

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement
Spécialité Toxicologie Industrielle et Environnementale



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Monitoring des déchets sur les plages
Est de Bejaïa**

Présenté par :

MAZI Katia & GAOUAOUI Abdelkrim

Soutenus : Le 18 Septembre 2022

Devant le jury composé de :

Mme ZEBBOUDJ AICHA
Mme MANKOU NADIA
Mr BENHAMICHE NADIR

Professeur Président
MAA Encadreur
MCA Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Nous remercions Allah Le Tout-Puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience nécessaire pour achever ce travail dans les meilleures conditions.

Nous voulons en particulier remercier :

- Notre promotrice Mme MANKOU N qui nous a généreusement fourni ses connaissances et son expertise durant toute la période de notre étude.
- La présidente du jury Mme ZEBBOUDJ et l'examineur Mr BENHAMICHE qui nous font l'honneur d'évaluer notre travail.
- On réserve une pensée à tous le personnel et les enseignants du département Science Biologique de l'Environnement, et à leur tête M. DAHMANA, le chef de département qui a su nous donner une formation didactique et appréciable durant notre cursus. Les ingénieurs de laboratoire pour la disponibilité et l'intérêt qu'ils ont montré à l'égard de notre travail.
- Nous sommes également reconnaissants envers nos chères camarades et amies KENZA et TAIMA pour leurs aides pendant les sorties sur le terrain et au sein du laboratoire, ce geste restera gravé dans nos mémoires à jamais.
- Enfin on remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

A ma très chère maman

Qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études
Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance

Au meilleur des pères

Qui m'a chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon
parcours.

Et qui trouve en moi la source de sa fierté

A mes frères et soeurs

Qui me donnent de l'amour et de la vivacité

A mes meilleurs amis : Amine, Maklouf, Ferhat ainsi que Jugo et Lyes et à
tous ceux qui me sont chers

A Kenza, Katia et Taima avec lesquelles j'ai eu la chance de travailler
ensembles sur le terrain et au laboratoire

ABDELKRIM

Je Dédie ce mémoire à

A ma chère mère :

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé longue vie et bonheur.

A mon père :

Aucune dédicace peut exprimer l'amour, le dévouement et le respect que j'ai pour toi. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,
Merci d'être toujours là pour moi.

A mon frère et ma belle-sœur

A toute la famille MAZI

A tout ceux qui ont eu et ont confiance en moi

KATIA

Table des matières

Introduction

I. Introduction.....	1
----------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

II. Généralités	4
II.1 Monitoring des déchets.....	4
II.2 Définition des déchets	4
II.3 Types de déchets.....	5
II.4 Origines des déchets par secteur.....	5
II.4.1 Secteur du tourisme	5
II.4.2 Secteur industriel.....	6
II.4.3 Activités sociales.....	6
II.4.4 Activités portuaires	6
II.5 Mécanismes de transport des déchets	6
II.5.1 Le vent.....	6
II.5.2 Les courants.....	7
II.5.3 Les cours d'eau.....	7
II.6 Impact des déchets sur le milieu littoral	7
II.7 Les mesures d'atténuations.....	8

Chapitre II : Matériel et méthodes

III. Zone d'étude	10
IV. Site d'échantillonnage.....	10
V. Description des différentes plages échantillonnées	11
V.1 Plage Sidi Ali Lebhar	11
V.2 Plage El-Maghra	11
V.3 Plage Les Hammadites	12

V.4	Plage Aokas	13
V.5	Plage Souk El Ténine	13
V.6	Plage de 8 mai 1945 (Melbou)	14
VI.	Le protocole d'échantillonnage.....	15
VII.	Le test Clean Coast Index	17

Chapitre III : Résultats et discussions

VIII.	Résultats	19
IX.	Comparaison entre les nombres de macro et méso et micro-déchets pendant la première et la deuxième prise :.....	21
IX.1	Plage de Sidi Ali Lebhar.....	21
IX.2	Plage d'El-Maghra :.....	22
IX.3	Plage les Hammadites :.....	23
IX.4	Plage d'Aokas :.....	24
IX.5	Plage de Souk El Ténine.....	26
IX.6	Plage de Melbou :.....	27
X.	Discussion :.....	29
X.1	Distribution des déchets collectés sur les six plages par catégories :.....	29
XI.	Comparaison de la distribution des déchets entre les plages de la côte Est :.....	33
XI.1	Comparaison entre les plages selon le nombre de déchets collectés :.....	33
XI.2	Le test Clean Coast Index.....	34
XII.	Comparaison de la distribution des déchets entre la côte Est et la côte Ouest :	35

Conclusion

XIII.	Conclusion.....	37
-------	-----------------	----

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure 1 : Emplacement des plages échantillonnées sur la côte Est de Bejaia personnelle (Google Earth , 2022)

Figure 2 : Plage Sidi Ali Lebhar (photo personnelle, 2022)

Figure 3 : Plage El-Maghra (Photo personnelle, 2022)

Figure 4 : Plage les Hammadites (Photo personnelle, 2022)

Figure 5 : Plage Aokas (Photo personnelle, 2022)

Figure 6 : Plage Souk El Ténine (Photo personnelle, 2022)

Figure 7 : Plage Melbou (Photo personnelle, 2022)

Figure 8 : Tronçon de 100m x 10m mis en place sur la plage de Sidi Ali Lebhar (Photo personnelle, 2022)

Figure 9 : Déchets ramenés au laboratoire (Photo personnelle, 2022)

Figure 10 : Tri et dénombrement des déchets au niveau du laboratoire (Photos personnelles, 2022)

Figure 11 : Déchets trouvés sur les plages (Photos personnelles, 2022)

Figure 12 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage de Sidi Ali Lebhar pendant la première et la deuxième prise

Figure 13 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage d'El-Maghra pendant la première et la deuxième prise

Figure 14 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage des Hammadites pendant la première et la deuxième prise

Figure 15 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage d'Aokas pendant la première et la deuxième prise

Figure 16 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage de Souk El Ténine pendant la première et la deuxième prise

Figure 17 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage de Melbou pendant la première et la deuxième prise

Figure 18 : Pourcentages des catégories de déchets collectés sur les plages de la côte Est de Béjaia avant et durant la saison estivale, à gauche la première prise et à droite la deuxième prise

Figure 19 : Les déchets en plastique collectés sur les plages (Photos personnelles, 2022)

Figure 20 : Résultats du test Clean Coast Index sur les six plages échantillonnées durant les deux prises

Figure 21 : Comparaison entre la côte Est et la côte Ouest en nombre de déchets collectés pendant la première et la deuxième prise

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre totale des déchets collectés sur les six plages pendant la première et la deuxième prise

Liste des abréviations

PNUE : Le Programme des Nations Unies pour l'environnement

CM : Densité d'éléments de déchets par m²

n : Nombre de déchets

w : Largeur de l'unité de l'échantillonnage

l : Longueur de l'unité de l'échantillonnage

K : Constante égale à 20

CCI : Clean Coast Index

Introduction générale

I. Introduction

Les déchets peuvent être trouvés dans presque tous les environnements surtout sur le littoral où le plastique est le type le plus répandu. De plus en plus de conséquences concernant les déchets de plastique sont découvertes. De la pollution visuelle des littoraux aux effets néfastes directes et indirectes sur les écosystèmes côtiers, jusqu'aux menaces sur la santé humaine, les implications des déchets s'accroissent et nuisent à un grand nombre d'êtres vivants (Derraik, 2002 ; Gregory et Andrady, 2003 ; Barnes et al., 2009 ; OSPAR Commission et al., 2009 ; STAP, 2011).

Des études sur l'accumulation de débris de plage ont été réalisées dans de nombreux endroits du monde. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a identifié les débris marins comme un problème majeur (Sutherland *et al.*, 2010 ; PNUE *et al.*, 2005). Les déchets littoraux sont tous objets ou matériaux qui, volontairement ou pas, ont été jetés, perdus ou abandonnés, sur le littoral ou en mer, ou qui y ont été amenés par l'intermédiaire des fleuves, des réseaux de transport des eaux usées, des bassins d'orage ou par le vent. Il s'agit de déchets solides, visibles à l'œil nu et d'origine anthropique (Loïc et Estérine, 2012) Ces derniers salissent les plages et dégradent le milieu des lisses de mer et peuvent être dangereux pour la santé des populations ils créent des nuisances visuelles qui nuisent à l'image des plages des communes côtières et le recours au ramassage devenu indispensable notamment pendant la période estivale. Alors que, le nettoyage mécanique systématique des plages a souvent pour inconvénient d'éliminer aussi les débris laissés par la mer en haut des plages (les lisses de mer), indispensables à la préservation des dunes et élément clef de l'écologie et de la biodiversité terrestre et marine. De plus, l'extraction de la lisse de mer polluée par les déchets s'accompagne souvent de l'extraction de grande quantité de sable, ce qui modifie à terme la morphologie du littoral et le rend plus vulnérable à l'érosion. Par ailleurs, cet entretien entraîne des impacts financiers avec des coûts de collecte et de traitement souvent lourds à supporter pour les communes côtières (Loïc Kerambrun et Estérine Evrard, 2012)

Le littoral de Bejaïa est soumis à des forts enjeux économiques liés, entre autres, aux activités touristiques et aux activités de pêches ainsi que les activités industrielles qui s'y sont développés... Si l'émergence de ces activités entraîne des retombés économiques des populations résidentes et limitrophe du littoral, elle peut être également à l'origine de dommages environnementaux dont on ne prend en compte la gravité que depuis peu.

L'objectif de cette étude est la contribution par le suivi sur la quantification de pollution côtière par les macros, méso et micro-déchets et fournir des données sur la distribution et l'abondance des déchets, et ainsi faire une estimation du degré de pollution des déchets sur la zone côtière Est de Béjaia conformément aux méthodes de Galgani (2013).

Une comparaison a été effectuée entre la première et la deuxième prise, entre les six plages de la côte Est et une autre comparaison entre la côte Est et la côte Ouest, ainsi qu'un classement des plages via l'indice de propreté (CCI), suivi enfin d'un ensemble de perspectives à mettre en œuvre pour réduire la pollution des plages.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

II. Généralités

II.1 Monitoring des déchets

C'est une action de recherche et/ou de contrôle dont l'objectif est le suivi dans le temps les changements éventuels des principales caractéristiques environnementales, biologiques et écologiques propres à une zone ou un type d'habitat déterminé. Ce dernier possède une triple finalité (Pocock *et al.*, 2014) :

- Etudier les concentrations et la répartition des polluants dans l'environnement
- Evaluer les effets de ces polluants sur les populations et les écosystèmes
- Fixer les niveaux maximums de rejets des polluants pour s'assurer que les normes ne sont pas dépassées

II.2 Définition des déchets

La notion de déchet est à première vue facile à déterminer. Mais, une définition légale précise de ce qu'est réellement un déchet est cependant difficile à établir. Un exemple simple pour comprendre ce problème, est que les déchets de quelqu'un sont souvent la matière première (secondaire) de quelqu'un d'autre. Par exemple, dans de nombreux cas, la défécation des mammifères est utilisée comme nourriture par certains insectes (Emmanuel *et al.*, 2008).

De nombreux concepts différents de déchets existent. Ils ont évolué dans chaque pays pour répondre aux conditions géographiques, culturelles, historiques et administratives locales (Laurent *et al.*, 1997). De ce fait, les concepts nationaux de déchets varient d'un pays à l'autre et sont parfois difficiles à traduire.

Selon le Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral, le déchet est « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son propriétaire destine à l'abandon » (Emmanuel *et al.*, 2008).

Sur le plan international, la Convention de Bale dans son article 2 donne la définition suivante des déchets : « Les déchets sont des substances ou des objets qui sont éliminés ou sont destinés à être éliminés ou doivent être éliminés en vertu des dispositions du droit national » (Ouallet 1997).

En Algérie, selon l'article 3 de la loi n°01-19 du 12/12/2001 :

« On entend par déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation d'utilisation, et plus généralement, toute substance ou produit et tout bien meuble, dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

II.3 Types de déchets

Les déchets sont classés en huit grandes catégories selon Galgani (2013) :

1. Plastique
2. Caoutchouc
3. Tissu
4. Papier / carton
5. Métal
6. Verre
7. Bois
8. Non identifiés

II.4 Origines des déchets par secteur

Il est connu dans la bibliographie internationale qu'environ 70% à 80% des déchets retrouvés sur le littoral et dans les mers sont provient des activités maritimes (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012).

Une étude menée exclusivement sur le littoral de plus de cent pays par International Costal Clean Up montre que près de 60% des déchets récoltés sur les plages proviennent directement des activités menées sur place (Henry, 2010).

II.4.1 Secteur du tourisme

Cela inclut les déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur les plages par les touristes, surtout dans la saison estivale, quand le nombre de visiteurs augmente considérablement (Henry, 2010).

Les types de déchets qu'on peut trouver sont : papiers et carton, emballages alimentaires, restes d'aliments, bouteilles en plastique, bouteilles en verre, canettes en métal, mégots de

cigarettes, journaux, crèmes solaires, vêtements, etc... Cela représente une source primaire de macro-déchets pour le littoral et la mer côtière (Henry, 2010).

II.4.2 Secteur industriel

Les activités industrielles génèrent une grande partie des déchets côtiers (Cole *et al.*, 2011 ; Potters 2013 ; Strand *et al.*, 2015). Une source importante de micro-déchets est constituée par les eaux usées des usines qui transportent les micro-plastiques des textiles vers les mers et les océans (Masura *et al.*, 2015) et qui finissent par arriver sur les côtes.

II.4.3 Activités sociales

Selon la direction de l'environnement, cadastre des rejets industriels Les décharges sauvages, situées à proximité des cours d'eau et sur le littoral représentent une source très importante d'apports de déchets dans les rivières et sur le rivage, même si la plupart de ces décharges ne sont plus alimentées aujourd'hui certes ces déchets terminent en mer après des fortes précipitations (Henry, 2010).

II.4.4 Activités portuaires

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, des activités de pêche, de l'entretien des bateaux sur les aires de carénage, mais aussi de l'abandon d'ordures ménagères (Colasse, 2013).

Les ports où le nettoyage n'est pas assuré de manière adéquate voient s'accumuler dans les bassins des nappes de macro-déchets qu'il est difficile de récupérer sans moyens adaptés. Ces nappes peuvent sortir des ports sous l'effet du vent, des marées et des courants, pour aller souiller le littoral voisin (Janssen et Claesens, 2011)

II.5 Mécanismes de transport des déchets

Les déchets sont transportés par trois facteurs principaux Le vent, les courants et les cours d'eau.

II.5.1 Le vent

Les trajectoires des déchets flottants en mer sont principalement influencées par les vents (André, 2000). Il peut repousser les déchets vers le large ou le long du littoral, mais il

peut aussi favoriser l'atterrissement sur la plage, puis vers les terres. Sur terre le vent emporte les déchets des décharges sauvages de poubelles éventrées vers les cours d'eaux, la mer ou la plage (Henry, 2010).

II.5.2 Les courants

Parmi les processus physiques environnementaux influençant la distribution verticale des déchets, la turbulence de la couche de surface (vent, houle, hydrodynamique, tempêtes) joue un rôle majeur. Cela peut générer un mélange de la couche d'eau entraînant une distribution verticale des micro déchets de surface dans les premiers mètres de la colonne d'eau sur le court terme (Enders *et al.*, 2015).

II.5.3 Les cours d'eau

Les cours d'eau constituent facteur principal de transport des déchets de l'intérieur des terres vers le littoral. Ils circulent aussi bien des déchets d'origine naturelle, telle que le bois, que des déchets provenant des agglomérations traversées des décharges sauvages situées à proximité des berges. Le flux continu de l'amont vers l'aval entraîne une augmentation inéluctable des macro-déchets aux embouchures.

Les précipitations sont donc un paramètre indispensable à prendre en compte puisqu'elles agissent à deux niveaux : en provoquant des crues qui entraînent avec elles des débris végétaux ainsi que des éléments de décharges sauvages localisées sur le lit majeur ; en entraînant le débordement de certains réseaux d'assainissement, les détritiques présents dans l'eau n'étant alors plus arrêtés par les installations de dégrillage (Enders *et al.*, 2015).

II.6 Impact des déchets sur le milieu littoral

- Ils peuvent causer des nocivités esthétiques qui peuvent porter atteinte à la renommée d'un site ou encore aux activités de pêche,
- Une fermentation des déchets conduit des odeurs désagréables amplifiées par la chaleur estivale. Cette nuisance attire les insectes et aide leur prolifération.
- Les déchets solides telles que les bouteilles, ferrailles ou seringues usagées, représentent un réel danger sur la plage et dans l'eau et pouvant engendrer des blessures (Besse, 1993).

- Des nuisances pour la faune marine du milieu littoral, notamment avec les déchets plastiques qui sont particulièrement dangereux pour les animaux marins (étouffement à cause de résidus de matériel de pêche (filets et cordes).
- Des nuisances pour la qualité de l'eau et du sable, en lien avec les rejets des eaux usées non épurées et les excréments qui peuvent participer aux phénomènes d'eutrophisation et qui engendrent une pollution microbiologique (Cedre, 2000).

II.7 Les mesures d'atténuations

Les déchets sont souvent considérés comme de simples nuisances mais il s'agit bien d'une pollution qui doit être traitée et prise en charge comme telle (UNEP, 2017) :

- Les rejets urbains sont une source principale de pollution du littoral pour cela il est impératif de travailler en amont des Oueds pour réduire la quantité de déchets solides rejetés en mer.
- Sensibiliser les gens sur les dangers et les impacts des déchets sur l'environnement et sur la sante humain, et ceci dans le but de le protéger.
- La mise en place d'une politique de recyclage ainsi que d'un nettoyage régulier des plages permettra sur le long terme de diminuer cette pollution.
- Introduire la culture du recyclage ainsi des poubelles de tri sur toutes les plages.

Chapitre II

Matériel et méthodes

III. Zone d'étude

La ville de Bejaia est le chef-lieu de la commune et de la wilaya. Elle est située au nord de l'Algérie, quelque 250 kilomètres à l'est de la capitale. C'est une ville méditerranéenne, et c'est l'une des villes algériennes les plus dynamiques, avec une activité industrielle et commerciale très importante. Béjaia possède deux côtes : Est et Ouest sur lesquelles existe une variété de plages rocheuses et plages de sable fin. La présence d'un port qui est classé deuxième en Algérie en termes de tonnage constitue un facteur important de fixation des activités économiques et de la population dans cette ville (Merzoug, 2017).

IV. Site d'échantillonnage

Le choix des sites étudiés s'est fait en fonction de certains critères pouvant influencer la répartition des déchets tels que les habitations (urbanisations), la fréquentation touristique et la présence des zones industrielles. Pour délimiter les sites les plus adéquats pour l'étude, un site par commune a été choisi pour chacune des six communes ainsi que deux prises ont été faites pour chaque commune pendant le mois de Mai et Juin.



Figure 1 : Emplacement des plages échantillonnées sur la côte Est de Bejaia (Google Earth , 2022)

V. Description des différentes plages échantillonnées

V.1 Plage Sidi Ali Lebhar

C'est une plage sableuse non surveillée, située à quelques kilomètres de la ville de Bejaia, il y a présence d'une zone industrielle ainsi que le port de Bejaia juste à côté de la plage, elle est traversée par un cours d'eau qui s'appelle Oued Soummam.

Coordonnée GPS de la plage : 36,724167 Nord

5,077387 Est



Figure 2 : Plage Sidi Ali Lebhar (photo personnelle, 2022)

V.2 Plage El-Maghra

C'est une plage sableuse, surveillée et autorisée à la baignade, elle se situe dans la commune de Boukhlifa dans l'Est de Bejaia, fréquentée par les touristes. Elle fait 88000 mètres carrés, 1100 mètres de longueur et 80 mètres de largeur

Coordonnée GPS de la plage : 36,881143 Nord

4,712990 Est



Figure 3 : **Plage El-Maghra (Photo personnelle, 2022)**

V.3 Plage Les Hammadites

Les Hammadites est une plage qui s'ajuste dans la commune de Tichy, c'est un endroit surveillé, autorisé à la baignade, fait 72000 mètres carrés de superficie, 900 mètres de longueur, et 80 mètres de largeur.

Coordonnée GPS de la plage : 36,673665 Nord 5,148845 Est



Figure 4 : **Plage les Hammadites (Photo personnelle, 2022)**

V.4 Plage Aokas

C'est une plage sableuse située dans la commune d'Aokas, autorisée à la baignade, franchie par Oued Tablout.

Coordonnée GPS de la plage : 36,641399 Nord

5,247562 Est



Figure 5 : Plage Aokas (Photo personnelle, 2022)

V.5 Plage Souk El Ténine

La plage de Souk El Ténine se situe à l'Est de la ville de Bejaia. C'est une plage fréquentée par les touristes, autorisée à la baignade, l'endroit fait 90000 mètres carrés de superficie, 900 mètres de longueur, et 100 mètres de largeur.

Coordonnée GPS de la plage : 36,639574 N

5,316878 E



Figure 6 : Plage Souk El Ténine (Photo personnelle, 2022)

V.6 Plage de 8 mai 1945 (Melbou)

Est une plage plus au moins rocheuse située dans la commune de Melbou traversée par un oued qui s'appelle Oued Aguerioun.

Coordonnée GPS de la plage : 36,642838 Nord

5,353614 Est



Figure 7 : Plage Melbou (Photo personnelle, 2022)

VI. Le protocole d'échantillonnage

Les travaux d'échantillonnage se sont faits les jours où la mer est calme entre Mai et Juin, c'est-à-dire avant et pendant la saison estivale. Le choix des sites d'échantillonnage a été déterminé en prenant compte plusieurs paramètres utilisés dans d'autres études (Vlachogianni, 2018), tels que :

- Une plage largement ouverte sur la mer.
- Une faible pente de la plage (15° maximum).
- Une plage d'au moins 100m de longueur.
- Une absence d'obstacles en haut de la plage, comme des rochers ou des trous qui peuvent concentrer des déchets.
- Une accessibilité permanente.

Chaque plage a été échantillonnée deux fois suivant la méthode de Galgani (2013) qui est basée sur le comptage des déchets et qui permet de visualiser la répartition spatiale (horizontale et verticale) des déchets. Un tronçon a été mis en place, sa longueur était de 100m et sa largeur de 10m. Il a été délimité à l'aide des bâtons en bois. Tous les macro-déchets de plus de 2,5cm ont été collectés, séparés et triés sur place selon la liste des catégories.

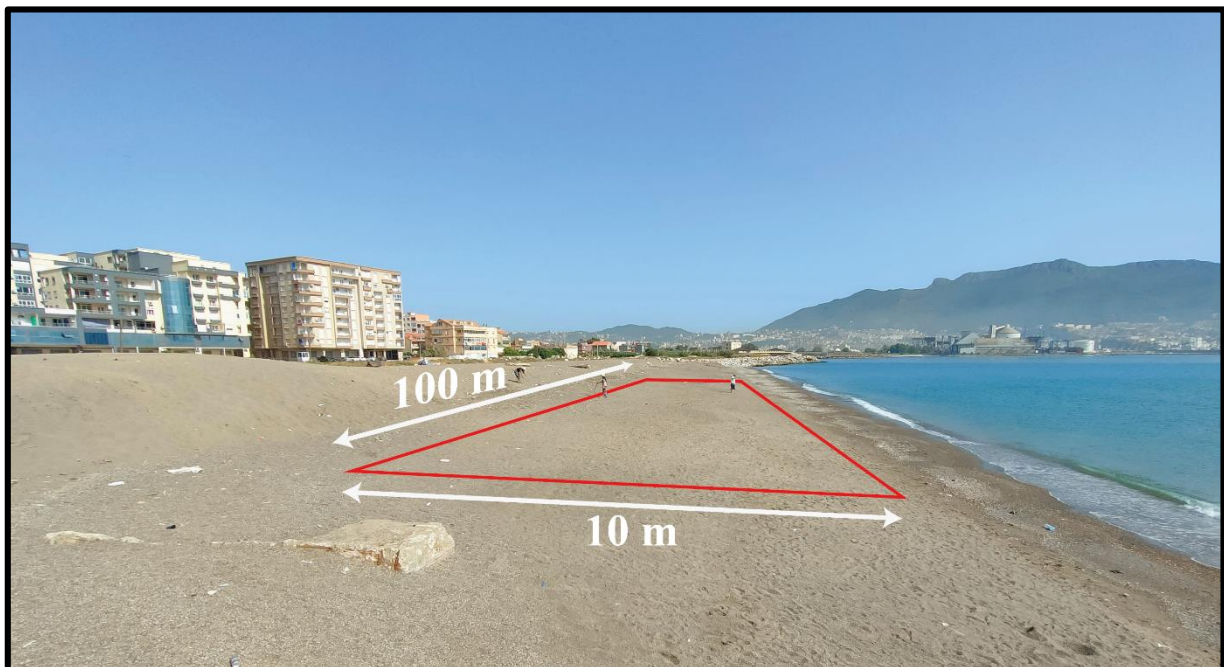


Figure 8 : Tronçon de 100m x 10m mis en place sur la plage de Sidi Ali Lebhar (Photo personnelle, 2022)

Les méso et les micro-déchets inférieurs à 2,5cm ont été collectés à l'aide d'un tamis et triés au niveau du laboratoire (Vlachogianni, 2018).



Figure 9 : Déchets ramenés au laboratoire (Photo personnelle, 2022)



Figure 10 : Tri et dénombrement des déchets au niveau du laboratoire (Photos personnelles, 2022)

Il faut noter que nous avons développé la liste des catégories de déchets pour qu'elle corresponde mieux à notre travail. Pour les macro-déchets, nous avons classé les déchets selon 10 catégories :

1. Le plastique
2. Le verre.
3. Le polystyrène.
4. Le métal.
5. Le papier et carton.
6. Le tissu.
7. Le bois et charbon.
8. Les débris animaux (ou les débris de la matière organique).
9. L'éponge.
10. Le plâtre.

Pour les méso-déchets, en plus des 10 catégories précédentes, on a ajouté les mégots de cigarettes comme 11^{ème}. Et pour les micro-déchets, on les a également classés selon 11 catégories, les pellets comme 11^{ème} catégorie.

VII. Le test Clean Coast Index

La densité de déchets a été calculée comme suite : $CM = n / (w * l)$ (Lippiatt *et al.*, 2013), où CM est la densité d'éléments de déchets par m², n est le nombre de déchets enregistrés et w et l sont la largeur et la longueur de l'unité d'échantillonnage. Le nombre d'articles par tronçon de 100 mètres a également été calculé. La propreté des plages a été calculée par (CCI) (Alkalay *et al.*, 2007) K, où CM est la densité des déchets par m² ; et K est une constante égale à 20.

Selon les normes de CCI : les valeurs de 0 à 2 indiquent des plages très propres, 2 à 5 propres, 5 à 10 modérément propres, 10–20 sales et > 20 extrêmement sales (Vlachogianni, 2018).

Chapitre III

Résultats et discussions

VIII. Résultats



Figure 11 : Déchets trouvés sur les plages (Photos personnelles, 2022)

Des débris ont été rencontrés à toutes les plages au cours de chaque période d'échantillonnage (première et deuxième prise). Au total, 33125 éléments ont été collectés de 12000 m² de plages de sable (avec une moyenne de 2,76 éléments par m²) avant et pendant la saison estivale, répartis comme suit :

- 19623 éléments collectés avant la saison estivale
 - a) 9567 éléments de macro-déchets
 - b) 5225 éléments de méso-déchets
 - c) 4831 éléments de micro-déchets
- 13502 éléments collectés pendant la saison estivale
 - a) 6179 éléments de macro-déchets
 - b) 3759 éléments de méso-déchets
 - c) 3564 éléments de micro-déchets

Un nombre total de 15746 éléments de macro-déchets, 8984 éléments de méso-déchets, et 8395 éléments de micro-déchets ont été collectés avant et pendant la saison estivale.

Avec un poids total de 313,49 kg répartis comme suit :

- 136,58 kg pendant la première prise
 - a) 132,92 kg de macro-déchets
 - b) 3,18 kg de méso-déchets
 - c) 0,47 kg de micro-déchets
- 176,90 kg pendant la deuxième prise
 - a) 172,74 kg de macro-déchets

- b) 3,71 kg de méso-déchets
- c) 0,45 kg de micro-déchets

Un poids total de 305,66 kg de macro-déchets, et 6,89 kg de méso-déchets, et 0,92 kg de micro-déchets ont été collectés avant et pendant la saison estivale.

IX. Comparaison entre les nombres de macro et méso et micro-déchets pendant la première et la deuxième prise :

IX.1 Plage de Sidi Ali Lebhar

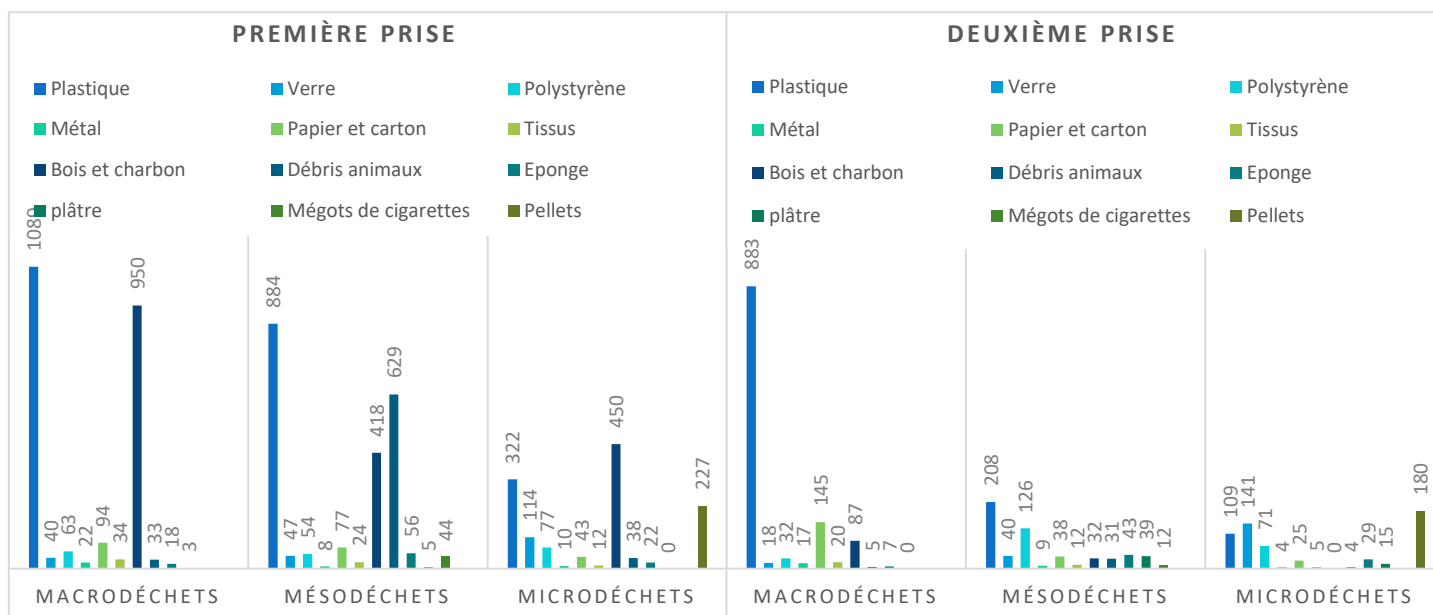


Figure 12 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage de Sidi Ali Lebhar pendant la première et la deuxième prise

Macro-déchets :

Pendant la première prise, les éléments qui dominent sont le plastique (1089 éléments) et le bois (950 éléments), par contre pendant la deuxième prise, le plastique est le seul élément qui est dominant avec 889 éléments collectés, c'est un peu moins par rapport à la quantité retrouvée durant la première prise, le nombre de bois et charbon a diminué jusqu'à 145 éléments pendant la deuxième prise. Les autres catégories sont présentes mais avec des quantités minimales durant les deux prises.

Méso-déchets :

Pendant la première prise, on a trois catégories qui se distinguent : le plastique (884 éléments), les débris de la matière organique avec 629 éléments et le bois et charbon à 418 éléments, par contre pendant la deuxième prise, les quantités de ces trois catégories sont drastiquement diminuées, et on a seulement le plastique et le polystyrène (le polystyrène était presque absent durant la première prise) qui se distinguent mais avec des quantités moins abondantes par rapport à la première prise, 208 éléments pour le plastique et 126 pour le

polystyrène, on remarque qu’il n’y a pas une grande différence entre les quantités collectées pendant la première et la deuxième prise pour les autres catégories de déchets comme le verre et autres.

Micro-déchets :

Trois catégories qui se démarquent durant la première prise : le bois et charbon avec 450 éléments, le plastique avec 322 éléments, et les pellets 227 éléments et pendant la deuxième prise, on a les pellets qui se démarquent avec 180 éléments ainsi que le verre 141 éléments et le plastique 109 éléments.

IX.2 Plage d’El-Maghra :

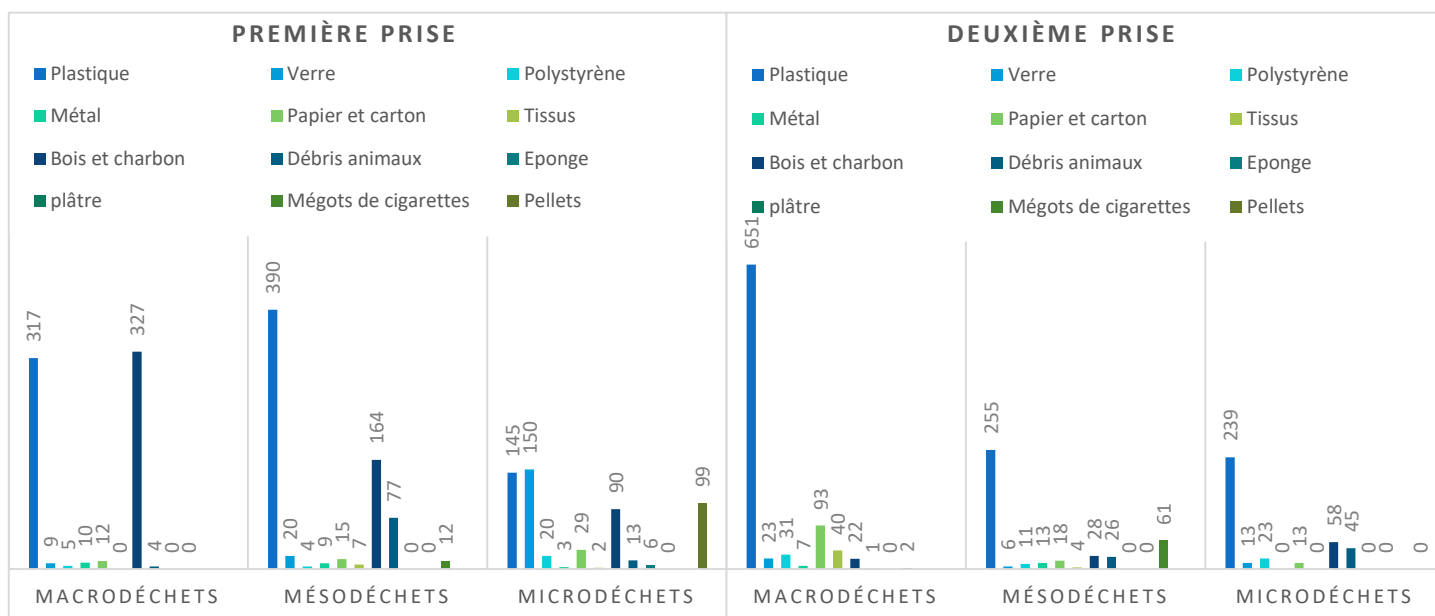


Figure 13 : Nombre d’éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage d’El-Maghra pendant la première et la deuxième prise

Macro-déchets :

Pendant la première prise, on a deux catégories de déchets qui se distinguent le plus : le plastique et le bois, durant la deuxième prise, on a seulement le plastique qui se distingue avec 651 éléments contre 317 éléments durant la première prise, tandis que le nombre de bois et charbon a diminué jusqu’à 93 éléments contre 327 éléments durant la première prise.

Méso-déchets :

Deux catégories de déchets se démarquent pendant la première prise : le plastique avec 390 éléments ainsi que le bois et charbon avec 164 éléments et comme pour les macro-déchets, le nombre de bois et charbon a diminué durant la deuxième prise à 28 éléments seulement, le plastique reste le seul élément qui se démarque durant la deuxième prise avec 255 éléments.

Micro-déchets

La présence de 4 catégories de déchets qui se distinguent pendant la première prise : 150 éléments de verre, 145 éléments de plastique, 99 éléments de pellets, 90 éléments de bois et charbon, pendant la deuxième prise la quantité de plastique a augmenté avec 239 éléments, tandis que le nombre du verre et le bois et charbon a diminué, 13 et 58 éléments respectivement. Absence des pellets pendant la deuxième prise.

IX.3 Plage les Hammadites :

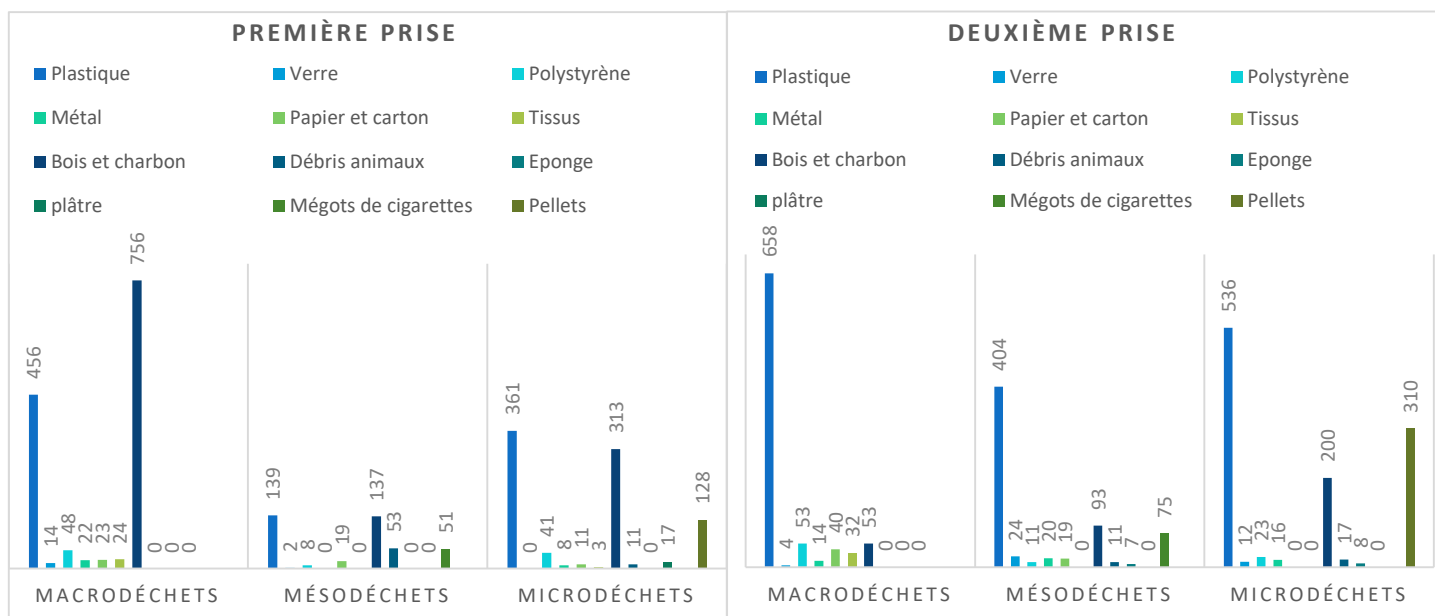


Figure 14 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage des Hammadites pendant la première et la deuxième prise

Macro-déchets :

Pendant la première prise, on a la catégorie du bois et charbon qui se démarque avec 756 éléments collectés, suivi par le plastique avec 456 éléments, pendant la deuxième prise, le nombre du plastique a augmenté, il est de 658 éléments (le même cas d'ailleurs pour les méso

et les micro-déchets), tandis que le nombre du bois et charbon a fortement diminué jusqu'à 53 éléments.

Méso-déchets :

Durant la première prise, une faible abondance pour la majorité des catégories de déchets, cependant elles se distinguent par le bois et charbon avec 137 éléments et le plastique 139 éléments. Pendant la deuxième prise, la quantité du plastique a presque triplé avec 404 éléments collectés et le nombre du bois et charbon a diminué tandis que les autres catégories sont légèrement augmentées durant la deuxième prise.

Micro-déchets :

Le plastique avec 361 éléments, le bois et charbon avec 313 éléments, et les pellets avec 128 éléments, les trois catégories de déchets se distinguent le plus durant la première prise et la deuxième prise. Avec une augmentation du nombre d'éléments du plastique qui est de 536 et 310 éléments de pellets, la quantité de bois et charbon par contre a diminué un peu, on note 200 éléments.

IX.4 Plage d'Aokas :

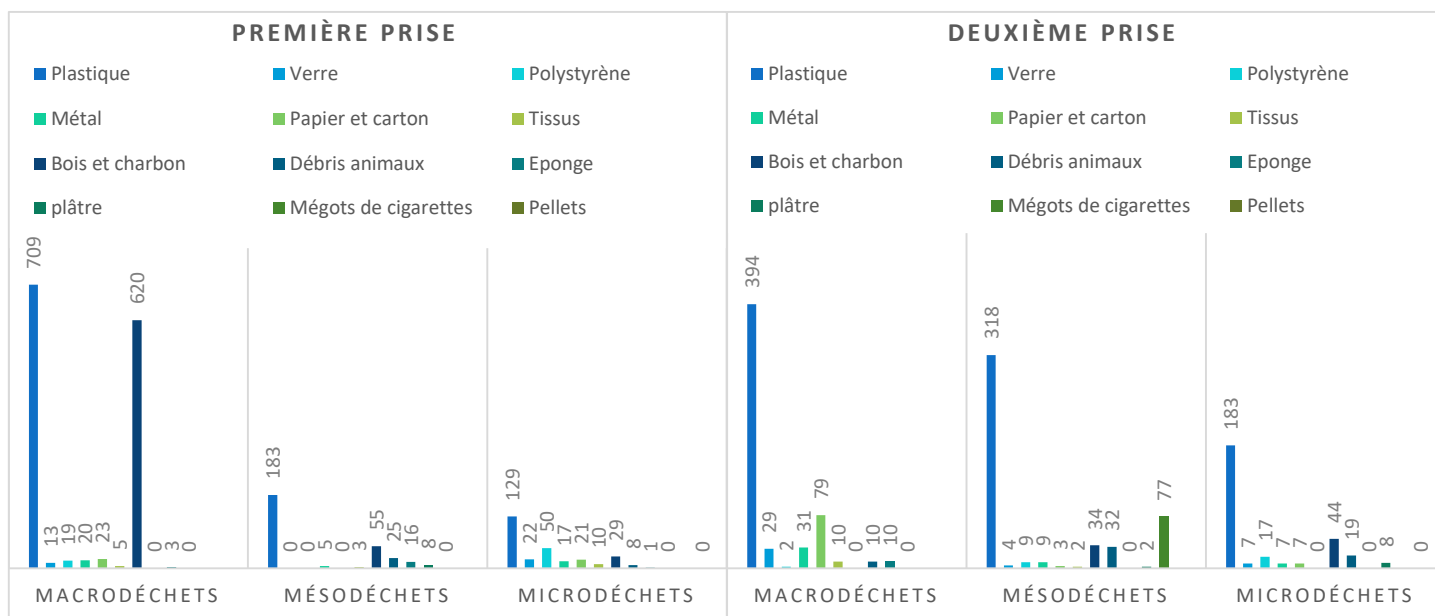


Figure 15 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage d'Aokas pendant la première et la deuxième prise

Macro-déchets

Les deux catégories de déchets abondantes durant la première prise sont successivement : le plastique à 709 éléments et le bois et charbon avec 620 éléments, les autres catégories sont présentes avec des quantités beaucoup moins importantes par rapport aux deux catégories citées précédemment (le même cas pour les macros et les méso et micro-déchets durant les deux prises). Durant la deuxième prise, le nombre de plastique a diminué de presque la moitié (394 éléments), et c'est la seule catégorie qui se démarque car le nombre de bois et charbon a également diminué jusqu'à 44 éléments.

Méso-déchets :

Le plastique est la catégorie de déchets qui se distingue le plus, avec 183 éléments pendant la première prise et 318 pendant la deuxième prise, on peut constater aussi une grande augmentation des mégots de cigarettes de 0 éléments pendant la première prise à 77 éléments pendant la deuxième prise.

Micro-déchets :

Comme pour les méso-déchets, le plastique est la catégorie de déchet qui se distingue le plus avec 129 éléments durant la première prise et 183 durant la deuxième prise.

IX.5 Plage de Souk El Ténine

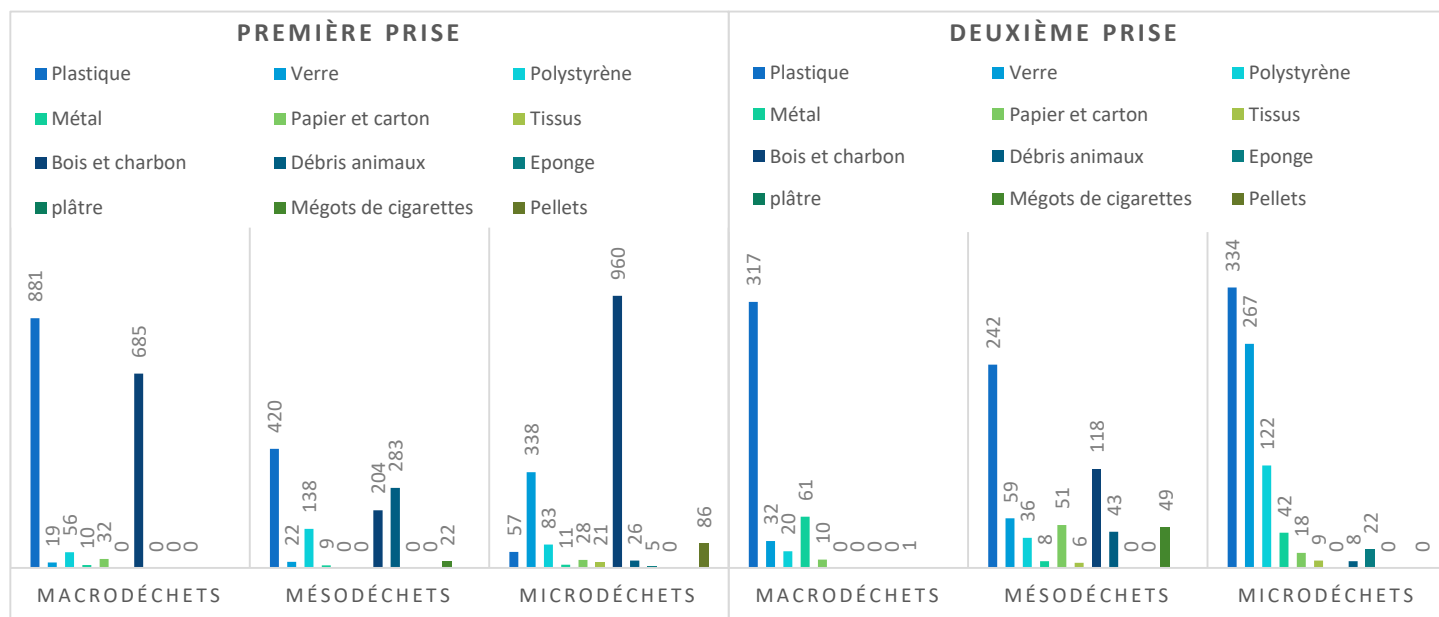


Figure 16 : Nombre d’éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage de Souk El Ténine pendant la première et la deuxième prise

Macro-déchets

Pendant la première prise, deux catégories de déchets se distinguent : le plastique avec 881 éléments, pour le bois et charbon on compte 685 éléments, pendant la deuxième prise le nombre du bois et charbon est descendu jusqu’à 0, le plastique a également diminué de moitié mais se distingue des autres catégories avec 317 éléments, par ailleurs on constate une légère augmentation de quelques catégories comme le métal avec 61 éléments.

Méso-déchets :

Quatre catégories de déchets qui se distinguent durant la première prise : le plastique avec 420 éléments, le polystyrène avec 138 éléments, le bois et le charbon avec 204 éléments, les débris animaux à 283 éléments, pendant la deuxième prise, le plastique ainsi que le bois et charbon qui se distinguent, avec 242 éléments plastique, le bois et charbon avec 118 éléments. Tandis que certaines catégories comme le verre et les mégots de cigarettes ont vu une augmentation en nombre, 59 et 49 éléments successivement.

Micro-déchets :

Pendant la première prise, le bois et charbon ainsi que le verre sont les éléments les plus dominants avec 960 éléments pour le bois et charbon et 338 éléments pour le verre, par contre

pendant la deuxième prise, trois catégories se distinguent : le plastique avec 334 éléments, le verre avec 267 éléments et le polystyrène avec 122 éléments.

IX.6 Plage de Melbou :

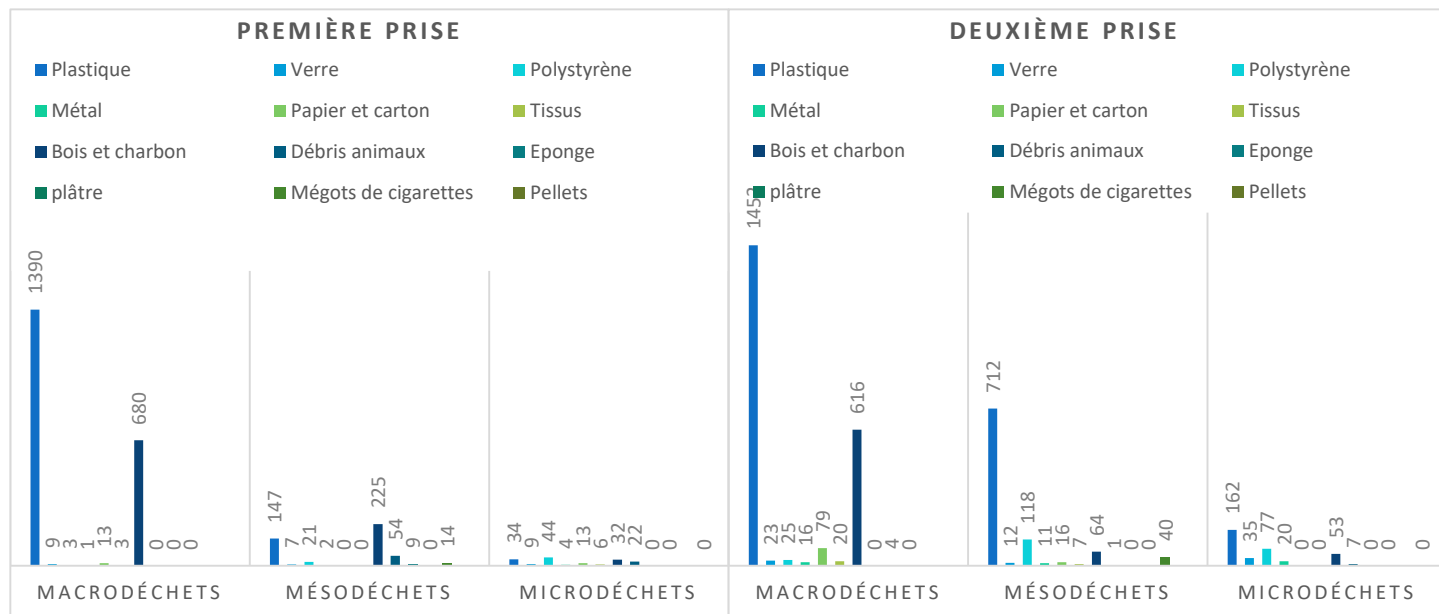


Figure 17 : Nombre d'éléments de chaque catégorie de déchets collectés sur la plage de Melbou pendant la première et la deuxième prise

Macro-déchets :

Le plastique avec 1390 éléments pendant la première prise et 1452 pendant la deuxième prise et le bois et charbon à 680 éléments pendant la première prise et 616 pendant la deuxième prise sont abondants durant les deux prise, les autres catégories sont présentes mais avec des quantités moins importantes, et certaines sont carrément absentes.

Méso-déchets :

Pendant la première prise, deux catégories se distinguent : le plastique avec 147 éléments et le bois et charbon avec 225 éléments, pendant la deuxième prise la quantité de plastique a doublé de presque 5 fois, on note 712 éléments, et le polystyrène de 21 à 118 éléments.

Micro-déchets :

On remarque qu'il n'y a pas une forte présence des déchets pendant la première et la deuxième prise et c'est pareil pour toutes les catégories, sauf pour le plastique qui se démarque durant la deuxième prise avec 162 éléments.

X. Discussion :

X.1 Distribution des déchets collectés sur les six plages par catégories :

Les diagrammes circulaires suivants représentent le pourcentage des déchets collectés sur toutes les plages de la côte Est de Bejaia avant et durant la saison estivale.

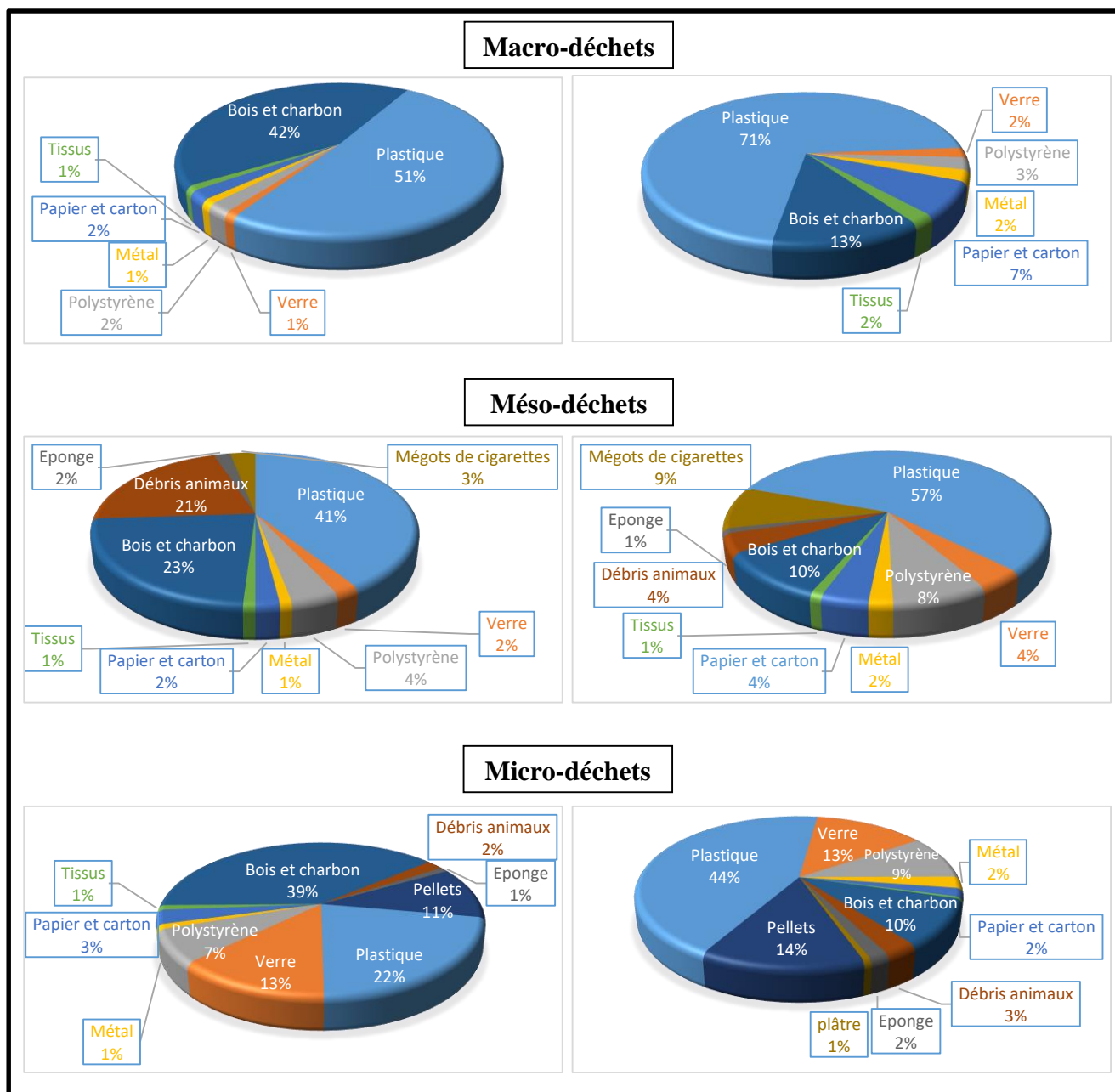


Figure 18 : Pourcentages des catégories de classe des déchets collectés sur les plages de la côte Est de Béjaia avant et durant la saison estivale, à gauche la première prise et à droite la deuxième prise

Pour les macro-déchets :

82% est le taux des déchets collectés. Ils sont fabriqués à partir de polymères artificiels (Vlachogianni, 2018). On constate que le plastique est omniprésent pendant les deux levés réalisés mais beaucoup plus important dans le deuxième levé qui correspond à la période estivale avec un pourcentage de 71% par rapport à la première prise 51%.

La deuxième catégorie abondante enregistré était le bois dans la première prise avec un pourcentage de 42%, d'après les résultats des macro-déchets la plage qui a enregistré le plus d'éléments est Sidi Ali Lebhar avec 950 éléments ce qui veut dire que le bois trouvé sur la plage a été rejeté par la mer sous l'action du vent, les courant et les vagues.

Pour les autres catégories comme le tissu, papier, métal, polystyrène et le verre leurs pourcentages varient entre 1 et 7% dans les deux prises.

Pour les méso-déchets :

On remarque que le plastique domine dans la deuxième prise avec un pourcentage de 57% par rapport à la première prise avec un taux de 41%. La plage qui a le nombre d'éléments le plus élevé est la plage de Melbou avec 712 éléments collectés. La deuxième catégorie abondante est le bois avec 23% (plage Sidi Ali Lebhar 418 éléments), suivi par les débris animaux avec 21% et le reste (métal, papier et carton, mégots de cigarettes, verre, éponge, tissu et polystyrène) varient entre 1 et 9% dans les deux prises.

Une augmentation du pourcentage des mégots de cigarettes pendant la deuxième prise de 3% à 9% pourrait s'expliquer par la présence de boutiques et de bars qui vendent des cigarettes, et le nombre élevé de fumeurs qui visitent les plages durant la saison estivale et qui laissent ces mégots sur place.

Pour les micro-déchets :

Pour cette catégorie, la majorité des déchets sont constitués de plastique pendant la période estivale avec un pourcentage de 44% (plage les Hammadites avec 536 éléments). Ensuite, le bois dans la première prise avec un pourcentage de 39% (plage de Souk El Ténine 960 éléments), le nombre des pellets est un peu plus élevé dans la deuxième prise 14% que la première 11%, concernant le verre le pourcentage de ce dernier est égale dans les deux prises avec 13%, et pour le reste des catégorie le pourcentage varient de 0 à 9% dans les deux prises.

Cette augmentation revient aux activités anthropiques présentes au niveau des communes côtières Est de Bejaia, et la forte présence des locaux à usage touristique et

commerciale et les diverses ventes alimentaires à proximité des plages, l'absence de civisme des estivants et les usagers des lieux qui abandonnent de grandes quantités de déchets sur les plages et sur les rues et pistes proches de ces dernières, ce qui aura pour conséquence des répercussions socio-économiques et sanitaires sur l'ensemble de la région.

Le réseau pluvial transporte les déchets générés jusqu'à la mer, et l'augmentation des précipitations rend le processus plus rapide. Elles peuvent également rejoindre la mer par le biais des oueds, comme l'Oued Soummam à Sidi Ali Lebhar et Oued Agerioun à Souk El Ténine, enfin ces déchets se déversent dans la mer et par l'action des courants et les vagues, elles arrivent jusqu'à les plages.

Les déchets en plastique (Fig. 19) constituent 50 % des déchets totales collectés sur les six plages durant les deux prises, en ajoutant à cela le polystyrène à 5 % les pellets à 3 % et l'éponge à 2%, car ces trois derniers sont également constitués de plastique, on aura un pourcentage total de 60% avec 18949 éléments de plastique à une masse de 195,27 kg, ce qui correspond à l'estimation mondiale selon laquelle 60 à 80 % des déchets côtiers sont en plastique (Barnes *et al.*, 2009).



Figure 19 : Les déchets en plastique collectés sur les plages (Photos personnelles, 2022)

Les capsules et couvercles de bouteilles, et les bouteilles en plastique représentées par le code « PL02 <2 L », les bouteilles, fûts, bidons et seaux en plastique « PL03 > 2 L », et les sacs en plastique « PL15 » sont la majorité des déchets en plastique collectés sur l'ensemble des plages, elles sont toutes du plastique à usage unique, ce qui veut dire que les plastiques à usage unique représentent une grande partie des éléments collectés sur les plages.

À Melbou 1040 sacs de plastique « PL15 » ont été collectés pendant la première prise avec un poids de 3,1 kg, et 1012 pendant la deuxième prise avec un poids de 15,60 kg, et sur les autres plages les quantités retrouvées sont également importantes, allant de 122 éléments à

Aokas durant la deuxième prise jusqu'à 558 éléments à Souk El Ténine durant la première prise, le poids le plus important enregistré était celui de Melbou durant la deuxième prise (15,60 kg).

À Sidi Ali Lebhar, 228 bouteilles de plastique « PL02 <2 L » ont été collectées pendant la première prise avec un poids de 6,95 kg, et 422 avec un poids de 8,03 kg ont été collectées pendant la deuxième prise. 218 pendant la première prise et 197 pendant la deuxième prise avec un poids de 7,99 kg et 8,85 kg successivement sur la plage d'Aokas, Tandis que sur la plage de Melbou 311 bouteilles qui pèsent 24,99 kg ont été collectées durant la deuxième prise, c'est les plus lourds parmi tous les éléments collectés durant les deux prises. Sur le reste des plages les quantités enregistrées varient entre 54 et 234 bouteilles de plastique.

180 capsules et couvercles de bouteilles ont été collectés sur la plage de Sidi Ali Lebhar pendant la première prise et 263 (1,06 kg) pendant la deuxième prise. Sur le reste des plages, le nombre de capsules et couvercles de bouteilles collectés allant de 19 jusqu'à 135 éléments avec des poids qui ne dépassent pas les 750g.

48 bouteilles, fûts, bidons et seaux en plastique « PL03 > 2 L » ont été collectés à Sidi Ali Lebhar, pendant la première prise avec un poids de 3,31 kg et 59 (3,82 kg) pendant la deuxième prise. Sur les autres plages, le nombre varie entre 0 à Melbou jusqu'à 48 éléments à Souk El Ténine avec des poids allant de 389g à 7,12 kg, 22 éléments qui pèsent 7,12 kg ont été collecté sur la plage d'Aokas. Les bouteilles, fûts, bidons et seaux en plastique « PL03 > 2 L » constituent les éléments les plus lourds retrouvés sur toutes les plages, 294 éléments au total avec un poids de 36,566 kg. En moyenne : 0,12 kg est le poids d'un seul élément de « PL03 > 2 L ».

Le poids des éléments collectés ne dépend pas de leurs nombres, par exemple dans la plage de Melbou, on constate que le nombre de sacs en plastique « PL15 » est presque le même durant les deux prise (1040 et 1012), mais qu'il y a une grande différence dans le poids (3,1 kg et 15,60 kg). Cette différence s'explique par la variabilité des tailles des déchets retrouvés, certains sont des morceaux complets comme les bouteilles de boissons vides, et certains sont des petits morceaux d'un ensemble plus grand, par exemple des parties d'un emballage pour les aliments ou des sacs à emporter.

XI. Comparaison de la distribution des déchets entre les plages de la côte Est :

XI.1 Comparaison entre les plages selon le nombre de déchets collectés :

Le tableau 1 représente les quantités de déchets retrouvées sur les six plages avant et pendant la saison estivale, la plage qui a le plus grand nombre de déchets collectés durant les deux prises est la plage de Sidi Ali Lebhar avec 8294 éléments collectés, et la plage qui a le moins de déchets est la plage de d'Aokas avec 3341 éléments collectés.

Tableau 1 : **Nombre total des déchets collectés sur les six plages pendant la première et la deuxième prise**

Plage Prise	Sidi Ali Lebhar	El-Maghra	Les Hammadites	Aokas	Souk El Ténine	Melbou
Première prise	5907	1939	2645	1994	4396	2742
Deuxième prise	2387	1683	2640	1347	1875	3570
Totale	8294	3622	5285	3341	6271	6312

Durant la première prise, la plage qui a le plus grand nombre de déchets est la plage de Sidi Ali Lebhar avec 5907 éléments collectés, et la plage qui a le nombre le plus faible est la plage de d'El-Maghra avec 1939 éléments collectés. Et durant la deuxième prise, la plage de Melbou a le plus grand nombre de déchets avec 3570 éléments collectés, et la plage qui a le nombre le plus faible est la plage de d'Aokas avec 1875 éléments collectés.

La plage de Sidi Ali Lebhar n'est pas une plage autorisée à la baignade, mais elle a enregistré quand même le plus grand nombre de déchets collectés, cela s'explique par le fait qu'une partie des déchets générés par la ville de Béjaia ainsi que le port et la zone industrielle qui se trouvent juste à côté et même les déchets transportés par l'Oued Soummam sont déplacés par les courants et le vent et s'échouent sur ces rivages.

Sur la majorité des plages il y a diminution du nombre des déchets pendant la deuxième prise, cela est dû au nettoyage organisé par les communes côtières en contribution avec la direction de l'environnement, au début de chaque saison estivale, et les associations de protection de la nature et au bénévoles qui organisent des opérations de nettoyage chaque année.

Lors de nos sorties sur le terrain, nous avons interrogé plusieurs personnes qui travaillent sur place sur la raison pour laquelle on ne trouve pas beaucoup de déchets malgré le nombre important de touristes qui arrivent chaque jour sur les plages, et on a eu la même réponse à

chaque fois : il s'avère que les personnes qui travaillent sur les plages que ce soit dans les restaurants, les parkings, ou même les personnes qui louent des parasols nettoient à chaque fin de journée, les déchets laissés par ces touristes.

XI.2 Le test Clean Coast Index

Le Clean Coast Index montre que toutes les plages Est de Béjaia sont classées comme plage « extrêmement sale » avant et pendant la saison estivale mais avec des différences significatives.

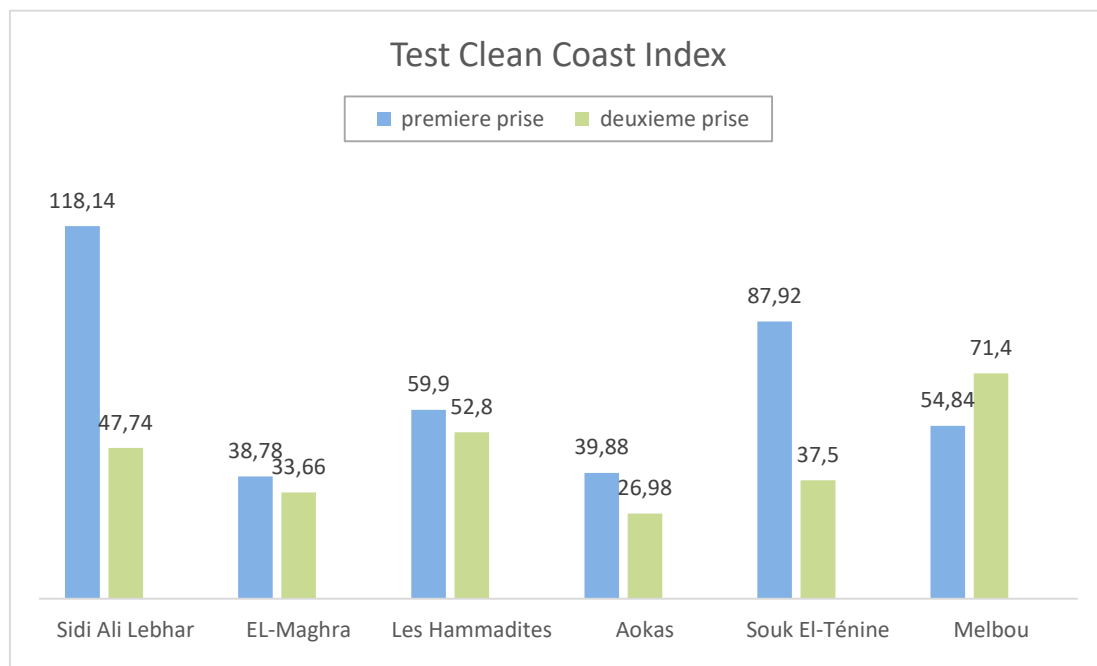


Figure 20 : Résultats du test Clean Coast Index sur les six plages échantillonnées durant les deux prises

D'après l'histogramme, on voit très bien que certaines plages sont moins polluées dans la deuxième prise telle que la plage de Sidi Ali Lebhar, El-Maghra, Aokas et Souk El-Ténine. En revanche, la plage de Melbou est plus polluée dans la deuxième prise (de 54,84 à 71,4). La plage des Hammadites présente des valeurs équivalentes entre la première et la deuxième prise 52,9 et 52,8.

XII. Comparaison de la distribution des déchets entre la côte Est et la côte Ouest :

La comparaison entre la côte Est et Ouest de Béjaia est illustrée par la figure 21. Les données de la côte Ouest ont été collectées à partir d'un travail réalisé par Ben Abderrahmane et Ben Bouriche (2022) sur la côte Ouest de Béjaia, afin de faire une comparaison entre les deux côtes pour savoir laquelle est la plus touchée par la pollution.

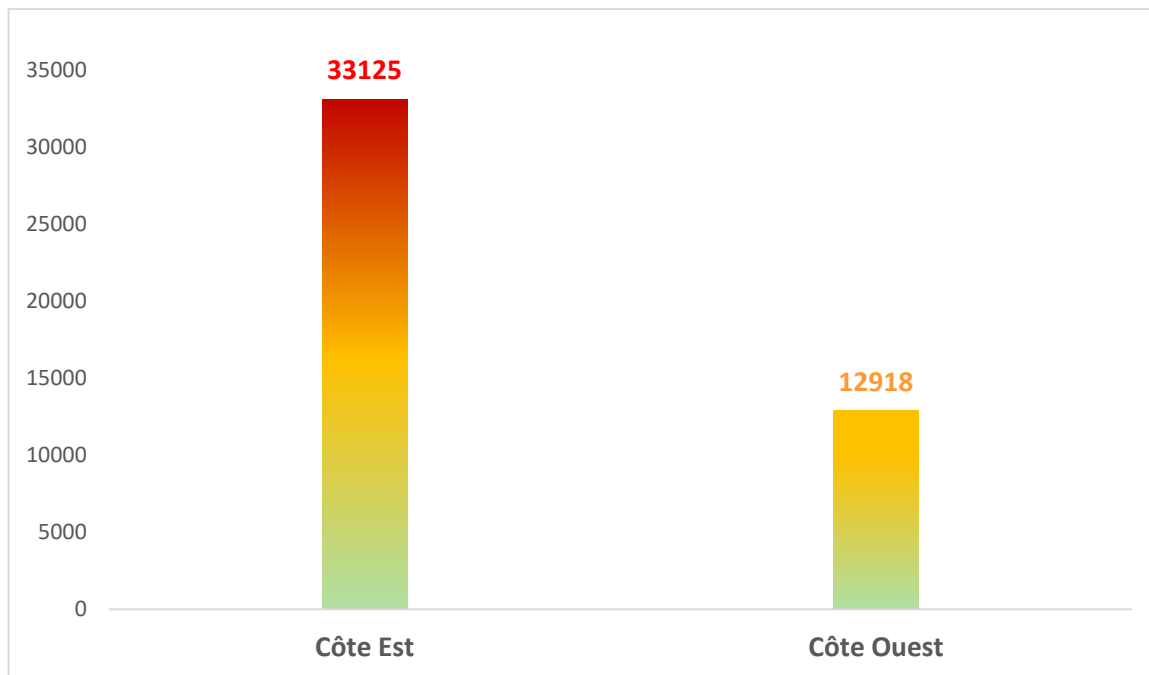


Figure 21 : Comparaison entre la côte Est et la côte Ouest en nombre de déchets collectés pendant la première et la deuxième prise

D'après la figure 21, nous remarquons une grande différence dans la répartition des déchets sur la côte Est et la côte Ouest de Béjaia. La quantité de déchets retrouvée sur les plages de l'Est est plus importante par rapport aux plages de l'Ouest (environ un tiers), en d'autres termes la côte Est est plus polluée que la côte Ouest.

Les plages qui se trouvent sur la côte Ouest sont des régions isolées, et peu peuplées, les zones industrielles sont quasi inexistantes, et les activités anthropiques se résument au tourisme durant la saison estivale qui dure quelques mois seulement de Juin à Septembre, par rapport aux plages de la côte Est, qui se situent dans les périphéries des grandes villes comme Béjaia, Tichy, et Aokas où la population est beaucoup plus élevée et les activités anthropiques sont à la hausse, donc la position géographique des plages affecte les profils de déchets sur les

plages, surtout en été durant la saison estivale la période dans laquelle la pollution arrive à son maximum à cause des milliers d'estivants qui arrivent chaque jour sur ces plages.

De plus, des activités industrielles sont présentes sur les lieux, comme la zone industrielle de Béjaïa, ainsi que le port de Béjaïa qui connaît une grande activité de navigation maritime (274 est le nombre de navires ayant escalé au port de Bejaïa en 2018 et 286 en 2019 selon l'entreprise portuaire de Béjaïa).

Au niveau des villes qui sont loin de la côte, comme la ville d'Akbou qui a une grande zone Industrielle (Taharacht) qui se situe sur la périphérie de Oued Soummam, et la ville de Sidi Aich qui se situe aussi à côté de ce cours d'eau, les déchets sont transportés par l'Oued Soummam qui se jette directement en mer au niveau de Sidi Ali Lebhar dans la ville de Béjaïa, et une grande partie de ces déchets finissent par arriver sur les plages.

XIII. Conclusion

Les résultats de cette étude portent essentiellement de la quantification de pollution côtière par les macros, méso et micro-déchets. Ils montrent que la pollution est présente dans toutes les plages de la côte Est de Bejaia avec des différences dans leurs nombres et leurs poids.

L'accumulation des déchets sur le niveau supérieur des plages, prouve une pollution exprimée par différents secteurs tel que le secteur de tourisme provoqué par les activités récréatives qui se concentrent au niveau des parties supérieures des plages, secteur industriel qui génère une quantité de déchets importante sur les plages sans qu'un tri soit préalablement réalisé et secteur portuaire qui produit des quantités importantes de déchets de toutes sortes, ainsi que les décharges situés à proximité des plages comme dans la plage de Tichy.

La distribution hétérogène le long des plages avec une forte concentration au niveau de la plage de Melbou et Sidi Ali Lebhar et une faible concentration au niveau de la plage d'Aokas, dépend de ces activités et la proximité d'un cours d'eau comme Oued Aguerioun et Oued Soumam.

Cette étude peut servir pour réaliser une étude plus avancée en touchant toutes les plages du littoral algérien afin de réaliser un suivi des déchets, et déterminer leurs sources et leurs conséquences.

Savoir plus sur ce qui pollue les plages est la première étape pour améliorer la santé de nos plages. La pollution et l'altération humaine peuvent nuire à l'environnement sensible de la plage. Une plage polluée est un risque pour la santé publique, peut réduire la valeur des propriétés et peut inhiber la croissance économique de la communauté. Des touristes qui pourraient se dévier de nos plages en allant à d'autres régions.

Les plages peuvent être altérées ou détruites si nous ne les protégeons pas correctement et apprenons à en profiter sans les endommager, il faut donc que chaque individu soit conscient de la nécessité de protéger nos zones côtières.

Perspectives :

- Sensibiliser les gens sur les risques de la pollution des plages
- Réduire la consommation du plastique et éviter le plastique à usage unique
- Installer des poubelles spéciales pour les différentes catégories de déchets
- Imposer des lois pour punir les pollueurs (principe de pollueur payeur)
- Organiser des opérations de nettoyage de manière permanentes

Références bibliographiques

Alkalay, R., Pasternak, G., Zask, A. Indice de côte propre : une nouvelle approche pour l'évaluation de la propreté des plages. Côte de l'océan. Faire en sorte, 2007.

ANDRE S. Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. Rapport final. Secrétariat Général de la Mer, 2000,p.46.

AS A GLOBAL, STAP Marine Debris. Environmental Problem: Introducing a solutions based framework focused on plastic. A STAP Information Document, 2011, p. 40.

BARNES, David KA, GALGANI, Francois, THOMPSON, Richard C., et al. 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.

BEN ABDERRAHMANE, Kenza et BEN BOURICHE, Taime. Monitoring des déchets sur les plages Ouest de Bejaia. 2022.

BESSE, M. J. et PERRIER-ROSSET, A. La propreté du littoral objectifs: méthodes: moyens. TSM. Techniques sciences méthodes, génie urbain génie rural, 1993, no 5, p. 253-260.

BONTOUX, Laurent et LEONE, Fabio. The legal definition of waste and its impact on waste management in Europe. Office for Official Pubs of the European Communities, 1997.

CEDRE. Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. Rapport final. Secrétariat Général de la Mer 2000. 46p.

CLAESSENS M ; MEESTER S ; LANDYUT V ; CIERCK K ; JANSSEN R. J ; 2011- Occurrence and distribution of microplastics in marine sédiments à long the belgiancoast. Marine Pollution Bulletin, 62, 2199-2204

COLASSE, L ; POITOU, I ; GALGANI, F. Une mer propre, mission impossible ? 70 clés pour comprendre les déchets en mer. Une mer propre, mission impossible ? 2013, p. 1-176

Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. Microplastiques en tant que contaminants dans l'environnement marin : Une revue. Bulletin de la pollution marine (2011). Vol. 62. pp. 2588–2597.

DERRAIK, José GB. La pollution du milieu marin par les débris plastiques : un bilan. Bulletin de la pollution marine, 2002, vol. 44, n° 9, p. 842-852

EMMANUEL, D., YOGO, E. Kam, et NGO-SAMNICK, L. Manuel judiciaire de droit de l'environnement en Afrique. Institut de la Francophonie pour le développement durable, 2008, p. 252.

ENDERS, Kristina, LENZ, Robin, STEDMON, Colin A., et al. Abundance, size and polymer composition of marine microplastics $\geq 10 \mu\text{m}$ in the Atlantic Ocean and their modelled vertical distribution. Marine pollution bulletin, 2015, vol. 100, no 1, p. 70-81.

FORTIBUONI, Tomaso, RONCHI, Francesca, MAČIĆ, Vesna, et al. A harmonized and coordinated assessment of the abundance and composition of seafloor litter in the Adriatic-Ionian macroregion (Mediterranean Sea). Marine pollution bulletin, 2019, vol. 139, p. 412-426.

GALGANI, François, HANKE, Georg, WERNER, Stefanie, et al. Guidance on monitoring of marine litter in European seas. Publications Office of the European Union, 2013.

Gestion des débris marins, convention sur les espèces migratrices. 2017.

GREGORY, Murray R. et ANDRADY, Anthony L. Plastics in the marine environment. Plastics and the Environment, 2003, p. 379-401.

HENRY, Maryvonne. 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, 2010.

HIDALGO-RUZ, Valeria, GUTOW, Lars, THOMPSON, Richard C., et al. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. Environmental science & technology, 2012, vol. 46, no 6, p. 3060-3075

KERAMBRUN, Loïc et EVRARD, Estérine. Déchets sur le littoral. Sous-région marine Manche-Mer du Nord. Evaluation initiale DCSMM, 2012

Lippiatt, S., Opfer, S., Arthur, C. Surveillance et évaluation des débris marins. Mémoire technique de la NOAA NOS-OR&R-46, 2013.

Masura, J, Baker J, Foster G, Arthur C. Méthodes de laboratoire pour l'analyse des microplastiques en milieu marin : recommandations pour quantifier les particules synthétiques dans les eaux et les sédiments. Mémoire technique de la NOAA NOSOR&R-48, 2015.

MERZOUG, Slimane. Les centres urbains en Algérie: comment concilier l'attractivité et la mobilité à travers la gestion du transport urbain? Cas de la ville de Bejaia. RTS-Recherche Transports Sécurité, 2017, vol. 2016, no 01-02, p. 1-16.

OUALLET, C. The wastes. Juridical definitions and consequences; Les dechets. Definitions juridiques et consequences. 1997.

Pocock, M.J.O., Chapman, D.S., Sheppard, L.J., Roy, H.E. A Strategic Framework to Support the Implementation of Citizen Science for Environmental Monitoring. Final Report to SEPA. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, Oxfordshire, 2014.

PNUE (2005). Déchets marins : un aperçu analytique.

POTTERS, Geert. Marine pollution. Bookboon, 2013.

Strand J, Tairova Z, Danielsen J, Hansen JW, Magnusson K, Naustvoll L, Sørensen TK. Déchets marins dans les eaux nordiques. Copenhague, Conseil nordique des ministres, 2015.

Sutherland, W. J., Clout, M., Cote, I. M., Daszak, P., Depledge, M. H., Fellman, L., Fleishman, E., Garthwaite, R., Gibbons, D. W., De Lurio, J., Impey, A. J., Lickorish, F., Lindenmayer, D., Madgwick, J., Margerison, C., Maynard, T., Peck, L. S., Pretty, J., Prior, S., Redford, K. H., Scharlemann, J. P. W., Spalding, M. & Watkinson, A. R. 2010 A horizon scan of global conservation issues for, 2010.

VLACHOGIANNI, Thomais, FORTIBUONI, Tomaso, RONCHI, Francesca, et al. Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources. Marine pollution bulletin, 2018, vol. 131, p. 745-756.

Sites électroniques :

<https://www.douane.gov.dz/spip.php?article123#:~:text=On%20entend%20par%20d%C3%A9chet%20tout,d%C3%A9faire%20ou%20de%20>

<https://dcwbejaia.dz/index.php/wil06>

<https://bejaia.mta.gov.dz/fr/> : Direction du tourisme de la wilaya de Bejaia

Résumé

La pollution côtière est un phénomène qui touche la plupart des plages au monde entier, notamment la côte Est de Béjaia en Algérie où la pollution a atteint des niveaux record et engendre des répercussions socioéconomiques et sanitaires.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de la pollution sur les plages Est de Bejaia par le suivi des quantités de macros, méso et micro-déchets selon le protocole de Galgani qui est basé sur le comptage des déchets sur une parcelle de plage de sable de 100m de longueur x 10m de largeur et qui permet de visualiser la répartition spatiale des déchets.

Une plage par commune a été choisie et échantillonnée avant et pendant la saison estivale. Au total 33125 éléments sont collectés sur une surface de 12000 m². La catégorie de déchets la plus dominante est le plastique à 60% constituée principalement de bouchons, bouteilles et sacs. Le test Clean Coast Index classe toutes les plages comme extrêmement sales, la plage la plus polluée avant la saison estivale est Sidi Ali Lebhar à 118,14 et la plage la plus polluée pendant la saison estivale est Melbou à 71,4.

Mots clés : Pollution, Bejaia, Macro-déchets, Méso-déchets, Micro-déchets.

Abstract

Coastal pollution is a phenomenon that affects most beaches around the world, particularly the east coast of Béjaia in Algeria where pollution has reached record levels and is causing socio-economic and health repercussions.

The objective of this study is the assessment of pollution on the eastern beaches of Bejaia by monitoring the quantities of macro, meso and micro-waste according to the Galgani protocol which is based on the counting of waste on a plot of beach. of sand 100m long x 10m wide and which makes it possible to visualize the spatial distribution of the waste.

One beach per municipality was chosen and sampled before and during the summer season. A total of 33,125 elements are collected over an area of 12,000 m². The most dominant category of waste is plastic at 60% consisting mainly of caps, bottles and bags. The Clean Coast Index test classifies all beaches as extremely dirty, the most polluted beach before the summer season is Sidi Ali Lebhar at 118.14 and the most polluted beach during the summer season is Melbou at 71.4.

Keywords : Pollution, Bejaia, Macro-waste, Meso-waste, Micro-waste.

ملخص

تلوث السواحل ظاهرة تؤثر على معظم الشواطئ حول العالم، ولا سيما الساحل الشرقي لبجاية في الجزائر حيث وصل التلوث إلى مستويات قياسية ويتسبب في تداعيات اجتماعية واقتصادية وصحية

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم التلوث على الشواطئ الشرقية لبجاية من خلال رصد كميات المخلفات الكبيرة والمتوسطة والمتناهية الصغر وفقا لبروتوكول قلغاني الذي يقوم على حساب النفايات على قطعة أرض من الرمل 100 م طول × 10 م عرض مما يجعل من الممكن تصور التوزيع المكاني للنفايات

تم اختيار شاطئ واحد في كل بلدية وأخذ عينات منه قبل موسم الإصطياف وخلالها. تم جمع 33125 عنصرًا من العينات على مساحة 12000 متر مربع. الفئة الأكثر تواجداً هي البلاستيك بنسبة 60٪ وتتكون بشكل رئيسي من الأغذية والزجاجات والأكياس. صنف اختبار مؤشر Clean Coast Index جميع الشواطئ على أنها متسخة للغاية، وأكثر الشواطئ تلوثاً قبل موسم الإصطياف هو شاطئ سيدي علي البحر بـ 118.14، وأكثر الشواطئ تلوثاً خلال موسم الصيف هو شاطئ ملبو بـ 71.4.

كلمات مفتاحية: تلوث، بجاية، نفايات كبيرة، نفايات متوسطة، نفايات صغيرة