



DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

Présenté par

**Benamar Khouloud**

**Benderdouch Amira Marwa**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité : Bio ressource marine**

**THÈME**

Etude des paramètres physico-chimiques et  
bactériologiques de l'eau de mer au niveau du rejet de la  
station de dessalement d'El Mactaa

Soutenue le 22/06/2023

**DEVANT LE JURY**

Président	Bekada Djamel Eddine	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	Borsali Sofia	MCA	U. Mostaganem
Examineur	Benzidane Dehiba	MCB	U. Mostaganem

## **Remerciements**

*On adresse en premier lieu nos Grands remerciements à Dieu« Allah», tout puissant, source de toute connaissance.*

*Nos remerciements les plus sincères vont au docteur Mm BORSALI Sofia (maître de conférence A à l'université de Mostaganem) et cela pour la qualité de son encadrement exceptionnel pour sa patience et sa disponibilité durant la réalisation de ce mémoire.*

*On tient à exprimer vivement nos remerciement et notre gratitude aux membres du jury :*

*Docteur BEKADA Djamel Eddine (Maître de conférence A à l'université de Mostaganem d'avoir accepté la présidence du jury.*

*Et aussi nous remercions Docteur BENZIDANE dehiba (Maître de conférence B à l'université de Mostaganem) d'avoir accepté d'examiner notre travail de fin d'étude.*

*Nous tenons a remercié Monsieur BELBACHIR Nouredine notre chef de département des Sciences dela Mer et de l'aquaculture de l'Université de Mostaganem et également tous les enseignants du département, qui ont fait de leur mieux pour nous guider au cours de ces dernières années.*

*Nos sincères remerciement aux personels de la direction de l'ADE dirigé par Monsieur BENDEBIZA Mohammed le chef de laboratoire.*

## *Dédicaces :*

*A mes chers parents pour leurs soutiens tout au long de mon  
parcours universitaire.*

*A mes chers frères pour leurs appuis, leurs encouragements et  
leur soutien moral.*

*Que ce travail soit le fruit de votre soutien infaillible et  
incessant, merci d'être toujours là pour moi.*

*Mes biens chères amies : Derdour Nour-El houđa ; Belghachem  
Sara.*

*A tous les étudiants(es) de la filière Bioressources marine et tout  
particulièrement ma chère amie avant d'être mon binôme :  
Benamar Khouloud*

*Amira*

## DEDICACES

*Je dédie ce mémoire*

*A mon très cher père **hadj Benamar***

*Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours*

*A ma très chère mère **Yamina***

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude*

*A mes chères sœurs **Samira, Hanane et Basma***

*Merci pour m'avoir toujours supporté dans mes décisions. Merci pour tout votre amour et votre confiance*

*A mes frères **Djamel et Amine***

*Pour leur appui et leurs encouragements*

*Et mes neveux et nièces **Assil, Iyed, Ihab, Narimane, Riad, Joud, Malek, Amir et spécialement ma petite ange Rassil***

*A mon grand-père (rahimah allah) : **chalekh hadj***

*A ma grand-mère : **aicha***

*A mes deux grandes familles **Banamar et chalakh***

*A mes amies **Fatima, Zineb, Ahlem, Sarah, Amira et Houda** Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur*

***khouloud***

## Liste des abréviations :

- $Ca^{++}$  (mg/l) : Calcium.
- $Hco_3$  (mg/l) : bicarbonate.
- $Mg^+$  (mg/l) : Magnésium.
- $Mn^+$  (mg/l) : manganèse.
- $NH_4$ (mg/l) : ammonium.
- $NO_2^-$  (mg/l) : Nitrite.
- $NO_3^-$  (mg/l) : Nitrate.
- $PO_4$  (mg/l) : Phosphate.
- $SO_4^{2-}$  (mg/l) : sulfate.
- $cl$  (mg/l) : Chlorure
- *E.coli* : *Escherichia coli*
- Fe (mg/l) : fer
- g/l : gramme par litre
- $K^+$  (mg/l) : potassium.
- $Km^3$  : kilomètre cube
- M.O (mg/l) : matière organique.
- $Na^+$  (mg/l) : sodium.
- NTU : Néphélobimétrie Turbidité Unit.
- pH : Potentiel d'hydrogène
- T (°C) : température en degrés Celsius.
- TAC : titre alcalimétrique complet
- $TCa^{++}$  : titre calcique.
- TDS (mg/l) : total des solides dissous.
- TH : Titre hydrotimétrique
- UFC : unité formant colonie

# Liste des Figures :

<b>Figure 01</b> : Les différents sources de la pollution marines.	<b>06</b>
<b>Figure 02</b> : Transfert et bioaccumulation de la dioxine dans une chaîne alimentaire.	<b>11</b>
<b>Figure 03</b> : Coliformes totaux (Cheval, 1982).	<b>21</b>
<b>Figure 04</b> : Les Streptocoques fécaux (Rodier.1996).	<b>22</b>
<b>Figure 05</b> : Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR).	<b>22</b>
<b>Figure 06</b> : Escherichia Coli.	<b>23</b>
<b>Figure07</b> : A, Etat initial du milieu (pas de rejet de saumure) ; B,Etat du milieu après implantation de l'usine de dessalement (rejet de saumure) – © Ecotoxicologie.fr	<b>25</b>
<b>Figure 08</b> : Image montrant le point de prélèvement.	<b>27</b>
<b>Figure 09</b> : Localisation de la Macta dans l'Ouest algérien	<b>28</b>
<b>Figure 10</b> : Station de dessalement	<b>28</b>
<b>Figure 11</b> : Rinçage des flacons.	<b>31</b>
<b>Figure 12</b> : Autoclave.	<b>31</b>
<b>Figure 13</b> : Flacons d'échantillonnage ; A : <i>Bactériologique</i> (500ml) ; B : <i>physico-chimique</i>	<b>34</b>
<b>Figure 14</b> : Multi paramètre.	<b>35</b>
<b>Figure 15</b> : Turbidimètre.	<b>35</b>
<b>Figure 16</b> : Solution tampon et indicateur NET.	<b>36</b>
<b>Figure 17</b> : EDTA.	<b>36</b>
<b>Figure 18</b> : Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) et Murexide.	<b>38</b>
<b>Figure 19</b> : Méthyle orange.	<b>40</b>
<b>Figure 20</b> : Indicateur chromate de potassium.	<b>42</b>
<b>Figure 21</b> : Spectrophotomètre DR 6000.	<b>44</b>
<b>Figure 22</b> : Intérieur de spectrophotomètre.	<b>44</b>
<b>Figure 23</b> : Application de protocole d'ammonium.	<b>44</b>
<b>Figure 24</b> : Plaque chauffante.	<b>46</b>
<b>Figure 25</b> : Application de protocole de nitrate.	<b>46</b>
<b>Figure 26</b> : Application de protocole de nitrite.	<b>48</b>
<b>Figure 27</b> : Application de protocole de phosphore.	<b>50</b>

## Liste des Figures :

<b>Figure 28</b> : Application de protocole de fer.	<b>52</b>
<b>Figure 29</b> : Titrage de M.O avec KMnO <sub>4</sub> .	<b>54</b>
<b>Figure 30</b> : Chauffe de la solution de la matière organique.	<b>54</b>
<b>Figure 31</b> : Image montre les étapes de travail pour la mesure de sulfate.	<b>58</b>
<b>Figure 32</b> : Image montre les étapes de travail pour la mesure de manganèse.	<b>59</b>
<b>Figure 33</b> : spectrophotomètre d'émission flamme	<b>59</b>
<b>Figure 34</b> : schéma de spectrophotomètre d'émission a flamme	<b>59</b>
<b>Figure 35</b> : solution étalon de potassium	<b>60</b>
<b>Figure 36</b> : solution étalon de sodium	<b>60</b>
<b>Figure 37</b> : Les rampes de filtration.	<b>51</b>
<b>Figure 38</b> : filtre 0.45 µm	<b>61</b>
<b>Figure 39</b> : filtre 0.2 µm	<b>61</b>
<b>Figure 40</b> : Gélose tergitol.	<b>61</b>
<b>Figure 41</b> : Gélose slanetz et bartley.	<b>61</b>
<b>Figure 42</b> : Gélose viande de foie.	<b>61</b>
<b>Figure 43</b> : Additif tergitol 7.	<b>62</b>
<b>Figure 44</b> : Additif TTc tergitol.	<b>62</b>
<b>Figure 45</b> : Additif Kovac's.	<b>62</b>
<b>Figure 46</b> : Bouillon Shubert.	<b>62</b>
<b>Figure 47</b> : Bouillon VBL.	<b>62</b>
<b>Figure 48</b> : Une anse de platine.	<b>62</b>
<b>Figure 49</b> : Repiquage.	<b>63</b>
<b>Figure 50</b> : Ajouter de Kovac's.	<b>63</b>
<b>Figure 51</b> : Mettre le filtre dans le milieu.	<b>64</b>
<b>Figure 52</b> : Etalement de l'eau sur le milieu.	<b>64</b>
<b>Figure 53</b> : Incubation dans l'étuve.	<b>65</b>
<b>Figure 54</b> : Variations des teneurs de la température au niveau des 3 point d'échantillonnage.	<b>66</b>
<b>Figure 55</b> : Variations des teneurs du pH au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>67</b>
<b>Figure 56</b> : Variations des teneurs de la conductivité au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>68</b>

## Liste des Figures :

<b>Figure 57</b> : Variations des teneurs de la turbidité au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>68</b>
<b>Figure 58</b> : Variation des teneurs de la salinité au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>69</b>
<b>Figure 59</b> : Variations des teneurs de TH au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>70</b>
<b>Figure 60</b> : Variations des teneurs de TAC au niveau de 3 points d'échantillonnage	<b>70</b>
<b>Figure 61</b> : Variations des teneurs de Tca++ au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>71</b>
<b>Figure 62</b> : Variations des teneurs des chlorures au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>72</b>
<b>Figure 63</b> : Variations des teneurs de la matière organique au niveau des 3 points d'échantillonnage	<b>72</b>
<b>Figure 64</b> : Variations des teneurs de l'ammonium au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>73</b>
<b>Figure 65</b> : Variations des teneurs des nitrites au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>74</b>
<b>Figure 66</b> : Variations des teneurs des nitrates au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>74</b>
<b>Figure 67</b> : Variations des teneurs de phosphore au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>75</b>
<b>Figure 68</b> : Variations des teneurs du fer au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>76</b>
<b>Figure 69</b> : Variations des teneurs de sodium au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>76</b>
<b>Figure 70</b> : Variations des teneurs de potassium au niveau des 3 points d'échantillonnage	<b>77</b>
<b>Figure 71</b> : Variations des teneurs de sulfate au niveau des 3 points d'échantillonnage	<b>78</b>
<b>Figure 72</b> : Variations des teneurs de manganèse au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>78</b>
<b>Figure 73</b> : Variations des teneurs de calcium au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>79</b>
<b>Figure 74</b> : Variations des teneurs de magnésium au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>79</b>
<b>Figure 75</b> : Variations des teneurs de bicarbonate au niveau des 3 points d'échantillonnage.	<b>80</b>
<b>Figure 76</b> : Variations des teneurs de TDS au niveau des 3 points d'échantillonnage	<b>81</b>
<b>Figure 77</b> : Résultats des Coliforme totaux	<b>82</b>
<b>Figure 78</b> : Confirmation de résultat des Coliformes totaux avec le VBL	<b>82</b>

## Liste des Figures :

<b>Figure 79</b> : Résultats des Escherichia coli	<b>83</b>
<b>Figure 80</b> : Confirmation de résultat de Escherichia coli avec Schubert	<b>83</b>
<b>Figure 81</b> : Résultats de streptocoques fécaux	<b>84</b>
<b>Figure 82</b> : Résultats des germes totaux	<b>86</b>
<b>Figure 83</b> : Résultats de Clostridium sulfito réducteur	<b>87</b>

## **Liste des Tableaux**

<b>Tableau 01</b> : Classes de turbidités usuelles (NTU).	<b>21</b>
<b>Tableau02</b> :Produits chimiques potentiellement présents dans les effluents des usines de dessalement – Ecotoxicologie.fr, d’après les données de Dawoud, 2012 ; Morton, 1996 et UNEP, 2003	<b>26</b>
<b>Tableau 03</b> : date des prélèvements	<b>29</b>
<b>Tableau 04</b> : Courbe d’étalonnage d’ammonium	<b>42</b>
<b>Tableau 05</b> : Courbe d’étalonnage de nitrate	<b>44</b>
<b>Tableau 06</b> : Courbe d’étalonnage de nitrite	<b>47</b>
<b>Tableau 07</b> : Courbe d’étalonnage de phosphore	<b>49</b>
<b>Tableau 08</b> : Courbe d’étalonnage de fer.	<b>51</b>
<b>Tableau 09</b> : Résumant le mode opératoire des analyses bactériologiques	<b>64</b>
<b>Tableau 10</b> : Résultat des analyses bactériologiques de (p1)	<b>88</b>
<b>Tableau 11</b> : Résultat des analyses bactériologiques de (p2)	<b>89</b>
<b>Tableau 12</b> : Résultat des analyses bactériologiques de (p3)	<b>89</b>

## **Résumé :**

La mer est parmi les sources les plus importantes dans la vie pour la nutrition et l'attraction touristique et économique des pays.

Les différents types de pollutions causée par les stations de dessalement font partie des grandes menaces de la vie marine en général, tout aussi bien, elles causent des perturbation niveaux de l'écosystème marine.

Notre étude comprenait l'évaluation de la qualité de l'eau de mer au niveau de trois point de profondeur différente, de marsa el kbir (mactaa) en faisant 23 analyses physico-chimique (PH , température ,conductivité ,salinité ,turbidité , TH , TAC , Tca<sup>++</sup> ,TDS , chloruré ,matière organique , ammonium , nitrate , nitrite , phosphore , fer , sodium , potassium , sulfate , manganèse, calcium , magnésium , bicarbonate ) et 5 analyses bactériologiques (*Coliformes totaux* , *Escherichia coli* , *Streptocoques fécaux*, *germe totaux* ,*Clostridium sulfitoréducteurs*).

Ces différentes analyses ont été effectuée au laboratoire de l'algérienne des eaux de la Wilaya de Mostaganem, ce travail a été orienter afin d'évaluer l'impact de la station de dessalement de mactaa sur l'écosystème marin environnant et pour voir.

Nos résultats ont révélé que le pH, la température et la turbidité sont plus au moins dans les normes ; et les autres paramètres sont élevées par rapport aux caractéristiques mondiale de l'eau de mer.

Les résultats bactériologiques de notre étude indiquent la présence des *coliformes totaux* et *fécaux*, des *streptocoques fécaux*, les *Germe totaux* et tout aussi bien la présence le clostridium dans les sites étudiés provoquant leurs contaminations.

**Mots clés :** mer, el marsa el kbir, mactaa, station de dessalement, paramètre physico-chimiques et bactériologique, pollution, écosystème marine, perturbation.

## ملخص :

البحر من أهم مصادر الحياة للتغذية والجذب السياحي والاقتصادي. التلوث الذي تسببه محطة التحلية هو جزء من التلوث الذي يهدد الحياة البحرية بشكل عام ويسبب أيضًا اضطرابًا في مستويات النظام البيئي البحري.

تضمنت دراستنا تقييم جودة مياه البحر في موقع المرسى الكبير بإجراء 23 تحليلاً فيزيائياً كيميائياً (درجة الحموضة ، درجة الحرارة ، التوصيلية ، الملوحة ، التعكر ، TH ، TAC ، ++Tca ، TDS ، الكلوريد ، عضوي. المادة ، الأمونيوم ، النترات ، النتريت ، الفوسفور ، الحديد ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكبريتات ، المنغنيز ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، البيكربونات) و 5 تحاليل بكتريولوجية (القولونيات الكلية ، الإشريكية القولونية ، العقديّة البرازية ، الجراثيم الكلية ، المطثية الكبريتية) تم استخدام مختبر تحاليل الجزائرية للمياه بولاية مستغانم لمعرفة تأثير محطة تحلية المياه.

لدينا حتى في نتائجنا أن الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة وأيضا التعكر بدون أكثر أو أقل في المعيار ؛ والتحليل الأخرى مرتفعة مع المعايير العالمية لمياه البحر. تشير النتائج البكتريولوجية لهذه الدراسة إلى وجود القولونيات الكلية والبرازية والمكورات العقديّة البرازية والجراثيم الكلية وكذلك المطثيات في المواقع المدروسة مسببة تلوثها.

**الكلمات المفتاحية:** البحر ، المرسى الكبير ، المقطع ، محطة التحلية ، العوامل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية ، التلوث ، النظام البيئي البحري ، اضطراب.

**Abstract :**

The sea among the most important source in life for nutrition and tourist and economic attraction.

The pollution caused by the desalination plant is part of the pollution that threatens marine life in general and also causes a disturbance in the levels of the marine ecosystem.

Our study included the evaluation of the quality of sea water on sites, of Imarsa el kbir (mactaa) by doing 23 physico-chemical analyzes (PH, temperature, conductivity, salinity, turbidity, TH, TAC, Tca++, TDS , chloride, organic matter, ammonium, nitrate, nitrite, phosphorus, iron, sodium, potassium, sulphate, manganese, calcium, magnesium, bicarbonate) and 5 bacteriological analysis (Total coliforms, Escherichia coli, Faecal streptococci, total germs, Clostridium sulfitoreducers) carried out at the level of the Algerian laboratory, Wilaya of Mostaganem waters were used to see the impact of the mactaa desalination station.

We have even in our results that the pH and temperature and also the turbidity without more or less in the standard; and the other parameter without elevated by a carries the global characteristic of sea water. The bacteriological results of this study indicate the presence of total and faecal coliforms and faecal streptococci and total germs and also clostridium in the sites studied causing their contamination.

**Key words:** sea, el marsa el kbir, mactaa, desalination plant, physico-chemical and bacteriological parameters, pollution, marine ecosystem, disturbance.

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des Abréviations	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Résumé	

## Sommaire

Introduction	01
<b>Chapitre I : Partie bibliographique</b>	
I-1 Définition de l'eau de mer	03
I-2 Composition de l'eau de mer	03
I-3 Eau de mer artificielle	03
I-4 Eau de mer enrichie	03
I-5 Densité des eaux de mer	04
I-6 Répartition de l'eau dans le monde	04
I-7 La pollution des eaux	04
I-8 La pollution marine	05
I-9 Source de la pollution marine	06
I-9-1 Pollution domestique	06
I-9-2 Pollution agricole	07
I-9-3 Pollution industrielle	07
I-10 Types de la pollution marine	07
I-10-1 Pollution physique	07
I-10-2 Pollution thermique	08
I-10-3 Pollution biologique	08
I-10-4 Pollution chimique	09
I-10-4-1 Pollution par les métaux lourds	09
I-10-4-2 Pollution par hydrocarbures	09
I-10-5 Pollution organique	10
I-10-6 Pollution mécanique	10
I-10-7 Pollutions nucléaires	10
I-11 Cheminement des polluants dans le milieu marin	11
I-12 Impact de la pollution dans la mer	11
I-13 Impact de la rejeté de dessalement dans la mer	12
I-13-1 Impact négatifs	12
I-13-2 Impact positifs	12
II- Qualité de l'eau	12
II-1 Paramètre physico-chimiques de l'eau	12
II-1-1 PH	13

II-1-2	Température	13
II-1-3	Conductivité	13
II-1-4	Salinité	14
II-1-5	Matière en suspension	14
II-1-6	Oxygène dissous	14
II-1-7	Les nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg-N/l)	15
II-1-8	Les nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	15
II-1-9	les sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	15
II-1-10	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	16
II-1-11	Chlorure (Cl <sup>-</sup> )	16
II-1-12	phosphore	16
II-1-13	Titre hydrotimétrique (TH)	17
II-1-14	Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	17
II-1-15	Sodium (Na <sup>+</sup> )	17
II-1-16	Bicarbonates	17
II-1-17	Fer (Fe <sup>2+</sup> )	18
II-1-18	Potassium (K <sup>+</sup> )	18
II-1-19	Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	18
II-1-20	Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)	18
II-1-21	Manganèse (Mn <sup>2+</sup> )	19
II-1-22	Matière organique	19
II-1-23	Total des solides dissous dans l'eau de mer (TDS)	19
II-1-24	Titre calcique (Tca <sup>+2</sup> )	19
II-2	Paramètre organoleptique de l'eau	20
II-2-1	l'odeur	20
II-2-2	La couleur	20
II-2-3	Gout et saveur	20
II-2-4	Turbidité	20
III-3	Paramètre bactériologique de l'eau	21
III-3-1	<i>Coliforme totaux</i>	21
III-3-2	les <i>Germes totaux</i>	21
III-3-3	Les <i>Streptocoques fécaux</i>	22
III-3-4	<i>Clostridium</i>	22
III-3-5	<i>Escherichia. Coli</i>	23
IV	-Impact de dessalement	24
IV-1	Impact de dessalement sur biotope et écologie du milieu marin	24
IV-1-1	Impact positifs	24
IV-1-2	Impact négatifs	24
<b>Chapitre2 : Matériel et méthode</b>		
I-	Station et étude de prélèvement	27

II-Localisation	27
III-Description du fonctionnement	28
IV-Osmose inverse	28
IV-1-Système de pompage	29
IV-2-Récupération de l'énergie du concentrât	29
IV-3- Principe de l'Osmose inverse	29
V-Poste traitement	30
V.1-Ajustement du pH	30
V.2-Désinfection	30
V.3-Lavage des membranes	30
VI-Stérilisation	31
VII-Echantillonnage	31
VII-1-Matériel d'échantillonnage	31
VII-2-Techniques d'échantillonnages	32
VII- Méthode analytique des analyses organoleptiques	33
VIII.1 Teste de couleur	33
VIII.2 Test de l'odeur et la saveur	33
IX Méthodes analytiques physico-chimique	33
IX.1 Mesure du PH et la Température	33
IX.1.a. Principe	33
IX.1.b. Mode opératoire	33
IX-2 Mesure de la conductivité	34
IX.2.a. Principe	34
IX.2.b. Mode opératoire	34
IX-3 Mesure de la salinité	34
IX.3.a. Principe	34
IX.3.b. Mode opératoire	35
IX-4 Mesure de la turbidité	35
IX.4.b. Mode opératoire	35
IX-5 Titre hydrotimétrique (TH)	35
IX.5.a. Matériel et produit	35
IX.5.b. Traitement des échantillons	36
IX.5.c. Partie expérimentale	36
IX.5.d. Dosage	36
IX.5.e. Mesures et calculs des résultats	36
IX.5.f. Enregistrement du résultat	37
IX.5.g. Contrôle de qualité	37
IX.5.h. Mesure de sécurité	37
IX-6 Dosage de calcium	37
IX.6.a. Matériel et produit utilisé	37

IX.6.b. Traitement des échantillons	38
IX.6.c. Partie expérimentale	38
IX.6.d. Dosage	38
IX.6.e. Mesures et calcul du résultat	38
IX.6.f. Enregistrement du résultat	39
IX.6.g. Contrôle de qualité	39
IX.6.h. Mesure de sécurité	39
IX-7 Mesure Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)	39
IX.7.a. Matériel et produit utilisé	39
IX.7.b. Traitement des échantillons	40
IX.7.c. Partie expérimentale	40
IX.7.d. Mesures et calcul du résultat	40
IX.7.e. Enregistrement du résultat	40
IX.7.f. Contrôle de qualité	41
IX.7.g. Mesure de sécurité	41
IX-8 Dosage de chlorure	41
IX.8.a. Matériel et produit utilise	41
IX.8.b. Partie expérimentale	41
IX.8.b.1. Dosage	41
IX.8.b.2. Essai à blanc	42
IX.8.c. Expression des résultats	42
IX.8.d. Contrôle de qualité	42
IX.8.e. Mesure de sécurité	43
IX-9 Ammonium	43
IX.9.a. Matériel et produit utilise	43
IX.9.b. Traitement des échantillons	44
IX.9. c. Partie expérimentale	44
IX.9.c. 2. Calibration	44
IX.9.d. Essais	44
IX.9.e. Mesure et calcul du résultat	45
IX.9.f. Enregistrement du résultat	45
IX.9.g. Contrôle qualité	45
IX.9.h. Mesures de sécurité	45
IX-10 Dosage de nitrate	45
IX.10.a. Matériel et produit utilise	45
IX.10.b. Traitement de l'échantillon	46
IX.10.c. Partie expérimentale	46
IX.10.d. Dosage	46
IX. 10. e. Mesures et calcul du résultat	47
IX.10.f. Enregistrement du résultat	47

IX.10.g. Contrôle de qualité	47
IX.10.h-Mesure de sécurité	47
IX-11-Dosage de nitrite	47
IX.11.a-Matériel et produite utilise	47
IX.11.b. Traitement des échantillons	48
IX.11.c. Partie expérimentale	48
IX. 11.c.1. Nettoyage de la verrerie	48
IX.11.c.2. Calibration	48
IX.11.d. Dosage	48
IX.11.e. Mesures et calcul du résultat	49
IX.11.f. Enregistrement du résultat	49
IX.11.g. Contrôle de qualité	49
IX.11.h. Mesure de sécurité	49
IX-12 Dosage de phosphore	49
IX.12.a. Matériel et produite utilisé	49
IX.12.b. Traitement des échantillons	50
IX.12.c. Partie expérimentale	50
X.12. c. 1. Nettoyage de la verrerie	50
IX.12. c. 2. Calibration	50
IX.12.d. Dosage	51
IX.12.e. Mesures et calcul du résultat	51
IX.12.f. Enregistrement du résultat	51
IX.12.g. Contrôle de qualité	51
IX.12.h. Mesure de sécurité	51
IX-13 Dosage de fer	51
IX.13.a. Matériel et produite utilisé	51
IX.13.b. Traitement des échantillons	52
IX.13.c. Partie expérimentale	52
IX.13. c. 1. Nettoyage de la verrerie	52
IX.13. c. 2. Calibration	52
IX.13.d. Mesures et calcul du résultat	52
IX.13.e. Enregistrement du résultat	52
IX.13.f. Contrôle de qualité	52
IX.13.g. Mesure de sécurité	53
IX-14 Matière organique	53
IX.14.a. Matériel et produite utilise	53
IX.14.b. Traitement des échantillons	54
IX.14.c. Partie expérimentale	54
IX.14.c.1. Nettoyage de la verrerie	54
IX.14.d. Dosage	54

IX.14.e. Mesures et calcul du résultat	55
IX.14.f. Enregistrement du résultat	56
IX.14.g. Contrôle de qualité	56
IX.14.h. Mesures de sécurité	56
IX-15 Mesure de sulfate	56
IX.15.a. Principe	56
IX.15.b. Mode opératoire	56
IX-16 Mesure de manganèse	56
IX.16.a. Principe	57
IX.16.b. Mode opératoire	57
IX. 17 Protocole de sodium et de potassium	58
X. Méthodes analytiques bactériologique	59
X.1 Matériels et produits utilisés	59
X.2 Recherche des coliformes totaux	61
X.2.a. Mode opératoire	61
X.3 Recherche de coliformes fécaux	62
X.3.a. Mode opératoire	62
X.4-Recherche des Streptocoques fécaux	63
X.4.a. Mode opératoire	63
X.5 Recherche des Germes totaux	63
X.5.a. Mode opératoire	63
X.6.Recherche des clostridium (sulfito-réductase)	64
X.6.a.Mode opératoire	64

### **Chapitre 3 : Résultats et discussion**

I. Résultats des paramètres physico-chimiques	65
I.1 Température	65
I.2 pH	66
I.3 Conductivité	67
I.4 Turbidité	68
I.5 Salinité	69
I.6 TH	70
I.7 TAC	70
I.8 $Tca^{++}$	71
I.9 Les chlorures	71
I.10 Matière organique	72
I.11 Ammonium	73
I.12 Nitrite	73
I.13 Nitrate	74
I.14 Phosphore	75
I.15 Fer	75

I.16 Sodium	76
I.17 Potassium	77
I.18 Sulfate	77
I.19 Manganèse	78
I.20 Calcium	78
I.21 Magnésium	79
I.22 Bicarbonate	80
I.23 TDS	80
II. Résultats d'analyses bactériologiques	81
II.1 <i>Coliformes totaux et fécaux (E. coli)</i>	81
II.2 <i>Streptocoques fécaux</i>	84
II.3 <i>Germe totaux</i>	84
II.4 <i>Clostridium sulfito réducteur</i>	86
<b>Conclusion</b>	89
<b>Référence bibliographie</b>	91

# ***INTRODUCTION***

## **Introduction :**

L'eau représente la source de vie et l'aliment essentiellement indispensable, couvrant environ 70% de la planète, c'est-à-dire environ 1.4 milliards de km<sup>3</sup>, elle possède des qualités chimiques, microbiologiques et organoleptiques la rendant apte à la consommation humaine ; Cependant, dans toute cette quantité d'eau 97.2% est de l'eau salée et seulement 2.8% est de l'eau douce (Graini, 2011).

Au regard de ce manque d'eau douce dont souffrent plus d'un tiers de la population mondiale, Elimelech et Phillip en 2011, estiment que cette proportion atteindra près de 2 tiers en 2025, et afin de pallier ce problème, de multiples solutions existent, tel le dessalement de l'eau de mer, ce processus implique l'utilisation de diverses méthodes physiques pour obtenir de l'eau douce de l'océan.

Dans le bassin méditerranéen, les demandes en eau douce ne cessent de croître et le dessalement s'affirme comme étant une des solutions incontournables avec le recyclage des eaux usées. Ainsi, en 2008, la méditerranée représentait environ un quart du dessalement mondial (plan bleu, 2008).

De ce fait, lorsque le dessalement se retrouve être l'unique solution pour alimenter les populations en eau douce, des études scientifiques précises doivent être menées sur site avant implantation de l'usine, pour en limiter les impacts, au risque de détruire les écosystèmes marins locaux.

La question a se posée est de savoir si les différentes structures et stations de dessalement constituent des menaces pour l'environnement et les différents écosystèmes marins ? ou encore sont-ils des moyens écologiquement acceptables pour fournir les populations en eau douce ?

Sachant que l'un des principaux impacts environnementaux du dessalement est l'augmentation de la température des océans due à la pollution thermique, la saumure qui est rejetée dans l'océan par une usine de dessalement peut être jusqu'à 4°C plus chaude que l'eau de mer environnante.

Ces différentes perturbations et modifications de la qualité des eaux, selon Coulet en 2005, perturbe l'écosystème et peut concerner et encore plus affecter les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines.

C'est dans ce taxé que sera orienté l'objectif de notre étude qui consiste à évaluer l'effet des rejets de la station de dessalement d'El Mersa El Kebir (la Maacta) (UNEP, 2008 ; Elimelech et Phillip, 2011) sur le milieu marin en analysant un certain nombre de paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

Notre étude sera structurée en trois grands chapitres :

- Le premier synthétisera toute la bibliographie cadrant notre thématique, on résumera des généralités sur l'eau de mer, les différents types de pollution et leurs impacts sur les écosystèmes marins, on identifiera les multiples impacts des stations de dessalement sur l'environnement marin et on finira par étaler les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques visés lors de notre étude.
- Le second sera consacré à la partie expérimentale, on essaiera de présenter notre zone d'étude, les multiples étapes de l'osmose inversée et décrire les différentes méthodes et les matériaux utilisés de notre travail.
- Le troisième chapitre présentera la totalité des résultats obtenus et leurs interprétations.

Notre étude sera finalisée par une conclusion générale qui englobera l'ensemble des informations obtenues lors de notre présente étude.

# ***Chapitre 1***

---

## ***Synthèse Bibliographique***

### I. Généralités

#### I.1 Définition de l'eau de mer :

L'eau de mer est l'eau salée des milieux marins et océaniques ; Elle est une solution saline dont la concentration des sels minéraux dissous avoisine 35 parties pour mille (35g/L) en moyenne.

Sa principale substance chimique est le chlorure de sodium (le sel de cuisine), mais 79 autres éléments la compose.

#### I.2 Composition de l'eau de mer :

L'eau de mer est une solution dans l'eau H<sub>2</sub>O de nombreuses substances dissoutes différentes. Jusqu'à 2/3 des éléments chimiques naturels sont présents dans l'eau de mer, bien que la plupart ne trace que. Six composants, tous des ions, représentent plus de 99 % de la composition du soluté.

Les chlorures en sont à plus de 55 % à l'origine, avec le chlorure de sodium NaCl (sel de cuisine), mais elle contient aussi des sulfates, des bicarbonates, des bromures et du Fluor parmi les anions, et parmi les cations, du sodium (plus de 30 %), du magnésium, du calcium, du potassium, du strontium et l'acide borique comme molécule non dissociée.

#### I.3 Eau de mer artificiel :

Une eau de mer artificielle désigne une eau de mer préparée avec un pré mélange de sels ou du sel marin.

Une eau de mer artificielle de bonne qualité se caractérise comme suit : elle est d'une composition simple, tout en contenant des concentrations raisonnables en éléments chimiques essentiels à la vie animale et végétale, elle peut être préparée et mélangée relativement facilement, les concentrations et proportions en ions majeurs reflètent approximativement celles de l'eau de mer, et les sels qui la composent ne précipitent pas facilement.

#### I.4 Eau de mer enrichie :

Une eau de mer enrichie est une eau de mer naturelle dans laquelle des éléments nutritifs ont été ajoutés afin d'encourager la croissance de micro algues. Dans la plupart

des cas, le milieu est stérilisé en autoclave ou par microfiltration afin d'éliminer tout micro-organisme qui pourrait la contaminer.

### **I.5 Densité des eaux de mer**

La densité de l'eau de mer est l'une de ses propriétés les plus importantes. Sa variation provoque des courants.

Elle est déterminée en utilisant l'équation internationale de l'état de l'eau de mer à la pression atmosphérique, qui est formulée par l'Unesco (documents techniques de l'UNESCO en sciences de la mer, 1981) à partir des travaux effectués au cours de ce siècle. Les variables thermodynamiques de l'eau de mer : densité, pression, salinité et température.

### **I.6. Répartition de l'eau dans le monde :**

Dans l'optique de son utilisation par l'homme, les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau sont étroitement liés :

- 97 % de l'eau se trouve dans l'océan, mais elle est salée ;
- L'atmosphère, qui retient seulement un cent millième de l'eau douce, joue cependant un rôle clé dans le cycle hydrologique par le recyclage rapide qu'elle assure (Tableau1).
- Les calottes polaires, notamment celles de l'antarctique, stockent les trois quarts de l'eau douce de la planète, cette réserve étant malheureusement inaccessible ;
- L'eau que nous utilisons provient essentiellement des lacs, des cours d'eau et des nappes d'eau souterraines.

Si pour l'essentiel, ces ressources sont renouvelables, il existe des gisements d'eaux souterraines dites « fossiles » peu impliqués dans le cycle de l'eau compte tenu de leur profondeur (jusqu'à 1000m), qui constituent des stocks quasi non renouvelables à l'échelle humaine : le renouvellement n'est jamais nul mais il est très lent, de l'ordre de plusieurs millénaires ou dizaines de millénaires.

### **I.7. La pollution des eaux**

L'impact écologique d'une substance polluante dépend de sa toxicité aiguë et/ou chronique, de son temps de dégradation dans un milieu et de sa capacité à se diffuser dans l'espace et le temps (Olivaux, 2007).

Concernant la pollution de l'eau, il convient de distinguer deux types de polluants :

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

\* ceux qui proviennent d'un excès d'éléments qui sont normalement présents à l'état naturel dans le milieu (exemple des nitrates et phosphates),

\*ceux qui sont issus de molécules de synthèse, introduits par l'homme dans le milieu naturel (exemple des pesticides). Pour la plupart de ces derniers, leurs impacts et leur devenir (accumulation, dispersion, transformation) sur l'environnement et les organismes vivants sont largement méconnus ;

Deux catégories de pollutions ; les pollutions ponctuelles (la source de pollution est facilement localisable, c'est un point précis. Ainsi, les pollutions industrielles sont qualifiées de ponctuelles) et les pollutions diffuses (la source de la pollution est difficilement localisable, par exemple, les pollutions agricoles par les nitrates sont qualifiées de diffuses) (Olivaux, 2007).

Il existe 3 localisations des polluants :

♣ Les polluants des eaux brutes : Matières organiques, pesticides, métaux lourds, médicaments, cosmétiques, micro-organismes.

♣ Les polluants des méthodes de traitement de l'eau : Le chlore, ozone, sels toxiques.

♣ Les polluants des conduites d'eau : Métaux lourds, micro-organismes (Olivaux, 2007).

### I.8 La pollution marine :

La pollution des mers et des océans par les activités humaines est un problème essentiel de l'industrie à l'échelle mondiale ou locale. Au cours des dernières décennies, on détermine plusieurs catégories de pollution ; la pollution grave faisant suite à des accidents ou bien de pollutions chroniques se produisant à l'échelon local, régional ou mondial (Hugh, 1995).

La pollution des mers touche la flore et la faune à tous les niveaux telle que la mer est un réceptacle de toutes sortes de déchet d'origine anthropique (Jean-Noël, 2003).

La pollution peut se définir comme une dégradation ou une perturbation du milieu aquatique, qui résulte en général de l'apport de matières ou de substances exogènes. Ses effets peuvent être modificateurs ou destructeurs vis-à-vis du fonctionnement du milieu, selon la nature ou la quantité de polluant (Genin et *al.*, 2003).

La pollution marine a été définie par le GESAMP (Groupe Mixte d'Experts chargé d'étudier les Aspects Scientifiques de la Protection de l'environnement Marin) comme

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

étant : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans l'environnement marin pouvant entraîner des effets délétères, tels que dommage aux ressources biologiques, danger pour la santé humaine, entraves aux activités maritimes, y compris les pêcheries, détérioration des qualité de l'eau de mer pour son utilisation et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs » GESAMP(1889).

### I.9 Source de la pollution marine :

Selon l'origine de la pollution, on distingue trois catégories : pollution domestique, pollution industrielle et pollution agricole (figure 1).

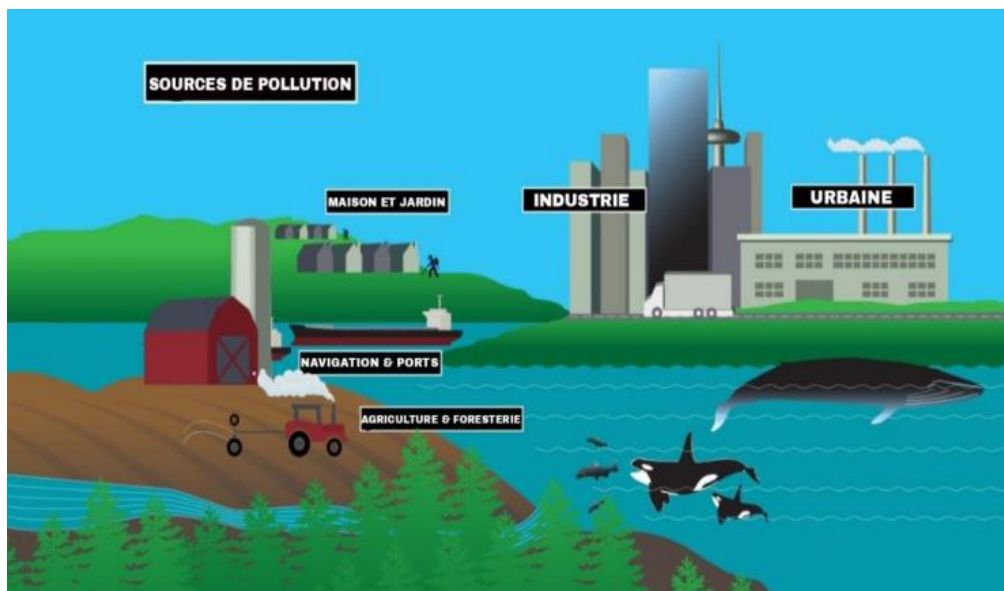


Figure 1 : Les différentes sources de la pollution marine

#### I.9.1. Pollution domestique :

Elle provient des habitations, elle est en général véhiculée par un réseau d'assainissement qui collecte les rejets de chaque foyer ou de centre d'activité vers une station de traitement des eaux usées et se caractérise par (Faurie et *al.*, 2012) :

- De fortes teneurs en matières organiques.
- Des sels minéraux, dont l'azote et le phosphore des détergents.
- Des germes fécaux

#### I.9.2. La pollution agricole :

La pollution de l'eau imputable à l'agriculture est liée entre autres au ruissellement et au lessivage des éléments nutritifs (engrais chimiques et effluents d'élevage) et aux pesticides lors de leur utilisation ou de leur élimination, cette pollution peut porter atteinte aux écosystèmes aquatiques et aux activités halieutiques commerciales en eau douce ou en mer (OECD, 2012).

### **I.9.3. La pollution industrielle :**

Comprend les matières solides en suspension, des sels dissous, des hydrocarbures, des éléments traces ou micro polluants et des rejets acides ou basiques, la matière radioactive, les eaux chaudes des centrales thermiques rejettent directement ou indirectement dans les sources d'eau éliminée par les installations industrielles (Chevallier, 2007).

Les pluies acides qui résultent essentiellement par la pollution de voie atmosphérique, elle peut transporter de la fumée provenant de l'industrie, des transports ou des maisons (Goeury, 2014).

### **I.10. Types de la pollution marine :**

La pollution marine causée par les rejets d'origine naturelle ou anthropique arrivant en mer par les fleuves, l'air, le drainage des territoires littoraux ou par rejet direct en mer. Les polluants ont des origines diverses et prennent différentes formes (sacs plastiques, conteneurs tombés d'un navire, nappes d'hydrocarbures, matières organiques, nitrates, métaux lourds, résidus médicamenteux, pesticides...) (Mignaux et Meddtl, 2010).

#### **I.10.1. Pollution physique :**

Selon Laurence en 2013, la Pollution physique est une modification dans la structure physique par divers facteurs, il peut s'agir d'un rejet d'eau douce qui fera baisser la salinité d'un lieu, un rejet liquide ou solide de substances en modifiant la turbidité du milieu (boue, les sables, limon...), un rejet d'eau réchauffée ou refroidie (par une centrale électrique ou une usine de regazéification de gaz liquide).

Elle est due à une charge importante des eaux en éléments fins qui demeurent en suspension : particules de charbon et de silice, sable, limons, provenant d'effluents industriels ou d'eaux issues de chantiers (Aminot,1993).

### **I.10.2. Pollution thermique :**

La pollution thermique est une augmentation ou une réduction nocive de la température normale des eaux, elle peut exercer une influence catastrophique sur les biocénoses aquatiques. Causé par l'évacuation de la chaleur provenant des installations techniques. Les industries sont les grandes productrices des rejets thermiques, à savoir les centrales fonctionnant aux combustibles fossiles, pétrole, gaz et carbone, les centrales nucléaires, les usines chimiques, les papeteries et les centrales électriques (Jeanne ,2000).

La pollution thermique est engendrée par les usines utilisant un circuit d'eau de mer pour le refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries). Les eaux rejetées des usines ont une température de l'ordre de 70-80°C qui s'abaisse à 40- 45°C en contact avec les eaux de rivière, entraînant ainsi un réchauffement de l'eau, par exemple, les ports d'Oran et d'Arzew à vocation industrielle et commerciale, de parleur important trafic maritime, représentent également une source de pollution non négligeable (Bouderbala, 1997).

### **I.10.3. Pollution biologique :**

Il peut s'agir de pollution par des micro-organismes (bactéries, virus, champignons) provenant des égouts qui peuvent proliférer à leur arrivée dans le milieu marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes (Gravez et Bernard.,2006).

Cette pollution peut résulter du rejet dans les eaux continentales ou littorales d'une grande variété de substances organiques fermentescibles d'origines diverses (effluents urbains, matières fécales, industries, élevages,...) et se traduit par une forte contamination bactériologique, qui soulève dans bien des cas, de redoutables problèmes d'hygiène publique: qualité des eaux potables, salubrité des plages, qui ne sont pas limités aux seuls pays du tiers monde.

Cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux continentales et littorales a pour conséquence une recrudescence d'affections pathogènes (colibacilles, hépatites, virus entériques,...) (Vincent, 2006).

### **I.10.4. Pollution chimique :**

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

C'est une pollution dû au déversement de substances chimiques telles que les hydrocarbures, les détergents, les biocides, les pesticides (DTT, Lindane,...), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg...) (Chemloul et Medjadji 1997 ; GIS, 1996).

De nombreuses substances des synthèses issues du génie humain ont la capacité d'engendrer des sous-produits encore plus dangereux comme le DDE, les dioxines. Ainsi l'Océan mondial est systématiquement pollué par des substances toxiques, même dans ses régions les plus reculées, à titre d'exemple les morues de la mer Baltique présentent des teneurs record en PCB (Vincent .2006).

### **I.10.4.1. Pollution par les métaux lourds :**

Ce sont des substances minérales toxiques dont leur rejet dans les eaux d'égout perturbe l'activité bactérienne en station de traitement, mais dont les concentrations résiduelles pouvant intervenir indirectement sur notre organisme, à travers la chaîne alimentaire. Les sédiments sont donc souvent des réservoirs ou puits de nombreux polluants chimiques (yao et *al.*, 2009).

Ils sont des pièges à micropolluants, ils donnent une indication de la pollution historique du cours d'eau. La distribution de nombreux métaux lourds dans les milieux aquatiques dépend largement du mécanisme d'absorption (Bouche sèche,2002).

### **I.10.4.2. Pollution par hydrocarbures :**

La pollution par les hydrocarbures montrée à chacun de nous une image repoussante pour bien des aspects : pellicule d'hydrocarbures flottants sur l'eau, résidus goudronneux, présence des animaux morts ou moribonds sur certaines plages. En premier lieu, et avant de considérer l'interaction des hydrocarbures Organismes et les biocénoses, il est essentiel de préciser la nature de ces polluants, leurs origines, leurs comportements et leurs concentrations dans le milieu marin (Bouche sèche,2002).

### **I.10.5. Pollution organique :**

Il peut s'agir d'une pollution par les microorganismes provenant des égouts ou par l'introduction d'une espèce marine dans une zone où elle est normalement absente par exemple la caulerpe : *Caulerpa taxifolia*.

## **Chapitre I : Synthèse Bibliographique**

---

Les maladies transmises par les fruits de mer sont provoquées par des bactéries, des virus, des champignons et des parasites. Les vecteurs les plus communs de ces maladies par ordre d'importance décroissant sont les Poissons, les Mollusques, les Crustacés et les Mammifères marins ; A savoir qu'*Escherichia coli* est utilisé comme bio indicateur de pollution sans oublier Salmonella et Staphylococcus qui sont nocives pour l'homme (Hebbar, 2005).

### **I.10.6. Pollution mécanique :**

Une pollution mécanique est due à une charge importante des eaux en éléments en suspension (particules de charbon, d'amiante, de silice, de sable, de limon, etc...) provenant d'effluents industriels ou d'eaux usées de carrières, ou de chantiers divers, qui sont due essentiellement à des substances solides, comme les boues, les solides flottants (sac en plastique, morceaux de bois), ces rejets ont comme première conséquence l'augmentation de la turbidité de l'eau (Pattnaik et *al.*,2020).

### **I.10.7 Pollution nucléaires :**

Cette pollution revêt une importance particulière en raison de la demande croissante en énergie et de développement attendu dans la construction des centrales nucléaires et des usines de traitement des combustibles irradiés.

La présence des éléments radioactifs dans le milieu aquatique a un impact direct sur ses organismes qui se traduit par un dérèglement de leur comportement (perte de cheveux, malformation des bébés pour la femme enceinte), ainsi que sur la santé humaine surtout lors de l'exposition à des quantités élevées (LAROUSSE MEDICAL,2003).

Une fois en mer, l'irradiation va se faire soit de l'eau vers l'être vivant, soit du sédiment contaminé vers l'être vivant. On note une irradiation externe où les sédiments radioactifs contaminent le poisson par voie cutanée.

On distingue aussi une autre contamination interne résultant soit d'une absorption cutanée, branchiale ou digestive, soit d'une ingestion de nourriture contaminée. (Amiard-Triquet . C et Amiard, 1980).

### **I.11. Cheminement des polluants dans le milieu marin :**

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

Dans les milieux marins, les polluants peuvent suivre différents trajets, plus ou moins longs (figure 2). Certains polluants sont dégradés très rapidement par des réactions chimiques, sous l'effet de la lumière, ou encore grâce à l'intervention de microorganismes (biodégradation).

D'autres polluants, dits persistants, contaminent durablement les milieux aquatiques, soit en restant dans l'eau et surtout dans les sédiments, soit en passant dans les organismes vivants et, dans certains cas, en s'accumulant dans les chaînes alimentaires (bioaccumulation).

La capacité d'autoépuration d'un écosystème aquatique dépend de sa structure physique, de sa composition biologique (nombre d'espèces présentes) et de son fonctionnement (INRA, 2004)



**Figure 2** : Transfert et bioaccumulation de la dioxine dans une chaîne alimentaire

### I.12. Impact de la pollution dans la mer

Elles conduisent à des mortalités massives d'espèces

- Mais elles ont aussi des effets moins visibles :
- Une eutrophisation des milieux
- Des effets toxiques à plus ou moins long terme
- Des maladies ou des perturbations endocriniennes
- La prolifération d'algues : cette dernière tient son origine d'une sur fertilisation due à la présence de nitrates et de phosphate dans l'eau.

- Les stations d'épurations sont responsables aussi et parfois ils laissent échapper des restes d'antibiotiques et autres résidus de médicaments consommer par l'homme.
- Les conséquences économiques impactent la vie des populations qui dépendent directement de la mer pour vivre.
- Les pêcheurs subissent de plein fouet la pollution marine et la surpêche par la disparition du poisson qu'elle entraîne. (Hanneh et *al.*, 2019) :

### **I.13. Impact de la rejeté de dessalement dans la mer :**

#### **I.13.1 Impact négative :**

- Destruction du fond marin et diminutions de la biomasse planctonique et la biodiversité marine.
- Augmentation de la salinité et des taux des métaux lourds.
- Impact ontogénique, cellulaire et sur la croissance, la reproduction et la survie des macrophyte (Allam et Mellah, 2013).

#### **I.13.2 Impact positive :**

- La disponibilité de l'eau de bonne qualité et préliminaire au développement économique et social des communes locales.
- Le dessalement est une source faible de l'eau qui n'est pas soumise aux changements climatiques liés aux sources d'eau douce.

## **II. Qualité de l'eau :**

### **II.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau :**

Les caractéristiques physico-chimiques sont des paramètres facilement mesurables d'une façon continue par des sondes installées dans des stations d'observation des qualités des eaux (Gaujou, 1995).

#### **II.1.1. pH :**

Le pH est un indicateur de pollution qui mesure la nature de l'eau. Les eaux naturelles ont un pH voisin de 7, le plus souvent compris entre 6 et 8. Plus le pH est bas, plus la solution est dite acide.

Plusieurs espèces de poissons et autres organismes aquatiques ne peuvent pas supporter une eau trop acide. La pollution atmosphérique et les précipitations acides demeurent la plus importante source d'acidité des plans d'eau (M. D. D. E. P, 2006).

L'eau de mer est alcaline, elle est généralement de l'ordre de 8 (Bradai , 1994).

### II.1.2. Température :

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants.

D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde (Hamed. et *al.*, 2012).

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : Ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (Gaujous ,1995).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (Rodier et *al.*, 2005)

### II.1.3. Conductivité :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Rodier, 2005).

La conductivité de l'eau de mer est très élevée en raison de la forte concentration en sels dissous (Aminot et Kérouel, 2004), du fait qu'elle permet d'évaluer la charge totale en électrolytes d'une eau (Ramade, 2000). La conductivité est également fonction de la température de l'eau.

### II.1.4. Salinité :

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'eaux d'origines différentes et de suivre leurs mélanges au large comme à la cote ou dans les estuaires.

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin, elle forme avec la température deux descripteurs de base des masses d'eaux (bon traceur du mélange des eaux) (Aminot et Chausse, 1983).

Elle correspond à la teneur en sels dissous de l'eau de mer, elle peut être mesurée et exprimée de différentes manières suivant que l'on considère l'ensemble des corps, ou seulement les sels dominants (Rodier, 1996).

### **II.1.5. Matière en suspension :**

En plus des substances dissous, les eaux de mer contiennent des matières en suspension de toutes tailles et de toutes formes, minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, de nature, soit biogénique (bactéries, phytoplancton, poissons), soit terrigène (apports fluviaux, produits de l'érosion des côtes, débris déversés par l'homme), soit éolienne (particules transportées par les courants atmosphériques et tombant dans la mer), soit enfin météorique (Invanoff, 1972).

### **II.1.6. Oxygène dissous :**

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur en l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l d'O<sub>2</sub> (Ladjel, 2006).

Les concentrations en oxygène dissous constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique.

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments.

Les facteurs pouvant mener à une réduction de l'oxygène dissous sont l'augmentation de la température de l'eau et la décomposition de grandes quantités de matière

organique. La rapidité d'une rivière ou les brassages printanier et automnal des lacs permettent au plan d'eau de renouveler leurs réserves d'oxygène (M.D.D.E.P.2006).

### **II.1.7 Les nitrates NO<sub>3</sub> (mg-N/l) :**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs stimule le développement de la faune aquatique. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées de cet élément provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates (Mekhalif,2009).

### **II.1.8. Les nitrites NO<sub>2</sub> :**

Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et les nitrates. Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification. Elles constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. Sa toxicité augmente avec la température (Rodier, 2009).

### **II.1.9 Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :**

Ils proviennent des argiles, des marnes, des matières d'origine animale (matières fécales) et des détergents. Leur présence dans l'eau naturelle résulte également de la solubilité des sulfates de calcium (gypse) et de l'oxydation des sulfures dans les roches. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (Ghazali et Zaid., 2013).

### **II.1.10. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) :**

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  (Rejsek, 2002).

L'ammonium  $\text{NH}_4^+$  dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique.

L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (anonyme 2).

### II.1.11. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )

Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer. Leur concentration dans l'eau de pluie est approximativement de 3mg/l. Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels du sodium ( $\text{NaCl}$ ), de potassium ( $\text{KCl}$ ) et de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) (Ayad, 2016).

Les teneurs en chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorure. Dans l'eau, le chlorure n'a ni odeur, ni couleur, mais peut procurer un goût salé (Chelli, Djouhri et al., 2013).

### II.1.12. Le Phosphore

Le Phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, poly phosphates, phosphore organique, les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. C'est un agent d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel (Bontoux, 1993).

### II.1.13. Titre hydrotimétrique (TH) :

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. (Rodier, 2009)

Le titre hydrotimétrique représente la concentration en ions alcalinoterreux présents dans l'eau.

On distingue :

- TH total: teneur en Ca et Mg.
- TH calcique: teneur en Ca.

### II.1.14. Calcium (Ca<sup>2+</sup>) :

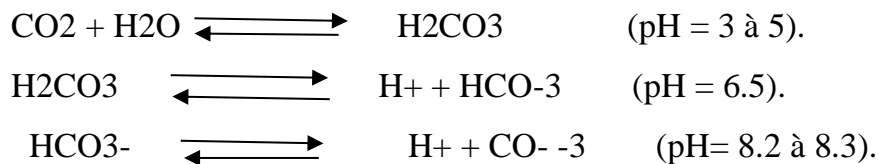
Il provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Sa présence en grande quantité peut être aussi due à la dissolution du gypse. La dissolution ou la précipitation du calcaire dépend de la teneur en CO<sub>2</sub> et du pH. Les eaux potables de bonne qualité renferment 100 à 140 mg/l de Ca<sup>2+</sup> (Saidi, 2014).

### II.1.15. Sodium (Na<sup>+</sup>) :

Le sodium est un élément alcalin que l'on trouve dans des sels sous forme d'ion Na<sup>+</sup>, c'est un élément constituant de l'eau, mais sa teneur peut y varier considérablement, d'une façon générale. Il est très soluble dans l'eau et se trouve à des concentrations plutôt faibles dans les eaux brutes. Il affecte la qualité organoleptique de l'eau lorsque la teneur dépasse 200mg/l (Si Abderrahmane, 2016).

### II.1.16. Bicarbonates :

Les bicarbonates proviennent de la dissolution des carbonates de calcium et de magnésium. Ils sont responsables de la dureté temporaire de l'eau. En trop grande quantité, ils peuvent donner un goût amer et acide à l'eau (Saidi, 2014). A basse température, le CO<sub>2</sub> se dissout dans l'eau et favorise sa transformation en acide carbonique (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) qui donne les ions HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ces réactions chimiques sont liées à l'évolution du pH :



### II.1.17. Fer (Fe<sup>2+</sup>) :

Le fer contenu dans l'eau peut être entropique. Dans l'eau potable, la teneur maximale acceptable est de 0,3 mg/l (Rodier, 2005).

### II.1.18. Potassium (K<sup>+</sup>) :

Le potassium beaucoup moins abondant que le sodium est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. il ne présente aucun inconvénient particulier, bien que le  $^{40}\text{K}$  soit une des sources possibles de radioactivité de l'eau (Si Abderrahmane, 2016).

### II.1.19. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :

Il peut avoir d'une part une origine provenant de la dissolution des roches dolomitiques, magnésites, basaltes et argiles, et d'autre part origine industrielle. Son abondance géologique et sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques plusieurs centaines de milligrammes par litre. A partir d'une concentration supérieure à 100mg/l, il donne à l'eau un goût désagréable.

### II.1.20. Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)

-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 des carbonates et hydroxydes. (Rodier, 2009).

- Le TAC la détermination de la teneur en hydrogénocarbonates (carbonates et les bicarbonates).

Selon (Rejsek, 2002) :

- correspondant à l'alcalinité totale au pH de 4,5 ce qui revient à déterminer les ions d'hydrogénocarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), les ions de carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et les ions d'hydroxydes  $\text{OH}^-$ .

### II.1.21. Manganèse ( $\text{Mn}^{2+}$ ) :

La teneur en  $\text{Mn}^{2+}$  est limitée à 0,05 mg/l (la teneur souhaitable est inférieure ou égale à 0,01 mg/l) dans les eaux potables pour le goût qu'il peut donner, pour les taches et les dépôts qu'il peut occasionner et aussi parce qu'il favorise la croissance de certains microorganismes (Degremont, 2005).

### II.1.22. Matière organique :

## **Chapitre I : Synthèse Bibliographique**

---

Les matières organiques dissoutes Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total.

### **II.1.23. Total des solides dissous dans l'eau de mer (TDS) :**

TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques.

Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions.

Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement.

### **II.1.24. Titre calcique : (Tca+2) :**

#### **Objectif :**

Cette méthode d'essai a pour objet la détermination du dosage de calcium et magnésium par la méthode titre métrique a l'EDTA.

#### **Principe :**

Titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13, l'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet (Apfelbaum ,1995).

## **II.2. Paramètres organoleptiques de l'eau :**

### **II.2.1 L'odeur :**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

-L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

-La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances. (Rodier, 2005).

### II.2.2. La couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution ; Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (Rodier, 2005).

### II.2.3. Goût et saveur :

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Rodier, 2005).

### II.2.4. Turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension présentes dans l'eau (Metahri, 2012).

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle est causée dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes. Pour la sécurité de l'eau (tableau 1), il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU (Jean-claude, 1983).

**Tableau 01** : Classes de turbidités usuelles (NTU).

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

## II.3. Paramètres bactériologiques de l'eau :

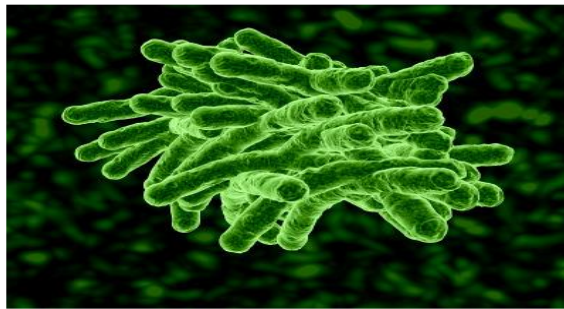
### II.3.1. Coliformes totaux :

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae ; cette bactérie coliforme correspond à organismes en bâtonnets (figure 3), non sporogone, Gram négatif, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatifs, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et gaz en 48 heures à des températures de 35 et 37°C. Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia coli* (Edber et al.2000).

Leur résistance aux agents antiseptiques, et notamment au chlore et à ses dérivés, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis desquelles ce type de traitement est instauré ; ils constituent donc des indicateurs d'efficacité de traitement. Donc, le dénombrement des coliformes totaux est un examen capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant, et d'intérêt plus nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (Mechainée,2005)



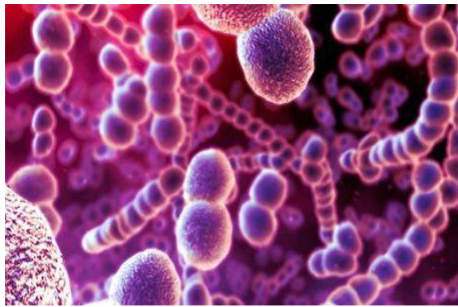
**Figure 03 :** *Coliformes totaux* (Cheval, 1982)

### II.3.2 Les germes totaux :

Ils se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (Bourgeois, Mescle, Zucca, 1991). Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines (Rodier, 2005).

### II.3.3. Les *Streptocoques fécaux* :

Les Streptocoques fécaux sont généralement pris globalement en compte des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupes en chaînettes (figure 4), anaérobies facultatifs et immobiles (Bourgeois et al., 1991).



**Figure 04 :** Les *Streptocoques fécaux* (Rodier, 1996).

### II.3.4. Clostridium :

Les bactéries anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) sont un groupe de bactéries se développant uniquement en absence d'oxygène et qui possèdent des caractéristiques biochimiques particulières, notamment la production de sulfure d'hydrogène.

Dans ce groupe on retrouve principalement *Clostridium perfringens* mais également le groupe des *Clostridium botulinum* et d'autres germes capables de réduire les sulfites (certains *Bacillus* et streptocoques) ; Les Clostridiums sont des germes pathogènes rencontrés en hygiène alimentaire (figure 5).

Dans le cadre des analyses d'eau, les ASR sont utilisés comme témoin de la qualité de filtration et/ou marqueur d'une contamination fécale.



**Figure 05 :** Les *Clostridium sulfite-réducteurs* (CSR).

### II.3.5. Escherichia Coli :

*Escherichia coli* (*E.coli*) est l'espèce type du genre *Escherichia* des entérobactéries. Appelée communément "colibacille" c.-à-d. "bacille à côlon" (figure 6). *E.coli* est un habitant de l'intestin et les selles des animaux et des reptiles à sang chaud

Cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram- aérobies ; La plupart des *E. coli* se multiplient rapidement (18 à 24 h) sur les milieux habituels.

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

---

Les colonies ont en moyenne 2 mm de diamètre, et 2 à 4 microns de long sur 0,4 à 0,6 microns de large; Elles sont rondes, plates et à bords réguliers C'est une protéobactérie, polynucléaires, neutrophiles, commensale, saprophytes

La *E. coli* produit plusieurs facteurs de virulences comme :

- Les shiga toxines : Qui sont des exotoxines ayant un effet cytopathogène sur certaines lignées cellulaires ; Elles entraînent la mort des cellules cibles par arrêt des synthèses protéiques
- Les fimbriae ou adhésine : Qui permettent à la bactérie d'adhérer aux cellules (urinaires, entérocytes, ..) ; L'adhésion aux cellules épithéliales est un préalable au développement de nombreuses maladies
- L'intimine : qui est une protéine d'adhésion de la membrane externe associée aux lésions d'attachement-effacement

Il y'a différents pathovars d'*E. coli* :

- les *E. coli* enterotoxinogènes : ETEC.
- les *E. coli* entérotoxigènes : EPEC.
- les *E. coli* entérohémorragiques : EHEC.
- les *E. coli* entéroinvasifs : EIEC.



**Figure 06 :** *Escherichia coli*

### III. Impacts du dessalement :

Les sources d'eau appropriées pour le dessalement peuvent avoir des origines de base fondamentale : eau de mer et eau souterraine.

Le dessalement d'eau de mer ou de l'eau saumâtre des usines d'osmose inverse peuvent avoir plusieurs aspects négatifs directs ou indirects sur l'environnement.

- Impact sur l'environnement marin en raison de renvoyer la saumure concentrée à la mer.
- Impact sur l'environnement marin en raison de différents produits chimiques utilisés.
- Impacts marins éco toxicologiques des unités de dessalement des eaux de mer.
- Impacts de salinité.

### III. Impact de dessalement sur biotope et écologie du milieu marin :

#### III. 1- Impacts positifs :

- La disponibilité de l'eau de bonne qualité est préliminaire au développement économique et social des communautés locales.
- Le dessalement est une source fiable de l'eau qui n'est pas soumise aux changements climatiques liés aux sources d'eau douce.

#### III. 2- Impacts négatifs :

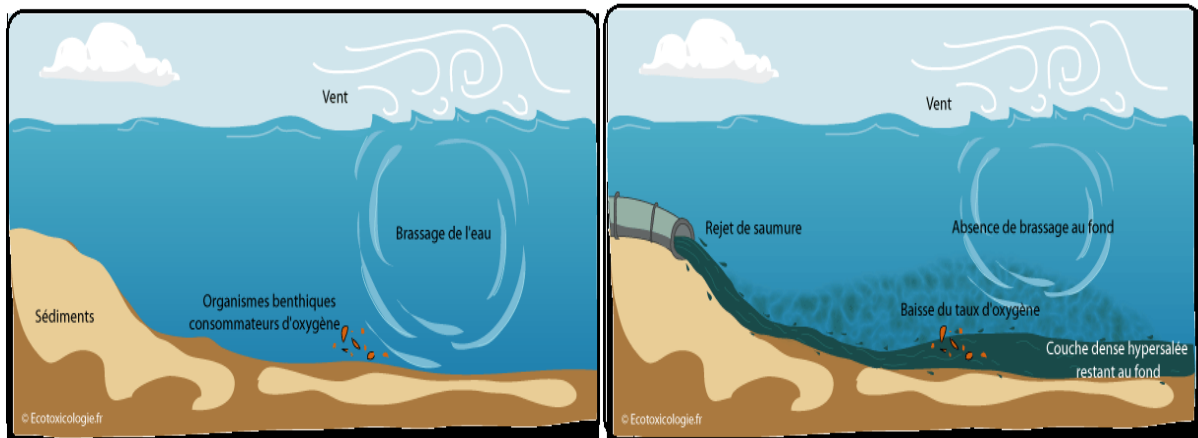
- Destruction du fond marin et diminution de la biomasse planctonique et de la biodiversité marine.
- Augmentation de la salinité et des taux des métaux lourds.

Le rejet de saumure dans la mer aboutit en effet à la formation d'un système stratifié de couches de plus en plus salées en allant vers le fond, ce qui diminue les brassages entre eau de fond et eau de surface. Dans certains cas et en fonction des courants marins locaux, 40 % de la zone environnante est recouverte de sel (UNEP, 2003).

Ce phénomène peut conduire à des modifications du milieu local (figure07) :

**Anoxie (absence d'oxygène) au niveau des fonds marins :** la diminution des brassages associée à la présence d'espèces consommatrices d'oxygène peut conduire à des périodes d'anoxie du fond marin (Freixa, 2009).

**Diminution de la lumière :** la présence d'eau hyper salée provoque la formation d'un brouillard qui rend difficile le passage de la lumière, affectant ainsi la photosynthèse des espèces marines végétales.



A

B

**Figure 07** : A : Etat initial du milieu (pas de rejet de saumure)

B : Etat du milieu après implantation de l'usine de dessalement (rejet de saumure)

– © Ecotoxicologie.fr

-Impacts ontogénique, cellulaire et sur la croissance, la reproduction et la survie des macrophytes (Allam et Mellah, 2013)

- La collision d'organismes marins contre les tambours tamiseurs

- Les dispositifs de prélèvement de l'eau installés par les usines de dessalement ne sont pas sans impacts sur les écosystèmes locaux : En effet, dans le but d'empêcher des débris ou des gros organismes de pénétrer dans le réseau d'eau de l'usine, des tambours tamiseurs (structures de prélèvement) d'un maillage moyen de 5 mm sont placés entre le dispositif d'apport et les pompes d'alimentation, de ce fait des organismes marins tels que des poissons peuvent heurter ces tambours et se blesser causant des mortalités accrues dues aux maladies et à l'augmentation de la prédation (UNEP, 2008).

- Des rejets de produits chimiques : De nombreux produits chimiques utilisés tout au long du procédé de dessalement de l'eau se retrouvent dans les eaux rejetées par ces usines, comme illustré dans le tableau 2 ci-après.

**Tableau 02** : Produits chimiques potentiellement présents dans les effluents des usines de dessalement – Ecotoxicologie.fr, d'après les données de Dawoud, 2012 ; Morton,

1996 et UNEP, 2003

## Chapitre I : Synthèse Bibliographique

	Produits	Exemple de concentrations relevées dans les eaux de rejet	Remarques
<b>Produits antibactériens et antialissure</b>	Eau de javel (hypochlorite de sodium), chlore, sels de cuivre,	0,2 à 0,5 mg/L de chlore (libre + combiné) ont été reportés dans des effluents d'usines à procédé thermique (Dawoud, 2012)	
<b>Produits anti-mousses</b>	Polyglycols alkylés, acides gras, esters d'acides gras		Particulièrement utilisés dans les usines à osmose inverse
<b>Floculants</b> utilisés pour retirer les matières en suspension de l'eau	Chlorure ferrique (FeCl <sub>3</sub> ), chlorure d'aluminium (AlCl <sub>3</sub> )		Non utilisé dans les usines à procédé thermique
<b>Produits antitartre</b> pour éviter la formation de tartre dans les tuyaux et membranes	Hexamétaphosphate de sodium (NaPO <sub>3</sub> ), polymères de l'acide maléique	La concentration habituelle d'acide maléique dans les eaux de rejets est proche de 0,5 mg/L (Morton, 1996)	
<b>Solutions acides ou basiques</b> pour ajuster le pH de l'eau	Acide sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), acide chloridrique (HCl), chaux	Entre 1 500 et 4 800 mg/L de SO <sub>4</sub> dans les effluents d'usines de pays du Golf (Dawoud, 2012)	
<b>Produits</b> issus de la corrosion	Métaux lourds dont cuivre, fer et nickel	Entre 0,015 et 0,1 mg/L de cuivre dans les effluents rejetés par les usines à osmose inverse (Dawoud, 2012)	Cette corrosion et les rejets induits sont plus élevés dans les usines à procédé thermique

# **Chapitre 2**

---

## **Matériel et Méthode**

### I. Station et étude de prélèvement :

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de mer au niveau du rejet de la station de dessalement el Mactaa (figure 8).

Les prélèvements ont été réalisés au niveau de la zone côtière « Marsa el kbir » de la wilaya d'Oran.

Nous avons effectué des prélèvements bimensuels à chaque début et fin de trois mois d'étude (Mars- Avril – Mai) au niveau de 3 points de distances variés allant de 0.5m-1.5m-2.5m.



**Figure 08 :** Photo montrant le point de prélèvement (*Benamar et benderdouch*)

### II. Localisation :

La zone de la Mactaa est située à l'extrême est de la wilaya d'Oran à environ 45 km, Une localité relevant de la commune côtière de Mers El Hadjadj, entre les villes de Bethioua à l'est et de Fornaka (wilaya de Mostaganem).

Le plateau de Mactaa présent dans sa partie Nord-Ouest, en zone littorale les formations de lumachelles du calabrien pliocène supérieur et les assises de marnes gris verte de miocène supérieur, du point de vue structural, ils s'accompagnent de nombreux accidents tectoniques secondaires susceptibles d'avoir un impact sur les conditions d'écoulement des eaux, le littorale de bordure du plateau de St Louis.

L'oued qui aboutit à la plage via l'embouchure pourrait avoir une influence sur la qualité de l'eau de mer, la variation de la Salinité par apport d'eau douce, mais également la pollution de l'eau par déversement des eaux usées.

La Macta représente un écosystème spécifique sur le littoral ouest de l'Algérie (Figure 9 et 10) par sa position et la richesse de sa biodiversité, mais fragilisée par l'action anthropique, la Macta est classée en 2001 comme zone humide à protéger dans le cadre

de la convention de Ramsar ; La Macta est parmi les 42 zones humides algériennes qui ont été identifiées et intégrées dans la liste mondiale des sites Ramsar.



**Figure 09 :** Localisation de la Macta dans l'Ouest algérien.

Au niveau de ce site se localise la station de dessalement (figure 09) avec une capacité de production de 500.000 mètres cubes par jour. C'est la plus grande station utilisant le procédé d'osmose inverse (figure 10).



**Figure 10 :** Station de dessalement

### III. Description du fonctionnement

Le principe de la station est basé sur l'osmose inverse, un procédé de séparation de l'eau et de ses sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression. La déminéralisation par cette technique nécessite d'abord un prétraitement très poussé de l'eau brute pour éviter le dépôt de matière en suspension sur les membranes qui conduirait rapidement à une diminution des débits produits (Wemysy,2013).

### IV. Osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de séparation en phase liquide qui permet l'élimination d'un solvant (eau dans la plupart des cas) d'une solution par perméation sélective à travers une membrane semi-perméable sous l'action d'un gradient de pression (54 bars à 80 bars pour le traitement de l'eau de mer) (in Kara Omar et Khaldi, 2017).

Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase. L'énergie requise par l'osmose inverse est uniquement électrique consommée

principalement par les pompes haute pression (Noureddine, 2008). L'osmose inverse est utilisée pour le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres, la concentration des fluides alimentaires (lait, jus de fruits...) et pour le traitement d'effluents liquides.

### **IV.1. Système de pompage**

La station de Macta utilise l'osmose inverse, pour cela, un système de pompage type booster, pour assurer une grande pression, entre 65 et 80 bars, cette pression est généralement en fonction de température et de la salinité.

### **IV.2. Récupération de l'énergie du concentrât**

Le système de récupération d'énergie est au moyen d'une turbine Pelton ; ou la quantité d'énergie récupérée est environ 4bars c'est-à-dire 5% par rapport à l'énergie consommée par l'unité (1500 kW) (Chenaoui, 2010).

### **IV.3 Principe de l'Osmose inverse**

L'osmose est un processus naturel dans lequel les molécules de l'eau migrent à travers une membrane semi-perméable depuis une solution de basse concentration vers une solution de plus haute concentration (Nisan, 2007).

Le phénomène d'osmose va se traduire par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux de l'eau va s'annuler. Si, pour simplifier, nous supposons que la solution diluée est de l'eau pure, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique (Armas, 2014).

Une augmentation de la pression au-delà de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est-à-dire de la solution concentrée vers la solution diluée c'est le phénomène d'osmose inverse (Maurel, 2006).

Le module d'osmose inverse utilisé dans l'unité d'étude est le module spiralé, au sein des modules spiraux, une membrane plane est enroulée sur elle-même autour d'un tube poreux (le collecteur du perméat) qui recueille le filtrat. On obtient ainsi un cylindre multicouche où le perméat s'écoule selon un chemin spiralé vers le tube poreux tandis que l'alimentation circule axialement dans les canaux.

Du côté de l'écoulement de la solution à traiter, les couches membranaires sont séparées par une grille en plastique (Chenaoui, 2010).

## **V. Poste traitement**

### V.1. Ajustement du pH

L'eau d'alimentation des membranes d'osmose est acidifiée à un pH variant de 6.3 à 6.8. Le pH de l'eau osmose est aux environs de 5.9. Après mélange avec l'eau filtrée, les valeurs du pH remontent jusqu'à une valeur de 6.

Afin d'améliorer la qualité de l'eau et assurer une flexibilité de l'installation, un taux de chaux commerciales égal à  $180 \text{ g/m}^3$  est injecté pour ajustement de pH (entre 6.3 et 8.0). Un silo de  $40 \text{ m}^3$  est prévu. Il correspond à une autonomie de :

- 30 jours pour une injection de  $30 \text{ g/m}^3$ ,
- 15 jours pour une injection de  $60 \text{ g/m}^3$ .

Subséquent, la correction de pH se fait à l'aide d'une solution alcalin, automatiquement en fonction du pH (NaOH) (Chenaoui, 2010).

### V.2. Désinfection

Le chlore, par sa grande efficacité à l'état de traces, et par sa facilité d'emploi, est le réactif le plus utilisé pour assurer la désinfection de l'eau. En outre, le chlore est doué d'un pouvoir oxydant important, favorable à la destruction des matières organiques. Le taux de traitement est de  $0.5$  à  $1 \text{ g/m}^3$ .

Deux réservoirs de 1 tonne unitaires sont connectés à un permutateur automatique ; Chaque réservoir permet une autonomie d'environ 14 jours.

Le soutirage des tanks et l'alimentation de chlorométries (1 en service, 1 en secours) sont en phase gazeuse. Un analyseur de chlore permet de contrôler en continu la teneur en chlore de l'eau à l'entrée du réseau. Une neutralisation avec de la soude caustique est prévue en cas de fuite de chlore.

### V.3. Lavage des membranes

Périodiquement, les membranes doivent être nettoyées pour les débarrasser de tous les dépôts qui tendent à diminuer les performances qualitatives et quantitatives du système.

Cette élimination est obtenue en faisant recirculer des solutions chimiques acides (pour les dépôts de carbonate de calcium, d'hydroxydes métalliques) et basiques (pour les dépôts biologiques et bactériens).

Dans la station de Mactaa deux solutions de nettoyage chimique des membranes sont utilisées :

- L'acide citrique 2%, généralement le pH de cette solution est inférieur à 2, la correction se fait par l'ajout de chaux.
- ULTRASIL P3 10, 0.5%, la solution est basique, pour réduire le Ph, on ajoute l'acide chlorhydrique

### VI. Stérilisation :

On utilise des flacons en verre de 500ml, et des bouteilles de 1L avant l'usage, ces flacons ont été soigneusement lavés, puis rincés car il ne doit rester aucune trace d'un éventuel détergent ou antiseptique.

Les flacons et les bouteilles sont stérilisés à l'autoclave (120 °C) d'une durée de 15minutes (figure 11, 12, 13) ; après la stérilisation on les met directement dans une glacière.



**Figure 11:** Rinçage des flacons



**Figure 12:** Autoclave

*(Benamar et benderdouch)*

### VII. Echantillonnage :

#### VII.1 Matériel d'échantillonnage :

- Les flacons
- Glacier
- Métra



**A**



**B**

**Figure 13 :** Flacons d'échantillonnage

*A : Bactériologique(500ml) ; B : physico-chimique*

(Benamar et benderdouch)

## VII.2 Techniques d'échantillonnages :

Après la stérilisation du matériel ; on a procédé au remplissage des bouteilles de 1 litre et des flacons de 500ml à des points différents, le tableau 3 regroupe les spécificités de nos échantillonnages

03 bouteilles de 1L pour la mesure des paramètres physico-chimiques et 03 autres flacons stérile de 500ml pour l'étude microbiologique notamment bactériologique ; le remplissage des flacons et des bouteilles lors du prélèvement a été effectué sous le niveau de la mer et bien fermer hermétiquement à l'aide de bouchons afin d'éviter tout contact avec l'air et éviter par conséquent les bulles d'air.

-Étiqueter les flacons d'échantillonnage en déterminant le point, la date et l'heure du prélèvement.

- Les échantillons sont transportés dans une glacière à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne.

L'analyse se fait le jour même ne dépassant pas les 24heures afin d'éviter tout modification des paramètres physicochimiques et de minimiser le risque de contamination. Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'Algérienne des eaux (ADE) de Mostaganem.

**Tableau 3 : Date des prélèvements**

Nombre de prélèvement	Site	Date	Heure	Etat de mer	Climat	Température
1 <sup>er</sup> prélèvement	Marsa el kbir	Lundi 06/03/2023	8h30min	Calme	Ensoleille	10°C
2 <sup>eme</sup> prélèvement	Marsa el kbir	Dimanche 26/03/2023	9h30min	Calme	Ensoleille	11°C
3 <sup>eme</sup> prélèvement	Marsa el kbir	Lundi 03/04/2023	9h15min	Trouble	Ensoleille	9°C

4 <sup>ème</sup> prélèvement	Marsa el kbir	Mardi 25/04/2023	8h15min	Calme	Ensoleille	12°C
5 <sup>ème</sup> prélèvement	Marsa el kbir	Mardi 02/05/2023	8h20min	Calme	Ensoleille	18°C
6 <sup>ème</sup> prélèvement	Marsa el kbir	Mardi 16/05/2023	9h30min	Calme	Ensoleille	20°C

### VIII. Méthode analytiques des analyses organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

#### VIII.1 Test de La couleur :

La couleur a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles et flacons remplies d'eau prélevée de la source.

#### VIII.2 Test de l'odeur et la saveur :

L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive. La saveur est décelée par dégustation qui exige à rincer la bouche avec l'eau distillée avant chaque dégustation.

### IX. Méthodes analytiques physico-chimique :

#### IX.1 Mesure du PH et la Température :

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde.

Remarque : des échantillons d'eau de mer ont été prélevés et sa température a été mesurée au mois mars - avril et mai

Le pH mesure la concentration en ions H<sup>+</sup> de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

##### IX.1.a. Principe :

La mesure de potentiel hydrogène se fait par multi paramètre et le même appareil nous donne la valeur de la température de l'échantillon.

##### IX.1.b. Mode opératoire :

- On allume d'abord l'appareil, et rincer l'électrode en verre avec l'eau de l'échantillon à analyser et la tremper dans un bécher de 100 ml rempli d'eau à analyser.

- Laisser stabiliser un moment avec une agitation
- Puis noter la valeur de pH ainsi que la température.
- Il faut rincer l'électrode avec l'eau distillé après chaque lecture d'un échantillon.



**Figure 14 :** Multi paramètre (Benamar )

### IX.2 Mesure de la conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

#### IX.2.a. Principe :

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

#### IX.2.b. Mode opératoire :

Cette mesure se fait à l'aide d'un multi paramètre à la manière suivante :

- Allumer l'appareil
- Rincer l'électrode en avec l'eau de l'échantillon à analyser et la tremper dans un bécher de 100 ml rempli d'eau à analyser.
- Noter la valeur de la conductivité en milli semence par centimètre
- Pour la maintenance de l'appareil rincer l'électrode après chaque mesure avec l'eau distillée.

### IX.3 Mesure de la salinité :

La salinité de l'eau de mer est comprise généralement entre 30 g/l et 40 g/l, et 35 g/l en moyenne.

Il provient aussi, en plus faibles quantités, des volcans et des sources hydrothermales sous- marins, principalement au niveau des dorsales océaniques.

#### IX.3.a. Principe :

La salinité et la quantité du NaCl dans l'eau elle est chiffrée en g/l.

### IX.3.b. Mode opératoire :

L'appareil qui mesure la conductivité est le même que celui donne la valeur de la salinité en appuyant sur le bouton TDS, le résultat apparaît.

### IX.4 Mesure de la turbidité :

C'est un paramètre qui varie en fonction des composés colloïdaux (argiles, débris de roche, micro-organismes,...) ou aux acide humiques (dégradation des végétaux) mais aussi des polluants qui troublent l'eau.

#### IX.4.a. Principe :

La turbidité est déterminée à l'aide d'un turbidimètre (figure 15), l'unité de mesure NTU

#### IX.4.b. Mode opératoire :

- Apportez un tube en verre de l'appareil en vous assurant qu'il est propre et exempt d'impuretés, puis mettez-y l'échantillon d'eau, puis fermez-le bien sans le secouer et en vous assurant qu'il n'y a pas de bulles dedans.
- Insérez le tube dans l'appareil, puis fermez-le et allumez-le par le bouton d'alimentation. Après une courte période de temps, l'échantillon est mesuré, le résultat, exprimé en unité, apparaît NTU.



Figure 15 : Turbidimètre (Benamar)

### IX.5 Titre hydrotimétrique (TH) :

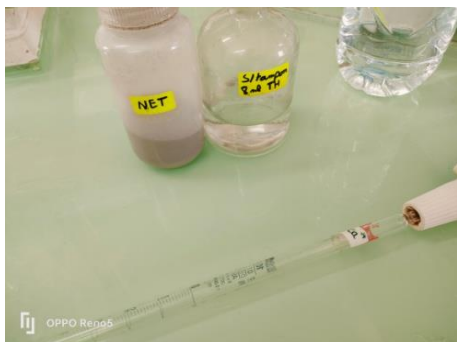
#### IX.5.a. Matériel et produit (figure 16, 17):

##### ➤ Matériel :

- Béchers
- Pipettes
- Burette utilisée pour l'EDTA

##### ➤ Produit :

- Echantillon (l'eau de mer)
- Solution tampon
- Indicateur NET
- Acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA)



**Figure 16 :** Solution tampon  
+indicateur NET (*Benamar et benderdouch*)



**Figure 17 :** EDTA

### IX.5.b. Traitement des échantillons :

- Sans application.

### IX.5.c. Partie expérimentale :

- Nettoyage de la verrerie
- Calcul de facteur de correction (Fc) :

Prendre 50ml de la solution de référence calcium à 100 mg/L. S'en servir pour titrer la solution d'EDTA en versant lentement l'EDTA jusqu'au virage au violet. Lorsque la coloration violette est obtenue, noter le volume d'EDTA versé.

Le facteur de correction Fc est égal à :

$$fc = \frac{\text{volume versé}}{\text{volume théorique (12.5ml)}}$$

Si :  $0.96 \leq Fc \leq 1.04$ , alors la solution l'EDTA est utilisable pour le dosage.

### IX.5.d. Dosage :

Prélever une prise d'essai de 50ml de l'échantillon, ajouter 4ml de la solution tampon et une pincée d'indicateur NET. Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose. Titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu. La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

### IX.5.e. Mesures et calculs des résultats :

La concentration totale en ions calcium et magnésium ( $C^{++} + Mg^{++}$ ), exprimée en °F, est donnée par la formule :

$$TH = v \times 2 \times F \times Fc$$

Ou :

- TH : dureté exprimée en °F

- $V_2$  : est le volume, en millilitres, d'échantillon dosé.
- $F_c$  : facteur de correction
- $F$  :facteur de dilution.

### IX.5.f. Enregistrement du résultat :

Les résultats sont retranscrits sur le cahier de pose et ensuite enregistrés dans la trame informatique.

### IX.5.g. Contrôle de qualité

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité. Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### IX.5.h. Mesure de sécurité :

- EDTA : dangereux
- $NH_4Cl$
- $NH_4OH$ .

## IX.6 Dosage de calcium :

### IX.6.a. Matériel et produit utilisé :

#### ➤ Matériel :

- Béchers
- Pipettes
- Burette utilisée pour l'EDTA

#### ➤ Produit :

- Echantillon (l'eau de mer)
- Hydroxyde de sodium ( $NaOH$ ), (figure 18)
- Murexide
- Acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA)



**Figure 18** : Hydroxyde de sodium (Na OH) + Murexide (*Benamar et benderdouch*)

**IX.6.b. Traitement des échantillons :**

- Sans application.

**IX.6.c. Partie expérimentale :**

- Nettoyage de la verrerie
- Calcul du coefficient de correction (Fc) :

Prendre 50ml de la solution de référence calcium à 100ml mg/L. S'en servir pour titrer la solution d'EDTA en versant lentement l'EDTA jusqu'au virage au violet. Lorsque la coloration violette est obtenue, noter le volume d'EDTA versé.

Le facteur de correction Fc est égal à :

$$fc = \frac{\text{volume verse}}{\text{volume théorique (12.5ml)}}$$

Si :  $0.96 \leq Fc \leq 1.04$ , alors la solution l'EDTA est utilisable pour le dosage.

**IX.6.d. Dosage :**

Prélever une prise d'essai de 50ml de l'échantillon, ajouter 2ml de la solution d'hydroxyde 2N et unepincée d'indicateur (Murexide). Bien mélanger le tout.

Titre avec la solution d'EDTA, en versant lentement.

Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.

La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

**IX.6.e. Mesures et calcul du résultat :**

La teneur en calcium, exprimée en mg/L, est donnée par l'équation :

$$ca = \frac{c1xv1xA}{V0} * FC * 1000 * F$$

Ou=

- C1 : concentration exprimée en mole par litre, de la solution EDTA, soit 0.01
- V0 : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai, soit 50ml.
- V1 : est le volume, en millilitres, de la solution d'EDTA, utilisé pour le dosage.
- A : est la masse atomique du calcium (40.08g).
- Fc : facteur de correction du titre
- F : facteur de dilution.

### IX.6.f. Enregistrement du résultat :

Les résultats sont retranscrits sur le cahier de poste et ensuite enregistrés dans la trame informatique.

### IX.6.g. Contrôle de qualité :

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité. Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### IX.6.h. Mesure de sécurité :

- NaOH : corrosif et dangereux
- EDTA : dangereux.

## IX.7Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) :

### IX.7.a. Matériel et produit utilisé (figure 19):

- Matériel
  - B écher
  - Burette pour utilise Hcl
- Produit :
  - Echantillon (l'eau de mer)
  - Acide chlorhydrique (Hcl)
  - Méthyle orange



**Figure19** : Méthyle orange (*Benamar et benderdouch*)

**IX.7.b. Traitement des échantillons :**

- Pas d'application.

**IX.7.c. Partie expérimentale :**

Comme pour toute méthode instrumentale, la méthode d'essai est très étroitement liée aux matériels dont on dispose ; se reporter à la notice de l'appareil.

Amener 100ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; soit V2 le volume total d'acide employé.

Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur. Noter le volume V1 lu au dosimètre.

Suivre les instructions de l'utilisation de PH mètre.

**IX.7.d. Mesures et calcul du résultat :**

Le titre alcalimétrique simple (TA) est le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/L sont donnés respectivement par expressions :

$$\text{TA} = (\text{V1} * \text{N} * 1000) * \text{masse molaire des carbonates} / \text{V}$$

$$\text{TAC} = (\text{V2} * \text{N} * 1000) * \text{masse molaire des bicarbonates} / \text{V}$$

A savoir :

Masse molaire des carbonates =60mg

Masse molaire des bicarbonates =61 mg.

Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc :

$$\text{TA} = 0$$

Et :

$$\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/L} = \text{V1} * 61$$

Si l'eau contient des carbonates et des bicarbonates donc :

$$\text{TA} = (\text{CO}_3^{2-}) \text{ mg/L} / 2$$

$$\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/L} + 2\text{TA}.$$

Ou :

V : est le volume en millilitres, de la prise d'essai (100) ml.

V1 : est le volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01N versé de la burette.

V2 : est le volume d'acide chlorhydrique en millilitres.

N : est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique=0.01N.

**IX.7.e. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique.

### IX.7.f. Contrôle de qualité :

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité.

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### IX.7.g. Mesure de sécurité :

- **Sécurité et hygiène :**
  - Pas d'application.
- **Protection de l'environnement :**
  - Pas d'application.

### IX.8 Dosage de chlorure :

#### IX.8.a. Matériel et produit utilise :

- Matériel :
  - Bécher
  - Burette pour utilise ( $\text{AgNO}_3$ )
- Produit :
  - Echantillon (l'eau de mer)
  - Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ )
  - Indicateur de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) (figure 20)



**Figure 20 :** Indicateur chromate de potassium (*Benamar et benderdouch*)

#### IX.8.b. Partie expérimentale :

##### IX.8.b.1. Dosage :

Introduire 100 ml de l'échantillon dans une capsule en porcelaine blanche ou dans une fiole ou dans un bécher conique, placé sur un fond blanc.

Ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte a goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre. Après addition d'une goutte de solution de chlorure de sodium cette coloration doit disparaître.

### **IX.8.b.2. Essai à blanc :**

Titrer une solution à blanc en utilisant 100ml d'eau distillée à la place de l'échantillon pour essai. La valeur de l'essai à blanc ne devrait pas dépasser 0.2ml de nitrate d'argent, dans le cas contraire, vérifier la pureté de l'eau.

### **IX.8.c. Expression des résultats :**

La concentration en chlorure  $P_{Cl}$  exprimée en milligrammes par litre, est donnée par formule :

$$p_{Cl} = \frac{(v_s - v_b)}{v_a} c f$$

Où=

- $P_{Cl}$  : est la concentration en milligrammes par litre de chlorure.
- $V_a$  : est le volume, en millilitres de l'échantillon pour essai (maximum 100ml ; les dilutions doivent être prises en compte).
- $V_b$  : est le volume, en millilitres de solution de nitrates d'argent utilisée pour le titrage de du blanc.
- $V_s$  : est le volume, en millilitres de solution de nitrates d'argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.
- $C$  : est la concentration réelle exprimée en moles d' $AgNO_3$  par litre, de la solution de nitrates d'argent.
- $F$  : est le facteur de conversion

Donner le résultat à 1mg/L près, avec seulement 3 chiffres significatifs

### **IX.8.d. Contrôle de qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution de chlorures à 500mg/L :

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### **IX.8.e. Mesure de sécurité :**

- Sécurité et hygiène :

Lors de l'utilisation de réactifs chimiques, il est indispensable de disposer d'une protection oculaire, de masque, de vêtement de protection et l'extracteur d'aire au laboratoire. Ces réactifs ne doivent jamais être pipetés à la bouche.

➤ Protection de l'environnement :

- Pas d'application.

### IX.9 Ammonium :

#### IX.9.a. Matériel et produit utilise (figure 21, 22, 23):

➤ Matériel :

- Erlenmeyer
- Pipettes
- Spectrophotomètre uv/vis

➤ Produit

- Echantillon (l'eau de mer)
- Eau distillée
- Réactif colore
- Réactif de dichloriso-cyanurate



Figure 21 : Spectrophotomètre DR 6000



Figure 22: Intérieur de spectrophotomètre

(Benamar et benderdouch)



Figure 23: Application de Protocol d'ammonium (Benamar et benderdouch)

#### IX.9.b. Traitement des échantillons :

- Pas d'application

**IX.9.c. Partie expérimentale :**

**IX.9.c.1. Nettoyage de la verrerie :**

Toute la verrerie doit-êtré soigneusement lavée par emploi de solution de lavage puis rincée abondamment avec de l'eau distillé.

**IX.9.c.2. Calibration :**

Dans une série de fioles jaugées de 50ml, introduire à l'aide d'une pipetées volumes de la solution étalon fille d'ammonium 1mg/L, indiqués dans le tableau ci-dessous, ajouter de l'eau distillé au contenu de chaque fiole (Tableau 4).

Prélever 40 de chacune des solutions, ajouter ensuite 4ml du réactif coloré et 4ml de dichloro-isocyanurate de sodium et homogénéiser. Après au moins 60mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer la mesure spectrophotométrique à la longueur d'onde 655nm.

**Tableau 04 : Courbe d'étalonnage de l'Ammonium**

S fille 1 mg/l	0	1	2	3	4	5	25	50
Eau distillée (ml)	50	49	48	47	46	45	25	0
Réactif coloré (ml)	4	4	4	4	4	4	4	4
Réactif de Dichloro-isocyanurate (ml)	4	4	4	4	4	4	4	4
Attendre au moins 60mn								
(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) en mg/L	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.5	1

**IX.9.d. Essais :**

Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :

- 4ml du réactif coloré homogénéisé
- 4 ml du réactif de dichloro-isocyanurate de sodium, et homogénéisé.

Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques a longueur d'onde de 655 nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.

### **IX.9.e. Mesure et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/L d'ammonium.

### **IX.9.f. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique.

### **IX.9.g. Contrôle qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité.

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### **IX.9.h. Mesures de sécurité**

- Sécurité et hygiène :
  - Salicylate de sodium : toxique
  - Citrate trisodique di-hydrate : toxique
  - Nitro-prussiate de sodium : corrosif
  - Hydroxyde de sodium : corrosif et dangereux
  - Dichloro-isocyanurate de sodium
- Protection de l'environnement :
  - Pas d'application

## **IX.10 Dosage de nitrate (figure 24, 25, 26):**

### **IX.10.a. Matériel et produit utilise :**

- Matériel :
  - Becher
  - Pipette
  - Pro pipette
  - Plaque chauffent
  - Spectrophotomètre
- Produit :
  - Echantillon (eau de mer)
  - Eau distillée
  - Hydroxyde de sodium (Na OH)
  - Solution de salicylate
  - Acide sulfurique concentré (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
  - Tartrate double de sodium et de potassium



Figure 24 : Plaque chauffantes



Figure 25 : Application du protocole de nitrate  
(Benamar et benderdouch)

### IX.10.b. Traitement de l'échantillon

- Pas d'application

### IX.10.c. Partie expérimentale

- Etablissement de la courbe d'étalonnage (tableau 5) :

Tableau 05 : Courbe d'étalonnage de nitrate

N° des capsules	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> à 10mg/l(ml)	0	1	2	4	6	8	10
Eau distillée	10	9	8	6	4	2	0
Correspondance en mg/L de nitrates	0	1	2	4	6	8	10
NaOH 030 %	3 gouttes	3 gouttes	3 gouttes	3 gouttes	3 gouttes	3 gouttes	3 gouttes
Solution de salicylate de Na(ml)	1	1	1	1	1	1	1
Evaporation à sec à 80°C							
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentré (ml)	2	2	2	2	2	2	2
Laisser Reposer 10min							
Tartrate double de Na et K (ml)	15	15	15	15	15	15	15

Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 415nm, construire la courbe d'étalonnage.

### IX.10.d. Dosage :

- Introduire 10ml d'eau à analyser
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de sodium à 30 % :

- Ajouter 1ml de solution de salicylate de sodium à 0.5 %.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C.
- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré.
- Laisser reposer 10 minutes
- Ajouter 15ml d'eau distillée
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.
- Faire la lecture au spectromètre UV-visible à la longueur d'onde de 415 nm.

### **IX.10.e. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre UV-visible en mg/L des nitrates

### **IX.10.f. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique.

### **IX.10.g. Contrôle de qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité. Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### **IX.10.h. Mesure de sécurité :**

- Sécurité et hygiène :
  - Travailler sous hotte
  - Port de gant
  - Lunettes de protection
- Protection de l'environnement :
  - Pas d'application.

### **IX.11 Dosage de nitrite :**

#### **IX.11.a. Matériel et produit utilisé :**

- Matériel :
  - Erlenmeyer
  - Pipettes
  - Pro pipettes
  - Spectrophotomètre
- Produit :

- Echantillon (eau de mer)
- Eau distillée
- Réactif mixte

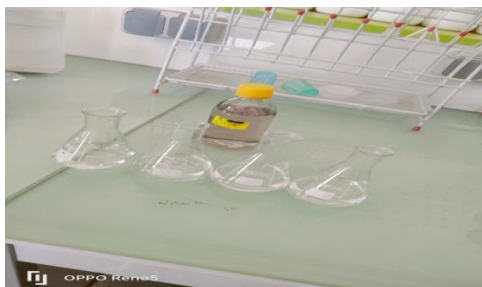


Figure 26 : Application de Protocol de nitrite (*Benamar et benderdouch*)

**IX.11.b. Traitement des échantillons :**

- Pas d'application.

**IX.11.c. Partie expérimentale :**

**IX.11.c.1. Nettoyage de la verrerie :**

La verrerie doit être lavée avec une solution d'acide chlorhydrique à environ 2mol/L et rincée abondamment à l'eau l'emploi.

**IX.11.c.2. Calibration (Tableau 6):**

Dans une série de fioles jaugées de 50ml, introduire à l'aide d'une pipette, les volumes de la solution étalon fille de nitrites 1mg/M, indiqués dans le tableau ci-dessous, ajouter de l'eau distillée au contenu de chaque fiole, ajouter ensuite 1ml du réactif mixte et attendre au moins 20mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ . Enfin, mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540nm).

**Tableau 06 : Courbe d'étalonnage de nitrite**

S.fille 1mg/l	0	1	2	5	20	40
Eau distillée (ml)	50	43	48	45	30	10
Réactif mixte (ml)	1	1	1	1	1	1
Attendre 20 mn						
( $\text{NO}_2^-$ ) en mg/L	0	0.02	0.04	0.1	0.4	0.8

**IX.11.d. Dosage :**

Introduire 50ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des ( $\text{NO}_2^-$ ). Enfin, mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm).

Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

### **IX.11.e. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l des nitrites.

### **IX.11.f. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique.

### **IX.11.g. Contrôle de qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité.

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### **IX.11.h. Mesure de sécurité :**

- La sécurité et hygiène :
  - Le réactif mixte est dangereux, tout contact avec la peau ou toute ingestion du réactif doit être évité.
  - Acide phosphorique : corrosif
  - N-1 Naphtyle éthylène diamine : irritant.

## **IX.12 Dosage de phosphore :**

### **IX.12.a. Matériel et produit utilisé (figure 27):**

- Matériel :
  - Fiole
  - Pipette
  - Pro pipette
  - Spectrophotomètre
- Produit :
  - Echantillon (eau de mer)
  - Eau distillée
  - Acide ascorbique
  - Réactif mélange



**Figure 27 :** Application de Protocol de phosphore (*Benamar et benderdouch*)

**IX.12.b. Traitement des échantillons :**

- Pas d'application.

**IX.12.c. Partie expérimentale :**

**IX.12.c.1. Nettoyage de la verrerie :**

La verrerie doit être lavée avec une solution d'acide chlorhydrique (1.12g/m) à environ 40°C à 50°C rincée soigneusement avec l'eau. Ne pas utiliser de détergents contenant des phosphates, la verrerie utilisée pour la phase de développement de la coloration doit être rincée de temps avec une solution d'hydroxyde de sodium (2mol/L) à fin d'éliminer les dépôts de complexe coloré qui ont tendance à adhérer en fines couches aux parois de la verrerie.

**IX.12.c.2. Calibration :** est résumé par le tableau 7

**Tableau 07 :** Courbe d'étalonnage de phosphore

N° fiole	0	1	2	3	4	5	6
S.fille à 2.0mg/l P (ml)	0	0.8	1.6	2	4	6	8
qsp 40ml eau distillée (ml)	40	39.2	38.4	38	36	34	32
Conc.mg/L en P	0.0	0.04	0.08	0.1	0.2	0.3	0.4
Conc.mg/L en PO4 3-	0.0	0.1224	0.2448	0.306	0.612	0.918	1.1224
Formule : $P \times 3.06 = PO4\ 3-$							
Acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1	1
Réactif-mélange(ml)	2	2	2	2	2	2	2
qsp 50ml eau distillée en ml	7	7	7	7	7	7	7

Après un laps de temps compris entre 10 à 30 min, mesurer l'absorption à 880 nm.

### **IX.12.d. Dosage :**

Introduire 40ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2ml, de réactif mélange dans une fiole jaugé de 50 ml. Compléter le volume. Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant la même quantité de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

### **IX.12.e. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique.

### **IX.12.f. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique.

### **IX.12.g. Contrôle de qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité.

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### **IX.12.h. Mesure de sécurité :**

- Sécurité et hygiène :
  - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : corrosif
- Protection de l'environnement
  - Pas d'application.

### **IX.13 Dosage de fer :**

#### **IX.13.a. Matériel et produit utilisé (figure 28) :**

- Matériel :
  - Fiole
  - Pipette
  - Pro pipette
  - Spectrophotomètre
- Produit :
  - Echantillon (eau de mer)
  - Eau distillée



Figure 28 : Application de Protocol de fer (*Benamar et benderdouch*)

**IX.13.b. Traitement des échantillons :**

Diluer les échantillons ayant une concentration élevée afin de se situer dans la zone de détermination.

**IX.13.c. Partie expérimentale :**

**IX.13.c.1. Nettoyage de la verrerie :**

La verrerie doit être lavée avec une solution d'acide chlorhydrique à 1mol/L et rincée avec de l'eau avant l'emploi.

**IX.13.c.2. Calibration :** résumé par le tableau 8

Tableau 08 : Courbe d'étalonnage de fer

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solution fille à 10mg/L (ml)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Volume d'eau distillée (ml)	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82
Concentration Obtenue (mg/L)	0.00	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8

**IX.13.d. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/L du fer.

**IX.13.e. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur le cahier de poste et ensuite enregistrés dans la trame informatique.

**IX.13.f. Contrôle de qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution comme contrôle de qualité.

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise.

### IX.13.g. Mesure de sécurité :

#### ➤ Sécurité et hygiène :

Lors de l'utilisation des réactifs chimiques, il est indispensable de disposer d'une protection oculaire, de masque, des gants et d'extracteur d'air au laboratoire. Ces réactifs ne doivent jamais être pipetés à la bouche.

#### ➤ Protection de l'environnement :

- Pas d'application.

### IX.14 Matière organique :

#### IX.14.a. Matériel et produits utilisés (figure 29, 30):

#### ➤ Matériel :

- Bécher
- Pipette
- Pro pipette
- Burette pour utiliser  $\text{KMnO}_4$
- Plaque chauffante
- Agitateur magnétique + barreau

#### ➤ Produits :

- Echantillon (eau de mer)
- Eau distillée
- Acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Oxalate de sodium  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- Permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$

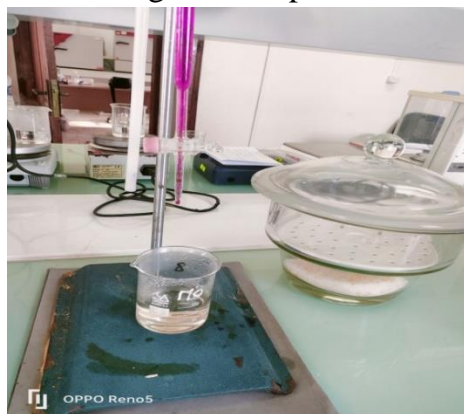


Figure 29: Titration of M.O with  $\text{KMnO}_4$



Figure 30: Heating of the solution of the organic matter

*(Benamar et benderdouch)*

### **IX.14.b. Traitement des échantillons :**

Immédiatement après réception de l'échantillon au laboratoire, ajouter 5ml d'acide sulfurique à 7.5mol/L par litre d'échantillon, si cela n'a pas été fait au moment du prélèvement sur le témoin, et si l'échantillon doit être stocké avant analyse ou non.

### **IX.14.c. Partie expérimentale :**

#### **IX.14.c.1. Nettoyage de la verrerie :**

Nettoyer toute la verrerie par chauffage avec une solution acide de permanganate. Le nettoyage doit être vérifié en effectuant des déterminations à blanc jusqu'à ce que les valeurs soient suffisamment basses et constantes.

#### **IX.14.d. Dosage :**

- Transférer à l'aide d'une pipette ,100ml d'échantillon (ou d'échantillon dilué) dans un bécher de 250ml, ajouter 20ml d'acide sulfurique 2mol/L, et mélanger doucement.
- Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition
- Ajouter 20ml de la solution étalon 2 milli moles /L de permanganate de potassium(g) et démarier le chronomètre et maintenir à l'ébullition pendant 10 minutes +- 2 minutes.
- Après 10 min ; ajouter à l'acide d'une pipette 20 ml de la solution étalon d'oxalate de sodium 5 millimoles/L et attendre que la solution se décolore.
- Retirer alors le bécher de la plaque et le poser sur l'agitateur après avoir au préalable placé un feuille blanche sur ce dernier (pour une meilleure vision de la coloration rose pâle à venir).
- Titrer pendant que la solution est encore chaude, avec la solution titrant de permanganate de potassium 2 millimoles/L ((g) jusqu'à une coloration rose pâle persistant environ 30s Noter le volume V1 de permanganate consommé.
- Effectuer parallèlement à la détermination, un essai à blanc en utilisant le même mode opératoire, mais en remplaçant la prise d'essai par 100ml d'eau distillé (de préférence sortant du purificateur) ; Noter le volume V0 de permanganate consommé.
- Conserver le blanc titré pour la vérification du permanganate de potassium :

- ✓ Au blanc titré ajouter 20.00 ml de la solution d'oxalate de sodium 5 milli moles/L
- \* Réchauffer la solution une à deux minutes (à environ 90°) et retitre avec le permanganate 2 milli moles/L (g) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistant 30s
- ✓ Noter le volume V2 de solution de permanganate consommé, qui devrait être entre 19 et 21 ml ; Dans le cas contraire, re préparer une solution titrant de permanganate de concentration 2 millimoles /L et refaire l'analyse ; si le problème persiste refaire la solution mère de permanganate 20 millimoles/L

### IX.14.e. Mesures et calcul du résultat :

L'indice de permanganate IMn exprimé en milligrammes d'oxygène par litre, est calculé selon la formule :

$$IMn = \frac{(v1 - v.)}{v2} * f$$

Ou :

- V0 :est le volume, en millilitres, de la solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc.
- V1 : est le volume, en millilitres de la solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai.
- V2 : est le volume, en millilitres, de la solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrante.
- F :est le facteur correctif utilise, compte tenu des unités, pour exprimer le résultat en milligrammes d'oxygène par litre, f est égal à 16.

Ce facteur st calculé comme suite :

$$f = \frac{v4 \times C(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) \times M_o \times 1000}{1000 \times v5}$$

Ou :

- V4 :est le volume, en millilitre, de la solution étalon d'oxalate de sodium consommé pour la détermination lors de l'talonnage : V4=20ml.
- C(Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) : est la concentration, en millilitres par litre, de la solution étalon d'oxalate de sodium : C(Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)=5 milli moles/L.

- 1000(numérateur) :est le coefficient correcteur pour exprimer C(Na<sub>2</sub>c<sub>2</sub>o<sub>4</sub>) de milli moles/Là milli moles/ml.
- M<sub>0</sub> : est la masse molaire de l'oxygène, en milligrammes d'oxygène par milli moles.M<sub>0</sub>=16.
- V<sub>5</sub> :est le volume d'échantillon utilisé, en millilitres. V<sub>5</sub>=100ml
- 1000 (dénominateur) : est le coefficient correcteur pour exprimer le volume d'échantillon de millilitres à litres.

Compte tenu des valeurs ci- dessus : f=16

### **IX.14.f. Enregistrement du résultat :**

Les résultats sont retranscrits sur le cahier de poste et ensuite enregistrés dans la trame informatique.

### **IX.14.g. Contrôle de qualité :**

Contrôle de la concentration d'une solution à 1.0mg/L de résorcinol. Selon L'ISO 8467 :1993, l'indice de permanganate correspondant à une solution à 1.0mg/L de résorcinol est comprise entre 1.28 et 1.94 mg/L de O<sub>2</sub>.

Si la valeur observée sort des limites définies sur la carte de contrôle correspondante, une action corrective est prise ; Contrôle du blanc analytique ; Si la concentration du blanc analytique est supérieure à 0.1mg/L deO<sub>2</sub>, la solution d'oxalate et de permanganate doivent être renouvelées.

### **IX.14.h. Mesures de sécurité :**

Le port de blouse, gants, lunettes et de masque est obligatoire. L'acide sulfurique et l'oxalate de potassium sont des produits dangereux, provoquant des brulures et irritant les voies respiratoires.

### **IX.15 Détermination de sulfate :**

#### **IX.15.a. Principe :**

Le sulfate est mesuré à l'aide d'une solution LCK-153(SO<sub>4</sub>) Insérez-le ensuite dans un spectrophotomètre (figure 31).

#### **IX.15.b. Mode opératoire :**

- Mettez lentement 5.0 ml de l'échantillon d'eau dans un flacon spécial pour la solution.

- Mettre lentement une cuillère du réactif A dans le même flacon que l'échantillon d'eau.
  - Bien refermer le flacon
  - Retourner plusieurs fois pendant 2 minutes immédiatement.
  - Bien nettoyer l'extérieur de flacon et mesurer.
  - Manipuler avec précaution en raison de la réaction qui fait chauffer la petite fiole
- Insérez-le dans le spectrophotomètre et appuyez sur le bouton mesurer, puis attendez un peu que les résultats apparaissent.



**Figure 31:** Photo montre les étapes de travail pour la mesure de sulfate  
(Benamar et benderdouch)

### IX.16 Détermination de manganèse (figure 32) :

#### IX.16.a. Principe :

Le manganèse est mesuré à l'aide d'une solution LCW-032(Mn) Insérez-le ensuite dans un spectrophotomètre.

#### IX.16.b. Mode opératoire :

- Transférer de l'échantillon dans une cuve rectangulaire
- Mettre lentement 1.0 ml de solution A et 1.0 ml de la solution B dans le même flacon que l'échantillon d'eau
- Mélanger et attendre 2 minutes.
- Mettre lentement 1.0 ml de solution C dans le même flacon que l'échantillon d'eau

- Mélanger et attendre 5 minutes.
- Transférer dans une cuve rectangulaire
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve à blanc et l'insérer la cuve dans le porte-cuve. Aller à Programmes enregistrés. Sélectionner le test, appuyer sur ZÉRO.
- Retirez la valeur à blanc.
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve à l'échantillon et l'insérer la cuve dans le porte-cuve. Appuyez sur le bouton mesurer



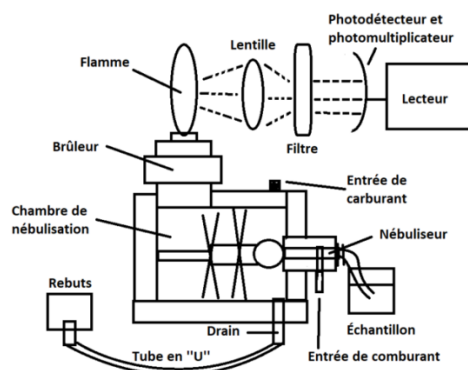
**Figure 32** : Photo montre les étapes de travail pour la mesure de manganèse  
(Benamar et benderdouch)

### IX .17 . Protocole de sodium et de potassium (figure 35, 36):

- Allumer le spectrophotomètre d'émission de flamme (figure 33, 34)
- Régler la flamme a la couleur bleue
- Nous apportons l'eau distillée et régler l'appareille à 0 mg /l avec le bottons balance
- Après ça on met la solution étalon et régler le spectrophotomètre a l'émission de flamme à 10mg/l avec le bottons fine
- Nous revenons le nébuliseur à l'eau distillé et automatiquement ça revient a 0
- Après on met l'échantillon et attendez jusqu'à la stabilisation de l'appareille et notez le résultat en mg/l



**Figure33** :Spectrophotomètre d'émission flamme(*Benamar et benderdouch*)



**Figure34** : Schéma de spectrophotomètre a d'émission a flamme(*Benamar* )



**Figure 35**:Solution étalon de potassium



**Figure36** : Solution étalon de sodium

(*Benamar et benderdouch*)

### X. Méthodes analytiques bactériologique :

#### X.1 Matériel et produit utilise (figures37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48):

##### ➤ Matériel :

- La rampes de filtration
- Pince
- Les boites pétries
- Le bec benzène
- Pipette pasteur
- L'étuve
- Bain marie
- Une anse de platine
- Les filtre 0.45µm et 0.2µm

➤ Produite :

- Milieu de culture gélose tergitol + additif TTCtergitol et tergitol 7
- Milieu de culture gélose slanetz et bartley+ additif slanetz et bartley
- Milieu de culture gélose viande de fois +additif alun de fer et
- Milieu de culture BEA (Bile Esculine Agar)
- Milieu de culture TGEA
- Bouillon VBL
- Bouillon SHUBERT
- Réactif Kovac's



**Figure 37 :** Les rampes de filtration (*Benamar et benderdouch*)



**Figure 38 :** Filtre 0.45 µm

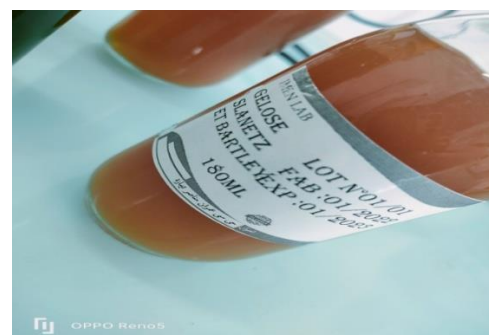


**Figure 39 :** Filtre 0.2µm

(*Benamar et benderdouch*)



**Figure40 :** Gélose tergitol



**Figure 41 :** Gélose slanetz et bartley



**Figure 42:** Gélose viande de foie(Benamar et benderdouch)



**Figure 43:**Additif tergitol 7



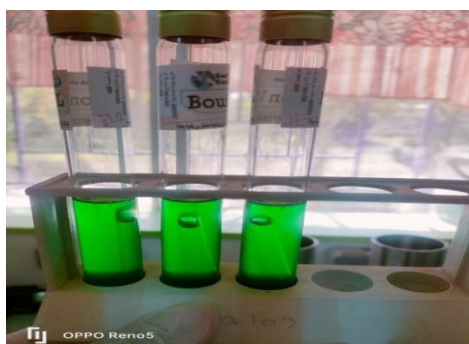
**Figure 44:** Additif TTctergitol



**Figure 45:**Additif kovac's  
(Benamar et benderdouch)



**Figure 46:** Bouillon Shubert  
(Benamar et benderdouch)



**Figure 47:**Bouillon VBL  
(Benamar et benderdouch)



**Figure 48:** Une anse de platine  
(Benamar et benderdouch)

## X.2 Recherche des *coliformes totaux*

### X.2.a. Mode opératoire(figure 49):

- Filtrer 100 ml de l'échantillon avec la rampe de filtration et par un filtre de 0.45  $\mu\text{m}$  de pore.
- Mettre le filtre sur le milieu TERGITOL.
- Incubera 37° pendant 24 heures.
- 1 ère lecture : des colonies jaune orange, dénombrement des colonies et repiquage sur bouillon vbl+cloche.
- Incubera 37° pendant 24 heures.
- 2<sup>-ème</sup> lecture : résultat présence des gaz+ trouble.



Figure 49 : Repiquage (*Benamar*)

## X.3 Recherche de coliformes fécaux :

### X.3.a. Mode opératoire (figure 50):

- Filtrer 100 ml de l'échantillon avec la rampe de filtration et par un filtre de 0.45  $\mu\text{m}$  de pore.
- Mettre le filtre sur le milieu TERGITOL.
- Incubera 44° pendant 24 heures.
- 1 ère lecture : des colonies jaune orange, dénombrement des colonies et repiquage sur bouillon SCHUBERT+ CLOCHE.
- Incubera 44° pendant 24 heures.
- 2eme lecture : résultat présence des gaz+ trouble.
- Mettre des gouttes de kovacs, résultat : couleur rouge.

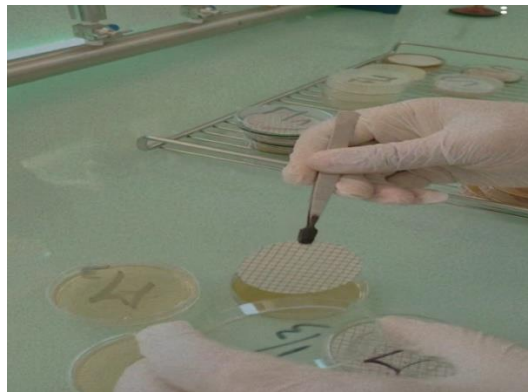


**Figure 50:** Ajoute de kovac's (*Benamar*)

#### X.4 Recherche des *Streptocoques fécaux* :

##### X.4.a. Mode opératoire (figure 51):

- Filtrer 100 ml de l'échantillon avec la rampe de filtration et par un filtre de 0.45  $\mu\text{m}$  de pore.
- Mettre le filtre sur le milieu SLANETZ ET BARTLEY.
- Incubera 37° pendant 24 heures.
- 1 ère lecture: colonies rouge, dénombrement des colonies.
- Mettre le filtre sur milieu BEA et incuber a 37° pendant 2 heures.
- 2eme lecture :points noirs.



**Figure 51 :** Mettre le filtre dans le milieu (*Benamar*)

#### X.5 Recherche des *Germes totaux* :

##### X.5.a. Mode opératoire (figure 52):

- Poser 1 ml de l'échantillon sur le milieu TGEA après étaler l'eau sur toute la boîte.
- Incubera 37° pendant 24 heures.
- Résultat colonies blanche, dénombrement des colonies

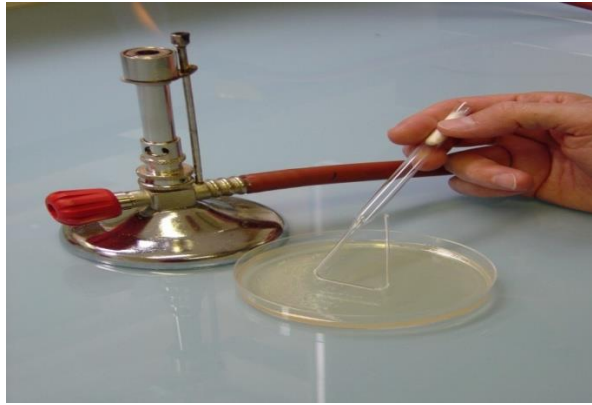


Figure 52 : Etalement de l'eau sur le milieu

### X.6 Recherche des clostridium (sulfito-réductase):

#### X.6.a. Mode opératoire (figure 53):

- Mettre 100 ml de l'échantillon dans un bain marie, attendre laisser l'échantillon pendant 10 minutes. Jusqu'à ce que la température atteint 80
- Sortir l'échantillon du bain marie et le mettre sous l'eau froide (choque thermique).
- Filtrer l'échantillon avec un filtre de 0.2  $\mu\text{m}$ .
- Mettre le filtre a l'envers dans une boîte pétri puis couler une gélose viande de foie.
- Incubera 37° pendant 24 heures.
- Résultat : colonies noir, dénombrement des colonies

Nous avons résumé l'essentiel des étapes de notre pratique au niveau du tableau 8



Figure 53 : Incubation dans l'étuve (Benamar)

**Tableau 08 : Résumés des modes opératoires des analyses bactériologiques**

<b>Germes</b>	<b>Technique</b>	<b>Volume échantillon</b>	<b>Milieu utilisé</b>	<b>T° incubation</b>	<b>Milieu de confirmation</b>
<i>Germes totaux</i>	Étalement en surface	1ml	TGEA	37	-
<i>Coliformes totaux</i>	Filtration Ø 0.45µm	100ml	TTC	37	VBL
<i>E. coli</i>	Filtration Ø 0.45µm	100ml	TTC	44	Schubert + Kovac's
Streptocoques	Filtration Ø 0.45µm	100ml	Gélose slanetz et bartley	37	Gélose BEA
<i>Clostridium S/R</i>	Filtration Ø 0.22µm	100ml	V.F	37	-

## ***Chapitre 3***

---

### ***Résultat et discussion***

## I. Résultats des paramètres physico-chimiques :

Nous avons effectué des prélèvements sur 03 points à distance différentes P1 :0.5m- P2 :1.5m et P3 :2.5m, au début et la fin de chacun des trois mois (mars ; avril ; mai)

Les courbes suivantes montrent les résultats des paramètres physico-chimiques de l'eau rejetée de station dessalement el Mactaa au niveau de la zone de prélèvement Marsa El Kbir.

Il est important de savoir que le contrôle des paramètres des eaux de mer doit répondre aux exigences des normes internationales établis par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

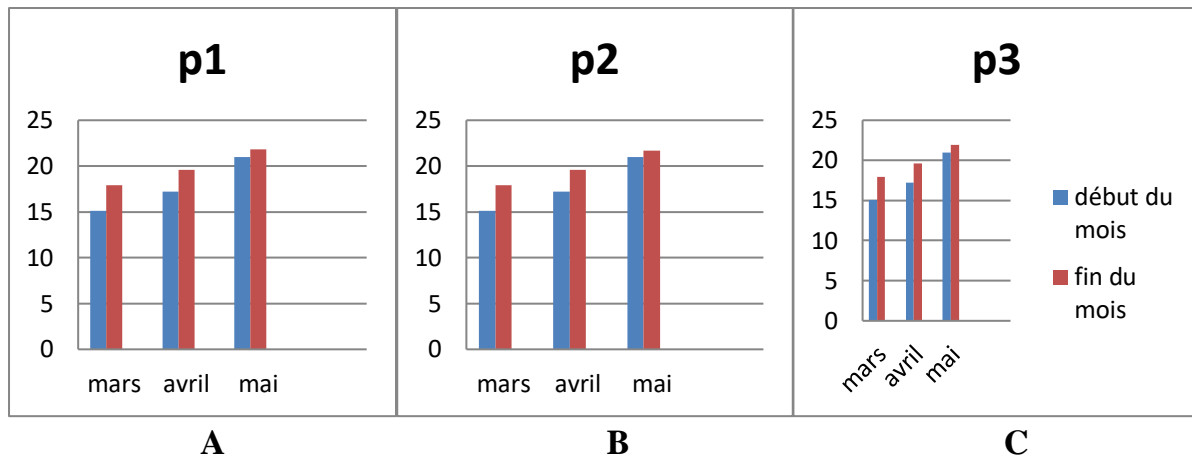
Cependant on doit tenir compte des résultats d'analyses obtenus de tous les paramètres avant utilisation afin d'éviter les conséquences nuisibles pouvant provoquées des maladies dangereuses

**Tableau 09** : Normes de quelques paramètres selon l'OMS et le journal officiel algérien.

Paramètres	Références OMS
pH	7,5 à 8,5
Température (C°)	15<TEMP<25
Conductivité (µS/cm)	-
TDS ppm	150<MTD<500
Turbidité NTU	<5
Dureté Totale TH mg/l CaCO3	80<DT<150
Calcium mg/l	28,36
Calcium CaCO3	70,89
Magnésium mg/l CaCO3	10,11
Alcalinité mg/l CaCO3	>60
Cl2 ppm	-
Bore mg/l	<1
Indice de langelier	0 à 0,4

### I.1Température :

Les oscillations de température enregistrées lors de nos prélèvements sont illustrées par la figure 54



**Figure 54 :** Variations des teneurs de la température au niveau des 3point d'échantillonnage.

La variation de la température d'un échantillon à l'autre dépend du point d'échantillonnage, du climat et l'heure de son prélèvement ; Elle varie entre 15 et 22 °C comme température maximale enregistrée au niveau de la fin du mois Mai et la valeur minimale a été enregistrée au niveau de début du mois de Mars.

Nos résultats de variations de la température sont dans la norme qui est estimée à 25°C. L'augmentation et diminution de la température de l'eau de mer est probablement dû au changement climatique qui influe sur la couche superficielle de la mer (Rodier, 2009), mais notons aussi que la teneur thermique de rejets de la station de dessalement fait varier considérablement le paramètre de température en l'augmentant.

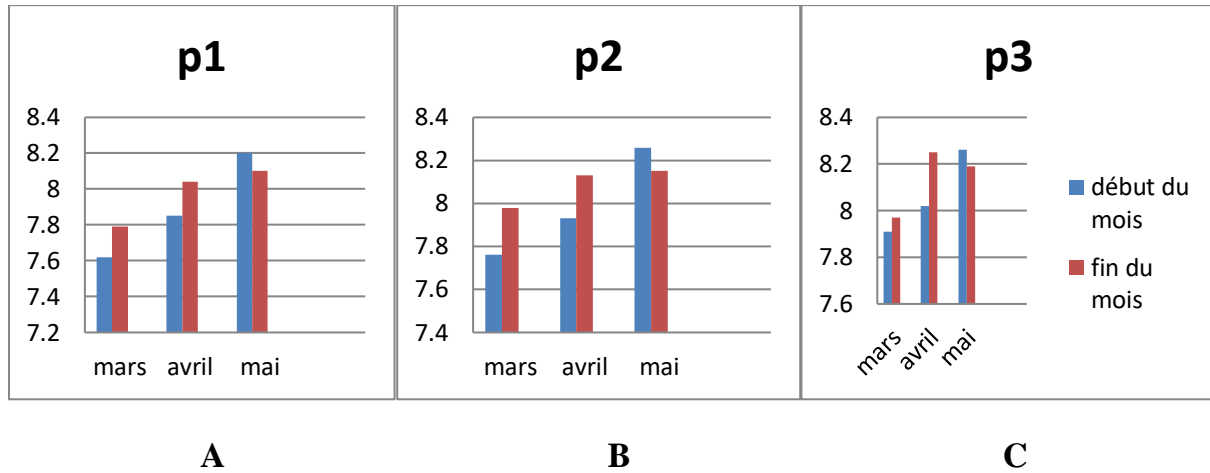
Cette augmentation de température est accélérée par le processus d'acidification ralentissant ainsi la vie aquatique, cet accroissement s'accompagne d'un changement de densité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturée en surface (évaporation) et d'une diminution de la forte prolifération des algues (Hanjra et al., 2012).

## 1.2 pH :

Les variations enregistrées du pH sont illustrées par la figure 55

Notons que le pH varie entre 7.6 et 8.3, la valeur maximale est enregistrer à distance de 1,5 m début de mois de mai Et à distance 2,5 m La fin de mois d'avril et début de mois de mai ; et la valeur minimale est enregistrée à distance de 0.5m au niveau le mois de Mars.

La température de l'eau de mer modifie légèrement le pH ainsi que la nature des rejets de la station de dessalement d'après nos résultats, on remarque que le pH de l'eau de mer est dans les normes variant entre 6 et 8.



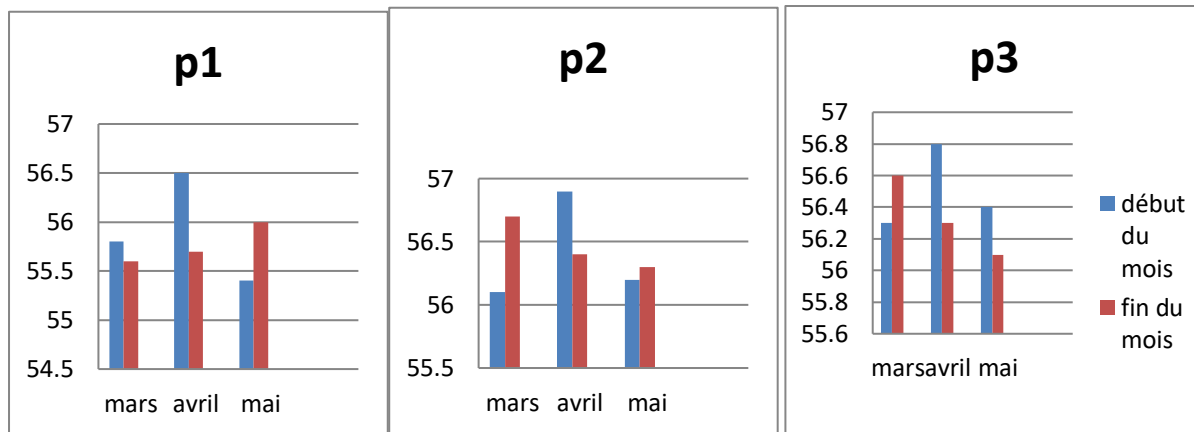
**Figure 55** : Variations des teneurs du pH au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Relevant que tout aussi bien que l'eau de mer est influencée par plusieurs facteurs notamment l'érosion des roches et le sol environnant, l'utilisation des produits chimiques qui y sont lavés ou déversés, les excréments d'animaux et les matières organiques en décomposition (Schuster et *al.*, 2015).

### I.3 Conductivité :

La figure 56 illustre les variations de la conductivité au niveau des différents points de nos échantillons

Les valeurs de conductivité électrique de l'eau de mer sont comprises entre 55.4 et 56,80 (ms/cm) ; la valeur maximale est enregistrée à distance 1.5m au niveau de Début de mois d'avril et la valeur minimale est enregistrée à distance 0.5m au niveau de début de mois Mai.

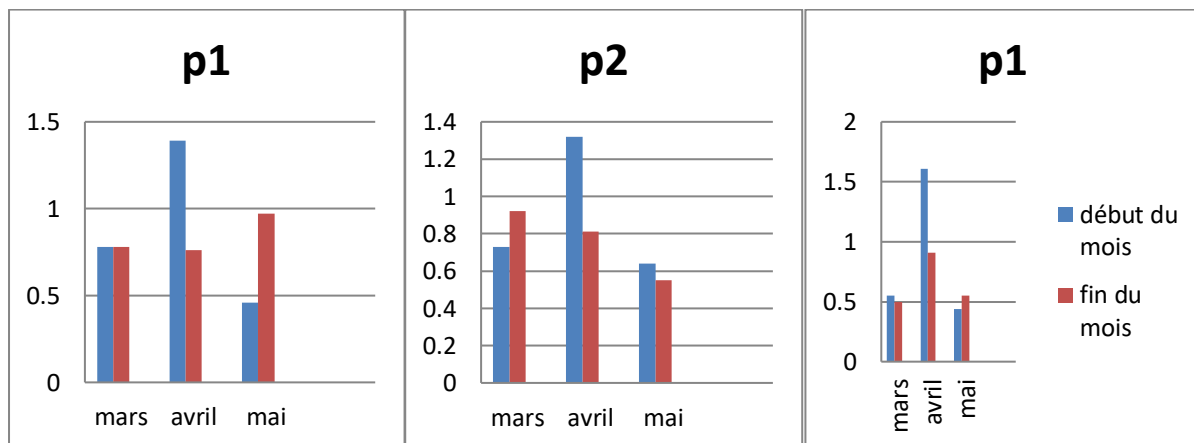


**Figure 56 :** Variations des teneurs de la conductivité au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Nous retenons que la conductivité est directement proportionnelle à la quantité des solides dissous dans l'eau ce qui induit que l'augmentation de la conductivité d'une solution est due à la forte concentration en sels tel que les chlorures (Rodier, 2009).

#### I.4 Turbidité :

La turbidité est la caractéristique de l'eau qui la rend trouble, sa mesure donne une indication sur la teneur en matières solides en suspension (Alberd, 2002), la figure 57 illustre ses oscillations durant notre période d'échantillonnage.



**Figure 57 :** Variations des teneurs de la turbidité au niveau des 3 points d'échantillonnage.

L'analyse des résultats obtenues à l'aide d'un turbidimètre déterminent une variation entre 0.46NTU et 1.61 NTU, La valeur maximale enregistrée au début de mois d'avril à

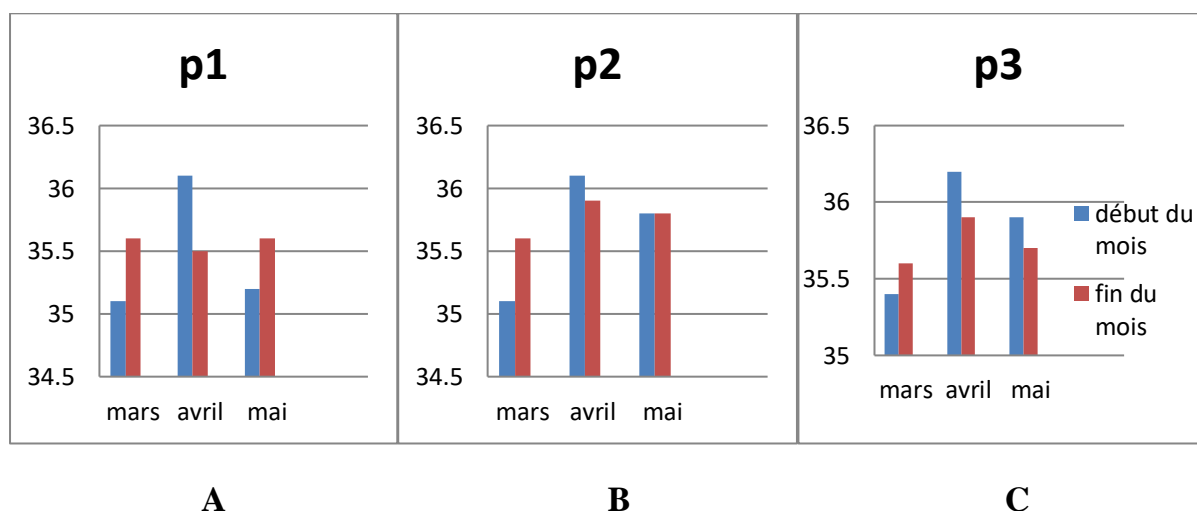
distance 2,5 m la valeur minimale enregistrée au duvet de mois de mai à une distance de 0,5 m et 2,5 m.

On remarque que les résultats des prélèvements sont inférieures à 5 NTU, ce qui indique que l'eau est claire.

Une turbidité importante de l'eau entraîne une diminution de sa transparence, réduisant ainsi la pénétration bathymétrique du rayonnement solaire utile à la vie aquatique (photosynthèse).

### I.5 Salinité :

La salinité désigne la masse totale de substances solides dissoutes dans un kilogramme d'eau de mer (Rodier et *al.*, 2009). Le degré de la salinité est affecté par les Chlorures de sodium (NaCl) qui se trouve être l'un des très nombreux sels composant l'eau (Rejesk, 2002). La figure 58 affiche les variations de la salinité pendant les trois mois d'échantillonnage.



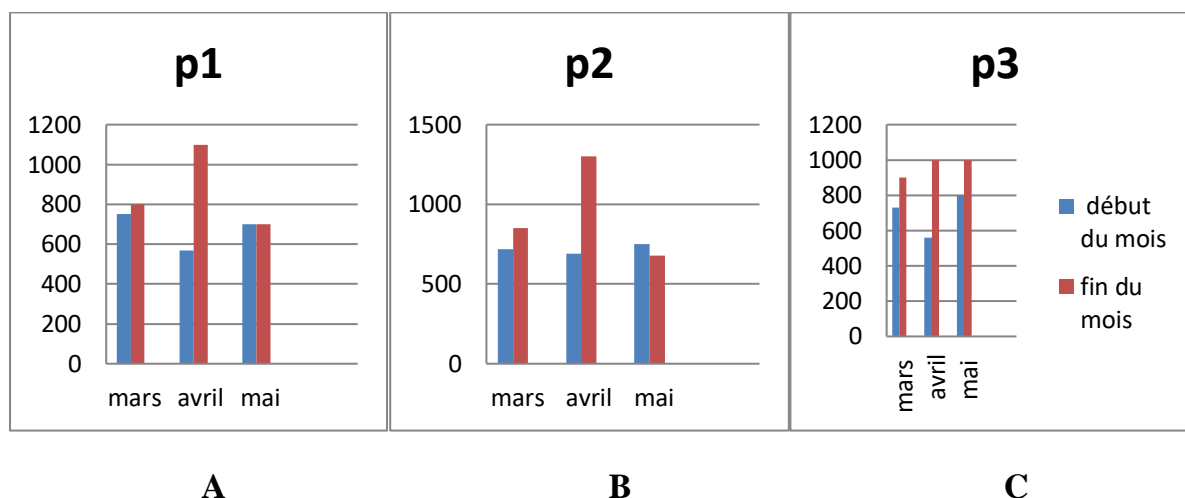
**Figure 58** : Variation des teneurs de la salinité au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les valeurs de la salinité varient entre 35.4 et 36.2, la valeur maximale a été enregistrée au début du mois d'avril à une distance 2.5m ; Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à une distance de 2.5m.

Cette variation des valeurs de la salinité est dans les normes, et est due peut-être à l'augmentation de la température ; tout aussi bien notons que les différents rejets des stations de dessalement sont hyper salés influant l'augmentation de ce paramètre au niveau de l'eau de mer.

### I.6 TH :

Les fluctuations sont représentées par la figure 59

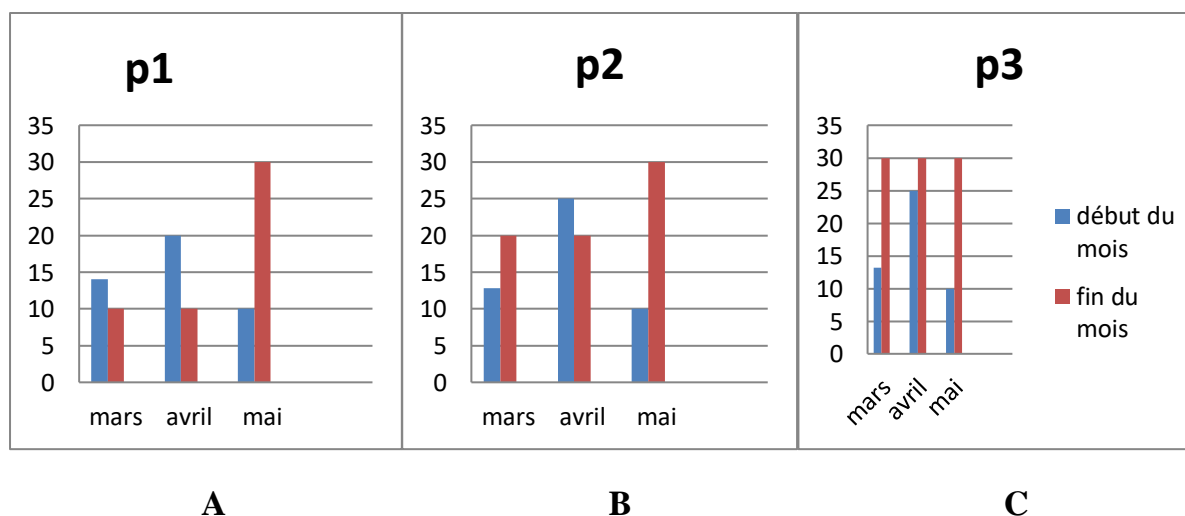


**Figure 59** : Variations des teneurs de TH au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les valeurs de TH varient entre 1100 et 5800, la teneur maximale a été enregistrée à la fin du mois d'avril au niveau de 2 points de prélèvement différents 0.5m ; 1.5m ; Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois d'avril au niveau des 2 points de prélèvement différents 0.5m et 2.5 m

### I.7 TAC:

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de méthyle orange ; Le but est de déterminer la teneur en hydrogencarbonates dans l'eau (Rodier, 2005). Nous avons illustré les variations par la figure 60



**Figure 60** : Variations des teneurs de TAC au niveau de 3 points d'échantillonnage.

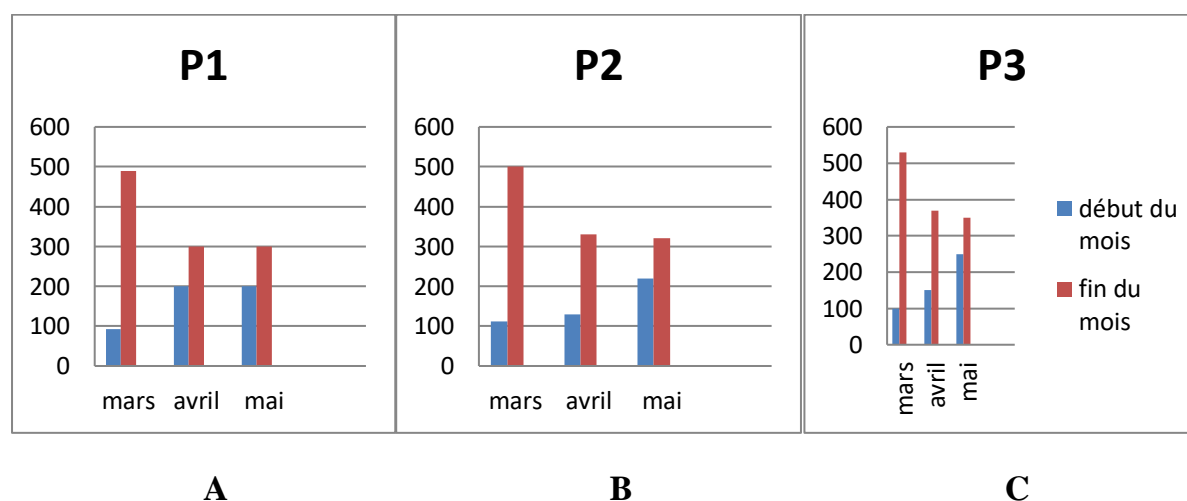
Les valeurs de TAC Titre alcalimétrique complet varient entre 10 et 30, la valeur maximale a été enregistrée à la fin du mois de mai au niveau de 3 points de prélèvements Et aussi la fin du mois d'avril a une distance 2,5 m. Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mai au niveau de 3 points de prélèvements.

### I.8 $Tca^{++}$ :

La figure 61 représente les variations du  $Tca^{++}$  durant la période d'échantillonnage.

Les valeurs de  $Tca^{++}$  varient entre 92 et 530 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois de mars à une distance 2.5m ; Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à une distance de 0.5m.

La valeur élevée du  $Tca^{++}$  est dû a cause de l'augmentation de valeur de calcium en raison de son leur utilisation dans les produits chimiques utilisés dans le dessalement de l'eau de mer.



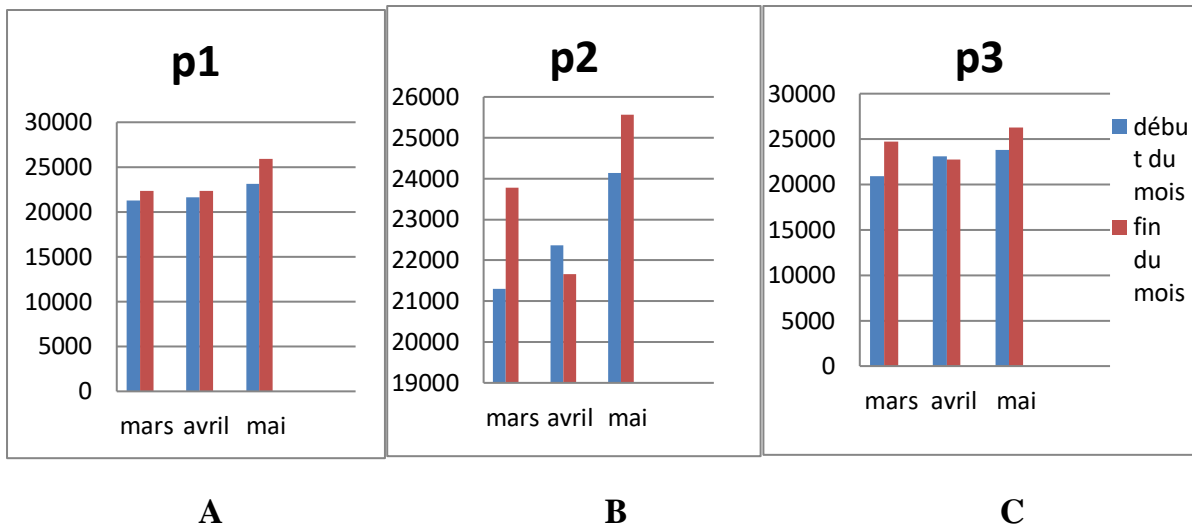
**Figure 61** : Variations des teneurs de  $Tca^{++}$  au niveau des 3 points d'échantillonnage.

### I.9 Les Chlorures :

Les oscillations des chlorures sont illustrés par la figure 62

Les valeurs de chlorure varient entre 20945 et 26270 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois de mai à une distance 2.5m.

Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à une distance de 2.5m.



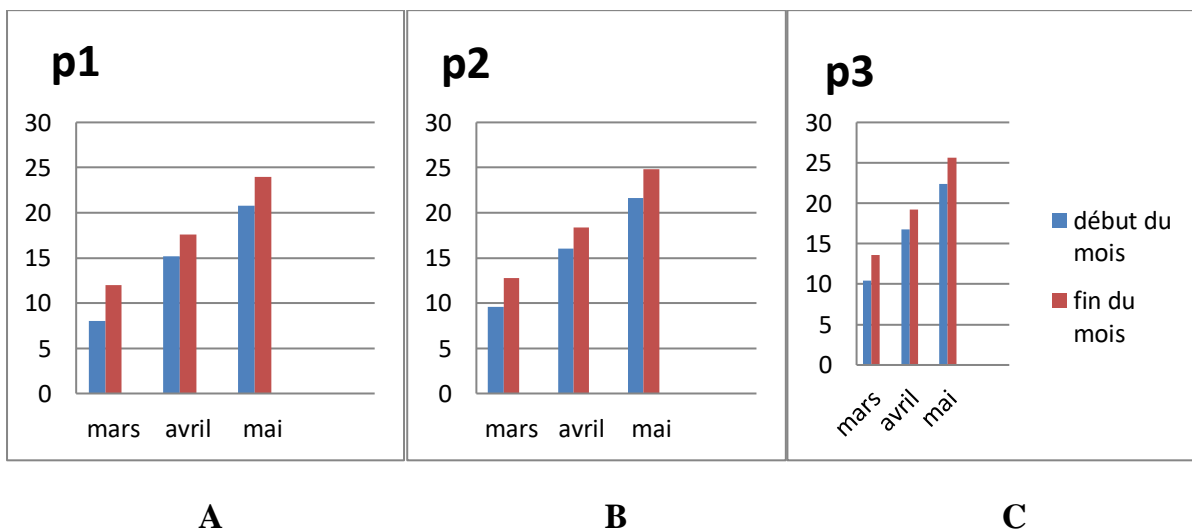
**Figure 62** : Variations des teneurs des chlorures au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Ces teneurs sont suite aux opérations analytique d'extraction des ions sodium et chlore qui sont utilisé pour le traitement de l'eau ; C'est la dernière étape du traitement de l'eau avant sa distribution dans les habitations en vue de sa consommation afin de détruire les bactéries, les germes vivants et les matières organiques.

Le caractère rémanent de l'effet du chlore permettra d'assurer cette sécurité microbiologique jusqu'au robinet du consommateur (Phillipe,2018).

### I.10 Matière organique :

La figure 63 représente les variations des teneurs en matière organique au niveau de points d'échantillonnage.



**Figure 63** : Variations des teneurs de la matière organique au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les valeurs de la matière organique varient entre 2 et 24 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois de mai à une distance 2.5m.

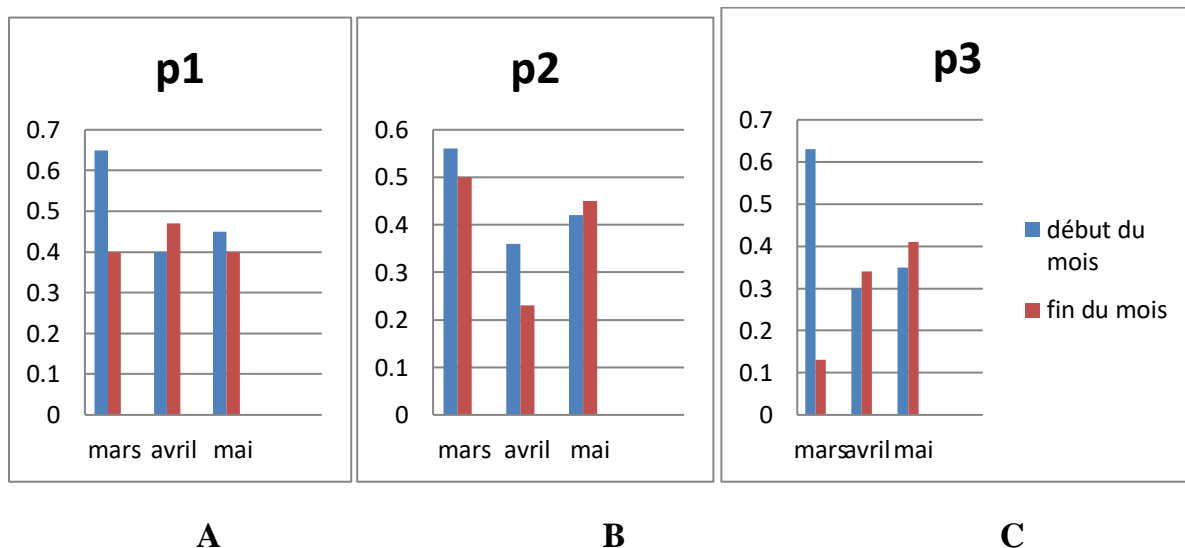
Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à une distance de 0.5m

A distance de 0.5m la sédimentation de sable est très rapide ce qui affecte ce dernier sur la concentration de la matière organique.

À des distances de 1,5 m et 2,5 m, nous avons enregistré des valeurs plus élevées, ce qui a entraîné des matières organiques en suspension.

### I.11 Ammonium :

Nous avons illustré les variations des différents teneurs par la figure 64



**Figure 64 :** Variations des teneurs de l'ammonium au niveau des 3 points d'échantillonnage.

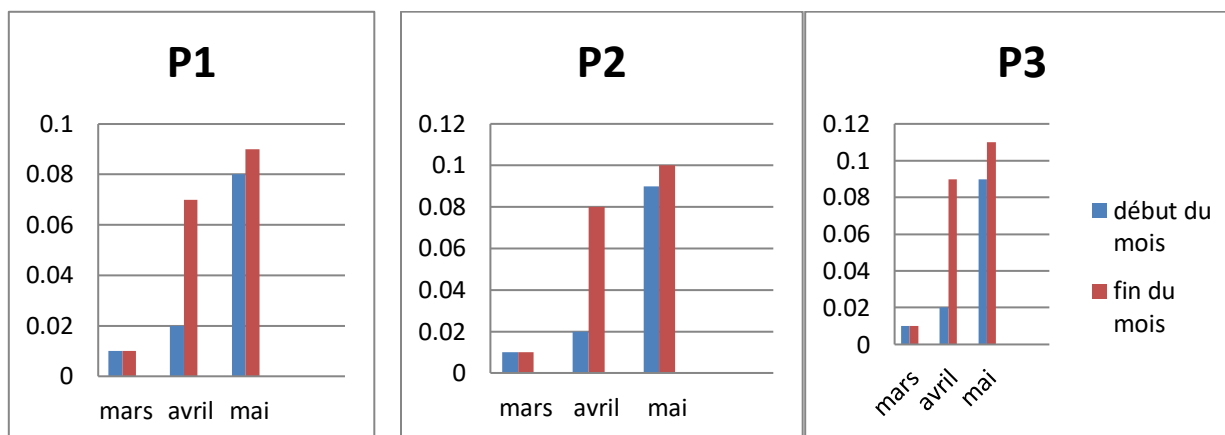
Les valeurs d'ammonium varient entre 0.11 et 0.65mg/l, La valeur maximale a été enregistré au duvet de moi de mars à distance de 0,5 m et 1,5 m par contre la valeur minimale a été enregistré à la fin du mois de mars à distance 2,5 m

### I.12 Nitrite :

Le nitrite est une forme d'azote présente généralement en faible quantité dans l'eau de mer (Aminot et Kérouel, 2004) ; nous avons résumé ses oscillations par la figure 65

Les résultats de la mesure de nitrites donnent des valeurs variantes entre 0,01 et 0,9 mg/L, avec un maximum enregistré à une distance de 2,5m a la fin du mois de mai et

La valeur minimale et enregistrer au niveau des 3 distances de fin et début de mois de mars, Les valeurs moyennes varient entre 0,02 et 0,08 mg/l.

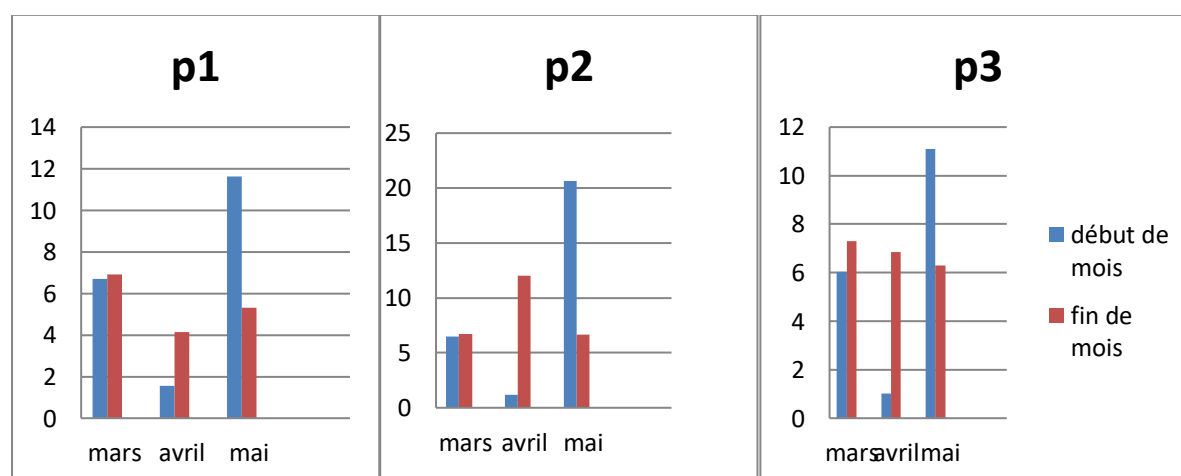


**Figure 65 :** Variations des teneurs des nitrites au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Alors les valeurs enregistrées sont supérieures aux normes qui sont estimées à 0.01mg/l

### I.13 Nitrate :

L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters (Aminot et Chaussepied, 1983), ses variations sont illustrées par la figure 66



**Figure 66 :** Variations des teneurs des nitrates au niveau des 3 points d'échantillonnage.

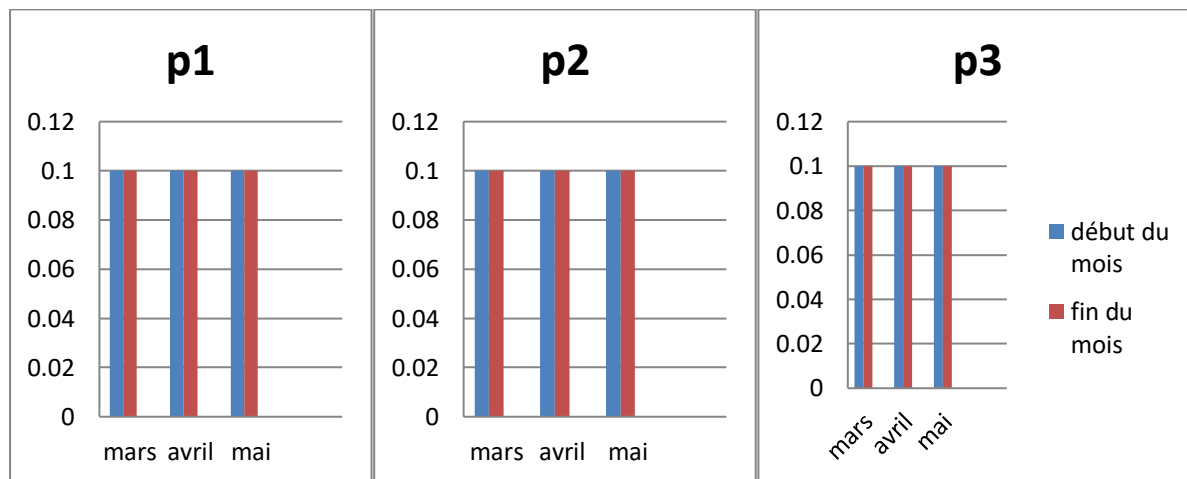
A travers des résultats obtenus ; le nitrate varie entre 1 et 21 mg/L, la valeur maximale est enregistrée à distance de 1.5m au niveau du début de mois Mai et la valeur minimale est enregistrée à distance 1.5m au niveau du début de mois d'avril ;

Les valeurs sont variables et inférieures aux valeurs normatives qui sont estimée à 25mg/l

#### I.14 Phosphore :

Les variations relevées sont illustrées par la figure 67.

Les valeurs de phosphore sont constantes 0.1 mg/l durant tous les mois d'échantillonnage et au niveau des différentes distances.

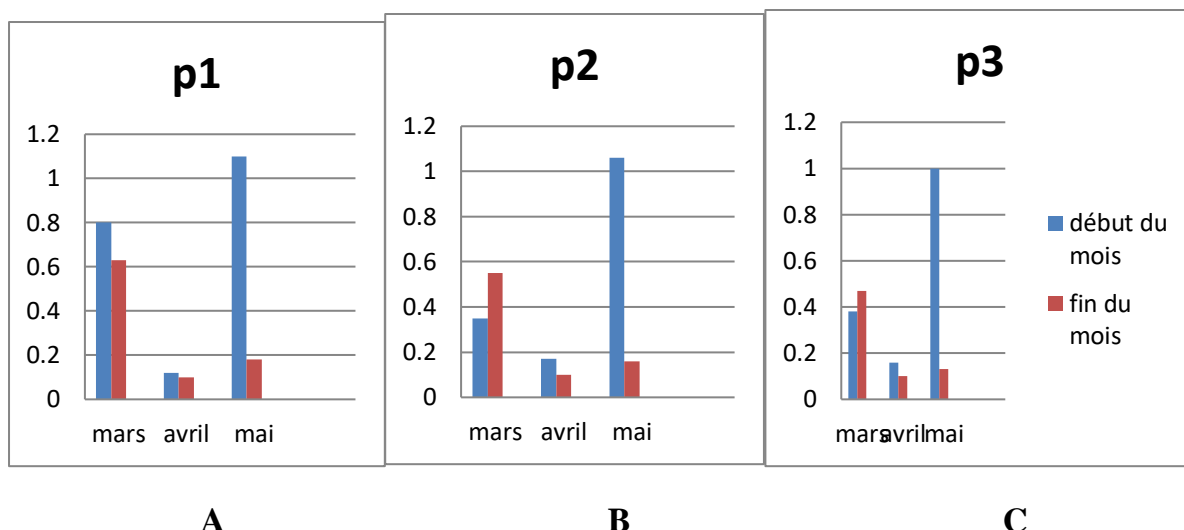


**A** **B** **C**  
**Figure 67** : Variations des teneurs de phosphore au niveau des 3 points d'échantillonnage.

#### I.15 Fer :

Nous avons résumé les variations des teneurs du Fer enregistrés par la figure 68

Les valeurs de Fer varient entre 0.1 et 1.1mg/l, la valeur maximale a été enregistrée au début du mois de mai à 3 points de prélèvement différents 0.5m ; 1.5m et 2.5m. Par contre la valeur minimale a été enregistrée a la fin du mois d'avril au niveau de trois points de distances différentes.



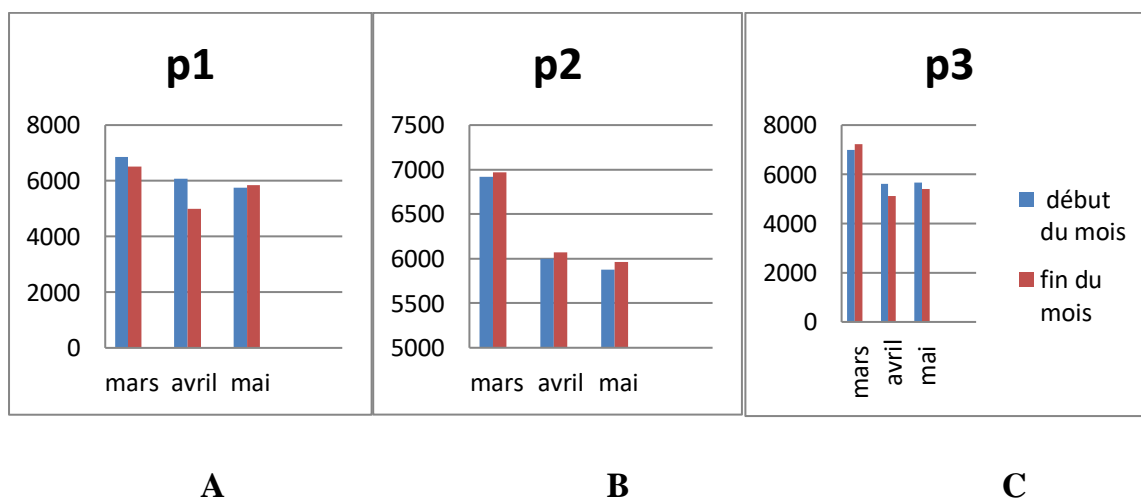
**Figure 68** : Variations des teneurs du fer au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Cette variation de valeur est en rapport avec l'activité de la station de dessalement qui est plus intense au mois de Mai qu'au mois de mars et avril.

Les valeurs élevées en fer sont causées par les produits chimiques et les métaux lourds utilisés dans le dessalement de l'eau de mer.

### I.16 Sodium :

La figure69 illustre les variations des teneurs en sodium obtenues



**Figure 69** : Variations des teneurs de sodium au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les teneurs de sodium varient entre 5900 et 7100/l, la valeur maximale a été enregistrée à la fin du mois de mars à une distance 2.5m ; Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mai à une distance de 1.5m

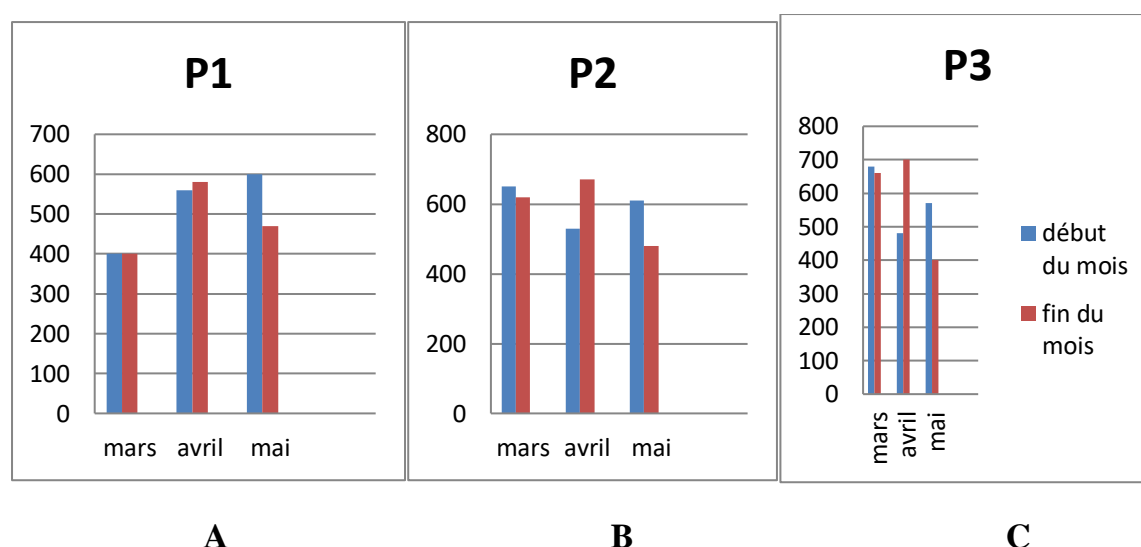
Les différentes teneurs élevées enregistrée du sodium sont dû en raison de son utilisation dans les produits chimiques utilisés dans le dessalement de l'eau de mer

### I.17 Potassium :

La figure 70 représente les variation des teneurs en potassium enregistrée au niveau des différents points d'échantillonnage

Les valeurs de potassium varient entre 400 et 700 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois d'avril à une distance 2.5m.

Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début et la fin du mois de mars à une distance de 0.5m.



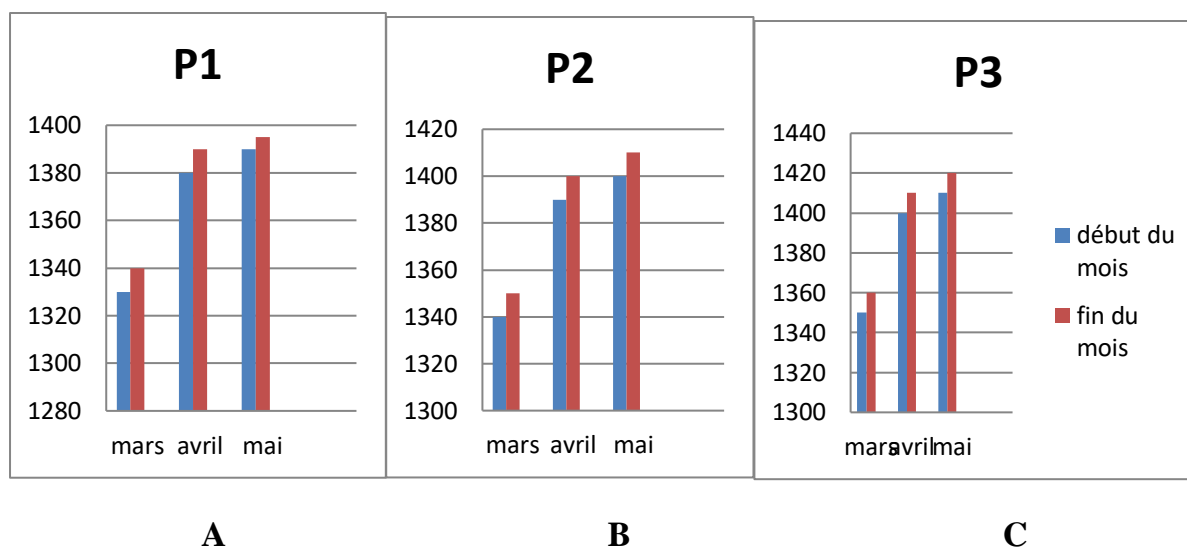
**Figure 70 :** Variations des teneurs de potassium au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les différentes teneurs élevées en potassium sont causées par les produits chimiques utilisés dans le dessalement de l'eau de mer.

### I.18 Sulfate :

On a illustré les variations des teneurs en Sulfate par la figure 71

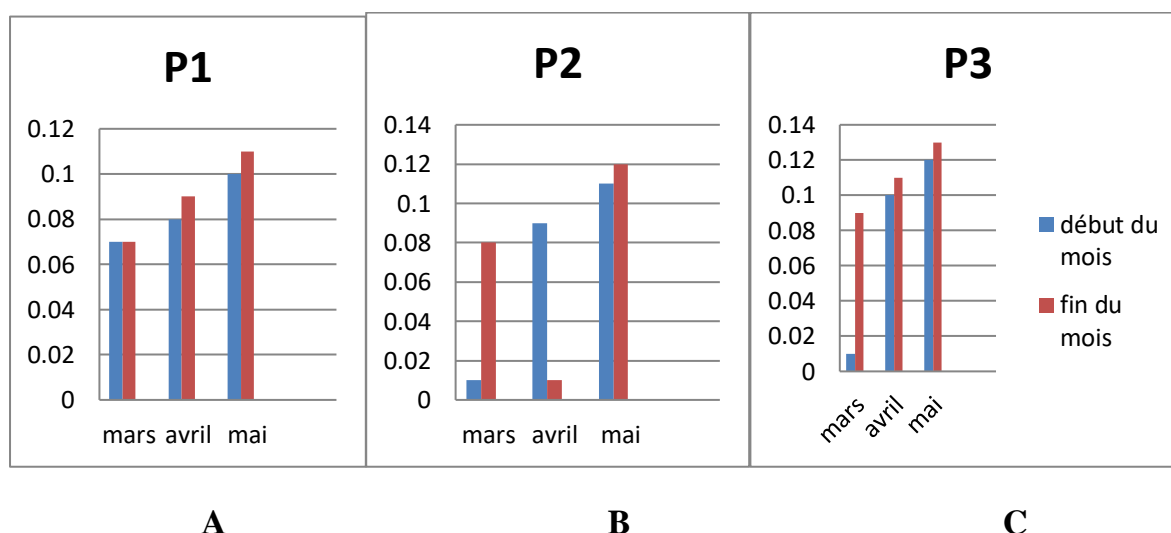
Les teneurs en sulfate varient entre 1330 et 1420 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois de mai à une distance 2.5m ; Par contre la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à une distance de 0.5m.



**Figure 71** : Variations des teneurs de sulfate au niveau des 3 points d'échantillonnage.

### I.19 Manganèse :

Les oscillations des teneurs en Manganèse sont représentées par la figure 72

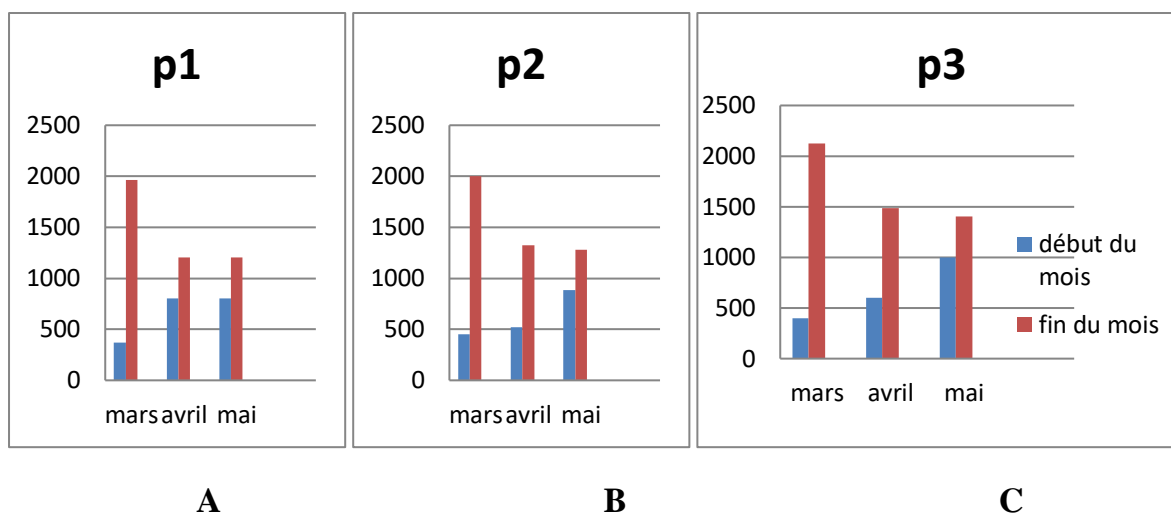


**Figure 72** : Variations des teneurs de manganèse au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les valeurs de manganèse varient entre 0.01 et 0.13 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois de mai à une distance 2.5m ; alors que la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à une distance de 1.5m et 2.5m et a la fin du mois d'avril a une distance 1.5m.

### I.20 Calcium :

La figure 73 illustre les variations des teneurs en  $\text{Ca}^{++}$  enregistrée lors de notre échantillonnage.



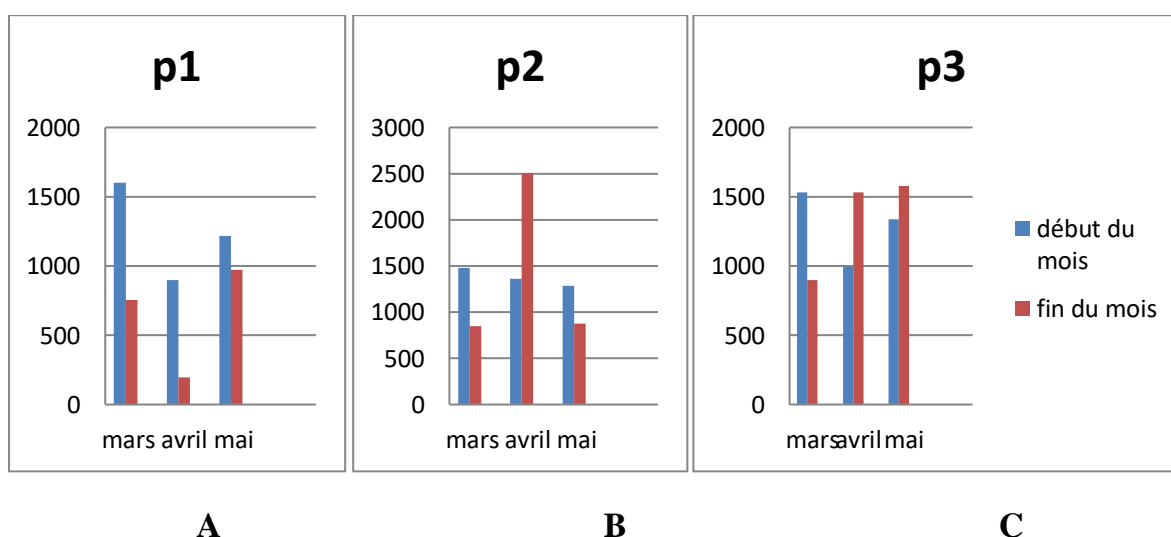
**Figure 73 :** Variations des teneurs de calcium au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les valeurs de  $\text{Ca}^{++}$  varient entre 400 et 2100, La valeur maximale a été enregistrée au début de moi de mars à une distance 2,5 m ; alors que la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mars à 03distance différents 0.5m-1.5m de 2.5m.

Les teneurs élevées en calcium sont en raison de son utilisation dans les produits chimiques utilisés dans le dessalement de l'eau de mer et dans les rejets de la station.

### I.21 Magnésium :

Les variations des teneurs en Magnésium obtenues sont illustrées par la figure 74

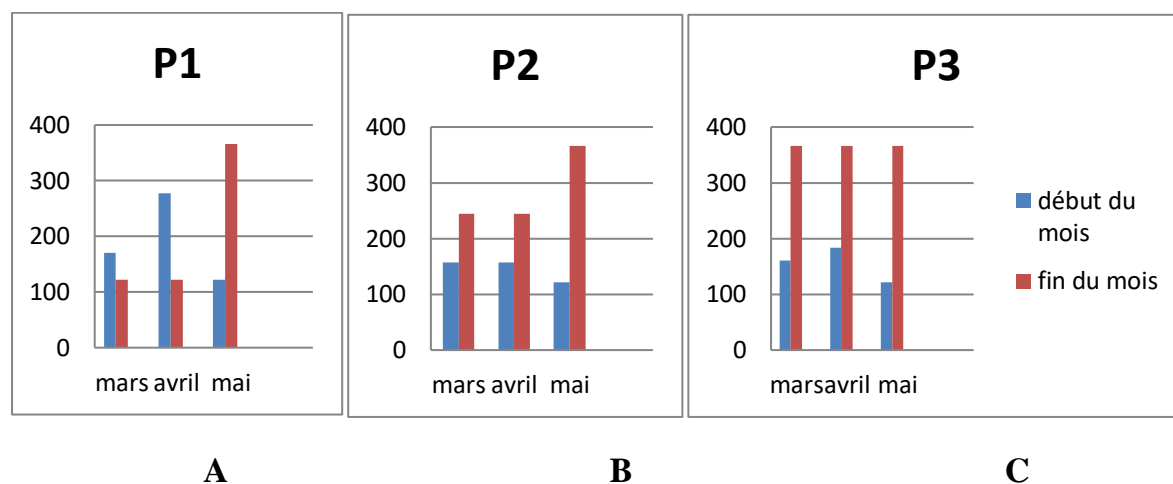


**Figure 74 :** Variations des teneurs de magnésium au niveau des 3 points d'échantillonnage.

Les teneurs en magnésium varient entre 300 et 2500, la valeur maximale a été enregistrée à la fin du mois d'avril à une distance 1.5m. Par contre La valeur minimale a été enregistré à la fin du mois d'avril à une distance de 0,5 m

### I.22 Bicarbonate :

La figure 75 illustre les oscillations des teneurs obtenues lors de notre pratique



**Figure 75 :** Variations des teneurs de bicarbonate au niveau des 3 points d'échantillonnage.

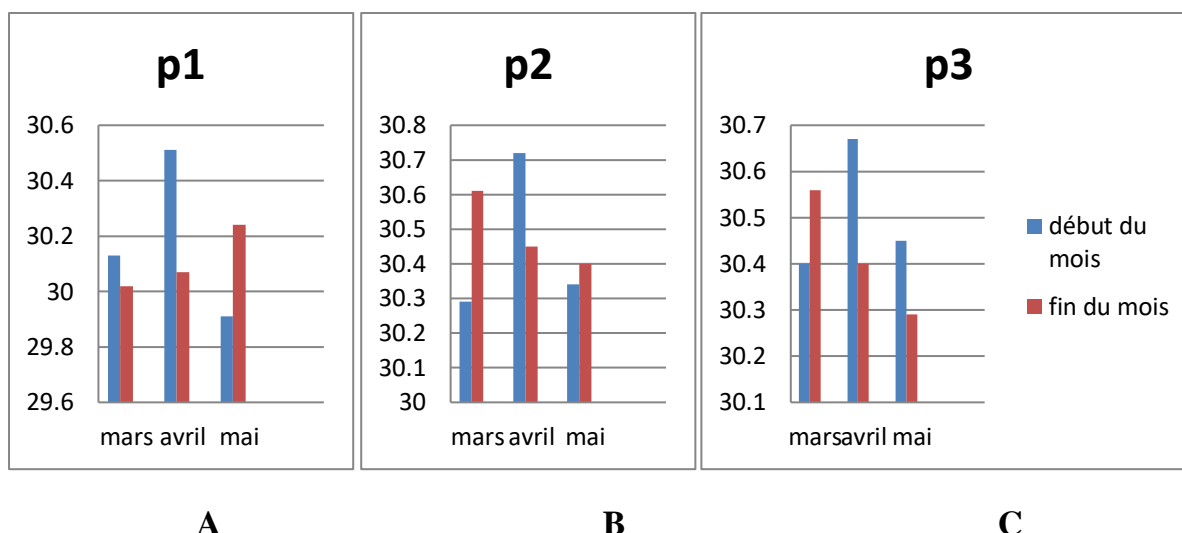
Les teneurs en bicarbonate varient entre 122 et 366 mg/l, la valeur maximale a été enregistrée a la fin du mois de mars et a la fin du mois d'avril a une distance de 2.5m et dans la fin du mois de mai au niveau de 3 points de distances. Par contre la valeur minimale a été enregistrée à la fin du mois d'avril et mars à une distance de 0,5 m et au début de mois de mai au niveau des 3 distances

### I.23 TDS :

Nous avons illustré les variations des teneurs obtenues par la figure 76

Les teneurs en TDS varient entre 29.9 et 30.71mg/l, la valeur maximale a été enregistrée au début du mois d'avril à une distance 1.5m ; alors que la valeur minimale a été enregistrée au début du mois de mai à une distance de 0.5m.

Cette augmentation des solides dissous dans l'eau de rejet montre que cette eau est chargée de sels inorganiques et de quelques matières organiques.



**Figure 76** : Variations des teneurs de TDS au niveau des 3 points d'échantillonnage.

### III. Résultats d'analyse bactériologie :

#### III.1 Coliformes totaux et fécaux (*E. coli*) :

Nous avons pris en photos (77) nos différents résultats obtenus des *Coliformes totaux* et *fécaux* et le test de confirmation de la présence d'*Escherichia coli* et de *Coliforme totaux* dans l'eau de mer au niveau des trois points d'échantillonnage.

La présence des coliformes thermo-tolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'eau d'après Rodier *et al.*, 2009.

En ce qui concerne le test de confirmation, les résultats étaient positifs à la fois pour *Coliformes totaux* et *E. coli* au niveau de tous les points

Confirmation de résultat de *Coliforme totaux* avec le bouillions VBL

Confirmation du résultat de *E.coli* avec le bouillions Schubert



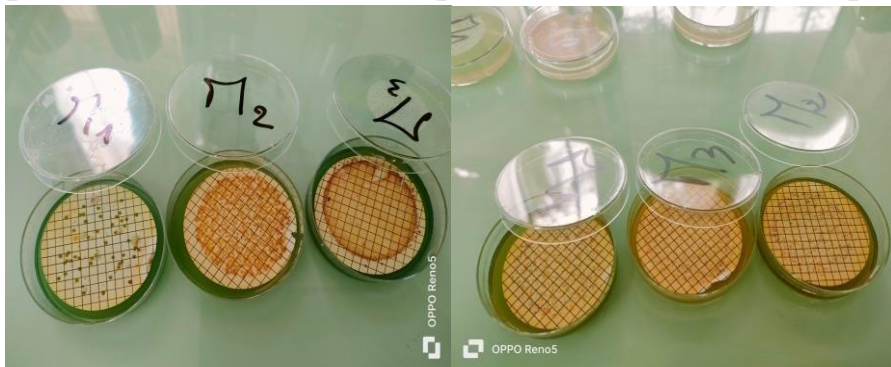
**A : 1<sup>er</sup> prélèvement**



**B : 2<sup>eme</sup> prélèvement**

**C : 3<sup>eme</sup> prélèvement**

**D : 4<sup>eme</sup> prélèvement**



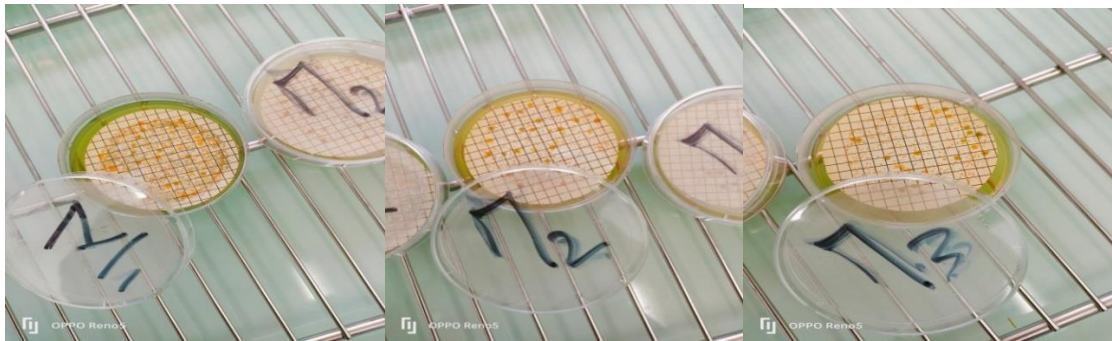
**E : 5<sup>eme</sup> prélèvement**

**F : 6<sup>eme</sup> prélèvement**

**Figure 77 : Résultats des *Coliforme totaux* (Benamar et benderdouch)**



**Figure78 : Confirmation de résultat des *Coliformes totaux* avec le VBL (Benamar et benderdouch)**



**A : 1<sup>er</sup> prélèvement de *Escherichia coli***

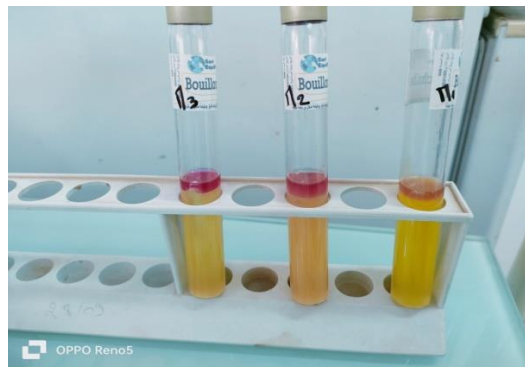


**B : 2<sup>eme</sup> prélèvement C : 3<sup>eme</sup> prélèvement D : 4<sup>eme</sup> prélèvement**



**E : 5<sup>eme</sup> prélèvement F : 6<sup>eme</sup> prélèvement**

**Figure 79 : Résultats des *Escherichia coli* (Benamar et benderdouch)**



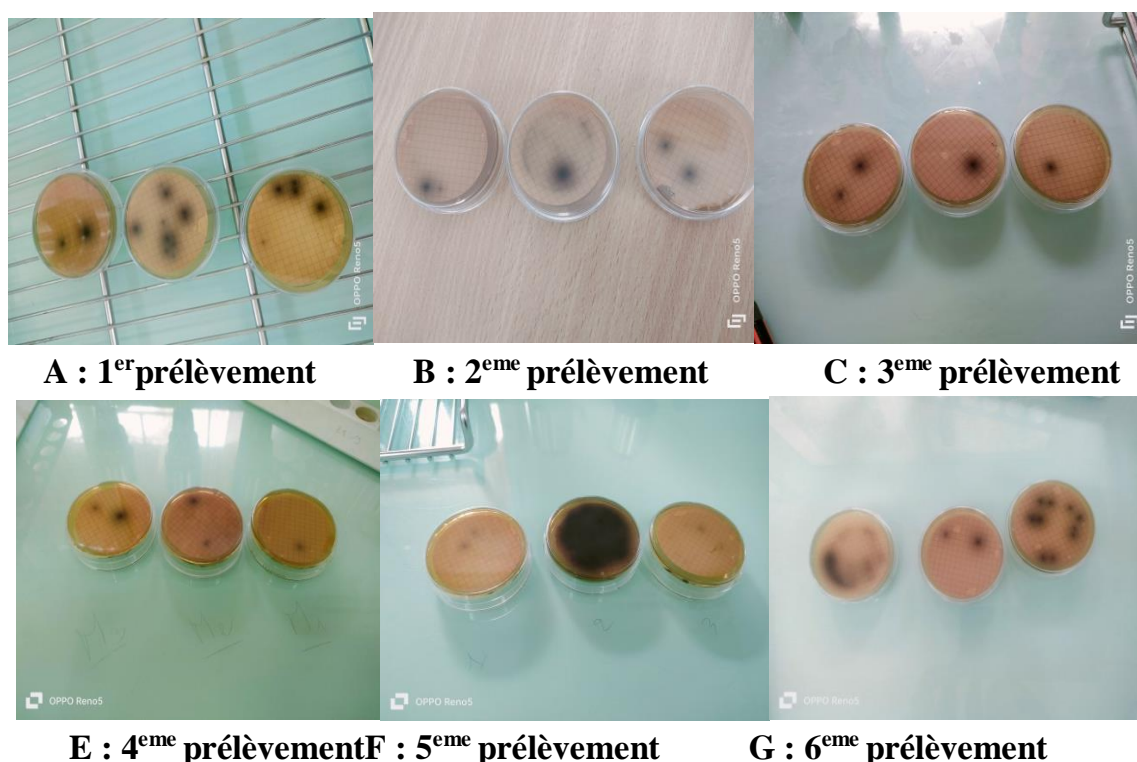
**Figure 80 : Confirmation de résultat de *Escherichia coli* avec Schubert (Benamar et benderdouch)**

### III.2 *Streptocoques fécaux* :

Les *Streptocoques fécaux* sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes (Sersoub D.2012).

La présence de *Streptocoque fécal* doit s'accompagner de la présence de *Coliformes fécaux* pour déterminer la contamination fécale de l'eau de mer, les résultats des analyses d'eau de mer ont été positifs au niveau de nos différents points d'échantillonnage.

Les résultats ont été confirmés par le milieu BEA.



**Figure 81** : Résultats de *streptocoques fécaux* (Benamar et benderdouch)

### III.3 Germe totaux :

C'est un indicateur de présence possible d'une contamination bactériologique. Ce test se réalise à deux températures différentes soit à 20°C (psychrophiles) soit à 37°C (mésophiles).

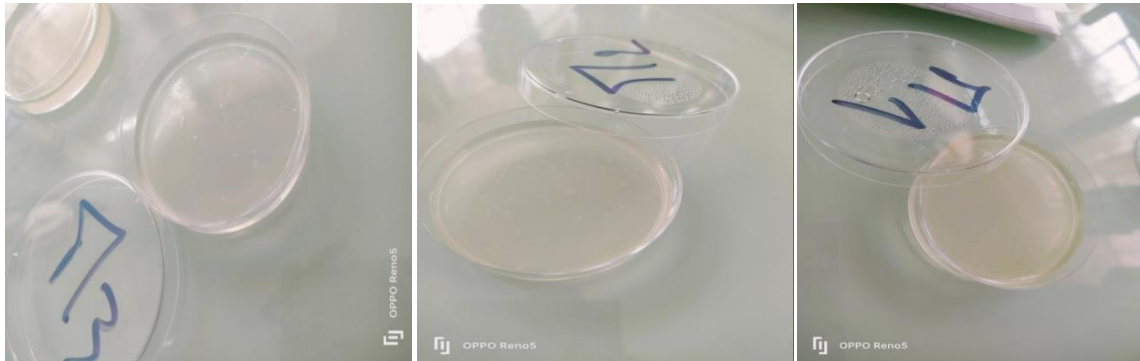
Les photos de la figure 82 montrent les résultats des analyses des germes aérobies dans l'eau de mer au niveau des trois points échantillonnés, elles ont été faites à températures de 37°.

La contamination de ces eaux par les germes totaux pourrait être due à la mauvaise protection des sources, la méconnaissance des règles élémentaires d'hygiène et la pollution avoisinante (Figarella et Leyral, 2002).

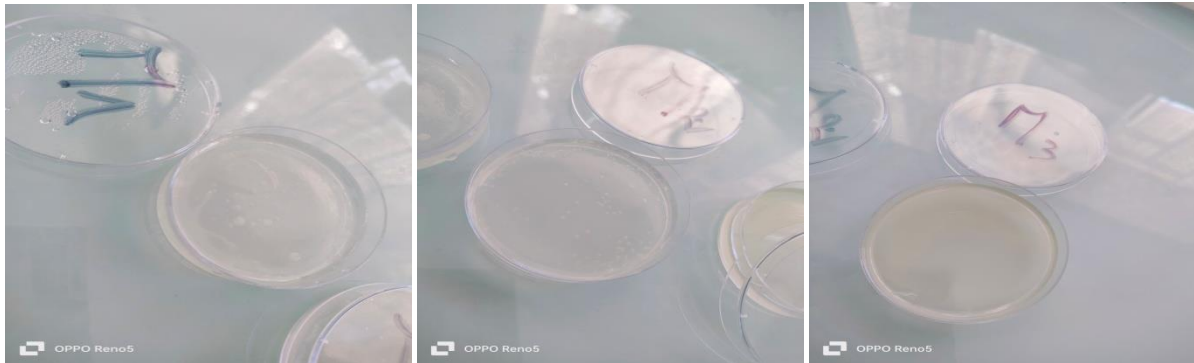


**A : 1<sup>er</sup> prélèvement**

**B : 2<sup>eme</sup> prélèvement**



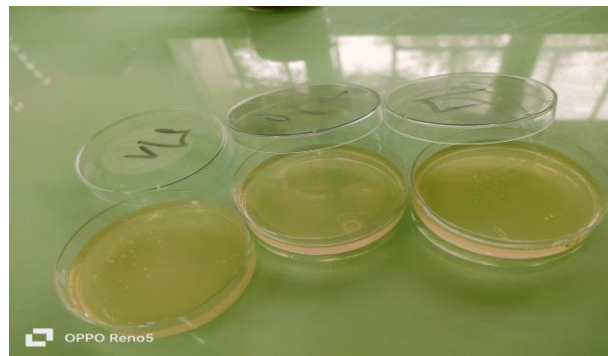
**C : 3<sup>eme</sup> prélèvement**



**D : 4<sup>eme</sup> prélèvement.**



**E : 5<sup>eme</sup> prélèvement.**



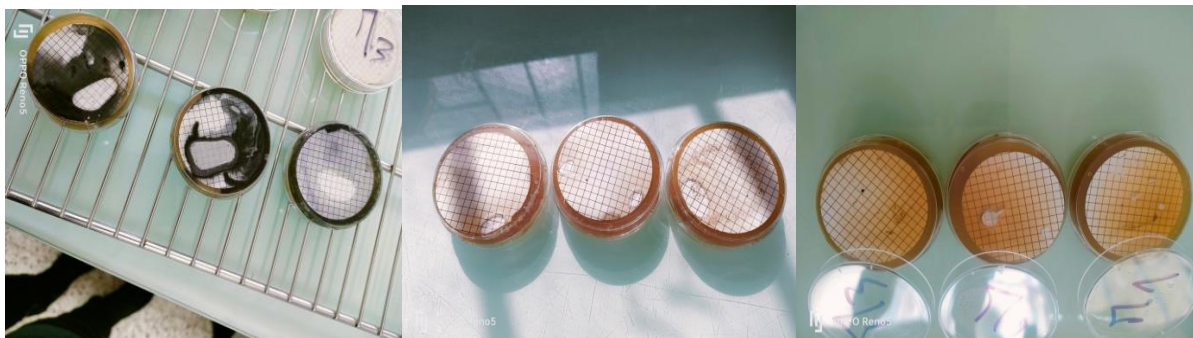
**F : 6<sup>eme</sup> prélèvement.**

**Figure 82 : Résultats des germes totaux (*Benamar et benderdouch*)**

#### III.4 Clostridium Sulfito-Réducteur :

Les photos 83ci-dessous montrent les résultats de Clostridium sulfito-réducteurs dans l'eau de mer au niveau des trois points étudiés.

Il faudra signaler que les bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des *coliformes fécaux* et des *streptocoques fécaux*, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne aux intermittentes étudié (Hamed et *al.*, 2012).



**A : 1<sup>er</sup> prélèvement**

**B : 2<sup>eme</sup> prélèvement**

**C : 3<sup>eme</sup> prélèvement**



**D : 4<sup>eme</sup> prélèvement**

**E : 5<sup>eme</sup> prélèvement F : 6<sup>eme</sup> prélèvement**

**Figure 83** : Résultats de Clostridium sulfite-réducteur (*Benamar et benderdouch*)

Toute fois nous avons aussi bien résumé nos différents résultats bactériologiques trouvés au niveau des trois points de prélèvement afin de mieux visualiser la situation de l'état de l'eau de mer échantillonnée.

**Tableau 10** : Résultat des analyses bactériologiques au niveau du 1<sup>er</sup> point (p1)

<u>P1</u>	Mars		Avril		Mai	
	Début du mois	Fin de mois	Début du mois	Fin de mois	Début du mois	Fin de mois
<i>Coliforme totaux</i> (UFC)	16	21	8	50	IND	IND
<i>Escherichia coli</i> (UFC)	11	3	6	15	35	10
<i>Streptocoque fécaux</i> (UFC)	5	3	2	1	2	13
<i>Germe totaux</i> (UFC)	<1UFC	<1UFC	<1UFC	10	100	100
<i>Clostridium sulfite réducteur</i> (UFC)	08	1	0	04	3	3

La variation des nombres de bactéries en générale est nettement significative au niveau des échantillons prélevées durant le mois de mai, ceci est dû principalement a l'augmentation de la température durant ce mois-ci.

**Tableau 11 :** Résultat des analyses bactériologique au niveau du 2<sup>eme</sup> point (p2)

<u>P2</u>	Mars		Avril		Mai	
	Début de mois	Fin de mois	Début de mois	Fin de mois	Début de mois	Fin de mois
<i>Coliforme totaux</i> (UFC)	15	43	12	48	IND	IND
<i>Escherichia coli</i> (UFC)	10	6	10	11	IND	20
<i>Streptocoque fécaux</i> (UFC)	10	3	1	2	IND	12
<i>Germe totaux</i> (UFC)	<1UFC	<1UFC	IND	70	40	80
<i>Clostridium sulfito réducteur</i> (UFC)	05	07	1	4	1	1

Durant tous les mois d'échantillonnage, les échantillons prélevés au niveau du point2 (1.5 m) représente des valeurs plus élevées que celle du point P1(0.5m).

**Tableau 12 :** Résultat des analyses bactériologiques au niveau du 3<sup>eme</sup> point (p3)

<u>P3</u>	Mars		Avril		Mai	
	Début de mois	Fin de mois	Début de mois	Fin de mois	Début de mois	Fin de mois
<i>Coliforme totaux</i> (UFC)	20	IND	4	45	IND	IND
<i>Escherichia coli</i> (UFC)	12	10	3	7	IND	30
<i>Streptocoque fécaux</i> (UFC)	2	2	1	2	4	2
<i>Germe totaux</i> (UFC)	<1UFC	<1UFC	8	15	110	40
<i>Clostridium sulfito réducteur</i> (UFC)	12	1	1	18	1	2

L'augmentation de la température à influencer fortement sur la présence des bactéries analyser au niveau des points d'échantillonnage et pour tous les échantillons prélever.

# ***CONCLUSION***

## **Conclusion :**

La mer est confrontée à des nombreux dangers et menaces ; notamment la pollution due au rejet d'eau domestiques et industrielles rejetées directement dans l'eau de mer ; ce qui constitue une menace sur la vie marine et une dégradation de l'écosystème marin avec sa biodiversité.

Notre étude à été menée dans le but de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de mer au niveau des rejets de la station de dessalement « El-Mactaa ».

Cette étude réalisée pendant les mois de mars, avril et mai, nous avons effectué des échantillons bimensuels au niveau de 03 points de distances et profondeur différentes.

De nos résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques on relève que :

- Les valeurs de pH et la température sont dans les normes.
- on avait observé que la turbidité de l'eau est claire au niveau de cette zone.
- l'augmentation de la conductivité sont due à la forte concentration de sels tels que les chlorures.
- la variation de la salinité est due à l'augmentation de la température et les différents rejets hyper salés de la station de dessalement.
- La variation des mesures de TH et TaC sont en rapport avec les produits utilisés pour le dessalement de l'eau.
- la mesure de  $Tca^{++}$  est directement proportionnelle à la concentration de  $Ca^{++}$ .
- L'augmentation des valeurs d'ammonium, fer, sulfate, chlorure, phosphore, sodum, potassium, manganèse, magnésium et bicarbonate sont causés par les produits chimiques et les métaux lourds utilisés dans le dessalement de l'eau de mer.
- La variation de la valeur des matières organique est fonction de la distance.
- La mesure de nitrite à été enregistré supérieure aux normes
- La mesure de nitrate à été enregistrée inférieure aux valeurs normatives.
- La variation de TDS montre que cette eau est chargée des sels inorganiques et quelques matières organiques.

En ce qui concerne les paramètres bactériologiques il à été confirmé la présence de toutes les bactéries et les germes de contaminations fécales.

Suite aux différents résultats obtenus lors de cette étude, nous avons confirmé que la station de dessalement « El-Mactaa » peut effectivement menacer directement l'écosystème du milieu marin environnant par la pollution résultante des multiples produits chimiques utilisés et puis rejeter dans l'eau de mer.

Afin d'essayer de réduire cet impact néfaste sur l'écosystème des stations d'épuration doivent être ajuster avant de rejeter à la mer l'eau résultante du dessalement.

## Références Bibliographique

---

- Alberd, 2002 : Francis Alberd Fr. sci géoscience : d'après Francis Alberd (professeur à l'école normal supérieure de Lyon news groups : Fr. géosciences.
- Aminot; A; Guillaud, J .F.1993. Spéciation du phosphore et apports en baie de seine orientale, IFREMER, Océanologique acta, Vol 16, N°5-6, pp 617-623.
- Aminot A. et Ghausspied M., 1983. Manuel des analyses chimique en milieu marin, Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO).
- Amiard-Triquet. C & Amiard J.C., 1980. Radio écologie des milieux aquatiques. Ed. MASSON, Paris, 191 p.
- Aminot et Kérouel, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins paramètres et analyses. Ed Ifremer, France, 336p.
- Aminot A. et Kéroul M., 2004. Manuel des analyses chimiques en milieu marin.
- Aminot A et Chaussepied M,1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin Edition : CNEXO, Brest, France, 395 P.
- Allam H., Mellah A. 2013. Etude économique et impact écologique de la station de dessalement de HONAÏNE (W. TLEMCEN). Proceeding du Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement SIHE 2013 Ouargla. 67-70.
- Alpha Amadou Diallo 2013. *Escherichia colipathogènes* et résistances aux antibiotiques dans les effluents d'origine humaine et animale. Thèse En vue de l'obtention du doctorat de l'université de Toulouse ; P : 29.
- Ayad w, 2016.Thèse doctorat Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (wilaya de Skikda) université Badji Mokhtar – Annaba p :19-20
- Bradai. M. N, 1994. Mémoire sur la floraison et la fructification de deux phanérogames marines sur les côtes sud-est de la Tunisie par asma Hamza, mohamed nedjm eddine Bradai, institue national scientifique et technique d'oceanographie et de peche, 3029 sfax (Tunisie). Mar. Life 1994.
- Bouderbala. M, 1997. Etat actuel de la pollution marine par les métaux lourds et son impact sur les cétacés dans le bassin algérien. Mémoire de Magister, Université d'Oran ,138p.

## Références Bibliographique

---

- Bouche sèche ,2002. Boucheseche, Cremille. E, Pelte T, Bojer K, 2002. Guide technique n°7, pollution toxique et éco toxicologie : notion de base. Lyon, Agence de l'eau Rhone- Méditerranée-Corse, 83pp.
- Bourgeois R., C-M., Mescle J-F. et Zucca J. 1991.Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome1.Edition Lavoisier. Tec et Doc.P:260-261.
- Bontoux J, 1993. Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturels, eaux usées, eaux de besoin. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.
- Chevallier. H. 2007. L'eau un enjeu pour demain, Etat Des Lieux Et Perspectives, Editions Sang De La Terre-Médial. France. 352p.
- Chemloul & Medjadji, 1997 ; GIS, 1996. De nombreuses substances de synthèse issues du génie humain ont la capacité d'engendrer les détergents, les biocides, les pesticides (DDT, Lindane...), les métaux lourds (Pb, Cd, Hg...).
- Chelli Djouhri et *al.* 2013.Mémoire master Analyses des eaux de réseau de la ville de Bejaia et évaluation de leur pouvoir entartrant 2013Université A. MIRA – BEJAIA p :13.
- Coulet. M. 2005. Fleuves, sources de vie.Agence de l'eau Rhine Meuse. France.
- Degremont. G., 2005. Mémento technique de l'eau. Tome 1 et 2. 10ème édition, TEC& DOC, Lavoisier, Paris, France, 1718 p.
- D. Stewart., 2012. Zinc element facts. Chemicoo
- Desalination,2008. Resource and Guidance Manual for Environmental Impact Assessments , United Nations Environment Programme (UNEP)
- The future of seawater desalination 2011. energy, technology, and the environment : publication de Elimelech et Phillip.
- Ecodit-Iaurif., 1997. Regional environmental assessment report on the coastal zone of Lebanon. Government of Lebanon, Council for development and reconstruction.
- Edberg R., Raczynski M., Prost J-C. et Elmur T. 2000. Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect technique et financiers. OIE au, France p5.
- Elimelech et Phillip, 2011.The future of seawater desalination : energy, technology, and the environment.

## Références Bibliographique

---

- Estelle, Marion Kern-Benaibout 2006. *Escherichia coli* potentiellement pathogènes pour l'homme. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse.
- Faurie C, Christiane F, Paul M, Jean D, Jean-Louis H, 2012. *Écologie Approche scientifique et pratique*, 6ème, Edition TIC& DOC. France. p236.
- Figarella J., Leyral G. et Terret M., 2002. *Microbiologie Générale et Appliquée*. Edit. Jacques Lanore, 285.
- Genin B, Christian C, Françoise M. 2003. *Cours d'eau et indices biologiques : pollution, méthodes*, IBGN, Editions Educagri. Paris. 221 p.
- Gesampe 1989. (IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). *The atmospheric input of trace species to the world oceans*. Rep. Stud. GESAMP, (38):111p.
- Goeury D. 2014. *La pollution marine*, in Woessner Raymond, *Mers et océans*, Edition Atlante, Clefs concours. Paris. 224 p.
- Gravez V. et Bernard G., 2006. *Pollution marine, Les définitions*. [www.com.univmrs.fr](http://www.com.univmrs.fr).
- Gaujous D. 1995. *La pollution des milieux aquatique : aide-mémoire*. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.
- Gaujous, 1995. *La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire (2ème éd.) Traitement des eaux de refroidissement*.
- Ghazali D. et Zaid A., 2013. *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes-Maroc)*. Larhyss Journal, 12 : pp. 25-36.
- Hebbar.C, 2005. *Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignades, cas des plages de Ain Franine et de Kristel*, Mémoire de Magister, Université d'Oran, 228p.
- Hugh L. 1995. *Le problème et défis liés à l'environnement l'océan demain*. Human impact on the oceans: the 1990s and beyond, vol 31, N° 4-12. p147-151.
- Hamrd. M et al, 2012. *Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar*. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie. Université de Bechar. pp 7, 9.
- Hubert Brugère et al. *E.coli* producteurs de shigatoxines (STEC) ; P 23-28.
- INRA, 2004. *Institut National de la Recherche Agronomique. Pollution*.

## Références Bibliographique

---

- Invanoff A, 1972. Paramètres physico-chimiques des eaux de mer. Edt Librairie Vuibert.Tome I. 208p.
- Jeanne Mager S. 2000. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail ; bureaux internationaux du travaille Genève.
- Jean-Noel S. 2003. Danger pollution, presses universitaires de bordeaux. Édition Presses Universitaires de Bordeaux. 172 p.
- J.Jaime Sadhwani, JoseM.Veza, S.Carmelo, 2005. « Case studies on environmental impact of seawater Desalination » ; Desalination Vol.185.
- Jean claude B. 1992.Chimie des eaux 2 eme édition. Les éditions de griffond d&#39; argile p213- 215.
- Joel G. 2003. La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre (2003).167p.
- Jean-Philippe Lavigne – DFGMS2 ‘Infectieux’.  
<http://science.Howstuffworks.Com/environmental/life/cellular-microscopic/cell1.htm> –
- Larousse Medical2003. 150 nouveaux articles. 6000 articles revus de A à Z. Nouvelle édition. Larousse /VUEF.
- Laurence L. 2013. Underwater seascapes. From geographical to ecological perspectives. 286p.
- Lacaze, J. C. 1993. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Bellan-Santini D., Lacaze J.C., poizat C. eds. Secrétariat de la Faune et de la Flore. Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris.
- Ladjel F, 2006. Exploitation d&#39; une station d&#39;épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l&#39; assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.
- MignauxL. Meddtl. 2010. Pollutions et qualité du milieu marin, environnement littoral et marin. Commissariat général au développement durable. Service de l'observation et des statistiques.
- M. D. D. E. P, 2006 ; Ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs du Québec.
- Maurel A. 2006. Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. 2ème Ed. Lavoisier. France. 285 p.

## Références Bibliographique

---

- Mme Mechai Née Debabza Manel 2005. Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba. Université Badji-Mokhtar- Annaba. Thèse de Magister.
- Merabet. S, 2010. Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine. pp 4, 5,9.
- Mekhalif Faiza, 2009. « Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement », université du 20 Aout 1955, Skikda, mémoire de magistère, Algérie,
- Metahri Mohammed Saïd,2012. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, Cas de STEP Est de ville de TiziOuzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat, Algérie.
- Mariani-Kurkdjian ; E-Bingen. 2012. Physiopathologie et virulence d'*Escherichia coli* producteur de shiga toxine ; P279.
- Mainil J 2003. Facteurs de virulence et propriétés spécifiques des souches invasives d'*Escherichia coli* P : 106-113.Vol :147.
- BidiZaina et Djidja Célia, 2022. Analyse de quelques paramètres physico-chimiques d'une source d'eau au niveau de la commune de Mizrana (Tizi-Ouzou) ; Mémoire de fin d'études ; Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- National Oceanic and Atmospheric Administration., 2003. Ocean and Coastal Resource Management, Water Quality Protection and non-point source pollution control in San-Francisco Bay, San Francisco Bay Conservation and Development Commission,http://www.bcdc.ca.gov.
- OECD. 2012. Études de l'OCDE sur l'eau Qualité de l'eau et agriculture Un défi pour les politiques publiques: Un défi pour les politiques. OECD Publishing, France. 172 p.
- Olivaux Y,2007. La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. 563 p.
- Olivier Tenailon, David Skurnik, Bertrand Picard and Erick Denamur, 2010. The population genetics of commensal *Escherichia coli* ; Vol 8; P:207.
- Rodier et al, 2005. Analyse de l'eau : eaux naturelles aux résiduaires, eau de mer, 8ème édition Dunod, paris, 1383p.

## Références Bibliographique

---

- Rodier., 2009. L'analyse de l'eau – 10e étude eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.
- Ramade F, 2000. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edition : Ediscience International, France, 690p, p428.
- Rejsek; F, 2002 : Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Série science et techniques de l'environnement. Edition Scérén, Paris, 358 p.
- Rodier J., 2009. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.
- Rodier J, 1996. L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer) 8ème Edition Dunod, Paris
- Rodier.J. 2005. L'analyse de l'eau ; eaux naturelles eaux résiduaires eaux de mer .9<sup>ème</sup> édition du nord Paris p 66.
- Rodier J., Legube B. et Merlet N., 2009. L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579 p
- Sari. H, 2014. « Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen) », Diplôme de master, Sciences des aliments, P14, P19.
- SouhilaBoubrit et NafaaBoussad, 2007. Détermination &quot;in vitro &quot; du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d&#39;eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou – Ingéniorat ; état en biologie.
- Saidi S., 2014 : La qualité des eaux du sous bassin versant de l'oued aissi. Mémoire ingénieure. Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 169 p.
- SI Anderrahmane O., 2016. Contribution à l'évaluation du système management et qualité des paramètres physico-chimiques, bactériologiques et organoleptiques des eaux des stations de traitement Taksebt et Boudouaou. Mémoire de master : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- UNEP, 2008. Desalination, Resource and Guidance Manual for Environmental Impact Assessments : United Nations Environment Programme
- Vincent M. 2006. Etude d'expertise en Aquaculture -Environnement -Pêche – Pollution. Saint-Maximin –France.

## Références Bibliographique

---

-Yao et al, 2009. Assessment of Sediments Contamination by Heavy Metals in Topical Lagoon Urban Area (Ebrité Lagoon,Cote d'Ivoire).European Journal of Scientific Research, Vole .34No.2(2009),pp.280-289.

-<https://www.aquaportail.com/definition-6142-eau-de-mer.html>

-[https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau#:~:text=Les % 20 cons % C3 % A 9 quences % 20 de % 20 la % 20 pollution, maladies % 20 ou % 20 des % 20 perturbations % 20 endocriniennes.](https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau#:~:text=Les%20cons%C3%A9quences%20de%20la%20pollution,maladies%20ou%20des%20perturbations%20endocriniennes.)

-<https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau#:~:text=Les%20cons%C3%A9quences%20de%20la%20pollution,maladies%20ou%20des%20perturbations%20endocriniennes.>

-<https://youmatter.world/fr/definition/acidification-des-oceans-definition/#:~:text=Le%20pH%20moyen%20des%20océans,nous%20la%20connaissons%20aujourd%27hui.>

- [https://www.vigilab.com/documentation/fiches-microbiologie/asr./](https://www.vigilab.com/documentation/fiches-microbiologie/asr/) ÉCRIT PAR M. BOYER