

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de
l'Univers Département Sciences de la Terre et de l'Univers.



MEMOIRE

Présenté par

ZEKRAOUI Fatima Zohra & NASSOUR Soulef

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Hydrogéologie

Thème :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA QUALITE PYSICO-
CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE LA SOURCE D'AIN EL HOUTZ
(TLEMEN, OUEST ALGERIEN).**

Soutenu le : 29 / 09 /2022, devant le jury composé de :

Président	M. BENCHOUK	Mustafa	M.A.A	Université de Tlemcen.
Encadrant	M ^m c DJELLAD	Rahima	M.C.A	Université de Tlemcen.
Examineur	M ^m c GUETTAIA	Sabrina	M.A.A	Université de Tlemcen.

Année universitaire 2021-2022

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions le bon Dieu, tous puissant, de nous avoir donné la santé, la patience et courage pour accomplir ce travail.

Je voudrais tout d'abord adresser tout ma gratitude à mon encadreur de ce mémoire. M^{me} DJELLAD Rahima pour sa patience, sa disponibilité, et surtout ses judicieux conseils.

*Nous remercions vivement **M^{me} GUETTAIA Sabine** et **M. BENCHOUK M** pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury.*

En fin, je tiens à témoigner toute ma gratitude des ingénieurs du laboratoire d'analyse de l'A.D.E/unité de Tlemcen pour leur confiance et leur support inestimable.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma famille généreuse surtout :

Mes très chers parents qui m'ont toujours encouragé.

A mes frères et mes sœurs

A mes amies et mes camarades

A tous ceux qui m'ont soutenu de

Près ou de loin.

Fatima Zohra

Remerciement

Avant tout, mes remerciements à Dieu ALLAH Le Tout Puissant qui m'a donné le courage, la patience et la santé et qui m'a aidé à réaliser ce travail.

Ont d'abord, on adresse nos remerciements à nos professeur, M^{me}

DJELLAD Rahima *et* M^{me} **GUETTAIA Sabrina** et tous les enseignants,

qu'ils nous a beaucoup aidé dans notre travaille et d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences.

Leurs écoutes et leurs conseils seront fort précieuses pour la réalisation de nos projets à venir.

On tient à remercier vivement tous les ingénieurs et les employeurs de station de distribution d'eau (ADE) et hydraulique que l'on a visités, pour leur accueil, leur esprit d'équipe, le temps passé ensemble et le partage de leur expertise au quotidien. Pour nous donner des informations qui peut nos aide a avoir du l'expérience.

Enfin, nous tenons à remercier tous les amis qui nous ont soutenus lors de la rédaction de ce mémoire.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a :

*A mes chères parents qui sans eux je n'aurai jamais
pu arrive jusqu'ici ; ils m'ont soutenu tout au long de ce
parcours, et leur soutien et leur compréhension ont été solides
tout au long de mes années d'études.*

A mes chers frères .

A ma chère famille

Mes amis avec qui j'ai partagé le meilleur parcours académique.

ملخص

المساهمة في دراسة تطور الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتيريولوجية للمياه منبع عين الحوت (تلمسان. غرب الجزائر).

نقوم بدراسة منبع عين الحوت التابع لبلدية شتوان ولاية تلمسان فهو يحمل نفس اسم المنطقة يصنف هذا المنبع إلى منبع كارستيكي يتدفق معدل 13.8ل/ثا. سجل تغيرات كبيرة في التدفق نوعية مياه المنبع بيكاربونات الكالسيوم ومغنيزيوم

نسبة التمدن متغيرة وهي مرتبطة بالأمطار يرجع سبب إلى مياه العين الغير الصالحة للشرب إلى النترا التي وصلت إلى 170مغ/ل حسب التحاليل الفيزيائية والكيميائية باستثناء توارخ قليلة كما إن التحليل البكتيريولوجي اللذي تم إجراؤه 2022/06/01 في مخبر الموارد المائية تلمسان إن المنبع يتجاوز المعايير المسموح بها عند درجة الحرارة 37 درجة مئوية.

لدراسة تصنيف المياه حسب المخططات التالية:

- صنف مخطط PIPER مياه منطقة الدراسة إلى عائلتين
 - + بيكاربونات و كبريتات الكالسيوم والمغنيزيوم .
 - + بيكاربونات الكالسيوم والمغنيزيوم وهي السائدة.
- مخطط RIVERSIDE أن مياه منبع عين الحوت مصنفة في فئتين:

- S1 - C3 (جودة مقبولة)
- S1 - C2 (نوعية جيدة للري)

وفقاً لـ WILCOX ، ينقسم المنبع إلى فئتين: ممتازة وجيدة؛ على حسب اغلبيية النقط اللتي تم تحليلها .

- حسب التصنيف البكتيريولوجي تبين ان مياه منبع عين الحوت غير صالحة للشرب باستثناء اعوام قليلة حسب مخبر التحاليل للموارد المائية تلمسان.

● الكلمات الأساسية:

المنبع؛ عين الحوت؛ التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتيريولوجي؛ كارست ، ري، صالح للشرب.

RESUME :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE LA SOURCE DE AIN EL HOUTZ

(TLEMCCEN, OUEST ALGERIEN).

Nous étudions la source d'Ain El Houtz, située dans la commune de Chetouane, wilaya de Tlemcen. Elle porte le même nom de la région. On classe cette source dans une source karstique, avec une moyenne de 13,8 L/s. Des changements importants dans ont été enregistrés La qualité de l'eau de source est le bicarbonate de calcium et de magnésium.

Le taux d'urbanisation est variable et il est lié à la pluie. La raison est due à l'eau non potable de l'œil due au nitrate, qui atteint 170 mg/l, selon les analyses physico-chimiques, à l'exception de quelques dates, et l'analyse bactériologique qui a été réalisée le 01/06/2022 au Laboratoire des Ressources en Eau de Tlemcen que la source dépasse les normes Autorisées à une température de 37 degrés Celsius.

Étudier la classification de l'eau selon les:

- Classer le schéma PIPER des eaux de la zone d'étude en deux familles

✚ Bicarbonate et sulfate de calcium et de magnésium.

✚ Le bicarbonate de calcium et de magnésium.

Le diagramme RIVERSIDE montre que l'eau de source de l'Ain El Houtz est classée en deux catégories :

- S1 (C3 - qualité acceptable)
- C2-S1 (irrigation de bonne qualité)

Selon WILCOX, l'amont est divisé en deux catégories : excellent et bon ; Selon la majorité des points analysés.

- Selon la classification bactériologique, il a été constaté que l'eau de la source d'Ain El-Hout n'est pas potable, sauf pendant quelques années, selon le choix des analyses pour les ressources en eau, Tlemcen.

- Mots clés:

La Source d' Ain El Houtz, Analyses physiques, chimiques et bactériologiques ; Karst, irrigation, potable.

ABSTRACT:

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE EVOLUTION OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF THE WATERS OF THE AIN EL HOUTZ SPRING

(TLEMCCEN, WEST ALGERIAN)

We are studying the source of Ain El Hout, which belongs to the commune of Chetouane, state of Tlemcen. It bears the same name of the region. This source is classified as a karstic source, with a flow rate of 13.8 L/s. Significant changes in the flow have been recorded. The quality of the spring water is calcium and magnesium bicarbonate.

The rate of urbanization is variable and it is related to rain. The reason is due to the non-drinkable water of the eye due to nitrate, which reaches 170 mg/l, according to physico-chemical analyzes, to the except for a few dates, and the bacteriological analysis which was carried out on 06/01/2022 at the Tlemcen Water Resources Laboratory that the source exceeds the Authorized standards at a temperature of 37 degrees Celsius.

Study the classification of water according to the following schemes:

- Classify the PIPER scheme of the waters of the study area into two families:
 - ✚ Bicarbonate and sulphate of calcium and magnesium.
 - ✚ Calcium and magnesium bicarbonate are predominant.

The RIVERSIDE map shows that Whale Eye spring water is classified into two categories:

- S1 (C3 - acceptable quality)
- C2-S1 (good quality irrigation)

According to WILCOX, upstream is divided into two categories: excellent and good; According to the majority of the points analyzed.

- According to the bacteriological classification, it was found that the water of the source of Ain El-Hout is not drinkable, except for a few years, according to the choice of analyzes for water resources, Tlemcen.
- Key words: Spring Ain El Houtz; physico-chemical and bacteriological ; analyses; Karst, irrigation, drinking.

LISTE DES ABREVIATIONS

P : Précipitations.

A.N.R.H.: Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

T: Température.

ETP : Evapotranspiration Potentielle.

ETR : Evapotranspiration Réelle.

AEP : Alimentation en eau potable.

IRR: irrigation.

BI : Balance Ionique.

Meq/l : Milliéquivalent par litre.

PH : potentiel Hydrogène.

CE: Conductivité électrique.

TH: dureté totale.

°F: degré français.

RS : Résidu Sec.

Ca⁺² : Ion Calcium.

Na⁺ : Ion Sodium.

K⁺ : Ion potassium.

Cl⁻ : Ion Chlorure.

NO₃⁻ : Ion Nitrate.

C.M.A : Concentration Maximale Admissible.

Kr : Indice de Kelly's Ratio.

SAR : Sodium Adsorption Ratio.

A.D.E. : Algérienne Des Eaux.

LISTES DES FIGURES

Chapitre I

- Figure I.1:** Situation géographique de la wilaya de Tlemcen.....04
- Figure I.2:** Situation géographique du village d'Ain El Houtz.....05

Chapitre II

- Figure II.1:** Variations des précipitations moyennes annuelles à la station de sikkak(1995-2021).....08
- Figure II.2:** Courbe des précipitations moyennes mensuelles à la station de sikkak08
- Figure II.3:** variation de la précipitation saisonnière de la station de sikkak.....09
- Figure II.4:** Les Courbe des températures moyenne, maximales et minimales de la station de Tlemcen.....10
- Figure II.5:** Diagramme pluvio-thermique de la station de sikkak.....11
- Figure II.6:** Abaque de l'Indice d'aridité annuel de DE Martonne.....12
- Figure II.7:** Climagramme d'Emberger.....14

Chapitre III

- Figure. III .1 :** Situation géographique des Monts de Tlemcen au sens large (*s.l.*).....17
- Figure .III. 2 :** Log litho-stratigraphique synthétique de la région étudiée (d'après Benest et al. 1999, modifié). (Benest M. & Bensalah M., 1999; *in* Bensaoula F.2006) 2006).....18
- Figure III .4:** Coupe géologique simplifiée de la région de Tlemcen (Bensaoula 2007).....21

Chapitre IV

- Figure.IV.1 :** Caractéristiques Hydrogéologiques d'Ain El Houtz.....25
- Figure. IV .2 :** Zones aquifères de Tlemcen (d'après Collignon 1984, in A. Benmoussat2012).....26
- Figure. IV.3 :** Coupe schématique d'Ain El Houtz (HAYANE, 1983).....27

Chapitre V :

Figure .V.1 : Variation de Ph.....	30
Figure. V.2 : Variation de conductivité.....	31
Figure. V.3 : Variation du résidu sec.....	34
Figure. V.4 : Variation de la minéralisation.....	35
Figure. V.5. Variation de calcium.....	38
Figure. V.6. Variation de Magnésium.....	38
Figure. V.7 : Variation de sodium.....	39
Figure. V.8 : Variation de calcium.....	39
Figure. V. 9 : Variation de chlorure.....	40
Figure. V.10 : Variation de bicarbonate.....	40
Figure. IV.11 : Variation de sulfate.....	40
Figure. IV.12 : variation de nitrate.....	42
Figure. IV.13: Diagramme de Piper.....	43
Figure. V.14: Diagramme de Riverside.....	54
Figure. V.15 : Diagramme de wilcox.....	55

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre II

Tableau II.1: Précipitations moyennes annuelles de la station de sekkak (1995-2021).....	07
Tableau II.2: Précipitations moyennes mensuelles de la station sekkak (1995-2021)	08
Tableau II.3: Précipitations moyennes saisonnières de la station sekkak (1995-2021).....	08
Tableau II.4: Températures moyennes, maximales et minimales.....	09
Tableau II.5: Précipitations et températures moyennes mensuelles à la station de Tlemcen (1995-2020).....	10
Tableau II.6 : Indice d'aridité de Martonne concernant la station de sekkak.....	10
Tableau II. 7: Résultats des indices d'aridité mensuels de Martonne.....	12
Tableau II.8: Valeurs des indices mensuels de Moral, à la station de sekkak.....	13

Tableau.II.9: Valeurs des indices mensuels de Moral à la station de sekkak.....	13
Tableau II. 10: le résultant d'indice mensuel de moral à la station de sekkak.....	13
Tableau II. 11 : Indice d'Emberger.....	14

Chapitre V

Tableau V.1 : Relation entre la conductivité et la minéralisation (Tabet Helal M.A).....	31
Tableau V. 2 : Classification des eaux en fonction de la dureté.....	31
Tableau V.3 : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité	35
Tableau V.4: Le tableau suivant résume les valeurs de la minéralisation calculée de la Source étudiée et leur classification.....	35
Tableau V.5 : Classification des eaux, selon le pourcentage en Na.....	44
Tableau. V. 6. : Les pourcentages en sodium des eaux analysées ainsi que leurs classifications.....	45
Tableau. V.7 : valeur du Kr d'eau étudiée.....	48
Tableau V.8 : Classification des eaux destinées à l'irrigation (Servant 1975).....	53
Tableau 9: Les résultats des analyses bactériologiques.....	57

TABLE DES MATIERES

Remerciements.

Dédicaces.

ملخص.

Résumé.

Abstract.

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des abréviations.....	IV
Introduction générale.....	01

CHAPITRE I:ETUDE GEOGRAPHIQUE

I. Etude géographique	04
I.1. Situation géographique générale	04
1.2. Situation géographique de la zone d'étude.....	04

CHAPITRE II : ETUDE CLIMATIQUE

II.1. Introduction	07
II.2. L'étude des paramètres climatologique.....	07
II.2.1 Précipitations	07
1) Précipitations moyennes annuelles	07
2) Précipitations moyennes mensuelles	08
3) Précipitations moyennes saisonnières	08
II.2.2. Température.....	09
➤ Les températures moyennes mensuelles.....	09
II.3.Étude du climat.....	10
A) Méthodes graphiques (méthodes de visualisation)	10
➤ Les courbes pluvio-thermiques	11
B) Indices climatiques	11
B.1. Indice d'aridité annuel de De. Martonne	11
➤ Indice d'aridité mensuel de De. Martonne	11

B.2. Indice de Moral (1964)	12
➤ indice annuel (Ia)	12
➤ indice mensuel (Im)	13
B. 3.Climagramme d'EMBERGER	14
II.4.Bilan hydrologique	15
1) Evapotranspiration et déficit d'écoulement	15
II.4. Conclusion	15

CHAPITRE III : ETUDE GEOLOGIQUE

I. Introduction.....	17
II. Description litho-stratigraphique des Monts de Tlemcen.....	17
A- Le Secondaire.....	18
1. Le Trias.....	18
2. Le Lias et le Dogger.....	18
3. Les argiles de Saida.....	18
4. Les grès de Boumediene.....	19
5. Les calcaires de Zarifet	19
6. Les dolomies de Tlemcen.....	19
7. Les calcaires de Stah	19
8. Les marno- calcaires de Raourai.....	19
9. Les calcaires de Lato.....	19
10. Les Dolomies de Terni.....	19
11. Les marno-calcaires d'Hariga.....	19
12. Marno-calcaires d'Oueld Mimoune	19
❖ Le Crétacé.....	20
- Les argiles de Lamoricière.....	20
- Les grès de Berthelot.....	20
- Les calcaires de Zigyne.....	20
• Le Tertiaire.....	20
❖ L'Eocène.....	20
❖ Le Miocène.....	20
- Inférieur.....	20
- moyen (Serravallien).....	20

-Supérieur (tortonien).....	20
• Le plio-quaternaire.....	20
4. Analyse structurale.....	21
➤ Les principales phases tectoniques	21
1. Phases distensive éocétacé	21
2. Phases atlasique	21
3. Une importante phase de compression N-S avec un paroxysme Miocène probable.....	21
4. Une phase à dominance distensive	22
Conclusion	22

CHAPITRE IV : ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

V.1 Introduction	24
V .2 la lithologie	24
V. 3 Géométrie de l'aquifère.....	24
1) La tectonique.....	24
• Au niveau des massifs	24
• Le contact massif plaine.....	24
2) karstification et fracturation	26
Introduction.....	26
❖ Le karste.....	26
➤ Le karste de surface.....	26
➤ Le karste de profond.....	26
❖ Emergence.....	26
❖ La limite hydrogéologique de la Source d'Ain El Houtz	26
Conclusion	28

CHAPITRE IV : ETUDE HYDROGEOCHIMIQUE

IV.1	Introduction.....	30
IV.2	Balance ionique.....	30
IV.3	Interprétations des paramètres physico-chimiques.....	30
➤	Les paramètres physiques.....	30
➤	Les paramètres chimiques.....	30
	Interprétations et discussions.....	30
➤	Les paramètres physiques.....	30
❖	Le potentiel d'Hydrogène Ph.....	30
❖	La conductivité électrique.....	31
❖	La dureté totale (TH).....	31
❖	Résidu sec.....	34
➤	Les paramètres chimiques.....	38
	❖ Les cations.....	38
	L'ion calcium.....	38
	L'ion magnésium.....	38
	L'ion sodium.....	38
	L'ion potassium	39
	❖ Les anions.....	39
	L'ion chlorure Cl.....	39
	L'ion sulfate.....	40
	L'ion bicarbonate	40
	L'ion nitrate.....	41
IV .4	Classification des eaux.....	42
a.	Diagramme logarithmique de PIPER.....	42
•	Bicarbonatée calcique et magnésienne.....	42
•	Chlorure sulfatée calcique et magnésienne.....	42
b.	Aptitude des eaux destinées à l'irrigation.....	43
➤	Le pourcentage en sodium.....	43
➤	Indice de Kelly's Ratio (Kr).....	48
➤	Diagramme de Riverside.....	52
➤	Diagramme de WILOX.....	55
IV.5	Les analyses bactériologiques.....	56
a-	Résultats des analyses.....	56
b-	Interprétation et discussion.....	56

❖ Les Coliformes totaux et fécaux.....	56
❖ Les Streptocoques fécaux.....	57
❖ Les Clostridium sulfito- réducteurs.....	57
❖ Les Germes totaux.....	57
IV.6 Conclusion.....	58
CONCLUSION GENERALE.....	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	59
ANNEXES.....	63

Introduction générale

L'hydrogéologie peut être définie comme la science qui traite de l'eau souterraine. Cependant, l'eau est une entité : eau des précipitations, eaux de surface, glaces, eaux souterraines participent à un cycle perpétuel. L'hydrogéologie est donc indissociable de l'hydrologie de surface, de la climatologie, de la géologie, de la géographie. De plus, comme toutes les sciences modernes, elle fait appel aux innombrables domaines de la physique, de la chimie et de la biologie. L'eau devenant un enjeu de plus en plus important, l'hydrogéologue moderne est aussi confronté à des problèmes sociaux et politiques. Plus, peut-être, que toute autre science, l'hydrogéologie impose aujourd'hui une approche pluri disciplinaire. La définir précisément est donc un exercice difficile. Où commence et où se termine le monde souterrain de l'hydrogéologue ?

L'eau contenue dans le magma en fait-elle partie ? Les sources chaudes des dorsales sous-marines relèvent-elles de l'hydrogéologie ? Le lecteur comprendra donc que la définition toute simple de « science de l'eau souterraine » est suffisamment vague pour rester la plus précise.

L'eau, source de la vie à l'origine de la formation de la terre est une substance extraordinaire aux propriétés multiples c'est aussi un des clefs avec le ciel et la terre. la valeur de l'eau est inestimable première ressource minérale du monde, sa protection et sa gestion sont indispensables à la survie de l'humanité.

La willaya de Tlemcen est située au Nord-Ouest de l'Algérie, elle est caractérisée par sa richesse en ressources en eaux souterraines et superficielles, par sa variation et sa complexité géologique, et par une très forte sensibilité aux changements climatiques.

Notre travail présente une étude hydrogéologique de la source d'Ain Houtz (Daïra de Chetouane) ces travail s'étale en cinq chapitre :

- ✚ **Etude Géographique:** Localisation la situation géographique de la région.
- ✚ **Etude climatique :** Reconnaissance le type du climat qui caractérise la zone d'étude ainsi que les variations des paramètres climatiques (Température et précipitation)
- ✚ **Etude Géologique :** Description des différentes formations géologiques de la région
- ✚ **Etude Hydrogéologique :** Limitation les formations géologiques qui peuvent être aquifères.
- ✚ **Etude Hydrogéochimique:** Déterminer de la qualité physico-chimique de l'eau bactériologique d'eau, leurs faciès, leur potabilité selon les normes algériennes et indices et des diagrammes. Aussi, voir les différents faciès et familles des points d'eau.

- ✚ Enfin, une conclusion générale qui clôturera le travail.

CHAPITRE I : Etude Géographique

1. Cadre géographique :

La Wilaya de Tlemcen est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, avec une superficie de 9 017,69 km². Le Chef-lieu de la wilaya est située à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

I.1. Situation géographique générale :

La wilaya est située à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger. La wilaya se situe à l'extrémité nord-ouest du pays et occupe l'Oranie occidentale, elle s'étend du littoral au Nord à la steppe au Sud. Elle est délimitée (Fig. I.1) :

- au nord, par la Méditerranée .
- à l'ouest, par le Maroc.
- au sud, par la wilaya de Naâma .
- à l'est, par les wilayas de Sidi-Bel-Abbes et Aïn Témouchent.

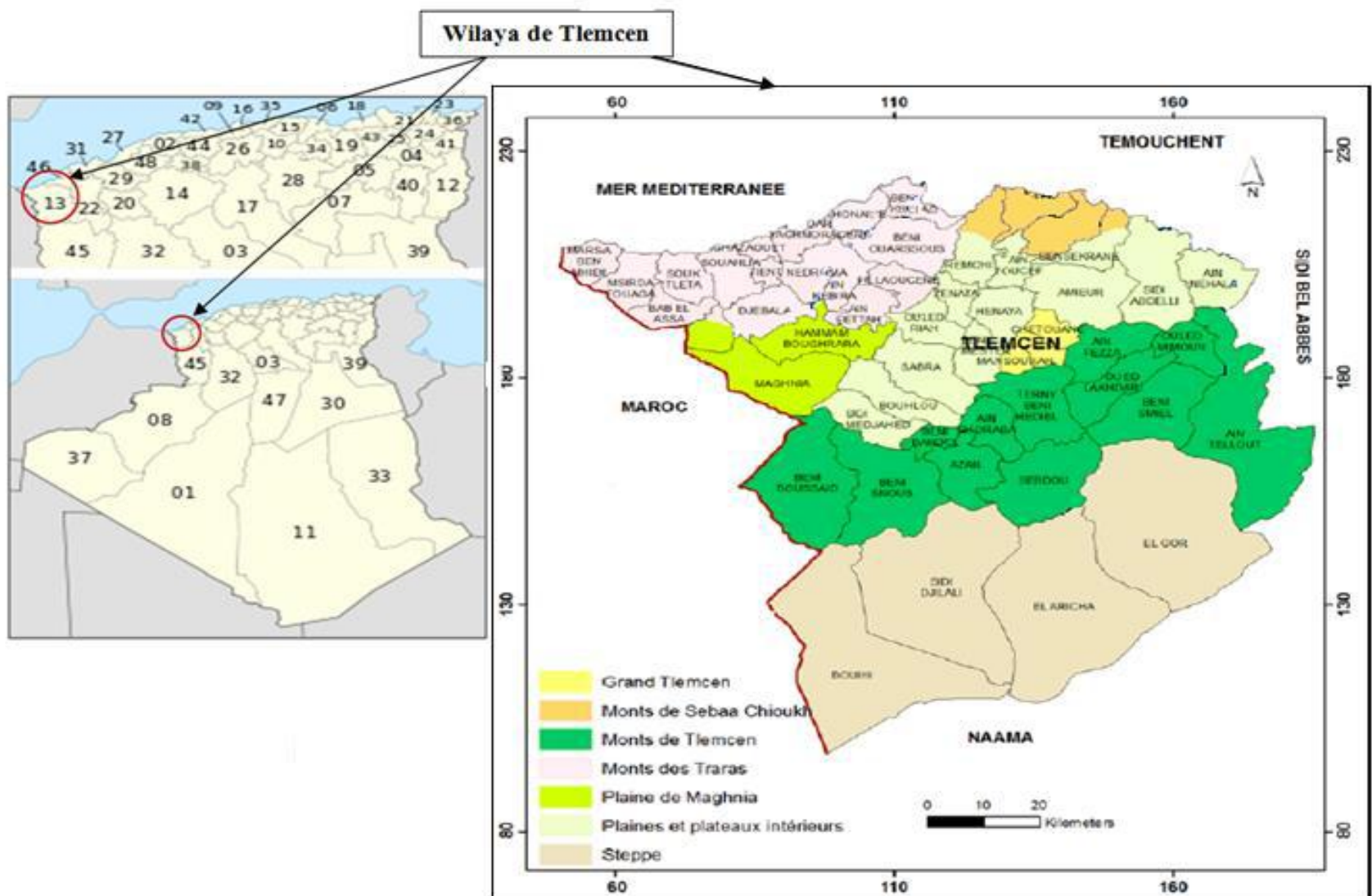


Fig.1 : Situation géographique de la wilaya de Tlemcen Ben moussât (A., 2012 *modifiée*).

1. 2. Situation de la zone d'étude :

La région d'Ain El Houtz fait partie de la wilaya de Tlemcen en particulier la commune de Chetouane, Elle est située à environ 8 km au Nord du chef-lieu de wilaya la ville de Tlemcen Pour arriver à la source d'Ain El Houtz on emprunte la route qui mène au village du même nom en passant par Brea. Cette route suit le court d'un ruisseau dénommé Chaabet el Horra. Le village est en partie perché sur la rive gauche de cette Chaabet. La source se trouve en plein centre de l'agglomération aux coordonnées suivantes, selon la carte d'état-major Tlemcen à l'échelle 1/50.000.

X = 132.750	Y = 189.050	Z = 521 m
-------------	-------------	-----------

La zone étudiée est limitée :

Au Nord et à l'Est, par la vallée d'Oued Sikkak.

A l'Ouest, par Djebel Aïn-El-Houtz.

Au Sud, par Chaabet El Horra.

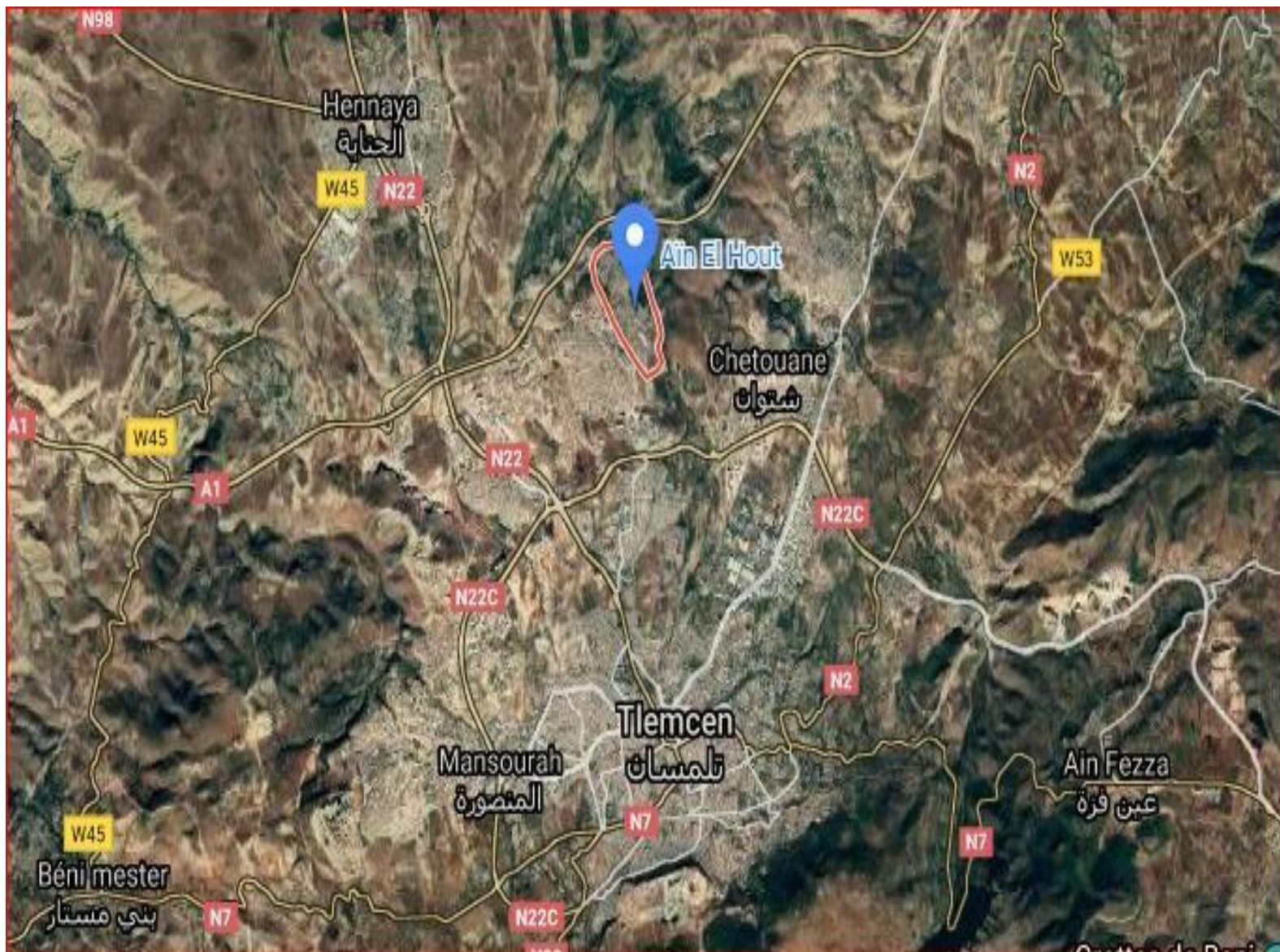


Fig.2 : Situation géographique du village d'Ain El Houtz (google map).

CHAPITRE II : Etude Climatique

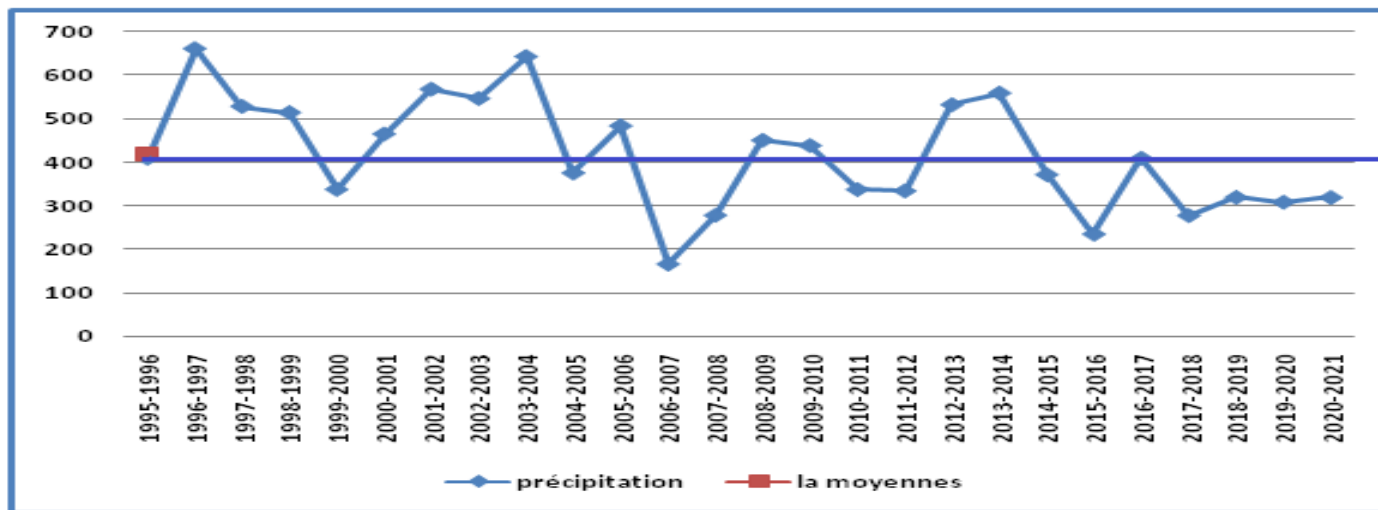


Figure II .1: variation interannuelle de la précipitation de station de sekkak (1995-2021)

II.1.Introduction :

La climatologie est la science par laquelle on cherche à découvrir les régularités des phénomènes atmosphériques observés et à établir les lois qui les gouvernent – soit les répartitions géographiques et saisonnières des températures, des vents, des précipitations, etc.

Tout en sachant que la variabilité reste un aspect essentiel du climat.

L’objectif de ce chapitre est la détermination du type du climat régnant dans la région d’étude.

Pour mener cette étude, nous avons utilisé les données climatiques de la station de Tlemcen Sur la période qui s’étend de 1995 à 2021.

II.2.L’étude des paramètres climatologiques :

II.2.1 .Les précipitations :

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (brume, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression.

Les précipitations constituent l’unique « entrée » des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants.

1) Précipitations moyennes annuelles :

a précipitation annuelle P_a est la somme des précipitations mensuelles (ou journalières) enregistrées à une station pluviométrique (table1).

Tableau. II.1 : Précipitations moyennes annuelles à la station de Sekkak (1995-2021)

Années	P(mm)	Années	P(mm)
1995-1996	409,7	2008-2009	450,6
1996-1997	660,2	2009-2010	438,6
1997-1998	528,2	2010-2011	338
1998-1999	514,1	2011-2012	334,8
1999-2000	338,5	2012-2013	532
2000-2001	465,1	2013-2014	558,6
2001-2002	567,6	2014-2015	372,2
2002-2003	546,3	2015-2016	236
2003-2004	642	2016-2017	409,3
2004-2005	376	2017-2018	278,3
2005-2006	483,8	2018-2019	320,2
2006-2007	167,3	2019-2020	309,07

2007-2008	279	2020-2021	319,6
-----------	-----	-----------	-------

A travers le graphique, on remarque des changements dans les précipitations au cours des années de 1995 à 2020 :

- Le maximum est enregistré en 1996 - 1997 avec 660,2mm.
- Le minimum est enregistré en 2006-2007 avec 167,3mm
- La moyenne annuelle des précipitations est de 418,61mm.

2) Précipitations moyennes mensuelles :

Tableau II. 2 : Précipitations moyennes mensuelles de la station de sekkak (1995-2021)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A
Précipitation (mm)	18,84	39,73	54,87	54,10	69,24	45,98	42,77	45,14	33,73	6,14	3,07	5

Figure II .1: variation interannuelle des précipitation de station de sekkak (1995-2021) .

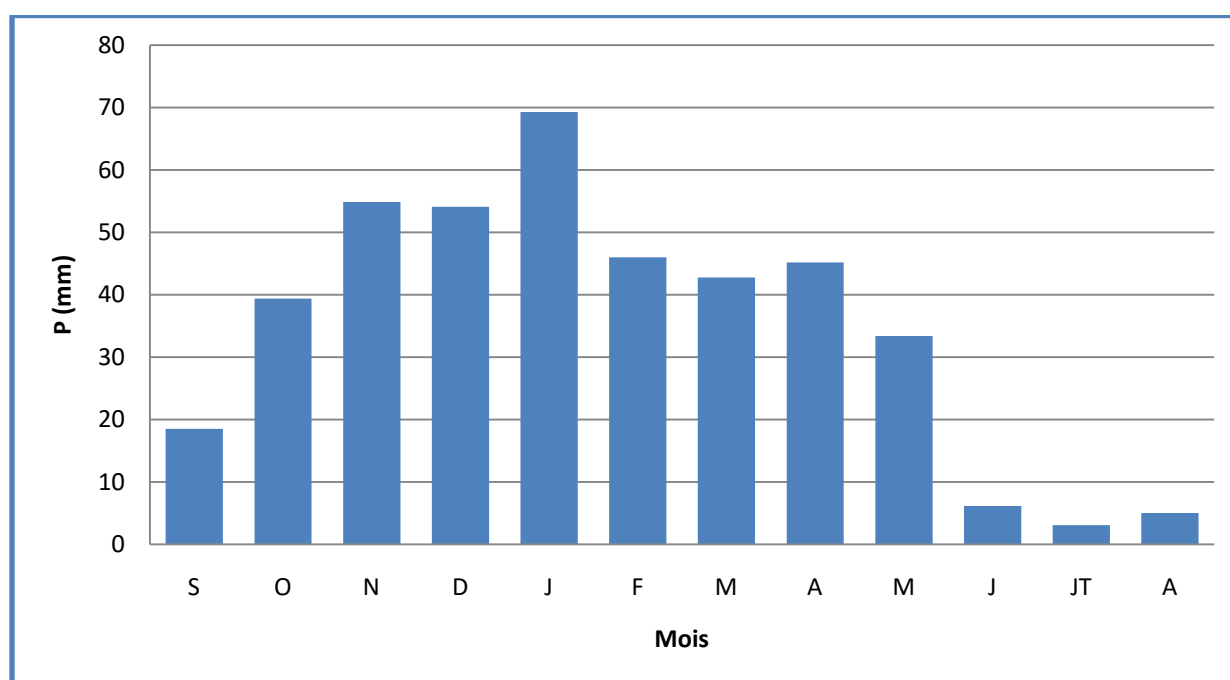


Figure II .2: Courbe des précipitations mensuelles de station de sikkak (1995-2021).

On remarque sur la courbe graphique que le pourcentage de pluie est en quantité significative au mois de janvier, qui s'élevait à 69.24mm, Alors qu'au mois de juillet il est quasi inexistant 3,07 mm.

3) Précipitations moyennes saisonnières :

Les quatre saisons de l'année correspondent à :

- Hiver : Décembre, Janvier , Février
- Printemps : Mars, Avril, Mai .
- Eté : Juin, Juillet, Aout.
- Automne : Septembre, Octobre, Novembre.

Tableau II. 3: valeurs des Précipitations moyennes saisonnières à la station de sekkak(1995-2021).

saison	automne	hiver	printemps	Eté
précipitation	113,44	169,32	121,64	14,21

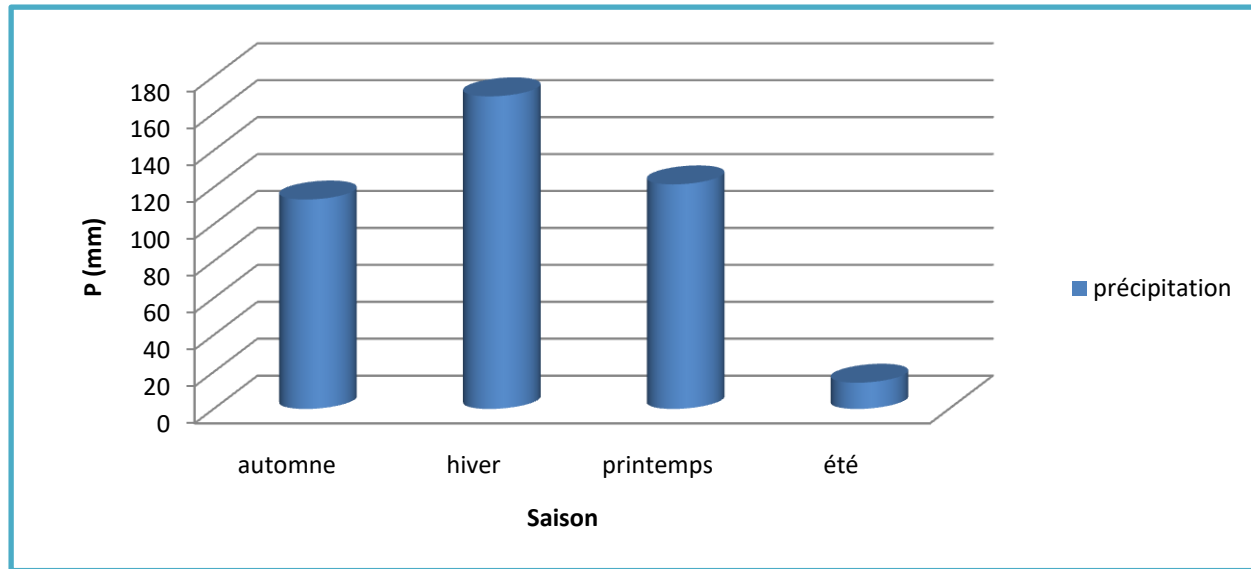


Figure II.3 : Variation de la précipitation saisonnières de station de sekkak.

L'histogramme des précipitations saisonnières nous indique que l’hiver est la saison la plus humide tandis que l’été est la saison la plus sèche.

II.2. 2. Température :

C’est un élément déterminant pour la définition du climat d’une région. C’est aussi un paramètre essentiel pour estimer le déficit d’écoulement. Au niveau du secteur d’étude, seule la station d’Ain El Houtz a fonctionné durant une période assez longue pour y être prise en compte (1995-2021). Le tableau 4 résume les variations mensuelles des minima, des maxima et des moyennes qui y ont été relevées.

1) Les températures moyennes mensuelles :

Les valeurs des températures moyennes maximales et minimales de la station de Tlemcen sont données dans le tableau suivant :

Tableau II.4: Températures moyennes, maximales et minimales.

Mois	S	O	N	D	J	F	MS	A	M	J	JT	AT	moyennes
Tmax(°C)	29,9	25,7	20,7	17,5	16,2	17,2	19,5	21,6	24,7	29	32,8	33,3	24
Tmin(°C)	17,2	13,5	9,6	6,8	5,4	6,41	7,7	9,36	12,2	15,9	18,9	19,8	11,89
Tmoy(°C)	23,6	19,6	15,2	12,1	10,8	11,8	13,6	15,4	18,5	22,5	25,9	26,5	17,9

-Températures moyennes maximales =24(°C).

-Températures moyennes minimales= 11,81(°C).

-Températures moyennes mensuelles =17,9 (°C).

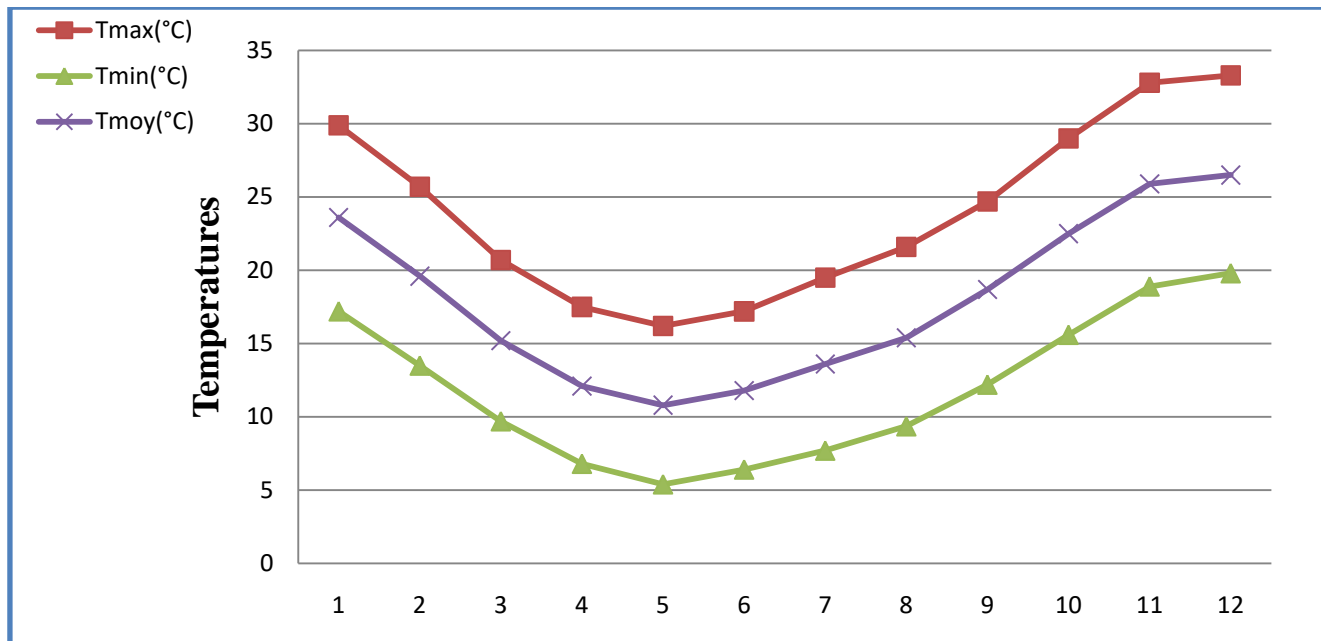


Figure II.4 : les courbe des température des température moyennes ,maximales et minimales de la station de Tlemcen (1995-2021).

-La figure (4), montre que la température moyenne mensuelle atteint son maximum aux mois de Juillet-Août (25,9 et 26.5°C) où la température moyenne maximale est de 32.8 °C à 33.3°C. Son minimum est enregistré au mois de Janvier avec 10.8°C, correspondant à un minimum de 5.4°C.

II.3 .L'étude du climat :

Cette étude s'appuie sur plusieurs indicateurs et méthodes issus des données météorologiques pour déterminer le type de climat de notre zone d'étude, en fonction de la température et des précipitations.

A) Méthode graphique (visualisation) :

➤ **Les courbes pluviométriques :**

Été Il mis au point par f. bagnouls et gausсен. Pour eux la période sèche est celle où le total moyen des précipitations du mois est a inférieur ou égal au double de la température moyenne ($P < 2T$) et vis versa, sur ce principe le diagramme est établis en portant les précipitations et les températures en fonction des mois de l'année, tout en prenant en considération que sur l'échelle des ordonné_

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A
Précipitation (mm)	18,84	39,73	54,87	54,10	69,2	45,98	42,77	45,14	33,7	6,14	3,07	5
Températures(C°)	23,6	19,6	15,2	12,1	10,8	11,8	13,6	15,4	18,5	22,5	25,9	26,5

Tableau. II 5: Précipitations et températures moyennes mensuelles à la station sekkak

La courbe Ombro-thermique de la station de Tlemcen montre que la région est caractérisée par deux périodes climatiques :

- Une période excédentaire : entre la fin du mois de septembre et le début du mois de mai.
- Une période déficitaire : occupant les autres mois de l'année.

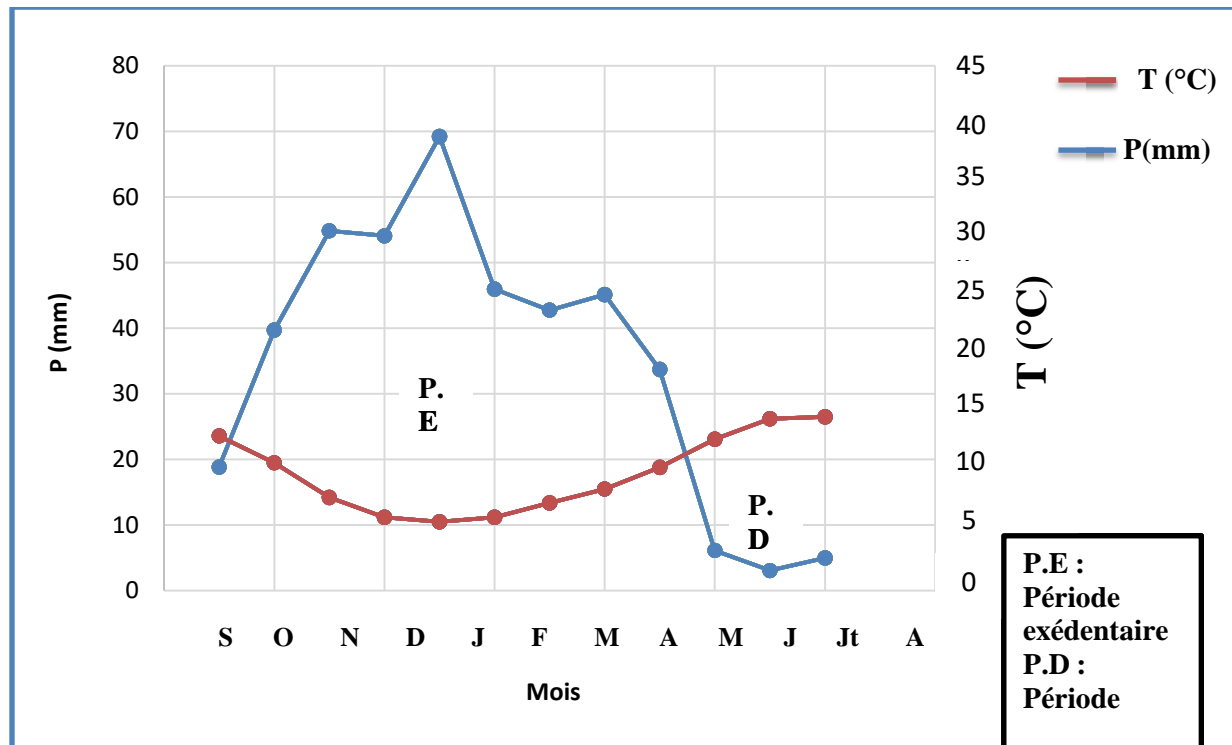


Figure II. 5: Diagramme pluvio-thermique de la station des sekkek (1995-2021).

B. Les indices climatique :

B.1. Indice d'Aridité de Martonne:

En 1923, le géographe "De Martonne" a défini l'indice de l'aridité qui est fonction de deux paramètres climatiques :

La température et la précipitation selon la formule suivante :

➤ **d'Indice aridité annuel De Martonne :**

Donne par la formule suivante :

$$I = P / T + 10$$

I : indice d'aridité annuel.

P : précipitation annuelles (mm).

T : température moyenne annuelle (c°).

MARTONNE propose la classification suivante :

$I < 5$: climat hyperaride.

$5 < I < 7,5$: climat désertique .

$7,5 < I < 10$: climat steppique .

$10 < I < 20$: climat semi-aride.

$20 < I < 30$: climat tempéré.

Tableau II .6 : Indice d'aridité de Martonne concernant la station de sekkak.

Pmoy (mm)	Tmoy(°C)	I(mm /°C)
418,61	17,9	14,87

La valeur calculée de I est comprise entre 10 et 20 et selon l'abaque de Martonne.

Pour la région d'étude : P=418,61mm, T=17.9 C° donc IA=14,87 (type du climat : *semi-aride*)

➤ **Indice d'aridité mensuel :**

Utilisé par les élèves de De Martonne dans le but de préciser les conditions de la semiaridité. Cet indice est donné par la relation suivante :

$$I = \frac{12 P}{T+10}$$

P : Précipitations moyennes mensuelles (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Tableau II.7 : Résultats des indices d'aridité mensuels de Martonne.

Mois	S	O	N	D	J	F	MS	A	M	J	JT	A
I	7,8	15,23	25,19	30,42	40	24,25	22,08	19,32	14,6	2,28	0,77	1,63
Type de régime	ST	S	T	E	E	T	T	S	S	H	H	H

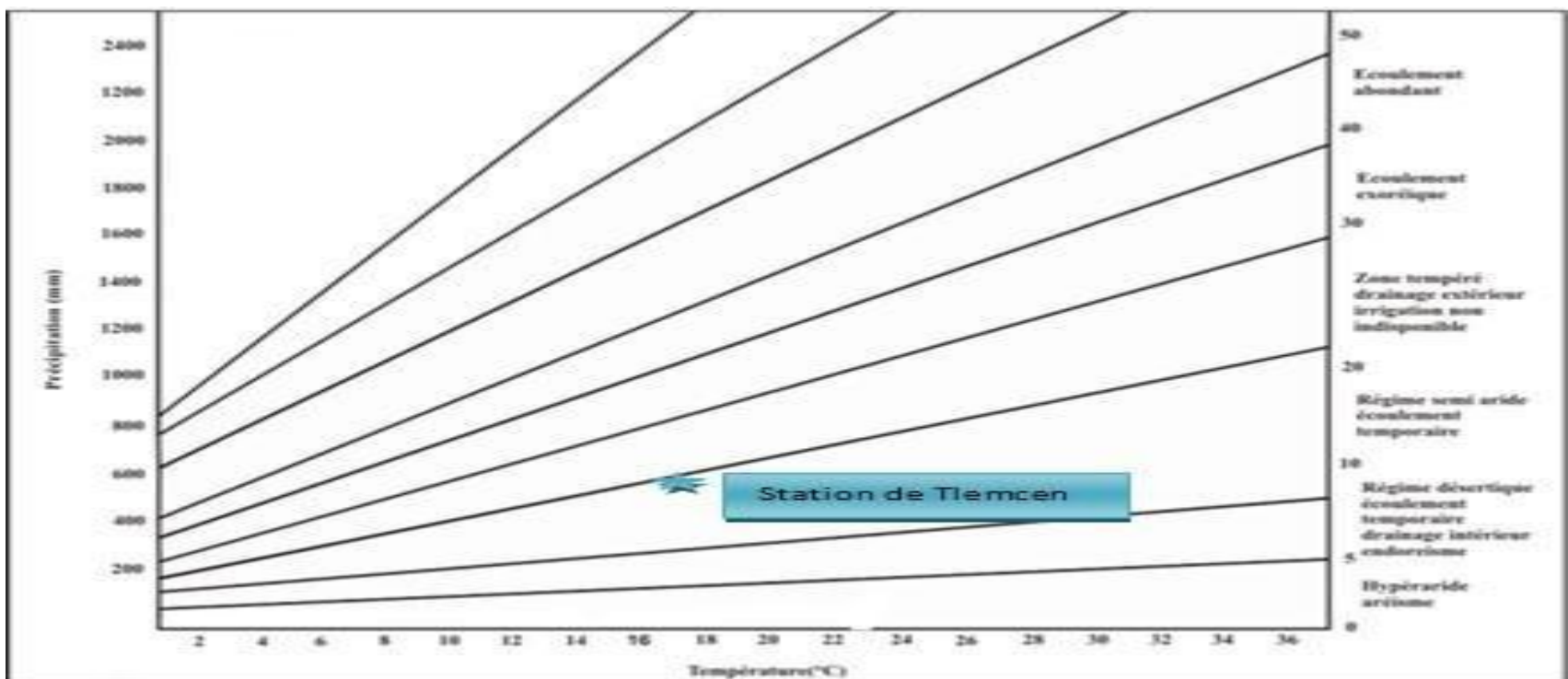


Figure. II.6: Abaque de l'Indice d'aridité annuel de DE Martonne

S : Semi-aride - E : Ecoulement exoréique - T : Tempéré - H : Hyperaride - ST : Steppique.

B.2.Indice de Moral (1964) :

➤ **Indice annuel :**

L'andine de MORAL pluviométrique annuel est donné par la formule suivante :

$$I_a = \frac{p}{T^2 - 10T + 200}$$

Avec :

P : précipitation moyennes annuelles.

T : températures moyennes annuelles

Ia < 1 climat sec

Ia >1 climat humide.

Tableau II .8 : Indice de Moral / station de sekkak .

Station	P moy (mm)	T moy (°C)	Ia
sekkak	418 ,61	17 ,9	1 ,21

Ia = 1,21 donc : le climat est humide.

➤ **Indice mensuel (Im) :**

L'indice de MORAL mensuel est donné par la formule suivant :

$$Im = \frac{P}{0.1 \times T^2 - T + 20}$$

P : Précipitations moyennes mensuelles (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

Tableau II .9 : Valeurs des indices mensuels de Moral

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A
Pmoy (mm)	17,84	39,7 3	54,8 7	54,10	69,24	45,98	42,77	45,14	33,73	6,14	3,07	5
T moy(°C)	23,6	19,6	15,2	12,1	10,8	11,8	13,6	15,4	18,5	22,5	25,9	26,5
Im	0,42	0,96	1,89	2,48	3,32	2	1,74	1,44	0,97	0,12	0,03	0,07

Il ya quarte types de mois signalés par Moral sont :

- ❖ **Mois pluvieux** : $P > 0,1 T^2 + T + 30$
- ❖ **Mois humide** : $0,1 T^2 + T + 30 > P > 0,1 T^2 - T + 20$
- ❖ **Mois aride** : $P < 0,05 T^2 - T + 10$.
- ❖ **Mois sec** : $0,1 T^2 - T + 20 > P > 0,05 T^2 - T + 10$

Tableau II .10: le résultant d'indice mensuel de moral à la station de sekkak.

Mois	S	O	N	D	J	F	MS	A	M	J	JT	A
P moy	21,93	37,59	52,91	56,04	69,35	44,43	43,44	40,91	34,9	6,1	2,33	4,98
T moy (°C)	23,6	19,6	15,2	12,1	10,8	11,8	13,6	15,4	18,5	22,5	25,9	26,5
0,1 T² + T + 30	109,2	88,01	68,30	56,74	52,46	55,72	62,09	69,11	82,54	103,1	122,98	126,72
0,1T² -T + 20	52,09	38,81	27,90	22,54	20,86	22,12	24,89	28,31	23,72	48,12	61,18	63,72
0,05 T² -T + 10	14,24	9,60	6,35	5,22	5,03	6,16	5,64	6,45	8,61	12,81	17,64	18,61
Type	S	H	P	P	P	H	H	H	H	A	A	A

3. Climagramme d'EMBERGER :

Il est déterminé à partir de la formule suivant :

$$Q_s = \frac{P \times 1000}{\left(\frac{M + m}{2}\right) (M - m)}$$

P : Précipitations moyennes annuelles (mm).

M: Moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud en °K .

m: moyenne des minimas des températures du mois le plus froid en °K;

Q2 : Quotient pluvio-thermique d'Emberger.

Avec : **K= T (°C) + 273**.

Tableau I1.11 : Indice d'Emberger.

Station	P moy (mm)	M (°K)	m (°K)	Q2
Sekkak	418 ,61	306 ,3	278 ,4	50 ,86

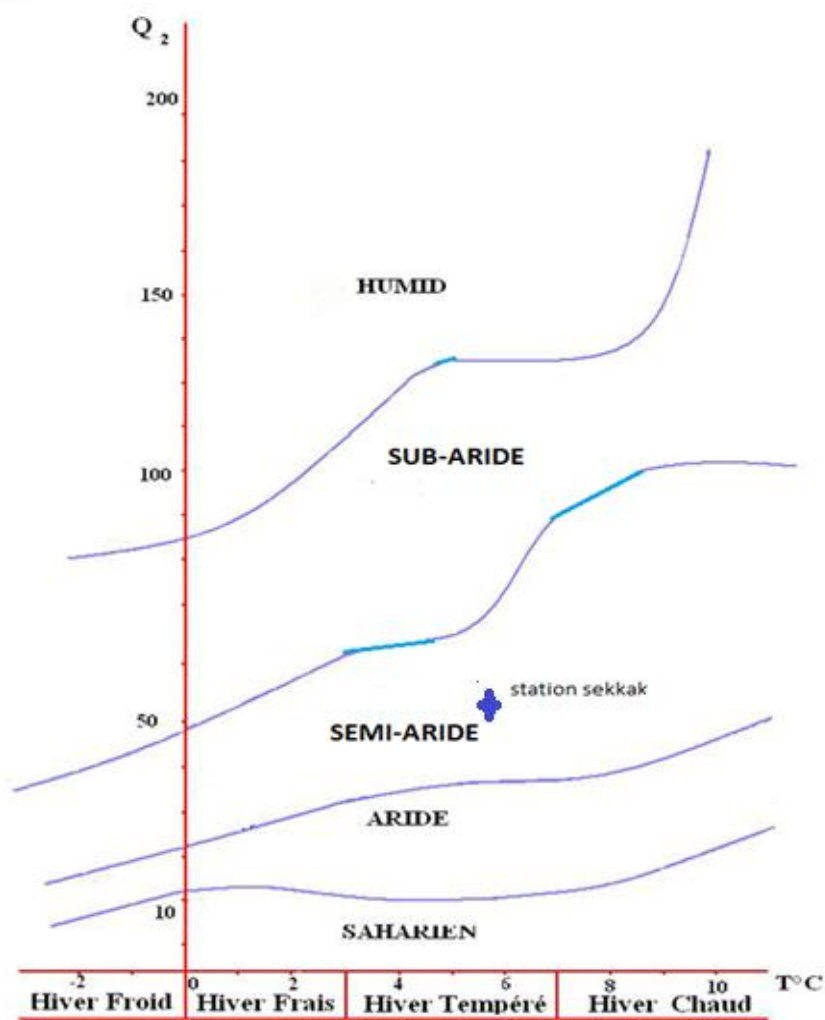


Figure II.7: Climagramme d'Emerger.

II.4. Bilan hydrologique :**➤ Evapotranspiration et déficit d'écoulement :**

- **Evapotranspiration** : c'est la quantité d'eau qui s'évapore du sol, et de la transpiration des végétaux. On distingue deux types d'évapotranspiration :
- **L'évapotranspiration réelle (ETR)** : c'est la quantité d'eau retirée du sol en raison du processus d'évaporation et de transpiration des plantes.
- **L'évapotranspiration potentielle (ETP)** : d'évaporation d'un sol est défini comme la quantité d'évaporation qui pourrait se produire en cas d'approvisionnement en eau suffisant.

CHAPITRE III : Etude Géologique

I. Cadre géologique général du secteur d'étude :

Les Monts de Tlemcen sont limitées :

- Au Nord, par les plaines de Maghnia, d'Hennaya, de Sidi Bel Abbès, et par les plateaux de Zenata, et de Sidi Abdelli ;
- Au Sud, par les hautes plaines oranaises;
- A l'Ouest, par le moyen atlas marocain;
- A l'Est, par les Monts de Daïa.

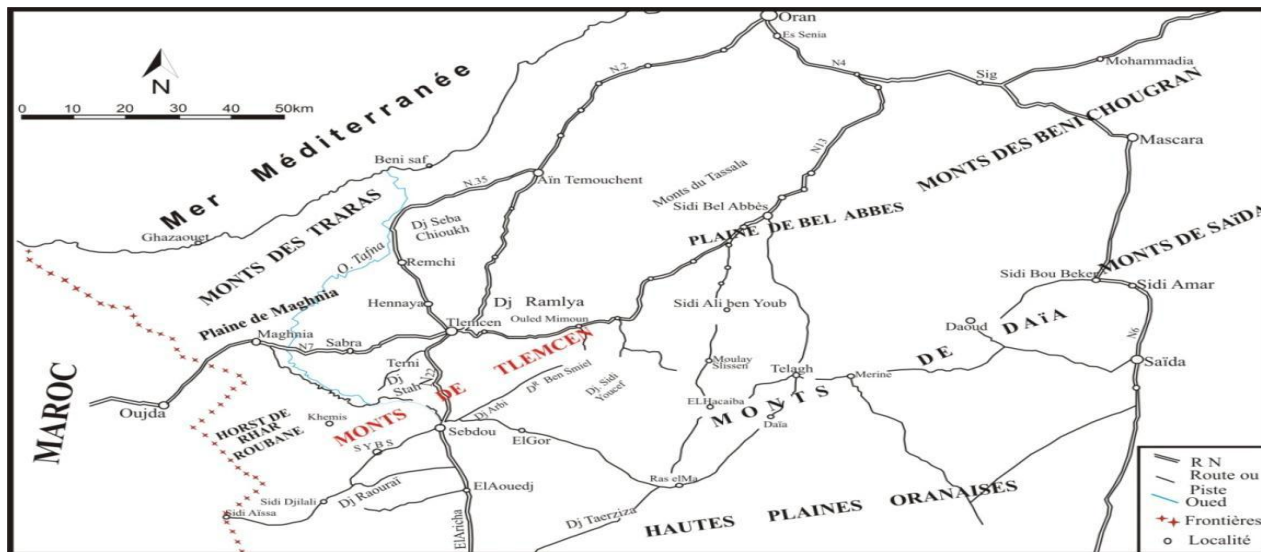


Figure III .1 : Situation géographique des Monts de Tlemcen au sens large (s.l.).

II. Description litho-stratigraphique des Monts de Tlemcen :

La succession litho-stratigraphique de la figure 3ci-dessous, montre la série des formations des Monts de Tlemcen, Les calcaires et dolomies du Kimméridgien et du Tithonien forment plus de 80% des parties sommitales des plateaux.

Au Sud et au Nord ces formations sont masquées par une sédimentation tertiaire épaisse, représentée par des dépôts fluviatiles éocènes sur le revers sud et par des marnes miocènes et des dépôts continentaux du Plio- Quaternaire, au Nord.

Notons que ces formations présentent un changement de faciès latéral, une variation d'épaisseur ainsi qu'une dolomitisation très irrégulière, à travers les Monts de Tlemcen (d'après les travaux de Benest M., Collignon B. et nos propres relevés). La description des formations qui suit est principalement inspirée des travaux de Benest M. (1985).

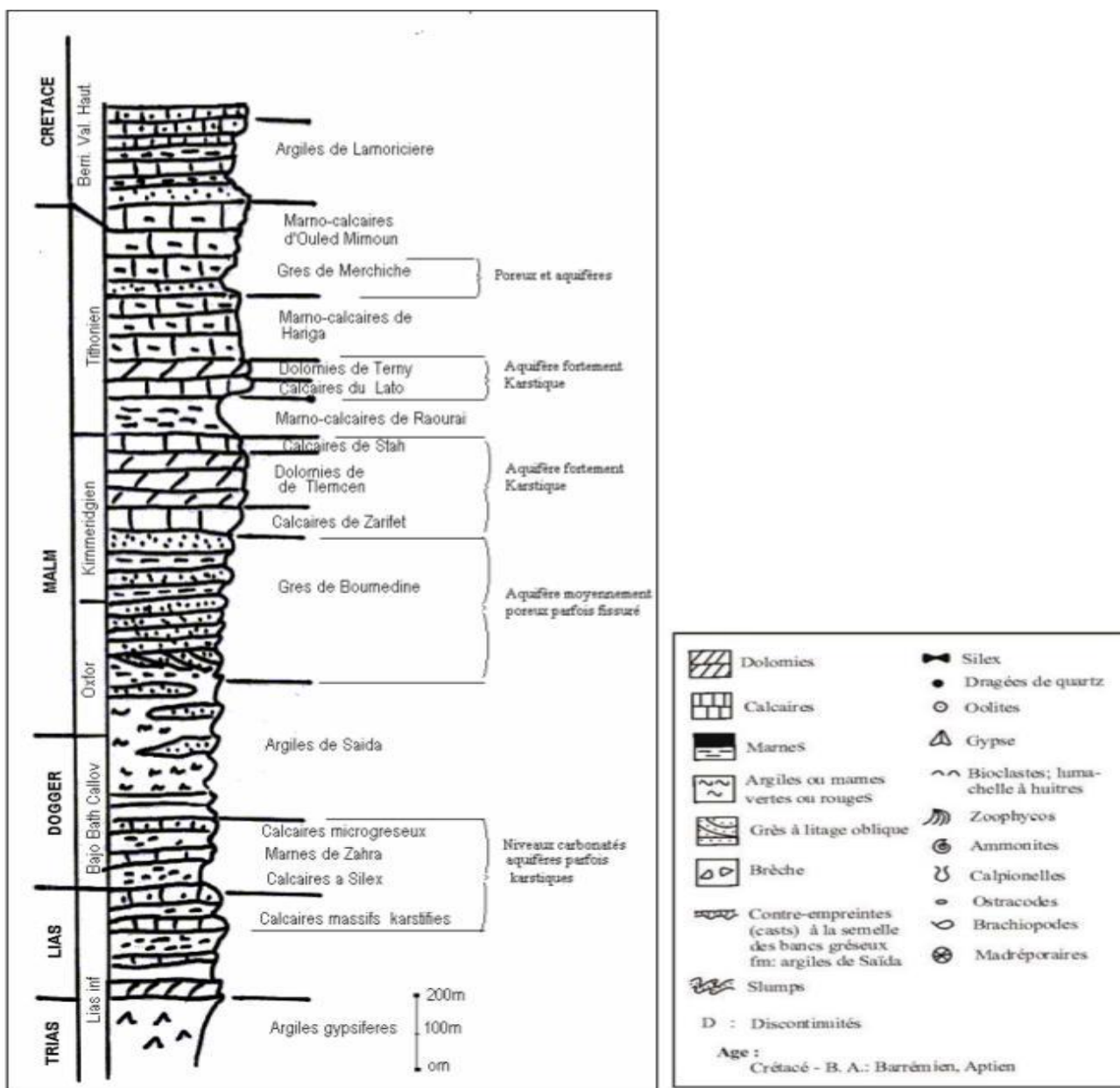


Figure III. 2 : Log litho-stratigraphique synthétique de la région étudiée (d’après Benest et al. 1999, modifié). (Benest M. & Bensalah M., 1999; in Bensaoula F., 2006).

• **Le secondaire**

Il forme l’ossature de la région étudiée, on distingue de la base vers le sommet :

1. Le TRIAS:

Il est constitué par des argiles rouges-violacées, emballant des niveaux de gypse fibreux. On peut le voir clairement à Ain Tellout, l’anticlinal du Hassi Zerga et Djebel El Arbi (Auclair D. et Biehler J., 1967).

2. LE LIAS ET LE DOGGER :

Les terrains carbonatés du Lias et du Dogger sont visibles qu’à la faveur des horsts de GharRoubane et du Djebel Tenouchefi. Le Lias inférieur et moyen correspondent à des calcaires massifs de plus de 200m d’épaisseur (Benest M. et al , 1978) . d’épaisseur. Ces calcaires massifs et karstifiés sont connus par les filons de Blende et de galène exploités jadis au pied sud-ouest du Koudiat Er Ressass. Au cours du Lias moyen se déposent d’abord la formation des calcaires à Silex entrecoupés de passées marneuses, ensuite vient une série renfermant plusieurs niveaux à ammonites du Toarcien moyen au Dogger.

3. Les argiles de Saida :

Elles constituent la base du Jurassique et apparaissent dans la région de Sabra plus près du Barrage Beni-Bahdel Représentées par des dépôts argileux et marneux à passées gréseuses, Elles sont d’âge Callovo-Oxfordien. cette formation peut atteindre 300 à 500m d’épaisseur. (Bensaoula F., 2006).

4. Les grès de Boumédiène :

D'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur. Ces grès affleurent sur une grande partie du bassin versant surtout à la forêt de Zarifet. Ils se présentent en bancs bruns, ferrugineux en surface, à élément fins à moyens, à ciment calcaire et quartzeux. Ils sont de couleur blanche, roussâtre à la cassure (Ablaoui H., 2013).

5. LES CALCAIRES DE ZARIFET :

D'âge Kimméridgien supérieur. Surmontant les grès de Boumediène, il s'agit des calcaires. Blues à géodes M. Benest (1972) les désigne sous ce nom, car ils sont particulièrement bien exposés au col de Zarifet et des bancs calcaires de position intermédiaire entre les grès de "Boumédiène" et les dolomies qui forment les falaises des environs de Tlemcen. L'épaisseur de la formation peut atteindre 25 m au col de Zarifet (Ablaoui H., 2013).

6. Les dolomies de Tlemcen :

Les dolomies de Tlemcen sont d'âge Kimméridgien supérieur. Elle apparaît le plus souvent en falaises, elle est constituée par un ensemble de dolomies grises, microcristallines, gréseuse, à veines de calcite. Ces dolomies constituent les grands escarpements qui enserrant les reliefs montagneux, elles donnent des reliefs ruiniformes dans lesquels la stratification est difficilement reconnaissable.

7. LES CALCAIRES DE STAH :

Ils sont définis par M. Benest en 1972 comme des micrites en bancs épais épargnés dolomitisation à patine gris clair.

Elle correspond à des calcaires massifs à dominante micritiques pratiquement dépourvues de passées marneuses (coupe type Dj. Stah 65 m).

En revanche dans d'autres secteurs cette formation admet des intercalations marneuses.

8. Les marno-calcaires de Raourai ;

D'âge Tithonique inférieur, ce sont des marnes grises, blanchâtres en surface, où s'intercalent de nombreux lits et bancs de calcaires marneux durs. Cette formation est limitée à sa base par les calcaires de Stah et à son sommet par les calcaires du Lato ou par les premières assises des dolomies de Terni. Leur puissance est de l'ordre de 100 m. Cette formation affleure particulièrement sur le plateau de Terni, dans le Djebel Lato et à l'Est de Aïn Fezza (Ablaoui H, 2013).

9. Les calcaires de Lato :

Ce sont des calcaires massifs en bancs épais terminés par des laminites sombres calcaire-argileuses. Leur épaisseur est d'environ 50m au Djebel Lato (Benest M., 1982).

10. LES DOLOMIES DE TERNY :

D'aspect très massifs, les différenciant des dolomies de Tlemcen, leur épaisseur est d'environ 50 mètres dans la zone de Sebdou et de 100m au plateau de Terny. Elles correspondent à des dolomies parfois vacuolaires avec de nombreuses stratifications obliques et un aspect très massif qui permet de les distinguer des dolomies de Tlemcen. Doumergue (1910) les a rangées dans le Kimméridgien supérieur, Benest (1982) leur donne un âge Tithonique supérieur.

11. Les marno-calcaires d'Hariga :

D'âge Tithonique moyen, c'est une alternance de calcaires et de marnes, plus ou moins tendres, constituée de micrites bien litées à patine gris clair. Elles sont bien représentées au Djebel Hariga avec une épaisseur de 165 m.

12. Les marno-calcaires d'Ouled Mimoun :

D'âge Tithonique supérieur à Berriasien basal, cette formation est composée essentiellement de grès et d'argiles à la base (grès de Merchich) puis d'une alternance de calcaires et de marnes. La limite inférieure de cette formation correspond à l'apparition des grès de Merchichs sur les rebords Sud du plateau de Terny. Elle marque la limite

inférieure de cette formation, tandis que la limite supérieure est matérialisée par le toit d'une corniche de calcaires, souvent biodétritiques, avec des stratifications obliques. Ces bancs Marno- Calcaires peuvent atteindre 500 m à 700 m d'épaisseur (Ouled Mimoun).

❖ **Le Crétacé :**

Il est représenté par la série du Crétacé inférieur. Nous distinguons de bas en haut :

- **Les argiles de Lamoricière :** D'âge Berriasien moyen- Valanginien, c'est une formation argilo-gréseuse, nettement calcaire au sommet qui affleure au niveau de Hassi Zerga.
- **Les grès de Berthelot :** D'âge Hauterivien, ces grès sont caractérisés par une récurrence de la smectite mais surtout par la présence du chlorite (10 m à 15 m). La base, riche en stratifications obliques, est marquée par un banc de dolomie pulvérulente.
- **Les calcaires de Zigyne :** D'âge Barrémien – Aptien, cette formation représente la transition entre le crétacé et l'Eocène (M.Benest & F.Bensaoula, 1994)

• **Le Tertiaire :**

Représenté par des dépôts essentiellement marins. Nous distinguons de bas en haut les formations ci-dessous :

❖ **L'ÉOCÈNE :**

C'est un ensemble gréseux avec passage de bancs en poudingues. Il affleure sur une très faible surface, il est constitué de grès siliceux jaunes à rougeâtres, assez friables, à ciment argileux, alternant avec des marnes argileuses verdâtres, (d'une puissance de 100 m à 150 m) (Benest M. et Bensaoula F., 1994).

❖ **LE MIOCÈNE :**

○ **Inférieur**

La partie supérieure est constituée par des argiles marneuses, de teinte verdâtre, dans lesquelles s'intercalent des bancs décimétriques de grès ferrugineux friables formant un ensemble pouvant dépasser 100 m d'épaisseur (Benest M. et Bensaoula F., 1994).

○ **Moyen : (Serravallien) :**

Reposant souvent en discordance sur le Miocène inférieur, il est déformé et partiellement érodé. Il est constitué par une épaisse série de marnes grises ou bleutées, qui par altération deviennent ocres. Au sein de cette série, pouvant atteindre 300 m d'épaisseur dans la vallée de l'Oued Isser, s'intercalent de nombreux bancs décimétriques de grès jaunes, plus fréquents au sommet.

○ **supérieur(Tortonien) :**

Il est représenté par des grès durs de couleur jaune d'or ou citron avec, parfois endroit, de minces passées marneuses, peu consolidées, atteignant 20 à 30 m d'épaisseur (Hayane SM, 1983).

• **Le Plio-Quaternaire :**

Il s'agit d'une série complexe de dépôts discontinus, formés d'éléments hétérométriques et hétérogènes. On y rencontre les faciès suivants :

-Des travertins villafranchiens, fortement consolidés, situés en bordures des Monts de Tlemcen et des calcaires lacustres.

-Un complexe de sédiments plio-villafranchiens, dont la bordure constituée de massifs secondaires,

-Des marnes, avec peu ou pas de galets.

-Des anciennes alluvions, allant des marnes alluvionnaires verdâtres aux galets, en passant par des limons et des graviers (Benest M. et Bensaoula F., 1994).

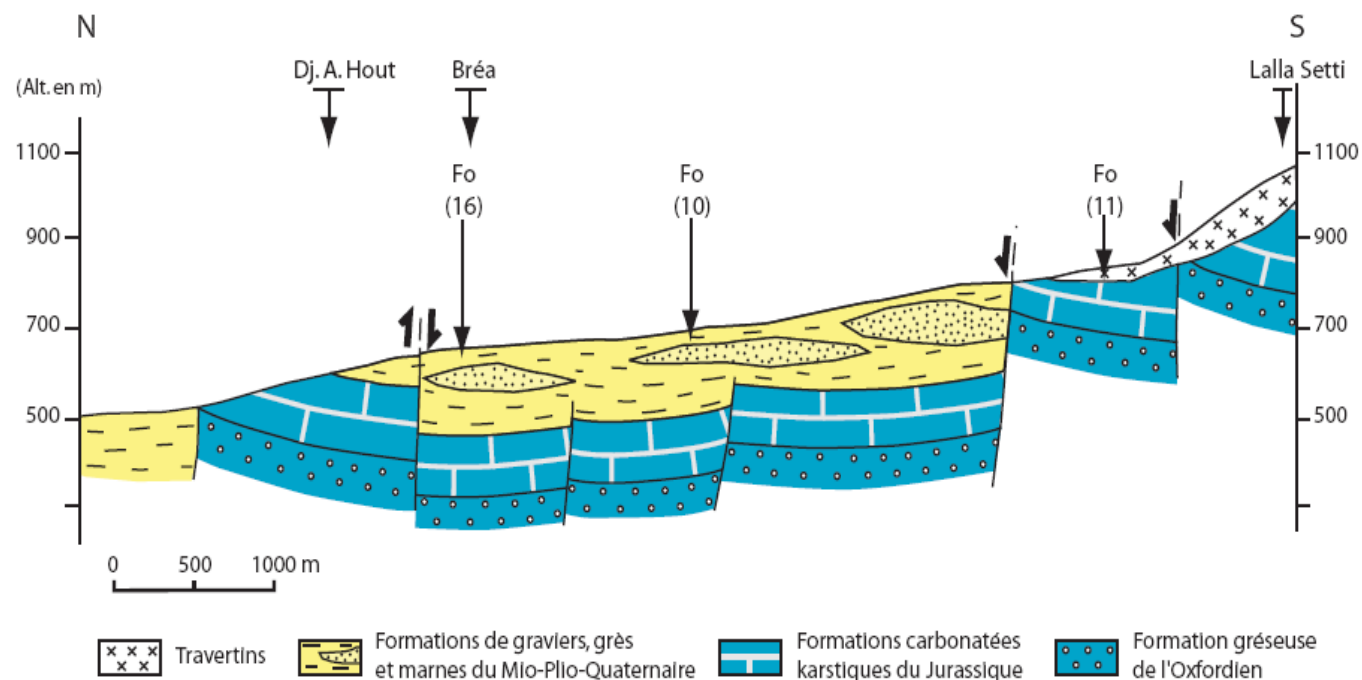


Figure III .3: Coupe géologique simplifiée de la région de Tlemcen (Bensaoula 2007).

4. Analyse structurale :

Les grandes fractures, leur direction générale est orientée WSW-ENE (direction tellienne) (Auclair & Biehler, 1967).

Le style tectonique général est de type cassant, avec quelques déformations souples qui marquent la présence de synclinaux et d'anticlinaux. Les failles sont subverticales et résultent de déformations du socle. Elles limitent des horsts et des grabens, orientés N50°E N70°E.

❖ Les principales phases tectoniques :

En somme, le canevas structural proposé par BENEST (1982) a permis d'énumérer chronologiquement cinq principaux événements tectoniques. Il s'agit :

1. une phase éocène :

Dans les Monts de Tlemcen, aucune discordance ne sépare les dépôts de plate forme carbonatée du jurassique supérieur- berriasien inférieur, des faciès terrigènes transgressifs du berriasien moyen et supérieur. La subsidence durant le jurassique supérieur et l'éocène y est largement contrôlée par le jeu ou le rejeu des grands accidents ; SW-NE, NW et subméridiens, hérités de l'orogénèse hercynienne (Benest, 1981).

2. Phase atlasique :

Elle doit correspondre aux mouvements qui, dans les Monts des Traras, (Guardia, 1975), se sont produits à partir du Sénonien et se sont terminés avant la mise en place des nappes telliennes. L'analyse tectonique, effectuée dans les Monts de Tlemcen et de Daïa, permet d'envisager des mouvements d'abord compressifs puis distensifs :

- des mouvements compressifs donnant des plis d'orientation moyenne E-O à grand rayon de courbure tel qu'au niveau du Dj El Arbi dans la région de Sebdou.
- des mouvements distensifs qui sont contrôlés par le rejeu des grands accidents du socle. La fracturation s'est traduite par un système de failles conjuguées N55°E et N140°E responsable de la mise en place des principales structures.

3. Une importante phase de compression N-S avec un paroxysme miocène probable :

Par comparaison avec la région des Traras cette phase aurait débuté avec ou avant la mise en place des nappes et serait antémessinienne, (G Lucas 1942, P Guardia 1975). Selon Benest (1974) cette phase serait l'origine des grandes structures coulissantes et chevauchantes.

4. Une phase à dominante distensive :

Cette phase est en continuité avec la précédente, elle a contribué à la surrection de la plupart des reliefs actuels. Elle a également entraîné la régression Pliocène notamment dans la zone de Terny antérieurement atteinte par la transgression du Miocène supérieur (Doumergue 1912) ou du Mio-Pliocène. Le rejeu des failles préexistantes a généralement accentué le découpage en Horst et Grabens.

5. Une phase récente (Plio-Quaternaire) :

Cette phase se traduit par des mouvements syn-sédimentaires provoquant le jeu des décrochements dextres associés à des déformations. Ces déformations n'ont pas l'ampleur des phases précédentes.

❖ Les unités structurales :

Les Monts de Tlemcen sont composés de plusieurs unités structurales (Elmi S., 1970):

✓ Zone synclinale de Terni :

Le plateau de ternay se présente comme un synclinal effondré dont le flanc sud est plus redressé que le flanc Nord. Dans cette dépression formée au sein de la série jurassique, s'enfoncé légèrement vers l'Est.

Dans cette zone la plupart des contacts entre les formations se font par des failles. (fig 2)

✓ Zone effondrée de Tlemcen :

Elle fait partie du même ensemble effondré que la plaine de Maghnia dont elle est séparée par le Djebel Tefatisset et Ain Houtz. Elle est limitée au Sud et au Nord par les failles passant par Bréa et Chetouane qui relient les panneaux des Djebels Tefatisset et Ain El Houtz. (fig. 2).

✓ Zone haute des Djebels Tefatisset et Ain El Hout :

Elle est limitée au Sud par une faille et au Nord par une série de failles, en relais de même orientation.

Dans cette zone, deux directions principales sont présentes :

- Direction (WSW-ENE) Nord 70°E.
- Direction (ESE-WNW) Nord 140°E.

✓ Zone d'Er-Ramlya :

C'est un vouté affecté par une tectonique cassante et découpé en de nombreux panneaux soulignés par des accidents, Le plus souvent rectilignes.

Dans cette zone deux tendances Prévaloir :

- Direction E-W (Nord 90° E)
- Direction SSW-NNE (Nord 20°)

Conclusion :

D'après nos informations, nous concluons que la géologie des monts de Tlemcen nous constatons que le massif d'Ain Houtz est affleurement des dolomies de Tlemcen.

Ces dolomies donnent à ce secteur le relief ruiniforme dans lequel la stratification est difficilement reconnaissable. Il s'agit des dolomies grises à patine rousse et à cassures grises avec nombreuses cavités remplies de calcite.

Cette section d'Ain el Houtz est le résultat d'une des principales phases tectoniques qui ont le domaine tlemcennien, plus précisément les mouvements intenses dans lesquels, la fracturation s'est traduite par un système de failles conjuguées N 55-80 et N140 et qui est responsable de l'affleurement de la zone haute des djebels tefatisset et Ain el Houtz et qui est limitée au sud par la faille (f4) et au Nord par une série de failles en relais de même direction

CHAPITRE IV : Etude hydrogéologique

I. Introduction :

Les monts de Tlemcen correspondent à un vaste horst (3 000 km²) où affleurent des roches carbonatées jurassiques très karstifiées. Dominant les régions environnantes, ils sont assez bien arrosés (500 à 800 mm/an). Le volume d'eau qui s'infiltré est donc considérable (200 à 400 millions de m³ par an) de la source d'Ain Houtz.

II. La lithologie :

Sur la base de connaissance le contexte géologique de notre zone d'études se forme par une description des formations hydrogéologiques considérées comme perméables sont :

- Les dolomies de Tlemcen et les calcaires qui leur sont associées.
- La dolomie de Terny.
- Grès tortoniens.

La karstification de ces formations étudiées par plusieurs auteurs Hayan 1981, Collignon 1986, Ben Saoula 2006.

III. Géométrie de l'aquifère :

Ces massifs calcaréo-dolomique affleurent au nord, au sud et à l'est de Tlemcen.

Au sud de Tlemcen ils constituent le plateau de Terny, Djorf Sakitin (1198m).

Vers l'est se développent les hautes falaises du djebel Chouka (1154m), vers le nord-est le massif d'Ain Fezza.

Au nord-ouest de Tlemcen se développe un autre massif constitué par le djebel Tefatisset (924m) relié vers l'est par les djebels de Boudjlida et Ain el Houtz (651m).

La région d'Ain Houtz est formée essentiellement par les dolomies de Tlemcen. Ces roches sont diaclases et intensément karstifiées (S.M. Hayane, 1983).

1) la tectonique :

La tectonique joue un rôle important dans l'hydrogéologie de la région étudiée. Les nombreuses failles ont permis le développement et la karstification en profondeur.

- **Au niveau des massifs :**

La section de djebel Tefatisset et Ain Houtz fait partie des formations karstiques partiellement cloisonnées par de grandes failles.

- ❖ Au sud par faille F 1.
- ❖ Au nord par une série de failles qui se relaient à l'ouest par la faille F 2. (**fig. 3**)

Ce territoire correspond de nombreux exutoires de plus ou moins grande importance :

- ❖ Ain el Kadous.
- ❖ Ain el Hadjar.

Qui drainent les dolomies de Tlemcen du djebel Tefatisset sont :

- ❖ Ain el Anser.
- ❖ Ain el Boudjlida.

Qui drainent les dolomies de Tlemcen du djebel Boudjlida sont :

- ❖ Ain el Houtz.
- ❖ Ain el Kouada.
- ❖ Ain el Safra.

- **Le contact massif plain :**

Le rapport entre les massifs montagneux constitués par le djebel Tefatisset et Ain el Houtz et la plaine de Tlemcen est jalonné par les nombreuses sources dont la présence s'explique par les importantes failles mettant en contact les dolomies de Tlemcen avec les marnes helvétiques.

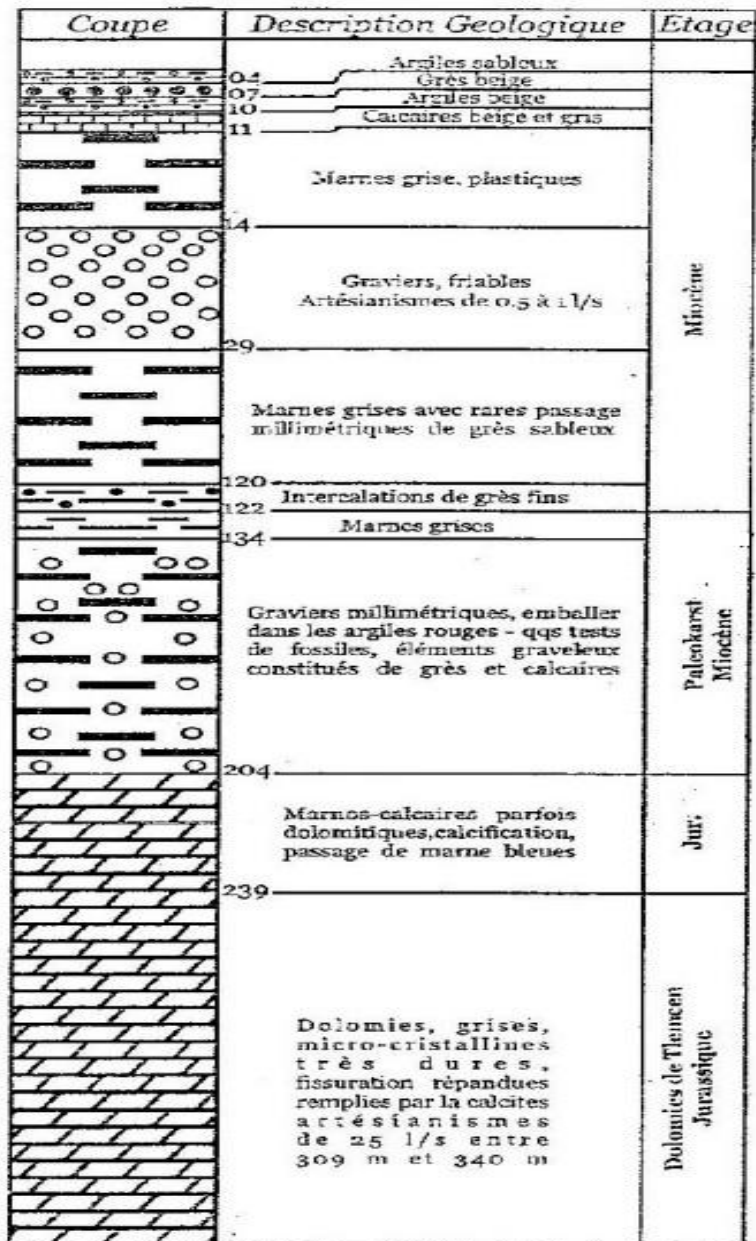


Figure IV.1 : Caractéristiques Hydrogéologiques d'Ain El Houtz.

- X=654,300 Y=3804,600 Z=565
- Cart : 1/25000
- Echelle de la coupe 1/2000
- Mis à jour par : A.ACHACHI & B. BAGHDADI

2) Karstification et fracturation :

❖ Introduction :

Les courants d'eau souterraine se forment dans le calcaire et la dolomite grâce à certains éléments qui peuvent se conformer aux couches, fissures et fissures et plus précisément au niveau de l'intersection de ces éléments dont le développement conduit à la fissuration des roches par suite du phénomène de dissolution.

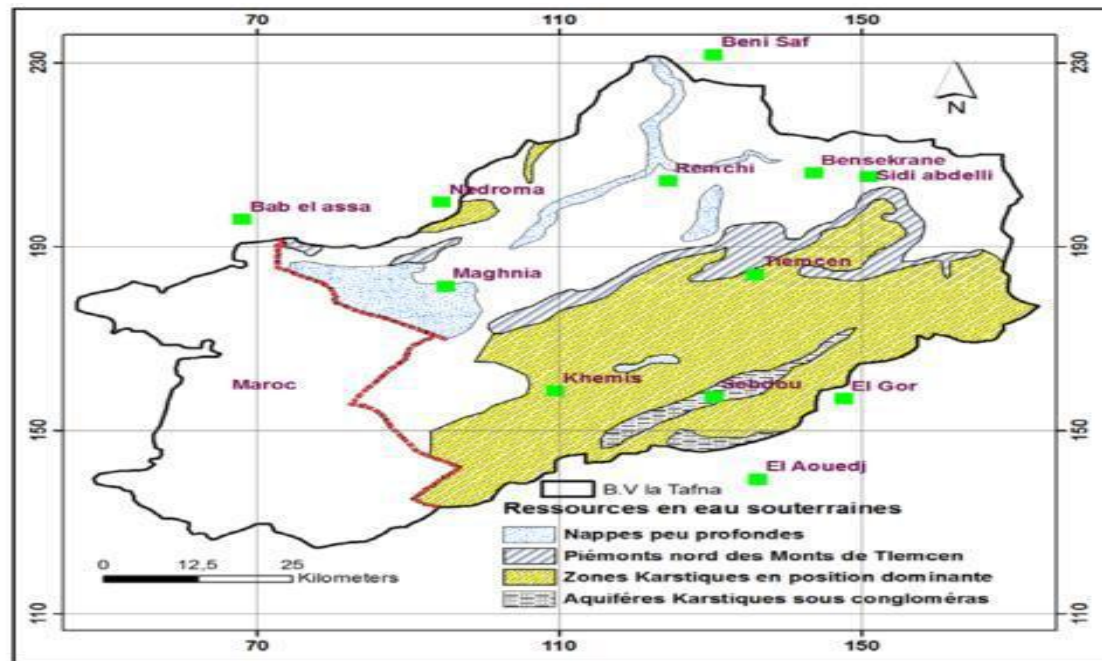


Figure IV .2 : Zones aquifères de Tlemcen (d'après Collignon 1984, in A. Benmoussat2012).

❖ Le karst :

Le KARST est un ensemble de reliefs superficiels et souterrains formés par l'eau dans des roches carbonatées. Dans le karst, les roches sont érodées principalement par l'eau par dissolution.

➤ Le karst de surface :

Les terrains calcaréo-dolomitiques presque entièrement déboisés présentent un maigre sol constitué par des argiles de décalcification supportant des touffes d'herbes et de petits arbustes.

➤ Le karst profond :

Dans ce karst on peut reconnaître une multitude de grottes et d'avens localisés dans les calcaires de zarifet, les dolomies de Tlemcen et les dolomies de Terny les avens sont développés dans les dolomies de Tlemcen et notre secteur d'étude fait partie de ces derniers.

❖ Emergence :

La source d'Ain el houtz émerge des dolomies de Tlemcen.

Elle naît au contact des dolomies de Tlemcen avec les marnes helvétiques.

Coordonnées Lambert de la source :

$$x = 132,750$$

$$y = 189,050$$

Débit de la source relevé au mois Aout 2018 : 30 (L/S)

❖ La limite hydrogéologique de la source D'Ain Houtz :

La figure 3 représenté des coupe qui définie la réalisation hydrogéologie de de la source :

La faille (F1) étanche une limite hydrogéologique entre les grés tortoniens d'une bonne perméabilité et le marne perméabilité mauvaise.

La faille (F2) étanche une limite hydrogéologique entre les grés tortoniens d'une perméabilité moyenne entre et les dolomies d'une de Tlemcen d'une perméabilité bonne.

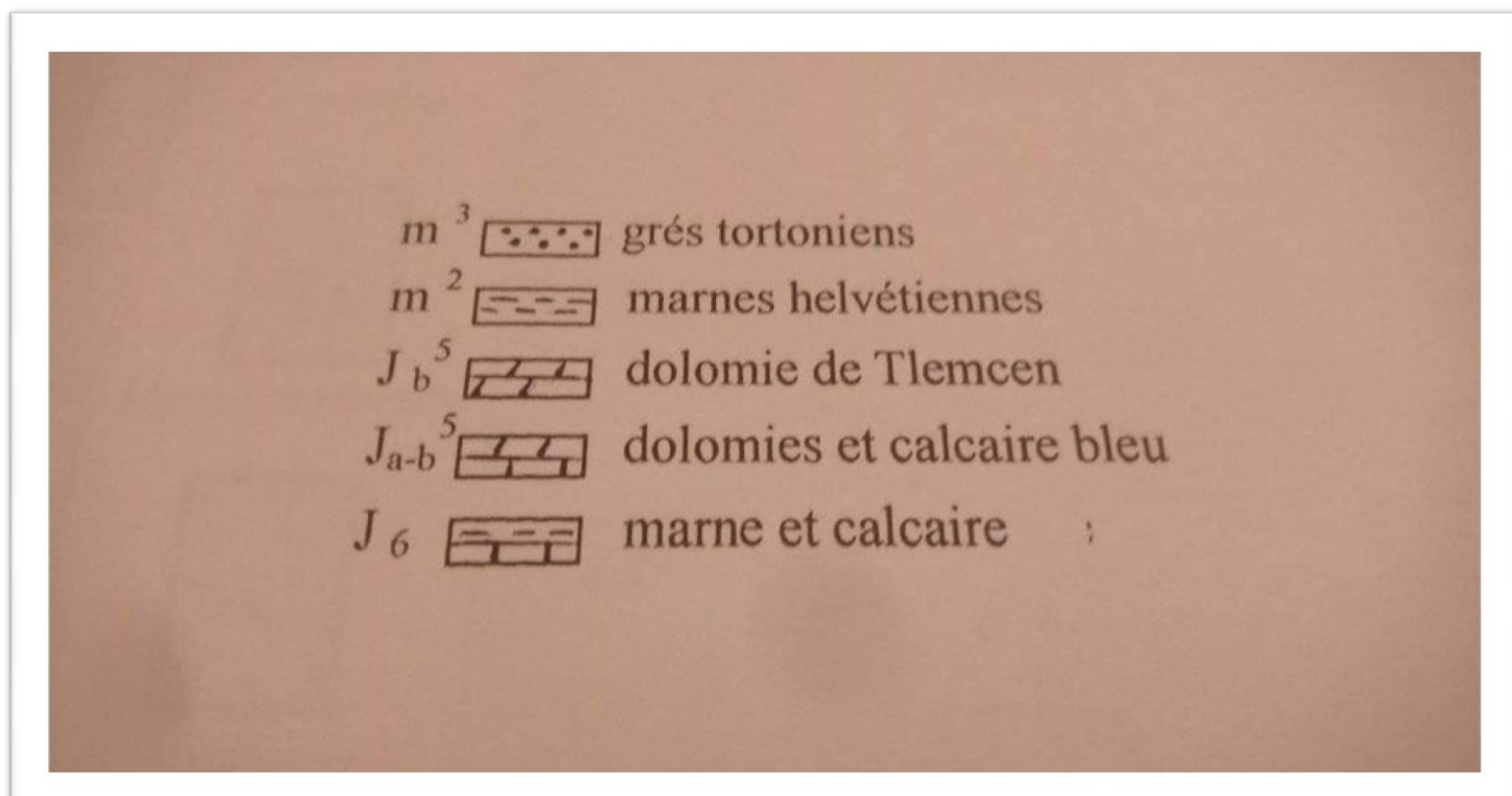
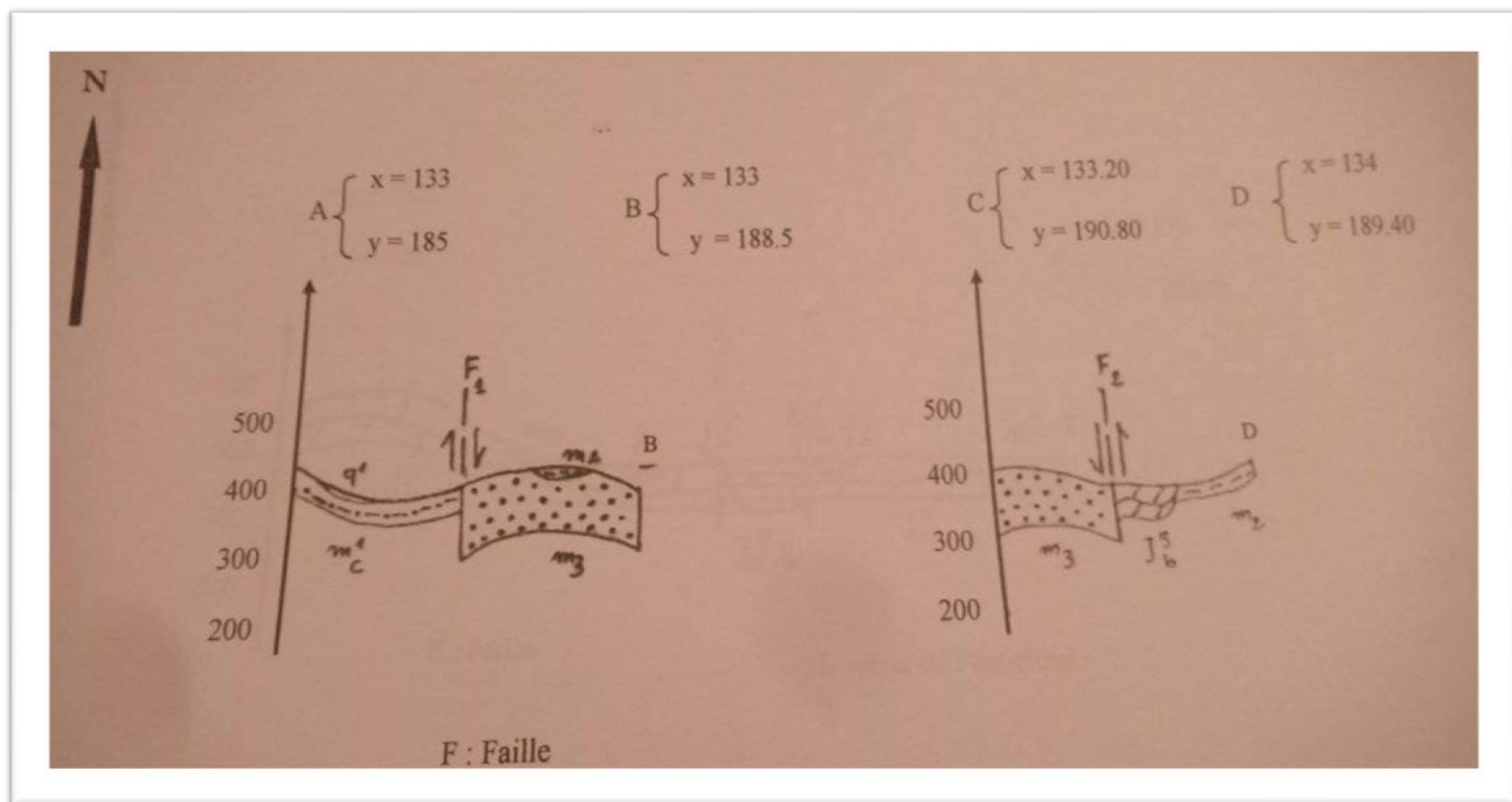
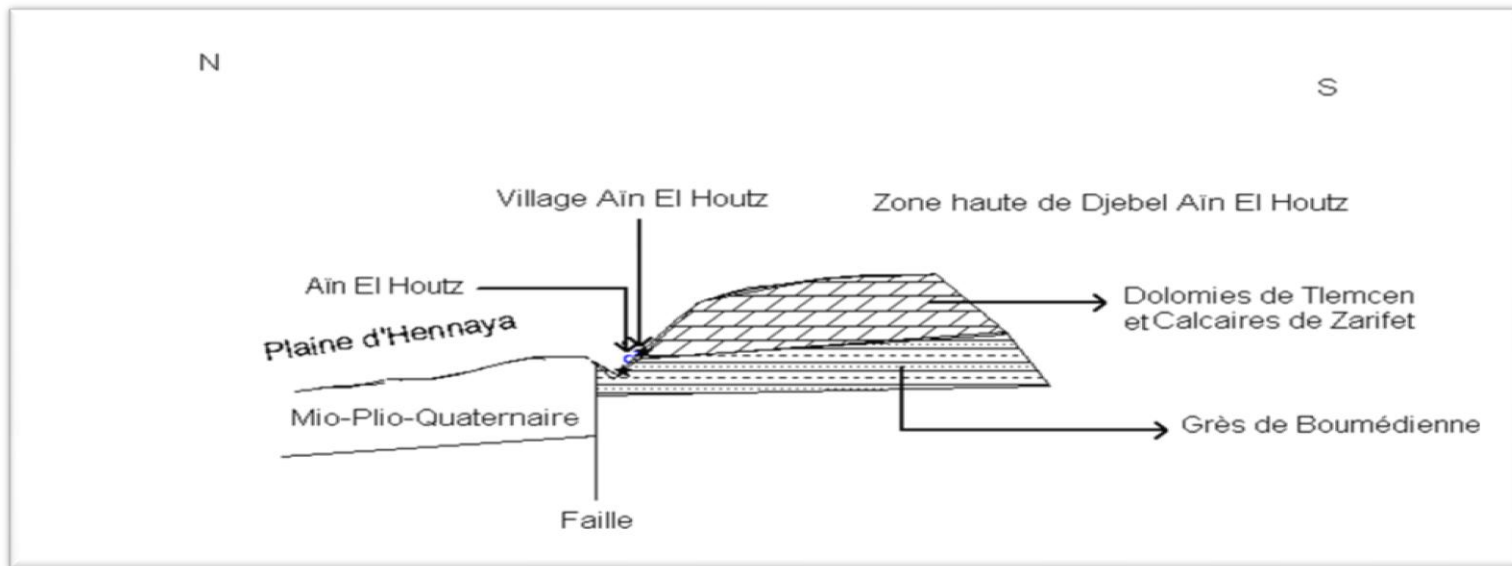


Figure IV.3 : Coupe schématique d'Ain El Houtz (HAYANE, 1983)

Conclusion :

L'analyse litho- stratigraphique des différentes formations nous a permis de mettre en évidence leurs diversités ; ce sont surtout des calcaires, des grès, des grès-calcaires et des dolomies. D'autre part, l'analyse structurale de la région montre la présence de deux systèmes de décrochements, avec cinq phases tectoniques .

La formation hydrogéologique de région d'Ain El Houtz joue un rôle important. Par s'effectue nombreux accidents qui favorisent la circulation des eaux souterraines.

CHAPITRE V: Etude Hydrogéochimique

V.1. Introduction :

Ce chapitre étudié hydrogéochimique a pour connaître la qualité des eaux de la source d’Ain El Houtz, il faut étudier les paramètres physique et chimique : ph, la conductivité, la minéralisation, résidus sec, les cations majeurs et les anions majeurs, pour connaître la qualité des éléments mentionnés, nous prélèvement des échantillons d’une source d’Ain El Houtz au laboratoire et utilisons le programme diagramme.

Pour la réalisation de cette étude, nous avons utilisé les analyses physico-chimiques effectuées par le laboratoire de l’A.D.E.

La série des données physico-chimique est pour la période 2000 à 2022 sur la source Ain El Houtz.

V.2. Balance ionique :

Le calcul de la balance ionique permet de contrôler le pourcentage d’erreur, en utilisant la formule suivante :

Avec :

$$BI = \frac{|\sum r^+ - \sum r^-|}{|\sum r^+ + \sum r^-|} \times 100 (\%)$$

r : quantité en réaction, en meq/l

BI : balance ionique, en %

- BI < 2 bonne analyse.
- 2 % < BI < 5 analyse acceptable.
- BI > 5 mauvaise analyse.

La balance ionique calculée pour les eaux des sources varie entre bonnes, et acceptables. Les résultats obtenus sont portés dans le tableau 02, en annexes.

V.3. Etudes des paramètres physico-chimiques :

➤ **Les paramètres physiques :**

- Le potentiel pH.
- La conductivité.
- Le résidu sec.

➤ **Les paramètres chimiques :**

Les éléments majeurs :

- Cations : Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺.
- Anions: Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄⁻, NO₃⁻.

Interprétations et discussions :

➤ **Les paramètres physiques :**

❖ **Potentiel d’hydrogène pH :**

Le pH de l’eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l’eau. Il résume la stabilité de l’équilibre établie entre les différentes formes de l’acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (MAKHOUKH .M, 2011).

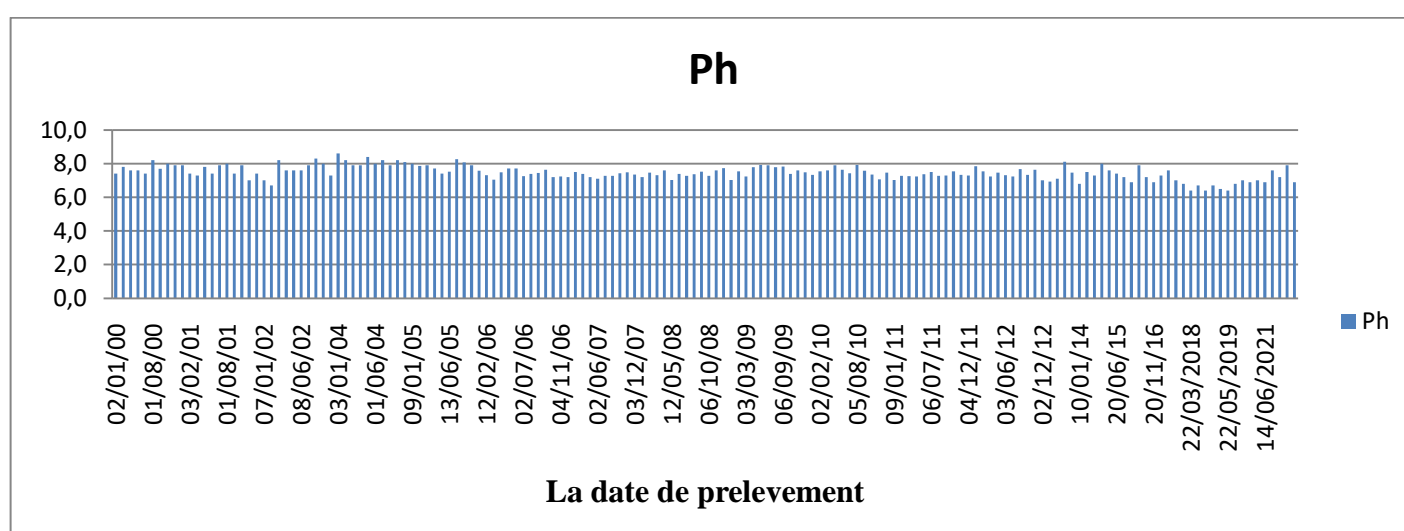


Figure .V.1 : Variation de Ph.

- Les valeurs des pH de la source étudiée varient entre 7.9 et 8.6. Ces eaux sont conformes à la norme algérienne (≥ 6.5 et ≤ 9).

❖ **La conductivité électrique:**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. (RODIER J, 2005) Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (MENS et DEROUANE, 2000).

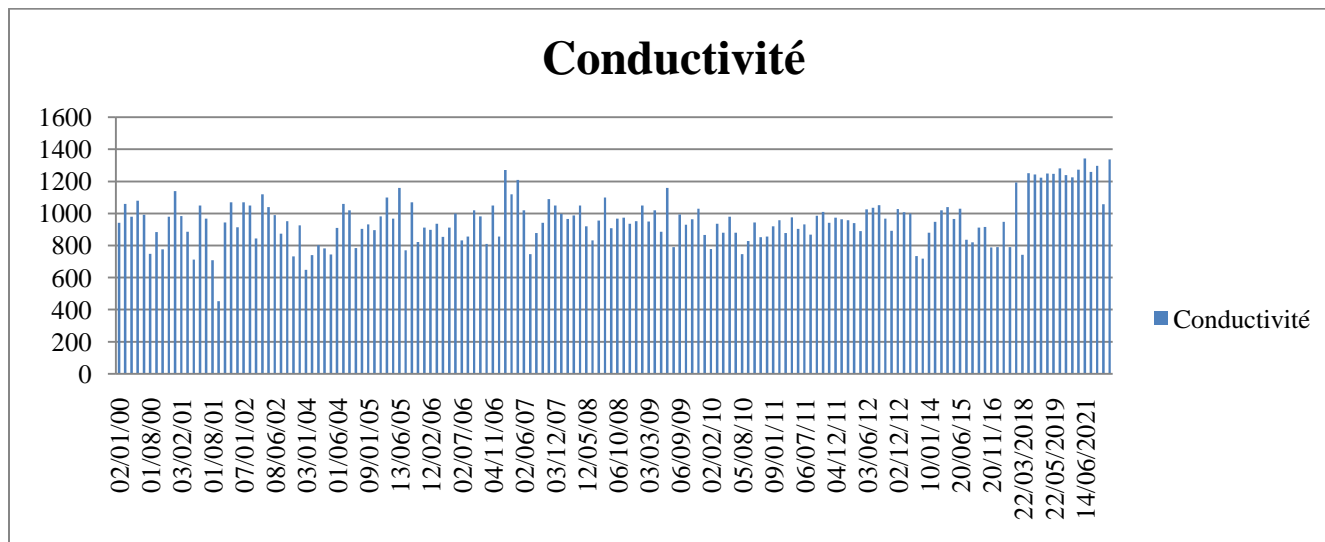


Figure. V.2 : Variation de conductivité.

- Les valeurs des conductivités de la source étudiée, oscillent entre 452 μS/cm et 1270 μS/cm . Toutes les valeurs sont inférieures à la norme (2800μS/cm)

Tableau : V.1 : Relation entre la conductivité et la minéralisation (Tabet Helal M.A).

*Conductivité (μS/cm).	*Minéralisation (mg/l)
-Conductivité <100.	-Très faible
100 < Conductivité < 200	-Faible
200 < Conductivité < 333	-Moyenne
333 < Conductivité < 666	-Moyenne à accentuée
666 < Conductivité < 1000	-Importante
Conductivité > 1000	-Elevée

❖ **La dureté totale (TH) :**

-La dureté de l'eau est due à la présence des ions calcium et de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium (Rodier .J, 2009). Elle est aussi très souvent donnée en degrés français. 1°F correspond à 5 meq/l.

$$TH = TH Ca^{++} + TH Mg^{++}$$

-On peut classer les eaux en fonction de leur dureté suivant le tableau ci-dessous :

Tableau V. 2 : Classification des eaux en fonction de la dureté.

0	Eau pure
0 à 5°F	Eau très douce
5 à 15°F	Eau douce
15 à 25°F	Eau moyennement dure
25 à 35°F	Eau dure
≥ 35 °F	Eau très dure

Tableau V.3 : Dureté totale d'eau de la source étudiée.

<i>Date</i>	<i>TH (Ca²⁺)</i>	<i>TH (Mg²⁺)</i>	<i>TH</i>	<i>Dureté totale (TH) mg/l en CaCo3</i>	<i>Classification</i>
02/01/00	26,81	11,2	37,98	379,77	Eau très dure
02/02/00	36,29	15,1	51,41	514,10	Eau très dure
03/05/00	26,57	11,1	37,64	376,40	Eau très dure
03/06/00	15,97	6,7	22,62	226,21	Eau dure
02/07/00	26,32	11,0	37,29	372,87	Eau très dure
01/08/00	26,56	11,1	37,63	376,25	Eau très dure
05/09/00	26,69	11,1	37,82	378,16	Eau très dure
01/10/00	26,28	10,9	37,23	372,28	Eau très dure
02/12/00	25,82	10,8	36,58	365,82	Eau très dure
02/01/01	25,91	10,8	36,70	366,99	Eau très dure
03/02/01	25,14	10,5	35,62	356,17	Eau dure
03/03/01	25,13	10,5	35,59	355,94	Eau dure
02.05.01	25,51	10,6	36,14	361,41	Eau très dure
17/06/01	25,55	10,6	36,20	361,99	Eau très dure
02/07/01	24,21	10,1	34,30	343,04	Eau dure
01/08/01	26,55	11,1	37,61	376,10	Eau très dure
01/09/01	23,78	9,9	33,69	336,85	Eau dure
02/10/01	26,18	10,9	37,08	370,81	Eau très dure
03/11/01	26,49	11,0	37,52	375,22	Eau très dure
01/12/01	25,03	10,4	35,46	354,64	Eau dure
07/01/02	25,80	10,8	36,55	365,52	Eau très dure
11/02/02	26,18	10,9	37,08	370,81	Eau très dure
02/03/02	25,97	10,8	36,79	367,87	Eau très dure
23/04/02	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
08/05/02	22,50	9,4	31,88	318,75	Eau dure
08/06/02	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/07/02	30,80	12,8	43,64	436,37	Eau très dure
01/10/03	32,63	13,6	46,22	462,19	Eau très dure
02/11/03	30,75	12,8	43,57	435,67	Eau très dure
01/12/03	27,58	11,5	39,06	390,65	Eau très dure
03/01/04	25,89	10,8	36,67	366,70	Eau très dure
03/02/04	25,88	10,8	36,66	366,56	Eau très dure
01/03/04	33,80	14,1	47,89	478,87	Eau très dure
06/04/04	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
03/05/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
01/06/04	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
11/07/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
08/09/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/10/04	30,09	12,5	42,63	426,26	Eau très dure
12/12/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
09/01/05	26,84	11,2	38,02	380,21	Eau très dure
12/02/05	25,75	10,7	36,48	364,79	Eau très dure
01/03/05	25,09	10,5	35,54	355,41	Eau dure
12/04/05	26,50	11,0	37,54	375,42	Eau très dure
09/05/05	25,36	10,6	35,93	359,27	Eau dure
13/06/05	28,00	11,7	39,67	396,67	Eau très dure
10/09/05	30,75	12,8	43,56	435,63	Eau très dure
08/10/05	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
13/11/05	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
11/12/05	27,50	11,5	38,96	389,58	Eau très dure
12/02/06	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
04/03/06	22,58	9,4	31,98	319,81	Eau dure
02/04/06	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/05/06	24,58	10,2	34,81	348,15	Eau dure
05/06/06	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/07/06	32,50	13,5	46,04	460,42	Eau très dure
21/08/06	32,50	13,5	46,04	460,42	Eau très dure
17/09/06	27,59	11,5	39,08	390,82	Eau très dure
02/10/06	27,50	11,5	38,96	389,58	Eau très dure
08/10/06	30,50	12,7	43,21	432,08	Eau très dure

04/11/06	35,00	14,6	49,58	495,83	Eau très dure
02/11/06	30,13	12,6	42,68	426,77	Eau très dure
06/02/07	35,00	14,6	49,58	495,83	Eau très dure
07/04/07	35,05	14,6	49,65	496,54	Eau très dure
03/03/07	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
02/06/07	27,75	11,6	39,31	393,13	Eau très dure
07/07/07	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
01/09/07	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
15/10/07	26,51	11,0	37,55	375,49	Eau très dure
04/11/07	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
03/12/07	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
02/01/08	27,80	11,6	39,38	393,83	Eau très dure
02/02/08	32,56	13,6	46,13	461,30	Eau très dure
01/03/08	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
01/04/08	40,08	16,7	56,79	567,85	Eau très dure
12/05/08	27,08	11,3	38,37	383,65	Eau très dure
16/06/08	30,83	12,8	43,68	436,76	Eau très dure
02/07/08	30,84	12,8	43,69	436,86	Eau très dure
18/08/08	36,33	15,1	51,46	514,60	Eau très dure
09/09/08	30,89	12,9	43,75	437,54	Eau très dure
06/10/08	38,41	16,0	54,41	544,09	Eau très dure
03/11/08	30,59	12,7	43,33	433,32	Eau très dure
06/12/08	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
04/01/09	25,59	10,7	36,25	362,49	Eau très dure
04/02/09	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
03/03/09	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
04/04/09	30,75	12,8	43,56	435,63	Eau très dure
04/05/09	33,11	13,8	46,91	469,09	Eau très dure
02/06/09	26,08	10,9	36,94	369,40	Eau très dure
01/07/09	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
06/09/09	30,83	12,8	43,67	436,69	Eau très dure
05/10/09	30,91	12,9	43,79	437,93	Eau très dure
04/11/09	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
02/12/09	33,33	13,9	47,22	472,18	Eau très dure
14/01/10	30,09	12,5	42,63	426,25	Eau très dure
02/02/10	25,98	10,8	36,80	367,98	Eau très dure
01/03/10	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
04/04/10	36,41	15,2	51,57	515,74	Eau très dure
04/05/10	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
07/06/10	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
05/08/10	30,34	12,6	42,98	429,78	Eau très dure
12/09/10	30,75	12,8	43,56	435,63	Eau très dure
06/10/10	25,55	10,6	36,20	361,96	Eau très dure
02/11/10	25,08	10,4	35,52	355,23	Eau dure
05/12/10	30,90	12,9	43,78	437,75	Eau très dure
09/01/11	30,58	12,7	43,32	433,22	Eau très dure
06/02/11	30,84	12,8	43,69	436,88	Eau très dure
07/03/11	26,50	11,0	37,54	375,42	Eau très dure
05/04/11	30,08	12,5	42,61	426,13	Eau très dure
05/06/11	30,09	12,5	42,63	426,25	Eau très dure
06/07/11	30,09	12,5	42,62	426,20	Eau très dure
08/08/11	25,80	10,8	36,55	365,54	Eau très dure
08/09/11	27,58	11,5	39,07	390,72	Eau très dure
05/10/11	30,83	12,8	43,68	436,78	Eau très dure
03/11/11	25,83	10,8	36,59	365,94	Eau très dure
04/12/11	30,09	12,5	42,63	426,28	Eau très dure
02/01/12	30,09	12,5	42,63	426,29	Eau très dure
09/02/12	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
01/03/12	30,89	12,9	43,75	437,54	Eau très dure
03/05/12	33,08	13,8	46,86	468,56	Eau très dure
03/06/12	30,09	12,5	42,63	426,28	Eau très dure
01/07/12	33,09	13,8	46,88	468,78	Eau très dure
02/09/12	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
02/10/12	30,09	12,5	42,62	426,24	Eau très dure
04/11/12	35,08	14,6	49,70	496,97	Eau très dure
02/12/12	30,91	12,9	43,79	437,93	Eau très dure

18/03/13	30,91	12,9	43,79	437,94	Eau très dure
09/05/13	32,58	13,6	46,16	461,57	Eau très dure
02/06/13	30,83	12,8	43,68	436,78	Eau très dure
01/07/13	30,76	12,8	43,57	435,73	Eau très dure
10/01/14	22,56	9,4	31,96	319,56	Eau dure
03/04/14	26,80	11,2	37,96	379,63	Eau très dure
18/06/14	24,37	10,2	34,52	345,24	Eau dure
01/08/14	20,15	8,4	28,55	285,46	Eau dure
06/03/15	25,55	10,6	36,20	361,96	Eau très dure
20/06/15	30,01	12,5	42,51	425,11	Eau très dure
06/09/15	22,57	9,4	31,97	319,71	Eau dure
01/02/16	24,65	10,3	34,92	349,21	Eau dure
12/07/16	35,02	14,6	49,61	496,12	Eau très dure
01/09/16	25,12	10,5	35,59	355,87	Eau dure
20/11/16	33,69	14,0	47,73	477,28	Eau très dure
02/02/2017	23,86	9,9	33,80	338,02	Eau dure
06/05/2017	32,29	13,5	45,74	457,44	Eau très dure
22/10/2017	27,26	11,4	38,62	386,22	Eau très dure
01/02/2018	26,09	10,9	36,96	369,57	Eau très dure
22/03/2018	26,75	11,1	37,90	378,96	Eau très dure
07/08/2018	25,22	10,5	35,73	357,28	Eau dure
30/08/2018	29,55	12,3	41,86	418,59	Eau très dure
21/02/2019	25,00	10,4	35,42	354,17	Eau dure
07/03/2019	27,55	11,5	39,03	390,29	Eau très dure
22/05/2019	30,10	12,5	42,63	426,35	Eau très dure
01/07/2019	24,75	10,3	35,06	350,63	Eau dure
28/06/2020	27,50	11,5	38,96	389,58	Eau très dure
22/07/2020	24,29	10,1	34,41	344,07	Eau dure
17/09/2020	25,08	10,4	35,52	355,23	Eau dure
14/06/2021	26,50	11,0	37,54	375,42	Eau très dure
20/09/2021	33,50	14,0	47,46	474,58	Eau très dure
21/11/2021	35,01	14,6	49,60	496,01	Eau très dure
11/06/2022	23,77	9,9	33,68	336,78	Eau dure

- La valeur de la dureté totale d'eau de la source d'Ain El Houtz est comprise entre 226.21mg/l et 567.85 mg/l en CaCO₃, elle est classée en eau dure et très dure, (la norme algérienne 500mg/l en CaCO₃).

❖ **Résidu sec :**

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (RODIER J., 2005). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation, en raison de son goût plat et insipide (WHO., 1994).

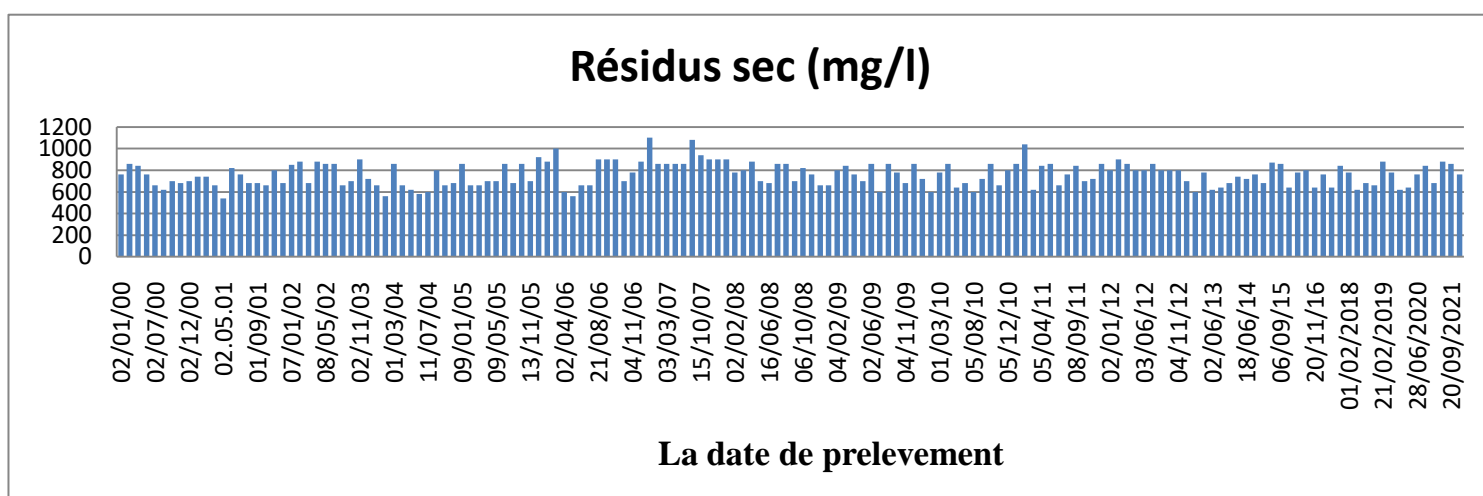


Figure. V.3 : Variation du résidu sec.

- Les valeurs du résidu sec de la source sont comprises entre 500 mg/l et 1200 mg/l. Elles sont conformes à la norme (1500mg/l).

❖ **Minéralisation (mg/l):**

La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés, d'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles (Rodier J., 2005).

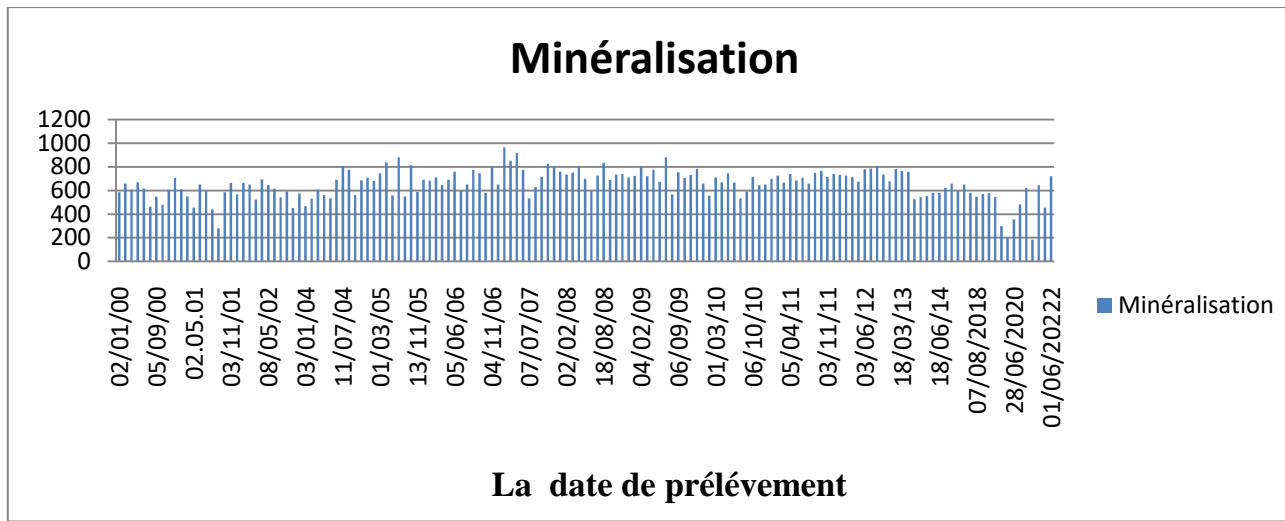


Figure. V.4 : Variation de la minéralisation

Tableau V.3 : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité (Rodier J., 2009)

Conductivité (µs/cm)	Minéralisation (mg/l)
Conductivités <50	1,365079 x conductivités
50<Conductivités< 166	0,947658 x conductivités
166<Conductivités< 333	0,769574 x conductivités
333<Conductivités < 833	0,715920 x conductivités
833<Conductivités < 10000	0,758544 x conductivités
Conductivités >10000	0,850432 x conductivités

Le tableau v.4. : Le tableau suivant résume les valeurs de la minéralisation calculée de la source étudiée et leur classification.

La date	conductivité en (µS/cm)	Minéralisation
02/01/00	942	584
02/02/00	1060	657
03/05/00	980	608
03/06/00	1080	670
02/07/00	992	615
01/08/00	748	464
05/09/00	884	548
01/10/00	775	481
02/12/00	979	607
02/01/01	1140	707
03/02/01	984	610
03/03/01	885	549
02.05.01	713	456
17/06/01	1050	651
02/07/01	968	600
01/08/01	708	439
01/09/01	452	280
02/10/01	943	585
03/11/01	1070	663
01/12/01	913	566
07/01/02	1070	663
11/02/02	1050	651
02/03/02	843	523
23/04/02	1120	694
08/05/02	1040	645
08/06/02	990	614
02/07/02	873,0	541
01/10/03	952	590
02/11/03	732	454
01/12/03	925	574
03/01/04	649	465
03/02/04	740	530
01/03/04	801	608
06/04/04	782	560

03/05/04	744	533
01/06/04	910	691
11/07/04	1060	805
08/09/04	1020	774
02/10/04	783	561
12/12/04	904	686
09/01/05	931,0	707
12/02/05	896	680
01/03/05	982	745
12/04/05	1100	836
09/05/05	968	558
13/06/05	1160	880
10/09/05	770	551
08/10/05	1070	812
13/11/05	822	589
11/12/05	912	692
12/02/06	898	682
04/03/06	935	710
02/04/06	854	648
02/05/06	912	692
05/06/06	1000	759
02/07/06	832	596
21/08/06	856	650
17/09/06	1020	774
02/10/06	982	745
08/10/06	809	579
04/11/06	1050	797
02/11/06	855	649
06/02/07	1270	964
07/04/07	1120	850
03/03/07	1210	918
02/06/07	1020	774
07/07/07	745	533
01/09/07	878	629
15/10/07	941	714
04/11/07	1090	827
03/12/07	1050	797
02/01/08	997	757
02/02/08	966	733
01/03/08	987	749
01/04/08	1050	797
12/05/08	920	698
16/06/08	831	595
02/07/08	955	725
18/08/08	1100	834
09/09/08	908	689
06/10/08	968	735
03/11/08	974	739
06/12/08	936	710
04/01/09	952	723
04/02/09	1050	797
03/03/09	950	721
04/04/09	1020	774
04/05/09	885	672
02/06/09	1160	566
01/07/09	790	754
06/09/09	994	706
05/10/09	930	731
04/11/09	963	782
02/12/09	1030	657
14/01/10	865	556
02/02/10	777	710
01/03/10	936	668
04/04/10	880	744
04/05/10	980	667
07/06/10	879	533
05/08/10	745	592
12/09/10	827	716
06/10/10	943	646
02/11/10	851	649
05/12/10	855	698
09/01/11	919	727
06/02/11	958	666

07/03/11	877	740
05/04/11	975	685
05/06/11	903	707
06/07/11	932	659
08/08/11	868	748
08/09/11	985	767
05/10/11	1010	715
03/11/11	942	739
04/12/11	974	732
02/01/12	964	727
09/02/12	958	713
01/03/12	940	675
03/05/12	889	779
03/06/12	1026	786
01/07/12	1035	798
02/09/12	1051	735
02/10/12	968	676
04/11/12	891	779
02/12/12	1027	764
18/03/13	1007	759
09/05/13	1000	526
02/06/13	735	546
01/07/13	719	554
10/01/14	879	580
03/04/14	948	579
18/06/14	1020	620
01/08/14	1040	659
06/03/15	965	595
20/06/15	1030	649
06/09/15	836	579
22/03/2018	819	548
07/08/2018	912	569
30/08/2018	916	578
21/02/2019	788	544
07/03/2019	790	300
22/05/2019	948	200
01/07/2019	790	355
28/06/2020	1193	482
22/07/2020	742	620
17/09/2020	1252	185
14/06/2021	1243	645
20/09/2021	1224	456
21/11/2021	1250	720
01/06/2022	1247	

➤ **Les paramètres chimiques :**

❖ **Les cations :**

▪ **L'ion calcium (Ca^{2+}) :**

Le calcium est un métal alcalino-terreux, extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates (Rodier, 2009).

• Pour l'eau de la source étudiée, les valeurs du calcium varient entre 40.3 mg/l et 154mg/l, les valeurs sont dans l'intervalle, De la norme algérienne (200mg/l)

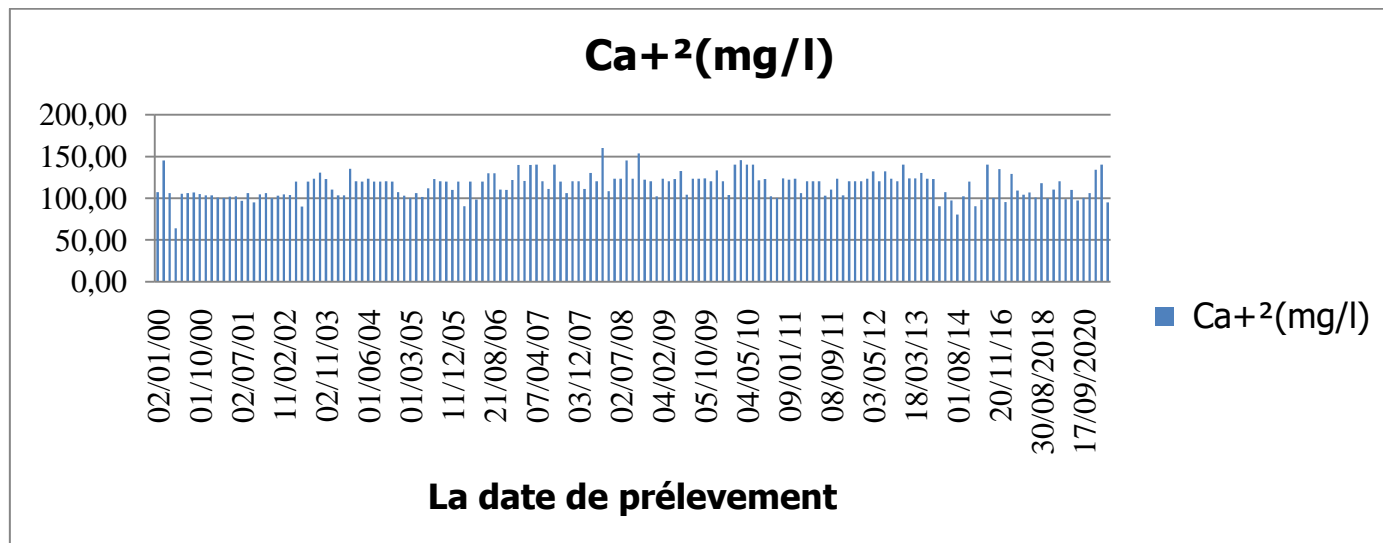


Figure. V.5 : Variation de calcium.

▪ **L'ion magnésium Mg^{2+} :**

Un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre, la teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques, dolomies.) (Rodier, 2009).

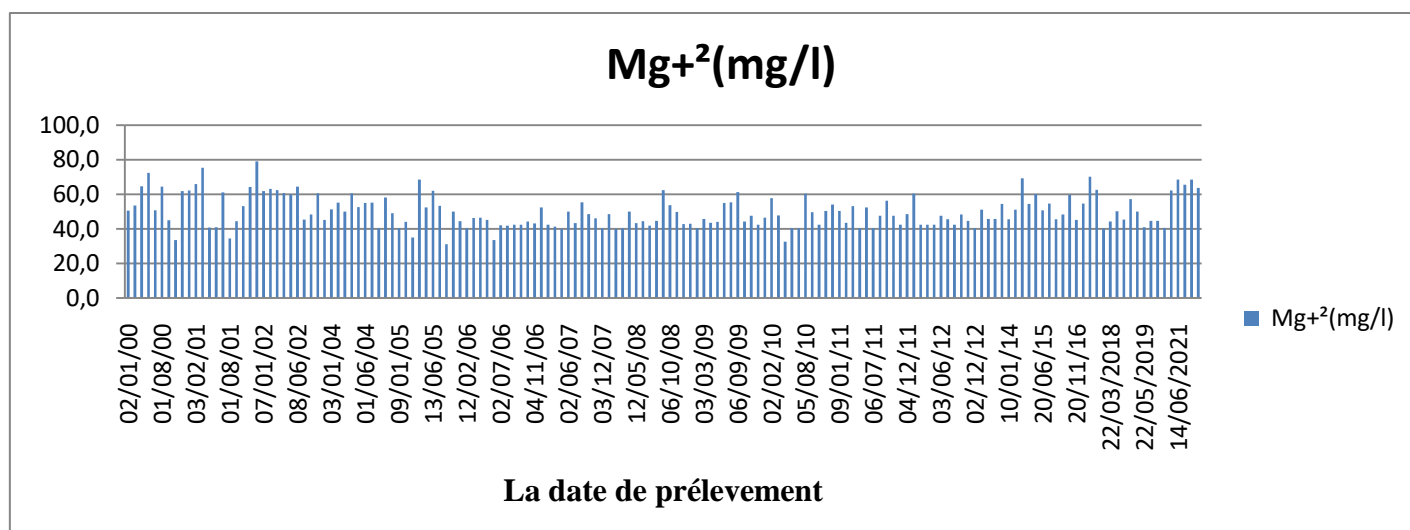


Figure. V.6 : Variation de Magnésium.

- Pour l'eau étudiée, les valeurs de magnésium trouvées sont comprises entre 30mg/l et 80mg/l. Ce résultat est conforme à la norme algérienne (150mg/l).

▪ **L'ion sodium Na^{2+} :**

Le sodium, sous forme de chlorure de sodium, indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, le sel peut provenir de la décomposition de sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, des retombées d'origine marine, de la venue d'eaux salées dans les nappes aquifères.(Rodier,2009).

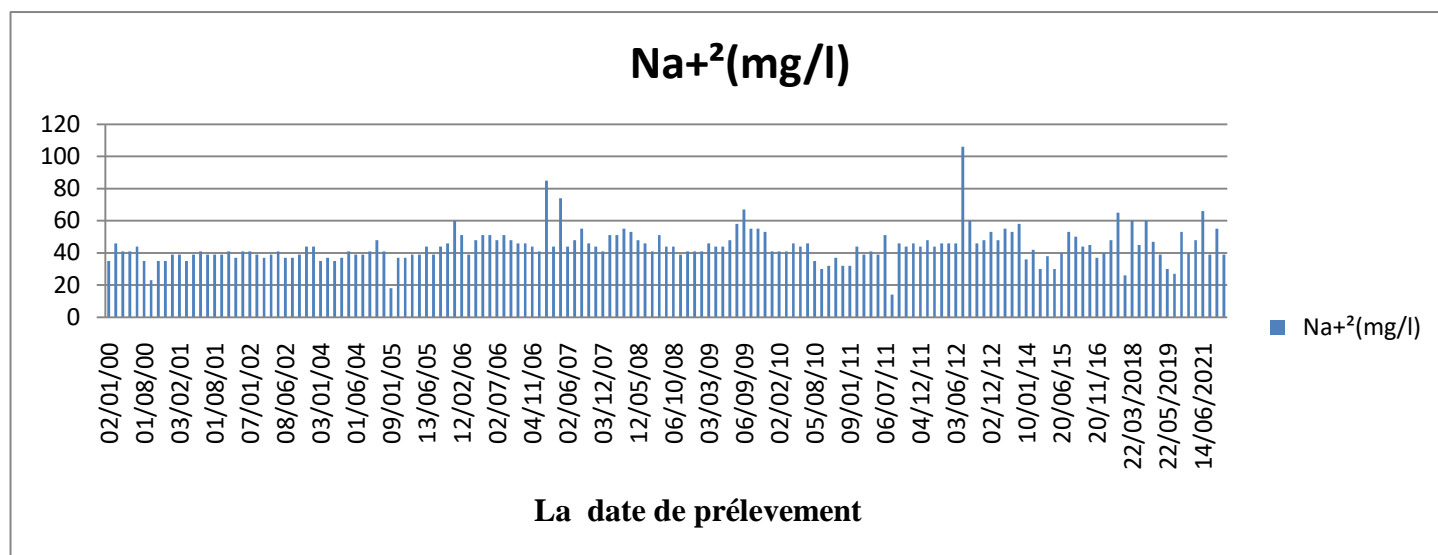


Figure. V.7 : Variation de sodium.

- La teneur de sodium est comprise entre 10 mg/l et 105 mg/l. Elle reste conforme à la norme algérienne (200mg/l).

▪ **L'ion potassium K⁺ :**

Sa présence est constante dans les eaux naturelles, elle ne dépasse pas habituellement 10 à 15mg/l. certains rejets industriels, en particulier de mines de potasse et d'usines d'engrais, peuvent entraîner dans l'eau des quantités de potassium relativement importantes. (Rodier, 2009).

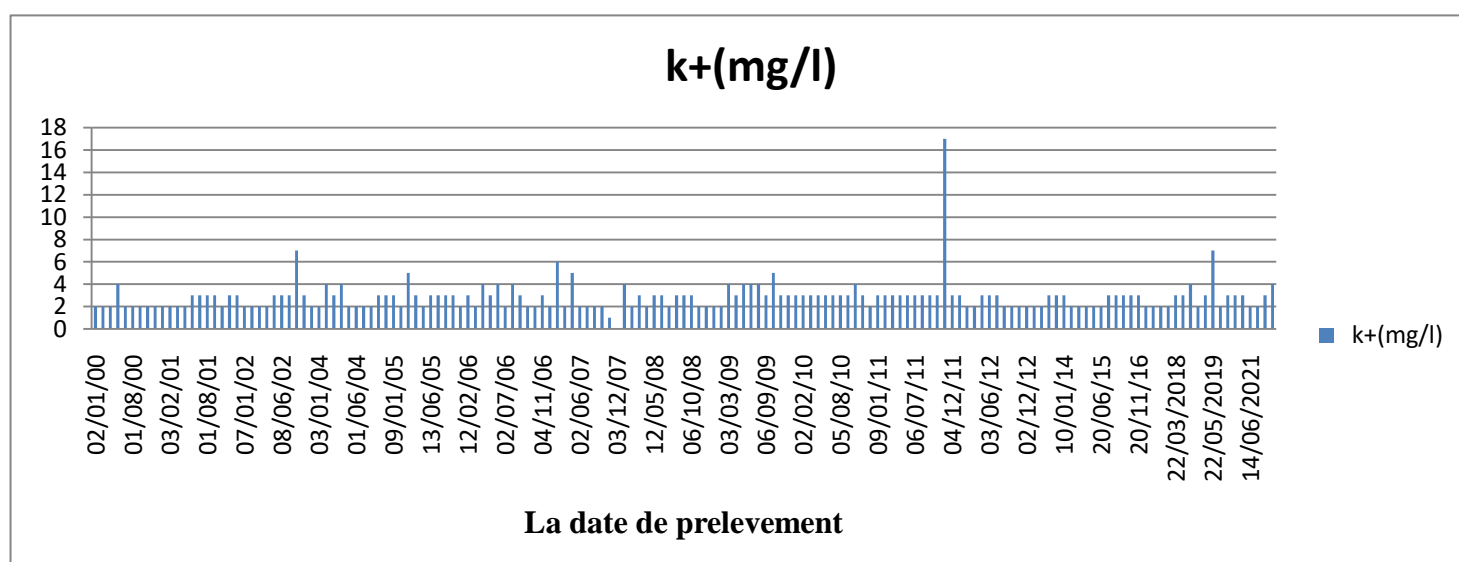


Figure. V.8 : Variation de calcium.

- Les concentrations en ion potassium sont inférieures à la norme algérienne (12mg/l) à l'exception de la date du 08/09/2011 où la concentration en potassium était de 17 mg/l.

❖ **Les anions :**

- **L'ion chlorure :** La teneur en Cl⁻ des eaux souterraines est essentiellement fonction de la nature des terrains traverse

(RODIER J., 2009). La norme algérienne indique une concentration maximale admissible de 500mg/l.

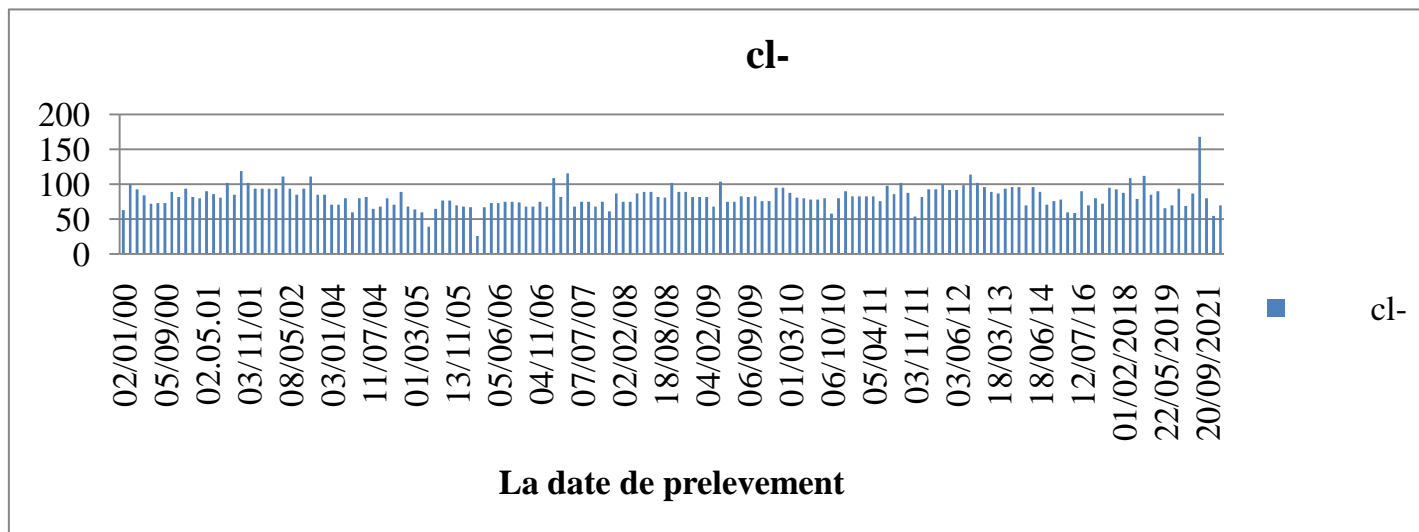


Figure. V. 9 : Variation de chlorure.

- Les teneurs en chlorures pour la source étudiée varient entre 26mg/l et 170 mg/l et La norme algérienne indique une concentration maximale admissible de 500mg/l, donc Toutes les teneurs sont au- dessus de cette norme.

▪ **L'ion bicarbonate (HCO_3^{-2}) :**

La teneur des bicarbonates dans l'eau dépend des terrains traversés (RODIER J., 2005).Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quelque soit les teneurs bicarbonates dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

Les valeurs de bicarbonates des eaux analysées varient entre 45 mg/l et 638 mg/l.

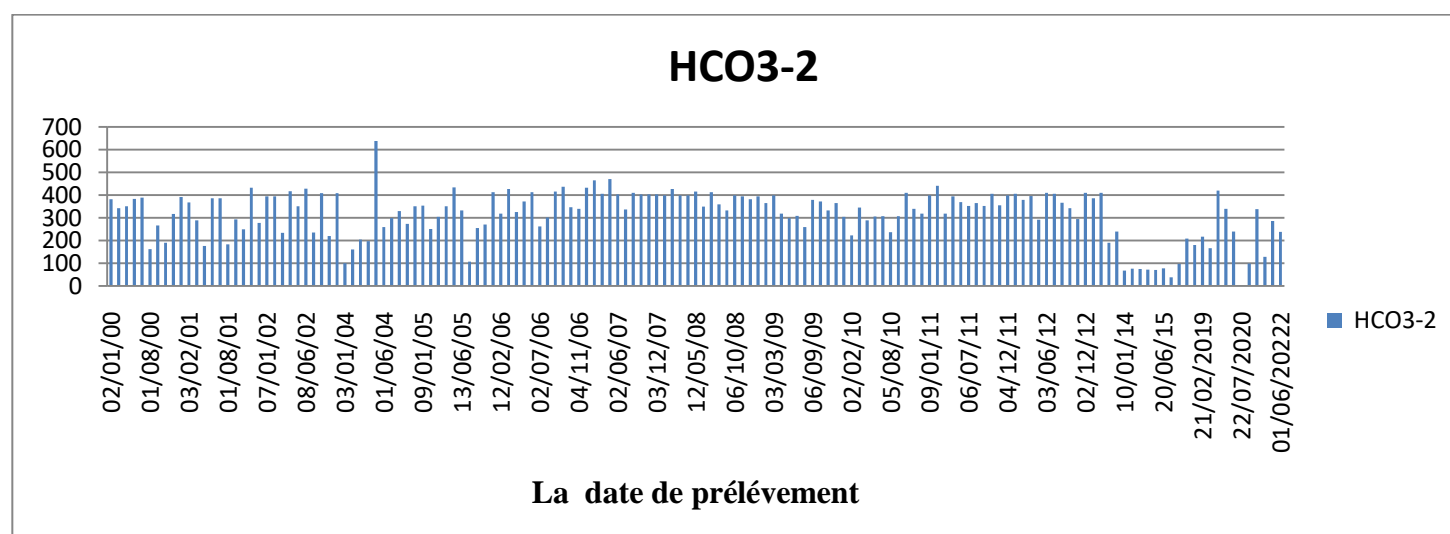


Figure. V.10 : Variation de bicarbonate.

▪ **L'ion de sulfate (SO_4^-) :**

La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation. La présence de l'ion sulfate dans l'eau est liée à la dissolution du gypse en concentrations très variables (RODIER J., 2009).

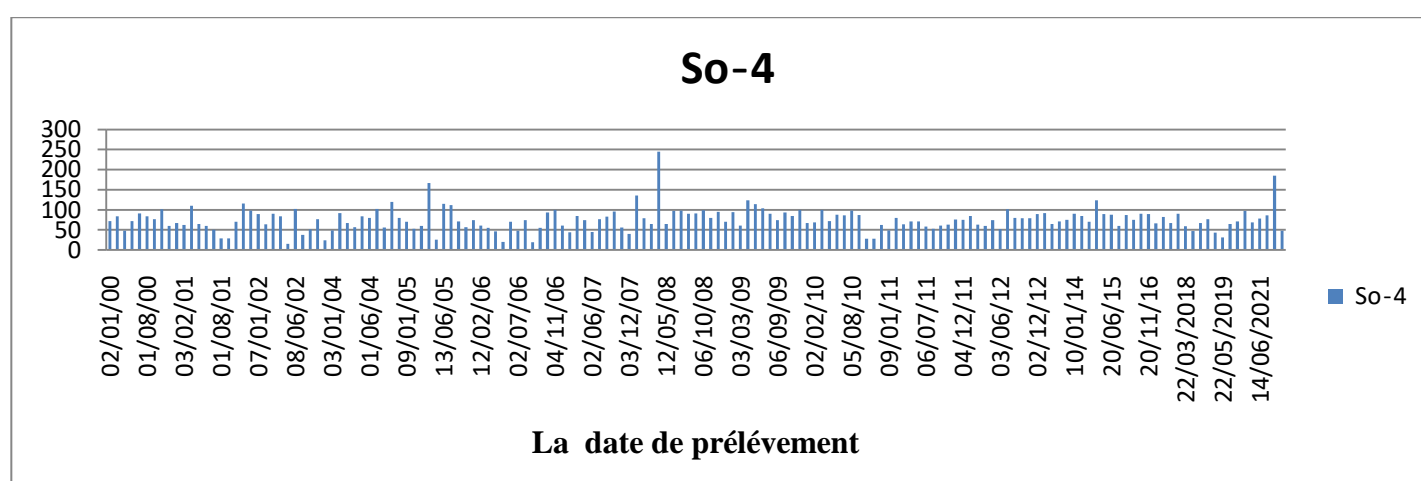


Figure. IV.11 : Variation de sulfate.

Les teneurs en ions sulfates pour la source étudiée varie de 15 mg/l, à 250 mg/l. La norme algérienne indique une concentration maximale admissible de 400 mg/l. Les teneurs restent dans l'intervalle de cette norme.

▪ **L'ion nitrate (NO_3^-) :**

Les nitrates sont souvent liés au développement des élevages, à une fertilisation excessive des zones agricoles par les engrais, les excréments et fumiers divers, voire les boues de stations d'épuration. Les rejets des collectivités et occasionnellement de certaines industries (Rodier, 2009).

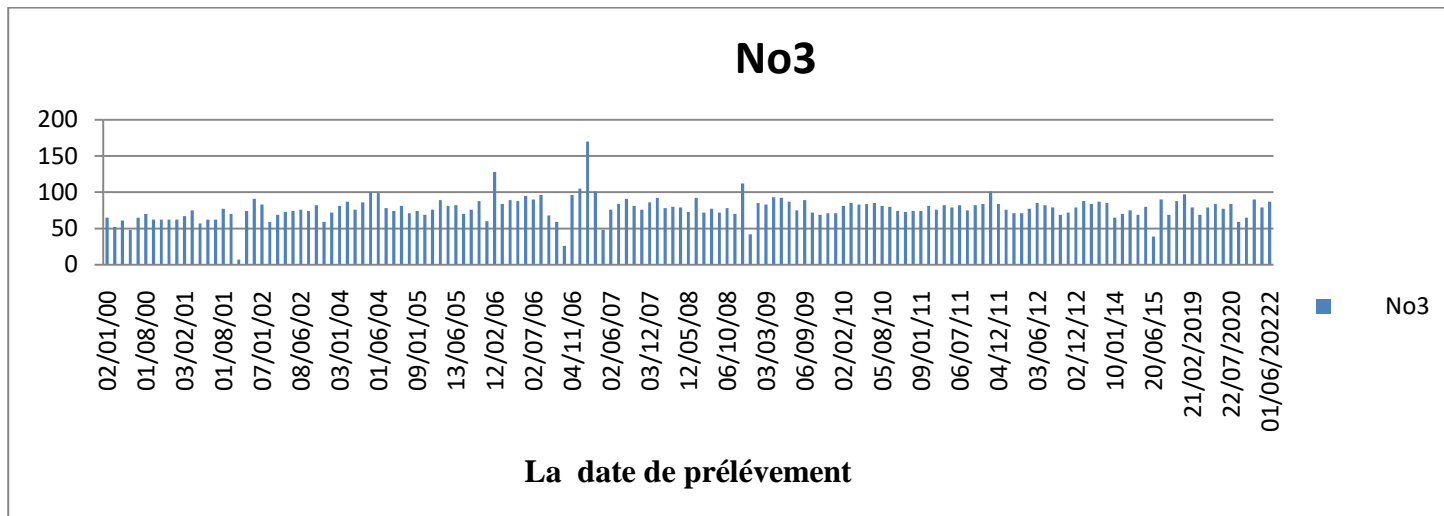


Figure. IV.12 : Variation des nitrates.

- Pour l'eau étudiée, les valeurs des nitrates obtenues sont supérieures à la norme prescrite (50 mg/l), elles sont comprises entre 10 mg/l et 170 mg/l.

V.4. Classification des eaux :

Cette L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la source d'Ain El Houtz.

Les analyses bactériologiques et physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE Tlemcen.

Nous avons utilisé les méthodes principales les plus connues :

La classification de Piper, de Riverside ou de Wilcox. Toutes ces classifications sont basées sur la composition chimique des eaux.

Nous utilisons les méthodes suivantes :

- Le diagramme triangulaire de PIPER.
- Aptitude des eaux destinées à l'irrigation.

Pour utiliser La classification, de Riverside ou de Wilcox. Nous avons besoin de logiciel diagramme.

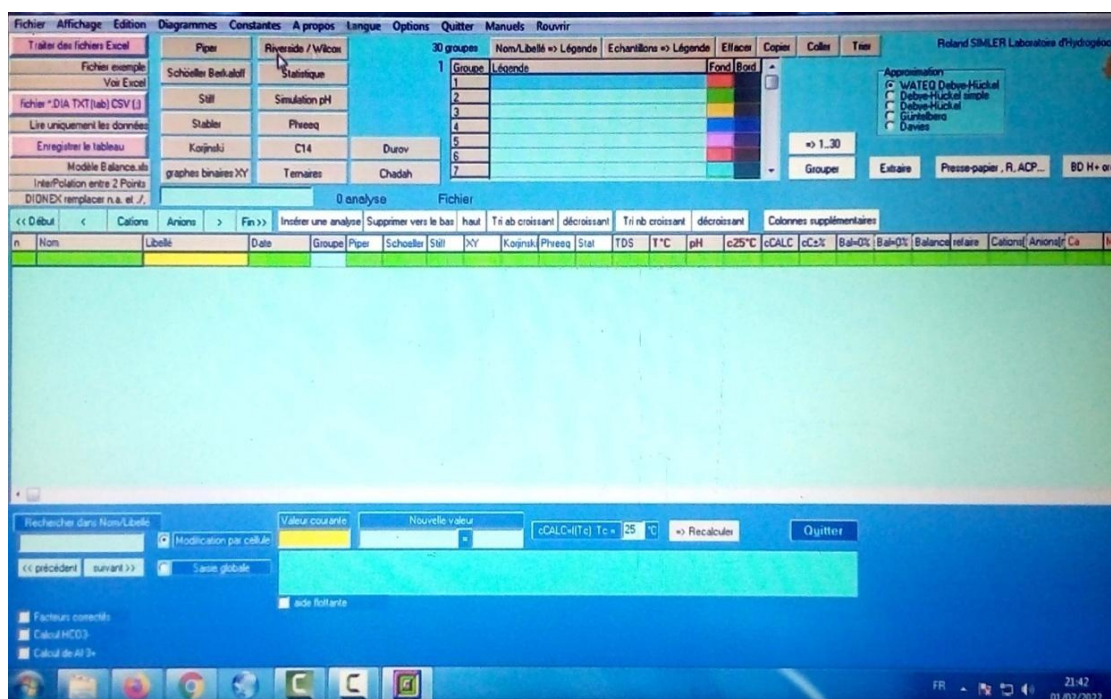
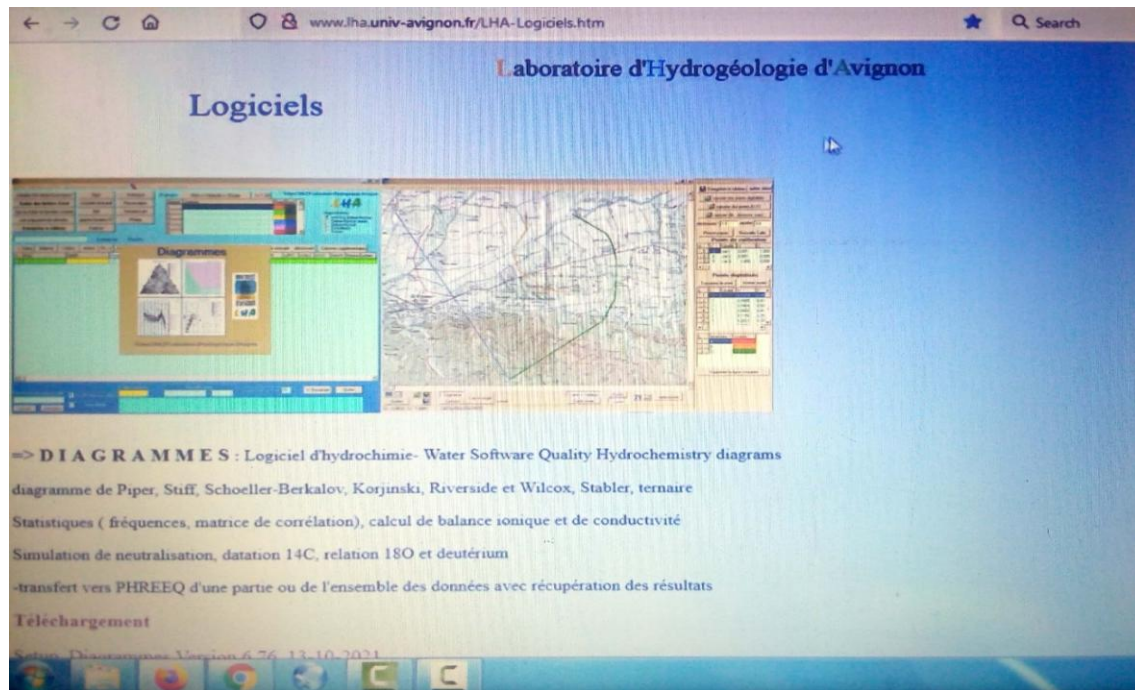
Qu'est-ce qu'un logiciel diagramme ?

Logiciel Diagramme : c'est un logiciel pour connaître la qualité des eaux sur terrain ou laboratoire.

*Comment travaillons-nous avec logiciel diagramme ?

Tout d'abord, téléchargez un diagramme sur le site suivant :

(Laboratoire d'hydrogéologie d'Avignon)



a-Diagramme triangulaire de PIPER:

La représentation des analyses chimiques dans le diagramme de PIPER permet d’avoir une approche de la composition chimique d’une eau. Ce diagramme est établi à partir des quantités en réaction (en%). Les résultats ont été représentés sur le diagramme de Piper.

La position des points représentatifs des anions et des cations caractérise la composition chimique de l’eau des différents points d’eau. Selon les diagrammes) ces eaux appartiennent à deux familles :

- ✚ **Bicarbonatée calcique et magnésienne** : caractérise toutes les périodes étudiées.
- ✚ **Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne** : englobe les eaux de la période du 03/01/2004.

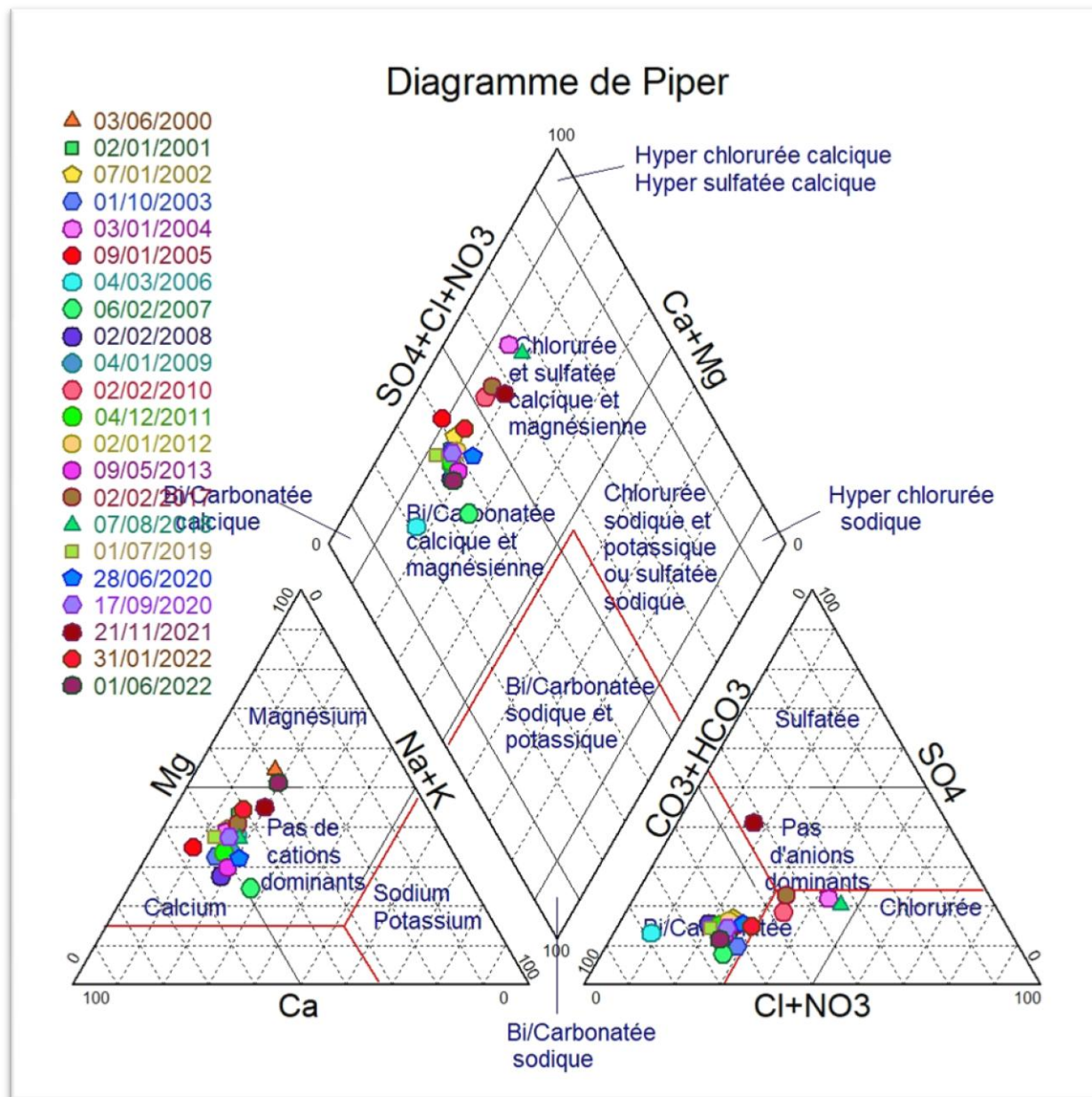


Figure. IV.14: Diagramme de Piper

b-Aptitude des eaux destinées à l'irrigation :

L'aptitude des eaux à être utilisées pour l'irrigation, peut être évaluée par un certain nombre d'indices et de diagrammes, parmi lesquels :

- Le pourcentage en sodium (% Na⁺).
- Indice de Kelly's Ratio (Kr).
- Diagramme de RIVERSIDE.
- Diagramme de WILCOX.

➤ Le pourcentage en sodium :

L'usage agricole d'une eau demande un pourcentage en sodium inférieure 60% (seuil maximal admissible) (Rodier J., 1996).

Le pourcentage en Na⁺ est donné par la formule suivante :

$$\text{Na}^+ = \frac{(\text{Na}^+ + \text{K}^+)}{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)} \times 100$$

Tableau V.5 : Classification des eaux, selon le pourcentage en Na⁺

Classe	Eau très Bonne	Eau Bonne	Eau admissible	Eau médiocre	Eau mauvaise
Na ⁺ %	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80

Tableau. V. 6 : Les pourcentages en sodium des eaux analysées ainsi que leurs classifications :

La date	Pourcentage de Na+	La classe
02/01/00	18,9977408	Eau très bonne
02/02/00	19,4601432	Eau très bonne
03/05/00	20,1156415	Eau bonne
03/06/00	24,8289561	Eau bonne
02/07/00	22,7845719	Eau bonne
01/08/00	17,8153559	Eau très bonne
05/09/00	14,1482739	Eau très bonne
01/10/00	21,0730151	Eau bonne
02/12/00	18,3034213	Eau très bonne
02/01/01	19,8286035	Eau très bonne
03/02/01	19,7578935	Eau très bonne
03/03/01	17,3810105	Eau très bonne
02.05.01	22,3058844	Eau bonne
17/06/01	23,5143224	Eau bonne
02/07/01	21,0151309	Eau bonne
01/08/01	23,0000876	Eau bonne
01/09/01	23,1466173	Eau bonne
02/10/01	21,4143426	Eau bonne
03/11/01	19,0349291	Eau très bonne
01/12/01	19,7114954	Eau très bonne
07/01/02	20,6738721	Eau bonne
11/02/02	19,6360153	Eau très bonne
02/03/02	19,0021438	Eau très bonne
23/04/02	18,5018051	Eau très bonne
08/05/02	22,6804124	Eau bonne
08/06/02	17,8253119	Eau très bonne
02/07/02	19,1898064	Eau très bonne

01/10/03	20,4577192	Eau bonne
02/11/03	20,3903671	Eau bonne
01/12/03	22,8287841	Eau bonne
03/01/04	19,2929398	Eau très bonne
03/02/04	20,5297682	Eau bonne
01/03/04	17,0243269	Eau très bonne
06/04/04	18,4851217	Eau très bonne
03/05/04	19,9535963	Eau très bonne
01/06/04	18,6788155	Eau très bonne
11/07/04	18,9639223	Eau très bonne
08/09/04	21,1510084	Eau bonne
02/10/04	22,2362713	Eau bonne
12/12/04	20,6475833	Eau bonne
09/01/05	12,451528	Eau très bonne
12/02/05	20,9677419	Eau bonne
01/03/05	23,6819848	Eau bonne
12/04/05	19,3995381	Eau très bonne
09/05/05	21,0537126	Eau bonne
13/06/05	21,2669683	Eau bonne
10/09/05	19,248396	Eau très bonne
08/10/05	23,7014624	Eau bonne
13/11/05	22,3744292	Eau bonne
11/12/05	28,6638927	Eau bonne
12/02/06	25,1983201	Eau bonne
04/03/06	23,0855856	Eau bonne
02/04/06	23,798627	Eau bonne
02/05/06	27,3417722	Eau bonne
05/06/06	26,3788969	Eau bonne
02/07/06	22,5225225	Eau bonne
21/08/06	24,2504409	Eau bonne
17/09/06	25,0368189	Eau bonne
02/10/06	23,9640539	Eau bonne
08/10/06	22,4089636	Eau bonne
04/11/06	20,4259018	Eau bonne
02/11/06	19,9258573	Eau très bonne
06/02/07	33,2967435	Eau bonne
07/04/07	20,2197802	Eau bonne
03/03/07	33,0129545	Eau bonne
02/06/07	22,2222222	Eau bonne
07/07/07	21,4132762	Eau bonne
01/09/07	24,5372363	Eau bonne
15/10/07	23,7013628	Eau bonne

04/11/07	21,2967345	Eau bonne
03/12/07	20,3373016	Eau bonne
02/01/08	25,6171402	Eau bonne
02/02/08	23,7402016	Eau bonne
01/03/08	26,5324794	Eau bonne
01/04/08	20,728513	Eau bonne
12/05/08	25,1820763	Eau bonne
16/06/08	22,6202567	Eau bonne
02/07/08	20,6581792	Eau bonne
18/08/08	22,1493027	Eau bonne
09/09/08	20,1855351	Eau bonne
06/10/08	18,487633	Eau très bonne
03/11/08	19,2443088	Eau très bonne
06/12/08	20,8737864	Eau bonne
04/01/09	22,8359002	Eau bonne
04/02/09	20,7930368	Eau bonne
03/03/09	23,1588698	Eau bonne
04/04/09	22,0140515	Eau bonne
04/05/09	21,3856093	Eau bonne
02/06/09	24,6095599	Eau bonne
01/07/09	25,7475083	Eau bonne
06/09/09	27,4941084	Eau bonne
05/10/09	26,3331139	Eau bonne
04/11/09	25,6864482	Eau bonne
02/12/09	24,1775322	Eau bonne
14/01/10	20,8675197	Eau bonne
02/02/10	21,4070254	Eau bonne
01/03/10	18,957346	Eau très bonne
04/04/10	21,5744981	Eau bonne
04/05/10	20,6457281	Eau bonne
07/06/10	21,346112	Eau bonne
05/08/10	17,2963132	Eau très bonne
12/09/10	16,0583942	Eau très bonne
06/10/10	19,9445983	Eau très bonne
02/11/10	20,9863589	Eau bonne
05/12/10	16,0680529	Eau très bonne
09/01/11	16,8577208	Eau très bonne
06/02/11	21,9776109	Eau bonne
07/03/11	20,8955224	Eau bonne
05/04/11	21,5011728	Eau bonne
05/06/11	19,5663719	Eau très bonne
06/07/11	25,1560607	Eau bonne

08/08/11	10,1347323	Eau très bonne
08/09/11	22,7230569	Eau bonne
05/10/11	21,5746165	Eau bonne
03/11/11	30,194105	Eau bonne
04/12/11	21,7733716	Eau bonne
02/01/12	22,0126465	Eau bonne
09/02/12	22,0464893	Eau bonne
01/03/12	22,4456395	Eau bonne
03/05/12	21,9092332	Eau bonne
03/06/12	22,5920974	Eau bonne
01/07/12	37,9976295	Eau bonne
02/09/12	27,2108844	Eau bonne
02/10/12	22,1627112	Eau bonne
04/11/12	21,2874659	Eau bonne
02/12/12	25,117596	Eau bonne
18/03/13	22,2584293	Eau bonne
09/05/13	24,4679929	Eau bonne
02/06/13	24,8916546	Eau bonne
01/07/13	25,5926159	Eau bonne
10/01/14	22,3201511	Eau bonne
03/04/14	21,7617093	Eau bonne
18/06/14	16,1063016	Eau très bonne
01/08/14	22,8702115	Eau bonne
06/03/15	16,4609053	Eau très bonne
20/06/15	19,7433366	Eau très bonne
06/09/15	27,8787275	Eau bonne
01/02/16	26,8899036	Eau bonne
12/07/16	19,9677118	Eau très bonne
01/09/16	23,0791422	Eau bonne
20/11/16	18,1933958	Eau très bonne
02/02/2017	21,8795582	Eau bonne
06/05/2017	20,0513314	Eau bonne
22/10/2017	28,0863551	Eau bonne
01/02/2018	16,2271805	Eau très bonne
22/03/2018	29,4117647	Eau bonne
07/08/2018	24,1109102	Eau bonne
30/08/2018	28,1331048	Eau bonne
21/02/2019	23,7748666	Eau bonne
07/03/2019	20,7715134	Eau bonne
22/05/2019	18,6698961	Eau très bonne
01/07/2019	16,8115942	Eau très bonne
28/06/2020	26,6033254	Eau bonne

22/07/2020	23,8029338	Eau bonne
17/09/2020	23,8987816	Eau bonne
14/06/2021	28,0528053	Eau bonne
20/09/2021	17,047817	Eau très bonne
21/11/2021	21,7676862	Eau bonne
01/06/2022	21,3198473	Eau bonne

- Les eaux étudiées de la source d'Ain El Houtz ont un taux de sodium inférieur à 40 %, donc elles sont aptes à être utilisées en irrigation.

➤ **Indice de Kelly's Ratio (Kr) :**

Cet indice est exprimé par la formule suivante :

$$Kr = \frac{Na^+}{Ca^{++} + Mg^{++}}$$

Si $Kr < 1 \implies$ Eau bonne pour l'irrigation

$Kr > 1 \implies$ Eau mauvaise pour l'irrigation.

Tableau. V.7 : valeur du Kr d'eau étudiée

La date	Kr
02/01/00	0,22185598
02/02/00	0,23155373
03/05/00	0,24009744
03/06/00	0,30093952
02/07/00	0,28224849
01/08/00	0,2050549
05/09/00	0,15161503
01/10/00	0,2525617
02/12/00	0,21193112
02/01/01	0,23526289
03/02/01	0,23421735
03/03/01	0,19900384
02.05.01	0,27309394
17/06/01	0,28647289
02/07/01	0,24706061
01/08/01	0,27736686
01/09/01	0,27966612
02/10/01	0,25982256
03/11/01	0,21746797

01/12/01	0,22876911
07/01/02	0,2484969
11/02/02	0,23241955
02/03/02	0,22256978
23/04/02	0,21594684
08/05/02	0,27333333
08/06/02	0,20065076
02/07/02	0,21965757
01/10/03	0,21805495
02/11/03	0,23978071
01/12/03	0,2829582
03/01/04	0,22612741
03/02/04	0,23312961
01/03/04	0,18897468
06/04/04	0,20464602
03/05/04	0,23768116
01/06/04	0,21848739
11/07/04	0,22260274
08/09/04	0,25577043
02/10/04	0,26912618
12/12/04	0,24246008
09/01/05	0,12190662
12/02/05	0,25170068
01/03/05	0,27336535
12/04/05	0,2234957
09/05/05	0,25367504
13/06/05	0,25287356
10/09/05	0,22133939
08/10/05	0,29081295
13/11/05	0,27058824
11/12/05	0,38885288
12/02/06	0,31815346
04/03/06	0,28550512
02/04/06	0,28828829
02/05/06	0,3554007
05/06/06	0,33224756
02/07/06	0,27906977
21/08/06	0,29685681
17/09/06	0,31434185
02/10/06	0,30203546
08/10/06	0,27677497
04/11/06	0,24030584

02/11/06	0,23726852
06/02/07	0,4662644
07/04/07	0,24242424
03/03/07	0,46163444
02/06/07	0,27329193
07/07/07	0,26158038
01/09/07	0,31374786
15/10/07	0,29769609
04/11/07	0,26458208
03/12/07	0,25529265
02/01/08	0,31934878
02/02/08	0,29955947
01/03/08	0,34246575
01/04/08	0,25197899
12/05/08	0,31677941
16/06/08	0,27443026
02/07/08	0,24825916
18/08/08	0,2687039
09/09/08	0,23676281
06/10/08	0,21233062
03/11/08	0,22667829
06/12/08	0,25153374
04/01/09	0,28217481
04/02/09	0,25030525
03/03/09	0,27727547
04/04/09	0,26426426
04/05/09	0,24936243
02/06/09	0,30131827
01/07/09	0,32438479
06/09/09	0,36294691
05/10/09	0,32767352
04/11/09	0,32777116
02/12/09	0,30178795
14/01/10	0,24572381
02/02/10	0,25380711
01/03/10	0,21796917
04/04/10	0,25825286
04/05/10	0,2435649
07/06/10	0,25477707
05/08/10	0,19262521
12/09/10	0,17391304
06/10/10	0,22145329

02/11/10	0,24568393
05/12/10	0,18018018
09/01/11	0,18537829
06/02/11	0,2637036
07/03/11	0,24528302
05/04/11	0,25522908
05/06/11	0,2258853
06/07/11	0,31744056
08/08/11	0,09287515
08/09/11	0,27604417
05/10/11	0,25753796
03/11/11	0,31582561
04/12/11	0,26057089
02/01/12	0,2656557
09/02/12	0,27051952
01/03/12	0,27735906
03/05/12	0,26338391
03/06/12	0,27398892
01/07/12	0,59597436
02/09/12	0,36177269
02/10/12	0,27286748
04/11/12	0,25962787
02/12/12	0,32322986
18/03/13	0,27486057
09/05/13	0,31257566
02/06/13	0,31365587
01/07/13	0,32703693
10/01/14	0,26523245
03/04/14	0,26550351
18/06/14	0,1799856
01/08/14	0,28169014
06/03/15	0,18472906
20/06/15	0,23428806
06/09/15	0,36584524
01/02/16	0,34698126
12/07/16	0,23357044
01/09/16	0,28128516
20/11/16	0,20571556
02/02/2017	0,2667378
06/05/2017	0,24077047
22/10/2017	0,37889828
01/02/2018	0,17986856

22/03/2018	0,3968254
07/08/2018	0,29785544
30/08/2018	0,36699492
21/02/2019	0,2991725
07/03/2019	0,24344569
22/05/2019	0,18612731
01/07/2019	0,18815331
28/06/2020	0,34304207
22/07/2020	0,29059208
17/09/2020	0,2955665
14/06/2021	0,37844037
20/09/2021	0,19548872
21/11/2021	0,26385224
01/06/2022	0,24576218

*Les valeurs du tableau Kr, indiquent que les eaux sont de bonne qualité pour l'irrigation, toutes les sources étudiées ont un ($Kr < 1$).

➤ **Diagramme de Riverside :**

Le sodium est un élément des bases alcalines et alcalino-terreuses, joue un rôle important dans le maintien de la perméabilité des sols pour l'irrigation.

On utilise le SAR pour classer les risques liés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation.

Le SAR est défini par la relation suivante :

$$S.A.R.= \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

S.A.R. < 10: eau excellente, à faible danger d'alcalinisation des sols.

10 < S.A.R. < 18 : eau de bonne qualité, danger d'alcalinisation assez appréciable. 18

< S.A.R. < 26 : eau convenable, danger d'alcalinisation important.

S.A.R. > 26: eau de qualité médiocre, danger de forte alcalinisation.

Tableau V.8 : Classification des eaux destinées à l'irrigation (Servant 1975).

Degré	Qualité	Classe	Description
1	Excellente	C1-S1	En général, eau sans danger pour l'irrigation de la plupart des cultures, sur la plupart des sols.
2	Bonne	C2-S1 C2-S2	En général, eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes aux sels, sur sols ayant une bonne perméabilité. Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles au sodium et aux sols à forte capacité d'échange d'ions (sols argileux).
3	Admissible	C3-S1	En général, eau convenant à l'irrigation des cultures tolérantes au sel, sur des sols bien drainés. L'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée. Principaux problèmes dus aux plantes trop sensibles au sodium et aux sols à faible perméabilité
4	Médiocre	C4-S1 C4-S2 C4-S3	En général, eau fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces bien tolérantes au sel et sur des sols bien drainés et lessivés.
5	mauvaise	C3-S4 C4-S3 C4-S4	Eau ne convenant généralement pas à l'irrigation, mais pouvant être utilisée sous certaines conditions : sols très perméables, bon lessivage, plantes tolérant très bien le sel.

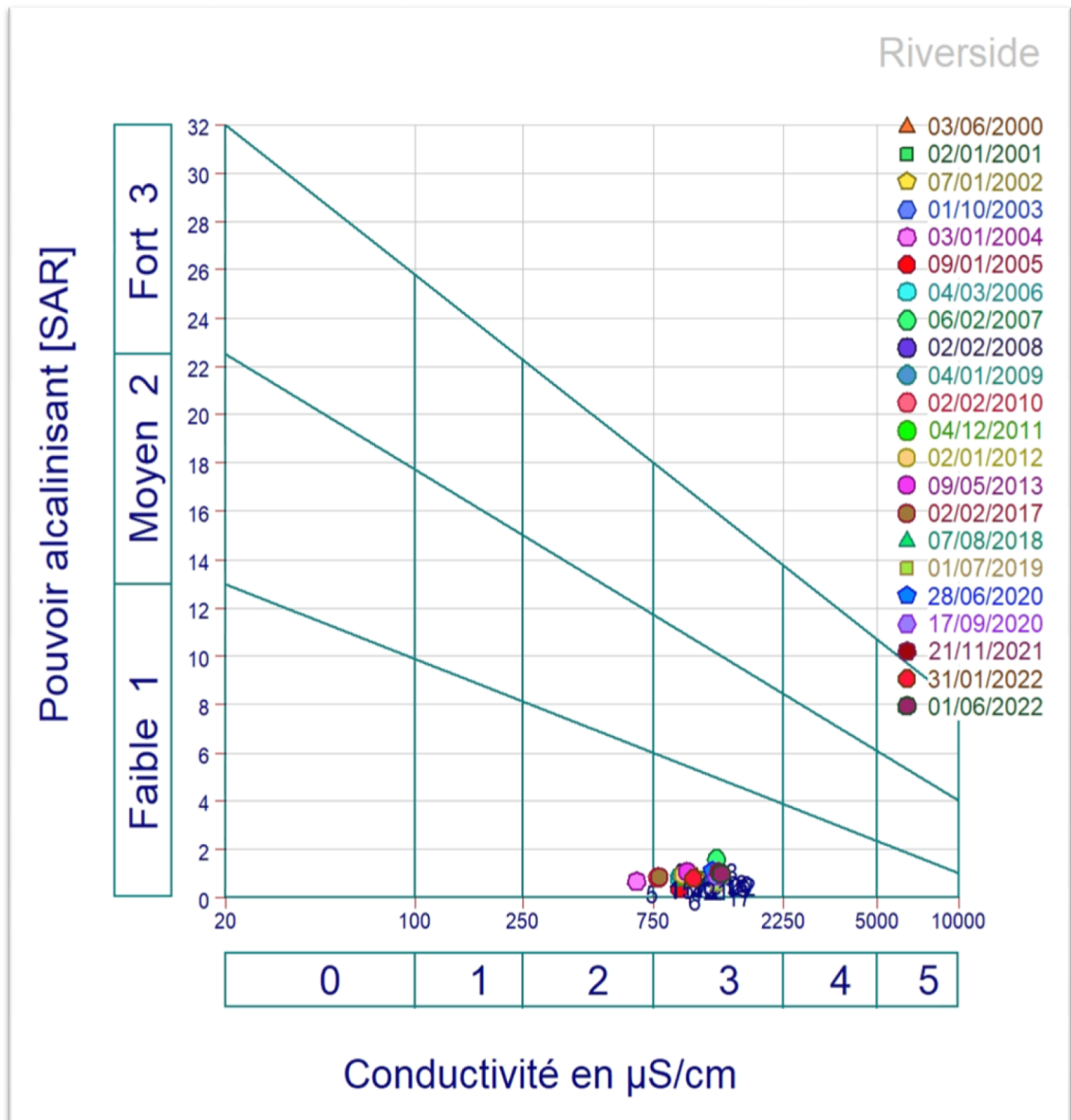


Figure. V.14: Diagramme de Riverside.

D’après le diagramme de Riverside (Figure. V.14), les eaux de la source d’Ain El Houtz sont classées dans deux classes :

La classe C3-S1 (qualité admissible).

La classe C2-S1 (Bonne qualité pour l’irrigation).

➤ **Diagramme de WILOX :**

Ce diagramme est basé sur les valeurs du rapport d'absorption en sodium (SAR) et de la conductivité électrique des ions contenus dans l'eau. L'objectif était de représenter les échantillons sur le diagramme de Wilcox afin de faciliter la caractérisation des eaux profondes sur leur aptitude à l'irrigation, mais il n'était disponible que la valeur de conductivité de quelques échantillons. C'est alors qu'on a tenté de retrouver par calcul théorique les conductivités des échantillons à partir des conductivités équivalentes des différents ions majeurs analysés (Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄²⁻, HCO₃⁻) à 25°C d'après la méthode décrite par Hölting (1996).

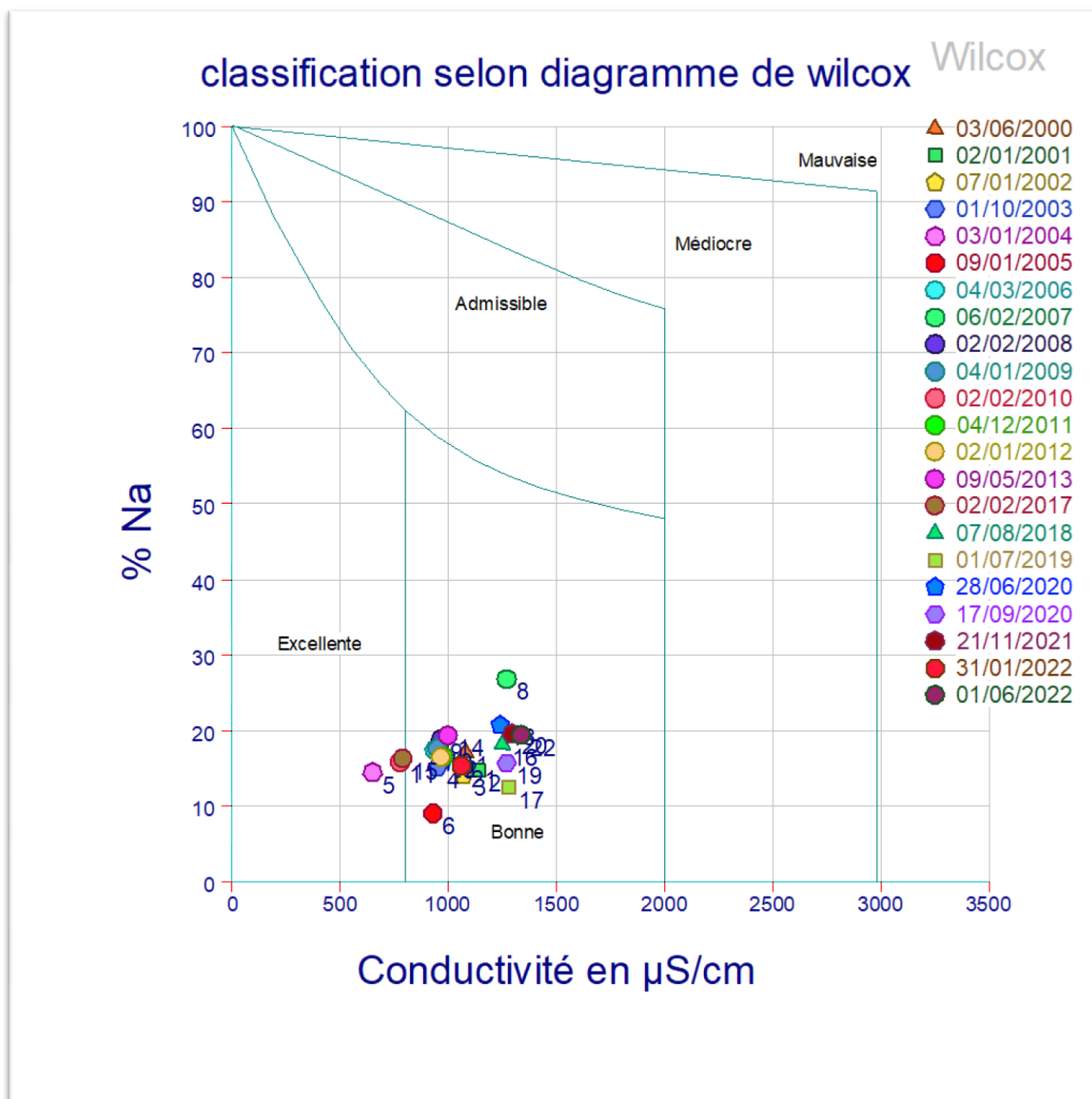


Figure. V.15 : Diagramme de wilcox

D'après la figure V.15. Nous remarquons que les eaux de la source étudiée appartiennent aux classes : excellente la majorité bonne pour l'irrigation.

V.5. Les analyses bactériologiques :**a-Résultats des analyses :**

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE, et consiste à la recherche des *Coliformes totaux* et *fécaux*, des *Streptocoques fécaux*, des *Clostridium sulfito-réducteurs* et des *germes totaux*.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 9: Les résultats des analyses bactériologiques

Parameters	Prélèvement 01/06/2022	Normes Algériennes
Coliformes Totaux	00	< 10
Coliformes fécaux	00	00
Streptocoques fécaux	110	00
Clostridium sulfito- réducteurs	FV : 45	02 00
Germs Totaux à 37°C	49	<10
Germs Totaux à 22°C	160	<100

FV : forme végétative.

b-Interprétation et discussion :

L'eau souterraine est le vecteur des microorganismes pathogènes ou non pathogènes.

Lorsque le pouvoir d'autoépurations du sol est très efficace, pratiquement l'eau souterraine en est dépourvue dans les conditions naturelles. Un problème particulier est posé par les aquifères Karstiques au sein desquels l'autoépuration est faible, nulle (**CASTANY G., 1982**).

Les eaux des nappes peu profondes sont souvent contaminées après de fortes précipitations (**RODIER J., 2009**).

Concernant Léau de la source d'Ain El Houtz, les analyses bactériologiques ont permis d'en déduire les résultats suivants :

❖ **Les Coliformes totaux et fécaux**

Les Coliformes totaux parmi lesquels *E.coli*, représentent approximativement 10% des microorganismes intestinaux humaines et animaux, sont considérées comme étant un organisme indicateur de pollution.

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des coliformes fécaux et des coliformes totaux dans 100 ml.

-les résultats obtenus pour notre eau étudiée :

La valeur de coliforme totaux elles restent inférieures à la norme algérienne.

La valeur de coliformes fécaux Est conforme aux normes prescrites.

❖ **Les Streptocoques fécaux :**

Les streptocoques fécaux sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale.

La valeur des streptocoques fécaux sont supérieur à la norme prescrite.

❖ **Les Clostridium sulfito- réducteurs :**

Les Clostridium sulfito- réducteurs sont aussi d'origine fécale, si elles se trouvent normalement dans les matières fécales elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels. Elles sont souvent recherchées pour vérifier l'autoépuration des sols vis-à-vis de l'eau.

La forme de Clostridium Sulfito- Réducteurs (végétatives) dans l'eau étudiée est supérieure à la norme algérienne.

❖ **Les Germes totaux**

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique ; celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne. La stabilité des dénombrements bactériens est donc un bon signe de protection.

Les résultats obtenus varient 160 germes /ml à 22°C, 49 germes /ml à 37°C. Ils restent toutes fois conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (<10 germes par ml à 37°C et <100 germes par ml à 22° C).

Conclusion :

À partir de l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, nous pouvons dire que les eaux de la source d'Ain El Houtz étaient non potables dans les périodes d'étude, vu les taux très élevés en nitrates.

L'analyse bactériologique (1 juin 2022) a montré que l'eau de la source dépasse les normes admissibles en germe totaux (à 37°C et à 22°C) et en Streptocoques fécaux.

- Le diagramme de Piper a classé les eaux de la région d'étude selon deux familles :
 - ✚ **Bicarbonatée et sulfatée calcique et magnésienne** : représenté par le point d'eau
 - ✚ **Chlorure et sulfatée calcique et magnésienne** : Englobe toutes les périodes.
- L'estimation des eaux à des fins d'irrigation, en utilisant des indices, comme le Pourcentage en Na, et le KR a fait révéler que :

L'eau de source, en calculant le % en Na⁺ est de qualité bonne à très bonne. Pour le KR, elles sont classées de bonne qualité pour l'irrigation (KR inférieur à 1).

*Le diagramme de RIVERSIDE a montré que la source d'Ain El Houtz est classée dans deux classes :

* C3-S1 : représentée par la plupart des points, elle est admissible pour l'irrigation

* C2-S1 : représentée par les échantillons n°4, 8 et 28 ils sont de bonne qualité.

*Selon WILCOX, la source est répartie en deux classes :

Excellente et bonne pour la majorité des points analysés.

Conclusion Générale

Ce modeste travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source d'Ain El Houtz.

-L'étude climatologique faite sur une période allant de 1995 à 2021 a montré que le type du climat de la ville de Tlemcen est semi-aride, avec un hiver relativement froid et pluvieux et un été chaud et sec.

- La moyenne annuelle des précipitations est de 418.61 mm.
- La température moyenne mensuelle est d'environ 17.6 °C. Les mois de Juillet et d'Août sont les plus chauds (32.8°C et 33.3°C), et Janvier est le mois le plus froid (5.4°C).
- Le diagramme pluvio-thermique de Bagnouls et Gaussen, nous a permis de définir une période humide entre la fin du mois de Septembre et le début du mois de Mai et une période déficitaire couvrant le reste de mois de l'année.

- Les calculs du bilan ont fait ressortir les résultats suivants :

- L'évapotranspiration potentielle a été évaluée à environ 879.6 mm.
- L'évapotranspiration réelle annuelle est de 297.87 mm.
- L'écoulement de surface annuel est de 420 mm.
- L'infiltration annuelle est de 14.91 mm.

- L'étude litho- stratigraphique montre que la région d'étude est karstique du Jurassique supérieur partiellement couvert par des terrains du Mio-Plio-Quaternaire, affecté d'une tectonique cassante.

-La synthèse hydrogéologique a identifié les formations qui peuvent être aquifères

-Dans le secteur d'étude et qui sont représentées par celles du Plio-Quaternaire, les dolomies et les Calcaires du Jurassique, les grès tortoniens et les grès de Boumédiène, lorsqu'ils sont fissurés.

-L'étude hydrogéochimique portée sur les eaux de la source d'Ain El Houtz a fait ressortir les résultats suivants:

- D'après les paramètres physico-chimiques et bactériologiques, nous pouvons dire que les eaux de la source d'Ain El Houtz étaient non potables dans les périodes d'étude, vu les taux très élevés en nitrates, à l'exception des dates du : 02/10/2002 (7mg/l), 08/10/2007 (26mg/l), 28/08/1998 (30mg/l), 04/01/2008 (42mg/l), 03/06/2001 (48mg/l) et 03/03/2007 (48mg/l). L'analyse bactériologique faite le 06 juin 2022 au laboratoire de l'ADE/Tlemcen a montré que l'eau de la source dépasse les normes admissibles en germe totaux (à 37°C et à 22°C) et en Streptocoques fécaux.
- La représentation des paramètres étudiés par diagramme suivante :
- Le diagramme de Piper a classé les eaux de la région d'étude selon deux familles :
 - Bicarbonatée et sulfatée calcique et magnésienne : représenté par le point d'eau n°86 de la période du 01/04/2008.
 - chlorure et sulfatée calcique et magnésienne : Englobe toutes les périodes.
- L'estimation des eaux à des fins d'irrigation, en utilisant des indices, comme le pourcentage en Na⁺, et le KR a fait révéler que :
 - Les eaux de la source, en calculant le % en Na⁺ est de qualité bonne à très bonne. Pour le KR, elles sont classées de bonne qualité pour l'irrigation (KR inférieur à 1).

Le diagramme de RIVERSIDE a montré que la source d'Ain El Houtz est classée dans deux classes :

* C3-S1 : représentée par la plupart des points, elle est admissible pour l'irrigation

* C2-S1 : représentée par les échantillons n°4 ,8et 28 ils sont de bonne qualité.

*Selon WILCOX, la source est répartie en deux classes : Excellente et bonne pour la majorité des points analysés.

Référence bibliographique :

- **ABLAOUI H. (2013)**- Structure et fonctionnement de trois émergences karstiques des Monts de Tlemcen à partir des réponses hydrogéologiques et hydrochimiques (période du 12/12/2005 au 16/01/2007). Mém. Magister, Univ. Oran, 169 p.
- **B. collignon (1986)** - Hydrogéologie appliquée des aquifère des monte de Tlemcen. Mem.univ, Tlemcen 22p.
- **BENSAOULA Fouzia (2006)** – Karstification hydrogéologie et vulnérabilité des eaux karstiques. Mise au point d’outils pour leur protection (Application aux Monts de Tlemcen – Ouest Oranais). P 25.
- **HAYANE Sidi Mohamed (1983)**- Contribution à l’étude géologique et hydrogéologique du bassin versant de l’Oued Sikkak (région de Tlemcen). Thèse. Doc. 3 ème cycle, Univ. Oran, 236 p, 91 f.
- **IBRAHIM Lasgaa (1958)** –Le Berriasien de la région d’oued Mimoun Micropaléontologie, sédimentologie et paleoenvironnements (Tlemcen, Algérie nord occidentale) 5p.
- **KEDDAH Karima ; MEDJAHDI Naima (2018)**- Contribution a l’étude physico-chimique de quelque sources dans le groupement urbain de Tlemcen ; mémoire master; page 73.
- **NDJENIEN Bourezg (2014)**- Contribution a l’étude hydrogéologique de la nappe des grés albiens de la région (Monts des Ksour- Atlas saharien occidental. Algérie) p 23.
- **RODIER .J (1996)**.- L’analyse de l’eau : eaux naturelles. *6ème édition, Dunod, Paris,1383p.*
- **RODIER .J (2005)**.- l’Analyse de l’eau. 5ème édition .*Dunod, Paris 1383p.*
- **RODIER .J (2009)**.- L’analyse de l’eau : eaux naturelles. *9ème édition, Dunod, Paris,1383p.*
- **SFERDJLI Fouzia (2016)**- Les périmètres de protection des ouvrages de captages des eaux souterraines, bibliographie et étude de cas. Mém. Master, Univ. Tlemcen, 15 p, 16 p.
- **WHO (World Health Organization)(1994)**.- Directive de qualité de l’eau de boissoncritères d’hygiène, 2e édition, vol, Genève.

✓ SITE WEB :

- ❖ **Site Internet 1** :https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Tlemcen
 - ❖ **Site Internet 2**: Google Map.
 - ❖ **Site Internet 3**: Copyright 2022 Hach 0033 (0) 82020/ les cookies sont utilisés pour améliorer votre expérience de navigation.
 - ❖ **Site Internet 4**: https://www.memoireonline.com/11/07/670/m_caracterisation-hydrodynamique-hydrochimique-
 - ❖ **Site Internet 5**: Google Scolaire.
 - ❖ **Site Internet 6**: <https://glossaire.eauetbiodiversite.fr/concept/d%C3%A9ficit-d%27%C3%A9coulement>
- ✓ **Logiciels :**
- ❖ -Diagrammes version 6.57.

ANNEXES

Tableau N° 01 : Balance ionique.

N° des échantillons	Balance calculée	classification
1	0%	Acceptable
2	4%	Acceptable
3	4,68%	Acceptable
4	3%	Acceptable
5	4%	Acceptable
5	3%	Acceptable
6	3%	Acceptable
8	0%	Acceptable
7	4,2%	Acceptable
8	4,13%	Acceptable
9	2%	Acceptable
10	4%	Acceptable
11	4,8%	Acceptable
12	4%	Acceptable
13	4,3%	Acceptable
14	4,8%	Acceptable
15	4,5%	Acceptable
16	4,6%	Acceptable
17	-8%	Bonne
18	4,6%	Acceptable
19	1%	Acceptable
20	4%	Acceptable
24	-2%	Bonne
21	-4%	Bonne
22	4%	Acceptable
24	-1%	Bonne
25	1%	Acceptable
26	4%	Acceptable
30	0%	Acceptable
27	4%	Acceptable
28	4%	Acceptable
33	5%	Acceptable
29	4%	Acceptable
30	2%	Acceptable
31	4%	Acceptable
32	4%	Acceptable

Tableau N° 02 : Dureté totale d'eau de la source d'Ain El Houtz.

<i>Date</i>	<i>TH (Ca⁺)</i>	<i>TH (Mg⁺)</i>	<i>TH</i>	<i>Dureté totale (TH) mg/l en CaCo3</i>	<i>Classification</i>
02/01/00	26,81	11,2	37,98	379,77	Eau très dure
02/02/00	36,29	15,1	51,41	514,10	Eau très dure
03/05/00	26,57	11,1	37,64	376,40	Eau très dure
03/06/00	15,97	6,7	22,62	226,21	Eau dure
02/07/00	26,32	11,0	37,29	372,87	Eau très dure
01/08/00	26,56	11,1	37,63	376,25	Eau très dure
05/09/00	26,69	11,1	37,82	378,16	Eau très dure
01/10/00	26,28	10,9	37,23	372,28	Eau très dure
02/12/00	25,82	10,8	36,58	365,82	Eau très dure
02/01/01	25,91	10,8	36,70	366,99	Eau très dure
03/02/01	25,14	10,5	35,62	356,17	Eau dure
03/03/01	25,13	10,5	35,59	355,94	Eau dure
02.05.01	25,51	10,6	36,14	361,41	Eau très dure
17/06/01	25,55	10,6	36,20	361,99	Eau très dure
02/07/01	24,21	10,1	34,30	343,04	Eau dure
01/08/01	26,55	11,1	37,61	376,10	Eau très dure
01/09/01	23,78	9,9	33,69	336,85	Eau dure
02/10/01	26,18	10,9	37,08	370,81	Eau très dure
03/11/01	26,49	11,0	37,52	375,22	Eau très dure
01/12/01	25,03	10,4	35,46	354,64	Eau dure
07/01/02	25,80	10,8	36,55	365,52	Eau très dure
11/02/02	26,18	10,9	37,08	370,81	Eau très dure
02/03/02	25,97	10,8	36,79	367,87	Eau très dure
23/04/02	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
08/05/02	22,50	9,4	31,88	318,75	Eau dure
08/06/02	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/07/02	30,80	12,8	43,64	436,37	Eau très dure
01/10/03	32,63	13,6	46,22	462,19	Eau très dure
02/11/03	30,75	12,8	43,57	435,67	Eau très dure
01/12/03	27,58	11,5	39,06	390,65	Eau très dure
03/01/04	25,89	10,8	36,67	366,70	Eau très dure
03/02/04	25,88	10,8	36,66	366,56	Eau très dure
01/03/04	33,80	14,1	47,89	478,87	Eau très dure
06/04/04	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
03/05/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
01/06/04	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
11/07/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
08/09/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/10/04	30,09	12,5	42,63	426,26	Eau très dure
12/12/04	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
09/01/05	26,84	11,2	38,02	380,21	Eau très dure
12/02/05	25,75	10,7	36,48	364,79	Eau très dure
01/03/05	25,09	10,5	35,54	355,41	Eau dure
12/04/05	26,50	11,0	37,54	375,42	Eau très dure
09/05/05	25,36	10,6	35,93	359,27	Eau dure
13/06/05	28,00	11,7	39,67	396,67	Eau très dure
10/09/05	30,75	12,8	43,56	435,63	Eau très dure
08/10/05	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
13/11/05	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
11/12/05	27,50	11,5	38,96	389,58	Eau très dure
12/02/06	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
04/03/06	22,58	9,4	31,98	319,81	Eau dure
02/04/06	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/05/06	24,58	10,2	34,81	348,15	Eau dure
05/06/06	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
02/07/06	32,50	13,5	46,04	460,42	Eau très dure
21/08/06	32,50	13,5	46,04	460,42	Eau très dure
17/09/06	27,59	11,5	39,08	390,82	Eau très dure

02/10/06	27,50	11,5	38,96	389,58	Eau très dure
08/10/06	30,50	12,7	43,21	432,08	Eau très dure
04/11/06	35,00	14,6	49,58	495,83	Eau très dure
02/11/06	30,13	12,6	42,68	426,77	Eau très dure
06/02/07	35,00	14,6	49,58	495,83	Eau très dure
07/04/07	35,05	14,6	49,65	496,54	Eau très dure
03/03/07	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
02/06/07	27,75	11,6	39,31	393,13	Eau très dure
07/07/07	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
01/09/07	30,00	12,5	42,50	425,00	Eau très dure
15/10/07	26,51	11,0	37,55	375,49	Eau très dure
04/11/07	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
03/12/07	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
02/01/08	27,80	11,6	39,38	393,83	Eau très dure
02/02/08	32,56	13,6	46,13	461,30	Eau très dure
01/03/08	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
01/04/08	40,08	16,7	56,79	567,85	Eau très dure
12/05/08	27,08	11,3	38,37	383,65	Eau très dure
16/06/08	30,83	12,8	43,68	436,76	Eau très dure
02/07/08	30,84	12,8	43,69	436,86	Eau très dure
18/08/08	36,33	15,1	51,46	514,60	Eau très dure
09/09/08	30,89	12,9	43,75	437,54	Eau très dure
06/10/08	38,41	16,0	54,41	544,09	Eau très dure
03/11/08	30,59	12,7	43,33	433,32	Eau très dure
06/12/08	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
04/01/09	25,59	10,7	36,25	362,49	Eau très dure
04/02/09	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
03/03/09	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
04/04/09	30,75	12,8	43,56	435,63	Eau très dure
04/05/09	33,11	13,8	46,91	469,09	Eau très dure
02/06/09	26,08	10,9	36,94	369,40	Eau très dure
01/07/09	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
06/09/09	30,83	12,8	43,67	436,69	Eau très dure
05/10/09	30,91	12,9	43,79	437,93	Eau très dure
04/11/09	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
02/12/09	33,33	13,9	47,22	472,18	Eau très dure
14/01/10	30,09	12,5	42,63	426,25	Eau très dure
02/02/10	25,98	10,8	36,80	367,98	Eau très dure
01/03/10	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
04/04/10	36,41	15,2	51,57	515,74	Eau très dure
04/05/10	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
07/06/10	35,08	14,6	49,69	496,90	Eau très dure
05/08/10	30,34	12,6	42,98	429,78	Eau très dure
12/09/10	30,75	12,8	43,56	435,63	Eau très dure
06/10/10	25,55	10,6	36,20	361,96	Eau très dure
02/11/10	25,08	10,4	35,52	355,23	Eau dure
05/12/10	30,90	12,9	43,78	437,75	Eau très dure
09/01/11	30,58	12,7	43,32	433,22	Eau très dure
06/02/11	30,84	12,8	43,69	436,88	Eau très dure
07/03/11	26,50	11,0	37,54	375,42	Eau très dure
05/04/11	30,08	12,5	42,61	426,13	Eau très dure
05/06/11	30,09	12,5	42,63	426,25	Eau très dure
06/07/11	30,09	12,5	42,62	426,20	Eau très dure
08/08/11	25,80	10,8	36,55	365,54	Eau très dure
08/09/11	27,58	11,5	39,07	390,72	Eau très dure
05/10/11	30,83	12,8	43,68	436,78	Eau très dure
03/11/11	25,83	10,8	36,59	365,94	Eau très dure
04/12/11	30,09	12,5	42,63	426,28	Eau très dure
02/01/12	30,09	12,5	42,63	426,29	Eau très dure
09/02/12	30,08	12,5	42,61	426,06	Eau très dure
01/03/12	30,89	12,9	43,75	437,54	Eau très dure
03/05/12	33,08	13,8	46,86	468,56	Eau très dure

03/06/12	30,09	12,5	42,63	426,28	Eau très dure
01/07/12	33,09	13,8	46,88	468,78	Eau très dure
02/09/12	30,88	12,9	43,74	437,40	Eau très dure
02/10/12	30,09	12,5	42,62	426,24	Eau très dure
04/11/12	35,08	14,6	49,70	496,97	Eau très dure
02/12/12	30,91	12,9	43,79	437,93	Eau très dure
18/03/13	30,91	12,9	43,79	437,94	Eau très dure
09/05/13	32,58	13,6	46,16	461,57	Eau très dure
02/06/13	30,83	12,8	43,68	436,78	Eau très dure
01/07/13	30,76	12,8	43,57	435,73	Eau très dure
10/01/14	22,56	9,4	31,96	319,56	Eau dure
03/04/14	26,80	11,2	37,96	379,63	Eau très dure
18/06/14	24,37	10,2	34,52	345,24	Eau dure
01/08/14	20,15	8,4	28,55	285,46	Eau dure
06/03/15	25,55	10,6	36,20	361,96	Eau très dure
20/06/15	30,01	12,5	42,51	425,11	Eau très dure
06/09/15	22,57	9,4	31,97	319,71	Eau dure
01/02/16	24,65	10,3	34,92	349,21	Eau dure
12/07/16	35,02	14,6	49,61	496,12	Eau très dure
01/09/16	25,12	10,5	35,59	355,87	Eau dure
20/11/16	33,69	14,0	47,73	477,28	Eau très dure
02/02/2017	23,86	9,9	33,80	338,02	Eau dure
06/05/2017	32,29	13,5	45,74	457,44	Eau très dure
22/10/2017	27,26	11,4	38,62	386,22	Eau très dure
01/02/2018	26,09	10,9	36,96	369,57	Eau très dure
22/03/2018	26,75	11,1	37,90	378,96	Eau très dure
07/08/2018	25,22	10,5	35,73	357,28	Eau dure
30/08/2018	29,55	12,3	41,86	418,59	Eau très dure
21/02/2019	25,00	10,4	35,42	354,17	Eau dure
07/03/2019	27,55	11,5	39,03	390,29	Eau très dure
22/05/2019	30,10	12,5	42,63	426,35	Eau très dure
01/07/2019	24,75	10,3	35,06	350,63	Eau dure
28/06/2020	27,50	11,5	38,96	389,58	Eau très dure
22/07/2020	24,29	10,1	34,41	344,07	Eau dure
17/09/2020	25,08	10,4	35,52	355,23	Eau dure
14/06/2021	26,50	11,0	37,54	375,42	Eau très dure
20/09/2021	33,50	14,0	47,46	474,58	Eau très dure
21/11/2021	35,01	14,6	49,60	496,01	Eau très dure
11/06/2022	23,77	9,9	33,68	336,78	Eau dure

Tableau N° 03: Minéralisation de la source d'Ain El Houtz.

La date	conductivité en (µS/cm)	Minéralisation
02/01/00	942	584
02/02/00	1060	657
03/05/00	980	608
03/06/00	1080	670
02/07/00	992	615
01/08/00	748	464
05/09/00	884	548
01/10/00	775	481
02/12/00	979	607
02/01/01	1140	707
03/02/01	984	610
03/03/01	885	549
02.05.01	713	456
17/06/01	1050	651

02/07/01	968	600
01/08/01	708	439
01/09/01	452	280
02/10/01	943	585
03/11/01	1070	663
01/12/01	913	566
07/01/02	1070	663
11/02/02	1050	651
02/03/02	843	523
23/04/02	1120	694
08/05/02	1040	645
08/06/02	990	614
02/07/02	873,0	541
01/10/03	952	590
02/11/03	732	454
01/12/03	925	574
03/01/04	649	465
03/02/04	740	530
01/03/04	801	608
06/04/04	782	560
03/05/04	744	533
01/06/04	910	691
11/07/04	1060	805
08/09/04	1020	774
02/10/04	783	561
12/12/04	904	686
09/01/05	931,0	707
12/02/05	896	680
01/03/05	982	745
12/04/05	1100	836
09/05/05	968	558
13/06/05	1160	880
10/09/05	770	551
08/10/05	1070	812
13/11/05	822	589
11/12/05	912	692
12/02/06	898	682
04/03/06	935	710
02/04/06	854	648
02/05/06	912	692
05/06/06	1000	759
02/07/06	832	596
21/08/06	856	650
17/09/06	1020	774
02/10/06	982	745
08/10/06	809	579
04/11/06	1050	797
02/11/06	855	649
06/02/07	1270	964
07/04/07	1120	850
03/03/07	1210	918
02/06/07	1020	774
07/07/07	745	533
01/09/07	878	629
15/10/07	941	714
04/11/07	1090	827
03/12/07	1050	797

02/01/08	997	757
02/02/08	966	733
01/03/08	987	749
01/04/08	1050	797
12/05/08	920	698
16/06/08	831	595
02/07/08	955	725
18/08/08	1100	834
09/09/08	908	689
06/10/08	968	735
03/11/08	974	739
06/12/08	936	710
04/01/09	952	723
04/02/09	1050	797
03/03/09	950	721
04/04/09	1020	774
04/05/09	885	672
02/06/09	1160	566
01/07/09	790	754
06/09/09	994	706
05/10/09	930	731
04/11/09	963	782
02/12/09	1030	657
14/01/10	865	556
02/02/10	777	710
01/03/10	936	668
04/04/10	880	744
04/05/10	980	667
07/06/10	879	533
05/08/10	745	592
12/09/10	827	716
06/10/10	943	646
02/11/10	851	649
05/12/10	855	698
09/01/11	919	727
06/02/11	958	666
07/03/11	877	740
05/04/11	975	685
05/06/11	903	707
06/07/11	932	659
08/08/11	868	748
08/09/11	985	767
05/10/11	1010	715
03/11/11	942	739
04/12/11	974	732
02/01/12	964	727
09/02/12	958	713
01/03/12	940	675
03/05/12	889	779
03/06/12	1026	786
01/07/12	1035	798
02/09/12	1051	735
02/10/12	968	676
04/11/12	891	779
02/12/12	1027	764
18/03/13	1007	759
09/05/13	1000	526

02/06/13	735	546
01/07/13	719	554
10/01/14	879	580
03/04/14	948	579
18/06/14	1020	620
01/08/14	1040	659
06/03/15	965	595
20/06/15	1030	649
06/09/15	836	579
22/03/2018	819	548
07/08/2018	912	569
30/08/2018	916	578
21/02/2019	788	544
07/03/2019	790	300
22/05/2019	948	200
01/07/2019	790	355
28/06/2020	1193	482
22/07/2020	742	620
17/09/2020	1252	185
14/06/2021	1243	645
20/09/2021	1224	456
21/11/2021	1250	720
01/06/2022	1247	

Tableau N° 04: Les pourcentages en sodium de la source étudiée.

La date	Pourcentage de Na+	La classe
02/01/00	18,9977408	Eau très bonne
02/02/00	19,4601432	Eau très bonne
03/05/00	20,1156415	Eau bonne
03/06/00	24,8289561	Eau bonne
02/07/00	22,7845719	Eau bonne
01/08/00	17,8153559	Eau très bonne
05/09/00	14,1482739	Eau très bonne
01/10/00	21,0730151	Eau bonne
02/12/00	18,3034213	Eau très bonne
02/01/01	19,8286035	Eau très bonne
03/02/01	19,7578935	Eau très bonne
03/03/01	17,3810105	Eau très bonne
02.05.01	22,3058844	Eau bonne
17/06/01	23,5143224	Eau bonne
02/07/01	21,0151309	Eau bonne
01/08/01	23,0000876	Eau bonne
01/09/01	23,1466173	Eau bonne
02/10/01	21,4143426	Eau bonne
03/11/01	19,0349291	Eau très bonne
01/12/01	19,7114954	Eau très bonne
07/01/02	20,6738721	Eau bonne
11/02/02	19,6360153	Eau très bonne
02/03/02	19,0021438	Eau très bonne
23/04/02	18,5018051	Eau très bonne
08/05/02	22,6804124	Eau bonne
08/06/02	17,8253119	Eau très bonne
02/07/02	19,1898064	Eau très bonne
01/10/03	20,4577192	Eau bonne
02/11/03	20,3903671	Eau bonne
01/12/03	22,8287841	Eau bonne
03/01/04	19,2929398	Eau très bonne
03/02/04	20,5297682	Eau bonne
01/03/04	17,0243269	Eau très bonne
06/04/04	18,4851217	Eau très bonne
03/05/04	19,9535963	Eau très bonne
01/06/04	18,6788155	Eau très bonne
11/07/04	18,9639223	Eau très bonne
08/09/04	21,1510084	Eau bonne
02/10/04	22,2362713	Eau bonne
12/12/04	20,6475833	Eau bonne
09/01/05	12,451528	Eau très bonne
12/02/05	20,9677419	Eau bonne
01/03/05	23,6819848	Eau bonne
12/04/05	19,3995381	Eau très bonne
09/05/05	21,0537126	Eau bonne
13/06/05	21,2669683	Eau bonne
10/09/05	19,248396	Eau très bonne
08/10/05	23,7014624	Eau bonne
13/11/05	22,3744292	Eau bonne
11/12/05	28,6638927	Eau bonne
12/02/06	25,1983201	Eau bonne
04/03/06	23,0855856	Eau bonne
02/04/06	23,798627	Eau bonne
02/05/06	27,3417722	Eau bonne

05/06/06	26,3788969	Eau bonne
02/07/06	22,5225225	Eau bonne
21/08/06	24,2504409	Eau bonne
17/09/06	25,0368189	Eau bonne
02/10/06	23,9640539	Eau bonne
08/10/06	22,4089636	Eau bonne
04/11/06	20,4259018	Eau bonne
02/11/06	19,9258573	Eau très bonne
06/02/07	33,2967435	Eau bonne
07/04/07	20,2197802	Eau bonne
03/03/07	33,0129545	Eau bonne
02/06/07	22,2222222	Eau bonne
07/07/07	21,4132762	Eau bonne
01/09/07	24,5372363	Eau bonne
15/10/07	23,7013628	Eau bonne
04/11/07	21,2967345	Eau bonne
03/12/07	20,3373016	Eau bonne
02/01/08	25,6171402	Eau bonne
02/02/08	23,7402016	Eau bonne
01/03/08	26,5324794	Eau bonne
01/04/08	20,728513	Eau bonne
12/05/08	25,1820763	Eau bonne
16/06/08	22,6202567	Eau bonne
02/07/08	20,6581792	Eau bonne
18/08/08	22,1493027	Eau bonne
09/09/08	20,1855351	Eau bonne
06/10/08	18,487633	Eau très bonne
03/11/08	19,2443088	Eau très bonne
06/12/08	20,8737864	Eau bonne
04/01/09	22,8359002	Eau bonne
04/02/09	20,7930368	Eau bonne
03/03/09	23,1588698	Eau bonne
04/04/09	22,0140515	Eau bonne
04/05/09	21,3856093	Eau bonne
02/06/09	24,6095599	Eau bonne
01/07/09	25,7475083	Eau bonne
06/09/09	27,4941084	Eau bonne
05/10/09	26,3331139	Eau bonne
04/11/09	25,6864482	Eau bonne
02/12/09	24,1775322	Eau bonne
14/01/10	20,8675197	Eau bonne
02/02/10	21,4070254	Eau bonne
01/03/10	18,957346	Eau très bonne
04/04/10	21,5744981	Eau bonne
04/05/10	20,6457281	Eau bonne
07/06/10	21,346112	Eau bonne
05/08/10	17,2963132	Eau très bonne
12/09/10	16,0583942	Eau très bonne
06/10/10	19,9445983	Eau très bonne
02/11/10	20,9863589	Eau bonne
05/12/10	16,0680529	Eau très bonne
09/01/11	16,8577208	Eau très bonne
06/02/11	21,9776109	Eau bonne
07/03/11	20,8955224	Eau bonne
05/04/11	21,5011728	Eau bonne
05/06/11	19,5663719	Eau très bonne
06/07/11	25,1560607	Eau bonne

08/08/11	10,1347323	Eau très bonne
08/09/11	22,7230569	Eau bonne
05/10/11	21,5746165	Eau bonne
03/11/11	30,194105	Eau bonne
04/12/11	21,7733716	Eau bonne
02/01/12	22,0126465	Eau bonne
09/02/12	22,0464893	Eau bonne
01/03/12	22,4456395	Eau bonne
03/05/12	21,9092332	Eau bonne
03/06/12	22,5920974	Eau bonne
01/07/12	37,9976295	Eau bonne
02/09/12	27,2108844	Eau bonne
02/10/12	22,1627112	Eau bonne
04/11/12	21,2874659	Eau bonne
02/12/12	25,117596	Eau bonne
18/03/13	22,2584293	Eau bonne
09/05/13	24,4679929	Eau bonne
02/06/13	24,8916546	Eau bonne
01/07/13	25,5926159	Eau bonne
10/01/14	22,3201511	Eau bonne
03/04/14	21,7617093	Eau bonne
18/06/14	16,1063016	Eau très bonne
01/08/14	22,8702115	Eau bonne
06/03/15	16,4609053	Eau très bonne
20/06/15	19,7433366	Eau très bonne
06/09/15	27,8787275	Eau bonne
01/02/16	26,8899036	Eau bonne
12/07/16	19,9677118	Eau très bonne
01/09/16	23,0791422	Eau bonne
20/11/16	18,1933958	Eau très bonne
02/02/2017	21,8795582	Eau bonne
06/05/2017	20,0513314	Eau bonne
22/10/2017	28,0863551	Eau bonne
01/02/2018	16,2271805	Eau très bonne
22/03/2018	29,4117647	Eau bonne
07/08/2018	24,1109102	Eau bonne
30/08/2018	28,1331048	Eau bonne
21/02/2019	23,7748666	Eau bonne
07/03/2019	20,7715134	Eau bonne
22/05/2019	18,6698961	Eau très bonne
01/07/2019	16,8115942	Eau très bonne
28/06/2020	26,6033254	Eau bonne
22/07/2020	23,8029338	Eau bonne
17/09/2020	23,8987816	Eau bonne
14/06/2021	28,0528053	Eau bonne
20/09/2021	17,047817	Eau très bonne
21/11/2021	21,7676862	Eau bonne
01/06/2022	21,3198473	Eau bonne

Tableau N°05 : Classification des eaux selon l'indice de Kelly's Ratio.

La date	Kr
02/01/00	0,22185598
02/02/00	0,23155373
03/05/00	0,24009744
03/06/00	0,30093952
02/07/00	0,28224849
01/08/00	0,2050549
05/09/00	0,15161503
01/10/00	0,2525617
02/12/00	0,21193112
02/01/01	0,23526289
03/02/01	0,23421735
03/03/01	0,19900384
02.05.01	0,27309394
17/06/01	0,28647289
02/07/01	0,24706061
01/08/01	0,27736686
01/09/01	0,27966612
02/10/01	0,25982256
03/11/01	0,21746797
01/12/01	0,22876911
07/01/02	0,2484969
11/02/02	0,23241955
02/03/02	0,22256978
23/04/02	0,21594684
08/05/02	0,27333333
08/06/02	0,20065076
02/07/02	0,21965757
01/10/03	0,21805495
02/11/03	0,23978071
01/12/03	0,2829582
03/01/04	0,22612741
03/02/04	0,23312961
01/03/04	0,18897468
06/04/04	0,20464602
03/05/04	0,23768116
01/06/04	0,21848739
11/07/04	0,22260274
08/09/04	0,25577043
02/10/04	0,26912618
12/12/04	0,24246008
09/01/05	0,12190662
12/02/05	0,25170068
01/03/05	0,27336535
12/04/05	0,2234957
09/05/05	0,25367504
13/06/05	0,25287356
10/09/05	0,22133939
08/10/05	0,29081295
13/11/05	0,27058824
11/12/05	0,38885288
12/02/06	0,31815346
04/03/06	0,28550512
02/04/06	0,28828829
02/05/06	0,3554007

05/06/06	0,33224756
02/07/06	0,27906977
21/08/06	0,29685681
17/09/06	0,31434185
02/10/06	0,30203546
08/10/06	0,27677497
04/11/06	0,24030584
02/11/06	0,23726852
06/02/07	0,4662644
07/04/07	0,24242424
03/03/07	0,46163444
02/06/07	0,27329193
07/07/07	0,26158038
01/09/07	0,31374786
15/10/07	0,29769609
04/11/07	0,26458208
03/12/07	0,25529265
02/01/08	0,31934878
02/02/08	0,29955947
01/03/08	0,34246575
01/04/08	0,25197899
12/05/08	0,31677941
16/06/08	0,27443026
02/07/08	0,24825916
18/08/08	0,2687039
09/09/08	0,23676281
06/10/08	0,21233062
03/11/08	0,22667829
06/12/08	0,25153374
04/01/09	0,28217481
04/02/09	0,25030525
03/03/09	0,27727547
04/04/09	0,26426426
04/05/09	0,24936243
02/06/09	0,30131827
01/07/09	0,32438479
06/09/09	0,36294691
05/10/09	0,32767352
04/11/09	0,32777116
02/12/09	0,30178795
14/01/10	0,24572381
02/02/10	0,25380711
01/03/10	0,21796917
04/04/10	0,25825286
04/05/10	0,2435649
07/06/10	0,25477707
05/08/10	0,19262521
12/09/10	0,17391304
06/10/10	0,22145329
02/11/10	0,24568393
05/12/10	0,18018018
09/01/11	0,18537829
06/02/11	0,2637036
07/03/11	0,24528302
05/04/11	0,25522908
05/06/11	0,2258853
06/07/11	0,31744056

08/08/11	0,09287515
08/09/11	0,27604417
05/10/11	0,25753796
03/11/11	0,31582561
04/12/11	0,26057089
02/01/12	0,2656557
09/02/12	0,27051952
01/03/12	0,27735906
03/05/12	0,26338391
03/06/12	0,27398892
01/07/12	0,59597436
02/09/12	0,36177269
02/10/12	0,27286748
04/11/12	0,25962787
02/12/12	0,32322986
18/03/13	0,27486057
09/05/13	0,31257566
02/06/13	0,31365587
01/07/13	0,32703693
10/01/14	0,26523245
03/04/14	0,26550351
18/06/14	0,1799856
01/08/14	0,28169014
06/03/15	0,18472906
20/06/15	0,23428806
06/09/15	0,36584524
01/02/16	0,34698126
12/07/16	0,23357044
01/09/16	0,28128516
20/11/16	0,20571556
02/02/2017	0,2667378
06/05/2017	0,24077047
22/10/2017	0,37889828
01/02/2018	0,17986856
22/03/2018	0,3968254
07/08/2018	0,29785544
30/08/2018	0,36699492
21/02/2019	0,2991725
07/03/2019	0,24344569
22/05/2019	0,18612731
01/07/2019	0,18815331
28/06/2020	0,34304207
22/07/2020	0,29059208
17/09/2020	0,2955665
14/06/2021	0,37844037
20/09/2021	0,19548872
21/11/2021	0,26385224
01/06/2022	0,24576218

Paramètre	Unité	Concentration maximale admissible
Calcium	Mg/l	200
Magnésium	Mg/l	150
Sodium	Mg/l	200
Chlorures	Mg/l	500
Potassium	Mg/l	12
Sulfates	Mg/l	400
Nitrates	Mg/l	50
Résidu sec	mg/l après séchage à 105°C	1500
Ph	-	≥ 6,5 et ≤ 9
Conductivités	μS/cm à 20°C	2800
Dureté totale	mg/l CaCO ₃	200

Source : JORA (2011-2014).

ملخص:

المساهمة في دراسة تطور الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتيريولوجية للمياه من منبع عين الحوت (تلمسان. غرب الجزائر).
نقوم بدراسة منبع عين الحوت التابع لبلدية شتوان ولاية تلمسان فهو يحمل نفس اسم المنطقة يصنف هذا المنبع إلى منبع كارستيكي يتدفق معدل 13.8ل/ثا.
سجل تغيرات كبيرة في التدفق نوعية مياه المنبع بيكاربونات الكالسيوم ومغنيزيوم
نسبة التمدين متغيرة وهي مرتبطة بالأمطار يرجع سبب إلى مياه العين الغير الصالحة للشرب إلى النترات التي وصلت إلى 170مغ/ل حسب التحاليل الفيزيائية
والكيميائية باستثناء تواريخ قليلة كما إن التحليل البكتيريولوجي الذي تم إجراؤه 2022/06/01 في مخبر الموارد المائية تلمسان إن المنبع يتجاوز المعايير
المسموح بها عند درجة الحرارة 37 درجة مئوية.
لدراسة تصنيف المياه حسب المخططات التالية:
□ صنف مخطط PIPER مياه منطقة الدراسة إلى عائلتين :

بيكاربونات و كبريتات الكالسيوم والمغنيزيوم .

بيكاربونات الكالسيوم والمغنيزيوم وهي السائدة.

مخطط RIVERSIDE أن مياه منبع عين الحوت مصنفة في فئتين:

(S1 -C3 جودة مقبولة) , C2-S1 (نوعية جيدة للري)

وفقاً لـ WILCOX ، ينقسم المنبع إلى فئتين: ممتازة وجيدة؛ على حسب اغلبيية النقط التي تم تحليلها .

حسب التصنيف البكتيريولوجي تبين ان مياه منبع عين الحوت غير صالحة للشرب باستثناء

اعوام قليلة حسب مخبر التحاليل للموارد المائية تلمسان.

• الكلمات الأساسية: المنبع؛ عين الحوت؛ التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتيريولوجي؛ كارست ، ري، صالح للشرب.

RESUME : CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE LA SOURCE DE AIN EL HOUTZ (TLEMEN, OUEST ALGERIEN).

Nous étudions la source d'Ain El Houtz, située dans la commune de Chetouane, wilaya de Tlemcen. Elle porte le même nom de la région. On classe cette source dans une source karstique, avec une moyenne de 13,8 L/s. Des changements importants dans ont été enregistrés, La qualité de l'eau de source est le bicarbonate de calcium et de magnésium.

Le taux d'urbanisation est variable et il est lié à la pluie. La raison est due à l'eau non potable de l'œil due au nitrate, qui atteint 170 mg/l, selon les analyses physico-chimiques, à l'exception de quelques dates, et l'analyse bactériologique qui a été réalisée le 01/06/2022 au Laboratoire des Ressources en Eau de Tlemcen que la source dépasse les normes Autorisées à une température de 37 degrés Celsius. Etudier la classification de l'eau selon les:

• Classer le schéma PIPER des eaux de la zone d'étude en deux familles

✚ Bicarbonate et sulfate de calcium et de magnésium.

✚ Le bicarbonate de calcium et de magnésium.

Le diagramme RIVERSIDE montre que l'eau de source de l'Ain El Houtz est classée en deux catégories :

□ S1 (C3 - qualité acceptable)

□ C2-S1 (irrigation de bonne qualité)

Selon WILCOX, l'amont est divisé en deux catégories : excellent et bon ; Selon la majorité des points analysés.

• Selon la classification bactériologique, il a été constaté que l'eau de la source d'Ain El-Hout n'est pas potable, sauf pendant quelques années, selon le choix des analyses pour les ressources en eau, Tlemcen.

• Mots clés: La Source d' Ain El Houtz, Analyses physiques, chimiques et bactériologiques ; Karst, irrigation, potable.

ABSTRACT : CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE EVOLUTION OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL QUALITY OF THE WATERS OF THE AIN EL HOUTZ SPRING (TLEMEN, WEST ALGERIAN).

We are studying the source of Ain El Hout, which belongs to the commune of Chetouane, state of Tlemcen. It bears the same name of the region. This source is classified as a karstic source, with a flow rate of 13.8 L/s. Significant changes in the flow have been recorded The quality of the spring water is calcium and magnesium bicarbonate.

The rate of urbanization is variable and it is related to rain. The reason is due to the non-drinkable water of the eye due to nitrate, which reaches 170 mg/l, according to physico-chemical analyzes, to the except for a few dates, and the bacteriological analysis which was carried out on 06/01/2022 at the Tlemcen Water Resources Laboratory that the source exceeds the Authorized standards at a temperature of 37 degrees Celsius.

Study the classification of water according to the following schemes:

• Classify the PIPER scheme of the waters of the study area into two families :

✚ Bicarbonate and sulphate of calcium and magnesium.

✚ Calcium and magnesium bicarbonate are predominant.

The RIVERSIDE map shows that Whale Eye spring water is classified into two categories:

□ S1 (C3 - acceptable quality) , C2-S1 (good quality irrigation)

According to WILCOX, upstream is divided into two categories: excellent and good; According to the majority of the points analyzed.

• According to the bacteriological classification, it was found that the water of the source of Ain El-Hout is not drinkable, except for a few years, according to the choice of analyzes for water resources, Tlemcen.

• Key words: Spring Ain El Houtz; physico-chemical and bacteriological ; analyses; Karst, irrigation, drinking.