

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de master

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Aménagement hydro-agricole

Thème

**Etude de la qualité physicochimiques des eaux
d'Oued Zeramna –Skikda-**

Présenté par :

- Mr. SEBBAGH MOUSSA
- Mme LOUCIF RAHMA
- Melle LOUCIF ROUMAÏSSA
- Melle DJOUDI WIAM

Membres de jury :

M^{elle} BALA S (MCB)

M^{me} BOUCENNA N (MAA)

M^{me} MELLAL N (MAA)

Présidente Université du 20 Août 1955 – Skikda

Promotrice Université du 20 Août 1955 – Skikda

Examinatrice Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année Universitaire :2022-2023

résumé

Dans ce travail nous sommes intéressés particulièrement à l'évaluation de la qualité physicochimique de l'Oued Zeramna qui se situe dans la wilaya de Skikda, au Nord-Est Algérien. Les résultats des analyses physicochimiques trouvées montrent que presque on générale tous les paramètres physique conforme aux normes. Les éléments majeurs les plus abondante sont le Sodium et le Calcium avec le Chlorure et le Bicarbonate, Les faciès chimiques rencontrés sont classé en Chlorurée calcique, Bicarbonatée magnésienne et Chlorurée sodique sous l'effet des formations géologiques de la région. La région de Skikda à vocation agricole ce qui nous a amené à s'intéresser à l'utilisation des eaux pour l'irrigation, L'observation de diagramme de Riverside montre que on peut généralement utilisé l'eau dans tout type de sol avec un problème d'accumulation de Sodium. Sauf dans le deuxième point de bouchtata ne devrait pas être utilisé même si le contenu en sel total est relativement bas.

donc les eaux de Oued Zeramna sont en générale eau convenant à l'irrigation sauf dans quelque points ou on a des eaux usée sont rejeté à l'oued.

Mots clés : Irrigation, diagramme de Riverside, Oued Zeramna, Piper, Facies chimique, analyse physico-chimique

abstract

In this work we are particularly interested in the evaluation of the physicochemical quality of wadi Zeramna which is located in the wilaya of Skikda, in the North-East of Algeria.

The results of the physicochemical analyzes found show that almost all the physical parameters comply with the standards. The most abundant major elements are Sodium and Calcium with Chloride and Bicarbonate, The chemical facies encountered are classified as Calcium Chloride, Magnesium bicarbonate and Sodium Chloride as a result of the region's geological formations. The Skikda region has an agricultural vocation which led us to take an interest in the use of water for irrigation. The observation of the Riverside diagram shows that water can generally be used in any type of soil with a Sodium buildup problem. Except in the second point bouchtata should not be used even if the total salt content is relatively low. therefore the waters of Oued Zeramna are generally water suitable for irrigation except in some points where waste water is discharged into the wadi.

Keywords: Irrigation, Riverside diagram, wadi Zeramna, Piper, Chemical Facie, analysis Physico-chemical.

ملخص

في هذا العمل ، نحن مهتمون بشكل خاص بتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لوادي الزرامنة الذي يقع في ولاية سكيكدة ، شمال شرق الجزائر. أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي تم العثور عليها أن جميع العناصر الفيزيائية تقريبًا تتوافق مع المعايير. والعناصر الرئيسية الأكثر وفرة هي الصوديوم والكالسيوم مع الكلوريد والبيكربونات ، وتصنف السحنات الكيميائية التي تمت مواجهتها على أنها كلوريد الكالسيوم ، وبيكربونات المغنيسيوم ، وكلوريد الصوديوم كمواد كربونية. نتيجة التكوينات الجيولوجية للمنطقة. تتمتع منطقة سكيكدة بمهنة زراعية دفعتنا إلى الاهتمام باستخدام المياه للري ، وتبين ملاحظة مخطط ريفرسايد أنه يمكن استخدام المياه بشكل عام في أي نوع من التربة مع مشكلة تراكم الصوديوم. باستثناء النقطة الثانية في بوشطاطة ، لا ينبغي استخدامها حتى لو كان محتوى الملح الإجمالي منخفضًا نسبيًا.

لذلك فإن مياه واد الزرامنة بشكل عام مياه مناسبة للري إلا في بعض النقاط التي يتم فيها تصريف مياه الصرف الصحي في الوادي.

الكلمات المفتاحية : الري ، مخطط ريفرسايد ، وادي الزرامنة ، بايير ، السحنة الكيميائية، تحاليل فيزيوكيميائية.

Remerciements

Nous remercions tout d'abord, **ALLAH, Le Tout Puissant**, d'avoir nous donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à remercier particulièrement, notre promotrice **M^{me} Boucenna Nawel**, pour ses précieux conseils, sa disponibilité et sa compréhension tout au long de la période de réalisation de ce projet.

Nos vifs remerciements s'adressent, également, aux membres du jury pour avoir accepté avec un bon cœur d'évaluer cette étude et d'avoir apporté les critiques nécessaires.

La présidente de jury **M^{elle} Bala Siham**. L'examinatrice **Mme Mellal Nour Elhouda**.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont sincèrement apportés, d'une façon ou d'une autre, leur contribution au bon déroulement de ce présent mémoire.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes chers parents qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études .

En signe de reconnaissance , qu'ils trouvent ici , l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études . À toute ma famille Et À toutes mes amies

. À tous les gens qui me connaissent et que je connais . Et à tous ceux qui aiment le bon travail et ne reculent pas devant les obstacles de la vie



Dédicace

Je dédie ce mémoire

À mes chers parents ma mère et mon père

*Pour leurs patience, leurs amour, leurs soutien et leurs
encouragements*

*À mon mari Taki Eddine pour tout ce que vous m'avez
donné dans mon avenir*

À mes frère khalesd karim Moussa

Et ma sœur Mariem

Et ma belle -mère

*Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire
, du moyen, du scondaire ou de l'enseignement sèpérieur.*



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma famille, et surs tous ma mère yasmîna et mon père

omar pour

leur patience, conseils, aide et aussi de

m 'avoir encouragée pour la réalisation de ce travail

À mes très chères sœurs et mes frères

Widad_ Rafik- Faouzi- Meriem

a tous mes amis proche

Rahma_ Nesrine_ Asma_ Châima_ Souhîla_ zizo

À tous mes collègues de la promotion aménagement hydro-



Dédicaces

Au premier homme de ma vie ,celui qui n'a jamais ménagé ses efforts pour

Moi,celui qui n'a cessé de me propulser ,celui qui voit en moi ce que je n'ose pas voir.

A mon père

A la femme de ma vie , la plus belle et la plus attentionnée, celle qui a toujours

Cru en moi même lorsque je doutais, celle qui m'a épaulé et celle qui a

Toujours été de mon cotés .

A ma mere

A mes chères sœurs :safa, imen

A mes adorables frères: salah,anes ,fadj elislem,akram.

Et en fin merci à toute ma famille et mes amies je vous aime.

Merci . . .

Liste des figures

	page
Figure I.1 :Situation géographique de la willaya de Skikda.	5
Figure I.2 : cartes des accès à la willaya de Skikda(ANIREF/Monographie de la wilaya de SKIKDA)	6
Figure I .3 :carte de réseau hydrographique du secteur d'étude	8
Figure I. 4 :Carte géologique structurales du massif de la petite Kabylie	13
Figure I.5 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2022).	14
Figure I.6. Variation des températures moyennes mensuelles	15
Figure I.7. Variation des températures moyennes maximales et minimales	16
Figure I.8 : Variation mensuelle du vent durant la période (2009-2018) (Station de météo Skikda, 2019).	17
Figure I.9 : Variation mensuelle de l'humidité relative durant la période (2009-2018)(Station de météo Skikda, 2019).	17
Figure I.10 : Variation mensuelle d'évaporation durant la période (2009-2018) (Station de météo, 2019).	18
Figure I.11. Diagrammes ombrothermique pour notre station étudiée (Skikda)	19
Figure. I.12. Situation de notre site dans le climagramme d'Emberger	20
Figure II.1. Les coordonnées Lambert des points de prélèvement (Google Earth)	24
FigureII.2: photos de point de prélèvement au niveau la petite zone Oued saf-saf (skikda)	24
FigureII.3 : photos de : photos de points de prélèvement au niveau de Boulkaroua	24
FigureII.4 :photos de points de prélèvement au niveau Elhadaiek 1	25
Figure II.5 : photo de point de prélèvement au niveau Elhadaiek 2	25
Figure II. 6: photo de point de prélèvement au niveau de Bouchtata 1,2 et 3	25
Figure II. 7 :PH-conductimètre de paillasse (R .L,R.L et M.S/laboratoire RA2K)	26
Figure II.8 : Turbidimètre HACH 2100 Q (R.L,R.Let M.S 2023)	27
Figure II.9 : photo d'une oxymètre (R.L,R.Let M.S .2023)	28
Figure II.10 : Mode opératoire de l'Alcalinité (TAC)	29
Figure II.11 : Mode opératoire de la dureté (TH)	30
Figure II.12 : Mode opératoire de Calcium (Ca+2)	31
Figure II.13 : Mode opératoire de Chlorure (Cl-)	32
Figure II.14 : Photo d'un Spectrométrie	34
Figure II.15 : Mode opératoire de DBO5	35
Figure III.2 : Histogramme de la variation de pH des sept points de prélèvement	37
Figure III.3 : Histogramme de la variation de conductivité électrique dans les sept	37

points de prélèvement	
Figure III.4 : Histogramme de la variation de la salinité dans les sept points de prélèvement	38
Figure III.5 : Histogramme de la variation de Taux TDS en mg/l des sept points de prélèvement	38
Figure III.6 :Histogramme de la variation de l'Oxygène dissous en % dans les 7 point de prélèvement	39
Figure III.7 : Histogramme de la variation de turbidité dans les 7 points de prélèvement	39
Figure III.8 : Histogramme de la variation de la TAC en mg/l des 7 points.	40
Figure III.9 : Histogramme de la variation de TH des 7 points d'étude	41
Figure.III.10 : Histogramme de la variation de Magnésium en mg/l des 7points	41
Figure III.11 : Histogramme de la variation du Potassium en mg/l des 7points de prélèvement	42
Figure III.12 : Histogramme de la variation de Sodium en mg/l	42
Figure.III.13 : Histogramme de la variation du Calcium en mg/l .	43
Figure.III.14 : Histogramme de la variation e Sulfate en mg/l .	44
Figure.III.15 : Histogramme de la variation de Chlore en mg/l	44
Figure.III.16 : Histogramme de la variation de NO_3^- en mg/l	
Figure.III.17 : Histogramme de la variation de NO_2^- en mg/l	45
Figure.III.18 : Histogramme de la variation de HCO_3^- en mg/l	45
Figure.III.19 : Histogramme de la variation de MES en mg/l	46
Figure.III.20 : Histogramme de la variation de DBO5 en mg/l	46
Figure.III.21 : Histogramme de la variation de DCO (mg/l) en fonction des points de prélèvement	47
Figure.III.22: Représentation graphique des faciès chimiques sur le diagramme de Piper	49
Figure.III.23 : Représentation graphique des points de prélèvement sur le diagramme de Riverside	51

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 1- l'écoulement des principaux bassins	4
Tableau 2- Les ressources souterraines de la wilaya.....	4
Tableau 3-variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de skikda durant 20 ans (2002/2022)	12
Tableau 4- Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales à la station météorologique de skikda durant 20 ans (2002/2022).....	13
Tableau 5- Etagement bioclimatique selon le climagramme d'Emberger.....	18
Tableau 6- Tableau de coordonnées Lambert de oued Zeramna	23
Tableau 7- Classes de turbidité usuelles(NTU)(Joel.2003)	43
Tableau 8- Classification des eaux par leur degré d'aptitude à l'irrigation par la méthode du S.A.R	54

Liste des abréviations

An : Année.

°C : Degrée de température.

CCIS : la chambre de commerce et d'industrie Saf-Saf, Skikda

CE : Conductivité électrique .

CL⁻ :Chlorure

CO₂:le dioxyde de carbone .

DBO₅ : Demande biochimique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

FAO : Organisation des national unies pour l'alimentation (Food and Agriculture Organization)

H : Humide.

HA : Hyper-aride.

I : Indice de martonne

JORA : Journal Officiel de La Republique Algerienne.

Km : Kilomètre.

Km² : kilomètre carré.

Km/s :kilomètre/ second.

M :Température maximal

m : Température minimal

mm : Millimètre

M³ :mètre cube .

MES : matière en suspension

MO : Matière Organique

NO₂ : Nitrites.

NO₃ : Nitrates.

NTU : Unités Néphélométrie de Turbidité

OH : hydroxydes

OMS : Organisation mondial de la santé

ONM :Office national de la météorologique interne

O₂ :Oxygène .

.P : Pluviométrie.

pH : Potentielle d'hydrogène

SAR : Ration d'absorption du sodium.

SH : Semi-humide.

T° : Température

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TDS : taux du sel dissous

TH : titre hydrotimétrique (dureté)

.

.

Résumé	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	2
-----------------------------------	----------

CHAPITER I: ASPECT GÉNÉRALE

I. ASPECT GÉNÉRALE	5
I.1.Situation géographique.....	5
I.2Les accès de la wilaya de Skikda.....	6
I.3Situation du sous bassin de Skikda.....	6
I.4Hydrologie de la zone d'étude.....	7
I.4.1 Réseau hydrographique	7
I.4.2 Les barrages	8
I.5.Le relief	8
I.6 Géologie régionale	9
I.6.1 Le socle kabyle	10
I.6.2 La dorsale kabyle.....	10
I.6.3 Le domaine des flyschs.....	11
I.6.4 Les séries telliennes	12
I.6.5 L'Oligo miocène Kabyle	12
I.6.6 Les roches éruptives	12
I.6.7 Le Quaternaire	12
I.7 Le climat.....	13
I.7.1 Les éléments du climat	13
I.7.1.1 .Les précipitations.....	14
I.7.1.2. La température	15
I.7.1.3. le vent.....	17
I.7.1.4. Humidité relative (HR)	17

I.7.1.5. Évaporation.....	18
I.7.2 Les indices climatiques.....	19
2.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique	19
2.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	19
I.8. La végétation	22

CHAPITER II: Méthodes et Matérielles

II .1.Qualité hydro chimique des eaux souterrains	23
II .2.Analyses de la qualité hydrochimie des eaux de Oued Zeramna-Skikda	23
II.2.1. mode d'échantillonnage	23
II.2.2 situation des points de prélèvement	23
II.2.3. Technique d'analyses physico-chimique	26
3 .1 : analyse par multi paramètre	26
PH :(potentiel hydrogène)	26
la Température	26
la conductivité.....	26
la salinité	26
TDS	26
3.2 La	
turbidité.....	26
3.3 Oxygène dissous	27
3.4 Analyses volumétriques.....	28
Alcalinité(TAC)	29
Dureté ou titre hydrotimétrique (TH).....	29
Calcium	30
Détermination de magnésium(mg ²⁺).....	31
Matières en suspension MES.....	31
Chlorures	32
Nitrates (NO ₃ ⁻) et nitrites(NO ₂ ⁻)	33
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	34
DBO5	35
La demande chimique en oxygène DCO	36

Le bicarbonate (HCO_3^-)	37
---	----

CHAPITER III: Résultats et discussions

III. Résultats et discussions	36
III.1. Representation graphique des résultats.....	36
III.1.1.Les paramètres Physico-chimique	36
La température	36
Potentiel Hydrogène pH.....	37
La conductivité électrique.....	37
La salinité	38
Le TDS	38
L'Oxygène dissous	39
La turbidité	40
Le TAC.....	40
La dureté ou Titre Hydrotimétrique(TH)	41
Les Cations:	
1.Magnésium (Mg^+).....	41
2.Potassium (K^+).....	42
3.Sodium (Na^+).....	42
4.Calcium (Ca^{2+}).....	43
Les Anions	
1.Sulfate (SO_4^-).....	43
2.Chlorure (Cl^-).....	44
3.Le nitrate NO_3^-	44
4.Le Nitrite NO_2^-	45
5.Bicarbonate (HCO_3^-).....	45
III.1.2.les paramètres indicateurs de pollution	
1.Les Matières En Suspension (MES).....	46
2.Demande biologique en oxygène (DBO5).....	46

3.Demande chimique en oxygène(DCO)	47
III.2.Représentation graphique des analysespar les Diagrammes	48
1.Le diagramme de Piper	48
2. Le diagramme riverside.....	49
CONCLUSION GÉNÉRALE	53
RÉFÉRANCES	

Introduction générale

Introduction générale

L'eau en Algérie est une question importante en raison de la rareté de cette ressource naturelle dans de nombreuses régions du pays. L'Algérie est un pays aride et semi-aride, où les précipitations sont très variables d'une année à l'autre et d'une région à l'autre. De plus, l'augmentation de la population et du développement industriel ont entraîné une augmentation de la demande en eau.

Le pays dispose de plusieurs ressources en eau, notamment les rivières, les lacs, les nappes phréatiques et les eaux souterraines. Cependant, la gestion de cette ressource est complexe en raison de l'éloignement de certaines régions des sources d'eau et de la pollution des eaux dans certaines régions.

Skikda est une ville située dans le nord-est de l'Algérie et dispose de plusieurs oueds sur son territoire, parmi lesquels : Oued Zeramna qui est altérée en raison de la pollution d'origine humaine, notamment les rejets d'eaux usées domestiques et industrielles.

Les analyses physicochimiques de l'eau sont essentielles pour garantir la sécurité humaine. Elles permettent de détecter la présence de polluants. Elles sont également importantes pour la surveillance de la qualité de l'eau dans les zones industrielles et agricoles, afin de prévenir les impacts environnementaux négatifs.

Plusieurs études ont été menées pour évaluer la qualité de l'eau de cette rivière. Voici quelques-unes des références que vous pouvez consulter pour obtenir des informations sur les analyses physico-chimiques réalisées : Hamoudi&Benaissa (2013), Djebaret *al.* (2017) et Achour & Bahar (2019).

L'objectif de faire des analyses physicochimiques d'oued Zeramna dans la région de Skikda. Ces tests permettent d'évaluer la qualité de l'eau et de détecter la présence de contaminants potentiels. Les résultats peuvent être utilisés pour surveiller l'état de l'environnement et pour prendre des mesures pour protéger la santé humaine et l'écosystème local.

Notre mémoire est subdivisé en trois chapitres essentielles après une introduction :

Un premier chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude, une description de l'Oued Zeramna : localisation géographique et les caractéristiques naturelles, la température et la pluviométrie...etc. des données récoltées auprès des services météorologiques de Skikda.

La partie expérimentale comporte également deux chapitres :

Nous présentons dans le deuxième chapitre le matériel et les différentes techniques d'analyses physico-chimique ainsi que les zones d'échantillonnages.

La troisième chapitre est essentiellement consacré à la présentation et à la discussion des différents résultats obtenus.

Enfin, une conclusion qui clôture cette étude en donnant les perspectives souhaitables.

Chapitre I : Contexte générale

I . CONTEXTE GÉNÉRALE:

I.1 Situation géographique:

La Wilaya de Skikda est située au nord-est de l'Algérie entre la longitude 6°50' E et la latitude 36°35' N, elle s'étend sur une superficie de 4137,68 Km² avec une population avoisinant les 1115380 habitants (**DRU, 2020**).

Elle occupe une position stratégique sur le littoral septentrional de la Méditerranée.

Ses principales limites sont :

- Au Nord la mer Méditerranée.
- Au Sud la Wilaya de Constantine et de Guelma.
- A l'Est la Wilaya d'Annaba.
- A l'Ouest la Wilaya de Jijel et Mila.

Le chef-lieu de la wilaya est situé à 510 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

L'altitude par rapport au niveau de la mer :24m.



Figure I.1 :Situation géographique de la wilaya de Skikda.

I.2 Les accès de la wilaya de Skikda :

La carte au -dessous présente les déférentes accès de la wilaya de Skikda



Figure I.2 : cartes des accès à la wilaya de Skikda (ANIREF/Monographie de la wilaya de SKIKDA)

I.3 Situation du sous bassin de Skikda :

Dans les massifs shisto-gneissique de Skikda les sources sont peu nombreuses et n'ont qu'un faible débit (1L /s).

Les oueds drainent la majeure partie des ressources hydrauliques avec de forts débits, en hiver et de faibles débits en été.

La wilaya de Skikda est suffisamment pourvue en eau de surface représentant plus de 1000Hm³d écoulement annuel. Malgré cet apport considérable, plusieurs localités souffrent du manque d'eau aussi bien pour la consommation domestique que pour l'irrigation.

Les ressources superficielles de la wilaya de Skikda représentées par l'écoulement des principaux bassins sont représentées dans le tableau 1 :

Tableau I.1 : l'écoulement des principaux bassins

Bassin versant	Superficie (km ²)	Ecoulement (Hm ³)
Côtier Cap Bougaroun	497	-
Oued Guebli	988	490
Oued Bibi	203	-
Oued Saf-Saf	1165	150
Fil-Fila	134	-
Kebir à O.El Hammam	1128	390
Kebir à O.Magroun	721	

(DSA Skikda)

Les ressources souterraines de la wilaya sont représentées dans le tableau 2.

Tableau I.2 : Les ressources souterraines de la wilaya

Bassin versant	Superficie (km ²)	Volume exploitable (Hm ³)
Guebli	8,55	6,60
Saf saf	13,05	13,00
Oued Bibi	0,16	0,16
Kebir ouest	18,90	8,35
Côtier Fil-Fila	5,36	3,26
Total	46,02	31,27

(DSA Skikda)

I.4 Hydrologie de la zone d'étude :

I.4.1 Réseau hydrographique

La zone d'étude est traversée par deux oueds principaux:

A. Oued SAFSAF : c'est le principal oued dans le bassin versant de SAFSAF, il débute au Sud dans les monts de Constantine, de direction Nord – Sud sa longueur est de 53.19 Km(**ABH Constantine**), ses affluents sont l'oued Zeramna et oued Haddratz. Il traverse le bassin dans une direction SE-NW jusqu'au village de Ramdane Djamel, ensuite suivant une orientation NW-NE vers la plaine de Zeramna pour se jeter finalement dans la mer

Méditerranée, son apport hydraulique est estimé à la station de Khemakhem en l'an 2000 à 150 Mm³, il draine une superficie de 1154 Km² (**ABHdeConstantine**).

B. Oued Zeramna : c'est un affluent d'oued SAFSAF, il prend naissance dans les zones montagneuses de Bouchtata avec une longueur de 15.5 Km, il draine une superficie de 98Km². Ces deux oueds reçoivent les eaux de plusieurs Oueds temporaires et Châaba.

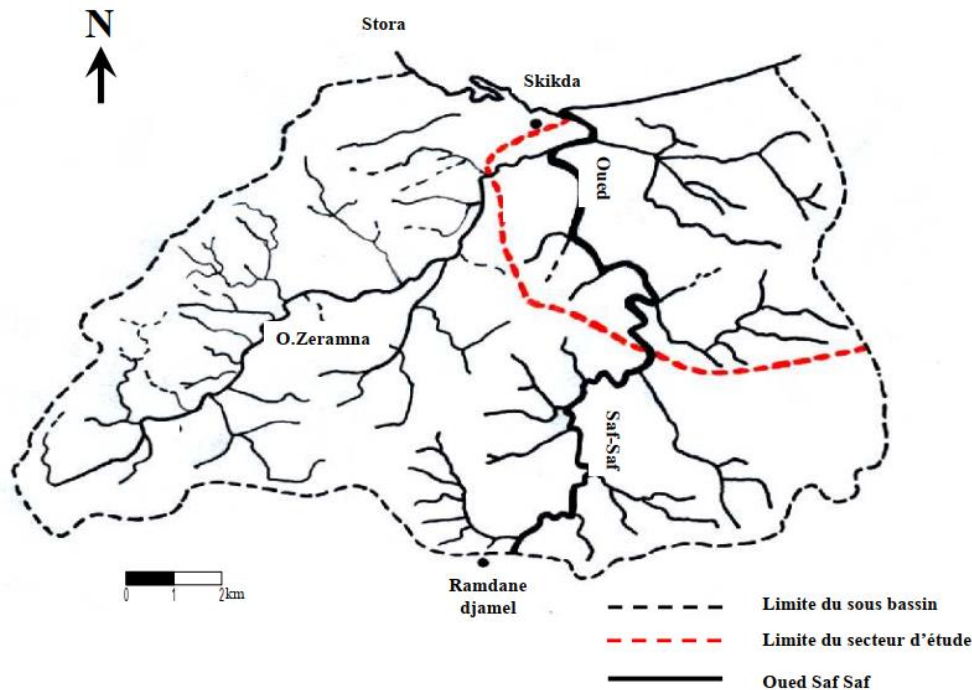


Figure I.3 :carte de réseau hydrographique du secteur d'étude

I.4.2 Les barrages :

La wilaya de Skikda dispose de quatre barrages. Celui des ZARDAZAS situé dans la commune des zardazas dont la capacité annuelle est de 20 millions de m³, l'autre de OUM-TOUB sa capacité annuelle est estimée à 120 millions de m³, barrage ZIT ELANBA à Bekkouche Lakhdar sa capacité de stockage est de 116 millions m³, et barrage BENI ZID à Collo avec une capacité 40 millions m³.

I.5. Le relief :

L'atlas tellien recouvre l'ensemble de la wilaya, les plissements de montagne sont en générale orienté d'Ouest en Est.

Le relief de la région est très accidenté. Les zones topographiques principales sont :
 *Les zones de montagne, qui se subdivisent en plusieurs parties sont constituées par des massifs ; les djebels les plus importants sont :

- Au sud : djebel Sidi-Driss, 1 364 mètres d'altitude ; djebel Hadjar- Chouat, 1 220 mètres ;
- A l'ouest : djebel Goufi, 1 183 mètres ;
- A la limite des vallées des oueds Guebli et Saf-Saf : Djebel Staïha, 572 mètres et Djebel Abdelhadi, 564 mètres
- A la limite des oueds Saf-Saf et Kébir est : djebel Fil-Fila, 586 mètres.
- Au nord : cap Bougaroun et cap De Fer.
- Les plaines
- Les plaines de la vallée du Saf-Saf :
 - Allongée dans une direction sud-est / nord-ouest, la vallée du Saf-Saf débute à El-Harrouch et déborde sur la petite plaine de Skikda par un long couloir partageant la wilaya en son centre, épousant les contours de l'oued Saf-Saf.
 - Les plaines de la vallée de l'oued Guebli :
 - La vallée débute à Oum-Toub, s'évase au niveau de Tamalous, s'effile jusqu'à Collo, où elle s'évase de nouveau.
 - Les plaines de la vallée de l'oued El-Kébir :
 - Arrosées par l'oued El-Kébir, elles s'étendent d'ES-Sebt à Azzaba et jusqu'à Djendel, où elles présentent un étranglement débouchant à Aïn-Charchar et Bekkouche-Lakhdar.
 - Les piedmonts : Ils se localisent en particulier dans les régions d'El-Harrouch et Azzaba.

I.6 Géologie régionale :

L'analyse de l'environnement géologique est fondamentale à l'étude hydrogéologique et physicochimique des eaux. Cette analyse permet d'identifier les matériaux (minéraux) et les structures des formations susceptibles de conduire l'eau des précipitations en profondeur, tout en permettant la détermination du type d'aquifère. La région de Skikda se trouve dans la petite Kabylie qui fait partie de la chaîne alpine des Maghrebides. Il s'étend entre le massif des Babors à l'ouest et le massif de l'Edough à l'Est sur plus de 150 kilomètres le long du littoral. D'après Villa (1980). on distingue du nord vers le sud les quatre grandes unités structurales suivantes (Fig. 04)

I.6.1 Le socle kabyle

Substratum surtout en roches métamorphiques et en degré moindre sédimentaires. Largement représenté dans la région de Collo, il comporte selon Bouillin, trois ensembles superposés : deux sont métamorphiques et le dernier sédimentaire :

- Ensemble inférieur métamorphique : constitué de Gneiss avec des intercalations de marbre et d'amphibolites ainsi que de la pinnite.
- Ensemble supérieur métamorphique : constitué de phyllades et de schistes avec de nombreux quartz d'exsudation à la base.
- Troisième ensemble : principalement sédimentaire (ou peu métamorphisé) est constitué à la base de grauwaks, de spilites, d'amphiboles, de schistes et de pélite au sommet, des calcaires puis des schistes et pélites gris verdâtres avec des débris de quartz. Par ailleurs le socle Kabyle a été charrié sur les terrains Mésozoïques et Cénozoïques.

I.6.2 La dorsale kabyle

Chaîne calcaire constitue la couverture. Étudiée surtout par J.F. Raoult et J.M. Vila, elle comporte trois sous zones et marque par sa physionomie et ces reliefs la limite entre le socle kabyle au Nord et les zones telliennes plus externes au Sud. D'autre part elle est caractérisée surtout par des formations carbonatées ayant un âge allant du Permo-Trias à l'Oligocène. La chaîne calcaire n'affleure pas dans la Kabylie de Collo.

• Chaîne calcaire interne

Elle est globalement caractérisée par des formations qui sont :

- des grés ;
- des carbonates ;
- des marno-calcaire ;
- des calcaires sableux ;
- des carbonates.

• Chaîne calcaire médiane

Elle est constituée par les formations suivantes :

- des argiles, des pélites et des grés
- des calcaires fins ou graveleux
- des calcaires blancs ;
- des marno-calcaires rouges et des marnes jaunes ;
- des calcaires fins et des marnes ;
- des marnes argileuses.

• Chaîne calcaire externe

Elle est constituée par les formations suivantes :

- des argiles, des pélites et des grés ;
- des dolomies béchiques ;

- des calcaires massifs ;
- des calcaires à silex ;
- des conglomérats à la base et des marnes au sommet.

I.6.3 Le domaine des flyschs

Les flyschs sont caractérisés par des formations abyssales mises en place par des courants de turbidités. On reconnaît trois types principaux : flysch :

- **Flysch Mauritanien** : observable sur le versant Nord du Djebel Sidi Driss, riche de grés, et laisse la place au bassin de Sidi Mezghiche, creusé essentiellement dans les roches tendres. La série est caractérisée par l'alternance des bancs argileux, calcaires et gréseux.
- **Flysch Massilien** : la série s'étend essentiellement sur le versant Nord du Djebel Sidi Dris et au col du Kantour, elle présente une part importante de marnes et d'argiles ce qui favorise le développement de toutes les formes de glissement et de ravinement.
- **Flysch numidien** : il existe à Sidi Mezghich où le phénomène de glissement et de ravinement est spectaculaire, nous rencontrons des alternances des roches dures et roches tendres.

I.6.4 Les séries telliennes

Du Nord au Sud, on distingue :

- **Séries ultra telliennes** : se caractérisent par un faciès essentiellement marneux clair avec quelques bancs de calcaire (Delgua1969).
- **Les séries telliennes (sens strict)** : ces séries présentent des variations de faciès dans le temps. Jurassique plus marneux et Crétacé détritique devient marneux à argilo-calcaire. L'Eocène se caractérise par des marnes.
- **Les séries péni-telliennes** : affleurent toujours au sud du Tell oriental Algérien. Leur faciès très carbonaté.

I.6.5 L'Oligo miocène Kabyle

C'est une série sédimentaire qui affleure dans toute la Kabylie de Collo et la région de Skikda.

I.6.6 Les roches éruptives

La partie orientale de la petite Kabylie est caractérisée par un important magmatisme Miocène qui a engendré d'importantes masses de granite (granite Bougaroun, de Beni

Touffout et de Fil fila) et microgranite (environ de Collo) ainsi que des coulées et injections de laves acides (région de Collo). Les roches éruptives microgrenues sont visibles essentiellement dans les environs du petit port de Collo et à l'Ouest du bassin de Tamalous se sont en général des microgranites monolithiques et des micro granodiorites, elles sont donc plus récentes que les terrains sédimentaires marins.

I.6.7 Le Quaternaire

Dans la zone d'étude le quaternaire est représenté par les alluvions et les dunes anciennes. Les alluvions se composent de trois types différents : des alluvions actuelles représentées par des sables, des limons formant le lit moyen de l'oued Safsaf et celui de Zeramna, alluvions moyennes constituées de limons et de galets et enfin des alluvions anciennes d'âge pléistocène ce sont des terrasses de limons et de cailloux roulés à des épaisseurs de 20 m.

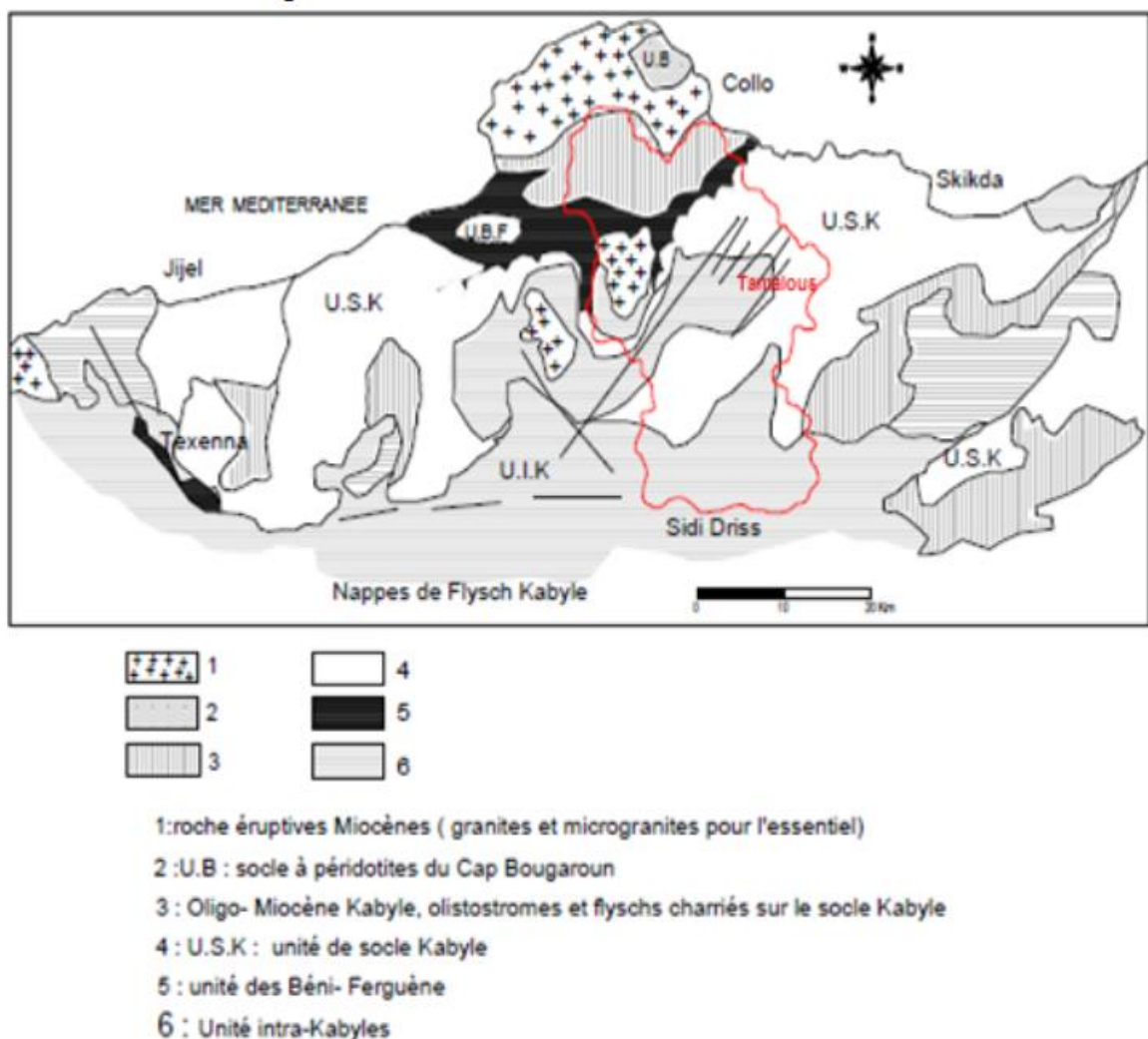


Figure I. 4 : Carte géologique structurales du massif de la petite Kabylie

I.7 Le climat :

Elle caractérise par un climat méditerranéen sub-humide a humide caractérisé par deux saisons distincte l’une froide et humide et l’autre chaude et sèche,l’étage humide couvre toute la région occidentale montagneuse ainsi que les sommet à l’est et au sud .elle est estimée l’une du région les plus pluvieuse du nord de l’algérie (BEN RABAH, 2006) .

I.7.1 Les éléments du climat :

L’étude des éléments constitutifs du climat retenus dans les études écologiques suppose sur la mesure d’un certain nombre de grandeurs climatiques permettant de définir les composantes du climat. Les données climatiques brutes (2002-2022).

Les principaux éléments sont :

I.7.1.1 .Les précipitations :

Les précipitations constituent la source principale de l’eau dans le sol. Du point de vue météorologique, ce sont l’ensemble des eaux qui tombent sur la Surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, grive). Les précipitations s’évaluent en hauteur d’eau équivalente (mm) sur une période donnée (Guyot, 1999). Toute étude climatologique nécessite une analyse de précipitation, car la pluie est évidemment le facteur essentiel des régimes hydrologiques puisqu’elle constitue la matière première des débits des cours d’eaux et conditionne l’écoulement saisonnier.

Les précipitations annuelles enregistrées oscillent entre 600 et 800 millimètres par an, et la précipitation moyenne annuelle pendant la perioude étudier (2002-202022) est de l’ordre de 702mm ; août est le mois le plus sec par contre décembre est le mois le plus humide .

La région de Skikda classée comme l’une des régions les plus arrosée du nord Algérie.

Tableau I.3 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2022).

Les Mois	J	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D	Totale
Precipitations (mm)	100	85	65	50	40	11	2	9	50	70	100	120	702
Données climatiques: 2002-2022													

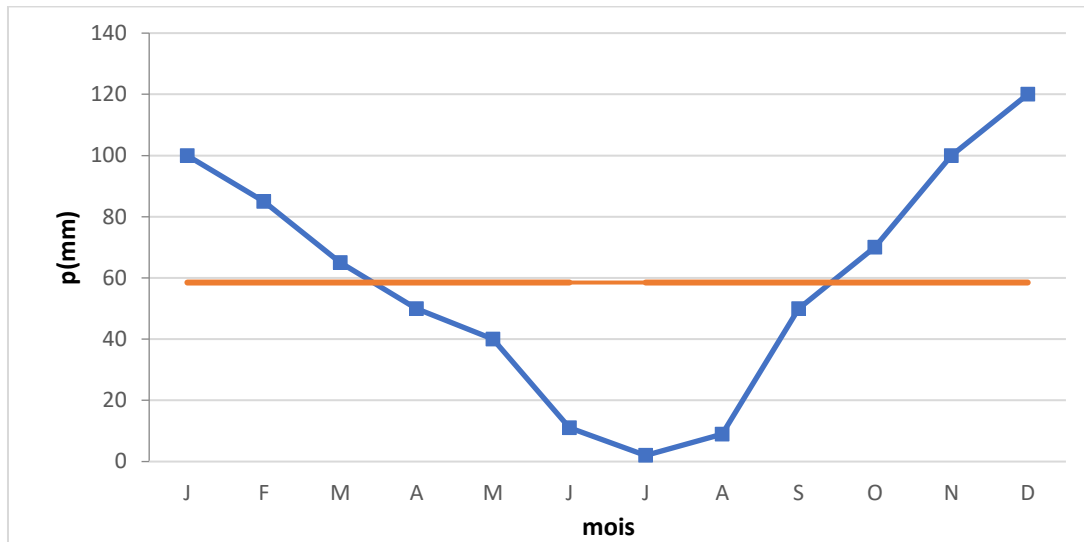


Figure I.5. Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2022).

I.7.1.2. La température :

La température est considérée comme une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et de froid. Le régime thermique d'un milieu est la variation des températures enregistrée en ce milieu. L'amplitude thermique annuelle est la différence de température entre les mois les plus chauds et les mois les plus froids au cours d'une année.

La température varie avec les saisons, l'altitude, la latitude et la proximité de la mer.

- **Variation des températures moyennes maximales et minimales**

Les températures moyennes mensuelles observées, montre un maximum au mois de Juillet (36.3°C) et un minimum au mois de Janvier (12.9°C) avec un température moyenne de l'ordre de 18.87°C.

Tableau I.4 : Variation des températures moyennes mensuelles , minimales et maximales à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2022).

	J	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D
Min (°C)	9	9	11	13	16	19	22	23	21	17	13	10
Max (°C)	17	17	18	20	23	26	29	30	27	25	21	18
Moyenne (°C)	12,9	12,9	14,6	16,4	19,3	22,5	25,3	26,3	24	21,2	17	14,1

Données climatiques: 2002-2022

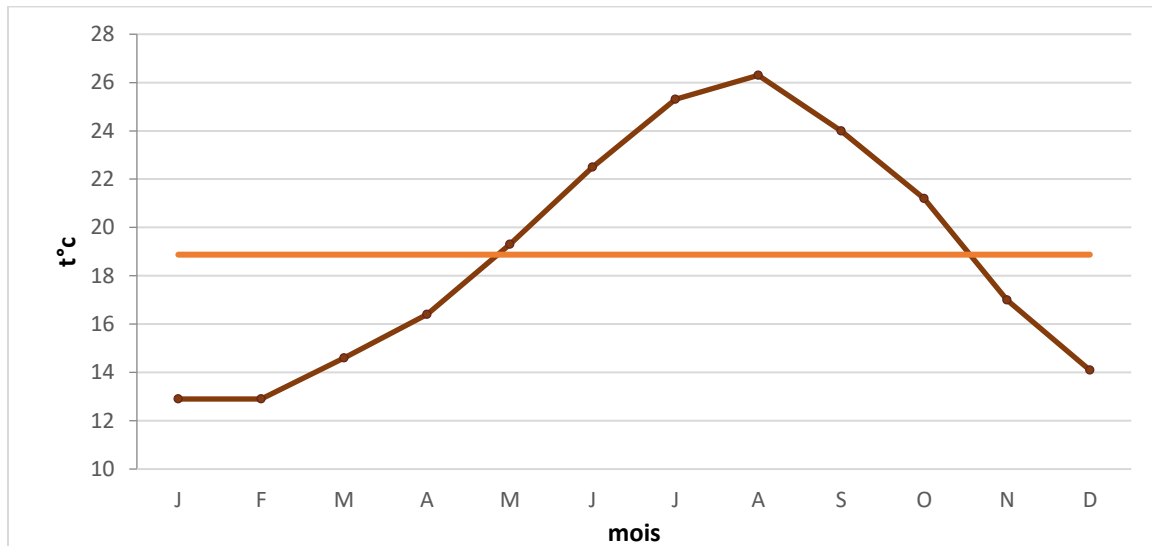


Figure I.6. Variation des températures moyennes mensuelles

- **Variation des températures moyennes maximales et minimales**

Les températures moyennes mensuelles minimales sont supérieures à 9°C, et Les températures moyennes mensuelles maximales sont inférieures à 30 °C de l'année 2002 jusqu'a 2022.

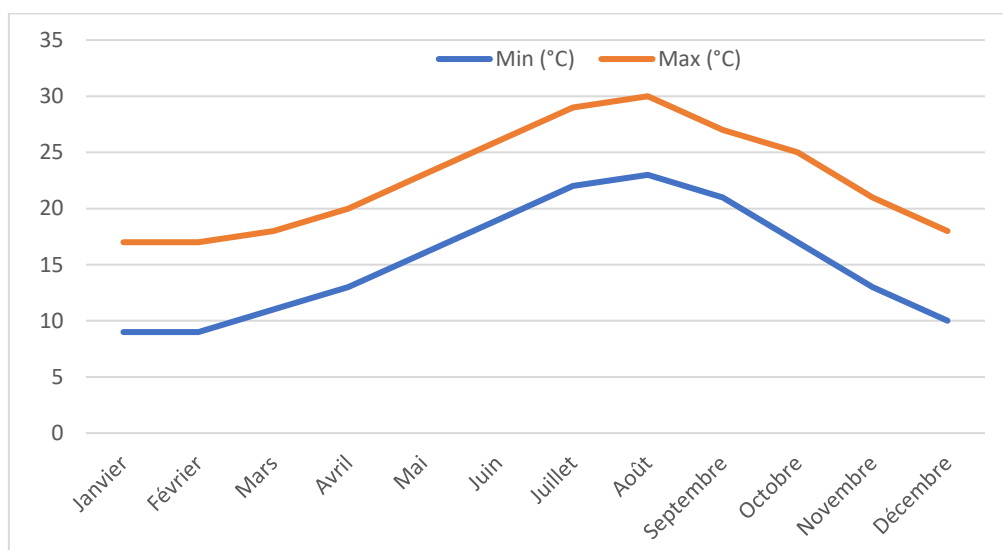


Figure I.7. Variation des températures moyennes maximales et minimales

le graphe ce dessus montre la variation des températures moyennes maximales et minimales de sorte que :

La moyenne des températures moyennes maximales est de 15.25°C avec une étendue de (9-23°C) alors que celle maximale est de 22.58°C avec son intervalle (17-30°C)

I.7.1.3. le vent :

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat ; malheureusement les données concernant ce facteur sont rares pour ne pas dire inexistantes dans la plupart des cas .

La zone littorale de Skikda, est particulièrement soumise à des vents très violents dont la vitesse peut atteindre les 130 km/h en entraînant de multiples dommages tant sur la terre que sur la mer. La direction des vents est Sud-Ouest à Sud-Est (Touati et al, 2004). Les vents d'Ouest sont les plus fréquents en hiver.

La vitesse moyenne maximale des vents a été enregistrée durant le mois de février avec une valeur de 4,11m/s et une vitesse moyenne minimale enregistré durant le mois de Août .

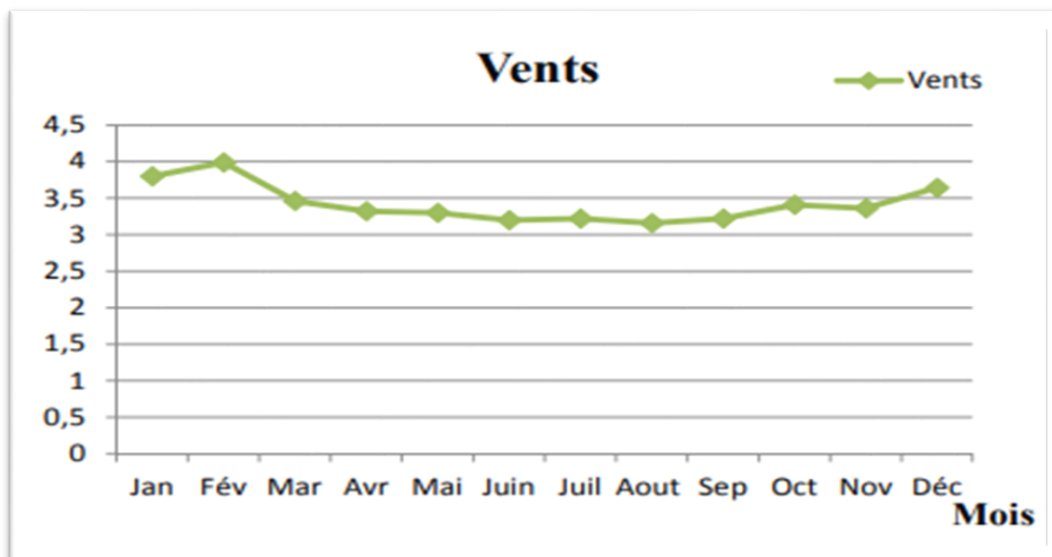


Figure I.8 : Variation mensuelle du vent durant la période (2009-2018)
(Station de météo Skikda, 2019).

I.7.1.4. Humidité relative (HR) :

L'humidité est un facteur plus important pour caractériser un climat, sa valeur dépend principalement de la température de l'air ainsi que des caractéristiques hygrométriques des masses d'air. HR représente le rapport exprimé en pour-cent (%) de la tension de vapeur d'eau observée à la tension de vapeur de saturation pour une température donnée. Donc L'air humide est le mélange de deux gaz : l'air sec et la vapeur d'eau (Frédéric ,2010).

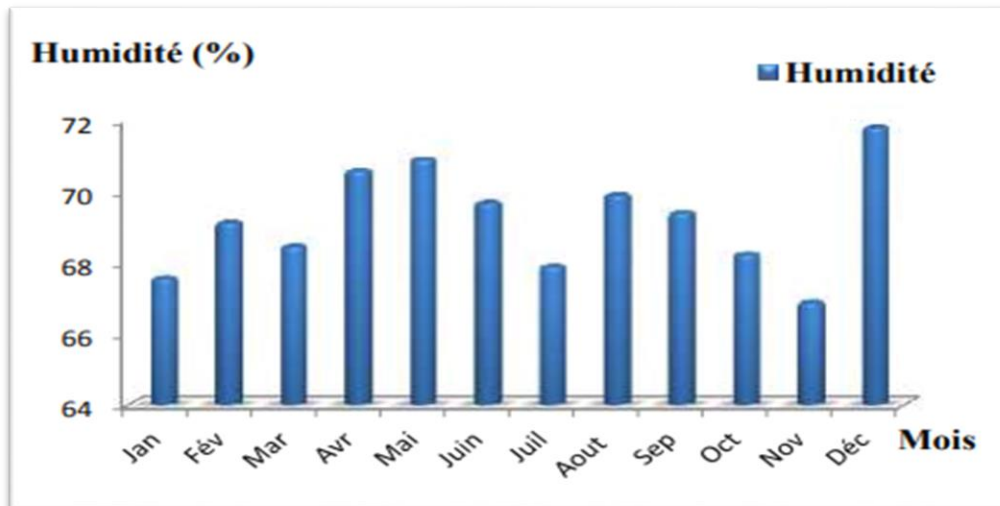


Figure I.9 : Variation mensuelle de l'humidité relative durant la période (2009-2018) (Station de météo Skikda, 2019).

La figure I.9 montre d'une humidité élevée pendant toute l'année. La valeur la plus élevée est pendant le mois de décembre avec 71,77% et la valeur la plus moins est observer pendant le mois de novembre avec 66,88%.

I.7.1.5. Évaporation

Sous l'effet de la chaleur (le soleil), l'eau liquide se transforme en vapeur d'eau (état gazeux). Cette transformation est une évaporation, La vitesse d'évaporation (mm/j) est fonction de la température de l'air, de l'insolation, de la vitesse et de la turbulence du vent (Remini, 2005).

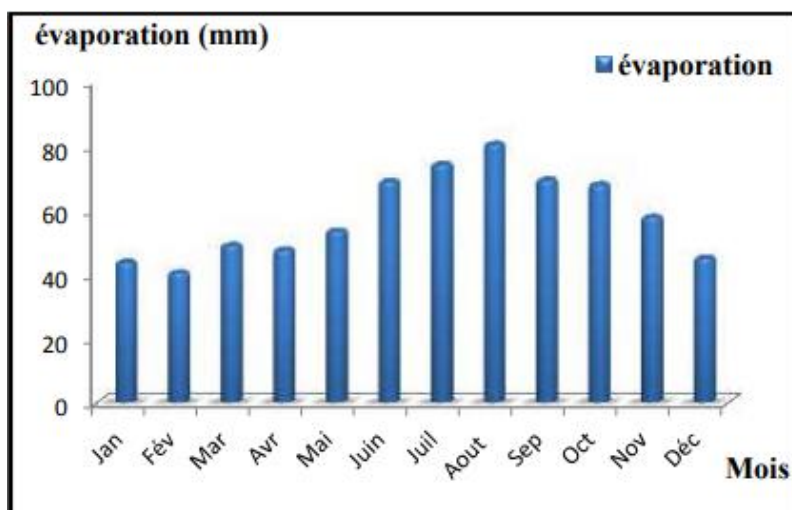


Figure I.10 : Variation mensuelle d'évaporation durant la période (2009-2018) (Station de météo, 2019).

Selon la figure I.10 la valeur maximale de l'évaporation a été enregistrée pendant le mois d'Aout 80,26 mm tandis que la valeur minimale a été enregistrée pendant le mois de Février 41,01 mm.

I.7.2 Les indices climatiques :

2.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique :

Un des indices les plus utilisés encore à l'heure actuelle est l'indice de Bagnouls et Gaussen (1953). Pour repérer les mois secs et humides d'une localité. Ce diagramme superpose les deux courbes de températures (T) et de précipitations (P), à la fois en ordonnées sur deux axes, pour les 12 mois de l'année (en abscisses) .

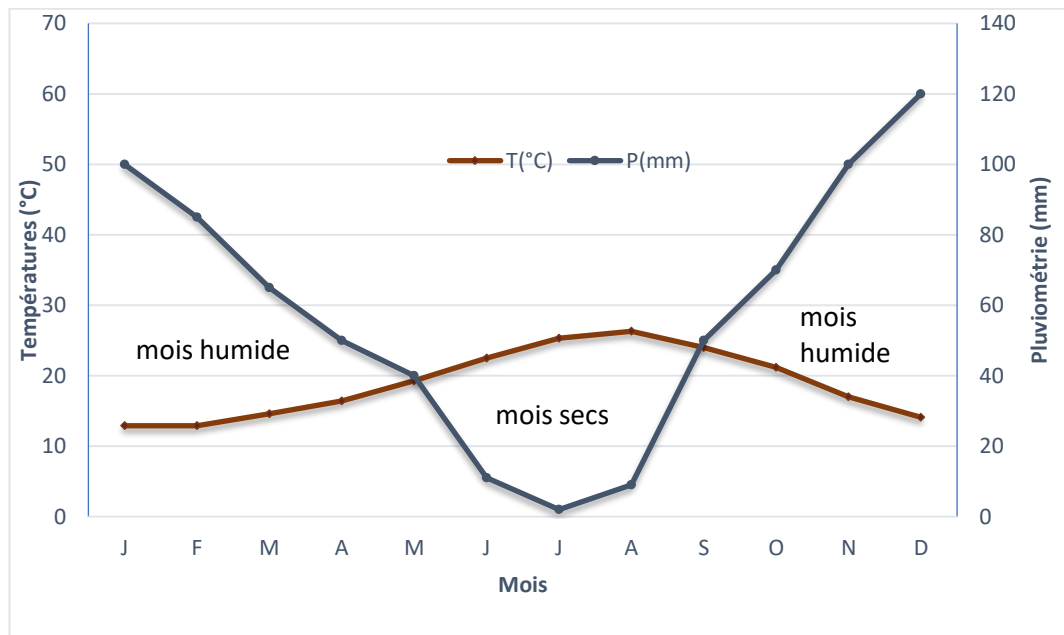


Figure I.11. Diagrammes ombrothermique pour notre station étudiée (Skikda)

Le diagramme ombrothermique pour notre station montre une période sèche importante de 4 mois.

2.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger :

Le quotient pluviothermique Q_2 établi par Emberger (1955) est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord pour étudier la sécheresse globale. Ce système appelé « climagramme d'Emberger » permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée. Il est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \text{ OU } Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : Précipitations annuelles totales (mm) ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°);

m: Moyenne des maxima du mois le plus froid (K°).

Les températures sont exprimées en Kelvin (K) : $T_K = T_C + 273,15$.

2.3. Stewart (1969) a développé une formule simplifiée de ce quotient pluviothermique d'Emberger pour l'Algérie et le Maroc, qui est défini comme suit :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

3.43 : Constante relative à la région : Algérie-Maroc ;

P : Précipitations totales annuelles en mm ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en C° ;

m: Moyenne des minima du mois le plus froid en C°.

L'application de la formule précédente est reporté au tableau 5 .

Tableau I.5. Etagement bioclimatique selon le climagramme d'Emberger

Site	T (°C)		P (mm/an)	Q ₃	Bioclimats
	M (°C)	m (°C)			
Skikda	30	9	702	114.66	Subhumide chaud

m, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mis le plus chaud en °C ; *P*, pluviométrie en mm/an ; *Q*₃, quotient pluviothermique d'Emberger.

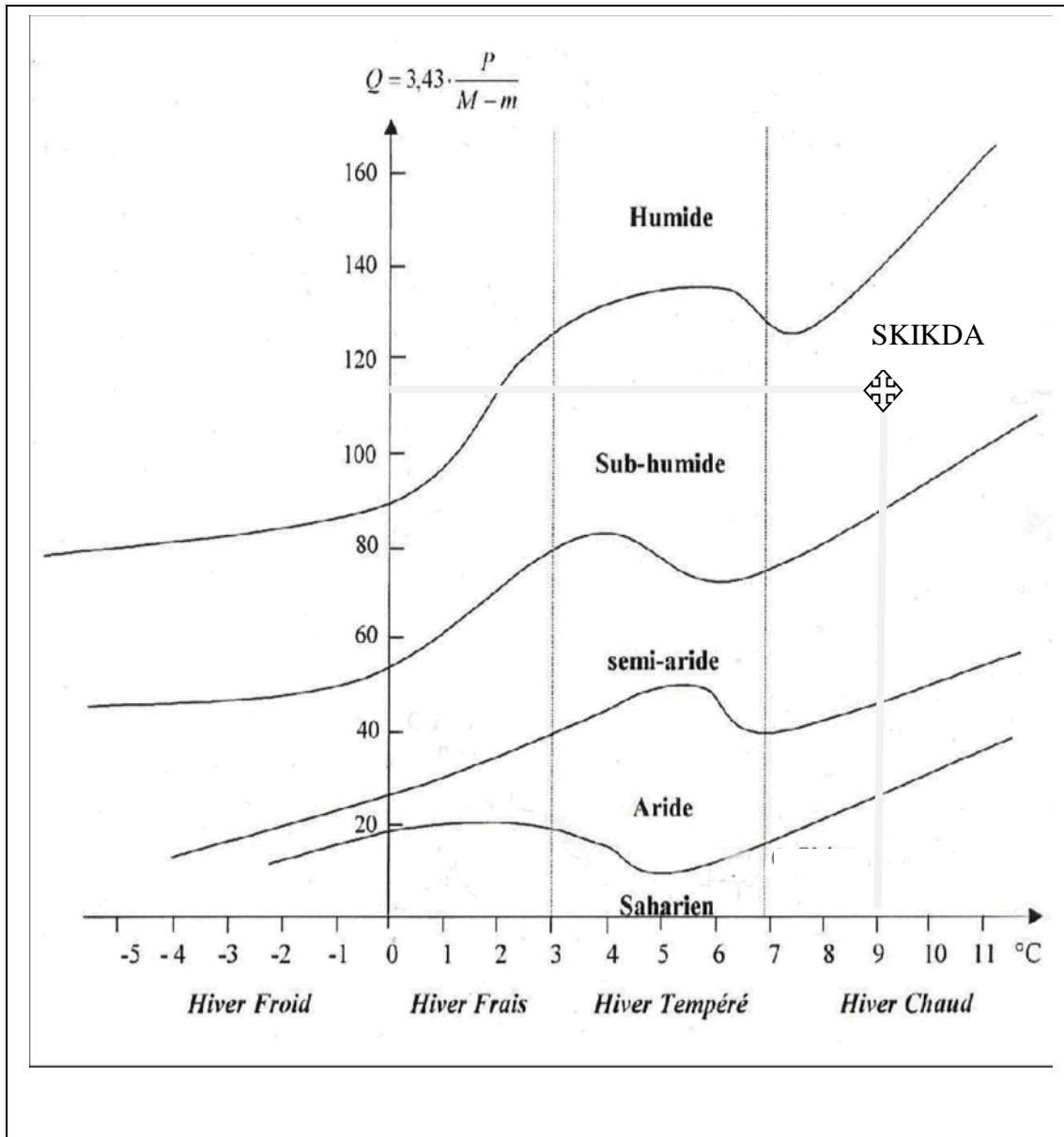


Figure I.12 : situation de notre zone d'étude dans le climagramme d'EMBERGER

Le tableau d'étagement bioclimatique et le climagramme d'Emberger (figure 12)

montre l'existence de bioclimat Subhumide 0 Hiver chaud .

I.8. La végétation :

La flore de la région appartient au type méditerranéen, elle se compose de plantes annuelles et de plantes vivaces (Beniston, 1984). Le cycle de floraison dépend étroitement des conditions climatiques, les massifs forestiers de Skikda, Filfila et El Hadaiek sont constitués de chêne liégé (*Quercus suber* L.). Le maquis couvre une superficie de 1.678 ha.

La forêt est située au nord-ouest et occupe une superficie de 193.5 ha de la commune de Skikda dominée par des plantations d'Eucalyptus et de pin maritime.

Les vergers occupent 341.25 ha au Sud Est. (Anonyme, 2001). Le chêne liège *Quercus suber* est l'essence dominante qui est associée au chêne zen *Quercus faginea*, lequel se rencontre généralement au-dessus de 300 m d'altitude. *Pinus pinaster* (Pin maritime), espèce subspontanée colonise générale orienter d'Ouest en Est. d'importantes surfaces. Les essences secondaires sont *Quercus afares*, *Cerasus avium*, *Populus alba*, *Salix pedicella*, *Ulmus compestris* qui forment de petites forêts galeries le long des oueds.

L'eucalyptus se rencontre en petites plantations. Il existe également *Olea europea*, *Juglans regia*, *Ficus carola*. La végétation arbustive se trouve bien développée sous le couvert arborescent, ce sont essentiellement : *Ericaceae*, *Papilionaceae*, *Myrtaceae*.

La végétation herbacée est très abondante et variée dans la clairière.

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

II. Matériels et Méthodes

II .1.Qualité hydro chimique des eaux souterrains :

L'hydrochimie est une l'influence de facteur physiques, chimiques et biologiques. L'hydrochimie est étroitement liée à la géochimie, à l'hydrogéologie, à l'hydrologie terrestre, à la pétrographie, à la minéralogie, à la pédologie, à l'hydrobiologie.

L'hydrochimie est une science qui étudie la composition chimique des eaux naturelles (la qualité de l'eau) et les schémas de leurs changements . (<https://www.aquaportail.com>)

Pour atteindre cet objectif. nous devons aborder les méthodes physiques et chimiques d'analyse d'eau et représenter les résultats auxquels nous sommes parvenus. Enfin ; nous interprétons l'eau étudiée provient de la vallée de Zeramna afin de déterminer la qualité de l'eau et l'utiliser correctement et avantageusement

II .2.Analyses de la qualité hydrochimie des eaux de Oued Zeramna-Skikda- :

II .2 .1. mode d'échantillonnage :

L'analyse physico-chimique a concernée sept (7) points des prélèvement qui situés au cour de Oued Zeramna fait parti de la nappe libre de la ville de Skikda .

Les prélèvements a été effectué le 8 mars 2023. Pendant les prélèvements des échantillons la région de Skikda a connue un temps clair et ensoleillé.

Pour localiser les coordonnées géographique de chaque points on a utilisé Google Earth

II.2.2 situation des points de prélèvement :

Tableau.II.1. Les coordonnées Lambert des points de prélèvement de Oued Zeramna

Nom	Localités	Coordonnés Lambert	
		X	Y
P 1	Safsaf	36.868489	6.922482
P2	boulkaroua	36.865351	6.910916
P3	EL Hadaik 1	36.840185	6.888475
P4	EL Hadaik2	36.832618	6.880795
P5	Bouchtata1	36.803093	6.810869
P6	Bouchtata2	36.803868	6.813978
P7	Bouchtata3	36.830575	6.865135

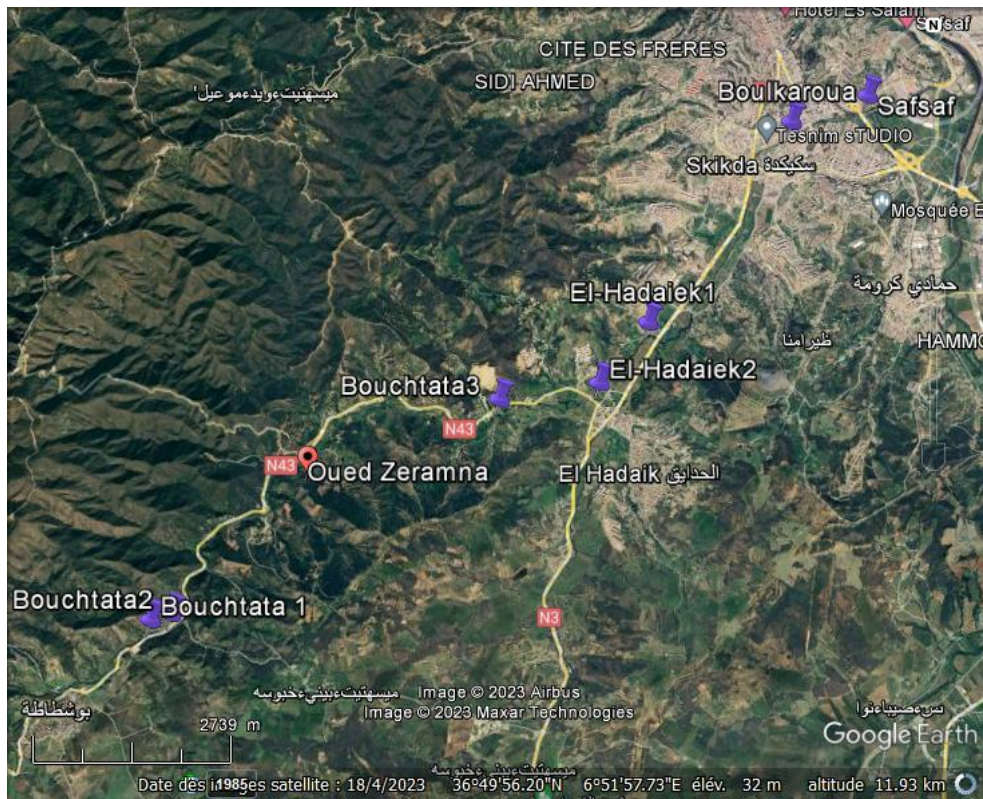


Figure II.1. Situation des points de prélèvement (Google Earth modifier par Sabagh.M et Al Juin 2023)



Figure II.2: photos de point de prélèvement au niveau la petite zone Oued safsaf (skikda)



Figure II.3 : photos de : photos de points de prélèvement au niveau de Boulkaroua



Figure II.4 : photos de points de prélèvement au niveau Elhadaiek 1



Figure II.5 : photo de point de prélèvement au niveau Elhadaiek 2



Figure II. 6: photo de point de prélèvement au niveau de Bouchtata 1,2 et 3

II.2.3. Technique d'analyses physico-chimique :

3.1 : analyse par multi paramètre :

Les cinq paramètres physique (PH , Température , Conductivité, salinité ,TDS) sont mesurés a laide d'un appareille multi fonction

1. pH :(potentiel hydrogène) :

Il représente la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité en chimie d'une solution ou d'un milieu. plus précisément ; Le pH (potentiel d'hydrogène) est par définition une mesure de l'activité des ions H^+ contenu dans une eau : $pH = -\log (H^+)$

Le résultat de pH est sans unité

2- La température :

Elle joue un rôle important dans la solubilité et la dissolution des sels, lorsqu'elle est élevée elle diminue la solubilité de l'oxygène.

La température doit être mesurée in situ ; les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré . Le résultat de la température exprimé en °C.

3. la conductivité :

Grandeur physique CE, caractérisant la capacité de conduction d'une substance, égale au rapport de la densité de courant électrique j traversant la substance au champ électrique appliqué E (Larousse .f)

le résultat de conductivité est exprimé $\mu S/cm$ ou en mS/cm

4. la salinité :

La salinité est la mesure de la quantité de sels dissouts dans un volume donné d'eau. Plus des 2/3 de la surface terrestre sont couverts d'eau, que ce soit par des mers, des océans, des lacs ou dans les glaciers et les banquises.

5. TDS :

TDS signifie Total Dissolved Solids, et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganique et de quelques matières organiques. Vous pouvez facilement mesurer combien de substances dissoutes sont présentes dans l'eau avec un compteur TDS. De cette façon, vous connaissez rapidement la pureté de votre eau.



Figure II.7: PH-conductimètre de paillasse (Mme lawsif R 2023/laboratoire RA2K)

Mode opératoire :

- 1) Mettre l'appareil sous tension
- 2) Allumer l'appareil en appuyant sur l'interrupteur se trouvant sur la face de l'équipement
- 3) laver soigneusement les électrodes de pH avec de l'eau distillée
- 4) laissé les échantillons chauds ou froids prendre la température de la salle d'analyse
- 5) Mettre l'échantillon dans un bécher approprié sur l'agitateur magnétique
- 6) Allumer l'agitateur magnétique et réglé d'agitateur à une vitesse modérée
- 7) immerger les électrodes de pH dans les échantillons sous agitation
- 8) appuyer sur le Botton mesure
- 9) lire les résultats de pH, conductivité ,salinité , température, TDS

(A.BEKKOUCH / laboratoire raffinerie RA2K)

3.2.La turbidité :

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau; c'est l'inverse de la limpidité.



Figure II.8 : Turbidimètre HACH 2100 Q (Mme L , R 2023)

Mode opératoire :

1. Remplir une cuve de test propre avec l'échantillon à tester
2. Insérer la cuve dans la chambre de test
3. Appuyer sur *READ*et attendre environ 10 secondes que la turbidité mesurée s'affiche .

3.3. Oxygène dissous :

L'oxygène dissous est en fait la quantité d'oxygène présent en solution dans l'eau à une température donnée. Dans les études scientifiques ou dans les livres, on utilise parfois l'abréviation O.D. pour désigner l'oxygène dissous.



Figure II.9 : Un Oxymètre (Mme lawsif R et all .2023)

Mode opératoire :

- 1) Mettre l'appareil sous tension
- 2) Allumer l'appareil en appuyant sur l'interrupteur se trouvant sur la face de l'équipement
- 3) laver soigneusement les électrodes d'oxygène dissous avec de l'eau distillée
- 4) laissé les échantillons chauds ou froids prendre la température de la salle d'analyse
- 5) Mettre l'échantillon dans un bécher approprié
- 7) immerger les électrodes d'oxygène dissous dans les échantillons
- 8) appuyer sur le Botton mesure
- 9) lire les résultats de d'oxygène dissous

Le résultat d'oxygène dissous est exprimé par mg /L

(A.BEKKOUCH / laboratoire raffinerie RA2K)

3.4. Analyses volumétriques :

L'analyse volumétrique est une méthode analytique quantitative qui mesure le volume de l'analyse, ou le volume d'une deuxième substance qui réagit avec l'analyse dans une proportion connue.

a) Alcalinité(TAC) :

Le titre alcalin complet correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogencarbonates. L'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides. C'est ce que

l'on appelle le pouvoir tampon de l'eau ou la capacité de l'eau à résister à un changement de pH lors de l'ajout d'acide. (<https://fr.hach.com>)

Mode opératoire :

1. prendre 100 ml d'échantillon dans une bécher de 300 ml
2. ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur Méthyle orange
3. titrer avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 0.02 N jusqu'à virage rose pâle et noter le volume (VB)
calcul : TAC en ppm de $CaCO_3 = V * 10$. Avec : $V = V_A + V_B$

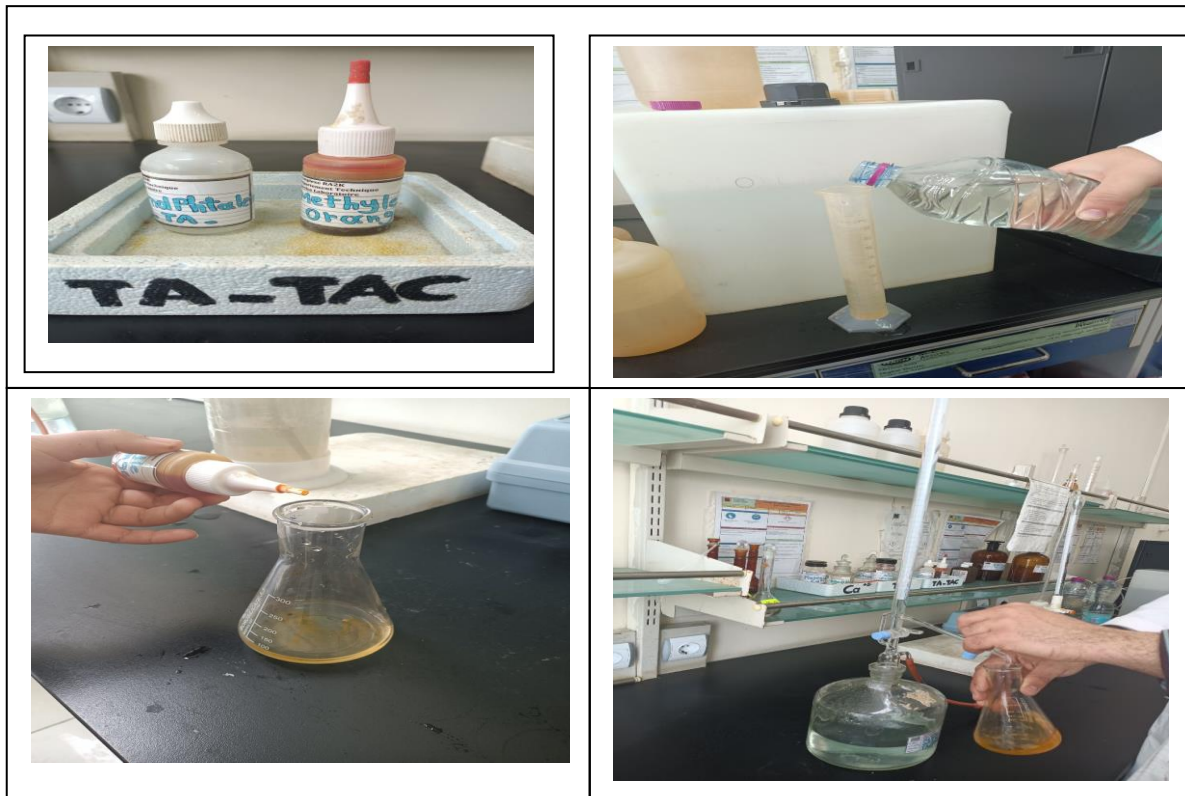


Figure II.10 : Mode opératoire de l'Alcalinité (TAC) (Mme lawsif R, et Mr Sebbagh M. .2023)

b) Dureté ou titre hydrotimétrique (TH) :

Le titre hydrotimétrique (ou TH) est une unité de mesure de la dureté de l'eau. La dureté de l'eau est l'indicateur de minéralisation de l'eau.

Le titre hydrotimétrique s'exprime en degré français «°fH». $1^{\circ}fH = 4$ mg de calcium ou 2,4 mg de magnésium par litre d'eau.

Mode opératoire :

1. Prendre 100ml d'échantillon dans une fiole de 300 ml
2. ajouter 2 ml de la solution tampon
3. ajouter une pince de l'indicateur noir d'urochrome(net)
en présence de la durée la solution se colore en rouge cerise
4. titrer avec l'EDTA à 0.01 m jusqu'au virage bleu de l'indicateur (service laboratoire complexe RA2K)
calcul : TH en ppm de $CaCO_3 = V_{EDTA} * 10$

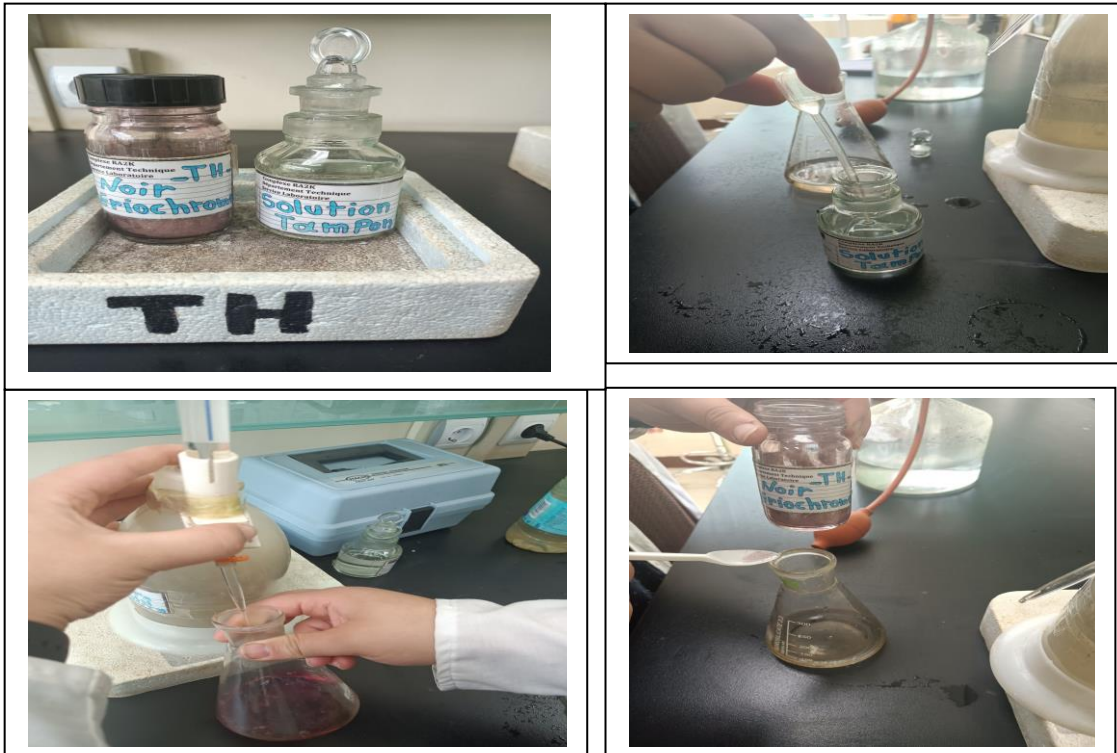


Figure II.11 : Mode opératoire de la dureté (TH) (Mme lawsif R, et all 2023)

c) Calcium :

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse d'EDTA à pH compris entre 12 et 13
Le HSN qui forme un complexe rouge avec le calcium est utilisé comme indicateur
le magnésium.

Mode opératoire :

- 1 prendre 100 ml d'échantillon
- 2 Ajouter 2ml de la solution de NaOH 1N
- 3 Agiter et ajouter une pincée de l'indicateur **murexide**(couleur rose foncée)
- 4 Titrer avec LEDTA a 0.01 N jusqu'au virage mauve clair (service laboratoire complexe RA2K)

Calcul : Ca^{+2} en ppm de $\text{CaCO}_3 = \text{VEDTA} * 10$

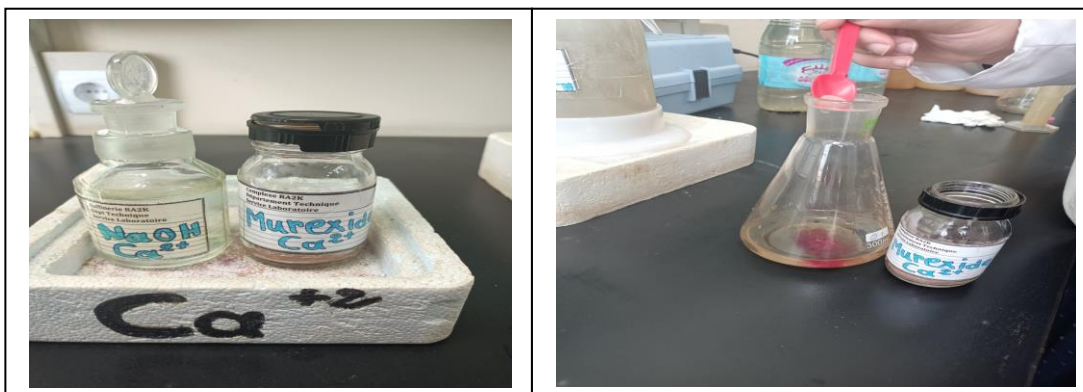




Figure II.12 : Mode opératoire de Calcium (Ca^{+2}) (Mme lawsif R, et Mr Sebbagh M. .2023)

d) Détermination de magnésium(mg^{2+}) :

Calcule: mg^{2+} en ppm de $\text{CaCO}_3 = \text{TH} - \text{Ca}^{2+}$

e) Matières en suspension MES :

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important qui marque généralement le degré de pollution. Ce sont des matières qui ne sont ni colloïdales, ni solubilisés et elles-peuvent être organique ou minérales. La présence des matières en suspension, diminue la concentration en oxygène dissous, ce qui rend les activités des micro-organismes faibles et par conséquent diminution du phénomène d'autoépuration.

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle (Rodier :2009)

f) Chlorures :

Dans le domaine de la chimie ou de la qualité de l'eau ou de l'air, le terme chlorure désigne : l'ion chlorure Cl^- : c'est un atome de chlore chargé d'un électron supplémentaire ; c'est un ion négatif (anion), dit halogénure ; un atome de chlore ayant gagné un électron. Il est aussi produit lors de la dissociation du chlorure d'hydrogène dans l'eau. Des chlorures peuvent être localement impliqués dans les pluies acides et phénomènes d'acidification d'eaux superficielles ou souterraines. (Wikipédia)

Mode opératoire :

1. prendre 100 ml d'échantillon
 2. Ajouter 02 gouttes de chromate de potassium
 3. Titrer avec la solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0,02 N
- Jusqu'au virage du jaune ou rouge brique

Calcul : $\text{Cl}^- (\text{ppm}) = (v - \text{blanc}) * 7 .1$ Blanc=0 .4 (service laboratoire)



Figure II.13 : Mode opératoire de Chlorure (Cl^-)(Mr Sebbagh M et all 2023)

g) Nitrates (NO_3^-) et nitrites(NO_2^-) :

Les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter* (Santé Canada, 1992). Les nitrates sont très solubles dans l'eau ; ils migrent donc aisément dans la nappe phréatique lorsque les niveaux excèdent les besoins de la végétation(Santé Canada, 1992). La toxicité des nitrates résulte de leur réduction en nitrites et de la formation de méthémoglobine d'une part et de leur contribution possible à la synthèse endogène de composés N-nitrosés d'autre part (<https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/nitrates>)

Mode opératoire(nitrites NO_2^-) :

- 1) Appuyez sur programmes mémorisés
- 2) Sélectionnez l'épreuve
- 3) Remplissez une cellule d'échantillon carrée avec 10 ml d'échantillon
- 4) Echantillon préparé ;ajouter le contenu d'un NitriVe 3 Nitrites reagent powder pillowswirl pour le dissoudre

Une couleur rose se développera si le nitrite est présent

- 5) Démarrez le chronomètre de l'instrument Une période de réaction de 20 minutes commencera
- 6) Préparation du blanc : Lorsque le minuteur expire, remplissez une deuxième cellule d'échantillon avec 10 mL d'échantillon
- 7) Essuyez le blanc et insérez-le dans le porte-cuve.
- 8) ZÉRO l'instrument L'écran affichera : 0,000 mg/ NO_2 —N

- 9) Essuyez l'échantillon préparé et insérez-le dans le porte-cuve
- 10) Lisez les résultats en mg/L NO_2 —N (service laboratoire complexe RA2K)

Mode opératoire (nitrate NO_3^-) :

- 1) Démarrez le programme 351 N, Nitrate LR. Pour plus d'informations sur les cuves à échantillon, les adaptateurs ou les pare-lumière
- 2) Remplir le cylindre de mélange avec 15 ml d'échantillon
- 3) Ajoutez le contenu d'un sachet de poudre de réactif NitraVer 6 au Cylindre. Fermez le cylindre
- 4) Démarrez le chronomètre de l'instrument. Un temps de réaction de 3 minutes de démarrage (service laboratoire complexe RA2K)
- 5) Agiter vigoureusement le pendentif cylindre la période de réaction. Certaine poudre peut ne pas se dissoudre
- 6) Lorsque la minuterie expire remplacez la minuterie. ONU temps de réaction de 2 minutes démarrer
- 7) Prépare l' : échantillons Lorsque la minuterie expire, vers délicatement 10 ml d'échantillons dans une cellule d'échantillon Ne transférez pas de particules de cadmium dans la cellule d'échantillons
- 8) Ajoutez le contenu d'un sachet de poudre de réactif NitriVer 3 à la cellule d'échantillons préparés.
- 9) Démarrer l'appareil minuteur. Une réaction de 30 seconde le temps commence
- 10) Placez le bouchon sur la cuve à échantillon. Secouez tranquillement la cellule d'échantillon pendentif la minuterie de 30 secondes. Une couleur rose indique si du nitrate est présent dans l'échantillon
- 11) Démarrer l'instrument minuteur. Une réaction de 15 minutes le temps commence
- 12) Préparer le blanc : Lorsque le minuteur expire, remplissez une deuxième cellule d'échantillon avec 10 ml de l'échantillon d'origine
- 13) Nettoyez la cellule d'échantillons vierge
- 14) Insérer le blanc dans le porteur de cellule
- 15) . Appuyez sur ZÉRO. Le l'écran affiche 0,00 mg/L NO_3 —N
- 16) Nettoyez la cellule d'échantillons préparé.
- 17) Introduisez l'échantillon préparé dans le porte-cuve
- 18) Appuyez sur LIRE. Les résultats sont exprimés en mg/L NO_3 —N

h) Sulfates (SO_4^{2-}) :

Composés naturels des eaux, les ions sulfates (SO_4^{2-}) sont liés aux cations majeurs: Calcium, magnésium et sodium. Leur provenance est généralement due à la dissolution du gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) et par l'oxydation des sulfures en sulfates dans les déchets miniers.

Les ions sulfates sont précipités et pesés à l'état de sulfate de baryum



(Rodier ;2009)

Préparation de l'échantillon :

- Prélever 10 ml d'eau à analyser et les introduire dans l'erlenmeyer
- Ajouter 1 pilule sulfate , l'écraser puis mélanger jusqu'à dissolution totale
- Remplir une cuve
- Attendre 5 minutes
- Effectuer la mesure

Mesure du blanc et de l'échantillon :

- Dans le mode concentration, sélectionner l'analyse 431 SO₄ : 10-200 mg/l
- Remplir une cuve avec de l'eau à analyser sans réactif (cuve à blanc) et la placer dans l'appareil
- Appuyer sur la touche << ZERO >> .
- Retirer la cuve et placer la cuve échantillon à analyser .
- Appuyer sur << Start >>

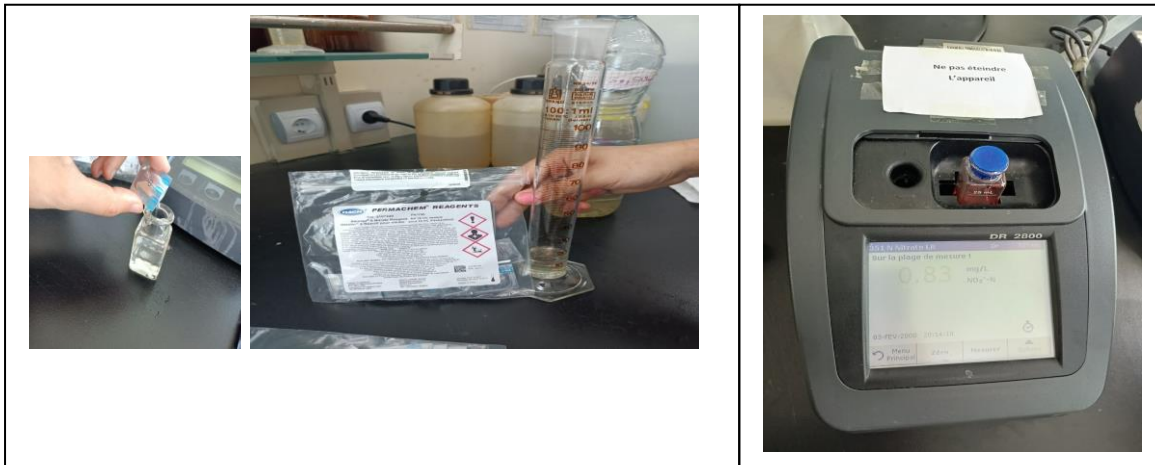


Figure II.14 : Photo d'un Spectrométrie (Mr Sebbagh M et all. .2023)

i) DBO5 :

La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours, ou DBO5,

Cette DBO5 mesure la quantité de matière organique biodégradable contenue dans une eau. Cette matière organique biodégradable est évaluée par l'intermédiaire de l'oxygène consommé par les micro-organismes impliqués dans les mécanismes d'épuration naturelle.

Ce paramètre est exprimé en milligramme d'oxygène nécessaire pendant cinq jours pour dégrader la matière organique contenue dans un litre d'eau ([http://www : futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com))



Figure II.15 : Mode opératoire de DBO5(Mr Sebbagh M et all. .2023)

Mode opératoire :

- Le prélèvement a été effectué sans former de bulles d'air et le flacon fermé (flacon à bouchon rodé) sans emprisonner d'air à l'intérieur. La mesure initiale doit s'effectuer le plus rapidement possible, de préférence immédiatement.
 - Après avoir étalonné rigoureusement la sonde à oxygène, placer cette sonde dans l'eau du flacon sans l'agiter ni le faire déborder et le reboucher immédiatement après :
 - La mesure peut s'effectuer en sélectionnant dans le menu "affichage numérique" en attendant que la valeur affichée se stabilise ; la concentration initiale est donnée en $\mu\text{moles.l}^{-1}$
 - La seconde mesure, 5 jours après, doit s'effectuer dans les mêmes conditions.
- (<https://svt.enseigne.ac-lyon.fr>)

j) La demande chimique en oxygène DCO :

La demande chimique en oxygène (ou DCO) est la consommation en dioxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau.

C'est l'une des méthodes les plus utilisées pour évaluer la charge globale en polluants organiques d'une eau (rivières, lacs, mer, ou eaux usées ou résiduaires industrielles). C'est l'un des paramètres des normes de rejet d'eaux dans le milieu naturel, notamment utilisé en France.

La réglementation des ICPE en particulier l'arrêté ministériel du 2/2/1998 précise que la valeur soit plafonnée lors d'un rejet dans le milieu naturel à 300 mg/L (si le flux est inférieur à 100 kg/j) et à 125 mg/L quand le flux est supérieur à 100 kg/j. Dans le cas de rejet en station la valeur peut être portée à 2 000 mg/L. (<https://fr.wikipedia.org>)

Mode opératoire :

Comme indiqué précédemment, la DCO mesure la matière organique à l'aide d'un oxydant chimique. Il est crucial d'utiliser un oxydant suffisamment puissant pour réagir avec la quasi-totalité de la matière organique de l'échantillon. Historiquement, le permanganate de potassium remplissait ce rôle, mais sa capacité à oxyder toutes les matières organiques dans un large éventail d'échantillons de polluants n'était pas constante.

Actuellement, la plupart des tests DCO utilisent le dichromate de potassium comme oxydant. Le dichromate de potassium est un sel de chrome hexavalent de couleur orange vif, qui est un oxydant très puissant. Entre 95 et 100 % des matières organiques peuvent être oxydées par le bichromate. Lorsque le bichromate oxyde une substance, il se transforme en une forme trivalente de chrome, qui donne une couleur verte terne.

Le traitement est effectué sur les échantillons avec une quantité fixe d'oxydant, d'acide sulfurique et de chaleur (150 °C). Des sels métalliques sont généralement inclus pour supprimer toute interférence et catalyser le traitement. Le traitement prend généralement deux heures.

Pendant le traitement, il est nécessaire d'avoir un excès d'oxydant. Cela garantit une oxydation complète de l'échantillon. Il est donc important de déterminer la quantité d'oxydant en excès. Les deux méthodes les plus courantes pour cela sont le titrage et la colorimétrie. (<https://www.hannainstruments.fr>)

k) Le bicarbonate (HCO_3^-) :

Le bicarbonate, ou hydrogénocarbonate, est un ion polyatomique dont la formule chimique est HCO_3^- . Le bicarbonate doit son préfixe « bi- » à son double caractère acido-basique (dit caractère amphotère) : il est à la fois acide et base, appartenant à deux couples acido-basiques différents. Il s'agit de la forme intermédiaire dans la double déprotonation de l'acide carbonique : ôter le premier proton (ion H^+) de l'acide carbonique donne le bicarbonate ; ôter le second proton donnera la forme carbonate ionique. (<https://fr.wikipedia.org>)

Dans notre étude les valeurs de pH comprissent entre 6,5 et 8,5. Donc on peut prendre les valeurs de TAC comme (HCO_3^-).

Chapitre III: Résultats et discussions

III. Résultats et discussions :

Les analyses physico- chimique permet de connaître la qualité des eaux d'irrigation de Oued Zeramna.

Les analyses ont été effectuées au niveau de :

1. Laboratoire raffinerie RA2K Sonatrach –Skikda-
2. Laboratoire de direction d'environnement –Skikda-
3. Laboratoire de Chimie de l'université de 20 Août Skikda
4. Laboratoire de Biologie de l'université de 20 Août Skikda

III.1. Représentation graphique des résultats :

Les résultats des analyses physico-chimiques sont représentés ci-dessous

III.1.1. Les paramètres Physico-chimique :

➤ La température :

Les valeurs de température varient entre 13.5 et 16°C avec une moyenne de 14.75 °C.

Les valeurs de température sont toujours inférieures à la norme d'ABH ($\leq 30^\circ\text{C}$).

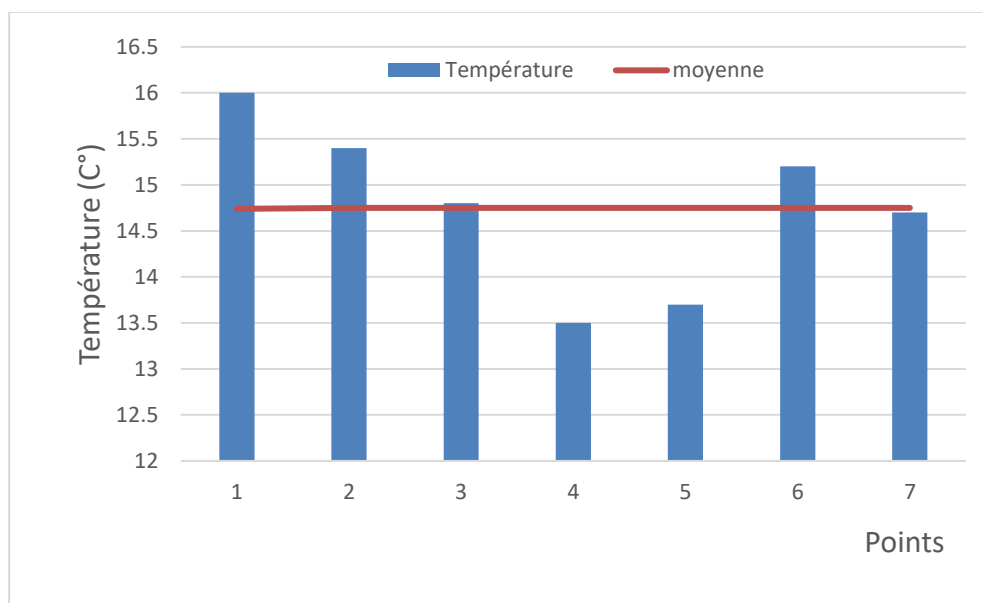


Figure III.1: Histogramme de la variation de la Température en °C des sept points de prélèvement

➤ Potentiel Hydrogène pH

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité.

Dans notre étude le pH fluctué d'un points à un autre.

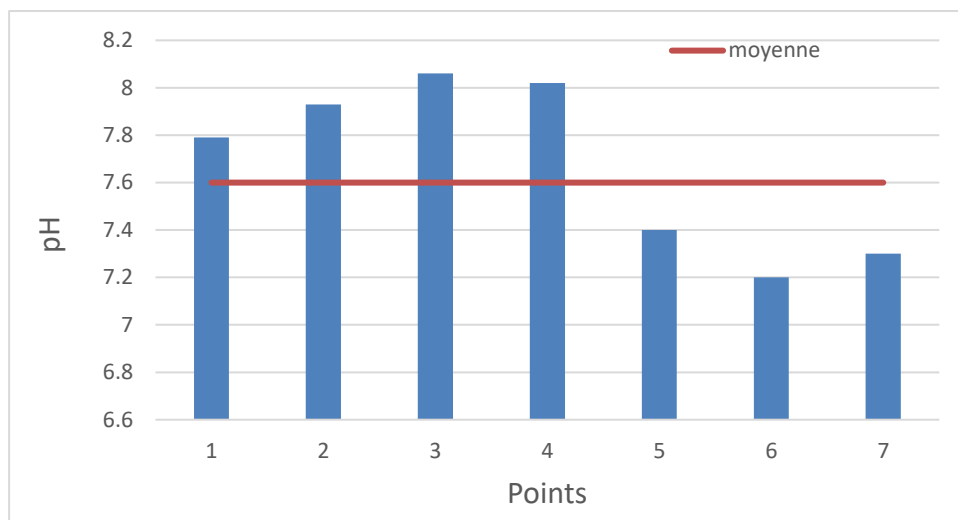


Figure III.2 : Histogramme de la variation de pH des sept points de prélèvement

Les pH varient entre 7.2 et 8.1 avec une moyenne de 7.6 donc le pH est toujours dans les normes (FAO2003, Rodier et Al 2005)

➤ La conductivité électrique

La conductivité électrique exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Elle permet une estimation approchée de la minéralisation des eaux. Elle augmente avec la teneur en sels dissous (conductivité élevée \Rightarrow eau chargée). Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

La conductivité électrique varie entre 600 et 2300 avec une moyenne de $1200\mu\text{S}/\text{cm}$ donc CE est toujours dans les normes d'après les normes (ABH,2009). Nous sommes dans la gamme $180\text{-}2500\mu\text{S}/\text{cm}$ donc l'eau de l'Oued Zeramna est de très bonne qualité.

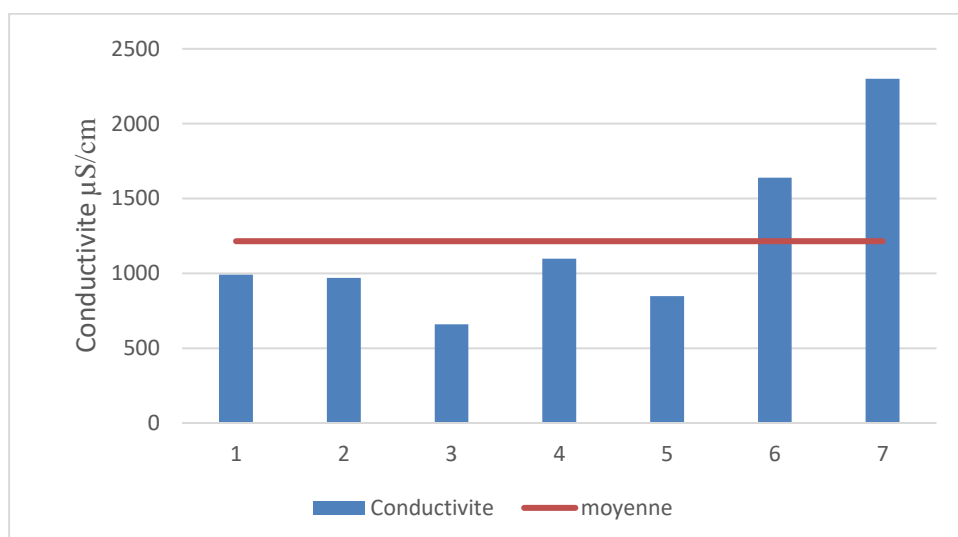


Figure III.3 : Histogramme de la variation de conductivité électrique dans les sept points de prélèvement

➤ **La salinité :**

La salinité est le poids en grammes de résidu solide contenu dans kilogramme d'eau de mer quand tous les carbonates ont été transformés en oxydes, le brome et l'iode remplacés par le chlore, et que toute la matière organique a été complètement oxydée.

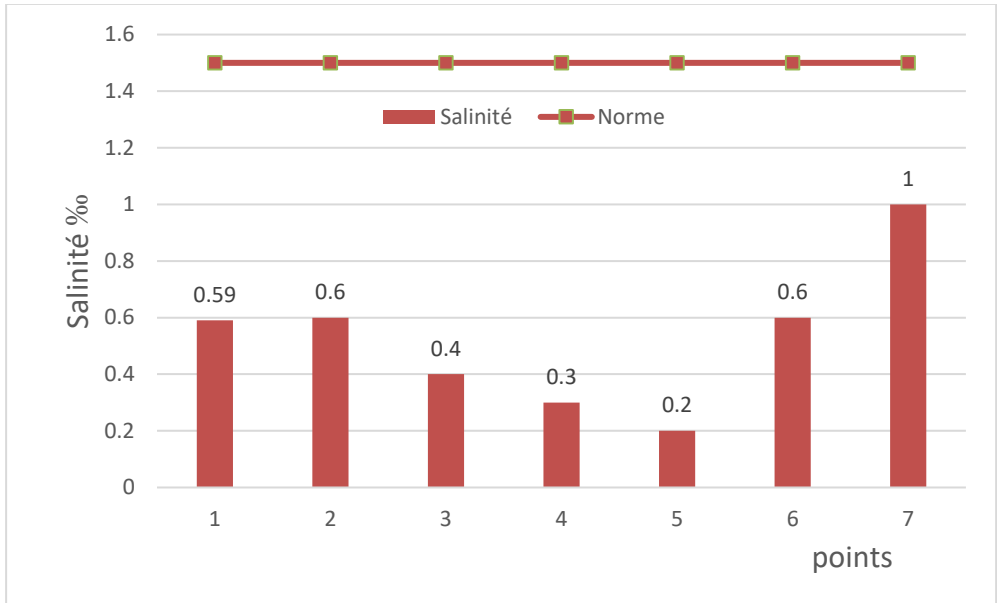


Figure III.4 : Histogramme de la variation de la salinité dans les sept points de prélèvement

Les valeurs de salinité varient entre 0.2 et 1‰ avec une moyenne de 0.52‰. La salinité maximale observée au point 7 (Bouchtata3) et la minimale observée au niveau de point 5 (Bouchtata1). La salinité est toujours dans les normes Algérienne ($\leq 1.5\%$).

➤ **Le TDS :** signifie total des solides dissous

D'après la figure 12 le TDS varie entre 400 et 1800 mg/l avec une moyenne de 900 mg/l. donc dans tous les points le TDS est dans les normes (FAO1998).

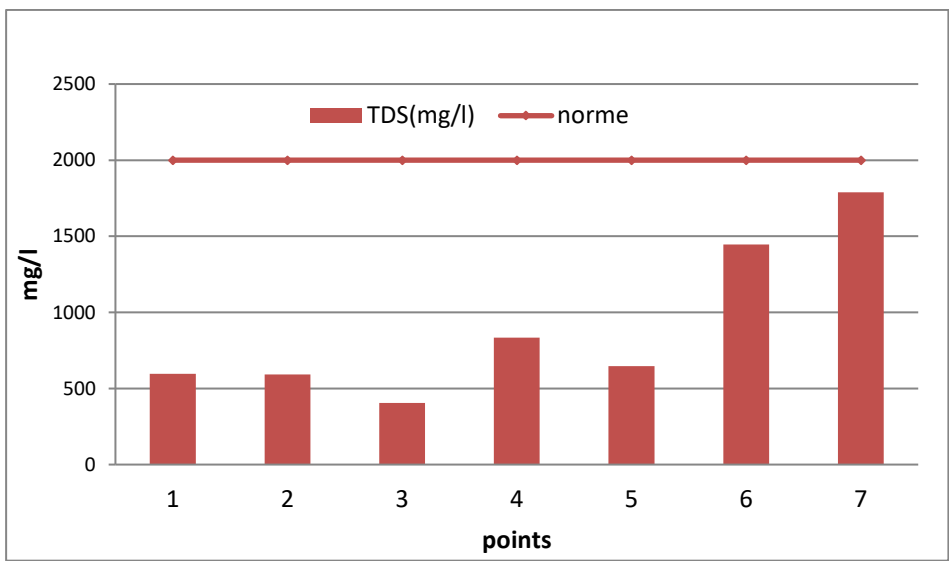


Figure III.5: Histogramme de la variation de Taux TDS en mg/l des sept points de prélèvement

➤ **L'Oxygène dissous :**

L'oxygène dissous varie entre un maximum de 10.31% et un minimum de 1.08 % avec une moyenne de 5.5. Le taux de saturation en oxygène dissous n'atteindre pas les normes (>30% ; RODIER et al2005).

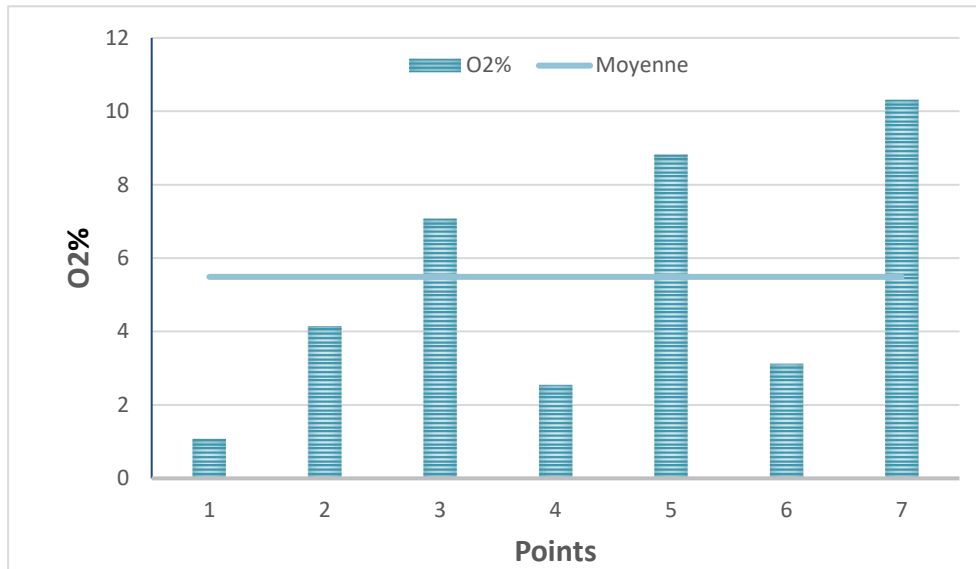


Figure III.6 : Histogramme de la variation de l'Oxygène dissous en % dans les 7 points de prélèvement

➤ **La turbidité :**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, grain de silice,...)

Exprimé par unité NTU Unités Néphéométriques de Turbidité.

Tableau III.1 : Classes de turbidités usuelles (NTU).(Joël, 2003)

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

D'après la figure 14 la turbidité varie entre 7 NTU et 80 NTU avec une moyenne de 40 NTU

Les eaux sont légèrement trouble à trouble d'après le tableau de classement de turbidité.

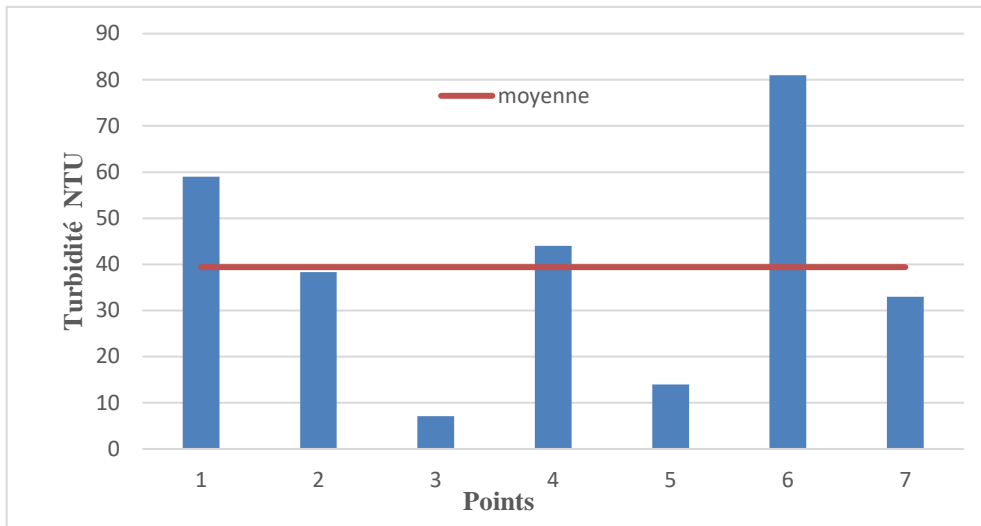


Figure III.7 : Histogramme de la variation de turbidité dans les 7 points de prélèvement

➤ **Le TAC :** Le titre alcalimétrique

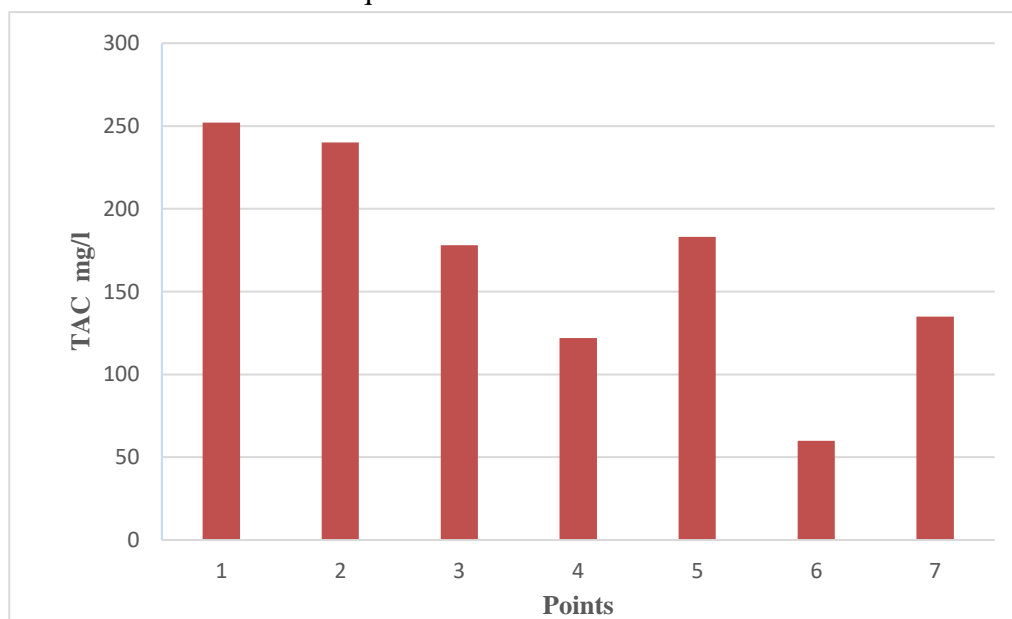


Figure III.8: Histogramme de la variation de la TAC en mg/l des 7 points.

Le TAC varie entre un maximum de 250mg/l et un minimum de 60 mg/l avec une moyenne de 167mg/l.

➤ **La dureté ou Titre Hydrotimétrique (TH) :** c'est un indicateur de minéralisation de l'eau.

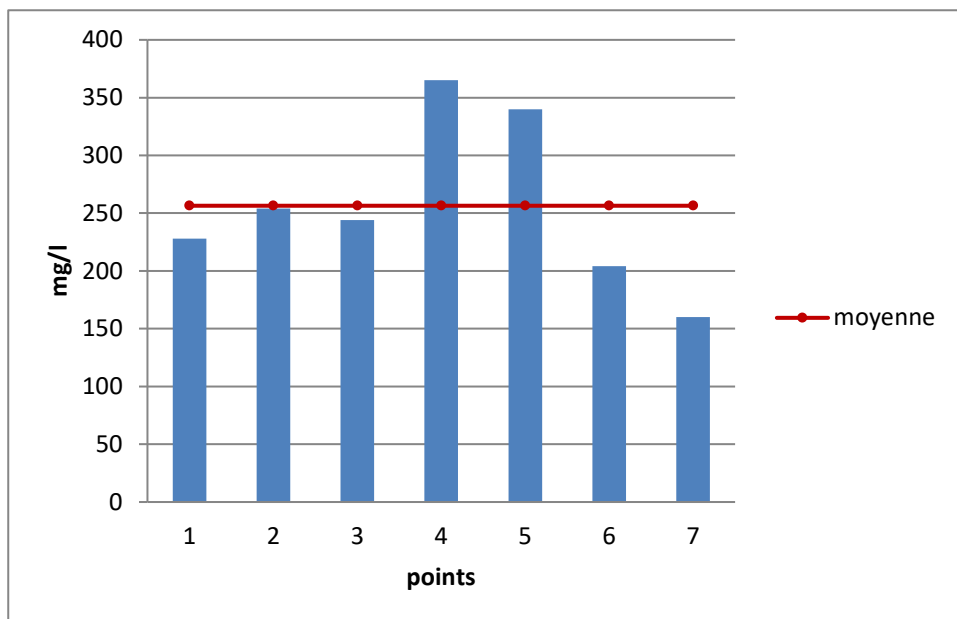


Figure III.9 : Histogramme de la variation de TH des 7 points d'étude

Le TH le plus élevé est observé au P4 qui est de l'ordre de 365mg/l et au point P7 on a observé un minimum de 160mg/l avec un moyenne de 257mg/l.

➤ **Les cations :**

1. Magnésium (Mg^{2+})

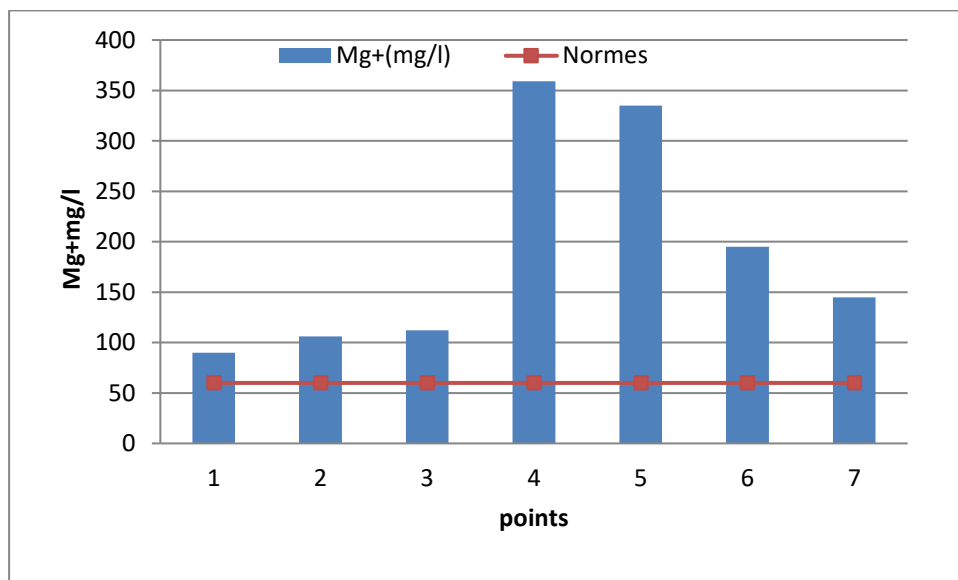


Figure.III.10 : Histogramme de la variation de Magnésium en mg/l des 7points

Les valeurs varient entre 90 et 360 mg/l avec une moyenne de 192mg/l donc Mg^{2+} dans tous les points sont supérieur aux normes (Norme FAO (1998,2003) mais inférieur aux normes de JORA 2009.

2. Le Potassium(K^+)

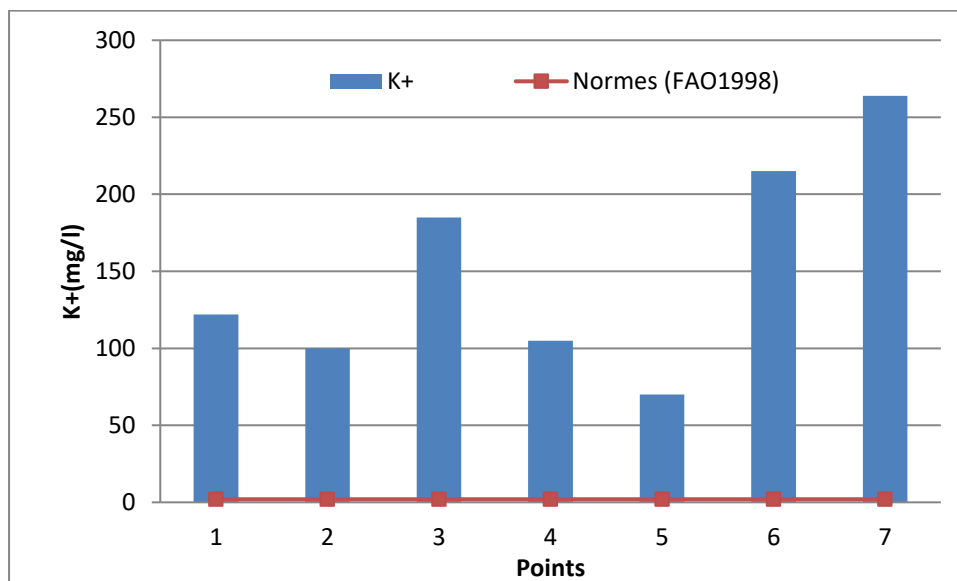


Figure III.11 : Histogramme de la variation du Potassium en mg/l des 7 points de prélèvement

On remarque que tous les points sont supérieurs aux normes.

Les valeurs varient entre 70 et 264 mg/l avec une moyenne de 151 mg/l.

3. Le Sodium (Na^{2+}) :

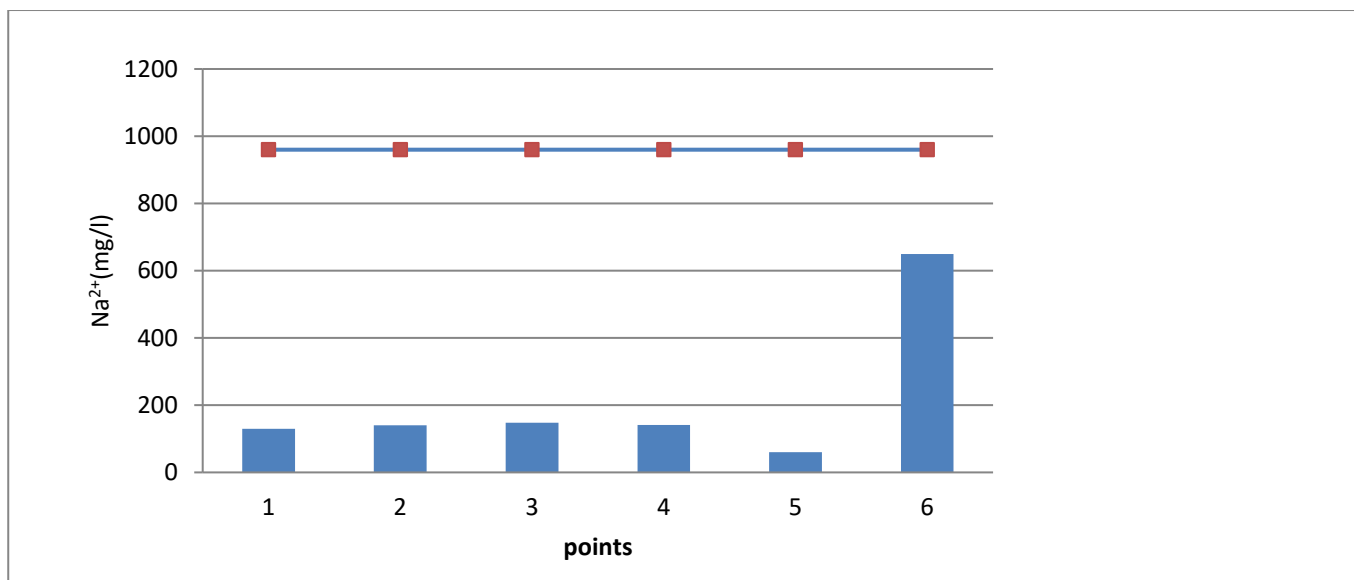


Figure III.12 : Histogramme de la variation de Sodium en mg/l

Les valeurs varient entre 60 et 650 mg/l avec une moyenne de 200 mg/l donc Na^{2+} et tous les points sont inférieurs aux normes (Norme FAO 1998, 2003).

4. Le Calcium

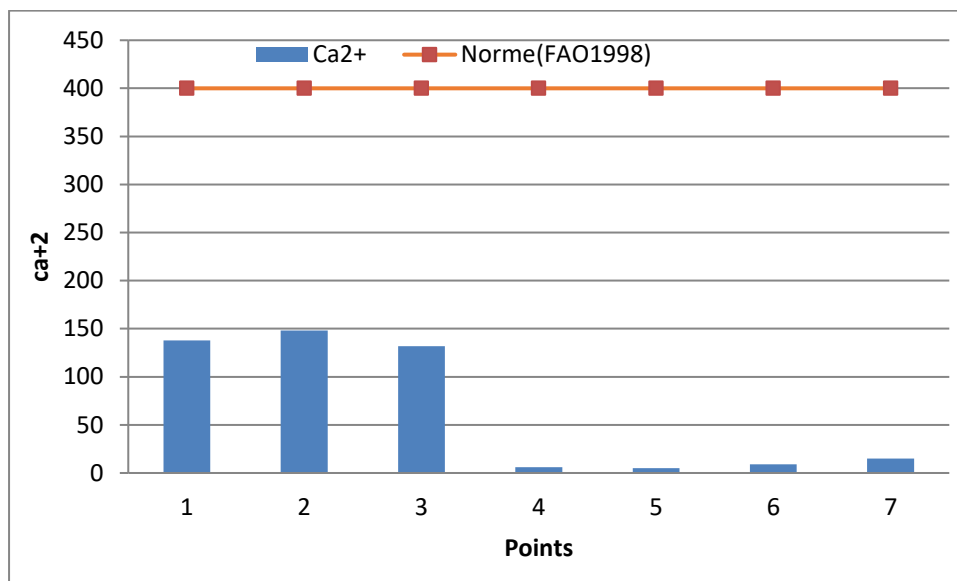


Figure.III.13 : Histogramme de la variation du Calcium en mg/l .

Les valeurs de Ca²⁺ varient entre 5 et 150 mg/l avec une moyenne de 64 mg/l donc Ca²⁺ dans tous les points sont inférieure aux normes (Norme FAO (1998,2003) .

➤ Les Anions :

1. Le Sulfate SO₄⁻²

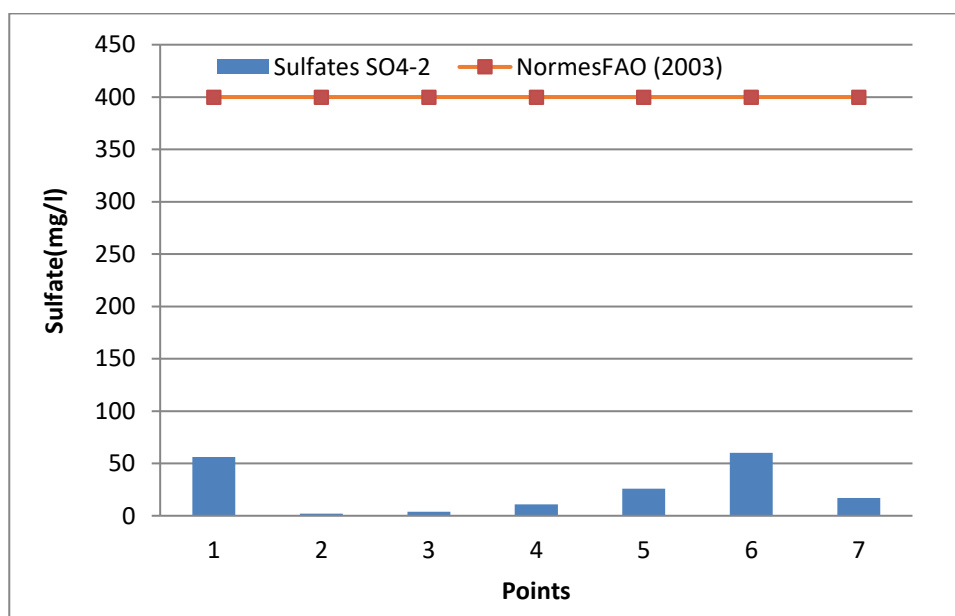


Figure.III.14 : Histogramme de la variation e Sulfate en mg/l .

Les valeurs de SO₄⁻² varient entre 2 et 60 mg/l avec une moyenne de 25 mg/l donc SO₄⁻² dans tous les points sont inférieure aux normes (Norme FAO2003) .

2. Le chlore :

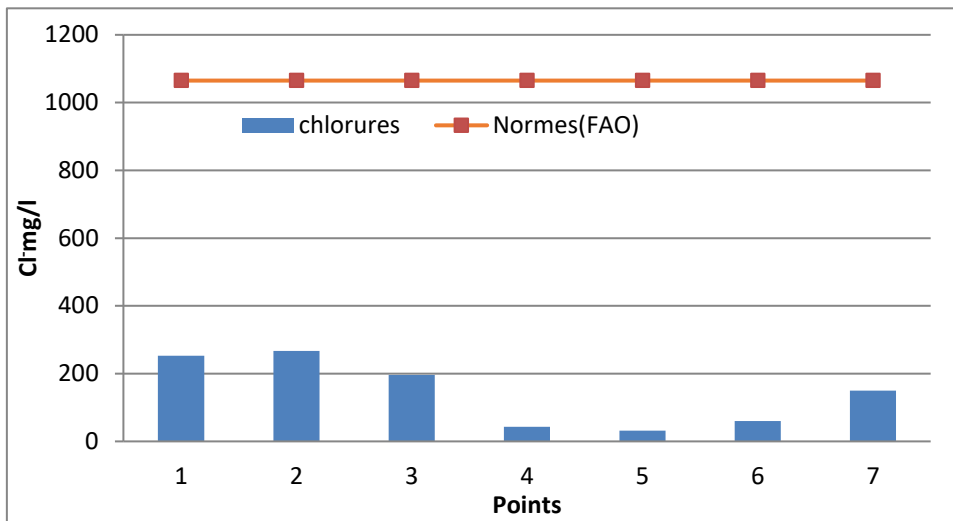


Figure.III.15 : Histogramme de la variation de Chlore en mg/l .

Les valeurs de Cl^- varient entre 32 et 270 mg/l avec une moyenne de 143 mg/l ; donc les concentrations de Cl^- dans tous les points sont inférieures aux normes (Norme FAO 1998,2003) .

3. Le nitrate NO_3^- :

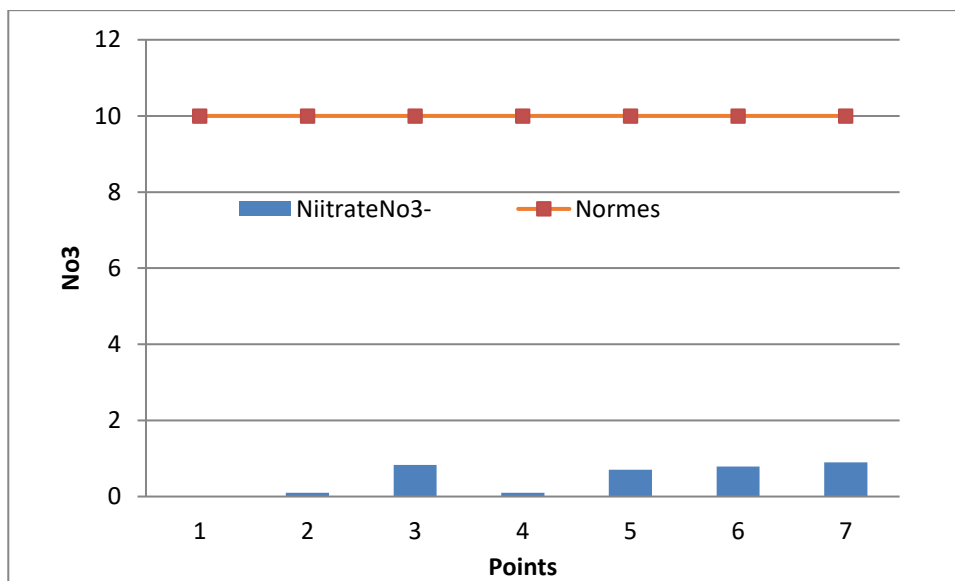


Figure.III.16 : Histogramme de la variation de NO_3^- en mg/l .

Le NO_3^- varie entre un maximum de 0.83mg/l et un minimum de 0 mg/l avec une moyenne de 0.5mg/l.

Les concentrations sont toujours dans les normes (ABH2009. FAO2003).

4. Le Nitrite NO_2^- :

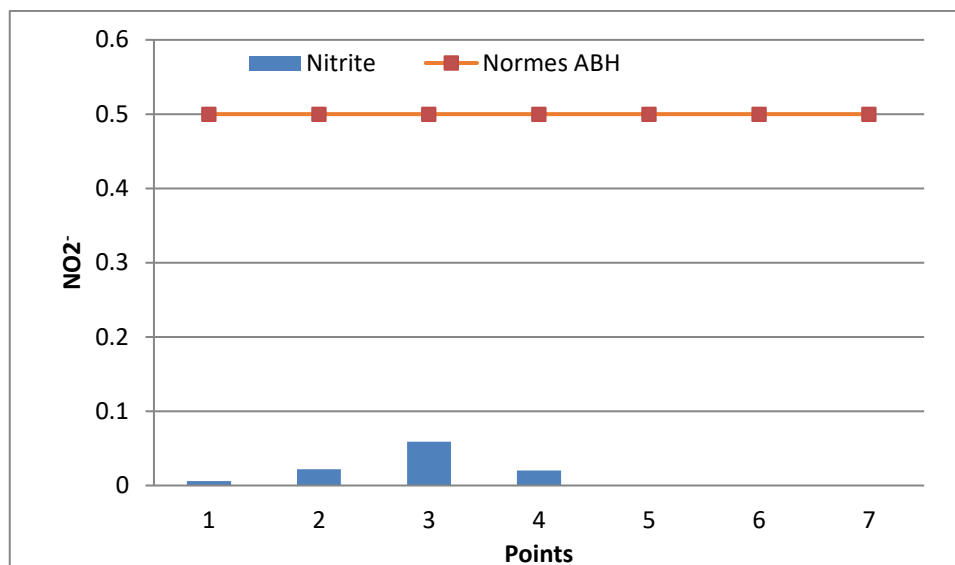


Figure.III.17: Histogramme de la variation de NO_2^- en mg/l .

Le NO_2^- varie entre un maximum de 0.06mg/l et un minimum de 0 mg/l avec une moyenne de 0.018mg/l.

Les concentrations sont toujours dans les normes(ABH2009. FAO2003).

5. Le bicarbonate HCO_3^- :

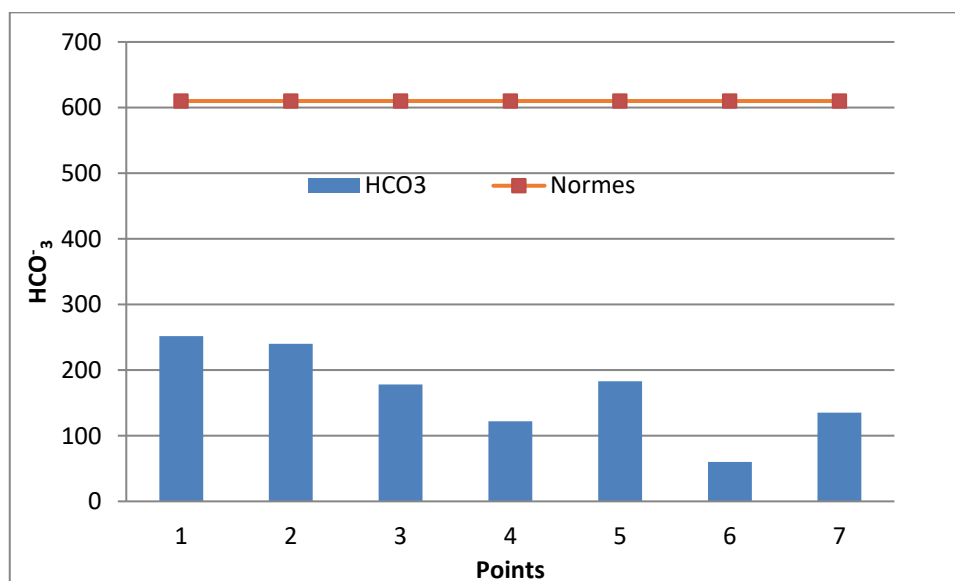


Figure.III.18 : Histogramme de la variation de HCO_3^- en mg/l .

Les valeurs de HCO_3^- varient entre 60 et 260 mg/l avec une moyenne de 167 mg/l donc HCO_3^- dans tous les points sont inférieure aux normes (Norme FAO2003) .

➤ Paramètres indicateurs de pollution

1. Matière en suspension (MES) :

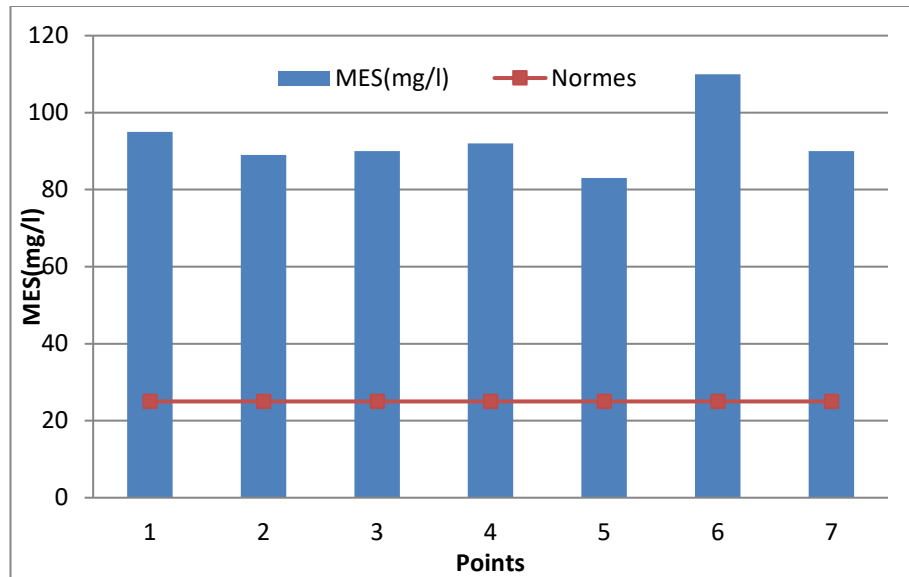


Figure.III.19 : Histogramme de la variation de MES en mg/l .

Les valeurs de MES varient entre 89 et 110 mg/l avec une moyenne de 93 mg/l ; donc les concentrations de MES dans tous les points sont supérieures aux normes (Norme FAO 1998, RODIER et al 2005 et OMS 1989) . Mais ne dépassent pas les valeurs limites maximales des normes de JORA 2009 (600mg/l).

Donc on peut les accepter parce qu'il y a des rejets domestiques et urbains dans ce Oued.

2. Demande Biologique en Oxygène (DBO₅) :

La figure ci-dessous présente la variation de DBO₅ en fonction des points de prélèvements

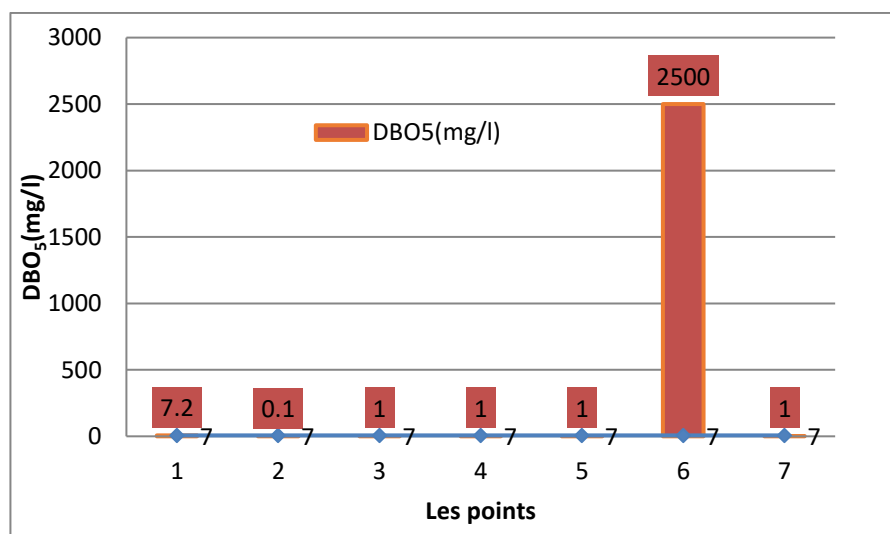


Figure.III.20 : Histogramme de la variation de DBO₅ en mg/l .

Les valeurs de DBO₅ dans tous les points sont supérieures aux normes (Norme ABH2009, RODIER et al 2005, OMS1989 et JORA2009) sauf le point 6 (Bouchtata 2) à cause de présence des rejets des eaux usées .

3. Demande chimique en Oxygène (DCO) :

D'après la figure 28 les valeurs de DCO varient entre 10 et 60 mg/l sauf le point 6 est de l'ordre de 700mg/l .

Les points 1,4 et 7 ne dépassent pas la norme (ABH2009, RODIER ET et al 2005 et OMS1989), les points 2,3 et 5 ne dépassent pas les normes de l'OMS1989.

Donc toujours le point 6 qui dépasse les normes mais n'atteint pas les valeurs limites maximales des normes de JORA 2009 (1000mg/l) à cause de présence des rejets usés

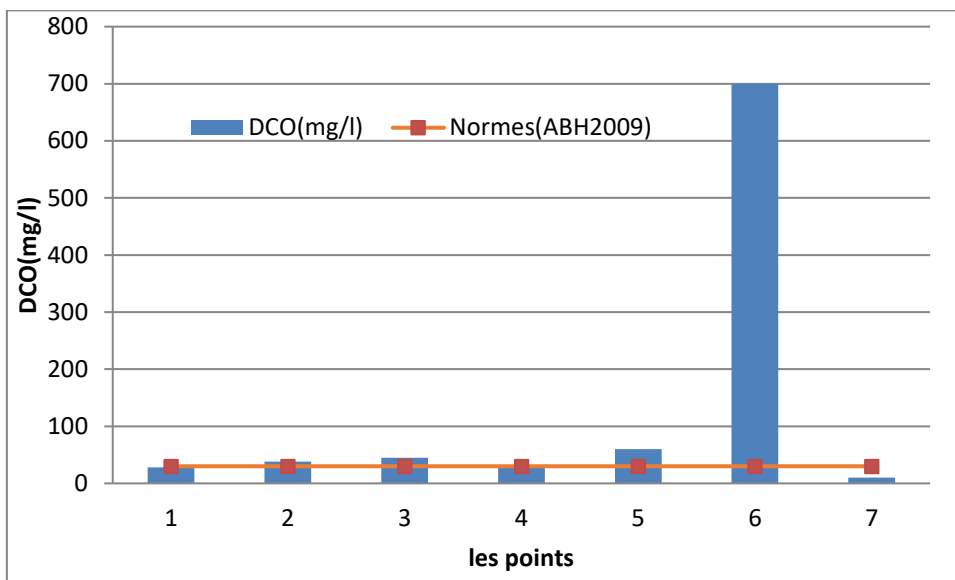


Figure.III.21 : Histogramme de la variation de DCO (mg/l) en fonction des points de prélèvement .

III.2.Représentation graphique des analyses par les Diagrammes

Pour déterminer les faciès chimique des eaux de notre région nous avons établi une représentation graphique de nôtres résultats.

Il existe plusieurs méthodes, pour faire la représentation graphique des analyses. Nous avons choisi la méthode de diagramme de Piper, qui est plus représentative ; elle permet de bien visualiser le domaine de variation de la composition chimique et l'avantage de représenter sur un même plan un ensemble d'analyses de points d'eau. On a aussi utilisé le diagramme de Riverside qui déterminer l'alcalinité des eaux d'irrigation.

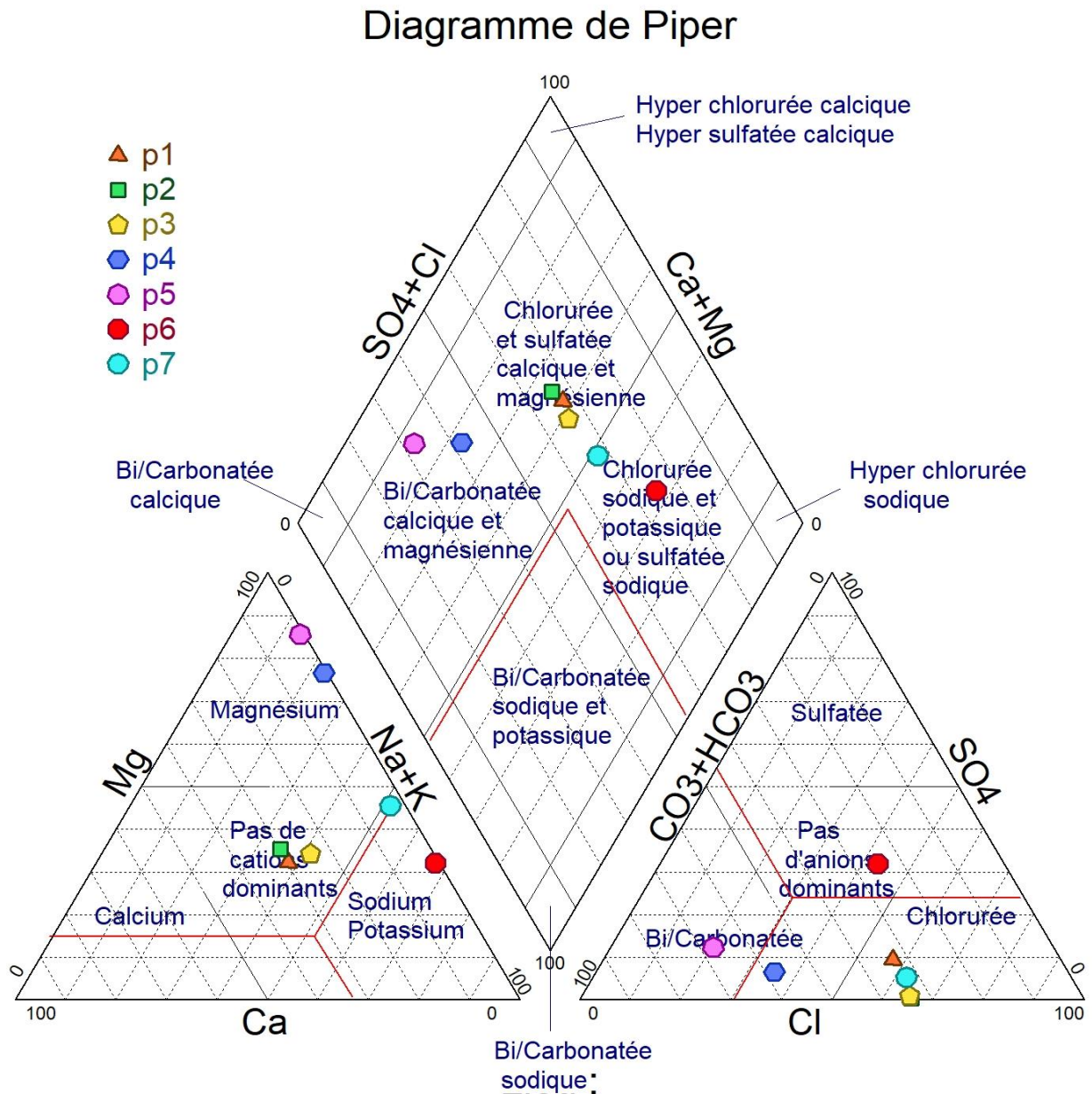
2.1.Le diagramme de Piper :

La représentation des analyses chimiques sur le diagramme de Piper permet de catégoriser les faciès chimiques des échantillons d'eau prélevés sur le terrain.

- Pour les anions $r\% = r_x 100 / \sum r$ anions
- Pour les cations $r\% = r_x 100 / \sum r$ cations x : paramètre chimique

La représentation des éléments chimiques des différents échantillons sur le diagramme de Piper(fig III.29) montre que les échantillons divisent en trois type de faciès chimiques d'eau :

- Les points 1,2 et 3 sont Chlorurée calcique
- Les points 4 et 5 sont Bicarbonatée magnésienne
- Les points 6 et 7 sont Chlorurée sodique



➤ **Figure.III.22: Représentation graphique des faciès chimiques sur le diagramme de Piper**

2.2. Diagramme Riverside :

Le diagramme de Riverside est aptitude des eaux à l'irrigation, La région de Skikda à vocation agricole ce qui nous a amené à s'intéresser à l'utilisation des eaux pour l'irrigation, on utilise le diagramme de Riverside (Figure.III.30) pour déterminer la classification de ces eaux d'irrigation.

Le S.A.R (sodium absorption ration) est donné par la formule suivante :

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

Na⁺, Mg²⁺ et Ca²⁺ sont exprimés en méq/l

Les valeurs du S.A.R sont réparties en combinaison avec la conductivité électrique de l'eau, elle permet une estimation de la minéralisation des eaux, cette dernière est exprimé en $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Tableau.III.2: Classification des eaux par leur degré d'aptitude à l'irrigation par la méthode du S.A.R

Degré	Qualité	Classe	Etat d'utilisation
1ère	Excellent	C1-S1	Eau, utilisation sans danger pour l'irrigation de la plupart des sols
2ème	Bonne	C2-S1 C2-S2	En général, eau pouvant être utilisé sans contrôle particulière pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes en sels
3ème	Admissible	C3-S1 C4-S2 C3-S3	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
4ème	Mediocre	C4-S1 C4-S2 C4-S3	En générale, eau fortement minéralisée pouvant convenir à irrigation de certaine espèce bien tolérante en sel sur des sols bien drainé est lessive
5ème	Mauvaise	C4-S1 C4-S2 C3-S3	Eau ne convenant pas à l'irrigation, mais pouvant être sous certaines conditions, sols très perméables

L'observation de diagramme de Riverside (fig.III.20) montre que :

Le $\text{SAR} < 3$ donc on peut généralement utilisé dans tout type de sol avec un problème d'accumulation de Sodium. Sauf dans le $p_6 = 10$ ne devrait pas être utilisé même si le contenu en sel total est relativement bas.

Les points 1,2,4,5 et 7 sont dans le classe C3-S1, le point 3 est classé C2S1 et le point 6 est classé C3S3 donc les eaux de Oued Zeramna sont en générale eau convenant à l'irrigation .

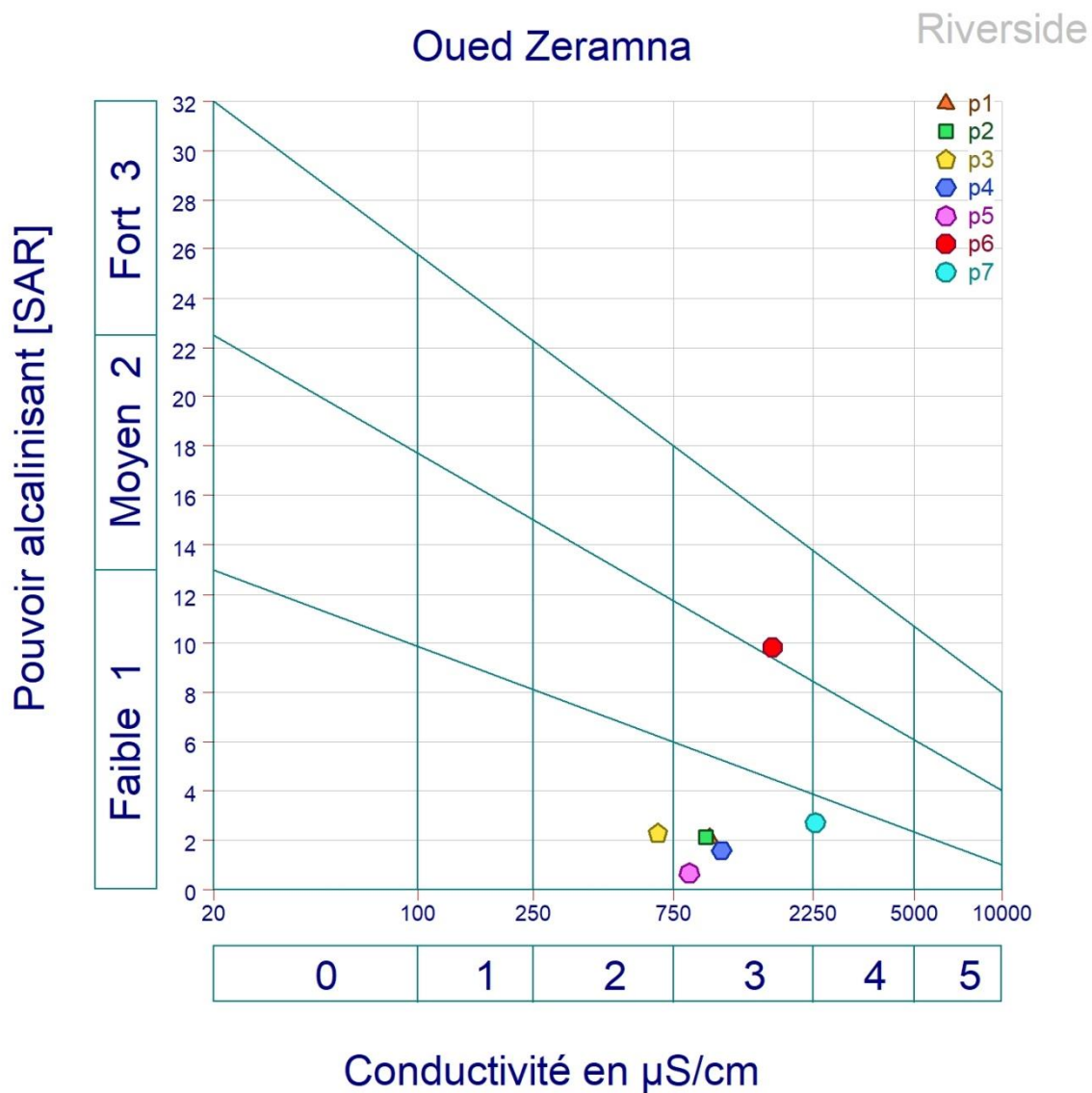


Figure.III.23 : Représentation graphique des points de prélèvement sur le diagramme de Riverside

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les analyses physico-chimiques de l'eau sont essentielles pour évaluer la qualité de l'eau, détecter la présence de contaminants et assurer la sécurité humaine. Il est particulièrement important dans les domaines industriels et agricoles de prévenir les effets négatifs sur l'environnement.

Au terme de cette étude, on a conclu que la région de Skikda se trouve dans la petite Kabylie qui fait partie de la chaîne alpine des Maghrebides. Il s'étend entre le massif des Babors à l'ouest et le massif de l'Edough à l'Est sur plus de 150 kilomètres le long du littoral. D'après Villa (1980). Caractérisé par un climat subhumide avec des températures moyenne de 18.9°C et des précipitations totale annuelles moyennes s'étend de 702 mm

D'après les résultats illustrés pour les sept points de prélèvement on conclure :

➤ Pour les Anions :

On peut constater que les éléments les plus dominants sont le chlorure et le bicarbonate dans les points 1,2,3 et 7. Dans les points 4 et 5 le sulfate est le plus dominante. Pas des éléments dominantes dans le point 6.

➤ Pour les Cations :

On a deux éléments dominants dans les points 1et2 sont le calcium et le sodium .

dans les points 3et 7 le cation le plus dominant est le potassium

dans les points 4 et 5 on a le magnésium

dans le point 6 le sodium est le plus dominant.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons montrent que ces eaux sont caractérisées par :

- des valeurs de température varient entre 13.5 et 16°C avec une moyenne de 14.75 °C.
- pH varient entre 7.2 et 8.1 avec une moyenne de 7.6 donc le pH est toujours dans les normes
- conductivité électrique varient entre 600 et 2300 avec une moyenne de 1200µS/cm
- des eaux légèrement trouble à trouble d'après le classement de turbidité.
- des valeurs de Magnésium et de Potassium supérieur aux normes (Norme FAO (1998,2003) dans tous les points mais inférieur aux normes de JORA 2009.
- des valeurs des anions inférieur au normes sur tous les points de prélèvement.

Les valeurs de DBO_5 dans tous les points sont supérieures aux normes sauf le point 6 (Bouchtata 2) à cause de présence des rejets des eaux usées .

Les valeurs de DCO varient entre 10 et 60 mg/l sauf le point 6 est de l'ordre de 700mg/l . Donc toujours le point 6 qui dépasse les normes mais n'atteint pas les valeurs limites maximales des normes de JORA 2009(1000mg/l) .

Les valeurs de MES varient entre 89 et 110 mg/l avec une moyenne de 93 mg/l ; donc les concentrations de MES dans tous les points sont supérieures aux normes mais ne dépassent pas les valeurs limites maximales des normes de JORA 2009.

La représentation des éléments chimiques des différents échantillons sur le diagramme de Piper montre que les échantillons divisent en trois types de faciès chimiques d'eau :

- Les points 1,2 et 3 sont Chlorurée calcique
- Les points 4 et 5 sont Bicarbonatée magnésienne
- Les points 6 et 7 sont Chlorurée sodique

Les observations de diagramme de Riverside montre que :

- Le $SAR < 3$ donc on peut généralement utiliser dans tout type de sol avec un problème d'accumulation de Sodium. Sauf dans le $p_6 = 10$ ne devrait pas être utilisé même si le contenu en sel total est relativement bas.
- Les points 1,2,4,5 et 7 sont dans la classe C3-S1, le point 3 est classé C2S1 et le point 6 est classé C3S3 donc les eaux de Oued Zeramna sont en générale eau convenant à l'irrigation sauf au niveau de bouchtata2 on peut pas les utiliser.

.Enfin, ils doivent être protégés les eaux superficielle de Oued Zeramna qui réservée spécialement à l'irrigation et épuré les eaux usées et les eaux domestique avant le rejeté dans les oueds.

Références bibliographiques

- **Abdelouahab Belloummedit** .Contraintes naturelles et mis en valeur en Algérie :La région de Skikda N° 4/94).
- **ABH** Constantine Agence de bassin hydraulique constantinois_seybousse-mellegue2,rue docteur calmette 25000constantine ,Algérie .
- **Adnane Farida ;2015**.Etude de qualité des eaux de surface destinées à l'irrigation : cas de barrage de Dahmouni –Tiaret-. Mémoire de Master. Université de Blida 1. 83P
- **Analyse d'eau pour fin d'irrigation ;** Isabelle Couture 8P
- **ANIREF**, Monographie de la wilaya de SKIKDA. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière Rubrique Monographie Wilaya.(Wilaya de Skikda).
- **A.BEKKOUCH** / laboratoire raffinerie RA2K
- **Beniston1984N.T.Beniston,W.S.Beniston,Entreprise** nationale du livre,1984 Université du Michigan
- **Ben Rabah S., 2006**. Etat actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda (essai de synthèse) Bilan – Gestion – Perspective. Mémoire de Magistère. Université BadjiMokhtar, Annaba.
- **Bouchemal F;** 2021. La réutilisation des eaux usées en agriculture à partir de la station d'épuration(STEP2) de la wilaya El-Oued Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar Eloued. 81P.
- **Boulahia A;** 2016. L'eau d'irrigation en Algérie. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine 77P
- **CRE Laurentides**
- **dictionnaire environnement**
- **Distane, (1977)**.Précipitation efficaces en agriculture irriguée, p 25. El Herry et al... (2008). Sciences de la nature et de la vie .Exposé à Rabat, 7 déc 2008
- **DRU, 2020**.

- **DSA Skikda** Direction des services Agricoles de la wilaya de Skikda rapport interne.
- **Faurie et al., 1980 ; Frontier et al., 2004**
- **Frédéric ,2010 .** Humidité atmosphérique et précipitations p33.
- **GyyotG ,1999.climatologie** de l'environnement ,p310-320 et Le climat édition 2.P 39.
- **Hallaci S, Mahboubi L ;** Influence des rejets liquides du complexe GL1 sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued Saf-Saf –SKIKDA- . Thèse de doctorat université Mohamed Khider Biskra.130p
- **Mohamed Z.B; 2017.** Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la wilaya de Skikda 172P
- **Rapport de Service laboratoire complexe RA2K**
- **Rapport de norme la qualité des eaux destinées à l'irrigation(S.E.E.E 2007)**
- **Remini,B 2005 :** l'évaporation de les barrages dans les régions arides et semi Arides exemples Algériens, p89.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N. et Brunet R. 2009.** L'analyse de l'eau - 9^eéd. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9e éd. Dunod. 721, 727, 750, 762, 798 p.
- **Touati .F.Geissmann,T, 2004.**Cadastre littoral de la wilaya de Skikda .161 p.

Site Internet

- **Anonyme :**www.Wikipedia.com.
- **Anonyme :** WWW.atmosphérempg : site de l'internet Google.
- **Anonyme : Wikipédia**
- **Anonyme, 2001a:** article sur le climat, introduction général, Belgique p2.
- **Bagnouls,f.&Gausse,h.1953** indice xérothermique ,Bull.Soc Hist. Nat. Afr.Nord,59:23-36.

-
- **Google Earth**
 - **Https ://www.aquaportail.com**
 - **http://wikipidia.fr**
 - **https://fr.hach.com**
 - **https://sanipousse.com**
 - **https://svt.enseigne.ac-lyon.fr**
 - **https://www.hannainstruments.fr**
 - **https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/nitrates**
 - **http :// www :futura-sciences.com**
 - **Vincent Luyet, 2010 Station météo, Edition De Boek.2010**
 - **INSPQ Centre d'expertise et de référence en santé publique**
 - **Santé Canada, 1992**
 - **13 juil. 2021 carafe filtrante ZeroWater**

Mr. SEBBAGH MOUSSA
Mme LOUCIF RAHMA
Melle LOUCIF ROUMAÏSSA
Melle DJOUDI WIAM

Thème : Etude de la qualité physicochimiques des eaux d'Oued Zeramna –Skikda-

résumé

Dans ce travail nous sommes intéressées particulièrement à l'évaluation de la qualité physicochimique de l'Oued Zeramna qui se situe dans la wilaya de Skikda, au Nord-Est Algérien. Les résultats des analyses physicochimiques trouvées montrent que presque on générale tous les paramètres physique conforme aux normes. Les éléments majeurs les plus abondante sont le Sodium et le Calcium avec le Chlorure et le Bicarbonate, Les faciès chimiques rencontrés sont classé en Chlorurée calcique, Bicarbonatée magnésienne et Chlorurée sodique sous l'effet des formations géologiques de la région. La région de Skikda à vocation agricole ce qui nous a amené à s'intéresser à l'utilisation des eaux pour l'irrigation, L'observation de diagramme de Riverside montre que on peut généralement utilisé l'eau dans tout type de sol avec un problème d'accumulation de Sodium. Sauf dans le deuxième point de bouchtata ne devrait pas être utilisé même si le contenu en sel total est relativement bas.

donc les eaux de Oued Zeramna sont en générale eau convenant à l'irrigation sauf dans quelque points ou on a des eaux usée sont rejeté à l'oued.

Mots clés : Irrigation, diagramme de Riverside, Oued Zeramna, Piper, Facies chimique, analyse physico-chimique

abstract

In this work we are particularly interested in the evaluation of the physicochemical quality of wadi Zeramna which is located in the wilaya of Skikda, in the North-East of Algeria.

The results of the physicochemical analyzes found show that almost all the physical parameters comply with the standards. The most abundant major elements are Sodium and Calcium with Chloride and Bicarbonate, The chemical facies encountered are classified as Calcium Chloride, Magnesium bicarbonate and Sodium Chloride as a result of the region's geological formations. The Skikda region has an agricultural vocation which led us to take an interest in the use of water for irrigation. The observation of the Riverside diagram shows that water can generally be used in any type of soil with a Sodium buildup problem. Except in the second point bouchtata should not be used even if the total salt content is relatively low. therefore the waters of Oued Zeramna are generally water suitable for irrigation except in some points where waste water is discharged into the wadi.

Keywords: Irrigation, Riverside diagram, wadi Zeramna, Piper, Chemical Facie, analysis Physico-chemical.

ملخص

في هذا العمل ، نحن مهتمون بشكل خاص بتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لوادي الزرامنة الذي يقع في ولاية سكيكدة ، شمال شرق الجزائر. أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي تم العثور عليها أن جميع العناصر الفيزيائية تقريبًا تتوافق مع المعايير. والعناصر الرئيسية الأكثر وفرة هي الصوديوم والكالسيوم مع الكلوريد والبيكربونات ، وتصنف السحنات الكيميائية التي تمت مواجهتها على أنها كلوريد الكالسيوم ، وبيكربونات المغنيسيوم ، وكلوريد الصوديوم كمواد كربونية. نتيجة التكوينات الجيولوجية للمنطقة. تتمتع منطقة سكيكدة بمهنة زراعية دفعتنا إلى الاهتمام باستخدام المياه للري ، وتبين ملاحظة مخطط ريفرسايد أنه يمكن استخدام المياه بشكل عام في أي نوع من التربة مع مشكلة تراكم الصوديوم. باستثناء النقطة الثانية في بوشطاطة ، لا ينبغي استخدامها حتى لو كان محتوى الملح الإجمالي منخفضًا نسبيًا.

لذلك فإن مياه واد الزرامنة بشكل عام مياه مناسبة للري إلا في بعض النقاط التي يتم فيها تصريف مياه الصرف الصحي في الوادي.

الكلمات المفتاحية : الري ، مخطط ريفرسايد ، وادي الزرامنة ، بايبر ، السحنة الكيميائية، تحاليل فيزيوكيميائية.