

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master
Filière : Biologie
Spécialité : Biochimie Appliquée
Intitulé :

Recherche sur la pollution des eaux côtières par le plastique

Présenté Par :

- Ahfaidia Raounak
- Benyoucef Alaeddine
- Bouguedjani Rania
- Gharbi Hazar

Membre de Jury:

Mr. Chiha Mahdi (Pr)	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda.
Mr. Mezedjeri Lyamine (Pr)	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda.
Ahmed Chekate Fatiha (Dr)	Examineur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la force pour mener à bien ce travail. Au terme de ce modeste travail, nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à ceux qui nous ont aidés à élaborer ce mémoire, tous ceux qui nous ont influencés tout au long de notre cursus académique.

Tout d'abord, nous exprimons notre gratitude profonde envers notre directeur de thèse Pr. Mezedjri Lyamine pour son soutien et ses précieux conseils. Sa présence bienveillante et sa disponibilité ont été des piliers essentiels tout au long de notre parcours de recherche. Ses qualités humaines et scientifiques et son expertise sont pour nous un exemple et une référence.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et toutes nos pensées de gratitude au Président le Pr .Chiha Mahdi qui nous a accompagnés de près durant tout ce travail, pour sa disponibilité, pour la confiance qu'il nous a accordée et les conseils précieux qu'il nous a prodigués tout au long de la réalisation de ce projet.

Nous tenons à remercier aussi l'examinatrice Dr.Ahmed chekat fatiha de nous avoir honoré un accepte de juger notre modeste travail, veuillez trouver ici le témoignage de notre respect le plus profond.

Nous remercierons aussi notre invité DR.Remdan Saïd pour sa présence

Enfin, nous remercions tout particulièrement nos proches, surtout ceux qui partagent notre quotidien et qui il nous soutenait tout au long de ce travail.



Dédicace

Avec tous mes sentiments de respect, je dédie mon travail, ma joie :

A mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source infinie d'amour et d'inspiration, ma moitié, la femme qui m'a donné la vie MAMAN.

A celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'affection et de motivation, mon roc sur lequel je peux toujours m'appuyer, la personne la plus digne de mon estime et de mon respect, my hero PAPA.

Vous avez nourri mon cœur de tendresse et mon esprit de courage, me poussant vers la réussite. Que dieu vous préserve aucun mot ne suffira à exprimer l'amour que je vous porte. Mes chers parents, je vous aime de manière inconditionnelle.

A mes frères Cherif, Nadji et Moumen, que dieu vous protège et vous entoure de paix et prospérité. Votre place dans ma vie est irremplaçable .Je vous aime de tout mon cœur.

A Oumaima , la sœur que la vie m'a donnée , ta présence et ton soutien ont été un cadeau précieux , ta gentillesse et ta générosité sont des exemples pour moi , tu as été ma roche solide , ma confidente et ma complice , je tiens à te dire merci au fond du cœur pour tout ce que tu as fait et continue de faire pour moi .Sache que je serai toujours là pour toi , prête à te soutenir et t'aimer sans condition

Je t'aime plus que les mots ne peuvent le dire.

A ma tante maternelle Houria et mon oncle maternel Abdallah, que je considère comme mes deuxièmes parents, je me sens chanceuse d'avoir deux personnes aussi aimantes et attentionnées dans ma vie.

A Hazar et Rania, en témoignage de notre complicité, vous avez été plus que partenaires de projet, de véritables amies, chacune d'entre vous a apporté une contribution précieuse à notre équipe, votre humour et votre positivité ont illuminé nos journées de travail

Merci d'avoir partagé cette aventure avec moi. Je vous aime, Keep shining ladies.

A mes adorables Lina et Imen, les souvenirs que nous avons créés ensemble resteront à jamais gravés dans ma mémoire. Que notre amitié continue de grandir et de s'épanouir, car je ne peux pas imaginer ma vie sans vous .love You.

A mes cousines Imen, Noussaiba, Doha, Asma, Bochra, Fifi, khadija, vous êtes plus que simples membres de ma famille. Je vous adore.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui m'ont soutenue , que ce soit de près ou de loin, tout au long de mon parcours académique .Je vous remercie énormément

Raounak

Dédicace



Louanges à dieu avant tout

Louanges à dieu qui m'a donné la force, la patience et la volonté pour atteindre

Ce niveau de connaissance...merci à dieu qui a rendu ma famille fière

Avec tout l'amour dans mon cœur ,je dédie ce travail :

A mes parents, « Djamal » et « Chahra » vous êtes les héros de ma vie, votre amour inconditionnel, votre encouragement et votre soutien constant ont été une source d'inspiration pour moi.

A mes frères « Zine eddine » et « Adlen » ,leurs conseil ont toujours guidé mes pas vers la réussite et leur encouragements qui sont toujours mon support.

A mes oncles et mes tantes, que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A mes cousines et mes cousins, surtout « foufa » elle est toujours une sœur pour moi et avec qui j'ai partagé les bons souvenirs et les moments inoubliables merci pour votre amour.

A mes amis « hazar , eya , ilef, hafida, djoumana, lina ,imen, raounak, sofia, inou, amira, lina , hafsa et mounia » vous êtes ma deuxième famille vous avez été là dans les bons et les mauvais moments .

A tous mes collègues de la promo m2 biochimie appliquée

A tous mes enseignants de m'avoir fourni les outils nécessaires à la réussite dans mes études.

A tous ceux qui aiment la science



Rania

Dédicace



Louanges à dieu avant tout.....

Louanges à dieu qui m'a donné la force, la patience et la volonté ...

Merci à dieu qui a rendu ma famille fière de moi...

Je dédie ce travail accompagné d'un profond amour :

A ma chère maman "Ilhem" pour ton éternel amour ton soutien et tous tes efforts pour être la personne que je suis maintenant .Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour que j'éprouve pour toi

A mes grands -parents , qui ont été toujours un support sans fin à moi , toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut .Que ce modeste travail, soit l'expression de vos vœux que vous n'avez cessés de formuler dans vos prières .Que dieu vous préserve santé et longue vie .

A mes oncles, mes tantes et leurs époux, qui ont été des frères et des sœurs pour moi, tous les mots ne sauraient exprimer mon amour pour vous que dieu vous donne le bonheur, la santé et une longue vie ...

A mon oncle paternelle, Louai, que dieu te donne tout le bonheur et ce que ton cœur désire...

A mes cousines surtout Douaa et mes petites Selwa et Hadil , à mes cousins Chiheb et Yahya pour leur présence dans ma vie et tous les moments inoubliables avec eux.

A mes amies Rania, Eya , Ilef, Hafida,Djoumana ,Lyna , Imen , Inou,Raounak,ma tessa ,et ma jumelle Nada , ma 2^{ème} famille mes sœurs, vous étiez là dans les bons et les mauvais moments i
love you to the moon and back.

A my positive vibez Islem qu'il été là toujours pour moi ,le frère que la vie m'a donné

A tous mes collègues de la promo M2 de biochimie Appliquée

A tous mes enseignants du primaire jusqu'à l'université de m'avoir fourni les outils nécessaires à la réussite dans mes études.

A tous ceux qui aiment la science

Hazar





DÉDICACE

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL

À MON PÈRE, DÉCÉDÉ LE 11/04/2009. QUE DIEU AIT SON ÂME

**À MA MÈRE ET MA SCEUR POUR LEURS SOUTIEN, LEURS PATIENCE, LEURS
ENCOURAGEMENTS DURANT MON PARCOURS.**

À MON BEAU-FRÈRE HOUSSEM ET MON NEVEU YAZEN

MA GRAND-MÈRE, MES TANTES, MES ONCLES ET LEUR FAMILLE

**MES COUSINS ET COUSINES : OUSSAMA, AYÀ , IKRAM , LINA , RANIA ,
NOUNOU , IMED , AYÓUB , RIDA , SEIFO**

**MES AMIS : OUSSAMA, ACHRAF , ANIS , KHEIRO, NIBRAS , FAYCEL,
HAROUN**

JE DÉDIE AUSSI HANI, ZAKARIA, ANWAR, IMED

**SANS OUBLIER MON TRÈS CHER AMI ZINEDINE DJILANI. JE LUI SOUHÁITE
BEAUCOUP DE SUCCÈS DANS SA VIE.**

EN FIN JE DÉDIE TOUS CE QUI ME CONNAISSE DE PRÈS OU DE LOIN.

ALAEDDINE



Liste des figures

N° de fig	Titre de figure	Page
	Figure 1 : la production annuelle mondiale de plastiques entre 1950 et 2021.	07
	Figure 2 : les numéros qui présentent les différents types de plastiques.	12
	Figure 3 : ingestion du plastique par les animaux.	16
	Figure 4 : pêche fantôme.	16
	Figure 5 : Erik Zettler/Marine Biological Laboratory - vue au microscope électronique de colonies de la bactérie Vibrio sur un déchet de plastique.	18
	Figure 6 : Erik Zetler : Bouée de mousse expansée en polystyrène, collectée à la dérive au centre de l'Atlantique Nord, recouvert d'organismes dont des microbes, des algues et invertébrés (bernacles).	18
	Figure 7: Willaya de Skikda (Google Maps).	22
	Figure 8 : Courbe représentant la variation mensuelle des températures moyennes dans la région de Skikda, pour l'année 2022.	24
	Figure 9 : les cinq sites d'échantillonnage. (Google Maps).	25
	Figure 10 : distribution des déchets plastiques visibles dans les plages étudiées.	26
	Figure 11 : Photo de la Plage Mollo.	27
	Figure 12 : Photo de port pêche stora.	27
	Figure 13 : Photo de la plage Marquette.	28
	Figure 14 : Photo de la plage de château vert.	28
	Figure 15 : Photo de la plage de l'îlot des chèvres.	29
	Figure 16 : Conservation des échantillons.	30
	Figure 17 : Appareillages des analyses physico-chimiques.	31
	Figure 18 : Photo du turbidimètre.	31
	Figure 19 : Système de filtration.	33
	Figure 20 : poids du papier filtre après filtration et séchage du site 1.	36
	Figure 21 : le papier filtre du site 1 après filtration et séchage.	36

Figure 22 : poids du papier filtre après filtration et séchages du site 2.	38
Figure 23 : le papier filtre du site 2 après filtration et séchage.	39
Figure 24 : poids du papier filtre après filtration et séchages du site 3.	41
Figure 25 : le papier filtre du site 3 après filtration et séchage.	41
Figure 26 : Poids du papier filtre après filtration et séchage du site 4.	43
Figure 27 : le papier filtre du site 4 après filtration et séchage.	44
Figure 28 : Poids du papier filtre après filtration et séchages du site 5.	46
Figure 29 : le papier filtre du site 5 après filtration et séchage.	46
Figure 30 : turbidité des sites étudiés avant filtration.	47
Figure 31 : poids des papiers filtres avant et après filtration des 5 sites.	48
Figure 32 : vue microscopique des papiers filtres des 5 sites après filtration.	49
Figure 33 : répartition de plastiques dans les 5 plages étudiées.	50
Figure 34 : la pollution des plages étudiées par le macroplastique	52

Liste des tableaux

N° de tab	Titre des tableaux	Page
	Tableau 1 : Variation de températures annuelle 2022 / wilaya de Skikda.	23
	Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques du site 1 « Marquette ».	35
	Tableau 3 : la turbidité de l'eau du site 1 avant et après filtration.	37
	Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques du site 2 : « château vert».	37
	Tableau 5 : la turbidité de l'eau du site 2 avant et après filtration.	39
	Tableau 6 : Paramètres physico-chimique de site 3 : « mollo».	40
	Tableau 7 : la turbidité de l'eau du site 3 avant et après filtration.	42
	Tableau 8 : Paramètres physico-chimiques du site 4 : « port de Stora».	42
	Tableau 9 : la turbidité de l'eau du site 4 avant et après filtration.	44
	Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques du site 5 : « ilot des chèvres ».	45
	Tableau 11 : la turbidité de l'eau du site 5 avant et après filtration .	47
	Tableau 12 : poids des papiers filtres avant et après filtration des 5 sites.	48

Liste d'abréviations

Abréviations	
A.J.C	Avant Jésus-Christ
XIXe	Dix-neuf (19 ^{ème})
XXe	Vingtième (20 ^{ème})
PVC	Chlorure de polyvinyle
PET	Polyéthylène téréphtalique
ABS	Acrylonitrile Butadiène Styène
l'OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
COVID-19	Maladie coronavirus 2019 (CoronaVirus Disease 2019)
WWF	Fond mondial pour la nature (World Wildlife fund)
ISO	Organisation internationale de normalisation (International Organisation for standarization)
°C	Degré Celsius
PS	Polystyrène
PP	Polypropylène
PE	Polyéthylène
PEHD	Polyéthylène de haute densité
PELD	Polyéthylène de basse densité
PC	Polycarbonates
°T	Température en degrés Celsius
°E	La longitude est
S‰	La salinité
pH	Le potentiel hydrogène
rH	Le pouvoir réducteur en millivolt
Condu	La conductivité
O2 mg/l	L'oxygène dissous en mg/l

O2 %	Le taux de saturation en oxygène
MES	Matières en suspension
N.T.U	Unité standard de mesure de la turbidité. (Nephelometric Turbidity Unit)

Sommaire

Titre	Page
Introduction	01
1. Généralités	04
1.1.Introduction	04
1.2. Plastique	04
1.2.1 Histoire du plastique	04
1.2.2 Production mondiale du plastique	06
1.2.3Obtention de la matière plastique	07
1.2.3.1Origine de la matière plastique	07
1.2.4 Caractéristiques des matières plastiques	08
1.2.4.1Caractéristiques chimiques	09
1.2.4.2Caractéristiques physiques	09
1.2.5. Les familles du plastique	09
1.2.6. Différents types de plastiques	10
1.3 Déchets plastiques dans les mers et les océans	12
1.3.1 .Classification des déchets plastique	13
1.3.2 .Origine des déchets du plastique	13
1.3.3 .Mécanismes de Transport des déchets plastiques aquatiques	14
1.3.4 .Impact et effet de la pollution plastique sur la vie marine	15
1.3.5. Dégradation des déchets plastique	18
1.4. Effet du plastique sur la sante	20
2. matériels et méthodes	22
2. 1.zone d'étude	22
2.2. Données océanographiques et climatographiques de la région	23

2.2.1. Bathymétrie	23
2.2.2. Climatologie	23
2.2.2.1. Température	23
2.2.2.2. Vents	24
2.2.2.3. Pluviométrie	24
2.2.3. Hydrodynamisme	24
2.3. Site d'échantillonnage	25
2.3.1 Mollo	26
2.3.2 Le port de Stora	27
2.3.3. Marquette	27
2.3.4. Château vert	28
2.3.5. Ilot des chèvres	29
2.4. Méthodologie	29
2.4.1. Prélèvement	29
2.4.1.1. Matériels et appareils de prélèvement	29
2.4.1.2. Mode de prélèvement	30
2.4.1.3. Transport et conservation des échantillons prélevés	30
2.4.2. Les analyses physico-chimiques	30
2.4.3. La filtration	32
2.4.3.1. Appareillages	32
2.4.3.2. Protocol expérimental	32
3. résultats et discussions	35
3.1. Description des données	35
3.1.1Données concernant le site 1 « Marquette »	35
3.1.1.1 Les paramètres physico-chimiques	35

3.1.1.2. Interprétation des résultats	35
3.1.1.3. Résultat de filtration	36
3.1.1.4. Interprétation des résultats de la filtration	37
3.1.2. Données concernant le site 2 : « château vert »	37
3.1.2.1 Les paramètres physico-chimiques	37
3.1.2.2. Interprétation des résultats	38
3.1.2.3. Résultat de filtration	38
3.1.2.4. Interprétation des résultats de la filtration	39
3.1.3. Données concernant le site 3 « mollo »	40
3.1.3.1 Les paramètres physico-chimiques	40
3.1.3.2. Interprétation des résultats	40
3.1.3.3. Résultat de filtration	41
3.1.3.4. Interprétation des résultats de la filtration	42
3.1.4. Données concernant le site 4 « port de stora »	42
3.1.4.1 Les paramètres physico-chimiques	42
3.1.4.2. Interprétation des résultats	43
3.1.4.3. Résultat de filtration	43
3.1.4.4. Interprétation des résultats de la filtration	44
3.1.5. Données concernant le site 5 « ilot des chèvres »	45
3.1.5.1 Les paramètres physico-chimiques	45
3.1.5.2. Interprétation des résultats	45
3.1.5.3. Résultat de filtration	46
3.1.5.4. Interprétation des résultats de la filtration	47
3.2. Comparaison entre les 5 sites	47
3.2.1. Comparaison selon la turbidité et le poids du papier filtre	47
3.2.2. Comparaison selon des illustrations visuelles	50

3.3. Discussion	51
Conclusion et perspectives	54
Références bibliographique	57

Résumé :

La pollution par le plastique est l'un des problèmes de l'environnement les plus préoccupants en Algérie incluant la côte de Skikda. Cette pollution inquiétante altère de façon significative les écosystèmes marins mettant en danger la biodiversité, la santé humaine et les activités économiques.

Notre étude avait pour but de contribuer à la recherche sur l'existence de la pollution par le plastique dans les plages de Skikda. En vue de cela on a choisi 5 sites : la plage d'îlots de chèvres, la plage de château vert, la plage de marquette, port de stora et la plage de mollo. Les prélèvements d'eau ont été effectués au mois de mars à une profondeur de 30cm en-dessous de la surface de l'eau, simultanément nous avons réalisé des prises photos comme preuve photographique de l'état des plages étudiées, de plus nous avons mesuré les paramètres physico chimiques et une filtration des échantillons prélevés a été réalisée dans le laboratoire pour compléter notre analyse. Les résultats indiquent de façon décisive la présence de pollution plastique sur les plages, combinant à la fois des microplastiques et macroplastiques, en outre la plage de château vert présente le degré de pollution le plus élevé parmi les 5 sites. En fin, le transport des déchets plastiques contribuant à cette pollution résulte de l'interaction de divers facteurs tels que le vent, les cours d'eau, les vagues, les courants marins et les différentes activités anthropiques.

Mot clés : pollution plastique, microplastique, macroplastique, Côte de Skikda.

Abstract:

Plastic pollution is one of the most worrying environmental problems in Algeria, including the Skikda coast .This disturbing pollution significantly alters marine ecosystems, endangering biodiversity, human health and economic activities.

The aim of our study was to contribute to the knowledge of the existence of plastic pollution on the beaches of Skikda. To this end, we chose 5 sites: îlots de chèvres beach, château vert beach, marquette beach, port de stora and mollo beach. The water samples were taken in March at a depth of 30cm below the water surface, and at the same time we captured photographic evidence of the condition of the beaches studied, measured physico-chemical parameters and filtered the samples in the laboratory to complete our analysis. The results decisively indicate the presence of plastic pollution on the beaches, combining both microplastics and macroplastics, and the beach at Château Vert has the highest degree of pollution of the 5 sites. Finally, the transport of plastic waste contributing to this pollution results from the interaction of various factors such as wind, waterways, waves, ocean currents and anthropogenic activities.

Key words: plastic pollution, microplastic, macroplastic , Skikda Coast.

ملخص:

يعد التلوث البلاستيكي أحد أكثر المشاكل البيئية إثارة للقلق في الجزائر بما في ذلك ساحل سكيكدة. هذا التلوث المزعج يغير بشكل كبير النظم الإيكولوجية البحرية التي تعرض التنوع البيولوجي وصحة الإنسان والأنشطة الاقتصادية للخطر.

كانت دراستنا تهدف إلى المساهمة في المعرفة بوجود تلوث بلاستيكي في شواطئ سكيكدة. في ضوء ذلك، اخترنا 5 مواقع: شاطئ جزيرة الماعز وشاطئ القلعة الخضراء وشاطئ الماركيت وميناء ستورا وشاطئ مولو. تم إجراء أخذ عينات من المياه في مارس على عمق 30 سم تحت سطح الماء، وفي نفس الوقت التقطنا أدلة فوتوغرافية على حالة الشواطئ التي تمت دراستها، بالإضافة إلى ذلك، قمنا بقياس المعلمات الفيزيائية والكيميائية وقمنا بتصفية العينات المأخوذة في المختبر لإكمال تحليلنا. تشير النتائج بشكل حاسم إلى وجود تلوث بلاستيكي على الشواطئ، يجمع بين اللدائن الدقيقة والبلاستيك الكبير، بالإضافة إلى أن شاطئ القلعة الخضراء لديه أعلى درجة من التلوث بين مواقع 5. في النهاية، ينتج نقل النفايات البلاستيكية التي تساهم في هذا التلوث عن تفاعل عوامل مختلفة مثل الرياح والجداول والأمواج والتيارات البحرية والأنشطة البشرية.

الكلمات الرئيسية: التلوث البلاستيكي، البلاستيك الدقيق، البلاستيك الكبير، ساحل سكيكدة

Introduction générale :

Introduction générale

1. Introduction générale :

Les océans et les mers sont des éléments clés de notre planète. Ils recouvrent près de 71% de la surface terrestre et fournissent un habitat pour des millions d'espèces animales et végétales. Ils ont également une grande influence sur le climat et le temps, régulent le cycle de l'eau, produisent de l'oxygène, absorbent le dioxyde de carbone et fournissent des ressources naturelles vitales pour les êtres humains.

Ces milieux renferment 80 % de la biomasse mondiale et 90 % de la biodiversité, ce qui en fait un point chaud de la biodiversité [1].

Cependant, la taille impressionnante des océans contribue en grande partie à la croyance erronée selon laquelle les océans peuvent diluer indéfiniment les déchets humains. Cette fausse croyance a conduit à considérer les océans comme une énorme poubelle propre à recueillir tous les déchets de l'humanité de ce fait, ils sont confrontés à plusieurs défis tels que la pollution.

La pollution marine a été définie lors de la convention de MONTEGO-BAY 1982 des nations unies sur le droit de la mer, comme étant : «l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances ou d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine, qui entraîne ou qui est susceptible d'entraîner des effets nuisibles pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, avec pour conséquence, un appauvrissement de la biodiversité, des risques pour la santé humaine, des obstacles pour les activités maritimes, et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs ainsi que les autres utilisations de la mer, une altération de la qualité des eaux du point de vue de leur utilisation, et une réduction de la valeur d'agrément du milieu marin» [2].

Elle se manifeste sous différentes formes, notamment les déchets plastiques, les polluants chimiques, les déversements de pétrole, les métaux lourds et les nutriments en excès.

Dans ce contexte, La pollution des Mers et des Océans par les déchets plastiques est devenue une préoccupation centrale à la suite des alertes de navigateurs, sportifs, scientifiques et experts concernant la formation de zones d'accumulation de plastiques au centre des grands gyres océaniques [3].

Les plastiques représentent de 60 à 90 % des déchets d'origine anthropique présents dans les plages, à la surface de l'eau et dans les fonds marins [4,5]. La principale caractéristique qui fait de la matière plastique un élément de pollution important est bien sa résistance à la dégradation dans tous les compartiments de l'environnement [6]. En effet, la dégradation complète d'une bouteille en plastique peut durer 450 ans [7].

Introduction générale

La Méditerranée est une mer semi-fermée, dont les eaux baignent les côtes de 21 pays d'une région qui a été, pendant des siècles, le berceau de grandes civilisations, fait aujourd'hui partie des mers les plus polluées au monde. Le plastique représente 95 % des déchets en haute mer, sur les fonds marins et sur les plages de la Méditerranée. Ces déchets proviennent principalement de Turquie et d'Espagne, suivis par l'Italie, l'Égypte et la France [8].

Avec un littoral qui s'étend sur près de 1600 kilomètres le long de la mer Méditerranée, l'Algérie se place en tête des pays bordant la mer en terme de longueur de littoral, cette situation géographique avantageuse lui permet de profiter pleinement des sources de cette mer.

Tristement ce littoral est sévèrement touché par la pollution plastique, ce qui engendre une grande inquiétude, la popularité de la région et l'augmentation de la consommation de plastique ont entraîné une accumulation croissante des déchets plastiques le long de des côtes.

La willaya de Skikda faisant partie du littoral algérien, est une région côtière de grande valeur qui chaque année connaît une accumulation considérable des déchets de toutes sortes notamment une présence prédominante du plastique ce qui altère ainsi l'image panoramique de nos belles plages.

L'objectif de notre étude consistait à évaluer la présence de la pollution plastique des côtes de Skikda, dans ce contexte nous avons choisi 5 sites de la willaya : plage de ilots des chèvres, plage de château vert, plage de marquette, Port de Skikda et la plage de Mollo, Ce travail a été réalisé durant le mois de mars 2023, avant la saison estivale.

Le document est structuré comme ce qui suit :

- La première partie se rapporte aux généralités résumant notre recherche bibliographique portant sur la pollution marine engendrée par les déchets plastiques et leurs impacts.
- Dans la seconde partie, « Matériels et Méthodes », la présentation de la zone d'étude et d'échantillonnage puis la stratégie de prélèvement et enfin le Protocole de filtration utilisé.
- La troisième consiste à la présentation et la discussion des résultats obtenues durant l'étude.
- Enfin nous terminerons le document par une conclusion et en donnant des perspectives pour l'amélioration de notre étude.

Chapitre 1 : Généralités

Chapitre 1 : Généralités

1. Généralités :

1.1 .Introduction :

Chaussures, téléphones, brosses à dents, bols, pneus, fils électriques, jouets et de nombreux autres articles que nous utilisons au quotidien sont fabriqués à partir du plastique, ce matériau est devenu essentiel dans notre vie. En fait, c'est le troisième matériau le plus produit au monde, après le ciment et l'acier

Depuis son introduction dans les années 1950, la production mondiale du plastique n'a cessé de croître de manière significative, dépassant largement celle des autres matériaux.

1.2 .Le plastique :

Le terme ‘‘plastique’’ provient du mot grec "plastikos", ce qui signifie prêt à être moulé [9].

Une matière plastique ou en langage courant un plastique est un mélange contenant une matière de base (un polymère) qui est susceptible d'être moulé, façonné, en général à chaud et sous pression, afin de conduire à un semi-produit ou à un objet.

Généralement, les polymères industriels ne sont pas utilisés à l'état « pur », mais mélangés à des substances miscibles ou non dans la matrice polymère [10].

Les plastiques sont des matières organiques tout comme le bois, le papier ou la laine. Les matières premières utilisées pour produire les plastiques sont des produits naturels comme la cellulose, le charbon, le gaz naturel, le sel et, bien entendu, le pétrole brut.

1.2.1. Historique :

L'utilisation de matières plastiques remonte à l'antiquité : les égyptiens employaient des colles à base de gélatine d'os, de caséine de lait, d'albumine d'œuf. Plusieurs siècles A.J.C, les hommes utilisaient les propriétés plastiques de la corne, des écailles de tortue, de l'ambre, du caoutchouc, chauffés et moulés pour fabriquer de nombreux objets. Cependant, le développement de nouvelles matières a commencé à la fin du XIXe : les plastiques semi-synthétiques faits de polymères naturels modifiés chimiquement par des produits chimiques [11].

1839 : Découverte de la vulcanisation, chauffage prolongé avec du soufre rendant le caoutchouc naturel beaucoup plus résistant à la chaleur, tout en lui conservant son élasticité aux basses températures (Charles Goodyear) [12].

Chapitre 1 : Généralités

1862 : le britannique Alexander Parkes a découvert un matériau solide, transparent et malléable qu'il a appelé "Parkesine". Il a fabriqué ce matériau en dissolvant de la cellulose végétale dans un mélange d'alcool et d'acide nitrique, et en le faisant sécher pour former une substance semblable à du cuir.

1869 : Fabrication d'un matériau destiné à remplacer l'ivoire d'éléphant : le celluloid (nitrate de cellulose végétale avec un agent plastifiant, le camphre) (A. Parkes et John Hayatt). Longtemps utilisé pour la fabrication des balles de tennis de table et des pellicules cinématographique. Très inflammable, il n'est quasiment plus utilisé aujourd'hui [11].

1884 : Premier fil artificiel à partir d'acétate de cellulose : viscose ou « soie artificielle » (Hilaire de Chardonnet). Remplace bas et sous-vêtements faits alors en coton et en laine [12].

1897 : Galalithe fabriquée à partir de caséine. Plus dure que la corne, plus brillante que l'os, colorable, elle sera très utilisée dans : les manches de couteaux, les boules de billard, les boutons, les bijoux fantaisie, les stylos... (W. Kricheldorf et chimiste autrichien A. Spitteler) [12].

La fabrication de plastiques à partir de polymères naturels (notamment la cellulose et la caséine) a cédé la place à la synthèse de nouvelles matières entièrement synthétiques au début du XXe siècle.

La production industrielle de plastiques a commencé en 1907 avec l'invention de la bakélite, le premier plastique synthétique thermodurcissable, par Leo Baekeland. Le matériau a été largement utilisé dans les industries automobiles, électroniques et électriques.

Les plastiques tels que le polystyrène et le PVC ont été développés dans les années 1930 et le polyéthylène dans les années 1940, l'un des plastiques les plus largement utilisés en raison de sa polyvalence, de son faible coût et de sa facilité de production.

Après la Libération en 1945 et avec les années 50, la consommation de masse et la diversification ont entraîné une forte augmentation de la demande et alimenté la croissance de cette nouvelle industrie.

Les matières plastiques seront essentiellement fabriquées par la pétrochimie, à partir du pétrole ou du gaz naturel. Les utilisations possibles sont très diverses et se retrouvent dans les "petits objets du quotidien».

De nombreux autres types de plastiques ont été développés, tels que le PET, le polycarbonate et le nylon, qui sont aujourd'hui utilisés dans une grande variété de produits.

Chapitre 1 : Généralités

1990 : ABS (Acrylonitrile Butadiène Styène) qui remplace peu à peu les « mélamine-formol ». Très utilisé en habillage d'équipements électroménagers, jouets rigides, enjoliveurs, accessoires de salles de bains et dans l'industrie. L'ABS existe aussi en version translucide, il est métallisable par galvanoplastie pour imiter l'aluminium. [9].

1.2.2 .La production mondiale du plastique :

La production mondiale du plastique continue à croître chaque année, selon l'Organisation de coopération et de développement économiques , la quantité du plastique produite dans le monde a augmentée de manière significative, passant de 234 millions de tonnes en l'an 2000 à 460 millions de tonnes en 2019, soit une multiplication par deux et également celle de déchets plastiques, passant de 156 millions de tonnes il y a vingt-deux ans à 353 millions de tonnes en 2019 [13].

Bien que la pandémie de Covid-19 ait entraîné une baisse de la consommation de plastiques de 2,2 % en 2020 en raison du recul de l'activité économique, (il s'agit seulement du troisième repli observé depuis le début de l'ère industrielle) ; elle n'a pas permis de faire une pause pour la planète. En effet, les experts de l'OCDE constatent que l'utilisation accrue d'équipements de protection individuelle et de plastiques à usage unique a contribué à aggraver le problème des dépôts sauvages de déchets plastiques [13].

Plus de la moitié des matières plastiques provenaient d'Asie en 2020. Selon un rapport de Plastics Europe, la production de la Chine constitue environ un tiers de la production mondiale (32 %), ayant augmenté de 82 % sur la période 2010-2020, passant de 64 millions de tonnes à 117 millions de tonnes, alors que la croissance mondiale n'était que de l'ordre de 30 % [14].

L'Europe, elle, a produit 55 Mt de plastique en 2020, en baisse de 5 % par rapport à 2019 [14].

Après une forte baisse de production due au COVID-19 au premier semestre 2020, la production a recommencé à se redresser au second semestre, notamment grâce à la Chine qui produit désormais un tiers du plastique mondial contre 25% en 2010 [12].

La reprise s'est poursuivie au dernier trimestre 2020 et en 2021. Cependant la vitesse de reprise dépend de l'impact du COVID-19 et de la demande en plastiques de clients importants comme les industries de l'automobile ou les secteurs du bâtiment et de la construction [12].

D'après un rapport du WWF publié en septembre 2021, les prévisions indiquent que la production de plastique dans le monde pourrait doubler d'ici 2040, amplifiant ainsi la crise climatique [15].

Chapitre 1 : Généralités

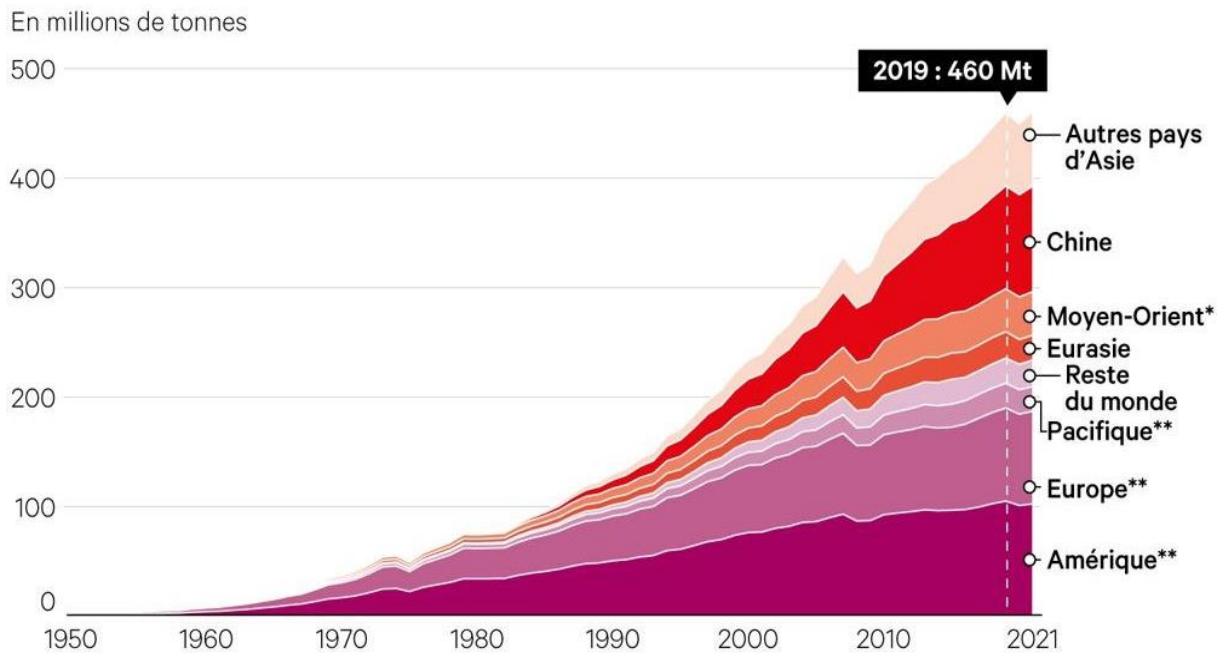


Figure 1 : la production annuelle mondiale de plastiques entre 1950 et 2021. OCDE, 2022

1.2.3. Obtention de la matière plastique :

1.2.3.1. Origine de la matière plastique :

Les matières plastiques utilisées par les industries sont composées principalement de polymères, d'adjuvants et d'additifs

Les polymères :

Un polymère est une macromolécule, formé d'unités monomères liées entre elles par des liaisons covalentes.

Les monomères :

Les monomères sont des molécules de petite taille et faible masse moléculaire, sont constituées essentiellement de carbone (C) et d'hydrogène (H). L'oxygène (O) et l'azote (N) sont présents en petites quantités.

Les additifs :

Plus de 10 % de la composition du produit fini est constitué par les additifs :

Chapitre 1 : Généralités

- **Plastifiants** : Selon la norme ISO 472 (1988), un plastifiant est défini comme une substance ayant une faible volatilité ou une volatilité, ajoutée à un plastique dans le but de réduire son intervalle de ramollissement, faciliter son traitement et augmenter sa flexibilité ou son extensibilité.
- **Charges et renforts** : des substances organiques, minérales, végétales ou synthétiques, sont ajoutées aux polymères ou aux mélanges de polymères dans le but de modifier leurs propriétés physiques, thermiques, mécaniques et électriques, ou de simplement réduire leur coût.
- **Agents gonflants** : sont utilisés Pour donner une structure cellulaire légère au matériau après sa mise en forme, généralement par l'action de la chaleur ou par réaction chimique.

Les Adjuvants :

Les adjuvants sont un composant minoritaire dans le produit final, constituant une faible proportion f de sa composition généralement inférieure à 10 %, et parfois même moins de 1 % :

- **Les Colorants et les pigments** : sont généralement incorporés en quantités limitées, représentant généralement de 0,1 à 5 % au maximum ; beaucoup sont nuisibles.
- **Les Lubrifiants** : En général, 1 à 2 % de la matière utilisée est généralement constitué de lubrifiants pour faciliter son injection et réduire le frottement avec l'acier de l'outillage.
- **Les Stabilisants** : L'incorporation de stabilisants vise à ralentir ou retarder une transformation de la matière, que ce soit sur le plan chimique ou physique.
- **Les fongicides** : Les fongicides ont pour objectif d'empêcher l'invasion des polymères par des organismes vivants.

1.2.4 . Les caractéristiques du plastique :

Le plastique a sonné à notre porte au milieu du XXe siècle, en se présentant souvent sous forme de gadgets innocents. Aujourd'hui il s'est installé au cœur de notre mode de vie [16] et cela est dû à leurs propriétés intéressantes.

Les plastiques se caractérisent par :

- La résistance à la corrosion (à la rouille).
- La Capacité à être moulé et façonné en différentes formes par la chaleur ou sous pression
- La légèreté

Chapitre 1 : Généralités

- La possibilité de colorer ou de teindre ces matériaux.
- Isolation thermique et électrique.
- Ils sont économiques.
- La durabilité de ces matériaux due à sa capacité à résister à la dégradation et à la décomposition.
- Imperméabilité

✚ 1.2.4.1 .Caractéristiques chimiques :

Les matières plastiques sont constituées d'enchaînements de séquences identiques (polymères) de molécules carbonées, leurs principales propriétés comprennent la flexibilité, la résistance à la corrosion, la résistance au choc et l'eau, ainsi qu'une imperméabilité à l'air [17].

✚ 1.2.4.2. Caractéristiques physiques :

Les caractéristiques physiques de la plupart des plastiques, présentent une haute résistance au vieillissement et une biodégradation minimale [18]. En effet, ils se fragilisent très lentement en se décomposant en de petites particules. En conséquence, il s'accumule continuellement dans l'environnement [18].

Le plastique est largement reconnu pour ses caractéristiques de polyvalence, de légèreté, de solidité et de transparence [19].

1.2.5. Les familles du plastique :

Les plastiques sont des matériaux déformables : ils peuvent être moulés ou modelés facilement, en général à chaud et sous pression. Leur facilité de mise en forme, résistance aux chocs, aux variations de température, à l'humidité, aux détergents... les rendent utiles dans tous les domaines : emballage, bâtiment, automobile, électricité, etc. [20].

Généralement ils sont regroupés en trois familles : les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères.

Chapitre 1 : Généralités

Les thermoplastiques :

C'est la catégorie la plus largement employée avec près de 90% des applications des matières plastiques.

Les thermoplastiques ont la propriété de ramollir et devenir malléables sous l'effet de la chaleur cela permet de les modeler et de leur donner une forme qui sera conservée après refroidissement. Étant réversible, cette propriété permet également aux thermoplastiques d'être facilement recyclables et transformables un grand nombre de fois. Néanmoins, ils ne sont pas biodégradables et peuvent avoir une "durée de vie" de plusieurs centaines d'années.

Les thermodurcissables :

Ils ont la particularité de devenir insolubles (ils ne peuvent pas se dissoudre) et infusibles (ils ne peuvent pas être fondu) après polymérisation, ils ne peuvent plus subir des modifications après refroidissement du fait de leur rigidité [21].

Ils ont une excellente résistance aux hautes températures (>200 °C) et aux agressions chimiques, et ont une meilleure résistance au fluage que les thermoplastiques (conservant une excellente stabilité dimensionnelle dans le temps). Toutefois Le montage est moins pratique et plus lent que les thermoplastiques. Pas de moulage par injection, taux de production beaucoup plus faible.

Les élastomères :

Contrairement aux plastiques, les élastomères se caractérisent par leur élasticité.

Ils sont capables de se déformer et de revenir à leur forme initiale, Peuvent supportent de très grandes déformations avant de se rompre.

Le terme de « caoutchouc » est un synonyme usuel d'élastomère, il est utilisé essentiellement pour la fabrication de pneumatiques, joints, gants médicaux, chaussures, etc. [21].

1.2.6. Les Différents types de plastiques :

Il existe plusieurs types de plastiques : près de 20 types de plastiques. Chacun comprend de nombreux grades permettant de conférer des propriétés précises en fonction de l'application choisie [22].

Ce sont les types d'utilisation courante :

Chapitre 1 : Généralités

✚ Polystyrène (PS): [(CH₂-CH- C₆H₅) n]

Se prête facilement au moulage et l'extrusion. Utilisé pour les objets domestiques, les éléments électriques et les peintures, PS expansé (obtenu en réchauffant les granules de PS contenant un agent gonflant) isolations thermiques [22].

✚ Polypropylène (pp): [(-CH₂-CH (CH₃)-) n] :

Ce type se distingue par sa dureté et son insolubilité dans tous les solvants organiques, et possède une excellente résistance mécanique et chimique à 100°C ou plus ; il est largement employé dans la fabrication des équipements sanitaires et des tuyauteries d'eau, ainsi que dans l'industrie automobile et l'emballage alimentaire ; Les plastiques en polypropylène ne contiennent pas de substances nocives [23].

✚ Polychlorure de vinyle (PVC) : [(-CH₂-CH (Cl)-) n] :

Durs, inflammables, résistants aux acides et bases. Ils se ramollissent à 80°C. Pour former des produits rigides, semi-rigides, flexibles ou élastiques (selon la quantité) on leur adjoint des plastifiants. Ils sont utilisés pour les tuyauteries d'eau potable ou usée, pour les gaines de ventilation, les profilés de menuiserie (fenêtres), les stores, les revêtements muraux ou de sol [24]. En raison de la présence de constituants chimiques tels que les métaux lourds, les dioxines, le BPA et les phtalates, le PVC est considéré comme potentiellement toxique.

✚ Polyéthylène (PE) : [(-CH₂-) n] :

Le PE est le thermoplastique le plus utilisé dans le monde et le plus couramment utilisé dans divers domaines tels que les emballages alimentaires, les bouteilles (détergents cosmétiques, shampoings, etc.), les jouets, les pots et les sacs en plastique. Sont sensibles aux rayons UV, ce qui peut les fragiliser et disponibles en différentes densités, telles que LD-PE et HD-PE.

D'après l'institut national d'information en santé environnementale (canada) et le réseau environnement santé (France), ce matériau est considéré comme un matériau sûr et non toxique pour la santé humaine.

✚ Polyéthylène de haute densité (PEHD)

Le polyéthylène haute densité est un plastique résistant à la chaleur produit à partir de pétrole [12]. Il est recyclable exemple : Bouteilles (Lait et jus de fruits), Jerricans [22].

Chapitre 1 : Généralités

✚ Polyéthylène basse densité (PELD) :

On le trouve souvent sous forme de film plutôt que de récipient. Il n'est pas recyclé. LE PELD s'écrit parfois plus simplement PE. Exemple : Films plastiques souples, Récipients souples [22].

✚ Polyéthylène téréphtalate (PET)

Le PET est un plastique lisse, transparent et assez fin, appelés plastiques de l'estomac

En raison de ses propriétés anti-inflammatoires, le PET est largement utilisé dans la fabrication de bouteilles d'eau, de vinaigrettes jetables, de jus, de bains de bouche, d'huiles, de cosmétiques, de boissons gazeuses et de margarines. Le PET est également anti-air, empêchant l'entrée d'oxygène dedans [23].

✚ Polycarbonate (PC)

Est un polymère qui est résistant à la température, nous pouvons trouver le PC dans le casque de moto, des CD et des DVD, phare, feux arrière et clignotants de voitures, matériel médical, etc. [25]. Il contient BPA, Parce que le risque pour la santé du BPA a été signalé dans plusieurs études, l'utilisation de plastiques polycarbonates a fortement diminué.

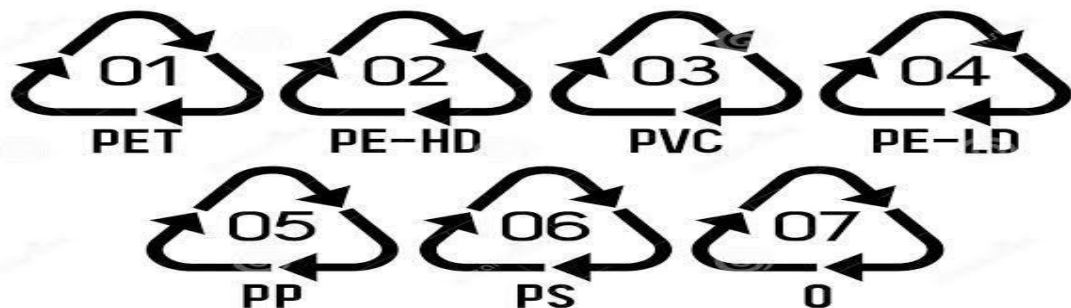


Figure 2 : les numéros qui présentent les différents types de plastiques. Dramatisme

1.3. Déchets plastiques dans les mers et les océans :

Au fil des dernières années, la production et l'utilisation de plastiques ont augmenté à l'échelle mondiale, entraînant une hausse significative de la quantité de déchets plastiques qui polluent l'environnement et les océans.

Chapitre 1 : Généralités

Près de 75 à 80 millions de tonnes d'emballages plastiques finissent chaque année dans tous les Océan de notre planète [26]. 80% des déchets plastique se trouvent dans les plages aériennes [27].

1.3.1. Classification des déchets plastique :

Une classification des déchets selon la taille proposée par [28, 29] :

- Micro-déchets : dimensions < 5mm.
- Méso-déchets : 5 mm < dimensions < 20 mm.
- Macro-déchets : 20 mm < dimensions < 100 mm.
- Méga-déchets : dimensions > 100 mm

1.3.2. Origine des déchets du plastique :

Les macro-déchets ou déchets aquatiques regroupent l'ensemble des objets ou matériaux qui sont, volontairement ou non, directement ou non, jetés ou abandonnés en mer et sur le littoral [22]. Ils peuvent être trouvés n'importe où le long Du littoral de mer, en plein océan.

Il existe deux sources distinctes de ces déchets : tellurique et océanique.

Origine tellurique :

Environ 80% des débris plastiques marins ont une origine terrestre. On peut classer ces sources en quatre grands groupes :

- **Déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers :** les bouchons, les gobelets, les bouteilles en plastique, paquets de cigarettes, jeux de plages en plastique, les sacs plastiques sont une source primaire de macro-déchets pour et la mer côtière et le littorale.
- **Les rejets d'eaux usées :** lorsqu'il pleut abondamment, les égouts peuvent déborder et les eaux usées non traitées sont alors directement rejetées dans les cours d'eau et les océans.
- **Les décharges et dépotoirs sauvages :** Les décharges sauvages, situées à proximité des cours d'eau et sur le littoral représentent encore une importante source d'apports de déchets dans les rivières et sur le rivage, même si la plupart de ces décharges ne sont plus alimentées aujourd'hui du fait de la mise en place de déchetteries [30].
- **Les rejets d'eaux des stations d'épuration :** Ces stations ne sont pas capables d'empêcher la libération de micro plastique qui existe

Chapitre 1 : Généralités

Origine océanique :

Les 20% restants de déchets plastiques ont une origine océanique

✓ **La pêche, la conchyliculture et la plaisance :**

La pêche et la conchyliculture sont génératrices de déchets qui finissent souvent par échouer sur les plages (cordages, casiers, bouées, filets, polystyrène, bidons) ou sur les fonds. Certains plaisanciers jettent parfois leurs déchets ménagers directement à la mer [30].

✓ **Les ports :**

L'activité portuaire génère des quantités importantes de déchets de toutes sortes. Les déchets proviennent de pertes lors de la manutention des cargaisons sur les quais et les navires. Dans les bassins du port, des nappes de macro-déchets s'accumulent jusqu'à être transportés lors des vents et des courants forts sur les plages voisines [31].

✓ **Les déchets des navires et des bateaux :**

Ordures déversées par mégarde ou délibérément par-dessus bord. Les plus grandes quantités de granules de plastique de pré-production retrouvés sur les plages viennent des pertes fortuites au cours du transport maritime [32].

1.3.3. Mécanismes du Transport des déchets plastiques aquatiques :

En milieu naturel, notamment périodes de fortes pluies, les réseaux fluviaux et les vents emportent de nombreux déchets. Des millions d'emballages alimentaires, de bouteilles et de bouchons sont ainsi transportés chaque jour des terres vers la mer. Les cours d'eau, les vents et les courants marins sont les principaux moyens de transport des déchets.

Les cours d'eau :

Les cours d'eau constituent l'une des sources principales de déchets provenant de l'intérieur des terres vers le littoral. Ils traversent de nombreuses agglomérations agricoles, industrielles ou urbaines puis rejettent de nombreux éléments trouvés dans l'océan. Les précipitations sont un paramètre important à considérer ici car elles agissent à plusieurs niveaux. Par exemple, il pourrait y avoir une inondation qui emporte tous les déchets sur le talus. Dans certains cas, l'augmentation du débit de la rivière peut surcharger un réseau d'égouts particulier et l'empêcher de faire son travail.

Chapitre 1 : Généralités

Les vents :

En général, les déchets légers comme les sacs en plastique ou les déchets en polystyrène sont transportés par le vent vers les cours d'eau qui se dirigent ensuite vers les océans. En mer, l'impact du vent sur les déchets est plus complexe à déterminer, mais il peut avoir une incidence sur les courants de surface qui font dériver certains déchets, ainsi que sur les éléments légers tels que le polystyrène.

Les courants marins :

Les courants marins ont un impact important sur la circulation des déchets dans les océans, contribuant à leur répartition à l'échelle mondiale. Ils peuvent transporter des déchets jusqu'à des zones très éloignées de leur origine, y compris des zones où la présence humaine est faible voire nulle. Les courants marins peuvent donc être considérés comme de véritables autoroutes pour les déchets en mer.

1.3.4. Impact et effet de la pollution plastique sur la vie marine :

Ingestion :

La faune marine est souvent piégée par les déchets aquatiques qui ressemblent à leurs proies habituelles, créant ainsi une confusion. Par exemple, certaines tortues considèrent les sacs en plastique comme des méduses, les ingèrent et finissent par s'étouffer.

L'ingestion de grandes pièces en plastique (macro-plastiques) par les organismes marins, peut avoir plusieurs effets néfastes : un étouffement, des blessures internes ou externes, des plaies ulcéreuses, un blocage de la digestion, un faux sentiment de satiété, la famine, l'affaiblissement ou carrément la mort [33].

Nombreuses sont les études qui montrent la grande biodisponibilité des plastiques (micro-plastiques) à cause de leur faible taille, comparable à celle des sédiments ou du plancton et donc ingérables par des détritivores ou des planctophages [34].



Figure 3 : Ingestion du plastique par les animaux. The Third Pole (Image by Midway Film Project), 2014.

✚ Enchevêtrement et blessures :

La faune marine (oiseaux, poissons...) s'enchevêtre dans différents types de déchets provoquant de multiples blessures, noyades et immobilisations. Cela peut empêcher l'animal de se nourrir, de respirer ou même provoquer sa mort. Par exemple, les filets de pêche abandonnés ou perdus continuent de piéger pendant plusieurs années des milliers de poissons, tortues, oiseaux et mammifères marins. Ce phénomène est appelé la « **pêche fantôme** » [35].



Figure 4 : pêche fantôme . L'Obs avec AFP ,2019.

Chapitre 1 : Généralités

+ **Transport des espèces invasives :**

Un grand nombre d'organismes, dont certaines espèces peuvent être invasives, s'agglutinent sur les plastiques et sont transportés avec eux au gré des courants, sur des milliers de kilomètres et ce pendant plusieurs décennies. C'est un véritable danger pour l'équilibre des écosystèmes [22].

+ **Modification des habitats :**

La présence de plastique sur les fonds marin a pour conséquence la modification de la nature des fonds et peut engendrer une hypoxie ; limitation des échanges gazeux et de lumière entre l'eau et les fonds [36].

+ **Bioaccumulation :**

Le transfert des micro-plastiques dans la chaîne alimentaire se fait lors de l'ingestion par des prédateurs, de proies ayant consommé ces petites particules [37]. Ils peuvent être vecteurs de polluants hydrophobes, les transporter et contribuer à leur entrée dans la chaîne trophique, et peuvent ainsi voyager jusqu'à nos assiettes.

+ **Toxicité :**

Les propriétés chimiques des plastiques posent une autre problématique majeure. Leurs additifs peuvent être lessivés dans l'environnement ou lors de leur ingestion (même temporaire), constituant une source secondaire de polluants [4, 38].

Il peut s'agir notamment de phtalates [39] de nonylphénol ou encore de bisphénol A [40].

+ **Plastisphère :**

En plus des polluants, les matières plastiques s'accumulent et sélectionnent elles-mêmes les organismes, construisant de nouvelles communautés différentes de celles qui vivent dans l'eau, c'est la création d'un nouvel écosystème, la plastisphère [22].

Les organismes associés au plastique sont aussi divers que des poissons, des algues, des coquillages...etc. Ils peuvent être visibles à l'œil nu ou de taille microscopique. En outre il a été démontré que les bactéries qui se développent sur les plastiques dans les gyres sont différentes des bactéries naturelles du milieu marin. Certaines pourraient être potentiellement pathogènes. On appelle cet ensemble d'organismes associés au plastique la plastisphère [41].

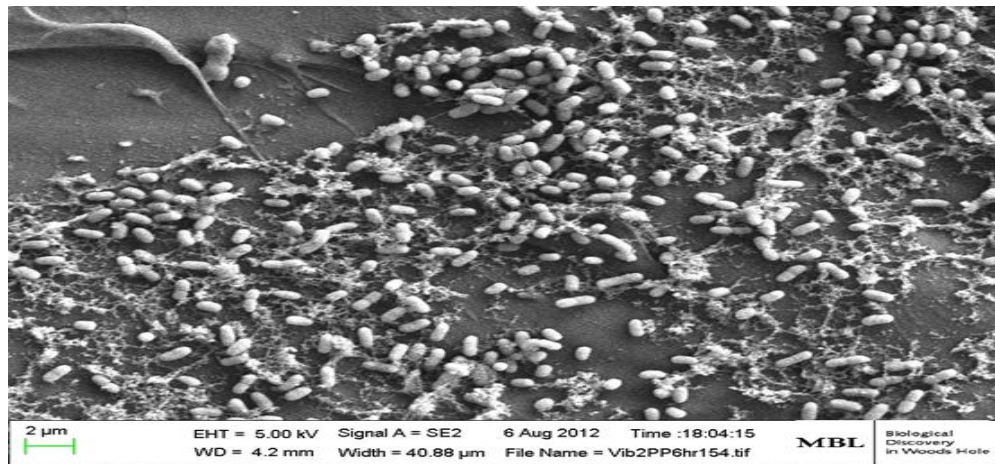


Figure 5: Erik Zettler/Marine Biological Laboratory - vue au microscope électronique de colonies de la bactérie *Vibrio* sur un déchet de plastique. L'équipage d'expédition Med, 2017



Figure 6 : Erik Zetler : Bouée de mousse expansée en polystyrène, collectée à la dérive au centre de l'Atlantique Nord, recouvert d'organismes dont des microbes, des algues et invertébrés (barnacles). L'équipage d'expédition Med, 2017

1.3.5. Dégradation des déchets plastiques :

Les macro-déchets en plastique, tels que les bouteilles, les bouchons, les gobelets et les sachets, qui se retrouvent dans l'environnement, sont soumis à des processus de dégradation qui les transforment en microplastiques et en nanoplastiques. Ces processus incluent la photo-dégradation, la dégradation thermo-oxydative, la dégradation par hydrolyse et la biodégradation par les micro-

Chapitre 1 : Généralités

organismes. Il est important de noter que la décomposition des plastiques dans l'environnement ne se produit pas naturellement, mais est causée par ces mécanismes de dégradation.

1. Photo-dégradation :

Les matières plastiques se décomposent en premier lieu par la dégradation photo-oxydative activée par le rayonnement solaire. L'effet de ces rayonnements dépend de leur longueur d'onde. En effet, l'énergie spectrale du rayonnement solaire atteignant la surface de la terre se situe entre 298 nm dans la région Ultraviolet (UV) et 2500 nm dans la région du proche infrarouge. La plupart des dégradations photo-oxydatives se produisent dans les courtes longueurs d'onde (280nm-420nm). Ces derniers sont capables de briser des liens solides [42]. Ainsi l'effet du rayonnement solaire sur le plastique dépend de la longueur d'onde du rayonnement, de la force des liens l'intérieur du polymère mais aussi de la présence de chromophores (Un chromophore est un groupe chimique capable d'absorption sélective de lumière résultant de la coloration de certains composés organiques aromatiques) qui peuvent absorber des longueurs d'onde plus longue que 290 nm.

2. Dégradation thermo-oxydative :

Le rayonnement ultraviolet émis par le soleil fournit l'énergie nécessaire pour déclencher l'incorporation d'atomes d'oxygène dans le polymère. Cela fragilise le plastique et le conduit à se fragmenter en particules de plus en plus petites, jusqu'à ce que les chaînes polymères atteignent un poids moléculaire suffisamment faible pour être métabolisées par les micro-organismes [27].

3. Biodégradation :

Elle est due à des organismes vivants. Ces derniers convertissent le carbone des chaînes de polymère en dioxyde de carbone ou l'incorporent dans des biomolécules [27].

La bio-détérioration peut être engendrée par l'action mécanique du biofilm bactérien qui se forme à la surface du plastique et qui va pouvoir agrandir les fissures déjà présentes [45]. Une dégradation chimique peut également être orchestrée par la grande diversité des espèces présentes dans le biofilm, telle que la production de composés acides par les bactéries chimiolithotrophes et chimioorganotrophes.

4 Dégradation par hydrolyse

L'humidité élevée accélère le taux de dégradation de plusieurs classes de plastiques [46]. Ceci peut être provoqué par la "plastification" de petites quantités d'eau absorbée menant à une plus grande accessibilité de la matrice avec l'oxygène atmosphérique ou par la lixiviation des additifs

Chapitre 1 : Généralités

stabilisants contenu dans les particules. Cependant, tous ces processus sont lents, le plastique peut prendre jusqu'au 50ans pour se dégrader totalement [47]. Ceci est encore plus difficile dans l'eau de mer, car l'effet photodégradatif est significativement diminué en raison des températures basses et de la faible disponibilité de l'oxygène [27].

1.4. Effet du plastique sur la sante

L'omniprésence du plastique dans notre environnement constitue une menace pour la santé humaine. En effet, le produit interagit constamment avec l'environnement humain et finit par pénétrer dans le corps humain par ingestion, inhalation ou contact direct. De ce fait, un nombre croissant de microfibrilles et de microparticules plastiques sont détectées dans les tissus humains et le système sanguin [48].

Les implications sanitaires sont multiples : Effets sur les systèmes immunitaire et respiratoire, perturbations endocriniennes, les troubles de la reproduction et les maladies chroniques, diminution de la fertilité, augmentation du risque de cancer... Ces effets se produisent à toutes les étapes du cycle de vie du plastique et amplifient l'impact sur la santé.

Tous les individus sont exposés à ces risques, mais les personnes qui y sont confrontées de manière prolongée (travailleurs dans le domaine du plastique, riverains d'usines, consommateurs quotidiens de produits plastiques) ainsi que les groupes vulnérables (enfants, nourrissons et femmes enceintes) sont particulièrement touchés.

Chapitre 2 : matériels et méthodes

Chapitre 2 : matériels et méthodes

2. Matériels et méthodes :

Le but de ce second chapitre est de présenter et de décrire les différentes techniques d'analyses.

Tout d'abord, nous présenterons la zone d'étude et d'échantillonnage puis nous décrirons notre stratégie de prélèvement et enfin la technique de filtration utilisé.

2.1. Zone d'étude :

La wilaya de Skikda se situe dans le nord-est de l'Algérie, elle est limitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya de Annaba, à l'ouest par la wilaya de Jijel, au sud par Constantine et Guelma, et par Mila au Sud-ouest. Elle couvre une superficie totale de 4137,68 km² avec une frange littorale de 142 Km de long, représentant ainsi 12% du littoral Algérien.

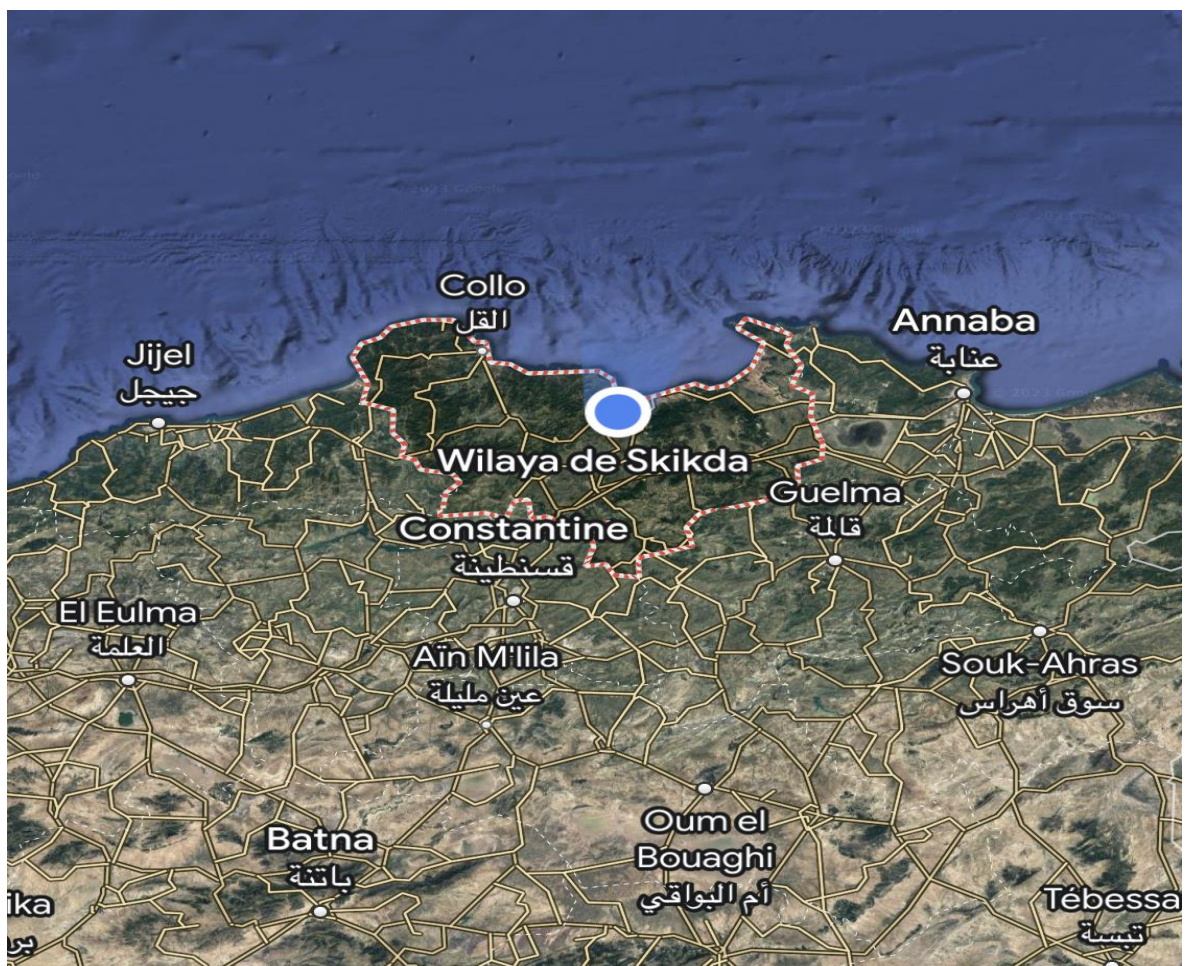


Figure 7: Wilaya de Skikda. Google Maps

Chapitre 2 : matériels et méthodes

2.2. Données océanographiques et climatographiques de la région :

2.2.1 Bathymétrie :

La région de Skikda présente un plateau continental très varié. Il est tourmenté et parfois absent à l'ouest, vers la région du cap Bougaroune ; mais de plus en plus large et étendu à l'est, vers la région de la Marsa.

Plusieurs études effectuées dans la région de Skikda [49, 50, 51] ont toutes révélé l'aspect et la nature abrupte et accidentée des fonds longeant la ligne côtière et ce , sur plus de 0,5 Km à partir de la ligne de bordure , avec des profondeurs croissantes de 10 à 12 m. Plus au nord , règnent surtout des fonds sablo vaseux et les grandes profondeurs de 100 à 200 m n'apparaissent que vers les 4 à 7 miles nautiques au nord de la côte.

2.2.2. Climatologie :

Du point de vue climatique, la région de Skikda est dominée par un climat de type méditerranéen avec deux saisons : un hiver doux et pluvieux et un été sec et chaud ; la saison pluvieuse, débutant du mois d'octobre au mois de mars, est caractérisée par des pluies très violentes en hiver provoquant une forte érosion ; et la saison sèche, où les précipitations sont extrêmement rares et les chaleurs très fortes, commence à partir du mois d'avril et se termine au mois de septembre. [52, 53].

2.2.2.1 Température :

La saison chaude dure 3,0 mois du 23 juin au 24 septembre, avec des maximales quotidiennes moyennes supérieures à 26 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Skikda est le mois d'août, avec une température maximale moyenne de 29 °C et une température minimale de 23 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du 30 novembre au 29 mars, avec une température maximale moyenne inférieure à 24°C par jour. Le mois le plus froid de l'année à Skikda est janvier, avec une température minimale moyenne de 9 °C et une température maximale de 16 °C.

Moyenne	Janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Haute(°C)	16	16	17	20	22	26	29	29	27	24	20	17
Temp(°C)	12	12	14	16	19	23	26	26	24	21	17	13
Basse (°C)	9	9	10	12	16	19	22	23	20	17	13	10

Tableau 1 : Variation de températures annuelle 2022 / wilaya de Skikda

Chapitre 2 : matériels et méthodes

D'après le tableau, nous avons tracé cette courbe représentant la variation mensuelle des températures moyennes dans la région de Skikda, pour l'année 2022.

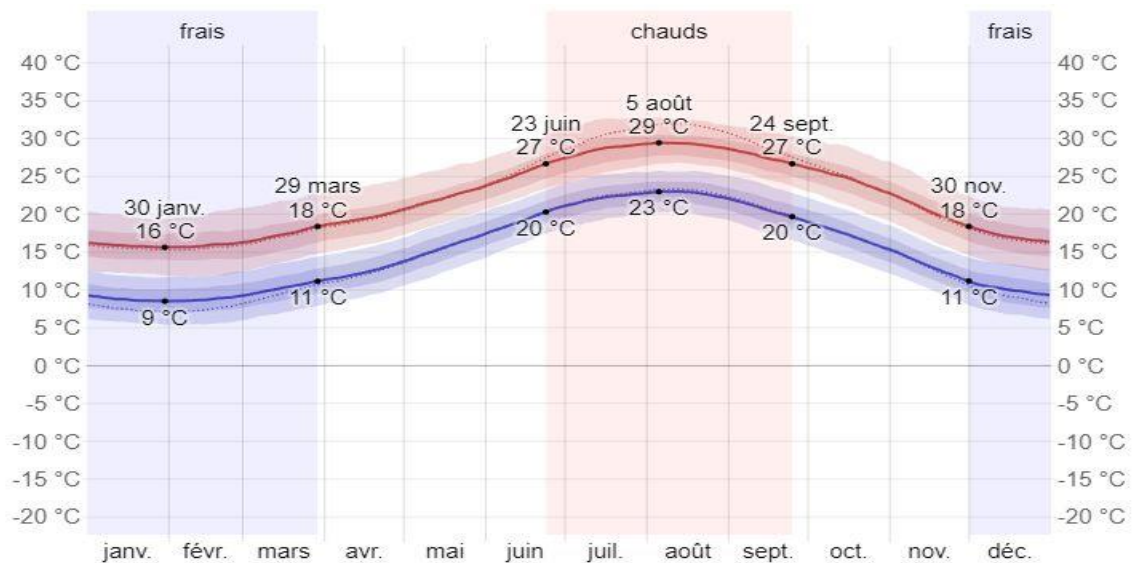


Figure 8 : Courbe représentant la variation mensuelle des températures moyennes dans la région de Skikda, pour l'année 2022. Weather_Spark

2.2.2.2 Vents :

Skikda est une région très exposée aux vents. En effet, celle-ci est caractérisée surtout par un vent de secteur Ouest à Nord-ouest, de janvier à juin et d'octobre à décembre, dont une grande partie souffle à une vitesse supérieure à 8 m.s^{-1} ; et de secteur Est et Nord-est, de juillet à septembre, ces vents ont généralement des vitesses faibles [51].

2.2.2.3 Pluviométrie :

La wilaya de Skikda appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides ; l'étage humide couvre la zone occidentale montagneuse, les sommets à l'Est et au Sud ; le domaine subhumide, prévaut sur les 4/5ème de la wilaya [54].

Les précipitations moyennes annuelles enregistrées pour la région de Skikda, varient entre 800 et 1 200 mm de pluies et peuvent même atteindre 1 600 mm/an sur les reliefs, elles sont irrégulières d'une année sur l'autre et inégalement réparties [53].

2.2 .3. Hydrodynamisme :

La circulation générale des eaux marines en méditerranée occidentale régit et conditionne la distribution des facteurs biologiques, hydrologiques, chimiques, vaseux, etc.

Chapitre 2 : matériels et méthodes

Cette circulation apparaît avec la pénétration de l'eau d'origine Atlantique modifiée (MAW), qui entre dans le bassin algérien vers 0° sous forme d'une veine étroite de courant et longeant les côtes algériennes à l'Est [55].

Vers 1°E et 2°E elle devient instable et on note l'apparition de méandres puis des tourbillons cycloniques et anticycloniques, dérivant vers l'est à une vitesse de 10 Km/j.

Ces courants anticycloniques évoluent et atteignent des diamètres de 100 à 200 Km, associés « d'upwelling » avec toutes les conséquences, qu'engendre cette association sur la productivité biologique.

Un ralentissement de la circulation est observé vers 5°E et 6°E. Par des phénomènes d'instabilité, les tourbillons s'éloignent des côtes algériennes durant une période de 1 à 2 mois pour revenir à l'ouest. Donc le bassin algérien constitue de ce fait un réservoir qui alimente le bassin nord de la Méditerranée occidentale [56]. Les instructions nautiques du golfe de Skikda renseignent sur l'existence d'un courant général dirigé vers l'est, pouvant atteindre 1 à 2,5 nœuds et d'un courant de 0,5 à 1,5 nœuds qui circulerait plus près de la côte. Il semble que ce courant ne pénètre pas dans le golfe de Skikda [51].

2.3. Site d'échantillonnage :

Nous avons choisie cinq plages pour notre étude : l'îlot des chèvres, Château vert, Marquette, port de stora et Mollo.

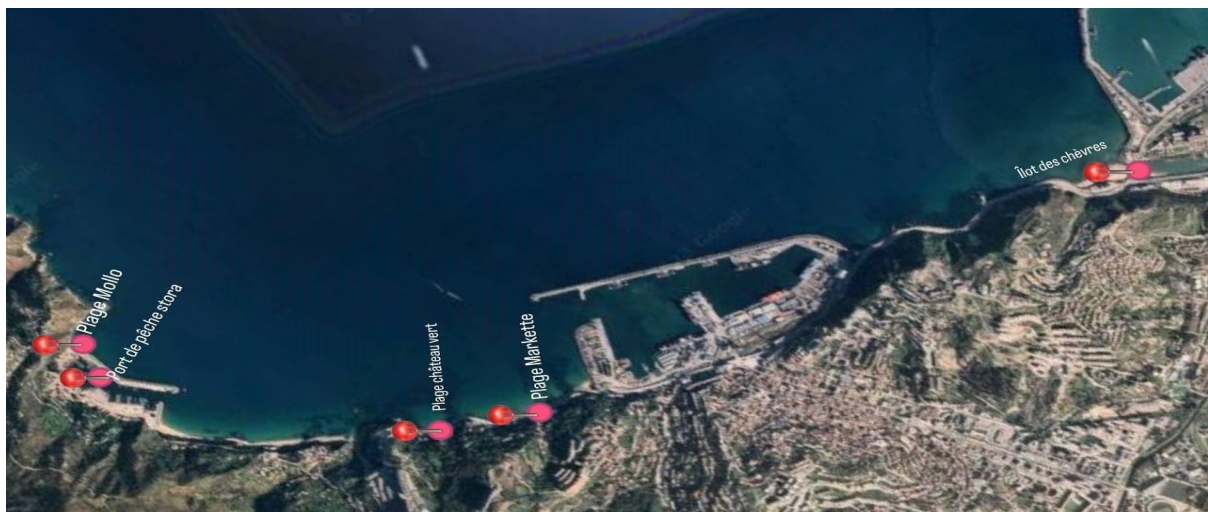


Figure 9 : les cinq sites d'échantillonnage. Google Maps, 2023

Chapitre 2 : matériels et méthodes

Le choix des cinq plages s'est fait en fonction de certains critères qui peuvent influencer sur la distribution des déchets sur la côte :

- Popularité des plages.
- Disponibilité des « parking », des espaces de repos et l'urbanisation.
- Présence des déchets plastiques par rapport aux autres plages.
- Géomorphologie des plages.



Figure 10 : distribution des déchets plastiques visibles dans les plages étudiées. Photo personnelle, 22/03/2023

2.3.1. Mollo :

Petite plage très rocheuse, elle s'étend sur environ 200 mètres de long et 5 mètres de large, se trouvant à côté de la fortification rempart en gros blocs qui délimite et protège le port des vagues, aux coordonnées $36^{\circ}54'16''N$, $6^{\circ}52'49''E$; elle peut être considérée comme une jetée. [57].

Sa proximité avec le port et les nombreux restaurants font de celle-ci une plage relativement polluée, surtout durant la saison estivale.



Figure 11 : Photo de la Plage Mollo. Photo personnelle, 22/03/2023

2.3.2. Le port de Stora :

C'est le port le plus important du point de vue activités. Situé dans le golfe de Skikda (zone sud-ouest), il occupe le fond du golfe de Stora aux coordonnées 36°54'15''N et 06°53'00''E. Il a été réalisé en 1983, il est doté d'une capacité d'accueil de 972 ML (Mètre Linéaire), avec un tirant d'eau de 2 à 4 m et un plan d'eau de 2000 m². Il est muni d'une station à carburant et d'une fabrique de glace d'une production journalière de 10 tonnes. La flottille est constituée de 20 chalutiers, 35 sardiniers et 63 petits métiers [58].



Figure 12 : Photo de port pêche Stora. Photo personnelle, 22/03/2023

2.3.3. Marquette :

La plage « Marquette » Dans le grand virage à la sortie du « Lido » ; elle fait environ 0.42 km de long Très rocheux et profond d'où la présence de poissons de roches comme le mérrou et la rascasse. Ses blocs cubiques servant de remparts pour la route, sont une attraction pour

Chapitre 2 : matériels et méthodes

les pêcheurs à la ligne se massant sur la muraille pour désespérément patienter à attraper les bonnes pièces qui se font rares ; La plage est délimitée à l'ouest par une haute muraille rocheuse appelée « petit bassin ».



Figure 13 : Photo de la plage Marquette. Photo personnelle, 22/03/2023

2.3.4. Château vert :

Tout de suite après la jetée, délimitée par un amas de bloc et de petits rochers, s'étendant sur 400 m et une superficie de 18 000 m², elle est très fréquentée en été pour sa proximité à la ville, et aussi pour ses rochers ; environ 282 025 estivants pour l'année 2012 [57]. Aux coordonnées géographiques 36°53'16" N, 6°53'46" E.



Figure 14 : Photo de la plage de château vert. Photo personnelle, 22/03/2023

Chapitre 2 : matériels et méthodes

2.3.5. Ilot des chèvres :

La plage de l'îlot des Chèvres, à l'embouchure de l'Oued Safsaf, près du pont menant à la plateforme pétrochimique de Skikda.



Figure15 : Photo de la plage de l'îlot des chèvres. Photo personnelle, 22/03/2023

2.4. Méthodologie :

2.4.1. Prélèvement

2.4.1.1. Matériels et appareils de prélèvement :

Des bidons, qui une fois fermés doivent protéger l'échantillon de toute contamination, en plastique, 5,5 Litres.

Ces bidons d'échantillonnage doivent être rincés deux à trois fois avec l'eau à analyser avant d'effectuer le prélèvement.

Il n'y a pas d'appareils particuliers pour le prélèvement, le bidon étant directement tenu par la main de la personne qui prélève.

L'échantillon doit être clairement identifié à l'encre indélébile sur le récipient et sur le formulaire d'échantillonnage ; il faut noter avec précision : la date, l'heure, le site

Chapitre 2 : matériels et méthodes

2.4.1.2. Mode de prélèvement :

Les prélèvements sont effectués à des points définis. Chaque point est considéré comme un site ou une station et doit toujours être le même, à 30 cm en-dessous de la surface de l'eau ; le bidon doit être rempli entièrement.

2.4.1.3 .Transport et conservation des échantillons prélevés :

Après le prélèvement, les échantillons d'eau doivent être protégés de l'exposition à la lumière ; en particulier du soleil, à tous les stades du transport ; afin de prévenir toute modification de la composition de l'eau de mer, ils sont transportés dans une voiture, et les analyses sont effectuées le plus rapidement possible, dans un délai maximal de 2 heures après le prélèvement.



Figure16 : Conservation des échantillons. Photo personnelle, 22/03/2023

2.4 .2. Les analyses physico-chimiques :

Ces caractéristiques ou variables se divisent en deux groupes :

✚ Le premier groupe est constitué des variables mesurées in situ à l'aide de sondes de terrains WTW type 197-S [59]. Il s'agit essentiellement de :

- La température en degrés Celsius (T°),
- La salinité ($S\%$),
- Le potentiel hydrogène (pH),
- Le pouvoir réducteur en millivolt (rH),
- La conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (condu),
- L'oxygène dissous en mg/l (O_2 mg/l),

Chapitre 2 : matériels et méthodes

- Le taux de saturation en oxygène (O₂ %),

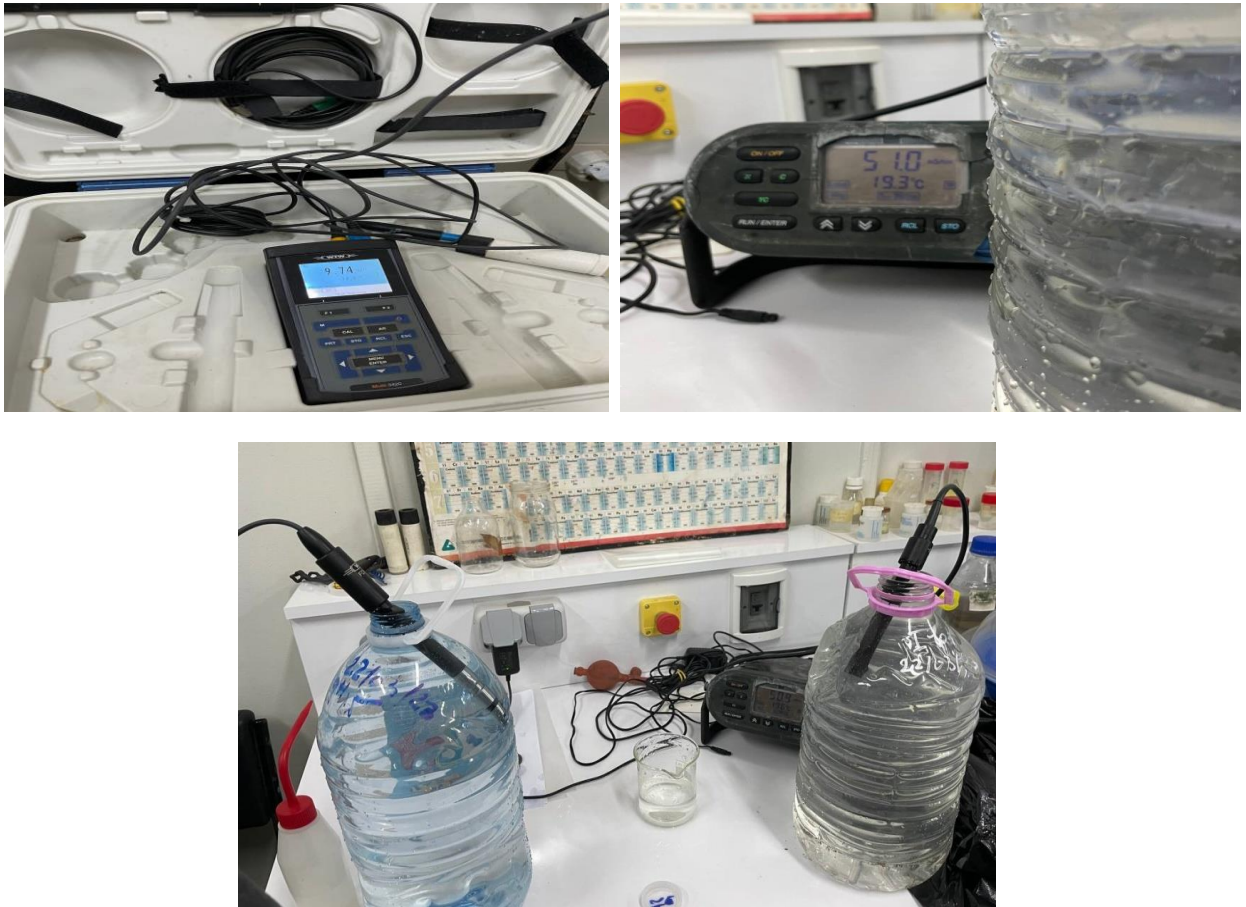


Figure17 : Appareillages des analyses physico-chimiques. Photo personnelle, 22/03/2023

✚ Le deuxième groupe de variables comprend :

- La turbidité en N.T.U (turbi) mesurée à l'aide d'un turbidimètre.



Figure 18 : Photo du turbidimètre. Photo personnelle, 22/03/2023

Chapitre 2 : matériels et méthodes

2.4 .3. La filtration :

Dans le laboratoire de chimie on a effectué une filtration souple et lente dans le but de purifier 2.5 L de l'eau mer provenant de chaque site.

La filtration souple et lente est une méthode de purification dans laquelle l'eau à traiter est passée à travers le filtre à basse vitesse. Lors de ce passage, les solides en suspension et les matières colloïdales sont éliminés et retenues améliorant ainsi considérablement la qualité de l'eau.

2.4 .3.1. Appareillages

- Système de filtration
- Étuve réglée à 105°C
- Papier filtre
- Un bécher (250 ML)
- Fiole (2.5 L)
- Pince en acier inoxydable
- Balance sensible
- Boîtes de pétrie

2.4 .3.2 Protocol expérimental :

1. Choix du papier filtre : Sélection d'un papier filtre en cellulose de porosité moyenne et résistant à l'humidité (pastille blanche) pour éliminer les cristallines.
2. Découpage des papiers filtres : Découpe les papiers filtres à un diamètre correspondant au diamètre interne du Büchner (5 pastilles pour les 5 sites).
3. Séchage des filtres : Séchage des 5 filtres dans une étuve à 105 °C pendant 2 heures, permettant d'obtenir un poids de référence de 0.1753 g.
4. Préparation de l'entonnoir Büchner : Utilisation d'un entonnoir filtrant de Büchner en verre borosilicaté 3.3, d'un poids de 60.374 g, contenant un filtre à gâteau poreux en céramique inerte servant de support pour le filtre cellulosique.
5. Décontamination du Büchner : Rinçage soigneusement du Büchner pour le décontaminer, puis séchage avant de l'utiliser.
6. Configuration du système de filtration : Installation d'une trompe à eau à la sortie d'un robinet, reliée à une fiole à vide et placement de l'entonnoir Büchner sur la fiole.
7. Positionnement du papier filtre : Placement du papier filtre à l'intérieur de l'entonnoir Büchner. Il doit être correctement positionné et en contact avec le filtre à gâteau poreux en céramique.

Chapitre 2 : matériels et méthodes

8. Humidification du filtre : Légèrement en y ajoutant de l'eau pour assurer une bonne adhérence et une étanchéité entre le filtre et le support en céramique.
 9. Création du vide : Ouverture du robinet pour créer le vide dans la fiole en aspirant l'air à travers l'entonnoir Büchner.
 10. Introduction du mélange à filtrer : Additionnellement du mélange d'eau de mer à filtrer dans l'entonnoir Büchner. L'eau passera à travers le papier filtre tandis que les particules et les impuretés seront retenues.
 11. Fermeture du robinet une fois la filtration terminée pour arrêter le flux d'eau.
 12. Séparation de l'entonnoir de la fiole : avec précaution pour éviter tout renversement du contenu filtré.
 13. Vidange de l'eau filtrée de la fiole.
 14. Retrait du papier filtre de l'entonnoir : à l'aide d'une pince en acier inoxydable.
 15. Placement du papier filtre dans une boîte de Pétri, puis mise dans l'étuve à 105 °C pendant 2 heures.
 16. Après 2 heures, pesée du filtre sur une balance de précision sensible.
- Remarque : les mêmes étapes de 5 à 16 sont répétées pour chaque site .

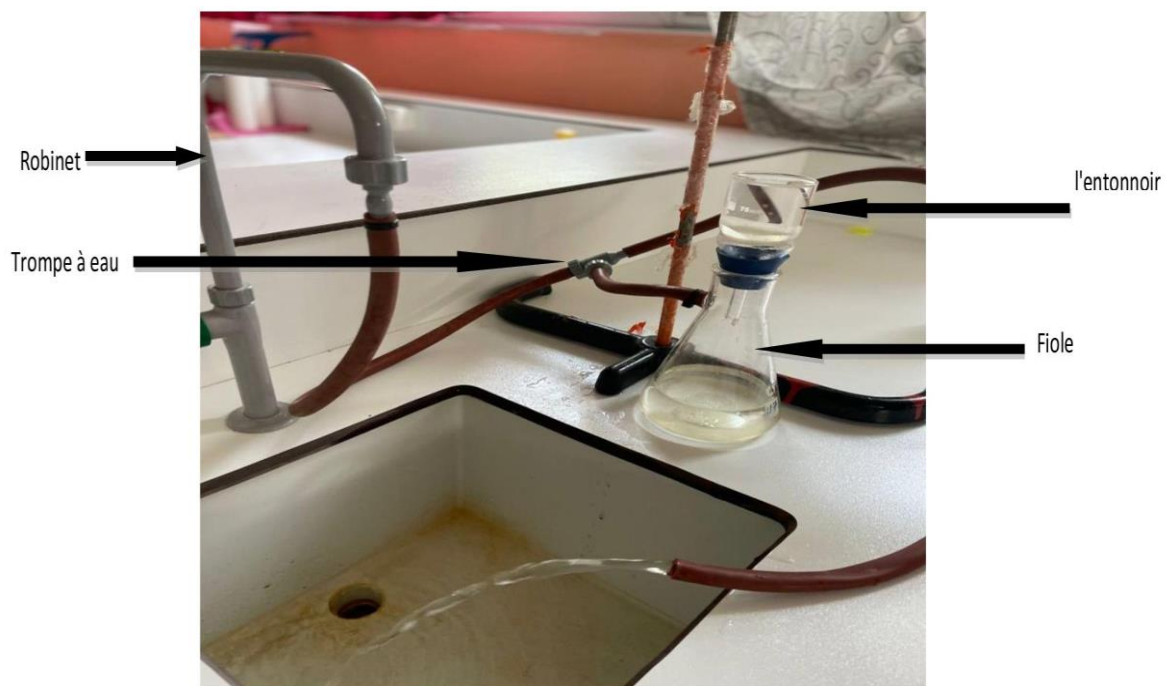


Figure 19 : Système de filtration. Photo personnelle, 23/05/2023

Chapitre 03 : résultats et discussion

Chapitre 03 : résultats et discussion

3. Résultats et discussion :

La troisième partie de ce travail est consacrée à la présentation et à la discussion des différents résultats obtenus durant notre étude.

3.1. Description des données :

3.1.1. Données concernant le site 1 : « Marquette » :

3.1.1.1. Les paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Résultats
Température °C	17,5
Salinité ‰	34,8%
Ph	8,34
O ₂ mg/L	9,95
O ₂ %	102,4%
Conductivité	53,5 ms/ cm
rH mV	OFL
Turbidité	0,53 NTU

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques du site 1 « Marquette ».

3.1.1.2. Interprétation des résultats :

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 2, nous pouvons conclure que l'eau de mer de la plage Marquette présente une qualité généralement bonne. Les résultats obtenus ne dépassent pas les normes de qualité exigées.

Avec une salinité de 34,8 ‰ qui est relativement inférieure à la salinité moyenne mondiale de l'eau de mer comprise entre 36 ‰ et 37 ‰, un pH 8,34 qui est légèrement alcalin, une concentration en oxygène dissous de 9,95 mg/L et une saturation en oxygène de 102,4 % indiquent des niveaux d'oxygène suffisants dans l'eau de mer, une conductivité de 53,5 ms/cm correspond à la valeur de conductivité attendue de l'eau de mer et une turbidité de 0,53 NTU indique une faible turbidité.

Chapitre 03 : résultats et discussion

Il est important de prendre en considération qu'il y avait des intempéries avant le prélèvement (mois de mars).

3.1.1.3. Résultat de filtration :

Après avoir filtré un volume de 2,5 litres de l'échantillon pendant 2 jours avec un débit moyen de 0,0521 litres par heure et 1,25 litres, le papier filtre humidifié a été séché dans une étuve à 105°C pendant 2 h.

Après ce processus de dessiccation, la principale observation a été que le poids du papier filtre a augmenté un peu, passant de 0,1753 gramme à 0,1817 gramme (figure20). De plus, une modification légère du pigment et de la couleur du papier a été observée, ainsi que l'apparition de petites fragments et de points colorés (figure21).

De plus, une mesure de turbidité a été effectuée, qui a montré une amélioration de la clarté de l'eau (tableau3).



Figure20 : poids du papier filtre après filtration et séchages du site1(Marquette).Photo personnelle.



Figure21 : le papier filtre du site 1 (Marquette) après filtration et séchage. Photos personnelle.

Chapitre 03 : résultats et discussion

Site	Turbidité avant filtration	Turbidité après filtration
Plage Marquette	0,53 NTU	0,08 NTU (trop bas)

Tableau3 : la turbidité de l'eau du site 1 avant et après filtration.

3.1.1.4. Interprétation des résultats de la filtration :

La déshumidification du papier filtre va entraîner l'évaporation complète de l'eau et tous ce qui est volatile retenue dans les pores, laissant les particules solides telles que les plastiques, les matières en suspension (MES), les sels ou des particules minérales, cela peut entraîner une augmentation du poids du papier.

Le changement léger de pigmentation et de couleur est étroitement lié à la rétention des particules telles que le plastique les composés colloïdaux et d'autres polluants ainsi l'amélioration de turbidité montre que la filtration a été efficace.

3.1.2 Données concernant le site 2 : « château vert »

3.1.2.1 .Les paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Résultats
Température °c	17,6
Salinité ‰	34,4
Ph	8,14
O2 mg/L	9,74
O2%	101,5%
Conductivité	53,0 ms/cm
rH mV	OFL
Turbidité	10,7 NTU

Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques du site 2 : « château vert».

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.1.2.2. Interprétation des résultats :

D'après le tableau 4, les paramètres physico-chimiques révèlent une qualité généralement bonne de l'eau de mer de la plage de château vert, Les résultats obtenus ne dépassant pas les normes de qualités exigées.

Avec une salinité de 34,4‰ relativement basse que la salinité moyenne mondiale , un pH de 8,14 exprime une légère alcalinité , Une concentration d'oxygène dissous de 9.74 mg/L et une saturation de l'oxygène à 101,5% montrent des taux d'oxygène optimaux et une conductivité de 53,0 ms/cm, cependant une Turbidité de 10,7 NTU révèle une présence relativement élevée de particules en suspension, matières organiques , de sédiments ou d'autres matières particulières.

Il est important de prendre en considération qu'il y avait des intempéries avant le prélèvement (mois de mars).

3.1.2.3. Résultats de filtration :

Après la filtration d'un volume de 2,5 litres de l'échantillon pendant une période de 9 jours avec un débit moyen de 0,0116 litres par heure et 0,2784 litres par jour, le papier filtre humidifié a été séché dans une étuve à une température de 105 C° pendant 2h.

Suite à ce processus de déshumidification, l'observation principale montre une augmentation significative du poids du papier filtre, passant de 0,1753 grammes à 0,8275 grammes (figure22), ainsi un changement remarquable de pigmentation et de couleur du papier et L'apparence des petits fragments et des points colorés (figure23), en outre une mesure de la turbidité a été réalisée, révélant une amélioration de la transparence de l'eau (tableau5).



Figure22 : poids du papier filtre après filtration et séchages du site 2. Photo personnelle.

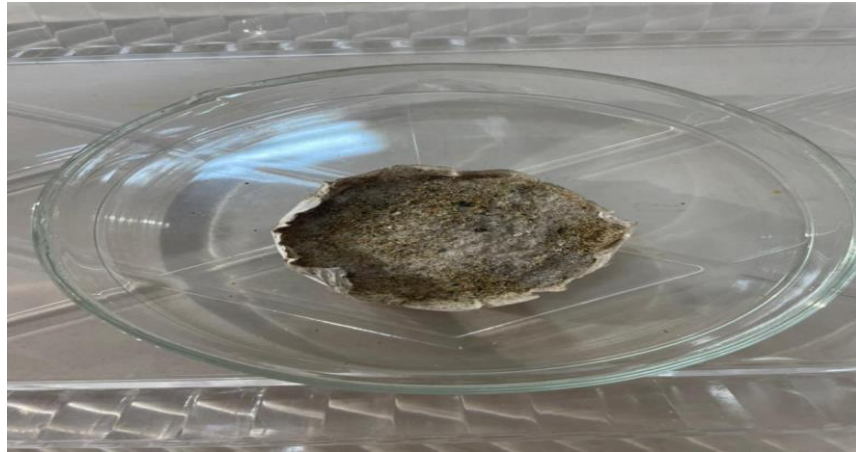


Figure23 : le papier filtre du site 2 après filtration et séchage. Photo personnelle.

Site	Turbidité avant filtration	Turbidité après filtration
Château vert	10,7 NTU	0,03 NTU

Tableau 5 : la turbidité de l'eau du site 2 avant et après filtration.

3.1.2.4. Interprétation des résultats de la filtration :

La déshumidification du papier filtre va entraîner l'évaporation complète de l'eau et tous ce qui est volatile retenue dans les pores, laissant les particules solides telles que les plastiques, les matières en suspension (MES), les sels ou des particules minérales, cela peut entraîner une augmentation du poids du papier.

Le changement radical de pigmentation et de couleur dû à une forte rétention des particules telles que le plastique les composés colloïdaux et d'autres polluants ainsi l'amélioration de turbidité montre que la filtration a été efficace.

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.1 .3. Données concernant le site 3 : « mollo » .

3.1.3.1. Les paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Résultats
Température °C	17,6
Salinité ‰	34,9%
Ph	8,51
O2 mg/L	9,92
O2%	102,3%
Conductivité	53,8 ms/ cm
rH mV	OFL
Turbidité	0,43 NTU

Tableau 6 : Paramètres physico-chimique de site 3 : « mollo».

3.1.3.2. Interprétation des résultats :

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 6, nous pouvons conclure que l'eau de mer de la plage mollo présente une qualité généralement bonne. Les résultats obtenus ne dépassant pas les normes de qualités exigées.

Avec une salinité de 34,9 ‰ qui est relativement inférieure à la salinité moyenne mondiale de l'eau de mer comprise entre 36 ‰ et 37‰ , un pH 8,51 qui est légèrement alcalin , une concentration en oxygène dissous de 9,92 mg/L et une saturation en oxygène de 102,3 % indiquent des niveaux d'oxygène suffisants dans l'eau de mer , une conductivité de 53,8ms/cm correspond à la valeur de conductivité attendue de l'eau de mer et une faible turbidité de 0,43 NTU indique qu'il y a très peu de particules en suspension dans l'eau de mer.

Il est important de prendre en considération qu'il y avait les intempéries avant le prélèvement (mois de mars).

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.1.3.3. Résultats de filtration :

Après la filtration d'un volume de 2,5 litres de l'échantillon pendant une période de 4 jours avec un débit moyen 0,026 Litres par heures et 0,625 Litres par jours, le papier filtre humidifié a été séché dans une étuve à une température de 105 C° pendant 2h.

Suite à la déshumidification, une observation majeure indique une légère augmentation de poids du papier filtre, qui est passé de 0,1753 gramme a 0,2052 gramme (figure 24), ainsi un léger changement de pigmentation ou de couleur a été observé, de même que l'apparition de petits fragments ou de points colorés (figure 25).

En outre une mesure de la turbidité a été effectuée élevant, une amélioration de la clarté de l'eau (tableau 7).



Figure 24 : poids du papier filtre après filtration et séchages du site 3. Photo personnelle.

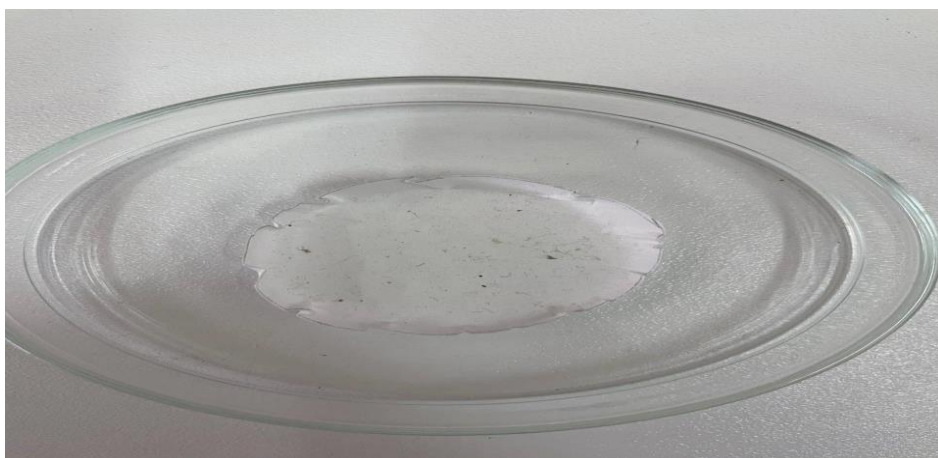


Figure 25 : le papier filtre du site 3 après filtration et séchage. Photo personnelle.

Site	Turbidité avant filtration	Turbidité après filtration
Mollo	0,43 NTU	Trop bas

Tableau 7 : la turbidité de l'eau du site 3 avant et après filtration.

3.1.3.4. Interprétation des résultats de la filtration :

La déshumidification du papier filtre va entraîner l'évaporation complète de l'eau retenue dans les pores, laissant les particules solides telles que les plastiques, les matières en suspension (MES), les sels ou des particules minérales, cela peut entraîner une augmentation du poids du papier.

Le changement léger de pigmentation et de couleur dû à la rétention des particules telles que le plastique les composés colloïdaux et d'autres polluants ainsi l'amélioration de turbidité montre que la filtration a été efficace.

3.1.4. Données concernant le site 4 : « port de stora ».

3.1.4.1. Les paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Résultats
Température °C	17,6
Salinité ‰	34,8
Ph	8,24
O ₂ mg/L	10,15
O ₂ %	106,8%
Conductivité	53,7ms/cm
rH mV	OFL
Turbidité	2,69 NTU

Tableau 8 : Paramètres physico-chimiques du site 4 : « port de Stora ».

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.1.4.2. Interprétation des résultats :

D'après les informations fournies, le tableau 8 indique que les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer du port de Stora sont généralement bons et ne dépassent pas les normes de qualité requises. Voici une description de ces paramètres.

Avec une salinité de 34,8‰ relativement basse que la salinité moyenne mondiale de l'eau comprise entre 36 et 37‰ , un pH de 8,24 exprime une légère alcalinité , Une concentration d'oxygène dissous de 10,15 mg/L et une saturation de l'oxygène à 106,8% montrent des taux d'oxygène optimaux et une conductivité de 53,7 ms/cm, cependant une Turbidité de 2,69 NTU révèle une présence relativement moyenne de particules en suspension , matières organiques , de sédiments ou d'autres matières particulaires.

Il est important de prendre en considération qu'il y avait des intempéries avant le prélèvement (mois de mars).

3.1.4.3. Résultats de filtration :

Après la filtration d'un volume de 2,5 litres de l'échantillon pendant une période de 15 jours avec un débit moyen de 0,0069 litres par heure et 0,1667 par jour, le papier filtre humidifié a été séché dans une étuve à une température de 105 C° pendant 2h.

Suite à ce processus de déshumidification, l'observation principale montre une augmentation légère du poids du papier filtre, passant de 0,1753 gramme à 0,1893 grammes (figure 26), ainsi un changement de pigmentation et de couleur du papier et l'apparence des petits fragments et des points colorés (figure27), en outre une mesure de la turbidité a été réalisée, révélant une amélioration de la transparence de l'eau (tableau 9).

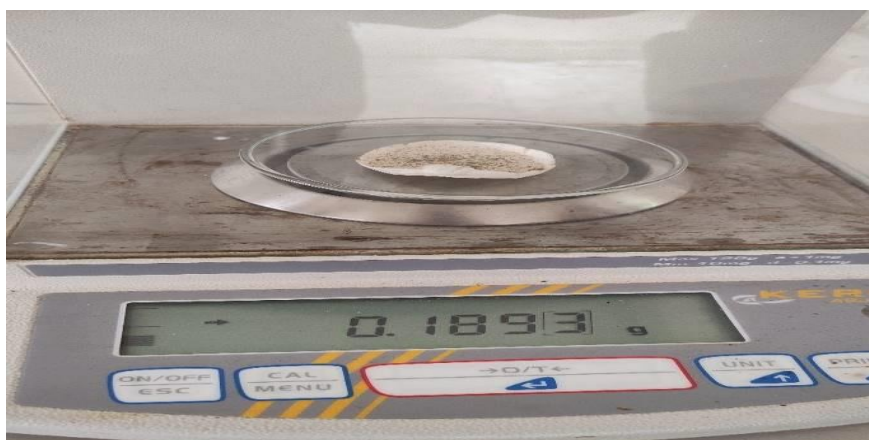


Figure 26 : Poids du papier filtre après filtration et séchages du site 4. Photo personnelle.

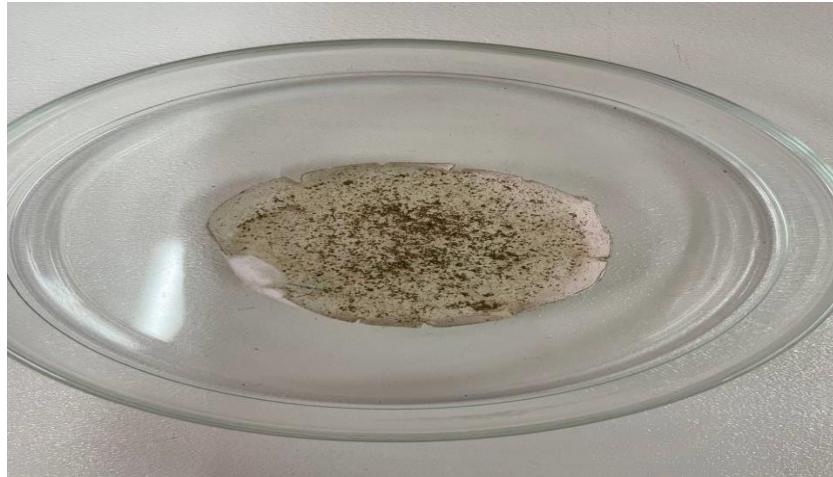


Figure 27 : le papier filtre du site 4 après filtration et séchage. Photo personnelle.

Site	Turbidité avant filtration	Turbidité après filtration
Port de Stora	2,69 NTU	0,27 NTU

Tableau 9 : la turbidité de l'eau du site 4 avant et après filtration.

3.1.4.4. Interprétation des résultats de la filtration :

La déshumidification du papier filtre va entraîner l'évaporation complète de l'eau et tous ce qui est volatile retenues dans les pores, laissant un peu de particules solides telles que les plastiques, les matières en suspension (MES), les sels ou des particules minérales, cela peut entraîner une petite augmentation du poids du papier.

Le changement léger de pigmentation et de couleur dû à la rétention des particules telles que le plastique les composés colloïdaux et d'autres polluants ainsi l'amélioration de turbidité montre que la filtration a été efficace.

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.1.5. Données concernant le site 5 : « l'îlot des chèvres ».

3.1.5.1. Les paramètres physico-chimiques :

Paramètres	Résultats
Température °C	18,6
Salinité ‰	33,6‰
Ph	8,11
O ₂ mg/L	9,36
O ₂ ‰	101,4‰
Conductivité	51,2ms/cm
rH Mv	OFL
Turbidité	5,42 NTU

Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques du site 5 : « l'îlot des chèvres ».

3.1.5.2. Interprétation des résultats :

D'après les informations fournies, le tableau 10 indique que les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer de la plage d'îlots de chèvres sont généralement bons et ne dépassent pas les normes de qualité requises. Voici une description de ces paramètres.

Avec une salinité de 33,6 ‰ relativement basse que la salinité moyenne mondiale de l'eau comprise entre 36 et 37‰, un pH de 8,11 exprime une légère alcalinité, Une concentration d'oxygène dissous de 9,36 mg/L et une saturation de l'oxygène à 101,4 % montrent des taux d'oxygène optimaux et une conductivité de 51,2 ms/cm, cependant une Turbidité de 5,42 NTU révèle une présence relativement moyenne de particules en suspension.

Il est important de prendre en considération qu'il y avait des intempéries avant le prélèvement (mois de mars).

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.1.5.3. Résultats de filtration :

Après la filtration d'un volume de 2,5 litres de l'échantillon pendant une période de 15 jours avec un débit moyen de 0,0069 litres par heure et 0,1667 par jour, le papier filtre humidifié a été séché dans une étuve à une température de 105 C° pendant 2h.

Suite à ce processus de déshumidification, l'observation principale montre une augmentation légère du poids du papier filtre, passant de 0,1753 gramme à 0,2511 grammes (figure 28), ainsi un changement de pigmentation et de couleur du papier et l'apparence des petits fragments et des points colorés (figure29), en outre une mesure de la turbidité a été réalisée, révélant une amélioration de la transparence de l'eau (tableau 11).

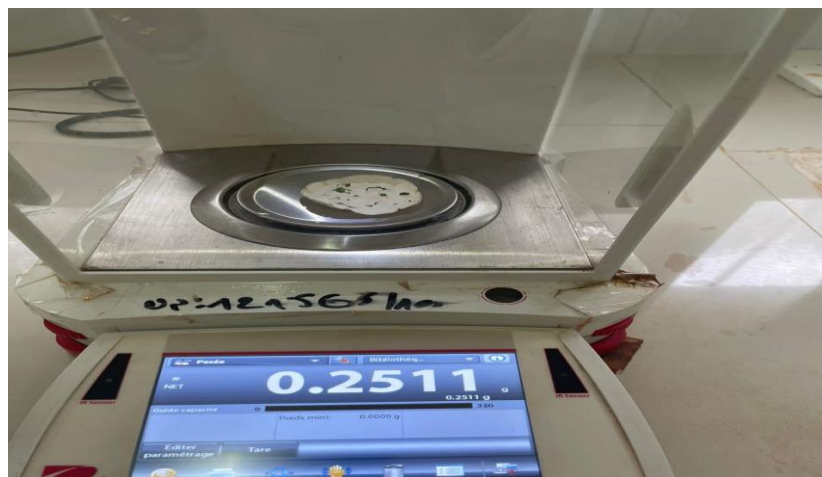


Figure28 : Poids du papier filtre après filtration et séchages du site 5. Photo personnelle.



Figure29 : le papier filtre du site 5 après filtration et séchage. Photo personnelle.

Site	Turbidité avant filtration	Turbidité après filtration
Ilot des chèvres	5,42 NTU	0,20 NTU

Tableau 11 : la turbidité de l'eau du site 5 avant et après filtration.

3.1.5.4. Interprétation des résultats de la filtration :

La déshumidification du papier filtre va entraîner l'évaporation complète de l'eau et tous ce qui est volatile retenues dans les pores, laissant un peu de particules solides telles que les plastiques, les matières en suspension (MES), les sels ou des particules minérales, cela peut entraîner une petite augmentation du poids du papier.

Le changement de pigmentation et de couleur dû à la rétention des particules telles que le plastique les composés colloïdaux et d'autres polluants ainsi l'amélioration de turbidité montre que la filtration a été efficace.

3.2. Comparaison entre les 5 sites :

Dans le but d'évaluer le site le plus pollué par les plastiques, une comparaison selon 3 critères a été réalisée :

3.2.1. Comparaison selon la turbidité et le poids du papier filtre :

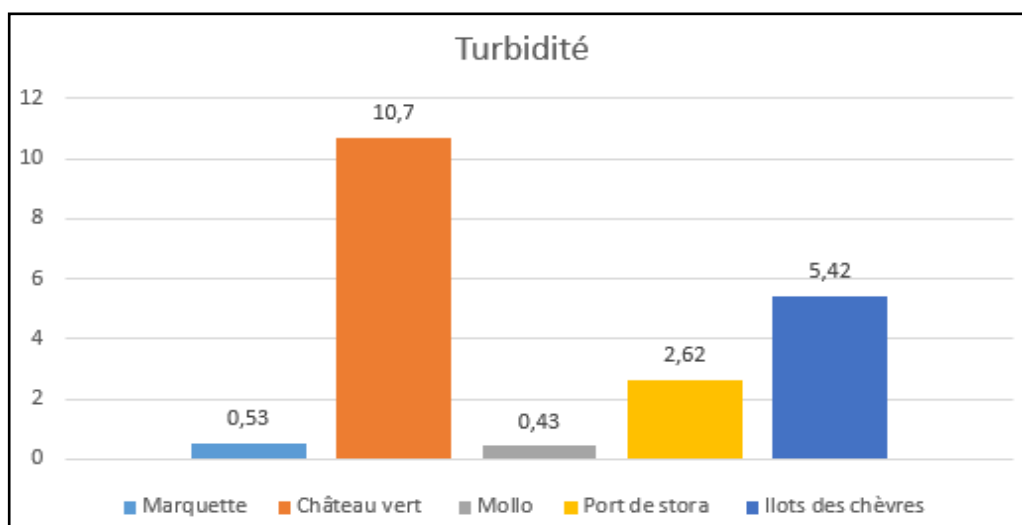


Figure 30 : turbidité des sites étudiés avant filtration.

Chapitre 03 : résultats et discussion

Site	Poids du filtre avant filtration	Poids du filtre après filtration
Marquette	0,1753 g	0,1817 g
Château vert	0,1753 g	0,8275 g
Mollo	0,1753 g	0,2052 g
Port	0,1753 g	0,2131 g
Ilot des chèvres	0,1753 g	0,2511 g

Tableau12 : poids des papiers filtres avant et après filtration des 5 sites

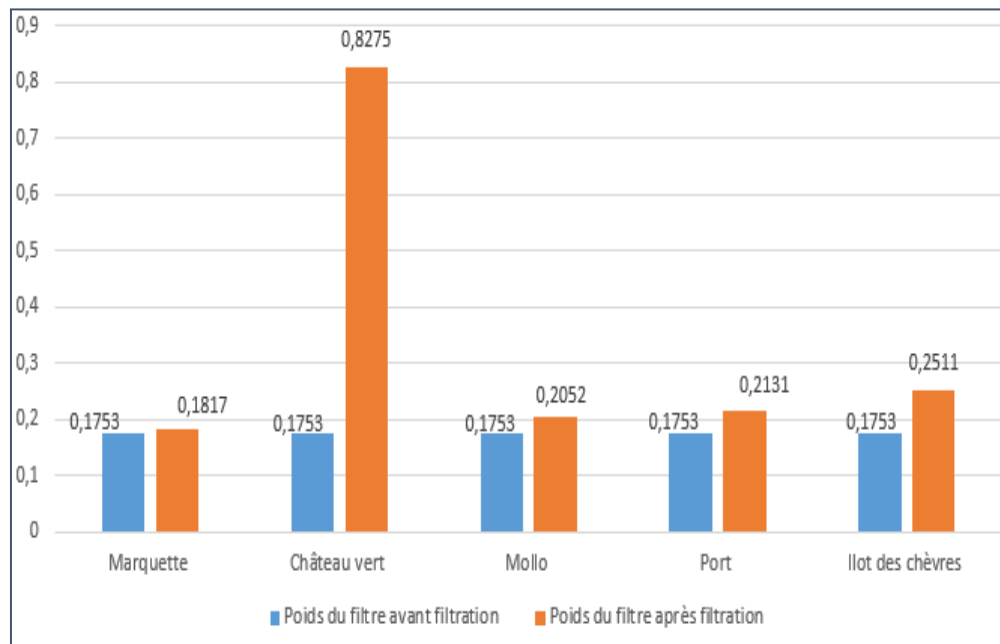


Figure 31 : poids des papiers filtres avant et après filtration des 5 sites.

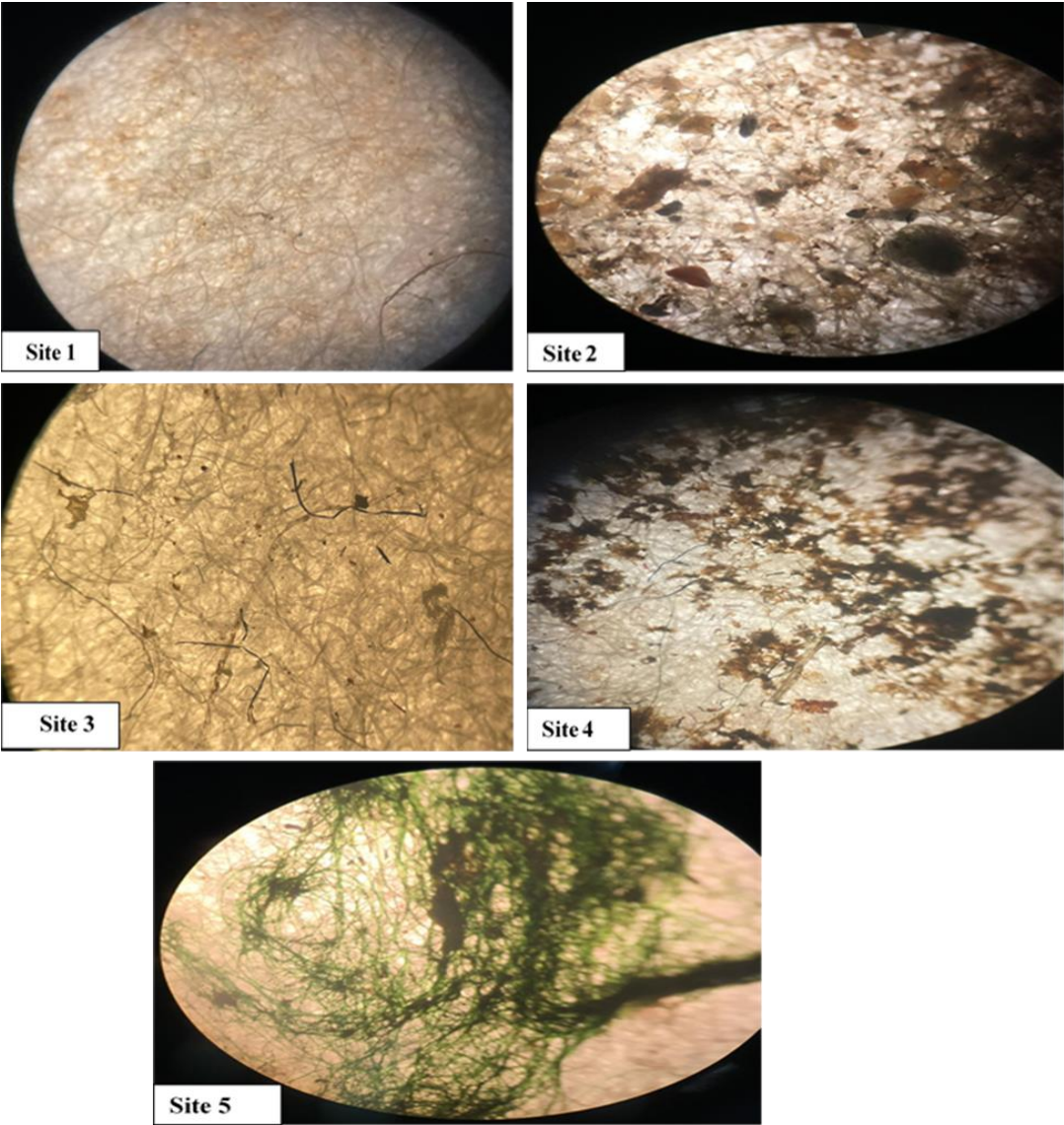


Figure 32 : vue microscopique des papiers filtres de chaque site après filtration.

Chapitre 03 : résultats et discussion

3.2.2 .Comparaison selon des illustrations visuelles :



Figure 33 : répartition de plastiques dans les 5 plages étudiées. Photo personnelle.

Chapitre 03 : résultats et discussion

La turbidité de l'eau est un signe de sa clarté et la présence des particules en suspension, plus elle est élevée plus cela indique une contamination ou pollution de l'eau.

Egalement, le poids du papier filtre augmente proportionnellement à la rétention importante de particules, y compris probablement des polluants tels que le plastique.

En combinant les données de turbidité, poids de papiers filtres après filtration et les preuves visuelles, on peut conclure que le site le plus pollué est : la plage de château vert.

3. Discussion :

Dans notre étude il est possible que le plastique n'ait pas été détecté à 100%, cela peut être relié à la taille des particules, où il est probable que des microplastiques ou des nanoplastiques n'aient pas été capturés par le papier filtre utilisé dans la filtration ou à d'autres facteurs qui peuvent influencer la rétention du plastique, mais il est nécessaire de souligner que l'absence de détection du plastique ne signifie pas une absence de pollution marine par le plastique.

Les photos prises (figure 33) (figure 34) démontrent de manière évidente et claire la présence de macroplastiques dispersées sur les sites étudiées notamment des emballages, des bouteilles, des fragments de filets, ces preuves visuelles offrent une indication solide de la pollution marine par le plastique, en analysant ces photos, il est certain que ces plages sont touchées par cette pollution.

Il est crucial de noter que la présence de macroplastiques dans les plages n'est qu'une fraction visible de la pollution totale, ces macroplastiques se transforment en microplastiques dans l'eau de mer sous l'effet des forces mécaniques, l'exposition aux rayons UV et des actions chimiques, les microplastiques peuvent ensuite se dégrader pour devenir des nanoplastiques, c'est un processus qui se produit de manière continue et progressive.



Figure 34 : la pollution des plages étudiées par le macroplastique. Photo personnelle.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

4. Conclusion :

Notre étude s'est principalement concentrée sur l'existence et la répartition du plastique au niveau des cinq plages choisies de la wilaya de Skikda, le prélèvement a été effectué durant le mois de mars 2023 après des intempéries importantes.

Les analyses physico-chimiques montrent des eaux de bonnes qualités et les résultats sont au-dessous des valeurs guides algériennes.

Les résultats de la filtration et l'analyse des preuves visuelles des sites permettent de constater l'existence d'une pollution plastique ayant diverses origines, les rejets urbains, les activités maritimes, déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers qui peuvent être transportés par les marées, les vagues ou le vent et se retrouver dans la mer.

Suite à une analyse comparative entre les cinq sites, il a été révélé que la plage de « château vert » est celle qui présente le plus haut niveau de pollution par cet élément.

Aujourd'hui il est difficile d'imaginer un monde sans plastique, le dilemme se trouve dans le fait que son utilisation a conduit à l'apparition d'un problème mondial d'ampleur considérable avec des répercussions environnementales, économiques, sociales et sanitaires qu'il faut aborder de façon beaucoup plus déterminée.

Le phénomène de la pollution plastique est considéré de façon consensuelle comme un désastre en raison de ses effets négatifs sur l'écosystème et la santé de l'être humain.

Par conséquent, il est primordial de prendre en considération ce phénomène et mettre en œuvre des solutions adaptées pour préserver un écosystème équilibré et garantir le bien-être de l'homme.

Recommandations :

- Il est nécessaire de réaliser une étude complémentaire à la nôtre pour obtenir des analyses plus approfondies de la situation actuelle.
- Revoir le protocole analytique que nous avons abordé et l'améliorer pour obtenir de meilleurs résultats.
- Mise en place des poubelles adaptées sur les plages et les parkings.

Conclusion et perspectives

- Investissement dans les activités de collecte des déchets sur le littoral, la berge (Mer ou rivière).
- Renforcement de la gestion des déchets et leur réutilisation (collecte, recyclage, valorisation énergétique, etc.).
- Limitation voir interdiction de l'utilisation de certains emballages en plastique.
- Promotion et encouragement des projets de recyclage.
- Création d'un plan pour mettre en pratique de manière efficace les lois existantes la protection de l'environnement en Algérie.

Références

Références

Références :

- [1] VIEL G ; 2013- Valorisation des coproduits marins : Perspectives et développement dans la valorisation des coproduits marins. Centre de recherche pour la biotechnologie marine, p3.
- [2] DAVID G., 2014. La pollution marine. Woessner Raymond. Mers et Océans, atlante, ISBN . Ifremer.31p
- [3] Caroline Marek, Florian Parisot, Marine Guyomard, Marie-Amélie Marcoux, Marius Rondel, et al.. Lutte contre la pollution plastique en milieu marin Etat des lieux, réglementation, recensement et analyse des initiatives. [Contrat] ADEME; ECOGEOS; LEESU. 2020. (Marek et al., 2020)
- [4] BARNES, D.K, et al. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological Sciences, Vol. 364
- [5] DERRAIK, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris. Marine Pollution Bulletin, 44, 842-852
- [6] HIDALGO-RUZ V;GUTOW L; THOMPSON C. et THIEIL M; 2012Microplastique in the marine environnement : a reviw of the method used for identification and quantification. Environmental Science and Techenologie, 46, 30603075.
- [7] BENETTE O; 2010- continent of rubich :section science and environnement p
- [8] ALLESSIA, E. et al. 2018. Pollution plastique en Méditerranée. Sortons du piège. WWF Initiative MarineMéditerranéenne Rome, Italie, 28 pp.
- [9] <https://legacy.plasticseurope.org/fr/about-plastics/what-are-plastics>
- [10] Bowmer, T. et Kershaw, P. 2010. Proceedings of the GESAMP International Workshop on microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the ocean. Paris : UNESCO-IOC
- [11] N. Briand. Mobiscience. De la seine au 7ième continent. Rubrique 5 : plastique et pollution par les plastiques. France. 30/08/2014
- [12] Ben Guesmia , A . Benmadani , W. Les impacts environnementaux des déchets plastiques. Msila, 2022
- [13] <https://www.lesechos.fr/monde/enjeux-internationaux/plastiques-la-production-de-dechets-semballe-sur-la-planete-1388754>
- [14] <https://plasticseurope.org/fr/>
- [15] Dalberg Advisors, w. D.-C. (2021).Plastics: THE COSTS TO SOCIETY, THE ENVIRONMENT AND THE ECONOMY. Geneva, Switzerland : WWF.)

Références

- [16] Laurent Basilio, Pierre-François Staub et Rachid Dris. Synthèse des premières Rencontres du GDR « Polymères et océans »> (24 au 26 juin 2019 à Créteil)
- [17] Gordon, D. 2006. Eliminating Land-based Discharges of Marine Debris in : California : A Plan of Action from The Plastic Debris Project. Californie: California State Water Resources Control Board
- [18] MOORE, CHARLES. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. s.l.: environmental research, Vol. 108.
- [19] BARNES, D. K., GALGANI, F., THOMPSON, R. C., & BARLAZ, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences, 2009, vol. 364, no 1526, p. 1985-1998.
- [20] République Algérienne Démocratique et Populaire ministère de l'environnement, Février 2021, Rapport portant sur la lutte contre les plastiques Elaboré par : DPEI et ONEDD
- [21] ADDOU, A., 2009. Traitement des déchets : valorisation, élimination.
- [22] Benarous, A. Pollution des plages de Mostaganem par les déchets plastiques (bouteilles et bouchons). Mostaganem, 12-09-2019.
- [23] Proshad R, Islam MS, Kormoker T, Haque MA, Mahfuzur Rahman MD, et al. (2018) Toxic effects of plastic on human health and environment: A consequences of health risk assessment in Bangladesh Inter J Hlth 6 : 1-5
- [24] Asli, NEH . Zaoui, FZ. Etude de la séparation de L'eau chargée à travers des membranes pet recyclées. Mostaganem, 26-06-2022
- [25] Aougar ,SF .Ammouri ,A . Pollution des plages de Mostaganem par les déchets plastiques (bouteilles et bouchons) . Mostaganem, 06-07-2022
- [26] P.L. Corcoran et al. / Marine Pollution Bulletin 58 (2009) 80–8)
- [27] ANDRADY, A.L. 2011. Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62, 1596-1605
- [28] RAYAN, P.G., MOORE, C.J., VAN FRANKER, J.A., et MOLONEY, C.L. 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364, 1999-2012.
- [29] THOMPSON, R.C., MOORE, C.J., VOM SAAL, F.S., et SWAN S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends.
- [30] HENRY M. 2010- Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer. Rapport final. 64p.

Références

- [31] CLAESSENS, M., MEESTER, S. D., LANDUYT, L. V., CLERCK, K. D. & JANSSEN, C. R. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Mar. Pollut. Vol. 62*.
- [32] DOYLE M; WASTON W; BOWLIN N; SHEAVLY S; 2011- Plastic particles in coastalpelagicecosystems of the Northeast Pacific Ocean. *Marine Environmental Research, 71*, 41-52.
- [33] GALL, S.C. et THOMPSON, R.C. 2015. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin. Elsevier, Vol. 92*.
- [34] WRIGHT, S L, et al. 2013. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology, Vol. 23*.
- [35] <https://fr.oceancampus.eu/cours/Sqw/pollution-marine-les-oceans-la-poubelle-du-monde?fbclid=IwAR3qu5CQeoSdWom-KIb6wPBhnAkn0lie0sxExRloKMios0ZaBHtKJMGDJlc>
- [36] GREGORY, M. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings: entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasion. *Philosophical Transactions of The Royal Society. Biological Sciences, Vol. 364*.
- [37] OCEANEYE. (2013). Le fléau plastique de la mer Méditerranée. le magazine nautique suisse.
- [38] LITHNER, D, LARSSON, A, DAVE, G. (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment, Vol. 409*.
- [39] FOSSI, M.C, et al. 2012. The role of large marine vertebrates in the assessment of the quality of pelagic marine ecosystems. *Marine Environmental Research, Vol. 77*.
- [40] HIRAI, H. et al. (2011). Organic micropollutants in marine plastic debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine Pollution Bulletin, Vol. 62*.
- [41] TER HALLE, A. PEREZ, E. 2018. La pollution plastique en mer : le septième continent
- [42] HAMMER, JORT, KRAAK, MICHEL H.S ET PARSONS, JOHN R. (2012). *Plastics in the marine environment: The darkside of a Modern Gift. Review of environmental contamination and toxicology. Springer Science+Business Media, Vol. 220*
- [43] Andrady, A.L. 2003. *Plastics and the environment. New York : John Wiley and Sons.*
- [44] ANDRADY, A.L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin, 62*, 1596-1605
- [45] BONHOMME, S. et al. 2003. Environmental biodegradation of polyethylene. *Polymer Degradation and stability. Elsevier, Vol. 81*
- [46] DAVIS, A. et SIMS, D. 1983. *Weathering of polymers. Applied Science Publishers*
- [47] MULLER, R.J, KLEEBERG, I. et DECKWER, W.D. 2001. Biodegradation of polyesters containing aromatic constituents. *Biotechnology, Vol. 86*

Références

- [48] <https://www.zerowastefrance.org/alerte-effets-nocifs-plastique-sante/>
- [49] I.S.T.P.M. [1982]. Rapport de mission sur l'évaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne, stocks pélagiques, stocks démersaux exploitables au chalut. Rpp. Campagne Thallasa. Ichty., Joamy : 101 p.
- [50] Djabali F., [1988]. Prospection et chalutage en baies de Skikda et de Jijel. Rapp. ISMAL: 18 p.
- [51] LEM., (1996), Laboratoire d'Etudes Maritime.
- [52] MATE, (2010), ministère algérien de l'aménagement du territoire et de l'environnement, sous direction de la préservation des zones marines du littoral et des zones humides, (2010), Description détaillée du programme de surveillance du littoral MED POL Phase III.
- [53] ONM, (2012), office national de météorologie.
- [54] DPSB, (2012), Direction de la planification et de suivi du budget de la wilaya de Skikda (ex DPAT: Direction de la planification et de l'aménagement du territoire de la wilaya de Skikda). Monographie de la wilaya de Skikda.
- [55] Millot C., [1987]. The circulation of Levantine intermediate water in the Algerian basin. J. Geophys. Resear., 92(C8): 5265-8276.
- [56] Millot C., [1993]. La circulation générale en méditerranée occidentale. Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb, 9-11, Novembre 1992. Doc. : 29-30.
- [57] Office de tourisme de la wilaya de Skikda, (2012).
- [58] DPRH., [2003]. Direction des pêches et des ressources halieutiques de la wilaya de Skikda. Rapp. Annuel. Débarquement et flottille. 2003.
- [59] AFNOR, (1979), Recueil de normes françaises. Eaux, méthodes d'essais