

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية المحروقات والطاقات المتجددة وعلوم الأرض والكون

مذكرة: ماستر أكاديمي



قسم: علوم الكون و الأرض

تخصص: هيدروجيولوجيا

# جيوكمياء شط عين بيضاء (ورقلة) وتطورها

أستاذ الرئيسي: دا نوال بوسعادة

من الإعداد:

أستاذ المناقش: دا بلعور عبد العزيز

يازي فوزية

أستاذ المشرف: برفسور حسيني مسعود

السنة الجامعية: 2024/2023

## الإهداء

أهدي هذا العمل إلى من لا يستطيع ان  
اشكره بما فيه الكفاية. إلى من احمل اسمه  
بكل فخر لمن نزع الشوك من طريق النجاح  
أبي الغالي . إلى ملاكي في حياة إلى من كان  
دعائها سر نجاحي و حنانها بلسم جراحي  
إلى سراج المنير أمامي في طريق أُمي  
الغالية . إلى دعمي المادي و المعنوي أختي  
الحببية هناء. إلى إخوتي و أخواتي . إلى  
عائتي

إلى من مد لي يد العون خطيبي وإلى  
عائلته . إلى من ساندني في هذه المذكرة .

## الشكر

وفي نهاية هذا العمل , أود ان اشكر جميع الأشخاص الذين ساعدوني عن كئيب او من بعيد في تحقيقه .

أقدم بكل امتنان العميق واصدق شكري لمشرفي د: حسيني المحاضر بجامعة ورقلة على توجيهي و على صبره و مشورته الحكيمة التي ساهمت بشكل كبير في تقدم عملي .ذ

كما أود ان اشكر أعضاء لجنة التحكيم على موافقتهم على فحص عمل سيدي و الحكم عليه.

أود ان اشكر مدير المخبر البحث العلمي السيد قجا عمر على تواجده و انسانيته و تشجيعه .

أود ان اشكر جميع الأساتذة الذين شاركوا في تدريبي سيد جبدل , سيد نزلي , سيد بن فرج الله

و أتوجه بالشكر إلى السيد عبد القادر بن طالب رئيس في قسم جيولوجيا في مديرية الموارد المائية (تزرارت )

شكر خاص لجميع عمال سوناطراك في مخبر الصخري DLCC في قسم تحليل المياه

## فهرس المحتويات

|         |  |
|---------|--|
| .....   | الملخص   |
| 1.....  | المقدمة العامة   |
|         | الفصل الاول : الموقع الجغرافي و الإطار الجيولوجي للمنطقة |
| 3.....  | الموقع الجغرافي  |
| 4.....  | الاطار الجيومورفولوجي                                    |
| 5.....  | الاطار الجيولوجي   |
| 8.....  | الاطار المناخي   |
| 9.....  | السياق الهيدروجيولوجي                                    |
|         | الفصل الثاني : المنهجية والوسائل المستعملة               |
| 12..... | المنهجية   |
| 12..... | المهام الميدانية   |
| 13..... | تحليل الايونات الرئيسية                                  |
| 21..... | حيود الاشعة السينية DRX                                  |
| 22..... | البرمجيات  |
|         | الفصل الثالث : النتائج والمناقشات                        |
| 25..... | الاطار الجيومورفولوجي                                    |
| 25..... | الموقع الجغرافي  |
| 25..... | جيولوجيا الشط  |
| 26..... | الاعدادات الفيزيائية و الكيميائية                        |
| 28..... | العناصر الاساسية   |
| 31..... | علاقة العناصر  |
| 32..... | تصنيف سحنة المياه الجيوكيميائية                          |
| 35..... | تحليل DRX  |
| 37..... | التلوث البيئي شط عين البيضاء                             |
| 41..... | الخلاصة العامة   |
| 42..... | المراجع  |

## قائمة الأشكال

- الشكل 1 : حدود الجغرافية لولاية ورقلة.....3
- الشكل 2: موقع الشط عين بيضاء ( صورة 2024(Google Eart).....4
- الشكل 3: موضع الصحراء السفلى .....5
- الشكل 4: القسم الجيولوجي شرق-غرب الجزائر ( مجلس العالمي للطاقة 2007) .....5
- الشكل 5: العمود الطبقي النموذجي لشمال الصحراء .....8
- الشكل 6: القسم الهيدروجيولوجي CT و CI .....10
- الشكل 7:الموقع الجغرافي لمنطقة دراسة شط عين بيضاء .....12
- الشكل 8 : جهاز قياس MULTI-PARAMETRE.....13
- الشكل 9 : لون البيكربونات قبل المعايرة .....14
- الشكل 10: لون البيكربونات بعد المعايرة.....14
- الشكل 11: لون الكالسيوم قبل المعايرة.....15
- الشكل 12:لون الكالسيوم بعد المعايرة .....16
- الشكل 13: لون المغنيزيوم قبل المعايرة .....17
- الشكل 14 : لون الغزريوم بعد المعايرة.....17
- الشكل 15 : جهاز ترشيح فراغ الزجاجي مع وصلة أرضية.....18
- الشكل 16: مقياس الجهد الأوتوماتكي من نوع ميتريوم.....19
- الشكل 17: مقياس الطيف الضوئي لانبعاث الفلانوم من نوع JENWAY .....20
- الشكل 18: مبدأ انبعاث الذهب (قانون لاميرت ) .....20
- الشكل 19: طريقة سحق العينات الصخرية.....21
- الشكل 20: خريطة طبوغرافية لشط عين بيضاء.....25

## قائمة المخططات

- مخطط 1: نسبة درجة الحرارة خلال ثلاثة اشهر ..... 9
- مخطط 2 : متوسط هطول الامطار خلال ثلاثة أشهر ..... 9
- مخطط 3 مبداء حيود الاشعة السينية DRX بواسطة شبكة بلورية..... 22
- مخطط 4: تطور ارقم الهيدروجيني خلال اشهر..... 26
- مخطط 5: تطور درجة حرارة خلال ثلاثة اشهر..... 27
- مخطط 6: نسبة الكثافة خلال اشهر ..... 28
- مخطط 7 علاقة بين العناصر الرئيسية..... 31

## الملخص

نظرا لأهمية الموارد الطبيعية, كانت صحراء الجزائر موضوعا لعدة دراسات جيولوجية و هيدروجيولوجية فان التكوينات العميقة للعصر الأول و الثاني معروفة بسبب ثرواتها المعتبرة من النفط و المياه و أما تكوينات العصر الثالث و الرابع غير معروفة وخصوصا على المستوى المحلي .

الغرض من هذه الدراسة هو فهم جيوكيمياء البحيرة المالحة لشط عين بيضاء و دراسة تطورها وهي بحيرة فريدة من نوعها و خاصة أنها تقع بالقرب من منطقة حضرية كبيرة و محيطية ببساتين شاسعة من النخيل. لتحقيق هذه الدراسة و تنفيذها تم أخذ عينات المياه من محطات مختارة. كما تم اخذ القياسات الفيزيائية في الميدان أما العينات فقد تم تحليلها على مستوى مخبر جيولوجيا الصحراء بجامعة ورقلة . من الناحية الجيولوجية يتميز شط عين البيضاء بوجود طبقة مليحة في السطح, أما الطبقات السفلى فيها عبارة عن طبقات رملية وطبقات من المواد العضوية كما لاحظنا وجود مستويين من الصخور البخرية .

ان التحاليل الكيميائية للمياه الشط في مختلف المحطات أثبتت عدم تجانس هاته المياه وهذا راجع لتعدد مصادر المياه. السحنة الكيميائية لمياه الشط هي عبارة عن كلوريد الصوديوم و البوتاسيك أو كبريتات الصوديوم ( Chlorurée sodique et potassique ou sulfatée sodique ). مياه شط تتبخر تدريجيا لتصل إلى مراحل متقدمة من التبخر من اجل تحديد تسلسل تسريبات الأملاح خاصة مع وجود كميات كبيرة من كبريتات المغنسيوم التي تشكل الأملاح الذاتية. أظهرت الدراسات للمكونات الرئيسية لمياه الشط عين بيضاء اختلاف العلاقة بين الشوارد الرئيسية و المعطيات الفيزيائية و الكيميائية من محطة إلى أخرى.

يؤثر الإنسان على البحيرة المالحة و ذلك عبر قنوات صرف الصحي القادم من مدينة ورقلة و مياه الزراعة , و نفايات, مما يؤدي إلى تلوث مياه الشط .

### Résumé en français

En raison de l'importance des ressources naturelles, le désert algérien a fait l'objet de plusieurs études géologiques et hydrogéologiques. Les formations profondes des première et deuxième ères sont connues pour leurs importantes ressources en pétrole et en eau, tandis que les formations des troisième et quatrième. les époques sont inconnues, surtout au niveau local.

Le but de cette étude est de comprendre la géochimie du lac salé du Chott Ain Bayda et d'étudier son évolution. C'est un lac unique, d'autant plus qu'il est situé à proximité d'une grande zone urbaine et entouré de vastes palmeraies. Pour réaliser et mettre en œuvre cette étude, des échantillons d'eau ont été prélevés dans des stations sélectionnées. Des mesures physiques ont également été réalisées sur le terrain ou les échantillons ont été analysés au niveau du Laboratoire de Géologie du Désert de l'Université de Ouargla. D'un point de vue géologique, chott Ain El Bayda se caractérise par la présence d'une couche de sel en surface, tandis que les couches inférieures sont des couches de sable et des couches de matières organiques. Nous avons également remarqué la présence de deux niveaux de roches évaporites.

Les analyses chimiques de l'eau du rivage à différentes stations ont prouvé que cette eau n'est pas homogène, et cela est dû aux multiples sources d'eau.

Le faciès chimique de l'eau de plage est le chlorure de sodium et le potassium ou sulfate de sodium. L'eau de chott s'évapore progressivement, atteignant des stades d'évaporation avancés afin de déterminer la séquence des fuites de sel, notamment en présence de grandes quantités de sulfate de magnésium, qui forme des sels dissous.

Les études des principaux composants de l'eau du Chott Ain Bayda ont montré que la relation entre les principaux électrolytes et les données physiques et chimiques varie d'une station à l'autre.

Les humains affectent le lac salé à travers les canaux d'égouts provenant de la ville de Ouargla, les eaux agricoles et les déchets, ce qui entraîne une pollution de l'eau des plages.

#### Summary in English

Due to the importance of natural resources, the Algerian desert has been the subject of several geological and hydrogeological studies. The deep formations of the first and second eras are known due to their significant oil and water resources, while the formations of the third and fourth eras are unknown, especially at the local level.

The purpose of this study is to understand the geochemistry of the Chott Ain Bayda salt lake and to study its evolution. It is a unique lake, especially since it is located near a large urban area and surrounded by vast palm groves. To achieve and implement this study, water samples were taken from selected stations. Physical measurements were also taken in the field, while the samples were analyzed at the level of the Desert Geology Laboratory at the University of Ouargla. From a geological standpoint, Shatt Ain El Bayda is characterized by the presence of a salty layer on the surface, while the lower layers are sandy layers and layers of organic materials. We also noticed the presence of two levels of evaporite rocks.

Chemical analyzes of the shore water at various stations have proven that this water is not homogeneous, and this is due to the multiple sources of water.

The chemical facies of the beach water is sodium chloride and potassium or sodium sulfate. Shatt water gradually evaporates, reaching advanced stages of evaporation in order to determine the sequence of salt leaks, especially with the presence of large quantities of magnesium sulphate, which forms dissolved salts.

Studies of the main components of Chott Ain Bayda water have shown that the relationship between the main electrolytes and physical and chemical data varies from one station to another.

Humans affect the salt lake through sewage channels coming from the city of Ouargla, agricultural water, and waste, which leads to pollution of the beach water.



## المقدمة العامة

تتمتع البحيرات المالحة بخصائص بيئية مهمة , مع تأثيرات جيوكيميائية على البيئة و الموارد المائية و النشاط الاقتصادي في جميع أنحاء العالم . توفر الرواسب الكيميائية من هذه المياه المالحة و البحيرات القديمة مجموعة من المنتجات الصناعية ؟ الموارد المعدنية . بما في ذلك معادن الكربونات و الكلوريد و الكبريتات ذات الأهمية الاقتصادية . تختلف الكيمياء الجيولوجية للبحيرات المالحة على مدى عدة فترات زمنية , وهي ناتج نظام معقد يشمل هطول الأمطار , مياه الجوفية , التبخر .

### لأهمية الاقتصادية والبيئية:

1. التنوع البيولوجي: توفر البحيرات المالحة والمناطق الرطبة مواطن للتنوع البيولوجي، حيث تعيش فيها العديد من النباتات والحيوانات المتخصصة التي تساهم في الحفاظ على توازن النظام البيئي.
2. الموارد الطبيعية: تعتبر هذه المناطق مصدراً للموارد الطبيعية المهمة مثل الأسماك والمواد الطبيعية والأعشاب المائية التي تعتمد عليها الحياة البرية والبشرية.
3. التنظيم المناخي: تساهم البحيرات المالحة والمناطق الرطبة في تنظيم المناخ عبر استيعاب الكميات الكبيرة من ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الأوكسجين.
4. السياحة والترفيه: تعتبر هذه المناطق وجهة للسياحة البيئية والترفيه، حيث يستمتع الناس بالمناظر الطبيعية الخلابة والأنشطة مثل ركوب القوارب ومشاهدة الطيور.
5. التحكم في الفيضانات: تلعب المناطق الرطبة دوراً هاماً في تخفيف الفيضانات عبر امتصاص الأمطار الزائدة وتخزين المياه.

بهذا، يمكن القول إن البحيرات المالحة والمناطق الرطبة تمثل جزءاً لا يتجزأ من البيئة الطبيعية، وتحمل أهمية كبيرة اقتصادياً وبيئياً، ويجب علينا الحفاظ عليها وإدارتها بشكل مستدام لضمان استمراريتها واستفادتنا من فوائدها على المدى الطويل.

تزرع شمال إفريقيا عموماً والصحراء الجزائرية خصوصاً بانتشار واسع للمساحات المائية من السبخ والشطوط , حيث تلعب هذه الأوساط أدوار هامة في الحفاظ على التنوع البيئي, والدور الهيدرولوجية . كما تعد في بعض الأوساط مصدر لعديد من الأملاح الصناعية الهامة على غرار ملح الطعام البوتاسيوم وبعض الأملاح الإستراتيجية كملح الليث الذي يعد اليوم وقود الثورة الصناعية الرابعة حيث يدخل كمكون أساسي في صناعة بطاريات الليثيوم.

كما تعد هذه المناطق الرطبة أوساط لتكاثر الطيور المهاجرة , وأماكن لاستراحتها أثناء رحلتها من الشمال إلى الجنوب في هذه الدراسة أخذنا شط عين البيضاء كنموذج لدراسة هاته الأوساط , حيث تم تتبع تطور مياه الشط من فترات الملاء إلى نهاية فترات التبخر مع تشكل سلسلة من الملاح البخارية .

تتضمن هذه المذكرة على ثلاث فصول وهي :

- فصل الأول : الموقع الجغرافي و الإطار الجيولوجي للمنطقة المدروسة

- فصل الثاني : المنهجية و الوسائل المستعملة

-فصل الثالث : النتائج و المناقشات .

# الفصل الأول:

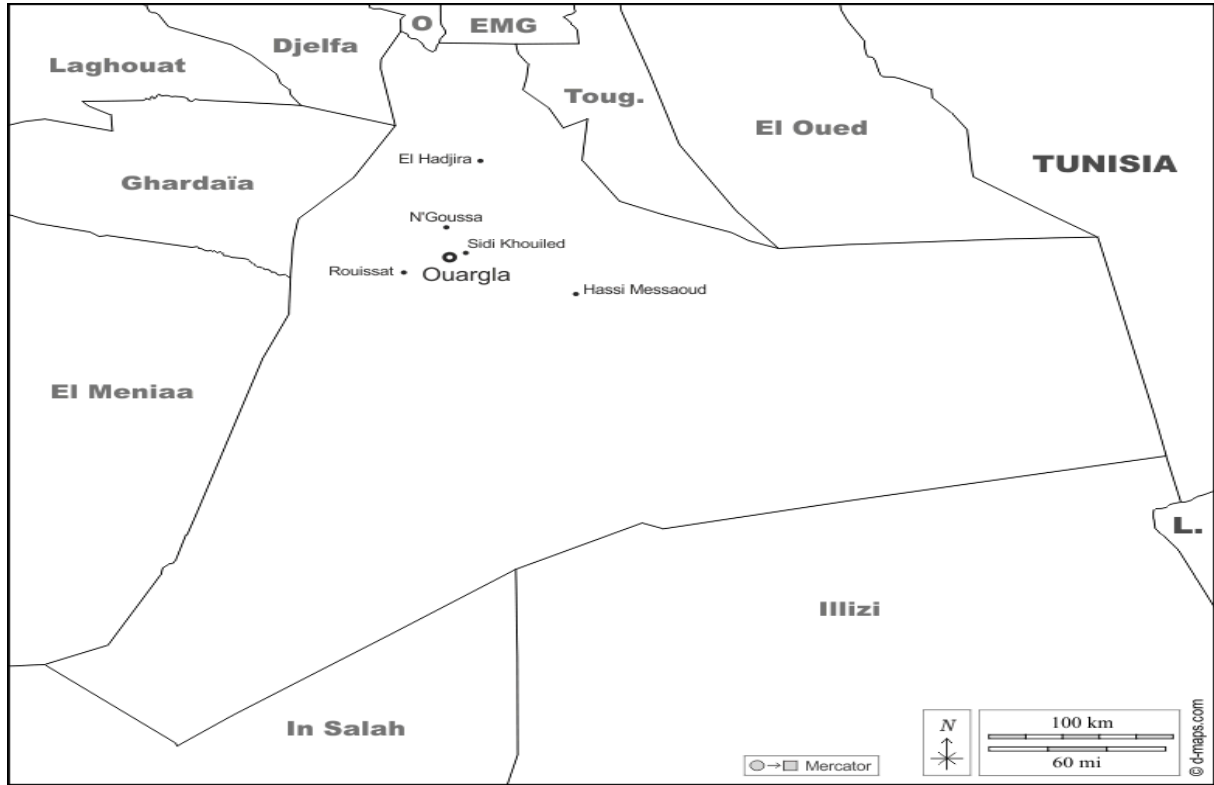
الموقع الجغرافي و الإطار  
الجيولوجي للمنطقة

يعرض هذا الفصل الموقع الجغرافي في منطقتنا المدروسة و إطارها الجيولوجي على نطاق المحلي و لإقليمي, و تطورها الجغرافي, و السياق المناخي المائي الذي تطور فيه.

### الموقع الجغرافي :

تقع ورقلة في منخفض في جنوب شرق الجزائر، وتشغل مساحة تبلغ 95,000 هكتار، ممتدة على طول 30 كيلومتراً وعرضها يتراوح بين 12 و 18 كيلومتراً. يتراوح ارتفاعاتها بين 103 و 150 متراً فوق مستوى سطح البحر، وتحدها إلى الغرب هضبة ترتفع بين 200 و 230 متراً عن سطح البحر، وإلى الشرق هضبة ترتفع إلى أقل من 160 متراً عن سطح البحر، مرتبطة برمال العرق الشرق الغربي الكبير .

يحدها من الشمال ولايات الجلفة و الوادي و من الشرق الحدود مع الجمهورية التونسية و من الجنوب ولايات تمنراست و إليزي و من الغرب ولاية غرداية..



### **الشكل 1 : حدود الجغرافية لولاية ورقلة**

منطقة دراستنا هي جزء من واحة ورقلة، التي تعد واحدة من أكبر الواحات في الصحراء الجزائرية .

يحد شط عين البيضاء من الجنوب بلدية عين البيضاء ، ومن الشرق بلدية حاسي بن عبد الله ، من الغرب بلدية ورقلة ابتداء من النقطة 32° شمالا و 5.21° شرقا ، من الشمال بلدية سيدي خويلد ، 32° شمالا و 5.21° شرقا الى 31.59° شمالا و 5.24° شرقا .



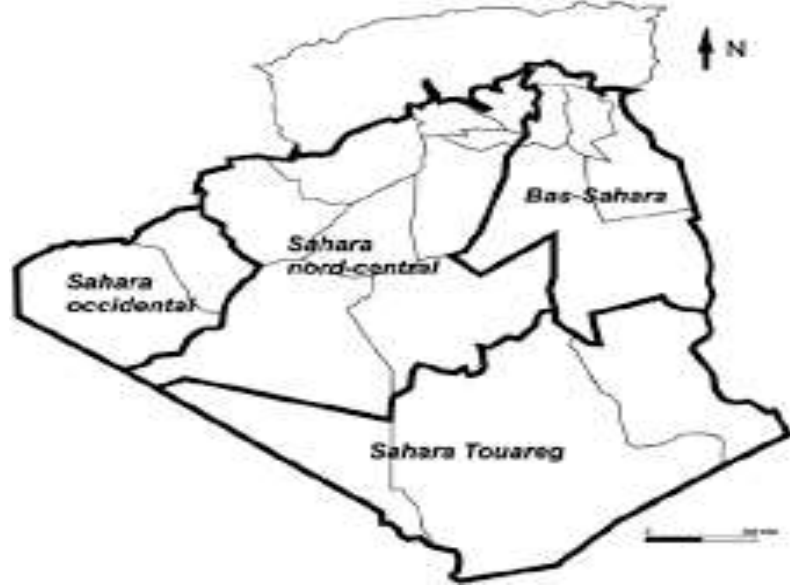
الشكل 2: موقع الشط عين بيضاء ( صورة 2024 Google Eart)

## 1 الإطار الجيومورفولوجي

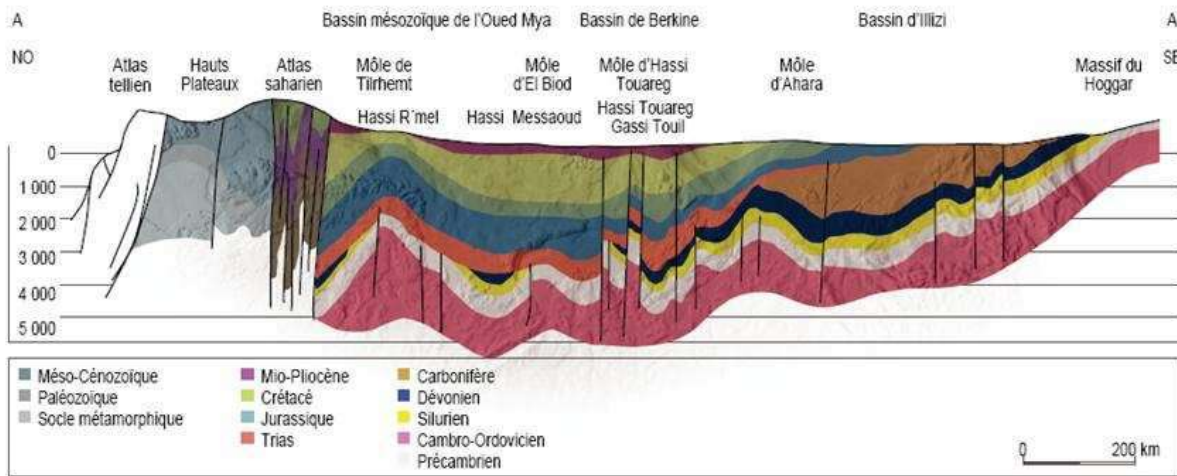
تتألف المناظر الطبيعية الرئيسية في حوض ورقة من الحمادات، والمنحدرات، والسبخات والشطوط، والكثبان الرملية. تتكون تضاريس ورقة من الصخور الرسوبية والرواسب والترسبات الناتجة عنها:

- **الحمادات و الهضاب**: غرب ورقة، تحيط واد ميئ بالهضبة عالية في العصر البليوسيني من 200 إلى 250 متر فوق مستوى سطح البحر بانحدار ضعيف باتجاه الشرق. يتميز نهاية هذا الهضبة بالانخفاض الملحوظ للحوض البيضاوي لسبخة الملاة (30 كيلومترًا في الطول، من 6 إلى 11 كيلومترًا في العرض، و 80 إلى 90 متر في العمق). تعاني من التآكل الشديد، مما يمنحنا منظرًا جميلًا لتلال الشواهد.
- **المنحدرات**: يتميز الجانب الغربي للحوض بأربعة مستويات من الترسبات المنحدرة. يتميز مستوى الاول بطبقة مميزة جدًا تتكون من طبقة حصى كلسيه، بسك 1.5 متر؛ ينخفض ارتفاعها من 225 مترًا في الغرب إلى 200 متر في الشرق. المستوى الثاني، عند ارتفاع 180 مترًا، يتميز بظهور الصخور الرملية البليوسينية. المستوى الثالث عند ارتفاع 160 مترًا، غالبًا ما يكون مغطى بالرمال والحصى الرملية المتحجرة. تم تفكيك هذا الأخير بشكل كبير بواسطة آخر منحدر يبلغ ارتفاعه 140 مترًا وعليه يتم تثبيت بعض النخيل في بامنديل.
- **الشطوط والسبخات**: يتكونان في أقل الارتفاعات من التربة في السطح ويشكلان مناطق كبيرة لتسرب المواد الراسبة. يوجد الشطوط الكبيرة في الصحراء الشمالية، بشكل خاص في الصحراء السفلى، حيث تمتد في وادي واسعة وتجمعات كبيرة.

- الكثبان الرملية : تتألف هذه الكثبان من رواسب رملية حديثة تتكون من رمال رملية متحجرة من الحمادة الميولبوسينية. تحتل الأودية وحواف السبخات والمنحدرات الصخرية.



الشكل 3: موضع الصحراء السفلى



الشكل 4: القسم الجيولوجي شرق-غرب الجزائر (WEC 2007)

#### 1. الإطار الجيولوجي

تعد الجيولوجيا عاملا اخر يساهم في وجود المناطق الرطبة و توزيعها .

منطقة الدراسة هي جزء من الصحراء السفلى والتي تقدم نفسها كحوض متوازي غير متمائل. ويتميز بملء رسوبي يتكون من تناوب التربة النفوذة و غير النفوذة . تبرز هذه المنطقة الأراضي الميو- بلبوسين فقط وهي مغطاة بسماكة رقيقة من الرواسب الرباعية.

تهتم الدراسة الجيولوجية بتاريخ و تطور التكوينات الجيولوجية التي تتميز بها منطقة دراستنا , إذ تلعب الجيولوجيا المائية دورا هاما جدا في الوصف الطبقي للتكوينات في طبقة المياه الجوفية

لقد عرفت جيولوجيا المسطح الصحراوي بفضل الدراسات الميدانية التي أجريت على مستويات التواءات , بشكل خاص بفضل التنقيب عن الغاز و النفط .

يشكل درع ما قبل الكمبري القاعدة ( الطبقة التحتية ) للمسطح الصحراوي وهي مكونة من صخور بركانية و متحولة و التي تبرز في الصحراء الوسطى (كتلة الهقار ) و الغربية ( كتلة اجلاب ) [ يونسكو 1972 ] .

و في أماكن أخرى, يعلو القاعدة غطاء رسوبي من الحقب الحياة القديمة و الدهر و الوسيط و السينوزويك , ان رواسب العصر الحجري القديم مطوية إلى حد ما. بينما تكون تضاريس الدهر و الوسيط و السينوزويك شبه أفقية .

تظهر البيانات الاهتزازية ان المنخفض يتأثر بصدوع هرسين هوجار من العصر الكمبري إلى السينوني السفلي و تتجه هذه الصدوع الى الجنوب الشرقي و الشمال الغربي و تعبر منطقة ورقلة من الشرق. وستكون هذه هي اصل الاتصالات بين طبقات المياه الجوفية في هذه المنطقة .

#### ميو-بليوسين :

يتوافق ميو-بليوسين مع الجزء العلوي من المجمع الطرفي. وهي عبارة عن مجموعة قوية من الرمال و الطين التي تمد على كامل الصحراء الكبرى, و التي تقع بشكل غير متوافق على السينونية و الايوسين. نحن نميز بين اربعة مستويات مختلفة في العصر الميو-بليوسيني :

- ✓ المستوى الاول : في القاعدة توجد رواسب طينية رقيقة في الجزء الاوسط من الحوض , و تتبع شريطا شماليا جنوبيا (السينونية و الايوسينية).
- ✓ المستوى الثاني : عبارة عن رواسب رملية تصبح طينية نحو الاعلى . وهو المستوى الاكثر سمكا و الاكثر ثباتا , و هذا المستوى هو أفق طبقة المياه الجوفية الرئيسية في نهر ميو- البليوسين .
- ✓ المستوى الثالث : وهو تكوين طيني رملي, حدوده السفلى و العليا غير محددة الى حد ما. تظهر هذه الطبقة في مواقع معينة فقط.
- ✓ المستوى الرابع : هذا هو المستوى الرملي الثاني من العصر الميو-بليوسين . ولا يمكن تمييزه الا عندما يستقر على المستوى 3 , علاوة على ذلك يتم الخلط بين المستويين. وهو سميك جدا في منطقة الشطوط , و يبرز الجزء العلوي من المستوى 4 على مساحات كبيرة, المستوى 4 غالبا ما يتكون من قشرة من الحجر الجيري الرملي .

في قاعدة العصر الرباعي, يوجد مستوى من الحجر الرملي الطيني يبدو كقشرة قديمة, يدعم هذا المستوى طبقات المياه الجوفية ميو-بليوسين. يتكون المستوى الأكثر سطحية من الرمال, و أحيانا الجبس. يحتوي هذا المستوى الاخير بشكل عام على جداول المياه الجوفية. لقد مكنت عمليات المسح السطحي ( العمق أقل من 30 م ) بمختلف مناطق حوض ورقلة.

تتكون التربة على الهضبة من مواد فضفاضة و فتاتيه بشكل حصي.

ينتج عن تغير الحجر الرملي الأحمر في العصر الميو-بليوسيني ( وهي أفقر تربة جيسية في المنطقة و يصل عمقها إلى 8 أمتار و لا يوجد بها أي مستوى من التقشر يتراوح عمقها بين 25 و 75 سم وهي تربة رملية الى حصوية ) الشطوط و الأراضي الوسطى على الشط و التضاريس المتوسطة, يكون الأفق السطحي عبارة عن قشرة جيسية السيليكاتية و السبخات المرتبطة بالنباتات الجيسية الملحية. بسك 15 إلى 20 سم نجد قشرة جيسية متجانسة متصلبة سمكها 40 سم .

تتميز السبخات بملوحة عالية للغاية, و تتركز هذه القشور المالحة على مواد رملية غرنيت .

الكتبان الرملية عبارة عن حجر رملي من حمادة ميو-بليوسين . إنه موجود في thalwegs على أطراف السبخات و على المنحدرات الصخرية.

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| العصر                             | اسلوب   |
| كمبري                             | طيات حادة جدا و الفوالق   |
| العصر القديم                      | تحركات واسعة للمحاور الشرقية و الغربية , و تشكيلات السلاسل الموجهة نحو الشمال – جنوب غرب او شمال غرب –جنوب شرق على محاور ما قبل الكمبري |
| ما بعد الايوسين و ما بعد الميوسين | إعادة عرض الهياكل الهرسينية بتوجهها القديم  |
| ما بعد الميوسين                   | الطيات الاولي لمحور NW-SE   |
| ما بعد البليوسين                  | يمكن ان تكون الحركات في المنطقة الشمالية وحدها طيات في ركب الاوراس من المحور E-W  |
| التشطيب الرباعي القديم            | الطيات التي تؤثر على ميو-بليوسين بمفردها او مصحوبة بالعصر الرباعي المبكر تتبع محورين متعامدين حيث يعد محور NW-SE هو المحور الرئيسي      |
| العصر الحجري الحديث               | حركات ذات سعة كبيرة مع طيات ضعيفة و موضعية  |

### الجدول 1 : مراحل التكتونية محتملة في صحراء الجزائر



| Chronostratigraphie | Coupe       | Lithologie   |
|---------------------|-------------|--|
| <b>TERTIAIRE</b>    |             | Sables et argiles<br>Calcaires   |
| <b>CRETACE</b>      | Sénonien    | Alternance d'anhydrites, de dolomies et d'argiles                        |
|                     | Turonien    | Calcaires  |
|                     | Cénomannien | Dolomies et calcaires dolomitiques                                       |
|                     | Albien      | Alternance d'argiles et dolomies<br>Grès avec intercalations carbonatées |
|                     | Aptien      | Formations carbonatées   |
|                     | Barrémien   | Grès et argiles  |
|                     | Néocomien   | Argiles et bancs massifs d'anhydrites                                    |
| <b>JURASSIQUE</b>   | MALM        | Calcaires et argiles   |
|                     | DOGGER      |  |
|                     | LIAS        | Evaporites avec sels, anhydrites et argiles                              |
| TRIAS               |             | Formations salifères, argileuses et argilo-gréseuses                     |
| CARBONIFERE         |             |  |
| DÉVONIEN            |             |  |
| SILURIEN            |             |  |
| ORDOVICIEN          |             | Formations gréseuses, sableuses et argileuses                            |
| CAMBRIEN            |             |  |
| INFRACAMBRIEN       |             | Roches métamorphiques  |

الشكل 5: العمود الطبقي النموذجي لشمال الصحراء

## 2. الإطار المناخي

منطقة الشط هي جزء من صحراء الجزائر التي تتميز بمناخ صحراوي مع صيف حار يصل الى 54 ° و شتاء معتدل تعد معرفة العوامل المناخية أمرا ضروريا لإعادة بناء التاريخ الجيوكيميائي للشط. وهذا يثير الاهتمام للغاية على المستويين .

العوامل المناخية المؤثرة على الجريان السطحي في الصحراء هي التبخر، و تعتبر المعلمات التي تشكل علم المناخ قاعدة رأسمالية لتطوير مشروع استغلال الأملاح الشمسية ، و هطول الأمطار ، و درجة الحرارة ، و الشمس ، التبحر و الرياح



يتميز مناخ الصحراء الجزائرية بمناخ جاف مع مستوى رطوبة منخفض للغاية . مع الصيف الحار و الشتاء القاسي .  
تتميز الأمطار بتنوعها الكبير بين السنوات في الصحراء الشمالية.

### • درجة الحرارة :

تعتبر درجة الحرارة التي تنتجها الطاقة الشمسية مصدر طاقة مجاني و مهم لترسيب الأملاح الشط في صناعة التعدين ومعالجة المعادن .

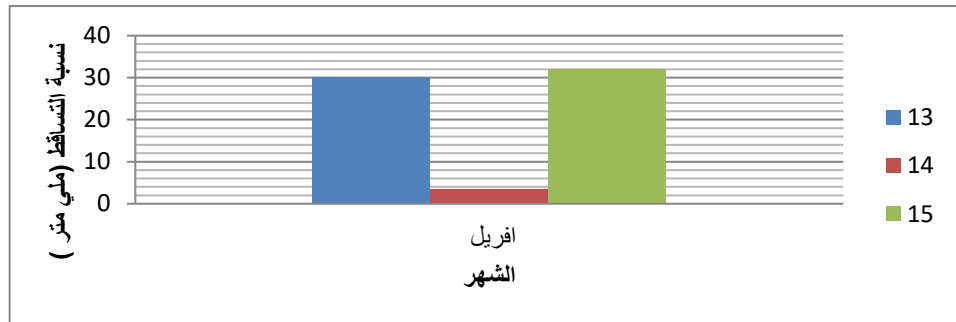
بالنسبة لمنطقة الشط كباقي مناطق الصحراء الشمالية فان أدنى قيمة سجلت في شهر افريل 16 بحيث كان الجو معتدل بسبب تساقط الأمطار في تلك فترة و أعلى قيمة كانت 22° .



مخطط 1: نسبة درجة الحرارة خلال ثلاثة اشهر

### • التساقط

يكثر هطول الأمطار خلال فصل الشتاء و أحيانا خلال فصل الخريف . وفي المناطق الصحراوية تكون الأمطار نادرة و عشوائية . وبحسب بيانات متوسط هطول الشهري . نلاحظ ان الحد أقصى بكمية 32 ملم .



مخطط 2 : متوسط هطول الامطار خلال ثلاثة أشهر

### 3. السياق الهيدروجيولوجي

توجد في حوض الصحراء تكوينات من طبقات المياه الجوفية مواتية لتداول المياه تحت الارض . و الذي يشمل طبقة المياه الجوفية في طبقة المياه الجوفية للمتداخل القاري و طبقة المياه الجوفية القاري النهائي تبلغ مساحتها 1.000.000 km<sup>2</sup> وهي مشتركة بين الجزائر و تونس و ليبيا .

• طبقة المياه الجوفية للمتداخل القارية :

تمد هذه الطبقة من الشمال الى الجنوب من الأطلس الصحراوي الى الطاسيلي الهقار ومن الغرب الى الشرق من الوادي الى الصحراء وهي تحتل التضاريس الرملية و الطينية ذات الحجر الرملي.

تعتبر هذه الطبقة الجوفية المتدفقة خزانا مهما للغاية في استغلال طبقات المياه الجوفية المخصصة للتزود بمياه الشرب تم تجديد معظم المياه في هذا المورد ر في العصر الرباعي. ولا تزال هذه الطبقة الجوفية تتلقى إمدادات طبيعية حتى اليوم من سفوح الأطلس الصحراوي في الشمال الغربي .

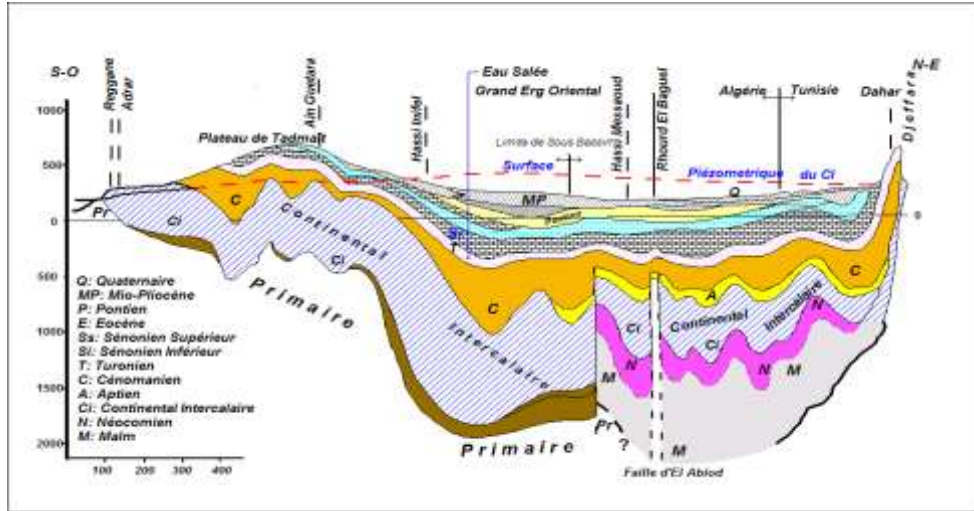
• طبقة المياه الجوفية القاري النهائي

قام كيليان في عام 1922 بتعيين التكوينات القارية الرملية و الطينية في عصر ميو-بليوسين على أنها المحطة القارية . بالنسبة لبيل و ديرماني (1966) كان هذا المصطلح يمثل السلسلة بأكملها بدءا من العصر السينوماني الى العصر ميو-بيوسيني وهي نفس الوحدة الهيدروجيولوجية متعددة الطبقات في الصحراء السفلى, تعتبر التكوينات التورونية و سينونية و الايوسينية و ميو بليوسينية و الرباعية هي أخر التكوينات المترسبة. وهي مقر لثلاث طبقات من المياه الجوفية .

مناطق الامداد بالمحطة القارية هي : الأطلس الصحراوي في الشمال الغربي , الدهر في الشرق , جبل نفوسة في الشمال الشرقي و تنهت في الجنوب .

• طبقة المياه الجوفية السطحية :

يتراوح عمق المنسوب المائي بين 0.5م و 1.5م مقارنة بمستوى سطح الارض , ولكنه في المناطق المنخفضة يكون عمليا على السطح . يرتكز هذا المفرش على مستوى سميك غير نفوذ , يحتل كامل وادي ورقلة حتى منطقة حجيرة في الطرف الشمالي لوادي نسا . هذا الصخر غير نفوذ يعزل الطبقات الارتوازية الاساسية . يتم تغذية منسوب المياه الجوفية بشكل رئيسي عن طريق هطول الامطار و الفيضانات من الاودية المغذية و مياه الصرف من بساتين النخيل و مياه الصرف الصحي .



الشكل 6: القسم الهيدروجيولوجي CT و CI

## الفصل 2

# المنهجية و الوسائل المستعملة

## المنهجية

من اجل القيام بهذه الدراسة قمنا بتعرف على منطقة دراسة (شط عين بيضاء ) لمدة ثلاثة أشهر و جمع العينات , و من تم تحليلها في مخابر جامعة قاصدي مرباح ورقلة . مما سمح لنا باستخراج النتائج و مناقشتها .



### الشكل 7:الموقع الجغرافي لمنطقة دراسة شط عين بيضاء

#### 1. المهمات الميدانية 1.1. المهمة الميدانية

تم تعرف على منطقة الدراسة في فيري 2024 مما سمح لنا ذلك معرفة الموقع و تحديد اماكن اخذ العينات مياه و الصخور.

يحيط بمنطقة الشط بستان نخيل عين بيضاء في الجزء الشمالي الغربي و الذي يتخلله شط بامنديل .

شط عين بيضاء مستطيل الشكل اتجاه الجنوب الشرقي –الشمال الغربي . وتعبورها شبكة الصرف النفايات الحضرية و الزراعية القادمة من مدينتي ورقلة و عين بيضاء . الصرف الاول ينبع من تجمعات تقاطعات عين بيضاء على طول الشط للوصول الى المجمع الرئيسي الذي يصب في سبخة سفيون و الثانية قادمة من الغرب مدينة ورقلة

#### 2.1. فترة جمع العينات

في هذه الفترة يتم اخذ العينات , من المحطات المختارة , تم تنفيذ ثلاث حملات الاخذ العينات من نفس المحطات في كل مرة من فيفري إلى أفريل كل شهر يتم أخذ أربع عينات من سبخات نفسها .

يتم ملء العينات المياه في زجاجات بلاستيكية سعة (1.5) لتر . ويتم شطفها ثلاث مرات بالماء المقطر و مرة بمحلول الملحي من الشط من قبل العينة المأخوذة . ويتم تعبئة العينات بهذه طريقة في كل مرة .

#### 3.1. القياسات الفيزيائية و الكيميائية في الأرض الميدان

في كل مرة الذي نأخذ فيه العينات يتم أخذ القياسات الفيزيائية و الكيميائية وهي درجة الحرارة (température) و درجة الحموضة (PH) و التوصيل (conductivité) . وذلك بجهاز multi-paramètre من نوع EUTECH (SCAN SERIES 600 WATERPROOF PORTABLE)(CYBER



## الشكل 8 : جهاز قياس MULTI-PARMETRE

### 4.1. التحاليل المخبرية

عند أخذ العينات تم إجراء تحليلات في مختبر جامعي ورقلة لهذه المحاليل الملحية , بحيث خضعت العينات الى التحاليل الكيميائية ألا وهي : تركيزات صوديوم , بوتاسيوم , كالسيوم , مغنزيوم , بربونات , كبريتات , كلوريات . وهكذا تم استخدام 12 عينة لدراسة تطور الجيو كيمياء الشط عين بيضاء .

### 2. تحليل الايونات الرئيسية

#### الكربونات و البيكربونات

المبدأ:

توجد الكربونات فقط عند درجة الحموضة  $PH < 8.3$  وبيكربونات عند درجة الحموضة  $8.3 < PH < 4.4$  من السهل معرفة ذلك اثناء جرعة القياس الحموضة المقترنة بمقاس في أي وقت تظل هذه الايونات موجودة او لا تكون موجودة في العينة ..

إجراء بيكربونات : أخذنا عينة اختبار 10 مل من المحلول المراد معايرته .

أضفنا قطرتين من محلول احمر المثيلين 0.1 % و خلط حتى يصبح اصفر

تم معايرة المحلول بإضافة حمض الهيدروكلوريك ببطء وذلك باستخدام السحاحة فيتغير لون المحلول إلى لون وردي. نقطة التكافؤ هي عند تحويل لون اصفر إلى الوردي .

تم تسجيل حجم الحمض الهيدروكلوريك المستخدم عند نقطة نهاية .

عمل حسابات

$$[HCO_3] = \frac{[HCl] * 61000 * VHCl}{VHcl}$$

VPE : الحجم المأخوذ من العينة

Vhcl : حجم حمض الهيدروكلوريك المسكوب



الشكل 9 : لون البيكربونات قبل المعايرة



الشكل 10 : لون البيكربونات بعد المعايرة

### الكالسيوم $[Ca^{2+}]$

الهدف :

الغرض من طريقة الاختبار هذه هو تحديد جرعة الكالسيوم بطريقة رباعية القياس

المبدأ :

معايرة ايونات الكالسيوم بمحلول المائي (EDTA) , المؤشر المستخدم هو موريكسيد *murex ide* الذي يشكل مركب وردي مع الكالسيوم أثناء المعايرة تتفاعل EDTA مع الكالسيوم ثم يتحول المؤشر من اللون الوردي إلى اللون الارجوني .

الكواشف :

هيدروكسيد الصوديوم محلول 2N

الكالسيوم المحلول المرجعي بتركيز 100 مل غرا / لتر

EDTA: المحلول القياسي 0.01 مول / لتر

الموركسيد murex ide

المواد :

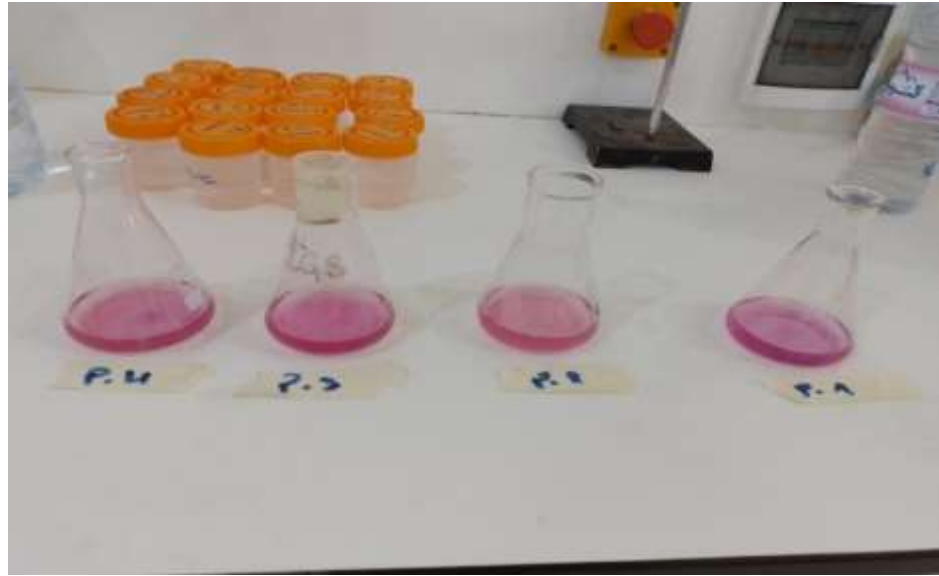
السحاحة من 25 إلى 50 مل تستخدم في EDTA

معدات المختبرات الشائعة : البيشر , الماصات ، الحوجلة .... الخ .

عمل المعايرة :

بعد ترشيح العينات أخذنا 0.25 مل من عينة مرشحة و أضفنا 25 مل من ماء مقطر بواسطة الحوجلة ذات عيار 25 مل .نصب 25 مل من المحلول الممدد في حوجلة ونضيف 2 مل من محلول هيدرواكسيد الصوديوم NaOH ثم إضافة المؤشر murex ide .

ونخلط جيدا حتى يمتزج الخليط ويصبح بلون الوردي بعدل نقوم بصب قطرات من المحلول EDTA متواجد في سحاحة ببطء مع خلط مخفف حتى يتغير لون الى ارجوني وقراءة حجم و حساب تركيز الكالسيوم



الشكل 11: لون الكالسيوم قبل المعايرة



### الشكل 12: لون الكالسيوم بعد المعايرة

طريقة الحساب :

$$[Ca] = \frac{V1 * C1 * A * 1000 * F}{V0}$$

V1: الحجم بالملي لتر من المحلول EDTA المستخدم في الجرعة .

C1: التركيز المعبر عنه بالمول لكل لتر من المحلول EDTA ( 0.05 )

A: الكتلة الذرية للكالسيوم

F : عامل تمديد

V0 : حجم بميليلتر من عينة 25 مل

### المغنسيوم [Mg]

الكواشف

Indicateur coloré noir erichrome E.N.T.

EDTA

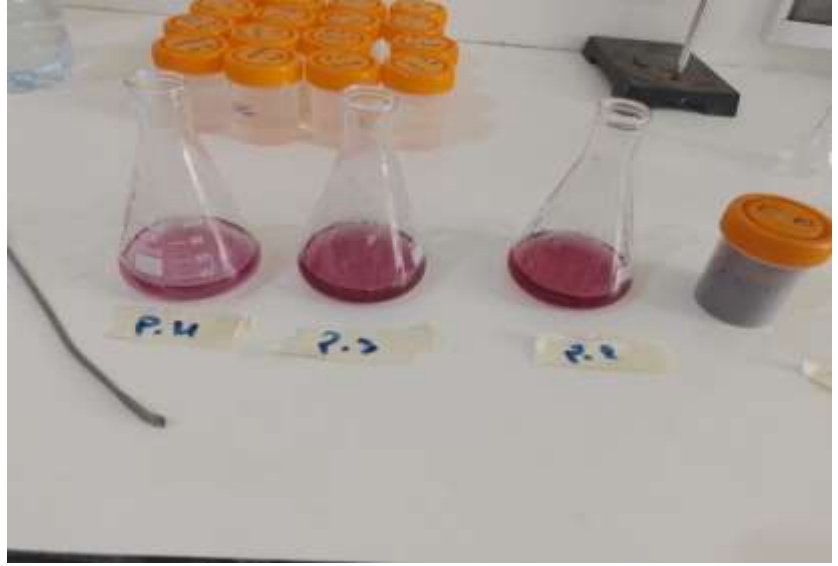
طريقة العمل:

نقوم بتمديد المحلول المرشح 0.25 مل ب ماء مقطر 25 مل وذلك بحوجلة ذات عيار 25 مل

نضيف للمحلول الممدد 2 مل من المحلول المنظم solution tompon و قليل من المؤشر E.N.T ونخلط جيدا المحلول حتى يصبح باللون الوردي . نقوم بتسخين المحلول على درجة حرارة 60°c لبضع دقائق .

نعاير فوراً ب DETA وصب ببطء حتى يتغير اللون إلى الأزرق و نقرأ حجم EDTA .





الشكل 13: لون المغنيزيوم قبل المعايرة



الشكل 14 : لون الغنزيوم بعد المعايرة

نقوم بحساب التركيز

$$[Mg] = \frac{V2 * C1 * A * 1000 * F}{V0}$$

C1 : التركيز , معبرا عنه بالمول لكل لتر , من محلول EDTA , (0.05)

V0 : حجم بالملييلتر . من جزء الاختبار 25 مل

V2 : حجم بالملييلتر من محلول EDTA المستخدم في الجرعة .

A : الكتلة الذرية للمغنيزيوم

F : عامل التمديد

**الكبريتات [SO4<sup>2-</sup>]**

تعتمد الطريقة الوزنية مقدمة على مبدأ ترسيب الكبريتات في شكل كبريتات البريوم بواسطة كلوريد الباريوم .

الكواشف

محلول كلوريد البريوم بنسبة 0.05%

حمض الهيدروكلوريك 0.5

طريقة تحضير :

أخذنا من hg عينة المرشحة وقمنا بتمديدها. ثم نأخذ 25 مل من عينة مرشحة و 25 مل من ماء مقطر وذلك بواسطة حوجلة .

و نأخذ 10 مل من محلول ممد و نغم بنقله إلى دورق مخروطي سعة 250 مل و نضيف 200 مل من الماء المقطر

نقوم بتسخين محلول لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة 300°C . نضيف 40 مل BaCl<sub>2</sub> و نحتفظ بالخليط مغطى بالأمونيوم ونعيده في مسخن لمدة ساعتين على درجة حرارة 300°C . نقوم بالتصفية مرشح ورق سليولوز بقطر 0.45 ميكرومتر الذي تم وزنه مسبقا .

نضع المجموعة في الفرن طوال الليل عند درجة حرارة 105 درجة مئوية .



الشكل 15 : جهاز ترشيح فراغ الزجاجي مع وصلة أرضية

$$SO_4 = \frac{mBaSO_4 \times MSO_4}{MBaSO_4 \times Vp} \times 100$$

$$SO_4 = \frac{B * 0.412 * 1000 * A}{V} \left[ \frac{g}{l} \right]$$

بعد الحساب يتم تحويل النتائج الى mg/l

### الكلور [Cl]

نقوم بمعايرة بواسطة معدات من نوع ميتروم (Titrimo plus 848) مقياس الجهد هو طريقة كهروكيميائية تسمح بقياس القوة الدافعة الكهربية لبطارية مكونة من قطب كهربائي محدد و قطب مرجعي مغمور في محلول ليتم تحديد جرعته .

يتبع معايرة قياس الجهد قياس تطور الجهد كدالة للحجم المضاف للمحلول باستخدام جهاز المعايرة ( نترات الفضة  $AgNO_3$ ).

طريقة

\*تحضر 0.5 مل من العينة بواسطة ماصة انبوية و نضيف 50 مل من ماء المقطر

نضيف 2مل من محلول  $HNO_3$  ويوضع المحلول في جهاز بعدها يتم إعطاء تركيز كلور مباشرة بواسطة جهاز القياس.



الشكل 16: مقياس الجهد الأتوماتكي من نوع ميتريوم

### البوتاسيوم و الصوديوم

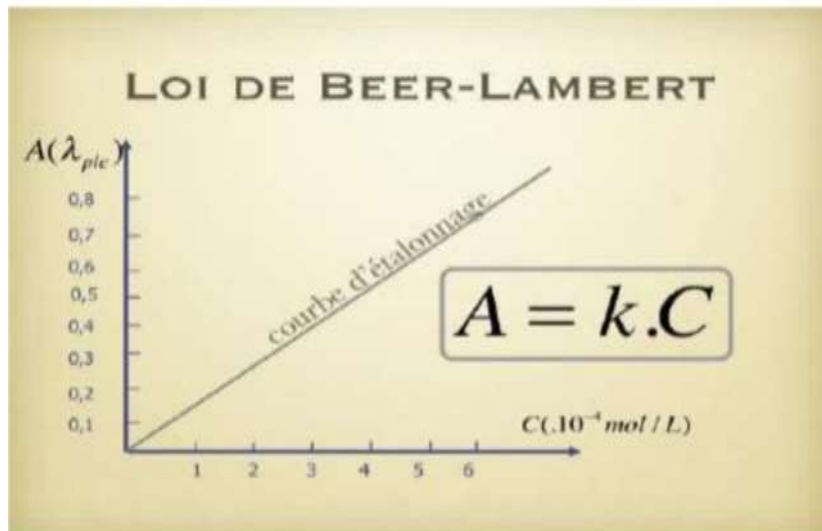
تحليل صوديوم و البوتاسيوم بواسطة مقياس ضوئية اللهب (جهاز JENWAY PFP7 )

انبعاث اللهب هو المقام الاول طريقة تحليل كمي . ومن خلال ممارسة هذه الطريقة , فاننا ننتج منحنى معايرة بنطاق قياسي حيث تكون الكثافة المنبعثة يتناسب مع التركيز بالنسبة للتركيزات المنخفضة (ملغم / لتر ) يتناسب الامتصاص مع

التركيز اذا كان قانون بيرلامبرت خطا مستقيما . ومن ناحية اخرى , بالنسبة للتركيزات الاعلى حالات المياه المالحة من الشطط و السبخات . قمنا بإجراء تمديد المناسب من اجل عمل في مجال الخطي . ومن ثم إجراء عملية حسابية.



الشكل 17: مقياس الطيف الضوئي لانبعاث الفلانوم من نوع JENWAY



الشكل 18: مبدأ انبعاث اللهب (قانون لامبرت )

الصوديوم

$$Y = 2.7571x + 2.8667$$

$$x = \frac{y - 2.8667}{2.7571} \times f$$

$$=[Na] \text{ mg/l}$$

اليوتاسيوم

$$Y = 6.8143x + 5.4667$$

$$x = \frac{y - 5.4667}{6.8143} \times f$$

$$=[k] \text{ mg / l}$$

F: عامل التمديد

### 3. حيود الأشعة السينية (DRX)

علم البلورات بالأشعة السينية أو قياس الأشعة السينية (DRX) غالباً ما تستخدم الاختصار الانجليزي DRX لحيود الأشعة السينية) هو أسلوب تحليل يعتمد على حيود الأشعة السينية على المادة . وبما ان الحيود يحدث فقط على المواد البلورية , فاننا نتحدث ايضاً عن البلورات بالأشعة السينية , بالنسبة للمواد غير البلورية , فاننا نتحدث عن انتشار الحيود هو احدى طرق الانتشار المرن , تستخدم هذه الطريقة شعاع اشعة سينية يضرب البلورة مما يؤدي الى تشتت شعاع الضوء في اتجاهات محددة . يتكون تحليل DRX من تفسير علاقة موضع الشدة المنحرفة . كل مرحلة بلورية لها نمط حيود فريد , و بالتالي فان DRX هو المعيار الذهبي لتحديد المواد (المعادن في مجال الجيولوجيا .)

#### طريقة إعداد العينة

يتم تقطيع الصخور ذات البنية الدقيقة يدوياً بمطرفة إلى قطع صغيرة , ثم تحويلها الى مساحيق بعد تقطيعها إلى أرباع عن طريق طحنها بكسارة فكية بمختبر الجيولوجيا بجامعة ورقلة . اعتماداً على نوعية العينة المتاحة , فان تنظيف الكسارة بعد كل عملية أمر ضروري . تتيح هذه الطريقة تقليل تلوث المراحل المعدنية بشكل كبير .



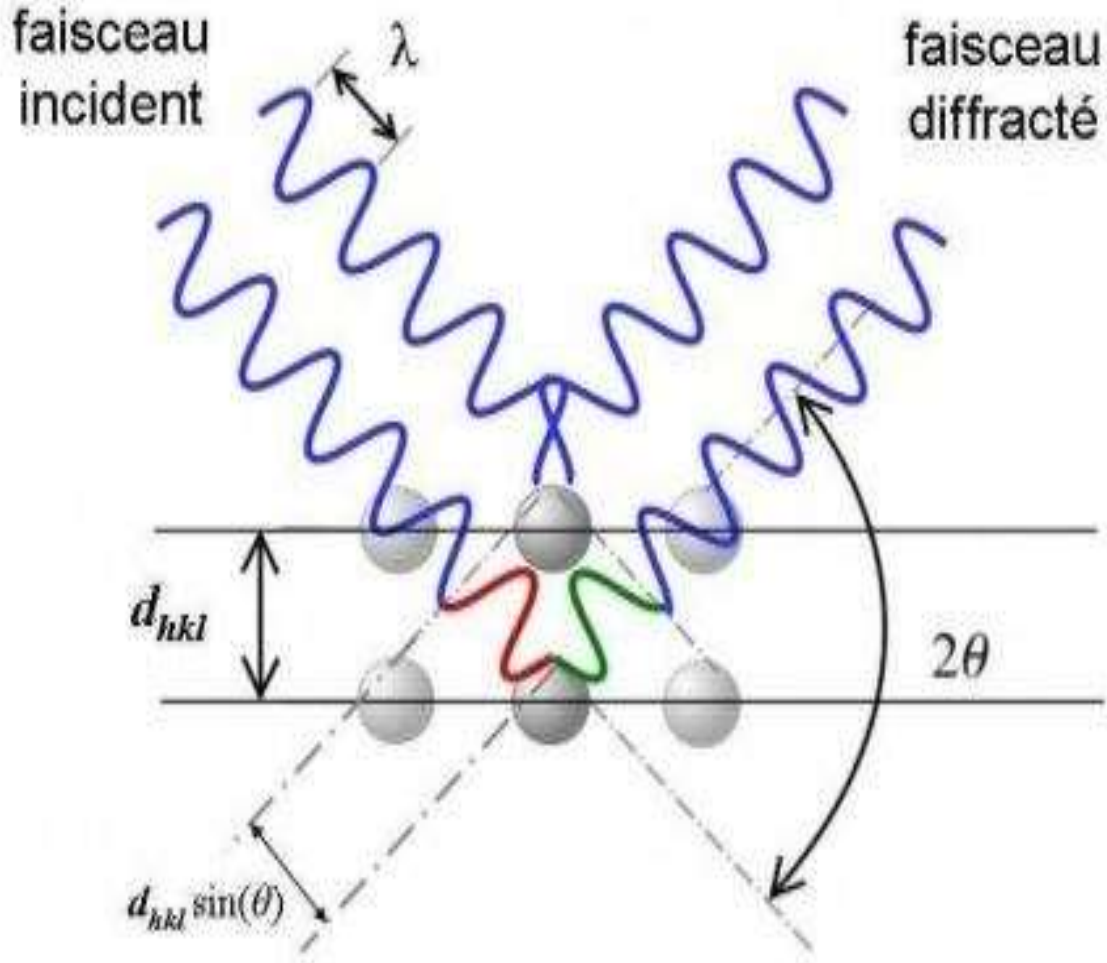
#### الشكل 19: طريقة سحق العينات الصخرية

#### مبدأ حيود الأشعة السينية

تتكون هذه الطريقة من الطريقة من تحليل شعاع الأشعة السينية الساقط . ينحرف على المستويات الشبكية للبلورة , يحدده قانون Bragg لاستنتاج المسافة بين الشبكات , كدالة لطول الموجة 2 للحزمة الساقطة و 6 زاوية بالعلاقة

$\sin = n 2 d$  (عدد صحيح n) و بالتالي من خلال تغير 0 يمكننا استنتاج المسافة بين الشبكات للمعادن الموجودة . تم تحديد معادن الصخور بأكملها بواسطة حيود الأشعة السينية التي أجريت على مساحيق في مختبر جامعة ورقلة . تتكون هذه الطريقة من طحن الصخر بشكل ناعم ثم يتم وضعه بعد ذلك في حامل العينة المنزقة . يتم إجراء تحليل شبه كمي باستخدام شدة القمم المقاسة لكل  $d(hk)$  و عوامل التصحيح التي تحددها معايرة مسبقة . في ملفات ASTM لكل

معادن محدد . نبحث عن  $d(hk)$  الذي يكون  $1/10$  هو الأكبر له و نضرب شدة هذا الخط بعامل التصحيح . يتم استنتاج نسب كل معدن من مجموعة الشدة المصححة.



مخطط 3 مبدا حيود الاشعة السينية DRX بواسطة شبكة بلورية

## البرمجيات

### Diagramme

تم انشاء المخطط بواسطة H. Schoeller في عام 1932 , وقام بيركالوف بمراجعته في عام 1952 وهو يتكون من سبعة مقاييس لوغارتمية راسية تتوافق مع الايونات الرئيسية التي تم تحليلها في الماء . في المخطط يتكون مثلثين مع المعين يتم ترجمة نتائج التحليلات الى نسب مئوية من الميلي مكافئ ثم يتم رسمها على هذا الرسم البياني , حيث يتم حجز أحدهما الايونات و الكاتيون .

باستخدام هذا البرنامج , يمكننا رسم نتائج التحليل الجيوكيميائية للمياه في مخطط بايبر هذا للتمييز بين السحنات الكيميائية المختلفة للمياه.

## Surfer 12

يُتيح لنا البرنامج المصمم بواسطة Golden software إنشاء نماذج التضاريس الرقمية (DTM) من البيانات التي جمعتها في الميدان عبر GPS . مبدأ البرنامج كما يلي :

يُتيح لك البرنامج إنشاء شبكات تقوم باستفتاء البيانات غير المنتظمة لنقاط X.Y.Z الخاصة بك من أجل ترتيبها. ومن هذه الشبكات يمكننا إنشاء عدة أنواع من الخرائط : الخرائط الأساسية , و الخرائط الطبوغرافية, سطح ثلاثي الأبعاد و ناقلات وغيرها .

### High – score with plus

برنامج شامل لتحليل مسح النماذج . فهو يوحد تحديد الطور , و التحليل البلوري , وتحليل التصنيف غير المحدود , و ملائمة الملفات الشخصية , و مطابقات البنية بالإضافة الى ذلك في برنامج واحد ضمن واجهة مستخدم مشتركة . تم استخدام برنامج درجات عالية . وفي جميع الأحوال فان تم الحصول على الإحداثيات الذرية من الملف pdf قاعدة البيانات والتي تم الحصول عليها من هيكل الحسابات البدائية في برنامج تم استخدام الإعدادات الافتراضية طوال العملية . يُتيح لك استخدام الإعدادات الافتراضية ضبط القياس العوامل و معلمات خلية الوحدة و الحجم البلوري و الخلفية و الوظيفة

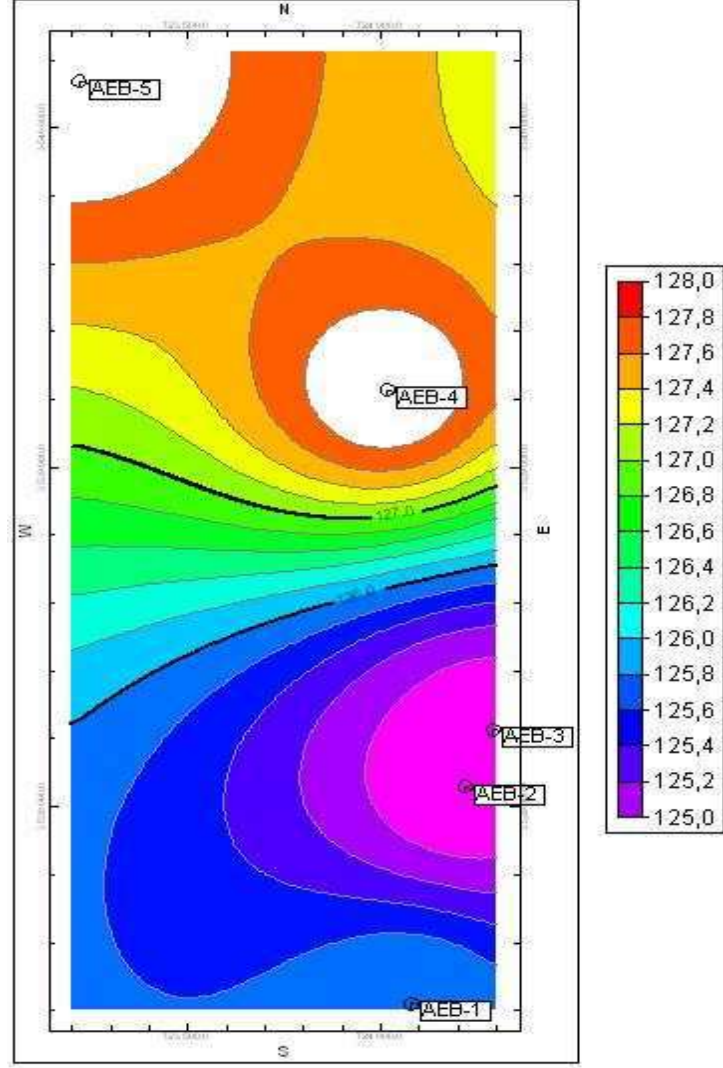
فصل الثالث :  
النتائج و المناقشات



سنتعرف في هذا الفصل على نتائج المتحصل عليها من التحاليل التي تم إجراؤها ثم مناقشتها

## 1. الإطار الجيومورفولوجي :

تضاريس الشط مسطحة تقريبا وهي عبارة عن حوض منخفض واسع يقع شمال الشرقي من الصحراء . بحيث تقع في ادني ارتفاعات بجوار بستان النخيل إلى جنوب الشرقي من الشط , إلى ارتفاع نحو سبخة بامنديل إلى شمال الغربي .



## الشكل 20: خريطة طبوغرافية لشط عين بيضاء

تمثل الرواسب القديمة في شط أرشيفات مهمة لإعادة بناء المناخ القديم و تطور المياه المالحة . بحيث يمكن لهذه الرواسب ان تشكل اختلافات هيدرولوجية و جيوكيميائية .

### 2. الموقع الجغرافي

شط عين بيضاء بمساحة 1.973 كم<sup>2</sup> تقع على بعد 10 كلم من مدينة ورقلة  $31^{\circ}58'$  شمالا  $5^{\circ}22'$  شرقا. منخفض مالح تحيط به بساتين النخيل و يمر عبره عدد من القنوات التي تصرف المياه الزائدة من المزارع و البلدة المجاورة . تم أخذ أربعة من العينات ثلاثة مرات من نفس المحطات. عدد العينة 12 عينة

### 3. جيولوجيا شط

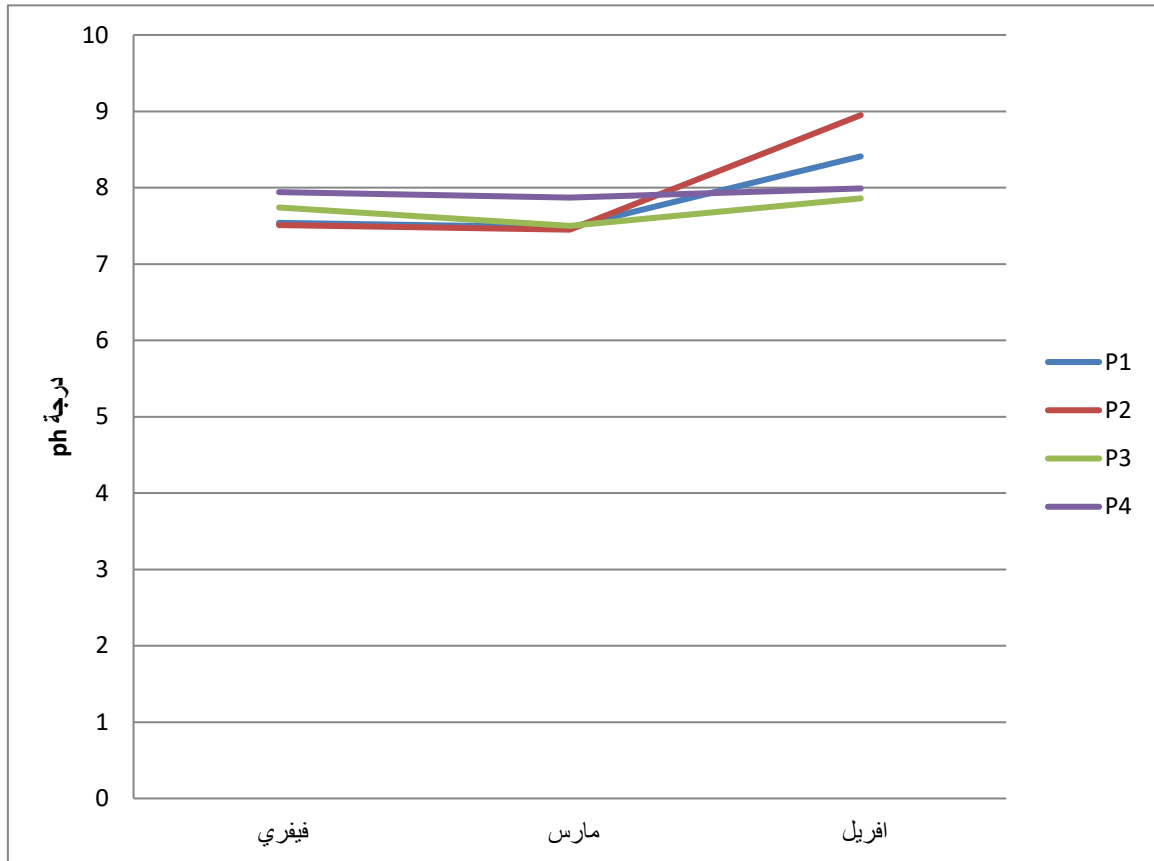
تتكون جزء سفلي من الشط من مواد متبخرة و رمال و مواد عضوية داكنة و سوداء غير متحللة . الرمال ذات منشأ ناعمة جدا و أحيانا متوسطة .

النشاط البيولوجي اللازم لتحلل المواد العضوية . يوجد مستويان من المتبخرات يحيطان بالطبقة السميكة من المادة العضوية باتجاه سبخة بامنديل

#### 4. إعدادات الفيزيائية و كيميائية

##### • الرقم الهيدروجيني PH

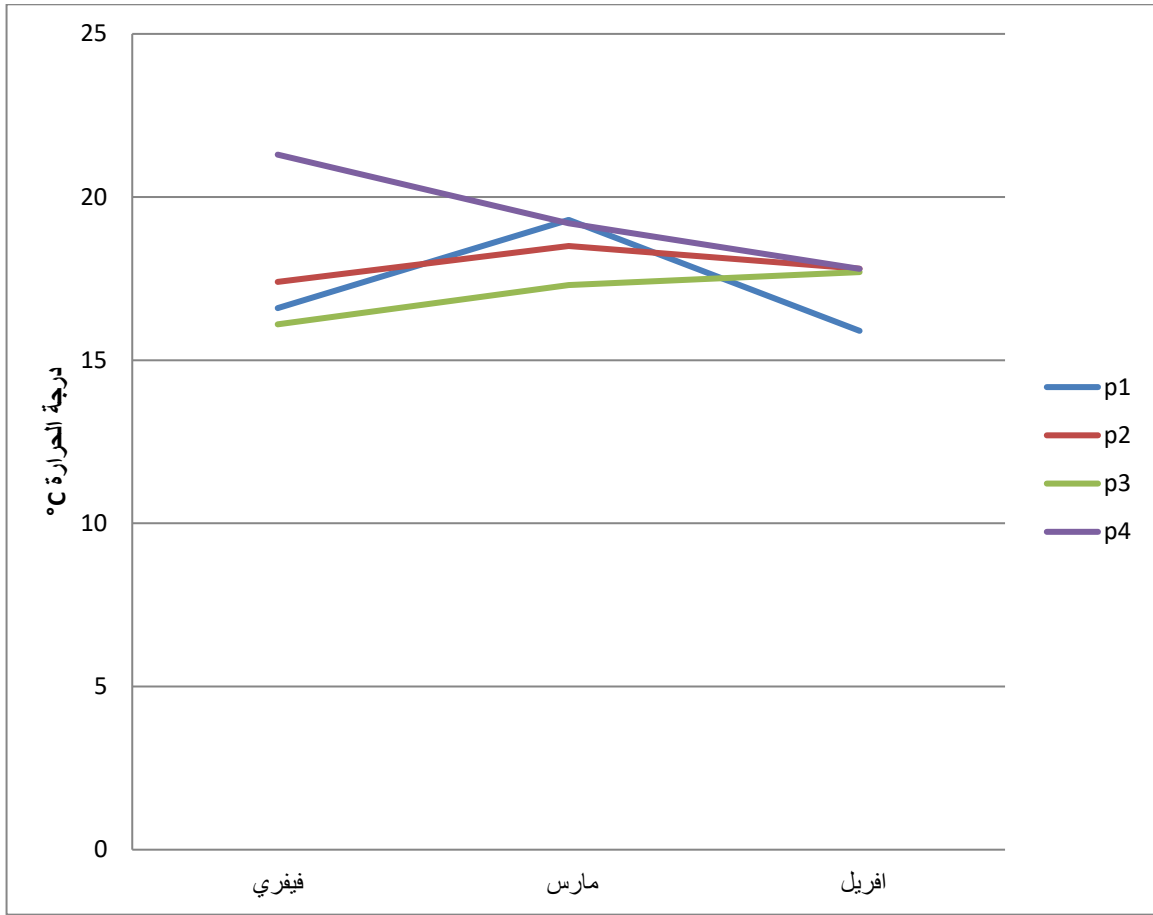
الرقم الهيدروجيني للمياه هو مقياس النشاط الكيميائي للهيدروونات , وهو معلم أساسي لمعرفة طبيعة المحاليل الملحية . ويتم تضمين الرقم الهيدروجيني للشط في فترات المعتادة في شط بين 7 إلى 9 مع انخفاض قيم الرقم الهيدروجيني بشكل متزايد . الا في شهر افريل حيث نلاحظ تزايد في pH, يشير الى زيادة في قلوية l'alcalinité المياه قليلة الملوحة في الشط أي قاعدية.



#### مخطط 4: تطور ارقم الهيدروجيني خلال اشهر

##### • درجة الحرارة

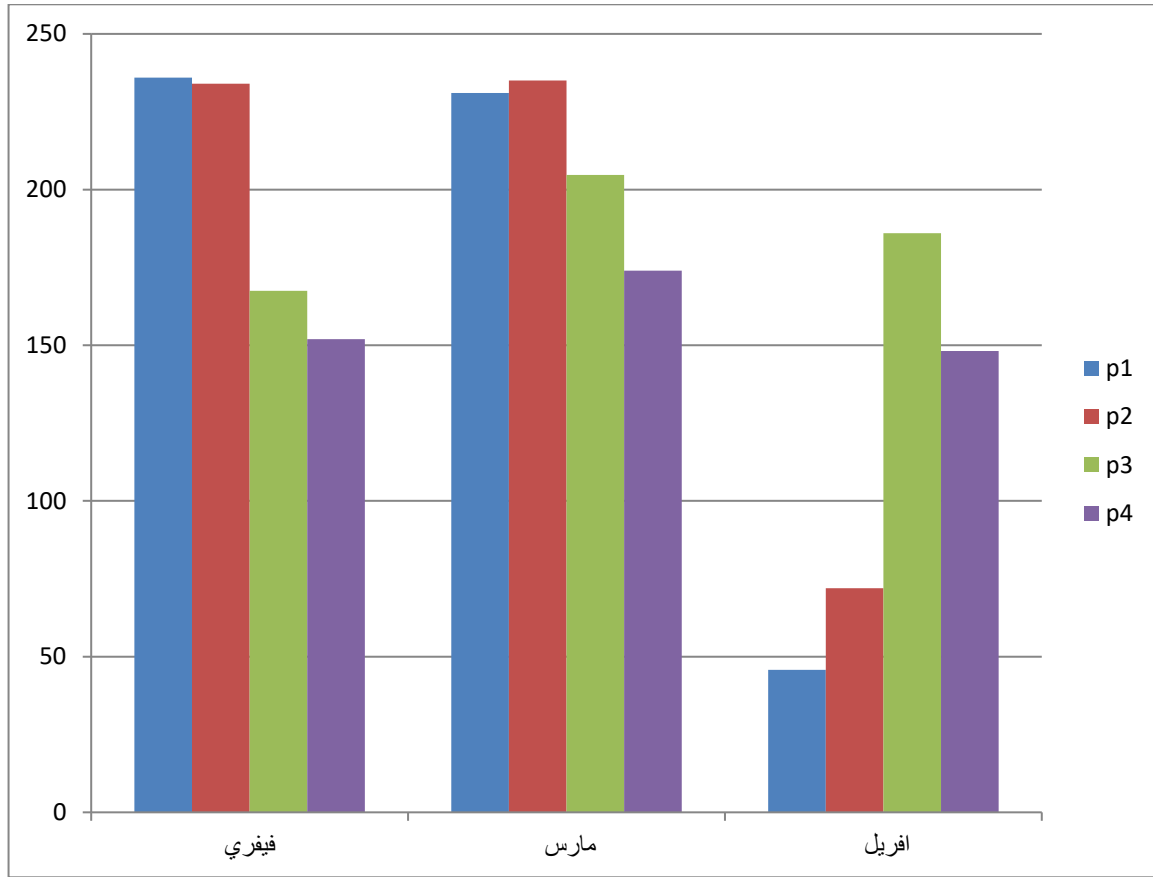
تغيرات في درجة حرارة المحلول الملحي على طول محطات اخذ العينات . حيث يصل متوسط درجات حرارة المحلول الملحي الى 21 درجة مئوية . و يتوافق ذلك مع تاثير دلرجة الحرارة الهواء و المناخ المحلي و العوامل الحرارية و يرجع ذلك اساسا الى المياه القادمة من الصرف الصحي .



مخطط 5: تطور درجة حرارة خلال ثلاثة اشهر

• الكثافة :

تعد الكثافة من البيانات المهمة جدا لانها ترتبط ارتباطا مباشرا بتركيز الاملاح الذائبة في مياه الشط . يمكن لنا معرفة مراحل تطور المياه شط و احتمال ترسيب المعادن المتبخرة من خلال رصد كثافة هذه المياه . و تتراوح كثافة المياه شط من 236 الى 45.8 (ms/cm) .



مخطط 6: نسبة الكثافة خلال اشهر

### 5. العناصر الاساسية :

من خلال حساب التراكيز للعناصر الرئيسية تحصلنا على الجدول التالي :

|       | [Cl <sup>-</sup> ] mg/l | [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] mg/l | [HCO <sub>3</sub> ] mg/l | [Na <sup>+</sup> ] mg/l | [K <sup>+</sup> ] mg/l | [Ca <sup>2+</sup> ] mg/l | [Mg <sup>2+</sup> ] mg/l |
|-------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| فيفري | p1.1                    | 128060                                | 34031.2<br>0             | 573.4                   | 85951.18               | 1077.70                  | 8016<br>9600             |
|       | p2.1                    | 93440                                 | 44438.3<br>2             | 451.4                   | 70018.68               | 1219.00                  | 4809<br>1104<br>0        |
|       | p3.1                    | 55060                                 | 32144.2<br>4             | 902.8                   | 30748.69               | 1248.35                  | 5611.<br>2<br>9600       |
|       | p4.1                    | 39660                                 | 48335.8<br>2             | 8418                    | 33546.19               | 1219.00                  | 5611.<br>2<br>1152<br>0  |
| مارس  | p1.2                    | 141840                                | 37005.8<br>4             | 610                     | 98086.18               | 1130.95                  | 721.4<br>1632<br>0       |
|       | p2.2                    | 148360                                | 42205.2<br>8             | 561.2                   | 109086.18              | 1219.00                  | 3206.<br>4<br>1200<br>0  |
|       | p3.2                    | 127560                                | 58536.9<br>6             | 1220                    | 117221.17              | 1189.65                  | 1603.<br>2<br>2880       |

أفريل

|      |        |              |       |          |         |       |      |
|------|--------|--------------|-------|----------|---------|-------|------|
| p4.2 | 77120  | 67683.3<br>6 | 658.8 | 81816.18 | 1248.35 | 801.6 | 9120 |
| P1.3 | 27680  | 6427.20      | 573.4 | 16761.16 | 350.65  | 3548  | 2560 |
| P2.3 | 13360  | 3790.40      | 451.4 | 4026.17  | 300.70  | 4008  | 1920 |
| P3.3 | 124820 | 32012.4<br>0 | 902.8 | 94166.15 | 1806.01 | 4008  | 6720 |
| P4.3 | 36260  | 42477.2<br>0 | 841.8 | 35098.65 | 514.60  | 4008  | 4800 |

### الكالسيوم Ca+2 :

| رقم المحطات | أفريل | مارس  | فيفري  |
|-------------|-------|-------|--------|
| P1          | 2560  | 16320 | 8016   |
| P2          | 1920  | 12000 | 4809   |
| P3          | 6720  | 2880  | 5611.2 |
| P4          | 4800  | 9120  | 5611.2 |

تتراوح القيم المتحصل عليها لهذا العنصر عند الشط بين 500 الى 3000 ملغ / لتر , ونلاحظ أعلى قيمة لها شمال الشط . تم تسجيل القيمي الدنيا في شط ب 4089 ملغ / لتر و بشكل عام فان قيم الكالسيوم في جزء الجنوبي اقل من الجزء الشمالي و هي ضمن معايير هذه النظم البيئية المالحة . ياتي الكالسيوم من اصلين طبيعيين مختلفين و هما : ذوبان تكوينات الكربونات , و اذابة تكوينات الجبس . و يعود اصل هذا التميز في تركيزات بشكل رئيسي الى العامل البشري من خلال شبكة صرف الصحي التي تتدفق لى اجزاء الجنوبية من الشط و الترع التي تصرف المياه الزائدة من المزارع و البلدة المجاورة . وتبقى هذه التركيزات ثابتة في جميع أنحاء العين بيضاء ( زعطوط 2012 ) .

### الصوديوم Na:

| رقم المحطات | أفريل    | مارس      | فيفري    |
|-------------|----------|-----------|----------|
| P1          | 16761.16 | 98086.18  | 85951.18 |
| P2          | 4026.17  | 109086.18 | 70018.68 |
| P3          | 94166.15 | 117221.17 | 30748.69 |
| P4          | 35098.65 | 81816.18  | 33546.19 |

تتراوح قيم الصوديوم 86951 الى 191626 ملغ / لتر في شط . وتتركز القيمي قصوى للصوديوم 191626.17 ملغ / لتر بشكل اساسي في نقطة p2.3 اي في مرة الثالثة لآحد العينة . وتقع في طرف شرقي من الشط ونلاحظ وجود صوديوم في جميع الشطط بتركيز عالي .

### المغنسيوم Mg :

| افريل | مارس  | فيفري | رقم المحطات |
|-------|-------|-------|-------------|
| 2560  | 16320 | 9600  | P1          |
| 1920  | 12000 | 11040 | P2          |
| 6720  | 2880  | 9600  | P3          |
| 4800  | 9120  | 11520 | P4          |

تتراوح محتويات المغنسيوم التي تم الحصول عليها في الشط بين 4800 الى 16320 ملغ / لتر . وقد لوحظت القيمة القصوى في قلب الشط في الطرف الشمالي تم تسجيل القيمة الدنيا عند الطرف الجنوبي للشط , و اغلب هذه القيم الموجودة في انظمة مماثلة , و يمكن تفسير تقسيم النتائج من الشمال الى الجنوب بطبيعة المياه التي تغذي الشط . من الاطراف و كثرة الجبس في النتوءات . ان تطور الدورة الجيوكيميائية للشط على محاليل المغنسيوم ليست موحدة من محطة الى اخرى .

### الكلور Cl :

| افريل  | مارس   | فيفري  | رقم المحطات |
|--------|--------|--------|-------------|
| 27680  | 141840 | 128060 | P1          |
| 13360  | 148360 | 93440  | P2          |
| 124820 | 127560 | 55060  | P3          |
| 36260  | 77120  | 39660  | P4          |

تتراوح محتويات الكلوريد في الشط بين 36260 الى 148360 ملغ / لتر . الكلوريدات موجودة بتركيز عالي جدا . يتم تسجيل القيمة القصوى في الطرفين الجنوبي و الشمالي من الشط المصادر الرئيسية للكلوريد في محاليل الملحية للبحيرات هي الصخور الرسوبية , وهي تأتي من ذوبان الملح , و عادة ماتتبع املاح الكلوريد بقدرة ذوبان عالية , مما يجعلها العنصر الاكثر وجودا في محاليل الملحية .

. تحتوي جميع سبخات تقريبا على محلول ملحي بتركيزات عالية . تساهم الانشطة البشرية ايضا في زيادة مستويات الكلوريد .

### الكبريتات SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> :

| افريل    | مارس     | فيفري    | رقم المحطات |
|----------|----------|----------|-------------|
| 6427.20  | 37005.84 | 34031.20 | P1          |
| 3790.40  | 42205.28 | 44438.32 | P2          |
| 32012.40 | 58536.96 | 32144.24 | P3          |
| 42477.20 | 67683.36 | 48335.82 | P4          |

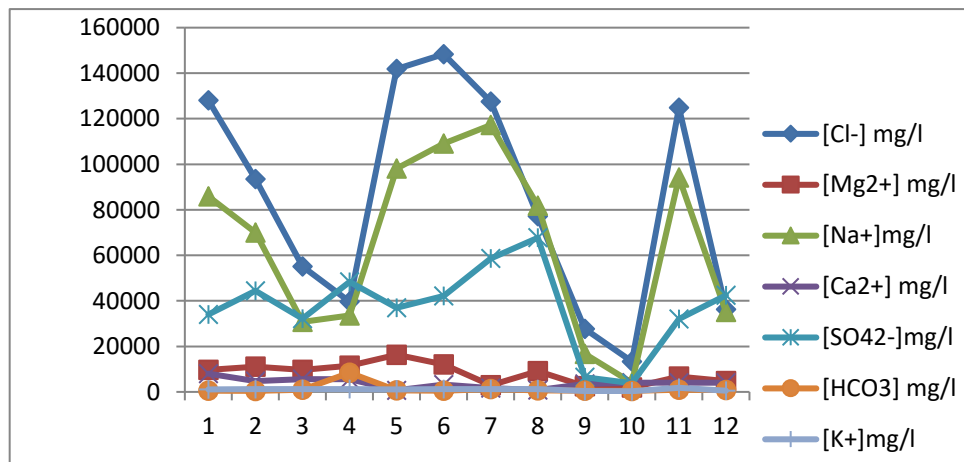
تتراوح التركيزات بشكل عام بين 3790.40 و 67683.36 ملغ / لتر تم تسجيل تركيزات عالية في جزء الشمالي جنوب مدينة عين بيضاء خاصة في نقطة p4.2 بـقيم تتجاوز 400000 ملغ ويمكن تفسير القيم العالية من خلال ذوبان الاملاح المعدنية الموجودة في التكوينات الموجودة عند الحافة .

البكربونات -HCO<sub>3</sub>:

| رقم المحطات | فيفري | مارس  | افريل |
|-------------|-------|-------|-------|
| P1          | 573.4 | 610   | 573.4 |
| P2          | 451.4 | 561.2 | 451.4 |
| P3          | 902.8 | 1220  | 902.8 |
| P4          | 8418  | 658.8 | 841.8 |

تتراوح محتويات البكربونات بين 451 الى 1000 ملغ / لتر . نلاحظ ان المحتويات منخفضة نسبيا في جزء الجنوبي من الشط حيث تكون المياه المعالجة في بداية رحلتها عبر الشط . و لوحظت اعلى تركيزات في جزء الشمالي الاوسط و بالتالي يمكن ان تنعكس هذه تركيزات العالية على شبكات الصرف الصحي و طبيعة الصخور .

## 6. علاقة العناصر :



## مخطط 7 علاقة بين العناصر الرئيسية

من خلال المنحنى نلاحظ ، السحابة النقطية غير محايدة تماما. ونلاحظ ان بعض نقاط تظهر فيها زيادة في كلور بالنسبة للكالسيوم بينما تظهر نقاط اخرى زيادة في الكالسيوم بالنسبة الى كبريتات مما يفترض وجود اصول اخرى مختلفة الايونين . لكن بشكل عام ، كلا عنصرين لها( كلور ، صوديوم ، كبريتات ) اصل تبخري مرتبط بالدوبان .بينما نلاحظ عدم وجود ارتباط بين عناصر الاخرى صوديوم ، مغنزيوم ، كالسيوم .مما نلاحظ كذلك تقارب بين صوديوم و الكلور .

الاستنتاج

من خلال تحليلات الايونات و تطورها تم توصل الى استنتاجات التالية :

تختلف المحتويات و كذلك معالماتها الاحصائية في شط كما يختلف تطور محتويات الايونات الرئيسية من محطة الى اخرى . عند اخذ العينات في شهر افريل نلاحظ ان المحطات التالية (p1.3, p2.3, p3.3) : بسبب تعرضها لكمية

امطار متساقط نلاحظ قيم استثنائية و احيانا غير طبيعية مقارنة بأخرين . ويرجع ذلك ايضا الى العامل البشري من خلال قناتين الصرف الصحي .

ساهمت كمية المياه المتواجدة في المحطات بقوة في تطور المحتويات الايونات الكبرى في الشط  
لم يظهر تطور نموذجي للسبخة بسبب انقطاع التبخر المتكرر الذي ميز الشط باكماله خلال فترة المراقبة .

## 7. تصنيف سحنة المياه جبو كيميائية

سحنة مياه شط عين البيضاء

مخطط بايبر

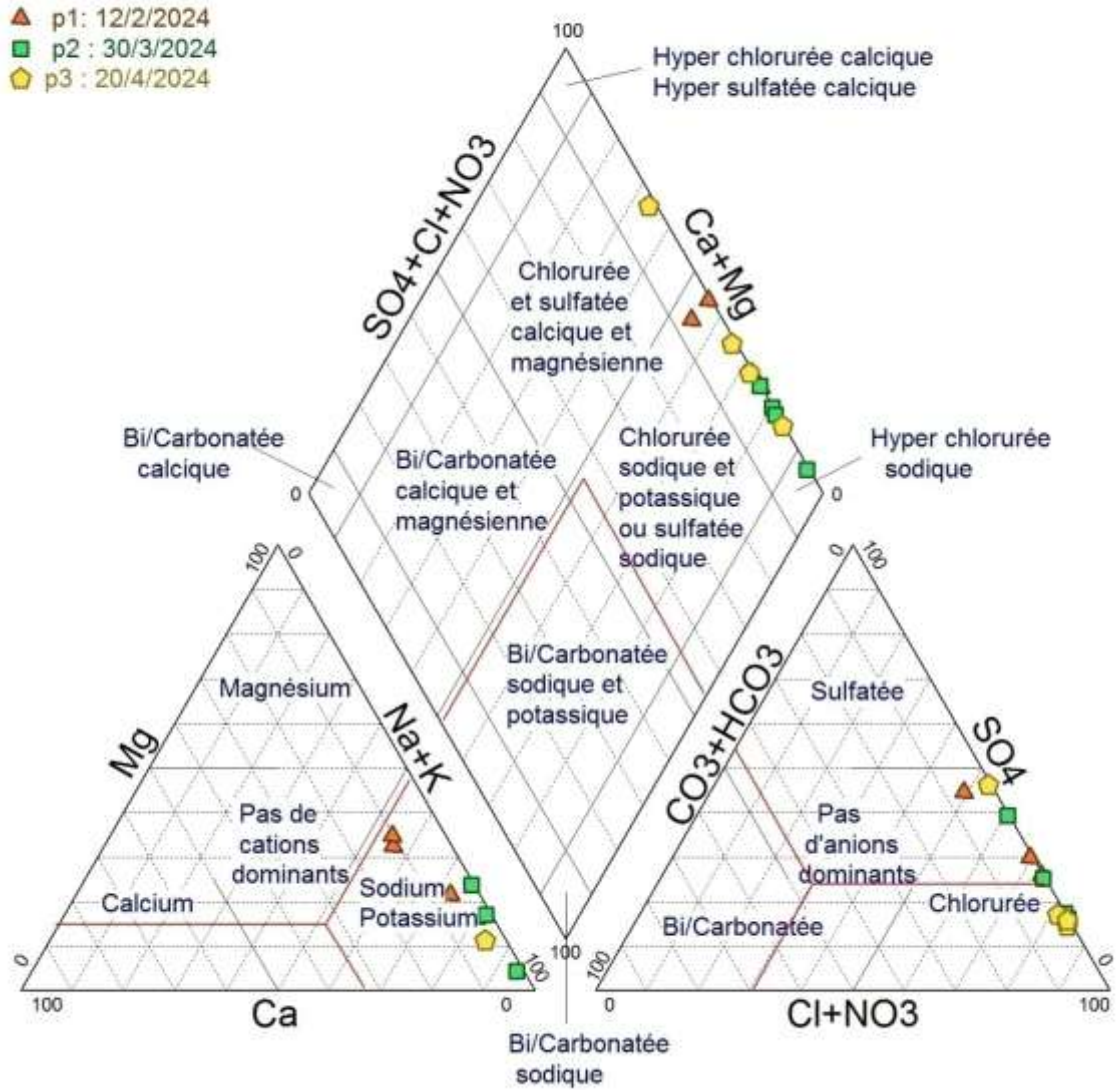
قمنا باسقاط النتائج في مخطط بايبر الذي يبين لنا سحنة كيميائية لشط عين بيضاء .

عرف لنا مخطط صفة الكيميائية للمياه شط حيث لاحظنا ان سحنة كيميائية لمياه هي كلوريد صوديوم و بوتاسيوم او  
كبريتات الصوديوم (Chlorurée sodique et potassique ou sulfatée sodique)

بحيث سحنة لكاتيون هو كلور و كبريتات اما لايونات هو بوتاسيوم و صوديوم



## Diagramme de Piper



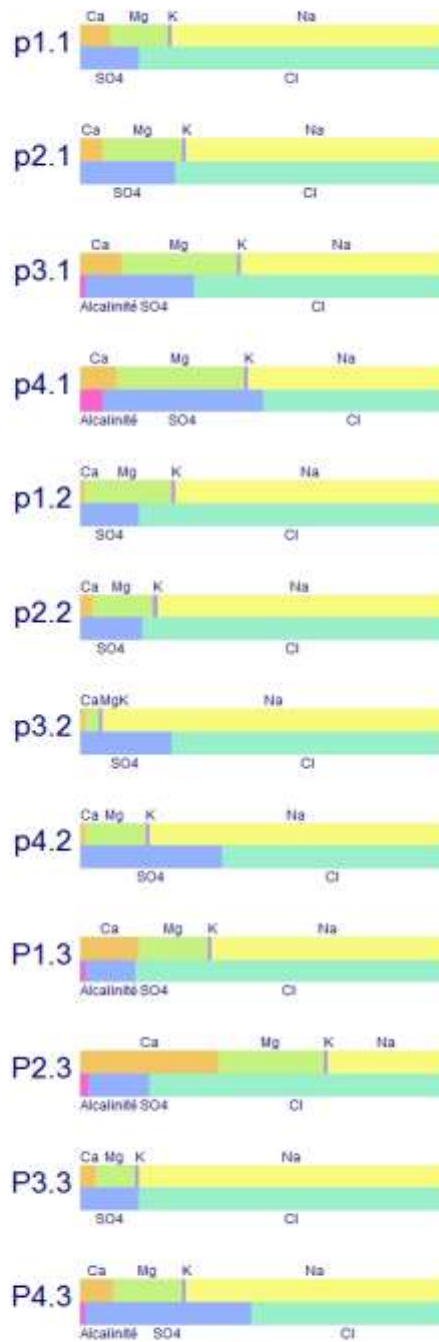
### تصنيف استقرار

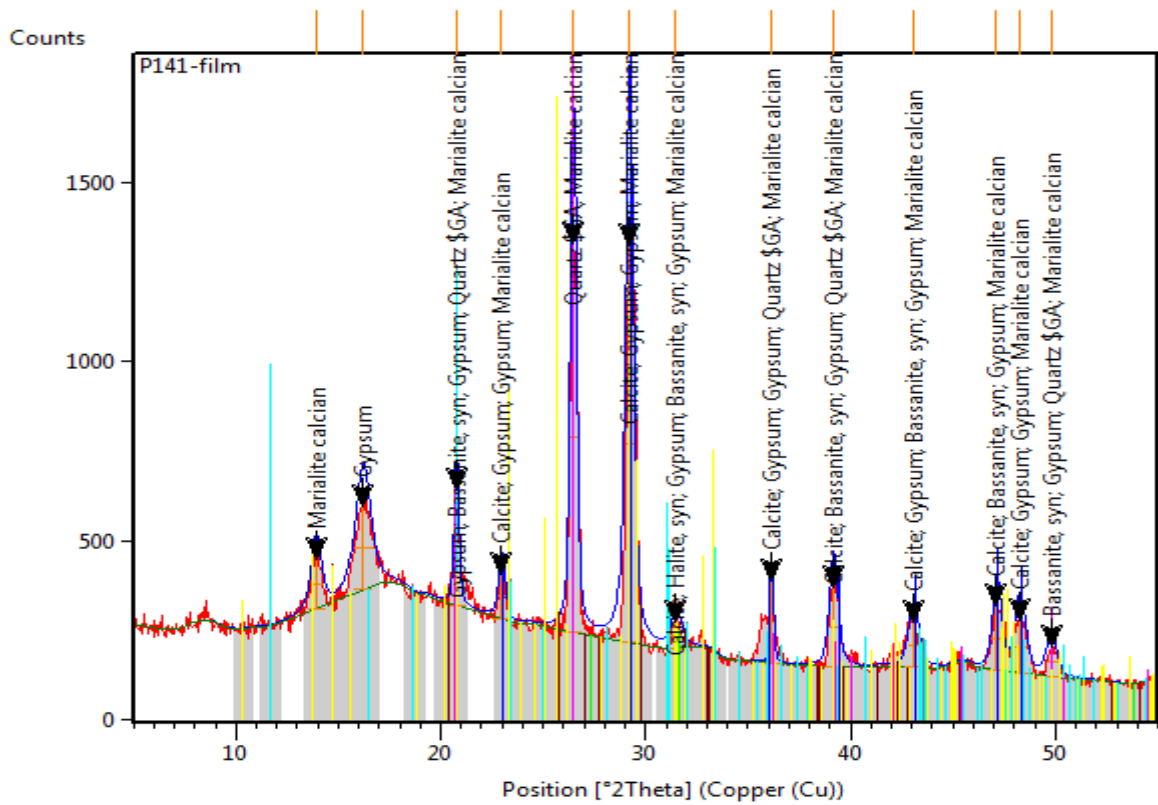
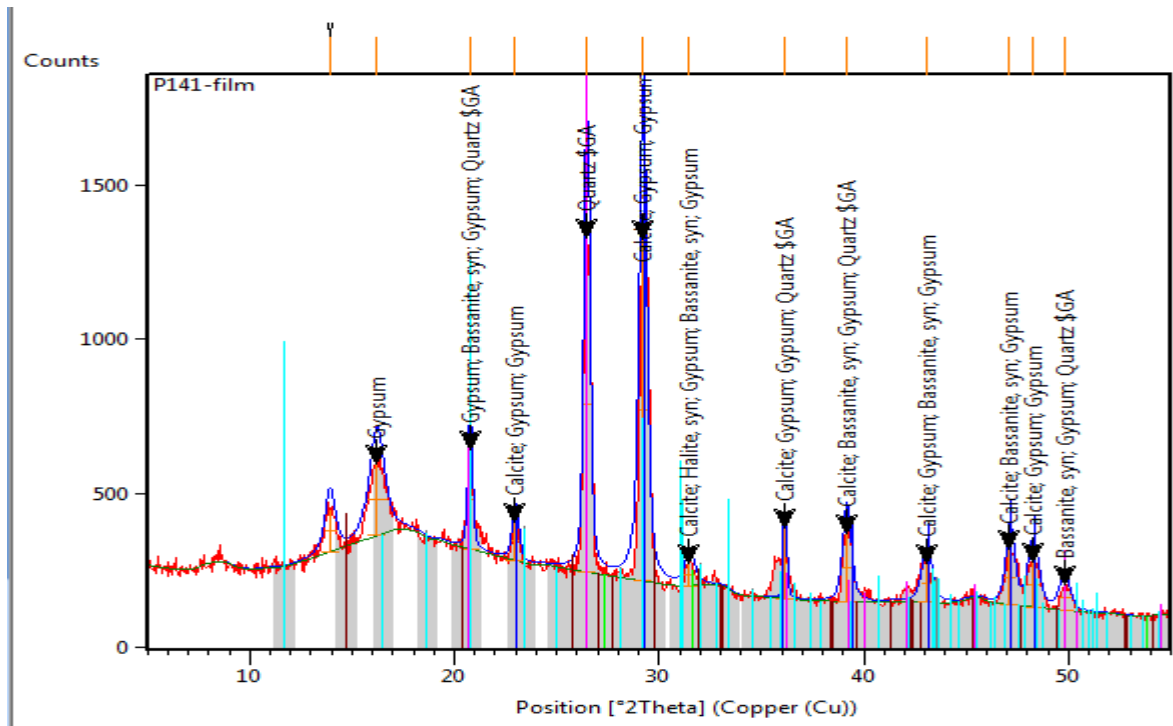
ويتم تعبير عن هذا التصنيف بصيغة مميزة ( الصيغة الايونية ) تتمثل في حساب كميات التفاعل بالنسبة المئوية مقارنة بتركيز الكلي .

يتم تصنيف من اليسار الى اليمين بترتيب تنازلي كميات التفاعل بالنسبة المئوية لانيونات و الكاتيونات للحصول على الصيغ المميزة .

يؤكد تصنيف stable وجود اربع سحنات كيميائية : كلوريد الصوديوم , , كبريتات الصوديوم , كلوريد الكالسيوم .

Stabler







معادن الاملاح التي تم جمعها من منطقة درستنا تم التعرف عليها بواسطة DRX هي : هاليت , الكالسيت , الجبس , وكيميات من الكوارتز . يكشف المرجع المعدني للتركيبات الملحية و المتبخرة لمياه الشط عن وفرة عالية للهاليت و الجبس وكمية منخفضة من الطين . ترتبط هذه الصخور الرسوبية الفتاتية الجيرية بالصخور المتبخرة مثل الهاليت , الكالسيت و الجبس كما تما تحديده بواسطة DRX الاشكال على وجه الخصوص , يمكن تميز الكلوريدات الصوديوم بسهولة من خلال انماط حيود الاشعة السينية الخاصة بها اعتماد على وفرتها في مياه المحملة بكثافة بالكلوريد الصوديوم و التي تساعد على تبلورها .

وكانت معادن الاملاح التي تم تحليلها و مرقيتها : هاليت 55% الكربونات "الكالسيت " 15% و نسبة الجبس 30%.

### التلوث البيئي في شط عين بيضاء :

يعتبر التلوث البيئي من اخطر المشاكل التي تواجه العالم اليوم . يمكن تصنيف مستويات التلوث اى عدة درجات . بدا من التلوث البسيط الذي قد يكون غير الملحوظ وصولا الى التلوث الحاد الذي يمكن ان يتسبب في اضرار جسيمة على البيئة و الانسان .

تبلغ منطقة شط عين بيضاء تلوث المياه بسبب ملوثات البشرية و الطبيعية الفوضوية , و تخضع المنطقة لدرجة كبيرة الى حد ما من الضعف , يشجعها تصريف مياه صرف الصحي وهذه العوامل تعرض المياه للتلوث الشديد .

ويعد هذا الشط الذي يمتد على مساحة تقدر بألف هكتار، ويحصى سنويا ما يقارب ألف طائر مهاجر، باعتباره من أهم محطات توقف الطيور المهاجرة القادمة من دول أوروبا وآسيا من أجل التعشيش، فضلا عن كونه مسطحا مائيا تعيش به عديد أنواع تلك الطيور.

يعتمد تقييم تلوث مياه الصرف الصحي على تحديد بعض العوامل : الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية . وهي تشير الى درجة التلوث و تبين الخطر الناجم عن اطلاقها في البيئة الطبيعية كانت المياه العادمة من حوض ورقلة يتم تفرغها الى منفذ طبيعي واحد شط عين بيضاء ولم يعد هذا الموقع قادر على استقبال حجم هذخ المياه العادمة التي تقوم البلدية بتصريفها بعد زيادة التدفقات المصرفة المرتبطة بالزيادة السكانية .

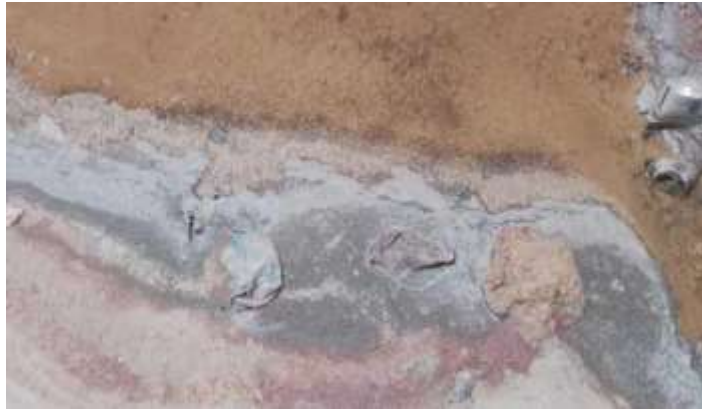
تأتي امدادات المياه في الشط من منسوب المياه الجوفية ' الذي يختلف منسوبه حسب الموسم و الانشطة البشرية (صرف النخيل , الري ) و خاصة التحويل مخلفات المياه الملقاة في الشط .

شط عين بيضاء عبارة عن منخفض يمتد على مساحة 1000 هكتار بطول 5.3 كلم و عرض 1.5 كلم . تقع بين بساتين نخيل ورقلة غربا و بستان نخيل عين بيضاء شرقا . يفتح تشكلات الكتبان الرملية على الساحل الشمالي ارتفاعها 138 الى 140 م .

يمثل الشط بيئة حيوية رطبة , تتميز هذه المنطقة بانتاجية عالية نظرا لوجود سلاسل غذائية و تعد موطنا لطيور مائية رائعة تستخدم هذا الموطن كمكان للراحة و التكاثر و الشتاء .

التلوث الذي يؤثر بشكل كبير على الاستقرار و التوازن البيئي للنظام البيئي من خلال التسبب في مشاكل مثل تدهور بستان النخيل , و تلوث منسوب المياه لجوفية , و تدهور التربة , وغزو النباتات المحبة للملوحة , و انتشار الامراض التي تنتقل عن طريق المياه و خطر اختفاء الطيور المستقرة و المهاجرة . هذه المياه هي موطن لحيوانات متنوعة , و خاصة الطفيليات , و نباتات التي تتكون بشكل رئيسي من الطحالب . ويؤكد وجود الطحالب الخضراء ارتفاع مستوى النيتروجين المسؤول عن ظاهرة التختث . الارتميا متوفرة بكثرة , و هي الانواع التي يجب حمايتها و اثارها لانها تشكل الغذاء الرئيسي للطيور .





الخلاصة العامة



تضاريس الشط مسطحة تقريبا . ولا يتجاوز فرق الارتفاع ثلاثة امتار . يتراوح الارتفاع من 125 مترا الى 128 مترا وهي المياه المفتوحة الدائمة للشط تقع ادنى الارتفاعات بجوار بستان النخيل الى الجنوب الشرقي من الشط اعلى ارتفاع الارتفاعات باتجاه الشمال الغربي في بامنديل .

ومن جهة نظر جيولوجية سطحية يتكون قاع الشط من مواد متبخرة و رمال و مواد عضوية داكنة غير متحللة .

ويمكن الاستنتاج ان كيمياء المياه تتاثر بالظروف المناخية القاسية . تؤدي الطبيعة القاحلة للمناخ الى ارتفاع تركيز مياه الشط .

التسبب في تكوين المحاليل الملحية . ظهرت هذه التركيزات من العناصر المختلفة بشكل اكبر في الموقع المغلقة . وجميع العناصر الرئيسية تتجاوز الى حد كبير المعايير المحددة لسحنة كلوريد الصوديوم لجميع المياه و تعطي ملوحة عالية جدا .

تؤدي الطبيعة القاحلة الى تركيز عال بنسبة 500000مل / ل من مياه الشط , مما يسبب في تكوين محاليل ملحية . الاليات الفيزيائية و الكيميائية الناتجة هي تبادلات صوديوم و الكالسيوم و الترسيب المتتالي للكالسيوم و الجبس .

مياه شط عين بيضاء لم يتغير بشكل كبير خلال فترة المراقبة . مياه شط كيميائيا مستقرة على رغم من هطول الامطار وفسر هذه ظاهرة الذوبان السريع لهطول الامطار حالة ركود على مستوى الموسمي .

لا يبدو ان الشط يتبخر تدريجيا ليصل الى مراحل متقدمة طريقة تحديد تسلسل ترسيب التبخر . تؤدي درجات الحرارة المنخفضة المتكررة الى اذابة املاح و الماء المترسبة العود الى مرحلتهم الاولى . علاوة على ذلك فان استمرار وصول المياه الى المناطق الحضرية عبر قنوات الصرف يريد من انحلال كميات صغيرة من الاملاح المترسبة . حاليا شط عين بيضاء ليس بيئة ترسيب طبيعية يتاثر بشدة بالعمل البشري الذي تتجسده مياه الصرف في المناطق الحضرية من مدينتي ورقلة و عين بيضاء , و لكن ايضا بمياه الري بساتين النخيل المجاورة لقد فقد شط طابع سبخي يتعلق بمناطق العبور لعمليات الاخلاء في مناطق الحضرية .

## المراجع

1. **(M. ZATOUT Merzouk** : Mémoire : Etude géochimique et minéralogique du chott de Ain El Beida et de la sebkha d'Oum Erraneb (Cuvette de Ouargla - Bas Sahara)
2. Lamini, A., Hacini, M., 2012. Étude géochimique et minéralogique des chotts de la AL-DROUBI, A., B. FRITZ, & Y. TARDY. 1976. Equilibres entre minéraux et solutions.
3. Mediterranean Conference for Environmental Integrati Springer, 2017 (Boukhalifa, N Hammya, H)
4. Zatout, Merzouk, Mohamed Mehdi Kadri, Messaoud Hacini, Ahmed Hichem Hamzaoui, and Adel M'nif. "Origin and Signs of Disturbance of Hyperarid Climate Wetland Ecosystem: Case of Chott Ain Beida, Algerian Sahara." Environmental Earth Sciences 79(2020)
5. Mémoire : Les chotts et les lacs du Sud-Est Algérien. Étude géologique, géochimique et valorisation des potentialités (**Abdenour ADDANE**)
6. Programmes de calcul appliqués à la prédiction de la salure des sols et des doses optimales d'irrigation. Cah. ORSTOM, série Pédologie
7. Haddane, Abdenour, Messaoud Hacini, Abdelaziz Bellaoueur, Ahmed Hichem Hamzaoui, and Adel M'nif. "Effect of Evaporite Paleo-Lacustrine Facies on the Brines Geochemistry, Economy Implication. Case of Chott Bagdad El Hadjira Ouargla, South-Eastern Algeria." Energy Procedia 119 (2017): 228-35.
8. Zatout, Merzouk, Messaoud Hacini, Ahmed Hichem Hamzaoui, and Adel M'nif. *Abnormal Behavior of Chott Ain Beida Brines, Ouargla Basin, Algerian Sahara*. Euro-région d'El Hadjira. Thèse de magistère : Géologie : Université Kasdi Merbah Ouargla,
9. A N R H 2024