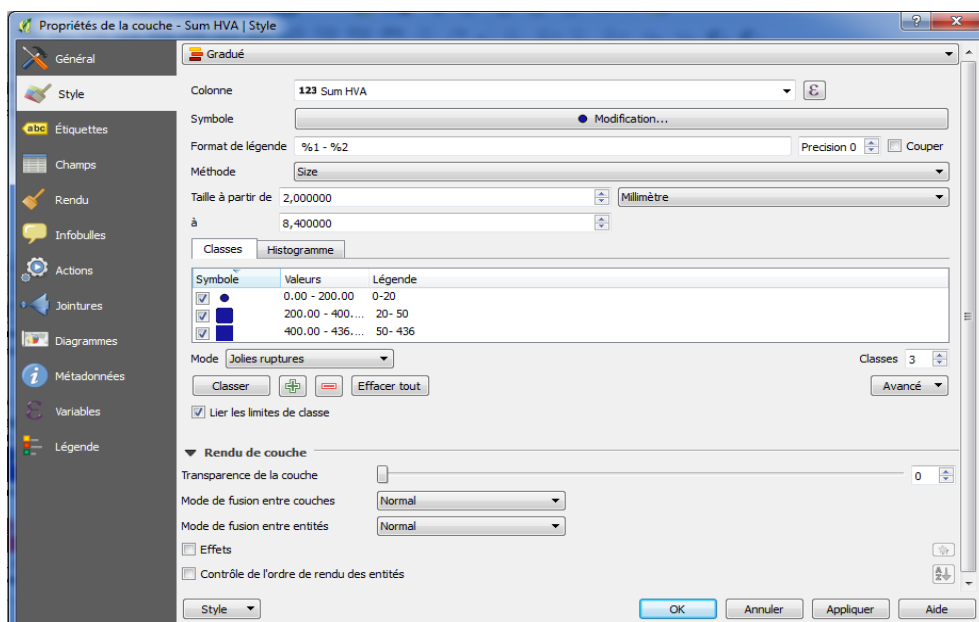


Figure IV. 7: Analyse thématique des HVA.

- L'option de menu Projet → Nouveau compositeur d'impression ouvre une fenêtre où vous pouvez faire une mise en page et imprimer la vue active de la carte.



IV.3.5 Résultat du traitement sous QGIS :

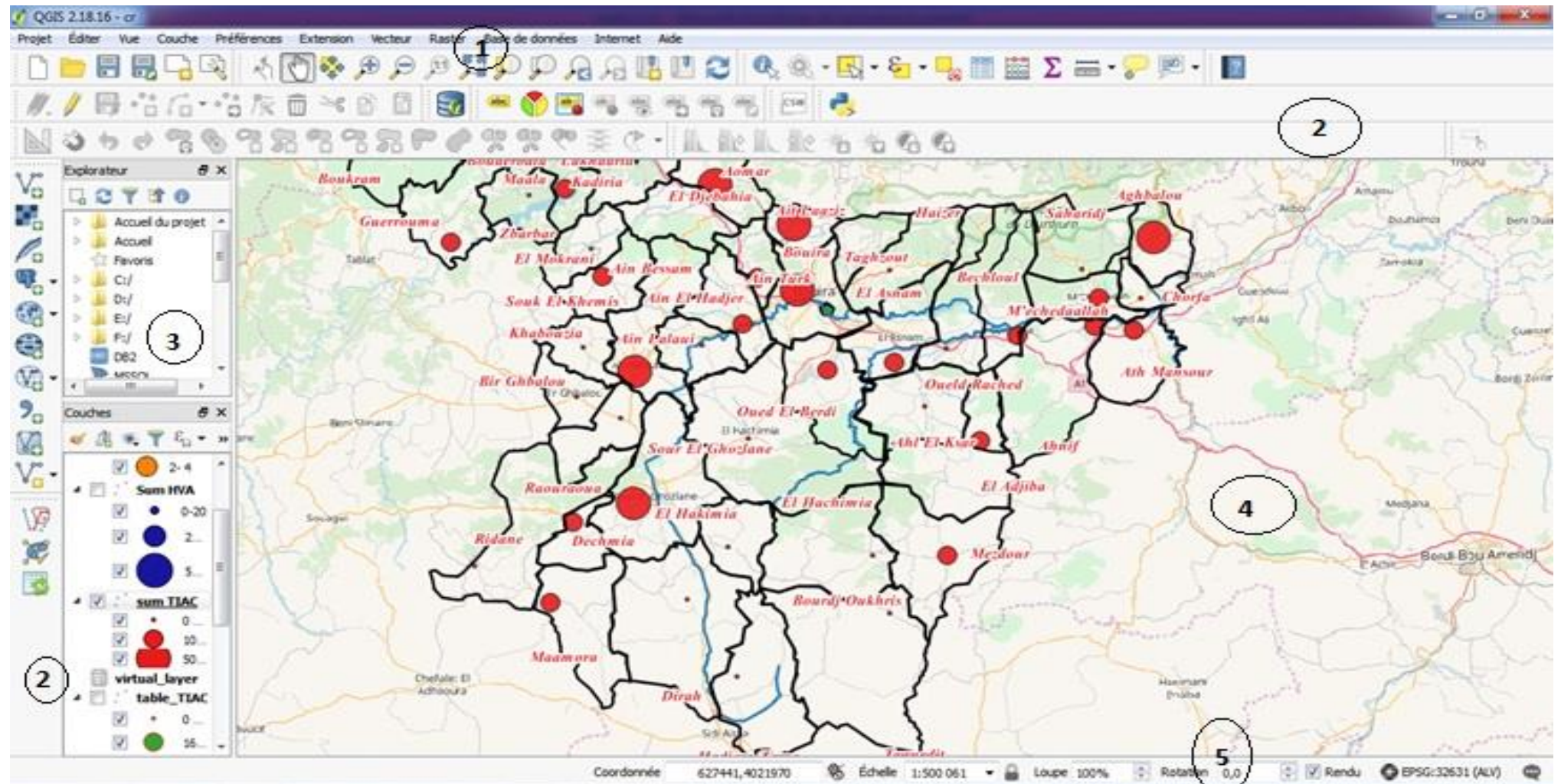


Figure IV. 8: Résultats sous QGIS après avoir introduire les données.

### IV.3.6 Présentation des données de STEP :

Les valeurs de station (Bouira et Lakhdaria) englobent les prélèvements effectués durant une période de 2 ans allant de 2013 à 2015. (Tableaux IV.1 et IV.2 )

**Tableau IV. 1:** Résultats d'auto surveillance de la STEP de Bouira durant 3mois.

	Jour	MES entrée	MES sortie	DCO entrée	DCO sortie	DBO5 entré	DBO5 sorti
1	30/jan/2014	294.5	10	574.5	46	158	13.05
2	29/jan/2014	352.4	3	507.66	69.66	175.66	8.06
3	28/jan/2014	153.55	10.35	123	20	138	5.2
4	28/féver/2014	104	4	233	48.5	134.5	16.9
5	27/mars/2014	155	3.05	207.66	54.33	185	23
6	27/jan/2014	352.4	3	507.66	69.66	175.66	8.06
7	27/févr/2014	104	4	233	48.5	134.5	16.9
8	26/mars/2014	150	15	207.48	33.59	80	9
9	26/févr/2014	263	5	752	67	351	18
10	25/mars/2014	150	15	207.48	33.59	80	9
11	23/jan/2014	294.5	10	574.5	46	158	13.08
12	22/jan/2014	153.55	10.35	123	20	138	5.2
13	21/févr/2014	263	5	752	67	351	18
14	20/jan/2014	294.5	10	574.5	46	158	13.05
15	19/jan/2014	352.4	3	507.66	69.66	175.66	8.06
16	19/févr/2014	263	5	752	67	351	18
17	18/jan/2014	294.5	10	574.5	46	158	13.08
18	17/jan/2014	294.5	10	574.5	46	158	13.08
19	16/mars/2014	150	15	207.48	33.59	80	9
20	15/mars/2014	155	3.05	207.66	54.33	185	23
21	14/mars/2014	155	3.05	207.66	54.33	185	23

**Tableau IV. 2 :** Structure de la table STEP Lakhdaria.

	id	Jour	MES entrée	MES sortie	DCO entrée	DCO sortie	DBO5 entré	DBO5 sorti
1	1	04/02/2013	213	04	452	43	245	15.4
2	2	04/03/2013	88	08	985	51	829	21.9
3	3	01/04/2013	160	02	490	42	162	04.5
4	4	14/05/2013	223	04	789	36	270	11.50
5	5	19/01/2014	454	19	762	29	240	24
6	6	18/02/2014	263	05	752	67	351	18
7	7	06/01/2014	135	01	387	63	76	02.10
8	8	18/05/2015	248	36	558	65	330	35
9	9	28/09/2015	100	23	750	52	360	38

**Tableau IV. 3** : L'analyse physico-chimique des oueds.

	Troncon	Site	MES	DBO5	DCO	DCO/DBO5
1	1ere	chorfa	159	168	444	2.64
2	1ere	ath mansour	195	181	420	2.32
3	1ere	m'chedallah	184	130	400	3.08
4	1ere	el adjiba	109	120	289	2.41
5	2eme	bechloul	65	179	276	1.49
6	2eme	el asnam	196	188	280	1.49
7	2eme	oued el bardi	175	250	383	1.53
8	2eme	el hachimia	213	181	345	1.91
9	3eme	ain el hadjer	195	180	320	1.78
10	3eme	ain laloui	195	210	250	1.19
11	3eme	dirah	314	79	340	4.30
12	3eme	hadjera zerga	322	88	340	3.86
13	3eme	ain bessam	167	68	72	1.06
14	3eme	bouira	190	168	360	2.14
15	2eme	el asnam	196	188	280	1.49
16	2eme	bechloul	196	179	276	1.49

#### IV-4 Présentation des données médicales (MTH) :

##### IV.4.1 Présentation des relevées sanitaire de Bouira :

Selon la direction de la santé populaire (DSP) de Bouira les résultats suivant (Tableaux IV.4) :

**Tableau IV. 4** : Les maladies à transmission hydriques recensé dans la région de Bouira pour la période de 2008-2015.

	Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nombre de cas	Toxi-Infection-Alimentaire Collectives	173	290	365	54	134	94	201	110
	hépatite viral A	74	54	446	41	55	57	60	20
	Fièvre Typhoïde	20	2	2	0	1	0	1	1

DSP Bouira

IV.4.2 Simulation du QGIS :

Après la conversion des différentes couches sous QGIS, les données du réseau sont saisies, tels que les limites des communes et les maladies pour les communes, les points ainsi que les caractéristiques des maladies (FT, HVA, TIAC). Les figures (IV.6, IV.7) illustrent le chargement des données pour les différentes composantes.

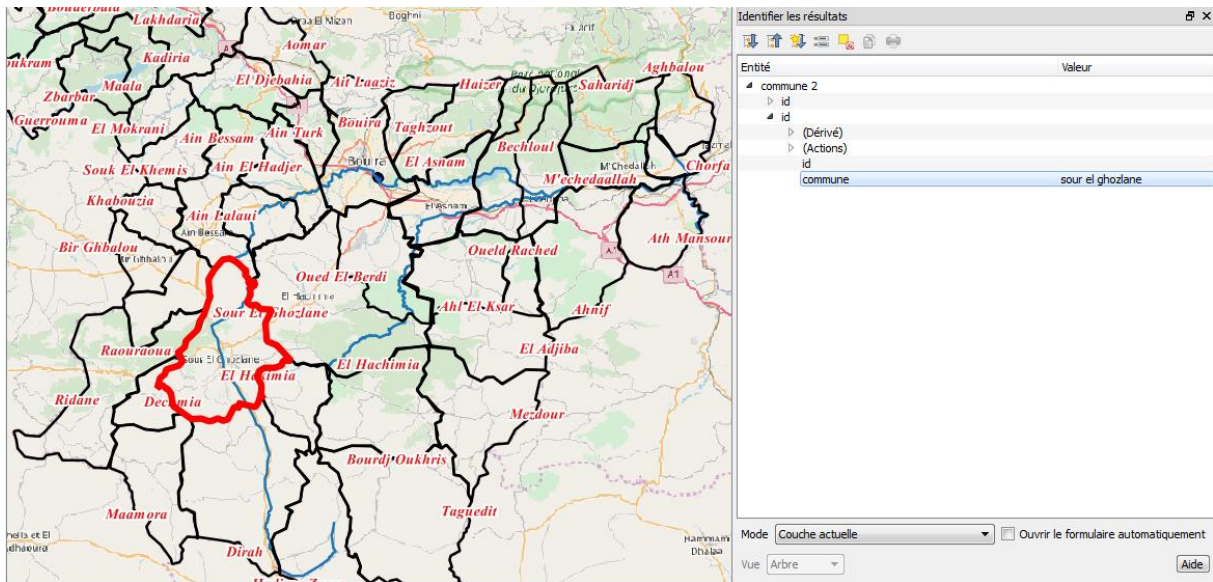


Figure IV. 9: Exemple de saisie des données des communes.

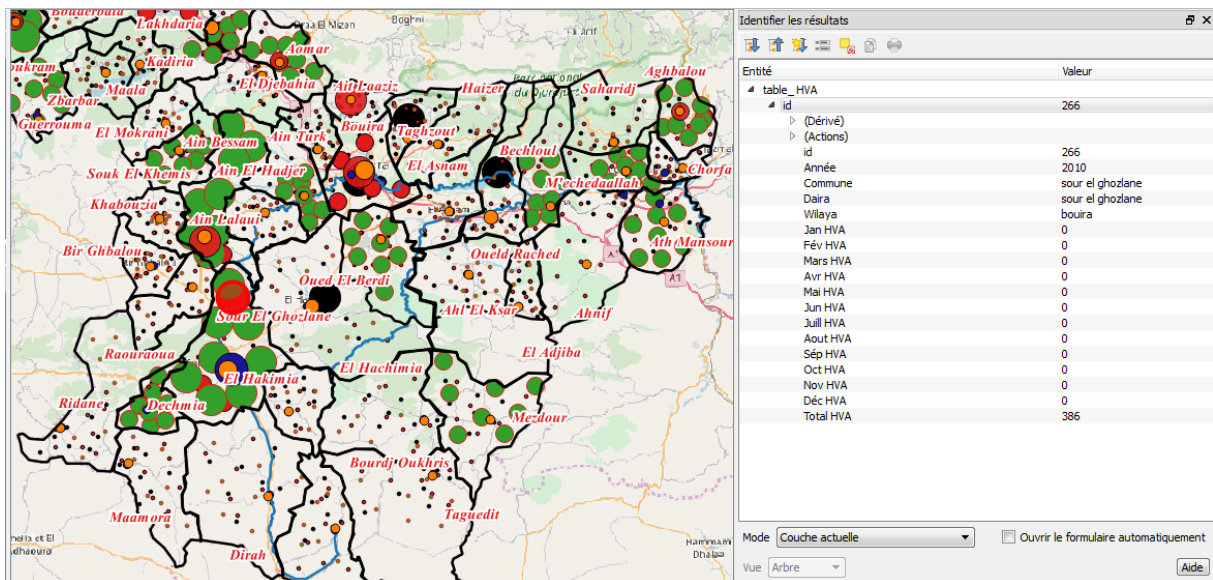


Figure IV. 10: Exemple de saisie des données des maladies.

**Conclusion :**

Ce chapitre consiste à décrire le développement des bases de données géographiques indispensables pour la zone d'étude à partir des différentes données concernant la zone (les maladies, limite de commune, l'oued ...), et la présentation de logiciel QGIS.

## Chapitre V : Résultats et Discussion

### Introduction :

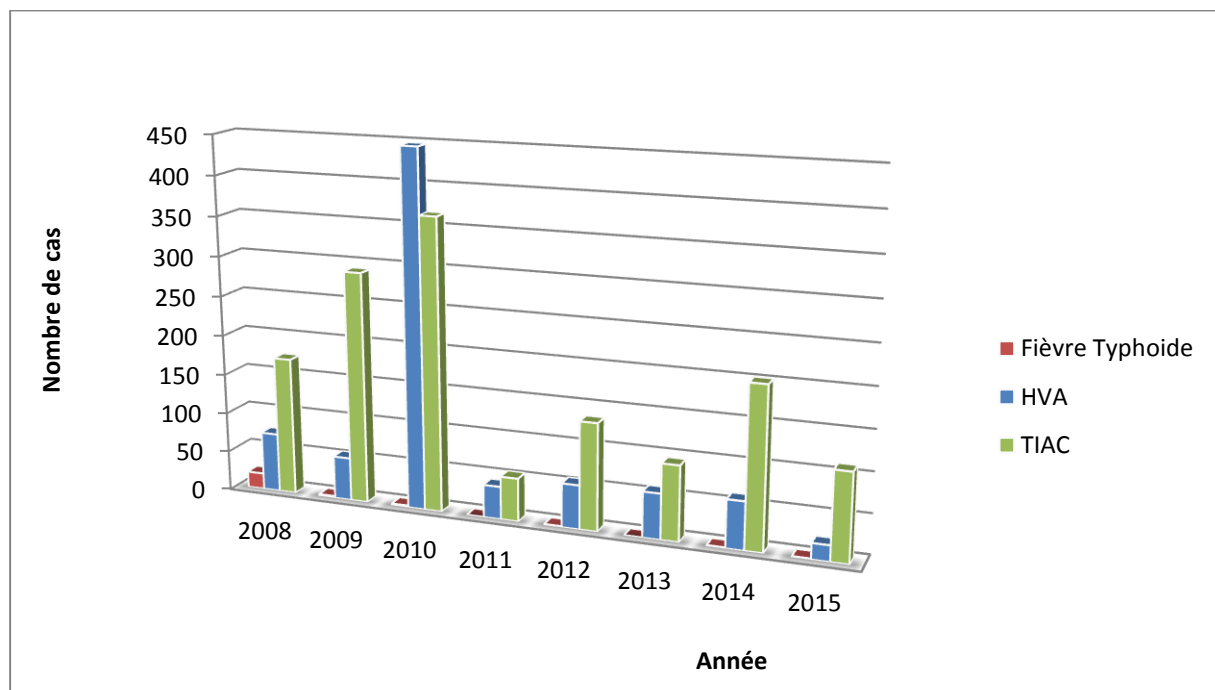
Le présent chapitre concerne la représentation graphique des statistiques de tous les cas des MTH (fièvre typhoïde « **FT** », hépatite virale A « **HVA** », Toxi-infection Alimentaires Collectifs « **TIAC** ») déclarées durant la période allant du 2008 à 2015 dans la DSP de la wilaya de Bouira, ainsi que les résultats des analyses bactériologiques effectuées dans la même direction durant cette période.

### V.1. Les cas des MTH à l'échelle de Wilaya de Bouira :

Selon la direction de la santé populaire (DSP) de la wilaya de Bouira, les cas enregistrés des MTH sont présentés dans le tableau suivant (Tableau V.1):

**Tableau V. 1 : Évolution annuelle des MTH.**

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>TIAC</b>	173	290	365	54	134	94	201	110
<b>HVA</b>	74	54	446	41	55	57	60	20
<b>Fièvre Typhoïde</b>	20	2	2	0	1	0	1	1



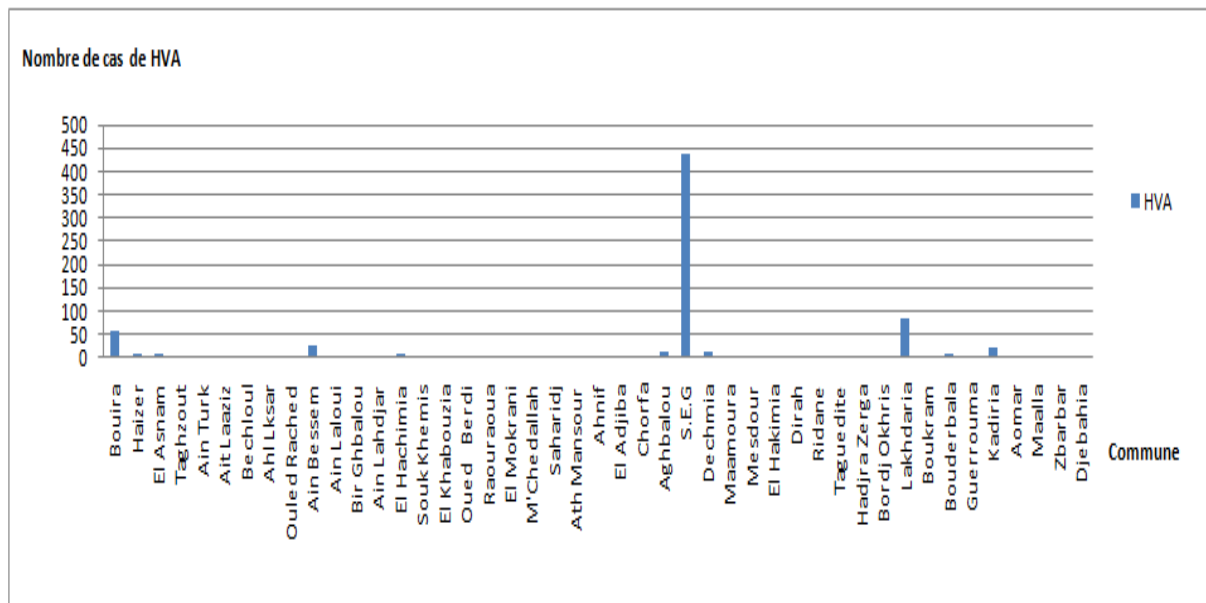
**Figure V. 1 : Evolution des MTH a Bouira de 2008 à 2015.**

## V.2. Les cas des choléras à l'échelle de Wilaya de Bouira :

Aucun cas enregistré par les services de la DSP de la wilaya durant la période de 2008 à 2015.

## V.3. Les cas des HVA à l'échelle de la Wilaya de Bouira :

La Figure V.2 montre la distribution des cas de l'HVA enregistrés à l'échelle communale de la wilaya pendant la durée du Janvier 2008 au Décembre 2015.



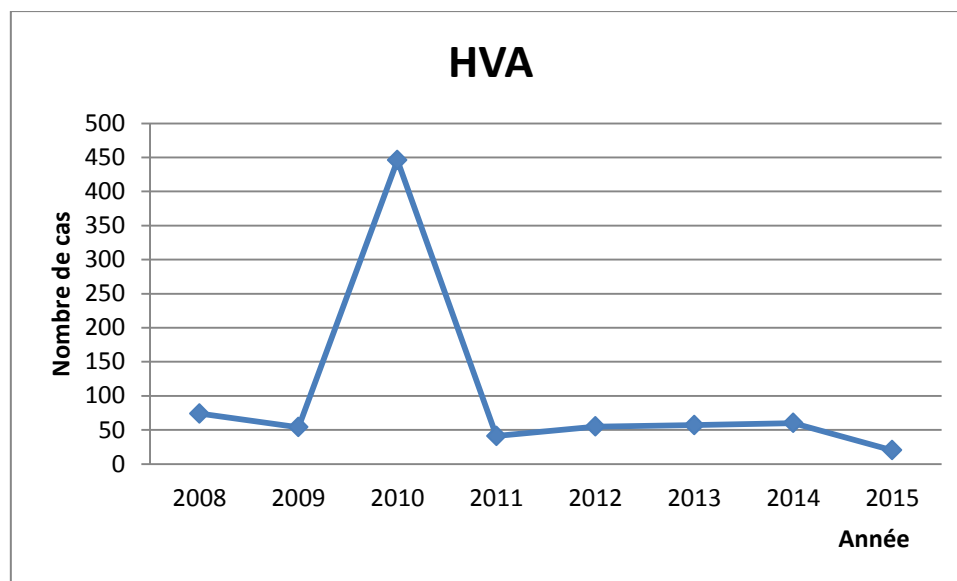
**Figure V. 2 :** Distribution des cas de l'HVA à l'échelle communale de 2008 à 2015.

D'après la Figure V.2, nous remarquons que la distribution des HVA dans la wilaya de Bouira est caractérisée par 02 régions :

- La région N°1, qui englobe les communes de Sour El Ghoulane, Lakhdaria et Bouira : Cette zone est marquée par la dominance des Hépatites Virales A (HVA), dont cette dernière a enregistré des pics dans la commune de Sour El Ghoulane avec un nombre de cas de la HVA entre 58 et 446.
- La région N°2, qui englobe les communes d'Ain Bessem, Kadiria, Aghbalou, Dechmia, El hachimia et Bouderbala : Cette région est marquée par :
  - La variation du nombre de cas de la HVA entre 11 et 28.
  - Lakhdaria et Bouira où le nombre de cas a atteint les 50 cas ou plus.

**Tableau V. 2 :** Évolution annuelle des cas de l'HVA du 2008 à 2015.

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Nombre de cas	74	54	446	41	55	57	60	20	807

**Figure V. 3 :** Evolution annuelle de HVA de 2008 à 2015.

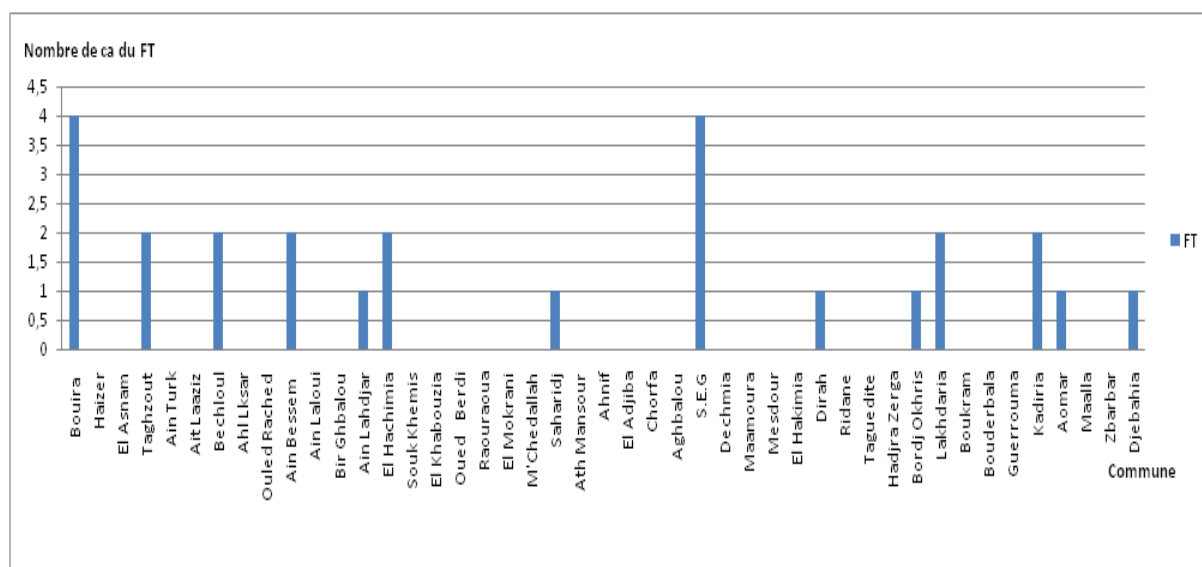
La wilaya de Bouira a enregistré 807 cas (Voir annexe N°3) d'hépatites virale A durant la période (2008-2015).

Selon la figureV.03, la région de Bouira a connu une persistance des hépatites virales A. pendant toute la période d'étude (2008-2015).

Les Hépatites Virales A ont atteint le maximum en 2010 avec 446 cas à cause de l'épidémie de Sour El Ghozlen en mois d'Aout après avoir consommé l'eau d'un puits réalisé par les fidèles de la mosquée « El Rahma » située à l'Est de la commune.



#### V.4.: V.4. Les cas des Fièvres Typhoïdes (FT) à l'échelle de la Wilaya de Bouira :



**Figure V. 4 :** Distribution des cas de la FT à l'échelle communale du 2008 au 2015.

Selon la figure V.4, on remarque que les communes les plus touchées sont :

- Sour El Ghozlan et Bouira, avec 04 cas, suivis par les communes de Taghzout, Bechloul, Ain Bessem, El Hachimia, Lakhdaria et Kadiria, avec 02 cas, et un cas enregistré dans les communes : Ain Lahdjar, Saharidj, Dirah, Bordj Okhris, Aomar et Djebahia.
- Les autres communes n'ont pas enregistré des cas de cette maladie.

**Tableau V. 3 :** Evolution annuelle des cas de la FT enregistrés dans la wilaya de Bouira.

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Nombre de cas	20	2	2	0	1	0	1	1	27

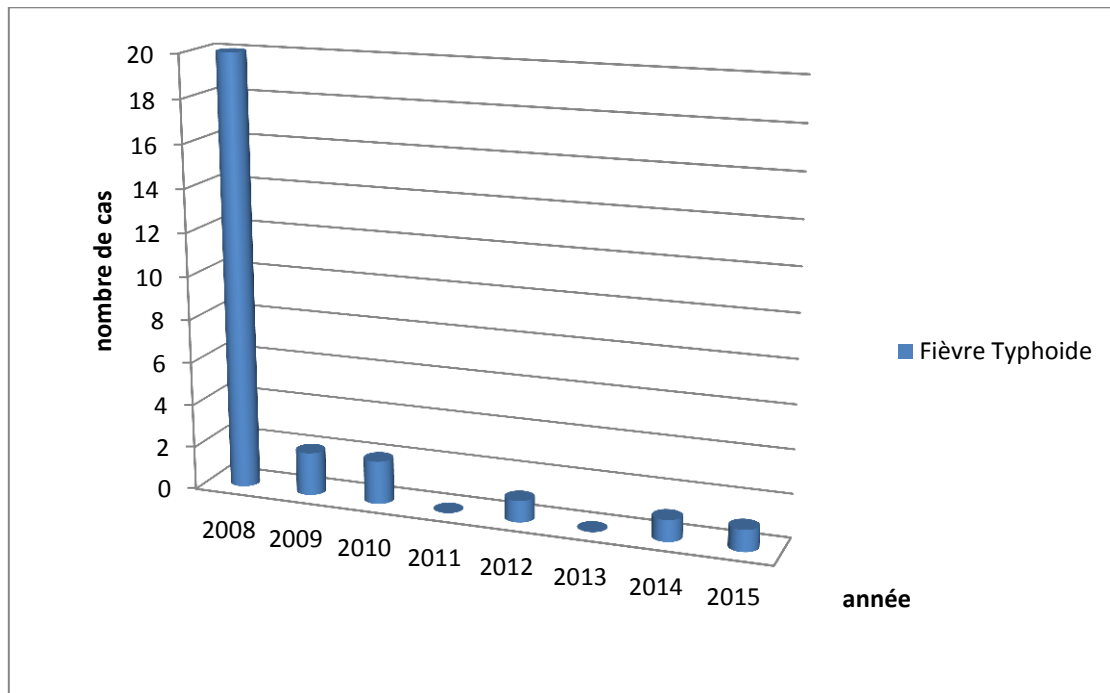


Figure V. 5 : Evolution annuelle de la FT du 2008 à 2015.

La wilaya de Bouira a enregistré 27 cas (Voir annexe N°4) de fièvre typhoïde durant la période (2008-2015).

D’après la figure V.5, la fièvre typhoïde a enregistré un pic de 20 cas en 2008, ensuite elle a clairement diminué jusqu’à atteindre 1cas seulement en 2012, 2014 et 2015.

**V.4. Les cas des TIAC à l’échelle de la Wilaya de Bouira :**

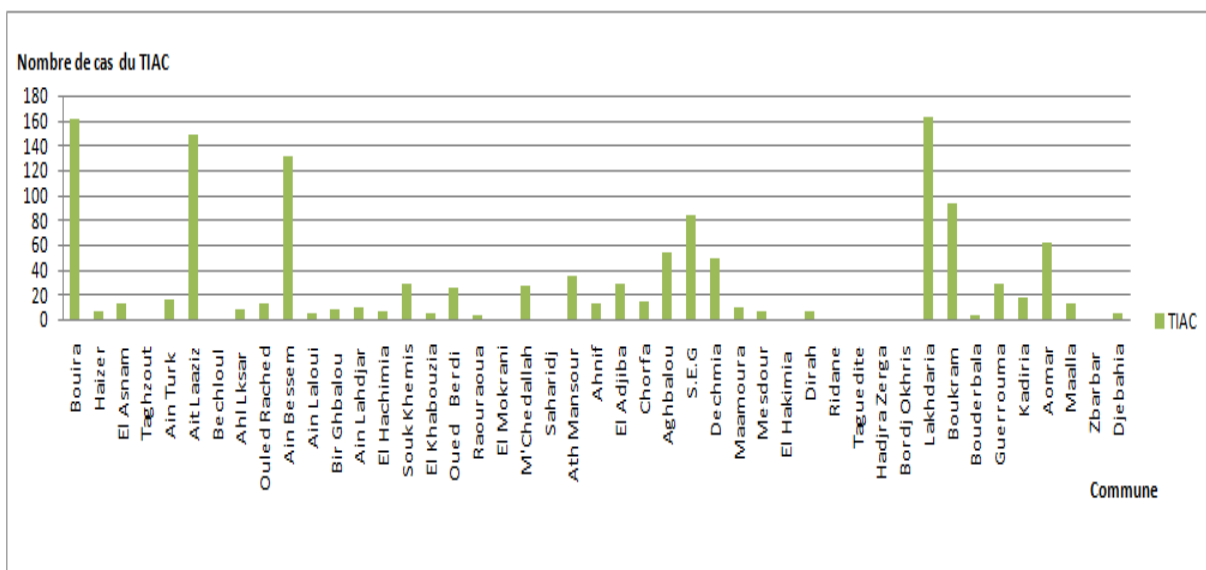
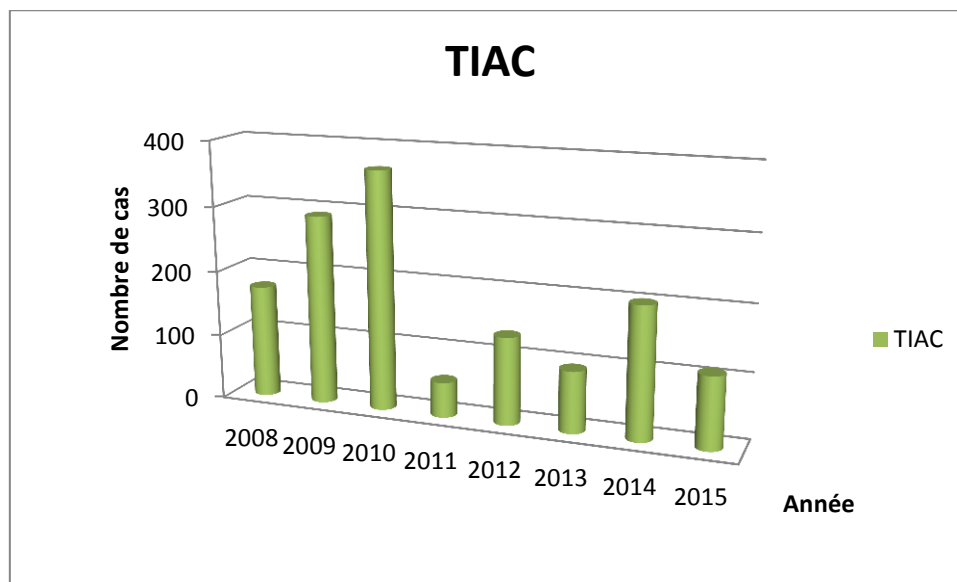


Figure V. 6 : Distribution des cas de la TIAC à l’échelle communale du 2008 au 2015.

D'après la figure V.6, nous remarquons que les communes qui ont enregistré le plus nombre de cas des TIAC sont : Bouira, Ait Laaziz, Ain Bessem, Aomar, Sour El Ghazlen, Lakhdaria et Boukram.

**Tableau V. 4 :** Variation annuelle des cas de la HVA enregistrés dans la wilaya de Bouira.

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Nombre de cas	173	290	365	54	134	94	201	110	<b>1421</b>



**Figure V. 7 :** Evolution annuelle de TIAC de 2008 à 2015.

La wilaya de Bouira a enregistré 1421 cas de Toxi-Infection-Alimentaire Collectives durant la période (2008-2015) (Voir annexe N°5).

Les TIAC ont une tendance qui augmente et diminue tout le long de la période d'étude. Les TIAC ont atteint le maximum en 2010 avec 365 cas, et le minimum en 2011 avec 54 cas.

Tableau V. 5 : Evolution mensuelle des MTH de l'année 2015.

Année 2015			
Mois	Cas TIAC	Cas FT	Cas HVA
Janvier	23	0	1
Février	3	1	11
Mars	0	0	2
Avril	4	0	3
Mai	14	0	1
Juin	11	0	1
Juillet	7	0	1
Août	28	0	0
Septembre	20	0	0
Octobre	0	0	0
Novembre	0	0	0
Décembre	0	0	0

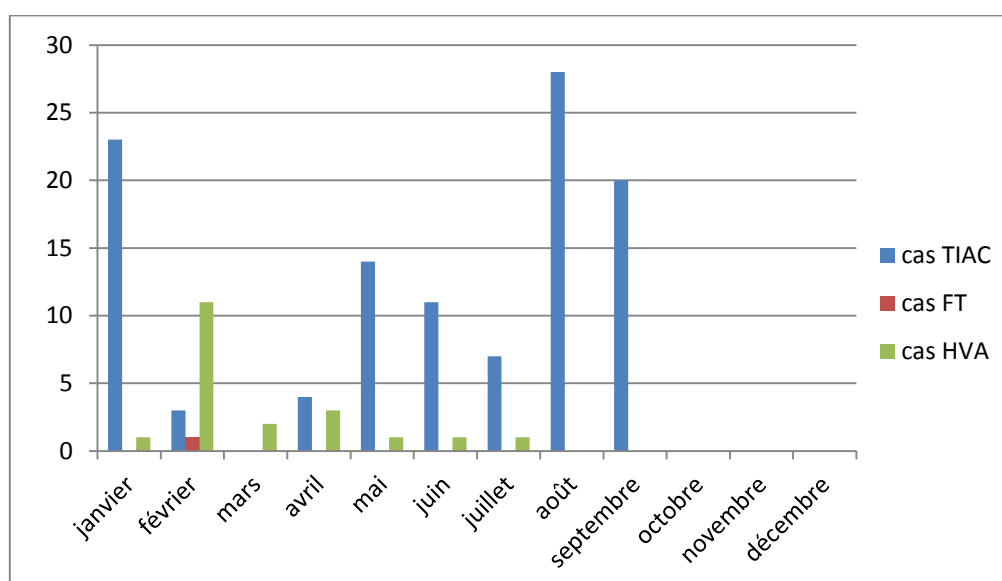


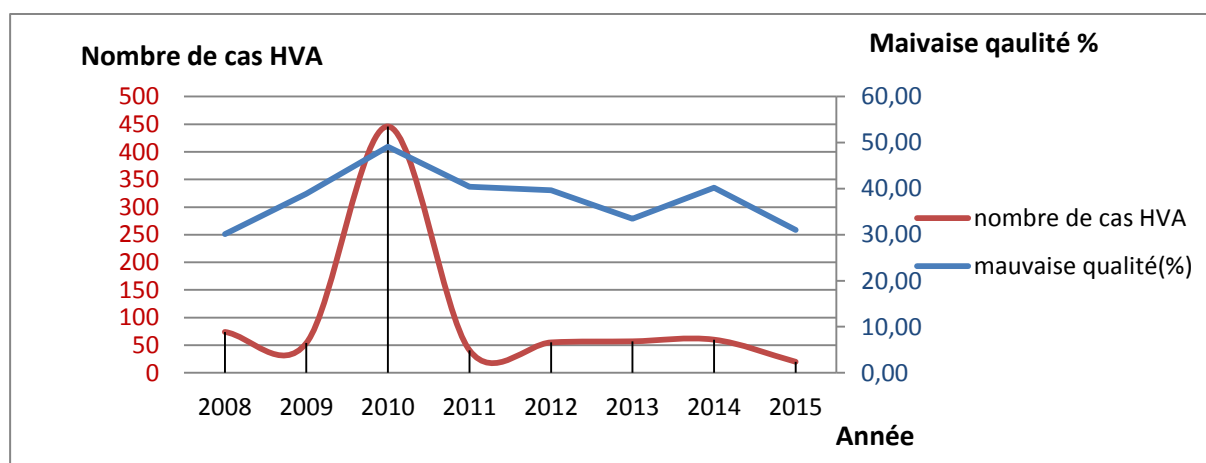
Figure V. 8 : Evolution de MTH mensuelle de l'année 2015.

Selon la figure V.9, on remarque que le nombre du TIAC se propage au printemps et en été à cause des fêtes, pour le HVA le plus grand nombre est enregistré en mois de janvier. Et un seul cas du FT été enregistré en mois du février.

**Tableau V. 6 :** Evolution annuelle de Mauvaise qualité bactériologique (MQB) et HVA dans la wilaya de Bouira.

Année	Total Analyse	Mauvaise Qualité	Mauvaise Qualité(%)	Nombre De Cas HVA
2008	1038	313	30,15	74
2009	948	369	38,92	54
2010	979	481	49,13	446
2011	671	271	40,39	41
2012	653	259	39,66	55
2013	651	218	33,49	57
2014	433	174	40,18	60
2015	903	280	31,01	20

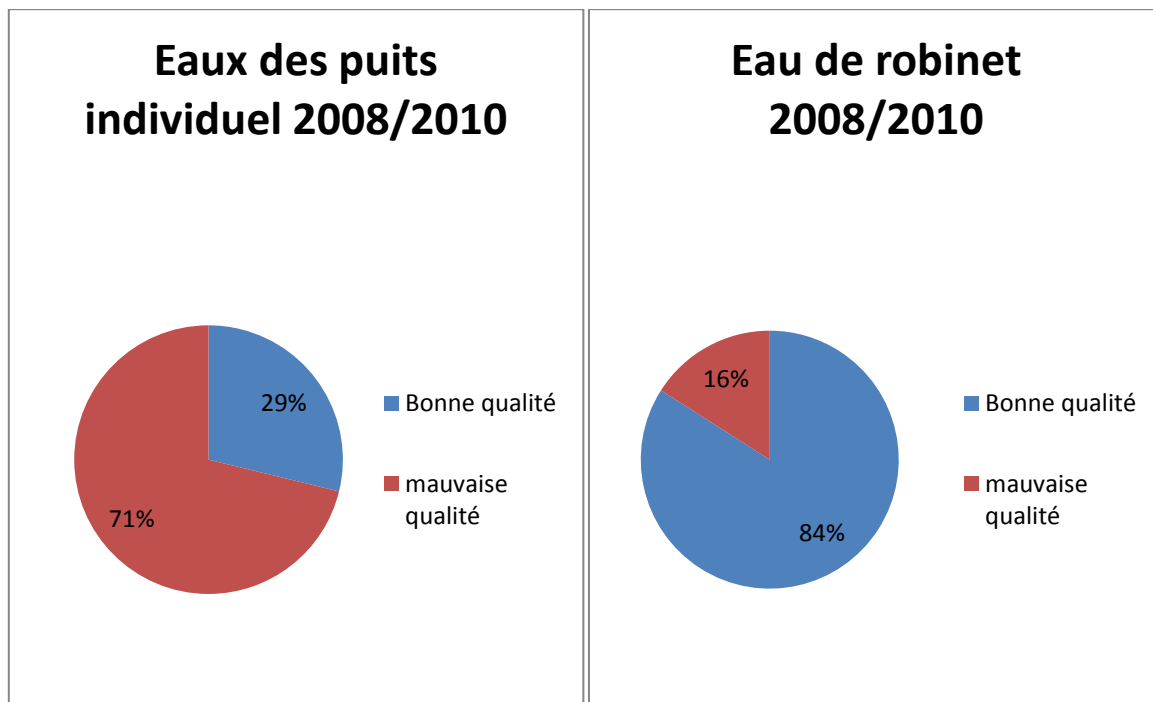
Le tableau V.6, représente l'évolution de la mauvaise qualité bactériologiques et le nombre de cas du HVA. Une mauvaise qualité bactériologique indique la présence des bactéries ou virus dans l'eau.

**Figure V.9 :** Evolution annuelle de Mauvaise qualité bactériologique (MQB) et HVA dans la wilaya de Bouira.

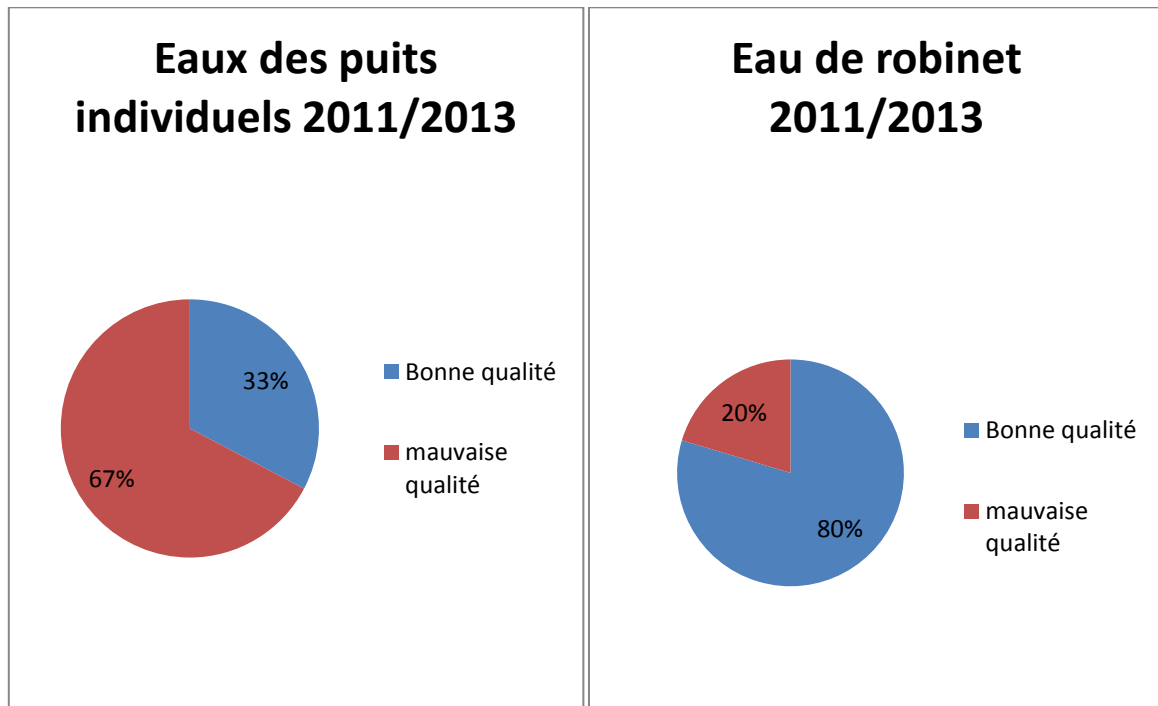
A partir de la figure V.10, nous remarquons que la courbe de la mauvaise qualité bactériologique (MQB) est proportionnelle à celle du nombre de cas du HVA.

### V.5. Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets.

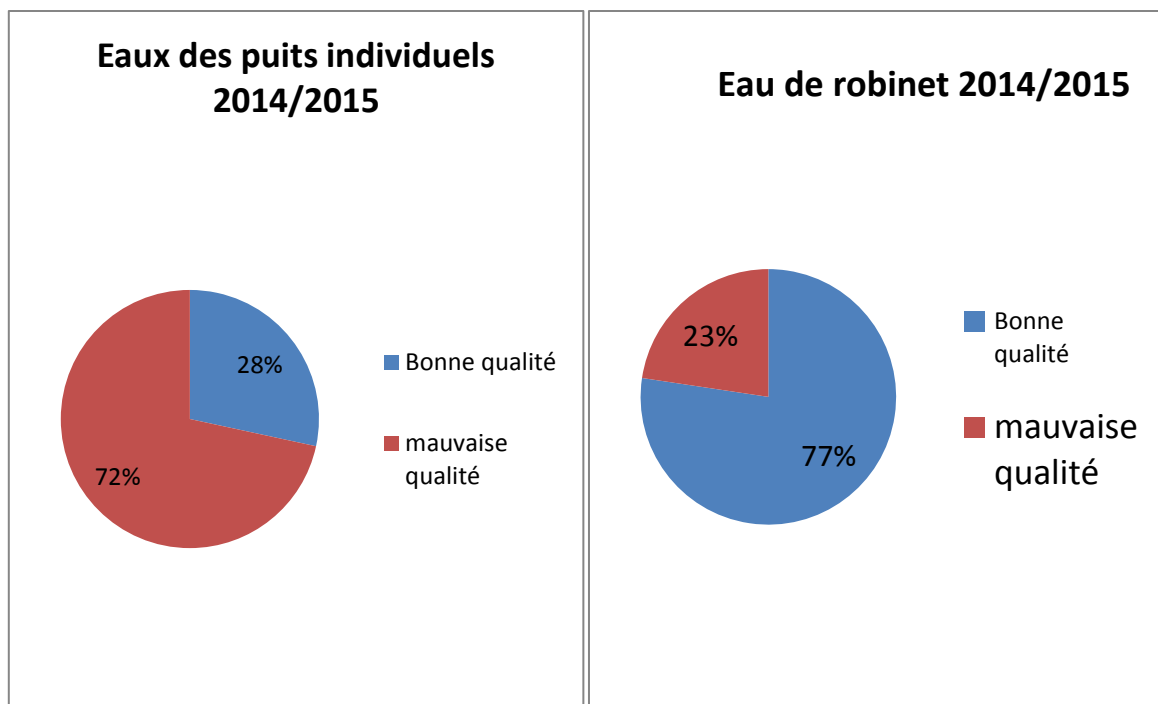
Les analyses bactériologiques durant la période du 2008 à 2015 montrent que la qualité des eaux souterraines (puits et forages) est plus contaminée que celle du robinet. Les suivantes figures représentent une comparaison entre la qualité de ces eaux.



**Figure V. 10 :** Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets (2008/2010).



**Figure V. 11 :** Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets (2011/2013).



**Figure V. 12 :** Comparaisons entre la qualité des eaux des puits individuels et celle de robinets (2014 /2015).

La majorité des puits près de (70%) dans la wilaya de Bouira sont contaminés, Par contre la majorité des eaux de robinet Près de (80%) sont de bonne qualité. donc les puits nécessitent une désinfection continue (Voir Annexe N°6, 7 et 8).

**Tableau V.8:** Nombre d'Analyses physico- chimique et Bactériologique de l'année 2008 à 2017.

Année	NOMBRE D'ANALYSE					
	Analyse Bactériologique	Mauvaise qualité bactériologique	mauvaise qualité bactériologique (%)	Analyse chimique	mauvaise qualité chimique	mauvaise qualité chimique(%)
2008	2194	329	15	5365	140	2,61
2009	2160	327	15,14	7097	34	0,48
2010	1991	365	18,33	5869	64	1,09
2011	2026	334	16,49	2796	31	1,11
2012	2539	310	12,21	3235	42	1,3
2013	2885	724	25,1	3364	35	1,04
2014	3346	429	12,82	3624	10	0,28
2015	4093	758	18,52	4052	26	0,64
2016	7112	1652	23,23	7010	24	0,34
2017	9197	1948	21,18	9059	12	0,13
<b>Total</b>	<b>37543</b>	<b>7176</b>	<b>17,8</b>	<b>51471</b>	<b>418</b>	<b>0,9</b>

Source ADE de Bouira 2018

D'après le tableau V.8, nous avons remarqué que les éléments analysés chimiquement et physiquement sont conformes aux normes de l'eau potable.

Nous avons remarqué aussi, la présence des bactéries dans certaines analyses. 37543 analyses bactériologiques ont été effectuées durant la période (2008 -2017) avec un taux positif de 15 et 23%.

Selon la DSP (direction de la sante publique), la pollution des puits viennent en première position avec 62.03%, suivie par la pollution des sources avec 60,81%. Dans ce contexte, il est utile de rappeler que l'ère de la brique poreuse doit être révolue, car elle a montré ses limites dans l'efficacité du traitement de l'eau de boisson, surtout que la technique est loin d'être maîtrisée par les utilisateurs. Nous recommandons actuellement l'utilisation des galets de chlore éminemment plus efficace dans le traitement de l'eau (puits, sources, réservoirs, ... etc.).

### Conclusion :

D'après les résultats obtenus on constate que les maladies à transmission hydrique dans la wilaya de Bouira varient avec l'espace et le temps, certaines communes ont enregistré des nombres important du HVA et TIAC. Les analyses bactériologiques montrent que les eaux des puits sont plus polluées que celles des robinets.



## Chapitre VI : Interprétation

### Introduction :

Dans les chapitres précédents nous avons traité des généralités sur les eaux potables et les maladies à transmission hydrique, l'objectif de ce chapitre est la localisation géographique de ces maladies et de déterminer les facteurs favorisant ces maladies comme la densité de la population, les points noirs, et l'irrigation par les eaux usées et la représentation des résultats de superposition sous forme des cartes.

### VI.1. Interprétation :

Selon les bilans des MTH de 2008 à 2015, le service de prévention de la DSP de Bouira a enregistré 27 cas de fièvre typhoïde (**Figure VI.1**), 807 autres d'hépatite virale A (**Figure VI.2**) et 1377 cas de Toxi-Infection-Alimentaire Collectives (**Figure VI.3**), sur une période de (2008-2015).

La fièvre typhoïde a connu une nette diminution (deux cas en 2009 contre 20 cas en 2008). Selon le responsable du service de la prévention au niveau de la direction de la santé et de la population de la wilaya, cette régression est due essentiellement aux efforts qui ont été largement déployés durant de longues années par les services sanitaires compétents et les autorités locales.

Face à ce genre de maladies qui prenaient continuellement une inquiétante ampleur, les mêmes services de la santé, en collaboration avec plusieurs autres partenaires directement concernés par ce phénomène, ont procédé ensemble à un travail approfondi d'études et de recherches des causes de la déclaration des MTH, et ce, dans presque toutes les communes de la wilaya.

Pour l'hépatite virale A quant à celle a connu une baisse en 2015 (20 cas contre 74 cas en 2008). Selon un responsable dans les services de prévention du Lakhdaria « dans la majorité des cas nous n'arrivons pas à trouver la source de l'infection à cause de le nombre des cas enregistrés (des fois un cas par mois ...) et le déplacement du malade.

Pour les toxi-infections alimentaires collectives les services de la DSP de Bouira nous ont indiqué que ces cas dans leur majorité ont eu pour origine des repas des fêtes (manque d'hygiène, mauvaise conservation des aliments...).

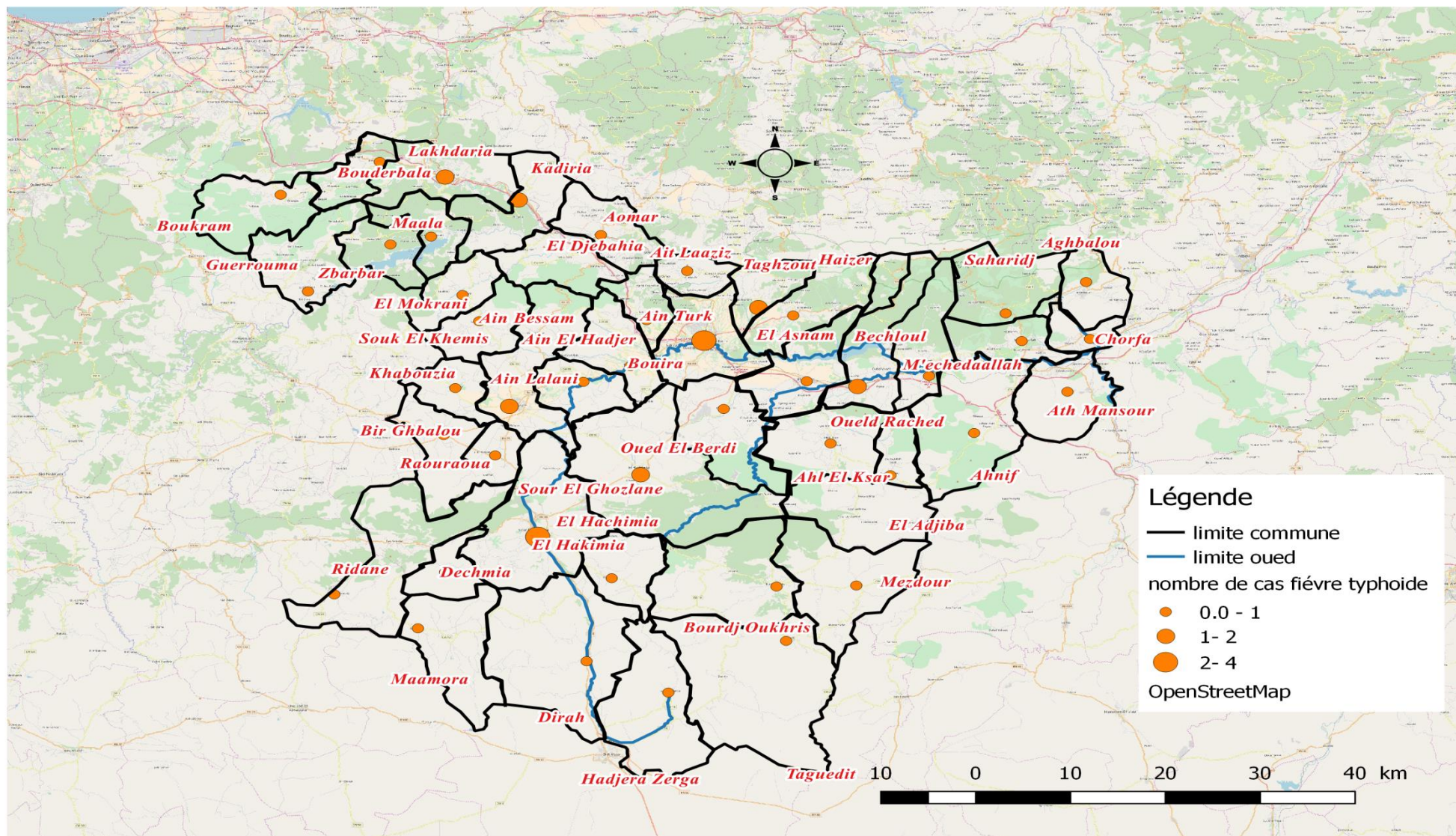


Figure VI. 1: Les secteurs urbains touchés par Fièvre Typhoïde dans la wilaya de Bouira (2008-2015).

**VI.2. Analyse thématique du nombre des cas du Fièvre typhoïde :**

La wilaya de Bouira a enregistré 27 cas de la fièvre typhoïde durant la période du 2008 jusqu'à 2015 dont 20 cas ont été enregistrés en 2008.

- 04 cas dans les communes de Bouira et Sour El Ghozlen.
- 02 cas pour chaque commune de Taghzout, Ain Bessem, Bechloul, Kadiria et Lakhdaria.
- 01 cas dans les communes Ain Lahdjar, Saharidj, Dirah, Bordj Okhris, Aomar, et Djebahia.

Les autres communes n'ont pas enregistré des cas durant cette période.

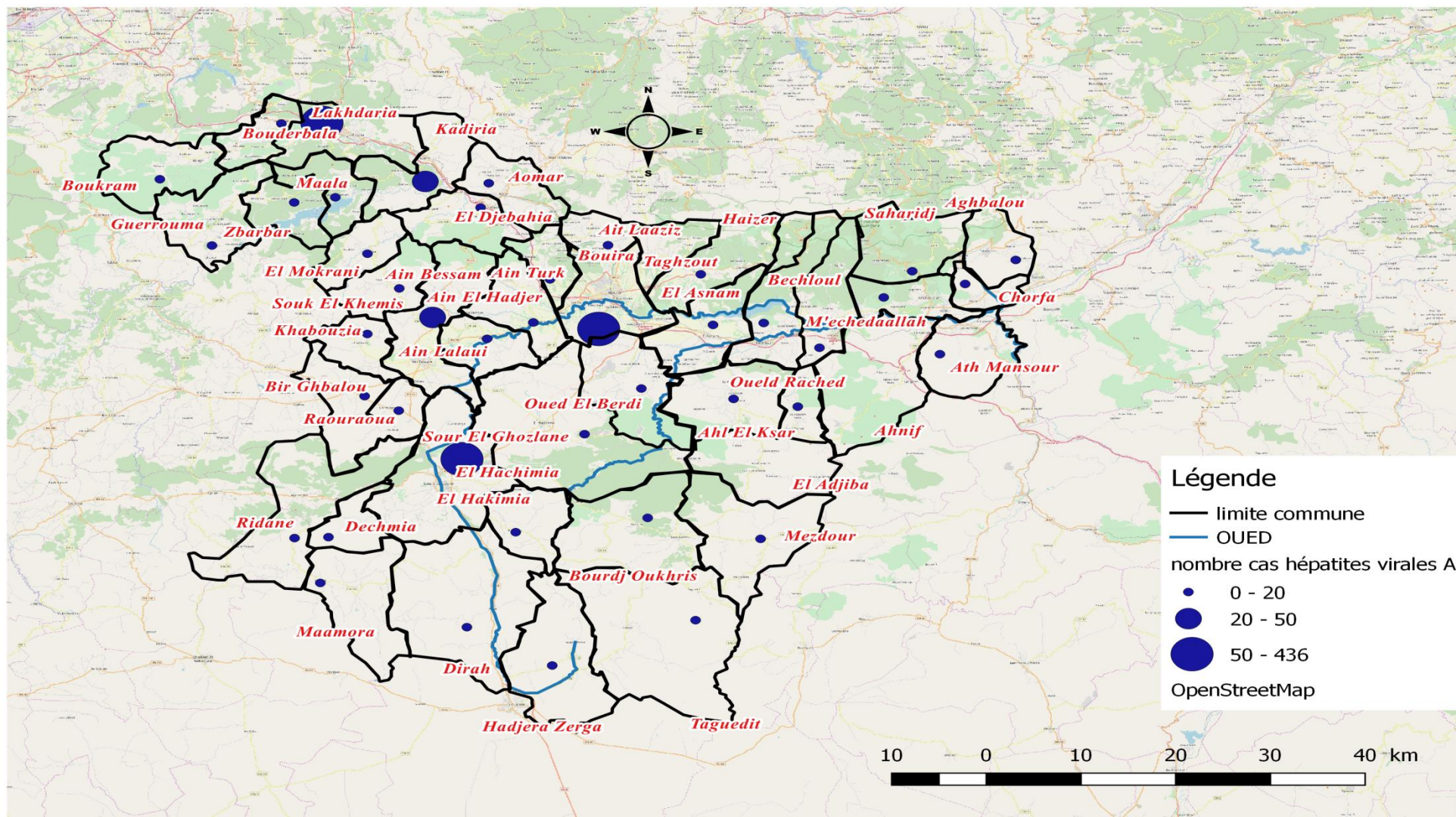


Figure VI. 2: Les secteurs urbains touchés par L'hépatite virale A dans la wilaya de Bouira (2008-2015).

### **VI.3. Analyse thématique du nombre des cas de HVA par commune entre 2008 et 2015 :**

La figure VI.2, montre la répartition des foyers de HVA dans les 45 communes de la wilaya de Bouira pendant la période de 2008 à 2015.

Les foyers de HVA sont répartis comme suit :

**Entre 0 et 20 cas :** Zbarbar, Bir Ghbalou, Ridane, EL Hakimia, Taguedit et Hadjera Zerga.

Taguedite, Ain turk, Souk Khemis, Ath Mansour, Ahnif, El Adjiba, Maamoura, Bordj Okhris et Aomar,

Ouled Rached, Raouraoua, Saharidj, Mesdour, Boukram, Guerrouma, Ait Laaziz, Bechloul, Ain Laloui, Ain Lahdjar, El Mokrani, Dirah, Maalla, Djebahia, M'Chedallah, El khabouzia, Oued Berdi, Chorfa, Taghzout, Ahl Iksar, Haizer, El Asnam, Bouderbala, Aghbalou, El Hachimia et Dechmia.

**Entre 20 et 50 foyers :** Kadiria, Ain Bessem.

**Entre 50 et 436 foyers :** Bouira, Sour El Ghozlen et Lakhdaria.

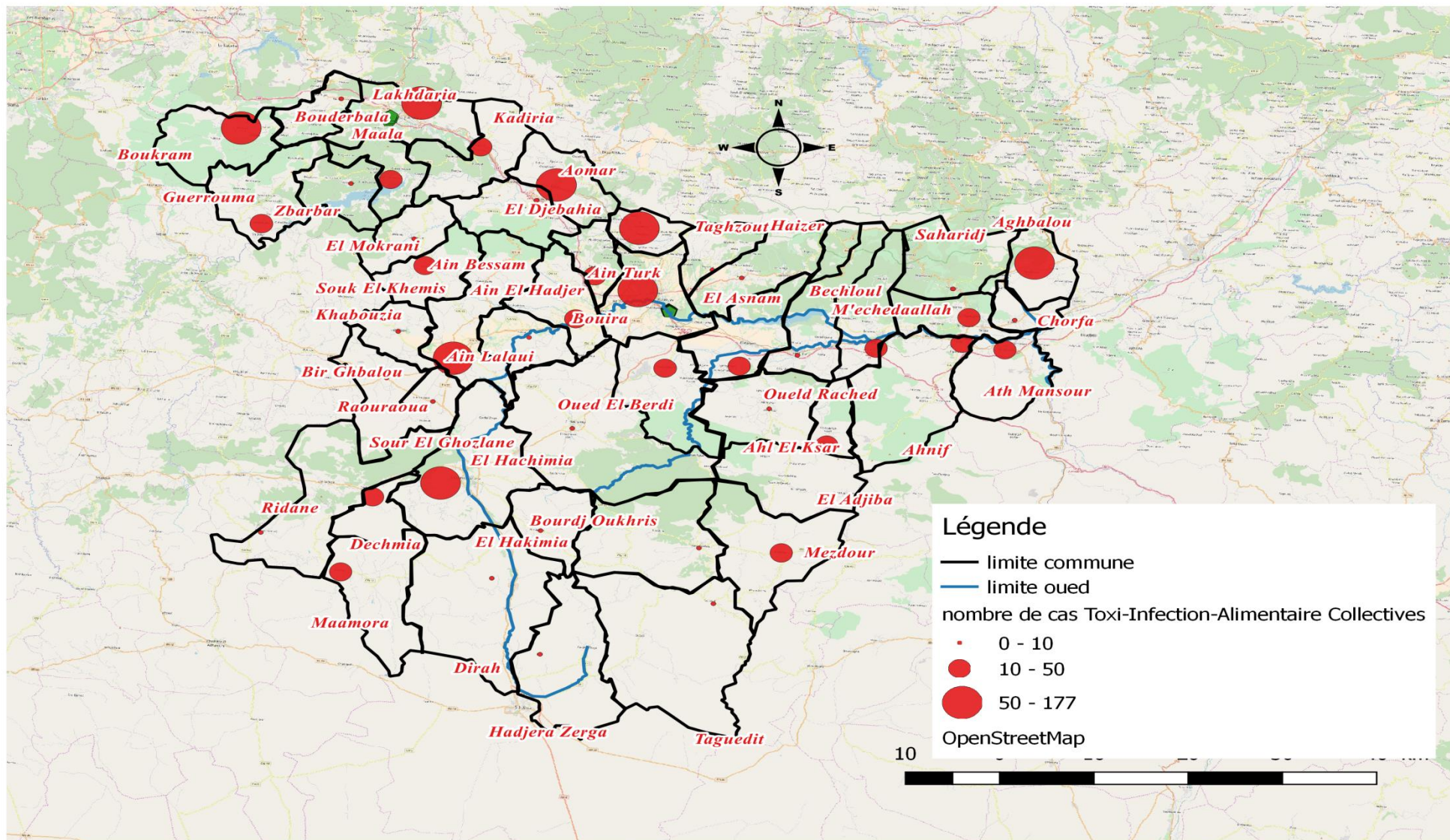


Figure VI. 3: Les secteurs urbains touchés par Toxi-infection-alimentaire collectives dans la wilaya de Bouira (2008-2015).

**VI.4. Analyse thématique du nombre des cas du TIAC:**

La wilaya de Bouira a enregistré 1377 cas du TIAC durant la période d'étude.

La figure VI.3, montre la répartition des foyers de TIAC par commune.

Les cas du TIAC sont repartis comme suite :

**Entre 0 et 10 cas :** Taghzout, Bechloul, El Mokrani, Ridane, Taguedite, Hadjra Zerga, Bordj Okhris, Saharidj, El Hakimia, Zbarbar, Raouraoua, Bouderbala, Ain Laloui, El khabouzia, Djebahia, El Hachimia, Haizer, Mesdour, Dirah, Ahl Iksar et Bir Ghalou.

**Entre 10 et 50 cas :** Ain Lahdjar, Maamoura Ahnif, El Asnam, Ouled Rached, Chorfa, Ainturk, Kadiria, Oued EL Berdi, M'Chedallah, Guerrouma, Souk Khemis, El Adjiba, Ath Mansour et Dechmia.

**Entre 50 et 100 cas :** Aomar, Sour El Ghozlen, Boukram, Ain Bessem, Ait Laaziz, Bouira et Lakhdaria.

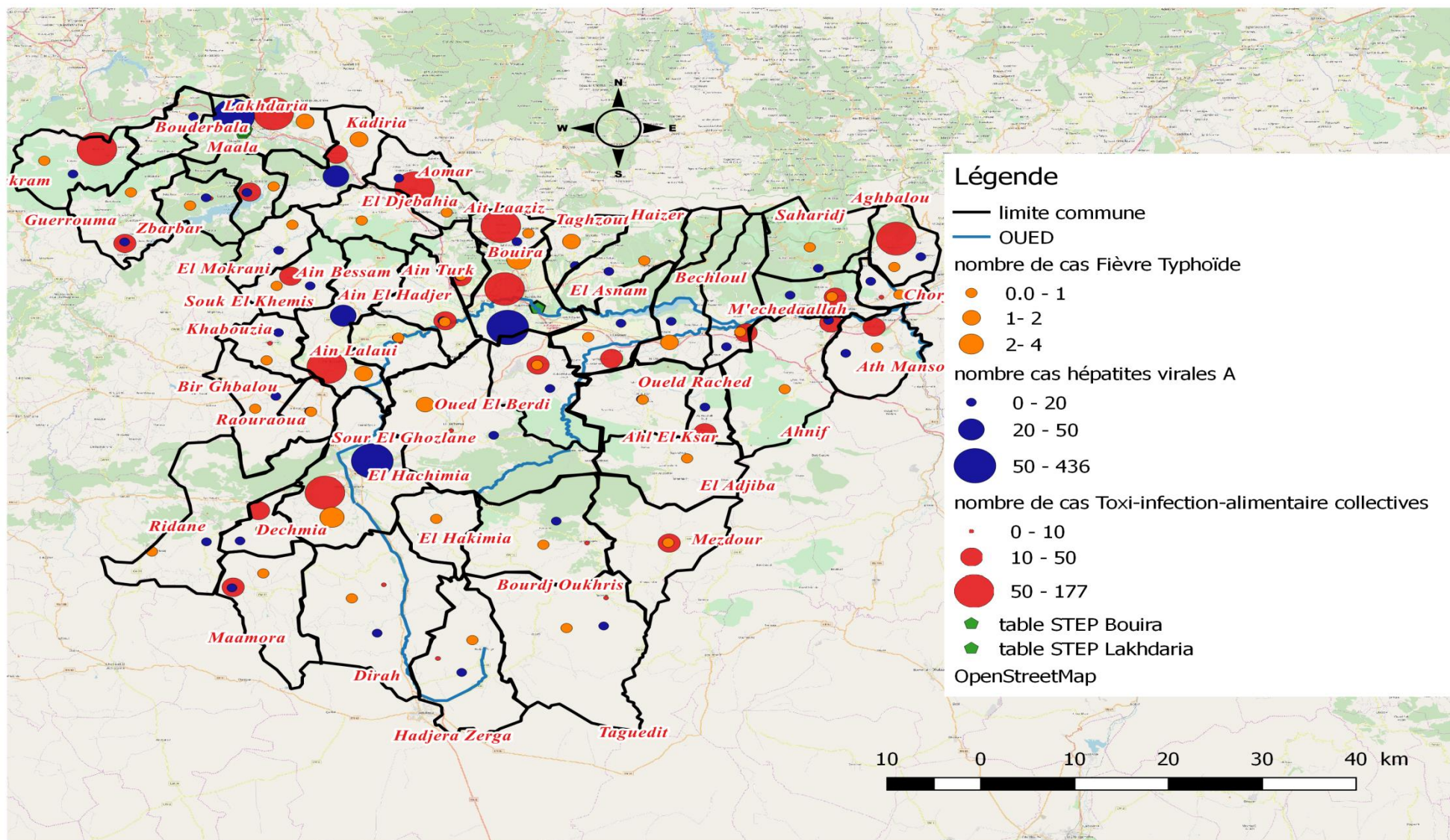


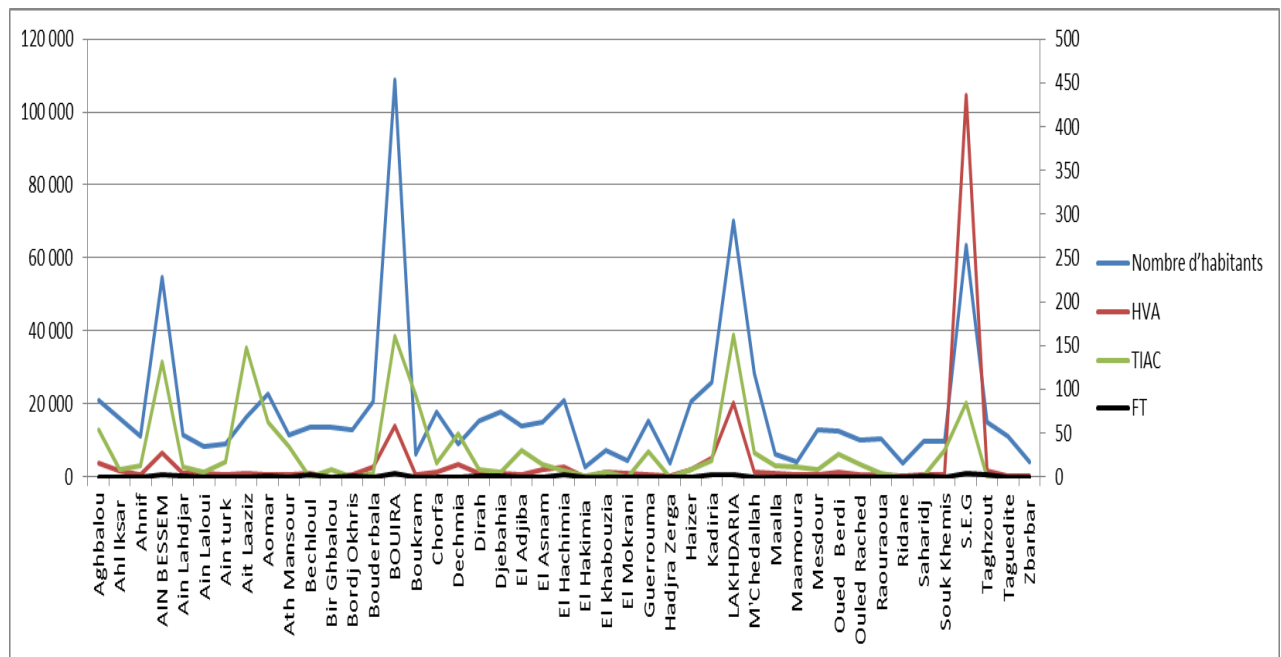
Figure VI. 4: Les secteurs urbains touchés par les maladies (FT, HVA, TIAC) dans la wilaya Bouira (2008-2015).



**VI.5. Corrélation entre le nombre de population et les MTH :**

D’après les figures VI.5 et VI.6, nous remarquons que le nombre des MTH a connais une forte relation avec la population, le nombre de population a une similitude avec celui des MTH.

L’augmentation de la population engendre l’augmenter les rejets des eaux usées et la quantité des déchets, la gestion non durable de ces derniers peut être un facteur qui favorise les MTH.



**Figure VI. 5 :** corrélation entre le nombre de population et les MTH.

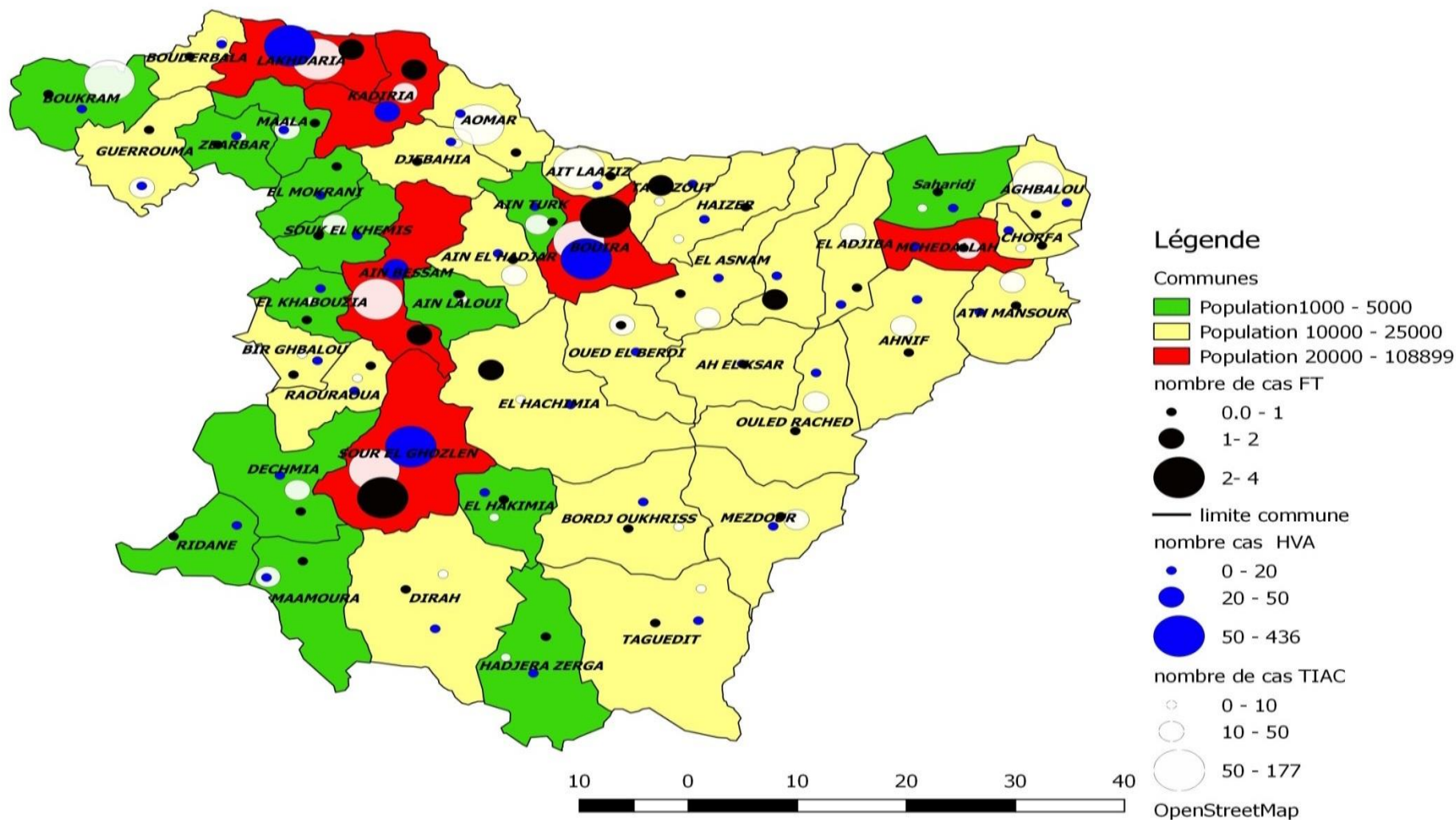


Figure VI. 6 : Relation entre le nombre de population et les cas des MTH dans la wilaya de Bouira.

**VI.6. Corrélacion entre le nombre du point noir et les MTH :**

Les points noirs dans le réseau d'assainissement sont des points qui nécessitent plusieurs interventions par an. Le risque de ces points sur la santé publique est très dangereux si la localité de ces points est proche des centres urbaines. Les points noirs du a :

La mauvaise étude ou réalisation du réseau, la contre pente, les constructions illicites.

D'après la figure VI.7, nous remarquons que les communes qui comptent des cas de points noirs ont enregistré le plus grand nombre des cas des MTH à savoir Ain Bessam, Sour El Ghozlen, Bouira, et Lakhdaria. Concernant le nombre du point noir nous citons que nous n'avons pris que les points qui ont un impact sur les MTH.

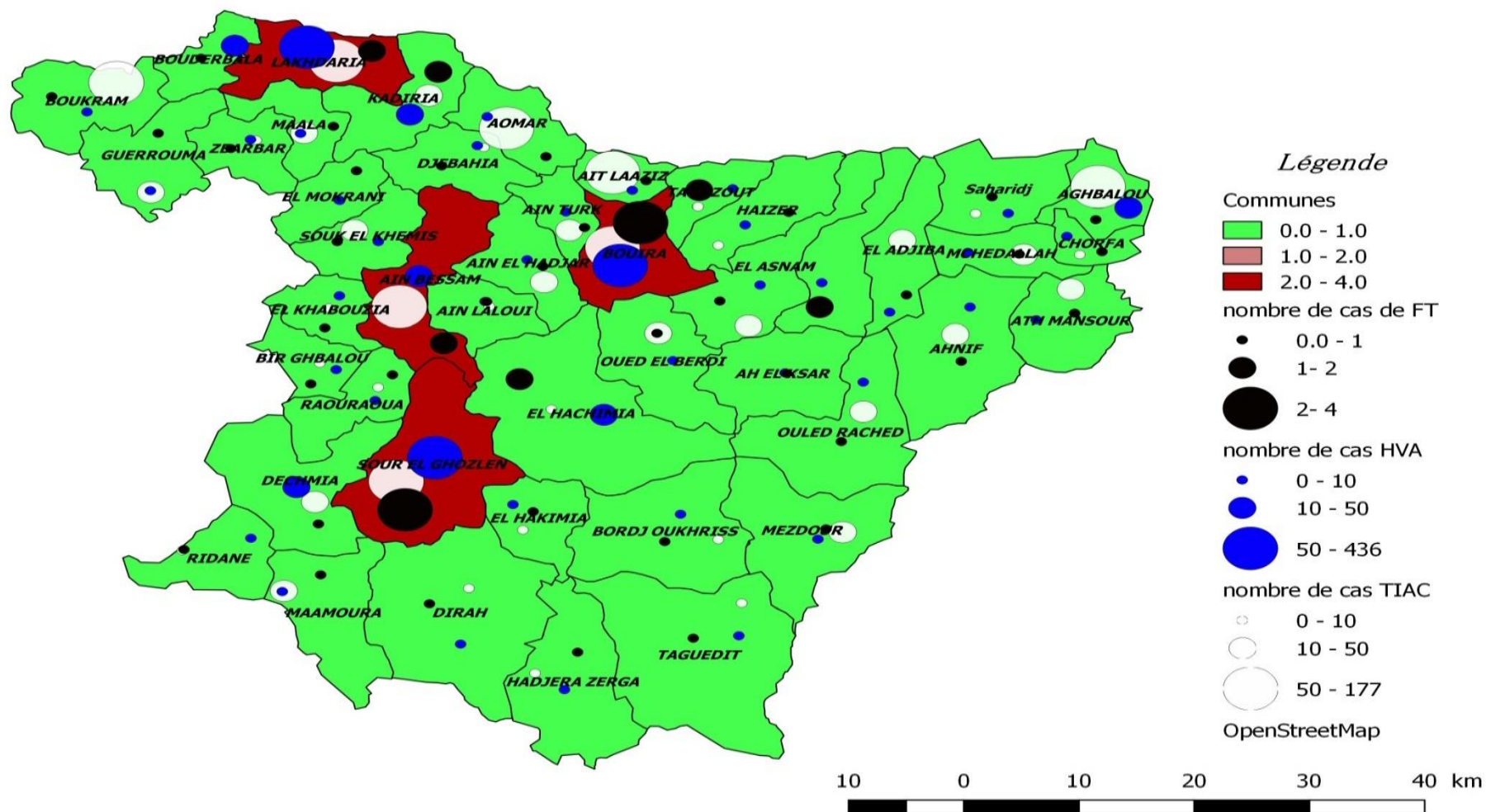


Figure VI. 7 : Impact de nombre de point noir sur MTH dans la wilaya de Bouira.

### VI.7. Corrélacion entre l'irrigation par les oueds et les MTH :

Nous remarquons (selon la figure VI.8) que les communes plus touchées par des MTH situées beaucoup au nord-ouest et au centre de la wilaya, pas loin des zones agricoles irriguées par les oueds. Nous remarquons aussi que les parties sud et sud-est (non irriguées par les oueds) n'ont pas enregistré un grand nombre des MTH.

Il est noté que nous avons pris que les périmètres irrigués par les oueds durant la période 2010-2015. L'utilisation des eaux contaminées pour l'irrigation provoque un grand risque pour la santé surtout si les périmètres irrigués sont à proximité des milieux urbaines et le risque augmente lorsque la production est consommée directement. Les agents pathogènes peuvent être transmis à l'homme lors du contact direct avec les eaux usées, ou indirectement par la consommation de cultures irriguées avec ces eaux usées. Dans le cadre de la lutte contre les MTH la surface des périmètres irrigués par les oueds dans la wilaya de Bouira a connu une nette diminution soit **1430,75** ha en 2017 à **2704,5** ha en 2010.

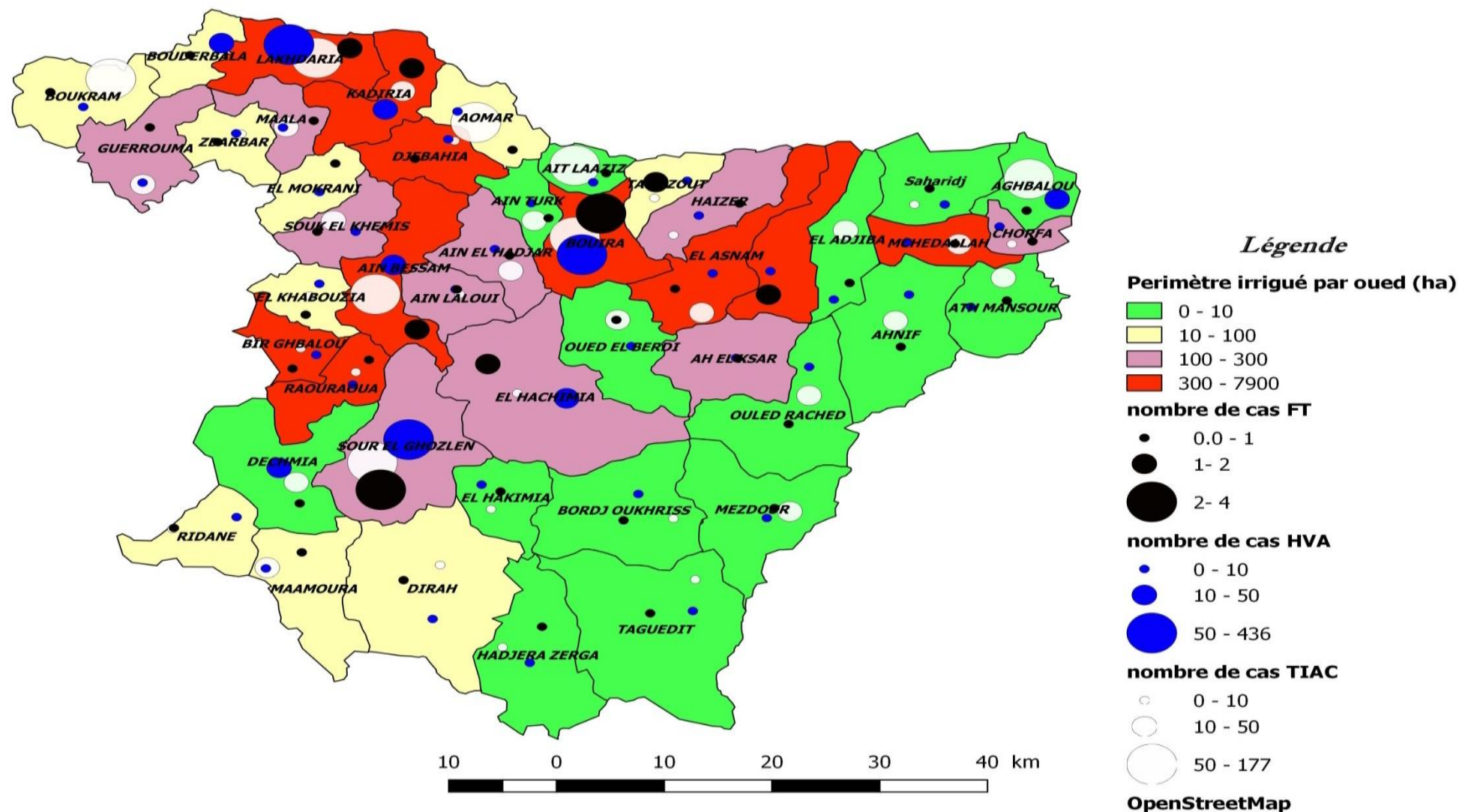


Figure VI. 8 : impact des perimetres irrigués par les oueds sur les MTH dans la wilaya de Bouira.

**VI.8. Corrélacion entre le nombre de DBO5 et les MTH :**

Il est remarqué que les oueds des parties sud et sud-est de la wilaya de Bouira sont moins contaminés par rapport au centre et l'est et que les MTH sont plus concentrées dans les communes qui sont proches des oueds contaminés (figure VI.9). La concentration du DBO5 dans les rejets des stations d'épuration est entre 20 et 40 mg /l, la valeur minimal dans les oueds cités est de 68mg/l donc nous pouvons dire que ces oueds sont contaminés. Les autres oueds ne sont pas cités à cause du manque des données.

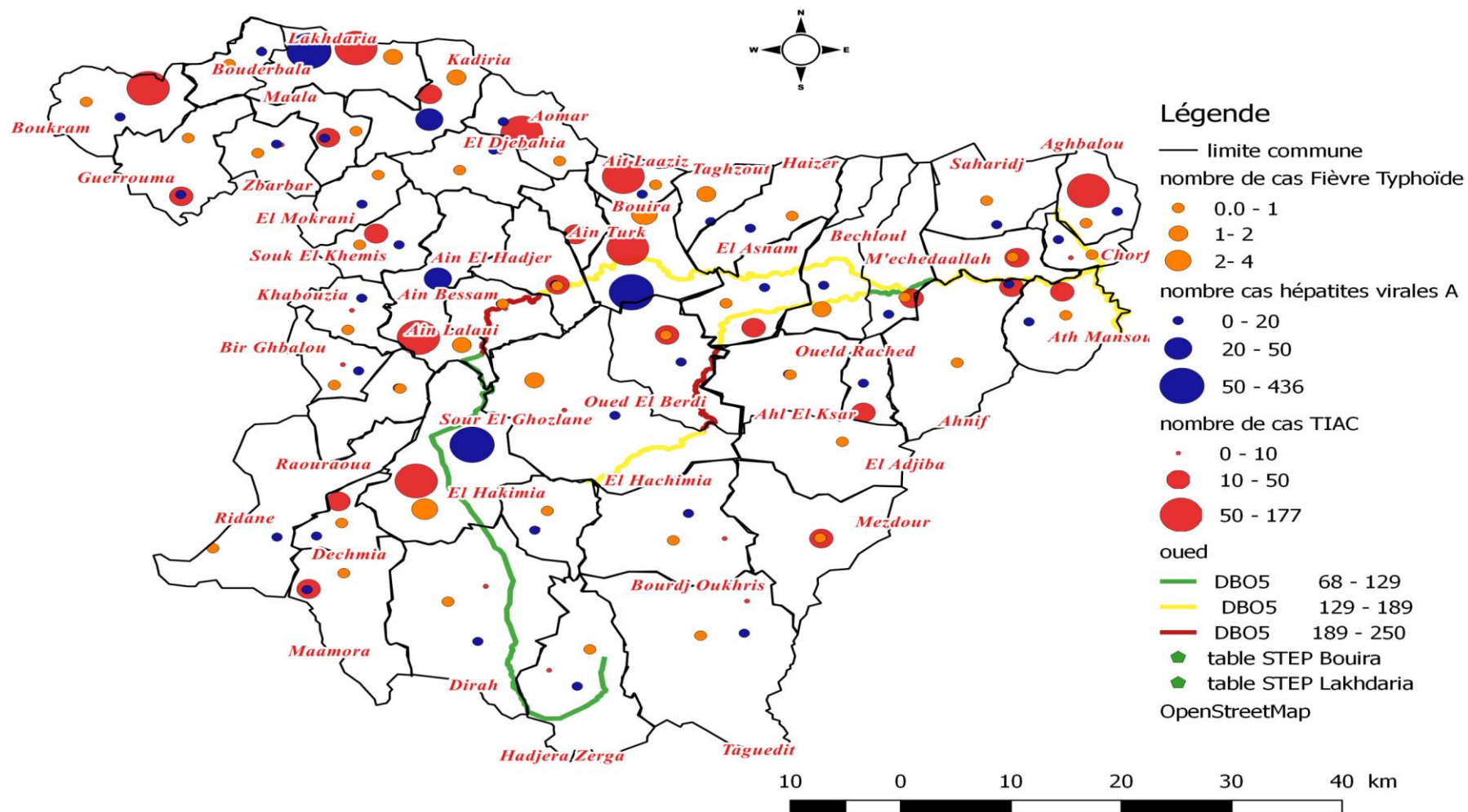


Figure VI. 9 : Impact de la pollution des oueds sur les MTH dans la wilaya du Bouira.



**Conclusion :**

A partir des résultats obtenus par le logiciel QGIS nous avons remarqué que Les maladies à transmission hydrique dans la wilaya de Bouira ont une relation avec plusieurs facteurs tels que :

- La densité du population.
- Les points noirs dans le réseau d'assainissement.
- Les périmètres irrigués par les eaux usées.
- La contamination des oueds.

Les communes plus touchées par ces maladies sont : Bouira, Ain Bessam, Lakhdaria, et Sour El Ghozlen. Ces communes sont les plus peuplées, et sont proches des oueds et des périmètres irrigués.

Pour lutter contre les MTH et afin d'assurer la propreté, la sureté et la fiabilité de l'approvisionnement en potable de la source au robinet, plusieurs mesures doivent être prises, on peut citer :

- La rénovation des réseaux vétustes et le remplacement des conduites non conformes aux normes techniques vont améliorer la situation dans les zones exposées au risque des MTH.
- le maintien de la qualité de l'eau du point de captage jusqu'au robinet du consommateur, nécessite en permanence le contrôle et la surveillance du réseau d'AEP.
- Collaboration intersectorielle doit être permanente entre les secteurs d'habitat, hydraulique, la santé et d'algérienne des eaux.
- Promotion d'hygiène et de la salubrité publique (amélioration des conditions de vie de citoyens).

## Conclusion générale :

Grace à la recherche bibliographique nous avons pu élargir nos connaissances au sujet des maladies à transmission hydrique, et nous avons pu conclure qu'ils sont des maladies largement répandues dans le Monde, surtout dans les pays pauvres ou qu'ils sont en voie de développement à cause de l'absence ou l'insuffisance des stations des traitements, d'épuration et les ressources en eau.

Au terme de cette étude épidémiologique rétrospective, que nous avons réalisée au niveau du service de la direction de la santé de la wilaya de Bouira, Où nous avons étudié la situation épidémiologique des MTH sur une période de huit ans allant de 1 janvier 2008 à 31 décembre 2015, il est possible de faire les constatations suivantes :

- ✓ Le risque de ces maladies est encore existant du fait du nombre important des cas de HVA et TIAC.
- ✓ Les communes plus touchées par ces maladies sont Bouira, Sour El Ghazlen et Lakhdaria, ces communes sont plus peuplées.
- ✓ Les puits individuels et les sources non captées sont les causes principales de ces maladies à cause de l'absence de la désinfection.
- ✓ La connexion entre le réseau d'assainissement et le réseau d'AEP peut engendrer des épidémies (cas du Sour El Ghazlen en 2010).
- ✓ Le SIG est un moyen utile pour mieux représenter et gérer les données ainsi que la rapidité de la restitution et la facilité de la mise à jour.

Après l'identification des différents paramètres sur le logiciel QGIS nous avons créé des cartes qui représentent les communes plus touchées par chaque maladie des MTH.

Il convient de préciser que l'insuffisance de données et les lacunes dans les observations, nous ont poussés à travailler sur une série chronologique courte ne comptant que huit ans (08 ans).

A travers notre étude, il ressort que les maladies à transmission hydrique sont dues principalement à la mauvaise qualité bactériologique des eaux de consommation cette dégradation est causée par l'infiltration ou la connexion des eaux usées avec celle de la consommation.

La lutte contre les maladies à transmission hydrique nécessite une volonté politique pour augmenter les ressources humaines et matérielles chez les établissements.

Afin de réduire le nombre des cas des MTH, nous formulons les recommandations suivantes :

- La lutte contre le piquage illicite.
- La rapidité de la réparation des fuites.
- La désinfection de conduite lors de la réparation des fuites.
- La Protection des captages en établissant les périmètres de protection réglementaires.

Pour les travailleurs de l'ONA il est recommandé d'utiliser des gants lors du travail lavage des mains après chaque fin du travail.

Pour les consommateurs il est recommandé de :

- Boire de l'eau du Robinet et éviter les sources non captées.
- Les gens qui ont des puits individuels : L'analyse microbiologique de ses eaux de consommation devraient être faite minimalement deux fois par année par un laboratoire accrédité, au début du printemps et à l'automne, ou encore un changement de goût, d'odeur ou d'apparence de l'eau, l'analyse doit être répétée.

## Références Bibliographiques

**ADE, (2018).** Algérienne des eaux, unité de Bouira.

**AISSAOUI AZZEDDINE, (2013).**Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam gouzi de la région de oued ATLHMANIA (wilaya de MILA) par les activités agricoles. Mémoire magister. Université MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU.

**Anonyme, 2013.** La direction des services agricole de la wilaya de Bouira.

**ARRUS, (1985).**L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830- 1962). Ed. Office des publications universitaires. Presses universitaires de Grenoble.

**Ali LARBI et BELARROUSSI, (2007).** Mémoire suivi e qualité des eaux de distribution de la Wilaya d'Oran, aperçu sur l'état de santé des eaux souterraines. Mémoire d'ingénieur .département de chimie .USTO-MB.

**AUBRY, (2013).**Les salmonelloses. Médecine tropicale .diplôme de médecine tropicale des pavas de l'océan INDIAN. Article. P6.

**BOUCENNA FATIH, (2009).** Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité a la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued djendjen (JIJEL, nord -est ALGERIEN).Mémoire magister. Université BADJI MOKHTAR-ANNABA.P133.

**BOUZIANI :** L'eau de pénurie aux maladies édition Ibn Khaldoun2000 P. 247.

**BIRECH, al, MESSAOUDI, (2006)** La contamination des eaux par les métaux cas de chott Ain baida de la région de Ouargla, mémoire Ing, université de Ouargla, 2006.

**CAMPAGNA, PHANEUF, & LEVALLOIS. (2012).** Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Ed. Institut national de santé publique. Québec. 11 p.

**DAJOZ. (1996).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505 P.

**DIMITRI, BAKARY, (2007)**, L'utilisation des systèmes d'information géographiques dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistique africains, African Statistical Journal Vol 5, pp.161-181

**DSA, (2017)**. La direction des services agricole de la wilaya de Bouira subdivision de Ain Bessem.

**DSP, (2018)** : direction de la sante publique de la wilaya de Bouira.

**DUSSART**, Limnologie, L'étude des eaux continentales, 2ème édition, p736, Boubée 1992.

**ENCARTA, (2005)**. COLLECTION MICROSOFT, " 1993-2004 Microsoft Corporation.

**FREDDY SHUKURU SALUMU, (2010)**. Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales. Biologie et médecine. Mémoire licence. Université officielle de BUKAVU. P163.

**FrenchACF.1.QUALITE DE L'EAU.DOC.**[Enligne].Disponible sur:[www.watersanitationhygiene.org/.../Water%20Quality/Water%20Quality](http://www.watersanitationhygiene.org/.../Water%20Quality/Water%20Quality) consulté le 27 mars 2014.

**GERIN. (2003)**.Environnement et santé publique. Fondement et pratique .Ed. Idisem, Canada, p1023.

**HADDOU, (2010)**.Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés

D'oxydation avancée en phase homogène et hétérogène : procédés fenton, photo-fenton et photo-catalyse. Thèse doctorat. Université TOULOUSE III -PAUL SABATIER. France.P196.

**HUBERT METAYER, (2007)** Traitement d'eau Par Catherine Bossard. association des techniciens de dialyse

**KACED et IRATNI (2007)**,Evolution des maladies à transmission hydrique dans le Secteur sanitaire d'AZAZGA. Mémoire de fin d'étude. Université de Béjaïa. 46p.

**KHALID, (2007).** La pollution de l'eau et ses impacts. Rapport. P36.

**KOLTZ, (2010).**L'eau, la vie et la mort. Ed. Springer Verlag.4:77.

**KEROUANTON** Jean-Louis, « Pour l'utilisation des SIG (systèmes d'information géographique) en histoire des techniques : entre documentation et analyse spatiale », Documents pour l'histoire des techniques [En ligne], 18 | 2<sup>e</sup> semestre 2009, mis en ligne le 29 décembre 2010, consulté le 29 mars 2014. URL : <http://dht.revues.org/299>

**LAKHDARI, (2008)** Etude de la pollution chimique des eaux souterraines (cas des Nitrates) de la nappe phréatique de la cuvette de Ouargla, mémoire Ing, université de Ouargla, 2008.

**LAURINI, THOMPSON, 1992.** Fundamentals of Spatial Information Systems. Academic Press.

**Larbi,A; Mekkoui ,F(2011)** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de ville de Djelfa. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en Biologie. Université Djelfa 87P.

**MAUREL, (2006).**Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. 2èmeEd. Lavoisier.France. 285 p.

**MATE, (2000).** Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement en Algérie, Alger, Algérie.

**MELGHIT MERIEM, (2012).** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau / sédiments de l'oued rhumel, et des barrages HAMMAM GROUZ ET BENI HAROUN. Mémoire magister. Université MENTOURI CONSTANTINE. P175.

**MEROUANIMAHDI et BOUGUEDAH ABD EL BAKI, (2013).** Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA. Mémoire master. Université KASDI MARBAH OUARGLA. P59.

**MOSCOUR, (1980),** Analyses quantitative, édition Mir.

**O****MS (W.H.O.): WORLD HEALTH ORGANISATION. (2003).** Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. World Health Organisation.

**(OMS), (2004).**Directive de la qualité pour l'eau de boisson (3) édition. volume.1.recommandation.

**OMS, (2012).** Prévention et lutte contre l'hépatite virale.P32

**OUBAGHA NOURA. 2011.** Décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les adjuvants par des matériaux naturels et synthétique. Mémoire magister. Université MOULOU MAMMERI.TIZI OUZOU. P151.

**OLIVAUX Y, (2007).**La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. 563 p.

**OUSSEINI, (2010).** Analyse spatiale de l'accès à l'eau potable et risques des maladies hydriques dans les quartiers périphériques de la ville de Ouagadougou : cas du Quartier Tanghuin.Ouagadougou.

**P****LANTAZ, (2005).**Méningites infectieuses de l'enfant (96).docteur Cécile. Article. BOST-BRU .P7

**PORNON, 1995.** Les SIG: Mise en œuvre et applications. Paris: Hermes

**R****ODIER J., (2005).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.

**Y****ELEZOUOMIN STEPHANE, CORENTIN SOMÉ, THOMAS DOMEGNON SORO**

**ET SOULEYMANE OUEDRAOGO., (2014).**Etude de la prévalence des maladies liées à l'eau et influences des facteurs environnementaux dans l'arrondissement de nomgr-masson : cas du quartier Tangjin (OUAGADOUGOU-BURKINA FASO).Original papier. BURKINA FASO. Article. P15.

**T****erminal f.**Paramètres physico-chimiques. [En ligne].Disponible sur:<

terminalf.scicog.fr/cfm/fich-1.php?IDChercher=3728...eau.mdb> consulté le 26mars2014

## Site web :

- De fiche ressources N3-les différentes étapes de traitement l'eau :  
[http://colleges.planetetp.com/IMG/pdf/fiche\\_ressource\\_n03\\_cle889a33.pdf](http://colleges.planetetp.com/IMG/pdf/fiche_ressource_n03_cle889a33.pdf).
- <http://www.notreplanete.info/terre/outils/sig.php>.
- <http://seig.ensg.ign.fr/>, [http://www.sigma972.org/def\\_1.html](http://www.sigma972.org/def_1.html).
- <http://www.eaudumaroc.com/2018/02/normes-de-qualite-des-eaux-potables.html>



## Annexe :

## Annexe N°1 : Tableau des différentes normes.

Paramètre	Unités	Réglementations françaises	Normes L'O.M.S	de Normes américaines
Température	C°	12	15	--
Conductivité	$\mu\text{s.cm}^{-1}$	2000	--	--
Turbidité	J. T. U* N. T. U*	2 --	5 --	-- 5
Couleur	Pt.Co	15	15	15
Ca <sup>++</sup>	Mg.l <sup>-1</sup>	--	200	--
Mg <sup>++</sup>	Mg.l <sup>-1</sup>	--	150	--
Na	Mg.l <sup>-1</sup>	175	200	--
K <sup>+</sup>	Mg.l <sup>-1</sup>	12	--	--
Cl	Mg.l <sup>-1</sup>	250	250	250
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg.l <sup>-1</sup>	250	250	200
NO <sub>3</sub>	Mg.l <sup>-1</sup>	50	45	45
Fe	$\mu\text{g.l}^{-1}$	200	300	300
Mn	$\mu\text{g.l}^{-1}$	50	50	50
Zn	Mg.l <sup>-1</sup>	--	5	--
Cu	Mg.l <sup>-1</sup>	0,05	0,00-3	--
Pb	$\mu\text{g.l}^{-1}$	50	50	50
Min	Mg.l <sup>-1</sup>	1500	1000	--

## Annexe N°2 : Normes algériennes (NA 6360).

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration Maximale Admissible	Méthodes
<b>Facteurs Organoleptiques</b>				
Odeur	Seuil de perception à 25 °C	0	4	NA 6371
Saveur	Seuil de perception à 25 °C	0	4	NA 6346
Couleur	mg/l échelle Pt/Co	-	25	NA 745
Turbidité	NTU	1	5	NA 746
<b>Facteurs physico-chimiques</b>				
pH	/		6.5 - 8.5	NA 751
Conductivité	$\mu\text{s/cm}$ à 20 °C	-	2800	NA 749
Température	°C	-	≤25	

<b>Résidu Sec</b>	mg/l après séchage à 105°C	-	2000	NA 6356
<b>Dureté Totale</b>	mg/l Ca CO <sub>3</sub>	200	500	NA 752
<b>Calcium Ca<sup>2+</sup></b>	mg/l	75	200	NA 1655
<b>Magnésium Mg<sup>2+</sup></b>	mg/l	-	150	NA 752 Et NA 1655
<b>Sodium Na<sup>+</sup></b>	mg/l	-	200	NA 1652 Ou NA 1653
<b>Potassium K<sup>+</sup></b>	mg/l	-	20	NA 1652 Ou NA1653
<b>Sulfates SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	mg/l	200	400	NA 6361
<b>Chlorures Cl<sup>-</sup></b>	mg/l	200	500	NA 6362
<b>Oxydabilité au KmnO<sub>4</sub></b>	mg/l			NA 2064
<b>Oxygène dissous</b>	mg/l	5	8	NA 1910
<b>FACTEURS DE POLLUTIONS</b>				
<b>Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	mg/l	-	50	NA 1656
<b>Nitrites NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	mg/l	-	0,1	NA 1657
<b>Ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mg/l	0,05	0,5	NA 1879 Ou NA1852
<b>Phosphate PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	mg/l	-	0,5	NA 2364
<b>FACTEURS INDESIRABLES</b>				
<b>Fer Total</b>	mg/l	-	0.3	NA 2422
<b>Manganèse Mn<sup>2+</sup></b>	mg/l	-	0.5	NA 6363
<b>Aluminium Al<sup>3+</sup></b>	mg/l	-	0,2	NA 6372
<b>FACTEURS BACTERIOLOGIQUES</b>				
<b>Germes Totaux 37°C 24h</b>	Nbr./ 1 ml	10	-	NA 763
<b>22°C 24h</b>	Nbr./ 1 ml	100	-	
<b>Coliformes totaux</b>	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 764
<b>Colibacilles</b>	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 764
<b>Streptocoques fécaux</b>	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 765 Ou NA 766
<b>clostridiumssulfito- réducteurs</b>	Nbr./10 ml	-	0	NA 6369 Ou NA 6370

**Annexe N°3 : Evolution de l'hépatite virale A (HVA) dans la wilaya de Bouira entre les années 2008 et 2015.**

Communes	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	somme
Bouira	15	12	10		1	8	8	4	58
Haizer	3	1	1			3	0	0	8
El Asnam	4	1		1			3	0	9
Taghzout	1	1	1			1	3	0	7
Ain Turk					1		0	1	2
Ait Laaziz	4						0	0	4
Bechloul	4						0	0	4
Ahl Lksar	1	2			3		1	0	7
Ouled Rached		1				1	1	0	3
Ain Bessem	3	1	6	7	4	2	2	3	28
Ain Laloui	1			2	1		0	0	4
Bir Ghablou							0	0	0
Ain Lahdjar	1		1	1	1		0	0	4
El Hachimia			5		1	4	1	0	11
Souk Khemis			2				0	0	2
El Khabouzia	2			4			0	0	6
Oued Berdi	2	1				1	0	2	6
Raouraoua			2	1			0	0	3
El Mokrani		1		1			0	2	4
M'Chedallah	1	2				1	1	0	5
Saharidj		2				1	0	0	3
Ath Mansour		1			1		0	0	2
Ahnif	1	1					0	0	2
El Adjiba		1					1	0	2
Chorfa	1		2			2	1	0	6
Aghbalou	2	1				3	9	1	16
S.E.G	7		386	10	20	9	3	1	436
Dechmia	0		5		8	1	0	0	14
Maamoura	0		2				0	0	2
Mesdour	0		2			1	0	0	3
El Hakimia	0						0	0	0
Dirah	0		3		1		0	0	4
Ridane	0		1				0	0	1
Taguedite	0	1					0	0	1
Hadjra Zerga	0		1				0	0	1
Bordj Okhris	0		1			1	0	0	2
Lakhdaria	14	14	7	12	5	10	19	3	84
Boukram		1	1			1	0	0	3
Bouderbala	1	2	2			4	1	1	11
Guerrouma					1	2	0	0	3
Kadiria	4	5	3		3	1	5	1	22
Aomar	0			1	1		0	0	2
Maalla	1	1			1			1	4
Zbarbar		1						0	1
Djebahia	1		2	1				0	4
Hors Wilaya					2		1	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>54</b>	<b>446</b>	<b>41</b>	<b>55</b>	<b>57</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>807</b>

**Annexe N°4 : Evolution de la fièvre typhoïde (FT) par commune.**

Communes	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	somme
Bouira	2						1	1	4
Haizer									0
El Asnam									0
Taghzout	2								2
Ain Turk									0
Ait Laaziz									0
Bechloul	2								2
Ahl Lksar									0
Ouled Rached									0
Ain Bessem	1		1						2
Ain Laloui									0
Bir Ghablou									0
Ain Lahdjar	1								1
El Hachimia	2								2
Souk Khemis									0
El Khabouzia									0
Oued Berdi									0
Raouraoua									0
El Mokrani									0
M'Chedallah									0
Saharidj	1								1
Ath Mansour									0
Ahnif									0
El Adjiba									0
Chorfa									0
Aghbalou									0
S.E.G	1	1	1		1				4
Dechmia									0
Maamoura									0
Mesdour									0
El Hakimia									0
Dirah	1								1
Ridane									0
Taguedite									0
Hadjra Zerga									0
Bordj Okhris	1								1
Lakhdaria	2								2
Boukram									0
Bouderbala									0
Guerrouma									0
Kadaria	2								2
Aomar	1								1
Maalla									0
Zbarbar									0
Djebahia	1								1
Hors Wilaya		1							1
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>27</b>

**Annexe N°5 : Evolution du Toxi-infection-alimentaire collectives (TIAC) par commune.**

Communes	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	somme
Bouira	22	45		2	55		16	21	161
Haizer						8			8
El Asnam			11			3			14
Taghzout									0
Ain Turk	16					1			17
Ait Laaziz	12	136							148
Bechloul									0
Ahl Lksar			4				5		9
Ouled Rached	7		7						14
Ain Bessem	36	16	41	2	3	1	7	26	132
Ain Laloui				3		2			5
Bir Ghalou	5			4					9
Ain Lahdjar			7				4		11
El Hachimia				3				4	7
Souk Khemis	4		22			4			30
El Khabouzia	3							3	6
Oued Berdi			8	3			11	4	26
Raouraoua	3					1			4
El Mokrani									0
M'Chedallah	21		6					1	28
Saharidj						1			1
Ath Mansour			25	9		1			35
Ahnif			13						13
El Adjiba			30						30
Chorfa			6					9	15
Aghbalou			52			2			54
S.E.G	26	22	10	2	11	3	10		84
Dechmia		36			5	9			50
Maamoura		10				1			11
Mesdour			3					5	8
El Hakimia						1			1
Dirah				2	6				8
Ridane									0
Taguedite									0
Hadjra Zerga									0
Bordj Okhris									0
Lakhdaria	5		74	10	36	1	10	26	162
Boukram		7				10	69	7	93
Bouderbala						1	3		4
Guerrouma				6			23		29
Kadiria		11		3	4				18
Aomar	13				3	4	43		63
Maalla					11	2			13
Zbarbar						1			1
Djebahia								6	6
Hors Wilaya				5					5
<b>TOTAL</b>	<b>173</b>	<b>283</b>	<b>365</b>	<b>54</b>	<b>134</b>	<b>57</b>	<b>201</b>	<b>110</b>	<b>1377</b>

**Annexe N°6: Analyses bactériologiques (2008/2010).**

<b>2008/2010</b>			
<b>Types d'ouvrages d'alimentation en de boisson</b>	<b>Analyses bactériologiques</b>		
	<b>Total analyse</b>	<b>mauvaise qualité</b>	<b>pourcentage de mauvaise qualité (%)</b>
Puits individuels	684	487	71,2
Puits collectifs	201	100	49,75
Puits agricoles	5	3	60
Sources captée	196	113	57,65
Sources non captées	22	10	45,45
Réservoirs	619	91	14,7
Château d'eaux	21	10	47,62
Fontaines publiques	137	37	27,01
Robinets individuels	432	69	15,97
Station de traitement	1	0	0
Station de pompage	20	8	40
Eau de stockage	529	188	35,54
Oued	1	1	100
Canal	11	3	27,27
Forages	87	41	47,13
<b>TOTAL</b>	<b>2965</b>	<b>1163</b>	<b>39,22</b>

**Annexe N°7: Analyses bactériologiques (2011/2013).**

<b>2011/2013</b>			
<b>Types d'ouvrages d'alimentation en de boisson</b>	<b>Analyses bactériologiques</b>		
	<b>Total analyse</b>	<b>mauvaise qualité</b>	<b>pourcentage de mauvaise qualité</b>
Puits individuels	275	185	67,27
Puits collectifs	206	129	62,62
Puits agricoles	28	12	42,86
Sources captée	76	52	68,42
Sources non captées	27	17	62,96
Réservoirs	298	50	16,78
Château d'eaux	144	33	22,92
Fontaines publiques	46	23	50,00
Robinets individuels	329	67	20,36
Station de traitement	143	36	25,17
Station de pompage	16	6	37,50
Eau de stockage	222	79	35,59
Oued	119	37	31,09
Canal	7	4	57,14
Forages	39	18	46,15
<b>TOTAL</b>	<b>1975</b>	<b>748</b>	<b>37,87</b>

**Annexe N°8: Analyses bactériologiques (2014/2015).**

2014/2015			
Types d'ouvrages d'alimentation en de boisson	Analyses bactériologiques		
	Total analyse	mauvaise qualité	pourcentage de mauvaise qualité
Puits individuels	222	159	71,62
Puits collectifs	16	5	31,25
Puits agricoles	0	0	0,00
Sources captée	55	29	52,73
Sources non captées	7	7	100,00
Réservoirs	319	45	14,11
Château d'eaux	26	8	30,77
Fontaines publiques	35	17	48,57
Robinets individuels	349	79	22,64
Station de traitement	3	0	0,00
Station de pompage	18	8	44,44
Eau de stockage	231	75	32,47
Oued	6	2	33,33
Canal	4	0	0,00
Forages	45	20	44,44
<b>TOTAL</b>	<b>1336</b>	<b>454</b>	<b>33,98</b>



## ملخص:

إن دراسة الأمراض المتنتقلة عبر المياه تعد شاغلا رئيسيا للمجتمع العلمي بسبب الأخطار الخطيرة التي تمكن أن تسببها لسكان المنطقة.

هذه الدراسة هي جزء من هذا الإطار وهي تركز على : حمى التيفوئيد, التهاب الكبد الفيروسي, والتسمم الغذائي الجماعي حسب الإحصائيات المتاحة التي تمتد لفترة ما بين 2008 إلى غاية 2015. باستخدام برنامج QGIS تم إجراء تحليل وقتي وزمني لتشخيص المناطق الأكثر تعرضا وإبراز العناصر الرئيسية التي يمكن أن تكون عاملا يسبب هذه الأمراض.

تظهر النتائج المحصل عليها أن هناك مناطق متأثرة بكثرة بهذه الأمراض خاصة الجهة الغربية, الشمالية الغربية والشمالية الشرقية لولاية البويرة.

**الكلمات المفتاحية :** الأمراض , المياه, حمى التيفوئيد, التهاب الكبد الفيروسي, التسمم الغذائي الجماعي , برنامج, الولاية.

## **Résumé :**

L'étude des maladies à transmission hydrique (MTH) est un principal souci de la communauté scientifique à cause des dangers graves qui peuvent la population entière d'une région. La présente étude est s'inscrit dans ce cadre. Elle concentre sur : la Fièvre Typhoïde (FT), les Hépatites Virales A (HVA) et les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC). Les statistiques disponibles couvrent la période de 2008 à 2015. Une analyse spatio-temporelle est effectuée au moyen de logiciel QGIS pour distinguer les régions fréquemment touchées par les MTH et tirer les principaux éléments susceptibles d'être des facteurs provoquant ces maladies. Les principaux résultats montrent qu'il y a des régions fortement touchées par ces maladies, notamment l'ouest, le nord-ouest et le nord-est de wilaya de Bouira.

**Les mots clés :** maladies, Fièvre Typhoïde, Hépatites Virales A, Toxi-infections alimentaires collectives, logiciel, wilaya.

## **Abstract:**

The study of waterborne diseases is major concern of the scientific community because of the serious diseases witch they can cause to the residents of the area.

This study is part of this frame work and it is focusing on: typhoid ,hepatitis, food poisoning according to statistics that extend for a period bitumen 2008 to 2015 .using a QGIS software a time analysis was performed to diagnosis the most affected areas, and highlight the key elements can be a factor due of these diseases.The obtained results show that there are heavily affected are as by these diseases especially the west, North -West, North-East state (Wilaya) of Bouira.

**Words key:** diseases, typhoid, hepatitis A, food poisoning, software, state.

