

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE FIN D'ETUDE VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEURE
D'ETAT EN SCIENCE DE LA MER

OPTION : Environnement marin et côtier

Thème

**Les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer et
des sédiments au niveau de la plage El Bahdja dans la
baie d'El Djamila**

Présenté par :

ARBAOUI Abir

DAHMANI Amina

Soutenu le 18 /07/2023 devant le jury suivant :

Mme. KERAGHEL Mehdi	MCB- ENSSMAL	Présidente
Mr. DRICHE Mohamed	MCA - ENSSMAL	Promoteur
Mme. GHAZI Malika	MCA – ENSSMAL	Examinatrice
Mr. LOURGUIOUI Hichem	MCB – ENSSMAL	Examineur BMC

Promotion : 2022/2023

REMERCIEMENT

Nous tenons à exprimer ma profonde gratitude et NOS sincères remerciements à tous ceux qui nous avons soutenu tout au long de mon parcours universitaire.

*Tout d'abord, nous tenons à remercier notre promoteur, **Monsieur. DRICHE M**, pour ses conseils d'expert et son engagement tout au long du projet. Sa patience, son expertise et sa disponibilité ont grandement facilité la réalisation du travail.*

*En particulier, nous tenons à remercier chaleureusement Mme **KERAGHEL M** qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.*

*Nous tenons également à remercier les membres de jury, Mme **GHAZI M** et Mr. **LOURGUIOUI H** pour avoir bien accepté d'examiner ce travail, pour leur temps précieux, leurs commentaires constructifs et leurs suggestions qui ont grandement amélioré la qualité de ma mémoire.*

*Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à **l'incubateur bleu**, à Mme. **MAOUEL** et Mme **FALEH** pour les formations exceptionnelles que vous avez offertes et pour les formateurs talentueux que vous avez mis à notre disposition. Grâce à vos formations de qualité, nous avons pu acquérir les connaissances, les compétences et les outils nécessaires pour réussir dans nos parcours entrepreneuriaux.*

DEDICACE

Avec une profonde gratitude, je dédie ce travail à tous ceux qui m'ont entouré, soutenu et encouragé. Votre amour, votre patience et votre soutien indéfectible ont été une source constante d'inspiration tout au long de ce parcours académique.

En cet instant de réflexion, je veux exprimer ma profonde gratitude envers moi-même. Merci d'avoir fait preuve de patience et de persévérance dans les moments difficiles, d'avoir maintenu le cap malgré les obstacles qui se sont dressés sur ma route.

A mon père **LAKHDAR**, je te remercie du fond du cœur pour ta présence dans ma vie, pour ton amour et pour les sacrifices que tu as consentis pour mon bonheur et ma réussite. À toi maman **AKILA**, ma source d'inspiration tu as été là à chaque étape de ma vie, encourageant mes rêves, essuyant mes larmes et célébrant mes réussites, ta patience infinie, Je t'aime plus que les mots ne peuvent l'exprime. Que Dieu vos garde pour moi et mes sœurs.

Je souhaite également remercier mes sœurs **Haïfa, Amira et Roumaïssa**, mes frères **Imad, Sabri et Soufian**, mes chers oncles **Antar, El Hadi, Zidan, Ramzi et Choukri**, mes tantes **Meriem et Karima** et mes chers cousins et cousines **Salsabil, Islam, Rawnak, Tasnim, Malak, Nour et Yazen**.

À toi **Pedro**, je dis merci pour chaque éclat de rire partagé, pour chaque épaule sur laquelle j'ai pu m'appuyer.

Un grand merci à mes amis qui sont ma deuxième famille : **Zaina, Meriem, Fiyou, Hadil, Islem RADJAI, Houria, Nada, Mountaha, Anis SEHIL, Sawsen, Timou, Fadoua, Manix, L'WES, Lamcha, Ala, Farah, Zoula, Selma, Ramzi biodiversité, Khouloud et Sanaa, Mani, Katia, Chaima, Melissa Ait youcef, Nesrine, Hayet, les jumelles, Fatna, AZIZ, Ahmed, Boubakar, Asma, Soulef, Oumaima, Chourouk, Halima, Ines Aït oubli, Kossiala et les membres de club ORCA**.

Enfin, je tiens à adresser mes remerciements sincères à mon moniteur de plongée **Sofiane Daoui** qui a souffert avec moi durant mon stage P1 et tous **les membres de club el Mordjane**, aussi à mes camarades de promotion 2018 spécialité environnement.

Votre influence positive restera à jamais gravée dans mon cœur et dans cette mémoire. Abir

DEDICACE

Je dédie ce travail à mes parents HOURIA et MOHAMMED

Mon frère PEDRO,

Mes amis, mes proches,

Et mes chats.

AMINA

Contenu

REMERCIEMENT	2
<i>DEDICACE</i>	3
<i>DEDICACE</i>	4
La liste des figures.....	9
La liste des tableaux	1
Liste des abréviations	2
Introduction	2
Chapitre I : Généralités	5
I.1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau.....	5
I.1.1. Caractéristiques physico-chimique	5
I.1.1.1. Température (° C) :	5
I.1.1.2. Potentiel hydrogène.....	5
I.1.1.4. Oxygène dissous (mg/l):.....	6
I.3.2.3. Le potentiel redox E_h (Volts)	7
I.2. Définition de pollution de l'eau de mer	7
I.3. Classification de pollution selon la source et la nature	8
I.3.2. Selon la Source de pollution :	8
I.3.2.3. Pollution urbaine :	8
I.3.2.3. Pollution industrielle :	9
I.3.2.3. Pollution agricole :	9
I.3.2. Classification selon la nature :	9
I.3.2.3. Pollution chimique	9
I.3.2.2. Pollution biologique	10
I.3.2.3. Pollution physique.....	10
I.4. Pollution de l'eau de mer par les hydrocarbures	11
I.5. Pollution de l'eau de mer par les métaux lourds	11
I.6. Les paramètres indicatrices de pollution de l'EDM.....	11
I.6.1. Turbidité : (NTU).....	11
I.6.2. Matières en suspension	12
I.6.3. Matière organique (MO)	12
I.7. Les sels nutritifs	12
I.7.1. L'azote ($\mu\text{mol/l}$).....	12

I.7.1.1.	L'azote ammoniacal (mg/l) ou bien ($\mu\text{mol/l}$)	13
I.7.1.2.	Nitrite Et Nitrate NO_2^- et NO_3^- ($\mu\text{mol/l}$).....	13
I.7.2.	Phosphate PO_4^{-3} ($\mu\text{mol/l}$)	13
I.7.3.	La silice dissoute SiO_2 ($\mu\text{mol/l}$)	13
I.8.	Paramètres microbiologiques	14
I.9.	Germes témoins de contamination fécale.....	14
I.9.1.	Coliformes.....	14
I.9.1.1.	Coliformes totaux (CT)	14
I.9.1.2.	Coliformes thermo-tolérants	14
I.9.2.	Les streptocoques fécaux (SF)	15
I.10.	Les sédiments	15
II.	Présentation de la zone d'étude (Baie d'El Djamila) :	17
II.1	Situation géographique :	17
II.2.	Morphologie générale :	18
II.2.1	Géomorphologie générale :	18
II.2.2.	Dynamique sédimentaire :	18
II.2.3.	Topographie sous-marine :	18
II.3.	Données naturelles :	19
II.3.1.	Données océaniques :	19
II.3.2.	Données climatique :	19
II.3.	Hydrologie (L'Oued de Beni-Messous) :	21
II.4.	La station d'épuration de Beni Messous :	22
	Les étapes de traitement des eaux usées	22
	<input type="checkbox"/> Prétraitement :	22
	<input type="checkbox"/> Traitement primaire	23
Chapitre III : Matériels et méthodes.....		26
III.1.	La sortie en mer	26
III.2	Choix et localisation des stations de prélèvement.....	26
III.2.1	Le matériel utilisé lors de la sortie en mer	27
III.3.	Les prélèvements de l'eau	27
III.4.	Les prélèvements des sédiments.....	27
III.4.1.	Mesures in-situ.....	27
III.4.1.1.	Température.....	27

III.4.2.	Les analyses au laboratoire	28
III.4.2.1.	Salinité et conductivité	28
III.4.2.2.	La matière en suspension.....	28
III.4.2.3.	Mesure de pH.....	29
III.4.2.4.	Mesure de l'oxygène dissous.....	29
III.4.2.5.	La matière organique dans l'eau de mer.....	31
III.4.2.6.	Le taux de matière organique dans le sédiment.....	31
III.4.2.7.	Turbidité	32
III.4.2.8.	Dosage des sels nutritifs	32
III.4.2.9.	Analyse granulométrique.....	35
III.4.2.10.	Analyse microbiologique	36
IV.	Résultats des paramètres physico-chimiques	39
IV.1..	Température	39
IV.2.	La salinité.....	40
IV.3.	La conductivité.....	42
IV.4.	Le potentiel Hydrogène.....	43
IV.5.	La turbidité.....	44
IV.6.	L'oxygène dissous	46
IV.7.	Les matières en suspension (MES)	48
IV.8.	Matière organique particulaire	49
IV.9.	Le taux de la matière organique dans le sédiment	50
IV.10.	Dosage des sels nutritifs.....	51
	Les données collectées au port de Sidi Fredj sont résumées ci-dessous, sous forme de valeurs minimales, moyennes et extrêmes, avec une représentation graphique.....	51
IV.10.1	Nitrates.....	51
IV.10.2.	Nitrite.....	53
IV.10.3.	Les orthophosphates	55
IV.10.4.	Les silicates.....	57
IV.11.	L'analyse microbiologique	59
IV.11.1.	Les coliformes totaux	60
IV.11.2.	Les coliformes Fécaux.....	60
IV.11.3.	Streptocoques fécaux	61
IV.12.	Analyses granulométriques	61
Conclusion.....		65

Bibliographie.....	68
Les annexes	72
Annexe 1 :.....	72
Annexe 2.....	72
Annexe 3 :.....	72
Annexe 4 :.....	73
Annexe5 :.....	74
Annexe 6 :.....	75
Annexe 7 :.....	75
Annexe 8 :.....	75
Annexe 9 :.....	76
Annexe 10 :.....	76
Annexe11 :.....	77
Annexe12 :.....	77
Annexe 14 :.....	81
Le Business Modèle Canva.....	83
<i>Fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé</i>	<i>83</i>
Introduction	83
Problématique.....	83
Approche de la solution avec le produit	83
Estimation économique :	84
Le marché	85
Résumé	85
Les besoins de la réalisation du projet.....	85
Activités clés.....	86
Les valeurs ajoutées :	86
Partenariats clés	86
Les plongeurs sous-marins ;.....	86
Le segment client	86
Relations clients :.....	87
Canaux de distribution	87
Le tableau de BMC.....	88
Résumé.....	89

Abstracts.....	89
المخلص	90

La liste des figures

Figure 1: Classification de la pollution	8
Figure 2: Une carte représente la zone d'étude (ArcMap 10.3)	17
Figure 3: Carte schématique des différents ouvrages de la station d'épuration de Beni-Messous (BENALLAOUA, 2013).....	22
Figure 4: La localisation des stations de prélèvement d'eau de mer et de sédiments. (ArcMap10.3)...	26
Figure 5: Variation de la température en fonction des stations.	39
Figure 6: Carte de la répartition de la salinité en fonction des stations.	40
Figure 7: Variation de la salinité en fonction des stations.....	41
Figure 8: Carte de la répartition de la salinité en fonction des stations.....	41
Figure 9: Variation de la conductivité en fonction des stations.	42
Figure 10: : Carte de la répartition de la conductivité en fonction des stations.....	43
Figure 11: Variation de pH en fonction des stations	44
Figure 12: Carte de répartition du pH en fonction des stations	44
Figure 13: Variation de turbidité en fonction des stations.....	45
Figure 14: Carte de répartition de la turbidité en fonction des stations.....	46
Figure 15: Variation de l'oxygène dissous en fonction des stations.	46
Figure 16: Carte de répartition de l'oxygène dissous en fonction des stations.	47
Figure 17: Variation de MES en fonction des stations.....	48
Figure 18: Carte de répartition de MES en fonction des stations.....	49
Figure 19: Variation de Matière organique particulaire en fonction des stations.....	49
Figure 20: Carte de répartition de MO en fonction des stations.....	50
Figure 21: Variation de Pourcentage de matière organique % en fonction des stations.	50
Figure 22: Carte de répartition de MO dans le sédiment en fonction des stations.	51
Figure 23: Variation de concentration de Nitrate en fonction des stations.....	52
Figure 24: Carte de répartition de nitrate en fonction des stations.....	53
Figure 25:Variation de concentration de Nitrite en fonction des stations.	54
Figure 26:Carte de répartition de nitrite en fonction des stations.....	55
Figure 27:Variation de concentration d'orthophosphates en fonction des stations.....	56
Figure 28:Carte de répartition d'orthophosphates en fonction des stations.....	57
Figure 29:Variation de concentration de silice en fonction des stations.	58

Figure 30: Carte de répartition de silice en fonction des stations.....	58
Figure 31 : la variation des coliformes totaux en fonction de la dilution et les stations	60
Figure 32 : Variation des CF en fonction des dilutions et les stations	60
Figure 33: une photo d'échantillon (montrant les résultats négative)	61
Figure 34: photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire	73
Figure 35: photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire	74
Figure 36: photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire pour la granulométrie	78
Figure 37: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 1	78
Figure 38: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 2	79
Figure 39: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 3	79
Figure 40: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 4	80
Figure 41: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 5	80
Figure 42: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 6	81
Figure 43: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 7	81

La liste des tableaux

Tableau 1: Fréquence saisonnière des houles au large par direction en pourcentage et par des classes des hauteurs significatives (SHFM, 2016)	20
Tableau 2:Caractéristiques des eaux usées de l'Oued de Beni-Messous (BOUYAHIA, 2010).....	21
Tableau 3:Les valeurs moyennes des rejets de la station de Beni-Messous (Houma,2022)	23
Tableau 4: les résultats des analyses microbiologiques.....	59
Tableau 5: Calcul des indices granulométriques et interprétation des résultats	62
Tableau 6: Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels	72
Tableau 7: Coordonnées géographiques et les résultats obtenus pour les paramètres	72
Tableau 8: les concentrations de la matière en suspension en fonction des stations	75
Tableau 9: Variation de teneur de la matière organiques dans l'eau de mer en fonction des stations ...	75
Tableau 10: Variation de concentration OD en fonction des stations	76
Tableau 11 : Variation de turbidité et pH en fonction des stations	76
Tableau 12: Variation de matière organique dans le sédiment en fonction des stations	76
Tableau 13: les résultats des analyses microbiologiques en fonction des stations et dilution.....	77

Liste des abréviations

μmol : micromole.

cm³ : centimètre cube.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

GESAMP : Groupe des Experts Scientifiques et Aspect de Protection de l'environnement Marin.

GPS : Système de positionnement global.

HCL : l'acide chlorhydrique.

l : litre.

m : mètre.

MES : La matière en suspension.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

mS : milli-Siemens

MO : Matière organique.

NH₃: Ammoniac.

NH₄⁺: Ammonium.

NO₂⁻ : Nitrite.

NO₃⁻ : Nitrate.

OD: L'oxygène dissous.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

P: Phosphore.

pH: potential Hydrogène.

PO₄-3, H₂PO₄, HPO₄- : Orthophosphate.

Pop: polluants organiques persistants.

PSU : Pratical Salinity Unit.

S : salinité.

SiO₂ : La silice dissoute.

T: Temperature.

WTW: Wissenschaftliche Technische Workstätten.

Introduction

Introduction

Un écosystème marin est un système écologie complexe qui comprend tous les organismes vivants et leur environnement physique dans l'eau de mer, qu'il s'agisse d'océans, de mers, de zones côtières ou d'estuaires. Cet écosystème compose de deux matrices principales qui sont l'eau et les sédiments, ces deux matrices sont essentielles pour la stabilité et le fonctionnement des écosystèmes marins.

L'eau est le milieu de vie principal, fournissant aux organismes marins l'oxygène, les nutriments et les conditions physico-chimiques nécessaires à leur survie. Les sédiments, quant à eux, servent de substrat pour de nombreux organismes benthiques, tels que les coraux, les mollusques et les éponges, qui jouent un rôle clé dans la structure et la fonction des écosystèmes.

La pollution de l'écosystème marin est devenue un des problèmes majeurs posés par l'environnement. Les facteurs qui en sont responsables ne cessent de s'accroître et de le déséquilibrer surtout par l'action de l'homme. Le problème de pollution s'aggrave à l'heure actuelle et constitue un danger pour la santé publique, en raison de l'accroissement démographique et du développement technologique des villes, plus marquée sur les zones côtières (**Souidi, 2008**).

Le littoral algérien est confronté à plusieurs problèmes de pollution qui menacent la santé des écosystèmes marins et la qualité de vie des populations côtières notamment la pollution par les déchets solides et la pollution par les eaux usées non traitées ou mal traitées provenant des zones urbaines et industrielles peuvent se déverser directement dans la mer, entraînant une contamination des eaux côtières. La baie d'El Djamila, située à Alger, est malheureusement confrontée à de sérieux problèmes de pollution. En raison de l'urbanisation croissante, des activités industrielles et des pratiques de gestion des déchets inadéquates.

Cette problématique est l'objet pour le quel qu'on s'est fixé dans le cadre de ce travail qui traite les paramètres physico-chimique de l'eau de mer et le sédiment dans la baie El Djamila plage El Bahdja.

Le travail présenté s'organisé en 4 chapitres suivants :

-
- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique qui concerne des généralités sur la pollution marine et les paramètres physico-chimique et microbiologique de l'eau de mer et sédiment.
 - Le deuxième chapitre consiste à une présentation de la zone d'étude avec sa morphologie, et un petit résumé sur la station d'épuration et ses rejets.
 - Le troisième chapitre est une description des différentes méthodes utiliser pour réaliser les analyses in-situ et celle de laboratoire.
 - Le quatrième (dernier) chapitre qui est les résultats et discussions qui traite les résultats qui on les obtenus d'après les analyses de l'eau de mer et les sédiments de notre zone d'étude et leurs discussions.

Chapitre I : *Généralité*

Chapitre I : Généralités

I.1. Les paramètres physico-chimiques de l'eau

I.1.1. Caractéristiques physico-chimique

Les principales propriétés physicochimiques répandues dans le domaine de l'océanographie sont généralement la température, la salinité, la turbidité, la transparence de l'eau que nous allons évoquer ainsi que d'autres paramètres. Ces paramètres peuvent dépendre les uns des autres et la variabilité de chaque paramètre a une incidence sur une caractéristique particulière de l'eau de mer.

I.1.1.1. Température (° C) :

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyses dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau (**Hayek, 2021.**)

La température est l'élément de base de toutes les réactions chimiques. C'est un facteur essentiel dans le contrôle de tous les paramètres physicochimiques d'un écosystème donné (**Gaujous, 1995**). La température doit être mesurée sur le site et dans le laboratoire. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré. La température de l'eau de surface varie en fonction de la température ambiante d'une part et celle de la saison d'autre part. (**Hayek, 2021.**)

I.1.1.2. Potentiel hydrogène

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. L'eau pure a un pH de 7, mais les sources d'eau sont généralement légèrement acides en raison des précipitations et des polluants présents dans l'eau. (**Hayek, 2021.**)

Le pH de l'eau de mer voisin de 8,2 est principalement fixé par la présence des carbonates : CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} . La modification des concentrations en CO_2 (respiration, photosynthèse ou

échange air-océan) ou en CO_3^{2-} (précipitation) entraîne donc une modification du pH (**Aminot et Chaussepied, 1983**). Le pH doit être mesuré sur le terrain avec un pH-mètre ou un colorimètre. (**Hayek, 2021**.)

I.1.1.3. Conductivité (mS/cm) :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. (**Hayek, 2021**.)

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau. Un conductimètre est un appareil destiné à mesurer la conductivité de l'eau.

I.1.1.4. Oxygène dissous (mg/l):

L'oxygène dissous constitue une composante essentielle de l'eau, car il permet à la faune de vivre et conditionne les réactions biologiques qui se produisent dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg /l (**Rejsek, 2002**).

La teneur de l'oxygène dans l'eau est fonction de l'origine de l'eau : les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation ; par contre, les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre. La cause des variations de la teneur en oxygène pouvant être fonction de la présence des végétaux, des matières organiques oxydables, des organismes et des germes aérobies, ainsi que la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface. Dans les milieux à faible taux de renouvellement (milieux fermés), la teneur en oxygène dissous a tendance à diminuer avec la profondeur. (**Djermakoye, 2005**).

I.3.2.3. La salinité (PSU) :

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale pour étudier l'environnement marin. Elle correspond à la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On évalue

maintenant la conductivité et on l'exprime en UPS : Unité Pratique de Salinité, qui équivaut approximativement à 1 mg/g de sel. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg (**Chevallier, 2007**).

I.3.2.3. Le potentiel redox E_h (Volts)

Il informe sur la nature réductrice ou oxydante des eaux et affecte les états d'oxydation des éléments (Fe, Mn, N, O, S...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominant alors qu'une diminution des niveaux d'oxygène entraîne une réduction du potentiel redox, les conditions deviennent petit à petit réductrices. (**Hayzoun, 2014**.)

I.2. Définition de pollution de l'eau de mer

On peut définir la pollution d'eau comme une dégradation de la qualité en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques.

Le groupe d'expert chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP) a défini la pollution des eaux comme 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**).

L'UNESCO la définit comme étant tous rejets à la mer directe ou indirecte de substance ou d'énergie d'origine humaine qui a un effet nuisible sur les organismes vivants, dangereuse pour la santé humaine, qui empêche l'utilisation de la mer, altère la qualité de l'eau de mer et réduit les possibilités de l'utilisation aux fins de loisirs.

De même l'organisation mondiale de la santé (OMS) a fourni la définition suivante :

la pollution des milieux aquatiques est définie comme étant , toute modification des propriétés physique, chimique ou biologique ou tout rejets de substances liquides , gazeuses ou solides dans l'eau d'une façon à créer une nuisance préjudiciable du point de vue de la santé , de la sécurité et du bien-être publique , soit de ses usages destinés à des fins domestiques, commerciales , agricoles ,réactives et autres , soit de la faune sauvage et aquatique.

D'après ces quelques définitions on est sûr que la pollution des eaux est due essentiellement aux activités humaines ainsi qu'aux phénomènes naturels, elle a de nombreux impacts sur la santé publique et les écosystèmes marins.

I.3. Classification de pollution selon la source et la nature

La pollution de l'eau de mer est classer selon deux grandes critères qui sont la nature et la source comme il est expliqué dans la figure I.01 : Classification de la pollution (Galaf et Ghonnam, 2003).

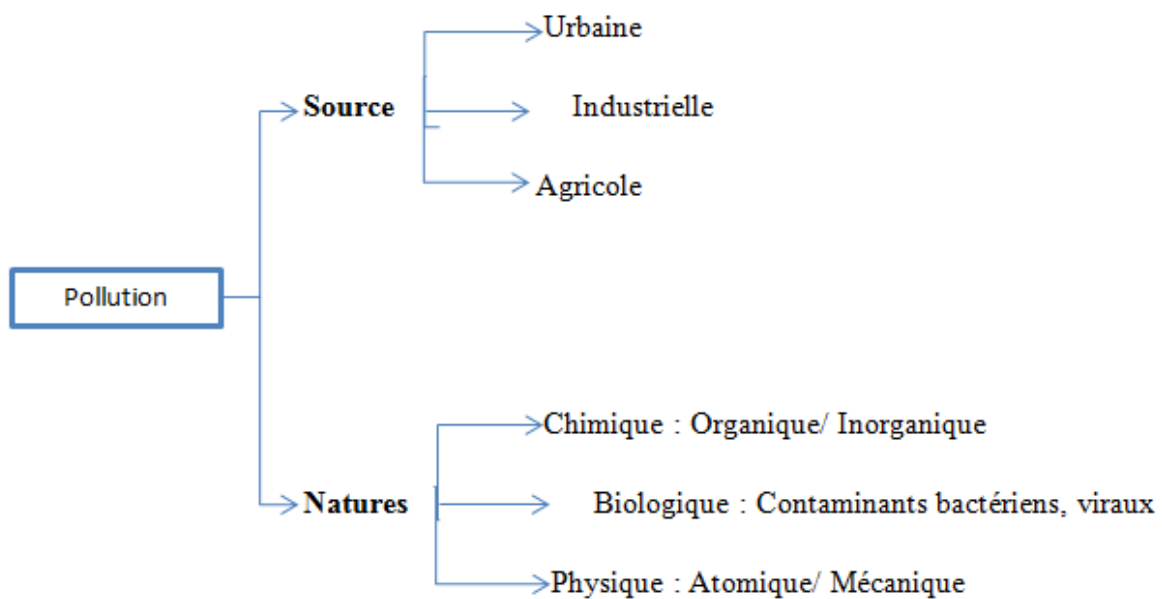


Figure 1: Classification de la pollution

I.3.2. Selon la Source de pollution :

Cette pollution provient de plusieurs sources d'origine anthropique, les principales sont: Urbaines, Industrielles, Agricoles.

I.3.2.3. Pollution urbaine :

Due principalement aux rejets domestiques (eaux domestiques, eaux collectives de lavages, huiles de vidanges, médicaments périmés, matières fécales, etc.).

Elle est liée aux grandes concentrations. Les eaux usées des habitations et des commerces entraînent la pollution urbaine. Les polluants urbains sont représentés par les déchets domestiques, les eaux d'égouts et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une

agglomération. Le flot déversé est très variable en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité.

I.3.2.3. Pollution industrielle :

Les rejets liquides industriels peuvent apporter de graves pollutions organiques et toxiques, il s'agit de déchets divers provenant de diverses industries, principalement installés à terre, tant pour l'évacuation directe des déchets que pour le refroidissement des machines. (Industrie alimentaire, industrie agricole, industrie chimique et pétrochimique) (**Galaf et Ghonnam, 2003**).

I.3.2.3. Pollution agricole :

L'agriculture est responsable du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans l'eau de mer. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux notamment des nitrates.

Ainsi, parmi les polluants d'origine agricole, les pesticides utilisés en agriculture pour protéger les cultures des ennemis naturels afin d'augmenter le rendement. (**Galaf et Ghonnam, 2003**).

I.3.2. Classification selon la nature :

Selon ce critère, on peut classer la pollution en trois catégories :

I.3.2.3. Pollution chimique

Elle est due à l'entrée d'un élément (ou plusieurs) indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis. (**Hayek, 2021**.)

Ces éléments peuvent être soit des composés minéraux (engrais, métaux toxiques...), organiques (hydrocarbures, molécules de synthèses...) ou des composés organochlorés tels que les amines et les phénols. (**Ramade, 2000**)

Ces polluants sont de deux catégories (**Galaf et Ghannam, 2003**):

- **Les micropolluants chimiques organiques:** Ces polluants sont appelés les polluants organiques persistants (pop), elles sont principalement représentées par des hydrocarbures, des pesticides, des détergents, etc. Ce sont des composés organiques

toxiques. Ces substances peuvent s'accumuler dans les organismes vivants et avoir des conséquences négatives pour l'environnement et la santé humaine. **(P.N.U.E.1995)**.

- **Les micropolluants chimiques inorganiques:** elles sont principalement représentées par des métaux lourds et des substances présentant une concentration excessive. Il y a d'autres polluants avec un pouvoir de contamination plus nocif, ce sont des molécules qui échappent à la dégradation, on les appelle récalcitrantes **(Galaf et Ghannam, 2003)**.

I.3.2.2. Pollution biologique

La pollution biologique est représentée par des micro-organismes (algues, bactéries, virus, champignons, etc.) principalement issus des eaux usées, qui se multiplient lorsqu'ils atteignent le milieu marin, altérant et dégradant ainsi l'écosystème déjà existant. **(Berraho, 2006)**.

I.3.2.3. Pollution physique

La pollution physique est liée aux facteurs qui influencent l'état physique de l'eau tels que la température, la présence des particules ou de mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. Ce type de pollution est répartie en trois types :

- **Pollution mécanique :** principalement due aux matières solides comme les boues, les débris flottants (sacs plastiques, morceaux de bois), la première conséquence de ces rejets est une augmentation de la turbidité de l'eau.
- **Pollution thermique :** La pollution thermique est due à l'utilisation d'un circuit d'eau de mer pour refroidir 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.

Quand la température augmente, la concentration en oxygène dans l'eau diminue ; ceci se traduit par la disparition d'espèces exigeantes en oxygène, un développement bactérien apparaît conduisant à des maladies chez les poissons. **(Martinez, 1998)**.

- **Pollution nucléaire :** Cette pollution a 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. **(Souidi, 2008)**.

I.4. Pollution de l'eau de mer par les hydrocarbures

Les hydrocarbures sont des composés de chaîne moléculaire constituée d'atomes de carbone et d'hydrogène (C et H). Les hydrocarbures représentent la plus importante source de pollution des eaux océaniques. Cette pollution peut être accidentelle ou volontaire (**Galaf et Ghannam, 2003**). Ainsi les sources des hydrocarbures en milieu marin peuvent être naturelles et/ou anthropogéniques. La pollution anthropique par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis comme carburants(**Chalghmi, 2015**.)

I.5. Pollution de l'eau de mer par les métaux lourds

On appelle métaux lourds tout élément métallique naturel dont la masse volumique dépasse 5g/cm³. Ils comprennent tous les métaux et métalloïdes toxiques pour la santé et l'environnement. Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité sont généralement : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome(Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), le zinc (Zn).

Parmi les importantes sources naturelles de ce type de pollution, citons l'activité volcanique, l'altération des continents et les incendies de forêts. Par contre il existe ensemble des sources anthropogènes sont on cite activités pétrochimiques, utilisation de combustibles fossiles déchets urbains (eaux usées, boues d'épuration, ordures ménagères).

I.6. Les paramètres indicatrices de pollution de l'EDM

I.6.1. Turbidité : (NTU)

C'est un paramètre indiquant la réduction de la limpidité de l'eau. Cela est dû à la présence des matières en suspension (MES) provenant de l'érosion et du lessivage des sols, ou des matières particulaires issues de la dégradation de la matière animale et végétale. (**Hayzoun, 2014**.)

Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU (**Jean Claude, 1983**).

I.6.2. Matières en suspension

Les matières en suspension (MES) sont des particules minérales et organiques de faibles taille et/ou densité qui se déplacent dans les rivières avec la vitesse de l'écoulement de l'eau, sans contact avec le fond. Leur présence en fortes quantités est à l'origine de la dégradation du milieu aquatique en augmentant la turbidité de l'eau, en perturbant la vie aquatique (ex. colmatage des branchies de poissons) et aussi en véhiculant de nombreux contaminants vers le réseau hydrographique. (Hayzoun, 2014.)

Les MES proviennent en grande partie de l'érosion hydrique du sol. En effet, les facteurs climatiques, principalement les fortes précipitations, sont à l'origine de processus d'érosion suite à l'augmentation des forces d'arrachement des particules et leur transport par ruissellement pendant les événements pluvieux.

I.6.3. Matière organique (MO)

Un sol prend naissance dès lors que la vie végétale et animale vient s'installer dans les débris de la décomposition d'une roche mère. A la mort de ces êtres vivants, leur matière s'incorpore au sol, se mélangeant aux substances minérales. Ils représentent alors les « constituants organiques » ou « matières organiques » (Gérald et al., 2011.)

I.7. Les sels nutritifs

Par définition, les sels nutritifs sont des constituants minéraux dissous dans l'eau de mer et impliqués dans le métabolisme des êtres vivants. Le terme sels nutritifs s'applique habituellement à plusieurs formes de composés minéraux qui sont, pour l'azote : les ions nitrate, nitrite, ammonium, pour le phosphore, l'ion orthophosphate et pour le silicium l'ion silicate.

I.7.1. L'azote ($\mu\text{mol/l}$)

L'azote se trouve naturellement dans toutes les matrices de l'environnement (air, eau et sol). Il joue un rôle clé dans un grand nombre de processus biologiques, grâce à son cycle qui permet son assimilation par les producteurs primaires et sa régénération après dégradation par les bactéries hétérotrophes. Dans le milieu aquatique, il existe trois formes d'azote : gazeuses, organiques et minérales. (Hayek, 2021.)

La forme gazeuse ou azote atmosphérique (N_2) provient principalement de l'atmosphère terrestre contenant 78% d'azote. L'azote atmosphérique ne peut pas être utilisé par la plupart

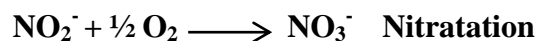
des organismes, seuls certaines bactéries et quelques algues unicellulaires sont capables de le fixer. Cette fixation permet de convertir l'azote atmosphérique en azote minéral (NH_4 , NH_3).

I..7.1.1. L'azote ammoniacal (mg/l) ou bien ($\mu\text{mol/l}$)

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal Provient des excréctions animales et de la décomposition bactérienne des composés organiques Azotés.

I..7.1.2. Nitrite Et Nitrate NO_2^- et NO_3^- ($\mu\text{mol/l}$)

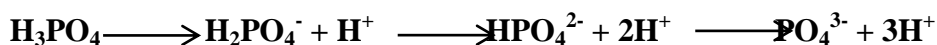
Les nitrites (NO_2^-) et les nitrates (NO_3^-) constituent des ions du cycle naturel de l'azote. De fortes concentrations de nitrate proviennent des engrais agricoles, des effluents ménagers et des rejets industriels et d'eaux usées. En plus des risques de cancer, une exposition importante aux nitrates et nitrites pourraient causer une maladie rare dans le sang nommée méthémoglobine. Cette maladie entraîne la destruction des globules rouges.(Hayek, 2021.)



I..7.2. Phosphate PO_4^{3-} ($\mu\text{mol/l}$)

Les phosphates sont présents de façon naturelle, souvent dans des complexes associés à des composés organiques. Le phosphore est majoritairement présent sous forme minérale dans les roches volcaniques et sédimentaires et il est aussi présent dans l'eau provient des rejets des eaux usées et des activités agricoles.(Hayzoun, 2014.)

Une teneur très élevée en phosphate dans l'eau, entraîne une augmentation énorme des algues et des plantes aquatiques et par conséquent l'utilisation d'une grande quantité d'oxygène. Cela affecte la vie aquatique en diminuant la teneur en oxygène dissous. Les phosphates ne sont pas toxiques pour l'homme ou l'animal sauf s'ils se présentent à des concentrations très élevées. Des problèmes digestifs peuvent être causés dans ce cas.(Hayek, 2021.)



I..7.3. La silice dissoute SiO_2 ($\mu\text{mol/l}$)

L'élément nutritif silicium entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctoniques (Diatomées, Radiolaires...) (Aminot et Chaussepied, 1983). A pH moyen de l'eau de mer (~8,2), les formes majoritaires dissoutes dans l'eau de mer étant à 95

% sous les formes d'acide ortho-silicique, Si(OH)_4 , 5 % Si(OH)_3^- (Aminot et Kérouvel, 2004).

I.8. Paramètres microbiologiques

Les bactéries sont généralement recherchées dans l'eau, principalement comme indicateur de contamination fécale. (Gaujous, 1995).

L'Organisation mondiale de la santé a choisi les streptocoques fécaux coliformes. A cause de la facilité et la rapidité du dénombrement de ces bactéries (entre 24 et 48 heures), cela se distingue des bactéries pathogènes qui nécessitent plusieurs jours pour l'identification sérologique.

I.9. Germes témoins de contamination fécale

I.9.1. Coliformes

D'après l'organisation internationale de standardisation ISO le terme coliforme correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogones, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capable de se développer en présence de sels biliaires ou d'autres tensioactifs ayant une activité inhibitrice de croissance similaire, et capable de fermenter le lactose et de produire des acides et des aldéhydes en 48 heures à des températures comprises entre 35 et 37°C. (Rodier et al, 2009)

I.9.1.1. Coliformes totaux (CT)

Le dénombrement des coliformes totaux se fait à 35 – 37°C. Ils comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsella*, *Yersinia*, *Serratia*. (Rodier et al, 2009)

I.9.1.2. Coliformes thermo-tolérants

Les coliformes thermo tolérants-correspondent à la fraction des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à 44,5°C. Cependant, *E. coli* représentait 80 à 90 % des coliformes thermo-tolérants détectés.

Bien que la présence de coliformes fécaux soit généralement la preuve d'une contamination récente d'une source fécale, certains coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale mais proviennent d'eau riche en matières organiques, comme les eaux usées. Par conséquent, il est

plus approprié d'utiliser le terme général de coliformes thermo-tolérants plutôt que de coliformes fécaux. (OMS, 1995 ; Rodier et al, 2009).

I.9.2. Les streptocoques fécaux (SF)

Selon OMS (1995) les streptocoques fécaux sont de forme cocci sphérique légèrement ovales, à Gram positifs, et catalase négative. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chainettes. On peut les utiliser comme indicateur d'organismes pathogènes qui ont une résistance aux pH élevés car ils sont capables de se multiplier dans des milieux alcalins présentant des pH allant jusqu'à 9.6. Le dénombrement des streptocoques fécaux sont rarement effectués indépendamment des dénombrements des coliformes, le rapport de coliformes fécaux/streptocoques fécaux est déterminé pour caractériser l'origine des effluents (urbaine, agricole...).

I.10. Les sédiments

Selon le dictionnaire de géologie, les sédiments sont définis comme des dépôts, continentaux ou marins, qui proviennent de l'altération ou de la désagrégation des roches préexistantes et qui sont transportés par les fleuves, les glaciers ou les vents.

Le sédiment est le réservoir ultime de nombreux composés chimiques. (Chapman et al, 1998).

La surface de sédiment n'est pas un bon indicateur de pollution, car la plupart des polluants chimiques sont facilement adsorbés sur les meilleures particules, ils ont donc tendance à se déposer. (Marchand, 1985). Les sédiments ne sont pas seulement un simple réservoir pour les polluants. Ce sont les vrais réacteurs biochimiques qui peuvent adsorber et convertir les polluants, modifier leur utilisation biologique, le recycler ou le transférer dans la colonne d'eau, vers le sol ou les nappes phréatiques. (Achour, 2013).

Chapitre II
La zone d'étude

Chapitre II : La zone d'étude

II. Présentation de la zone d'étude (Baie d'El Djamila) :

II.1 Situation géographique :

La baie d'El Djamila se situe à environ une trentaine de kilomètres à l'ouest d'Alger, elle représente le quart oriental de la baie de Bou Ismail. C'est une baie relativement fermée, limitée à l'Ouest par la presqu'île de Sidi Fredj et à l'Est par Ras Acrata. Son rivage est orienté Sud-Ouest – Nord Est et ses coordonnées Lambert sont :

- Port de Sidi Fredj : $2^{\circ}50'54,744''$ Est et $36^{\circ}45'43,092''$ Nord
- Ras Acrata : $2^{\circ}53'42,792''$ Est et $36^{\circ}48'5,796''$ Nord



Figure 2: Une carte représente plage El Bahdja la baie El Djamila (ArcMap 10.3)

II.2. Morphologie générale :

II.2.1 Géomorphologie générale :

La côte de la baie d'El Djamila est caractérisée par d'importante accumulation sableuse, réparties sur une largeur de 650 mètres, avec de nombreux rochers au niveau de l'estran et se poursuivent sous l'eau.

Au niveau de la baie d'El Djamila, un platier rocheux parallèle au trait de côte se rencontre à une distance de 150 à 200 m de la ligne du niveau moyen des mers (BOUTIBA, 1996).

II.2.2. Dynamique sédimentaire :

La dynamique sédimentaire est la résultante d'actions hydrodynamiques (ou fluides) et solides, réagissant l'un sur l'autre.

Il existe une variation dans la répartition du sable, car le sable grossier est répandu au niveau du port, tandis que le sable fin est répand au niveau des plages.

D'après madame Houma (2009) : Au niveau de la côte à l'est du port d'El Djamila, le dynamisme est important, provoqué par l'intensité des houles de l'Ouest, Nord-Ouest et Ouest - Nord-Ouest. Ces houles ont contribué au démantèlement de la falaise du Ras Acrata et du platier rocheux. Ces houles de secteur Ouest - Nord-Ouest sont d'incidence frontale sur le site, engendrant un courant de retour qui prend les sédiments de la côte et les dispersent au large. Ainsi les sédiments les plus fins se déposent au large. Ces houles provoquent ainsi bien l'érosion de la cote située à l'Ouest du port d'El Djamila (Zéralda, Sidi Fredj, Moretti, Staouéli, etc....) que le charriage des apports de l'Oued Mazafran. L'incidence oblique des houles du secteur Ouest engendre une dérive littorale qui entraîne les matériaux sableux vers l'Est dans le domaine infralittoral. La dérive littorale s'écoulant de l'Ouest présente un impact très important en charriant les sédiments vers l'Est.

II.2.3. Topographie sous-marine :

La baie d'El Djamila se caractérise par une topographie sous-marine à pente douce régulière d'Ouest en Est, avec la présence de deux fosses dans la partie Est de la baie entre les profondeurs 15 à 19 m et 18 à 22 m. La présence de petites houles fonds reflète l'existence des dunes hydrauliques entre 14 et 15m de profondeur (YOUNES, 2017).

II.3. Données naturelles :

II.3.1. Données océaniques :

✓ **Las houles :**

Notre zone d'étude, à cause de sa position géographique, est influencée par les perturbations méditerranéennes (Baléares et Golfe de Gènes). Les houles qui parviennent à la côte, se propagent suivant des directions bien définies (Ouest, Nord-ouest, Nord, Nord-est et Est).

En générale il existe deux régimes de répartition des houles dans cette région :

En hiver : Les houles d'Ouest dominant avec la génération des courants de retour qui entraînent les sédiments vers le large, générés par des amplitudes sont entre 1 et 3 m.

En été : Les houles les plus dominantes sont issues du secteur Nord-Est, avec quelques houles du secteur Ouest (YOUNES, 2017).

✓ **Les courants :**

Puisque la côte algérienne est caractérisée par de faibles profondeurs, les courants marins sont

D'après RMNI (Institut Météorologique Royal Néerlandais) nous avons obtenu les résultats suivants :

Plus de 73% du temps, les courants ont une vitesse inférieure à 0,5 nœud (0,25 m/s)

Plus de 90 % du temps, ces courants ont une vitesse inférieure à 1 nœud (0,5 m/s)

Dans seulement 1 % du temps, des courants d'une vitesse plus grande que 2 nœud (1 m/s) ont été observés.

II.3.2. Données climatique :

✓ **Température et précipitation :**

Notre zone, est une région particularisée d'un climat méditerranéen tempéré : relativement froid et humide en période hivernale et chaud en période estivale.

En période hivernale :

En hiver, les pluies sont bien plus importantes qu'elles ne le sont en été. La précipitation en hiver varie entre 73 et 94 mm.

La température varie entre 8 et 16°C. Le mois le plus froid de l'année est celui de Février avec une température moyenne de 11,8 °C.

Le mois avec le moins d'heures d'ensoleillement quotidien est Janvier avec une moyenne de 7,27 heures d'ensoleillement par jour. Au total, il y a 225,39 heures d'ensoleillement en Janvier.

La température de l'eau la plus basse est de 5°C vers le 10 janvier.

En période estivale :

En été, la pluviométrie est réduite dans la région. Elle varie entre 1 et 24 mm, des précipitations moyennes de 1 mm font du mois de Juillet le mois le plus sec. Les températures sont très élevées se situant entre 20 et 38°C.

Le mois avec le plus d'ensoleillement quotidien est Juin avec une moyenne de 12,36 heures d'ensoleillement. Au total, il y a 383,27 heures d'ensoleillement en Juin.

La température moyenne de l'eau la plus élevée pour cet endroit est de 25,30°C et elle est atteinte en moyenne vers le 10 juillet (**Khettou, 2021**)

✓ **Les vents :**

Les vents sont générateurs de vagues et de courants, leur impact croit avec leur vitesse. Lorsque l'action du vent est continue, elle génère de la houle. Les données recueillies à partir d'observation enregistrées au large des côtes algériennes par l'US naval weather service command notent l'existence de deux périodes distincts :

Une période hivernale : (Octobre – Mars) avec des vents dominants de secteur Ouest et Nord-Ouest, avec des fréquences allant de 60 à 88 % par le secteur Ouest et des fréquences de 90 à 99 % pour le secteur Nord-Ouest.

Une période estivale : (Avril – Septembre) avec des vents dominants de secteur Est et Nord-Est, avec des fréquences de 45 à 75 % pour le secteur Nord Est (LEM, 1998).

Tableau 1: Fréquence saisonnière des houles au large par direction en pourcentage et par des classes des hauteurs significatives (SHFM, 2016)

Période saisonnière	Secteur vent	Direction dominante	Fréquence d'apparition	17 nœuds	17 -33 nœuds	33 nœuds
Période hivernale	Nord-Ouest à Sud-Ouest	Ouest	60 à 80 %	55 %	40 %	05 %
Période	Nord-Est à	Est-Nord-	45 à 75 %	74 %	25 %	01 %

estivale	Nord	Est				
----------	------	-----	--	--	--	--

II.3. Hydrologie (L'Oued de Beni-Messous) :

L'oued Beni-Messous couvre une zone de captage de 31 Km², et qui situé à 15 Km à Est D'Alger entre EL Djamila et club des pins, se décharge dans la plage des dunes à environ de 2 Km à l'Ouest de port d'El Djamila avec un débit moyen de 378 m³ /s, entraînant avec lui des déchets de 6 communes trop surpeuplée sur une distance de 12 km. Il traverse les communes suivantes Delly Brahim (L'Est), Chèraga (Nord), Bouzaréah (Nord Est), Ain Bénian, Beni Messous, Hammamet. Son bassin plonge et s'assèche, sauf lors des pluies fortes qui servent à raviner une quantité Négligeables de sédiments, cet oued il est rarement à sec, lors de fortes précipitation où il a une capacité de ravinement peu importante.

Les apports terrigènes sont essentiellement issus de l'Oued de Beni Messous. Néanmoins exploitation d'agrégats au niveau de cet oued déstabilisent le régime d'alimentation (ALLIOUANE, 2006).

A côté de l'oued on trouve la station d'épuration de Beni-Messous.

Tableau 2:Caractéristiques des eaux usées de l'Oued de Beni-Messous (BOUYAHIA, 2010)

Débit moyen des eaux usées urbaines	8336 m ³ /j
Débit des eaux industrielles	940 m ³ /j
Débit moyen total des eaux	9276 m ³ /j
Débit moyen horaire des eaux	387 m ³ /j
Débit de point des eaux usées	773 m ³ /j
DBO ₅ (charge journalière)	5439 Kg/j
DCO (charge journalière)	8640 Kg/j
Phosphore ²²	174 Kg/j
Azote	1571 Kg/j

II.4. La station d'épuration de Beni Messous :

La station d'épuration de Beni Messous est située sur le territoire de la commune d'Aïn Benian à environ 15 km à l'ouest d'Alger, à proximité de l'embouchure d'Oued Beni-Messous et qui se déverse dans la plage les dunes. Elle occupe une superficie de 13 hectares environ. (OMEIRI, 2016).

Cette station a une capacité épuratoire de 250.000équivalent habitants, pour un débit moyen théorique de 50.400 m³ /j, et a été mise en service en 2007 (Djemil et al, 2016).

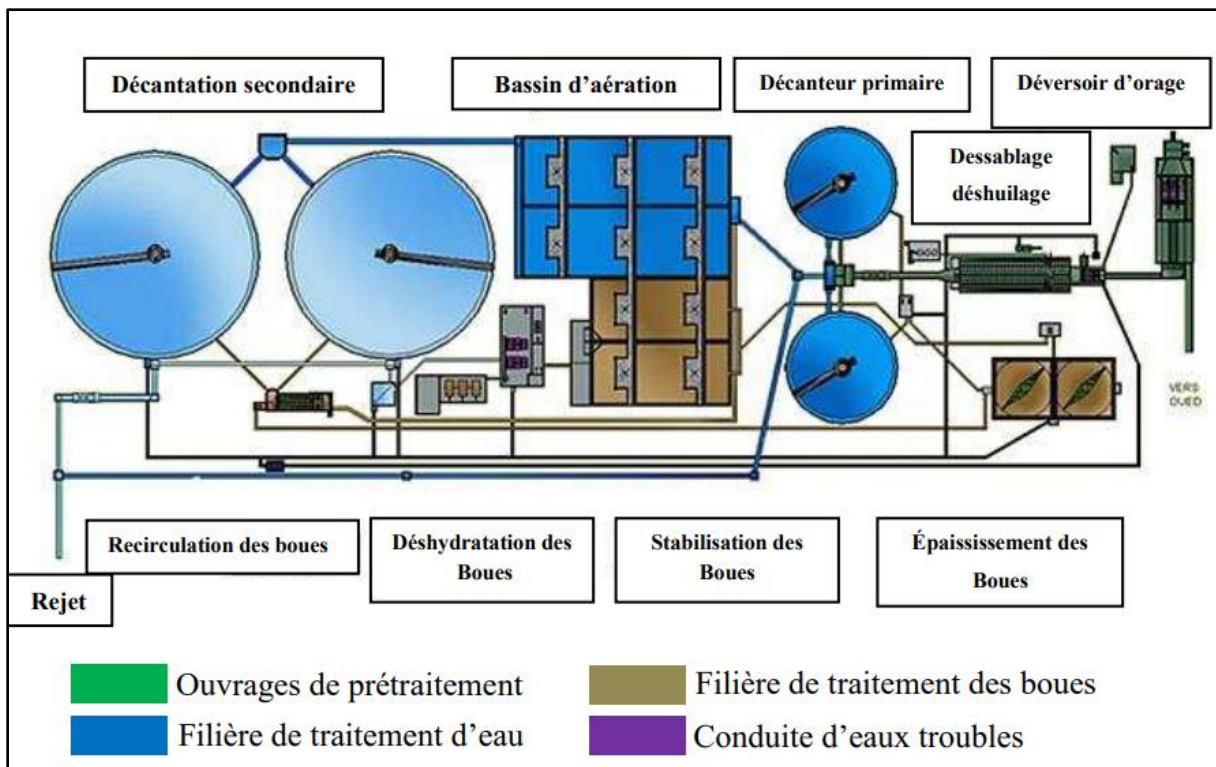


Figure 3: Carte schématique des différents ouvrages de la station d'épuration de Beni-Messous (BENALLAOUA, 2013)

Les étapes de traitement des eaux usées

- **Prétraitement :**

Dégrillage grossier ;

Dégrillage fin ;

Dessablage-Déshuilage ;

- **Traitement primaire**
- **Traitement secondaire :**

Bassin biologique ;

Décantation secondaire.

Tableau 3:Les valeurs moyennes des rejets de la station de Beni-Messous (Houma,2022)

Débit (m ³ /j)	30820
Température (°C)	16,2
Ph	7,78
Conductivité (µS/cm)	1487,87
MES (mg/l)	8,99
MES (kg/j)	302,2
DCO (mg/l)	19,5
DCO (kg/j)	665,5
DBO ₅ (mg/l)	5,54
DBO ₅ (kg/j)	186,1
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,06
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,36
N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	13,97
NO ₃ ⁻ (mg/l)	61,87
N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,84
NO ₂ ⁻ (mg/l)	2,76
Pr (mg/l)	2,35

Pr (kg/j)	78,99
-----------	-------

II.4.4. Source de pollution :

La plage les dunes c'est une plage très polluée car elle est située dans une zone très occupée. Le type de pollution le plus répandu est la pollution urbaine, causée par les rejets de l'oued qui emporte avec lui les rejets de la station d'épuration des eaux usées, et qui reçoit plusieurs affluents tout le long de son parcours, comme il est un réceptacle d'eaux usées domestiques et industrielles sans traitement au préalable, ces derniers sont déversées directement en mer.

Chapitre III
Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. La sortie en mer

Pour suivre d'état de pollution sur les deux matrices eau et sédiment, on a réalisées une sortie en mer dans la plage d'El Bahdja (Ain Bénian).

Donc dans ce chapitre nous allons voir tous les paramètres physico-chimiques étudiés, que ce soit réalisé in situ ou bien dans laboratoire, et cela avec les méthodes d'analyses qui correspondent à chaque paramètre.

III.2 Choix et localisation des stations de prélèvement

Nos recherches comprenaient l'évaluation et l'analyse de l'impact environnemental du rejet de la station d'épuration sur la qualité de l'eau. Le 12/06/2023, les travaux en mer ont été effectués à bord de l'embarcation située sur la plage de la Fontaine Ain Bénian. Les conditions météorologiques et l'état de la mer étaient favorables ce jour-là, avec une mer calme et une journée ensoleillée. Ces conditions nous ont permis d'effectuer les prélèvements dans les 7 stations ;(Figure4)

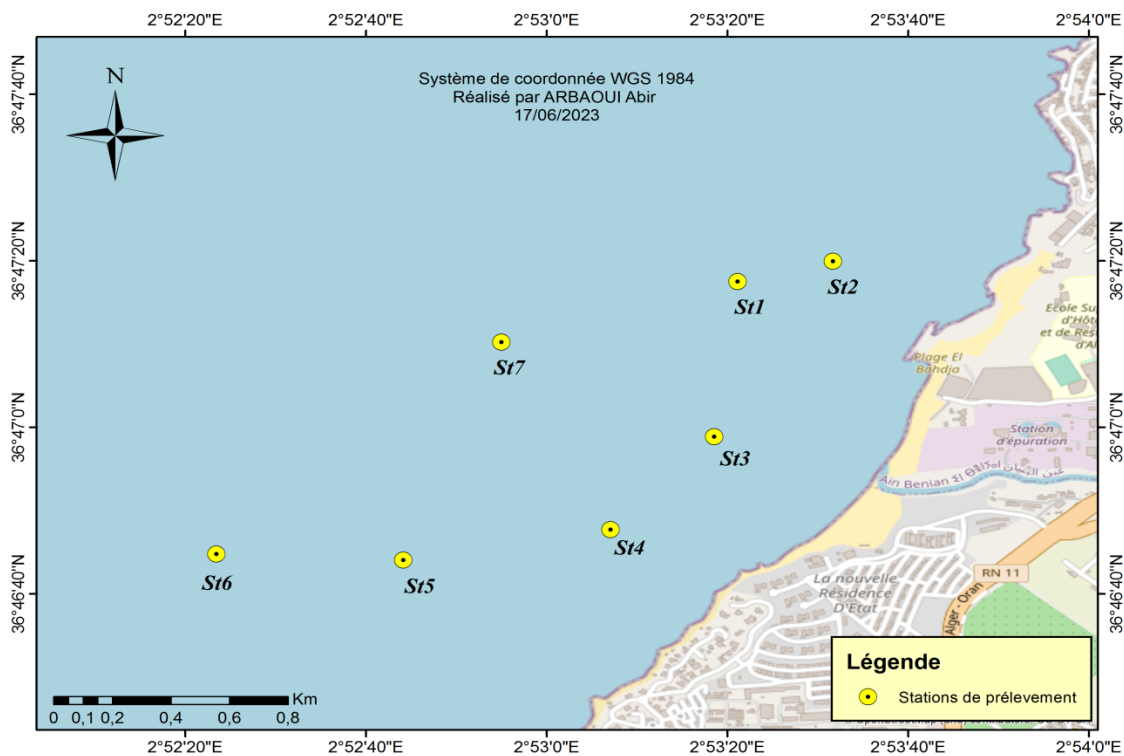


Figure 4: La localisation des stations de prélèvement d'eau de mer et de sédiments. (ArcMap10.3)

III.2.1 Le matériel utilisé lors de la sortie en mer

Afin de collecter toutes les données nécessaires au site d'étude, notre embarcation a été équipée d'un ensemble de matériels qui est comme suit:

- La bouteille de Niskin.
- Une benne de type «VanVeen».
- Valise multi-paramètre.
- Flacons en plastiques (250 ml).
- Pour les sels nutritifs on a utilisé des flacons en polyéthylène.
- Les flacons de l'oxygène et de flacons en verre pour les analyses microbiologie
- Sachets de congélation utilisés pour les prélèvements des sédiments.
- Glacière pour la conservation et le transport des échantillons.
- Un GPS avec lequel on tire les coordonnées des différentes stations.

III.3. Les prélèvements de l'eau

On a prélevés les échantillons d'eau de mer à l'aide de bouteilles de prélèvement de types NISKIN d'une capacité de 6l. Lorsqu'une bouteille Niskin est placée dans l'eau, les extrémités s'ouvrent pour permettre le remplissage de l'eau de mer. Une fois que la bouteille atteint la profondeur 1m, un message déclenche le mécanisme de fermeture, elle est ramenée à la surface pour analyser l'eau in situ et aussi pour remplir les flacons. Les échantillons d'eau sont récupérés pour analyse au laboratoire de l'école.

III.4. Les prélèvements des sédiments

Les échantillons ont été collectés à l'aide d'une benne de type "Van Veen". Les échantillons ont été prélevés en vue d'une analyse granulométrique et de la matière organique. Après prélèvement, les échantillons ont été transférés dans des sachets en plastique doublés et étiquetés avec les coordonnées de chaque station.

III.4.1. Mesures in-situ

III.4.1.1. Température

La mesure de la température a été effectuée à l'aide thermomètre digital HANNA HI 9040 comme un appareil de mesure de ce paramètre. Cet appareil est équipé d'une sonde électrique qui est plongée dans l'eau de mer, alors les valeurs sont affichées en unités de °C.

III.4.2. Les analyses au laboratoire

III.4.2.1. Salinité et conductivité

Pour la salinité et la conductivité nous avons utilisé d'un conductimètre de terrain de marque WTW (Wissenschaftlich Technische Werkstätten) de type «cond 197i».

III.4.2.2. La matière en suspension

Le processus implique la filtration d'un volume d'eau à travers un filtre ayant une porosité de 0,70 µm afin de déterminer le poids de la matière capturée via une pesée différentielle. (Rodier, 2009) (Aminot, 1983).

✚ Le matériel utilisé

- Des filtres de 0,70 µm ;
- Four à moufle ;
- Etuve type WTB binder, réglé à 55°C ;
- Dessiccateur ;
- Des boîtes de Pétri ;
- Balance de précision de type Denver Instrument M- 220D (au 1/100000g).

✚ Mode opératoire

- Pour calciner les filtres (millipore), il est recommandé de les placer dans un papier d'aluminium et de les exposer à une température de 450°C pendant une heure dans un four à moufle.
- Après avoir rincé les filtres à l'eau distillée, on les place sur le support de filtration, sans l'entonnoir, sous un vide très léger.
- Placer les filtres dans leurs boîtes numérotées et les laisser sécher dans une étuve à une température comprise entre 50 et 70°C pendant au moins 2 heures. Pendant ce processus, laissez les couvercles des boîtes légèrement ouverts.
- Retirer les filtres de l'étuve, refermer les boîtes et les laisser revenir à la température ambiante de la salle de pesée. Ensuite, placez-les dans un dessiccateur où ils resteront jusqu'au moment de la pesée.


- Peser chaque filtre et le replacer immédiatement dans sa boîte à l'abri de la poussière. Le poids P1 correspond au poids du filtre vide.
- Placer le filtre sur la base de filtration à l'aide d'une pince à bouts plats, puis mettre l'entonnoir de filtration en place et bien fixer le dispositif de filtration.
- Homogénéiser la bouteille de prélèvement en la retournant plusieurs fois, puis filtrer un volume représentatif de l'échantillon qui est 1l
- Il faut recouvrir le dispositif de filtration (l'entonnoir) pendant la filtration.
- Il convient de replacer le filtre dans sa boîte identifiée aux caractérisations et les mettre dans l'étuve pendant 24h.
- Les filtres qui ont été conservés dans un dessiccateur, protégés de la poussière, doivent être pesés une seconde fois dans les mêmes conditions que la première fois (même balance, de préférence avec le même taux d'humidité) afin d'obtenir le poids P2 (poids sec après filtration).
- La concentration des matières en suspension est donnée par l'équation suivante

$$(P2-P1)/V \quad \text{mg/l}$$

III.4.2.3. Mesure de pH

La valeur du pH est mesurée électriquement à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire. Avant utilisation, l'appareil doit être calibré avec des solutions tampons de pH connu : solution pH=4,01 pour les milieux acides, pH=7,01 pour les milieux neutres et pH=10,01 pour les milieux alcalins. L'électrode est immergée dans l'échantillon d'eau de mer à analyser et la valeur du pH affichée à l'arrêt est stable. Entre chaque station, rincer les électrodes à l'eau distillée.

III.4.2.4. Mesure de l'oxygène dissous

 **Préparation de titrant** : solution de thiosulfate de normalité 0.02N

Le composé employé est le thiosulfate de sodium penta hydraté ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) qui est caractérisé par sa masse molaire $M= 248.2 \text{ g/mol}$.

Il faut dissoudre 4,96 g de thiosulfate de sodium dans 1 litre d'eau distillée. Cette solution maintenue à température ambiante, doit nécessairement être étalonnée avec précision avant chaque série de dosage et au moins une fois par jour (solution instable), en se référant à l'iodate de potassium.

 **Principe de méthode**

La méthode de Winkler est une technique permettant de mesurer la concentration d'oxygène dissous dans une solution. Elle reste comme une référence qui base sur l'oxydation quantitative de manganèse divalent en milieu alcalin par l'oxygène dissous. La quantité d'oxygène dissous est calculée en utilisant la relation entre la quantité de thiosulfate de sodium consommée et la quantité d'oxygène dissous initialement présente dans l'échantillon. En somme, le principe de la méthode de Winkler consiste à mesurer la consommation d'oxygène dissous lors de sa réaction avec les ions iodure, puis à doser la quantité d'ions iodure qui n'a pas réagi avec le thiosulfate de sodium.

Mode de dosage

Le dosage est réalisé à bord du l'embarcation en suivant les étapes suivantes :

- L'échantillonnage est effectué dans des flacons en verre rodé à bouchon plongeant, lorsque le flacon rempli, on ajoute 2ml du réactif 1 qui est $MnCl_2$ puis 2ml du réactif 2 qui est $NaI-NaOH$ sont ajouté instantanément.

Dans laboratoire on commence par la calcule la température de l'eau distillée, ensuite on pèse les flacons de l' O_2 vide après on repeser avec l'eau distillée pour calculer le volume final :

$$V_f = [P_2 - P_1] / \text{masse volumique de l'eau distillée.}$$

- Pour le blanc : dans un bécher mettre 100ml d'eau distillée et un barreau magnétique sous l'agitation du Tetroline.
- On ajouter 2ml réactif 3, 2ml de le réactif 2 et 2ml de réactif 1.
- Mettre 1ml de la solution KIO_3 à 0.1N.
- Immerger l'électrode et distributeur de titrant, titrer immédiatement par le thiosulfate, et après le titrage on ajoute encore 1ml de KIO_3 et titrer à niveau avec le thiosulfate sans rajout les réactifs.
- Remarque : le dosage couleur transparente V_{eq1} puis mettre 1ml de KIO_3 (on remarque couleur jaune) V_{eq2} . Le blanc est calculé par l'équation suivante :

$$B = V_{eq2} - V_{eq1}$$

- La concentration de thiosulfate de sodium est égale à

$$[Na_2S_2O_3] = ([KIO_3] * \text{volume de } KIO_3) / (V_{eq1} - B)$$

- La concentration de l'oxygène est donnée par l'équation suivante :

$$[O_2] = \frac{[N_2S_2O_3] * (V_{eq\ ech} - B)}{(V_f - 4) * 4} \quad \text{mol/l}$$

III.4.2.5. La matière organique dans l'eau de mer

Les eaux marines contiennent des composés organiques d'origine naturelle, provenant principalement des organismes vivants ainsi que de leurs déchets et produits de décomposition. La présence de matière organique et inorganique détermine la concentration en matières en suspension dans l'eau.

✚ Le principe de méthode

La quantité de matière organique est obtenue en soustrayant le poids du filtre après calcination de son poids initial. Cette mesure consiste à calciner les filtres déjà utilisés pour la mesure de la concentration de la matière en suspensions.

✚ Mode opératoire

Dans le but d'éviter que les filtres absorbent l'humidité de l'air, les filtres issus de la mesure de la concentration de la MES, sont conservés dans un dessiccateur. Cette mesure est nécessaire pour déterminer la teneur en matière organique des eaux.

- Après avoir nettoyé les creusets pour enlever toute la poussière il convient de les numéroter avant de procéder à leur pliage en quatre à l'aide d'une pince et à leur insertion dans chaque creuset.
- Ensuite, il faut peser chaque creuset avec son filtre (P1) avant de les placer dans un four à moufle préchauffé à 550°C pendant deux heures.
- Une fois le temps écoulé, il est recommandé d'attendre la descente progressive de la température jusqu'à ce qu'elle atteigne 100°C avant de retirer les creusets à l'aide d'un bras métallique et de les mettre dans un dessiccateur.
- Enfin, il ne reste plus qu'à peser les filtres calcinés avec leur creuset pour obtenir (P2).
- La concentration en matière organique a été calculée en utilisant la formule suivante:

$$[\text{MO}] \text{ (mg/l)} = (\text{P1} - \text{P2}) / \text{V}$$

- ✓ P1 : est le poids du creuset avec le filtre avant calcination exprimé en mg.
- ✓ P2: est le poids du creuset avec le filtre après calcination exprimé en mg.
- ✓ V : volume de l'eau de mer filtré exprimé en litre.

III.4.2.6. Le taux de matière organique dans le sédiment

Le poids sec d'un échantillon est le poids de matière qui reste après évaporation totale de l'eau.

Mode opératoire

- Congélation des sédiments après le prélèvement ;
- Décongélation du sédiment ;
- Mettre le sédiment dans des creusets numérotés ;
- Séchage à l'étuve à 80 °C pendant 24h ;
- Pesée les échantillons avec une balance de précision (P1) ;
- Mise les échantillons au four à moufle à 600°C pendant 2h ;
- Pesée le nouveau poids (P2) qui est le poids du sédiment calciné ;

La différence entre (P1) et (P2) représente le poids de la matière organique contenue dans le sédiment.

$$M.O (g) = P1 - P2 \text{ où } M.O (\%) = [(P1-P2)] * 100$$

III.4.2.7. Turbidité

La turbidité d'une eau est une mesure de la quantité de particules en suspension qu'elle contient. Elle peut être mesurée à l'aide d'un turbidimètre, qui évalue la lumière dispersée par ces particules avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident.

Mode opératoire

Pour mesurer la turbidité, on remplit une cuvette de 10 ml avec l'eau à analyser, on place la cuvette dans le puits de mesure du turbidimètre et on ferme le capot. Une fois que le signal est stable, on prend une lecture et on note le résultat. Les résultats sont exprimés en NTU et sont affichés directement sur l'appareil.

III.4.2.8. Dosage des sels nutritifs

Les sels nutritifs ont été analysés par une méthode basée sur une réaction de coloration à flux continu sur une chaîne automatisée (Auto-Analyzer SAN PLUS) selon le protocole décrit par constructeur SKALAR

Principe de méthode

Les sels nutritifs réagissent dans certaines conditions (température, pH, présence de catalyseurs...) avec des réactifs spécifiques pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde λ .

L'absorption de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de la coloration qui est elle-même d'autant plus importante que la solution est concentrée en sel dosé.

La quantité de lumière absorbée par la solution, appelée absorbance (A) ou densité optique (D.O), obéit à la loi de Beer-Lambert qui est exprimée par la relation suivante :

$$A = D.O = \log (I_0/I) = \epsilon.I.C \dots\dots (3)$$

I_0 et I : sont respectivement les intensités lumineuses incidente et émergente du milieu absorbant ;

ϵ : le coefficient d'extinction molaire variant en fonction de la température et la longueur d'onde ;

I : la longueur du milieu traversé exprimé en cm ;

C : concentration de la solution absorbante exprimée en mol/l ;

A : Absorbance de la solution ;

$D.O$: Densité optique de la solution.

Analyse automatique des sels nutritifs dans l'eau

L'analyse automatique consiste à réaliser automatiquement les différentes manipulations nécessaires à un dosage manuel : prélèvement, analyse et lecture. (Rodier et al., 1996)

Le fonctionnement de l'appareil repose sur un principe dynamique simple, celui de l'analyse liquide et flux continu :

Une veine liquide progresse, par l'intermédiaire d'une pompe péristaltique, en continu, ce qui autorise une polyvalence et une grande souplesse. Les réactions chimiques s'effectuent dans cette veine en progression. L'analyse des échantillons est réalisée par séquence, ce qui permet une grande cadence de travail.

a. Dosage des nitrites :

Les nitrites (NO_2^-) forment un diazoïque par action avec la sulfanilamide en milieu acide $\text{pH} < 2$. Ce composé formera ensuite en présence de N-naphtylethyléthyldiamine un composé azoïque de couleur rose absorbant la lumière à 540 nm (**Benschneider, Robinson, 1952, Skalar, 1998**).

b. Dosage des nitrates :

La méthode est basée sur la réduction des nitrates (NO_3^-) en nitrites (NO_2^-) par le passage de l'échantillon à travers une colonne réductrice de cadmium traité au cuivre (**Wood, 1967**).

Les nitrites (en réalité $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ réduits) seront ensuite dosés par colorimétrie selon la méthode précédemment décrite. Il suffira alors d'en déduire la concentration des nitrites déterminés directement (sans passage de l'échantillon sur la colonne réductrice) pour trouver les concentrations des nitrates (**Rodier et al, 1996**).

c. Dosage des orthophosphates :

En présence d'antimoine tartrate de potassium à une température de 40° C (bain-marie), les ions orthophosphates (PO_4^{3-}) réagissent avec le molybdate d'ammonium pour former un complexe antimoine phosphomolybdique qui sera réduit par l'acide ascorbique (**Murphy, Riley, 1962**).

Cette forme réduite de coloration bleue a un maximum d'absorption à 880 nm.

d. Dosage du silicium dissous :

Dans l'eau de mer, le silicium dissous se trouve à 95 % sous forme d'acide orthosilicique $\text{Si}(\text{OH})_4$ (**Aminot, Chaussepied, 1983**).

Cette forme réagit avec le molybdate d'ammonium en milieu acide pour former un complexe silicomolybdique qui sera réduit par l'acide ascorbique en un composé coloré en bleu absorbant à 810 nm. On y ajoute l'acide oxalique pour éviter les interférences des phosphates.

- **Étalonnage :** Cette opération nécessite la préparation d'une solution mère puis de solutions filles pour chaque élément à analyser (voir annexe IV.1.1).
- Les droites d'étalonnage sont établies automatiquement par le logiciel en utilisant les concentrations connues des solutions étalons et leurs hauteurs de pic correspondantes.

III.4.2.9. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques.

La granulométrie est un procédé d'analyse qui permet d'étudier la répartition des sédiments et le pourcentage des gains consistant le sable de la plage.

Le principe

Ce procédé consiste à passer l'échantillon par une série de tamis superposé par ordre décroissant des mailles, et de récolter en suit le poids partiel de chaque quantité dans le tamis.

Mode opératoire

- ✓ Déposer les échantillons dans des boîtes de pétri en verre ;
- ✓ Séchage à 105 °C pendant 24h dans une étuve
- ✓ Prélevé 200g de sédiment de chaque échantillon comme poids initial ;
- ✓ Faire passer sous un courant d'eau « robinet » dans un tamis de 40 μm de diamètre afin de soustraire la fraction fine ;
- ✓ Remettre les échantillons dans l'étuve à 105°C pendant 24h ;
- ✓ Peser deuxième fois ;
- ✓ Tamiser mécaniquement sur une tamiseuse électrique ;
- ✓ Peser le refus de chaque tamis ;

Le diamètre des mailles de la série de tamis qu'on a utilisé dans l'ordre décroissant sont :

2000 μm - 1000 μm 800 μm - 630 μm -500 μm -400 μm -315 μm -250 μm -200 μm 160 μm -

140 μm - 100 μm -80 μm - 63 μm - 50 μm - 40 μm . Chaque tamisage dure 10 minutes.

Présentation des résultats :

Les résultats de ces analyses ont été présentés sous forme de courbe cumulative :

- ✓ En abscisse logarithmique, le diamètre des particules.
- ✓ En ordonnée, le pourcentage des refus cumulés

La fraction fine :

L'étude de la fraction fine consiste, d'abord à évaluer pour chaque échantillon, le pourcentage de cette fraction fine inférieure à 40 μm :

$$Pp(\%) = [(P1-P2)/P1]*100$$

(PP) : pourcentage des pélites.

(P1): poids initial (g).

(P2): poids final (g).

✚ Les indices granulométriques :

Indice de classement Sorting de Trask (S_0) : Il permet d'étudier le classement des sédiments. Il indique la dispersion des tailles par rapport à la moyenne de l'échantillon.

Folk et Ward: $S_0 = \sqrt{(\phi_3/\phi_1)}$

Indice d'asymétrie Skewness (SK) : Il permet d'évaluer la tendance des sédiments vers le grossier, ou vers le fin.

Folk et Ward : $Sk = (\phi_3 + \phi_1) / \phi_2$

Les différents indices granulométriques ont été calculés à partir d'Excel.

III.4.2.10. Analyse microbiologique

✚ Filtration sur membrane

L'échantillon à analyser est filtré à travers une membrane de diamètre de pores de $0.2\mu\text{m}$, qui retient les micro-organismes recherchés. La membrane est ensuite placée sur un milieu gélosé selon les bactéries recherchées.

✚ Coliforme totaux et fécaux

Mode opératoire

- Après filtration (100ml) sur membrane ($0.45\mu\text{m}$) ;
- Déposer le filtre sur une boîte de pétri en évitant les bulles d'air ;
- Incuber les boîtes en les retournant, à 37°C pour les CT et à 44°C pour les CF, pendant 24 à 48 H ;
- Les résultats : unité UFC/100 « Unités formant colonie »

✚ Streptocoques Fécaux

Mode opératoire

- Après filtration de 100 ml d'échantillon ;
- Déposer le filtre sur une boîte de pétri milieu Slanetz et Bartley ;
- Incubation 20-48 h à 37°C (teste présomptif) → colonies rouges ;
- Déposer la membrane sur gélose BEA, 20 min (teste de confirmation) → colonies noires.

Chapitre IV :
Résultat et discussion

Dans ce chapitre on va présenter les résultats obtenue à partir des analyses qui on a fait au niveau de l'embarcation et au niveau laboratoire de l'ENSSMAL pour le but de connaître les paramètres physicochimiques de l'eau de mer et le sédiment dans la plage les dunes (El Bahdja) la baie El Djamila, donc les résultats de mesure obtenus lors de la sortie sur terrain sont exprimé sur le tableau (**Annexe 2**)

Pour l'analyse de l'eau, un total de sept sites a été sélectionné, 6 stations proches et une seule au large. Les résultats obtenus par les mesures in situ des paramètres physico-chimiques et l'analyse des paramètres indicateurs de pollution sont présentés sous forme textuelle et graphiquement par des histogrammes, des graphes et des cartes générées sur ArcMap 10.3

IV. Résultats des paramètres physico-chimiques

IV.1.. Température

Les valeurs de température obtenue in situ dans la plage El Bahdja varient entre 21,6°C et 22,2°C avec une moyenne de 21,9°C.

La valeur minimale est observée au niveau de la station une, et la valeur maximale est observée au niveau de la 3^{ème} station.

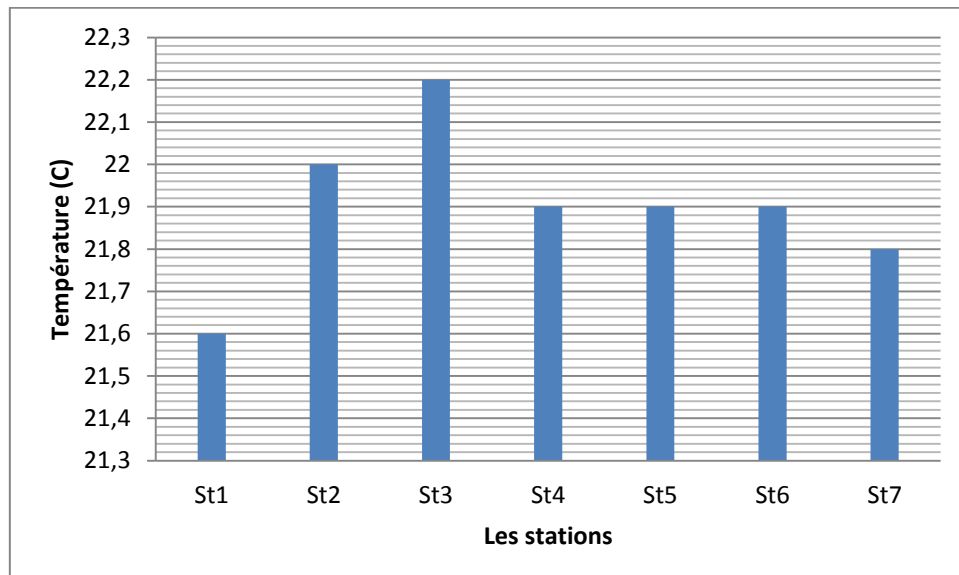


Figure 5: Variation de la température en fonction des stations.

D'après la **Figure 5**, on remarque que la température la plus élevée est la station qui est plus proche de la cote (station 3) par rapport à les stations au large (station 6, station 7).

A cette époque, la température élevée à la Station 3, située près de la sortie de l'Oued de Béni Messous, peut être attribuée à plusieurs facteurs. Par exemple, les émissions industrielles peuvent augmenter la température de l'eau en fournissant une source de chaleur supplémentaire.

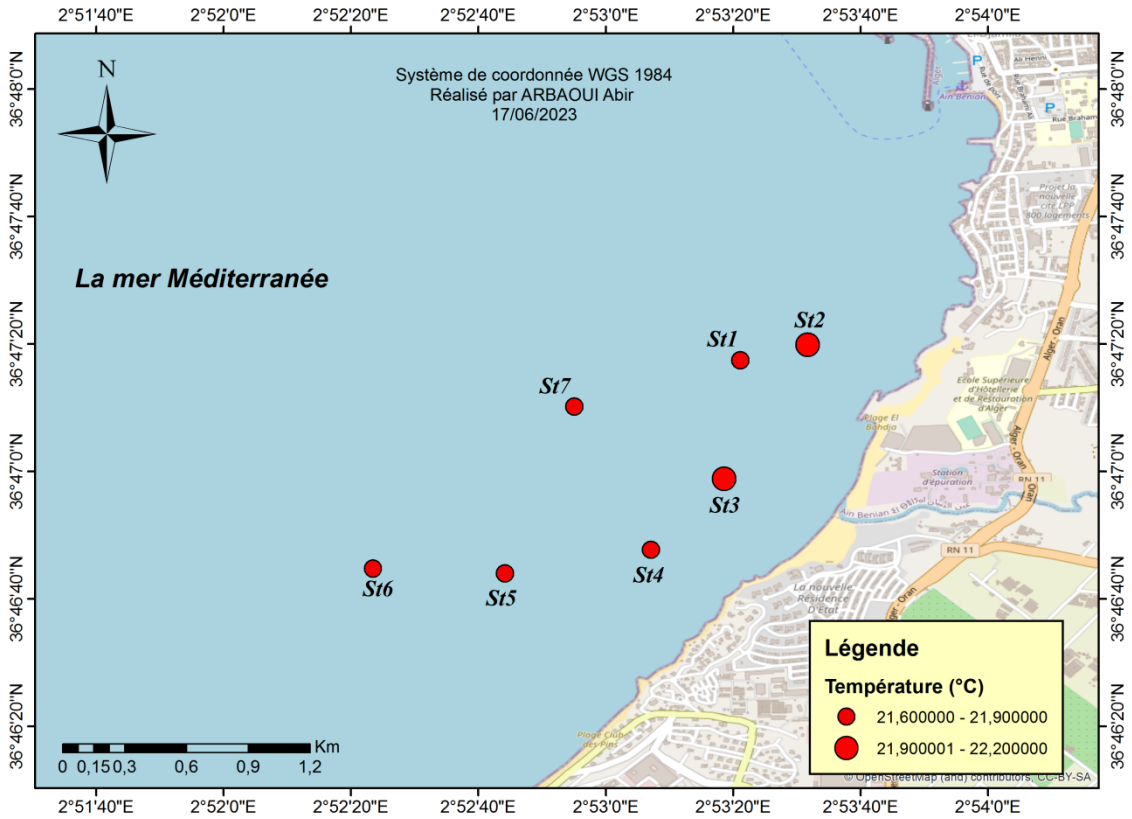


Figure 6: Carte de la répartition de la température en fonction des stations.

IV.2. La salinité

Les valeurs de salinité observée la zone d'étude variaient entre 36,3 et 36,4 PSU, avec une salinité moyenne de 36,35 PSU comme le montre la figure 7

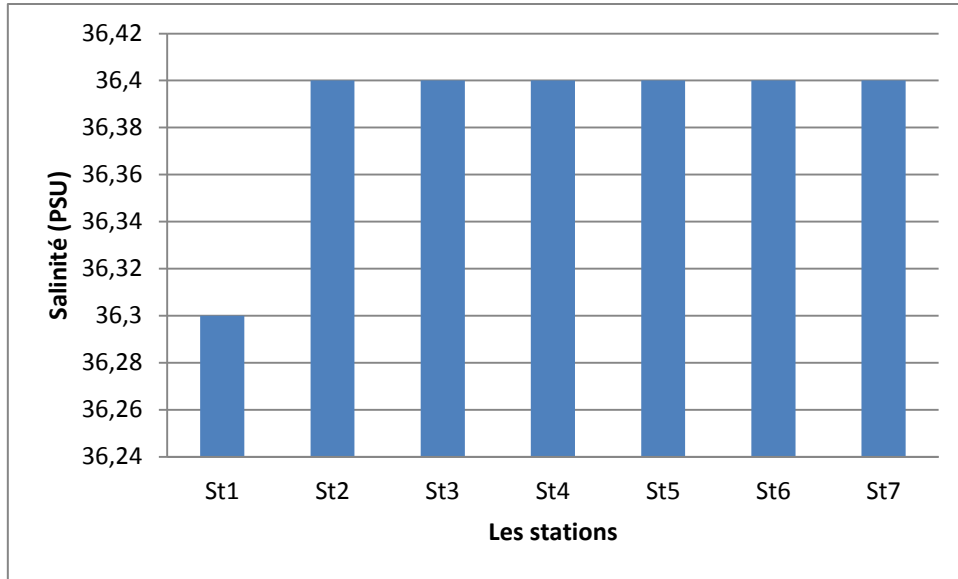


Figure 7: Variation de la salinité en fonction des stations.

La stabilité de la salinité dans les stations 2, 3, 4, 5,6 et 7 est en raison les eaux douce qui provenant de la sortie de l’oued et aussi de la présence de des organismes marins.

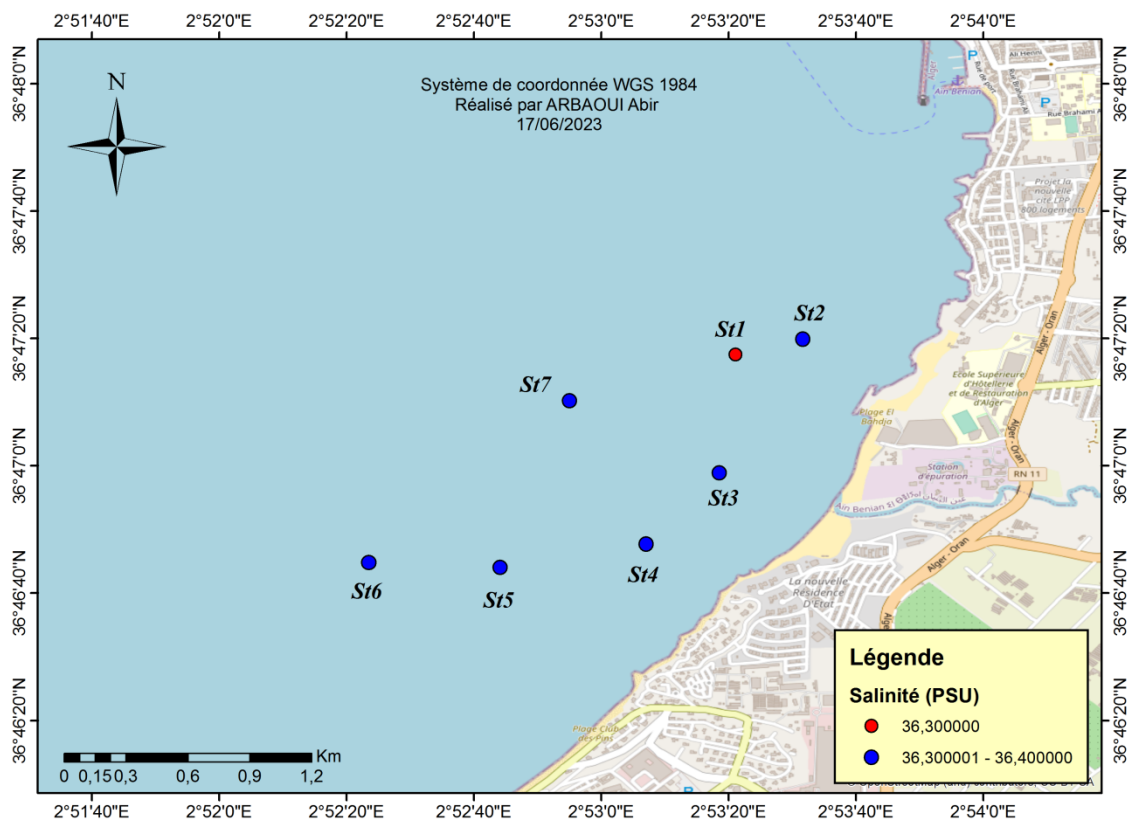


Figure 8: Carte de la répartition de la salinité en fonction des stations.

IV.3. La conductivité

D'après les informations présentées dans la Figure les observations de conductivité varient entre 54,9 et 55.1mS/cm avec un écart type de 0,061 mS/cm.

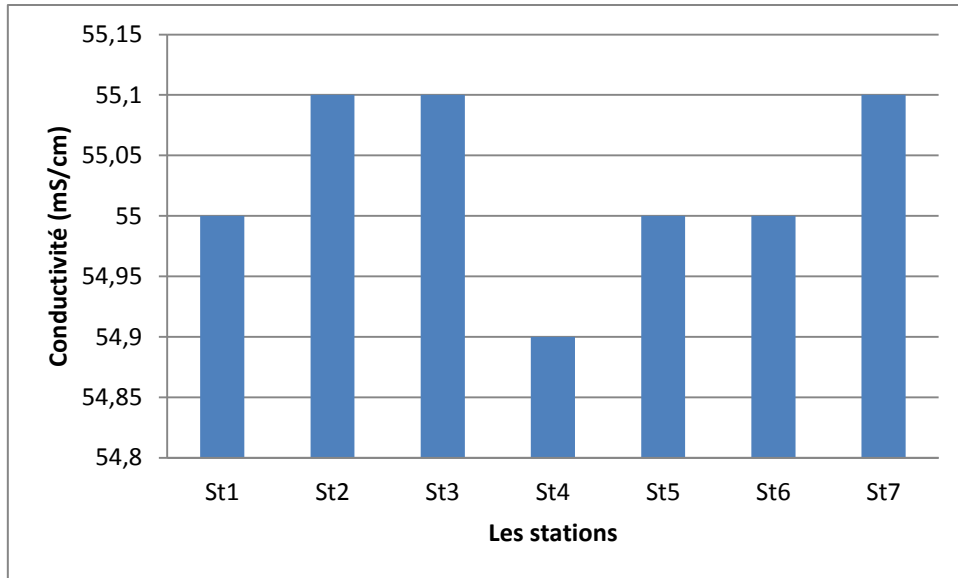


Figure 9: Variation de la conductivité en fonction des stations.

Selon la figure 8, on observe que la plus faible valeur de la conductivité se situent dans la station la plus proche de la sortie de l'Oued, la valeur la plus élevée est située au large (station 7)

Ce résultat peut s'expliquer par l'apport d'eau douce qui vient de l'Oued Beni Messous située en face de la station 4, les eaux douces influent sur la salinité de l'eau de mer et donc sur la conductivité.

Pour les mesures de conductivité et de salinité, qui suivent normalement une relation de corrélation directe, nos résultats ne présentent malheureusement pas de corrélation. Ceci peut être expliqué par les erreurs in situ lors de l'échantillonnage, par les erreurs de calibration des

appareils de mesure ou bien par les erreurs du manipulateur lui-même.

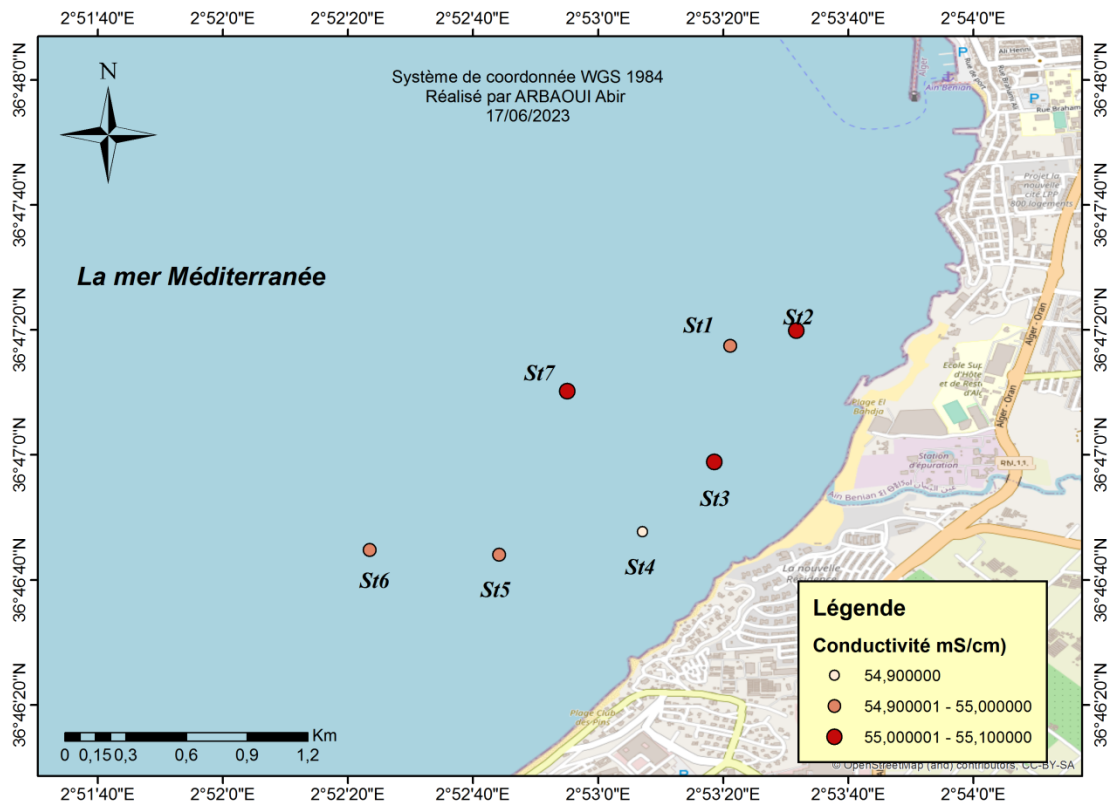


Figure 10: Carte de la répartition de la conductivité en fonction des stations.

IV.4. Le potentiel Hydrogène

Le pH moyen mesuré dans la plage les dunes à la surface de l'eau a été 8,07 avec une valeur minimale de 8,03 et une valeur maximale 8,1. La figure représente la variation de pH dans notre zone.

Alors les résultats les plus acides se situent au niveau des stations à proximité de l'Oued, et les résultats les plus basiques se situent au large.

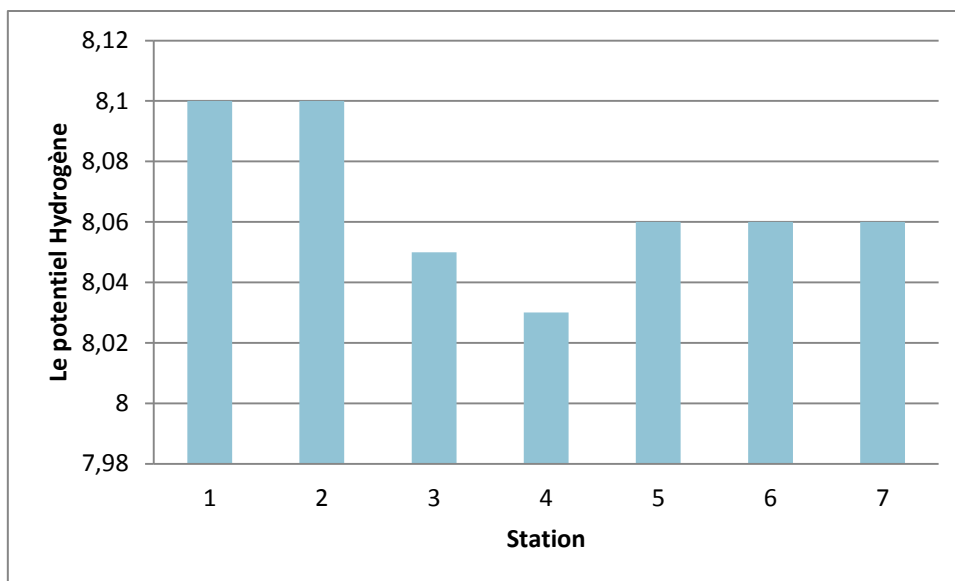


Figure 11: Variation de pH en fonction des stations

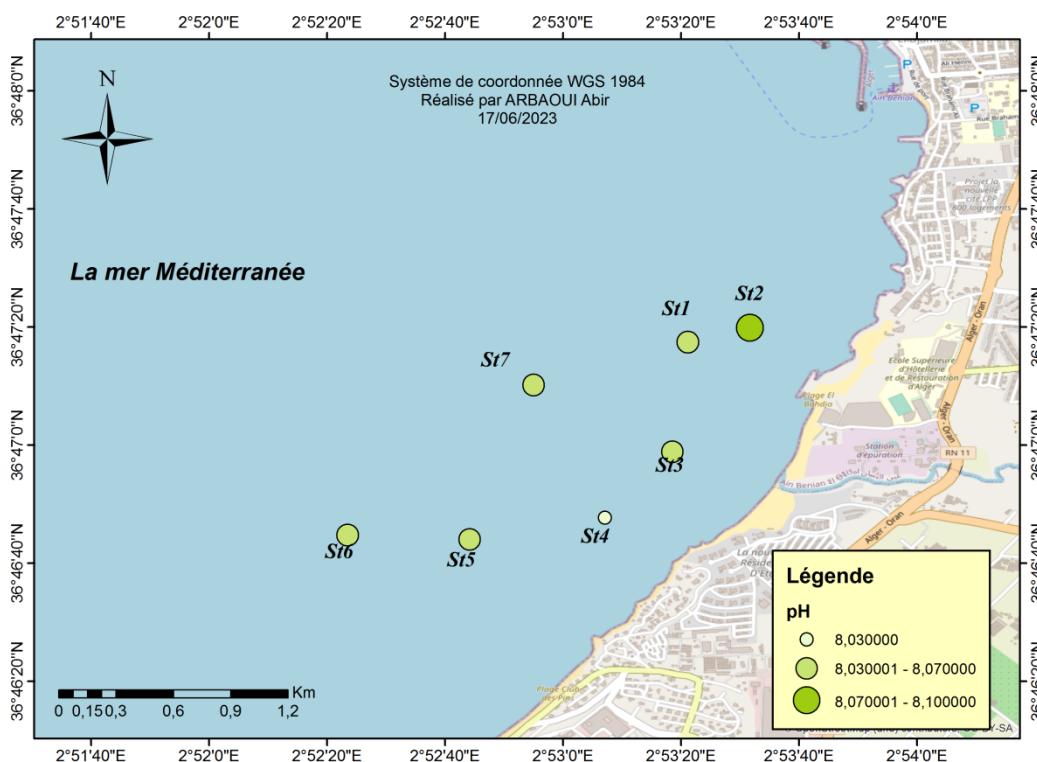


Figure 12: Carte de répartition du pH en fonction des stations

IV.5. La turbidité

D'après les résultats obtenus et l'histogramme présenté, la turbidité est variée entre 0.32 et 0.75NTU avec une moyenne de 0,45 et écart type de 0,098.

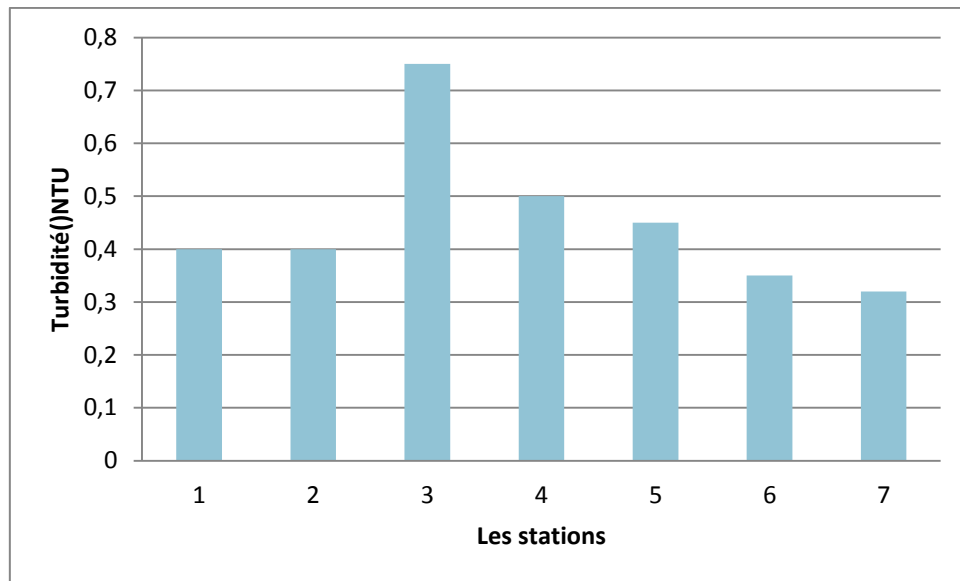


Figure 13: Variation de turbidité en fonction des stations.

On observe que la plus forte valeur de la turbidité se trouve dans la station la plus proche de la sortie de l'Oued qui est la station 3, la valeur la plus faible est situé au large (station 6 et station 7)

On explique ces résultats par le dépôt de matières polluantes qui viennent à la plage par le transport de l'eau douce de l'oued.

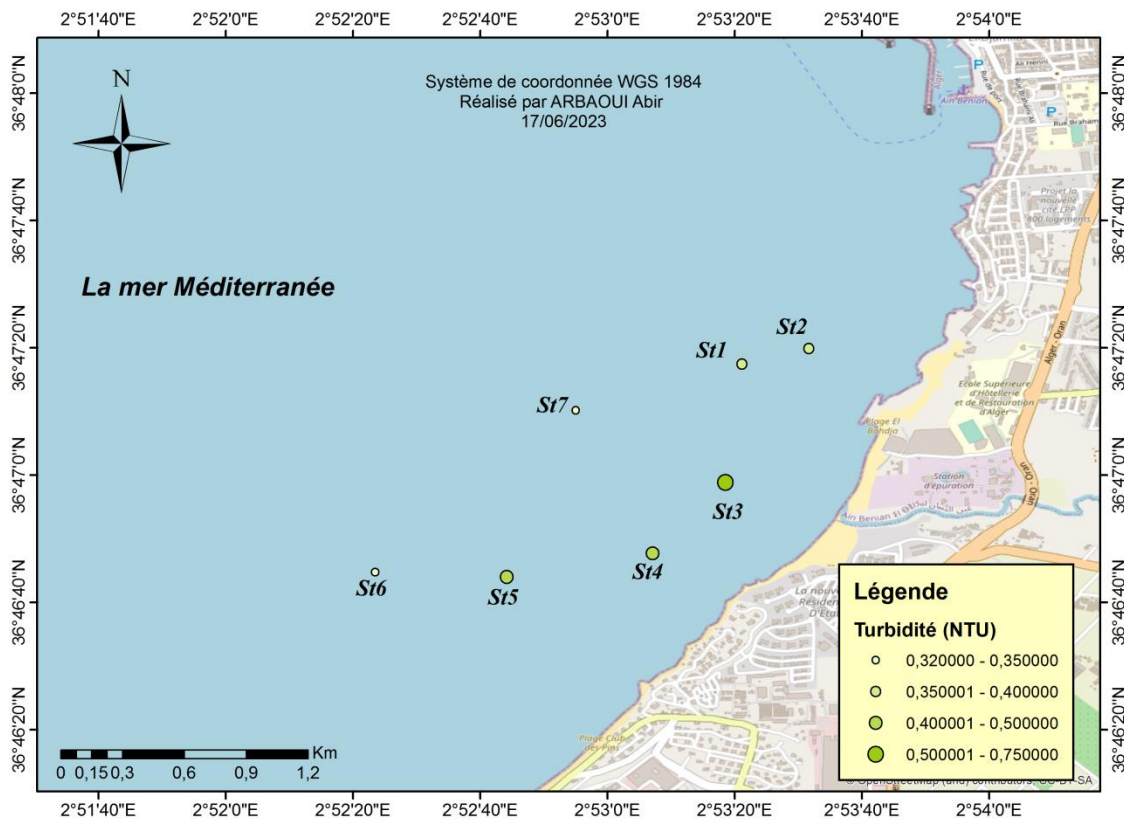


Figure 14: Carte de répartition de la turbidité en fonction des stations.

IV.6. L'oxygène dissous

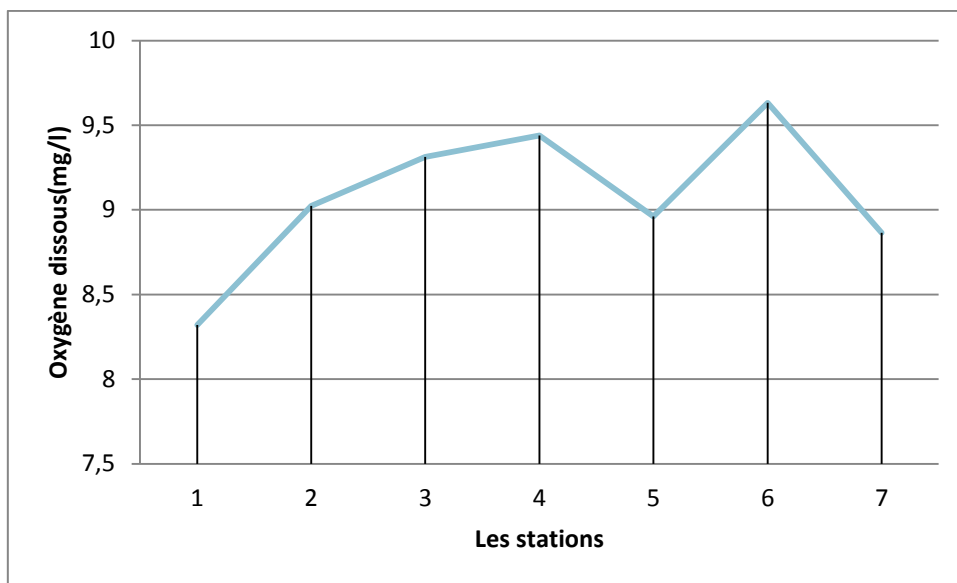


Figure 15: Variation de l'oxygène dissous en fonction des stations.

La figure 15 présente la variation de la concentration d’oxygène dissous en surface de la plage les dunes baie El Djamila. Elle est comprise entre 8,32mg/l (station 1) et 9,632 mg/l (station 6) avec une moyenne de 9,04 mg/l.

- Station 6 : la plus élevée qui se trouve au large.
- Station 1 : la basse qui se trouve à la coté Est des rejets de l’Oued Beni Messous ;

Ce qui peut exprimer par les apports en eaux polluée (les rejets d’Oued), conduisant à la dominance du le phénomène d’oxydation.

L’augmentation de la concentration de l’oxygène dissous au niveau de la station 6 peut être liée à la distance entre la station et la cote (elle est plus loin que les autres stations).

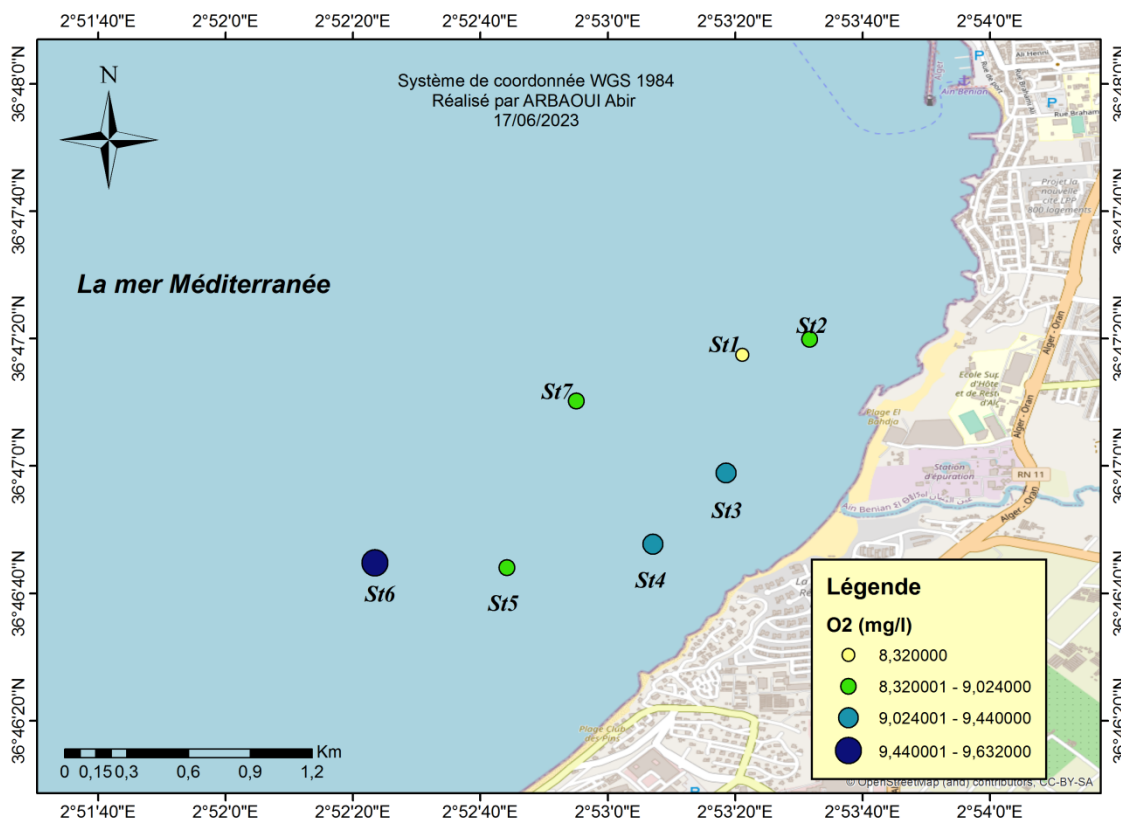


Figure 16: Carte de répartition de l’oxygène dissous en fonction des stations.

IV.7. Les matières en suspension (MES)

Selon la **Figure (17)**, les valeurs de matières en suspension étaient comprises entre 21.5 mg/l à la station 6 et 70.31 mg/l à la station 4 avec une valeur moyenne de 45.905 mg/l.

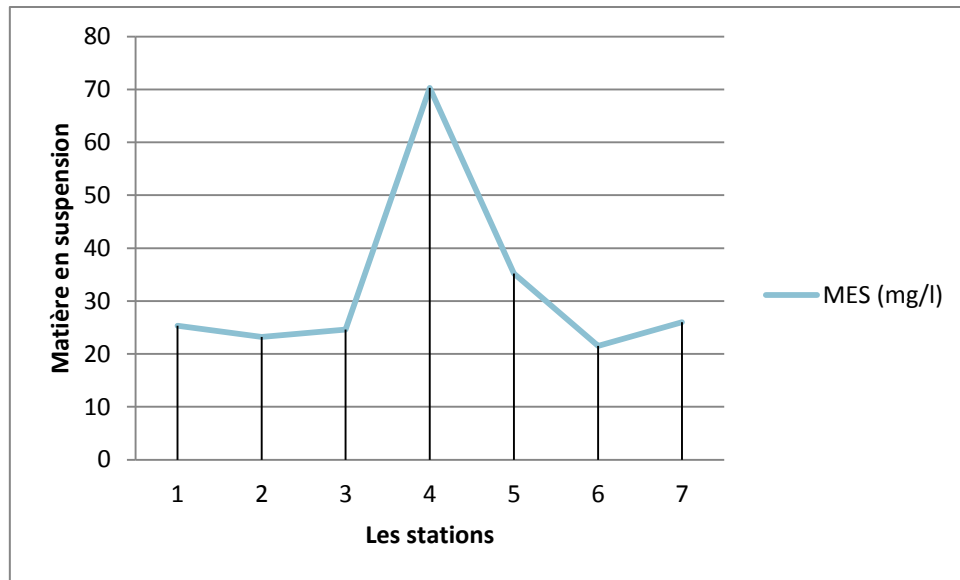


Figure 17: Variation de MES en fonction des stations.

On remarque que quand on éloigne de rejet le taux de la matière en suspensions diminue, on peut expliquer ces résultats par l'influence des rejets de l'oued sur la plage, et aussi la direction de courant la semaine de sortie.

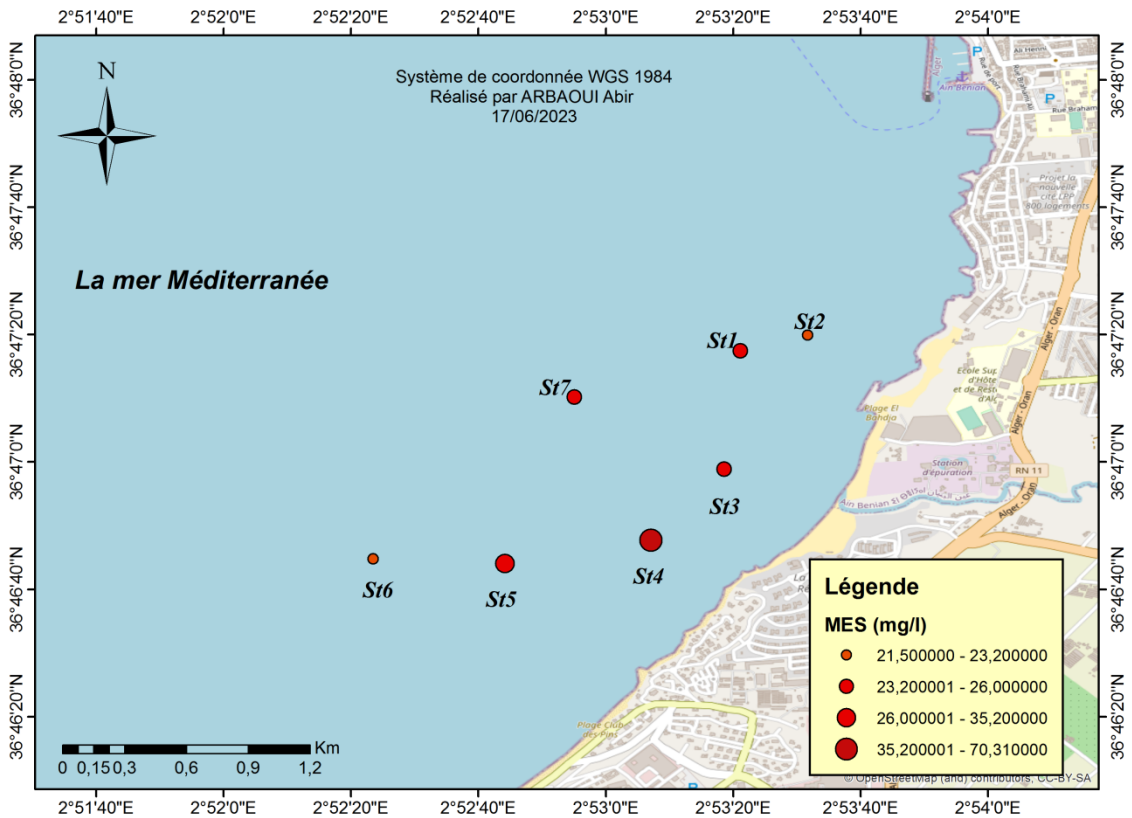


Figure 18: Carte de répartition de MES en fonction des stations.

IV.8. Matière organique particulaire

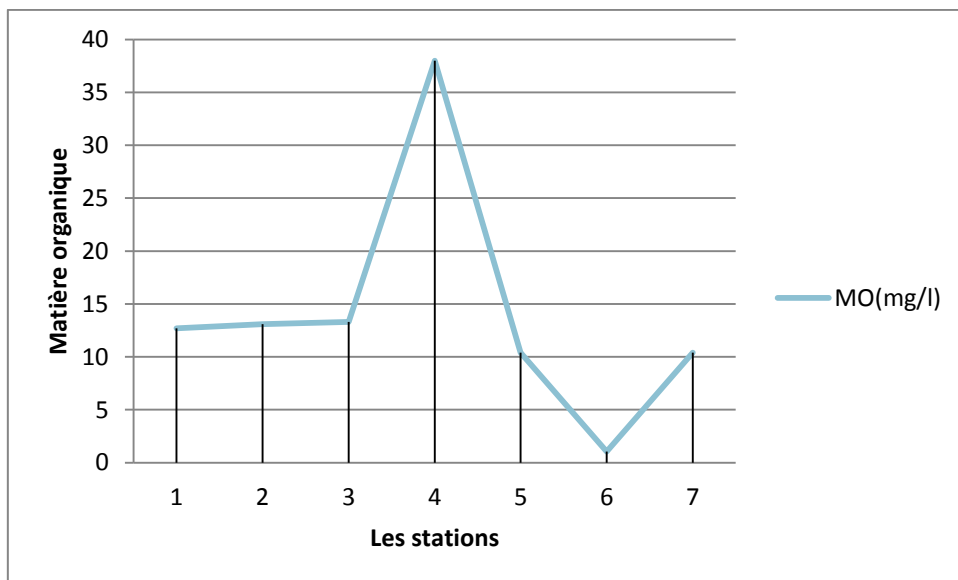


Figure 19: Variation de Matière organique particulaire en fonction des stations

Selon le diagramme présenté, la matière organique varie entre 1.4 mg/l au niveau de la station 6 et 38 mg/l au niveau de la station 4 avec une moyenne de 19.7 mg/l. Ceci explique les résultats obtenus dans l'analyse des matières en suspension.

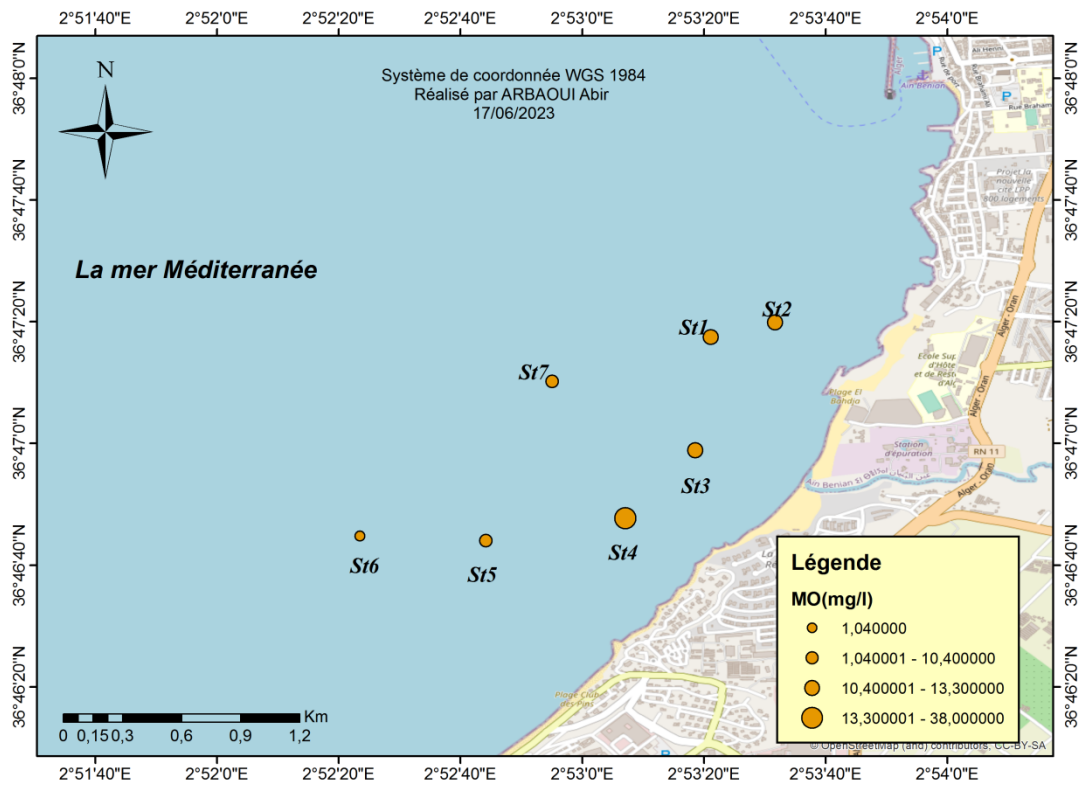


Figure 20: Carte de répartition de MO en fonction des stations.

IV.9. Le taux de la matière organique dans le sédiment

La répartition de la matière organique dans les sédiments de la plage El Bahdja, montrent qu'elle constitue entre 1.35% (Station 3) et 2.75 % (Station 2) de sédiment comme un maximum.

La figure montre la représentation graphique de ce paramètre :

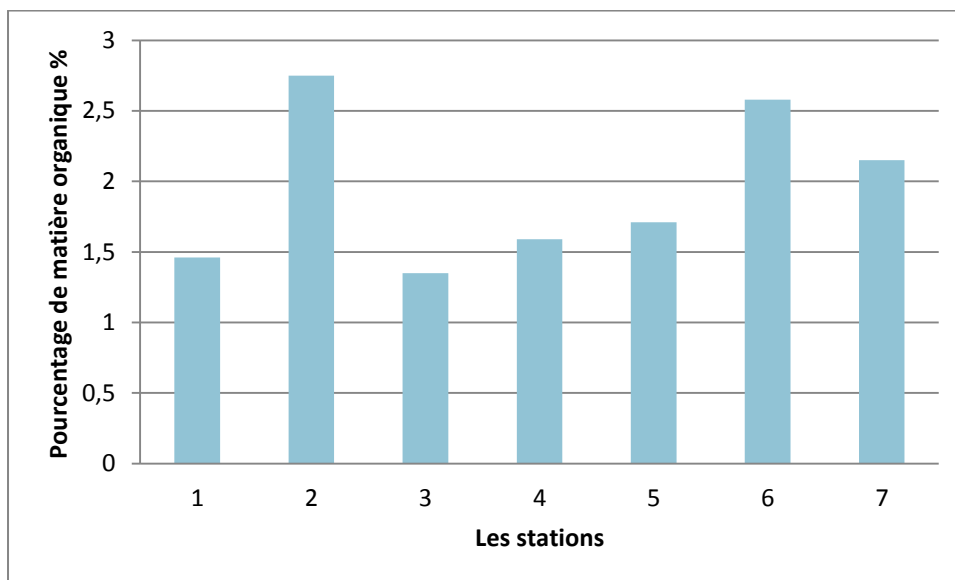


Figure 21: Variation de Pourcentage de matière organique % en fonction des stations.

La forte teneur en matière organique est expliquée par la présence d'une pollution organique, causée par les rejets de l'oued.

D'après la Figure 21, on trouve que les valeurs de la MO dans le sédiment sont élevées au niveau de la plage particulièrement dans les stations (2, 6 et 7). La station la plus proche de l'embouchure de l'oued est la station 2 si pour la MO est très élevée, par contre la station 7 est loin de plage mais sa MO est élevée, parce qu'il est situé en face de l'embouchure.

Le côté est de la plage (station 1 et 2) est plus pollué que le côté ouest (station 3,4 et 5), et cela est dû aux courants.

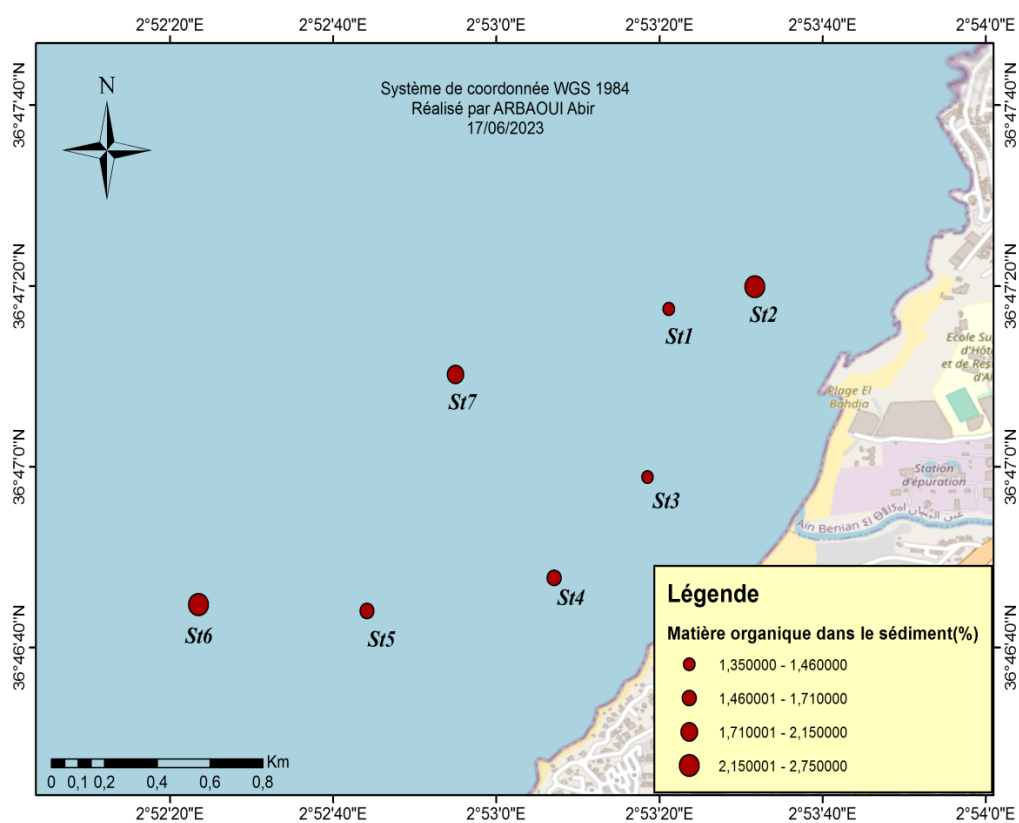


Figure 22: Carte de répartition de MO dans le sédiment en fonction des stations.

IV.10. Dosage des sels nutritifs

Les données collectées au port de Sidi Fredj sont résumées ci-dessous, sous forme de valeurs minimales, moyennes et extrêmes, avec une représentation graphique.

IV.10.1 Nitrates

On observe une variation des niveaux de nitrates entre 0,0503 $\mu\text{mol/l}$ dans la station 5 et 0,5791 $\mu\text{mol/l}$ dans la station 4, avec une moyenne 0,1619 $\mu\text{mol/l}$.

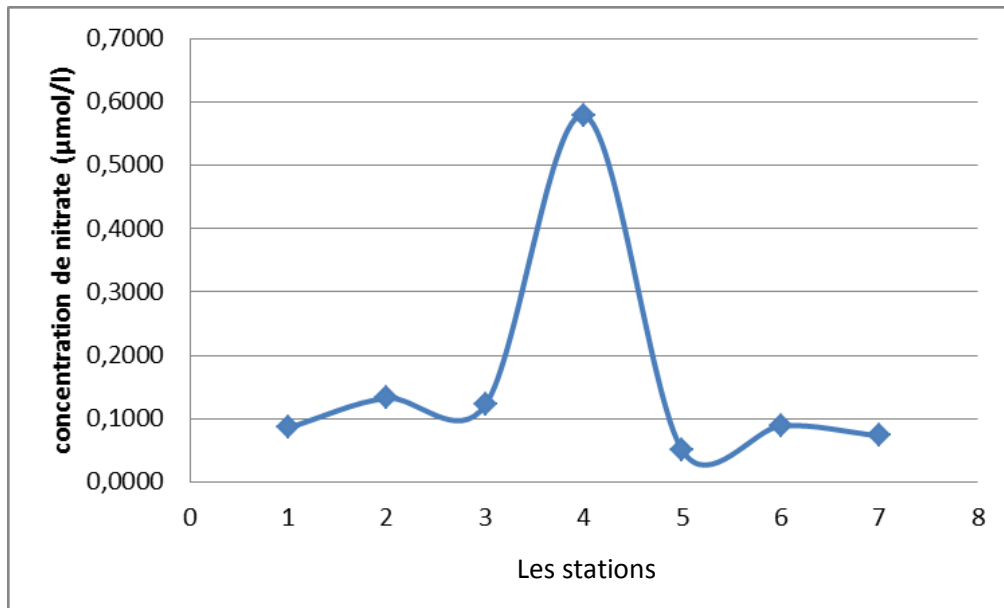


Figure 23: Variation de concentration de Nitrate en fonction des stations.

La station S(4) présente la concentration de nitrates la plus élevée, ce phénomène pouvant être attribué aux activités humaines et à l'oxydation des matières azotées par les bactéries.

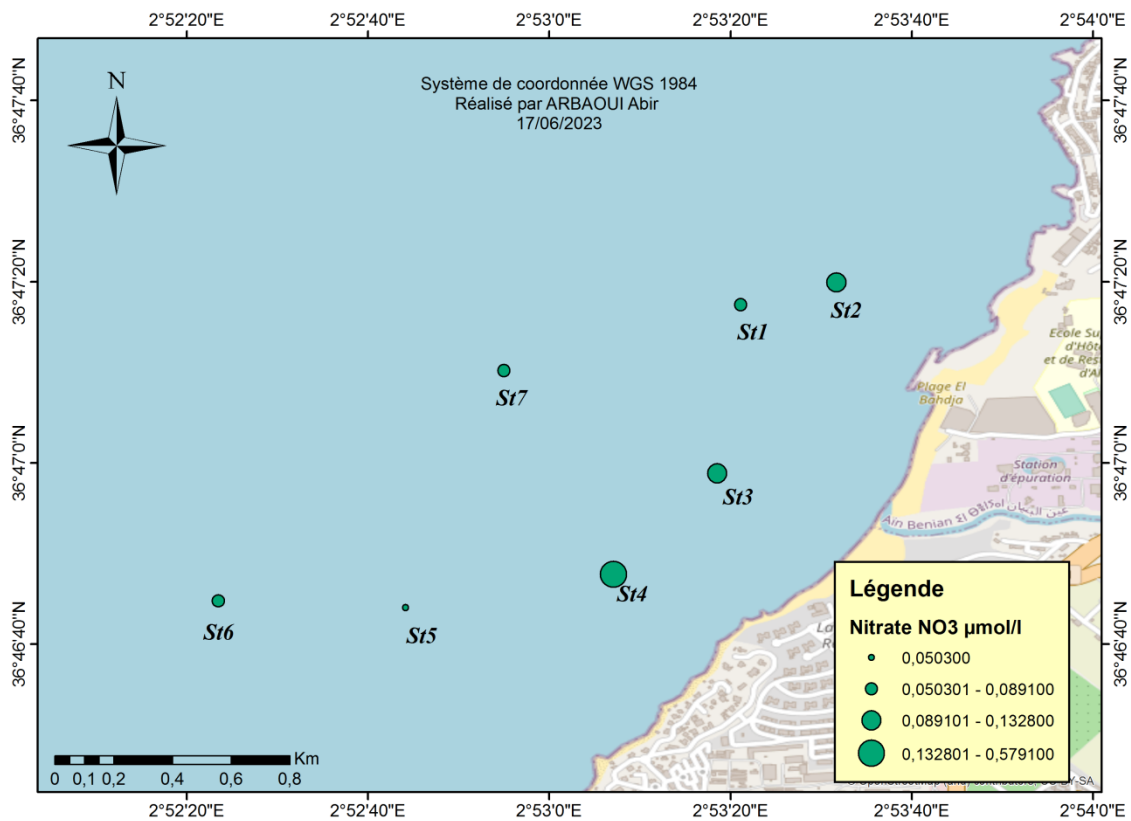


Figure 24: Carte de répartition de nitrate en fonction des stations.

IV.10.2. Nitrite

D'après la figure 25, on remarque que les valeurs de nitrites varient entre 0,0002µmol/l dans la station 5 et une valeur maximale 0,0121µmol/l dans la station 2, avec une moyenne 0,0040µmol/l.

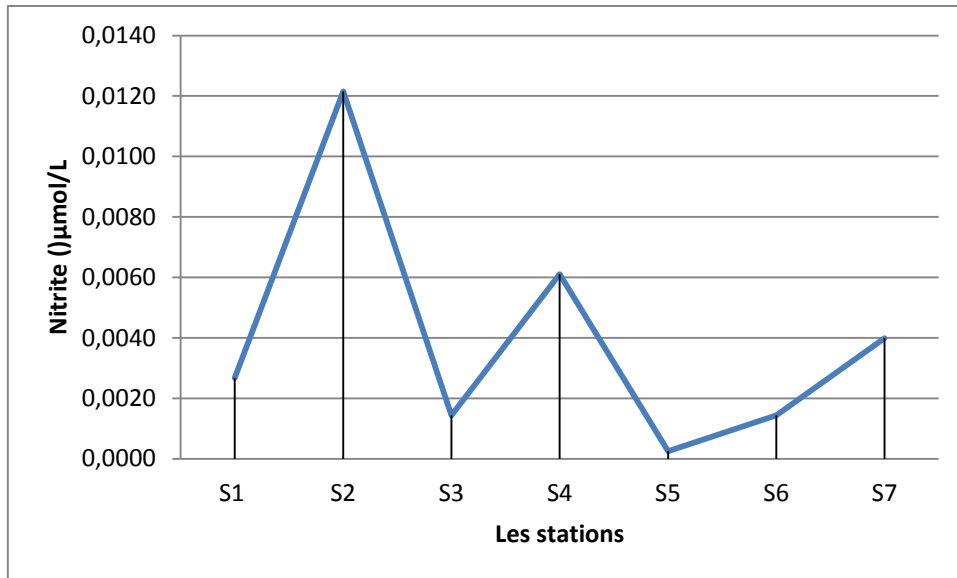


Figure 25: Variation de concentration de Nitrite en fonction des stations.

D'après les informations fournies dans la Figure (25), on a observé que la concentration élevée a été détectée à la station portuaire (S2). Cette observation peut être attribuée à l'oxydation de l'ammonium, qui provient probablement de la matière organique présente dans les eaux usées rejetées à proximité de cette station.

De plus, les niveaux de nitrites sont faibles dans les autres stations.

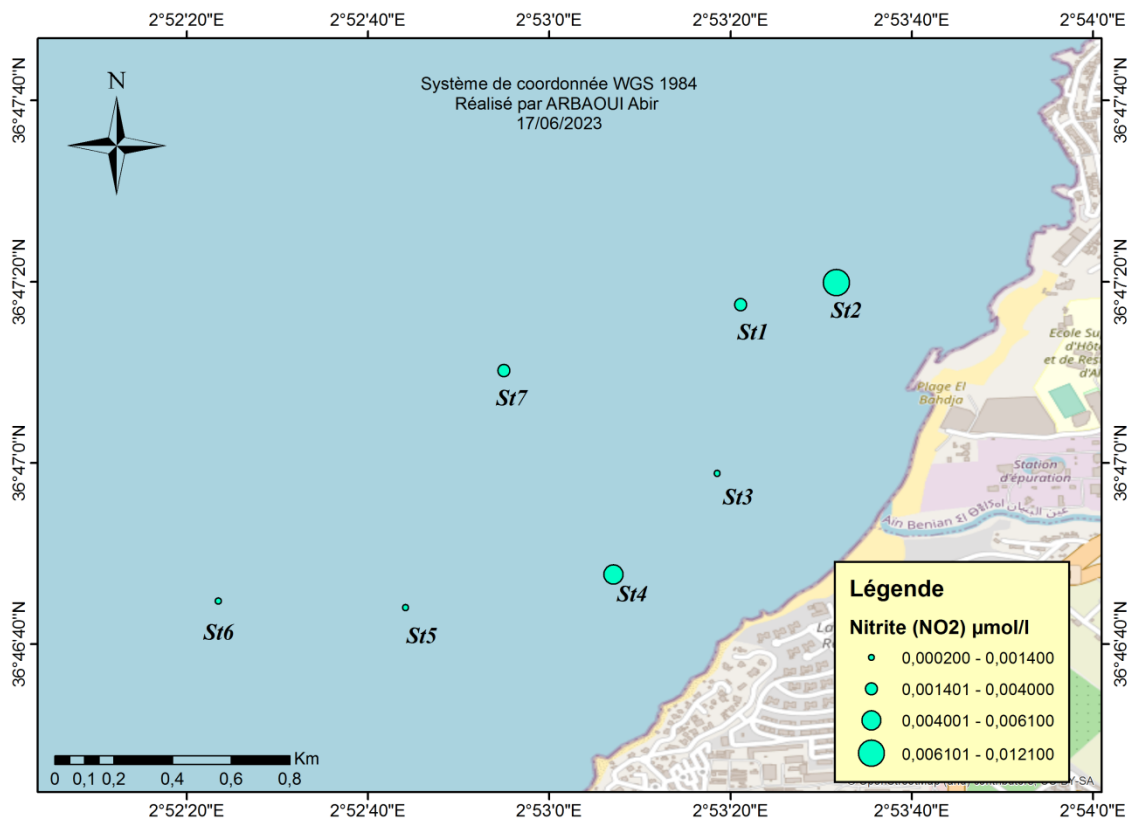


Figure 26: Carte de répartition de nitrite en fonction des stations.

IV.10.3. Les orthophosphates

D'après la figure 27, la variation de la concentration d'orthophosphates est entre 0,3099 µmol/l dans la station 7 et 1,9777 µmol/l dans la station 3, avec une moyenne de 0,8721 µmol/l.

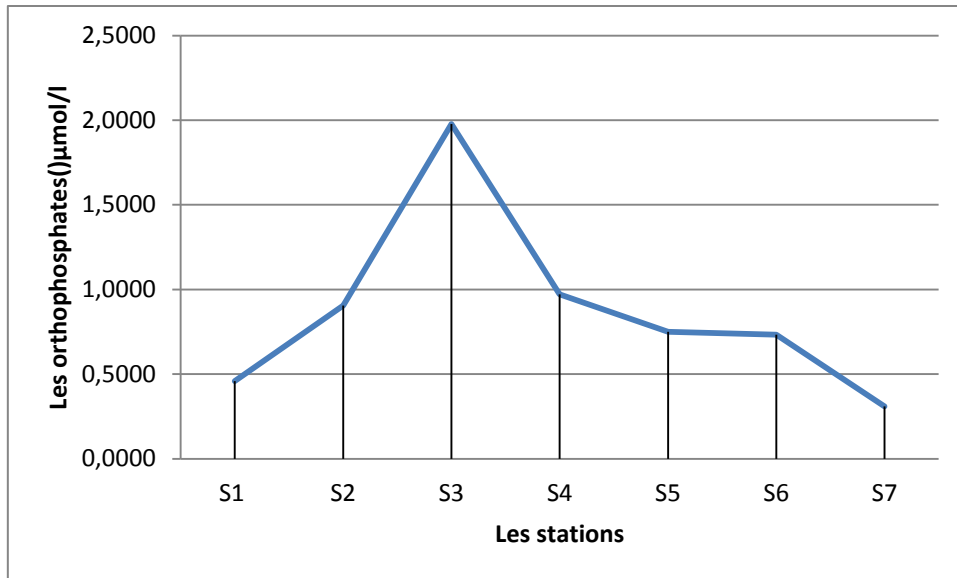


Figure 27: Variation de concentration d'orthophosphates en fonction des stations.

Les valeurs élevées d'orthophosphates près de l'embouchure d'un oued (station 3) peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, l'un des uns est l'apport de matière organique car l'orthophosphates peut provenir de la décomposition de matière organique, telle que des déchets végétaux ou des rejets d'eaux usées contenant des phosphates.

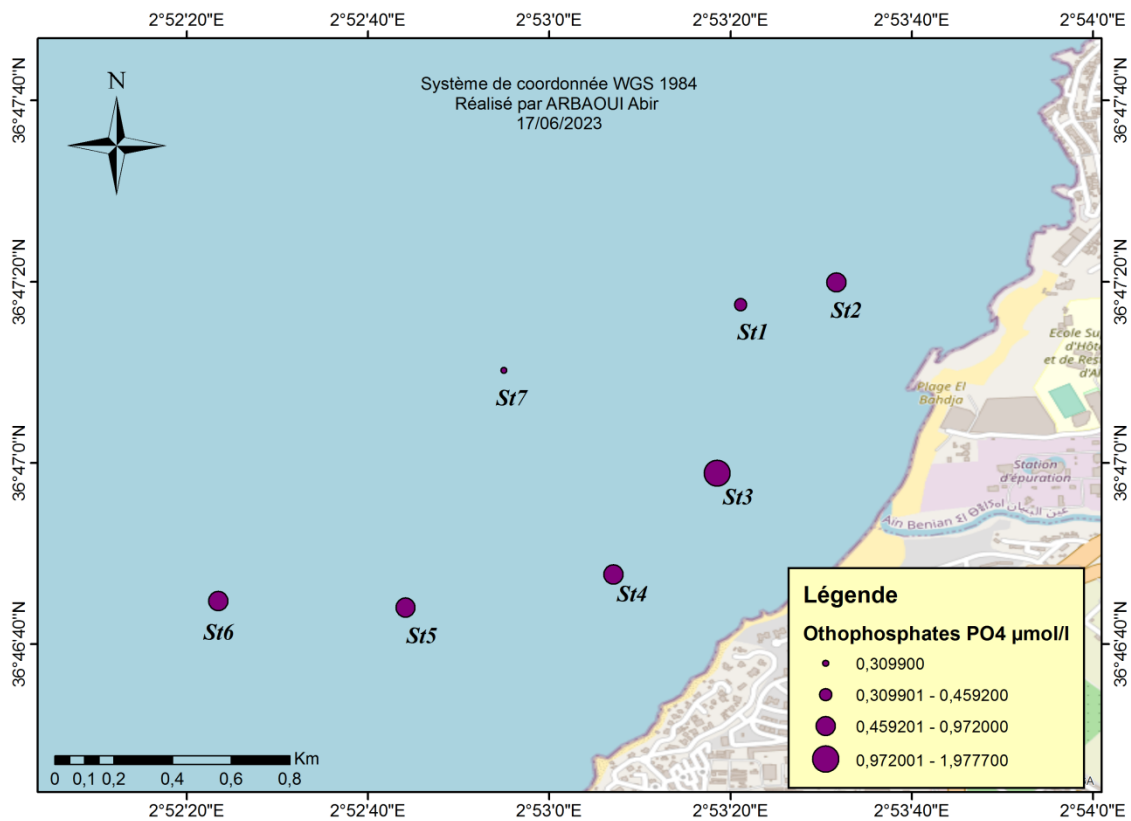


Figure 28: Carte de répartition d'orthophosphates en fonction des stations.

IV.10.4. Les silicates

D'après la figure 29, la faible concentration de silicate est $3,239\mu\text{mol/l}$ observée au niveau la station 1 et la concentration la plus forte est $7,490\mu\text{mol/l}$ dans la station 5, avec une moyenne de $4,656\mu\text{mol/l}$.

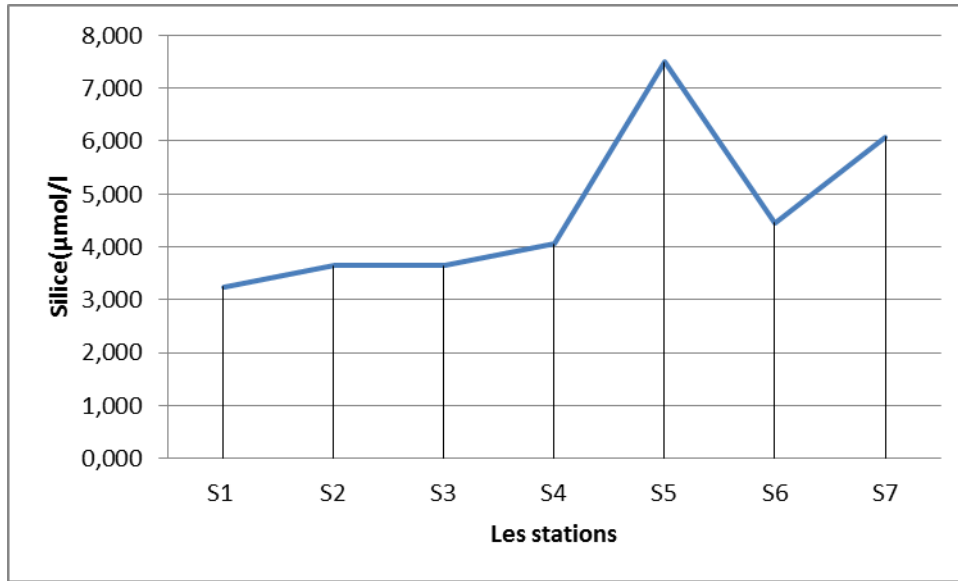


Figure 29:Variation de concentration de silice en fonction des stations.

L'augmentation de la concentration de silice dans la station 5 peut être liée aux apports côtiers, aux rejets anthropiques, ainsi qu'à la dissolution des tests siliceux et à la diffusion à partir des sédiments marins.

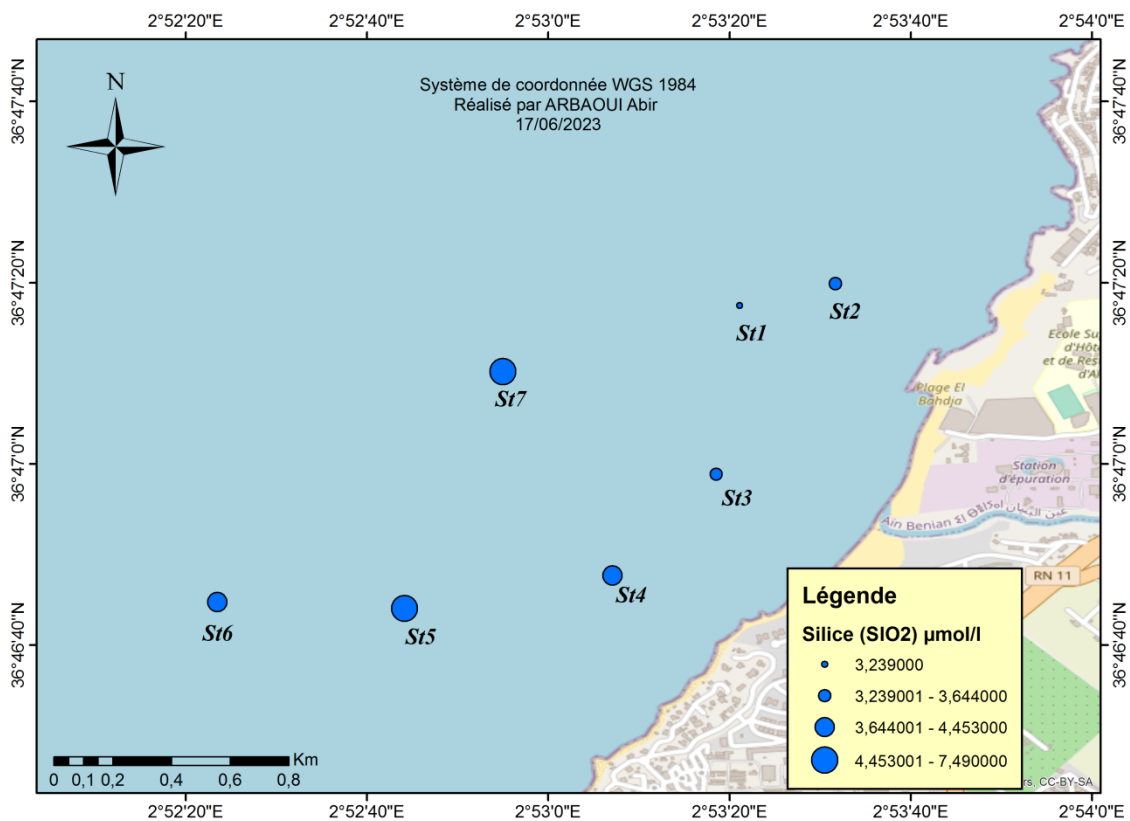


Figure 30:Carte de répartition de silice en fonction des stations.

IV.11. L'analyse microbiologique

Tableau 4: les résultats des analyses microbiologiques

Concentrations	10 ⁰				10 ⁻¹			
	CT	CF	SF		CT	CF	SF	
Les milieux	Tergitol	Tergitol	Slanetz et Bartley	BEA	Tergitol	Tergitol	Slanetz et Bartley	BEA
S1	66	1	0	0	10	0	0	0
S2	122	4	0	0	8	1	0	0
S3	113	5	0	0	65	2	0	0
S4	140	5	0	0	14	0	0	0
S5	55	2	0	0	6	0	0	0
S6	60	4	0	0	15	0	0	0
S7	150	6	0	0	60	2	0	0

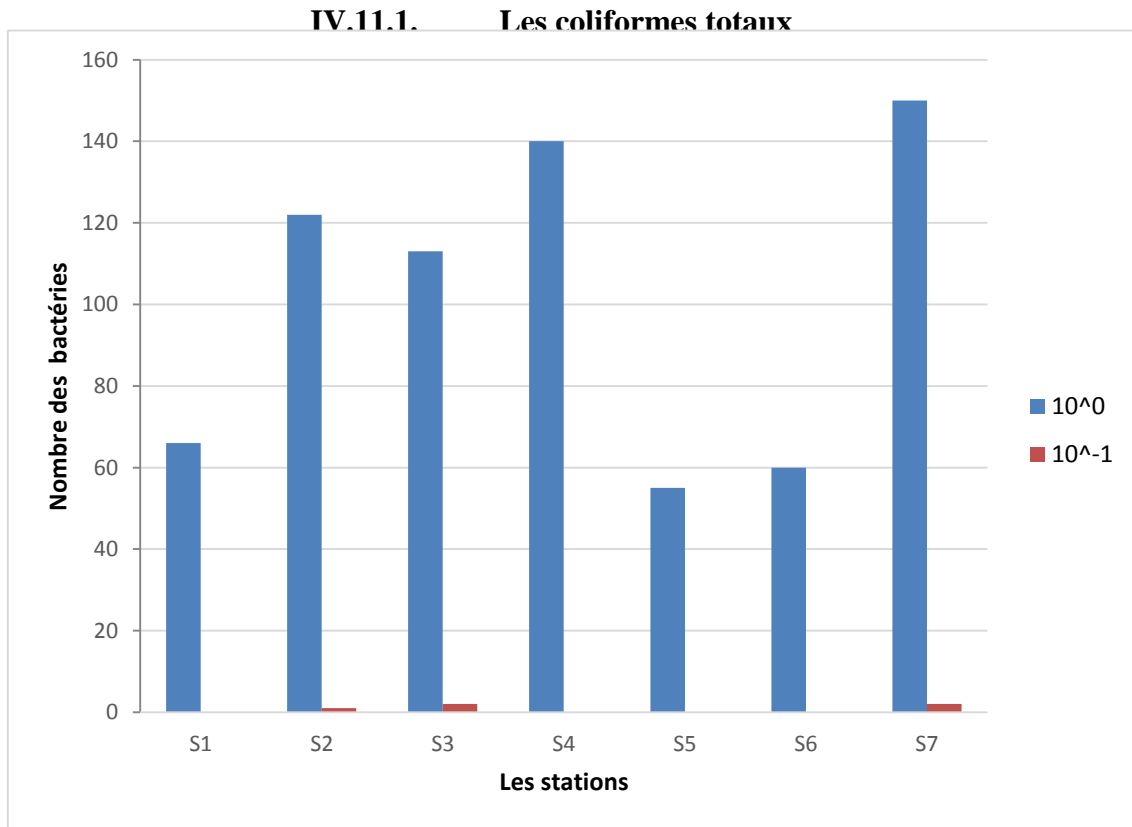


Figure 31 : la variation des coliformes totaux en fonction de la dilution et les stations

Les concentrations les plus élevées ont été observées au niveau de la S7 et S4, le minimum de concentration est enregistré dans la S5 avec 55 CT/100 et S6 avec 60 CT/100ml.

IV.11.2. Les coliformes Fécaux

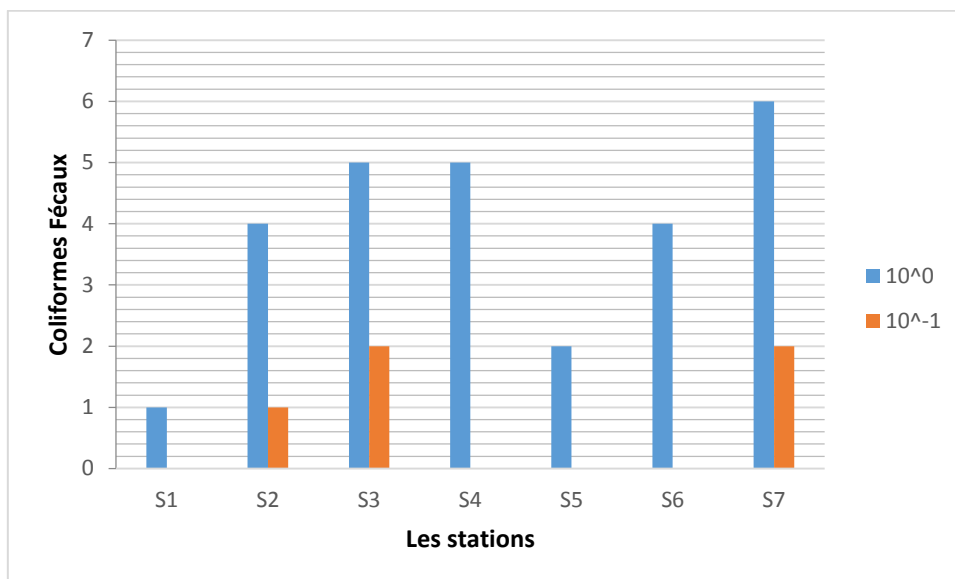


Figure 32 : Variation des CF en fonction des dilutions et les stations

Les concentrations les plus élevées ont été observées au niveau de la S3, S4 et S7, le minimum de concentration est enregistré dans la S1 avec 1 CF/100ml et S5 avec 2 CF/100ml.

IV.11.3. Streptocoques fécaux

Les streptocoques sont les meilleurs témoins de la contamination fécale, cette dernière peut être d'origine animale ou bien humaine.

Au niveau de toutes les stations, soit à l'utilisation de milieu de culture Slanetz et Bartley ou bien BEA, les résultats sont négatifs.

Et à cause de la présence d'une station d'épuration des eaux usées au niveau de l'oued « juste avant la côte », la concentration de ce type de déchets diminue.



Figure 33: une photo d'échantillon (montrant les résultats négative)

IV.12. Analyses granulométriques

Résultats et discussion de l'analyse de la fraction pélite

Selon le graphe suivant on remarque que le pourcentage des pélites s'échelonne entre 22 % (S2) et 2.03 % (S4).

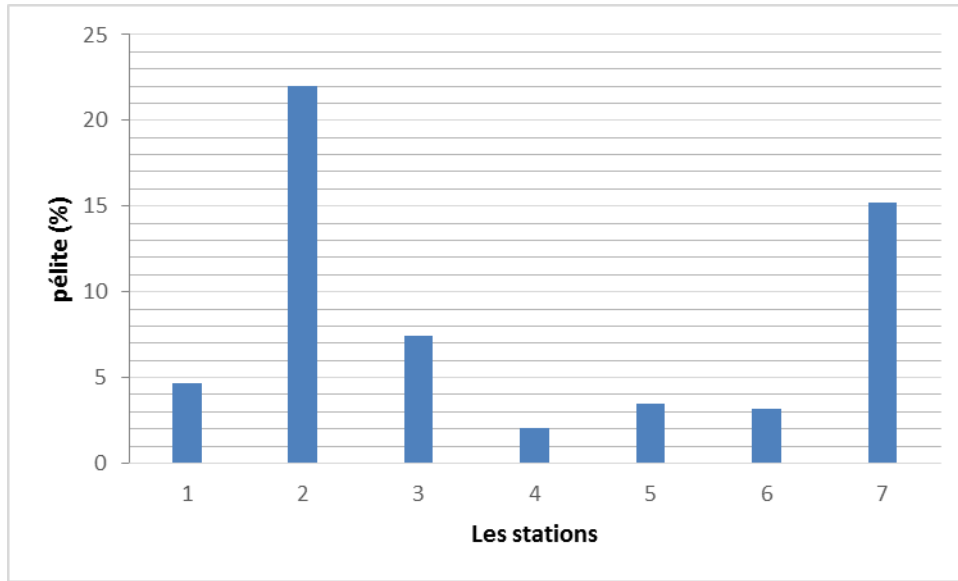


Figure : Variation des taux de pélite (%) dans les sédiments

Après avoir calculé les différents indices granulométriques à partir d'Excel et les avoir classés, on obtient les résultats suivant :

Tableau 5: Calcul des indices granulométriques et interprétation des résultats

Les stations	S_0	Classification du tri	S_k	Classification d'asymétrie
S1	1	sédiment très bien classé	1.8448	Asymétrique vers les fins
S2	1.4699	sédiment très bien classé	1.6698	Asymétrique vers les fins
S3	1.2403	sédiment très bien classé	1.8333	Asymétrique vers les fins
S4	1.1649	sédiment très bien classé	1.7591	Asymétrique vers les fins
S5	1.1766	sédiment très bien classé	2.1016	Asymétrique vers les fins
S6	1.0741	sédiment très bien classé	2.0363	Asymétrique vers les fins
S7	1.2089	sédiment très bien classé	2	Asymétrique vers les fins

A partir des résultats obtenus pour le S_0 , on constate que les valeurs sont diversifiées, ce qui permet de dire qu'il y a une hétérogénéité de classement, à l'exception de l'échantillon 7 qui est très bien classé.

Nous remarquons selon les valeurs de S_k , que tous des stations sont supérieurs à 1, cela nous informe que le classement tend vers les fines et l'asymétrie est positive.

Les sédiments fins prédominent dans notre région, et cela est dû aux déchets de l'oued qu'il entraîne avec lui et se déverse dans la mer.

Conclusion

Conclusion

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'étendue de la pollution dans l'environnement côtier de la baie El Djamila plage El Bahdja dans les deux matrices l'eau de surface et les sédiments.

Des mesures de certains paramètres physico-chimiques ont été réalisées in situ, tandis que d'autres ont été réalisées au niveau du laboratoire.

Les constatations suivantes ont été relevées grâce à l'analyse des paramètres physico-chimiques effectuée sur les sept stations de prélèvement d'eau de mer :

- Les mesures sur le terrain du potentiel hydrogène et de la température sont toujours conformes aux normes algériennes. (**JORA, 2006**).
- Les valeurs de salinité observées sont inférieures à celles de la mer Méditerranée en raison des apports continentaux provenant des divers rejets déversés dans la zone (rejets de l'Oued de Béni Messous), ce qui explique cette diminution.
- En général, la charge moyenne en matières en suspension (MES) dans le port de plage les dunes est généralement conforme à la norme algérienne (**JORA, 2006**), à l'exception des stations situées proche de l'embouchure de l'Oued où elle peut différer.
- Une saturation en oxygène dissous renseigne sur une activité photosynthétique élevée et son utilisation pour la production de matière organique et aussi due aux échanges air-mer.
- À partir de l'analyse des sels nutritifs, nous pouvons conclure que l'eau de plage El Bahdja présente des concentrations faibles de nitrates, nitrites et orthophosphates. Cependant, la concentration de silicate est relativement élevée, ce qui peut être dû à des caractéristiques géologiques locales. Pour une évaluation complète de la qualité de l'eau de plage, il est recommandé de consulter les normes et réglementations locales qui définissent les seuils acceptables pour ces paramètres.

Pour les sédiments, à partir analyses ont été réalisées :

- Analyse granulométrique qui nous a permis de connaître la nature des grains fins.

Pour la partie microbiologique :

- L'analyse microbiologique indique la présence de bactéries indicatrices de contamination fécale, il s'agit principalement des Coliformes totaux (C.T) et des Coliformes fécaux (C.F). Cette pollution microbienne est influencée par les facteurs physico-chimiques tels que : la pression, le pH, la température, la salinité. Ce type de pollution microbiologique joue un rôle important dans l'état environnemental du milieu marin.

En se basant sur les données collectées, l'état de la plage nécessite une surveillance continue, une gestion des rejets continentaux, une évaluation de l'embouchure de l'Oued et la promotion

de l'activité photosynthétique pour assurer et maintenir une bonne qualité de l'eau et de l'écosystème marin.

Afin d'effectuer une évaluation adéquate de l'état de la plage et de la baie, plusieurs mesures peuvent être entreprises :

- Surveillance continue : il est essentiel de continuer à surveiller régulièrement ces paramètres pour détecter toute variation ou dégradation de la qualité de l'eau.
- Gestion des rejets continentaux : Étant donné que les valeurs de salinité sont inférieures à celles de la mer Méditerranée en raison des apports continentaux, il est important d'identifier les sources de ces rejets, en particulier les rejets de l'Oued de Béni Messous, et de mettre en place des mesures de gestion appropriées pour minimiser leur impact sur la salinité de la plage.
- Étude des impacts anthropiques : Il est important d'évaluer les activités humaines qui se déroulent dans la région et leur influence sur la plage et la baie. Cela comprend l'analyse des rejets industriels, des eaux usées, des déchets solides et des pratiques de pêche. Une telle étude permettra de déterminer les sources de pollution et les pressions exercées sur l'écosystème, ainsi que de proposer des mesures d'atténuation appropriées.
- Implication des parties prenantes et sensibilisation : Il est essentiel d'impliquer les parties prenantes locales, y compris les autorités, les pêcheurs, les habitants et les organisations environnementales, dans le processus d'évaluation. Leur participation permettra de recueillir des connaissances locales, d'identifier les préoccupations et les enjeux spécifiques, et de promouvoir une sensibilisation accrue à la conservation et à la protection de la plage et de la baie.

Référence bibliographique

Bibliographie

• A

- **ACHOUR, R. (2013).** Valorisation et caractérisation de la durabilité d'un matériau routier d'un béton à base de sédiments de dragage. Thèse de doctorat. Génie civil. Lille : Université des sciences et technologie de Lille, 199 p
- **AMINOT. , A et CHAUSSEPIED M. (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Brest : CNEXO, p 395.

• B

- **BERRAHO, A. (2006).** Ressources halieutique et potentialités aquacoles au Maroc : Edi. Okad. p 82.
- **BENALLAOUA, S. (2013).** Suivi de la qualité physico-chimique des effluents de la station d'épuration des eaux usées « domestiques » de Beni-Messous. Traitement complémentaire par photo-catalyse. Thèse de magister. Environnement. Alger : ENSSMAL ,p.p 24-25
- **BOUYAHIA, A. ET BOUFRIS, N. (2010).** Epuration des eaux usées d'Oued Beni-Messous. Mémoire du Diplôme d'étude universitaire appliquées(D.E.U.A). Environnement. Alger : ENSSMAL, 19 p

• C

- **CHALGHMI, H. (2015).** Etude de la pollution marine par les hydrocarbures et caractérisation de leurs effets biochimiques et moléculaires sur la palourde de *Ruditapes sp.* Géochimie. Université de Bordeaux. Français, p 16.
- **CHAPMAN P et AL. (1998).** Ecotoxicology of metals in aquatic sediments. Binding and release bioavailability risk assessment, and remediation. Canadian Journal of Fisheries and aquatic sciences, n.55, p.p 2212-2243.

• D

- **DJERMAKOYE, H. (2005).** Les Eaux Résiduaire des Tanneries et des Teintureries : caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse de doctorat en pharmacie, Univ. De Bamako. Mali. p 119.
- **DUTORDOIR, S. (2014).** Bilan des flux de métaux, carbone organique et nutriments contenus dans une rivière alpine : part des rejets urbains de l'agglomération de

Grenoble et apports amont(Isère et Drac) Chimie analytique. Université de Grenoble, Français. p 39.

• *G*

- **GALAF, F., GHANNAM S., (2003).** Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire de troisième cycle. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II Rabat. Maroc. p 101.
- **GERALD et al. (2011).** La fertilité des sols : L'importance de la matière organique. Service Environnement-Innovation Décembre.
- **GESAMP., (1889)-** Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin, la santé de l'océan : la pollution marine sommet de la mer, Canada : St John 's, Terre –Neuve.

• *H*

- **HAYEK, (2021) :** Ali Hayek. L'impact environnemental du changement climatique, une corrélation avec le cycle hydrologique et la concentration de la pollution dans la région Litani. Ingénierie de l'environnement. Université Paris-Est ; Université Libanaise,.Français. p 33
- **HAYZOUN. H., (2014).** Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Autre. Université de Toulon; Université Sidi Mohamed ben Abdellah (Fès, Maroc).Faculté des Sciences et Techniques Français. p 47.
- **HOUMA- BACHARI, F. (2009).** Modélisation et cartographie de la Pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. Thèse de doctorat. Sciences de l'univers et environnement. France : Université du Val de Marne, 272 p.

• *K*

- **KHETTOU, M. ET BELALA, S. (2021).** Les paramètres physico-chimiques dans l'eau de mer et les sédiments dans le port de Sidi-Fredj. Mémoire d'Ingénieur Environnement. Alger : ENSSMAL, 19 p.

• *M*

- **MARCHAND, M. (1985).** Processus géochimique d'apports et de distribution des polluants organiques dans l'environnement marin. Etude appliquée aux hydrocarbures

et hydrocarbures holocènes. Thèse de doctorat. Science naturelle. France : Université Pierre et Marie Curie 6, 586 p

- **MARTINEZ, (1998)**. La pollution de l'eau dans le midi et l'arctique. France: Facicule N° 8. p. 11.

- *O*

- **OMEIRI, M. et SELLAMI, L. (2016)**. Évaluation des Paramètres Physico-chimiques et Bactériologiques au Niveau de la Plage El Bahdja avec les Apports de l'Oued Béni- Messous. Mémoire d'Ingénieur. Alger : ENSSMAL, p.p. 35-37

- *P*

- **P.N.U.E. (1995)**. Programme des nations unies pour l'environnement. «Programme d'action mondiale pour a protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres ».

- *R*

- **RAMADE, F. (2000)**. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Paris : Ed. Ediscience international. p 690
- **REJSEK., (2002)**. « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.
- **RMNI (Institut Météorologique Royal Néerlandais)**

- *S*

- **SOUIDI, H., (2008)**. Evaluation du niveau de la pollution bactériologique chez un échinoderme l'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) dans la cote oranaise orientale. Mémoire de Magister, Oran : université d'Oran, p 111.

- *Y*

- **YOUNES, H. et ZINE, A. (2017)**. Calcule de l'indice de vulnérabilité côtière de la baie d'El Djamila. Mémoire d'Ingénieur Environnement. Alger : ENSSMAL, p.p 20-27



Annexes

Les annexes

Annexe 1 : Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (**Journal officiel de la République Algérienne, 2006**).

Tableau 6: Les valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels

Paramètre	Unité	Valeur limite
Température	°C	30
Ph	/	6.5-8.5
MES	mg/l	35

Annexe 2 : Coordonnées géographiques et les résultats obtenus pour les paramètres mesurés in-situ.

Tableau 7: Coordonnées géographiques et les résultats obtenus pour les paramètres

Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Température (°C)	Salinité(PSU)	Conductivité (mS/cm)
01	36,788183°	2,8892°	21.6	36,3	55
02	36,7888667°	2,89213333°	21.8	36,4	55,1
03	36,7830167°	2,88848333°	22.2	36,4	55,1
04	36,779916°	2,8853°	21.9	36,4	54,9
05	36,7789°	2,8789331°	21.9	36,4	55
06	36,7791°	2,8731833°	21.9	36,4	55
07	36,7861667°	2,88195°	22	36,4	55,1

Annexe 3 : Photographie de matériels utilisés en terrain

La benne



Glacière



La bouteille NESKIN



Les flacons

Annexe 4 : photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire



pH-mètre



Conductimètre



Balance



Turbidimètre



Four à moufle



Rompe de filtration

Figure 34: photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire



Figure 35:photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire

Annexe5 : Préparation des réactifs pour la mesure de l'oxygène dissous

Réactif 1 : Solution chlorure de manganèse $MnCl_2$:

- Le produit utilisé : chlorure de manganèse tétra hydraté ($M= 197.9g/mol$).
- Pour préparer un litre de cette solution, dissoudre 600g de $MnCl_2$ dans l'eau distillé.

Réactif 2 : Solution basique d'iodure :

- Les produits utilisés : iodure de sodium NaI avec masse molaire $149.9g/mol$, et soude $NaOH$ de $40g/mol$.
- Préparez une solution d'hydroxyde de sodium ($NaOH$) de concentration appropriée : dissoudre 320g de soude dans le minimum d'eau environ 300ml.
- Dissoudre en chauffant 600g d'iodure de sodium dans aussi le minimum d'eau 300ml.
- Mélange ces deux solutions et ajuster à 1litre.

Réactif 3 : Solution acide sulfurique H_2SO_4 :

- Le produit utilisé : acide sulfurique (95-97% ; $1.84 kg/l$).
- Diluer 280ml d'acide dans 700ml d'eau distillé et on ajoute l'acide doucement.

Annexe 6 : Résultats de MES**Tableau 8: les concentrations de la matière en suspension en fonction des stations**

Les stations	MES (g/l)	MES (mg/l)
1	0,0253	25,3
2	0,0232	23,2
3	0,0246	24,6
4	0,07031	70,31
5	0,0352	35,2
6	0,0215	21,5
7	0,026	26

Annexe 7 : Résultat de MO**Tableau 9: Variation de teneur de la matière organique dans l'eau de mer en fonction des stations**

Les stations	MO (g/l)	MO (mg/l)
1	0,0127	12,7
2	0,0131	13,1
3	0,0133	13,3
4	0,038	38
5	0,0104	10,4
6	0,00104	1,04
7	0,0104	10,4

Annexe 8 : Les résultats de concentration d'oxygène dissous

Tableau 10: Variation de concentration OD en fonction des stations

Les stations	[O ₂] mol/l	[O ₂] mg/l
1	$2.6 * 10^{-4}$	8,32
2	$2.82 * 10^{-4}$	9,024
3	$2.91 * 10^{-4}$	9,312
4	$2.95 * 10^{-4}$	9,44
5	$2.8 * 10^{-4}$	8,96
6	$3.01 * 10^{-4}$	9,632
7	$2.77 * 10^{-4}$	8,864

Annexe 9 : Les résultats de turbidité et pH**Tableau 11 : Variation de turbidité et pH en fonction des stations**

Les stations	Turbidité (NTU)	pH
1	0,4	8,1
2	0,4	8,1
3	0,75	8,05
4	0,5	8,03
5	0,45	8,06
6	0,35	8,06
7	0,32	8,06

Annexe 10 : Résultats de matière organique dans le sédiment**Tableau 12: Variation de matière organique dans le sédiment en fonction des stations**

Les stations	Pourcentage %
S1	1.46

S2	2.75
S3	1.35
S4	1.59
S5	1.71
S6	2.58
S7	2.15

Annexe11 : Résultat des paramètres microbiologiques

Tableau 13: les résultats des analyses microbiologiques en fonction des stations et dilution

Concentration	10 ⁰				10 ⁻¹			
	CT	CF	SF		CT	CF	SF	
Les milieux	Tergitol	Tergitol	Slantz et Bartley	BEA « Teste de confirmation »	Tergitol	Tergitol	Slantz et Bartley	BEA « Teste de confirmation »
S1	66	1	0	0	10	0	0	0
S2	122	4	0	0	8	1	0	0
S3	113	5	0	0	65	2	0	0
S4	140	5	0	0	14	0	0	0
S5	55	2	0	0	6	0	0	0
S6	60	4	0	0	15	0	0	0
S7	150	6	0	0	60	2	0	0

Annexe12 : Le matériel utilisé dans les analyses granulométriques

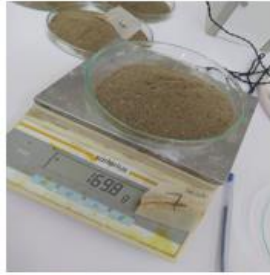


Figure : Balance

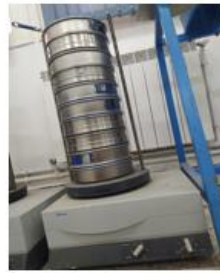


Figure : Tamiseuse électrique

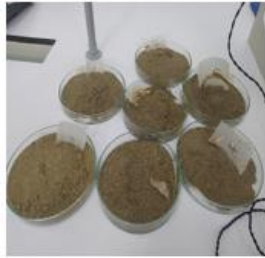


Figure : Boites de Pétri



Figure : Etuve

Figure 36: photographie de matériels utilisés au niveau de laboratoire pour la granulométrie

Annexe 13: Les courbes cumulatives des stations

✓ Pour la station 1 :

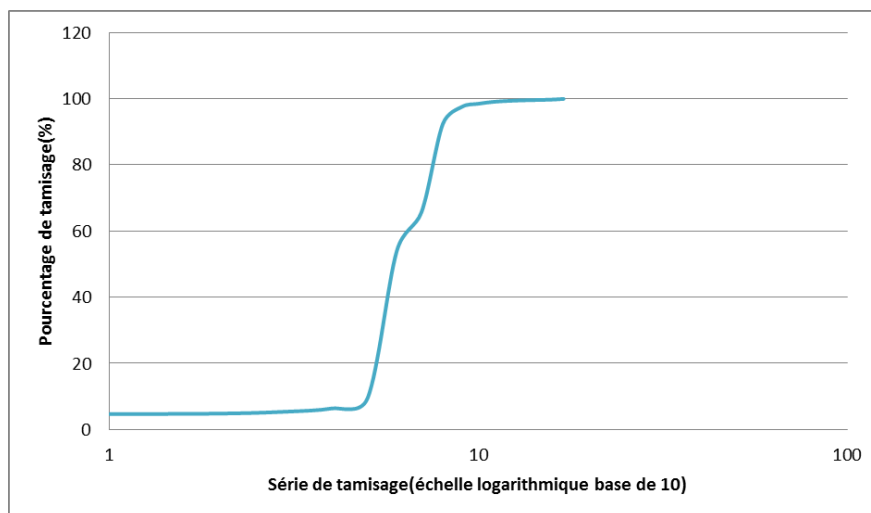


Figure 37: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 1

✓ Pour la station 2 :

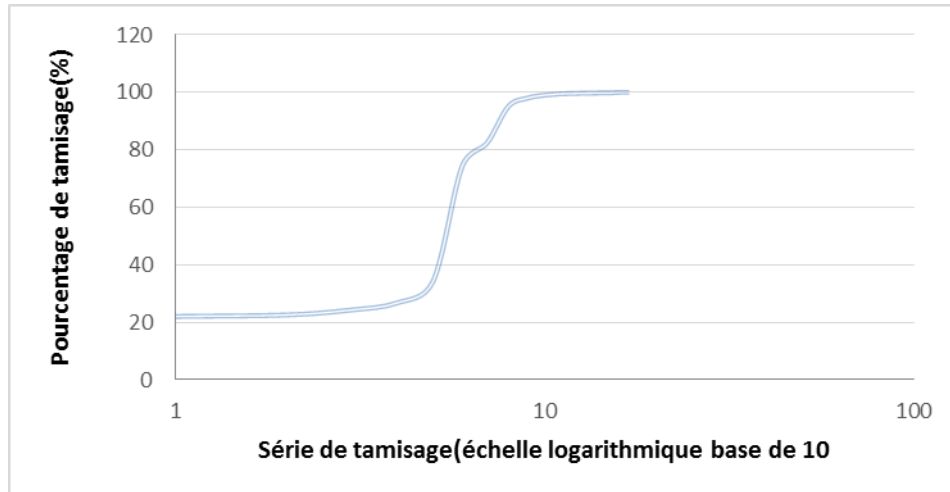


Figure 38: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 2

✓ Pour la station 3 :

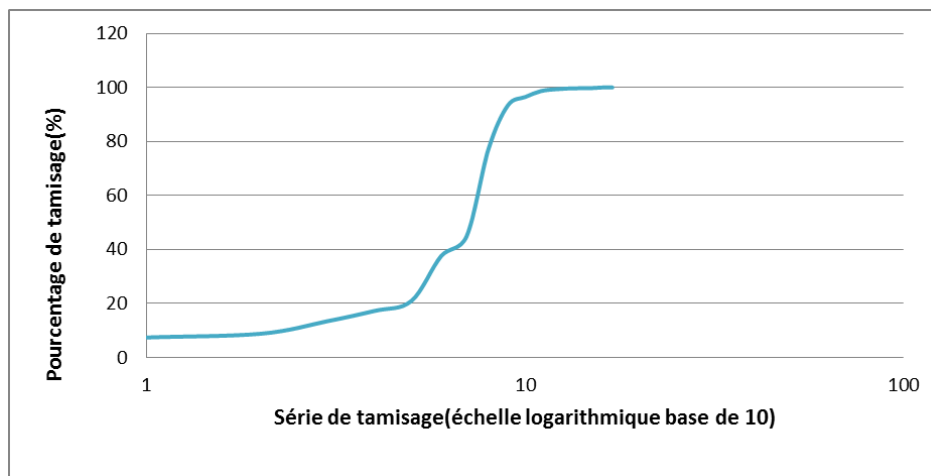


Figure 39: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 3

✓ Pour la station 4 :

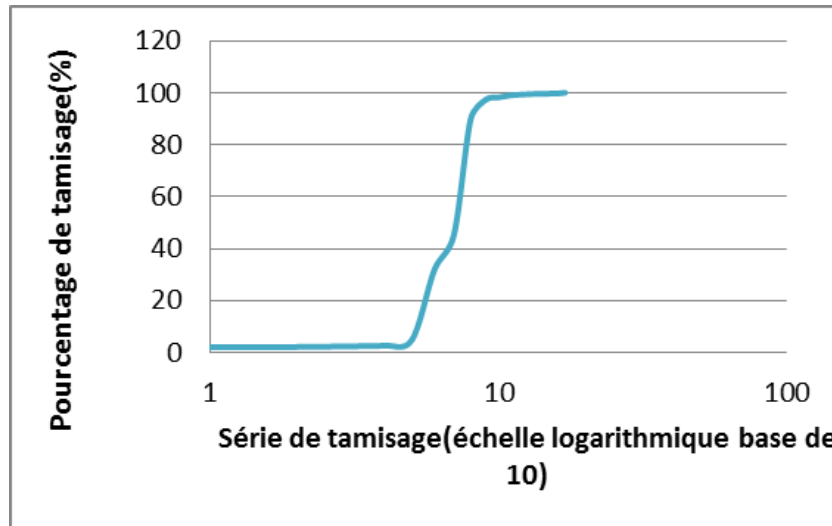


Figure 40: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 4

✓ Pour la station 5 :

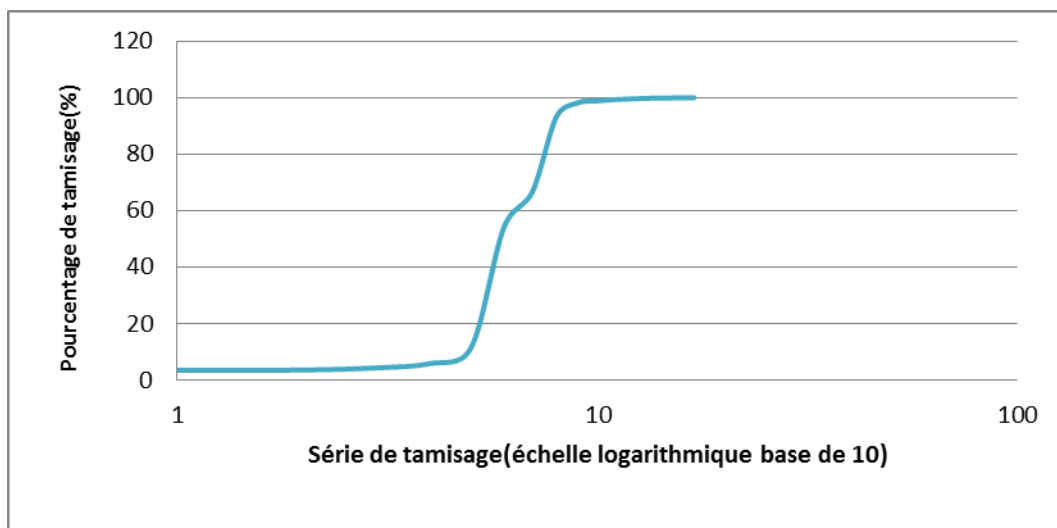


Figure 41: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 5

✓ Pour la station 6 :

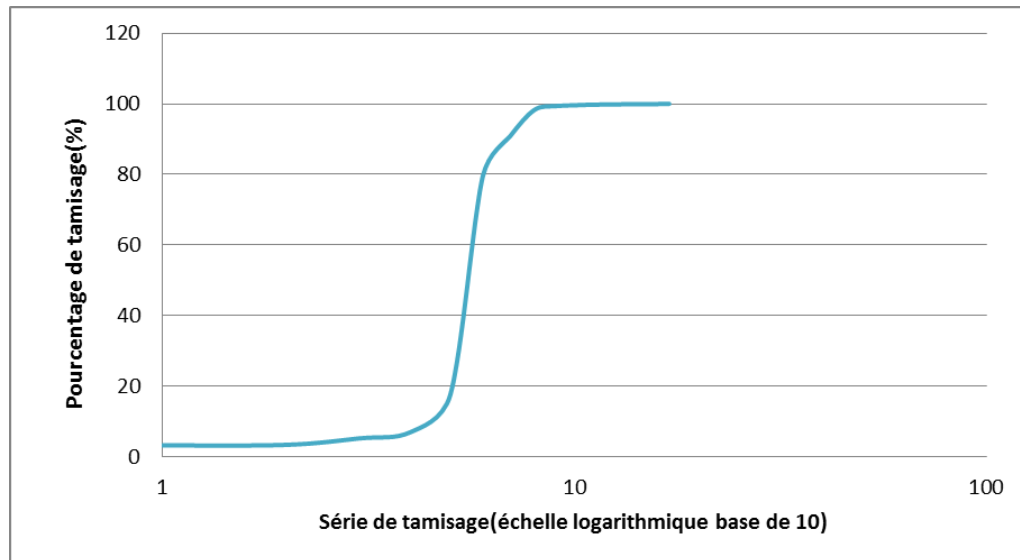


Figure 42: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 6

✓ Pour la station 7 :

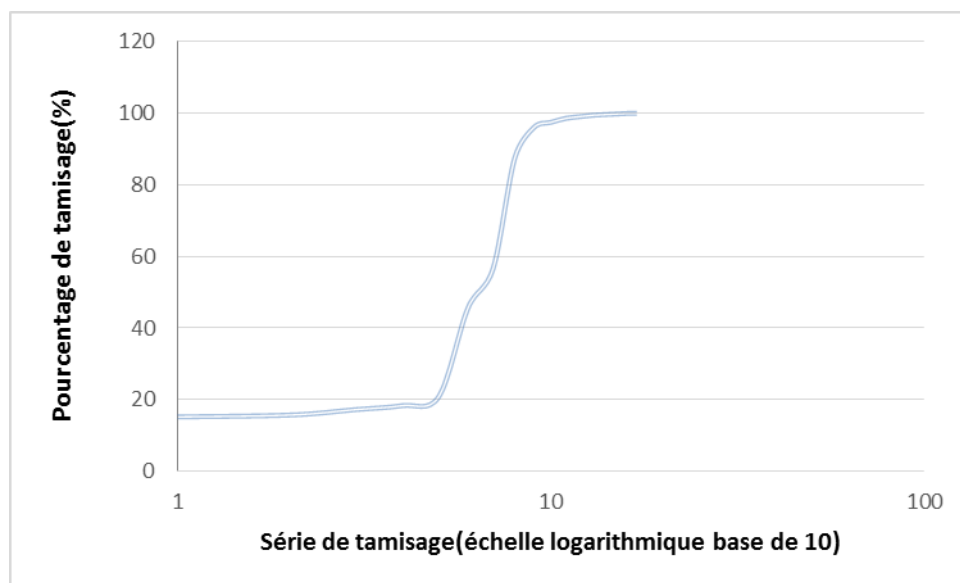


Figure 43: Pourcentage de tamisage en fonction de la série de tamisage station 7

Annexe 14 : Préparation des milieux de culture

✚ Tergitol :

Verser 26.95 g de poudre dans 0.5 litre d'eau distillée.

Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète

Conserver le milieu dans des flacons en verre

✚ Slanetz et Bartley :

Verser 10.33 g de poudre dans 0.25 litre d'eau distillée.

Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète

Conserver le milieu dans des flacons en verre

✚ BEA :

Verser 14.16 g de poudre dans 0.25 litre d'eau distillée.

Porter à ébullition jusqu'à dissolution complète

Conserver le milieu dans des flacons en verre

Après la filtration sur membrane, couler en petites boites de pétri et laisser solidifier ces boites se conservent 10 jours au maximum à 4°C.

Le Business Modèle Canva

Fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé

Introduction

Le filet de pêche est une partie importante de l'équipement de pêche utilisé pour attacher la ligne de pêche à un hameçon ou à un autre équipement de capture. Ils doivent être solides, résistants et adaptés aux différentes conditions de pêche.

Dans le cadre de l'arrêté ministériel n °12-75 portant projet «Diplôme start-up » on veut réaliser notre projet qui vise à établir une unité de fabrication de filets de pêche d'après le plastique recyclé, pour répondre à la demande croissante du marché des pêcheurs pour des produits de qualité. Notre projet s'engage à fournir des filets de pêche fiables et efficaces en utilisant le plastique recyclé PolyPropylène (PP), en mettant l'accent sur la qualité, la durabilité, l'innovation et la satisfaction de nos clients. Nous nous efforcerons de minimiser notre impact sur l'environnement en utilisant des matériaux recyclés, en réduisant les déchets et en promouvant l'utilisation responsable des ressources

Problématique

Cependant, l'Algérie possède plusieurs ports de pêche le long de sa côte méditerranéenne, les pêcheurs peuvent être confrontés à divers problèmes liés aux filets de pêche, qui sont un élément essentiel de leur équipement. L'un des problèmes courants est la disponibilité limitée de filets de pêche, et leurs qualités. D'autre part le plastique possède un problème dans l'environnement marin et selon une étude faite par l'AND en 2019, le plastique représente 78% des déchets marins. De plus, le coût élevé des filets de pêche de qualité peut être un obstacle pour de nombreux pêcheurs, en particulier ceux dont les ressources financières sont limitées.

Approche de la solution avec le produit

D'une part, la fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé vu que le recyclage de plastique partage une approche commune axée sur la durabilité et la promotion de l'économie circulaire. Ces activités visent à transformer les déchets plastiques en ressources valorisées.

D'autre part, le recyclage du plastique permet de récupérer des déchets plastiques tels que des bouchons des bouteilles qu'elles constituent de PolyPropylène, ce dernier est caractérisé par sa résistance chimique, sa légèreté et qui est facilement moulé, extrudé ou soufflé, ce qui permet de le transformer en une variété de formes et de produits finis qui peuvent être transformés en matière première pour la fabrication des filets de pêche. Cela permet de préserver la biodiversité marine et de minimiser les effets néfastes de la pollution plastique sur les écosystèmes fragiles.

Enfin, la fabrication de filets de pêche à partir du plastique recyclé est une approche durable qui contribue à réduire la quantité des déchets plastiques dans l'environnement.

Estimation économique :

Le prix d'un Kg de plastique recyclé	40 DA
La quantité de plastique nécessaire pour fabriquer une unité (un filet)	10 kg
Le cout de production d'une unité	4000 DA
Le prix	12000 DA

Dépenses annuelles :

Réparation des machines	100000 DA
Local	360000 DA
Salaire d'employés	1080000 DA
Assurance	378000
Electricité	200000 DA
Total	2090000 DA

Les caractéristiques de filets :

Le type	Monofilament
Le prix	12000 DA
Diamètre	De 10 à 15 m

Les revenus annuels :

L'année	Revenu
1 ^{ère} année	800000 DA
2 ^{ème} année	Entre 1000000 DA et 1500000DA
3 ^{ème} année	Plus de 2000000 DA

Budget d'ouverture :

Les besoins	Le prix
-------------	---------

La machine de fabrication	4650000 DA
Une quantité de matière première (plastique recyclé)	40000DA
Local	360000 DA
Total (coût de projet)	5050000 DA

Le marché

A court terme, on va acheter notre matière première qui est le plastique recyclé, en moyen terme, on va le recycler nous même dans notre entreprise.

Les deux première années on va vendre aux wilayas voisines (Alger, Tipaza, Boumerdas), après on va essayer de couvrir toutes les wilayas littorales.

Après avoir couvrir le marché national, on va aller vers le marché africain.

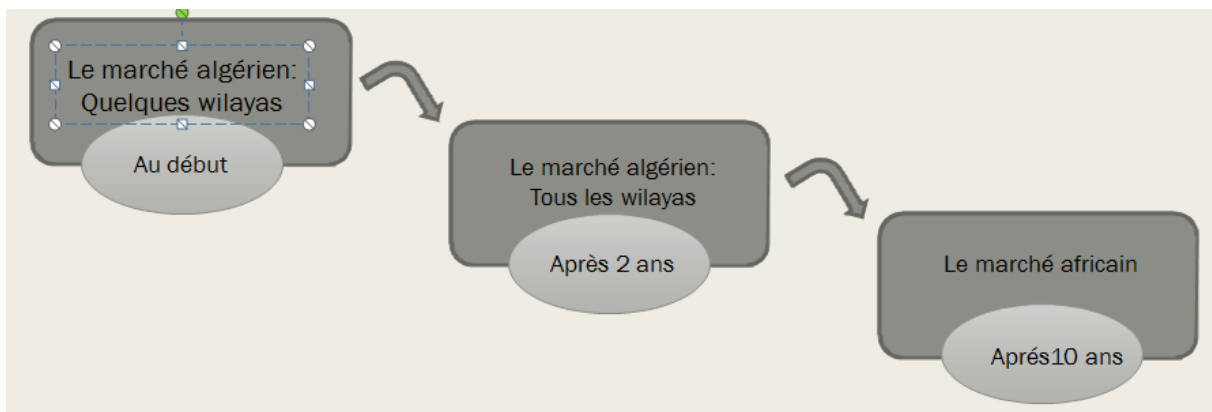


Figure : Stratégie de marché

Résumé

Notre projet de fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé est basé sur le respect des normes de qualité et de performances requises. Nous procéderons à des tests rigoureux afin d'évaluer leur résistance à la tension, à l'abrasion et à d'autres conditions marines. Ainsi, nous offrons une solution durable à l'industrie de la pêche en réduisant la pollution des océans grâce à l'utilisation des déchets plastiques. Notre objectif est de fournir des produits de qualité aux pêcheurs, tout en posant une étape importante vers un avenir plus propre et plus durable pour l'industrie de la pêche.

Les besoins de la réalisation du projet

- ✓ Le matériel de fabrication des filets de pêche (Extrudeuse- Tour de refroidissement- Étireuse- Bobineuse) ;
- ✓ Le local ;

- ✓ La matière première (plastique recyclé) ;
- ✓ Des employés qualifiés ;
- ✓ Un camion pour la livraison.

Activités clés

Fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé.

Les valeurs ajoutées :

- ✓ Valorisation des déchets : En utilisant du plastique recyclé, nous donnons une seconde vie aux déchets plastiques. Cela aide à réduire les déchets d'enfouissement et encourage le recyclage, créant une économie circulaire où les matériaux sont réutilisés plutôt que jetés.
- ✓ Durabilité environnementale : L'utilisation du plastique recyclé réduit le besoin de nouvelles matières premières, ce qui contribue à préserver les ressources naturelles. Cela réduit également les déchets plastiques et limite leur impact sur l'environnement.
- ✓ Réduction de l'empreinte carbone : La fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé a généralement une empreinte carbone plus faible que l'utilisation de plastique vierge. Le recyclage du plastique nécessite moins d'énergie et de ressources que la production de nouveau plastique.
- ✓ Performance et qualité : la performance et la qualité du filet de pêche en plastique recyclé sont équivalentes ou supérieures à celles de la ligne de pêche traditionnelle en plastique vierge. Les progrès de la technologie de recyclage ont permis de produire des plastiques recyclés de haute qualité adaptés à une variété d'applications, y compris la pêche.

Partenariats clés

- ✓ Les plongeurs sous-marins ;
- ✓ L'AND : agence nationale des déchets ;
- ✓ Les CET qui ont des centres de tri ;
- ✓ Les centres de récupération de plastiques ;
- ✓ Les entreprises de recyclages de plastiques ;
- ✓ Fournisseurs financiers: ANADE, les banques.

Le segment client

- ✓ Entreprises de pêche commerciale : Les entreprises de pêche commerciale, qu'elles soient marines, d'eau douce ou aquacoles, sont des clients importants des filets de pêche. Leurs opérations de pêche nécessitent des filets de haute qualité, et l'utilisation

des filets fabriqués à partir du plastique recyclé peut correspondre à leur engagement envers la durabilité environnementale.

- ✓ Fabricants d'équipement de pêche : tels que les producteurs de cannes à pêche, de moulinets et d'accessoires, ont la possibilité d'être des clients potentiels. Ils ont la capacité d'intégrer les filets de pêche fabriqués à partir du plastique recyclé dans leurs produits finaux, offrant ainsi à leur propre clientèle des solutions plus respectueuses à l'environnement.
- ✓ Détaillants d'articles de pêche : Les détaillants spécialisés dans la vente d'articles de pêche, qu'ils s'agissent de magasins physiques ou de boutiques en ligne, constituent un autre segment de clientèle. Ils peuvent proposer les filets de pêche fabriqués à partir du plastique recyclé à leurs clients, en mettant l'accent sur les avantages écologiques et la durabilité des produits.
- ✓ Les pêcheurs récréatifs et amateurs : ils représentent un marché significatif pour les filets de pêche, sensibles à l'impact environnemental de leurs pratiques de pêche, ils s'intéressent aux produits durables. Les filets de pêche fabriqués à partir du plastique recyclé peuvent ainsi susciter leur intérêt en proposant une alternative écologique.

Relations clients :

- ✓ Communication transparente : Cultivez une relation de communication ouverte et transparente avec nos clients en partageant des informations concernant la durabilité de nos produits, les bénéfices environnementaux du plastique recyclé et les mesures que nous prenons pour promouvoir des pratiques responsables. Soyons réactifs et professionnels en répondant rapidement aux questions, préoccupations et commentaires émis par les clients ;
- ✓ Service client attentif : Offrons un service client de qualité, soyons attentif aux besoins des clients et fournissons des réponses claires et précises. Nous assurons que nos clients se sentent valorisés, écoutés et pris en compte ;
- ✓ Promotion.

Canaux de distribution

- ✓ Ventes directes aux professionnels de la pêche ;
- ✓ Distributeurs et grossistes ;
- ✓ Magasins spécialisés dans la pêche.

Le tableau de BMC

Partenariats clés	Activités clés	Valeur ajoutée	Relations clients	Segment de client
<ul style="list-style-type: none"> • Les plongeurs sous-marins ; • l'AND : Agence nationale des déchets ; • Les centres d'enfouissement techniques qui ont des centres de tri ; • Les centres de récupération de plastiques ; • les entreprises de recyclage de plastiques comme Algérie Recyclage Plastique (ARP) et Ecorecyclage Algérie ; • Fournisseurs financiers: ANADE, les banques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrication des filets de pêche à partir du plastique recyclé. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorisation des déchets ; • Filets de pêche caractérisés par la flexibilité, la résistance à la traction et à l'abrasion ; • Durabilité environnementale ; • Réduction de l'empreinte carbone ; • Performance et qualité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne communication et soyons transparents avec les clients ; • Service client attentif ; • Promotion. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entreprises de pêche commerciale comme Société de Pêche et d'Exploitation des Produits de la Mer (SPEPM) d'Alger et Société Algérienne des Pêches (SAP) ; • Fabricants d'équipement de pêche : AQUALUX Pêche Sportive, AB Pêche Algérie et Pêche Center Algérie ; • Détaillants d'articles de pêche ; • Pêcheurs récréatifs et amateurs.
	Ressources clés		Canaux de distribution	
	<ul style="list-style-type: none"> • Matière première : plastique recyclé ; • Le matériel de fabrication; • Main d'œuvre qualifiée ; • Camion pour la livraison ; • Local. 		<ul style="list-style-type: none"> • Ventes directes aux professionnels de la pêche ; • Distributeurs et grossistes ; • Magasins spécialisés dans la pêche. 	
Structure des coûts		Sources de revenus		
La machine de fabrication : 4650000 DA ; Une quantité de matière première (plastique recyclé) : 400000 DA ; Salaire d'employés : 1080000 DA ; Assurance : 378000 DA et Electricité : 200000 DA ; Local : 360000 DA. Total 5 052 800 DA		800000 DA		

Résumé

Ce mémoire de fin d'étude porte sur les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer et des sédiments dans la baie d'El Djamila plage les dunes. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'étendue de la pollution dans l'environnement marin côtier de la région.

La première partie de l'étude s'est concentrée sur l'analyse des paramètres physiques de l'eau de mer, tels que la température, la salinité, le pH et la conductivité, la turbidité, la teneur en matière organique et le dosage des nutriments. Des échantillons d'eau de mer ont été prélevés à différentes stations et analysés afin de déterminer comment ces paramètres variaient selon l'emplacement géographique de chaque station. Les résultats ont montré que ces paramètres variaient considérablement selon les sites. La deuxième partie de l'étude a porté sur l'analyse microbiologique et la troisième partie a présenté l'analyse des sédiments, y compris les études granulométriques et le taux de matière organique dans les sédiments.

Les résultats obtenus à partir de diverses analyses, y compris les paramètres physicochimiques, la taille des particules et les concentrations de nutriments, aident à identifier les facteurs et les causes qui influencent les niveaux de nutriments chimiques qui perturbent le milieu marin.

Les résultats obtenus de cette étude ont montrés que la plage les dunes présente une pollution urbaine.

Abstracts

This final thesis focuses on the physico-chemical parameters of seawater and sediments in the bay of El Djamila beach dunes. The main objective of this study was to assess the extent of pollution in the coastal marine environment of the region.

The first part of the study focused on the analysis of physical parameters of seawater, such as temperature, salinity, pH and conductivity, turbidity, organic matter content and nutrient determination. Seawater samples were collected at different stations and analyzed to determine how these parameters varied by the geographic location of each station. The results showed that these parameters varied considerably between sites. The second part of the study focused on microbiological analysis and the third part presented sediment analysis, including particle size studies and the level of organic matter in the sediments.

Results obtained from various analyses, including physicochemical parameters, particle size and nutrient concentrations, help identify factors and causes that influence levels of chemical nutrients that disturb the marine environment.

The results obtained from this study showed that the beach dunes present urban pollution.

المخلص

تركز أطروحة نهاية الدراسة هذه على المعايير الفيزيائية والكيميائية لمياه البحر والرواسب في شاطئ كثنان خليج الجميلة. كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم مدى التلوث في البيئة البحرية الساحلية للمنطقة.

ركز الجزء الأول من الدراسة على تحليل المعايير الفيزيوكيميائية لمياه البحر ، مثل درجة الحرارة ، والملوحة ، ودرجة الحموضة ، والتوصيل ، والعاكارة ، ومحتوى المادة العضوية ، وجرعات المغذيات. تم أخذ عينات من مياه البحر من محطات مختلفة وتحليلها لتحديد مدى اختلاف هذه المعايير حسب الموقع الجغرافي لكل محطة. أظهرت النتائج أن هذه المعايير اختلفت بشكل كبير بين المواقع. ركز الجزء الثاني من الدراسة على التحليل الميكروبيولوجي ، بينما قدم الجزء الثالث تحليل الرواسب بما في ذلك دراسات قياس الحبيبات ومستوى المادة العضوية في الرواسب.

تساعد النتائج التي تم الحصول عليها من التحليلات المختلفة ، بما في ذلك معايير الفيزيائية والكيميائية وحجم الجسيمات وتركيزات المغذيات ، على تحديد العوامل والأسباب التي تؤثر على مستويات المغذيات الكيميائية التي تزجج البيئة البحرية.

وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن الشاطئ الكثنان يعاني من تلوث حضري

