

**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 fin d'études

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Aménagement hydro-agricole

Thème

**ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX
SUPERFICIELLES DE LA REGION DE SKIKDA :
CAS DE OUED SAF-SAF**

Présenté par :

- **BOULEFRAKH Asma**
- **BOURRICHE Manel**
- **KHOUALED Asma**
- **SLALA Aya**

Membres de jury :

Mr HAFSI Zakaria	(MCA)	Président	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me} BOUCENNA. Nawel	(MAA)	Promotrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr SADOUNE. Aziz	(MAA)	Examineur	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année Universitaire :2023-2024

Résumé

Notre étude est réalisée sur Oued Saf-Saf qui considéré comme l'une des cours d'eaux les plus importants et une source irrigation dans la région Skikda , pour surveiller l'état actuelle de la qualité des eaux qui coule dans cet oued et de déterminer si l'eau répond aux normes de qualité requise pour une utilisation agricole, une caractérisation qualitative et quantitative à travers divers paramètres fut réalisée sur des échantillons d'eau prélevée de manière aléatoire et systématique. On été effectués six prélèvements de différentes zones au niveau de oued Saf-Saf Zerdaza , El harrouch, Salah bouchaour,Ramdane Djamel, Hamadi krouma, Skikda sur une période du mois d'Avril 2024 .

Cette étude concerne les analyses physico-chimiques et Paramètres indicateurs de pollution (MES , DBO5, DCO) .

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que Les éléments majors le plus abondante sont le chlorure et le Sulfate avec le calcium et le magnésium .

Les résultats trouvés comparés aux directives de La FAO(2003),l'OMS(1989),JORA (2011) et avec celle de Rodier (2005) des eaux superficielle et des eaux d'irrigation.

Le Taux d'Absorption du Sodium (SAR) et le pourcentage de sodium ont (diagramme de Wilcox et Riverside) révélé en général, eau de bonne qualité pouvant être utilisé sans contrôle particulière pour l'irrigation et certain points la salinité doit être contrôlée.

Mots clés : Oued Safsaf , paramètres physico-chimique, ,Irrigation,pollution, Skikda

Summary :

Our study is carried out on Oued Saf saf which is considered one of the courses most important water sources of Skikda, to monitor the current status of the quality of water flowing in this wadi and to determine whether the water meets the quality standards required for agricultural use.

A qualitative and quantitative characterization through various parameters was carried out on water samples taken randomly and systematically.

Six samples were taken from different areas at wadi safsaf zerdaza, El harrouch, Salah bouchaour, Ramdane Djamel, Hamadi krouma, Skikda over a period of April 2024.

This study concerns physicochemical analyzes and pollution indicator parameters (MES, BOD5, COD).

The results from the physicochemical analyzes show that The most abundant major elements are chloride and sulfate with calcium and magnesium.

he results found compared to the guidelines of FAO (2003), WHO (1989), JORA (2011) and that of Rodier (2005) for surface water and irrigation water.

The Sodium Absorption Rate (SAR) and the percentage of sodium (Wilcox and Riverside diagram) revealed that in general, good quality water can be used without special control for irrigation and certain points the salinity must be controlled.

Keywords: Oued Safsaf, physico-chemical parameters, water quality, Irrigation. Pollution, Skikda

الملخص:

تتم دراستنا على وادي الصفصاف الذي يعتبر من أهم الوديان و مصادر السقي في منطقة سكيكدة، لرصد الوضع الحالي لنوعية المياه المتدفقة بهذا الوادي وتحديد ما إذا كانت المياه تلبى معايير الجودة المطلوبة للاستخدام الزراعي تم إجراء التوصيف النوعي والكمي من خلال معايير مختلفة على عينات المياه المأخوذة بشكل عشوائي ومنهجي. تم أخذ ستة عينات من مناطق مختلفة في وادي الصفصاف زردازة، الحروش، صلاح بوشحور، رمضان جمال، حمادي كرومة، سكيكدة خلال فترة أبريل 2024.

(MES، BOD5، COD) تتعلق هذه الدراسة بالتحليلات الفيزيائية والكيميائية ومعايير مؤشر التلوث .

وتظهر نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية ان العناصر الرئيسية الأكثر وفرة هي الكلوريد والكبريتات مع الكالسيوم والمغنيسيوم

تم العثور على النتائج بالمقارنة مع المبادئ التوجيهية لمنظمة الأغذية والزراعة (2003)، منظمة الصحة العالمية (1989)، JORA (2011) و Rodier (2005) للمياه السطحية ومياه الري.

أظهر معدل امتصاص الصوديوم (SAR) ونسبة الصوديوم (مخطط ويلكوكس وريفرسايد) أنه بشكل عام، يمكن استخدام هذه المياه ذات النوعية الجيدة للري دون مراقبة خاصة إلا في بعض النقاط يجب التحكم في معدل ملوحته .

الكلمات المفتاحية: وادي الصفصاف، العوامل الفيزيائية والكيميائية، نوعية المياه، الري، التلوث، سكيكدة .

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 Mme 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.

Le président de jury Mr HAFSI Zakaria. L'examineur Mr SADOUNE Aziz.

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.

اهداء

الحمد لله اولاً واخيراً بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

{وَاٰخِرُ دَعْوَاهُمْ اَنْ الْحَمْدُ لِلّٰهِ رَبِّ الْعَالَمِیْنَ}

أهدي ثمرة تخرجي ونجاحي هذا الى :

الذي زين اسمي بأجمل الالقاب ودعمني بلا حدود واعطاني بلا مقابل داعمي الاول في مسيرتي سند وقوتي بعد الله فخري واعتزازي

والدي العزيز

الى من جعل الله الجنة تحت اقدامها واحتضني قلبها قبل يديها وسهلت لي الطريق بدعائها الى القلب الحنون والشمعة التي كانت لي في الليالي المظلمات معلمتي الاولى

والدتي العظيمة

الى من ساندوني بكل حب عند ضعفي وأزاحو عن طريقي المتاعب ممهدين لي الطريق زارعين الثقة بداخلي اخواتي الغاليات (سلسبيل رميصاء اسراء ماريا)

الى من شد الله به عضدي اخي العزيز محمد امين

الى الملاك التي رزقني الله بها لاعرف معنى السعادة اختي الصغيرة هاجر

ولكل افراد العائلة الكريمة

ولا انسى صديقاتي اللاتي شاركنني هذا المشوار وسنين الجامعة وكن لي كالاخوات

(منال اية واسماء)

اسماء

اهداء

من قال انا لها نالها

وأنا لها إن أبت رغما عنها أتيت بها ،

نلتها وعانقت اليوم مجدا عظيما لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق سهلا ولكن وصلت

الحمد لله حبا وشكرا وامتنانا الحمد لله الذي بفضلته أدركت اسمي الغايات

أهدي بكل حب هذا النجاح إلى نفسي العظيمة الفتية التي تحملت كل العثرات وأكملت
رغم الصعاب

إلى أعز الناس على روعي سندي وملادي بعد الله فخري وإعتزازي أبي الحبيب

إلى من جعل الجنة تحت أقدامها واحتضنني قلبها قبل يديها داعمتي الأولى والأبدية
أهديك هذا النجاح الذي لولا تضحياتك لما كان له وجود إليكي أُمي الحبيبة

إلى من دامت أيادهم وقت ضعفي إلى الشموع التي تنير لي الطريق وانتظروا هذه
اللحظة ليفخروا بي إخوتي وأخواتي

إلى آخر العنقود سكرتي شبيهتي في الروح والسمات إليكي طبيبتي شيماء

إلى رفيقاتي في هذا النجاح لولاكم لما أكملت المسار لكم من القلب درر إليكم أسماء
،آية ، أسماء

ولمن امتثل لمقولة الخال في مثابة الوالد الذي كان لي خير عون من الوهلة الأولى
جزاك الله كل خير إلى خالي أحسن

منال

اهداء

{وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ}

بسم الله خالقي وميسر أموري وعصمت أمري لك الحمد والإمتنان

لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها أن تكون لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق كان محفوفا
بالتسهيلات لكنني فعلتها

أهدي ثمرة جهدي إلى من وهبوني الحياة والأمل والنشأة على شغف الإطلاع والمعرفة، ومن
علموني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبرا وبراً وإحساناً ووفاء لهما

أبي العزيز و أمي العزيزة

إلى من وهبني الله نعمة وجودهن في حياتي إلى العقد المتين من كن عوناً لي في رحلة بحثي
أخواتي

نور الهدى، سميحة، خلود، صفاء، رغد

. إلى من كاتفنني ونحن نشق الطريق نحو النجاح في مسيرتنا العلمية صديقاتي ورفيقات دربي.

وأخيرا إلى كل من ساعدني وكان له دور من قريب أو بعيد في إتمام هذه الدراسة سائلة المولى أن
يجزي الجميع خير الجزاء في الدنيا والآخرة.

اسماء

اهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ}

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق كان محفوفا بالتسهيلات ولكن.. وصلت فالحمد لله الذي سهل البدايات وأتم النهايات وكان فضله علي عظيما.

إلى قوتي بعد الله داعمتي الأولى والأبدية "أمي" ممتة لأن الله قد اصطفاك لي من بين البشر أما لي .

إلى من أحمل إسمه والدي العزيز أشكرك على كل ما قدمته لي .

إلى إخوتي وأخواتي الأعزاء " كريم ، أيوب ، ياسمين، شهرزاد " أدامكم الله ضلعا ثابتا لي .

إلى من خففو تعب الطريق صاحبات الرحلة إلى صديقاتي الأعزاء .

إلى كل عائلتي وكل من ساعدني وكان له دور من بعيد أو قريب في إتمام هذه الدراسة سائلة المولى عزوجل ان يجزي الجميع خير جزاء الدنيا والآخرة.

اية

Liste des figures

Figure	page
Figure I. 1: carte de situation géographique de la wilaya de Skikda.	03
Figure I. 2: Situation du bassin versant de l'oued Saf-Saf	04
Figure I. 3: principaux oueds de la wilaya de Skikda	06
Figure I. 4: Principaux affluents de l'Oued Saf Saf	07
Figure I. 5: carte géologique de la région d'étude (Philippeville)	11
Figure I. 6 : Variation des températures moyennes maximales et minimales	13
Figure I. 7. Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2022)	14
Figure I. 8 : Variation mensuelle du vent durant la période (2009-2018)	15
Figure I. 9 : Variation mensuelle de l'humidité relative durant la période (2009-2018)	16
Figure I. 10 : Variation mensuelle d'évaporation durant la période (2009-2018)	17
Figure I. 11 : Diagrammes ombrothermique pour notre station étudiée (Skikda)	18
Figure I.12 : Diagramme de Martonne de la région de Skikda	19
Figure II.1: Situation géographique des points de prélèvement(Google Earth mois de Mai)	21
Figure II.2 : photos de point de prélèvement au niveau de zerdaza	21
Figure II.3 : photos de point de prélèvement au niveau de El Harrouch	22
Figure II.4 : photos de point de prélèvement au niveau de Salah Bouchaour	22
Figure II.5 : photos de point de prélèvement au niveau de Ramdane Djamel	22
Figure II.6 : photo de point de prélèvement au niveau de Hamadi Kerouma	23
Figure II.7 : photo de point de prélèvement au niveau de Skikda	23
Figure II.8: PH –conductimètre de paillasse	25
Figure II.9 : un oxymètre	25
Figure II.10 : Dosage de TAC et TA	27

Figure II.11 : Dosage de THT	28
Figure II.12 : Dosage de calcium	29
Figure II.13 : spectrophotometer	31
Figure II.14 : Mode opératoire de DBO5	33
Figure II.15 : thermo réacteur (DRB 200)	34
Figure III .1 : histogramme de la variation de pH des six points de prélèvement	36
Figure III.2 : histogramme de la variation de la CE des six point de prélèvement	37
Figure III.3 : histogramme de la variation de TDS des six points de prélèvement	38
Figure III.4 : histogramme de la variation de oxygène dissous des six points de prélèvement	39
Figure III.5 : histogramme de la variation de TAC des six points de prélèvement	40
Figure III.6 : histogramme de la variation de TH des six points de prélèvement	41
Figure III.7 : histogramme de la variation de calcuim des six points de prélèvement	41
Figure III.8 : histogramme de la variation de Souduim des six points de prélèvement	42
Figure III.9 : histogramme de la variation de Magnésium des six points de prélèvement	43
Figure III.10 : histogramme de la variation de chlorures des six points de prélèvement	44
Figure III.11 : histogramme de la variation de Bicarbonate des six points de prélèvement	44
Figure III.12 : histogramme de la variation de sulfate des six points de prélèvement	45
Figure III.13 : histogramme de la variation de nitrite des six points de prélèvement	46
Figure III.14 : histogramme de la variation de nitrates des six points de prélèvement	46
Figure III.15 : histogramme de la variation de MES des six points de prélèvement	47
Figure III.16 : histogramme de la variation de DBO5 des six points de prélèvement	48
Figure III.17 : histogramme de la variation de DCO des six points de prélèvement	48
Figure III.18 : histogramme de la variation des ions au point de Zerdaza	49
Figure III.19 : histogramme de la variation des ions au point de EL Harrouch	49
Figure III.20 : histogramme de la variation des ions au point de Salah Bouchaour	50

Figure III.21 : histogramme de la variation des ions au point de Ramdane Djamel	50
Figure III.22 : histogramme de la variation des ions au point de Hamadi kerouma	51
Figure III.23 : histogramme de la variation des ions au point de Skikda	51
Figure III.24 : Représentation graphique des faciès chimiques sur le diagramme dePiper	52
Fig III.25 : Diagramme de Richards (pouvoir alcalinisant) pour les eaux du site d'étude (Oued Saf-Saf)	53
Figure III.26 . Diagramme de wilcox pour les eaux du site d'etude (Oued Saf-Saf).	55

Liste des tableaux

Tableau	page
Tableau I. 1 : Les ressources souterraines de la wilaya	05
Tableau I. 2 : principaux indicateurs du secteur agricole (ANIREF, 2020)	09
Tableau I. 3 : Variation des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2023).	12
Tableau I. 4 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2023).	14
Tableau I .5 : classification du climat.	19
Tableau II .1 :Les coordonnées lambert des points de prélèvement de oued safsaf.	20
Tableau III.1 : Classement de l'eau en fonction de leur conductivité électrique	38
Tableau III.2 :Classification des eau par leur degré d'aptitude à l'irrigation par la méthode du S.A.R (Indice croisé SAR /conductivité)	54

Liste des abréviations

[C] : Concentration des ions

C° : Degrée de température

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

FAO : Organisation pour L'alimentation et l'agriculture

ha/km² : Hectare par kilomètre carré

Km² : kilomètre carré

m :mètre

m² : mètre carré

mg/l : milligramme par litre

mm :millimètre

OMS : organisation mondial de la santé

S.A.R : Sodium absorption ration

SAU :surface agricole utilisée

Tm : Température moyenne

qx : quintal

μS/cm : micro siemens par centimètre

Table des matières

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

Introduction01

Chapitre I : présentation de la wilaya de Skikda

1.Situation géographique.....	03
2.Situation du bassin versant de l'oued Saf-Saf.....	04
3. hydrographie.....	05
3.1 Les ressources souterraines	05
3.2 Les ressources superficielles	05
4. Le relief	07
5. Le Sol	08
6.L' agriculture.....	09
7. La végétation	09
8. L'aperçu Géologique	10
9. Le climat	12
9.1 Les éléments du climat	12
9.1.1 La température	12
9.1.2 Les précipitations	13
9.1.3. le vent	14
9.1.4 L'humidité relative (HR).....	15
9.1.5 L'évaporation.....	16
9.2 Les indices climatique.....	17

9.2.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique	17
9.2.2 Indice d'aridité de Martone	18

Chapitre II:Matériel et méthode

1.Échantillonnage	20
1.1.situation géographique des points de prélèvement	20
1.2.Techniques de prélèvement	23
2. Technique d'analyses physico-chimique.....	24
2.1. Analyse physique.....	24
2.1.1. analyse par multi-paramètre.....	24
A. pH (potentiel hydrogène)	24
B .la conductivité.....	24
C.Total Dissolved Solids.....	24
2.2.Analyse chimique	25
2.2.1. oxygène dissous(OD).....	25
2.2.2. Analyses volumétrique.....	26
a.La dureté carbonaté	26
a.1.Titre Alcalimétrique (TA)	26
a.2.Titre Alcalimérique Complet (TAC)	26
b) La dureté ou titre hydrotimétrique (TH)	27
c) Calcium	28
d) Le Chlorures	29
2.2.3.Analyse par spectrophotomètre.....	29
a. Le Sodium.....	29
b.Le Magnésium (Mg ²⁺).....	30

c. Le Sulfate (SO_4^{2-})	30
d. Nitrates (NO_3^-)	30
e. Les nitrites (NO_2^-).....	31
2.2.4. Le bicarbonate (HCO_3^-)	31
2.2.5. Les matières en suspension MES.....	32
2.2.6. Demande biochimique en oxygène(DBO_5)	32
2.2.7. La demande chimique en oxygène (DCO).....	33
3. Indices de la qualité de l'eau	34
3.1. Pourcentage du sodium ($\text{Na}\%$)	34
3.2. Sodium adsorption ratio (SAR).....	34
3.3. Les diagrammes	35
3.3.1: Diagramme de Piper	35
3.3.2: Diagramme de Richards Riverside	35
3.3.3: Diagramme de Wilcox	35

Chapitre III : Résultats et Discussions

1. Représentation graphique des résultats	36
1.1 Potentiel hydrogène (pH).....	36
1.2 la conductivité électrique (CE).....	37
1.3 Total Dissolved solids (TDS)	38
1.4 l'oxygène dissous (OD)	39
1.5. La dureté carbonate	39
1.5.1. Titre Alcalimétrique (TA)	39
1.5.1. Titre alcalimétrique complet (TAC)	40
1.6 Titre hydrométrique (TH)	40

1.7 Calcium (Ca^{+2})	41
1.8 Sodium (Na^{+2})	42
1.9 Magnesium (Mg^{+2}).....	43
1.10 Chlorides (Cl^{-}).....	44
1.11 Bicarbonate (HCO_3^{-}).....	44
1.12 Sulfate (SO_4^{-2})	45
1.13 Nitrites (NO_2^{-})	45
1.14 Nitrates (NO_3^{-})	46
1.15 Matière en suspension (MES).....	47
1.16 Demande Biochimique en oxygène (DBO5).....	48
1.17 Demande biochimique d'oxygène (DCO)	48
2.Représentation graphique des ions	49
2.1. graphique des ions au point de Zerdaza.....	49
2.2 graphique des ions au point de EL Harrouch.....	49
2.3 graphique des ions au point de Salah Bouchaour.....	50
2.4 graphique des ions au point de Ramdan Djamel.....	50
2.5 graphique des ions au point de Hammadi kerouma.....	51
2.6 graphique des ions au point de SKIKDA	51
3.Faciès chimiques des eaux	52
4.Diagrammes Richards (Echelle de Riverside).....	53
5.Diagramme de Wilcox	54
Conclusion général.....	56

Références Bibliographique

Résumé

Introduction général

Introduction général :

L'eau est l'élément essentiel à la vie , elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants , ces principales caractéristiques sont: inodore , incolore et sans goût (Gerrad;1999). Sans cette matière simple et complexe la vie sur terre n'aurait jamais existé, donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures.

Sur Terre ,97% de l'eau de surface est salée; les 3% restant constituent les réserves d'eau douce de la planète. On a approximativement la répartition suivante: 2/3 d'eau douce en fermée dans les calottes polaires, les glaciers ou le roc profond et le reste sous forme d'eau douce accessible (Boutebba ;2022).

Chaque année, l'agriculture consommé près de 70% de l'eau douce accessible, l'industrie consomme environs 20% et le 10% restant sert à l'utilisation locale ou municipale pour la consommation domestique et autres usages directs. Au cours du dernier siècle, l'utilisation annuelle d'eau douce a augmenté deux fois de plus que le rythme de la population(Boyer;2008).

En effet la pollution des eaux est l'un des problèmes qui préoccupe toute l'humanité. Cela résulte des activités humaines, la multiplication et la croissance des industries et des fleuves ou rivières, ainsi que de l'extension rapide des zone urbaines qui déversent leurs eaux usées épurées ou non dans le réseau fluvial, ce qui constitué une source de dégradation de l'environnement et suscite à l'heure actuelle un intérêt particulier à l'échelle inter nationale(Sebihi;2015, Aidieta;2014).

Oued Saf-Saf est un oued du Nord-est de l'Algérie. Cet oued est le principal cours d'eau du bassin versant éponyme à l'Est de la ville de Skikda.

Occupant la partie central de la wilaya de Skikda, le bassin du Saf-Saf s'étend sur une superficie de 1158km², avec une population de près de 460 milles habitants (49% de la population totale de la wilaya). En outre, le bassin versant dans sa partie aval est purement dominé par l'industrie pétrochimique polluante ,favorisant une dégradation accélérée et continue de la qualité des eaux superficielles et souterraines .Ainsi, une pollution agricole dans la plaine du Saf-Saf n'est pas à exclure(Khalifaoui.F et derradji.Z,2010)

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité des eaux d'oued Saf-Saf par la détermination de ces caractéristiques physique et chimique et d'identifier et de mesurer les éléments chimiques nocifs et toxiques afin d'identifier les contaminants potentiels et de prendre les mesures appropriées pour assurer la salubrité de l'eau et prendre des mesures pour protéger la santé humaine.

Notre travail est structuré en deux parties:

Une partie théorique:

La première chapitre est consacré la présentation de la wilaya de Skikda :localisation géographique , la géologie, les caractéristiques climatique.....etc...

La partie expérimentale comporte également deux chapitres:

Nous présentons dans la deuxième chapitre un description de site de travail et décrit le mode opératoire et les matériels utilisés dans les analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire

La troisième chapitre représente de façon détaillée l'ensemble des résultants obtenus avec une discussion.

A la fin de ce mémoire ,une conclusion rappelle le travail effectué.

Chapitre I :

présentation de la zone d'étude

I. présentation de la wilaya de Skikda :

1.Situation géographique:

La région de Skikda est située au Nord-Est algérien sur la totalité de la frange tellienne entre la longitude 6°50' E et la latitude 36°35' N. Elle occupe une position stratégique sur le littoral septentrional de la Méditerranée. Elle s'étend sur une superficie de 5582 km², et sa population est de 800.000 habitants environ, soit une densité de 192 ha/km².

Elle est limitée par:

la mer Méditerranée au Nord.

la wilaya de Mila, de Constantine et de Guelma au Sud.

la wilaya de Annaba à l'Est.

et la la wilaya de Jijel a l'Ouest.



Figure I.1:carte de situation géographique de la wilaya de Skikda. (ANIREF.2020)

2. Situation du bassin versant de l'oued Saf-Saf :

Le bassin versant de l'oued Saf-Saf fait partie de la wilaya de Skikda. Il se situe au Nord-Est de l'Algérie. Faisant partie des bassins côtiers constantinois, de direction Nord-Sud sa longueur est de 53.19 km, ses principaux affluents sont l'Oued Zeramna, Oued Haddarat et Oued Ghebli. Le profil en long du cours d'eau principal montre qu'en amont, les pentes sont beaucoup plus élevées qu'à l'aval, elles sont de 11.3 m/km au niveau de l'oued Brahim et Bouadjeb, et de 2.3 m/km au environ d'El Harrouch (Ben Rabe, 2006). Saf-Saf est une rivière qui borde la (ZIK) par l'ouest sur une longueur de 6 km, sa largeur moyenne est d'environ vingt mètres avec un débit de 569m³/s (Mezedjrietal.,2008). Limité au Sud par le côl d'El Kentour, à l'Est par le côl de Bissy, au Nord par la mer méditerranéenne et enfin par le côl de Staiha à l'Ouest. Il s'étend sur une superficie d'environ 1200 Km².

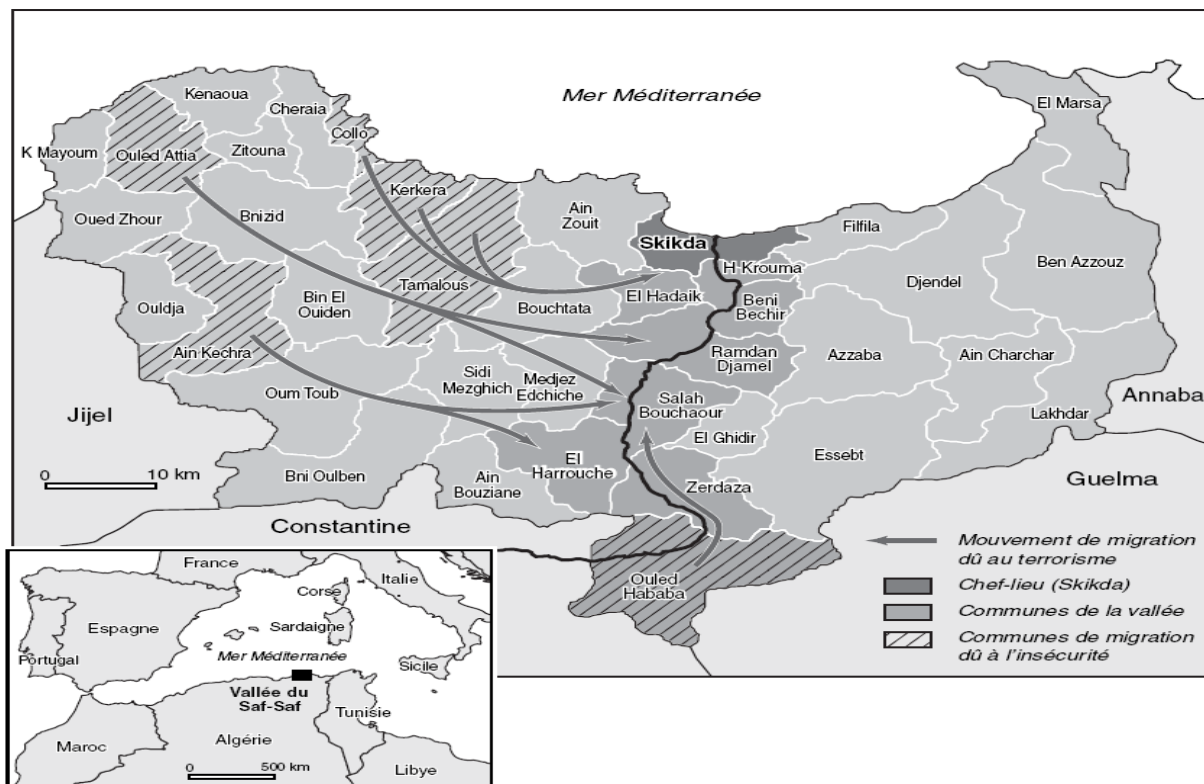


Figure I.2:carte de situation géographique du chef lieu de la wilaya et le vallée du Saf-Saf

3. hydrographie :

Le réseau hydraulique de la wilaya, particulièrement dense, est dû à l'humidité du climat, aux pentes et à la présence de terrains de faible perméabilité, ce qui favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration.

3.1 Les ressources souterraines : les ressources en eaux souterraines (forages et puits) dont le volume est estimé à 87 115 Hm³ se localisent dans les nappes alluviales des oueds de la wilaya à savoir, El Kébir, Saf-Saf, Guebli, Bibi côtier, Fil-Fila et l'oued côtier de Bougaroun.

Les ressources souterraines de la wilaya sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau I. 1 : 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)

3.2 Les ressources superficielles :

L'importante pluviométrie et le relief montagneux de la wilaya sont autant d'apports à l'hydrologie.

A/ les barrages:

La wilaya de Skikda comprend les barrages suivants:

Barrage de Zerdezas : 20 millions de m³

Barrage de Guenitra : 125 millions de millions de m³

Barrage de Zit Emba : 120 millions de m³

Barrage de Beni Zid : 50 millions de m³

B/ les principaux oueds:

les oueds principaux sont permanents et prennent leur source à quelques kilomètres de la mer. Les oueds les plus importants sont :

- Oued El-Kebir à l'est
- Oued Saf-Saf au centre
- Oued Guebli à l'Ouest
- Oued Z'hour à l'extrême Ouest .(Hallaci , 2019)



A



B



C



D

Figure I.3 : principaux oueds de la wilaya de Skikda

(A : Oued El kebir, B : Oued safsaf, C :oued Guebli, D :Oued Zhour)



Figure I.4. Principaux affluents de l'Oued Saf-Saf (Khelfaoui et al., 2010).

4. 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 est très accidenté sur la frange littorale Est, dans les massifs de Collo, Azzaba et El Marsa. Dans ce relief on distingue trois types de zones topographiques : les zones de montagnes, les zones de plaines et les zones de piémonts.

4.1. Les Zones des Montagnes:

Les zones de montagnes qui se subdivisent en plusieurs parties sont constituées par les Massifs. Les djebels les plus importants sont :

Au Sud:

- Djebel Sidi Driss 1.364 m d'altitude
- Djebel Hadjar Chouat 1.220 m d'altitude

- A la limite des vallées du Guebli et Saf-Saf
- Djebel Staiha 572 m d'altitude
- Djebel Abdelhadj 564 m d'altitude
- A la limite du Saf-Saf et d'El -Kebir
- Djebel Fil-Fila 586 m d'altitude

Au Nord

- Cap Bougaroun et Cap de Fer

4.2 . les Zones Des Plaines:

- La Plaine de la vallée du Saf-Saf qui s'étend d'El-Harrouch à Skikda et épouse les contours du Saf-Saf
- La Plaine de la Vallée de Oued El-Guebli qui débute à Oum-Toub, s'évase au niveau de Tamalous, s'effile jusqu'à Collo ou elle s'évase de nouveau.
- La Plaine de la Vallée de l'Oued El-Kebir.
- La Plaine de Azzaba, arrosée par l'Oued El-Kebir, elle s'étend d'Es-Sebt à Azzaba jusqu'à Djendel où elle présente un étranglement débouchant à Ain Charchar et Bekkouche Lakhdar. La seconde partie de la plaine est considérée comme la zone de jonction entre la plaine et la dépression qui débute au lac Tanga près d'El-Kebir.

4.3. Les Piémonts :

Ils se localisent en particulier dans les régions d'El-Harouch et Azzaba.(Amiour,2005)

5. Le Sol :

L'Est de la wilaya de Skikda est formé exclusivement de sols peu évolués d'apports éoliens ou alluvionnaires. La majorité des sols sont situés en zones relativement planes et qui présentent des contraintes aux dépôts éoliens généralement instables et pauvres chimiquement. Dans la plaine de Guerbès les sols sont de deux types, soit sableux argileux. Les sols sableux se développent dans la partie Nord et Nord-est et forment une barrière qui sépare les dunes de la vallée de l'oued El Kebir Ouest. L'autre partie de cette plaine est argileuse (Benderradji,2000). Au niveau du

massif forestier de Collo dans la plupart des cas les sols sont de type forestier jeune, suffisamment profond et riche en éléments nutritifs qui résistent assez bien à l'érosion. Ils'agit surtout des sols bruns forestiers et de sols minéraux bruts ou peu évolués(Trainer,1991).

6. L'agriculture :

La wilaya de Skikda reçoit entre 700 mm/an et 1200 mm/an de pluie par an, elle dispose d'une superficie agricole de plus de 19000 ha, avec 91% de la surface agricole occupée par des cultures herbacées et 9% exploitées comme plantations arboricoles. La grande majorité des terres agricoles productives est localisée dans de la plaine du Safsaf avec des cultures prédominantes les agrumes et la fraise.(Bouhayene ,2015)

TableauI.2: principaux indicateurs du secteur agricole (ANIREF, 2020)

Désignation	Données
Superficie agricole totale	193 023 Ha
SAU totale	131 829 Ha
SAU irriguée	28 550 Ha
Nombre d'ovins	253 028
Nombre de bovins	139 688
Caprins	130 774
Aviculture (nombre de batteries)	44
Taux de boisement	48,18%
Nombre de laiteries	3
Production laitière (Par an)	149 693 HI
SAU totale / Superficie agricole totale	0,68 %
SAU irriguée / SAU totale	21,66 %

7. La végétation :

La flore de la région appartient au type méditerranéen, elle se compose de plantes annuelles et de plantes vivaces (Beniston, 1984).

Avec une superficie totale de 411800 ha ; la wilaya de Skikda possède un patrimoine forestier évalué à 198 409 ha soit un taux de boisement de l'ordre de 48%.

Ce patrimoine sylvicole est constitué de 127 930 ha de forêts et de 70479 ha de maquis

La plus importante couverture sylvicole se situe au niveau du massif de Collo (52% du couvert forestier de la Wilaya) et dans une moindre mesure dans la région d'Azzaba (27% de la superficie forestière totale).

Quant à l'exploitation du potentiel forestier de la wilaya, elle est dans une grande proportion concentrée au niveau du massif de Collo et a eu pour productions les suivantes :

Récolte de liège 14.000 (qx)

Bois d'œuvre 775,7 (m3)

Bois d'industrie 1.314 (m3)

Bois de chauffage 754 (Stère). (<https://Intérieur.gov.dz>)

8. L'aperçu géologique :

Au plan géologique Skikda est localisée sur la partie orientale du socle de la petite Kabylie, elle s'apparente au domaine septentrional de l'Algérie alpine dont la morphologie a été modelé au cours du tertiaire par l'orogène Alpin (Durand-Delga-1969.)

Ce domaine est formé d'éléments issus de la dilacération de la plaque d'Alboran :

socle cristallophyllien continental aminci et une couverture sédimentaire du Paléozoïque au Tertiaire.

Raoult (1974) et Bouillin (1977) attribuent au socle trois ensembles lithologiques :

- Un ensemble cristallophyllien inférieur, formé de gneiss à intercalations, parfois puissantes, de marbres et d'amphibolites.
- Un ensemble cristallophyllien supérieur, comportant « des schistes satinés ou phyllades, des grés et des porphyroïdes oeillés ».
- Une couverture sédimentaire paléozoïque, peu ou pas métamorphique, dont les séries comprennent des termes de l'Ordovicien, du Silurien, du Dévonien, ainsi que du Carbonifère inférieur.

D'après la carte géologique de Philippeville (Fig05), les formations géologiques observées dans la région de Skikda sont :

-Un ensemble sédimentaire représenté par les grès numidiens et Oligo-miocène kabyles rencontrés au Sud de la ville, et par les formations quaternaires et alluvionnaires qui occupent les plaines de Skikda.

-Un ensemble peu métamorphique à sédimentation pélitique et grésopélitique au niveau de Larbi Ben M'hidi

-Un ensemble métamorphique indiqué par :

1- une série schisteuse qui forme en grande partie les affleurements de la région, et qu'on rencontre à l'Est, au Sud-ouest et au Sud de la ville de Skikda.

2- les paragneiss, micaschistes, orthogneiss et aplo-pegmatite affleurent à l'Ouest de l'aire d'étude.

Ces terrains cristallophylliens ainsi que leurs couvertures sédimentaires sont charriés sur une trentaine de kilomètres sur des terrains mésozoïques et paléogènes (Lemoy (1969), Perrin (1969), Durand-Delga (1969), Raoult (1974), Bouillin (1979), Vila (1980).)

Au plan structural le socle de la petite Kabylie est constitué par la superposition de trois édifices tectonique séparés par des contacts anormaux (Mahjoub, 1991)

- L'édifice de Bougaroun
- L'édifice de Béni-Ferguène
- L'édifice supérieur ou unité du socle

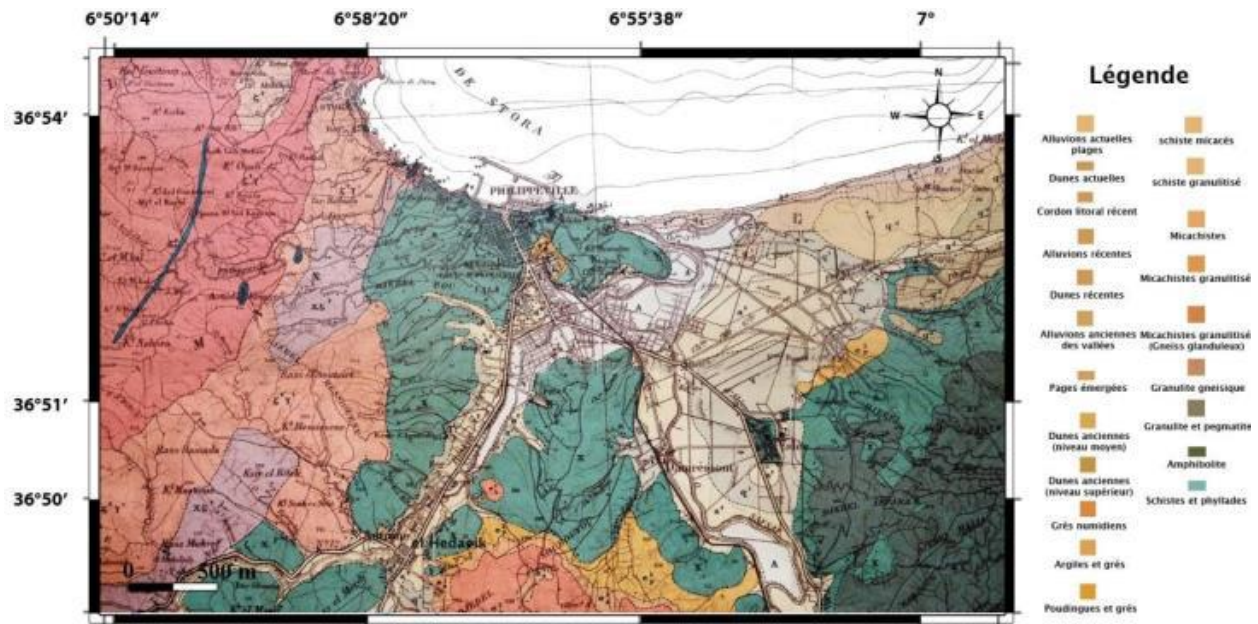


Figure I.5: carte géologique de la région d'étude (Philippeville) (Joleud (1912))

8. Le Climat:

La wilaya de Skikda se caractérise par un climat méditerranéen chaud et sec en été et doux et pluvieux en hiver (A.N.P.E., 1994). Elle appartient aux domaines bioclimatiques humides et sub-humides à variante douce et tempérée au niveau du littoral et froid à l'intérieur. L'étage humide couvre la zone occidentale montagneuse ainsi que les sommets à l'Est et au Sud.

9.1 Les éléments du climat :

L'étude des composantes du climat nécessite un certain nombre de données climatiques conservées dans les études environnementales. Données climatiques de la station météorologique de Skikda (2002/2023).

Les principaux éléments sont :

9.1.1. La température :

La température est une grandeur physique liée à la notion directe de chaud et de froid. Il est également considéré comme un facteur climatique très important qui interagit de manière absolue avec d'autres facteurs météorologiques (précipitations, humidité, etc.), le développement du couvert végétal et le phénomène d'évaporation (Belabed ,2010). La température varie selon les saisons, l'altitude, la latitude et la proximité de la mer.

•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 29 °C de l'année 2002 jusqu' a 2023

TableauI. 3 : Variation des températures moyennes mensuelles, minimales et maximales à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2023).

	J	F	M	A	M	J	JU	A	S	O	N	D	Tm
Max (C°)	16,9	16,2	19	18,9	22,5	27	28,5	29	27,2	23,3	21,5	16,4	22,6
Moyenne (C°)	13,2	13,3	15,1	17,2	19,8	23,3	26,4	26,9	24,9	22	17,6	14,5	20,05
Min(C°)	9,4	9	11,2	12,1	15,3	19,5	21,7	22,3	20,2	17	13,7	9,7	15,65
Données Climatiques :2002-2023													

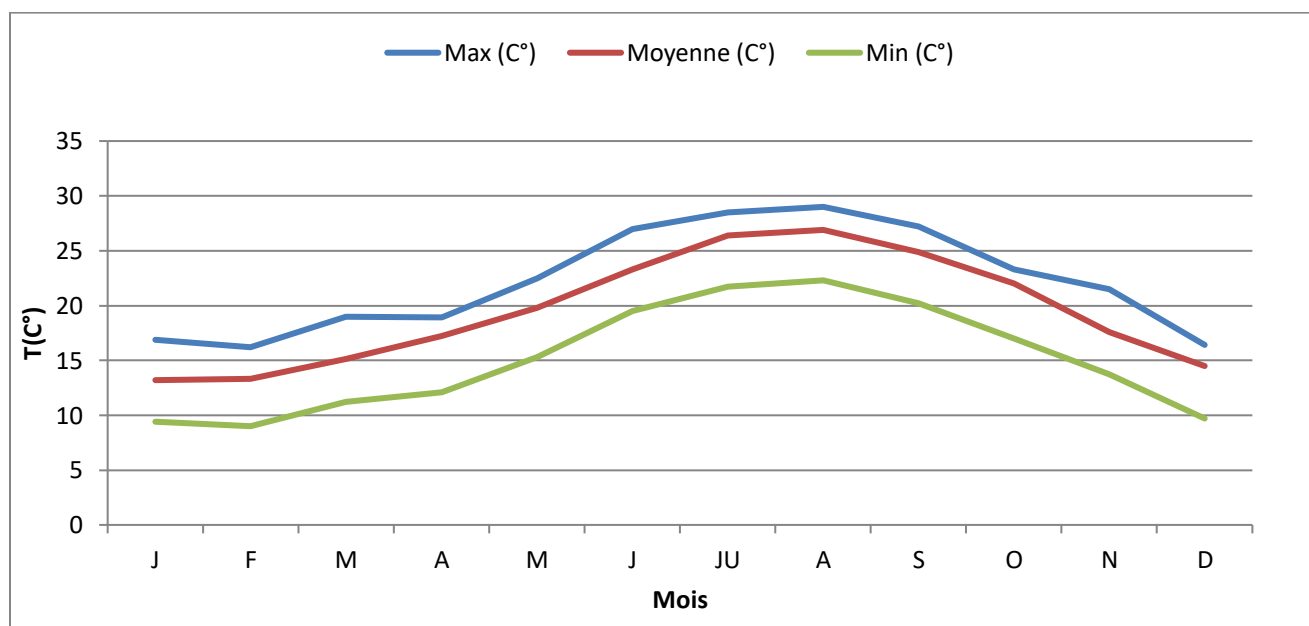


Figure I. 6 : Variation des températures moyennes maximales et minimales.

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

La moyenne des températures moyennes maximales est de 15.56°C avec une étendue de (9.4-22.3°C) alors que celle maximale est de 22.6°C avec son intervalle (16.9-29°C).

9.1.2. Les précipitations :

Les précipitations, facteur important du climat, conditionnent le comportement hydraulique des cours d'eaux et les variations des niveaux des nappes souterraines. La pluviométrie est la principale source d'alimentation du bassin étudié ; elle constitue donc l'élément fondamental du bilan hydrologique.

Les précipitations annuelles enregistrées oscillent entre 600 et 800 millimètres par an, et la précipitation moyenne annuelle pendant la période étudiée (2002-2023) est de l'ordre de 680 mm; 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 arrosées du nord Algérie.

Tableau I. 4 : Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2023).

Les Mois	J	F	M	A	M	J	JU	A	S	O	N	D	Totale
Precipitations (mm)	100,9	75,1	73,7	45,8	34,8	11,5	4,3	12,7	35,6	70	110,2	104,5	680

Données Climatiques :2002-2023

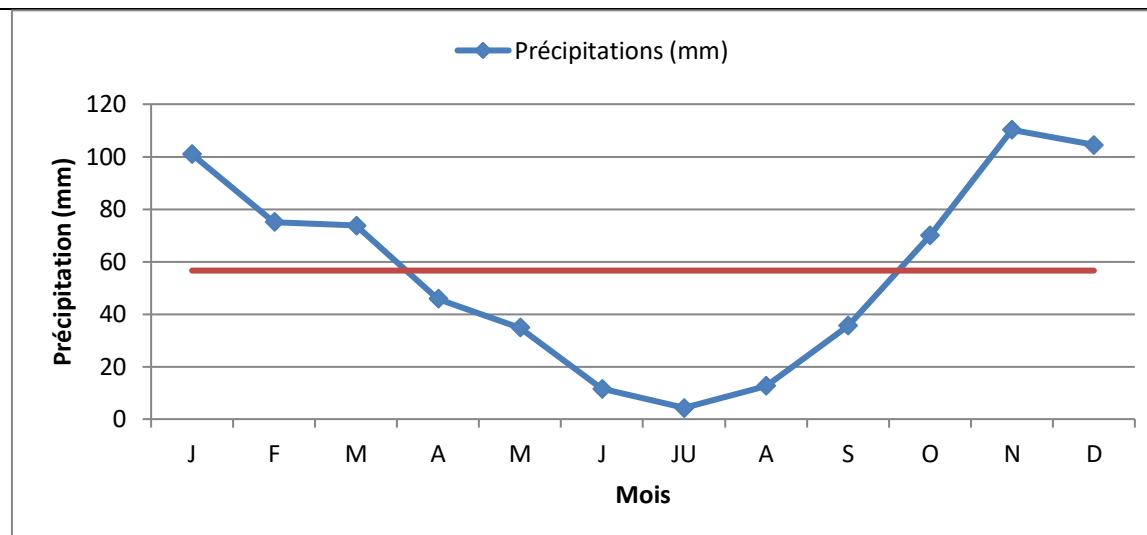


Figure I. 7. Variation des précipitations moyennes mensuelles à la station météorologique de Skikda durant 20 ans (2002/2022).

9.1.3. 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.

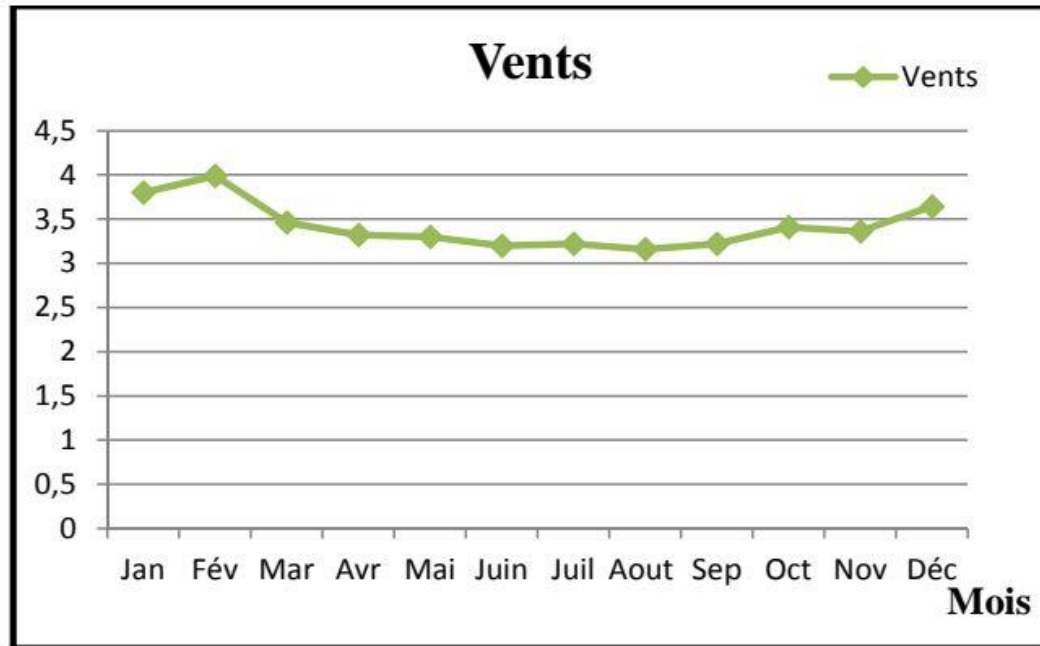


Figure I. 8 : Variation mensuelle du vent durant la période (2009-2018)
(Station de météo Skikda, 2019).

9.1.4. L'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) .

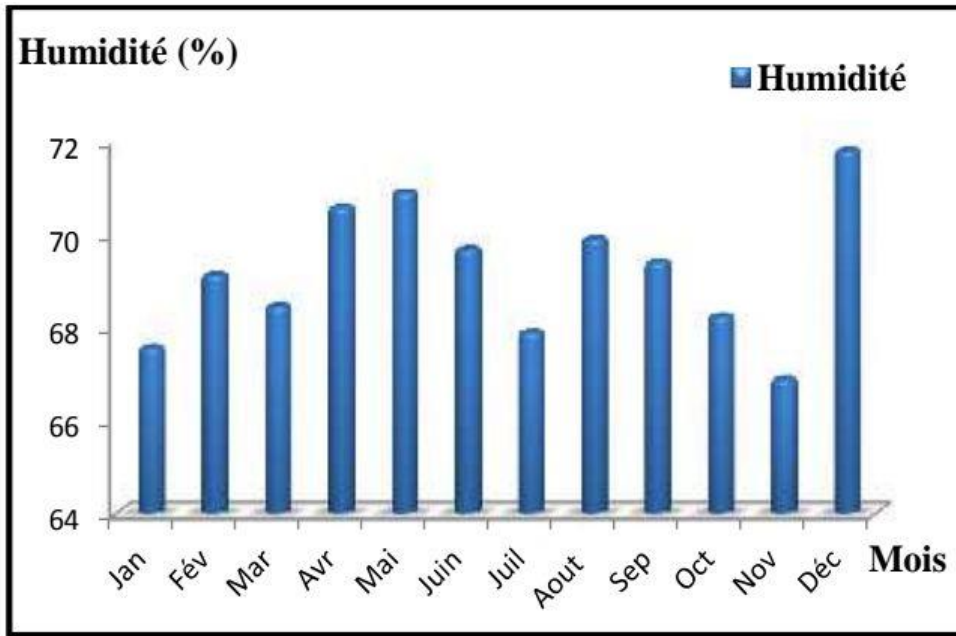


Figure I. 9 : Variation mensuelle de l'humidité relative durant la période (2009-2018)
(Station de météo Skikda, 2019).

La figure 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%.

9.1.5.L'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) .

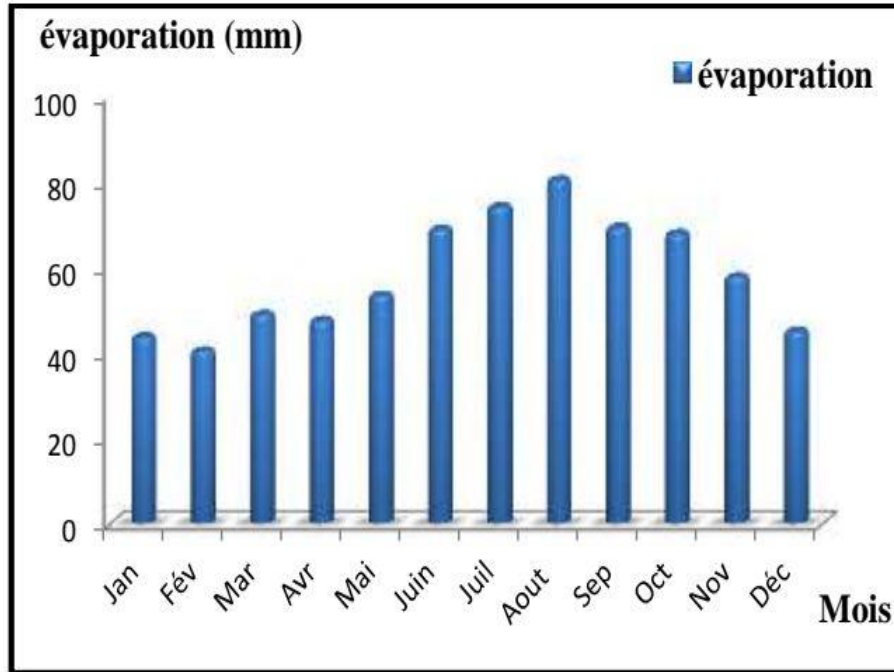


Figure I. 10 : Variation mensuelle d'évaporation durant la période (2009-2018)
(Station de météo, 2019).

Selon la figure 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.

9.2. Les indices climatique :

9.2.1. Indice de Bagnouls et Gausson (1953) et diagramme ombrothermique :

Le digramme pluviothermique de Bagnouls et Gausson nous permet de mettre en évidence la période sèche et la période humide de notre zone d'étude. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées ou les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures ($P = 2T$). (Bagnouls et Gausson, 1957).

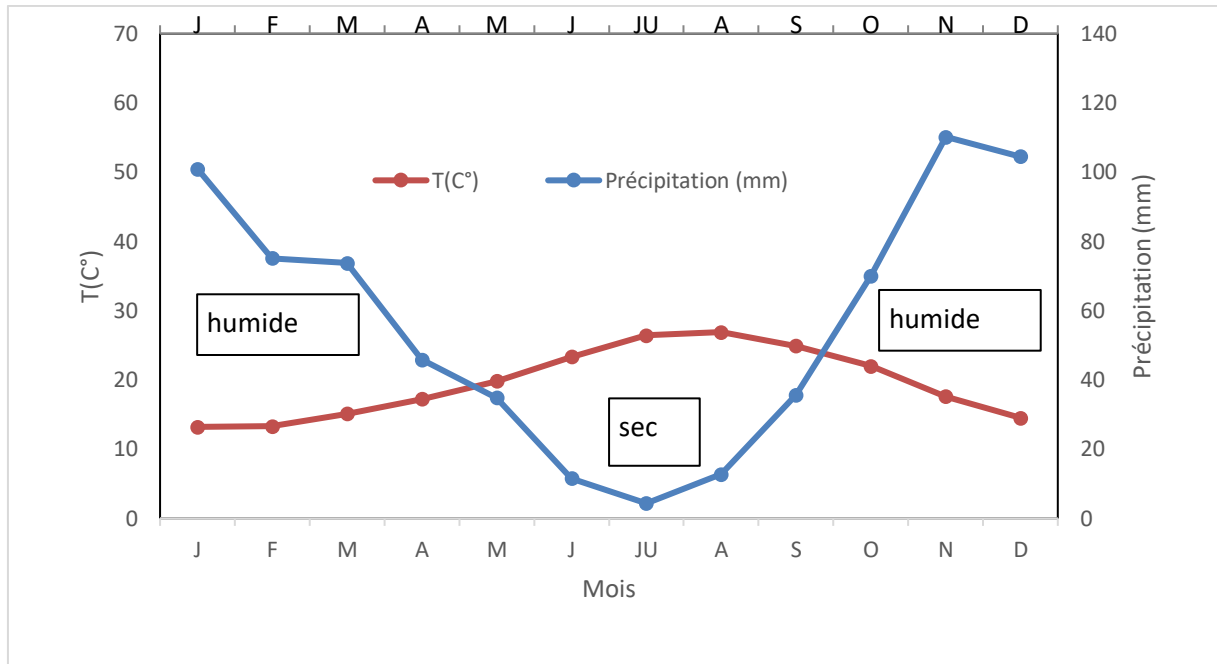


Figure I. 11 :Diagrammes ombrothermique pour notre station étudiée (Skikda)

Il est intéressant de noter l'inversement des tendances entre les températures et les précipitations. Lorsque les températures augmentent, les précipitations diminuent, et vice versa. Cela est typique des climats méditerranéens où les étés sont chauds et secs, et les hivers sont doux et humides.

Selon le diagramme ombro-thermique, on observe une alternance entre une saison sèche et une période humide :

- *Période sèche* : La saison sèche s'étend de Mai à Septembre. Durant cette période, les précipitations sont relativement faibles, atteignant un minimum en juillet. Cette période correspond également à des températures élevées, culminant en août.
- *Période humide* : La période humide s'étend de septembre à mai. Pendant ces mois, les précipitations augmentent de manière significative, avec un maximum en Novembre décembre et janvier. Les températures sont plus basses pendant cette période, surtout en janvier et février.

9.2.2. Indice d'aridité de Martone :

Cet indice nous aide à définir le type de climat. Il se base sur le régime des précipitations et des températures et il s'exprime selon la formule suivante :

P : précipitations total annuelles en mm p= 680 mm

T : Température moyenne annuelles en °C T= 20.05°C

$I = 680 / 20.05 + 10 = 22,62$

TableauI. 5 : classification du climat selon Martone

valeur	Type de climat
0-5	Hyper aride
5-10	Aride
10-20	Semi aride
20-30	Semi humide
> 30	humide

Selon la classification de Martonne : notre climat est semi humide.

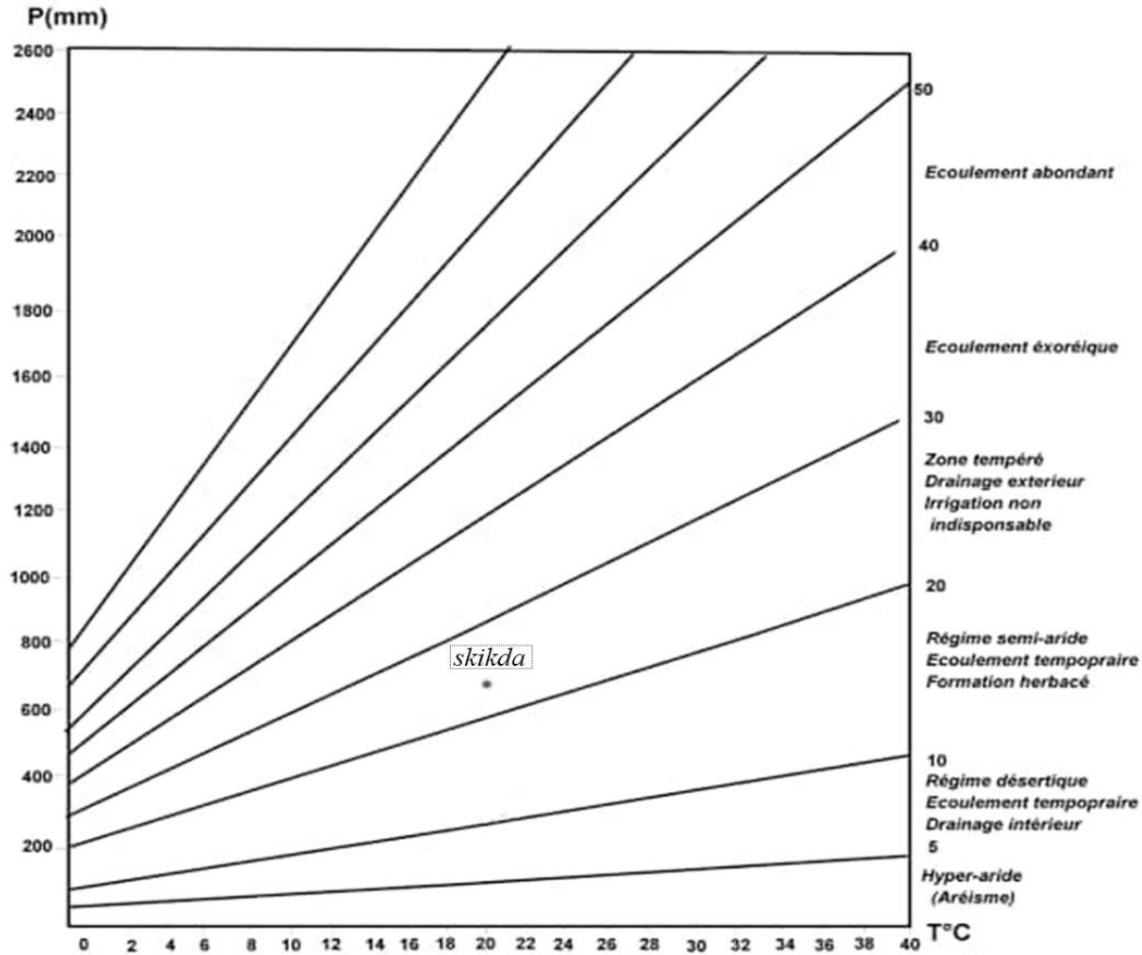


Figure I.12 : Diagramme de Martonne de la région de Skikda

Le I est égal à 22.62, donc d'après Martonne le type de climat est semi humide de type de végétation potentielle prairie naturelle forêt.

CHAPITRE II:
Matériels et méthodes

La connaissance de la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un élément essentiel en agriculture pour le suivi des cultures en fonction de leurs besoins, mais aussi pour son impact sur l'environnement et le risque de salinisation des sols .

L'analyse physico-chimique des eaux d'irrigation est réalisée a fin de déterminer la salinité, la dureté et l'alcalinité, le pH ainsi que la recherche des éléments potentiellement toxiques.

1.Échantillonnage:

1.1.situation géographique des points de prélèvement:

Afin de faire les analyses physico-chimique de oued Saf-Saf -Skikka -pour voir s'il est apte à l'irrigation. Nous avons prélevé des échantillons de différentes zones au niveau de oued safsaf.

Les prélèvements a été effectué le 20 avril 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 pour prendre les coordonnées Lambert .

Tableau.II.1. Les coordonnées Lambert des points de prélèvement de oued safsaf.

Nom	Localités	Les coordonnées		
		X	Y	Z
P1	Zerdaza	36°37'30	6°51'18	108,83m
P2	Elharrouch	36°40'13	6°51'43	66,84m
P3	SalahBouchaour	36° 42'48	6° 52' 14	50,36m
P4	RamdaneDjamel	36°45'22	6° 54' 30	33,57m
P5	Hamadikrouma	36°50'45	6° 56' 09	7,96m
P6	Skikda	36°51'36	6° 56' 15	8,38m



Figure II.1: Situation géographique des points de prélèvement(Google Earth mois de Mai)



Figure II.2.photo de point de prélèvement au niveau de zerdaza



FigureII.3.photos de point de prélèvement au niveau de el harrouch



FigureII.4.photosde point de prélèvement au niveau de Salah bouchaour



FigureII.5.photos de point de prélèvement au niveau de Ramdane djamel



Figure II.6. photo de point de prélèvement au niveau de hamadi krouma



Figure II.7. photo de point de prélèvement au niveau de skikda

.12. Techniques de prélèvement :

Les échantillons d'eau sont recueillis dans des bouteilles en plastique rincé avec de l'eau distillé et l'eau à échantillonner,

Les prélèvements se font à une profondeur de 15 à 30 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air. Des étiquettes sont apposées sur les flacons avec les informations relatives à l'échantillon inscrites (nom du lieu et date).

Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire a été effectué dans une glacière à 4 °C.

2. Technique d'analyses physico-chimique :

Les analyses ont été effectuées au niveau de :

Laboratoire raffinerie RA2K Sonatrach skikda

2.1. Analyse physique

2.1.1. analyse par multi-paramètre :

Les analyses multiparamètre de l'eau sont des appareils qui intègrent plusieurs variables dans les processus d'analyses. Ces appareils peuvent analyser différentes grandeurs. Ils sont très pratiques lors des analyses sur terrain. Il font par exemple Les trios paramètres physique (PH , Conductivité , TDS) sont mesurés a laide d'un appareille multi fonctionpH-mètre, conductimètre et tds mètre de paillasse

A- pH (potentiel hydrogène) :

Le pH est appelé potentiel hydrogène. Il mesure la valeur de dissociation en ionsacides et des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau (GROSCLAUD, 1999).

L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane

"7" correspond à une solution neutre à 25°C . Le pH d'une eau naturelle peut varier de

"4" à "10" en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Le pH n'a pas de

signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de

l'agressivité de l'eau (RODIER, 1984). Le résultat de ph est sont unité .

B- la conductivité:

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques 1 cm²de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse

de la résistivité électrique (RODIER, 2009). Elle augmente avec la teneur en sels dissous et elle dépend aussi de la température . On l'exprime usuellement en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S} / \text{cm}$) (SELHI et SMAIL, 2004).

C- Total Dissolved Solids(TDS):

La TDS (Total Dissolved Solids) est la quantité totale d'ions chargés mobiles, y compris les minéraux, les sels et les métaux dissous dans un volume donné d'eau, exprimé en mg/l ou en particules par million (ppm). La TDS est directement liée à la pureté de l'eau et à la qualité des systèmes de purification d'eau. Elle affecte tout ce qui consomme, utilise ou vit dans l'eau, qu'ils soient organiques ou inorganiques, pour le meilleur ou pour le pire.



Figure II.8.pH-mètre, conductimètre et TDS mètre de paillasse

2.2.Analyse chimique :

2.2.1. oxygène dissous(OD) :

L'oxygène dissous est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (Abdoulaye et Aboudou, 2016).

L'oxygène dissous est en fait la quantité d'oxygène présent en solution dans l'eau à une température donnée. Le résultat d'oxygène dissous est exprimé en mg/L .



Figure II.9 : un oxymètre

2.2.2. Analyses volumétrique :

Les analyses volumétriques, également connue sous le nom des analyses titrimétriques, est une méthode dans laquelle on mesure le volume d'un réactif réagissant stœchiométriquement avec l'analyte

a.La dureté carbonaté:

Ils permettent de connaître les quantités d'hydroxydes, de carbonates ou d'hydrogénocarbonates alcalins ou alcalino terreux présents dans l'eau (Rodier et al., 2009).

a.1.Titre Alcalimétrique (TA)

Le TA permet de déterminer, en bloc, la teneur en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonate.

a.2.Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

Il assure la détermination de la teneur en hydrogénocarbonates (HCO_3^-). L'alcalinité exprime la capacité de neutralisation des acides présents dans l'eau (Thomas, 1995). La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire,

dolomie ... par des eaux chargées en gaz carbonique. Leurs concentrations dans les eaux naturelles dépendent essentiellement de la température ambiante, du pH de l'eau, de la concentration en gaz carbonique dissous et de la lithologie. (Rodier et al., 2009).

L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution étalons en présence d'un indicateur coloré de pH=8,3 (Enrico Riboni).

Mode opératoire:

✓ on détermine le TA à l'aide d'un indicateur coloré phénolphtaléine, si $\text{pH} < 8,5$ le $\text{TA} = 0$.

✓ pour le TAC on ajoute à la solution précédente le méthylorange et on titre avec l'acide sulfurique



Figure II.10: Dosage de TA et TAC

b) La dureté ou titre hydrotimétrique (TH):

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre.

Selon l'origine de l'eau, la dureté peut être essentiellement calcique ou magnésique, voire les deux à la fois, en fonction de la valeur du TH, on peut déterminer le caractère de la dureté de l'eau.

Mode opératoire

Prendre 100ml d'échantillon

Ajouter 2ml de solution tampon K10

Ajouter une pince de mordant noir

Titre avec L'EDTA jusqu'au virage bleu



Figure II.11. Dosage de TH

c) Le calcium (Ca^{+2}):

C'est la composante majeure de la dureté de l'eau qui joue aussi un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques, c'est un métal alcalino-terreux, très répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates ou bicarbonates (LECTERE et al, 1994.) Comme il peut provenir également des formations gypsifères ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), qui sont facilement solubles. La teneur en calcium varie selon la nature de terrains traversés (RODIER et al., 2009). L'eau d'irrigation de bonne qualité renferme de 20 à 400 mg/L de calcium (RODIER et al., 2009).

Mode opératoire

Prendre 100 ml d'échantillon

Ajouter 2 ml de solution de NAOH

Agiter et ajouter une pince de l'indicateur murexide

Titre avec L'EDTA jusqu'au virage mauve Claire



Figure II.12: Dosage de calcium

d)Le Chlorures (Cl⁻) :

L'ion chlorure est un paramètre chimique lié à la structure naturelle des eaux, ils sont des anions inorganiques importants, contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl), ces anions ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et reste très mobiles (Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016).

Les chlorures existent dans toutes les eaux naturelles à des concentrations très variables. L'origine peut en être naturelle de la dissolution des roches salées ou autre telle que la percolation à travers des terres salées, rejets humains (en particulier l'urine), industries extractives et dérivées (soudières, salines), ou par des rejets domestiques surtout riches en détergents ou par l'utilisation des pesticides dans l'agriculture (Gouaidia et al., 2013).

Mode opératoire :

La concentration des chlorures calculer par titrage volumétrique avec le Chromate de potassium et titrer avec le nitrate d'argent.

2.2.3.Analyse par spectrophotomètre**a. Le Sodium (Na⁺):**

Le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Généralement associé à l'ion chlorure, il est très soluble dans l'eau, et joue un rôle très important dans la salinité des eaux. Il provient de l'altération de la roche et du sol, des intrusions d'eau de mer, des eaux traitées et des systèmes d'irrigation (BOUMEDOL, 2000). Il peut être également apporté par le lessivage des sols après l'utilisation des fertilisants (Haddad et Ghoualem, 2014).

Le sodium contribue aussi directement à la salinité totale de l'eau et peut être toxique pour les cultures sensibles comme les carottes, les haricots, les fraises, les framboises, les oignons, pour en nommer quelques-unes (COUTURE, 2006), des teneurs moyennes à élevées de sodium peuvent défolier les plantes sensibles (Ashraf et al., 2017).

Appareillage : spectrophotomètre à flamme

b. Le Magnésium (Mg^{2+}):

Il a comme origine la dissolution des formations carbonatées la giobertite (magnésite), la dolomie, l'olivine, la serpentine, le talc et l'amiante. Il constitue un élément significatif de la dureté, sa teneur dépend du terrain traversé, il dépasse rarement 15 mg/l dans les eaux naturelles, par contre dans les eaux minérales il peut largement dépasser cette valeur. Le magnésium est d'une grande nécessité à la photosynthèse des plantes (Eblin et *al.*, 2014), favorise la synthèse des protéines, des sucres et des lipides le Mg^{2+} est mobile dans la plante et peut être transféré à partir des tissu âgés vers les jeunes tissus en cas d'une déficience (BOUMEDIYOU et FEKIH, 2014).il agit sur la stabilité de la membrane cellulaire, sur la régulation du transport ionique Interne.Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (FRANK et KEMMER, 1984).

Appareillage : spectrophotomètre (ultraviolet UV).

c. Le Sulfate (SO_4^{2-}) :

Le soufre se combine à l'oxygène pour donner l'ion sulfate, composé naturel des eaux, il est lié aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Présent dans certains minéraux comme le gypse et la baryte. Outre son origine naturelle, ses teneurs élevées peuvent être liées aux activités agricoles notamment l'emploi excessif de pesticides et d'engrais à base de sulfate d'ammonium (Meyberk, 1996). Les eaux de surface contiennent des teneurs très variables de sulfates (Derwiche et *al.*, 2010).

Appareillage : spectrophotomètre (ultraviolet UV).

d. Les nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates (NO_3^-) sont des composés chimiques composés d'un atome d'azote et de trois atomes d'oxygène. Ils ont classés parmi les substances minérales toxiques (polluants chimiques). Ils peuvent être dangereux par effet d'accumulation. Ils proviennent essentiellement d'activités agricoles, la minéralisation de l'azote organique et l'oxydation de l'ammonium. (Féray, 2000). Les Nitrates comme les autres formes azotées évoluent très rapidement dans le milieu naturel selon le cycle d'azote (Belghyti et *al.*, 2009). Des valeurs supérieures à la norme indiquent des rejets d'eaux usées dans le milieu aquatique, et surtout une utilisation excessive de fertilisants en agriculture. Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote (Derwich et *al.*, 2010). Leur présence

stimule la prolifération de la flore aquatique et peut aussi provoquer un problème de santé publique tel que la méthémoglobinémie (Harrat et Achour, 2010).

e. Les nitrites (NO_2^-):

Pour les Nitrites, qui constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent aussi dans le cycle d'azote entre l'ammonium et les nitrates (Belghyti *et al.*, 2009). Ils sont souvent utilisés comme additifs alimentaires, conservateurs ou dans divers processus industriels. Les nitrites représentent toujours un stade fugace. Ils ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant et leur présence indique un état critique de pollution organique à partir de 1 mg/l (Nisbet et Verneaux, 1970).

Appareillage : spectrophotomètre (ultraviolet UV).



Figure II.13: spectrophotomètre(UV)

2.2.4. Le bicarbonate (HCO_3^-) :

Les bicarbonates sont des sels qui, chimiquement, résultent d'une réaction de salification partielle. Le bicarbonate le plus important est le bicarbonate de sodium. En raison de sa solubilité relativement faible, c'est un intermédiaire dans le processus d'obtention du carbonate de sodium, selon Ernest Solvay (solvation).

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire, dolomie ...) par des eaux chargées en gaz carbonique. Leurs concentrations dans

les eaux naturelles dépendent essentiellement de la température ambiante, du pH de l'eau, de la concentration en gaz carbonique dissous et de la lithologie. (Rodier et al., 2009).

Les bicarbonates peuvent nuire à la fertilité du sol si l'on utilise de l'eau d'irrigation à forte teneur pendant plusieurs décennies (Eaton, 1950). Au fur et à mesure que les bicarbonates se concentrent laisser le sodium dominer, avec le temps, le coefficient d'adsorption du sodium (SAR) augmente (Ashraf et al., 2017).

Détermination de (HCO_3^-) :

dans les eaux dont le pH est inférieur à 8,4 (ce qui correspond à la majorité des eaux naturelles), on peut négliger la concentration en ions CO_3^{2-} et estimer que le TAC représente la concentration des seuls ions HCO_3^- .

2.2.5. Les matières en suspension MES :

Les MES sont l'ensemble des particules solides minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles indiquent la présence dans la colonne d'eau de particules plus grosses que $0,45 \mu\text{m}$. Cette matière organique particulaire est composée de limon, détrit, fèces des animaux en élevage ou d'aliments désintégrés. Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

Mode opératoire:

L'eau est filtrée par les filtres à sédiments de polypropylène et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle (Rodier:2009).

2.2.6. Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La demande biochimique en oxygène (DBO5 également appelée demande biologique en oxygène pendant cinq jours) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques (biodégradables) par voie biologique (oxydation des matières organiques biodégradables

par des bactéries). Elle permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

Elle est en général calculée au bout de 5 jours à 20 °C, en présence de bactéries aérobies dans le noir.

L'analyse de la DBO5 est surtout intéressante pour appropriation de la qualité des eaux brutes (Bremond et Vuichard 1973).

Appareillage: Incubateur



Figure II.14 :Mode opératoire de la DBO5

2.2.7.La demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO est un paramètre essentiel en matière de traitement d'eau et assainissement. Elle représente la quantité d'oxygène utile pour dépolluer une eau. En toute logique, cette donnée est donc utilisée pour assurer un meilleur suivi de la performance de l'épuration des eaux. Ce critère essentiel offre une vision immédiate de la qualité du traitement. D'un point de vue administratif, la

DCO constitue le paramètre clef pour établir les redevances et autoriser une station à rejeter ses eaux dans le milieu naturel. C'est l'indice de référence pour tous les réseaux des communes, agglomérations et territoires, et ce, qu'il s'agisse d'un assainissement collectif ou d'un assainissement non-collectif.

Appareillage: thermo réacteur (DRB 200)



Figure II.15: thermo réacteur (DRB 200)

3.Indices de la qualité de l'eau :

Plusieurs méthodes sont disponibles pour garantir la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation dont les indices de qualité de l'eau comme :

3.1..Pourcentage du sodium (Na%) :

La concentration élevée de sodium a un effet profond sur la croissance des plantes.

Il est calculé à partir de la formule ci-dessous, les résultats sont représentés sur diagramme (Wilcox, 1948):

$$\text{Na\%} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) \times 100 / (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^+)$$

Ou les concentrations ioniques sont exprimées en milliéquivalents par litre (méq/L)

3.2.Sodium absorption ration (SAR) :

Il est calculé à partir de la formule ci-dessous, les résultats sont représentés sur diagramme (Richards, 1954) :

$$SAR = Na^+ / ((Ca^{+2} + Mg^{+2}) / 2)0.5$$

Où les concentrations ioniques sont exprimées en milliéquivalents par litre (még/L).

3.3. Les diagrammes :

Les composantes hydro-chimiques globales de l'eau d'irrigation sont expliquées avec les diagrammes graphiques. Le report des différents paramètres et indices sur les diagrammes permet une interprétation qui conduira à localiser le type d'eau. Le logiciel (Diagramme) été utilisés pour tracer ces diagrammes.

3.3.1:Diagramme de Piper:

Le diagramme de Piper est le plus utilisé pour évaluer l'évolution hydro-chimiques de l'eau, dans ce diagramme les concentrations des anions principaux (Cl-, SO₄²⁻, et HCO₃⁻) et cations (Ca²⁺, Na⁺ K⁺, et Mg²⁺) sont tracés en deux triangles, le 1er triangle pour les cations, et le 2ème pour les anions et un losange découpé en familles d'eaux. Dans le diagramme, la concentration relative de chaque élément calculée permet de placer les points sur les triangles qui sont ensuite projeté sur le losange. Les différentes positions des points dans le losange permettent de définir les faciès géochimiques des eaux analysées (Piper, 1944).

3.3.2:Diagramme de Richards Riverside:

Dans cette classification de Richards Riverside, deux facteurs sont pris en compte : La CE μ/cm et le pourcentage du sodium (SAR) qui sont convertis en quatre sections de qualité.

3.3.3:Diagramme de Wilcox :

Dans le diagramme de Wilcox les valeurs du Na% sont reportées par rapport à CE (μ/cm) du diagramme de salinité.

Les trois diagrammes sont réalisés à l'aide du logiciel d'hydrochimie multi-langage en distribution libre DIAGRAMMES, version 6.7 - 2021, du Roland SIMLER Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon (LHA).

Chapitre III :
Résultats et Discussions :

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité et sa classification donc la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou pour d'autres usages (irrigation, industrie...etc.).

Ce chapitre est de définir la qualité physico-chimique des eaux superficielles d'Oued Saf-Saf de la région de Skikda et de déterminer son aptitude à l'agriculture et de détecter la présence de tout polluant ou substance nocive pouvant affecter la santé humaine et l'environnement.

1.Représentation graphique des résultats :

1.1. Potentiel hydrogène (pH) :

Le pH est un facteur important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il diminue en présence des teneurs élevées en matières organiques et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est assez importante (Reggam et al., 2015).

L'eau alcaline peut faire monter le pH du sol à des niveaux inacceptables provoquant un appauvrissement continu de fer. Ceci est aggravé par un mauvais drainage et l'accumulation de sel (Plauborg et al., 2010).

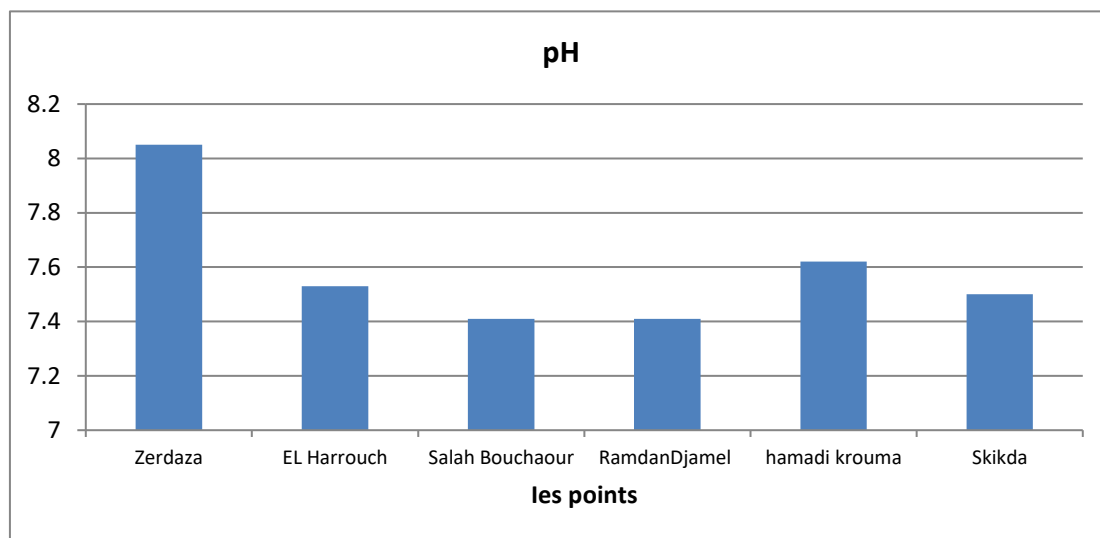


Figure III .1 : histogramme de la variation de pH des six points de prélèvement

Selon les résultats des échantillons prélevés dans la région d'étude les eaux sont légèrement basiques avec un pH variant entre 7.4 à 8.04, et une valeur minimale au niveau de station El harrouch et Salah Bouchaour 7,4 et une valeur maximale 8,04 au niveau de la station de Zerdaza .

Ces valeurs ne dépassent pas la norme fixée par les (FAO, 2003)et adoptée par plusieurs pays du monde (6,5 à 8,4), ainsi que la norme algérienne des eaux superficielles (J.O.N°34) (entre 6,5 et 9 unités) (Fig.III .1)

La grille d'appréciation de la qualité de l'eau (Ministère algérien des ressources en eau), et les normes liées à l’OMS nous permettent de classer cette eau dans la classe de pH normale

1.2. La Conductivité électrique (CE) :

Selon Rodier (2009), La conductivité permet d’apprécier le degré de minéralisation de l’eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l’eau se trouvent sous forme d’ions chargés électriquement.

Une conductivité élevée traduit une quantité de sels solubles très importante (Benamar et al., 2002).

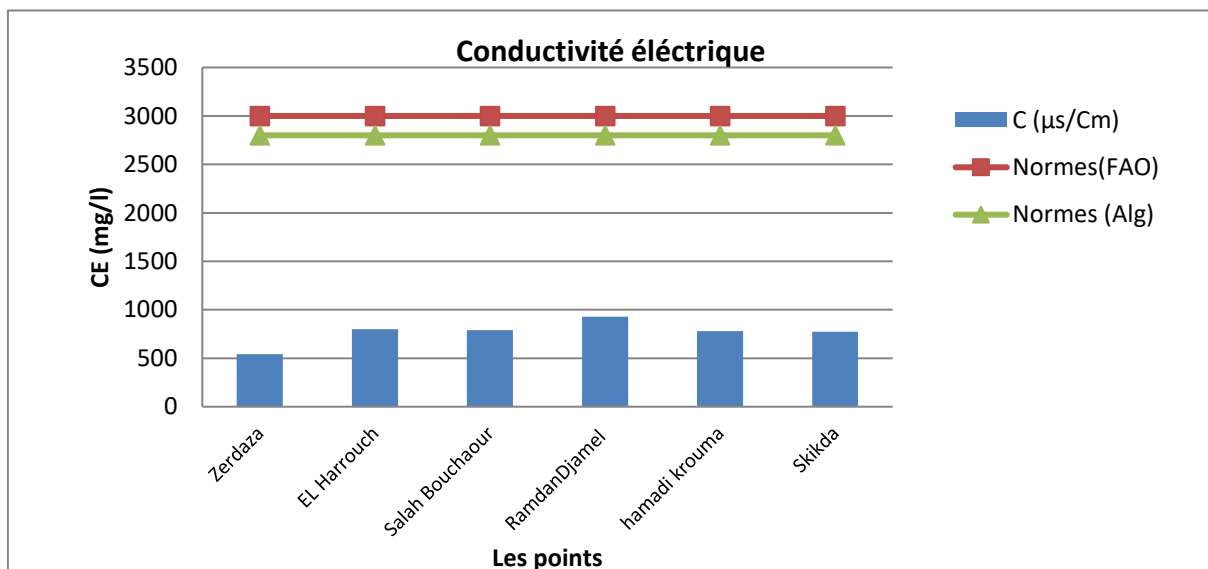


Figure III.2 : histogramme de la variation de la CE des six point de prélèvement

Selon les résultats des échantillons prélevés dans la région d’étude nous observons des valeurs variant entre 540 et 930µs/cm, avec une valeur minimale de l’ordre de 540 µs/cm au niveau de station de Zerdaza et une valeur maximale de l’ordre de 930 µs/cm au niveau de la station de Ramdan Djamel

La comparaison des valeurs de CE enregistrées avec la norme limite des directives de la OMS (2013) et de la norme algérienne des eaux superficielle destinées à l’irrigation (J.O.N°34, 2011) montre qu’elles sont toujours inférieures à la norme considérée limite de 2800 µS/cm .

Tableau III.1: Classement de l'eau en fonction de leur conductivité électrique

Classe d'eau	Conductivité électriques $\mu\text{S/cm}$
Eau excellente	50-400
Eau bonne	400-750
Eau moyenne	750-1500
Eau à minéralisation élevée	>1500

(OMS, 1984).

Selon le tableau ci dessous on peut considérer que l'eau est de bonne qualité sauf au niveau de Ramdane Djamel l'eau est de qualité moyenne. Donc on peut utilisé a l'irrigation.

1.3. Total Dissolved Solids (TDS) :

Le TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau.

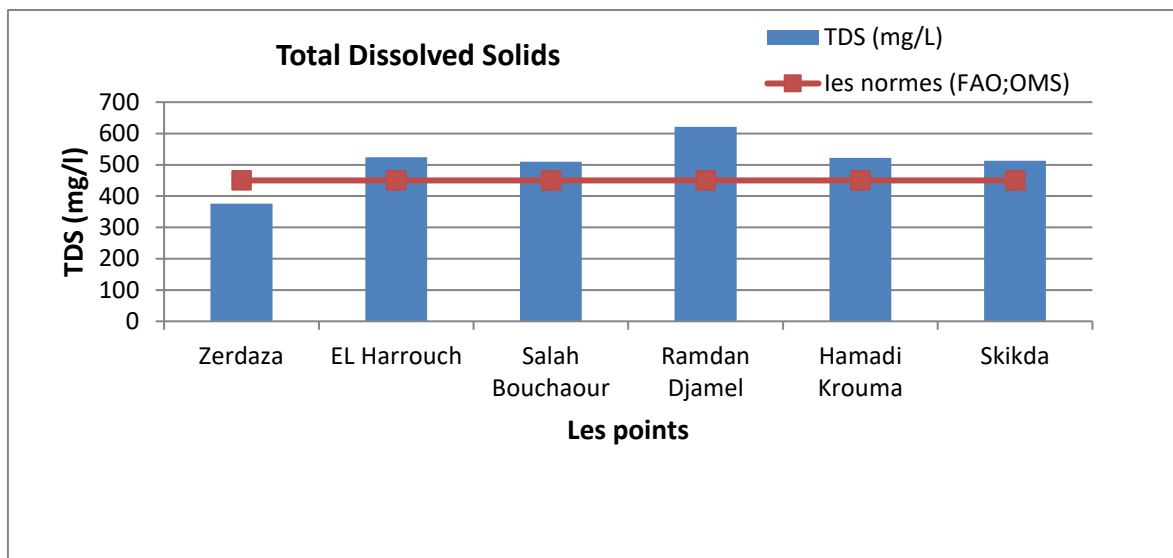


Figure III.3 : histogramme de la variation de TDS des six points de prélèvement

Selon les résultats des variations de Le TDS de l'eau d'Oued Saf- Saf présenter dans la figure , nous remarquons que tout les valeurs sont supérieur aux normes sauf Zerdaza inférieur aux normes avec une valeur 376 mg/l et un valeur maximale au niveau de Ramdan Djamel 621 mg/l

Certains viennent des sources organiques comme les feuilles, le limon, le plancton, les déchets industriels, les égouts. D'autres viennent des ruissellements des zones urbaines et l'utilisation des engrais et des pesticides dans agriculture .

1.4. L'oxygène dissous (OD) :

L'oxygène dissous est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (Abdoulaye et Aboudou, 2016).

Globalement, plus la concentration en oxygène dissous est proche de la saturation, plus l'aptitude de la rivière à absorber la pollution est grande.

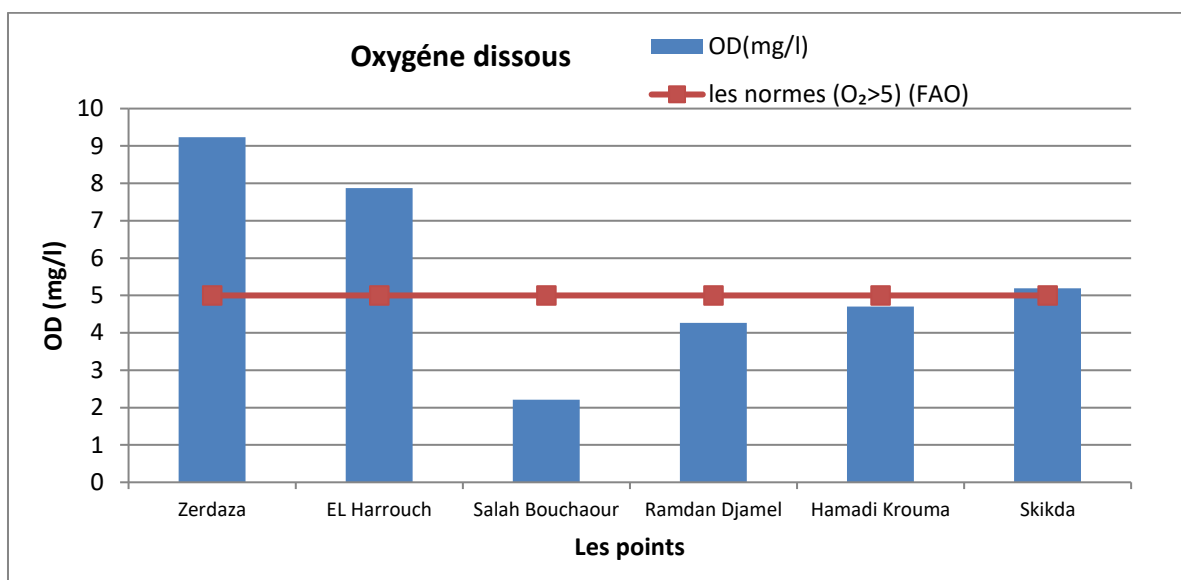


Figure III.4 : histogramme de la variation de l'oxygène dissous des six points de prélèvement

Selon les résultats des variations de l'oxygène dissous de l'eau de l'Oued Saf- Saf présenter dans la figure , nous observons que les points de Zerdaza et EL Harrouch sont aux normes mais les valeurs au niveau de Salah Bouchaour, Ramdan Djamel , Hamadi kerouma et Skikda sont faible .

Les facteurs pouvant mener à une réduction de l'oxygène dissous sont l'augmentation de la température de l'eau et la décomposition de grandes quantités de matière organique qui proviennent généralement des animaux et des rejets domestique(Merzoug, 2015). En général, les valeurs faibles de l'oxygènes dissous favorisent le développement des germes pathogènes, et classe les eaux étudiées comme eau de qualité passable.

1.5. La dureté carbonatée:

1.5.1. Titre Alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique est nul dans toutes les points de prélèvement .

1.5.2. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire, dolomie ...) par des eaux chargées en gaz carbonique. Leurs concentrations dans les eaux naturelles dépendent essentiellement de la température ambiante, du pH de l'eau, de la concentration en gaz carbonique dissous et de la lithologie. (Rodier et al., 2009).

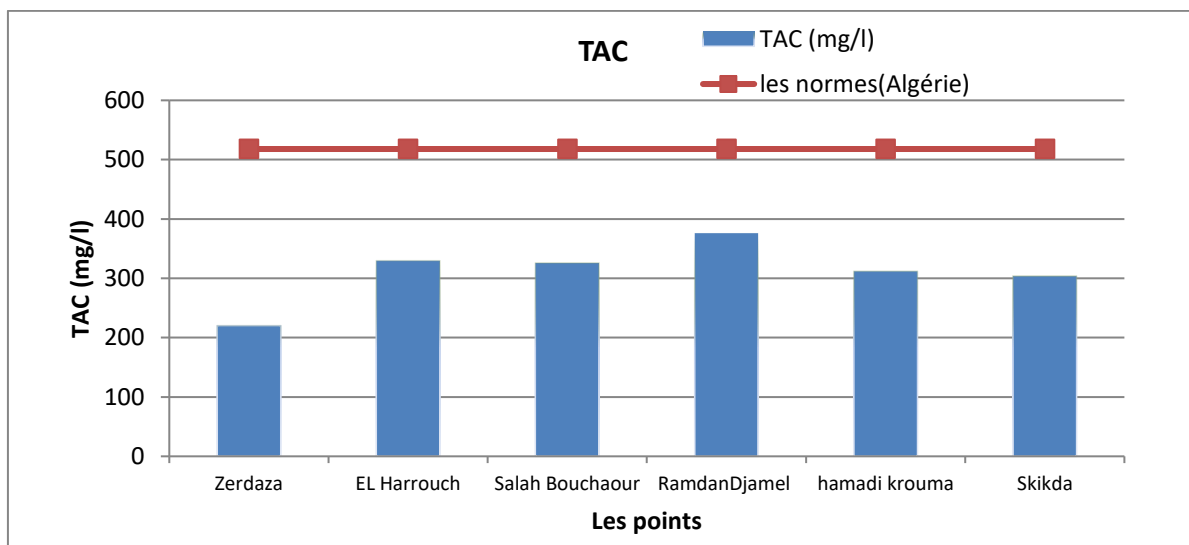


Figure III.5: histogramme de la variation de TAC des six points de prélèvement

Selon les résultats des variations de TAC de l'eau de l'Oued Saf- Saf présenter dans la figure(III.5) , nous observons des valeurs variant entre 220 mg/l et 376 mg /l avec une valeur minimale au niveau de station de Zerdaz 220mg/l et une valeur maximale au niveau de la station de Ramdan Djamel 376 mg/l, donc les valeurs de TAC toujours supérieur aux normes dans les normes (Norme Algérienne (2012)).

1.6. Titre hydrométrique (TH) :

La dureté se mesure en mg de CaCO₃ par litre.

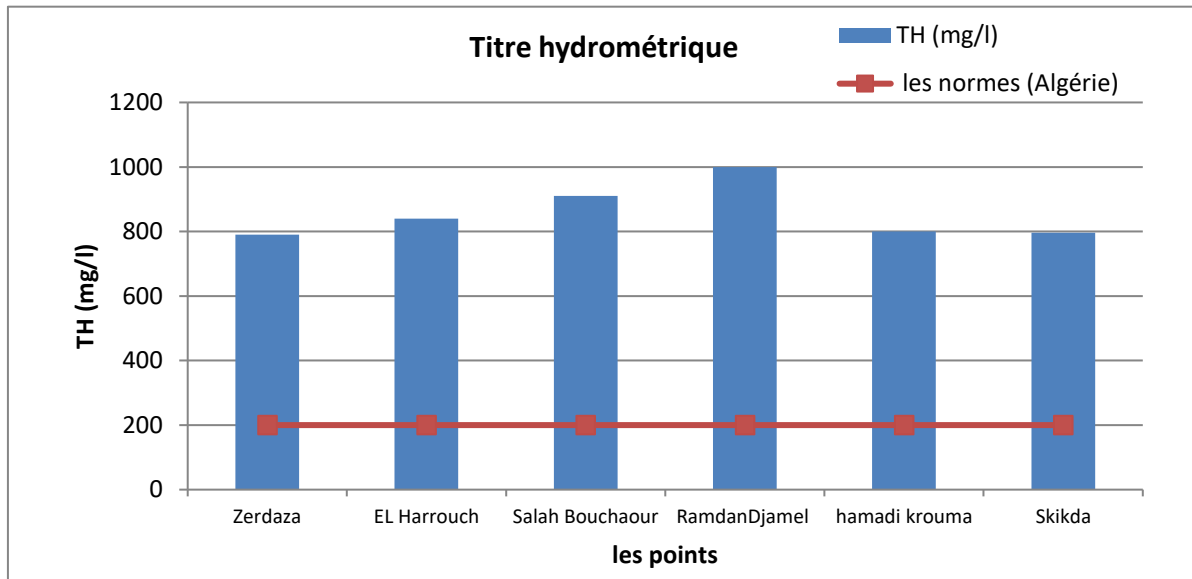


Figure III.6 : histogramme de la variation de TH des six points de prélèvement

L'eau a enregistré des fluctuations importantes, avec des valeurs oscillant entre 790 mg/l au niveau de Zerdaza comme valeur minimalet1000 mg/l au niveau de Ramdan Djamel comme valeur maximale (Fig.III.6). La norme algérienne fixe la limite à 200 mg/l. Or toutes les eaux analysées dépassent cette limite, donc les eaux de cette région sont très dure, ceci est dû à la nature des terrains géologiques traversés par l'eau, ou à la charge polluante contenue dans les eaux usées déversées.

1.7. Calsuim (ca⁺²) :

L'ion calcium joue un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques

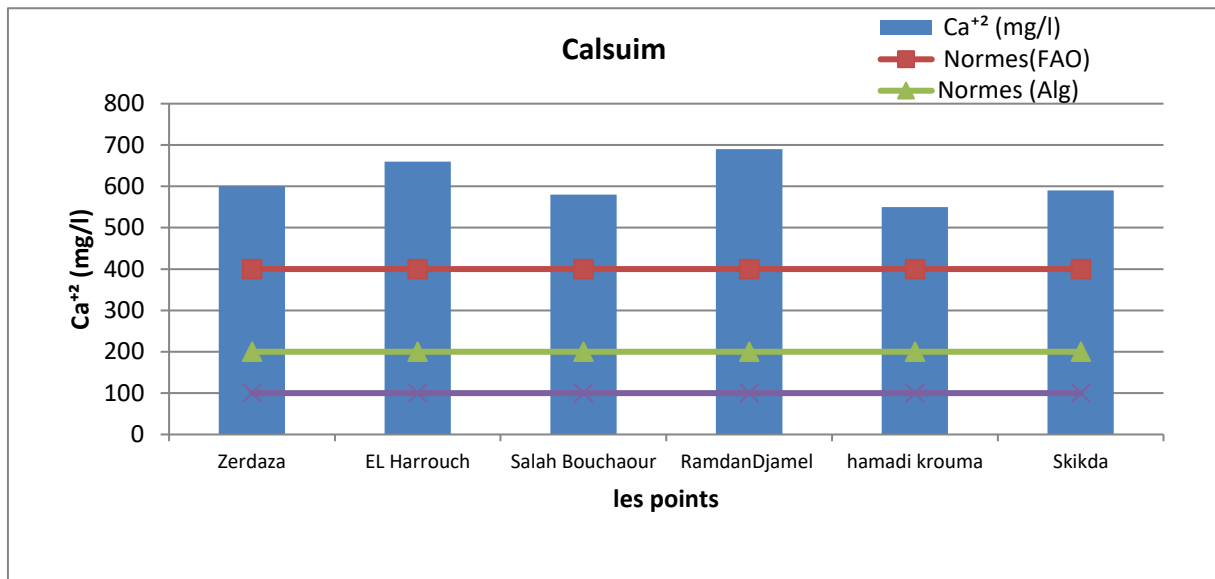


Figure III.7 : histogramme de la variation de calcium des six points de prélèvement

Les valeurs de calcium varient d'une station à une autre, avec une valeur maximale de 700 mg/l pour Ramdan Djamel et une valeur minimale de 550 mg/l pour Hamadi Krouma (Fig.III.7). Les valeurs de calcium sont supérieures aux valeurs guidées de 100 mg/l, fixées pour les eaux naturelles de surface par l'OMS en 2004, de l'Algérie (J.O.N°34, 2011) fixé à 200 mg/l et celle de FAO fixé 400mg/l .

La teneur en ion calcium est liée directement au déversement d'eaux usées qui est une source très probable de la teneur élevée en Ca²⁺ . La présence du calcium peut être aussi attribuée aux processus d'échange de cations à l'évaporation et aux actions des micro organismes (Garrels, 1976) sans oublier la nature géologique des terrains traversés par l'eau (Bremond et Vuichard, 1973).

1.8. Soduim (Na⁺) :

Le sodium est le cation dominant. Généralement associé à l'ion chlorure, il est très soluble dans l'eau, et joue un rôle très important dans la salinité des eaux, il peut être également apporté par le lessivage des sols après l'utilisation des fertilisants (Haddad et Ghoualem, 2014).

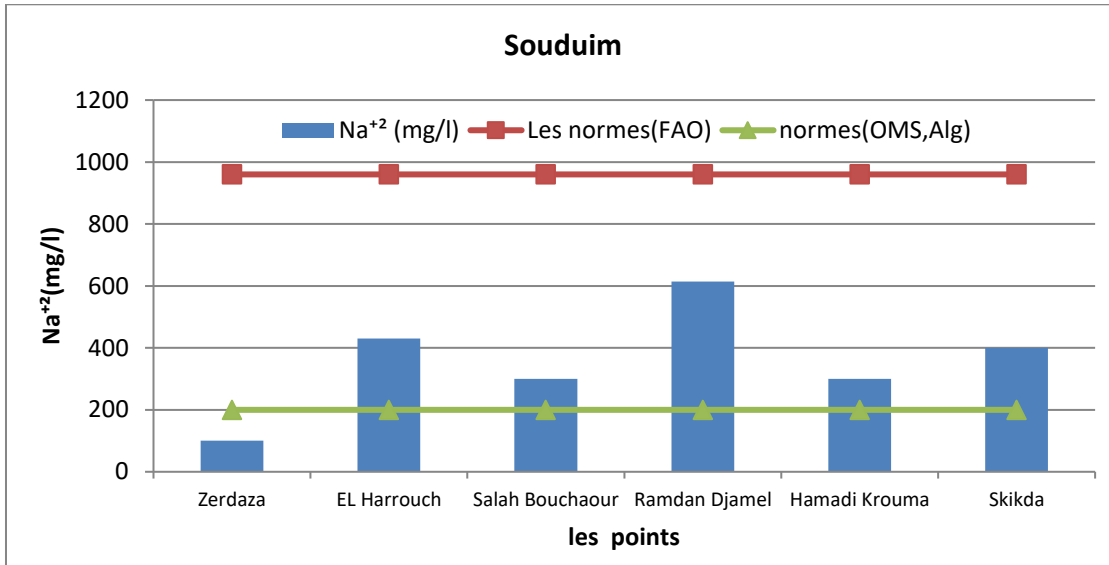


Figure III.8 : histogramme de la variation de Soudium des six points de prélèvement

Les valeurs des sodium varient d'un point à un autre, avec une valeur maximale de 614 mg/l au niveau de Ramdan Djamel et une valeur minimale de 100 mg/l au niveau de Zerdaza (fig III.8). Les valeurs de sodium sont supérieures aux valeurs guidées de 200 mg/l, fixées pour les eaux naturelles de surface par l'OMS en 2004, et celle de l'Algérie (J.O.N°34, 2011) sauf le point de Zerdaza est inférieur aux normes.

1.9. Magnésium (Mg²⁺) :

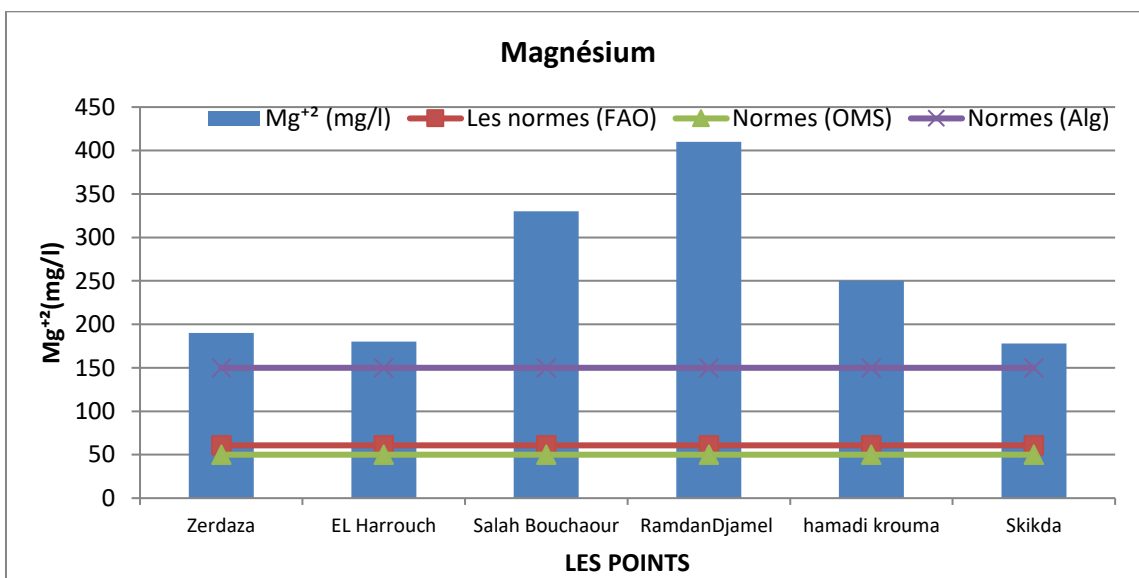


Figure III.9 : histogramme de la variation de Magnésium des six points de prélèvement

Les teneurs du magnésium sont différentes les unes des autres. Au niveau de l’oued, la valeur extrême est de 400 mg/l enregistrée au niveau de Ramdane Djamel, la valeur minimale enregistrée au niveau de Skikda de l’ordre de 178mg/l (Fig.III.9).

Les valeurs de Magnésium sont supérieures aux valeurs guidées de 50 mg/l, fixées pour les eaux naturelles de surface par l’OMS en 2004, et celle de l’Algérie (J.O.N°34, 2011) fixé à 150 mg/l.

Cela est dû à la présence de magnésium dans les roches et les minéraux. Lorsque ces roches et minéraux sont exposés à des facteurs climatiques (tels que l’eau, le vent et les changements thermiques), ils se décomposent et libèrent du magnésium dans l’environnement. Ce magnésium peut se dissoudre dans l’eau et être transporté par les courants d’eau dans les vallées.

1.10.Chlorures (Cl⁻) :

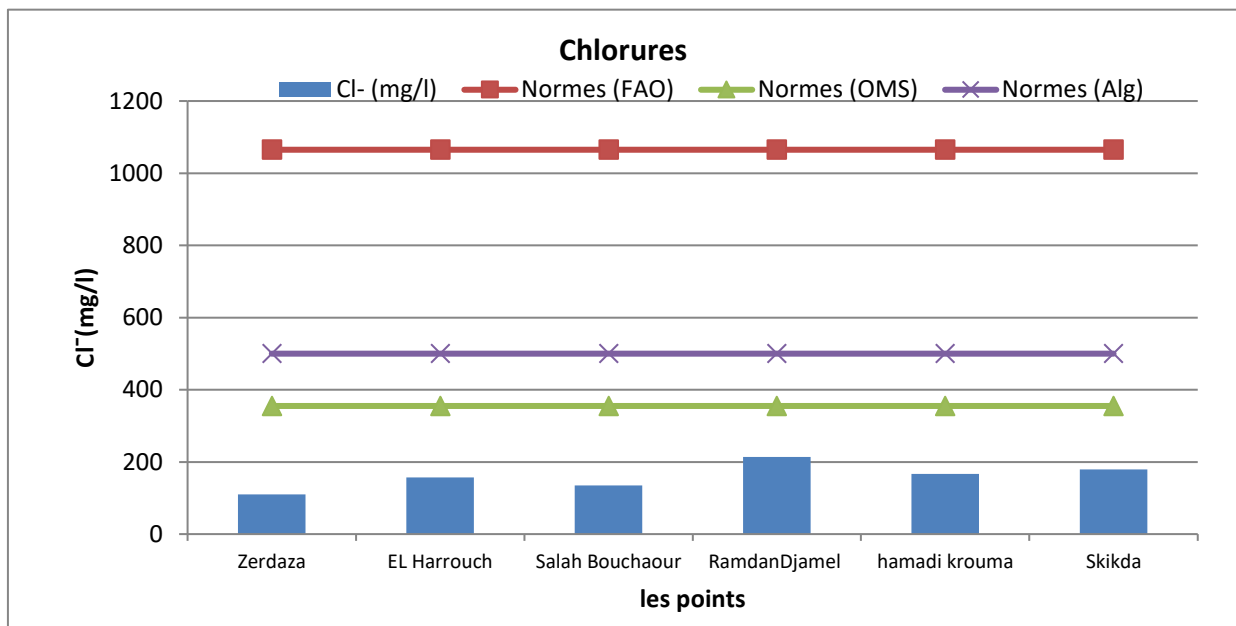


Figure III.10 : histogramme de la variation de chlorures des six points de prélèvement

En se référant à la norme algérienne (J.O.N°34) fixé 500mg/l et les normes internationales (OMS, 2013) fixé 355mg/l et (FAO, 2003) fixé 1065mg/l , l’analyse des résultats (Fig.III.10) montre que les concentrations oscillent entre 110 mg/l et 215 mg/l donc le taux de chlorures dans les eaux de l’Oued Saf-Saf , ce qui est un seuil tolérable pour les modes d’irrigation de surface . Ceci suggère la possibilité d’une dilution pendant les périodes de haut débit suite aux apports d'eaux pluviales,

1.11. Bicarbonate (HCO_3^-) :

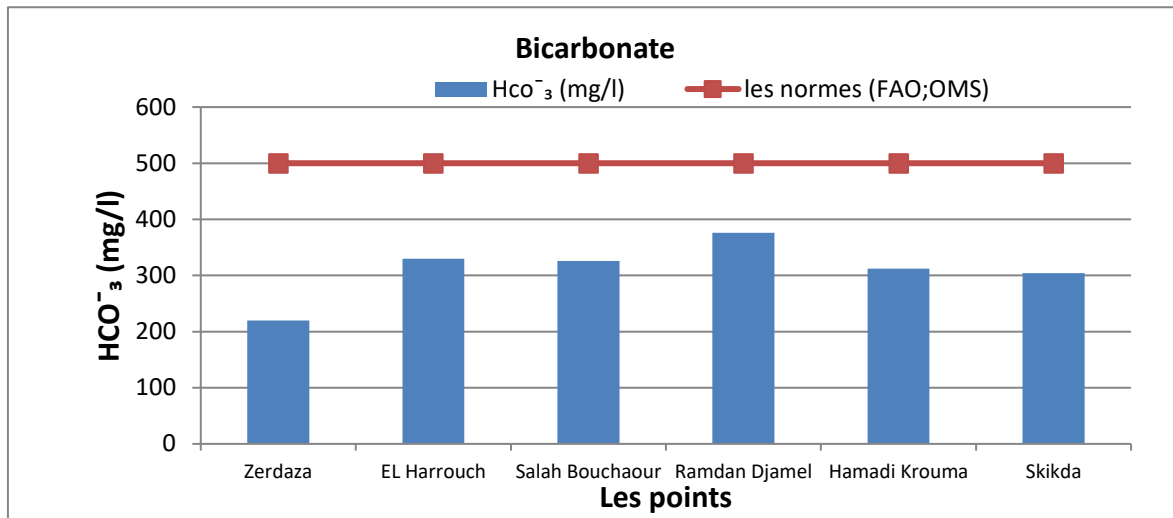


Figure III.11 : histogramme de la variation de Bicarbonate des six points de prélèvement

L'alcalinité (bicarbonates) enregistrée dans l'ensemble des points d'étude est irrégulière. Elle varie entre 220 mg/l et 380 mg/l. Les concentrations sont très fortes et dépassent largement les 30 mg/l, admissibles par l'OMS (2013). Ces valeurs élevées pourraient être attribuées aux rejets liquides susceptibles d'être oxydés et ayant pour conséquence, une production élevée de CO_2 pour la station de la partie aval de l'oued, même chose pour les deux autres stations, car les eaux sont enrichies de matières organiques dus aux diverses activités agricoles. Mehounou et al., (2016) indique que les bicarbonates sont indicateurs de minéralisation totale. Le ruissellement et le lessivage des eaux pluviales pendant la période humide, représente une grande partie des valeurs élevées obtenues.

1.12 .Sulfate (SO_4^{-2}) :

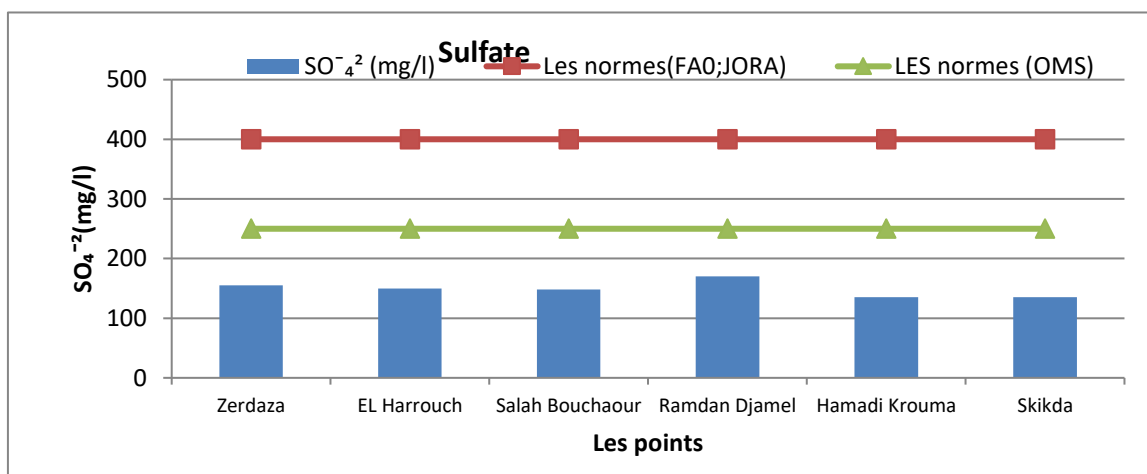


Figure III.12 : histogramme de la variation de sulfate des six points de prélèvement

Les valeurs de ce paramètre dans les eaux étudiées sont variées avec une valeur maximale de 170 mg/l à Ramdane Djamel et une valeur minimale de 135 mg/l au niveau de Skikda.

Les concentrations des sulfates dans les échantillons d’eau inférieures aux normes recommandées, algérienne fixée à 400mg/l et de l’OMS, fixées à 250 mg/l. (Fig III.12).

1.13 Nitrites (NO⁻²)

Des concentrations élevées en nitrites indiquent une pollution organique récente et elles sont témoins aussi souvent de la présence de matières toxiques.

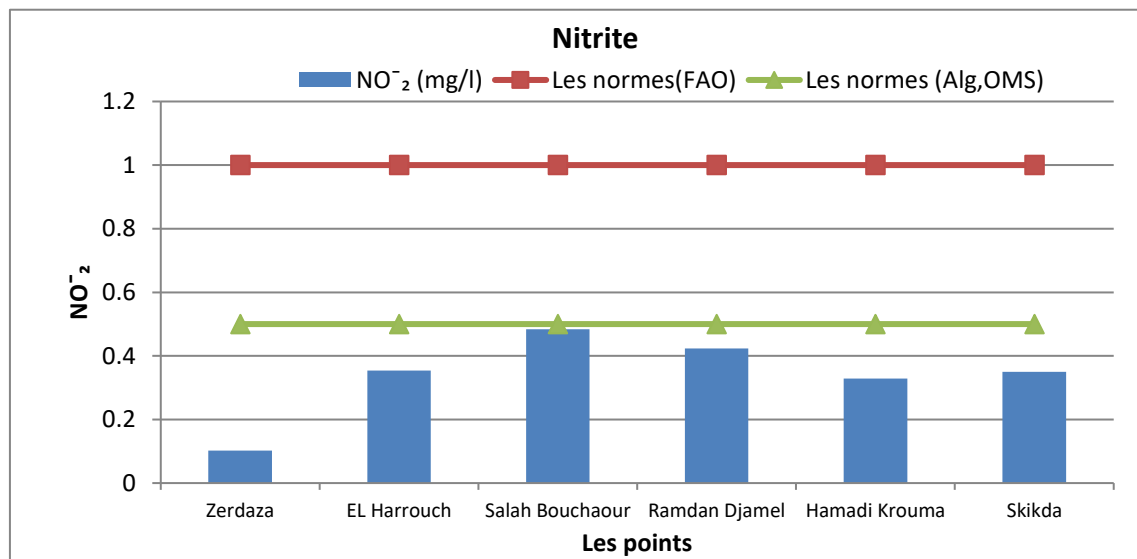


Figure III.13 : histogramme de la variation de nitrite des six points de prélèvement

Les teneurs en nitrites montrent des variations s’observant d’une station à l’autre. La teneur la plus faible est de 0.1 mg/l mesurée au point de Zerdaza, et la plus élevée est de 0.49 mg/l, elle est enregistrée au niveau de Salah Bouchaour (Fig.III.13). Les taux des nitrates sont généralement supérieurs à ceux des nitrites ce qui peut s’expliquer par l’état instable des nitrites dans l’eau. Selon la grille de qualité des eaux naturelles superficielles, l’eau de l’oued est toujours supérieure de bonnes normes.

Les concentrations des Nitrites dans les échantillons d’eau inférieures aux normes recommandées, algérienne de l’OMS fixée à 0.5 mg/l et FAO fixée à 1mg/l.

1.14.Nitrates(NO_3^-) :

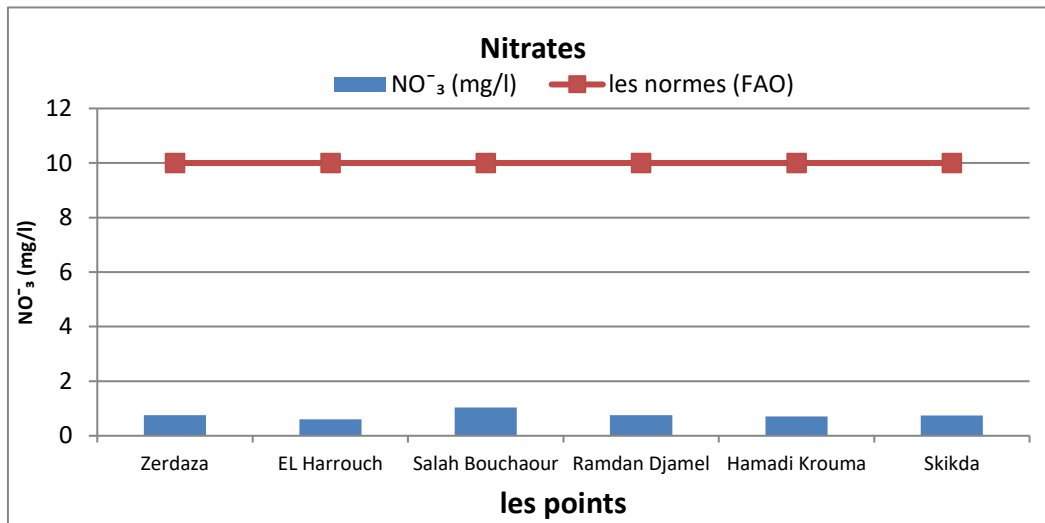


Figure III.14 : histogramme de la variation de nitrates des six points de prélèvement

En ce qui concerne les teneurs en nitrates nous observons des faibles valeurs avec un valeur maximale de 1,04mg/l au niveau de Salah Bouchaour et un valeur minimale de 0,60 mg/L au niveau d’El Harrouch.

Ces valeurs sont inférieures à la norme fixée par les différentes législations (Fig.III.14).

1.15.Matière En Suspension

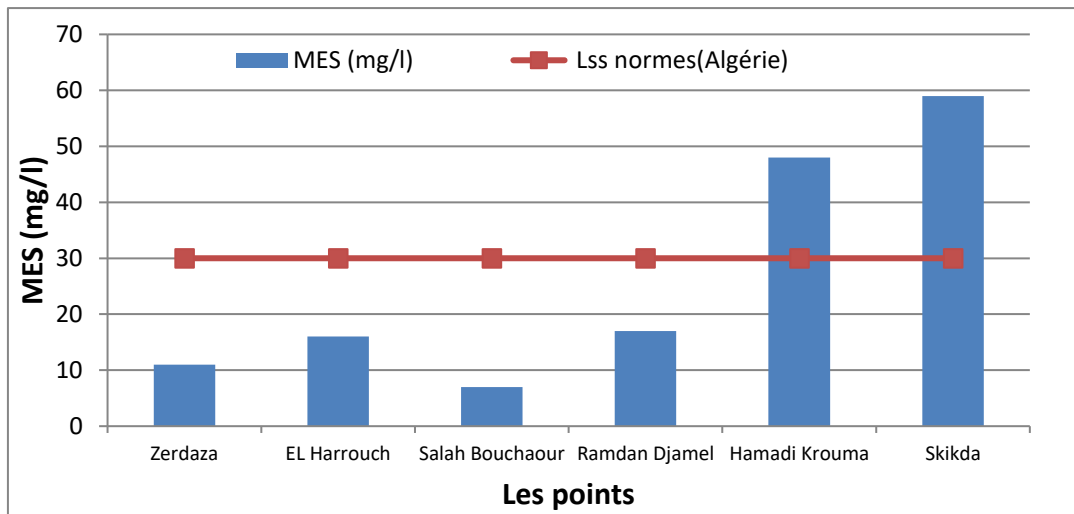


Figure III.15: histogramme de la variation de MES des six points de prélèvement

Les valeurs de MES oscillent entre 7 et 59 mg/l affichant une variation spatiale entre les stations de Skikda et Hamadi Krouma à l’aval et les autres stations situés en aval. . Selon les normes proposées par la loi algérienne, ces valeurs dépassent la valeur fixée à 30 mg/l pour

les points de Skikda et Hamadi Krouma qui due à la présence des rejets industrielles et domestique.

1.16.Demande Biochimique en oxygène (DBO5) :

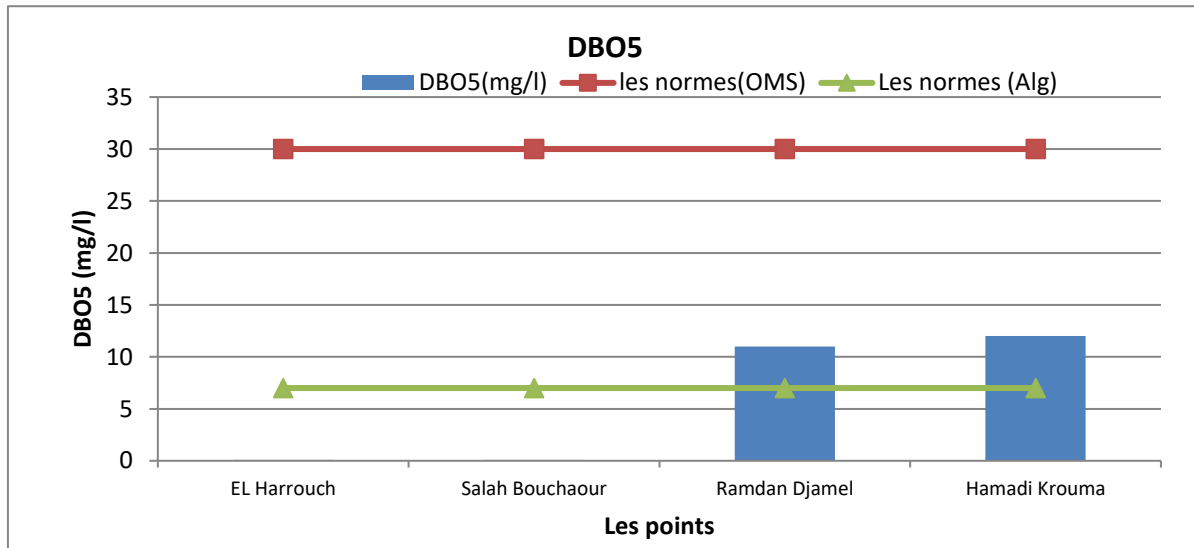


Figure III.16: histogramme de la variation de DBO5 des six points de prélèvement

En se référant à la norme algérienne (J.O.N°34) fixé 7mg/l et les normes internationales (OMS, 2013;FAO, 2003) fixé30.mg/l , l’analyse des résultats (Fig.III.17) montre que les concentrations oscillent entre 0.1 mg/l et 12 mg/l . avec des valeurs superieur au normes au niveau de Ramdane djamel et Hamadi Krouma par contre dans les autres points.

L’augmentation due à la présence des quantité importantes de la matière organique .

1.17.Demande chimique en oxygène (DCO) :

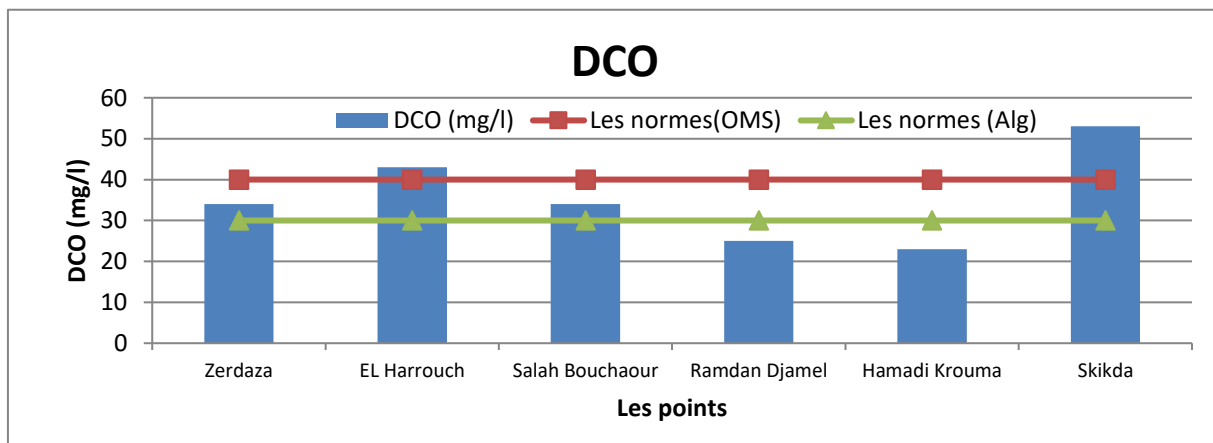


Figure III.17: histogramme de la variation de DCO des six points de prélèvement

Les résultats des DCO montrent des variations s'observant d'une station à l'autre .La teneur la plus faible est de 23 mg/l et la plus élevée est de 53 mg/l, elle est enregistrée au niveau de Skikda (Fig.III.16) Les teneurs de DCO sont généralement supérieures aux normes internationales (OMS, 2013; FAO, 2003) fixé 40 mg/l ,et de l'Algérie (J.O.N°34, 2011) fixé 30 mg/l sauf dans les points Ramdane djamel et Hamadi Krouma sont au normes, en raison de présence des eaux usées riches en matière organique et en nutriments provenant des zones urbaines..

2. Représentation graphique des ions :

2.1. graphique des ions au point de Zerdaza :

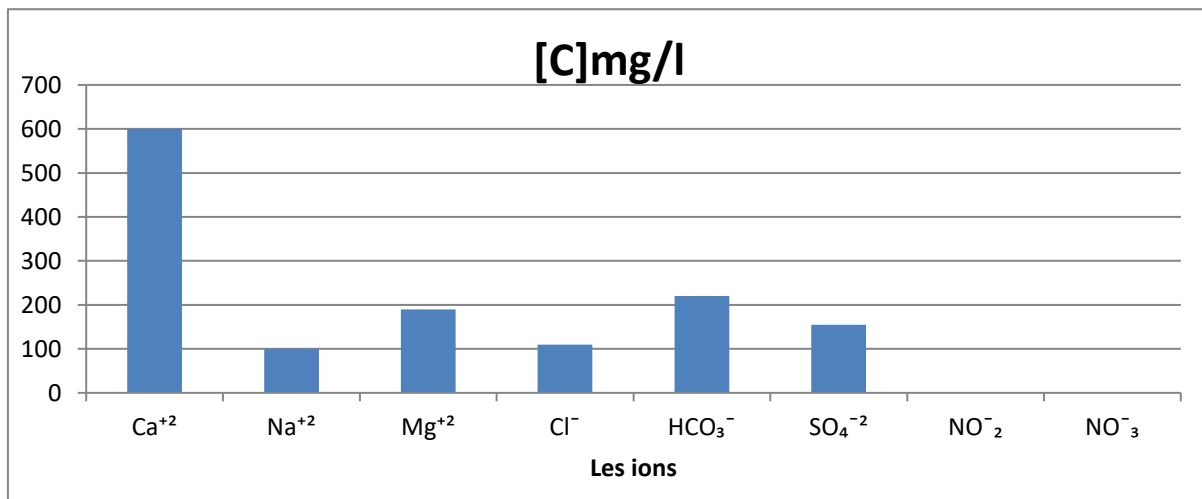


Figure III.18 : histogramme de la variation des ions au point de Zerdaza

2. 2. graphique des ions au point d' EL Harrouch :

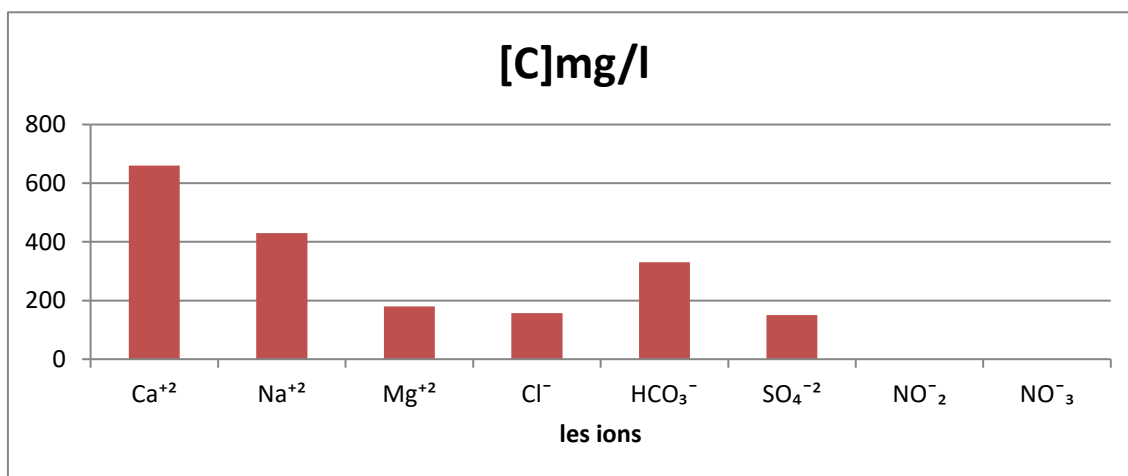


Figure III.19 : histogramme de la variation des ions au point d'EL Harrouch

2.3 graphique des ions au point de Salah Bouchaour :

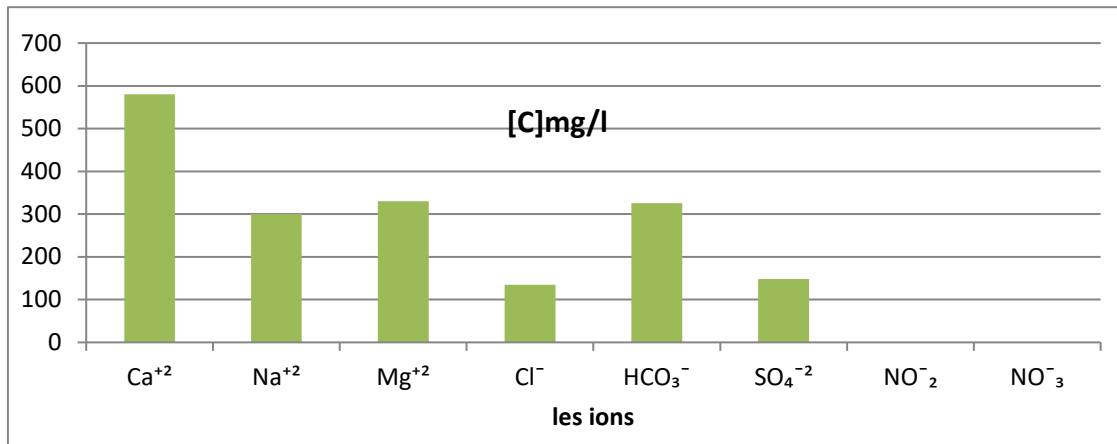


Figure III.20 : histogramme de la variation des ions au point de Salah Bouchaour

2.4. graphique des ions au point de Ramdan Djamel :

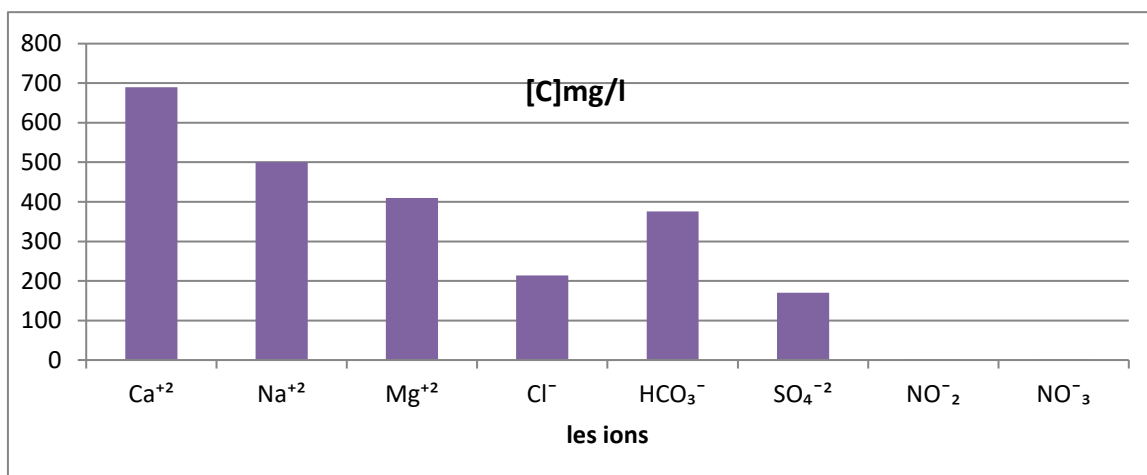


Figure III.21 : histogramme de la variation des ions au point de Ramdane Djamel

2.5. graphique des ions au point de Hammadi kerouma :

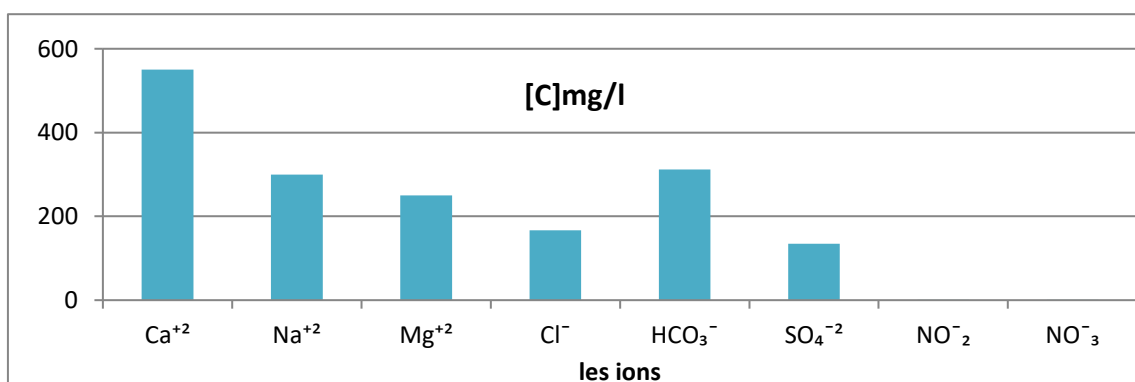


Figure III.22 : histogramme de la variation des ions au point de Hamadi kerouma

2.6 graphique des ions au point de SKIKDA :

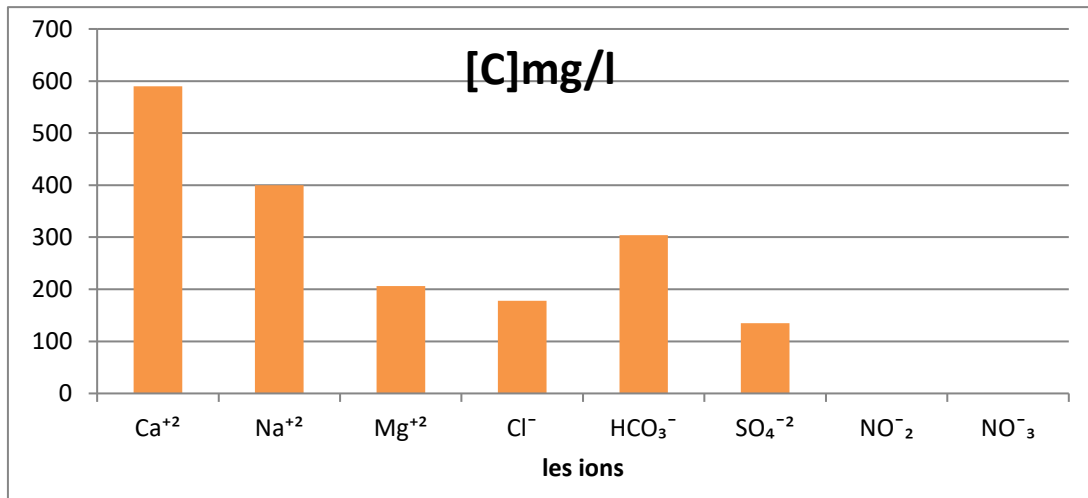


Figure III.23 : histogramme de la variation des ions au point de Skikda

D'après les résultats illustrés pour les six points de prélèvement dans les histogrammes ; on remarque :

➤ Pour les Anions :

On peut constater que l'élément le plus dominant est le bicarbonate dans tous les points de prélèvement et ensuite le chlore.

➤ Pour les Cations :

On peut constater que l'élément le plus dominant dans tous les points est le calcium avec un successive de sodium .

3. Faciès chimiques des eaux :

Pour déterminer les faciès chimique des eaux de notre région nous avons établir une représentation graphique de nôtres résultats sur le diagramme de piper .

Le diagramme de piper est particulièrement adapté à l'étude de l'évolution des faciès des eaux lorsque la minéralisation augmente, ou bien pour distinguer des groupes d'échantillons entre eux et indiquer les types de cations et anions dominants, il met en évidence l'incidence de la géologie sur la qualité des eaux. :

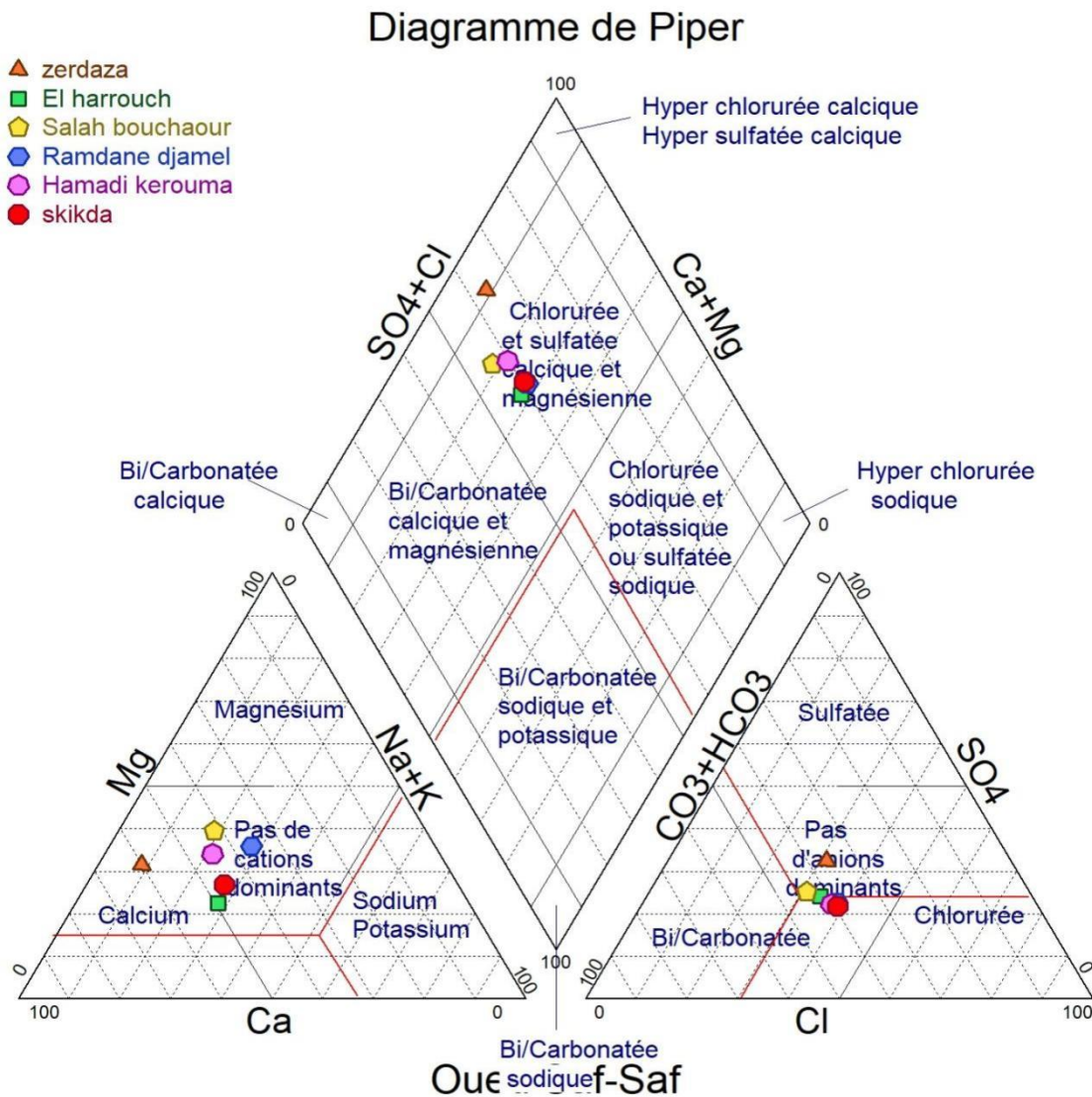


Figure III.24: Représentation graphique des faciès chimiques sur le diagramme de Piper

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 $r\% = \frac{r \times 100}{\sum r \text{ anions}}$

–Pour les cations $r\% = \frac{r \times 100}{\sum r \text{ cations}}$ x : paramètre chimique

La représentation des éléments chimiques des différents échantillons sur le diagramme de Piper (fig III.24) montre que les échantillons dans la même type de faciès chimiques d'eau : chloruré et sulfaté calcique et magnésienne.

4. Diagrammes Richards (Echelle de Riverside) :

Utilisé Pour l'évaluation du risque de salinisation des sols ainsi que l'aptitude des eaux à l'irrigation. Lorsque la concentration des ions Na^+ à l'état soluble dans le sol est importante, ces ions remplacent le plus fréquemment les cations Ca^{2+} (échange de base) dans le complexe adsorbant. Une eau chargée en sels peut provoquer cette action (Richards, 1954). Le risque est déterminé à partir de la valeur du sodium absorbable, « Sodium Absorption Ratio : SAR »

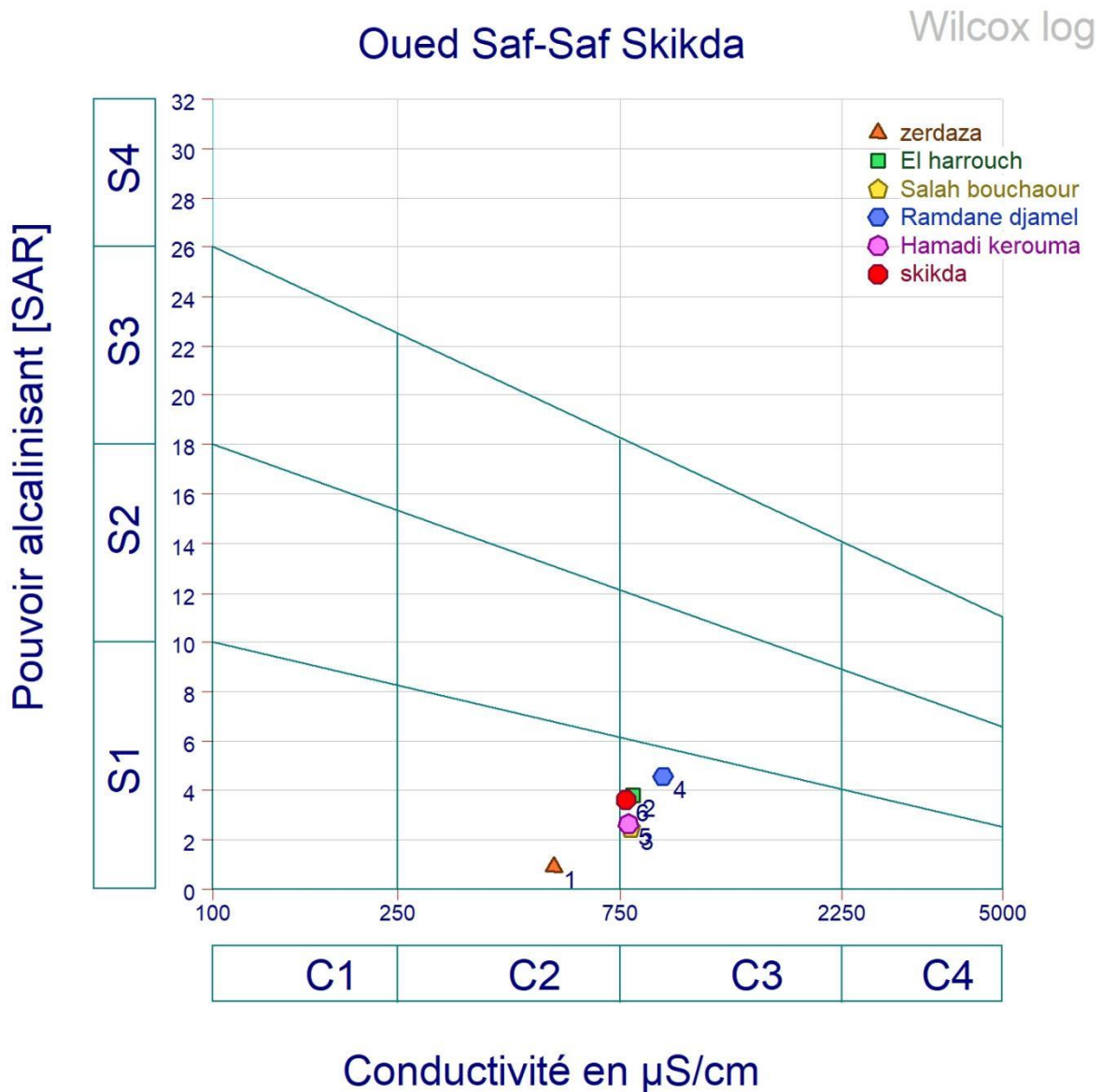


Fig III.25 : Diagramme de Richards (pouvoir alcalinisant) pour les eaux du site d'étude (Oued Saf-Saf)

Le Sodium Absorption Ration(SAR) est un paramètre de qualité de l'eau d'irrigation utilisé dans la gestion des sols affectés par le sodium. C'est un indicateur de l'aptitude de l'eau

à être utilisée pour l'irrigation agricole, déterminée à partir des concentrations des principaux cations alcalins et alcalino-terreux présents dans l'eau.

Tableau III.2 :Classification des eau par leur degré d’aptitude à l’irrigation par la méthode du S.A.R (Indice croisé SAR /conductivité)

- Interprétation des diagrammes de Wilcox et Richards.

Richards	Wilcox	Etat
Bonne	C2S1	Caractérise des eaux d’assez bonne qualité, pouvant être utilisées sans contrôle particulier pour l’irrigation de plantes moyennement tolérantes aux sols ayant une bonne perméabilité. Cette classe est à utiliser avec précaution dans les sols lourds, mal drainés et pour les plantes sensibles (fruitiers)
	C2S2	
Admissible	C3S1	Désigne des eaux médiocres, utilisables seulement pour l’irrigation des cultures tolérantes aux sels, sur des sols bien drainés. La classe C3S2 utilisable avec beaucoup de précautions dans les sols légers et biens drainés avec doses de lessivage et/ou apports de gypse
	C3S2	
Médiocre	C4S2	Indique des eaux de mauvaise qualité, fortement minéralisées, qui ne peuvent convenir qu’à des espèces bien tolérantes aux sels et sur des sols bien drainés et lessivés
	C3S3	
	C4S1	
Mauvaise	C4S4	Eau ne convenant généralement pas à l’irrigation mais pouvant être utilisé sous certaines conditions.
	C3S4	
	C4S3	

Les valeurs obtenues de SAR sont varient entre 1 et 5 méq/l en plus à la conductivité électrique sont varient entre 540 et 950 µS/cm . leurs interprétation selon l’échelle de Riverside nous permet de classer les eaux dans les catégories suivantes:

Le point de Zerdaza dans le classe **C2S1** donc, en général, eau de bonne qualité pouvant être utilisé sans contrôle particulière pour l’irrigation des plantes moyennement tolérantes en sels

Les autres points classé **C3S1** donc en général, eau de qualité admissible convenant à l’irrigation des cultures tolérantes au sel sur des sols bien drainés, l’évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.

5. Diagramme de Wilcox

une classification des échantillons d'eau selon le diagramme de Wilcox propose 5 classes d'eau pour l'agriculture en fonction de 2 éléments : la conductivité et le sodium exprimé en pourcentage (Wilcox, 1948). (Fig. III.26).

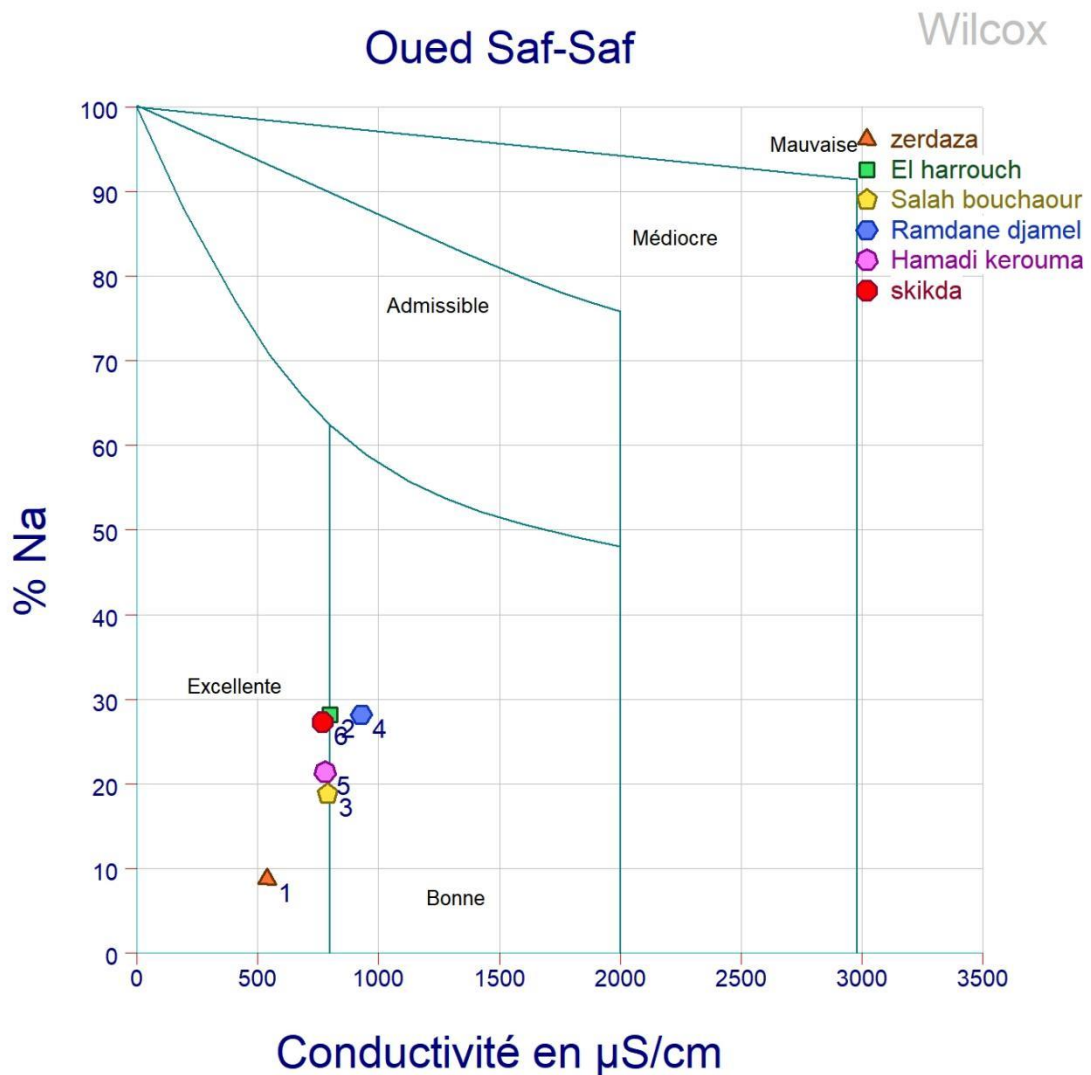


Figure III.26. Diagramme de wilcox pour les eaux du site d'étude (Oued Saf-Saf).

Les valeurs obtenues de Na sont variées entre 9 et 30 % en plus à la conductivité électrique sont variées entre 540 et 950 µS/cm. Leur interprétation selon Wilcox fait ressortir presque les mêmes classes d'eau, une bonne qualité pour les cinq sites de la partie aval et une eau classée d'excellente qualité pour le point de Zerdza.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Aux termes de notre travail, nous avons défini les caractéristiques physico-chimiques des eaux de oued Saf-Saf de la wilaya de SKIKDA, Pour répondre aux objectifs fixés nous avons utilisé un ensemble de méthodes de classifications, d'évaluations et d'analyse .

La région de SKIKDA est caractérisée par un climat méditerrané (hivers froids et humides et étés chauds et secs). La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 680 mm/an et la température moyenne est de 20.05°c . fait partie de domaine bioclimatique sub-humide .

La wilaya de Skikda dispose de grandes réserves hydriques souterraines et superficielles. Le bassin hydrographique de Oued Saf-Saf est situé dans la partie Nord Est de l'Algérie . Il couvre une superficie de 5582 Km² . Il est limité au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la wilaya deJijel , à l'Est par la wilaya de Annaba et enfin au Sud par la wilaya de Mila, de Constantine et de Guelma.

Sur l'aspect qualitatif des eaux superficielle, dans notre travail on s'est intéressé sur toute la zone de Ouse Saf-Saf. À l'aide des données d'analyses physico-chimiques qui sont prélevées dans plusieurs points prélèvements, on a fait des calculs qui montrent :

Le potentiel hydrogène (pH) et la conductivité de l'eausont toujours dans les normes

Les résultats des variations de TDS de l'eau d'Oued Saf- Saf sont supérieur aux normes sauf Zerdaza inférieur aux normes .Certains viennent des sources organiques comme les feuilles, le limon, le plancton, les déchets industriels, les égouts. D'autres viennent des ruissellements des zones urbaines et l'utilisation des engrais et des pesticides dans agriculture .

L' oxygène dissous de l'eau de l'Oued Saf- Saf dans les points de Zerdaza , Salah Bouchaour et Skikda sont aux normes mais les valeurs au niveau de EL Harrouch et Ramdan Djamel et Hamadi kerouma sont très faible.

Le titre alcalimétrique est nul dans toutes les points de prélèvement .

Le Titre alcalimétrique complet (TAC) de l'eau de l'Oued Saf- Saf sont toujours dans les normes .

Le titre hydrométrique (TH) analysées de cette région sont très dure et supérieur au norme , ceci est dû à la nature des terrains géologiques traversés par l'eau, ou à la charge polluante contenue dans les eaux usées déversées.

Les valeurs de calcium, de sodium et des magnésium sont supérieures aux valeurs guide, les teneurs des ions sont liée directement au déversement d'eaux usées qui est une source très probable .

Les concentrations de tous les anions sont toujours conformes aux normes dans tous les points de prélèvements .

les constituants observés dominants dans ces eaux sont l'anion de bicarbonate et le cation de calcium.

Pour les indicateurs de pollution :

Les valeurs de MES sont dans les normes sauf Hamadi krouma et Skikda qui due à la présence des rejets industrielles et domestique.

Les valeurs de DCO dans Les normes sauf Skikda et harrouchen raison de présence des eaux usées riches en matière organique et en nutriments provenant des zones urbaines.

Les valeurs de DBO5 est toujours aux normes dans les quatre points El harrouch, Salah bouchaour, Ramdane Djamel , Hamadi krouma avec des valeurs supérieures aux normes au niveau de Ramdane djamel et Hamadi Krouma. L'augmentation due à la présence des quantités importantes de la matière organique .

Les représentations des analyses chimiques des eaux sur les diagrammes de Piper montrent que la qualité des eaux est caractérisée par le même type de faciès chimique d'eau : chloruré et sulfaté calcique et magnésien

Sur le plan de l'irrigation, à l'aide de logiciels diagrammes on a réalisé deux diagrammes (Richards et Wilcox) qui peuvent déterminer l'aptitude des eaux à l'irrigation, les résultats obtenus montrent que selon l'échelle de Riverside nous permet de classer les eaux dans des eaux de bonne qualité pouvant être utilisées sans contrôle particulier pour l'irrigation des plantes moyennement tolérantes en sels pour le point de Zerdaza,

Les autres points en général des eaux de qualité admissible convenant à l'irrigation des cultures tolérantes au sel sur des sols bien drainés, l'évolution de la salinité doit être contrôlée. les eaux analysées sont acceptables pour l'utilisation à l'irrigation mais l'évolution de la salinité doit être contrôlée.

Enfin selon Wilcox les eaux de Oued Saf-Saf sont de bonne qualité pour les cinq sites de la partie aval et une eau classée d'excellente qualité pour le point de Zerdza.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

Les référence Bibliographiques

Abdoulaye et Aboudou, 2016 : Hydrodynamics survey and evolution of environmental parameters (temperature, pH and the dissolved oxygen) of the liquid waste refining station of Parakou (Benin Republic). International Journal of Innovation and Applied Studies; Rabat Vol. 17, N° 4: 1313-1323.

Amiour A., (2005) : Les zones préférentielles de la mondialisation en Algérie. Exemple de Skikda, Université Mentouri Constantine, Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister, 156 p.

ANIREF (2020), Agence National d'Intermédiation et de Régulation Foncière Rubrique Monographie (wilaya de Skikda)

A.N.P.E.,(1994): Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement, Monographie de la wilaya de Skikda. M.A.T.E., 220 p.

Ashraf et Al 2017: Challenges and opportunities for using wastewater in agriculture: a review. J. Appl. Agric. Biotechnol., 2(2): 1-20.

BAGNOULS.ETGAUSSEN H. (1957) : Les climats biologiques et leurs classifications. ann. geogr. FR. N° 355: 193-220.

Belabed B. 2010 : *La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba« Sources de contamination des écosystèmes aquatiques »*. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 43 p.

Benamar et Al 2002 : Traitement des eaux du bassin hydrographique de la Tafina (N-W Algeria). Desalination 152 : 113-124.

Benderradji M. E. H., (2000) : Les milieux humides de l'extrême Nord-est algérien de Guerbès aux confins algéro-tunisiens: Ecogéographie et aménagement. Thèse Doctorat, Univ. Mentouri, Constantine,

Beniston 1984 N . 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 Badji Mokhtar, Annaba. 29-30 p.

Bouillin J.P. (1977) : Geologie alpine de la petite kabylie dans les régions de Collo et d'El Milia. Thèse d'état, Paris. 509p.

BOUHAYENE S , 2015 : Evaluation bactériologique des zones de baignade de la baie de Skikda (N. E. Algérien) : these de doctorat Université Badji Mokhtar - Annaba .

BOUMEDIQU, F, Z., et FEKIH.M. 2014. Etude de la qualité de l'eau « Exquise » destinée à l'irrigation des terres d'ELFehoul. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Agronomie. Faculté des sciences de nature et de la vie et des sciences de la terre et du l'univers. Université Abou BekrBelkaid, Telemcen, 86p.

Boumedol 2000 : Etude caractéristiques physico-chimiques de certaines sources d'eau potable de la ville de Tiaret. Mémoire ING ISA, Tiaret.

Bremond et vuichard 1973 : Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de Protection de la Nature et de l'Environnement, Ed. La documentation française, Paris, 179 p.

Derwiche et Al 2010 : Caractérisation physicochimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fes. Larhyss journal 08 : 101-112.

Durand-Delga M. (1969) : Mise au point sur la structure du Nord-est de la Berbérie.

Frédéric ,2010 . *Humidité atmosphérique et précipitations* p33.

FAO, (2003) : L'irrigation avec les eaux usées traitées. Manuel d'utilisation. Bureau Régional pour le Proche Orient et l'Afrique du Nord. Caire Egypte. 68 p.

FRANK, J., et KEMMER, N.1984. Manuel de l'eau. Editeur Ed : Lavoisier, 3-102-105p.

Garrels 1976: A survey of low-temperature water-mineral reactions. In Interpretation of Environmental Isotope and Hydrochemical Data in Ground-Water Hydrology, pp.65-84. Vienna International Atomic Energy Agency.

Gouaidia, et Al. 2013: Assessment of the groundwater salinity used for irrigation and risks of soil degradation: Example of the plain of Meskiana, Northeastern Algeria. *Geo-Eco-Trop*, 37(1), 81-92. G -FRANK, J., et KEMMER, N.1984. Manuel de l'eau. Editeur Ed: Lavoisier, 3-102-105p.

Haddad et Ghoualem 2014 : Caractérisation physico-chimique des eaux du Bassin hydrographique côtier algérois. Larhyss Journal, 18.155-167.

Hallaci S, Mahboubi L 2019 : Influence des rejets liquides du complexe GL1/K sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'Oued Saf-Saf -SKIKDA mémoire de master Université 8 Mai 1945 Guelma.

Harrat, et Achour,(2010). Pollution physico-chimique des eaux de barrage de la région d'El Tarf, Impact sur la chloration. Larhyss Journal. N° 08 : 47-54.

Joleaud L . (1912) : Feuille au 50000 eme Philippeville.

J.O.N°34, 2011 : Journal Officiel De La République Algérienne N° 19 juin 2011. Décret exécutif N°11-219 du 10 Rajab 1432 correspondant au 12 juin 2011 fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines.

LECLERE et al, 1994 : Microbiologie générale, la bactérie et le monde bactérien. Edition: Doina éditeur, Paris, 435p.

Lemoy C. (1969) : Contribution à l'étude géologique du massif de Filfila (Algérie nord orientale) stratigraphie des unités allochtones : structure et métamorphisme du massif. Thèse 3eme cycle, nancy. 96p.

Mahjoub Y. (1991) : Cinématique des déformations et évolution P,T anté-alpines et alpines en petite Kabylie (Algérie Nord-orientale). Un model d'évolution du domaine tellien interne. These és sciences, Alger, 196p.

Mehounou et Al 2016 : Caractérisation physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines et superficielles dans la zone de production cotonnière d'Aplahoué. Journal of Applied Biosciences 103:9841 – 9853 ISSN 1997–5902.

Merzoug, 2015 : Structure du Fuligule nyroca Aythya nyroca dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : Statut et description des habitats. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 65,68 p.

Meyberk, (1996). River water quality, global ranged time and space variabilities. Vehr. Int. Verein. Limnol., 26, 81-96.

NISBET, M., et VERNEAUX, J. 1970. Composantes chimiques des eaux courantes : discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses. Ann. De limnologie. 6 (2) : 161-190p.

Nouayti et Al 2015, Ayad et kahoul 2016 : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines. Thèse de l'obtention du diplôme de doctorat 3 ème cycle LMD en microbiologie, Faculté des sciences, département de biochimie, Université badji Mokhtar Annaba.

OMS 2013 : Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume II: Utilisation des eaux usées en agriculture, 121-145.

Perrin C. (1969) : Contribution à l'étude géologique du massif de Filfila (Algérie nord orientale) : Stratigraphie et sédimentologie de la série mésozoïque de l'unité inférieure. thèse 3eme cycle ,Nancy.102p. structure du Nord-est de la Bérberie. Bulletin du Service Géologie d'Algérie, n°39, pp.89-11.

plauborg et Al 2015 : Safe and high-quality food production using low quality waters and improved irrigation systems and management: SAFIR. Agricultural water management, 98(3), 377-384.

Raoult J.F. (1974) : Géologie du centre de la chaine numidique (Nord du constantinois, Algérie). **Rapport de Service laboratoire complexe RA2.**

Richards 1954 : Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric.Handbook 60, USDA, Washington D.C. 160 p.

Reggam et Al 2015 : Qualité physico chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord-Est de l'Algérie): Caractérisation et analyse en composantes principales [Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (Northeastern Algéria): Characterization and principal component analysis)]. vol 6, No 5. p1417-1425.

Rodier, 1984 : L'analyse de l'eau, 7ème Edition, Ed. Dunod, Paris.

Rodier et Al 2009 : L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Résiduaires.Eau de mer. 9ème édition. Dunod. Paris, 1383p.

Touati .F.Geissmann,T, 2004 : *Cadastre littoral de la wilaya de Skikda* .161 p.

Trainer J., (1991) : Projet pilote de développement forestier du massif de Collo/Algérie - Instruction d'aménagement du massif de Collo. Deutsche forest service (D.F.S.) GmbH, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (DGTZ) GmbH, Feldkirchen, Collo.

Vila J.M. (1980) : La chaine alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens. Thèse d'état, Paris. 665p.

Wilox 1948: The quality of water for agricultural use. US Dept Agriculture Tech. Bull. 1962, Washington D.C.

Les sites:

[1]. <https://Intérieur.gov.dz>

Résumé :

Notre étude est réalisée sur Oued Saf-Saf qui considéré comme l'une des cours d'eaux les plus importants et une source irrigation dans la région Skikda , pour surveiller l'état actuelle de la qualité des eaux qui coule dans cet oued et de déterminer si l'eau répond aux normes de qualité requise pour une utilisation agricole, une caractérisation qualitative et quantitative à travers divers paramètres fut réalisée sur des échantillons d'eau prélevée de manière aléatoire et systématique. On été effectués six prélèvements de différentes zones au niveau de oued Saf-Saf Zerdaza , El harrouch, Salah bouchaour, Ramdane Djamel, Hamadi krouma, Skikda sur une période du mois d'Avril 2024 .

Cette étude concerne les analyses physico-chimiques et Paramètres indicateurs de pollution (MES , DBO5, DCO) .Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que Les éléments majors le plus abondante sont le chlorure et le Sulfate avec le calcium et le magnésium .

Les résultats trouvés comparés aux directives de La FAO(2003),l'OMS(1989),JORA (2011) et avec celle de Rodier (2005) des eaux superficielle et des eaux d'irrigation.

Le Taux d'Absorption du Sodium (SAR) et le pourcentage de sodium ont (diagramme de Wilcox et Riverside) révélé en général, eau de bonne qualité pouvant être utilisé sans contrôle particulière pour l'irrigation et certain points la salinité doit être contrôlée.

Mots clés : Oued Safsaf , paramètres physico-chimique , Irrigation, pollution, Skikda

Summary :

Our study is carried out on Oued Saf saf which is considered one of the courses most important water sources of Skikda, to monitor the current status of the quality of water flowing in this wadi and to determine whether the water meets the quality standards required for agricultural use. A qualitative and quantitative characterization through various parameters was carried out on water samples taken randomly and systematically.

Six samples were taken from different areas at wadi safsaf zerdaza, El harrouch, Salah bouchaour, Ramdane Djamel, Hamadi krouma, Skikda over a period of April 2024.

This study concerns physicochemical analyzes and pollution indicator parameters (MES, BOD5, COD).The results from the physicochemical analyzes show that The most abundant major elements are chloride and sulfate with calcium and magnesium.

he results found compared to the guidelines of FAO (2003), WHO (1989), JORA (2011) and that of Rodier (2005) for surface water and irrigation water.

The Sodium Absorption Rate (SAR) and the percentage of sodium (Wilcox and Riverside diagram) revealed that in general, good quality water can be used without special control for irrigation and certain points the salinity must be controlled.

Keywords: Oued Safsaf, physico-chemical parameters, water quality, Irrigation. Pollution, Skikda

المخلص: تتم دراستنا على وادي الصفصاف الذي يعتبر من أهم الوديان و مصادر السقي في منطقة سكيكدة، لرصد الوضع الحالي لنوعية المياه المتدفقة بهذا الوادي وتحديد ما إذا كانت المياه تلبى معايير الجودة المطلوبة للاستخدام الزراعي تم إجراء التوصيف النوعي والكمي من خلال معايير مختلفة على عينات المياه المأخوذة بشكل عشوائي ومنهجي. تم أخذ ستة عينات من مناطق مختلفة في وادي الصفصاف زردازة، الحروش، صلاح بوشحور، رمضان جمال، حمادي كرومة، سكيكدة خلال فترة أبريل 2024. (MES، BOD5، COD) تتعلق هذه الدراسة بالتحليلات الفيزيائية والكيميائية ومعايير مؤشر التلوث. وتظهر نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية ان العناصر الرئيسية الأكثر وفرة هي الكلوريد والكبريتات مع الكالسيوم والمغنيسيوم تم العثور على النتائج بالمقارنة مع المبادئ التوجيهية لمنظمة الأغذية والزراعة (2003)، منظمة الصحة العالمية (1989)، JORA (2011) و Rodier (2005) للمياه السطحية ومياه الري. أظهر معدل امتصاص الصوديوم (SAR) ونسبة الصوديوم (مخطط ويلكوكس وريفرسايد) أنه بشكل عام، يمكن استخدام هذه المياه ذات النوعية الجيدة للري دون مراقبة خاصة إلا في بعض النقاط يجب التحكم في معدل ملوحته .

الكلمات المفتاحية: وادي الصفصاف، العوامل الفيزيائية والكيميائية، نوعية المياه، الري، التلوث، سكيكدة .