

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Terre et de l'Univers"

Filière: "Géologie"

Spécialité: "Hydrogéologie et Environnement"

Thème :

Evaluation des ressources en eau dans la région de Sougueur

(Wilaya de Tiaret)

Présentés et soutenus publiquement par :

1. GHAOUTI ABDELLAH
2. AOUED HAYET
3. KHITER KHALDIA

JURY:

-Président: AMEUR M, Maitre de conférences B

-Promoteur: BOUTOUGA F, Maitre assistant A

-Examineur: ZERARKA A, Maitre assistant A

Année universitaire: 2020-2021

Remerciements

*On remercie notre dieu miséricorde de nous avoir
amené*

*À réaliser ce projet et de nous avoir donné la
possibilité de*

*Pour suivre nos études supérieures et de les réussir et
d'avoir*

La chance d'atteindre le niveau MASTER II.

On tient à exprimer nos vifs remerciements :

*A notre encadreur monsieur le chef de département
des*

*Sciences de la Terre et de l'Univers M.BOUTOUGA.F
pour*

*Sa prise en charge et pour avoir dirigé notre travail
durant*

L'élaboration de ce mémoire.

*Nous remerciements vont également à tous les
enseignants*

Du notre département.

*Nos remerciements vont aussi à messieurs les
membres du*

Jury pour avoir accepté de juger notre travail.

*Enfin, A tous ceux qui ont contribué de près ou de
loin à*

La réalisation de ce projet de fin d'études.

Merci

Dédicace

Tout d'abord, nous sommes fidèlement reconnaissants

À Allah que

Cette recherche a été menée avec succès.

Je dédie ce modeste mémoire :

A ma très chère mère.

Qui a été toujours là pour moi, et qui m'a aidé

A mon très cher père.

A ma sœur "Ikhlās" (Allah yarhamha),

A mes frères "Abderrahmane et Mohamed El Amine",

"Bouziāne et Mahmoud" (Allah yarhamhom)

A toute ma famille de près ou de loin,

A tous mes amis,

Pour m'avoir constamment soutenu moralement

Et encouragé à aller de l'avant, face aux difficultés

rencontrées.

GHAOUTI Abdellah

Dédicace

*Tout d'abord, nous sommes fidèlement
reconnaissants*

À Allah que

Cette recherche a été menée avec succès.

Je dédie ce modeste mémoire :

A ma très chère mère,

A mon très cher père,

A ma chère grand-mère

*Qui a toujours été là pour moi et qui m'a
aidé*

A mes frères Mohamed, Yassin et Hebrî

*A mes sœurs, Souad, Amra, Amel, Aïda,
chaïma et Kholoud*

A mon très cher ami Abdrrahman,

*Marwa et Kholoud Pour m'avoir
constamment soutenu moralement*

*Et encouragé à aller de l'avant, face aux
difficultés*

Rencontrées.

AOUED HAYET

Dédicace

*Tout d'abord, nous sommes sincèrement
reconnaissants*

À Dieu que

Cette recherche a été couronnée de succès.

Je dédie cet humble souvenir :

À ma chère mère,

A mon cher père,

Pour ma deuxième maman,

*Qui a toujours été là pour moi et mes
frères*

*Mon mari Abbas et moi avons tous mes
amis, surtout Wafaa*

Khiter khaldia

Résumer :

Au terme de cette étude, le résultat général de l'objectif d'évaluation des ressources en eau de la région de Sougueur est résumé.

Sougueur est situé au sud-est de Tiaret dans l'ouest de l'Algérie. Il a un grand potentiel hydrogéologique.

Le climat est semi-aride, ce qui entraîne un besoin important en eau.

Les eaux souterraines de cette zone sont la principale source d'eau potable et d'eau d'irrigation pour la population rurale et urbaine.

L'objectif de ce travail est d'évaluer les ressources en eau utilisées dans tous les domaines et de montrer une part essentielle de la gestion durable et d'autre part d'évaluer la qualité physique et chimique des eaux souterraines.

Mots-clés : gestion intégrée, Sougueur, ressources en eau, potentiel en eau, besoins en eau

Abstract :

At the end of this study, the general result of the water resources assessment objective of the Sougueur region was summarized.

Sougueur is located southeast of Tiaret in western Algeria. It has great hydrogeological potential.

The climate is semi-arid, resulting in a great need for water.

The groundwater in this area is the main source of drinking water and irrigation water for the rural and urban population.

The objective of this work is to assess the water resources used in all areas and to show an essential part of sustainable management and on the other hand to assess the physical and chemical quality of groundwater.

Keywords: integrated management, sugar, water resources, water potential, water needs.

ملخص:

وفي نهاية الدراسة، تلخص النتيجة الاجمالية لهدف تقييم الموارد المائية في منطقة السوق.

تقع السوق جنوب شرق تيارت في غرب الجزائر، لديها امكانيات هيدروجيولوجية كبيرة، المناخ شبه جاف، مما يؤدي إلى حاجة كبير للمياه.

وللمياه الجوفية في هذه المنطقة هي المصدر الرئيسي لمياه الشرب والري لسكان الريف والحضر.

والهدف من هذا العمل هو تقييم الموارد المائية المستخدمة في جميع المجالات وإظهار جزء أساسي من الإدارة المستدامة ومن ناحية أخرى تقييم النوعية الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية.

الكلمات المفتاحية: الإدارة المتكاملة، السوق، الموارد المائية، امكانيات المياه، الاحتياجات المائية.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : Algérienne Des Eaux.

ABH-CZ : Agence du Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

ANRH : Agence Nationale Des Ressources Hydriques.

APC : L'assemblée populaire communale.

DRE : Direction des Ressources en eau.

DPAT : Direction de la programmation et du suivi du budget.

EPET : Entreprise de production de gestion et de distribution d'eau de tiaret

L'AEI :Administration et échanges internationaux

L'O.M.S :Organisation mondiale de la santé.

ONA :Office National de l'Assainissement.

ONM : Office National de la Météorologie.

RGPH :Office National des Statistiques.

SOMMAIRE

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

SOMMAIRE

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Liste des abréviations

Introduction Générale..... 01

Chapitre I : CADRE PHYSIQUE ET GEOLOGIQUE.

I. Situation géographique..... 02

II. L'organisation administrative et contexte socio-économique..... 03

II.1. contexte démographique..... 04

II.1.1. Evolution de la population..... 05

II.3. contexte agricole..... 06

II.3.1. Aspect forestier 06

II.3.2. Ressources en eau..... 06

II.4. Contexte industriel..... 07

II.5. Réseau hydrographique 07

II.6. Aperçu géologique 07

II.6.1. Les caractéristiques géologiques de la zone d'étude..... 08

II.6.2. La Litho- stratigraphie de la zone d'étude 10

II.6.2.1. Secondaire 10

II.6.2.1.1. Le Jurassique..... 10

II.6.2.1.1 .1. Le Jurassique Inferieur (Lias) 10

II.6.2.1.1 .2. Le Jurassique moyen 10

II.6.2.1.1 .3. Le Jurassique supérieur 10

II.6.2.1.2. Le Crétacé	10
II.6.2.1.2.1. Le Crétacé inférieur	10
II.6.2.1.2.2. Le Crétacé supérieur.....	10
II.6.2.1.2.2.1. Le Cénomaniens.....	10
II.6.2.1.2.2.2. Le Turonien	10
II.6.2.1.2.3. Le Sénonien	11
II.6.2.1.2.4. Tertiaire.....	11
II.6.2.1.2.4.1. Paléogène	11
II.6.2.1.2.5. Néogène	11
II.6.2.1.2.5.1. Miocène.....	11
II.6.2.1.2.6. Le Quaternaire.....	11
II.6.2.1.2.6 .1. Le Quaternaire ancien	11
II.6.2.1.2.6 .2. Le Quaternaire récent	11
II.7. Aperçu général sur la Tectonique.....	12
II.8. Facteurs géomorphologique	12
II.9. Sol et végétation.....	12
Conclusion.....	14

Chapitre II : Etude hydroclimatologique

Introduction.....	15
I. L'équipement hydro-pluviométrique de la Sougueur.....	15
II. Les paramètres météorologiques déterminants.....	15
II.1. Les précipitations.....	15
II.1.1. Les variations interannuelles des précipitations.....	16
II.1.2. Précipitations moyennes mensuelles.....	17
II.2. Les températures.....	18
II.3. Le régime des vents.....	19
II.4. L'humidité relative de l'air.....	20

III. Diagramme ombro-thermique (P = 2T).....	21
III.1. Le bilan d'eau.....	22
III.1.1. Le calcul de l'ETP par la méthode de C.W.THORNT WATE.....	22
III.1.2. Le calcul de l'évapotranspiration réelle ETR par la méthode de Turc	25
III.2. Estimation du ruissellement.....	25
III.3. Estimation de l'infiltration.....	26
Conclusion.....	27

Chapitre III : Les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques

I. Les Caractéristiques Hydrologiques.....	28
Introduction.....	28
I.1. Hydrographie et ressources en eau de surface.....	28
I.2. Les principaux oueds de la région de Sougueur.....	28
I.2.1. L'oued Sougueur	28
I.2.2. Oued Mina	28
I.2.3. Oued Touil	29
I.2.4. Oued sousselem.....	29
I.3. Les inondations.....	29
II. Les Caractéristiques Hydrogéologiques.....	29
II.1. Identification des différentes nappes dans la wilaya de Tiaret.....	30
II.1.1. La nappe de l'ensemble du Barrémien (Albien et les calcaires du Turonien).....	30
II.1.2. La nappe des dolomies Kimméridgien.....	30
II.1.3. La nappe du Moi-plio-quatenaire.....	30
II.1.4. La nappe de l'ensemble marno-gréseux attribué au Miocène.....	30
II.2. Aperçu sur les aquifères dans la zone d'étude.....	30
II.2.1. Les nappes de plateau du Sersou.....	31
II.2.2. Les nappes de la vallée d'oued Sousselem.....	31

II.2.2.1. La nappe superficielle (alluviale) du Plio-Quaternaire.....	31
II.2.2.2. La nappe profonde	31
II.3. L'inventaire des points d'eau dans la région de Sougueur.....	33
II.3.1. LA PIEZOMETRIE.....	33
II.3.1.1. La carte piézométrique de la nappe superficielle (alluviale).....	33
II.3.1.1.1. La carte piézométrique en période des basses eaux (Décembre 2014)...	33
II.3.1.1.1.1. L'interprétation de la carte piézométrique.....	34
a. Niveau de l'eau par rapport au sol.....	34
b. Sens d'écoulement général	34
c. Gradient hydraulique	34
d. Alimentation.....	34
II.3.1.1.2. La carte piézométrique en période des hautes eaux (Avril 2015).....	35
II.3.1.1.2.1. L'interprétation de la carte piézométrique.....	35
a. Niveau de l'eau par rapport au sol.....	35
b. Sens d'écoulement général.....	35
c. Gradient hydraulique.....	36
d. Alimentation.....	36
Conclusion.....	37

Chapitre IV : Hydrochimie et qualité des eaux

Chapitre IV : Qualité des eaux.....	38
Introduction.....	38
I.1. Les Paramètres Chimiques.....	38
I.1.1. Les ions majeurs.....	38
I.1.1.1. Le Calcium (Ca ²⁺).....	38
I.1.1.2. Le Magnésium (Mg ²⁺).....	38
I.1.1.3. Les Chlorures (Cl ⁻).....	38
I.1.1.4. Les Sulfates (SO ₄ ²⁻).....	38

I.1.1.5. Les Bicarbonates (HCO_3^-).....	39
I.2. Les Caractéristiques physicochimiques.....	39
I.2.1. Les températures (T).....	39
I.2.2. La Conductivité.....	39
I.2.3. Le potentiel Hydrogène (pH).....	39
I.2.4. Le résidu sec.....	40
I.2.5. La dureté.....	40
I.3. Les caractéristiques chimiques.....	41
I.3.1. La balance ionique.....	41
I.4. Classification hydrochimique.....	42
I.4.1. Interprétation par diagramme Schoeller-Berkaloff.....	42
I.4.2. Interprétation par diagramme de Piper.....	42
I.5. Origine et signification géochimique des éléments chimiques.....	44
I.5.1. Les ions Ca^{+2} et Mg^{+2}	44
I.5.2. Les ions Cl^- , Na^{+2} et K^+	44
I.5.3. Les ions sulfates SO_4^{-2}	44
I.5.4. Les bicarbonates HCO_3^-	44
I.6. Les faciès chimiques.....	44
I.6.1. La formule ionique.....	44
Conclusion	46
II. Diagnostic quantitatif des ressources en eau dans la région Sougueur.	
Introduction	47
I. Les eaux de surface	47
I.1. Les Oueds.....	47
I.2. Oued Sougueur.....	48
I.3. Oued Mina.....	48
I.4. Oued Touil.....	49
I.5. Oued Sousselem.....	50
II. Les eaux souterraines.....	51
II.1. Les nappes aquifères	51

II.1.1. La nappe libre des alluvions quaternaires.....	51
II.1.2. La nappe captive du quaternaire ancien – Pliocène continental.....	52
II.1.3. La nappe captive des grés-calcaires astiens.....	52
III. La ressource hydrique de la Région de Sougueur.....	52
III.1. Eaux souterraines.....	52
III.2. État de la fourniture de réseau d'eau potable et d'assainissement.....	54
III 3. Les demandes en eau au niveau de la Région de Sougueur.....	54
IV. Gestion intégrée des eaux dans la région de Sougueur.....	54
IV.1. Alimentation en eau potable.....	55
IV.1.1. Evolution de la population.....	55
IV.1.2. L'estimation de la population future.....	55
IV.1.3. Les ressources et l'approvisionnement en eau potable.....	57
Conclusion.....	59
Conclusion Générale	60
Références Bibliographiques	
Annexes	

Chapitre III : Les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques

Fig.13 : Les ressources en eau souterraine de la zone d'étude (ABH-CZ, 2007).....32

Fig.14: Carte piézométrique de la nappe alluviale de la vallée d'Oued Sousselem (Décembre 2014). (A .Nasreddine ; K. Kheireddine 2014).....33

Fig. 15: Carte piézométrique de la nappe alluviale de la vallée d'Oued Sousselem (Avril 2015). (A .Nasreddine ; K. Kheireddine 2014).....35

Chapitre IV :Hydrochimie et qualité des eaux

Fig.16:Représentation graphique des analyses d'eaux des forages d'après le graphique de Scholler-Berkalof.....42

Fig.17:représentation graphique des analyses d'eaux des forages d'après le diagramme de Piper.....43

Fig.18 :Représentation graphique des faciès chimiques sur le diagramme de Stabler des eaux souterraines dans la région de Sougueur.....45

Fig.19 : Carte des ressources en eau de la Région (Source :DRE).....53

Fig. 20 : Evolution dans le temps de la population dans la région de Sougueur (2020-2040).....56

Fig. 21 : Evolution dans le temps des besoins en eau potable dans la région de Sougueur (2020-2040).....57

Liste des Tableaux

N°	Titre de tableau	Page
----	------------------	------

Chapitre I : CADRE PHYSIQUE ET GEOLOGIQUE.

Tab 01 : Situation administrative des communes de Sougueur en 2018.....04

Tab 02 : L'évolution de la population de l'État de 1977à 2018.....05

Chapitre II : Etude Hydroclimatologique.

Tab 03 : Les caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1985/1986-2019/2020).....15

Tab 04 : Précipitations interannuelles en (mm) de la station d'Ain Bouchekif(1985/1986-2019/2020).....16

Tab 05: Les Précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ain Bouchekif (1986-2020).....17

Tab 06 : Moyennes mensuelles des températures en (2006/2020) à la station d'Ain Bouchekif.....18

Tab 07 : Bilan d'eau selon la méthode de C.W. Thornthwaite de la station Ain Bouchekif (1986/2020).....23

Tab 08 : Les valeurs de l'ETR par la formule de TURC.....25

Tab 09 : Résultats du ruissellement par la formule de « Tixeront-Berkaloff » pour la station d'Ain Bouchekif (1986-2020).....26

Tab 10 : Les résultats de l'infiltration efficace "I" dans la station d'Ain Bouchekif Période (1986/2020).....26

ChapitreIV :Hydrochimie et qualité des eaux.

Tab 11 : Représente les paramètres physicochimiques dans la région du Sougueur.....40

Tab 12 : Les données chimiques des eaux analysées Mai 2020.....41

Tab 13 : Facies caractéristiques des échantillons prélevés.....45

Tab 14: les Débit mensuel d'Oued Mina Période (2014-2019).....48

Tab 15 : les Débit mensuel d'Oued Sousselem Période (2014-2019).....50

Tab 16 : Les longueurs des oueds de la région de Sougueur.....	51
Tab 17 : Récapitulatif de la population et l'alimentation en eau potable dans la région de Sougueur (Source: ADE Sougueur).....	54
Tab 18 : Estimation de la population à l'horizon 2040 (Source: DPAT).....	55
Tab 19 : Perspective de l'évolution de la population et de la demande en eau potable dans la région de Sougueur.....	56
Tab 20 : Réseaux alimentation en eau potable de la région de Sougueur (Source: ADE Sougueur).....	58

Introduction Générale

Introduction

Introduction :

Nos ressources en eau subissent de nombreuses pressions. Il nous faut encore acquérir davantage d'informations fiables sur la qualité et la quantité d'eau disponible ainsi que sur la manière dont cette disponibilité varie dans le temps et d'un endroit à l'autre. Les activités humaines influent de bien des façons sur le cycle de l'eau, et leur impact doit être compris et quantifié afin de gérer les ressources en eau de manière responsable et durable. **(Hales et Bensedlk, 2020).**

L'eau est la ressource de base pour tous les êtres vivants et a une grande importance dans tous les domaines sociaux, économiques et autres. Mais récemment, le manque de ressources en eau en Algérie a conduit à une mise en garde contre le gaspillage de l'eau et à œuvrer pour la protéger et en faire bon usage.

Les eaux de surface sont des éléments renouvelables, alors que les eaux souterraines ne sont pas renouvelables, elles doivent être préservées et utilisées correctement, notamment avec l'augmentation de la croissance démographique et des activités économiques, agricoles et industrielles, il est donc nécessaire de tirer parti de ces ressources et d'une bonne gestion dans leur utilisation.

Le développement social et économique et l'urbanisation rapide ont eu un impact négatif sur la qualité des ressources en eau. Il y a eu de nombreux cas de pollution industrielle et urbaine que l'on observe dans ce cas au niveau des puits. Le présent travail consiste en une évaluation par pays de la quantité de sources d'approvisionnement en eau au niveau de la région de Sougueur. **(Hales et Bensedlk, 2020).**

Notre mémoire est répartie en 04 chapitres :

Chapitre I: présentation de la zone d'étude (situation géographique, géomorphologie,...etc.).

Chapitre II: les caractéristiques climatiques (Température, précipitation,...etc.).

Chapitre III: Les caractéristiques hydrologiques hydrogéologiques (Les eaux superficielles et les eaux souterraines,...etc.).

Chapitre IV: La qualité des eaux (hydrochimie, diagramme de Piper et Scholler-Berkaloff...etc.) et diagnostic quantitatif des ressources en eau (les eaux de surface, les eaux souterraines, la ressource hydrique,...etc.).

Chapitre I :
CADRE PHYSIQUE ET
GEOLOGIQUE

Chapitre I :

I. Situation géographique :

La Daïra de Sougueur se situe à moins de 30km au sud de la Wilya de Tiaret, dans les hautes plaines telliennes à la limite sud- ouest du plateau de Sersou.

Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Ain dzarit, Bouchekife et Mellakou
- Sud-Est par la willaya de Laghouat.
- A l'Est par la commune de Zmalet Emir AEK et Nadhoura.
- A l'Ouest par la commune de Medroussa et Frenda.
- Au Sud-Ouest la commune de Medrissa.
- Au Sud par la commune Chehaima et Naima.

Sa superficie totale de 3263.02km².

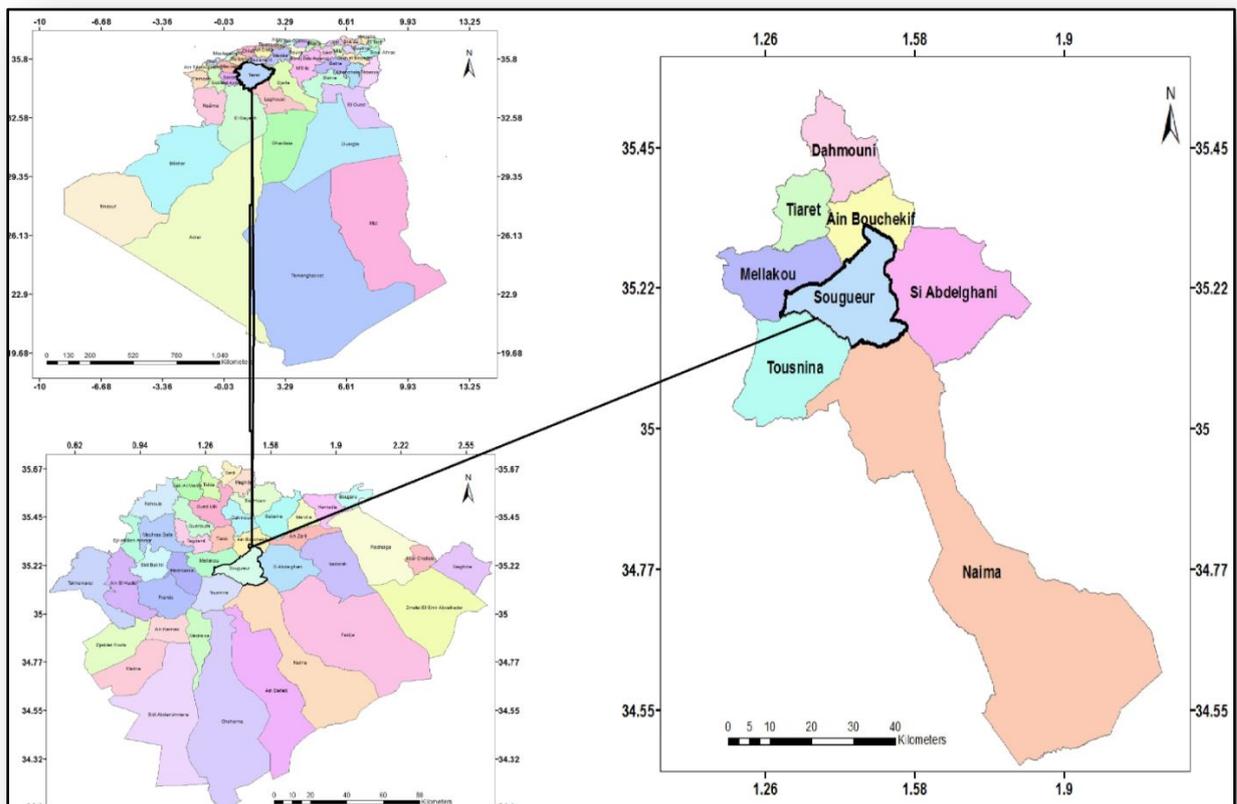


Figure I.1. Situation géographique de la zone d'étude.

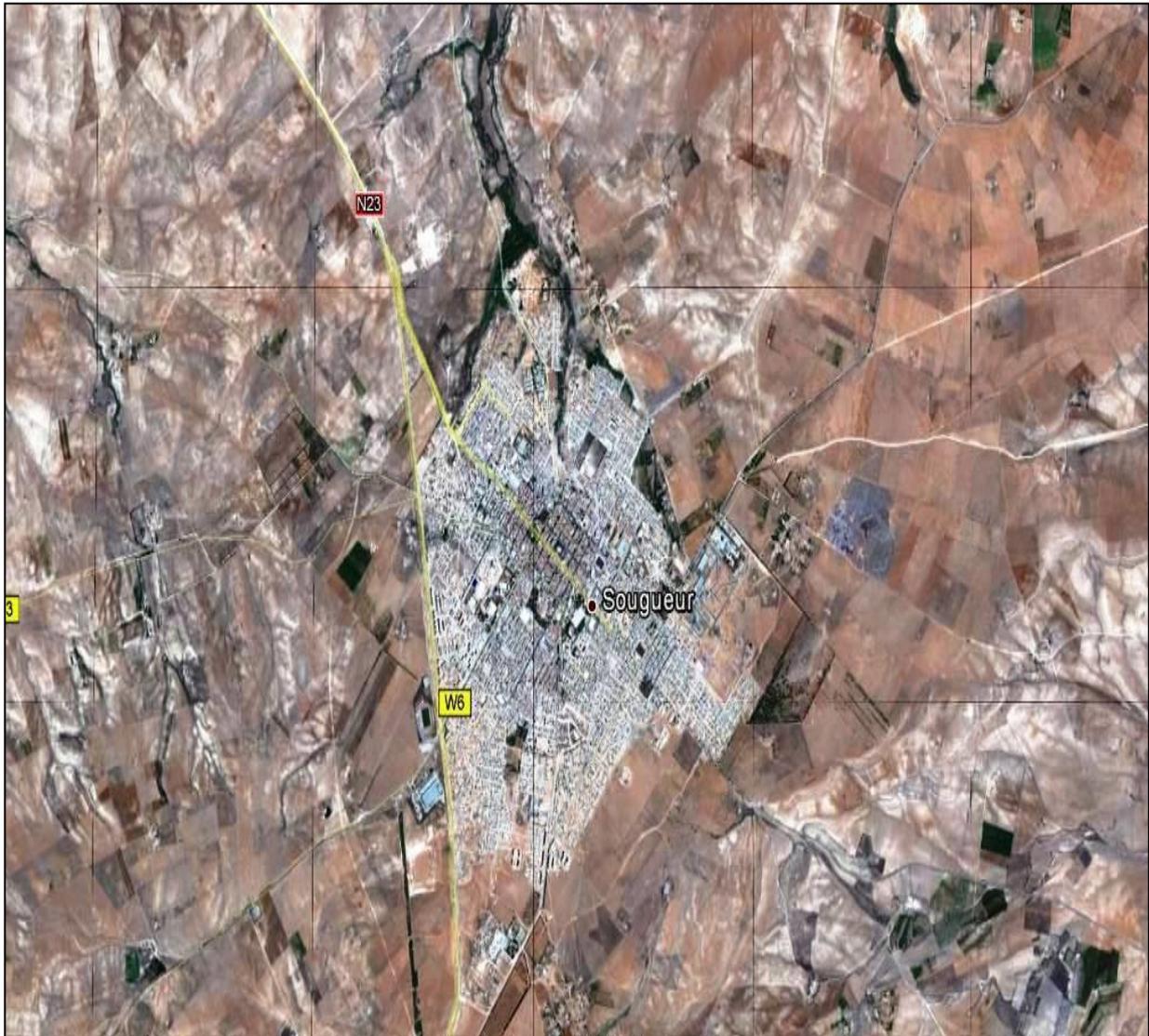


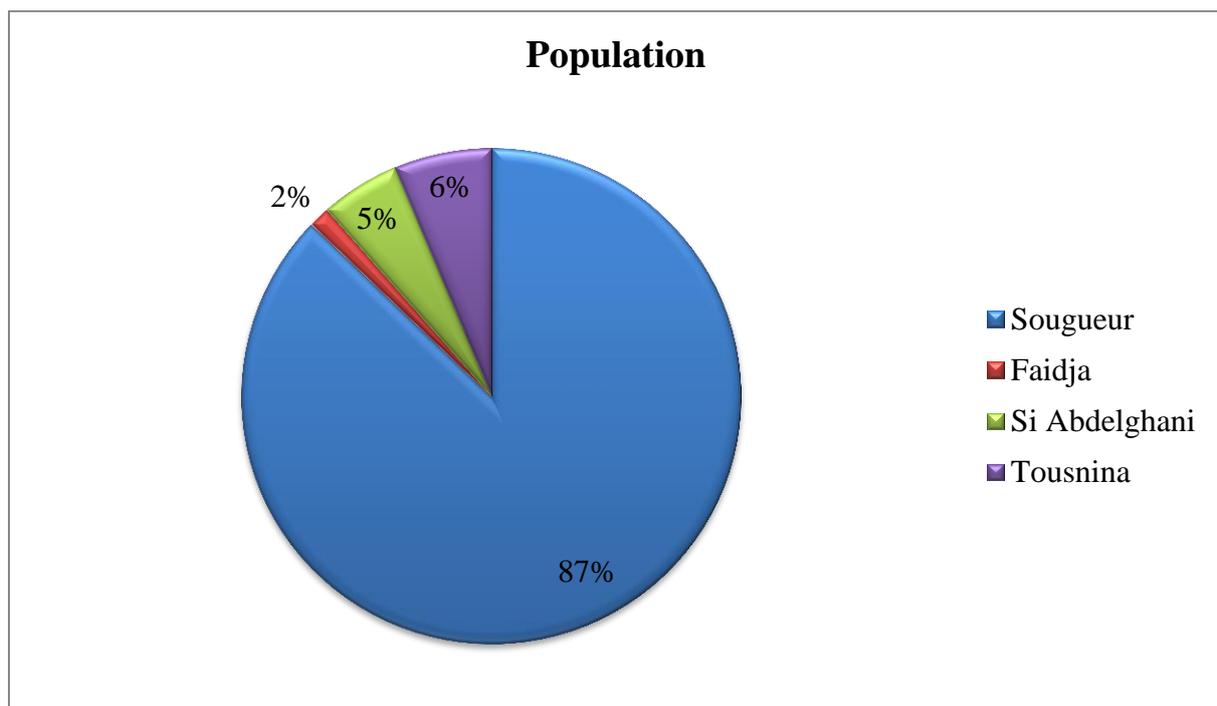
Figure I.2. Vue générale par image satellitaire de la ville de Sougueur
(Source : Google Earth, 2021).

II. L'organisation administrative et contexte socio-économique :

Sur le plan administratif, la ville de Sougueur s'étend principalement sur la région Sud de la Wilaya de Tiaret. Elle comprend quatre communes : Sougueur, Tousnina, Faidja et Si Abdelghani. Le nombre de la population est de l'ordre de 87867 habitants en 2018 suivant le Recensement Générale de Population et d'Habitat (RGPH) estimé dans l'année précédente indiquée avec un taux d'accroissement démographique de l'ordre de 1.6% selon les données da la DPAT (Direction de Planification et d'Aménagement de Territoire). La répartition de la population sur les communes de cette Daira est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau I.1. Situation administrative des communes de Sougueur en 2018.

Commune	Population	Superficie Km ²
Sougueur	87867	257,82
Faidja	1347	2284,51
Si Abdelghani	5197	424,00
Tousnina	6375	296,69

**Figure I.3.** Situation administrative des communes de Sougueur en 2018.

II.1. contexte démographique :

En 1977, la commune de Sougueur, abritait environ 26300 habitants, qui se matérialise en pourcentage de 6.46%. En 1998, cette proportion a atteint 9%. Le processus d'urbanisation de la ville entre les années 80 et 90 avait une forte croissance. Le nombre d'habitants ayant pratiquement triplé de 1977 à la fin 2006. Passant de 26300 habitants à 79615. A tel point que le rythme de sa croissance démographique déjà très fort durant la période intercensitaire 1977/1987 (5.5%), demeure, élevé (2.5%).

Cette croissance de la population communale s'est accompagnée d'une extension du bassin de peuplement et partant, du tissu urbain de la commune. La baisse du niveau de croissance de la population apparaît comme inévitable à terme, la tendance récente de la

natalité et de la mortalité (gain en matière d'espérance de vie) pousse à croire que la stabilité du rythme d'accroissement de la population ne s'effectuera qu'aux alentours de 2030.

II.1.1. Evolution de la population :

Le taux de la croissance démographique de la population de Sougueur entre 1977 et 1987 était de 5.5% (45347 à 64970). Cet accroissement est diminué lors de la 2ème décennie entre 1987 et 1998 à 3%. En effet, la population de l'agglomération chef-lieu. En effet, la population de l'agglomération chef-lieu a continué de croître au même rythme jusqu'au début des années 1990. A fin de 2006, l'effectif de cette agglomération représentait approximativement 91% de l'effectif communal. Puis lors du dernier recensement du de 2018, le taux de croissance est de 1,6%, soit en chiffre 87867.

Le graphique suivant montre l'évolution de la population de l'État de 1977à 2018.

Tableau I.2. L'évolution de la population de l'État de 1977à 2018.

Année	1977	1987	2018
Population	45347	64970	87867

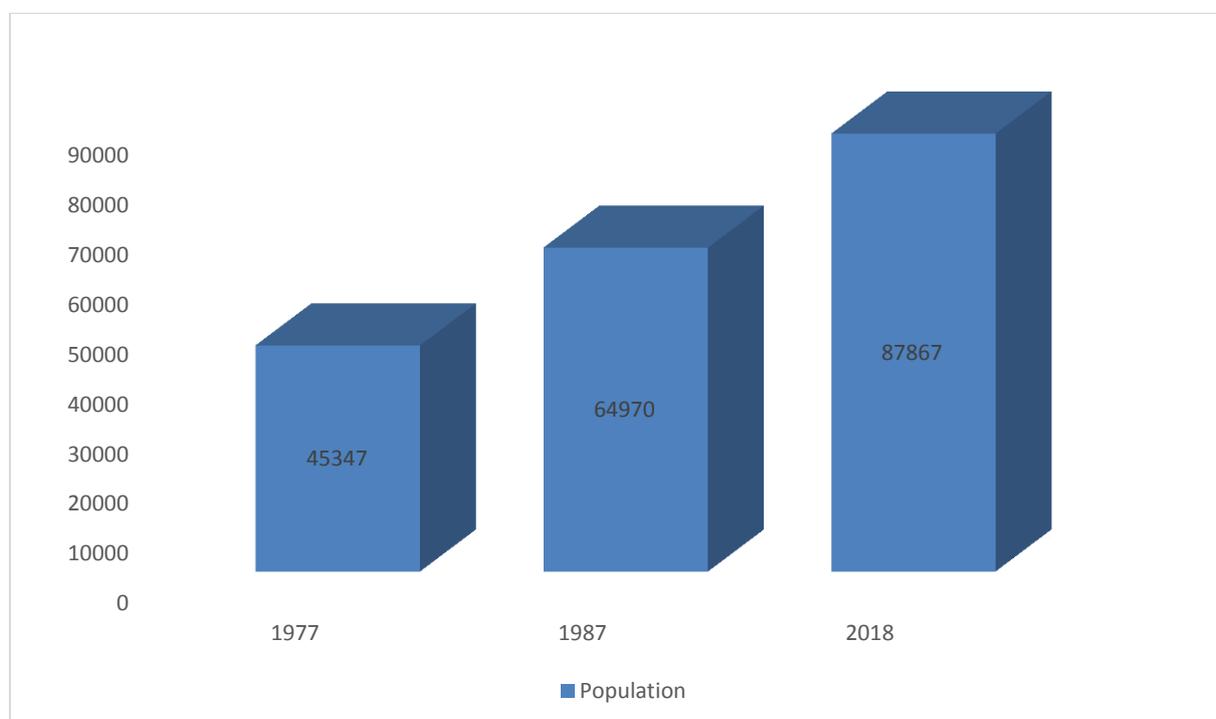


Figure I.4. L'évolution de la population de l'État de 1977à 2018.

II.3. contexte agricole :

La vocation de la ville est essentiellement céréalière et en second -lieu pastorale. Les sols sont peu profonds très calciques sur croûte calcaire dure.

La superficie agricole totale de la commune est de 25 003 ha, dont 21429 ha de surface agricole utile.

II.3.1. Aspect forestier :

La couverture forestière s'étend sur une superficie de 2342 ha, soit 19 % de la superficie totale de la commune, constituée principalement de pin d'HALEP, de chêne vert et de chêne liège. Ce patrimoine forestier se localise principalement au nord de la commune, La forêt présente un état moyen, on remarque sur terrain que les limites forestières ne sont pas respectés Les pacages, les constructions illicites l'extraction de pierre et sable entravent le développement de la forêt.

II.3.2. Ressources en eau :

La majorité des puits et forages qui alimentent actuellement Sougueur sont situés soit dans le territoire de la commune (Station de Ain Gueramata), soit dans le territoire de Tousnina. Cette alimentation est liée aux ressources hydriques présentes dans les deux nappes exploitées oued Soussalem et oued Mina.

➤ Les ressources en eau disponibles actuellement sont les suivantes :

- **Champ captant d'Oued Mina (Tousnina) :**

Ce champ captant comprend 06 forages et une (01) source de Sidi M'Hamed Ben Abdallâh dont le débit exploité destiné pour l'AEP de Sougueur est de l'ordre de 31 L/S 04 forages exploités.

- **Champ captant d'Oued (Soussalem) :**

Ce champ captant comprend 05 forages Le débit exploite destinée pour l'AEP de Sougueur est de l'ordre de 78 L/S.

DEBIT TOTAL EXPLOITE = 110 l/s.

II.4. Contexte industriel :

La ville de Sougueur s'étend sur une superficie importante d'aspect agricole, ne contient pas un important tissu industriel. Seulement la wilaya de Tiaret qui développe un important tissu industriel. La zone industriel de Tiaret se situe sur la route de Zaaroura, elle a une superficie de 125 ha et possédant toutes les utilités.

II.5. Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est composé de trois sous bassin versants Le tracé dense du réseau hydrographique de la commune souligne assez bien les grandes orientations des pentes des versants. Le chevelu hydrographique est dense mais constitué essentiellement de chabet saisonniers. Trois oueds principaux drainent les eaux de la commune vers le Nord Est et le Nord-Ouest :

- Oued El Branis affluent d'Oued Mina au Sud-Ouest
- Oued El Ferchi et Oued Sougueur qui coulent vers le Nord est pour se rejoindre au nord de la montagne carrée pour se jeter dans Oued Bou Skif qui se jette lui-même dans Nahr Ouassel.

Les eaux souterraines sont emmagasinées dans la plus importante des nappes phréatiques du plio-quaternaire qui repose sur le toit des marnes miocènes. Elle s'étend dans le plateau du Sersou à l'Est au Nord du Djebel Nador.

Les conditions naturelles précitées ont donné une variété de sols non évolués. Leurs caractéristiques sont liées aux qualités du substrat qui affleure en dessous.

Le long des oueds nous remarquons la présence d'alluvions récentes qui non pas permirent le développement de sols. Par contre sur les formations superficielles polygéniques se sont développés des sols rougeâtres peu épais.

Tous ces éléments convergent pour définir un milieu fragile exposé aux aléas climatiques (vents, ruissellement) aboutissant à une dégradation de la couverture végétale déjà largement remplacée par les labours. (Mouffok, 2008).

II.6. Aperçu géologique :

- Le territoire de la wilaya de Tiaret, se caractérise par des formes géomorphologiques variées correspondant à des facies géologiques différents.
- Le massif de Guezoul au nord, est constitué par une formation de miocène à alternance de couches gréseuses dominantes. Les grés (stratifiés ou massifs) sont plus au moins

désagrégés au sommet et compactes sur les versants, les argiles sont finement stratifiées et très altérés en surface.

- Les alluvions recouvrant les roches en place se composent de limons fins sablonneux parfois argileux d'une épaisseur variable de (3 à 5m) au bas des versants et peu profonds sur le sommet (1à1.5m).
- Ces dépôts sont de formation récente ; ils proviennent de la désagrégation de la roche mère. Les dépôts alluviaux sont composés de divers éléments (sable, galets, cailloutis...) de taille grossière. L'épaisseur de ces dépôts d'apport varie en fonction de la topographie du terrain.
- En inclinaison vers le Sud Est, le plateau de Tiaret se caractérise par une série de petite scollines intercalées de vallées peu profondes.il est constitué par des calcaires et des marnes du pliocène. Les affleurements de calcaires sont très étendus. Ce sont des calcaires gréseux donnant au relief des formes assez anguleuses et diaclases.
- Les marnes peu résistantes n'affleurent que par endroit. On les trouve surtout en accumulation dans les dépressions et au fond des anciennes vallées. Les marnes quant à elles donnent au paysage un aspect mou et vallonné. Les dépôts alluviaux (cailloux, sables grossiers, galet...) sont très importants au bas des versants, on les trouve principalement en abondance dans la zone sud de contact avec le massif de Guezoul et dans la partie orientale de la commune. **(Ruebahi, 2012).**

II.6.1. Les caractéristiques géologiques de la zone d'étude :

A partir de cette carte géologique, nous citons les caractéristiques géologiques suivantes :

- Un substrat géologique à dominante calcaire
- Des formations calcaires qui constituent le soubassement de plus des $\frac{3}{4}$ de la superficie de la commune.
- Des conglomérats et grès du Cénonien affleures autour de l'agglomération de Sougueur et un peu au sud.
- Des formations variées d'âge turonien : dolomies, marnes et argilites affleurent au Sud Est de la commune
- Le long d'Oued Mina et Oued El Farchi nous notons des lambeaux de conglomérats et grès du miocène. **(Mouffok, 2008).**

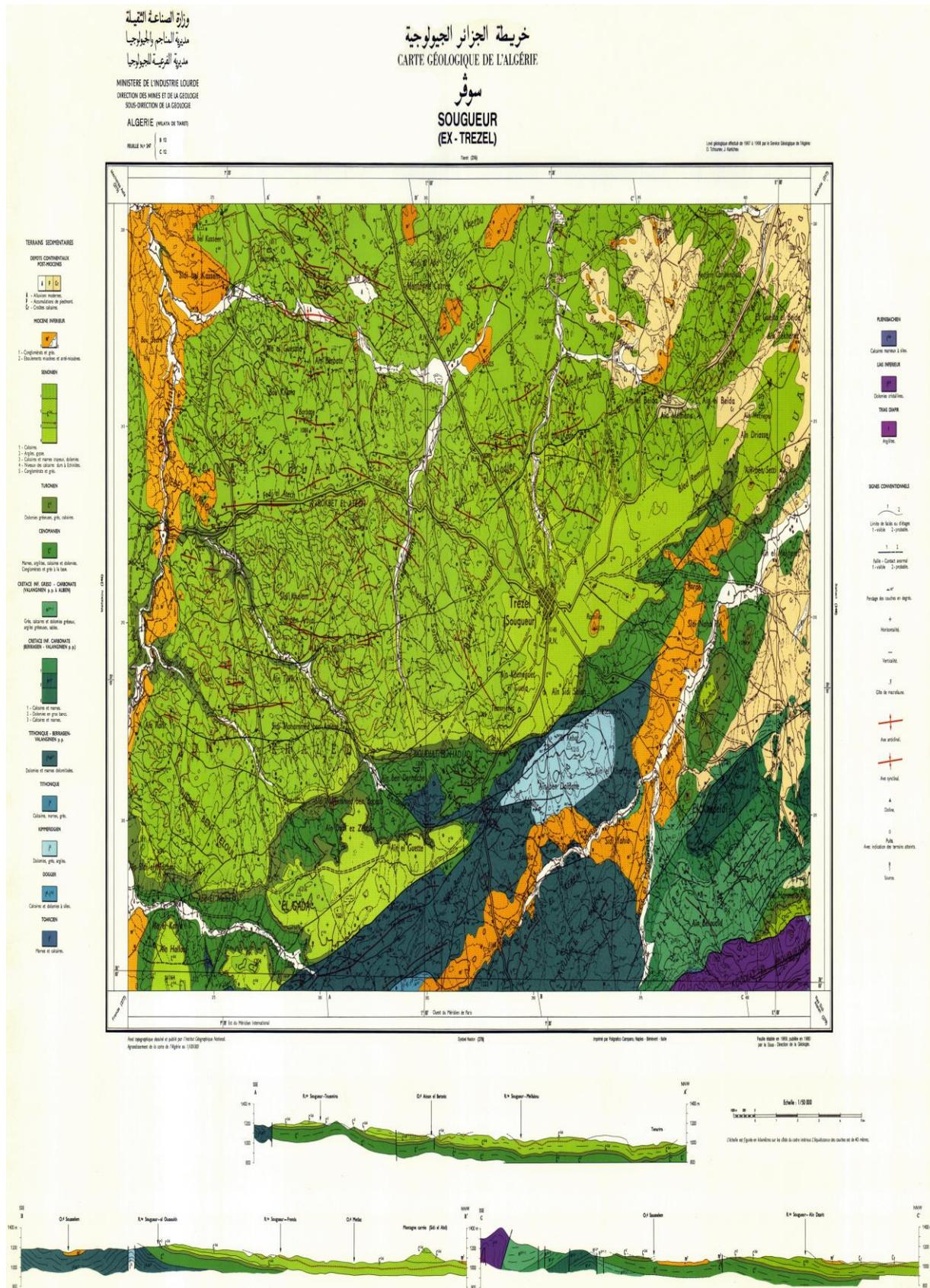


Figure.5. Carte géologique de la zone d'étude (carte géologique 1 /50 000ème). (Source DRE).

II.6.2. La Litho- stratigraphie de la zone d'étude :

II.6.2.1. Secondaire :

II.6.2.1.1. Le Jurassique :

Le Jurassique de la région est représenté au Djebel Nador par :

II.6.2.1.1 .1. Le Jurassique Inferieur (Lias) :

Représenté par des calcaires à grains fins dolomitique et dolomies cristallines, calcaires marneux, marnes schisteuses et calcaires sublitographique à grains fins.

II.6.2.1.1 .2. Le Jurassique moyen :

Le Jurassique moyen est représenté par le Bajocien et le Bathonie. (**HALES et BENSEDIK, 2019**).

II.6.2.1.1 .3. Le Jurassique supérieur :

Le Jurassique supérieur est représenté par des marnes schisteuses noirâtres et compos par des marnes et de marno-calcaire gris foncé.

II.6.2.1.2. Le Crétacé :

II.6.2.1.2.1. Le Crétacé inférieur

Il est représenté par des formations marno-calcaires du Berriasien-valanginien (constitué par calcaires et dolomies).

II.6.2.1.2.2. Le Crétacé supérieur :

II.6.2.1.2.2.1. Le Cénomaniien :

Le cénomaniien affleure au niveau de Talmaia et est formé de marne d'argilithique calcaire tendre, degrés et d'un conglomérat à la base. (**HALES et BENSEDIK, 2019**).

II.6.2.1.2.2.2. Le Turonien :

Il est représenté par les dolomies gréseuses et des calcaires.

II.6.2.1.2.3. Le Sénonien :

Le sénonien à un faciès très varié, il comprend des calcaires, des argiles gypseuses, des grès et des conglomérats de base.

II.6.2.1.2.4. Tertiaire :**II.6.2.1.2.4.1. Paléogène :**

Oligocène : Des marnes et des grès plus ou moins épais (600 à 900m) sont observées dans la région de Gartoufa.

II.6.2.1.2.5. Néogène :**II.6.2.1.2.5.1. Miocène :**

Le Miocène supérieur et moyen : est constitué par une formation gréseuses dominante, correspondant à l'ensemble de : Mechraasfa. La formation géologique de la région de Mechraasfa est attribuée à l'unité tectonique de la dépression de Rahouia. Elle est insérée entre le Miocène Post nappe de Tiaret, au Sud, et l'unité tectonique Sénonienne au Nord. Tagdempt et djebel Guezoul.

II.6.2.1.2.6. Le Quaternaire :**II.6.2.1.2.6 .1. Le Quaternaire ancien :**

C'est une formation fluviaux-lacustre très hétérogène, constituée de marne crayeuses plus ou moins sableuses et argileuses couvert parfois de lits de sable et galet. Elle renferme des encroutements calcaires. (HALES et BENSEDIK, 2019).

II.6.2.1.2.6 .2. Le Quaternaire récent :

Le Quaternaire récent recouvre de grandes étendues, il présente des galets et de sable. Il est plus développé dans la région de Bou Dahna. (HALES et BENSEDIK, 2019).

II.7. Aperçu général sur la Tectonique :

Les grandes lignes tectoniques de la région sont situées au niveau des monts de Tiaret et celui du Djebel Nador. Elle est à la régie des faciès du Secondaire et Tertiaire. Le plateau du Sersou qui correspond à un vaste synclinal, est comblé par des dépôts Tertiaires à continentaux. Limité au Sud par le vaste anticlinal du Nador où le Centre est marqué par un accident tectonique majeur de direction SW-NE qui fait apparaître le Trias. Au Nord, l'anticlinal de Tiaret fait sortir un socle rigide formé de roches volcaniques, mise à jour à la faveur de faille de direction Est-Ouest. Des formations souples viennent s'ajouter à la tectonique en écailles cassantes où l'ensemble des plissements Jurassiques et Crétacés présente une orientation générale SW-NE qui se noie sous les formations Tertiaires du Nord. (BRAHEM, 2016).

II.8. Facteurs géomorphologique :

La morphologie caractérisant la zone d'étude ou bien d'une autre manière le positionnement de la ville de Sougueur qui est entourée par trois sous bassins versants (parties Ouest, Sud et Est).

Une vision générale de l'amont vers l'aval peut nous conduire à diviser du point de vue morpho métrique le secteur d'études en 03 sections :

Sections 1 : zone située à l'ouest de la ville, drainant les eaux pluviales coté route qui mène vers Ain Dhab, elle est caractérisée par une pente moyenne un bassin versant étalé, c'est là où les eaux de ruissellement prenaient naissance avec une orientation vers oued Bouchekif.

Sections 2 : zone caractérisée par une pente forte, c'est elle qui englobe le centre-ville, plus précisément au niveau du quartier Hamri.

Sections 3 : zone à pente moyenne, qui englobe le quartier Medjat avec un aspect morpho métrique tabulaire, elle se trouve en confluence avec les deux autres chaabat qui déversent vers oued Sougueur. (Ruebahi, 2012).

II.9. SOL ET VEGETATION :

Au nord de la commune de Tiaret (massif de Guezoul) les sols sont très peu évolués et de faible profondeur, les terres de moindre importance sont constituées essentiellement d'éléments grossiers (conglomérats, graviers) avec des affleurements d'épaisses croutes calcaire-gréseuses. Au sud de la commune de Sougueur, les terrains s'étendent sur des

alluvions anciennes formées d'éléments plus fins (argiles, limons, sable) qui constituent des sols relativement bons à structure équilibrée. Ces différentes caractéristiques morphologiques et topographiques expliquent la diversité dans l'utilisation et l'occupation du sol, quant à la couverture végétale, elle s'identifie à la nature et la lithologie des sols, le paysage naturel de la région de Sougueur se caractérise par une végétation moins dense et un bassin versant étendu. **(Ruebahi, 2012).**

Conclusion

La ville de Sougueur est une région qui se caractérise par de nombreux aspects démographique, culturel, agricole et géomorphologique.

Du point de vue géologique, la région d'étude est caractérisée par des formations variées d'âge turonien : dolomies, marnes, et argilites.

Ainsi du point de vue hydrographique, la région est composée de trois sous bassin versant, et trois oueds principaux :

- Oued El Branis de Mina.
- Oued El Ferchi.
- Oued Sougueur.

Chapitre II :

Hydroclimatologie

Chapitre II : Etude hydro-climatologique:**Introduction :**

L'étude des propriétés hydro-climatiques joue un rôle important dans la compréhension du comportement des rivières et les différences dans les mécanismes de réserve naturelle d'approvisionnement et de circulation de l'eau. Pour cette raison, le développement du bilan hydrique est très important pour connaître l'efficacité du système hydrologique de surface. Il permet également de définir les conditions d'équilibre de l'eau notamment les précipitations, la température, évaporation, ruissellement et infiltration.

I. L'équipement hydro-pluviométrique de la Sougueur :

Dans l'étude climatique, nous nous appuyerons sur l'interprétation des données météorologiques. Enregistré à la gare d'Ain Bouchekif (province de Tiaret). À cette station, nous avons des observations sur une période de 34 ans (1985/1986-2019/2020).

Tableau.II.3. Les caractéristiques de la station d'Ain Bouchekif (1985/1986-2019/2020).

Les paramètres de station	Les coordonnées en UTM		Zone	Altitude Z(m)	Période d'observation
	X(UTM)	Y(UTM)			
Ain Boukhekif	361 514.01	3 912 160.19	31s	976	1985/1986-2019/2020

II. Les paramètres météorologiques déterminants :

Pour cette étude nous avons utilisé les données climatiques de la station météorologique d'Ain Bouchekif, pour une période commune de trente et un ans (1985/1986-2019/2020).

II.1. Les précipitations :

Les précipitations sont toutes les formes d'eau qui atteignent la surface de la terre sous forme liquide (bruine, pluie, averse), solide (neige, grésil, grêle) ou se déposées (rosée, gelée blanche, givre,...). Qui contribuent au renouvellement et à l'élévation du niveau d'eau et à un impact sur l'océan ou le bassin.

II.1.1. Les variations interannuelles des précipitations :

On notedans le tableau suivant les variations interannuelles des précipitationspour la station d'Ain Bouchekif (1985/1986-2019/2020).

Tableau.II.4. Précipitations interannuelles en (mm) de la station d'Ain Bouchekif (1985/1986-2019/2020).

Année	Lame Précipitée	Année	Lame Précipitée
1985/1986	403,9	2004/2005	272,5
1986/1987	410	2005/2006	359,3
1987/1988	288,7	2006/2007	362,7
1988/1989	295,7	2007/2008	418,9
1989/1990	328,1	2008/2009	558,6
1990/1991	371,3	2009/2010	492
1991/1992	317,8	2010/2011	389,3
1992/1993	267,6	2011/2012	412,1
1993/1994	334,3	2012/2013	540,4
1994/1995	290,8	2013/2014	547,2
1995/1996	456,8	2014/2015	288,3
1996/1997	542,4	2015/2016	349,3
1997/1998	252,5	2016/2017	303
1998/1999	363,4	2017/2018	615,5
1999/2000	242,8	2018/2019	331,5
2000/2001	317,3	2019/2020	268,8
2001/2002	322,2	P moyennes interannuelles	375.5
2002/2003	466,7		
2003/2004	361,2		

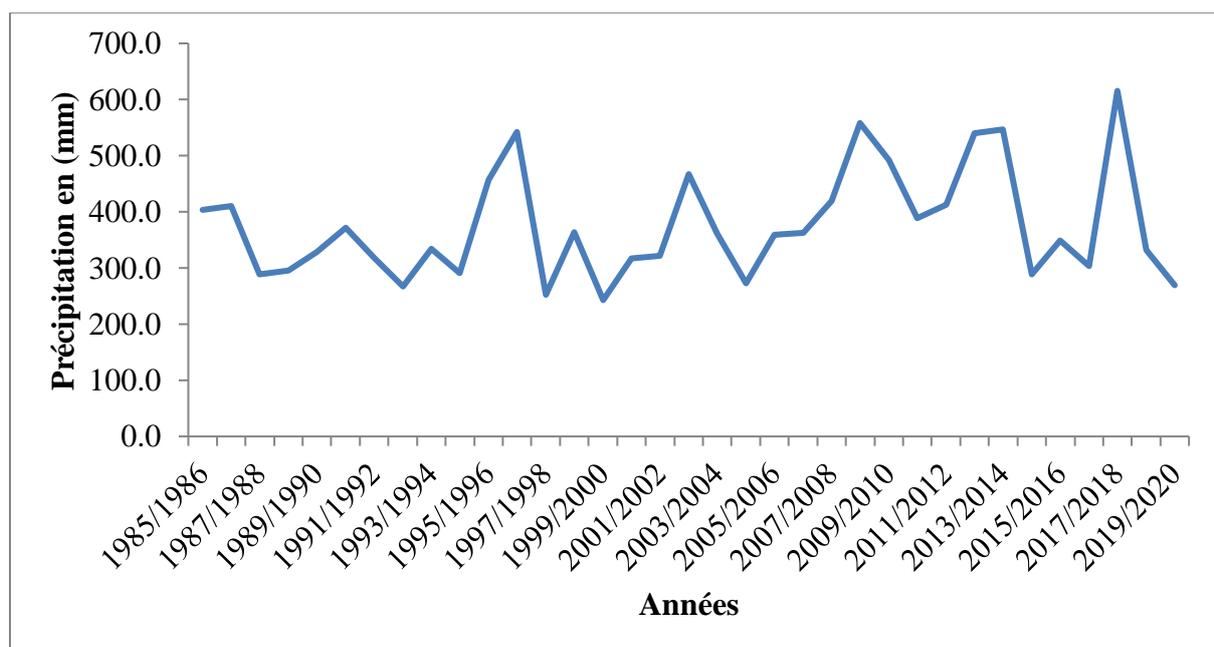


Figure II.6. Répartition des précipitations interannuelles de la station d'Ain Boucekif (1985/1986 -2019/2020).

L'analyse des courbes et des variations annuelles de la quantité de précipitations sur les 34 ans et 2018/2019 montre les années les plus humides avec une moyenne de 615,5 mm. On note également que l'année 1999/2000 est plus sèche avec une moyenne de 242,8 mm/an. Alors que le coefficient de précipitation entre les années est de 375,5 mm.

II.1.2. Précipitations moyennes mensuelles :

L'étude des variations mensuelles des précipitations est essentielle pour comprendre la performance hydrologique annuelle de l'eau. C'est pour cette raison que nous avons enregistré les données dans le tableau et l'avons illustré dans l'histogramme relatif.

Tableau.II.5. Les Précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ain Boucekif (1986-2020)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Totale
P (mm)	28.8	34.68	40.96	39.04	48.38	42.07	43.23	41.74	29.48	11.75	4.26	10.97	375.51

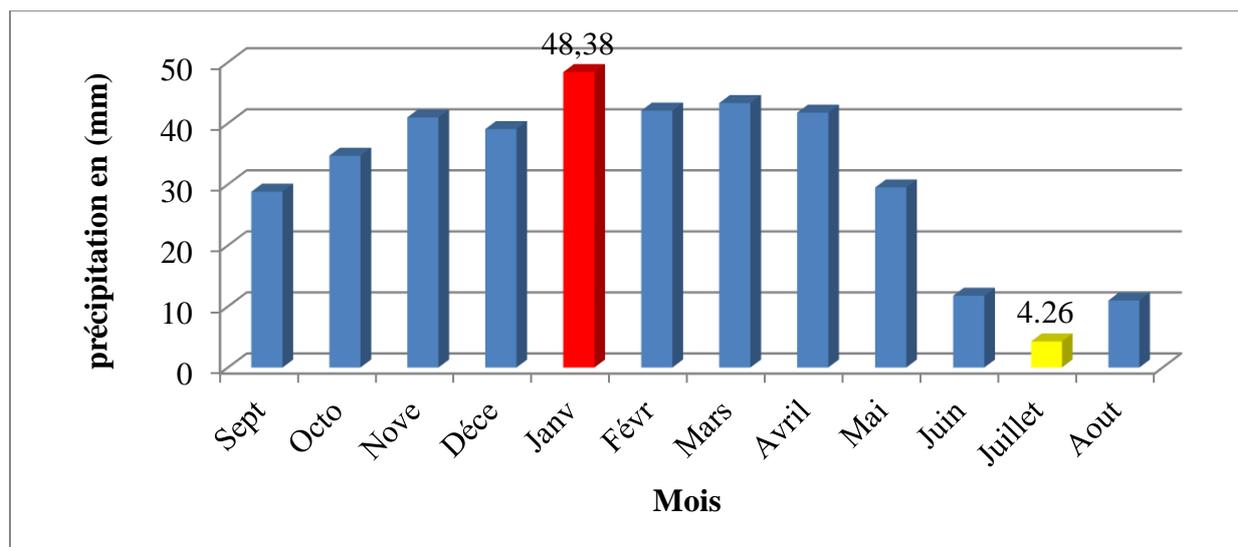


Figure II.7. Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ain Boucekif (1986-2020).

Du bilan Janvier est le mois le plus pluvieux où on a enregistré une moyenne de l'ordre de **48.38mm**, tandis que Juillet est le mois le plus sec auquel on note une moyenne de l'ordre de **4.26mm**.

II.2. Les températures :

La température est un facteur important dans la détermination de l'échelle hydrologique, elle est nécessaire après les précipitations pour évaluer le déficit de débit d'eau.

Tableau.II.6. Moyennes mensuelles des températures en (2006/2020) à la station d'Ain Boucekif.

MOIS	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
T. Max	9	9,8	10,7	15,6	20	25,5	28,3	28,2	23,4	20	12,5	9,4
T. Moy	6	7	9	12,8	17	22,3	26	26,5	21,4	16,6	10,5	7,2
T. Min	4	2,3	5,4	9,4	13,6	19,9	22,3	24,9	19,5	14,52	7,7	4,9

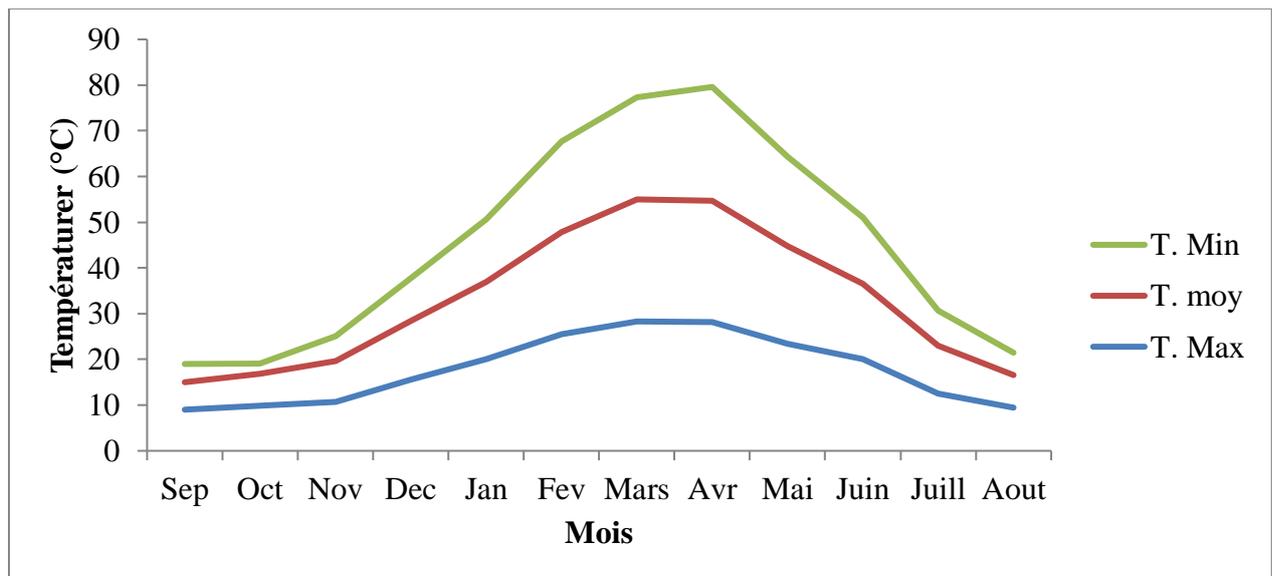


Figure II.8. Moyennes mensuelles des températures en (2006/2020) à la station d'Ain Bouchekif.

Selon les données climatiques de la station Ain Bouchekif, au cours de laquelle elle a été caractérisée par un climat chaud et sec pour les 14 années (2006/2020), il y a deux périodes: La première est une baisse de température au mois de septembre. Il est estimé à (minimum : 6°C). Avril est le mois le plus chaud avec une température mensuelle moyenne de (maximum : 26.5 °C) degrés Celsius.

II.3. Le régime des vents :

Le vent est une composante essentielle du climat en raison de son association avec la température, les précipitations et la pression atmosphérique qui est un régulateur de l'atmosphère et à cause de cela tous les phénomènes météorologiques se produisent. Les vents sont relativement fréquents au printemps et en été, tandis que les vents du nord-ouest prédominent en hiver, ce qui apporte de l'humidité à l'océan Atlantique Nord. La force maximale des vents est enregistrée en hiver et au printemps.

Dans la région de Sougueur la seule station qui mentionne la vitesse du vent c'est la station de météorologie d'Ain Bouchekif, d'après les données des moyennes des vents de cette station sur la période (2006-2020), on remarque que la fréquence de vitesse des vents son maximum en hiver (Février) avec 4.8 m/s, par contre le minimum des vents est enregistré en Août-Septembre avec 3,1 m/s.

On constate aussi que les vitesses du vent sont presque homogènes pendant plusieurs mois de l'année, la vitesse moyenne annuelle est de l'ordre de 3,77 m/s.

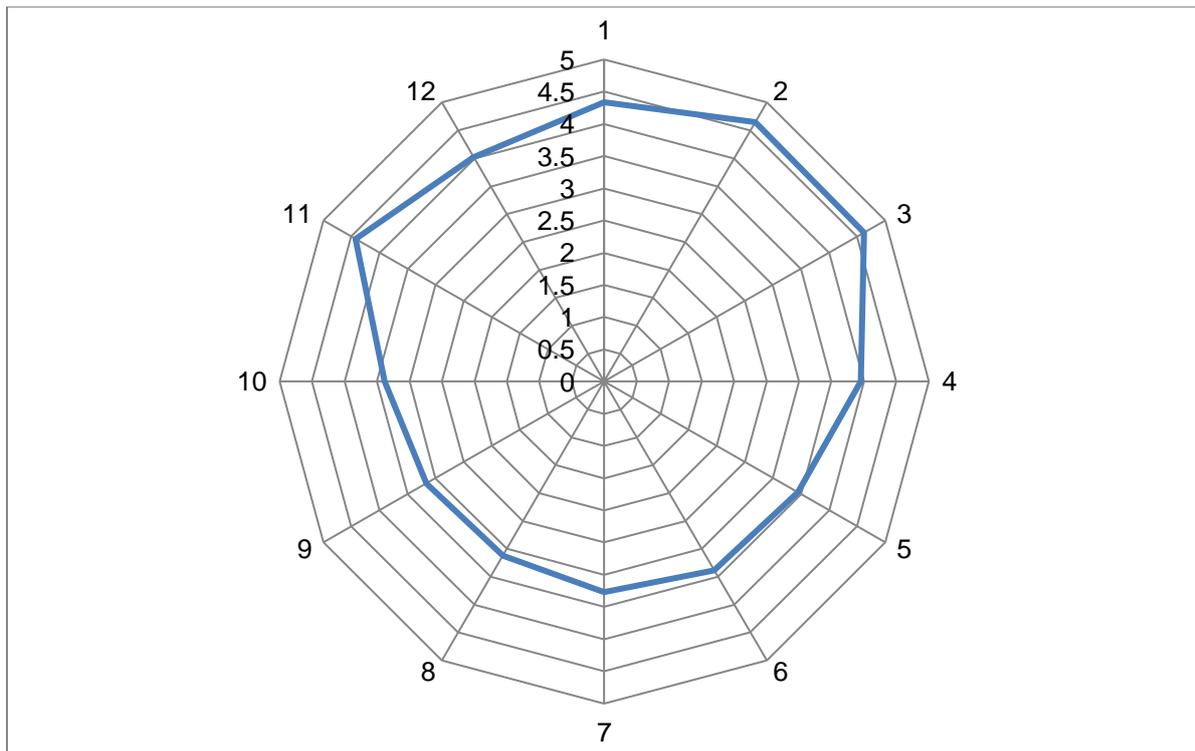


Figure II.9. Vitesse moyenne du vent à la station d'Ain Boucekif (2006/2020).

II.4. L'humidité relative de l'air :

La région des Sougueur est une région agricole caractérisée par sa diversité de végétation et son climat méditerranéen caractérisé par ses étés chauds et secs et ses hivers humides et modérés, D'après les données de la station de Ain Boucekif (ONM) on observe que le taux d'humidité moyenne mensuelle est très élevé pendant les mois de Janvier, Février et Décembre, respectivement de l'ordre de 79 %, 80 %, 82%, tandis que le plus faible est remarqué au mois de Juillet (38%).

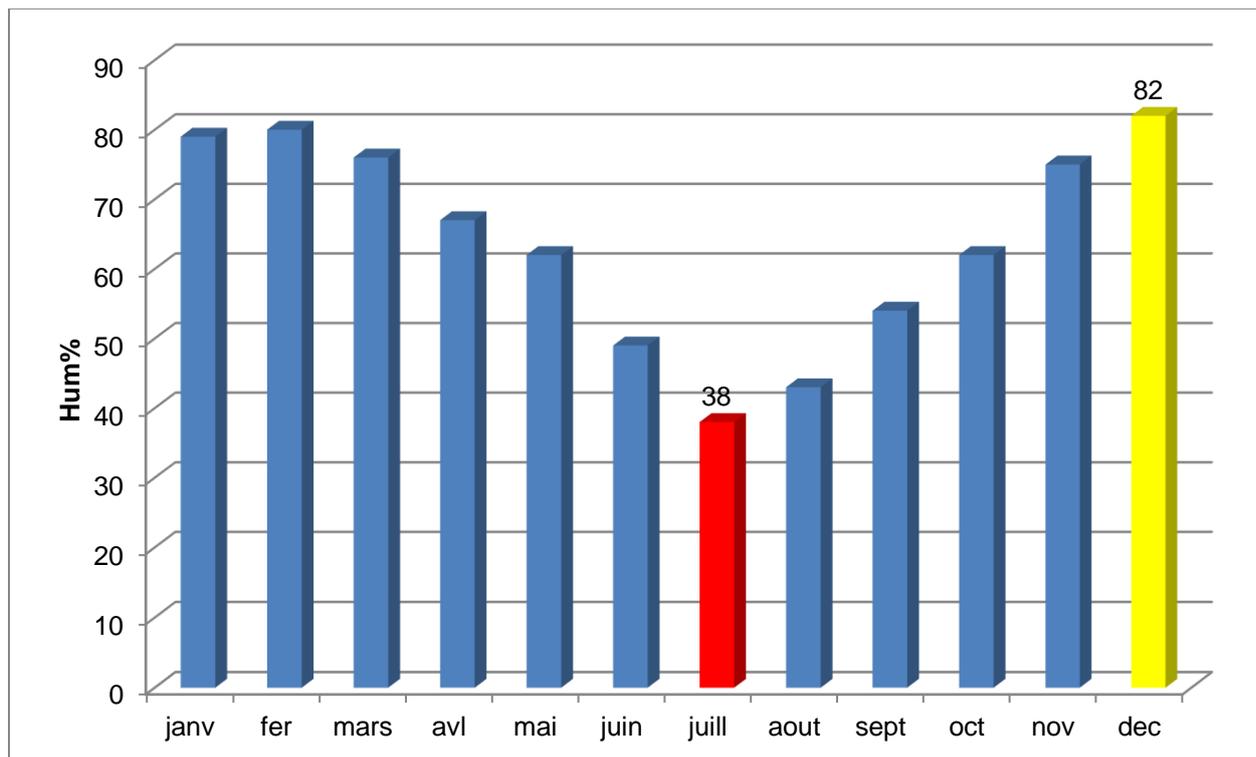


Figure II.10. Evaporation moyenne mensuelle de la station de Tiaret. Source Station d'Ain Boucekif.

* Station d'Ain Boucekif l'humidité relative sur la période (2006/2020).

III. Diagramme ombro-thermique ($P = 2T$) :

Le diagramme Pluvio-thermique permet une combinaison de température et de précipitations, moyennes mensuelles, il permet de définir des périodes de très sec et humide.

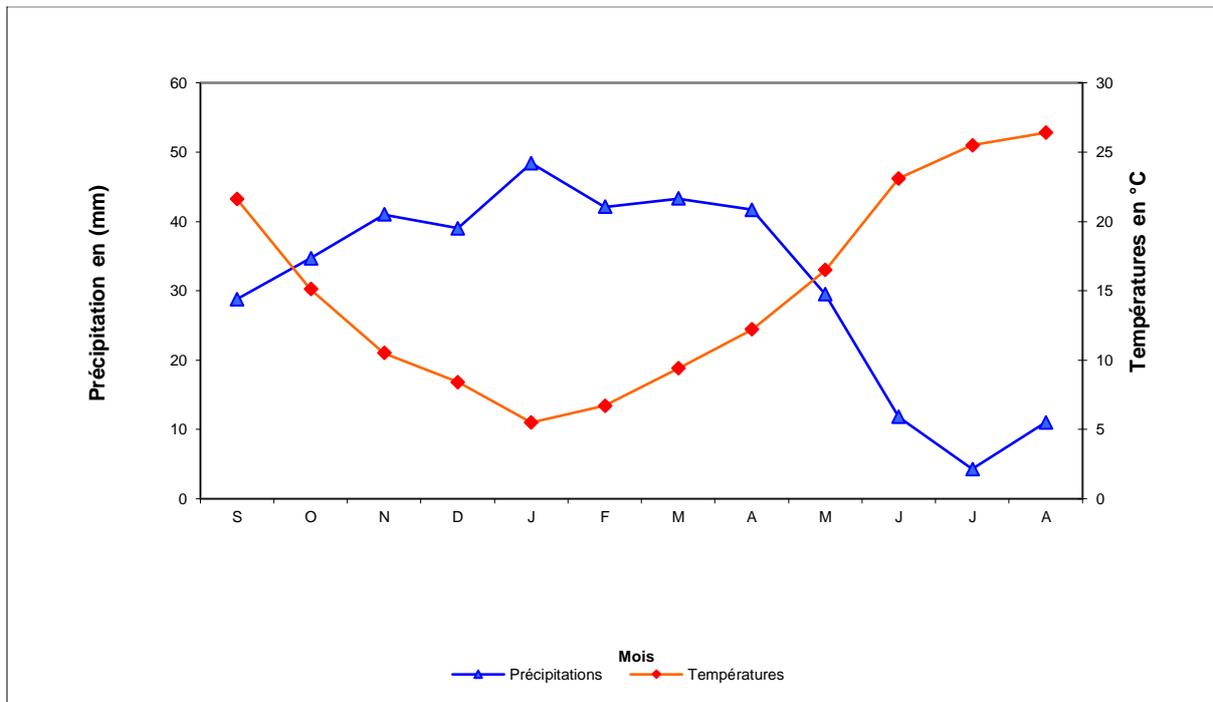


Figure II.11. Diagramme ombro-thermique à la station d'Ain Bouchekif (1985/1986 - 2019/2020).

III.1. Le bilan d'eau :

L'étude du bilan hydrique est une question importante du point de vue hydrologique, car elle est d'une grande importance pour déterminer les ressources en eaux souterraines utilisables. Il est calculé par la formule suivante:

$$P = ETR + R + I$$

III.1.1. Le calcul de l'ETP par la méthode de C.W.THORNT WATE :

La formule de calcul de l'évaporation de Thornthwaite CW est prise comme un indice de température et une température mensuelle moyenne. Grâce à lui, il peut être appliqué sur le marché. Ce qui permet à travers les données de base (précipitations (mm), température (° C), coefficient thermique mensuel (k) et indice thermique mensuel (I) de calculer l'évaporation potentielle de l'ETP selon la relation suivante:

$$ETP = 16 \left(10 \frac{t}{I} \right)^a \cdot k$$

Avec :

$$a=0,016. I +0,5$$

et

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.5} \text{ et } I = \sum_1^{12} i$$

ou :

- ETP : Evapotranspiration Potentielle mensuelle en (mm).
- t : température moyenne mensuelle en (°C).
- i : indice thermique mensuel.
- I : la somme des indices mensuels de l'année.
- K : facteur correctif intégrant la durée d'insolation.
- ETP : Evapotranspiration potentielle, en mm
- RFU : Réserve facilement utilisable mm
- ETR : Evapotranspiration réelle, en mm
- EXD : Excédent mm
- DA : Déficit agricole mm

Tableau.II.7.Bilan d'eau selon la méthode de C.W.Thornthwaite de la station Ain Bouchekif (1986/2020).

	Tp	IT	CL	ETPC	Pr	BH	CH	VR	RU	ETPR	Def	Exc
S	21,6	9,2	1,03	102,6	28,8	-73,8	-0,7	0,0	0,0	28,8	73,8	0,0
O	15,1	5,3	0,97	54,3	34,7	-19,6	-0,4	0,0	0,0	34,7	19,6	0,0
N	10,5	3,1	0,86	26,8	41	14,2	0,5	14,2	14,2	26,8	0,0	0,0
D	8,4	2,2	0,81	17,6	39	21,4	1,2	21,4	35,6	17,6	0,0	0,0
J	5,5	1,2	0,87	9,6	48,4	38,8	4,1	38,8	74,4	9,6	0,0	0,0
F	6,7	1,6	0,85	12,9	42,1	29,2	2,3	25,6	100,0	12,9	0,0	3,6
M	9,4	2,6	1,03	26,9	43,3	16,4	0,6	0,0	100,0	26,9	0,0	16,4
A	12,2	3,9	1,10	43,7	41,7	-2,0	0,0	-2,0	98,0	43,7	0,0	0,0
M	16,5	6,1	1,21	78,1	29,5	-48,6	-0,6	-48,6	49,4	78,1	0,0	0,0
J	23,1	10,1	1,22	135,4	11,8	-123,6	-0,9	-49,4	0,0	61,2	74,2	0,0
J	25,5	11,8	1,24	161,3	4,3	-157,0	-1,0	0,0	0,0	4,3	157,0	0,0
A	26,4	12,4	1,16	159,6	11	-148,6	-0,9	0,0	0,0	11,0	148,6	0,0
Annuel	15,1	69,4		828,7	375,6	-453,1				355,6	473,2	20,0

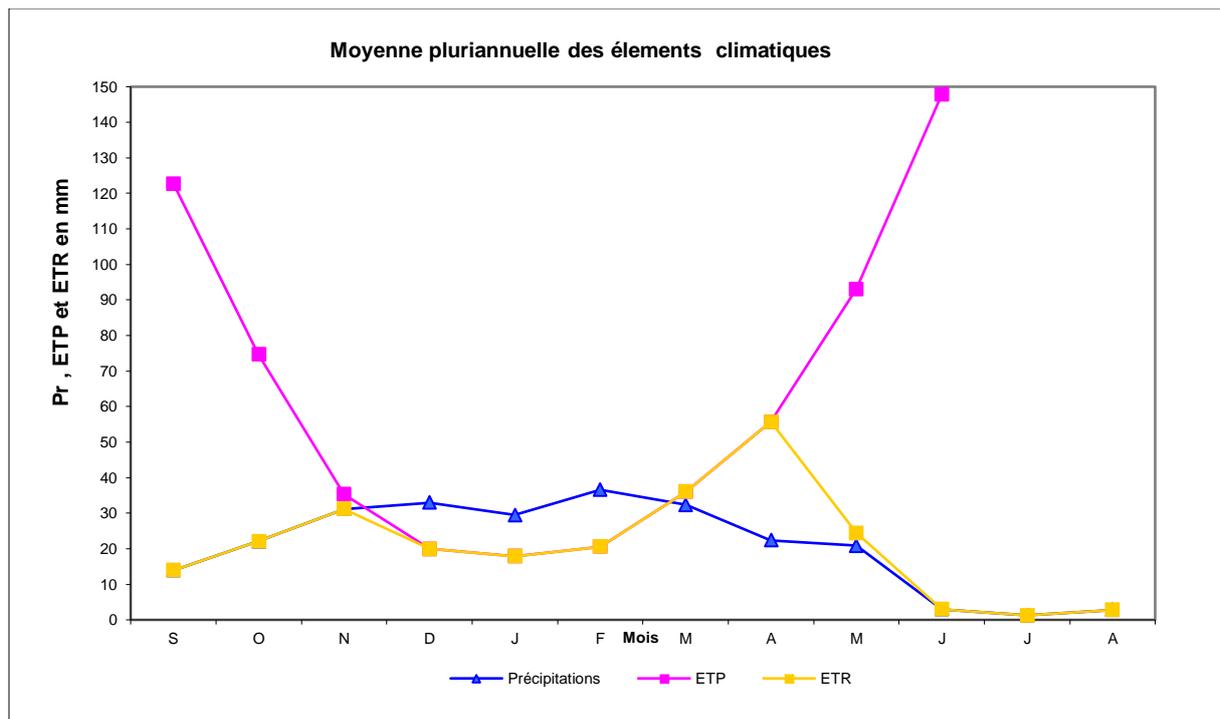


Figure II.12. Représentation graphique du bilan d'eau selon la méthode de C.W.Thornthwaite de la station Aïn Bouchekif (1985/1986-2019/2020).

Les résultats obtenus du bilan hydrique de CW Thornthwaite pour la station d'Aïn Bouchekif indiqués dans le tableau qui permet les remarques suivantes :

- Les précipitations annuelles moyennes pour la région sont d'environ 15,1 mm La température moyenne annuelle est de 69,4°C.
- On note le taux de potentiel d'évaporation (ETP) en juillet avec un max 161,3 mm, alors que le niveau le plus bas en janvier était de 9,6 mm L'ETP le total est de l'ordre de 828,7 mm
- La quantité totale l'évapotranspiration réelle (ETR) est estimée à 355,6 mm.
- Lorsque la réserve facilement utilisable (RFU) est pleine, il en résultera un excès d'eau Suivi par le ruissellement de surface, mais en cas de diminution, il se vide complètement, ce qui se traduit par un déficit de la réserve, la plantation s'étend de juin à octobre avec une moyenne annuelle 473,2 mm.
- La reconstitution de RFU atteint le maximum (Saturation : 100 mm) en février et ça reste comme ça jusqu'en mars et puis commence à s'épuiser totalement en mai.
- L'écoulement débute après le remplissage de la RFU (100 mm), en février 3,6 mm et se termine fin mars 16,4mm.
- L'excédent annuel est égal à 20 mm.

III.1.2. Le calcul de l'évapotranspiration réelle ETR par la méthode de Turc :

La formule turque permet une évaluation directe de l'électricité terrestre annuelle par des précipitations annuelles élevées et une température moyenne annuelle, selon la formule suivante :

Avec :

- Formule annuelle de TURC: $ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$
- $L = 300 + 25T + 0.05T^3$
- P : Hauteur des précipitations moyennes annuelles en mm
- ETR : Evapotranspiration réelle en mm

Où : T :Température moyenne annuelle en °C.

Tableau.II.8. Les valeurs de l'ETR par la formule de TURC.

Station	P(mm)	T °C	L	ETR (mm)
Ain Bouchekif	375.6	15.1	849.64	375.6

III.2. Estimation du ruissellement :

Le débit de ruissellement (R) est calculé par la formule de « **Tixeront-Berkaloff** »

$$R = P^3 / 3(ETP)^2$$

Avec :

- ✓ **R** : Ruissellement en(mm).
- ✓ P : précipitation moyenne annuelle en mm/an.
- ✓ ETP : Evapotranspiration potentielle en (mm).

Tableau.II.9.Résultats du ruissellement par la formule de « Tixeront-Berkaloff » pour la station d'Ain Bouchekif (1986-2020).

Station	P(mm)	R(mm)
Ain Bouchekif	375.1	25.61

III.3. Estimation de l'infiltration :

Les différents facteurs régissant l'équation du bilan hydrique nous permettent de déterminer l'infiltration effective:

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

- ✓ P : Précipitation moyenne annuelle, en mm.
- ✓ ETR : Evapotranspiration réelle annuelle, en mm.
- ✓ R : Ruissellement annuel, en mm.
- ✓ I : Infiltration efficace moyenne annuelle, en mm.
- ✓ L'infiltration : $I = p - (R + ETR)$.

Tableau.II.10. Les résultats de l'infiltration efficace "I" dans la station d'Ain bouchakif Pierod (1986/2020).

Station	P	ETR	R	I
Ain Bouchékif	375.1	360.67	25.61	25.61

Conclusion :

La région de Sougueur se caractérise par son climat semi-aride avec des hivers froids et humides, été chaud et sec.

- Les précipitations annuelles moyennes sont de 375,51 mm à la station Ain Bouchékif Tiaret.
- La température moyenne annuelle à la station Ain Bouchékif est de 15,56 °C.
- ETR ou déficit de ruissellement égal à 360.67mm.
- Ruissellement et infiltration (R + I) =51.22 mm.

Chapitre III :
**Les caractéristiques hydrologiques
et hydrogéologiques**

Chapitre III : Les caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques :

I. Les Caractéristiques Hydrologiques :

Introduction :

La présente étude hydrologique s'inscrit dans le cadre de protection de Sougueur contre les intempéries. Elle a pour objectif la quantification des apports liquides de fréquences (1%, 5%, 10% et 20%) correspondants en vue de la conception et du dimensionnement adéquats des ouvrages d'aménagement de protection contre les inondations.

I.1. Hydrographie et ressources en eau de surface :

La partie Nord et Nord -Est traversée par les oueds (Sougueur, Matlaz, et El Farch) qui sont des affluents d'Oued Bouchekif et qui déverse à son tour à Nahr-Ouassel. Au Sud -Est l'oued Sousslem. La zone Ouest de la commune est traversée par l'oued Aïoun Branis qui aboutisse à Oued Mina.

I.2. Les principaux oueds de la région de Sougueur :

I.2.1. L'oued Sougueur :

Le bassin versant d'Oued Sougueur, artère hydrographique primaire de la zone d'étude, abrite intégralement la zone urbaine de la ville de Sougueur dans son exutoire à l'entrée au niveau du tissu urbain comme à la sortie. Ayant une superficie de 19.52 km², il couvre globalement la plate-forme urbanisée à son exutoire aval. Culminant à une altitude de 1239 m, le bassin est limité au Nord par Bled Dir El Hadjar, au sud par Djbel en Nadour, à l'Est par l'oued Sousslem et à l'ouest par l'oued Matlas. Sous forme d'impluvium encaissé. Ce bassin représente le premier cours d'eau important provoquant les inondations assez fréquentes de la ville de Sougueur (Trezel), en favorisant par débordement les eaux pluviales intensives précipitées localement.

I.2.2. Oued Mina :

Le bassin versant de l'oued Mina fait partie du plus grand bassin versant de l'Algérie du Nord à savoir l'oued Chellif. Il se trouve à environ 300 km à l'Ouest d'Alger, entre 0° 20' et 1° 10' de longitude Est et entre 34° 40' et 35° 40' de latitude Nord. Il draine une superficie de 4 900 km² jusqu'au barrage Sidi M'Hamed Ben Aouda. L'oued Mina compte parmi les principaux affluents de l'oued Cheliff. Il parcourt une distance de 135 km environ entre les

barrages de Bakhada et de Sidi M'hamed Ben Aouda, avec une orientation Sud-Est, Nord-Ouest. (Achite et Meddi, 2005).

I.2.3. Oued Touil :

La superficie totale du bassin versant de L'Oued Touil est de 11460 km² dont 8255 km², surface active contrôlée par le poste hydrométrique de Sidi Bouabdallah. Sa longueur étant de 288 km, et son altitude moyenne est de 1020m. Les principaux affluents de l'Oued Touil sont Oued Sebgag et Chellal qui prennent naissance sur les versants nord des monts Djebel Amor de l'Atlas Saharien. Dans son parcours l'Oued Touil traverse les hauts plateaux qui représentent une zone semi-désertique recouverte d'Alfa et d'Absinthe avec de nombreuses dépressions fermées. (AMIAR, 2013).

I.2.4. Oued Sousselem :

La vallée d'Oued Sousselem constitue la limite sud du plateau du Sersou, qu'il traverse en partie suivant une direction SW-NE. Elle est donc limitée au nord par le Plateau du Sersou, à l'ouest par la région de Sougueur, au sud par la chaîne du Nadhor, et l'Est par le Djebel Rechaïga. La superficie de l'impluvium est de 70 km². Elle s'étend de 35°06'8.1" au 35°11'27.3" de latitude Nord et du 01°29'14.2" au 01°35'25.4" de longitude Est. (ARARIA et KHELIFA, 2014).

I.3. Les inondations :

La ville de Sougueur est exposée aux problèmes d'inondation, En 1980 des dégâts ont été enregistrés Pour pallier à ce problème la ville est ceinturée par des canaux de protection à ciel ouvert.

II. Les Caractéristiques Hydrogéologiques :

L'hydrogéologie joue un rôle important dans la détermination des aquifères. Et le Des formations réservoirs souterraines de la région de Tiaret appartenant au domaine des hauts plateaux,Présente une géologie complexe. L'importance de l'étude hydrogéologique des systèmes aquifères et contribue à la compréhension de la détermination du comportement des L'ensemble du système d'écoulement souterrain, donc Parcourez les aquifères et déterminez leur géométrie et leurs modes de recharge. Ces dernières années.

II.1. Identification des différentes nappes dans la wilaya de Tiaret :

Le tronçon de cette région est constitué par quatre nappes aquifères :

II.1.1. La nappe de l'ensemble du Barrémien (Albien et les calcaires du Turonien) :

La formation la plus dominante est l'ensemble gréseux qui se divise en trois parties : la partie gréseuse inférieure (Valangénien-Barémien), la partie grés-carbonaté moyen (Albien) et la partie gréseuse supérieure (Albien) constituée par des grés inférieurs (60m) et des argiles gréseuses (10m).

II.1.2. La nappe des dolomies Kimméridgien :

La formation dolomitique en général est assez perméable (200 à 300m d'épaisseur). Ce sont des calcaires Tithonique et des calcaires Lusitaniens qui sont très étendus dans la zone. Djebel Nador est composé par sa grande partie de dolomies du Kimméridgien et elles se prolongent jusqu'à Rechaiga à l'Est où elles se mêlent au calcaire du Jurassique supérieur.

II.1.3. La nappe du Moi-plio-Quaternaire :

Les dépôts continentaux mal daté peuvent être de l'Oligocène qui comble les dépressions sur une très grande superficie. Ils sont surtout constitués d'argile ou sable et éventuellement de niveaux de calcaires lacustres.

II.1.4. La nappe de l'ensemble marno-gréseux attribué au Miocène :

La majeure partie du Miocène est constitué de marne, de sable et de grés formant notamment les reliefs du chef-lieu. Les passages de grés du Miocène expliquent l'important emmagasinement de l'eau (Boulenouar, 2015).

II.2. Aperçu sur les aquifères dans la zone d'étude :

Plateau de Sersou, Oued Sousselem, Djebel Ben Hammade et Oued Touil constituent un complexe d'unité hydrogéologique.

Aq 1. L'aquifère libre des dépôts alluviaux l'Oued Sousselem, sa superficie est de 58.20 km². (ARARIA et KHELIFA, 2014).

Aq 2. Un aquifère aux calcaires dolomitiques du Jurassique Supérieur (Tithonien) et du Crétacé, sa superficie est de 2215.02 km². (ARARIA et KHELIFA, 2014).

II.2.1. Les nappes de plateau du Sersou :

La nappe du Sersou est formée par un système de trois horizons aquifères, en relation les uns avec les autres. Ces horizons aquifères sont :

- Le Plio-Quaternaire constitué de dépôts fluvio-lacustres. La présence de poudingues et de galets du Pliocène continental, donne à cette nappe une grande perméabilité d'interstices.
- Les calcaires du Sénonien, constituent également une nappe ascendante.
- Les calcaires du Jurassique supérieur (Kimméridgien), constituent une nappe à porosité de fractures.
- Les formations du Plio-Quaternaire constitué principalement par des poudingues graviers et sables argileux présentent des grandes variations de perméabilité tant dans la direction verticale que dans la direction horizontale (**Halas et Bnsedik, 2019**).

II.2.2. Les nappes de la vallée d'oued Sousselem :

II.2.2.1. La nappe superficielle (alluviale) du Plio-Quaternaire :

La nappe superficielle circule dans les alluvions du Plio-Quaternaires (sables et graviers), et les calcaires. La puissance de la nappe varie de 5 à 35m. La nappe est dans l'ensemble de la vallée peu profonde et se situe à 5 mètres.

II.2.2.2. La nappe profonde :

On appelle nappes profondes tous les aquifères contenus dans les formations grossières du Kimméridgien-Tithonien - Berriasien-Valanginien.

Ces nappes superposées sur des profondeurs qui atteignent 100 m et plus, circulent dans des calcaires, grès, et sables, séparées par des couches d'argile, dolomies et marnes.

L'inventaire sur terrain montre que ces nappes profondes sont captées par une dizaine de forages dont la profondeur varie de 60 à 200 m. Leur aire d'alimentation se situe au Sud-Ouest sur le flanc septentrional du massif du Djebel Nadhor.

Les ouvrages de captages possèdent de bons débits qui varient de 03 l/s à 40 l/s.

Le meilleur forage captant cette nappe est celui de Sougueur (F3) au sud-ouest de Douar el Abid (la rive gauche d'oued Sousselem par rapport à son amont), a recoupé sur 200 mètres des

formations de remplissages grossiers, avec un débit de 40 l/s. (ARARIA et KHELIFA, 2014).

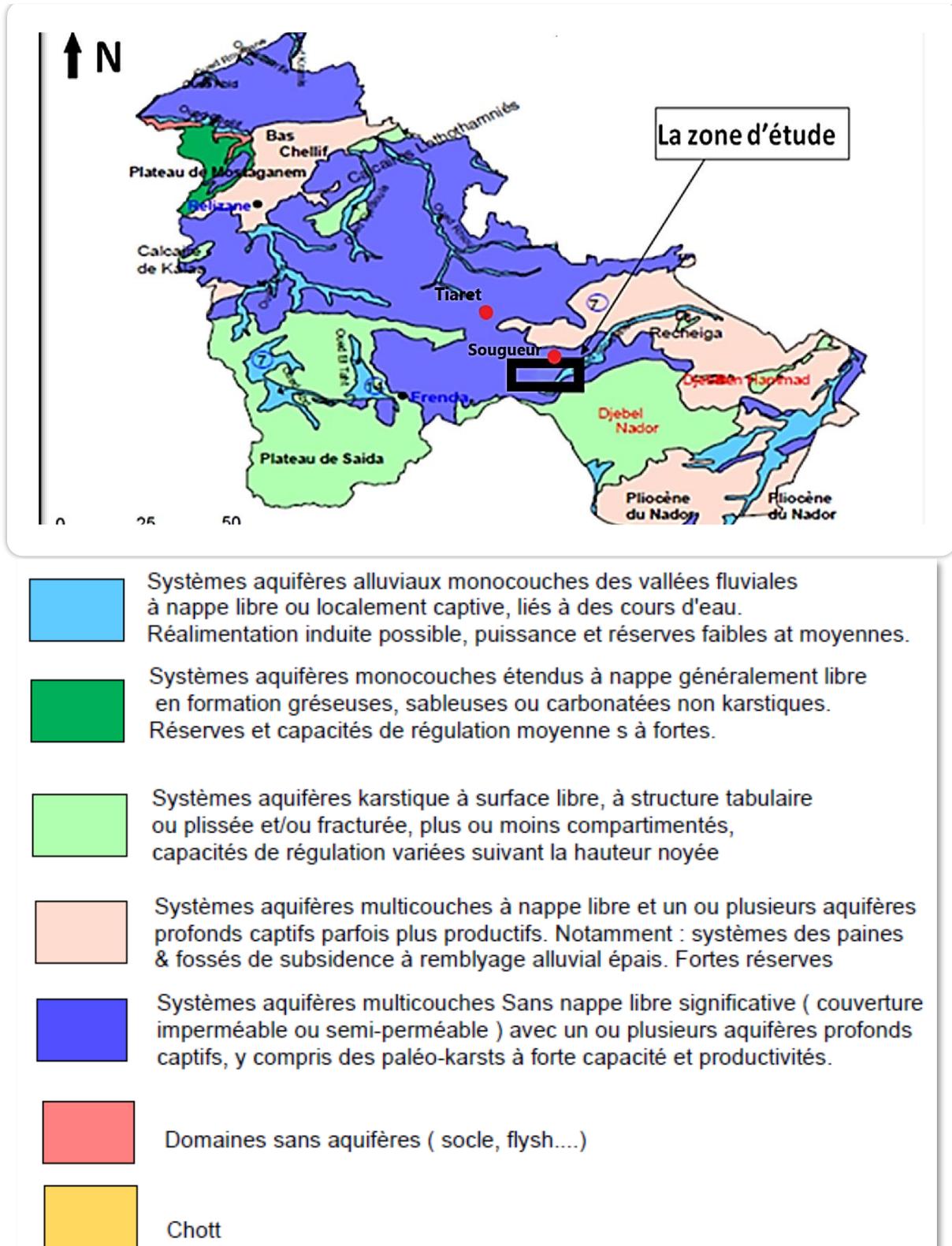


Figure III.13. Les ressources en eau souterraine de la zone d'étude (ABH-CZ, 2007).

II.3. L'inventaire des points d'eau dans la région de Sougueur :

L'analyse des données collectées auprès des structures respectives, à savoir : et l'ANRH,ONA ,DER les communes du territoire de la zone d'étude, outre l'utilisation des documents disponibles, a permis de présenter un inventaire actualisé des points d'eau exploités , les usages industriels et agricoles dans la région de Sougueur et il y a 132 points d'eau en distingue (56 forage, 67 puits, 9sources).

II.3.1. La piézometrie :

Les études barométriques nécessitent un réglage très précis des points de contrôle (puits, puits, manomètres, sources) ce qui permet d'assurer la précision dans la création d'une carte manométrique. Celle-ci est tracée par interpolation entre les hauteurs mesurées, à partir de courbes de compression d'eau dont la qualité et la dimensionnalité dépendent de la densité des points de mesure et de l'échelle d'étude adoptée.

II.3.1.1. La carte piézométrique de la nappe superficielle (alluviale) :

II.3.1.1.1. La carte piézométrique en période des basses eaux (Décembre 2014) :

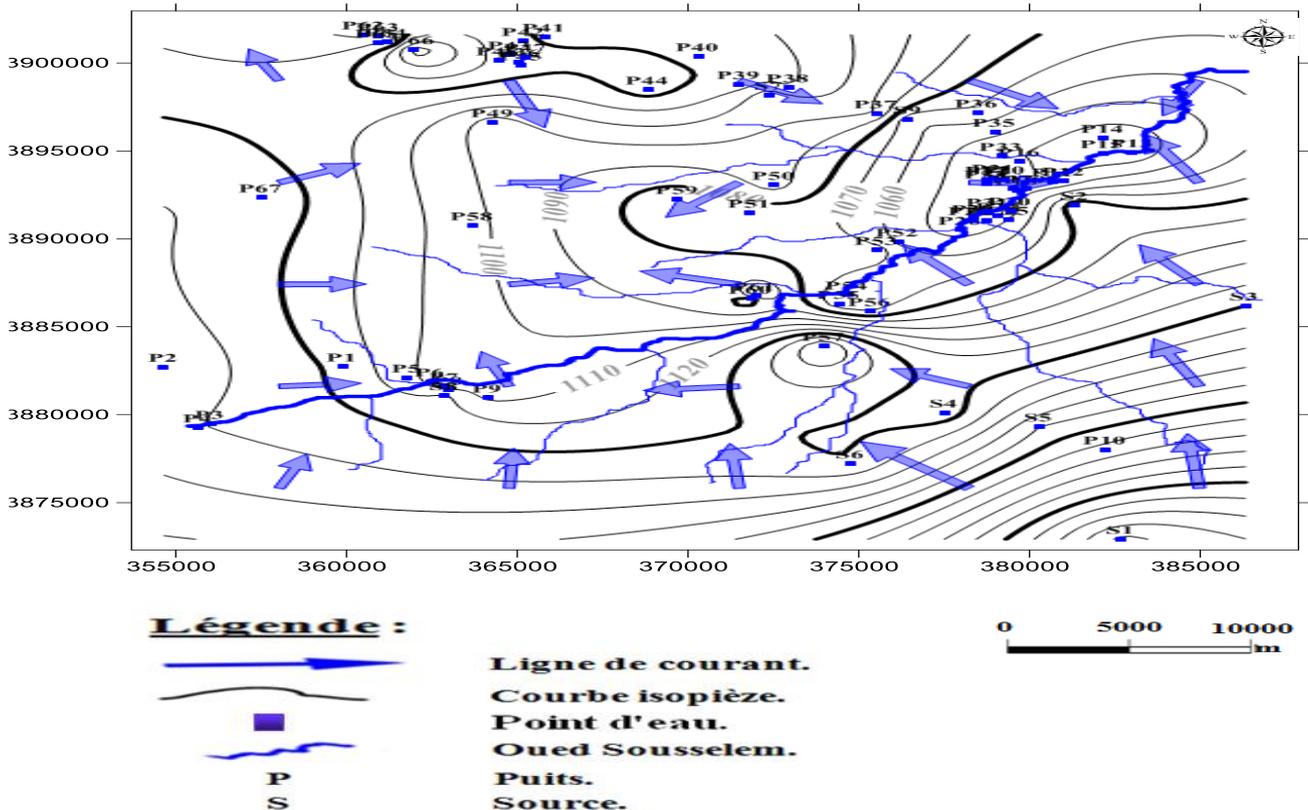


Figure III.14. Carte piézométrique de la nappe alluviale de la vallée d'Oued Souselem (Décembre 2014). (ARARIA et KHELIFA, 2014).

II.3.1.1.1. L'interprétation de la carte piézométrique :

a. Niveau de l'eau par rapport au sol :

La nappe se situe en moyenne à 5.7 m sous la surface du sol, avec un minimum à 0.3 m et un maximum à 16.1 m.

b. Sens d'écoulement général :

Globalement, les écoulements au sein de la vallée sont tous orientés vers l'Oued Sousselem, puis dirigés ensuite vers l'Est. Ainsi dans le Nord de la Vallée, l'eau s'écoule vers le Nord-Ouest. Dans l'Est de la vallée, les écoulements ont une direction Ouest-Est. Enfin, au Sud de la vallée, l'eau souterraine s'écoule vers le Sud-Nord et Sud-Ouest.

c. Gradient hydraulique :

Le gradient hydraulique est fort au centre (12%) de notre zone d'étude ce qui traduit un bon écoulement de l'eau souterraine. Au Sud-Ouest de la vallée, le gradient hydraulique est plus faible il varie entre 0.6% et 0.75%. Donc la nappe est très transmissive et constitue un réservoir important.

d. Alimentation :

Un autre élément qui ressort de la carte établie est l'existence d'un axe de drainage correspondant au centre de la vallée d'Oued Sousselem. La nappe superficielle du Plio-Quaternaire alimente l'Oued. Ponctuellement des relations peuvent exister entre d'autres cours d'eau secondaire de la vallée et les systèmes aquifères. Sur l'ensemble de la vallée, les échanges nappe-oueds sont donc moyens. (ARARIA et KHELIFA, 2014).

II.3.1.1.2. La carte piézométrique en période des hautes eaux (Avril 2015) :

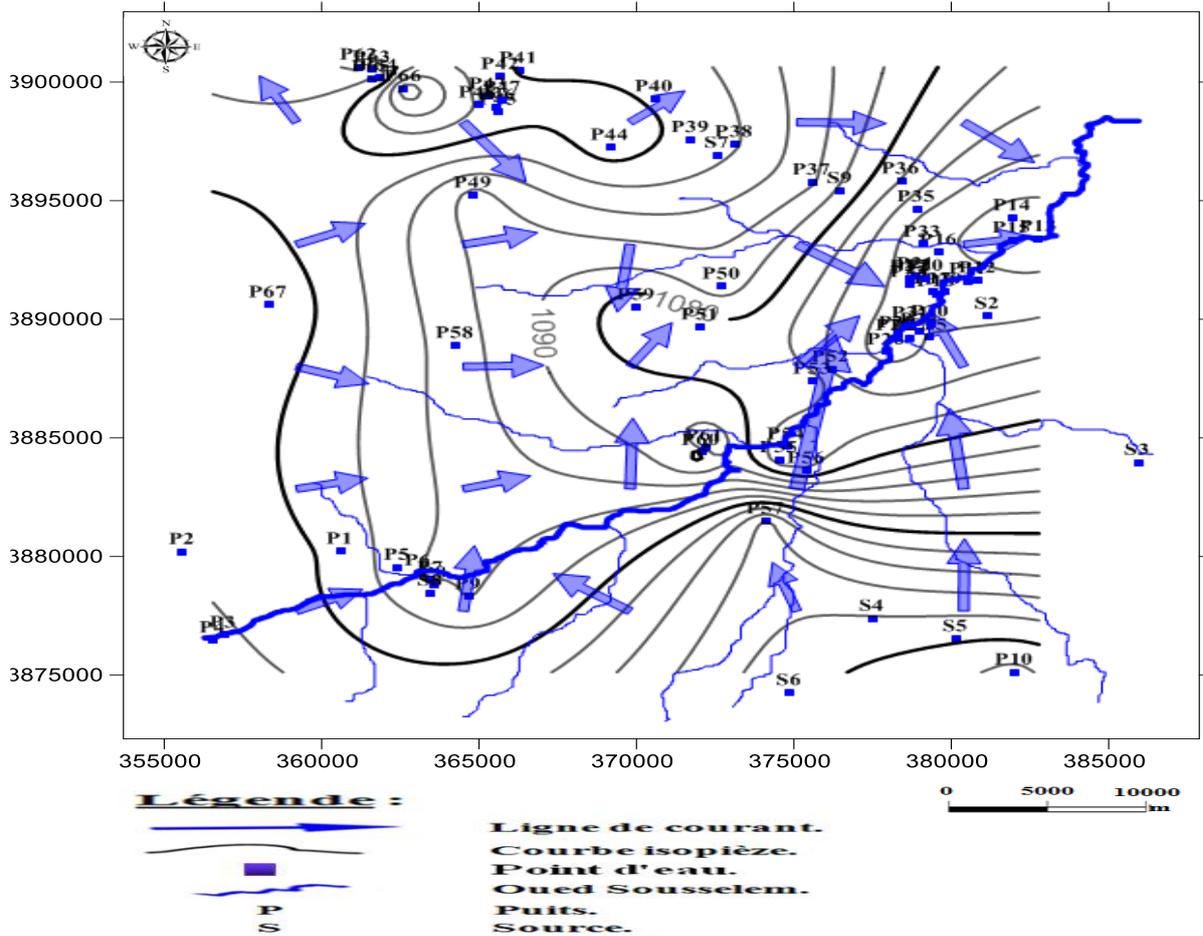


Figure III.15. Carte piézométrique de la nappe alluviale de la vallée d'Oued Sousselem (Avril 2015). (ARARIA et KHELIFA, 2014).

II.3.1.1.2.1. L'interprétation de la carte piézométrique :

a) Niveau de l'eau par rapport au sol :

La nappe se situe en moyenne à 4.6 m sous la surface du sol, avec un minimum à 0.0 m et un maximum à 12.55 m.

b) Sens d'écoulement général :

Globalement, les écoulements au sein de la vallée sont tous orientés vers l'Oued Sousselem, puis dirigés ensuite vers l'Est. Ainsi dans le Nord de la Vallée, l'eau s'écoule vers le Nord-Ouest. Dans l'Est de la vallée, les écoulements ont une direction Ouest-Est. Enfin, au Sud de la vallée, l'eau souterraine s'écoule vers le Sud-Nord et Sud-Ouest.

c) Gradient hydraulique :

Le gradient hydraulique a une faible variation par rapport à la période des basses-eaux.

d) Alimentation :

Un autre élément qui ressort de la carte établie est l'existence d'un axe de drainage correspondant au centre de la vallée d'Oued Soussalem. La nappe superficielle du Plio-Quaternaire alimente l'Oued. Ponctuellement des relations peuvent exister entre d'autres cours d'eau secondaire de la vallée et les systèmes aquifères. Sur l'ensemble de la vallée, les échanges nappe-oueds sont donc moyens. (**ARARIA et KHELIFA, 2014**).

Conclusion

Ce chapitre comprend les systèmes aquifères et étudie les aspects hydrogéologiques et hydrodynamiques.

- Tiaret est composé de la région

Tillian et le domaine du Pré-Atlas. Il est représenté par une succession de terres allant de

Du lycée au quatuor. C'est une superposition de fines couches de grès du Miocène

Il surmonte symétriquement un socle en terre cuite de même composition. Ci-dessous vient

Calcaire du Crétacé en partie basse, dolomie en partie haute.

Ces formations stockent les eaux souterraines.

- Les cartes piézométriques de la vallée de sousselem montrent bien cette situation. L'alimentation des nappes peut être se fait de deux manières, directe par les eaux de pluie et indirecte par l'existence des échanges inter-nappes ou par drainance.

Chapitre IV :
**Hydrochimie et qualité
des eaux**

Chapitre IV : Qualité des eaux :**Introduction :**

La composition chimique, physique et microbiologique de l'eau joue un rôle clé dans la détermination de sa qualité, car c'est un élément important pour le maintien de l'écosystème et la protection des ressources en eau contre divers types de pollution. Elle permet également de l'utiliser pour l'approvisionnement en eau potable ou pour d'autres usages (irrigation, industrie, etc.).

I.1. Les Paramètres Chimiques :**I.1.1. Les ions majeurs :****I.1.1.1. Le Calcium (Ca^{2+}) :**

La quantité de calcium dont un individu a besoin par jour est estimée à un maximum de 140 mg/litre. La présence de Ca^{2+} indique soit la dissolution des formations carbonatées soit la dissolution des formations évaporateurs.

I.1.1.2. Le Magnésium (Mg^{2+}) :

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance de l'organisme, au-delà d'une certaine concentration il offre un goût désagréable et provoque des troubles chez les enfants, l'O.M.S donne 150 mg/l comme concentration maximale admissible. (**Boutouga, 2012**).

I.1.1.3. Les Chlorures (Cl^-) :

Le chlorure provoque des troubles. Pour les personnes atteintes de maladies cardiovasculaires ou rénales, l'O.M.S fixe la limite maximale autorisée à 250 mg/L.

I.1.1.4. Les Sulfates (SO_4^{2-}) :

La présence des sulfates est généralement liée au lessivage des formations évaporitiques, tel que le gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$) et l'anhydrite (CaSO_4), ils peuvent provenir également de l'oxydation du baryum. (**ARARIA et KHELIFA, 2014**).

I.1.1.5. Les Bicarbonates (HCO_3^-) :

La présence des bicarbonates dans l'eau de boisson ne provoque aucun effet nocif sur la santé. La recommandation pour la quantité de l'eau potable ne comporte pas de norme relative. (Boutouga, 2012).

I.2. Les Caractéristiques physicochimiques :

Nous mesurons les paramètres physiques et chimiques (T, PH, minéralisation et conductivité) à l'aide d'un appareil multiparamétrique WTW. Nos analyses ont porté sur les éléments suivants : température (T), potentiel hydrogène (pH), conductivité électrique (EC), résidus secs, éléments majeurs (Ca, Mg, Na, K, SO_4 , HCO_3 , Cl).

I.2.1. Les températures (T) :

La température de l'eau est un paramètre d'une grande importance dans la détermination de l'hydrogéologie. Il est nécessaire de déterminer l'équilibre chimique entre les différents éléments (ions, particules intrusives, gaz et solides). Nous pouvons obtenir des informations sur le fond de l'écoulement souterrain et déterminer le temps de son séjour dans l'aquifère en raison de l'effet thermique sur les roches. Habituellement, nous mesurons la température de l'air (ou mieux, donnons une indication de la température moyenne le jour de la mesure) ce qui nous permet de vérifier les conditions météorologiques par échantillonnage pour expliquer d'éventuelles anomalies dans les résultats.

I.2.2. La Conductivité :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer la minéralisation et permet également une mesure rapide des solutés. La conductivité augmente avec l'augmentation de la température, elle doit donc toujours être la température de référence (20 °C ou 25 °C).

I.2.3. Le potentiel Hydrogène (pH) :

Le pH détermine l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$. Il joue également un rôle essentiel dans le calcul de l'équilibre thermodynamique, mais il est difficile de mesurer des types de phénomènes, notamment les changements de température, le dégazage, l'oxydation...etc. Le pH doit être prélevé immédiatement afin de ne pas perdre la valeur obtenue.

I.2.4. Le résidu sec :

Le résidu sec est extrait par séchage à 110°C, et à la propriété de se conformer à tous les sels dissous. L'eau est classée selon le facteur de salinité. Tous les points d'eau identifiés par l'Agence du bassin hydrographique ABH sont représentés par une mesure régulière de la minéralisation.

I.2.5. La dureté :

La dureté de l'eau (TH) montre que les eaux de consommation sont très dures avec des TH supérieurs à la norme de 50°F. La dissolution du Ca^{2+} et du Mg^{2+} résulte principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques. Cette dissolution est accrue couches superficielles du sol. La dureté possède des propriétés gênantes telles que formation de dépôts durs dans les canalisations du réseau, gêne dans les opérations de lavage etc.... (Boutouga, 2012).

Les paramètres physicochimiques de la région d'étude sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.11. Représente les paramètres physicochimiques dans la région du Sougueur.

Nom de forage	Dureté totale (°F)	Résidu sec à 110 °C	pH	Conductivité (20°C)
Douar Zrarka	16	1400	6,87	1200
054 Si Abdelghani	11	800	7,44	1000
SafilMelah	11	1200	6,85	1100
TT9	15	1200	6,87	1600
9AS	5	1400	6,94	1200
El Guettar	14	1400	6,82	1200
Hassi Bentoumi	5	1400	6,94	1200

I.3. Les caractéristiques chimiques :**I.3.1. La balance ionique :**

L'analyse chimique des échantillons à porte sur des éléments majeurs. Pour vérifier la balance ionique des différents ions analysés sur l'ensemble des échantillons, nous avons calculée l'erreur sur chaque analyse à partir de la relation suivante :

$$e = (\sum rc - \sum ra / \sum rc + \sum ra).100$$

Où :

RC : somme des cations en meq /l

Ra : somme des anions en meq/l

D'après H. schoeller (1962), le pourcentage d'erreur ne doit pas dépasser 5 %.

Les résultats de nos calculs sont résumés sur le tableau n°.

Tableau IV.12. Les données chimiques des eaux analysées Mai 2020.

N°	Nom des forages	Ca ⁺²	Mg ⁺²	HCO ₃ ⁻ ₁	Cl ⁻¹	NO ₃ ⁻ ₁	SO ₄ ⁻²	Na ⁺¹	K ⁺¹	PO ₄
F1	Douar Zrarka	53	32	62	42	23	210	110	8	0,13
F2	054 Si Abdelghani	68	17,01	85,4	49,63	22	96	105	5	0,09
F3	SafilMelah	80	35	59	69	29	189	89	4	0,16
F4	TT9	56	31	65	45	25	212	110	7	0,2
F5	9AS	50	35	60	40	23	211	110	6	0,13
F6	el Guettar	51	33	60	40	23	210	111	6	0,11
F7	Hassi Bentoumi	50	35	60	46	25	211	110	6	0,12

I.4. Classification hydro chimique :

Pour mieux comprendre les principaux aspects hydrochimiques, il convient d'interpréter les résultats par des représentations graphiques qui nous permettent de comparer facilement plusieurs eaux entre elles.

I.4.1. Interprétation par diagramme Schoeller-Berkaloff :

Il s'agit d'un diagramme logarithmique qui permet de représenter un ensemble d'eaux à concentrations différentes avec une bonne précision. Il permet également d'effectuer la conversion des résultats d'analyse en milligrammes par litre (mg/l) en milliéquivalent par litre (meq/l), (Figures IV.17.).

I.4.2. Interprétation par diagramme de Piper :

Cette méthode consiste à représenter sur deux triangles les pourcentages des quantités en réactions (r%) de chaque cation et anion (TableauIV.12.). Les deux points sont reportés sur un losange en un seul point qui représente la famille chimique de l'eau.

Ce diagramme présente l'avantage de regrouper un grand nombre d'analyses (FigureIV.18.).

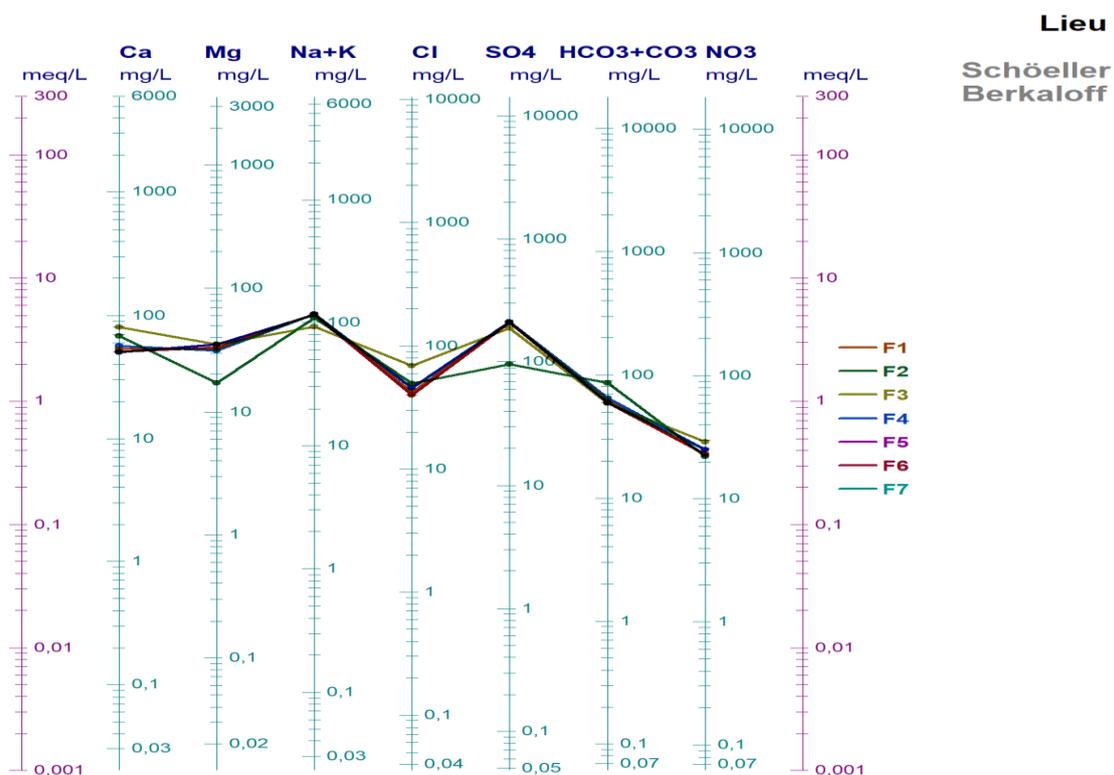


Figure IV.16. Représentation graphique des analyses d’eaux des forages d’après le graphique de Scholler-Berkalof.

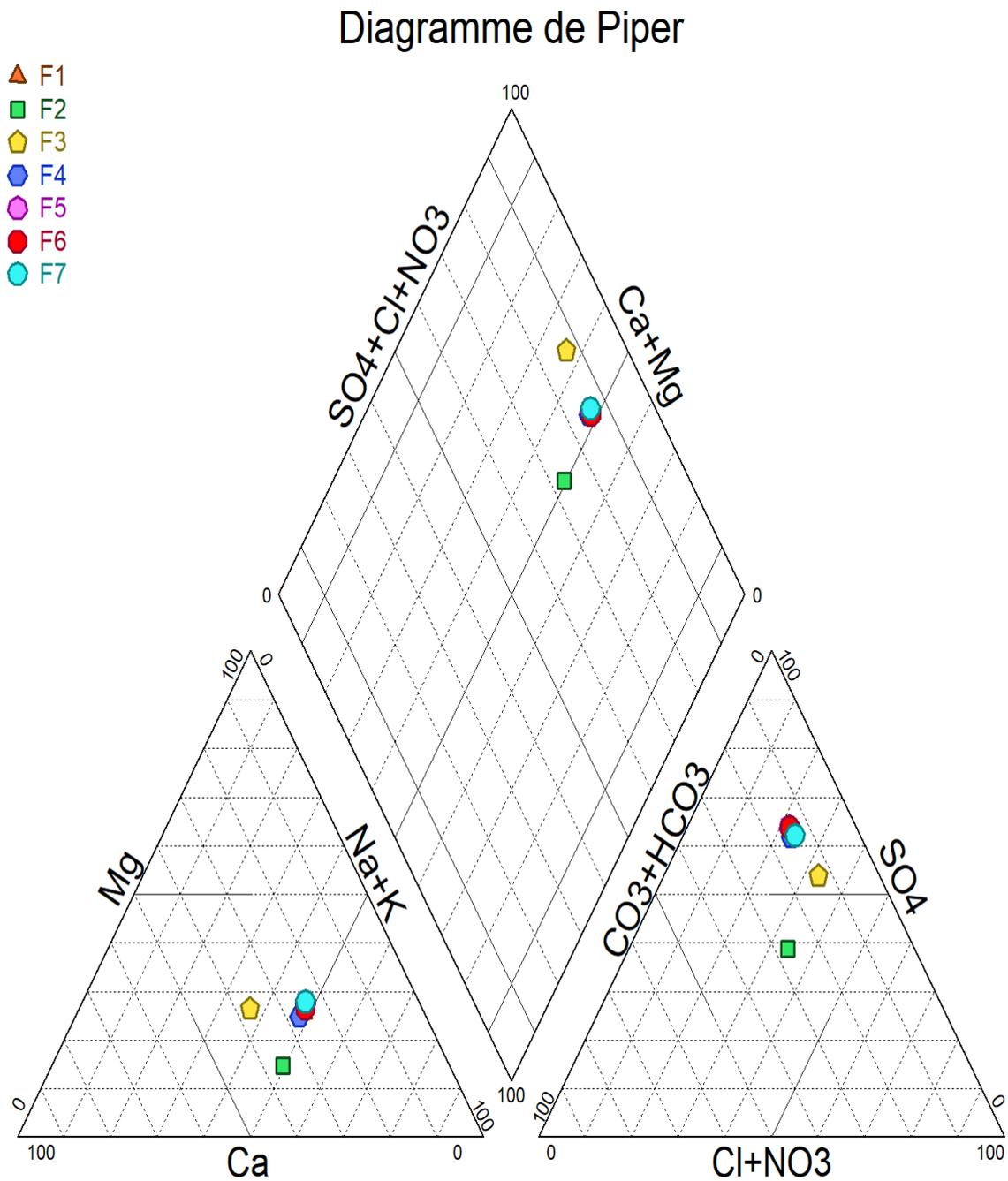


Figure IV .17.Représentation graphique des analyses d'eaux des forages d'après le diagramme de Piper

Sulfatée Sodique: faciès se rencontre au niveau des forages **F1** et **F7** En général, les eaux de ce faciès sont issues des formations marneuses, argileuses et gréseuses.

I.5. Origine et signification géochimique des éléments chimiques :**I.5.1. Les ions Ca^{+2} et Mg^{+2} :**

Ions $\text{Ca} + 2$ et $\text{Mg} + 2$: Ces ions sont produits par la dissolution des roches calcaires et dolomie. Le calcium peut provenir du gypse. Il indique combien de temps l'eau dure dans l'aquifère.

I.5.2. Les ions Cl^- , Na^{+2} et K :

Ils sont d'origine, principalement, externe. Ils peuvent provenir des formations salifères du Trias ou des formations marneuses et argileuses. Na et K peuvent provenir de l'altération des minéraux silicatés. En revanche l'élément Cl peut avoir une origine météorique (lessivage des formations lithologiques par les apports pluviométriques). Ces ions sont, généralement, très peu abondants dans les terrains carbonatés, excepté dans des conditions particulières de gisement (**Boutouga, 2021**).

I.5.3. Les ions Sulfates SO_4^{-2} :

Les eaux naturelles contiennent, pratiquement, toujours des ions sulfatés dans des proportions très variables. Leur présence résulte de la légère solubilité des sulfates de calcium dans les roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures se trouvant dans les roches. Cependant, ils peuvent aussi provenir de l'oxydation dans l'atmosphère, de l'anhydrite sulfureuse par combustion des hydrocarbures (**Boutouga, 2021**).

I.5.4. Les Bicarbonates HCO_3^- :

Il résulte de la dissolution de formations carbonatées (calcaire), certains puits révélant des niveaux élevés de HCO_3 dans le F1 et F2 et F4.

I.6. Les faciès chimiques :**I.6.1. La formule ionique :**

Cette formule a pour but de classer par ordre décroissant les quantités en réaction en (meq/l) des groupes anion et cation. Elle permet de définir les caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'aquifère en relation avec sa lithologie et de classer les eaux de même origine. (Tab13).

Tableau IV.13. Facies caractéristiques des échantillons prélevés.

N°	Formules caractéristiques	Facies des eaux
F1	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Ca^{+2} > Mg^{+2}$	Sulfatée Sodique
F2	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Ca^{+2} > Mg^{+2}$	Sulfatée Sodique
F3	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Ca^{+2} > Mg^{+2}$	Sulfatée Sodique
F4	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Mg^{+2} > Ca^{+2}$	Sulfatées Sodique
F5	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Mg^{+2} > Ca^{+2}$	Sulfatée Sodique
F6	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Mg^{+2} > Ca^{+2}$	Sulfatée Sodique
F7	$SO_4^{2-} > Cl^- > HCO_3^-$ $(Na^+ + K^+) > Mg^{+2} > Ca^{+2}$	Sulfatée Sodique

Il apparaît que le facies le plus dominant est Sulfatésodique (100% des échantillons) La présence des eaux sulfatées magnésiennes et sulfatées sodiques peut être à l'origine d'un échange de base qui peut se produire entre le Na^+ et le Mg^{2+} .

Lieu

Stabler

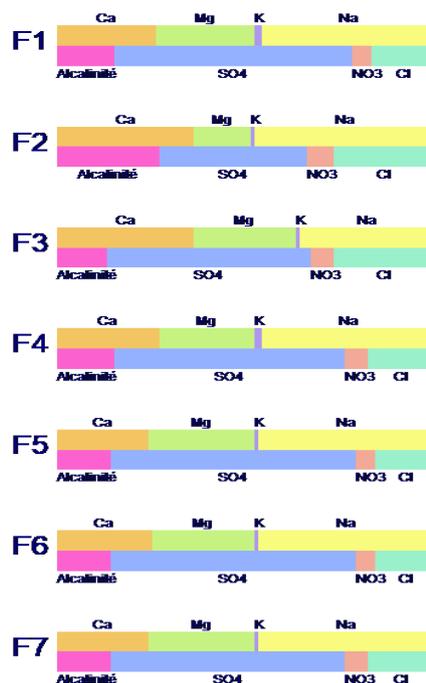


Figure IV.18. Représentation graphique des faciès chimiques sur le diagramme de Stabler des eaux souterraines dans la région de Sougueur.

Conclusion

Nous avons réalisé une étude hydrochimique pour connaître la qualité des eaux souterraines et leur aptitude à l'usage agricole et à l'approvisionnement en eau potable, ainsi que divers facteurs naturels et humains qui l'affectent. Nous avons utilisé ces graphiques pour montrer ce qui suit :

- ✓ Pour expliquer ces analyses chimiques de l'eau, on peut dire que le sulfate de sodium est le plus répandu dans les puits.

En général, les eaux de ce faciès sont issues des formations marneuses, argileuses et gréseuses. En déduire que les eaux a bonne qualité.

II. Diagnostic quantitatif des ressources en eau dans la région Sougueur :

Introduction :

Le problème de l'eau étant le problème du XXI^e siècle et de la santé humaine, la sécurité alimentaire et le bien-être sont menacés si les ressources en eau ne sont pas suffisantes à moyen et long terme.

Comme on le sait, le développement est lié au bon usage de l'eau et à la rationalisation de sa consommation et de son développement.

L'eau est un élément essentiel et important du processus de développement dans tous ses domaines économiques et agricoles. Pour réussir le développement, le problème de la pénurie et de la rareté de l'eau doit être éliminé ou atténué.

Dans ce chapitre, nous étudions et évaluons l'eau à moyen et long terme dans la région de Sougueur.

L'étude est un élément important dans le processus d'inventaire des ressources en eau de la région. Cette étude est nécessaire pour rechercher et évaluer les ressources en eau.

La zone étudiée est caractérisée par d'importants potentiels hydrogéologiques avec un climat semi-aride, ce qui entraîne une augmentation des besoins en eau dans la région de Sougueur. Les eaux souterraines sont la principale source d'eau potable et d'irrigation.

I. Les eaux de surface :

Les ressources en eau sont une source importante de richesse qui sous-tend chaque travail socio-économique et de développement.

Dans la région de Sougueur, qui est la zone d'étude, les ressources en eau de surface sont alimentées par trois vallées principales : Sougueur, Soussalem, Touil, Mina, etc. Elle se caractérise par un débit oscillant, pendant la période d'inondation où le taux de précipitations varie approximativement entre 350 mm et 400 mm par an.

La fluctuation et l'écoulement irrégulier des canyons, principalement en raison du mauvais équipement hydrométéorologique, rendent plus difficile la quantification de l'écoulement à différents niveaux de vallées.

I.1. Les Oueds :

Dans la nature, les petits bassins sont drainés par un groupe de vallées, formant un réseau hydrographique de milliers de kilomètres ou plus.

Ces vallées se remplissent et coulent lors d'inondations ou de fortes pluies, Il se termine au bord d'un lac, d'un ruisseau ou même d'un océan, et la vallée se distingue par son sol fertile qui la qualifie pour être propice à l'agriculture

I.2. Oued Sougueur :

Dans la zone d'étude Oued Sougueur couvre toute la zone urbaine de la ville de Sougueur, qui a une superficie de 19,52 Kilomètres carrés. la hauteur maximale est de 1239 m, Il est délimité sur le côté nord par Bled Deir al-Hajjar, et sur le côté sud, il est délimité par Jbal al-Nadour, et sur le côté est-il est délimitée par Oued Salim, et sur le côté ouest, et la hauteur minimale est de 1079 m, le périmètre atteint 17,99 km.

Les caractéristiques du rectangle équivalent sont pour la longueur 5.34 km et pour la largeur 3.66km ,La pente moyenne (I_0) de l'oued principal jusqu'au site est de 0.48%.

La dénivelée et la densité de drainage sont respectivement de 160m et 0.95s/km. **(DRE)**

I.3. Oued Mina :

Les bassins versants d'Ouad Mina couvrent une superficie de 5000 km² dans la partie ouest De l'Atlas tilien. Il est situé entre 0°10' et 1°10' de longitude Est et entre 34°40' et 35°40' de latitude nord.

Les bassins versants s'étendent sur une distance estimée à 90 km sur les monts Mina du côté nord, les montagnes Frenda du côté sud, et plus de 50 km d'est en ouest entre la chaîne de montagnes Ouarsenis et les montagnes Beni-Chougrane.

Des montagnes de Frenda la vallée de Mina découle. Rencontre avec la vallée de la Chlef, après avoir coupé une route de 125 km de sa source.

Tableau IV.14.les Débit mensuel d'Oued Mina Période (2014-2019).

Oued	Station	code station	Année	date	Débit (m3/S)
Mina	Sidi Ali Benamar	12909	2014-2015	12/01/2015	0,63
				09/03/2015	2,64
				15/04/2015	1,315
				05/05/2015	0,805
				02/06/2015	0,795
			2015-2016	06/10/2015	0,735
				15/11/2015	1,055
				08/12/2015	0,755
				07/02/2016	0,485
				02/05/2016	0,42
			2016-2017	03/11/2016	0,16
				14/12/2016	0,365
				01/02/2017	2,415
				01/03/2017	0,995
				02/04/2017	0,58
			2017-2018	08/11/2017	0,235
				17/12/2017	0,487
				03/01/2018	0,383
				12/02/2018	0,73
				11/03/2018	0,75
09/04/2018	0,9				
2018-2019	02/07/2018	0,365			
	09/10/2018	0,205			
	07/11/2018	0,67			
	11/11/2018	0,658			
	11/03/2019	0,5			

Source : A.N.R.H Tiaret.

I.4. Oued Touil :

Les bassins versants d'Oued Touil ont une superficie totale d'environ 11 460 kilomètres carrés, dont 8 255 kilomètres carrés. Il mesure environ 288 km de long et une hauteur moyenne d'environ 1020 m.

Oued Touil puise l'eau de ses principaux affluents, OuedSebgag et Chellalqui prennent naissance sur les versants nord des monts Djebel Amor de l'Atlas Saharien. Oued Touil fait son chemin à travers les hauts plateaux, qui est une zone semi-désertique. (AMIAR, 2013).

I.5. Oued Sousselem:

La vallée de Sousselem est située au sud du plateau de Sersou, au Sud-est de Rechaïga l'Est de Hassi Ben Alilich, avec une hauteur de 839 mètres et une longueur estimée à environ 11,4293 km. La zone d'étude ayant un climat semi-aride, La vallée de Sousselem est caractérisée par sa sécheresse la plupart du temps, sauf pendant la période des crues.

Tableau IV.15.les Débit mensuel d'Oued Sousselem Période (2014-2019).

Oued	Station	code station	Année	date	Débit (m3/S)
Sousselem	Ferme Ferhat	10711	2014-2015	10/09/2014	OUED SEC
				05/10/2014	
				10/11/2014	
				08/12/2014	
				10/02/2015	
			01/03/2015	0,155	
			2015-2016	06/07/2015	OUED SEC
				12/08/2015	
				03/11/2015	
				04/01/2016	
				10/04/2016	
			2016-2017	03/07/2016	OUED SEC
				05/09/2016	
				04/12/2016	
				02/02/2017	
				05/03/2017	
			2017-2018	04/09/2017	OUED SEC
				30/10/2017	
				04/11/2017	
				03/12/2017	
07/10/2018					
2018-2019	02/08/2018	OUED SEC			
	06/09/2018				
	09/12/2018				
	04/02/2019				
	04/04/2019				

Source : A.N.R.H Tiaret.

Tableau IV.16. Les longueurs des oueds de la région de Sougueur.

N°	Oueds	Longueur (Km)
1	Oued Sougueur	2,76626
2	Oued Mina	3,74689
3	Oued Soussalem	11,4293

Source : Hydraulique Tiaret.

II. Les eaux souterraines :

La zone de Sougueur contient d'importantes ressources en eau provenant des eaux souterraines, qui sont la seule source d'eau potable dans la région, étant donné le climat semi-aride de la région, et donc elle est d'une grande importance dans la région et reçoit une grande attention.

Les eaux souterraines sont pour la plupart de haute qualité, car elles subissent des processus de dessalement limités par rapport à l'eau des rivières, ce qui les rend sûres pour l'utilisation humaine, car les couches de sol et de roches agissent comme un filtre naturel pour l'eau et piègent la plupart des polluants.

Les eaux souterraines sont peu affectées par les changements de précipitations et restent donc disponibles pendant l'été et pendant les périodes de sécheresse lorsque les rivières s'assèchent. L'eau souterraine est utilisée dans de nombreuses régions d'Afrique et dans le monde en développement, car elle se trouve souvent à proximité des villages et ne nécessite pas de coûts d'extraction importants par rapport au traitement des eaux de surface.

Il est de haute qualité qui ne change pas au fil des ans, ce qui le rend d'une grande importance pour la consommation.

II.1. Les nappes aquifères :

II.1.1. La nappe libre des alluvions Quaternaires :

L'aquifère des alluvions récentes est étendu sur toute la plaine sauf localement au sud-est de la plaine.

En général cet aquifère est peu important car il fournit des débits très faibles (de l'ordre de 0,5 l/s). Des essais de pompages ont été réalisés au niveau de cinq puits traversant l'aquifère et ils

ont permis de calculer la transmissivité qui est de l'ordre de 2.10^{-4} m²/s. Cette transmissivité est faible. (DRE)

II.1.2. La nappe captive du quaternaire ancien – Pliocène continental :

La nappe en question se trouve sous les alluvions récentes. Du point de vue lithologique, elle est constituée essentiellement de sables et limons du Pliocène continental, de grés-calcaires lumachellique du calabrien et des sables et argiles villafranchiens. L'épaisseur de ces formations est de l'ordre de 250m.

Un essai de pompage par palier a été effectué au puits communal Bel Hacer a permis de calculer la transmissivité qui est comprise entre 1.10^{-3} et 3.10^{-3} m²/s .c'est une transmissivité relativement faible. Un autre essai a été réalisé au niveau d'un forage situé dans les environs de Hamadna et a permis de calculer la transmissivité qui est de l'ordre de .Cette dernière est faible. En général cet aquifère fournit des débits faibles compris entre 0.5 et 4 l/s. (DRE)

II.1.3. La nappe captive des grés-calcaires astiens :

C'est Une nappe libre située surtout au niveau des affleurements des grés, notamment à Bel Hacer et sur les flancs de Guerbousa.

Une nappe captive lorsque le toit des grés est composé par argiles comme la montré un forage pétrolier réalisé dans les années cinquante dans la plaine avoisinante (Plaine de Relizane) et les forages réalisés par l'A.N.R.H en 1987 dans la région Sidi Khettab et Moulay Abd El Kader.

Les grés ont été traversés à une profondeur de 276 m par le forage pétrolier et à une profondeur de l'ordre de 400 m les forages de l'A.N.R.H. L'épaisseur des grés est d'environ 30 m et les débits fournis sont de l'ordre de 3 l/s. Le niveau statique de la nappe captive se stabilisait selon le forage à 46 ,3 et 10m du sol. (DRE)

III. La ressource hydrique de la Région de Sougueur :

Dans la Région de Sougueur Le volume d'eau total produit : **13171,284 m³/j** dont :

III.1. Eaux souterraines :

Les prélèvements des eaux souterraines sont estimés à **13171,284 m³/j**.

Elle est divisée en quatre communes :

1. Sougueur : **9563,994 m³/j**.
2. Faidja : **694,71 m³/j**.

3. Si Abdelghani : 1199,66 m³/j.

4. Tousnina : 1712,92 m³/j.

Toute la quantité produite est destinée à boire.

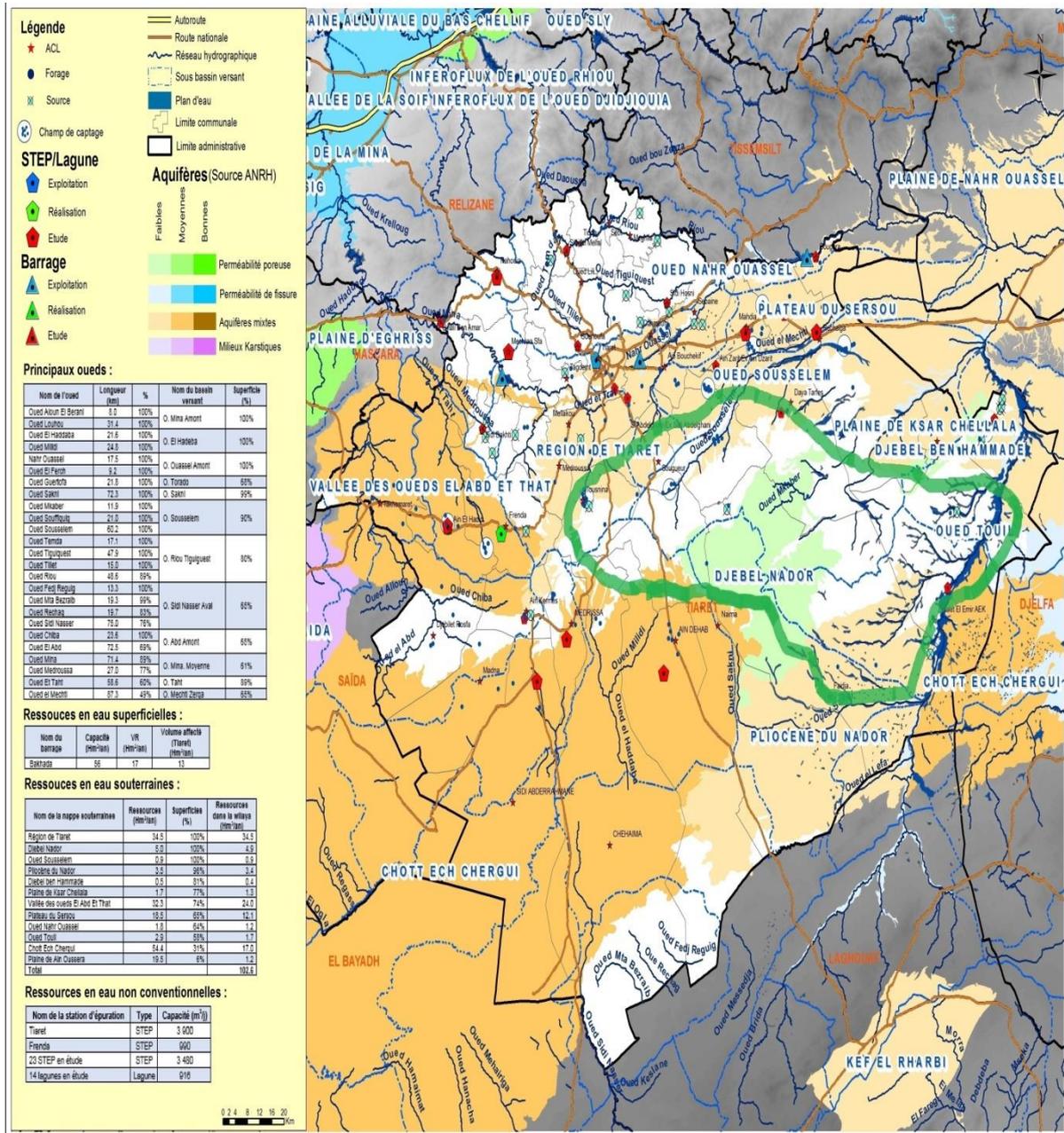


Figure IV.19. carte des ressources en eau de la Région Sougueur. (Source: DRE).

Tableau IV.17.Récapitulatif de la population et l'alimentation en eau potable dans la région de Sougueur.

Commune Wilaya	Population		Dotation L/J/H
	HAB	Population Raccordée (%)	
Si Abdelghani	10906	97	90
Faidja	7719	95	115
Sougueur	96606	95	99
Tousnina	14895	94	110

Source : ADE Sougueur.

III.2. État de la fourniture de réseau d'eau potable et d'assainissement :

Dans la Région de Sougueur, presque toutes les zones étaient raccordées au réseau d'eau potable, où la longueur du réseau est estimée au cours de 2020 à environ 95% (152,519 km) la distribution quotidienne par personne est d'environ 150 litres par jour, et 58,33% de la consommation le réseau d'eau est géré par A.P.C et 41,66% est géré par E.P.E.T

III.3. Les demandes en eau au niveau de la Région de Sougueur :

Dans le domaine du développement, le secteur de l'irrigation est d'une grande importance, en raison de son rôle stratégique dans la satisfaction des besoins de base du citoyen.

La quantité totale d'eau consommée est de **13171,284** mètres cubes par jour extraite des eaux souterraines destinées à A.E.P.

IV. Gestion intégrée des eaux dans la région de Sougueur :

Le processus de comparaison des ressources et des besoins est un facteur très important et un indicateur qui nous guide vers le système d'eau que nous suivons pour le bien de la justice ou dans une moindre mesure, atténuant l'impact du déficit hydrique en fonction de la zone géographique couverte et le secteur d'utilisation.

Il existe une relation étroite entre les besoins en eau et les quantités requises consommées afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable, en eau d'irrigation et en eau industrielle

L'estimation des besoins en eau dépend de deux facteurs, à savoir le taux de croissance démographique et la dotation selon des normes pour l'AEP et des normes techniques de l'AEI.

IV.1. Alimentation en eau potable :

Dans la Région de Sougueur, les pouvoirs publics cherchent à résoudre le problème des ressources en eau et à répondre aux besoins de la population, qui sont liés les uns aux autres. Il faut s'appuyer sur la croissance démographique, le niveau de vie, les habitudes sociales et culturelles, et bien d'autres facteurs sociaux et économiques...etc.

Par conséquent, la demande en eau est étroitement liée au nombre d'habitants.

L'eau potable est fournie dans la zone de Sougueur entièrement à partir des eaux souterraines.

IV.1.1. Evolution de la population :

La ville de Sougueur représente la ville la plus importante de la région en termes de recensement de la population, avec une population de 96606 en 2020, avec un pourcentage estimé à 90,35% de la population de la région, selon les chiffres de la Direction de la Planification et de l'Aménagement de Territoire.

Tableau IV.18. Estimation de la population à l'horizon 2040.

Commune	Population (HAB)		
	2020	2030	2040
Sougueur	96606	124754	161103
Faidja	7719	9968	12872
Tousnina	14895	19235	24830
Si Abdelghani	10906	14083	18187

Source : DPAT.

IV.1.2. L'estimation de la population future :

La région de Sougueur est l'une des régions les plus peuplées de la wilaya de Tiaret, avec une population d'environ 130 126 habitants en 2020 (DPAT), soit la plus grande population de l'État divisée en quatre communes, avec un taux de croissance démographique de 2,59%.

L'estimation de la population se fait pour l'horizon 2040, le calcul est établi à la base de la formule suivante :

$$P_n = P_o (1+T)^n$$

où :

P_n : La population future après n années.

P_o : La population actuelle.

T : Le taux d'accroissement démographique.

n : Nombre d'années séparant l'année de référence de l'année considérée.

Le tableau ci-dessous résume l'évolution des besoins en eau en parallèle avec l'évolution de la population, selon une dotation théorique moyenne fixée par la DHW de Sougueur à 150 l/j/hab.

Tableau IV.19. Perspective de l'évolution de la population et de la demande en eau potable dans la région de Sougueur.

Année	2020	2025	2030	2035	2040
Population	130126	147873	168040	190958	217002
Besoins AEP (Hm³/an)	7,12	8,1	9,2	10,45	11,88

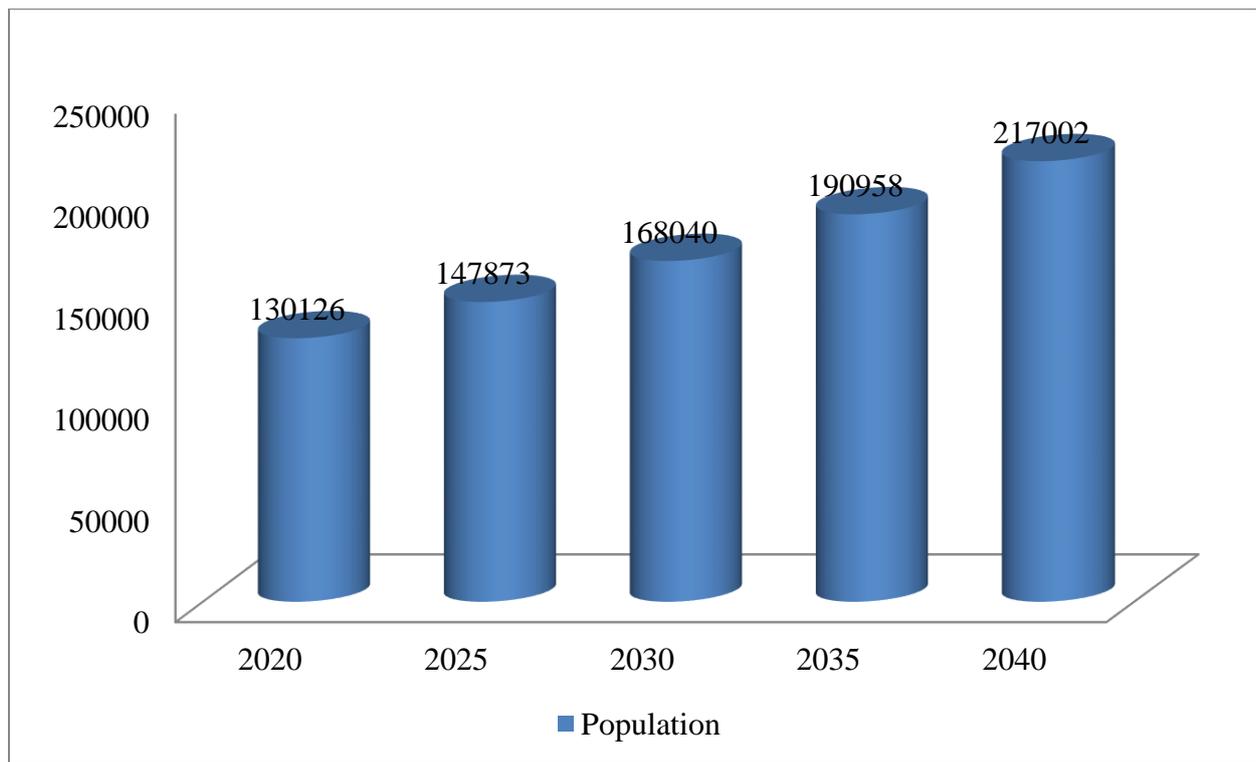


Figure IV.20. Evolution dans le temps de la population dans la région de Sougueur (2020-2040).

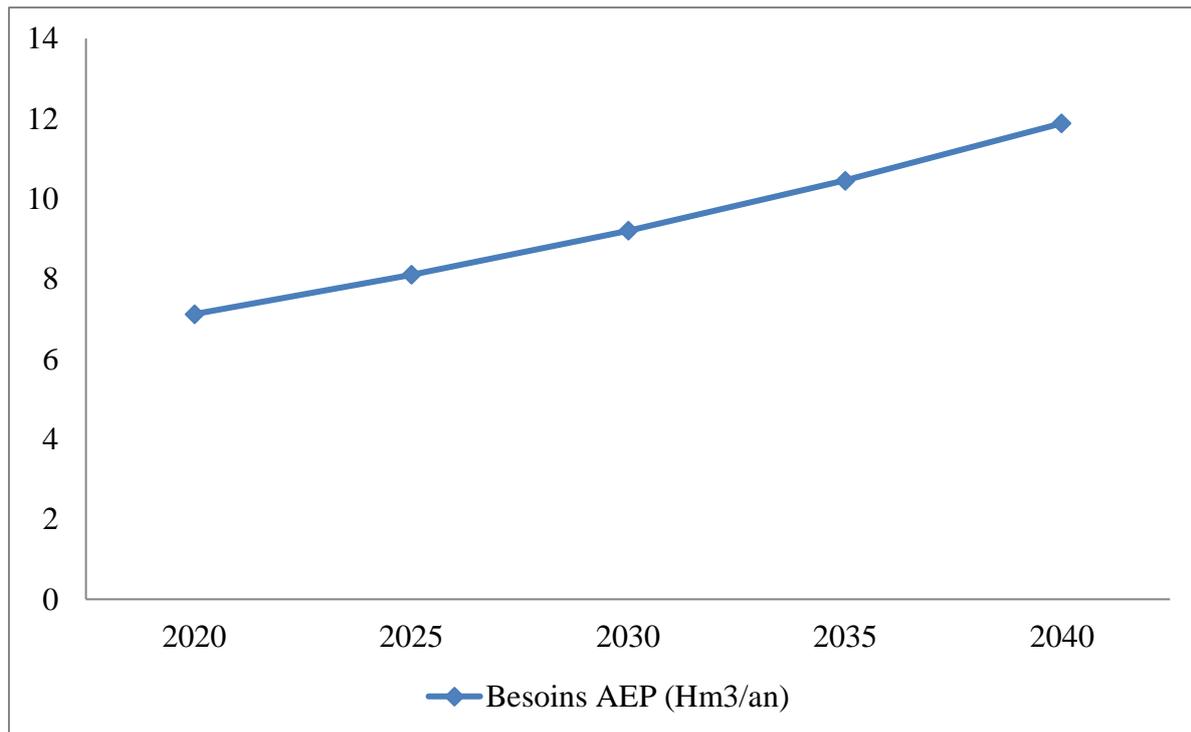


Figure IV .21. Evolution dans le temps des besoins en eau potable dans la région de Sougueur (2020-2040).

La Région de Sougueur une population d'environ 130 126 personnes en 2020, et selon les données et les perspectives, la population passera à environ 217002 habitants en 2040. A travers le tableau précédent, nous constatons que les besoins de la population en eau potable augmenteront, puisqu'il a atteint en 2020 environ 7,12 millions de mètres cubes, jusqu'à environ 9,2 millions de mètres cubes en 2030, portant les besoins en eau potable de la population totale en 2040 à environ 11,88 millions de mètres cubes, avec un taux estimé de 40% de ses volumes actuels

Il est probable que les besoins en eau potable de la population continueront d'augmenter car ils sont principalement liés à la population qui augmente

IV.1.3. Les ressources et l'approvisionnement en eau potable :

En ce qui concerne l'eau potable et son approvisionnement dans la région du Sougueur, les besoins individuels sont estimés à 150 litres par jour et par personne, selon l'Algérienne des Eaux, ce qui entraîne une augmentation des besoins en eau de la population pour atteindre 7,12 millions de mètres cubes en l'année 2020 pour indiquer que le volume réel produit pour l'eau potable est d'environ 5,67 millions de mètres cubes avec un taux de satisfaction élevé

La quantité d'eau potable fournie à chaque habitant varie dans la Région de Sougueur. Dans certaines communes, elle est élevée ou légèrement supérieure aux besoins moyens de l'individu, et dans certaines autres communes elle est légèrement inférieure ou égale aux besoins individuels moyens en eau potable. L'eau, mais il est généralement acceptable, avec des besoins passant de 7,12 millions de mètres cubes en 2020 pour atteindre 8,1 en 2025, avec une augmentation annuelle moyenne de 0,19 million de mètres cubes.

Le taux de livraison est de : 95% à la commune du Sougueur et Faidja, Si Abdelghani 97% et Tousnina 94%.

Tableau IV.20. Réseaux alimentation en eau potable de la région de Sougueur.

Commune	Population (hab)	Dotation théorique (l/J/hab)	Dotation Réelle (L/J/hab)	Besoin en eau (L/J/hab)	Volume produit (l/J/hab)	Longueur du réseau (Km)	Taux de raccordement %
Sougueur	96606	150	99	14490900	9563994	127,719	95
Faidja	7719	150	90	1157850	694710	4	95
Si Abdelghani	10906	150	110	1635900	1199660	10,8	97
Tousnina	14895	150	115	2234250	1712925	10	94

Source : ADE Sougueur.

Conclusion :

Le volume d'eau produit à partir des eaux souterraines est estimé à 4,8 hectomètres cubes par an, avec un besoin réel moyen de 104 litres par jour pour l'habitant, et un déficit estimé à 2,31 hectomètres cubes par an.

Dans la zone d'étude, il y a toujours une demande en eau, notamment le secteur de l'alimentation en eau potable.

Grâce à l'étude, la demande en eau potable augmente en 2040.

Quant à l'alimentation en eau potable, la quantité passera de 7,12 hectomètres cubes en 2020 à 11,8 hectomètres cubes en 2040.

L'augmentation de la demande en eau est directement liée à l'augmentation de la population.

Cette demande croissante en eau nécessite une gestion rationnelle des ressources à travers le développement, le renouvellement et l'entretien du réseau de distribution et la recherche d'autres ressources complémentaires.

Conclusion Générale et Recommandations

CONCLUSION GENERALE :

Les travaux que nous avons accomplis visent à étudier et évaluer les ressources en eau de la région de Sougueur.

La région de Sougueur est une zone majeure et très importante dans la wilaya de Tiaret. Cette zone est basée sur plusieurs activités industrielles et agricoles, ainsi que sur l'élevage de vaches et de moutons.

Toutes les activités mentionnées précédemment sont principalement basées sur l'importance des ressources en eau.

La croissance démographique en plus le développement des secteurs et des activités dans la région a entraîné une augmentation de la demande en eau.

La zone d'étude tire ses besoins de l'eau dirigée vers tous les secteurs des eaux souterraines.

Du point de vue géologique, la région est caractérisée par :

- 1-Des conglomérats et grès du Cénomaniens affleures autour de l'agglomération de Sougueur et un peu au sud.
- 2-Des formations variées d'âge turonien : dolomies, marnes et argilites affleurent au Sud Est de la commune.
- 3-Le long d'Oued Mina et Oued El Farchi nous notons des lambeaux de conglomérats et grès du miocène.

La région a un climat semi-aride, où les précipitations annuelles sont estimées à 375,5 mm, où les précipitations sont volatiles et se chevauchent au cours de l'année, en plus de la température moyenne au cours de l'année est estimée à 15,61C°.

La reconstitution de RFU atteint le maximum (Saturation : 100 mm) en février et ça reste comme ça jusqu'en mars et puis commence à s'épuiser totalement en mai.

L'écoulement débute après le remplissage de la RFU (100 mm), en février 3,6 mm et se termine fin mars 16,4mm.

L'excédent annuel est égal à 20 mm.

Les eaux souterraines sont rechargées de deux manières :

Directement par l'eau de pluie et indirectement par la présence d'échanges d'eau souterraine ou par le drainage.

En étudiant les analyses chimiques de l'eau on peut dire que le sulfate de sodium est le plus répandu dans les puits.

La présence des eaux sulfatées magnésiennes et sulfatées sodiques peut être à l'origine d'un échange de base qui peut se produire entre le Na^+ et le Mg^{2+} .

En général, les eaux de ce faciès sont issues des formations marneuses, argileuses et gréseuses.

En déduire que les eaux a bonne qualités.

L'eau souterraine est le seul approvisionnement en eau potable de la région.

La zone de Sougueur, comme d'autres zones, ses besoins en eau domestique sont en constante augmentation, puisque ses besoins sont estimés à 7,12 Hm³ par an, destinés uniquement à l'eau potable.

L'aménagement de la zone d'étude est étroitement lié au développement et à l'augmentation des ressources en eau en les organisant et en les protégeant des pollutions, en augmentant leur production et en les préservant à moyen et long terme.

Pour affronter et résoudre le problème de l'eau dans la région, nous suggérons les recommandations suivantes :

- Amélioration, entretien et renouvellement du réseau d'adduction d'eau
- Préserver les ressources en eau de la pollution, améliorer la qualité de l'eau et rationaliser son utilisation
- Réduire la surexploitation des ressources en eau
- Réhabilitation des systèmes d'irrigation et réparation des réseaux d'irrigation endommagés
- Gérer les ressources en eau et fournir des services de manière durable, simple et sûre
- Construction de stations d'épuration
- Utiliser des méthodes d'irrigation modernes pour conserver l'eau

- Travaux de creusement de puits et de construction de barrages pour exploiter les eaux de pluie

Enfin, nous espérons que l'étude d'évaluation que nous avons menée pour les ressources en eau de la zone région de Sougueur a fourni une quantité d'informations suffisante qui sera utile à l'avenir pour travailler sur la gestion des ressources en eau et l'avancement et l'avancement de celles-ci.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Achite M ET Meddi M., (2005), Variabilité spatio-temporelle des apports liquide et solide en zone semi-aride. Cas du bassin versant de l'oued Mina (nord-ouest algérien).p56.

AMIARA S., (2013), Modélisation pluie-débit : Outil de prévision des crues le mieux adapté par le modèle hydrologique GR, Université de Tlemcen.p125.

ANRH. (2008) : Extrait de la carte Géologique de Tiaret.

ARARIA N ET KHELIFA K., (2014), Etude Hydrogéologique et Caractéristiques Hydrochimiques des Eaux Souterraines de la Région de Sougueur (Wilaya de Tiaret), Mémoire Master, Université de Tairret.p56.

BOULENOUAR H., (2015), Contribution à l'étude de l'impact des pratiques agroforestières sur le développement durable de la zone rurale d'Oued Lili (W. de Tiaret), Université de Mostaganem.p103.

BOUTOUGA F., (2021), Gestion intégré de la ressource en eau dans la région de Zab de Beskra en Sud-Est Algér.p245.

BOUTOUGA F., (2012), Essai de gestion intégrée de ressource en eau dans la région Zab-EST de Beskra.p192.

DRE : Carte géologique de la zone d'étude.

HALAS W ET BENSEDIK A., (2019), Evaluation de l'état quantitatif des ressources en eau dans la wilaya de Tiaret, Mémoire de Master, Université de Tiaret.p75.

MOUFFOK A., (2008), Etude de révision du PDAU de la commune de Sougueur (Subdivision de la Direction des Ressources en Eau).p15.

RURBAHI A., (2012), Etude complémentaire de protection de sougueur contre les intempéries.p26.

Annexes

**Annexe 01 : L'inventaire des Puits, des Forages et des Sources de notre zone
d'étude.**

- P : Puits.

- F : Forage.

- S : Source.

Notation	X (UTM)	Y (UTM)	Z (m)	Niveau Piézométrique (Décembre2014)	Niveau Piézométrique (Avril 2015)
P1	363 727,30	3 888 417,55	1139	1 127,50	1 127,70
P2	362 578,55	3 887 288,58	1145	1 139,33	1 141,30
P3	362 471,15	3 887 219,34	1145	1 141,30	1 142,60
P4	364 291,17	3 888 202,64	1116	1 113,00	1 114,80
P5	364 495,09	3 888 125,64	1113	1 107,79	1 110,50
P6	364 617,74	3 888 031,37	1113	1 104,00	1 108,75
P7	364 652,11	3 887 959,98	1116	1 112,00	1 113,55
P8	364 991,58	3 887 803,93	1111	1 108,20	1 109,45
P9	370 372,20	3 886 785,64	1196	1 193,70	1 193,35
P10	369 916,24	3 892 064,38	1046	1 041,40	1 042,20
P11	370 012,60	3 892 078,40	1050	1 042,32	1 043,20
P12	370 607,66	3 892 636,85	1036	1 032,75	1 033,50
P13	370 351,05	3 892 917,85	1037	1 033,80	1 035,50
P14	370 346,73	3 892 615,93	1039	1 034,75	1 035,40
P15	369 625,81	3 892 456,81	1045	1 041,28	1 042,00
P16	369 565,10	3 891 930,76	1049	1 046,30	1 047,20
P17	369 602,52	3 891 893,25	1051	1 046,30	1 047,10
P18	369 678,82	3 891 919,88	1053	1 046,60	1 047,30
P19	369 491,69	3 892 104,38	1049	1 045,00	1 045,80
P20	369 401,01	3 892 133,42	1051	1 044,10	1 046,70
P21	369 344,41	3 892 069,52	1050	1 044,40	1 045,90
P22	369 336,07	3 892 017,26	1050	1 044,63	1 045,95
P23	369 435,71	3 891 381,06	1053	1 045,35	1 047,30
P24	369 530,84	3 891 308,82	1056	1 050,85	1 051,50
P25	369 107,89	3 891 111,55	1056	1 046,25	1 047,00
P26	369 343,43	3 891 299,19	1052	1 044,80	1 046,00
P27	369 196,67	3 891 301,31	1052	1 044,60	1 045,80
P28	369 222,55	3 891 340,99	1051	1 044,23	1 045,20
P29	369 543,53	3 891 487,35	1052	1 046,00	1 047,20
P30	369 350,93	3 891 468,56	1052	1 046,93	1 047,10
P31	369 344,86	3 892 100,33	1052	1 045,10	1 046,20
P32	369 467,99	3 892 566,93	1046	1 039,50	1 041,00
P33	369 467,99	3 892 566,93	1056	1 047,40	1 048,00
P34	369 406,43	3 893 036,19	1055	1 052,60	1 053,10
P35	369 252,53	3 893 417,42	1070	1 068,10	1 069,50
P36	368 376,87	3 893 402,37	1107	1 100,00	1 101,40
P37	367 612,63	3 893 912,71	1121	1 120,00	1 121,00
P38	367 180,94	3 893 977,58	1134	1 126,00	1 126,85
P39	366 822,14	3 894 525,18	1134	1 127,00	1 128,60

P40	365 486,99	3 894 908,54	1140	1 128,55	1 129,30
P41	365 308,71	3 894 827,99	1141	1 131,85	1 132,70
P42	365 185,79	3 894 558,65	1136	1 131,40	1 133,10
P43	366 384,91	3 893 869,11	1148	1 134,80	1 135,45
P44	365 288,95	3 894 350,66	1146	1 133,80	1 134,60
P45	365 269,54	3 894 406,41	1144	1 132,45	1 133,20
P46	365 324,27	3 894 513,45	1144	1 132,70	1 133,35
P47	365 085,40	3 894 443,05	1148	1 137,00	1 139,00
P48	365 039,39	3 893 223,48	1099	1 094,80	1 095,80
P49	367 485,90	3 891 994,84	1097	1 094,00	1 095,50
P50	367 277,94	3 891 446,31	1077	1 073,70	1 075,60
P51	368 562,88	3 890 876,01	1062	1 057,35	1 058,20
P52	368 383,38	3 890 715,30	1078	1 075,25	1 076,50
P53	368 125,02	3 889 831,61	1068	1 061,50	1 062,70
P54	368 051,52	3 889 650,88	1067	1 063,16	1 064,60
P55	368 322,82	3 889 508,27	1075	1 070,30	1 071,65
P56	367 923,08	3 888 826,94	1163	1 162,70	1 162,70
P57	364 862,38	3 891 195,44	1113	1 103,00	1 105,30
P58	366 646,67	3 891 714,42	1075	1 072,40	1 074,00
P59	367 283,54	3 889 754,53	1074	1 071,90	1 073,70
P60	367 319,83	3 889 812,55	1110	1 103,50	1 104,10
P61	363 914,12	3 894 953,62	1111	1 107,00	1 107,80
P62	364 045,18	3 894 920,84	1118	1 113,40	1 114,60
P63	364 109,32	3 894 812,02	1114	1 111,85	1 113,40
P64	364 035,70	3 894 794,64	1124	1 119,95	1 121,00
P65	364 349,96	3 894 663,58	1177	1 167,10	1 168,00
P66	363 020,66	3 891 746,95	1141	1 138,00	1 139,20
F1	367 980,15	3 887 704,48	1090	1 088,10	1 089,20
F2	364 093,55	3 889 881,91	1175	1 135,60	1 136,50
F3	363 193,75	3 888 459,48	1137	1 127,85	1 128,20
F4	363 251,22	3 888 409,31	1136	1 128,00	1 130,00
F5	363 890,81	3 887 841,95	1125	1 118,30	1 119,96
F6	365 191,95	3 887 998,16	1112	1 106,40	1 108,00
F7	364 741,09	3 889 172,74	1134	1 125,75	1 127,25
F8	364 376,05	3 889 307,61	1145	1 125,00	1 126,80
F9	365 767,96	3 888 599,74	1102	1 093,90	1 094,60
F10	365 933,35	3 888 313,80	1118	1 096,43	1 097,70
F11	367 494,99	3 886 207,83	1115	1 100,70	1 109,80
F12	370 241,24	3 885 595,03	1239	1 191,47	1 193,50
F13	370 611,13	3 885 962,59	1242	1 190,60	1 192,70
F14	370 665,50	3 886 756,80	1206	1 192,90	1 193,90
F15	370 170,70	3 887 213,74	1167	1 146,55	1 147,20
F16	369 998,23	3 891 958,43	1054	1 042,40	1 044,00
F17	370 094,21	3 893 004,72	1045	1 037,65	1 039,00
F18	369 945,37	3 892 683,31	1045	1 036,80	1 038,00
F19	369 831,27	3 892 490,83	1042	1 039,90	1 041,00
F20	369 717,25	3 892 480,14	1043	1 039,60	1 040,70

F21	369 596,12	3 892 327,82	1047	1 041,55	1 042,60
F22	369 182,35	3 891 711,34	1053	1 046,25	1 047,00
F23	369 277,12	3 891 965,73	1051	1 045,73	1 046,70
F24	369 552,62	3 892 997,10	1053	1 042,00	1 043,10
F25	365 273,82	3 893 503,48	1169	1 150,70	1 151,50
F26	365 409,23	3 893 421,35	1151	1 136,25	1 137,00
F27	365 470,67	3 893 469,74	1150	1 133,95	1 134,80
F28	366 877,85	3 892 808,00	1106	1 081,20	1 082,10
F29	367 316,37	3 892 860,11	1089	1 074,90	1 096,00
F30	367 425,11	3 892 510,32	1085	1 075,00	1 096,60
F31	367 819,75	3 892 328,91	1103	1 092,40	1 093,00
F32	367 468,98	3 891 184,67	1095	1 082,30	1 083,20
F33	367 539,29	3 891 146,67	1095	1 085,00	1 087,00
F34	367 827,43	3 891 120,89	1091	1 083,70	1 085,20
F35	368 035,79	3 890 483,08	1079	1 071,25	1 073,00
F36	367 810,36	3 888 387,94	1079	1 066,90	1 070,20
F37	368 118,68	3 888 525,19	1081	1 072,00	1 074,00
F38	368 438,77	3 890 172,17	1076	1 071,95	1 074,00
F39	368 296,10	3 888 017,27	1095	1 062,55	1 066,90
F40	367 244,27	3 886 032,78	1118	1 095,70	1 102,45
F41	366 577,40	3 886 316,80	1127	1 102,15	1 109,00
F42	366 397,48	3 886 652,24	1128	1 103,00	1 109,50
F43	365 716,51	3 891 620,31	1126	1 113,00	1 115,65
F44	365 975,32	3 891 665,78	1126	1 097,80	1 100,80
F45	366 295,91	3 891 953,77	1111	1 080,85	1 081,20
F46	367 061,83	3 891 033,48	1096	1 096,00	1 096,00
F47	367 443,78	3 889 980,21	1076	1 056,25	1 057,00
F48	367 600,05	3 889 068,91	1114	1 106,75	1 107,60
F49	366 716,59	3 888 724,41	1100	1 086,20	1 088,00
F50	366 902,68	3 890 018,95	1093	1 076,90	1 077,60
F51	367 552,58	3 890 151,18	1084	1 077,40	1 078,30
F52	367 002,16	3 891 795,47	1097	1 090,80	1 091,00
F53	366 080,07	3 892 246,62	1105	1 102,30	1 103,80
F54	365 973,97	3 892 429,99	1124	1 091,80	1 092,20
F55	364 517,96	3 894 731,94	1124	1 117,60	1 118,60
F56	369 456,85	3 893 374,41	1054	1 047,40	1 048,30
S1	370509,07	3885021,16	1273	1273	1273
S2	370106,86	3891593,27	1088	1088	1088
S3	371587,15	3889618,60	1130	1130	1130
S4	368969,86	3887514,49	1123	1123	1123
S5	369791,26	3887237,67	1170	1170	1170
S6	368155,21	3886509,44	1131	1131	1131
S7	367443,52	3893767,27	1102	1102	1102
S8	364620,13	3887852,61	1122	1122	1122
S9	368656,05	3893287,39	1062	1062	1062

Source: (ARARIA et KHELIFA, 2014).