



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**M<sup>lle</sup> Belahouel Hind**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité: RESSOURCES HALIEUTIQUES**

Thème

**La recherche de la salinité des eaux de mer des deux sites Sidi Medjdoub et Sablettes par usage des différentes méthodes physico-chimiques**

Soutenue le 15/09/2022

DEVANT LE JURY

<b>Président</b>	Belbachir Nourdine	<b>MCA</b>	<b>U. Mostaganem</b>
<b>Encadreur</b>	Chikh Djaoutsi Djamila	<b>MCB</b>	<b>U. Mostaganem</b>
<b>Examineur</b>	Farah Taher	<b>MAA</b>	<b>U. Mostaganem</b>

# REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu tout Puissant de m'avoir permis de mener à terme ce mini projet qui est pour moi le point de départ d'une merveilleuse aventure, celle de la recherche, source de remise en cause permanent et de perfectionnement perpétuelle.

Je désire remercier mes parents pour leur aide et soutien physique et moral afin de concrétiser cette formation et stage pratique.

Qu'il me soit permis de rendre un vibrant hommage à mon encadreur, **Chikh Djaoutsi.D** pour avoir bien voulu superviser ce modeste travail et donné de son temps et de son intelligence à la réussite de ce projet.

Mes sincères re merciements reviennent également aux membres de jury :

**Dr. Belbachir N.** d'avoir accepté de présider ce travail.

**Mr .Farah.T**, qui nous a fait l'honneur de faire partie du jury en acceptant d'examiner ce travail .

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tout le personnels de l'**ADE Mostaganem**, et le service du **laboratoire de la Faculté des sciences de la Nature et de La vie**.

Un grand merci à tout le personnel du **département des sciences de la mer et de l'aquaculture**.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

# Dédicaces

*Je* dédie ce travail à mes chers parents qui font le maximum pour leur soutien et encouragement durant toute ma vie ;

Aucune dédicace ne serait exprimée à leur juste valeur, mon profond respect, et ma gratitude pour tous les efforts que vous avez fournis pour moi ;

*Que* ce travail soit le symbole de mon grand amour, et de ma reconnaissance de leurs efforts et leur soutien inoubliable et de toutes ces années de sacrifices ;

A mes sœurs et mes frères pour leur sacrifices et soutiens ;

Aussi à toutes les personnes qui m'ont aidée de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## Résumé

La mer constitue une ressource économique majeure pour les régions côtières : pêche (halieutique), tourisme, transport, logistique (activité portuaire).....

La pollution de ces zones marines côtières est dûe à la modification des propriétés physiques, chimiques ou biologiques ou tout rejet de matières liquides, gazeuses ou solides dans les eaux de mer.

Pour détecter la pollution chimique de ces eaux, on étudie les paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, la conductivité, le dosage du chlorure, l'oxygène dissous ...Ets

Notre objectif est d'étudier un indice de pollution indiquant le taux de sels ou salinité de l'eau de mer des deux sites Sidi Medjdoub et Sablettes par utilisation de différentes méthodes physico-chimiques telles que le dosage des chlorures, la détermination de la conductivité, l'étude de la salinité, la recherche du taux de minéralisation total (TDS) et la recherche du résidu sec.

Les résultats montrent que les mesures de ces paramètres physico-chimiques de l'eau de mer sont dans la norme.

**Mot clés :** salinité, paramètres physico-chimiques, l'eau de mer, pollution, Sablettes, Sidi Medjdoub.

## **Abstract**

The sea is a major economic resource for coastal regions: fishing (fisheries), tourism, transport, logistics (port activity).....

The pollution of these coastal marine areas is due to the modification of the physical, chemical or biological properties or any discharge of liquid, gaseous or solid matter into the sea waters.

To detect the chemical pollution of these waters, we study the physico-chemical parameters such as temperature, pH, conductivity, chloride dosage, dissolved oxygen, etc.

Our objective is to study a pollution index indicating the rate of salts or salinity of the sea water of the two sites Sidi Medjdoub and Sablettes by using different physico-chemical methods such as the dosage of chlorides, the determination of conductivity , the study of salinity, the search for the total mineralization rate (TDS) and the search for the dry residue.

The results show that the measurements of these physico-chemical parameters of seawater are within the norm.

**Keywords** : salinity, physicochemical parameters, seawater, pollution, Sablettes, Sidi Medjdoub.

## الملخص

يعد البحر موردًا اقتصاديًا رئيسيًا للمناطق الساحلية: صيد الأسماك (تربية المائيات) ، السياحة ، النقل ، الخدمات اللوجستية (نشاط الموانئ).....

يرجع تلوث هذه المناطق البحرية الساحلية إلى تعديل الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية أو أي تصريف للمواد السائلة أو الغازية أو الصلبة في مياه البحر.

للكشف عن التلوث الكيميائي لهذه المياه، نقوم بدراسة المعلمات الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيل، وجرعة الكلوريد، والأكسجين المذاب... إلخ.

هدفنا هو دراسة مؤشر تلوث يوضح معدل الأملاح أو ملوحة مياه البحر في موقعي سيدي مجدوب وصابلات باستخدام طرق فيزيائية كيميائية مختلفة مثل جرعة الكلوريدات وتحديد الموصلية ودراسة الملوحة. والبحث عن معدل التمعن الكلي (TDS) والبحث عن البقايا الجافة.

أظهرت النتائج أن قياسات هذه المعلمات الفيزيائية والكيميائية لمياه البحر ضمن المعيار.

**الكلمات المفتاحية:** الملوحة، العوامل الفيزيائية والكيميائية، مياه البحر، التلوث، صابلات، سيدي مجدوب.

# Sommaire

Introduction générale	1
<b>Chapitre I : Rappel bibliographique</b>	
I. Généralités sur l'eau de mer	4
I.1. Classification des différents océans et mers selon leurs salinités	5
I.2. La mer Méditerranée et ses caractéristiques générales	5
I .3. Présentation de la wilaya de Mostaganem	7
I .3.1. Situation géographique	7
I .3.2. Ressources naturelles	8
I .3.3. Richesses de la côte maritime	8
I .4. Potentialités économiques	8
I .5. Le choix de la station	9
I .5.1. Caractéristiques générales de sites étudiés	9
I .5.1.1. Site Sidi Medjdoub	9
I .5.1.2. Site Sablettes	10
I.6. La pollution marine	11
I.6.1. Les causes et les conséquences de la pollution marine	11
I.6.2. Les différents types de la pollution marine	12
I.7. Paramètres chimiques de l'eau de mer	13
I.7.1. Chrome	14
I.7.2. Plomb	15
I.7.3. Cuivre	15
I.7.4. Cadmium	15
I.7.5. Zinc	16
I.7.6. Bore	16
I.7.7. Nitrites	16
I.7.8. Nitrates	16
I .8. Paramètres physico-chimiques de l'eau de mer	17
I .8.1. Le pH	17
I .8.2. Température	17
I .8.3. Alcalinité	17

I .8.4. Conductivité électrique	17
I .8.5. Titre hydrométrique	17
I .8.6. La matière solide dissoute totale (TDS)	17
I .8.7. Les Chlorures	18
I .9. Paramètres organoleptiques de l'eau	18
I .9.1. La turbidité	18
I .9.2. La salinité d'une eau	18
I .9.2.1. Définition	18
I .9.2.2. Importance de la salinité	19
I .9.2.3. La mesure de la salinité	19
I .9.2.4. La mesure de la salinité avec un salinomètre	20
I .9.2.5. Etude de la salinité par calcul de la conductivité	21
I .10. Les différentes méthodes physico-chimiques pour la recherche de la salinité	28
I .10.1. Mesure de la salinité	28

## **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

II . Matériel et méthodes	36
II .1. Matériel utilisé	36
II .2. Paramètres physico-chimiques	36
II .2.1. Température	36
II .2.2. PH	36
II .2.3. La conductivité	37
II .2.4. La salinité	37
II .2.5. La matière solide dissoute totale (TDS)	37
II .2.6. Les résidus secs	37
II .3. Analyses physico-chimiques	39
II .3.1. Méthodes d'analyse	39
II .4. Matériel et méthodes	42

## **Chapitre III : Résultats Et Discussion**

III. Paramètres physico-chimiques	45
III.1. variation du pH de l'eau de mer du site Sablettes	45
III.2. Variation de la température de l'eau de mer du site Sablettes	45
III.3. Variation de la salinité de l'eau de mer du site Sablettes	46

III.4. Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sablettes	47
III.5. Variations de résidu sec de l'eau de mer du site Sablettes	48
III.6. Variation de TDS de l'eau de mer du site Sablettes	49
III.7. Variation de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sablettes	50
III.8. Variations du pH de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	51
III.9. Variation de la température de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	51
III.10. Variation de la salinité de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	52
III.11. Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	53
III.12. Variations de résidu sec de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	54
III.13. Variation de TDS de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	55
III.14. Variation de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub	55
Conclusion générale	58
Références bibliographique	60
Annexes	62

# Liste des abréviations

## Liste des abréviations

- ✓ **T** : Température (°C)
- ✓ **S** : salinité.
- ✓ **g/l** : gramme par litre.
- ✓ **cm** : centimètre.
- ✓ **pH** : point hydroélectrique.
- ✓ **g** : Gramme.
- ✓ **HCl** : Chlorure d'hydrogène.
- ✓ **mg /l** : Milligramme par litre
- ✓ **NaCl** : Chlorure de sodium.
- ✓ **°C** : degré Celsius.
- ✓ **TDS** : La matière solide dissoute totale ou solides dissous totaux.
- ✓ **CE** : Conductivité électrique

# Liste des figures

## Liste des figures

<b>Figure N°01</b>	Localisation de la mer Méditerranée	6
<b>Figure N°02</b>	Localisation de Wilaya de Mostaganem	7
<b>Figure N°03</b>	Extrait de l'image de localisation de site Sidi Medjdoub	10
<b>Figure N°04</b>	Extrait de l'image de localisation de site Sablettes	11
<b>Figure N°05</b>	Composition chimique de l'eau de mer en grammes par litre	14
<b>Figure N°06</b>	La teneur en sel déterminé ou la salinité	18
<b>Figure N°07</b>	Modèle éclaté du cristal ionique de chlorure de sodium (sel)	26
<b>Figure N°08</b>	Principe d'indice de réfraction	29
<b>Figure N°09</b>	réfractomètre	29
<b>Figure N°10</b>	méthode d'utilisation d'un réfractomètre	31
<b>Figure N°11</b>	Réfractomètre fermé	31
<b>Figure N°12</b>	Réfractomètre ouvert	31
<b>Figure N°13</b>	Conditions opératoires	33
<b>Figure N°14</b>	Appareil Multi paramètres	40
<b>Figure N°15</b>	Variation du pH de l'eau de mer du site Sablettes	45
<b>Figure N°16</b>	Variations de la température de l'eau de mer du site Sablettes	46
<b>Figure N°17</b>	Variations de la salinité de l'eau de mer du site Sablettes	47
<b>Figure N°18</b>	Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sablettes	48
<b>Figure N°19</b>	Variation de résidu sec de l'eau de mer du site Sablettes	49
<b>Figure N°20</b>	Variation de TDS de l'eau de mer du site Sablettes	49
<b>Figure N°21</b>	Variation de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sablettes	50
<b>Figure N°22</b>	Variation du pH de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	51
<b>Figure N°23</b>	Variations de la température de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	52
<b>Figure N°24</b>	Variations de la salinité de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	53
<b>Figure N°25</b>	Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	53
<b>Figure N°26</b>	Variation de résidu sec de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	54
<b>Figure N°27</b>	Variation de TDS de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub	55

**Figure N°28** Variation de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

56

# Liste des tableaux

# Liste des tableaux

<b>Tableau N°01</b>	Principaux composés des sels dans l'eau de mer. (Source : Oceanplasma).	4
<b>Tableau N°02</b>	Classification des eaux marines et océaniques selon leurs salinités.	5
<b>Tableau N°03</b>	Conductivité Relative (C.R.) de divers ions (01)	23
<b>Tableau N°04</b>	Conductivité Relative (C.R.) de divers ions (02)	23
<b>Tableau N°05</b>	site et date échantillonnage 01 (26 /02/2022).	41
<b>Tableau N°06</b>	site et date échantillonnage 02 (26/02/2022).	41
<b>Tableau N°07</b>	site et date échantillonnage 02 (26/02/2022)	41
<b>Tableau N°08</b>	site et date échantillonnage 04 (26/05/2022).	41
<b>Tableau N°09</b>	Valeurs du pH de l'eau de mer du site Sablettes	45
<b>Tableau N°10</b>	Valeurs de la température (°C) de l'eau de mer du site Sablettes	46
<b>Tableau N°11</b>	Valeurs de la salinité (%) de l'eau de mer du site Sablettes	46
<b>Tableau N°12</b>	Valeurs de la conductivité (mS/cm) de l'eau de mer du site Sablettes	47
<b>Tableau N°13</b>	Valeurs de résidu sec (mg/l) de l'eau de mer du site Sablettes	48
<b>Tableau N°14</b>	Valeurs TDS (g/l) de l'eau de mer du site Sablettes	49
<b>Tableau N°15</b>	Valeurs de la concentration des Chlorures en (mg/l)*10 <sup>-3</sup> de l'eau de mer du site	50
<b>Tableau N°16</b>	Valeurs du pH de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	51
<b>Tableau N°17</b>	Valeurs de la température de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub	51
<b>Tableau N°18</b>	Valeurs de la salinité (%) de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	52

<b>Tableau N°19</b>	Valeurs de la conductivité (mS/cm) de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	54
<b>Tableau N°20</b>	Valeurs de résidu sec (mg/l) de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	54
<b>Tableau N°21</b>	Valeurs TDS (g/l) de l'eau de mer du site Sidi Majdoub	55
<b>Tableau N°22</b>	Valeurs de la concentration des Chlorures en (mg/l)*10 <sup>-3</sup> de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub	55

# **Introduction Générale**

## INTRODUCTION GÉNÉRALE :

L'eau de mer est une ressource très abondante et inépuisable. Elle représente 97% de l'eau sur terre et couvre 73 % de la surface du globe terrestre. Mais du fait de son fort taux de salinité, qui diffère cependant d'un endroit à un autre, l'eau de mer n'est pas potable et il est impossible de l'utiliser ou de la consommer directement à l'état pur.

Le recours à l'exploitation de l'eau de mer n'est pas un choix volontaire mais plutôt une solution à la raréfaction de l'eau douce qui ne représente que 1 % de l'eau sur terre, auquel s'ajoutent 2 % qui sont constitués de blocs de glaces. Une quantité qui est loin de répondre aux besoins des activités humaines et ceux des écosystèmes.

Ainsi, la mer constitue une ressource économique majeure pour les régions côtières : pêche (halieutique), tourisme, transport, logistique (activité portuaire).....

La pollution de ces zones marines côtières est due à la modification des propriétés physiques, chimiques ou biologiques ou tout rejet de matières liquides, gazeuses ou solides dans l'eau qui provoque un déséquilibre dans l'écosystème et endommage les eaux de mer du point de vue de la santé, sécurité et bien-être public, que ce soit pour des usages destinés à des fins domestiques, commerciales, agricoles, récréatives et autres, ou pour les animaux sauvages et aquatiques.

Notre objectif est d'étudier la qualité de l'eau de mer des deux sites Sidi Medjdoub et Sablettes en se basant sur la recherche du taux de sels ou salinité de l'eau de mer par utilisation de différentes méthodes physico-chimiques telles que :

- ❖ Le dosage des chlorures
- ❖ La détermination de la conductivité
- ❖ L'étude de la salinité
- ❖ La recherche du taux de minéralisation total (TDS)
- ❖ La recherche du résidu sec.

Le présent travail comporte trois grands chapitres : Le premier chapitre est consacré à un rappel bibliographique.

Le second chapitre est destiné à la présentation du matériel et des méthodes utilisées pour réaliser les analyses physico-chimiques de l'eau de mer de deux sites Seblattes et Sidi Medjdoub

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Dans le dernier chapitre, on présente tous les résultats obtenus de ces analyses physico-chimiques de l'eau de mer suivi par une discussion.

Notre travail est finalisé par une conclusion.

# **Chapitre I**

## Rappel bibliographique

### I. Généralités sur l'eau de mer

L'eau de mer représente 70% de la surface de la planète et 99% des ressources en eau. Cette quantité peut être estimée à  $1400.10^6 \text{ Km}^3$  d'eau. Pour définir une eau de mer, il suffit trois paramètres : la température, la pression et la salinité. La salinité moyenne des eaux de la planète est de 35 et sa température est de  $4^\circ\text{C}$ . La masse de sel dissoute dans l'eau varie suivant le lieu, elle peut aller de 10 g de sel/Kg d'eau dans la mer Baltique à 40 g de sel/Kg d'eau dans la mer noire. En effet, les différents mers et océans ne sont en fait qu'un seul et unique réservoir d'eau de mer. De plus, la période de brassage est de seulement 1000 ans ce qui permet d'uniformiser la composition des sels. Les apports venant des fleuves ont une influence infime sur cette composition par rapport à la quantité d'eau présente dans les mers et océans. (Source : Ocean plasma).

Les sels de mer ont une composition constante. Ils sont presque toujours 31 % d'ions de sodium, 55% d'ions de chlorures, 8% d'ions de sulfates, 4% d'ions de magnésium, 1% d'ions de calcium et 1% d'ions de potassium (Tableau N°01).

L'eau de mer est un milieu légèrement basique, le pH moyen des eaux de mer varie entre 7,5 et 8,4. (Source : Ocean plasma).

**Tableau N°01 : Principaux composés des sels dans l'eau de mer. (Bey S, 2019)**

<b>Éléments</b>	<b>Proportion (%)</b>
<b>Chlorures ( Cl)</b>	<b>55 %</b>
<b>Sodium (Na)</b>	<b>30,6 %</b>
<b>Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)</b>	<b>7,7 %</b>
<b>Magnésium (Mg)</b>	<b>3,65 %</b>
<b>Calcium (Ca)</b>	<b>1,17 %</b>
<b>Potassium (k)</b>	<b>1,13 %</b>
<b>Autre</b>	<b>0,6 %</b>

La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de  $35 \text{ g.L}^{-1}$ . Cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées :

- Mer Méditerranée : 36 à 39 g/l
- Mer Morte : 270 g/l
- Océan Atlantique : 35 g/l

- Mer Rouge : 40 g/l.

### I.1. Classification des différents océans et mers selon leurs salinités

La gamme de salinité de surface est bien plus vaste que dans l'océan profond, du fait de l'influence des conditions météorologiques : évaporation et précipitation.

Inversement, les précipitations abondantes font que la salinité est plus faible au voisinage de l'équateur. D'autres phénomènes ont des effets visibles, comme l'apport des grands fleuves, en particulier dans l'océan atlantique, qui reçoit les eaux des plus grands fleuves de la planète (Amazone, Niger, Congo).

La salinité chute dans les régions plus fraîches, en raison de la fonte des glaces. La salinité des océans est en moyenne de 35 grammes de sel par litre (Pacifique). Sauf régionalement, elle varie peu voir (Tableau N°02). (Futura- sciences).

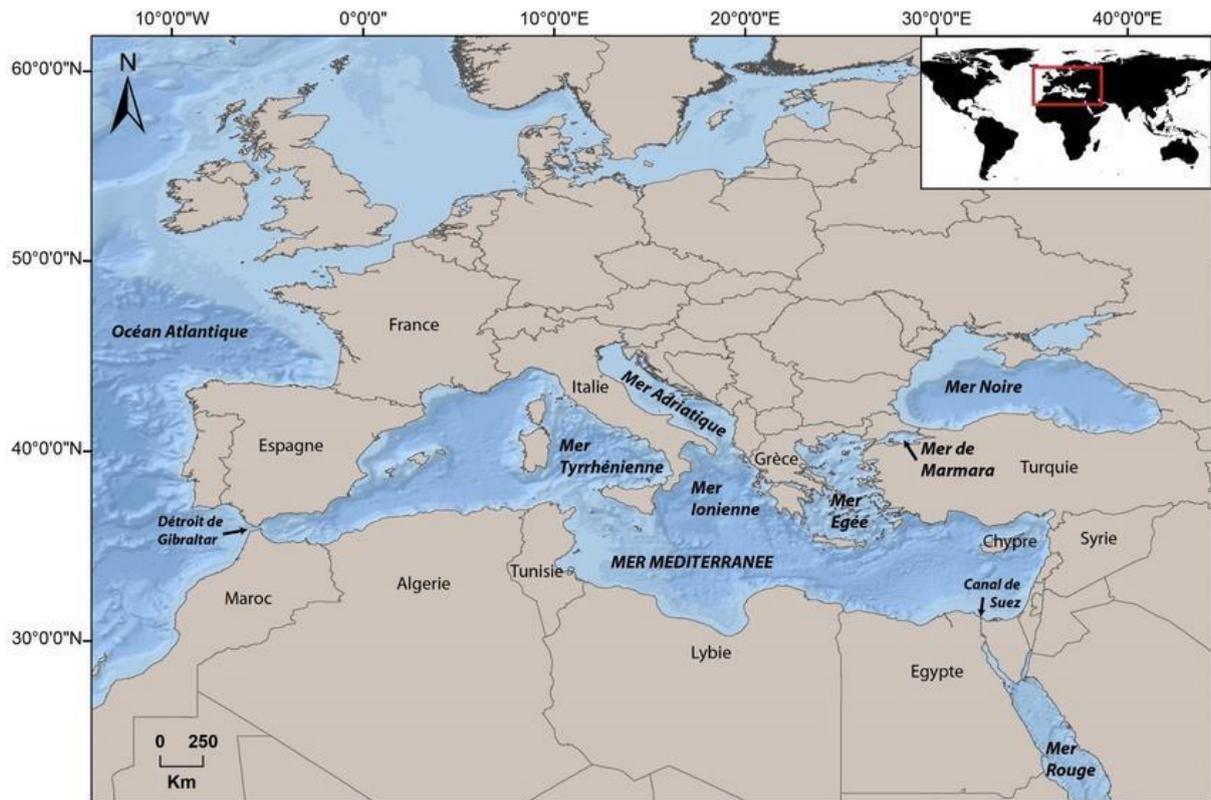
**Tableau N°02 : Classification des eaux marines et océaniques selon leurs salinités (Bey S, 2019).**

Origine	Salinité (g/L-1)
Mer Baltique	17
Mer Noir	22 à 25
Océans Atlantique et Pacifique	32 à 38
Mer Méditerranée	37 à 40
Mer Rouge-Golfe Arabique	40 à 47
Mer Morte	270

### I.2. La mer Méditerranée et ses caractéristiques générales

La mer Méditerranée (Fig.1) est une mer intercontinentale presque entièrement fermée, bordée par les cotes d'Europe du Sud, d'Afrique du Nord et d'Asie de l'Ouest, depuis le détroit de Gibraltar à l'Ouest aux entrées des Dardanelles et du canal du Suez à l'Est, elle s'étend sur une superficie environ de 2,5 millions de kilomètres carrés. Son ouverture vers l'océan Atlantique par le détroit de Gibraltar est large de 14 Kilomètres.

Elle doit son nom au fait qu'elle est littéralement une mer au milieu des terres en latin « *Mara medi terra* ». (Goffredo et Dubinsky, 2013).



**Figure N°01** : Localisation de la mer Méditerranée (<https://www.researchgate.net>).

Le climat méditerranéen est caractérisé par un hiver humide et doux et par un été chaud et sec. Cependant, les inters saisons laissent place à une violence certaine du climat. Des pluies très importantes et très violentes s'abattent parfois alors que la terre asséchée par des périodes de sécheresse ne peut absorber ces précipitations (parfois équivalents à trois mois de pluie voire bien plus selon la latitude). (Ovchinnikov *et al.*, 1976).

La mer Méditerranée est plus salée et plus pauvre en nutriments que l'océan Atlantique, en particulier à cause du détroit de Gibraltar qui bloque les grands courants de l'Atlantique. En raison de l'aridité du climat et de l'effet des vents, l'évaporation est plus importante que les apports des pluies et des fleuves, ce qui concentre la teneur en sel ; un équilibre est globalement préservé grâce à deux écoulements contraires au niveau de Gibraltar : un flux d'eau Atlantique entrant en surface et un flux d'eau salée sortant en profondeur.

Le percement du canal de Suez en 1869 a créé le premier passage d'eau de mer entre la mer Méditerranée et la mer Rouge. Cette dernière étant plus haute que la partie orientale de la Méditerranée, le canal forma un fleuve d'eau salée de la mer Rouge dans la Méditerranée. Traversé par le canal, le Grand Lac Amer (très salé avant le percement) a bloqué la migration des espèces de la mer Rouge vers la Méditerranée pendant plusieurs décennies.

Progressivement, la salinité de ce lac s'est égalisée avec celle de la mer Rouge, la barrière migratoire s'est levée, et les plantes et les animaux de la mer Rouge ont commencé à coloniser la Méditerranée orientale. (OCA/CNES, 2000)

### I .3. Présentation de la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem est la 27eme wilaya dans l'administration territoriale algérienne, située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le chef-lieu de la wilaya est située à 365km à l'ouest de la capitale, Algérie a 80km à l'Est d'Oran (2eme ville d'Algérie) (Centre culturel ; approche urbain, 2013).

I .3.1. Situation géographique : Elle est limitée (Figure 06) :

- ✓ Au nord par la mer Méditerranée.
- ✓ A l'ouest la wilaya d'Oran et Mascara.
- ✓ A l'est la wilaya de Chleff.
- ✓ Au sud la wilaya de Relizane. (Centre culturel ; approche urbain, 2013).

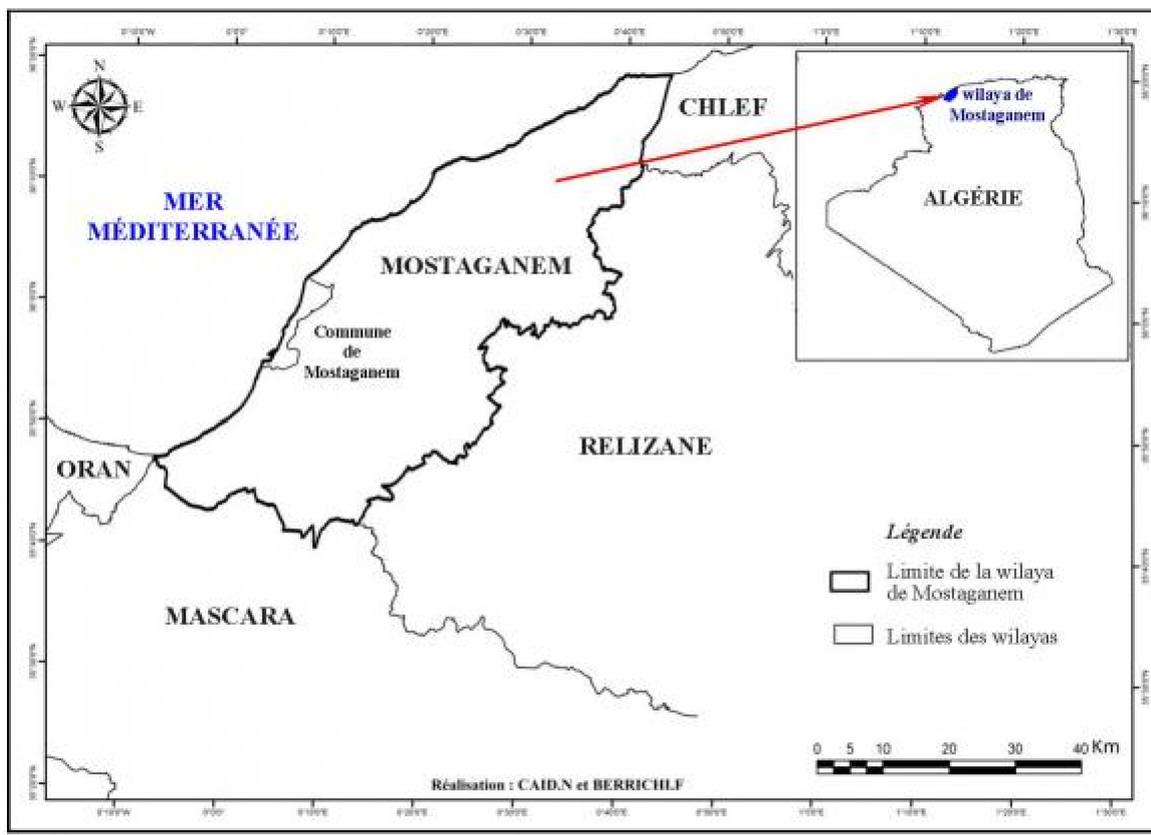


Figure N°02 : Localisation de Wilaya de Mostaganem (<https://journals.openedition.org>).

Cette Wilaya s'étend sur une bande côtière longue de 124 kilomètres qui va de La Macta à l'ouest jusqu'à El Bahara qui fait frontière avec la wilaya de Chlef à l'est.

Elle possède quarante huit plages dont une trentaine où la baignade est autorisée. Avec leurs criques, dunes et forêts, ces merveilleux sites permettent aux touristes de goûter aux joies de la baignade et au plaisir des yeux.

Durant la période estivale, la wilaya de Mostaganem constitue pour les citoyens des wilayas du sud et autres wilayas environnantes telles que : Chlef, Relizane, Mascara, Saïda, Tiaret, et même Oran, une destination de choix au vu de sa situation géographique.

### **I .3.2. Ressources naturelles**

La wilaya de Mostaganem dispose d'un patrimoine naturel riche favorable au développement du tourisme

### **I .3.3. Richesses de la côte maritime**

Les vastes plages alternant avec les falaises rocheuses et les forêts littorales jalonnent la façade maritime de la wilaya. Elles participent à la richesse paysagère et biologique de cette côte méditerranéenne.

La région côtière de la Wilaya se caractérise par une géomorphologie riche en paysage panoramique. **(Centre culturel ; approche urbain, 2013).**

#### **- Les cours d'eau :**

Les oueds ont creusé des vallées qui s'ouvrent sur la mer en formant de vastes plages, des caps et des collines qui dominent les plaines agricoles.

#### **- Sources thermales :**

Trois sources thermales réputées pour l'effet curatif de leurs eaux sont présentes dans la wilaya : Ain Nouissy, Mekaberta et Sidi Benchaa. **(Centre culturel ; approche urbain, 2013).**

#### **- Les forêts :** A l'extrême Ouest du plateau de Mostaganem, on trouve les forêts littorales constituant une zone plane qui se confond avec le littoral et possède un microrelief formé de dunes. **(Centre culturel ; approche urbain, 2013).**

### **I .4. Potentialités économiques**

#### **• Secteur de l'agriculture :**

Les terres utilisées par l'Agriculture sont de l'ordre de 144.778 Ha soit 63,81% de la superficie

de la Wilaya. La SAU avec 132.268 Ha occupe 91% de la superficie agricole totale. Quant aux terres irriguées, elles représentent 12 % de la SAU.

- La production végétale est très diversifiée, céréales, fourrages, maraîchage, légumes secs, arboriculture, viticulture.
- La production animale : le potentiel de cette production s'articule essentiellement sur l'élevage du bovin laitier (5612 têtes), soit une production moyenne de 131 litres / jour. L'aviculture dispose d'une capacité installée de 6.000.000 unités pour la ponte et 720.000 unités pour la viande blanche. **(Centre culturel ; approche urbain, 2013).**

- **Secteur de la pêche :**

De par sa situation géographique (124,9 Km de côte), la wilaya de Mostaganem dispose d'une zone poissonneuse qui constitue un potentiel économique important avec une biomasse évaluée à 76 000 T / an et un stock pêchable de l'ordre de 45 000 T par an. Au niveau de sa baie, il existe trois ports :

Port de Mostaganem.

Port de sidi LAKHDAR (activité de pêche) est opérationnel.

Port de salamandre (activité de pêche) est en activité.

- Les capacités actuelles du port de Mostaganem sont :

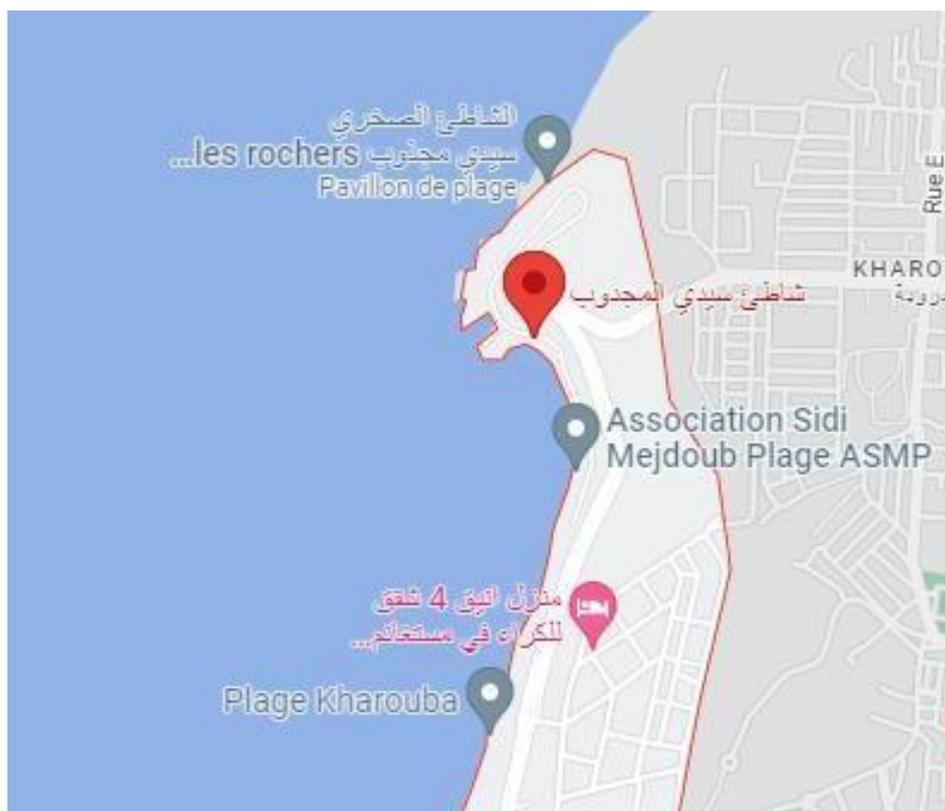
- 43 chalutiers.
- 80 sardiniers.
- 58 petits métiers.
- 321 plaisanciers. **(DPRH, 2014)**
- Selon la Direction de la Pêche et des ressources halieutiques de la Wilaya de Mostaganem, la production globale en 2013 s'élève à 7165,273 tonnes.

## **I .5. Le choix de la station**

### **I .5.1. Caractéristiques générale de sites**

#### **étudiés I .5.1.1. Site Sidi Medjdoub**

Le site de Sidi Medjdoub, se trouve à 3 Km à l'Est de la ville de Mostaganem aux coordonnées 35° 58' Nord de latitude et 0° 05' Est de longitude. Cette plage est caractérisée par un trait de côte rocheux et accidenté avec quelques petites plages sableuses. De plus, il y'a une source de rejets domestiques à l'Est de celle-ci.



**Figure N°03** : Extrait de l'image de localisation de site Sidi Medjdoub (**Google maps, 2022**).

#### **I .5.1.2. Site Sablettes**

Elle se trouve a 4 kilomètres à l'ouest de la ville de Mostaganem et 3 kilomètres à l'est de la plage mitoyenne de Ouréah. Elle est accessible pour les estivants venants du coté d'Oran ou de celui de Mostaganem en empruntant la N11, qui longe la plage à quelques centaines de mètres. Depuis l'ouest de la ville de Mostaganem, on peut y accéder par la W7A qui longe la mer. La plage mesure plus de 2 kilomètres de long et une trentaine de mètres de large. Son sable est très fin.



Figure N°04 : Extrait de l'image de localisation de site Sablettes (Google maps, 2022).

## I.6. La pollution marine

Selon Brisou et Denis (1978), le Groupe des Experts Scientifiques et Aspect de Protection de l'Environnement Marin (*GESAMP*) définit la pollution marine comme « introduction par l'homme directement ou indirectement, de substance ou d'énergie dans le milieu marin y compris les estuaires occasionnant des effets néfastes tels que nuisance envers les ressources biologiques, risques pour la santé de l'homme, entraves aux activités maritimes y compris la pêche, altération de la qualité de l'eau de mer, du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément».

### I.6.1. Les causes et les conséquences de la pollution marine

#### a. Les causes :

Les principales causes de la pollution marine est l'homme et ses activités :

- Rejets industriels des produits chimiques (ex. Azote, Phosphate) et de produits ménagers (d'entretien).
- L'agriculture ou plutôt l'utilisation systématique d'engrais et les déjections animales.
- Les déchets qui sont jetés dans l'eau (ex. bouteilles plastiques).

#### b. Les conséquences de la pollution marine :

La pollution marine a de multiples conséquences sur la santé humaine, sur les écosystèmes et sur les services écosystémiques. Différents polluants s'accumulent dans les organismes marins,

pouvant poser des problèmes de santé aux populations qui en dépendent pour leur alimentation. De plus, les déchets marins peuvent servir d'habitat pour des communautés microbiennes et agir comme vecteur de maladies.

Les déchets marins peuvent provoquer des dommages physiques par contact physique ou par ingestion par les organismes marins. L'ingestion de micro-plastique chez les poissons provoque un stress physiologique, différents cancers et des problèmes de fertilité et de production.

La pollution d'origine organique engendre l'eutrophisation et l'hypoxie, impactant les organismes vivants. Les événements de prolifération des algues qui y sont associés peuvent être source d'empoisonnement et de cancer chez l'humain. Les impacts sur le tourisme dans les régions touchées par ces phénomènes sont très négatifs. (Goeury D, 2014).

### I.6.2. Les différents types de la pollution marine

On distingue plusieurs types de pollution de l'eau parmi lesquels :

- ✓ **La pollution agricole** : Les eaux de ruissellement provenant de l'agriculture se déversent dans les cours d'eau via les eaux de pluie, qui se déposent ensuite dans les mers et océans au fur et à mesure de leur infiltration. Les produits chimiques tels que les engrais et les pesticides sont ensuite mélangés dans les océans, ce qui en fait un environnement plus toxique pour les humains et les animaux.
- ✓ **La pollution industrielle** : Ou les industries libèrent une immense quantité de pollution comme des matières organiques, des métaux, des acides, des bases, des matières radioactives, etc, (Bensalem, 2013).
- ✓ **La pollution domestique** : avec les eaux usées rejetées des toilettes, les savons de lessive, les détergents, le chlore (eau de javel) pour la désinfection de l'eau et le plomb qui compose les tuyaux. (Bensalem, 2013)
- ✓ **La pollution chimique** : La pollution chimique n'est donc qu'une des modalités possibles de la perturbation anthropique des milieux marins qui comprend aussi la pollution bactériologique, la pollution thermique, les effets liés à des apports de macro déchets, de matières sédimentaires ou l'introduction d'espèces étrangères. Concernant les substances chimiques, le mot pollution est associé à celui d'effets néfastes sur la faune et la flore marine. En leur absence, il convient de parler de contamination chimique des milieux aquatiques, désignant la simple présence de substances dans le milieu. (Michel, 2005).
- ✓ **La pollution biologique** : Par définition, une pollution biologique est issue du milieu lui-même. C'est par le surdéveloppement de micro-organismes ou de végétaux micro ou macroscopiques qu'un déséquilibre du milieu environnant peut

entraîner une mortalité élevée chez les autres organismes présents. Ce surdéveloppement est généralement la conséquence d'une action humaine: enrichissement en nitrates d'un milieu (rejets organiques), développement de virus, de bactéries, modification de la température d'un milieu (rejet d'eau chaude), introduction d'espèces invasives, etc....

- ✓ **Effets des pollutions marines** : Il est à noter que les niveaux de pollution marine augmentent de jour en jour, L'impact de cette pollution dépend de l'état de santé de la personne, de la concentration des polluants, de la durée d'exposition et de l'importance des efforts physiques réalisés. Ces quatre facteurs sont très importants dans l'évaluation précise de risques sanitaires liés à la pollution chez un individu (**Khelil, 2007**). Le risque d'affection microbienne ou virale est réel. Citons par exemple, l'hépatite virale, les dermatoses « balnéaires » et les affections Oto-rhino-laryngologiques (**Misch, 1998**).
- ✓ **Risque pour la santé de l'homme** : Ces états sanitaires ont trait à la santé d'une population humaine. Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poisson ou à un simple contact avec le milieu aquatique. Elles peuvent aussi intervenir à travers des phénomènes complexes (intoxication au mercure, à MINAMATA au Japon). (**Gaujous, 1995**). Les personnes qui se baignent dans les eaux polluées par les déversements d'égouts sont souvent atteintes de troubles gastro-intestinaux (diarrhées), d'otites, d'infections des yeux et de la peau et de troubles respiratoires. (**Bourahla et Diffalah, 2007**).
- ✓ **Effet sur l'économie** : Les pertes de revenus du tourisme, tant national qu'étranger, due à la pollution des eaux littorales et à la dégradation des aménités côtières sont importantes et potentiellement catastrophiques pour certaines économies locales, nationales et régionales (**Souidi, 2008**). Les pertes économiques pour les pêcheries commerciales de certaines régions où la pêche et les cultures marines ont dues être limitées ou abandonnées pour des raisons de santé publique ou encore les stocks de poissons se sont réduits par suite de la destruction des habitats ou des frayères. Aussi, la baisse de la qualité et la réduction des quantités des produits halieutiques des pays en développement (**Hebbar, 2005**)

### **I.7. Paramètres chimiques de l'eau de mer**

Le milieu marin, milieu complexe mais équilibré, est constitué d'eau de mer, de gaz 'dissous, d'une flore, d'une faune et de particules solides en suspension. La composition chimique de l'eau de mer du large (tableau 1) est d'une remarquable stabilité. Près des côtes, la salinité varie en

raison d'apport d'eau douce, mais les proportions relatives des divers éléments restent les mêmes (**Legrand, 1973**).

Lorsque les sels sont dissous dans de l'eau, ils se décomposent en cations et anions. Voici deux exemples :

- Le chlorure de sodium, NaCl, se décompose en Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>.
- Le sulfate de magnésium, MgSO<sub>4</sub>, se décompose en Mg<sup>2+</sup> et SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Les cations ont une charge électrique positive et les anions ont une charge électrique négative. Les sels sont électriquement neutres parce que la charge des cations et anions est opposée et égale.

Il y a six ions majeurs qui composent plus de 99% des sels dissous dans l'eau de mer. Ce sont les ions de sodium (Na<sup>+</sup>), de chlorure (Cl<sup>-</sup>), de sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), de magnésium (Mg<sup>2+</sup>), de calcium (Ca<sup>2+</sup>), et de potassium (K<sup>+</sup>) (voir annexe 1).

Les sels de mer ont une composition constante. Ils sont presque toujours 55% d'ions de sodium, 31% d'ions de chlorure, 8% d'ions de sulfates, 4% d'ions de magnésium, 1% d'ions de calcium et 1% d'ions de potassium. L'exception majeure se présente lorsque l'eau douce et l'eau de mer se mélangent. L'eau des rivières a une composition différente de l'eau de mer. Par exemple, elle contient plus d'ion de calcium.

Cations	Na <sup>+</sup>	10,77
	Mg <sup>++</sup>	1,30
	Ca <sup>++</sup>	0,409
	K <sup>+</sup>	0,338
	Sr <sup>++</sup>	0,010
Anions	Cl <sup>-</sup>	19,37
	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	2,712
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,142
	Br <sup>-</sup>	0,065
	F <sup>-</sup>	0,001
Acide borique		0,026
Oligoéléments : (Cu, Zn, Mn, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> )		traces

**Figure N°05** : Composition chimique de l'eau de mer en pour 1000 ou grammes par litre . (**Legrand, 1973**).

### I.7.1.Chrome

La plupart des roches et des terrains renferment de faibles quantités de chrome. Sa présence dans l'eau (sous forme de sels solubles, particules insolubles ou complexes chimiques) n'est

pas fréquente et est le plus souvent, liée à des rejets d'eau usées ou à des infiltrations par des champs d'épandage de boues de station d'épuration. (Savary, 2010).

### **I.7.2. Plomb**

Le plomb est un métal grisâtre que l'on retrouve dans la croûte terrestre, il existe sous forme métallique, inorganique et organique, et aussi très malléable et résistant à la corrosion. Bien qu'on le retrouve de façon naturelle dans l'environnement, des concentrations très faibles de plomb sont mesurées dans les eaux. La corrosion du plomb survient en milieu acide lorsque le plomb métallique de la tuyauterie ou des soudures entre en contact avec un agent oxydant (ex. : oxygène dissous ou chlore). Le plomb métallique est alors converti en une forme oxydée (habituellement  $Pb^{2+}$ ) qui se dissout dans l'eau. (Chausse *et al.*, 2003).

### **I.7.3. Cuivre**

Le cuivre est un métal stable et conducteur pouvant être présent sous diverses formes minérales dans l'environnement, telles que la cuprite, la malachite, les sels de chlorure ou de sulfate. Depuis longtemps, le cuivre métallique est utilisé dans la fabrication de matériaux d'armement, de monnaies, de fils électriques, et de tuyauterie. De par leurs propriétés fongicides, algicides, herbicides et insecticides, les sels de cuivre (surtout le sulfate de cuivre et l'hydroxyde de cuivre) sont utilisés intensivement en agriculture comme pesticides.

Le cuivre est présent naturellement dans l'environnement, mais il est aussi abondamment utilisé dans les domaines industriels et domestiques. Il peut être détecté dans les eaux de surface, les eaux souterraines ou l'eau de mer. Sa présence fait suite à l'érosion du sol ou des rochers, de la dislocation du sol, ou encore à des activités anthropogéniques, telle que l'activité minière ou agricole, et les effluents provenant des usines de traitement des eaux usées. (Campagna *et al.*, 2012).

### **I.7.4. Cadmium**

Le cadmium métallique est utilisé dans l'industrie de l'acier et de plastique. Les composés du cadmium sont largement utilisés dans la fabrication des piles. La contamination des eaux peut être provoquée par des impuretés présentes dans les conduites de zinc ou des conduites galvanisées et de quelques garnitures métalliques. La nourriture est la principale source d'exposition quotidienne au cadmium. Il faut noter aussi que le tabagisme est une source importante d'exposition au cadmium (Oms, 2003).

### **I.7.5. Zinc**

Le zinc est un oligo-élément essentiel qui se trouve dans presque tous les aliments et dans les eaux sous forme de sels ou de complexes organiques. Le régime alimentaire est normalement la principale source de zinc. Bien que les niveaux de zinc dans les eaux de surface et les eaux souterraines ne dépassent pas 0,01 et 0,05 mg /litre, respectivement, les concentrations dans l'eau du robinet peut être beaucoup plus élevée à cause de la dissolution de zinc à partir de tuyaux (Oms, 2003).

### **I.7.6. Bore**

Des composés du bore sont utilisés pour la fabrication de verre, des savons et des détergents. Généralement, une population obtient la plus grande quantité de bore par la prise alimentaire, car il est naturellement présent dans de nombreuses plantes comestibles. La présence du bore dans les eaux est souvent une conséquence de la décharge des effluents traités des eaux usées, d'où ils proviennent la contamination par certains détergents (Oms, 2003).

### **I.7.7. Nitrites**

L'azote, élément essentiel de la vie, est présent en abondance dans la nature sous formes gazeuse, organique ou minérale. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante.

Les nitrites sont répartis dans le sol, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantité relativement faibles. Les nitrites non liés à une pollution, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène. En effet la pollution atmosphérique favorise l'augmentation de la teneur en nitrites. Toutefois, une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Savary, 2010).

### **I.7.8. Nitrates**

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont très répartis dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux et soluble dans l'eau. Les nitrates sont employés dans la fabrication des explosifs, dans l'industrie chimique comme oxydant, et comme conservateur dans les denrées alimentaires (Savary, 2010).

## **I .8. Paramètres physico-chimiques de l'eau de**

### **mer I .8.1. Le pH**

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH interfère avec d'autres paramètres de la qualité dans les complexes réactions chimiques : dureté, alcalinité, turbidité, conductivité (**Savary, 2010**)

### **I .8.2. Température**

La température des eaux souterraines est relativement constante toute l'année, par contre celle des eaux superficielles est très variable selon les saisons et peut passer de 2 °C à 30 °C. Les eaux du nord de la mer Adriatique et de la mer Tyrrhénienne peuvent atteindre 30 à 31°C. La diminution de la température entraîne la diminution de l'efficacité des traitements dont la désinfection et entraîne aussi l'augmentation de la viscosité de l'eau. L'augmentation de la température a diverses conséquences comme : la croissance bactérienne, les problèmes de saveur, de couleur, corrosion (**Savary, 2010**).

### **I .8.3. Alcalinité**

A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes (**Rodier et al., 2009**).

### **I .8.4. Conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (**Rodier et al., 2009**).

### **I .8.5. Titre hydrotimétrique**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO<sub>3</sub>. Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (**Rodier et al., 2009**).

### **I .8.6. La matière solide dissoute totale (TDS)**

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières

en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (Spellman et Frank, 2008).

### I .8.7. Les Chlorures

Les chlorures présents dans l'eau potable proviennent des eaux usées et des effluents industriels. La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les eaux. (OMS, 2003).

## I .9. Paramètres organoleptiques de

### l'eau I .9.1. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier et al., 2009).

### I .9.2. La salinité d'une

#### eau I .9.2.1. Définition

Une salinité se calcule comme la teneur en sels dissous d'un soluté Généralement en aquariophilie, la salinité désigne la proportion de chlorure de Sodium NaCl en solution dans l'eau de mer. Pour l'eau salée et en océanographie, la salinité s'appelle le degré halométrique.



**Figure N°06 :** La teneur en sel détermine la salinité (<https://www.aquaportail.com>).

La salinité s'exprime par la concentration massique de la saumure, c'est-à-dire la teneur en sel d'une solution aqueuse d'eau salée.

### I .9.2.2. Importance de la salinité

La salinité est la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On l'évalue maintenant en mesurant la conductivité et on l'exprime en ups : unité pratique de salinité, qui équivaut approximativement à 1mg/g de sels. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 ups, soit 35 g/kg. La densité, souvent utilisée en aquariophilie, s'exprime en ‰ et est fonction de la salinité, mais aussi de la pression et de la température. Une conversion est établie entre salinité et densité selon l'UNESCO : calcul de la densité/salinité de l'eau de mer.

Voir aussi la salinité du sol et les degrés halométriques.

Autrement exprimé, une salinité est la concentration en minéraux solubles (souvent limité aux sels de métaux alcalins ou de magnésium) et en chlorures présente dans l'eau ou dans un sol, généralement exprimée en parties pour mille. Reliée à la chlorinité selon la formule  $S = 1,805 Cl + 0,030$  où S et Cl sont tous deux exprimés en parties pour mille.

### I .9.2.3. La mesure de la salinité

La mesure de la salinité est importante dans le milieu marin. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la côte ou dans les estuaires. La grandeur « salinité » représente la proportion en sels minéraux dissous dans l'eau de mer.

Mais cette méthode n'est pas accessible directement par une méthode de mesure, aussi plusieurs définitions et relations ont été établies afin de s'en approcher au mieux. Deux méthodes essentielles sont utilisées couramment pour la détermination de la salinité : la méthode volumétrique et la méthode conductimétrique (voir Mesurer la salinité par la conductivité). On définit donc la salinité ainsi : La salinité est la masse en grammes des substances solides contenues dans un kilogramme d'eau de mer, quand les ions bromures et iodure sont remplacés par leur équivalent de chlorure, les carbonates convertis en oxydes et toute la matière organique oxydée.

Mais une telle procédure étant trop compliquée pour être envisagée en routine, une méthode plus simple a dû être mise au point. Sachant qu'il existe une certaine proportionnalité entre les ions majeurs de l'eau de mer (c'est à dire : Chlore, Brome et Iode), Dittmar a remarqué que les ions chlorures représentent à eux seuls 55 % de la masse des minéraux dissous; ils peuvent alors être déterminés avec précision (en fait, le groupe  $Cl^- + Br^- + I^-$  dont  $Cl^-$  représente 99,7 %) par

argentimétrie. Ainsi a été établie la définition de la chlorinité : La chlorinité est la masse en gramme de chlore équivalente à la quantité totale d'halogènes dans un kilogramme d'eau de mer.

Cependant, la détermination par argentimétrie lie la valeur de la chlorinité aux déterminations successives sur une même eau de mer des masses atomiques de l'argent et du chlore. On aura donc : Le nombre donnant la chlorinité (en pour mille) d'une eau de mer est par définition identique au nombre donnant la masse en gramme d'argent pur juste nécessaire pour précipiter les halogènes dans 0,3285234 kilogramme d'eau de mer.

On utilise par ailleurs la notion de chlorosité, grandeur accessible par l'analyse volumétrique : cette quantité se définit de façon similaire à la chlorinité, excepté le fait qu'elle ne se rapporte pas à 1 kg mais à 1 l d'eau de mer à la température de  $t^{\circ}\text{C}$ . Le symbole utilisé pour la chlorosité est :  $(\text{Cl}/\text{l})_t$ . Il en découle la relation :  $\text{CHLORINITE} = (\text{CHLOROSITE à } t^{\circ}\text{C}) \times (\text{l}/\text{d}_t)$  où  $\text{d}_t$  est la densité de l'eau de mer à la température  $t^{\circ}\text{C}$ .

On notera que la salinité des océans avoisine 35, que dans les estuaires et certaines mers particulières (Baltique, par exemple), elle descend à 20, elle peut atteindre au contraire des valeurs plus élevées en Méditerranée, et jusqu'à 40 dans certaines mers fermées (Mer Caspienne). La salinité des eaux douces est réputée être nulle. L'étalonnage des appareils de laboratoire est effectuée avec de l'Eau de Mer «normale», eau dont la salinité est certifiée jusqu'à 0,001. Théoriquement, la salinité n'a pas d'unité, mais pratiquement, on utilise souvent le "pour mille".

#### **I .9.2.4. La mesure de la salinité avec un salinomètre**

La méthode de détermination de la salinité par la conductimétrie est à la base de l'utilisation des salinomètres : elle est rapide, simple et précise. Deux types de salinomètres sont généralisés : le salinomètre à électrodes et le salinomètre à induction. Dans un salinomètre à électrodes, ces dernières sont en contact direct avec l'eau de mer, introduite dans une cellule immergée dans un bain thermostaté. La température est réglée à  $\pm 0,001^{\circ}\text{C}$  afin d'obtenir une précision de  $\pm 0,001$  en salinité. Dans un salinomètre à induction, l'eau de mer est introduite dans une cellule

où elle forme un anneau conducteur mettant en liaison deux transformateurs. L'un, alimenté par un oscillateur de fréquence élevée (10 kHz), crée un courant induit dans l'anneau d'eau de mer. Ce courant crée à son tour, au bornes du secondaire du deuxième transformateur, une tension que l'on amplifie et que l'on mesure.

Ces appareils ont un encombrement plus réduit que les modèles à électrodes, mais ont une précision légèrement moindre. Est-ce vraiment important dans un cadre aquariophile ?

### **I .9.2.5. Etude de la salinité par calcul de la conductivité**

Tout d'abord, il faut savoir que la salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau de mer. Les premières mesures ont évidemment impliqué de peser les résidus solides à sec de l'eau de mer. C'est ce qui semblait logique. Malheureusement, cette méthode (difficile) du séchage de l'eau reste imprécise dans les résultats obtenus car certains gaz dissous dans l'eau sont enlevés et éliminés sans être pesés. Le pourcentage de chaque élément chimique en présence est donc faussé. Du coup, d'autres techniques ont été développées pour mesurer la salinité telles que la mesure de la conductivité, l'indice de réfraction lumineux ou encore la densité. Si cette dernière mesure convient aux aquariophiles amateurs par sa simplicité, elle est par trop imprécise et ne peut être réellement exploitée à un niveau scientifique. Et même si la mesure de l'indice de la réfractivité (par un réfractomètre) donne un meilleur résultat, c'est la mesure de la conductivité qui apporte la meilleure précision.

Tout d'abord, il faut savoir que la salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau de mer. Les premières mesures ont évidemment impliqué de peser les résidus solides à sec de l'eau de mer. C'est ce qui semblait logique. Malheureusement, cette méthode (difficile) du séchage de l'eau reste imprécise dans les résultats obtenus car certains gaz dissous dans l'eau sont enlevés et éliminés sans être pesés. Le pourcentage de chaque élément chimique en présence est donc faussé. Du coup, d'autres techniques ont été développées pour mesurer la salinité telles que la mesure de la conductivité, l'indice de réfraction lumineux ou encore la densité. Si cette dernière mesure convient aux aquariophiles amateurs par sa simplicité, elle est par trop imprécise et ne peut être réellement exploitée à un niveau scientifique. Et même si la mesure de l'indice de la réfractivité (par un réfractomètre) donne un meilleur résultat, c'est la mesure de la conductivité qui apporte la meilleure précision.

A noter que la conductivité est l'inverse, y compris mathématiquement, de la résistivité, c'est-à-dire, en simplifiant beaucoup, qu'elle indique la facilité pour un courant électrique de traverser

un milieu qui, en l'occurrence, dans notre cas est l'eau de mer. Alors qu'une résistance s'exprime en Ohm, une conductance se calcule en Siemens (voir les notes en fin de document pour les unités).

Je pense que chacun comprend l'intérêt de connaître la salinité d'un aquarium marin. En revanche, il faut décrire pourquoi une mesure la plus précise possible amène à un meilleur contrôle des paramètres globaux. Il suffit déjà de considérer (ou d'établir comme règle et préambule) que tout organisme peut exister dans une gamme de salinités assez étendue, mais qui lui est propre. Restrictivement, seule une faible plage des valeurs de salinités convient complètement à la prospérité réelle de ces organismes. Lorsque cette gamme de valeurs est connue, il suffit alors de conserver ces organismes à l'intérieur de cet intervalle pour les voir prospérer, proliférer. Malheureusement, lorsque les valeurs optimales n'ont pas été établies (et c'est souvent le cas), il semble logique de vouloir les maintenir dans des valeurs connues et éprouvées dans leur environnement normal. En résumé, le meilleur choix semble bien de s'approcher le plus possible des valeurs naturelles.

Quand on commence à parler de la salinité, il faut déjà élaborer les bases de la discussion en considérant uniquement ce qui nous intéresse. Évidemment, la nature des constituants de l'eau de mer naturelle est connue dans le détail. Dans ce contexte de salinité (objet de cet article), l'eau de mer est principalement constituée d'ions inorganiques dissous dans l'eau et c'est cette concentration globale en ions qu'il faut parfaitement mesurer ! Pour une première approximation, considérons ces ions inorganiques (tels que le sodium  $\text{Na}^+$  ou le chlore  $\text{Cl}^-$ ) comme indépendants les uns des autres et qu'ils se déplacent dans l'eau librement.

Mais, puisque ces ions sont, à la fois, chargés électriquement et libres de se déplacer, ils sont capables de répondre à un champ électrique. Ainsi, les ions chargés positivement se déplaceront vers une électrode chargée négativement et, à l'inverse, les ions négatifs iront vers une électrode positive. Comme les ions sont chargés électriquement et qu'ils se déplacent, ils constituent la source d'un courant électrique. Ainsi, pour mesurer la conductivité, on mesure simplement le flux d'électricité au travers de l'eau à l'intérieur d'un champ électrique.

Dans la pratique, le flux électrique mesuré dépend de plusieurs paramètres : 1- le nombre d'ions qui se déplacent, 2- les types d'ions qui sont présents (certains bougent plus rapidement que d'autres), et 3- la force du champ électrique. Si nous supposons que l'eau a les bons ratios d'ions (cela revient à rendre fixe et non variable le point -2-), alors le flux électrique mesuré peut être

considéré comme une bonne mesure du nombre total d'ions en présence, ou en d'autres mots, une bonne mesure de la salinité

**Tableau N°03 : Conductivité Relative (C.R.) de divers ions (01)**

(<https://www.aquaportail.com>)

Cations	C.R.	Anions	C.R.
H+	7,0	OH-	4,0
Li+	0,8	Cl-	1,5
Na+	1,0	Br-	1,6
K+	1,5	I-	1,5
Mg <sup>++</sup>	2,1	NO <sub>3</sub> -	1,4
Ca <sup>++</sup>	2,4	<b>Acétate</b>	0,8
Zn <sup>++</sup>	2,1	SO <sub>4</sub> --	3,2

**Tableau N°04 : Conductivité Relative (C.R.) de divers ions (02)**

(<https://www.aquaportail.com>)

Cations	C.R.	Anions	C.R.
H+	7,0	OH-	4,0
Li+	0,8	Cl-	1,5
Na+	1,0	Br-	1,6
K+	1,5	I-	1,5
Ca <sup>++</sup>	1,2	NO <sub>3</sub> -	1,4
La <sup>++</sup>	1,4	<b>Acétate</b>	0,8
		SO <sub>4</sub> --	1,6

Afin de comprendre si les types d'ions présents apportent une explication significative pour les aquariums marins, il est nécessaire de comprendre quelques autres aspects de la conductivité. Le plus important point à comprendre réside dans le fait que la plupart des ions contribuent à la conductivité à un degré à peu près identique. Le tableau n ° 1 montre la conductivité relative de plusieurs ions. Les ions avec les charges électriques les plus élevées tendent à avoir une conductivité plus élevée car, non seulement ils portent une charge électrique plus haute mais aussi car ils répondent plus fortement à un champ électrique. De bons exemples sont le sulfate SO<sub>4</sub><sup>-</sup> et le calcium Ca<sup>++</sup> qui ont des conductivités supérieures au sodium Na<sup>+</sup> ou au chlorure Cl<sup>-</sup>.

D'autre part, des ions plus gros ont tendance à se mouvoir moins rapidement dans l'eau et ont, de ce fait, une conductivité inférieure. Pour accepter de telles comparaisons, il faut tenir compte des molécules d'eau qui sont étroitement liées à la facilité de déplacement des autres molécules. Ainsi, on ne peut pas seulement considérer le poids moléculaire ou la taille (diamètre) des ions.

C'est pourquoi, par exemple, le Lithium ( $\text{Li}^+$ ) est nettement moins conducteur que le sodium ( $\text{Na}^+$ ) qui est lui-même moins conducteur que le potassium ( $\text{K}^+$ ).

Le tableau n ° 2 montre la variabilité de la conductivité ionique pour plusieurs molécules en fonction de leur mobilité (une mesure de la façon dont un ion peut volontiers se déplacer dans l'eau). Ainsi, les mêmes ions peuvent avoir une conductivité différente en fonction de leur concentration au sein du milieu aqueux. Par exemples, le calcium et le sulfate sont plus conducteurs dans le tableau 1 que dans le tableau 2.

Un autre facteur intéressant est la conductivité exceptionnellement grande des ions hydrogène ( $\text{H}^+$ ) et hydroxyde ( $\text{OH}^-$ ). Ils ont des conductivités relatives très élevées et une mobilité importante, mais ce n'est absolument pas à cause de la petitesse de ces ions. D'ailleurs, ces ions ne se déplacent pas sur de grandes distances et leur grande mobilité apparente vient de la proximité des molécules d'eau entre elles. Ainsi, un ion hydrogène trouve immédiatement une zone d'échange avec la molécule d'eau voisine qui libère aussitôt un autre ion hydrogène. C'est de cette rapidité d'échange dont résulte ce mouvement, cette grande mobilité apparente. La conductivité importante des ions  $\text{H}^+$  et  $\text{OH}^-$  vient de la faible distance à parcourir qui permet d'obtenir une vitesse relative d'échange importante.

Une première conclusion vient : le plus important pour la mesure de la salinité de l'eau de mer est qu'un ion qui n'est pas présent en concentration relativement haute ne contribue pas significativement au résultat total. Même les ions  $\text{H}^+$  et  $\text{OH}^-$ , malgré leur conductivité relative élevée, ne contribuent pas énormément au total car leur concentration intrinsèque dans l'eau salée est extrêmement faible.

En fait, ce sont vraiment les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  qui dominent complètement, apportant à eux seuls 90 % de tous les ions en mouvement. Le magnésium  $\text{Mg}^{++}$  ajoute 5 % et le sulfate  $\text{SO}_4^-$  - complète pour 2,5 % supplémentaire les ions en présence. Ainsi, aussi longtemps que ces 4 ions sont présents à une concentration à peu près exacte, ils représentent plus de 97 % du total de tous les ions apportant une contribution à la conductivité. De fait, les déséquilibres de concentration des autres ions influencent peu le résultat final et n'apportent qu'une contribution restreinte à la conductivité totale. D'ailleurs, les variations, si importantes pour d'autres aspects dans les aquariums marins, du calcium et des phosphates sont négligeables et n'ont qu'une très très faible conséquence sur la salinité.

Malheureusement, une complication supplémentaire vient entraver la facilité de la mesure de la salinité par la conductivité. En effet, la conductivité des ions dans l'eau dépend de la

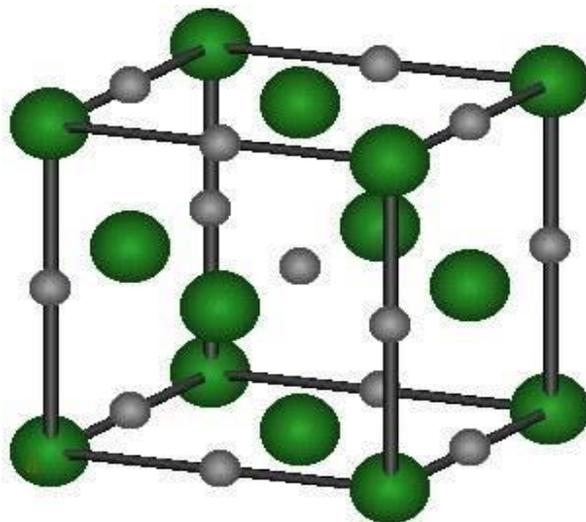
température. De nombreux facteurs causent cette incidence, mais le plus facile à comprendre est que les ions se déplacent naturellement plus rapidement au fur et à mesure que la température augmente (l'agitation est fonction de la chaleur). Du coup, avec un même nombre d'ions qui se déplacent, ces derniers allant plus vite avec une chaleur croissante, leurs conductivités relatives sont augmentées. Par exemple, la conductivité de l'eau de mer à 5 °C est moitié moindre qu'à 37 °C ! Pour cette raison, les conductimètres modernes mesurent à la fois et simultanément la conductivité et la température. Généralement, les conductimètres sont étalonnés aux environs de 10 °C et une correction interne (électronique) tient compte de ce facteur pour indiquer le résultat. En conséquence, vous pouvez mesurer la salinité de l'eau de mer indépendamment de la température. D'ailleurs, la relation exacte unissant la conductivité à l'égard de la température est bien connue : elle est définie par l'Équation Internationale d'Etat de l'eau de mer de l'Unesco (IES 080). Et plutôt qu'un long discours à ce sujet, référez-vous au module de la Mesure UNESCO de la salinité qui vous permettra d'appréhender par essais les conséquences et l'influence de la température sur la conductivité et la salinité qui en découle.

Il y a toutefois une grande précaution à prendre avec le modèle de conductimètre à utiliser pour l'eau de mer : il s'agit de modèles spécifiques qui ne conviennent pas pour l'eau douce car les valeurs de conductivité, de l'ordre de 5,3 S/m\* ou encore 53 mS/cm\*, soit 53 000 µS/cm\* pour l'eau de mer naturelle sont extrêmement importantes comparativement à l'eau douce (maxi de 2000 µS/cm). Les sondes sont donc différentes (sauf pour des modèles haut de gamme dont, seule, la solution d'étalonnage va changer) !!! Si votre conductimètre n'intègre pas les fonctions de conversion entre conductivité et salinité, référez-vous encore au module de Calculs et Conversions Aquariophiles en eau de mer.

Pour en revenir à la question initiale, c'est-à-dire pourquoi mesurer la salinité par le biais de la conductivité, c'est pour obtenir une valeur précise qui concordera le mieux avec les animaux que vous hébergez dans votre aquarium. Plus vous collerez aux valeurs naturelles dans lesquelles se maintiennent vos coraux et autres invertébrés (les vertébrés y sont moins sensibles), plus entrerez dans leur plage (intervalle de salinité) de croissance optimum. C'est l'une des raisons pour lesquelles les aquariophiles marins tendent de plus en plus à réaliser des aquariums endémiques, car la salinité d'une mer ou d'un océan à l'autre varie (les mers ont une salinité plus élevée que les océans).

Notes sur les unités : le Siemens/mètre (S/m) est l'unité officielle du système métrique international qui est employé dans le module de "Calculs et Conversions "

La salinité est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1 litre d'eau. Elle s'exprime en g par kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés +) et d'anions (ions chargés -) régulièrement disposés dans l'espace.



**Figure N°07** : Modèle éclaté du cristal ionique de chlorure de sodium (sel)

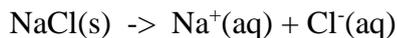
(<https://eduterre.ens-lyon.fr>).

Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner les charges.

**Exemples :**

NaCl (chlorure de sodium ou "sel") : autant d'ions sodium  $\text{Na}^+$  que d'ions chlorure  $\text{Cl}^-$  ;  
CaF<sub>2</sub> (fluorure de calcium ou "fluorine") : deux fois plus d'ions fluorure  $\text{F}^-$  que d'ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$ .

L'eau est un solvant polaire. Elle a donc la propriété de dissoudre les solides ioniques cristallins. La dissociation qui accompagne la dissolution se traduit par une équation. A l'issue de la dissolution, l'eau contient des ions hydratés.

**Exemple :**

L'eau de mer contient en moyenne 35 g de sels par kg d'eau de mer.

Quels sont les ions contenus dans l'eau des océans ?

On retrouve principalement les anions chlorure  $\text{Cl}^-$ , sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ , hydrogénocarbonate (ou bicarbonate)  $\text{HCO}_3^-$  et fluorure  $\text{F}^-$ .

On retrouve principalement les cations sodium  $\text{Na}^+$ , magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ , calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et potassium  $\text{K}^+$ .

Comme les proportions des différents sels dissous sont très sensiblement constantes, il suffit de déterminer la concentration d'un seul de ces sels dissous pour connaître la salinité totale d'un échantillon d'eau de mer.

La relation entre la salinité et la chlorinité a été définie en 1902 à partir de nombreuses mesures de laboratoires sur des échantillons provenant de toutes les mers du globe. La chlorinité étant la quantité (en g/kg) d'ions chlore, brome et iode qui précipitent lors du titrage au nitrate d'argent.

$$S = 0,03 + 1,805 \times Cl \quad S \text{ salinité}, Cl \text{ chlorinité.}$$

Un inconvénient majeur est que cette formule donne une salinité de 0,03 pour une chlorinité nulle. L'UNESCO a donc proposé en 1969 une nouvelle formule définissant ce qu'on appelle la salinité absolue :

$$S = 1,80655 \times Cl$$

Ces définitions ont été revues lorsque furent développées des techniques utilisant la conductivité d'une solution électrolytique. Une solution électrolytique est une solution qui conduit le courant électrique. Les porteurs de charges assurant le passage du courant sont les ions de la solution. La conductivité électrique représente l'aptitude d'une solution à conduire le courant. Son unité est le siemens par mètre ( $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Depuis 1978, la salinité est officiellement mesurée à partir de la conductivité électrique de l'eau. La salinité (S) d'un échantillon d'eau est donnée par le rapport K de la conductivité électrique

de cet échantillon à 15°C et à la pression atmosphérique (1 013 hPa), et de la conductivité d'une solution de chlorure de potassium dans laquelle la fraction en masse de KCl est 0,0324356 dans les mêmes conditions de température et de pression. Si  $K = 1$  la salinité est de 35. Comme il s'agit d'un rapport, elle s'exprime sans unité mais on trouve encore des salinités exprimées en g/kg ou en psu (practical salinity unit).

## **I .10. Les différentes méthodes physico-chimiques pour la recherche de la salinité**

### **I .10.1. Mesure de la salinité**

#### **- Mesure directe de la salinité :**

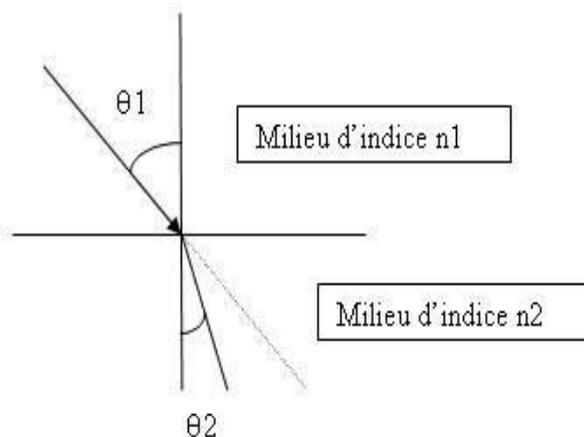
La première méthode qui vient à l'esprit pour mesurer cette salinité, est de laisser évaporer un kg d'eau salée et de peser le résidu qui subsiste mais elle ne fonctionne pas car certains composés s'évaporent aussi au lieu de cristalliser.

Sachant que la proportion entre les éléments est constante, il suffit d'en mesurer un, par exemple le potassium, pour connaître la teneur de tous les autres composants. Cette méthode convient à l'eau de mer naturelle mais pas pour nos bacs dont la composition n'est pas uniforme par exemple certains ont trop de calcium, d'autres pas assez.

#### **- Mesures indirectes de la salinité :**

Ne sachant pas mesurer directement la salinité nous sommes obligés d'utiliser un autre moyen : mesurer un paramètre qui dépend de la salinité, par exemple l'indice de réfraction, la conductivité, le volume, le poids,

- ✓ L'indice de réfraction : Quand un rayon lumineux passe d'un milieu transparent à un autre, par exemple de l'air à l'eau, le faisceau est dévié. Cette déviation dépend de l'indice de réfraction des deux milieux traversés. L'indice de réfraction de l'eau dépend de la salinité. Ainsi en mesurant l'indice de réfraction de l'eau on peut en déduire sa salinité et c'est ce que fait un réfractomètre



www.lachimie.fr

**Figure N°08** : Principe d'indice de réfraction (<https://www.lachimie.fr>).

Le réfractomètre mesure efficacement la concentration de sel dans une solution. Le principe du réfractomètre est de mesurer l'indice de réfraction de la lumière lorsqu'elle entre en contact avec le liquide, plus ce dernier contient de sels (ou d'autres matériaux dissous), plus la lumière rencontrera de résistance et sera réfractée. On peut aussi utiliser un hydromètre. C'est une alternative moins onéreuse, mais également moins précise.



**Figure N°09** : réfractomètre (<https://www.agir-crt.com>).

Vous devez vous procurer un réfractomètre adapté au liquide que vous avez à tester. En effet, l'indice de réfraction varie d'un liquide à l'autre, même en l'absence de

sels (ou d'autres éléments), d'où l'importance d'utiliser le bon réfractomètre. Si l'emballage ne donne aucune précision, c'est vraisemblablement que le réfractomètre est conçu pour de l'eau salée.

Certains réfractomètres mesurent le taux de chlorure de sodium dissous dans l'eau, tandis que d'autres modèles sont conçus pour l'eau de mer et les différents types de sels qu'elle contient. Si vous n'utilisez pas le bon modèle, vous risquez d'obtenir une mesure avec un taux d'erreur d'environ 5 %, ce qui n'est pas forcément très grave à moins que vous n'ayez besoin d'une précision extrême. Certains réfractomètres peuvent compenser la température (qui influe sur la dilatation thermique de l'échantillon à mesurer).

- **Comment utiliser un réfractomètre :** Le réfractomètre se présente sous la forme d'un petit tube avec un œilleton à une extrémité, et une pointe biseautée (qui contient un prisme) à l'autre. Prenez l'appareil à la verticale, œilleton vers le bas, et soulevez le cache du prisme. Si vous utilisez votre réfractomètre pour la première fois, vous devez probablement l'étalonner avant de commencer à vous en servir. Déposez une ou deux gouttes de l'eau à tester sur le prisme. Utilisez un compte-gouttes pour prélever un échantillon d'eau et le déposer sur le prisme après avoir soulevé le cache. Vous devez complètement recouvrir la surface du prisme (d'une couche d'eau fine, inutile de le submerger) Refermez le cache sur le prisme avec délicatesse. Un réfractomètre comprend des pièces qui peuvent être fragiles, Regardez dans l'œilleton pour obtenir l'indice de salinité. Vous devriez apercevoir au moins une échelle graduée. Une échelle de salinité se note le plus souvent en ‰, soit "pour mille", et est graduée de 0 à 50 ou 100. Vous pourrez voir une zone blanche et une zone bleue, votre mesure est le nombre au niveau duquel les deux zones se rencontrent. Lorsque vous avez terminé, ouvrez le cache à nouveau et essuyez le prisme avec un chiffon doux et humide. Il ne doit pas subsister de gouttelettes. Vous pouvez endommager votre appareil si vous l'immergez complètement ou si vous n'essuyez pas correctement le prisme. Le réfractomètre doit être calibré régulièrement. Entre deux utilisations, calibrez votre appareil avec de l'eau distillée. Il vous suffit de mettre quelques gouttes de solution sur le prisme comme d'habitude, mais le résultat obtenu doit être "0". Si ce n'est pas le cas, vous devez tourner la vis de calibrage (qui est protégée par un petit capuchon) avec un tournevis jusqu'à ce que l'indicateur soit sur "0". Certains réfractomètres doivent être calibrés avec un échantillon d'eau à une

température précise. Si vous n'avez pas d'instruction spécifique à ce sujet, utilisez de l'eau à température ambiante.

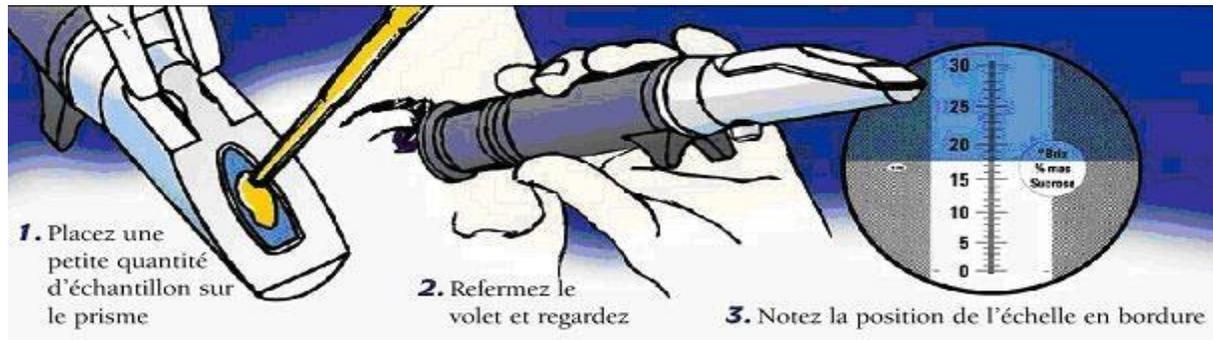


Figure N°10 : méthode d'utilisation d'un réfractomètre (<https://www.mesurez.com>).



- **FIGURE N°11 : REFRACTOMETRE FERMÉ** (<https://fr.wikipedia.org>).



- **FigureN°12 : Réfractomètre ouvert** (<https://fr.wikipedia.org>).

- **Détermination des chlorures d'une eau par la méthode de Mohr :**
  - **Applications**

La méthode de Mohr peut être utilisée pour la détermination directe des chlorures dissous dans l'eau.

La méthode de Mohr est une méthode de titrage des chlorures. Elle consiste en un dosage argentimétrique des ions chlorures par le nitrate d'argent en présence de chromate de sodium. Ce dernier est l'indicateur coloré qui réagit en fin de dosage pour former le chromate d'argent, apparaissant comme un précipité rouge brique<sup>1</sup>. Cette méthode doit son nom au pharmacien allemand Karl Friedrich Mohr

Principe : Nous allons effectuer le dosage (ou titrage) des ions chlorure  $\text{Cl}^-$  par les ions argent  $\text{Ag}^+$ , ce qui nous permettra de déterminer la chlorinité d'une eau et donc de calculer sa salinité.

➤ **Limite de la méthode de Mohr :**

En milieu basique ( $\text{pH} > 7,5$ ) une partie des ions  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$  est consommée par une réaction parasite de précipitation qui forme  $\text{AgOH}_{(\text{s})}$ . Cette méthode ne peut donc pas être utilisée en milieu basique avec  $\text{pH} > 7,5$ .

En milieu acide ( $\text{pH} < 6,5$ ), le précipité de chromate d'argent  $\text{Ag}_2\text{CrO}_{4(\text{s})}$  qui est un indicateur de fin de réaction est soluble : on ne peut donc plus repérer l'équivalence du dosage par apparition du précipité rouge brique. Cette méthode ne peut donc pas être utilisée en milieu acide avec  $\text{pH} < 6,5$ .

Le domaine de  $\text{pH}$  pour lequel on peut utiliser la méthode de Mohr est restreint au domaine :  $6,5 < \text{pH} < 7,5$

➤ **Matériel :**

Tubes à essais + porte-tube ; Pipettes PVC ; 2 Bêchers de 100 mL ; 1 erlenmeyer de 250 mL ; 1 pipette jaugée de volume  $V_1$  (volume correspondant à la prise d'essai) + propipette.

Burette graduée de 25 mL ; Support pour burette ; Agitateur magnétique + barreau aimanté ;

Solution de nitrate d'argent à  $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$  ; Solution de chromate de potassium à  $50 \text{ g.L}^{-1}$  ;

Solution de chlorure de sodium à  $3 \text{ g.L}^{-1}$ .

➤ **Réalisation du dosage :**

On commencera par faire un titrage rapide pour repérer l'ordre de grandeur de l'équivalence puis un titrage plus précis pour déterminer le volume équivalent  $V_{\text{eq}}$ .

Verser, à l'aide la pipette jaugée, un volume  $V_1$  d'eau dans le bécher et ajouter 2 mL de solution de chromate de potassium dans le bécher (la solution à titrer doit devenir jaune). Remplir la burette avec la solution titrante de nitrate d'argent de concentration  $C_2$  et ajuster le zéro (ôter

toute bulle d'air). Faire couler la solution titrante dans le bécher mL par mL pour repérer grossièrement l'équivalence  $V_{eq}$ .

Refaire le titrage en versant un volume ( $V_{eq} - 1$  mL) de solution titrante puis cette solution goutte à goutte jusqu'à l'apparition de la couleur rouge. Noter le volume équivalent  $V_{eq}$ .

Tubes à essais + porte-tube ; Pipettes PVC ; 2 Bêchers de 100 mL ; 1 erlenmeyer de 250 mL ; 1 pipette jaugée de volume  $V_1$  (volume correspondant à la prise d'essai) + propipette.

Burette graduée de 25 mL ; Support pour burette ; Agitateur magnétique + barreau aimanté ;

Solution de nitrate d'argent à  $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ ; Solution de chromate de potassium à  $50 \text{ g.L}^{-1}$  ;

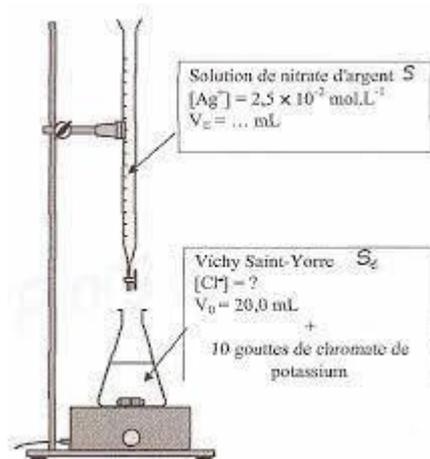
Solution de chlorure de sodium à  $3 \text{ g.L}^{-1}$ .

### ➤ Réalisation du dosage :

On commencera par faire un titrage rapide pour repérer l'ordre de grandeur de l'équivalence puis un titrage plus précis pour déterminer le volume équivalent  $V_{eq}$ .

Verser, à l'aide la pipette jaugée, un volume  $V_1$  d'eau dans le bécher et ajouter 2 mL de solution de chromate de potassium dans le bécher (la solution à titrer doit devenir jaune). Remplir la burette avec la solution titrante de nitrate d'argent de concentration  $C_2$  et ajuster le zéro (ôter toute bulle d'air). Faire couler la solution titrante dans le bécher mL par mL pour repérer grossièrement l'équivalence  $V_{eq}$ .

Refaire le titrage en versant un volume ( $V_{eq} - 1$  mL) de solution titrante puis cette solution goutte à goutte jusqu'à l'apparition de la couleur rouge. Noter le volume équivalent  $V_{eq}$ .



FigureN°13 : Conditions opératoires (<https://eduterre.ens-lyon.fr>).

La méthode nécessite un pH de la solution à doser typiquement compris entre 4 et 10,5 (9,0 en présence d'ammonium pour éviter la complexation des ions argent), une solution trop acide masquant la fin de la réaction par formation de dichromate à partir du chromate et une solution à l'inverse trop basique.

# **Chapitre II**

## **Matériel et méthodes**

## II. Matériel et méthodes

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique pour la recherche de la salinité des eaux de mer et le paramètre physico-chimique de la zone de Mostaganem (Sablettes et Sidi Medjoub) en analysant leurs paramètres physico-chimiques effectués au niveau du ADE.

### II.1. Matériel utilisé

Pour tout échantillonnage, la préparation du matériel de terrain est une étape importante qui doit être bien planifiée. Le matériel doit inclure notamment un nombre suffisant de bouteilles stérilisées et clairement identifiées d'un volume de 1,5 litre et qui sont destinées uniquement aux analyses physico-chimiques tels que :

- Une glacière isotherme (4°C).
- Un carnet pour prendre des notes sur le terrain.
- Un thermomètre pour mesurer la température sur place.

### II.2. Paramètres physico-chimiques

L'appréciation du taux de sels de l'eau de mer se base sur la mesure des paramètres physico-chimiques tels que la conductivité, la salinité, dosage des chlorures, la TDS, le résidu sec

#### II.2.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît (**Dr.ALLAOUA NOUA, 2015**).

#### II.2.2. PH

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>). L'échelle des pH s'étend en pratique de 1/ (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. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac toxique pour les poissons. En région bruxelloise, on admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale (**Dr.ALLAOUA NOUA, 2015**).

**II.2.3. La conductivité :** La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Ce paramètre donne une indication de la concentration totale de l'eau en ions. Comme une grande partie des sels dissous dans l'eau s'y trouvent sous forme d'ions (chlorures, nitrates, sodium, calcium, sulfures etc.). Les variations de ces concentrations peuvent avoir des impacts sur le milieu naturel. (BRADAI. M. N, 1994)

**II.2.4. Salinité (S%) :** Elle correspond à la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On évalue maintenant la conductivité et on l'exprime en UPS : Unité Pratique de Salinité, qui équivaut approximativement à 1 mg/g de sel. La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin (AMINOT. A & CHAUSSEPIED. M, 1983). La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg, celle des eaux saumâtres est de 5 à 18 UPS et celle des eaux douces est inférieure de 0,5 UPS (CHEVALLIER H, 2007).

**II.2.5. TDS :** Pour mesurer le TDS, on utilise le même appareil. L'analyse est effectuée par immersion directe de l'électrode dans les flacons porteurs d'échantillons (sans oublier de rincer rigoureusement l'électrode après chaque mesure). Les résultats sont affichés directement dans

### **II.2.6. Les résidus secs**

#### **a. Objectif :**

La présente méthode d'essai a pour objectif la description des méthodes de détermination des résidus secs dans les eaux à 100-105°C.

#### **b. Domaine d'application :**

Cette méthode s'applique aux de distribution, souterraines, surface, aux eaux usées et effluents industriels.

Pour les eaux chargées en matières en suspension, il faut procéder d'abord à une filtration d'un volume d'eau de telle sorte qui conduise à un résidu sec d'au moins 10 mg, et de préférence, compris entre 100 et 200.

#### **c. Principe :**

Evaporation au bain d'eau bouillante d'un volume d'eau choisie en fonction des quantités de matières fixes présentes, dessiccation à l'étuve à température donnée et pesée du résidu.

- **Le résidu sec à 100-105°C :**

Résulte de l'évaporation simple de l'eau mais aussi de l'évaporation, en totalité ou en partie, de l'eau occlus et de l'eau de cristallisation des sels ; des pertes en dioxyde de carbone peuvent résulter de la transformation des bicarbonates en carbonates.

- **Le résidu sec a 175-185°C :**

Peut encore résulter de perte d'eau de cristallisation, en particulier si des sulfates sont présents ; la presque totalité de l'eau occluse est éliminée, les bicarbonates sont transformés en carbonates, certains chlorures et certains nitrates sont décomposés ou même volatilisés.

Les matières organiques, d'origine naturelles sont peu atteintes bien que certaines d'entre elles puissent être volatilisées.

**d. Échantillonnage :**

Les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en verre borosilicate. Ils sont conservés à 4°C dans l'obscurité.

**e. Méthode de travail :**

**1. Réactifs et matériel**

▪ **Matériel :**

- Capsule en porcelaine, en verre borosilicate ou, de préférence, en silice ou en platine.
- Balance permettant d'effectuer la pesée de la capsule et son contenu à 0.1mg près.
- Étuve réglable à 100-105°C ou 175-18°C.

**2. Traitement des échantillons :**

- pas d'application

**3. Partie expérimentale :**

▪ **Essai**

- Nettoyer la capsule à l'acide chlorhydrique (HCl) ou à l'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) dilués au dixième environ et tièdes, puis à l'eau distillée. La sécher par passage à l'étuve, puis la calciner dans le four réglé à 525°C. Laisser refroidir presque jusqu'à la température ambiante puis placer dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser. Soit M<sub>0</sub> la masse de la capsule vide.
- Faire évaporer progressivement au bain d'eau bouillante la prise d'essai introduite éventuellement en plusieurs fractions successives. Dans la capsule : il est recommandé de ne remplir celle-ci que jusqu'à mi-hauteur vers la fin de l'opération, rincer à l'eau distillée la fiole jaugée qui a servi à mesurer la prise d'essai et verser les eaux de lavage dans la capsule. Une fois l'eau évaporée, placer la capsule dans l'étuve, régler à 100-105°C et l'y laisser pendant 1 heure.

Si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec à 100-105 °C laisser refroidir la capsule et son contenu presque jusqu'à la température ambiante, pour la placer ensuite dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser recommencer le cycle chauffage

.soit M1 la masse trouvée .

- **Si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec a 175-180°C** poursuivre la dessiccation en plaçant la capsule pendant deux heures dans l'étuve a 175-180°C puis la laisser refroidir presque jusqu'à la température ambiante pour la placer ensuite dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et poser .recommencer le cycle chauffage a 175-180°C –refroidissement-posée jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0.5 mg .soit M2 la masse trouvée .
- **Résidus secs à 105°C** Le taux des résidus secs de l'eau non filtrée permet de peser la teneur en matières dissoutes ou la salinité totale (qui représente la majeure partie) et la teneur en matières en suspension. Selon (**RODIER et al. (2005)**), le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau

Autrement dit : la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre, ce qui conditionne la pénétration de la lumière dans le milieu et qui influence ainsi la faune et la flore aquatique.

### II .3. Analyses physico-

#### chimiques II .3.1. Méthodes

##### d'analyse

Pour réaliser ces analyses, on a utilisé :

- Le multi paramètre c'est un appareil permettant la mesure de différents paramètres physico-chimiques comme le pH ou la conductivité.
- L'appareil change de mode en fonction de la sonde qui lui est connectée.
- Le Compact et portable, cet appareil permet des mesures rapides et fiables, en laboratoire comme à l'extérieur.



**Figure N°14 :** Appareil Multi paramètres

- **Les prélèvements :** se sont étalés sur une période de trois mois février, mars et mai 2022, le rythme d'échantillonnage était de prélèvements par mois. Ils ont été réalisés entre 9h30mn et 10h30mn. Afin d'éviter tout changement chimique de l'eau et d'inhiber l'activité bactérienne, les échantillons sont transportés dans une glacière isotherme (4°C), l'analyse se fait le jour même. Les mesures de la température, salinité et du pH ont été faites sur place.

**Tableau N°05** : site et date d'échantillonnage 01 (26/02/2022).

Sites	la date	heure	état de la mer	climat	T(°C)
Sidi Medjdoub	26/02/2022	9 h30min	Calme	journée en solaire	19°C
Sablettes	26/02/2022	10h30min	Calme	journée en solaire	19°C

**Tableau N°06** : site et date d'échantillonnage 02 (26/03/2022).

Sites	la date	heure	état de la mer	climat	T(°C)
Sidi Medjdoub	26/03/2022	9 h30min	Calme	journée en soleillée	16°C
Sablettes	26/03/2022	10h 30min	mauvais temps	journée en nuageux	16°C

**Tableau N°07** : site et date d'échantillonnage 03 (26/04/2022).

sStes	la date	heure	état de la mer	climat	T(°C)
Sidi Medjdoub	26/04/2022	9 h 30min	calme	journée en soleillée	15°C
Sablettes	26/04/2022	10h 30min	mouvais temps	journée en nuageux	15°C

**Tableau N°08** : site et date d'échantillonnage 04 (26/05/2022).

Sites	la date	heure	état de la mer	climat	T(C°)
Sidi Medidoub	26/05/2022	9 h 30min	calme	journée en solaire	23 C°
Sablettes	26/05/2022	10h 30min	calme	journée en solaire	23 C°

## II.4. Matériel et méthodes

### a. Le matériel utilisé :

- **La verrerie** : les béchers.
- **L'appareil** : Multi paramètre
- **Les échantillons** : L'eau de mer de Sidi Medjdoub et Sablettes.

### b. Mode opératoire :

- ✓ **Mesure de la Température** : Principe: La température de l'eau est mesurée avec un thermomètre.

- ✓ **Mode de fonctionnement**: Dans un bécher contenant l'eau à tester, nous avons inséré le thermomètre puis on a effectué la lecture de la température après stabilisation de l'appareil. Attendez que l'appareil se stabilise et effectuez la lecture.

- ✓ **Mesure du pH** : Principe: Pour le pH, nous avons utilisé la méthode électrochimique avec une électrode de verre.

**Mode de fonctionnement**: Au laboratoire, on réalise l'étalonnage du pH-mètre à l'aide des solutions d'étalonnage, dans un bécher on verse l'échantillon (l'eau de mer), on immerge l'électrode dans l'échantillon d'eau de mer on remue l'eau avec l'électrode pour homogénéiser et on lit le pH lorsque la valeur affichée est stable. L'électrode doit être rincée avec l'eau distillée après chaque lecture du pH de l'échantillon.

- ✓ **Mesure de la salinité**: Principe: La salinité de l'eau est mesurée par un multi-paramètre.

**Mode de fonctionnement**: Dans un bécher contenant l'eau à tester, on introduit l'électrode du multi-paramètre, on attend que l'appareil se stabilise et on réalise la lecture

- ✓ **Mesure la conductivité** : Principe: La conductivité électrique de l'eau est la connexion d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques d'une surface de 1 cm<sup>2</sup> séparées l'une de l'autre de 1 cm (Rodier, 2009.).

**Mode de fonctionnement**: Tout d'abord, versez un échantillon d'eau dans un bécher, Puis immerger l'électrode et la déplacer afin d'homogénéiser et lire la conductivité lorsque la valeur affichée est stable. L'électrode doit être rincée à l'eau distillée après chaque lecture de conduction de l'échantillon

- ✓ **Mesure de TDS** :

Pour mesurer le TDS, on utilise le même appareil. L'analyse est effectuée par immersion directe de l'électrode dans les flacons porteurs d'échantillons (sans oublier de rincer rigoureusement l'électrode après chaque mesure). Les résultats sont affichés directement dans l'appareil

✓ **Mesure le résidu sec :**▪ **Résidu sec à 100 - 105 °C**

La teneur en matières sèches est exprimée en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon. La méthode de mesure consiste à mettre à l'étuve à 105 °C, jusqu'à obtention d'une masse constante, un échantillon de l'eau de mer (10 ml de l'eau de mer) Soit  $M_1$  la masse de l'échantillon humide et  $M_2$  sa masse après séchage.

▪ **Résidu sec à 175 - 185 °C**

Le séchage à 175-185 °C, comparé au séchage à 105 °C permet d'évaluer notamment la teneur des sels en eau de cristallisation.

# **Chapitre III**

## **Résultats et Discussion**

Lors des prélèvements qui se sont étalés en une durée de 4 mois au nombre d'un échantillonnage par mois, on a obtenu les résultats qui nous ont aidés dans notre étude de la qualité de l'eau de mer de Sablettes et Sidi Medjoub.

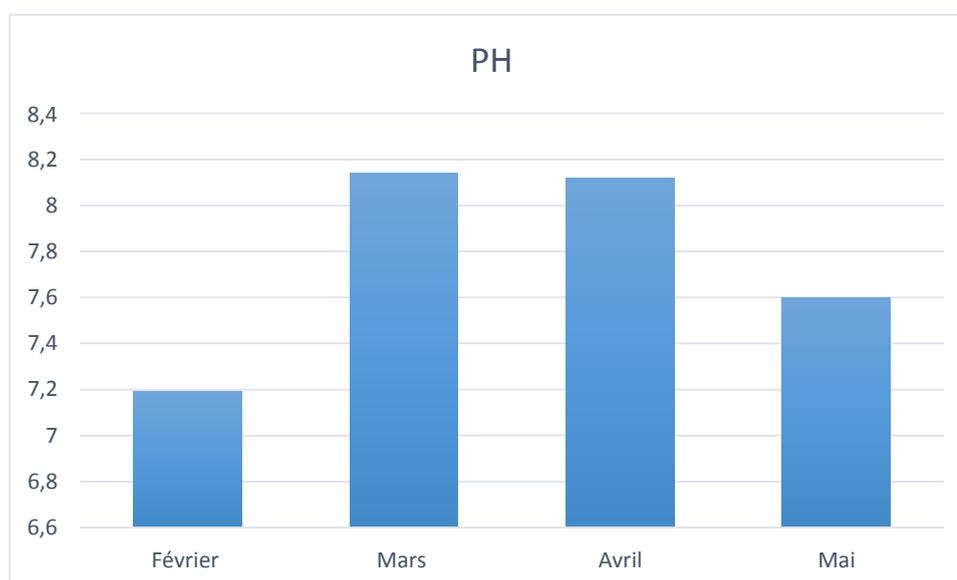
### III. Paramètres physico-chimiques

#### III.1. variation du pH de l'eau de mer du site Sablettes

Les résultats de la mesure du pH de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°09 :** Valeurs du pH de l'eau de mer du site Sablettes

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
<b>pH</b>	7.91	8.14	8.12	7.6



**Figure N°15 :** Variation du pH de l'eau de mer du site Sablettes

D'après de résultats, on remarque que le pH de l'eau de mer du site Sablettes durant les quatre mois (Février, Mars, avril et Mai) et dans la norme (entre 6 et 8), (journal officielle de la république algérienne n°46, 1993)

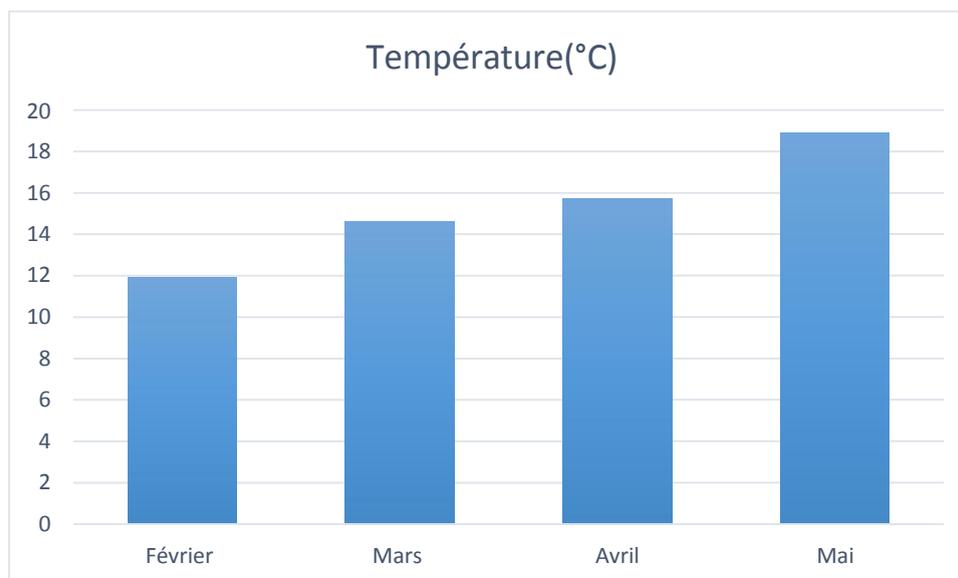
Ce pH varie entre 7.6 et 8.14.

#### III.2. Variation de la température de l'eau de mer du site Sablettes

Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°10** : Valeurs de la température (°C) de l'eau de mer du site Sablettes

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
Température	11.9	14.6	15.7	18.9

**Figure N°16** : Variations de la température de l'eau de mer du site Sablettes.

Selon ces résultats, la température variait entre 11.9°C et 18.9°C

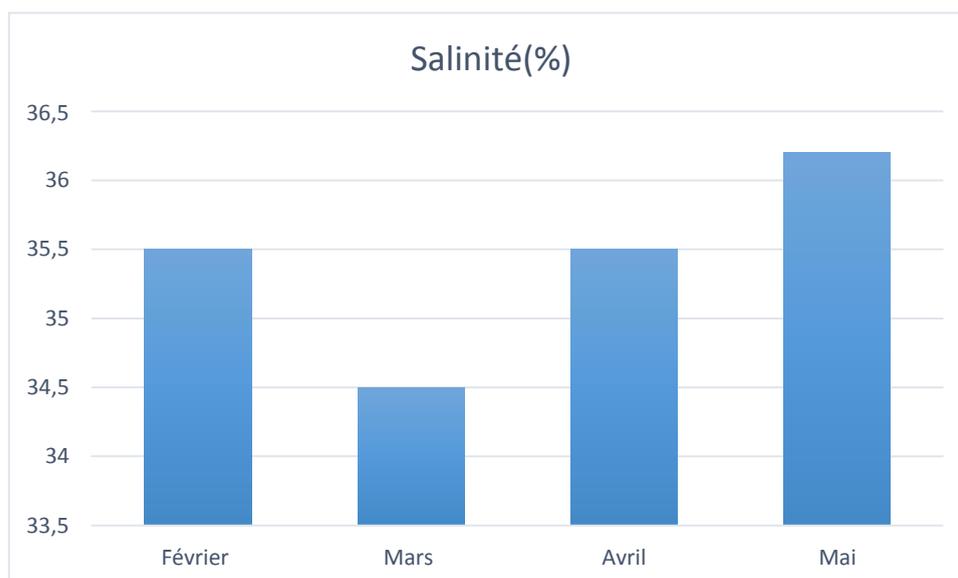
D'après ces résultats, on remarque que la température de l'eau de mer de ce site est inférieure à la norme qui est 25°C (Rodier, 2009)

### III.3. Variation de la salinité de l'eau de mer du site Sablettes

Les résultats de la mesure de la salinité (%) de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°11** : Valeurs de la salinité (%) de l'eau de mer du site Sablettes

Mois	Février	Mars	avril	Mai
Salinité	35.5	34.5	35.5	36.2



**Figure N°17** : Variations de la salinité de l'eau de mer du site Sablettes.

Selon ces résultats, la salinité varie entre 35.5 et 36.2 donc cette salinité est dans la norme qui est entre 34 et 36 (Rodier, 2009)

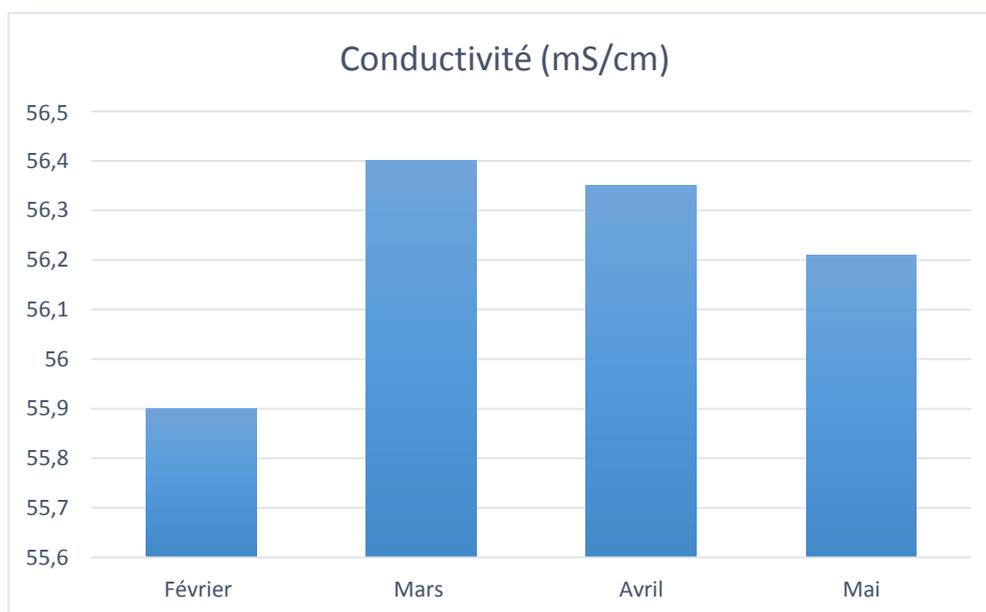
Remarque : Dans le mois Mars la salinité est faible en raison de la pluie.

#### III.4. Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sablettes

Les résultats de la mesure de la conductivité (mS/cm) de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°12** : Valeurs de la conductivité (mS/cm) de l'eau de mer du site Sablettes

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
Conductivité	55.9	56.4	56.35	56.21



**Figure N°18** : Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sablettes.

Nous résultats montrer que la conductivité de l'eau de mer du site Sablettes varie entre 55,9 mS/cm et 56,21 mS/cm. Ces valeurs sont dans la norme (56 mS/cm), Rodier, 2009.

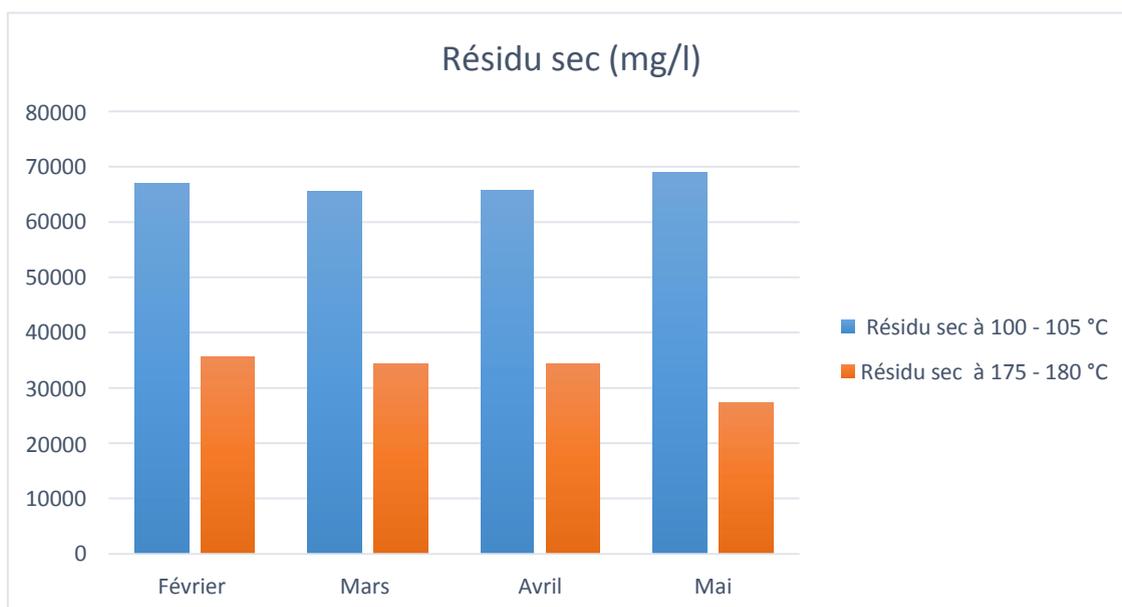
### III.5. Variations de résidu sec de l'eau de mer du site Sablettes

Le résidu sec est un indicateur de minéralisation, elle permet de déterminer le taux de minéraux recueillis après évaporation d 1 litre d'eau de mer soumis à une température (105-180)

Les résultats de la mesure de résidu sec de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°13** : Valeurs de résidu sec (mg/l) de l'eau de mer du site Sablettes

MOIS	Février	Mars	Avril	Mai
<b>Résidu sec à 100 - 105 °C</b>	67100	65600	65700	68900
<b>Résidu sec à 175 - 180 °C</b>	35600	34400	34300	27400



**Figure N°19 :** Variation de résidu sec de l'eau de mer du site Sablettes

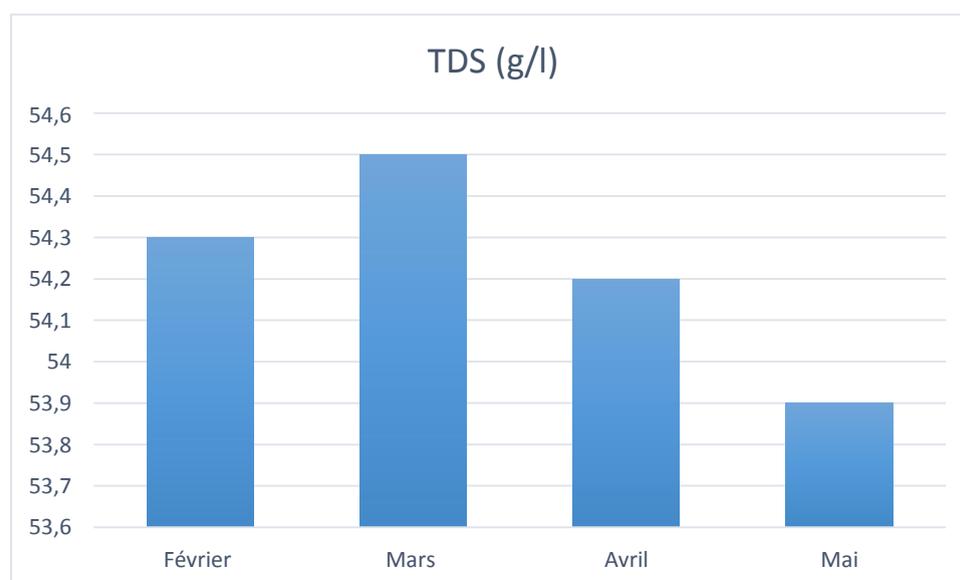
Selon ces résultats, le taux de minéraux obtenu a été supérieur à 1 500 mg/l, ce qui indique que l'eau de mer est riche en minéraux.

### III.6. Variation de TDS de l'eau de mer du site Sablettes

Les résultats de la mesure de TDS de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°14 :** Valeurs TDS (g/l) de l'eau de mer du site Sablettes

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
<b>TDS</b>	54.3	54.5	54.2	53.9



**Figure N°20 :** Variation de TDS de l'eau de mer du site Sablettes

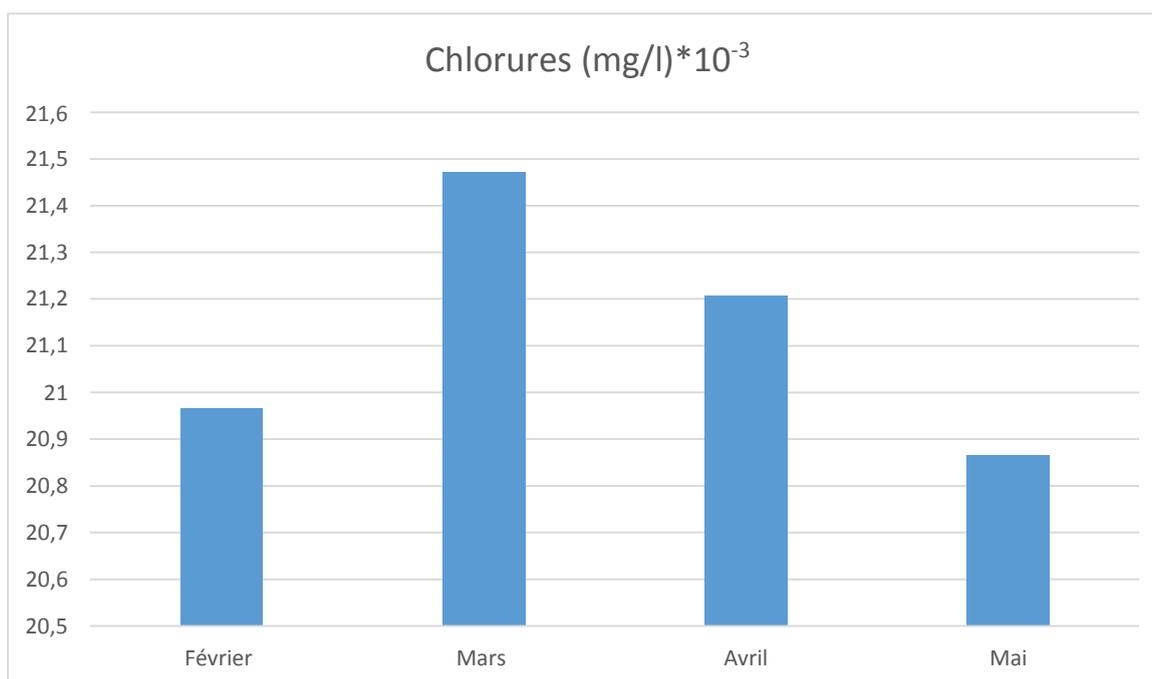
Une valeur de TDS comprise entre 51 et 200g/l signifie qu'il y a une quantité moyenne de solides dissous dans l'eau de mer du site Sablettes.

### III.7. Variation de la concentration des chlorures de l'eau de mer du site Sablettes

Les résultats de la mesure de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sablettes sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°15** : Valeurs de la concentration des Chlorures en  $(\text{mg/l}) \cdot 10^{-3}$  de l'eau de mer du site Sablettes :

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
<b>Chlorures</b>	20,967	21,472	21,208	20,867



**Figure N°21** : Variation de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sablettes

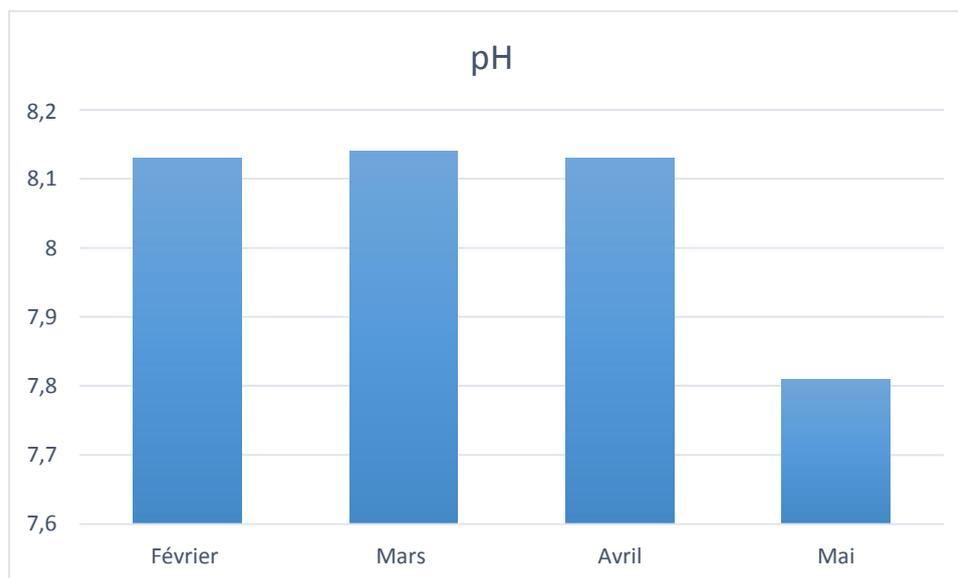
D'après ces résultats, on remarque que la concentration des chlorures de site sablettes est dans l'anorme qui est 19.4 mg /l (Karl K Turekian : Oceans. 1968).

### III.8. Variations du pH de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure du pH de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°16** : Valeurs du pH de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
<b>pH</b>	8.13	8.14	8.13	7.81



**Figure N°22** : Variation du pH de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

D'après de résultats, on remarque que le pH de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub durant les trois mois (Février, Mars et Mai) est dans la norme (entre 6 et 8), (journal officiel de la république algérienne n°46, 1993)

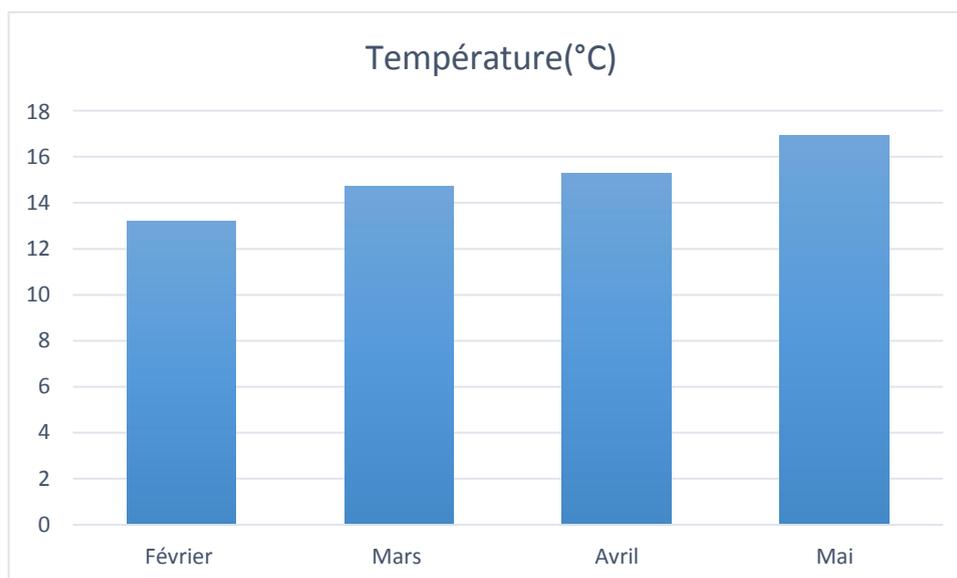
Ce pH varie entre 7.81 et 8.14.

### III.9. Variation de la température de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure de la température de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°17** : Valeurs de la température (°C) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
<b>Température</b>	13.2	14.7	15.3	16.9



**Figure N°23** : Variations de la température de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Selon ces résultats, la température variait entre 13.2°C et 16.9°C.

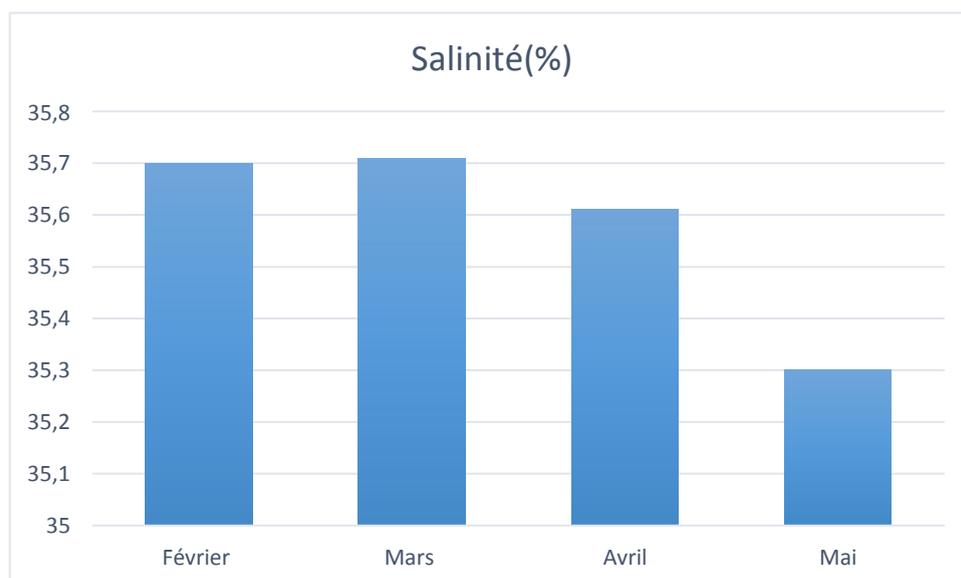
D'après ces résultats, on remarque que la température de l'eau de mer de ce site est inférieure à la norme qui est 25°C (Rodier, 2009).

### III.10. Variation de la salinité de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure de la salinité (%) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°18** : Valeurs de la salinité (%) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
Salinité	35.7	35.71	35.61	35.30



**Figure N°24 :** Variations de la salinité de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

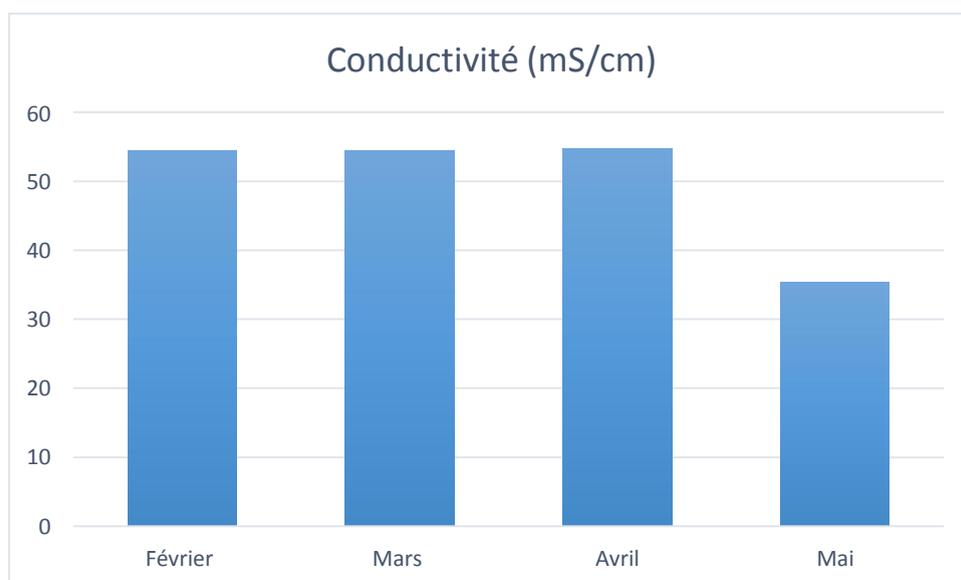
Selon ces résultats, la salinité varie entre 35,3 et 35,71 donc cette salinité est dans la norme qui est entre 34 et 36 (Rodier, 2009).

### III.11. Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure de la conductivité (mS/cm) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°19 :** Valeurs de la conductivité (mS/cm) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Mois	Février	Mars	Avril	Mars
Conductivité	54.5	54.4	54.7	53.4



**Figure N°25 :** Variation de la conductivité de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

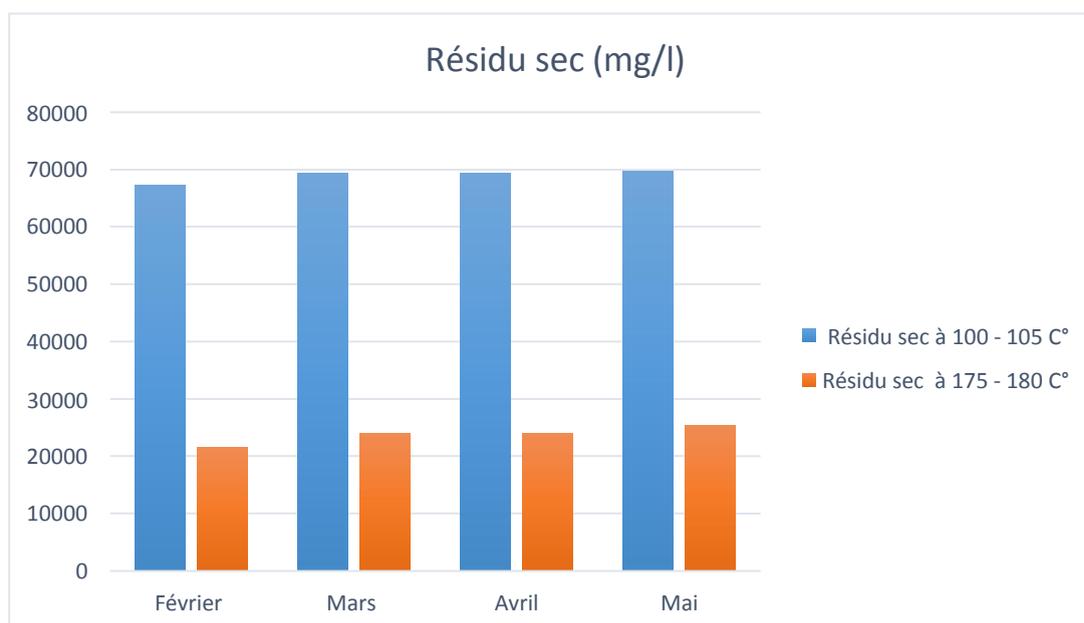
Nous résultats monter que la conductivité de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub varie entre 53.4mS/cm et 54.5 mS/cm. Ces valeurs sont inférieures à la norme qui est (56 mS/cm), Rodier, 2009.

### III.12. Variations de résidu sec de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure de résidu sec de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau N°20** : Valeurs de résidu sec (mg/l) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

MOIS	Février	Mars	Avril	Mai
Résidu sec à 100 - 105 °C	67200	69300	69400	69700
Résidu sec à 175 - 180 °C	21500	23900	24000	25400



**Figure N°26** : Variation de résidu sec de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

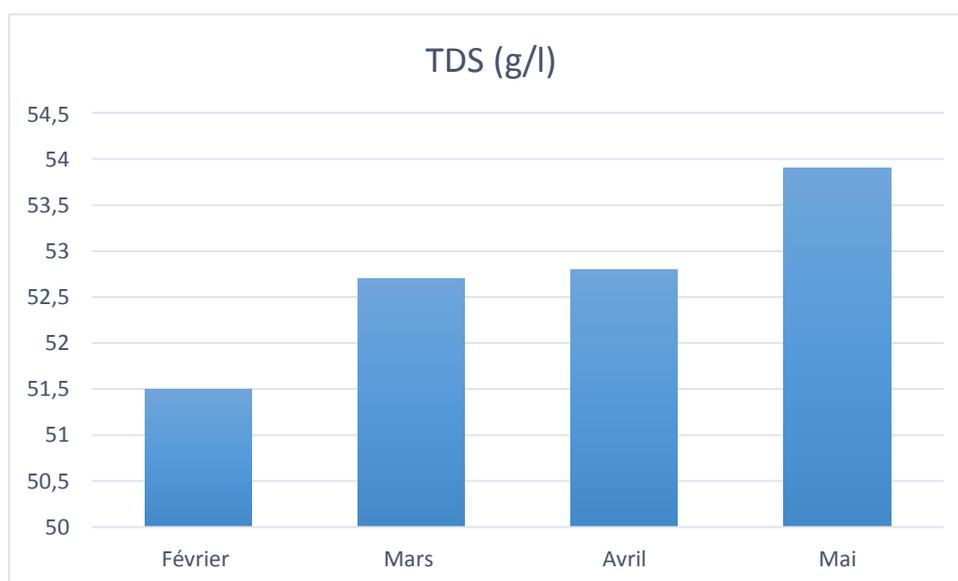
Selon ces résultats, le taux de minéraux obtenu a été supérieur à 1 500 mg/l, ce qui indique que l'eau de mer est riche en minéraux.

### III.13. Variation de TDS de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure de TDS de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant

**Tableau N°21** : Valeurs TDS (g/l) de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Mois	Février	Mars	Avril	Mai
TDS	51.5	52.7	52.8	53.9



**Figure N°27** : Variation de TDS de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

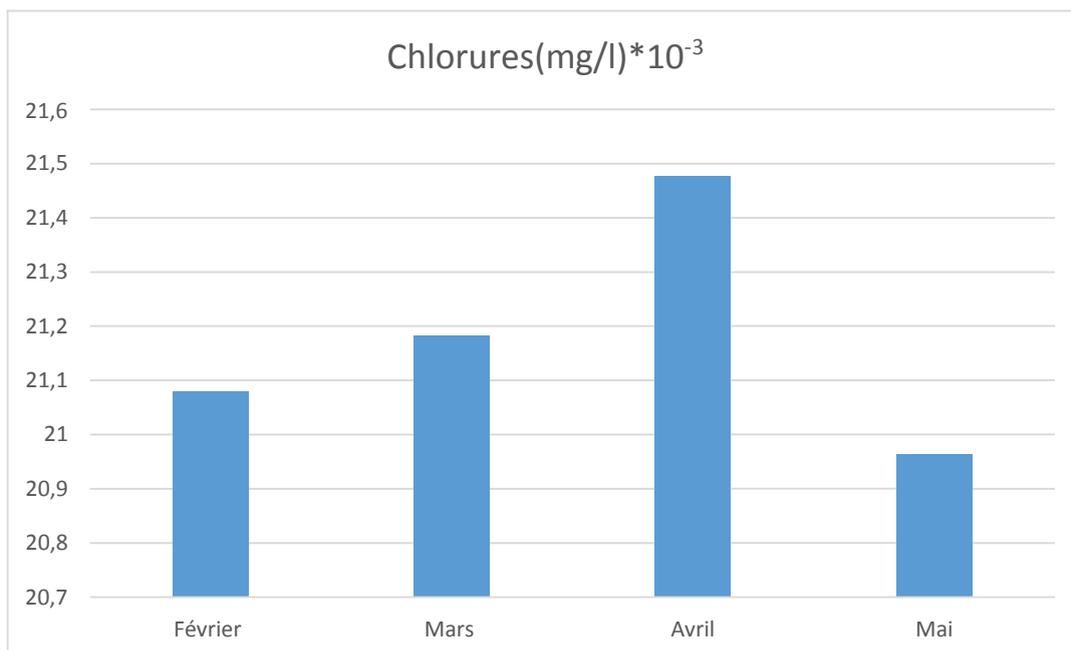
Une valeur de TDS comprise entre 51 et 200g/l signifie qu'il y a une quantité moyenne de solides dissous dans l'eau de mer du site Sidi Medjdoub.

### III.14. Variation de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

Les résultats de la mesure de la concentration des Chlorures de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub sont regroupés dans le tableau suivant

**Tableau N°22** : Valeurs de la concentration des Chlorures  $[Cl^-]$  en  $(mg/l) \cdot 10^{-3}$  de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub[]

Mois	Février	Mars	Avril	mai
$[Cl^-]$	21,080	21,182	21,477	20,964



**Figure N°28 :** Variation des Chlorures de l'eau de mer du site Sidi Medjdoub

D'après ces résultats, on remarque que la concentration des chlorures de site Sidi Medjdoub est dans la norme qui est 19.4 mg /l (Karl K Turekian : Oceans. 1968).

# **Conclusion générale**

**Conclusion générale :**

L'étude qualitative et quantitative du taux de sels de l'eau de mer des deux sites Sablettes et Sidi Medjdoub par différentes méthodes physico-chimiques durant les quatre mois (février, Mars, Avril et Mai) nous a permis d'aboutir à des résultats intéressants détectant la qualité de l'eau de mer.

D'après les résultats obtenus :

- Selon le dosage des chlorures, on remarque la concentration des sels est dans la norme.
- L'étude de la salinité a montré que le taux de sels a été bien dans la norme.
- Les résultats de la mesure de la conductivité sont dans la norme.
- L'étude du résidu sec montre que ces eaux sont minéralisées.
- Le taux de minéraux obtenu a été supérieur à 1 500 mg/l, ce qui indique que l'eau de mer des deux sites Sablettes et Sidi Medjdoub est riche en minéraux.
- Les valeurs de TDS trouvées ont été comprises entre 51 et 200g/l ce qui signifie qu'il y a une quantité moyenne de sels dissous dans l'eau de mer des sites étudiés.

**Références**

**Bibliographiques**

### ➤ Sites bibliographiques

- Bey. S, 2019. Mémoire Etude physico-chimique de l'eau de mer au niveau de la zone industrielle de Bethioua, Master en Bioressources Marines, Mostaganem.
- Bourahla et Diffalah, 2007. La pollution microbiologique de la plage de Sablette et Oureah au niveau de la wilaya de Mostaganem. Mémoire d'Ingeniorat, Université de Mostaganem.
- Centre culturel ; approche urbain, 2013. présentation de la wilaya de Mostaganem.
- Allaoua. N, 2015 Enseignante Master I Ecologie des milieux naturel Université Larbi Ben M'hidi -Oum El Bouaghi Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie Département sciences de la nature et de la vie.
- Goeury.D, 2014, "La pollution marine", in Woessner Raymond (dir.), Mers et océans, Paris : Atlante, Clefs concours.
- Google maps, 2022
- Khelil. F, 2007. evaluation de la contamination de l'eau de mer et d'un mollusque la moule *Mytilus galloprovincialis* pêche du port d'Oran, mémoire de magistère, Univd'oran.
- Legrand. J, 1973. Études de matériaux susceptibles de résister à la corrosion par l'eau de mer. LA HOUILLE BLANCHE / N° 2/3.
- Misch. A, 1998. Assessing Environmental Health Risks. 1993. In L. Brown and all. State of the world 1994, New York.
- Rodier ., 2005 :L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème Ed. Dunod, Paris.

### ➤ Site Web graphiques

- <http://www.cotebleue.org/pollbiolo.html>
- [http://www.oceanplasma.org/documents/chimie.html#Concentrations\\_de\\_leau\\_de\\_mer](http://www.oceanplasma.org/documents/chimie.html#Concentrations_de_leau_de_mer)
- <https://oceanplasma.org/documents/chimie.html#Salinit%C3%A9>
- <https://www.aquaportail.com/definition-1401-salinite.html>
- <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-eau-elle-encore-bleue-618/page/11/>

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- <https://www.zerowater.fr/actualites/quest-ce-quune-mesure.tds/#:~:text=Un%20faible%20niveau%20de%20TDS,souvent%20dans%20la%20mesure%20TDS>
- [https://www.researchgate.net/figure/Presentation-et-localisation-de-la-Mer-Mediterranee\\_fig3\\_298398698](https://www.researchgate.net/figure/Presentation-et-localisation-de-la-Mer-Mediterranee_fig3_298398698)
- <https://journals.openedition.org/physio-geo/7675?lang=en>
- <https://www.aquaportail.com/definition-1401-salinite.html>
- [https://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/tp/tp\\_salinite](https://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/tp/tp_salinite)
- <https://www.lachimie.fr/definitions/indice-refraction.php>
- <https://www.agir-crt.com/blog/refractometre-mesure-degre-brix-choix-appareil/>
- <https://www.mesurez.com/refractometre-principe-mode-emploi.html>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9fractom%C3%A9trie>
- <http://eduterre.ens-lyon.fr/ressources/scenario1/planetebleue/tp/images-1/dosage.jpg/view>
- <http://seaotters.com/2012/08/agricultural-runoff-bad-bad-for-us-bad-for-otters/>

# **Annexes**

### Annexe N°01



Les résidu sec (source : hind2022)



Analyse de résidu sec (source : hind2022)



Conductimètre (source : hind2022)



Four de laboratoire (source : hind2022)



Prélèvement de l'eau de mer (source : hind2022)



Analyse de l'eau de mer (source : hind2022).



Turbidimètre (source : hind2022).



Ph-mètre et conductimètre (source : hind2022).



Etuve de laboratoire (source : hind2022).



Une balance électrique à précision