

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**UNIVERSITE A. MIRA – BEJAIA**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département : 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

**Contribution à l'évaluation des déchets  
côtiers dans la baie de Bejaia**

**Présenté par :**

**BOULAICHE NAWAL & BAHIRENE NAWAL**

Soutenu le : 13 septembre 2022

**Devant le jury :**

- Mr. Ramande Zouhir Pr président
- Mr. Belhadi Youcef MCB Encadreur
- M<sup>elle</sup>. Diaf Assia MCB examinateur

**Année Universitaire 2021/2022**

## **Remerciements**

**Je remercie Allah Le-Tout-Puissant qui m'a donné la santé, le courage et la patience nécessaires pour achever ce travail dans les meilleures conditions.**

**Tout d'abord, je voudrais exprimer ma sincère gratitude à mon promoteur Mr. Belhadi Youcef. Pour ses compétences scientifiques, sa disponibilité et ses qualités humaines, ses conseils et les fructueuses discussions,**

**Je tiens à remercier sincèrement et particulièrement les membres de jury :**

**Mr. Ramande Zouhir d'avoir accepté de présider ce jury  
M<sup>elle</sup>. Diaf Assia qui a bien accepté examiner mon mémoire.**

**Sans oublier nos parents et familles pour les encouragements, le soutien technique et moral inconditionnel qu'ils nous ont accordé.**

**Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.**

## DÉDICACE

À LAIDE DE DIEU TOUT PUISSANT, QUI MA TRACER LE  
CHEMIN DE MA VIE J'AI LE PLAISIR DE DÉDIER CE MODEST  
TRAVAIL

À MES CHERS PARENTS BOUALEM TAOUS :

MON PÈRE, DANS TES SACRIFICES, TA FORCE ET TON  
HONNÊTE

MAMAN, DANS TA BONTÉ ET TON DÉVOUEMENT POUR NOUS

À LA MÉMOIRE DE MES GRANDS PARENTS, QUE J'AI TOUT  
AIMÉS ET RESPECTÉS QUE DIEU LES ACCUEILLES DANS SON  
VASTE PARADIS

À MES CHERS FRÈRES ET SŒURS, BIEN AIMÉS LYDIA, IDIR,  
YASMINE, WALID POUR LEURS SOUTIEN

QUE DIEU VOUS PROTÈGE ET VOUS GARDE POUR MOI

NAWAL BOULAICHE

AVANT TOUT, JE REMERCIE DIEU LE TOUT PUISSANT DE  
M'AVOIR DONNÉ LE COURAGE ET LA PATIENCE DE RÉALISER  
CE TRAVAIL MALGRÉ TOUTES LES DIFFICULTÉS  
RENCONTRÉES.

À MES CHERS PARENTS RACHID NACIRA :  
AUCUNE DÉDICACE NE SAURAIT EXPRIMER MON RESPECT,  
MON AMOUR ÉTERNEL ET MA CONSIDÉRATION POUR LES  
SACRIFICES QUE VOUS AVEZ CONSENTIS POUR MON  
INSTRUCTION ET MON BIEN ÊTRE. JE VOUS REMERCIE POUR  
TOUT LE SOUTIEN ET L'AMOUR QUE VOUS ME PORTEZ DEPUIS  
MON ENFANCE ET J'ESPÈRE QUE VOTRE BÉNÉDICTION  
M'ACCOMPAGNERA TOUJOURS.

À MES CHERS FRÈRES ET SŒUR, BIEN AIMÉS HANANE,  
SOFIANE, ADEL, POUR LEUR SOUTIEN  
QUE DIEU VOUS PROTÈGE ET VOUS GARDE POUR MOI

BAHIRENE NAWAL

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1.</b> Mammifères marins emprisonnés dans des sacs en plastiques. <i>Source : Google image 2018</i> .....	10
<b>Figure 2.</b> Ingestion du plastique par une tortue marine. <i>Source : Google image 2018</i> .....	11
<b>Figure 3.</b> Dégradation de plastique dans le milieu marin . <i>Source : Google image 201</i> .....	12
<b>Figure 4 :</b> un exemplaire des pages échantillonnées .....	13
<b>Figure 5 :</b> Répartition des sites échantillonnés sur la baie de Bejaia ( <i>Source : GooleEarth</i> ).....	14
<b>Figure 6 :</b> Quadra 50 cm x 50 <b>mis en place</b> .....	15
<b>Figure 7:</b> Substrat récolté après tamisage.....	16
<b>Figure 8 :</b> Opération de tri et de dénombrement .....	16
<b>Figure 9:</b> Catégories de plastiques triés .....	17
<b>Figure 10 :</b> Pesée de chaque catégorie .....	18
<b>Figure 11:</b> Distribution du nombre de débris en fonction des transects.....	20
<b>Figure 12 :</b> Distribution du poids de débris en fonction des transects .....	21
<b>Figure 13:</b> pourcentage des Catégories de débris plastiques dominants.....	23
<b>Figure 14 :</b> Distribution du nombre de débris plastiques en fonction des plages.....	24
<b>Figure 15:</b> Distribution poids des débris plastiques en fonction des plages.....	25

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 1** : Critères de distribution des sites .....14

**Tableau 2**: Distribution du nombre de débris plastique sur la baie de Bejaia.....19

**Tableau 3**: MOOD test.....20

**Tableau 4**: Distribution des Moyennes des poids et des nombres des catégories de débris en fonction des plages .....22

## Liste des abréviations

**G1** : plastique durs

**G2** : plastique mous

**G3** : plastique pellets

# Sommaire

<b>INTRODUCTION</b> .....	01
---------------------------	----

## **Chapitre I : Généralités**

<b>I. Généralités sur les déchets</b> .....	05
<b>I.1 Définitions des déchets</b> .....	05
<b>I.2. Classification des déchets</b> .....	05
<b>I.3. Généralité sur les déchets plastiques</b> .....	06
<b>I.3.1. Définition du plastique</b> .....	06
<b>I.3.2. Caractéristiques des matières plastiques</b> .....	06
<b>I.3.2.1. Caractéristiques physiques</b> .....	06
<b>I.3.2.2. Caractéristiques chimiques</b> .....	06
<b>I.3.3. Origine des déchets du plastique</b> .....	07
<b>I.3.3.1. Origine tellurique</b> .....	07
<b>I.3.3.2. Origine océanique</b> .....	07
<b>I.3.4. Les principales sources de déchets plastiques</b> .....	08
<b>I.3.5. Les déchets plastiques le plus fréquents dans le milieu marin</b> .....	08
<b>I.3.5.1. Bouteilles de plastique et leurs bouchons</b> .....	08

<b>I.3.5.2.</b> Sacs de plastique jetables .....	08
<b>I.3.6.</b> Différents mécanismes de transport des déchets de plastique .....	09
<b>I.3.7.</b> Impact et effet de la pollution plastique sur la vie marine .....	09
<b>I.3.7.1.</b> Emprisonnement des animaux .....	09
<b>I.3.7.2.</b> Ingestion par les organismes marins .....	10
<b>I.3.7.3.</b> Transport des espèces invasives .....	11
<b>I.3.7.4.</b> Bioaccumulation.....	11
<b>I.3.7.5.</b> Toxicité .....	11
<b>I.3.7.6.</b> Modification des habitats.....	12
<b>I.3.8.</b> Dégradation des plastiques en milieu marin .....	12

## **Chapitre II : Matériels ET Méthodes**

<b>II.1</b> .Zones d'étude.....	13
<b>II.2.</b> Site d'échantillonnage .....	13
<b>II.3.</b> Protocole d'échantillonnage.....	15
<b>II.4.</b> Analyses au laboratoire .....	16
<b>II .5.</b> Traitement de données.....	18

# Chapitre III : résultats et discussion

## III. 1. RESULTATS

III. 1. 1. Distribution spatiale des débris plastique en fonction des plages .....19

III. 1. 1. 1. Distribution des débris plastiques par catégories.....21

III. 1. 2. Comparaison de la distribution des débris sur le coté de la bais.....23

III.2.Discussion.....25

III.2. 1.Répartition spatiale intra-site.....25

III.2. 2. Répartition des débris plastiques sur la baie de Bejaia .....26

III. 2. 3. Distribution des catégories de débris plastiques .....27

III. 2. 4. Différences enregistrées entre le nombre et le poids des débris .....28

Conclusion.....29

Recommandations .....30

## Référence bibliographique

## Résumé

# **Introduction**

## Introduction

Les déchets sont apparus depuis l'existence de la vie sur terre. L'explosion démographique de la population, l'augmentation de la production et de la consommation et le changement du mode de vie sont la cause principale de la multiplication de la quantité, de la qualité et de la nocivité des déchets. Ces déchets sont de catégories différentes : ménagers, agricoles, hospitaliers, industriels et nucléaires (**Bensmaïl, 2010**).

Les statistiques actuelles montrent que la quantité de déchets émis par les habitants de notre planète s'élève à 4 milliards de tonnes par année. Suite à cette surconsommation des ressources, nous cherchons les différents moyens de recycler les déchets. On a recours à des moyens comme les décharges, l'incinération ou le stockage pour faire face à cette situation (**Stravinskaite, 2012**).

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu sur le plan professionnel que familial. En tant que consommateur, joueur, usager du ramassage des ordures ménagères, et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de chacun : chaque citoyen peut jeter moins et jeter mieux (**Anonyme 1, 2001**).

En 2002, selon le cadastre national des déchets spéciaux en Algérie, la production de déchets industriels spéciaux est de 325 000 t, et la quantité en stock est de 2 008 500 tonnes. Les 12 plus grands générateurs de déchets se trouvent dans les régions Centre, Est et Ouest. Ils produisent près de 87% de déchets au niveau national soit 282 800 tonnes par an, et près de 95% sont en stock soit 1 905 200 tonnes.

Afin de faire face aux risques liés aux déchets spéciaux, l'Algérie a adopté toute une série de mesures réglementaires pour une gestion écologique des déchets. Elle est basée sur la prévention, l'identification, l'organisation des différents modes de collecte et de traitement (**Buchanan, 1971 ; Do Sul et al., 2014**).

Le mode des déchets, aujourd'hui très technique, nécessite une bonne connaissance du domaine afin de mieux les gérer. Les classifications ont permis de structurer cette thématique industrielle pour nous permettre de distinguer les ordures ménagères, les plastiques, le verre, les papiers, les déchets industriels, ... etc.

La mer Méditerranée a été décrite comme l'une des zones les plus touchées par les déchets marins dans le monde étant donné qu'elle est semi-fermée les déchets l'atteignant échouent sur les fonds, atteignant parfois plus de 100.000 particules/km<sup>2</sup> (**Galgani et al., 2000**). Les activités humaines génèrent des quantités considérables de déchets et ces quantités sont en augmentation, même si elles varient selon les pays. Certaines des plus grandes quantités relevées en termes de déchets solides municipaux par an et par personne sont générées en mer Méditerranée (208-760 kg/an) (<http://www.atlas.d-waste.com>). Le plastique, qui est le principal des déchets, est devenu omniprésent et peut représenter jusqu'à 95% des déchets accumulés sur les rivages, la surface de l'océan ou le fond de la mer (**Gaetano L., 2014**).

**Ioakeimidis et al., 2014** ont observé une augmentation de l'abondance des débris plastique dans les eaux profondes au fil des années au sein de la méditerranée

Un problème d'actualité est apparu qui est la pollution par les micros plastiques. Il est devenu une préoccupation mondiale malgré que les premiers rapports de sa découverte datent des années. 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 (**Eva Alessi et al., 2018**)

La wilaya de Béjaïa est située au nord-est de l'Algérie, dans la région de la Kabylie. Elle est délimitée : à l'ouest par les wilayas de Tizi-Ouzou et Bouira ; au sud par les wilayas de Bouira et Bordj-Bou-Argeridj ; à l'est par les wilayas de Sétif et Jijel; au nord par la mer Méditerranée.

La zone côtière longue de plus de 120 km, alternant criques rocheuses et plages de sable fin d'est vers l'ouest. La côte s'étend de l'embouchure de l'Oued Soummam à celui de l'Oued Agrioun. Cette bande côtière, retardée au niveau des villages de Tichy

et d'Aokas, étroite (200 à 2 000 mètres) et principalement composée de terre sablonneuse du fait de la pression maritime proche. La côte ouest s'étend de Cap Carbon jusqu'à Cap Sigli, cette bande côtière est escarpée. La wilaya de Béjaïa est traversée par plusieurs fleuves drainant les eaux superficielles de ruissellement vers la mer, les fleuves les plus importants sont :

L'Oued Soummam : 90 km

L'Oued Agrioun : 80 km

L'Oued Djemaa : 46 km

L'Oued Dass : 30 km

Comme toutes les régions du littoral algérien, la wilaya de Béjaïa bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes avec une température de 15 °C en moyenne. La période estivale, rafraîchie par les vents marins, présente une température moyenne de 25 °C environ.

Sur les hauteurs, le climat est beaucoup plus rude, avec parfois des températures négatives et une neige abondante l'hiver et des étés chauds, dans la vallée de la Soummam, couloir de passage du sirocco, la pluviométrie est de l'ordre de 1 200 mm/an. Elle est parmi les régions les plus arrosées d'Algérie (<https://fr.m.wikipedia.org>) la wilaya dispose d'une superficie agricole utile 848 has dont 6599 irrigués. La fertilité des sols confère au secteur de l'agriculture des aptitudes à une exploitation intensive dans le domaine du maraîchage, des agrumes, des fourrages et des élevages bovins laitiers et avicoles.

La superficie forestière totalise 122.500 ha, 38% de la superficie totale de la wilaya et la façade maritime de la wilaya offre de réelles possibilités pour la production halieutique. Elle s'élève à près de 426 hm<sup>3</sup> ressources hydriques dont 212 hm<sup>3</sup> sont effectivement mobilisées et concernent surtout les eaux superficielles du barrage de Kherrata.

En plus de l'existence de 22 exploitations minières, le territoire recèle des gisements de substances minérales, métalliques et non métalliques importantes. Bejaïa dispose d'un tissu industriel significatif où presque toutes les branches sont présentes avec une prédominance des activités manufacturières et de transformation qui compte plus de

220 unités en activités. Elle contient 03 zones d'une superficie de 203 ha de zones industrielles et 07 zones d'une superficie de 129 de zones d'activités **.(https://dcwbejaia.dz/index.php/wil06)**

L'Algérie à l'instar des pays Magrébins a accordé très peu d'intérêt aux débris plastiques sur ses côtes, la wilaya de Bejaia elle n'est pas à l'abri des agressions anthropiques (activités touristiques, portuaires, agricoles...etc.) qui chaque année reçoit des quantités énormes de déchet de toutes sortes marquée par une dominance du plastique dégradant ainsi l'image panoramique de nos belles plages.

C'est dans cette perspective que nous nous sommes proposées de faire une contribution à l'évaluation des déchets côtier de la baie de Bejaia

L'objectif principal est de montrer l'état actuel Et de contribuer à la connaissance sur l'existence et la répartition spatiale de pollution par le plastique dans la baie de Bejaia. Notre travail est structuré en différentes parties, que l'on peut énumérer comme suit :

Dans le premier chapitre, nous traiterons de façon synthétique les généralités existantes sur le sujet, dans le deuxième chapitre nous aborderons le matériel et méthodes d'analyse utilisées .le chapitre trois traitera les résultats obtenus avec leurs interprétations. Ensuite viendra la conclusion générale, avec quelques recommandations pratiques issues des résultats de l'étude.

## CHAPITRE I

# **GENERALITES**

## Chapitre I

### I- Généralités sur les déchets :

#### I-1-Définitions Déchets :

Selon la loi N° 01-19 du 12 décembre 2001, parue dans le journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire définit le déchet comme résidu du processus de production, de transformation ou 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, **(JORADP, 2001)**.

Les déchets en milieux aquatiques continentaux et marins peuvent se définir comme tout matériau ou objet fabriqué et utilisé au profit de l'humanité qui est directement ou indirectement, volontairement ou involontairement jeté ou abandonné dans les milieux aquatiques. Il est considéré que les déchets flottants, échoués ou immergés sont des déchets solides et visibles à l'œil nu **(Accord RAMOGE)**.

Les déchets marins sont définis par le programme des Nations Unies pour l'Environnement **(UNEP, 2011)** comme des matériaux solides, manufacturés ou transformés, jetés ou abandonnés dans l'environnement marin

#### I-2-Classification des déchets :

Une classification des déchets marins par la taille est proposée par la communauté scientifique (Ryan et al.2009 ; Thompson et al.2009). Il s'agit de méga-déchets si leur taille est supérieure à 100 mm de diamètre, de macro-déchets si elle est supérieure à 20 mm de diamètre, de méso déchets si la taille est comprise entre 5 et 20 mm et enfin de micro-déchets si elle est inférieure à 5 mm. Selon Leroy (1997), on distingue :

- ❖ Les déchets urbains.
- ❖ Les déchets des entreprises (appelés aussi déchets industriels).
- ❖ Les déchets hospitaliers.
- ❖ Les déchets agricoles.

- ❖ Les déchets particuliers en quantité limitée, désignés actuellement sous les noms de DSM (déchets spéciaux des ménages), DTQL (déchets toxique en quantités limitées).

### **I-3-Généralités sur les déchets plastiques :**

#### **I-3-1-Définition du plastique :**

Aujourd'hui le plastique s'est imposé comme un matériau dominant dans plusieurs secteurs manufacturiers, que ce soit pour la production d'emballages, de textiles, de jouets, d'articles de sports, d'appareils électroménagers et électroniques, ou l'agriculture. Les Plastiques sont aussi communément employés dans l'industrie des transports, de la Construction (Plastics Europe, 2015).

Les plastiques sont définis comme des polymères non-métalliques fabriqués par l'homme, de poids moléculaire élevé, constitués de répétition de macromolécules obtenues par la polymérisation de monomères extraits du pétrole ou du gaz. Pour leur donner les caractéristiques qui répondent aux besoins quotidiens, on y ajoute des éléments (chlore, azote, etc.) sous forme d'additifs ou adjuvants. (Bowmer et Kershaw, 2010).

#### **I-3-2-Caractéristiques des matières plastiques :**

##### **I-3-2-1-Caractéristiques physiques :**

Les caractéristiques physiques de la plupart des plastiques, présentent une haute résistance au vieillissement et une biodégradation minimale (Moore, 2008). En effet, ils se fragilisent très lentement en se fragmentant en de petites particules (microplastiques). Ils sont omniprésents et leur persistance amène à leur accumulation dans l'environnement.

##### **I-3-2-2-Caractéristiques chimiques :**

Les matières plastiques sont constituées d'enchaînements de séquences identiques (Ou 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 { l'air (Gordon, 2006).

Deux groupes de matière plastiques sont distingués :

Les thermoplastiques : peut-être à plusieurs reprises ramolli et durci par refroidissement, ce qui signifie qu'il peut être réutilisé à plusieurs reprises.

Les thermodurcissables : soit les plastiques thermodurcissables, durcissent de façon permanente après avoir été chauffés, une fois fabriqués, ils sont indéformables sous l'effet de la chaleur ; ainsi en raison de leur point de fusion élevé, ils sont utilisés principalement pour résister à des grandes chaleurs (NOWPAP, 2007).

### **I-3-3-Origine des déchets du plastique :**

#### **I-3-3-1- Origine tellurique :**

Il est estimé qu'environ 80% des débris plastique marins sont d'origine terrestre. On peut classer ces sources en quatre grands groupes :

Les déchets provenant du tourisme sur les côtes : Déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers, les bouteilles en plastique, les emballages de boissons et emballages alimentaires, mégots, paquets de cigarettes et jeux de plages en plastique, les baigneurs des plages représentent la source primaire des débris plastique retrouvés sur les plages.

Les rejets d'eaux usées : eaux provenant des trop-pleins d'égouts combinés rejetant les eaux usées directement dans la mer ou les rivières en période de forte pluie. Ces eaux usées entraînent avec elles des déchets tels que les ordures abandonnées dans les rues.

Les décharges et dépotoirs sauvages : représentent une source d'apport importante de déchets plastique sur les plages. Les vents et les cours d'eau les transportent pour finir sur les plages (Van Franeker, 1985).

Les rejets d'eaux des stations d'épuration : malgré le traitement des eaux.

#### **I.3.3.2.Origine océanique :**

Les 20% restants de ces déchets plastiques sont d'origine océanique résultants principalement des :

Déchets liés à la pêche : cordages et filets de pêche, nasses et élastiques des boîtes à appâts perdus accidentellement par les bateaux de pêche ou volontairement jetés à l'eau.

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 (Doyle *et al.*, 2011).

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 (Janssen et Claesens, 2011). Ces stations ne peuvent pas empêcher la sortie des miro-plastiques existés.

### **I.3.4. Les principales sources de déchets plastiques :**

Contrairement aux apparences, la pollution plastique en mer ne vient pas que des bateaux, des plages ou des activités touristiques en été. Les déchets en mer aujourd'hui sont à 80 % d'origine terrestre, c'est-à-dire qu'ils proviennent de nos villes et de nos côtes, au travers des canalisations d'eau de pluie, des égouts, des rivières et des fleuves. Sur les rives de la mer Méditerranée, ce chiffre peut grimper à 83 % du total des déchets en mer, vu le nombre de grandes villes qui se développent sans équipements adéquats de gestion et de traitement des déchets.

### **I.3.5. Les déchets plastiques le plus fréquents dans le milieu marin :**

#### **I.3.5.1. Bouteilles de plastique et leurs bouchons :**

On trouve les bouteilles complètes dans les côtes et sur la surface d'eau ; Par contre, on trouve les bouchons beaucoup plus sur la côte.

#### **I.3.5.2. Sacs de plastique jetables :**

Un sac de plastique à usage unique prend une minute pour être produit ; et peut prendre des centaines d'années pour se décomposer.

### **I.3.6. Les différents Mécanismes de transport des déchets plastiques en mer :**

Les déchets sont transportés grâce à trois facteurs principaux : les cours d'eau, le vent et les courants marins :

**I.3.6.1. Les cours d'eaux :** constituent des vecteurs d'apport importants de déchets sur les plages proximales. En effet, les objets abandonnés sur les berges ou jetés dans les cours d'eau sont véhiculés jusqu'à l'embouchure par l'écoulement régulier (André, 2000).

**I.3.6.2. Les courants :** avec le transport général parallèle à la côte et avec la dérive littorale, le déferlement des vagues transportent les déchets sur les plages (Obbard et al, 2006).

**I.3.6.3. Les vents :** est aussi un agent de transport. Les trajectoires des déchets flottants en mer sont essentiellement influencées par les vents (plus que par les courants et l'agitation) (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).

**I.3.6.4. Les sédiments :** L'agrégation des micros plastiques avec la matière organique est considérée comme la principale voie de transport des micros plastiques vers les sédiments d'eau profonde. Les sédiments constitueraient ainsi un réservoir majeur pour les micro plastiques (Law et al., 2010 ; Moret-Ferguson et al., 2010 ; Van Cauwenberghe et al., 2013 ; Cozar et al., 2014).

### **I.3.7. Impact et effet de la pollution plastique sur la vie marine :**

#### **I.3.7.1. Emprisonnement des animaux :**

Le premier effet de cette pollution, le plus direct, est l'emprisonnement des animaux dans les filets dérivants ou les gros débris. C'est une cause de mortalité importante de mammifères marins, de tortues et d'oiseaux (fig. 1) .



Figure 1. Mammifères marins emprisonnés dans des sacs en plastiques. *Source : Google image 2018*

### **I.3.7.2. Ingestion par les organismes marins :**

L'ingestion de grandes pièces en plastique (macro-plastiques) par les organismes marins (Fig 2) , 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 (Gall et Thompson, 2015).

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 (Wright, et *al.*, 2013). Des effets ont pu être mis en évidence chez certains organismes : Une réduction de l'alimentation ou faux sentiment de satiété due à l'accumulation de particules dans des cavités digestives, tel que constaté chez *A. marina* (Wright, et *al.* 2013a).

Une réponse inflammatoire dans les tissus et réduction de la stabilité des membranes des cellules de l'appareil digestif chez *Mytilusedulis* (Von Moos, et *al.*, 2012).

Une diminution de la qualité des gamètes et donc de la reproduction pour certaines espèces tel que chez les huîtres *Crassostrea gigas* (Briand, 2014).



Figure 2. Ingestion du plastique par une tortue marine. *Source : Google image 2018*

### **I.3.7.3. 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.

### **I.3.7.4. 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 (Oceanye, 2013). 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.

### **I.3.7.5. Toxicité :**

Une autre problématique majeure concernant les plastiques dans l'environnement est liée à leurs caractéristiques chimiques. Leurs additifs peuvent être lessivés dans l'environnement ou lors de leur ingestion (même temporaire), constituant une source secondaire de polluants (Barnes, et *al.*, 2009 ; Lithner, et *al.*, 2011). Il peut s'agir notamment de phtalates (Fossi, et *al.*, 2012), de nonyl phénol ou encore de bisphénol A (Hirai, et *al.*, 2011).

D'autres polluants pouvant être adsorbés sont les pesticides, composés organochlorés ou OCP comme la famille des DDT, les hydrocarbonés aromatiques polycycliques ou PAH issus de la combustion du pétrole ou de la fabrication du polystyrène expansé (Rochman, et *al*, 2013).

### **I.3.7.6. 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 (Gregory, 2009).

### **I.3.8. Dégradation des plastiques en milieu marin :**

Plusieurs études se sont attachées à décrire les étapes physiques, chimiques et biologiques intervenant dans la décomposition du plastique (Andrady, 2011) (Fig 3), Il existe quatre mécanismes par lesquels les plastiques se dégradent dans l'environnement :

La photo dégradation, la dégradation thermo-oxydative, la dégradation par hydrolyse et la biodégradation par les micro-organismes (Andrady, 2011).



**Figure 3 :** Dégradation de plastique dans le milieu marin *Source : Google image 2018*

## CHAPITRE II

# **MATERIEL ET METHODE**

## Chapitre II

### II .1.Zones d'étude :

La wilaya côtière de Bejaia (Centre-Est de l'Algérie) s'étale sur une superficie de 3261,26 Km<sup>2</sup>. Elle possède une côte orienté Ouest-Est de plus de 100 Km sur laquelle alternent criques rocheuses et plages de sables fins (ANONYME, 2013).

La wilaya de Bejaïa bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par des hivers doux et humides et des étés secs. Sur l'année, la moyenne des précipitations varie entre 600 à 1100 mm/an. Les vents principaux sont orientés de l'ouest vers le nord-ouest en hiver et du nord-est vers l'est en été. La région dispose d'importantes ressources en eau superficielles drainées par un réseau hydrographique dense dont le plus important cours d'eau est représentée par l'oued Soummam. (ANONYME 2, 2012). La zone côtière de la wilaya de Bejaia et son extension sous-marine correspondent à un plateau continental dont la pente régulière est de l'ordre de 1° environ. Le plateau de la baie de Bejaïa est traversé par un petit canyon de 40 à 100m de hauteur. (ANONYME 2, 2012).

### II .2.Site d'échantillonnage :

Le choix de site d'étude s'est fait en fonction de certains critères pouvant influencer la distribution des déchets sur la cote tels que la disponibilité des zones industrielles, la fréquentation touristique, et la présence d'habitat.

Les plages échantillonnées sont localisées sur la (Figure 4)

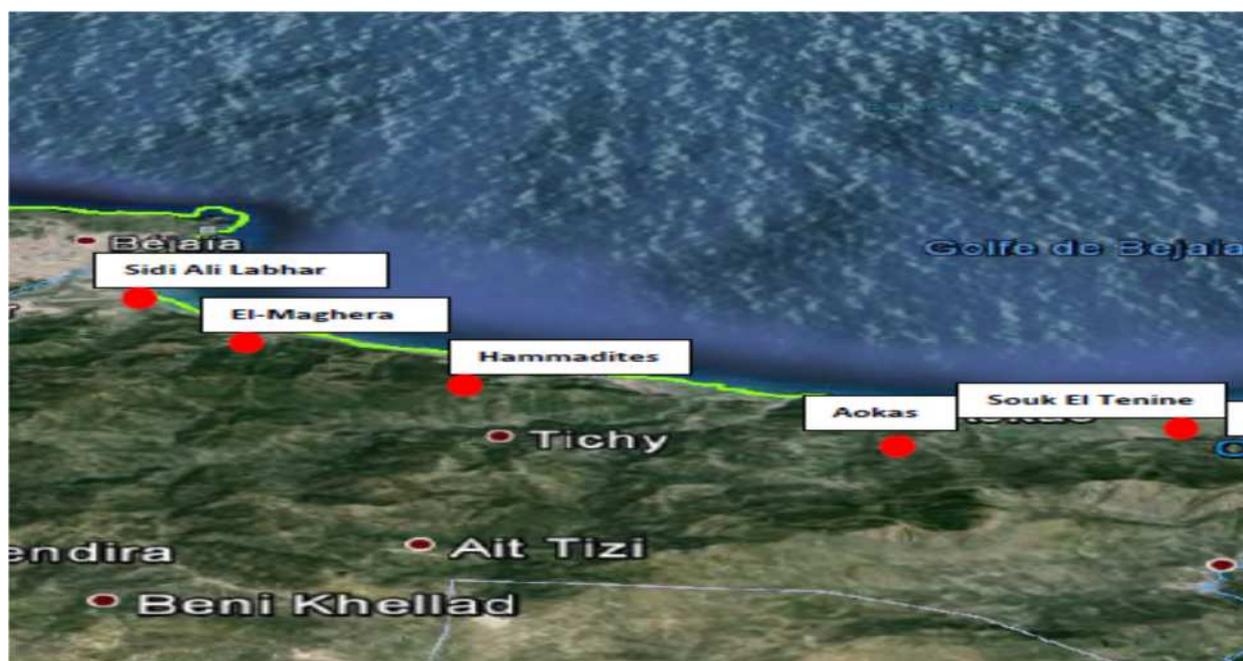


**Figure 4 :** un exemplaire des plages échantillonnées

Ces cinq sites sont les plus représentatifs, à cause de l'énorme présence des déchets de macro-plastiques par rapport aux autres plages de la Wilaya, d'une plage à une autre on note certaines différences (voir tableau n°01).

**Tableau n°01:** Critères de distribution des sites

Plages	Longueur plage	Largeur plage	Cours d'eau	Fréquentation touristique	Zone d'habitation	Zone industrielle
Souk-El-Tenine (//)	900m	80m	/	Oui	Oui	Oui
Aokas centre (Aokas)	700m	40m	Oued Djemaa	Oui	Oui	Oui
Hammadites (Tichy)	900m	70m	/	Oui	Oui	Oui
El-Maghra (Boukhelifa)	1100m	60m	/	Oui	Non	Oui
Sidi-Ali-Labhar (Bejaia)	800m	40m	Oued Soummam	Non	Oui	Oui



**Figure 5 :** Répartition des sites échantillonnés sur la baie de Bejaia (Source : GooleEarth 2004).

### II. 3. Protocole d'échantillonnage :

L'intérêt de notre étude est l'évaluation quantitative et qualitative des macro-plastiques au niveau des plages de la wilaya de Bejaia pour atteindre ce but on a utilisé le système cartographie des déchets plastiques.

Les travaux d'échantillonnage se sont déroulés les jours de mer calme entre Avril et Mai 2022, c'est-à-dire avant le début de la saison estivale et le passage des services de nettoyage des communes. Chaque plage a été échantillonnée suivant la méthode décrite par Costa et al (2009) et de Bravo et al (2009). Ces méthodes permettent de visualiser la répartition spatiale (horizontale et verticale) des débris plastiques. Un premier transect parallèle au trait de côte a été mis en place (Costa et al, 2009). Sa longueur était de 100 m et sa largeur de 1 m. Il a été matérialisé et délimité à l'aide d'un fil et de bâtons. Le deuxième transect perpendiculaire à la côte a été mis en place sur les plages suivant la méthode de Bravo et al (2009). La longueur de ce second transect était dépendante de la largeur des plages échantillonnées, 100m de longueur. La largeur du transect a été fixée à 1 m comme pour le premier transect. Le long de chaque transect, des quadras de 50 cm x 50 cm ont été mis en place de façon systématique tous les 10 m



**Figure 6 :** Quadra 50 cm x 50 mis en place

Le sable contenu dans chaque quadra a été prélevé sur 2 cm de profondeur à l'aide d'une truelle. Le substrat a été tamisé à l'aide d'un tamis à mailles de 1 mm (figure 7).

Le contenu de chaque quadra composé des particules retenues par le tamis est versé dans des sachets étiquetés et couverts jusqu'au tri au laboratoire.



**Figure 7:** Substrat récolté après tamisage.

#### **II. 4. Analyses au laboratoire :**

Au laboratoire, les échantillons ont été déposés sur des réceptacles à surface plane (Fig 8).

Les débris organiques et non plastiques ont été retirés. Le reste a été trié selon 4 catégories (Fig 9) : plastiques durs, plastiques mous, les pellets, les films. Les plastiques durs représentent les plastiques cassables, les mous représentent les plastiques tordables, et les autres catégories sont facilement reconnaissables.



**Figure 8 :** Opération de tri et de dénombrement



**Figure 9:** Catégories de plastiques triés

Les particules ainsi triés ont été comptés à l'œil nu puis pesés par catégorie et par transect (fig10).



**Figure 10.** Pesée de chaque catégorie

## II. 5. Traitement de données :

Après le tri et la quantification des déchets récoltés sur chaque plage, Des traitements statistiques ont été réalisés afin de comprendre la distribution des débris sur la baie de Bejaia. Des tests de normalité et d'égalité des variances ont d'abord été effectués pour déterminer les types de tests statistiques à utiliser (test paramétrique non paramétrique). Étant donné que les données récoltées ne suivaient pas une loi normale, le recours aux tests non-paramétrique a été nécessaire. Ainsi les tests suivants ont été utilisés :

- Test de Mood (Tableau n°03) : il a servi à déterminer la distribution spatiale axiale (parallèle versus perpendiculaire) des débris plastique au niveau de chaque plage (Figure 11 et Figure 12). Puis dans le but de déterminer la repartions des différentes catégories de plastiques.
- Test de Kruskal-Wallis : il a servi à déterminer la distribution des débris plastique sur la Baie de Bejaia, c'est-à-dire en fonction des sites étudiés. Afin de donner une interprétation à ce test et déterminer l'ordre de répartition des débris sur la côte, nous avons calculé les moyennes des nombres (Figure n°14) puis des poids (Figure n°15) des débris pour chaque site étudié que nous avons présenté sous forme de graphique (Histogramme).

## CHAPITRE III

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

**Chapitre III :****III. 1. RESULTATS****III. 1. 1. Distribution spatiale des débris plastique en fonction des plages**

Durant cette étude nous avons eu avoir une indication sur les quantités des déchets présent dans la baie de Bejaïa au niveau de chaque plage étudié et elle est très variable. Cette variabilité est fonction des sites étudiés ; des échantillons (Ech) prélevés et des transects parallèle (Para) et perpendiculaire (Perp) (Tableau n°02) utilisés. Comme exemple, le nombre maximum de débris est enregistré au niveau du site tichy avec plus de 218 débris enregistrés dans l'échantillon (Ech) 2 du transect

Parallèle (Para) et un minimum de 08 débris dans l'échantillon 04 du transect parallèle, ce qui dénote de la grande variabilité intra-site. Afin de comparer la répartition des débris plastique entre le transect perpendiculaire et parallèle, le teste de Mood a été réalisé. Les résultats (tableau n°03) Révèle que la distribution spatiale au niveau des sites de Souk-El-Tenine, Aoukas, Tichy, El-Maghera, Sidi-Alil'Abhar, présente une irrégularité de répartition des débris. Alors que les moyennes de ces deux axes parallèles et perpendiculaires montrent une forte concentration particulièrement au niveau du site tichy ou une différence remarquable a été relevée (Figure n°11 et Figure n°12), D'après les graphes, le site le plus pollué est la plage de tichy, le même cas pour le poids et la taille qui donnent la même distribution

	Ech 01		Ech 02		Ech 03		Ech 04		Ech 05		Ech 06		Ech 07		Ech 08		Ech 09		Ech 10	
	Para	perp																		
<b>Souk-el-thenin</b>	13	14	18	46	12	49	10	05	08	00	01	00	02	00	03	00	05	00	01	00
<b>Aoukas</b>	07	09	09	16	15	25	05	12	08	08	13	23	06	07	10	15	49	24	17	13
<b>Tichy</b>	34	47	218	54	147	42	08	18	13	09	24	24	27	12	60	42	47	24	37	24
<b>El-maghera</b>	08	08	06	10	04	04	10	06	04	05	12	07	02	05	06	05	13	13	11	16
<b>Sidi-ali-lebhar</b>	10	30	08	04	06	05	22	12	04	06	16	12	12	13	07	03	23	15	04	08

Tableau 2: **Distribution du nombre de débris plastique sur la baie de Bejaïa .**

Tableau 3: MOOD test

Sites	parallèles		perpendiculaire	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Souk-el-thenine	7,3	5,85	11,4	19,54
Aokas	13,9	12,94	15,2	6,73
Tichy	61,5	67,64	29,6	15,52
El-maghera	7,6	3,78	7,9	3,956
Sidi-ali-lebhar	11,2	6,99	10,8	7,927

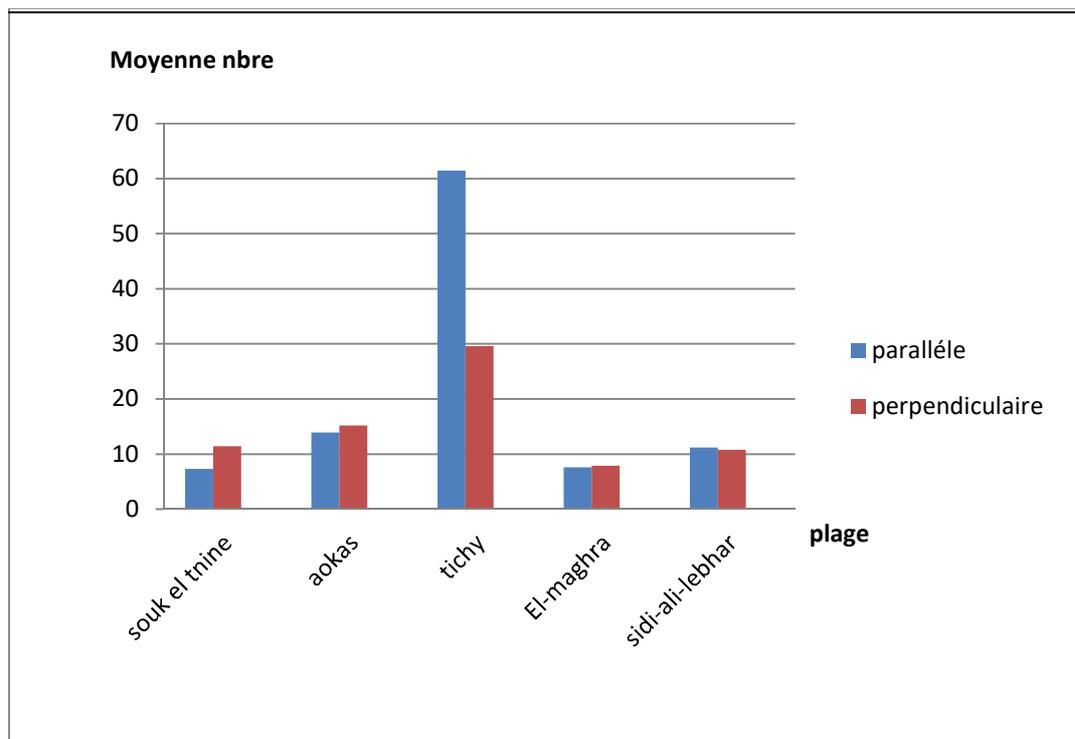


Figure n°11: Distribution de la moyenne de nombre de débris en fonction des transects

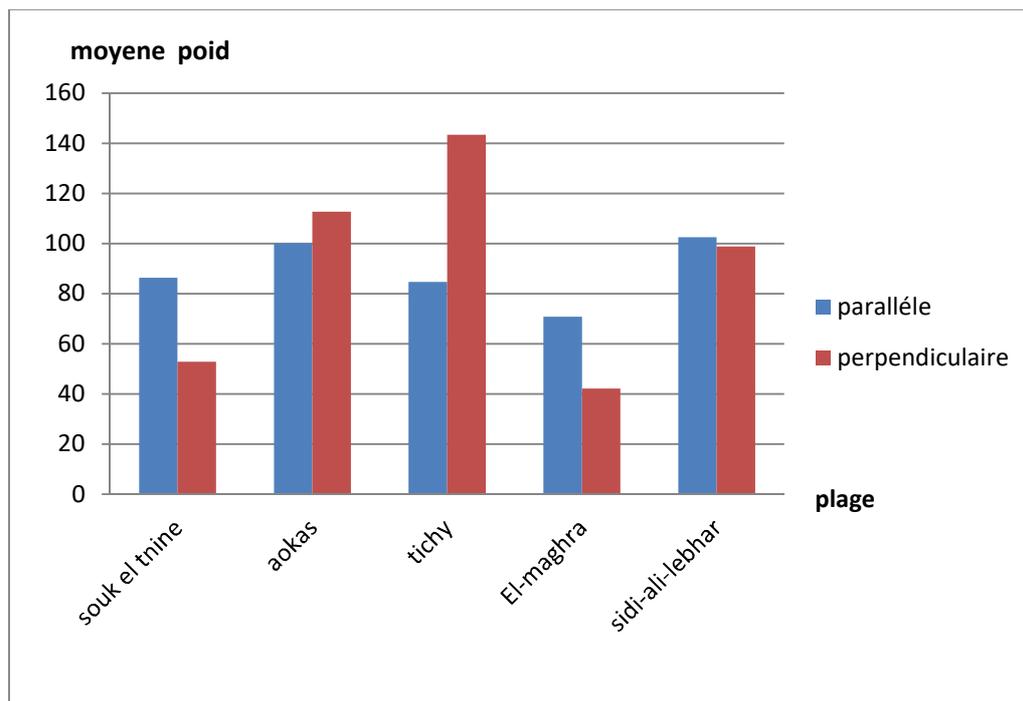


Figure n°12: **Distribution de la moyenne de poids de débris en fonction des transects**

### III. 1. 1. 1. Distribution des débris plastiques par catégories :

Selon La distribution des débris plastique par catégorie (Tableau n°04) nous avons constaté la présence d'une distribution inégale, étudiées sur les différents sites, nous remarquons l'absence respective des pellets et des filaments sur certaines plages,

La répartition des différents débris plastique par plage en nombre est très variée ,Nous observons un nombre élevé des débris plastiques durs (G1) pour les plages Souk-El-Tenine ,Tichy, aokas , et la dominances des plastiques mous (G2) pour les sites comme Sidi-ali-lebhar et tichy .Les pellets (G3) sont uniquement dominants au Tichy, Tichy se trouvant à l'intersection des 3 catégories dominante (G1, G2, G3) . Les films sont dominants à Aokas , Souk-El-Tenine, Sidi-ali-labhar ,et pour la classifications des catégories par poids en remarque que Tichy, Aokas , Sidi-Ali-Labhar marque une valeur importante pour la catégorie des plastique durs (G1),et Sidi-Ali-Lebhar ,Tichy pour les plastiques mous (G2) ,et Tichy pour la catégorie des pellets (G3) .

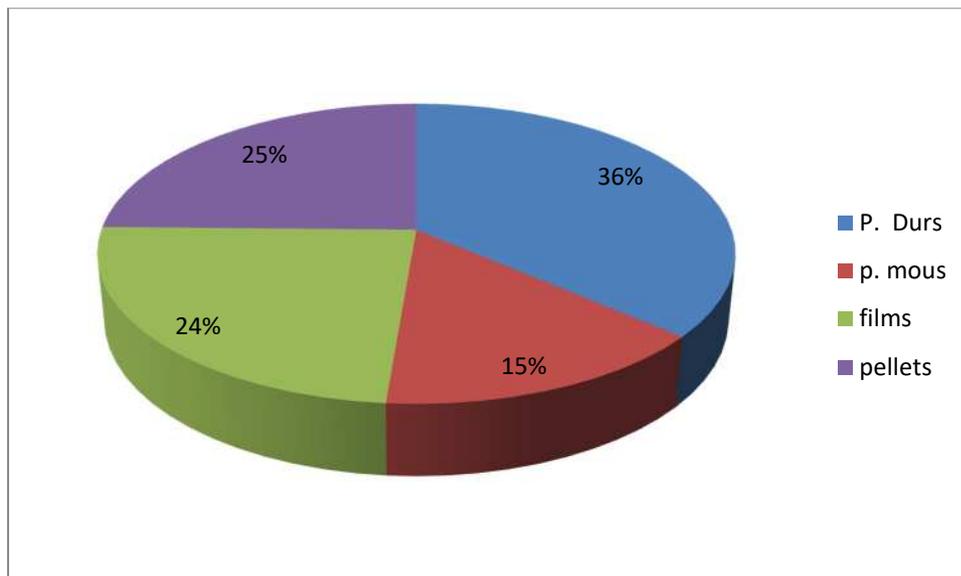
D'après de la comparaison de la moyenne des nombres avec la moyenne des poids mesurés

Pour chaque plage ,nous remarquons que le poids et le nombre apprend la même distribution:

Dans notre site d'étude, Une dominance avérée des plastiques durs qui forment la plus grande partie parmi les éléments collectés (plus de 36%) ,des pellets (25%)et des films (24%) sur tous les sites échantillonnés ,Le reste présente le (15%)de la catégorie de plastique mous (Figure n°13).

**Tableau 4 : Distribution des Moyennes des poids et des nombres des catégories de débris en fonction des plages**

	Plastiques durs		Plastiques mous		pellets		Films	
	Nb	Poids (g)	Nb	poids (g)	Nb	poids (g)	Nb	Poids (g)
Souk-el-thenin	7	20,409	4,4	83,365	00	00	8,1	35,167
Aokas	8,9	62,011	4,9	68,377	00	00	15,3	80,2
Tichy	37	82,649	5,4	129,208	43,7	1,159	5,4	15,066
El-maghera	4,9	14,582	4	58,826	00	00	6,6	39,533
Sidi-ali-lebhar	6,6	40,275	7,7	132,834	00	00	7,1	28,16

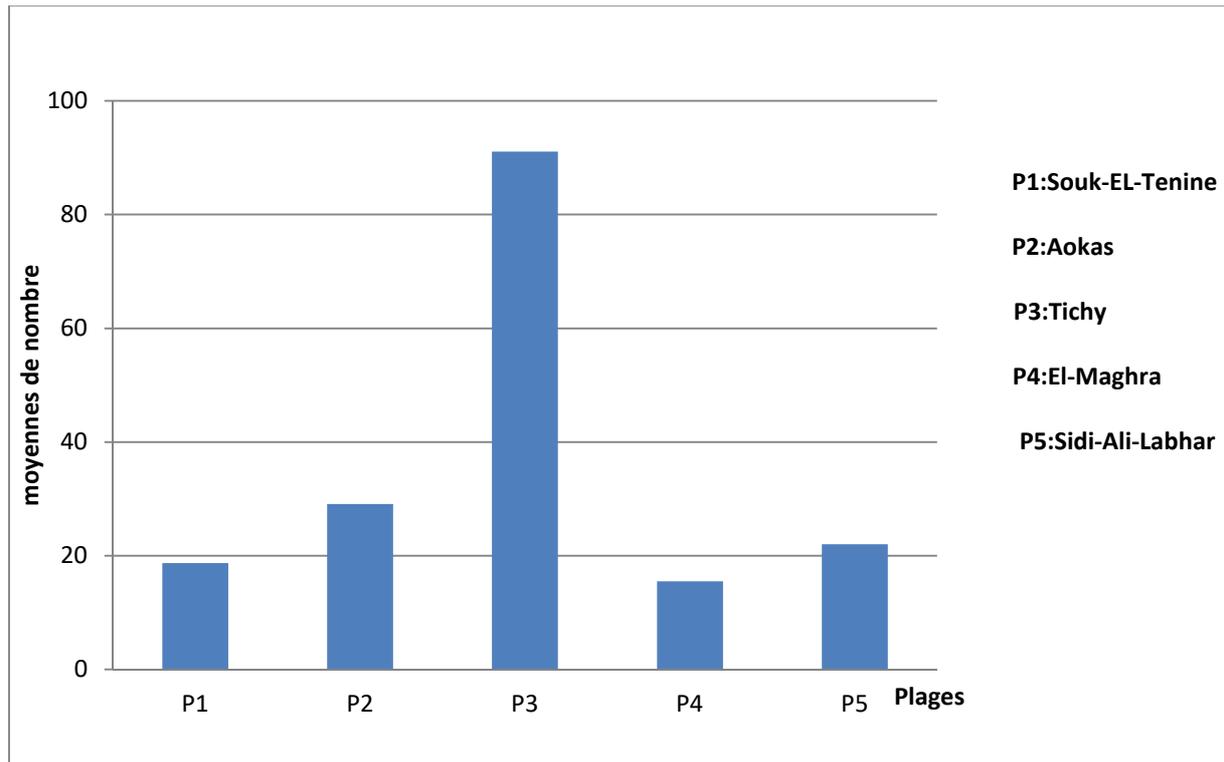


**Figure n°13 : pourcentage de la moyenne de nombre des Catégories de débris plastiques dominants.**

### **III. 1. 2. Comparaison de la distribution des débris sur la baies de Bejaia :**

Dans le but d'évaluer le site une comparaison a été réalisée (Tab. 4). Les figures 14 et 15 suivant montrent les résultats obtenus des sites étudiés, Selon Les résultats du Kruskal-Wallis, On remarque que la répartition de la quantité des débris plastiques est très irrégulier de coté côtière de la baies de Bejaia.

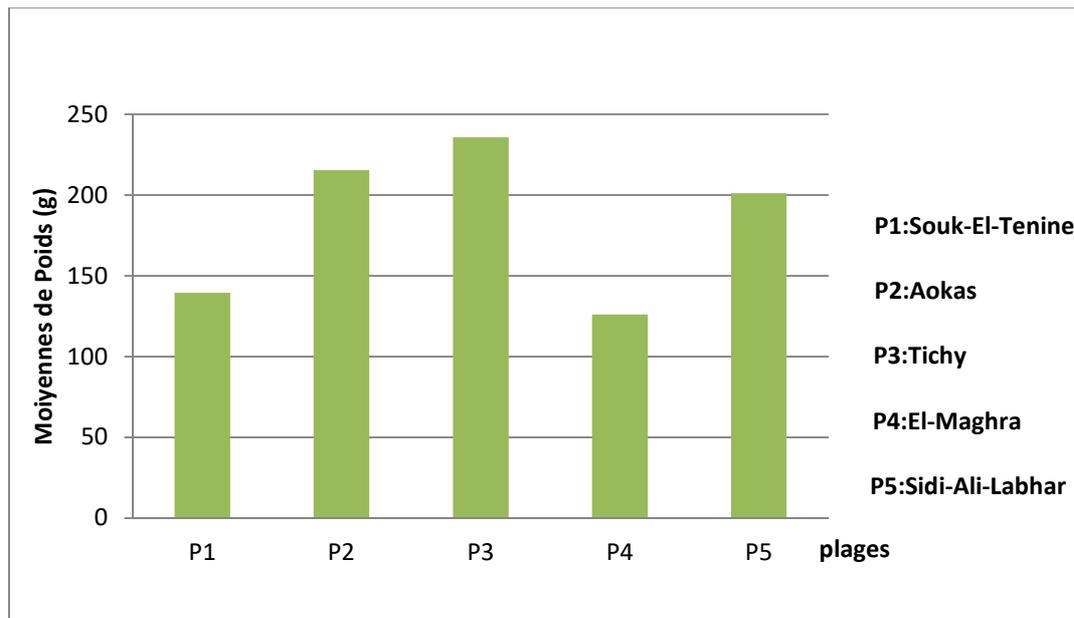
La plage de Tichy montre un nombre élevés avec une moyenne de 91,1 suivi d'Aokas avec une moyenne de 29,1, les plages de Sidi-Ali-Labhar, Souk-El-Tenine et El-Maghera possèdent des moyennes relativement proches varie entre 15.5et 22. (Figure n°14



**Figure n°14 : Distribution du nombre de débris plastiques en fonction des plages.**

Après la réalisation de même traitement pour comparer les poids des débris entre les plages.

Celui-ci montre des variations considérables avec un maximum observé au niveau de la plage Tichy suivi par Aokas et Sidi-Ali-l'Abhar. On observe une autre tendance regroupant les sites de Souk-El-Tenine et El-Maghra, les moyennes varient de 126 g à 139g. (Figure n°15).



**Figure 15: Distribution poids des débris plastiques en fonction des plages.**

## III.2. DISCUSSION :

Notre étude menée pour évaluer la pollution plastique des plages de Bejaia, révèle une distribution très hétérogène des débris plastiques sur l'ensemble de la côte. Des différences significatives sont ainsi observées au sein d'une même plage (intra-site), entre plages (intersites).

### III.2.1. Répartition spatiale intra-site :

Un transect perpendiculaire et un autre parallèle ont été mis en place dans le but de déterminer la distribution spatiale des débris plastique au sein d'une même plage en ce qui concerne le site de souk el- thenin des comparaisons ont été réalisées et elles n'ont montre aucune différence significative entre les deux types de transect, ou nous observons une accumulation assez importante même très élevée de débris plastiques a l'échelle du transect parallèle cependant les moyennes observées pour les deux types de transect est inégale dans la distribution des fragments vu que le test des médianes ne prend pas en charge la largeur variable des sites influençant le nombre et la variable d'échantillons prélevés .

En effet les moyennes observées révèlent une différence dans la répartition axiale des débris plastiques intra sites avec un taux très élevé de débris plastique dans l'axe perpendiculaire.

Les différences de répartition pourraient résulter soit des activités des estivants se concentrant le plus souvent dans la partie supérieure des plages (origine terrestre des déchets) (Bravo, 2009), Le transport de ces derniers est donc conditionné par

L'intensité des vents et de la houle (Henry, 2010).

### **III.2. 2. Répartition des débris plastiques sur la baie de Bejaia :**

L'étude a montré que la répartition des débris plastique est hétérogène sur le long de baie de Bejaia. Un taux élevé des débris plastique est enregistrée au niveau de la plage de Tichy avec une moyenne de 61.5 de débris plastique ; et cela est dû à l'importance des activités touristique que connaît cette région. En effet la commune de Tichy, station balnéaire de la côte Est renferme la plus grande concentration d'hôtels sur le territoire de Bejaia. Avec les ¾des hôtels de la wilaya implantés à tout juste quelques mètres du rivage, cette commune possède une forte activité touristique (Anonyme 1, 2013). Le tourisme peut effectivement constituer une source importante de pollution sur les plages (Galgani et al., 1996). La forte concentration de la population pourrait également expliquer l'importance de L'accumulation des déchets sur les plages de cette commune (Gregory, 1991). Effectivement ,la commune de Tichy dont le chef lieu est en contact direct avec le rivage concentre plus de 16 958 habitant (Anonyme 2, 2012), concentration la plus importante des communes bordant la côte, caractéristiques pouvant fortement influencé la pollution du littoral (Gregory 1991 ;Barragán 2005). Un nombre important de débris a été également révélé au niveau d'El-Maghera, Sidi-Ali- l'Abhar, Souk-El-Tenine et Melbou avec cependant quatre fois moins de déchets enregistrés comparativement a Tichy. Cette différence de concentration est du a l'absence d'hôtels implantés dans ces communes malgré une fréquentation touristique importante, mais aussi à la taille des communes avec des populations moins importantes variant de 8 986 pour Boukhilfa (El- Maghera) à 14 393 pour Souk-El Tenine. Cependant le site de Sidi-Ali l'Abhar fait exception, puisque ce dernier n'est

pas concerné par les activités touristiques, pourtant une concentration non négligeable de débris à été recensée. Cela serait dû à la proximité de la ville de Bejaia mais aussi à sa proximité de l'embouchure de l'oued Soummam Même si Les Cours d'eau jouent un grand rôle dans le transport des déchets (André, 2000), les études concernant la pollution par ce facteur montrent un effet mineur de ces derniers sur les côtes ,du fait d'un transport plus important des débris plastiques vers le large des cotes (Millot et al,1994). On distingue que ce dernier pourrait jouer un rôle important pour la plage de Sidi-Ali-Labhar situé à 1 km de l'embouchure de l'Oued Soummam.

Les ports étant considérés comme de grands générateurs de déchets (Claessens et Jaessens, 2011) c'est le cas du port de Bejaia qui est situé à moins de 3km de la plage.

Ces trois influences combinées à la géomorphologie du site formant le creux du golf de Bejaia constitueraient des paramètres Susceptibles d'influencer la distribution des déchets en particulier les débris plastiques dont les caractéristiques lui confèrent une légèreté qui facilite leur déplacement, soit par les vents ou bien par les courants marin (Eriksson et al., 2013).

### **III. 2. 3. Distribution des catégories de débris plastiques :**

En somme cette hétérogénéité de la répartition des particules des débris plastiques étudiées sur les différents sites ne peut être expliquer que par l'influence des différents facteurs sur leurs dispersions, L'analyse de la distribution montre que les quantités du plastique dure récolté sont hautement significatives entre les plages, avec une dominance pour la plage de Aokas qui marque une forte présence des particules de plastique dure , Ceci adjoint à ce que rejette la mer et aux activités touristiques, La tendance est confirmée par la quantité relevée au niveau deTichy , dont l'activité touristique a beaucoup influencé les résultats. Ainsi que des particules de films qui marque une dominance pour la même plage Aokas, avec une moyenne de (15,3).

Cependant, Les plastiques mous proviennent probablement en grande partie par les activités des usagers des plages ou via les vents, Les résultats obtenus pour ce paramètre marque une forte présence au niveau de la plage de Sidi-Ali-Labhar, et pour les pellets soulignent également une forte présence au niveau de la plage de

Tichy , Leur origine exacte reste inconnue, cependant on suppose que la forte activité industrielle que connaît la wilaya de Bejaia, les pellets se retrouvent charriées par les courants jusqu'à sur les plages.

#### **III. 2. 4. Différences enregistrées entre le nombre et le poids des débris :**

Les différences enregistrées Afin de comparer la répartition entre les analyses menée avec le nombre et le poids des débris plastique s'expliquer par les propriétés des plastiques qui sont Étroitement liées à leur structure chimique et à leurs adjuvants, ainsi que la différence de densité qui ne donne une certaine influence sur le poids des débris plastiques.

Cette première série de résultats suggère aussi que le poids moyen des particules est plus élevé dans notre étude sachons que l'opération de tri et de dénombrement de ces débris n'a pas pris en compte la dimension des débris, alors que le poids des débris l'a fait, cela suggère que la différence de dimensions des débris combinés par les adjuvants de Ces plastiques a donné des différences se Représentant sur la distribution de ces derniers.

Cela veut dire qu'un biais important peut exister lorsqu'il s'agit du nombre lié à des difficultés de fragmentation du plastique.

## CONCLUSION

Notre étude a essentiellement porté sur l'existence et la répartition spatiale de la pollution plastique des côtes de la wilaya de Bejaia, Les résultats de cette contribution révèlent que la pollution par les débris plastique est présente dans nos plages, avec des différences significatives concernant leurs quantités et leurs distributions ainsi que dans les concentrations enregistrées.

Des variations spatiales intra-site ont été observées au sein des différents compartiments (sable, eau de mer). Il a été testé sur le terrain en vue de vérifier son fonctionnement en conditions réelles. Les prélèvements ainsi que la quantification ont permis de rendre visible et concret la présence des débris plastiques dans nos plages, Nous avons aussi remarqué une distribution hétérogène le long des plages du littoral avec une forte concentration au niveau des Tichy et une très faible concentration au niveau de Al-Maghra , ces fluctuations sont dépendantes de l'augmentation de la population et la forte concentration d'un tourisme en masse sur notre belle cote et leurs rejets du plastique déclencherai la larme du danger sur nos plages et leurs précieuses biodiversité. Mais également touchée économiquement la région, Malgré qu'il ne semble pas aussi nocif sa capacité de provoquer des modifications sur les organismes, le plastique est la bête noire de la planète bleue.

La comparaison entre les cinq sites confirme que la plage de Tichy est la plus polluée par tous les types des catégories des débris plastique, surtout en ce qui concerne la catégorie des plastiques durs et des pellets.

Cette étude a cependant le mérite de démontrer l'urgence de la situation, concernant la pollution des plages de Bejaia. Avec des touristes qui pourrait se détourner de nos plages au profit d'autres destinations. En plus de la quantification, les risques que présentent les débris plastiques sur l'écosystème ainsi que la santé humaine Des campagnes de sensibilisations devraient donc être menées, pour éveiller les consciences citoyennes et améliorer la qualité de vie de nos plages ainsi que notre ville.

### **Recommandations :**

- ❖ Sensibilisation des usagers des plages de ne plus jeter leurs déchets sur place afin de préserver l'environnement côtier.
- ❖ Nettoyer les plages plus souvent non pas une seule fois par an avant la venue de la saison estivale.
- ❖ Implication des autorités locales (APC, Direction de l'Environnement, etc.) quant à la gestion et à la maintenance des plages en installant des poubelles suffisamment grandes pour contenir l'énorme volume de déchets produit quotidiennement, surtout lors de la saison estivale.
- ❖ Pénalisation des rejets et dépôt sollicités de déchets sur nos côtes.
  
- ❖ Écraser les emballages en plastique après utilisation afin de réduire leur volume et éviter qu'ils soient transportés facilement par les vents (risque de dispersion des déchets).

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

**Références bibliographiques :**

**-A-**

**ACCORD RAMOGE** ; lutter contre les macro-déchets en Méditerranée, [www.ramoge.org](http://www.ramoge.org)

**ALLESSIA, E. et al. 2018.** Pollution plastique en Méditerranée. Sortons du piège. WWF Initiative Marine Méditerranéenne Rome, Italie, 28 pp.

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

**ANDRADY, A.L. 2011.** Micro plastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62, 1596-1605.

**ANONYME 1., 2001.** CNRS, INRA, INSERM Gestion des déchets : guide pour les Établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche. 194 p.

**ANONYME, 2013-** Direction du tourisme, rapport des taux d'occupation annuelles des hôtels.

**ANONYME 2, 2012-** Direction de la pêche et des ressources halieutiques, rapport sur la salubrité du port de pêche.

**-B-**

**BARNE D.K.A; GALGANI F; THOMPSON R.C; BALZAS M; 2009-** Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1985-1998

**BARRAGAN J.M; Castro C; AVARADO C; 2005-** Towards integrated coastal zone management in Chile. *Coastal Management*, 33, 1-24.

**BENSMAILL, Salem.** La problématique de la gestion des déchets solides à travers les modes de traitement des déchets ménager et hospitaliers : cas de la commune de Bejaia. 2010. Mémoire de

**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.

**BRIAND, N. 2014.** Des Continents plastiques dans les océans Mobiscience.

magistère, université de Bejaia. Disponible sur :< <http://www.univ-bejaia.dz/dspace/bitstream/handle/123456789/7218/> (Consulté le 14/03/2019).

**BRAVO M; GUILLERMO L-J; NUNEZ P; VASQUZ N; THEIL M; 2009-** Anthropogénic débris on beaches in the SE pacific : result from a national survey supported by volunteers. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1718-1726.

**BUCHANAN, J.B.1971-** pollution by synthetic fibres. *mar.pollut.bull.*2, 23.

**-C-**

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

**COSTA, FAURE F., ALENCASTRO L.F., 2009.** Impact environnemental et devenir des microplastiques dans l'environnement.

**COZAR A ; FIDEL E ; IGNACIO J ; GONZALEZ G ; CARLOS M ; 2014-** Plastic debris in the open ocean .

**-D-**

**DOYLE M; WASTON W; BOWLIN N; SHEAVLY S; 2011-** Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean. *Marine Environmental Research*, 71, 41-52.

**DO SUL, J. A. I., & COSTA, M. F., 2014.** The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental pollution*, 185, 352-364.

**-E-**

**ERIKSSON C ; BURTON H ; FITCH S; SCHULZ M; HOFF G.V.D; 2013-** Daily accumulation rate of marine debris on sub-antarctic island beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 66, 199-208.

**-F-**

**Fossi, M.C., Urban, J., Casini, S., Maltese, S., Spinsanti, G., Panti, C., Porcelloni, S., Panigada, S., Lauriano, G., Nifio-Torres, C., Rojas-Bracho, L., Jimenez, B., Mufioz Arnanz, Marsili, L., 2012.** A multi-trial diagnostic tool in fin whale (*Balaenoptera physalus*) skin biopsies of the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea) and the Gulf of California (Mexico). *Mar. Environ. Res.* 69(1), S17—S20

**-G-**

**GAETANO L.**, 2014. Évaluation des déchets marins en méditerranées. p : 45.

**GALGANI F., BARNES DK, THOMPSON R.C., ET BARLAZ M.**, 2000. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 364(1526)

**GALL, S.C. et THOMPSON, R.C. 2015.**The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*. Elsevier, Vol. 92.

**GALGANI F; SOUPLET A; CADIOU Y; 1996-** Accumulation of debris on the deep sea floor of the French Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 142, 225-234.

**GORDON, D.M. 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.

**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.

**GREGORY M.R; 1991-** The hazards of persistent marine pollution: drift plastics and conservation islands. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 21, 83–100.

**-H-**

**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.

**HIRAI. H ; MASULA ; IKAWA .S-(2011).**organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 62.

**-I-**

**IOAKEIMIDIS.C ; ZERI.C; KABRI.H; GALACHI.M; GALGANI .E ; PAPTAEODOROU.G-2014** une étude comparative des déchets marins sur le fond marin des zones côtières de la méditerranée Orientale et de la mer noire

**-J-**

**JANSSEN, C. R. & CLAESSENS, M., MEESTER, S. D., LANDUYT, L. V., CLERCK, K. D.(2011).** Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Mar. Pollut.* Vol. 62

**JORADP. 2001.** Loi N 01-19 du 12/12/2001 relative : la gestion au contrôle et a l'élimination des déchets

**-L-**

**LAW K.L., MORET-FERGUSON S., MAXIMENKO N.A., PROSKUROWSKI G., PEACOCK E.E., HAFNER J., REDDY C.M., 2010.** Plastic Accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Science.* 329, 1185-1188.

**LEROY. JB., 1997.** Les déchets et leurs traitement : les déchets solides industriels et ménagers. Edition : Presse Universitaires de France, Paris, 3<sup>ème</sup> édit. 127 p.

**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.

**-M-**

**MILLOT, C ; TAUPIER-LETAGE L; LEBORGNE P; LOPEZ-GARGIA M. J. et Wald L ;1994-** Dynamical Oceanography studies from infrared remote sensing in the western Mediterranean Sea. *Mer Institut Oceanologie.* 18, 1-11.

**MOORE, CHARLES. 2008.** Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *s.l.: environmental research*, Vo l. 108.

**MORET-FERGUSON S., LAW K.L., PROSKUROWSKI, G., MURPHY E.K., PEACOCK E.E., REDDY C.M., 2010.** The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 1873–1878. doi : 10.1016/j.marpolbul.2010.07.020

**\_N\_**

**NOWPAP.2007.** Twelfth Intergovernmental Meeting of the Northwest Pacific Action Plan.

**-O-**

**OBBARD, J. P. et Ng, K. L. (2006).**Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment. *Mar. Pollut. Vol. 52.*

**OCEANEYE. (2013).** Le fléau plastique de la mer Méditerranée. le magazine nautique suisse.

**-P-**

**PLASTICS EUROPE, 2013.** Plastics – the Facts 2013. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data. 15-18.

**-R-**

**ROCHMAN, C.M, et al. 2013.**long-term field measure organic contaminants in five types of plastic pellets: implications for plastic marine debris a .*Environmental Science technology, Vol. 47.*

**RYAN P.G., MOORE C.J., VAN FRANEKER J.A., C.L. MOLONEY, 2009.**Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment.*Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences. 364, 1999-2012.*

**-S-**

**STRAVINSKAITE, A ET GOANZELEZ, J.** Impact de la production des déchets sur l'environnement. 2012. Disponible sur : <https://owl-ge.ch/travaux-d-eleves/article/impact-de-la-production-des-dechets-sur-l-environnement>, (Consulté le 15/03/2019).

**-T-**

**THOMPSON R.C., OLSEN Y., MITCHELL R.P., DAVIS A., ROWLAND S.J., JOHN, A.W., MCGONIGLE D., RUSSELL A.E., 2009.** Lost at sea: Where is all the plastic? *Science 304, 838–838.*

- U -

**UNEP; 2011-** Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities, p16.

-V-

**VAN CAUWENBERGHE L., VANREUSEL A., MEES, J., JANSSEN C.R., 2013 .** Microplastic pollution in deepseasediments. Environ. Pollut. 182, 495–499. DOI : 10.1016/j.envpol.2013.08.013

**VAN FRANEKER J.A; 1985-** Plastic ingestion in the North Atlantic fulmar. *Marine Pollution Bulletin*, 16, 367-369

**VON MOOS, N. BURKHARDT-HOLM, P. et KÖHLER, A. 2012.** Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the Blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environnement Science technology*, Vol. 46.

- W -

**WRIGHT, S L, ET AL. 2013.** Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology*, Vol. 23.

**Site internet :**

[www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org)

<https://fr.m.wikipedia.org>

<http://www.atlas.d-waste.com>

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

## Résumé :

La pollution plastique pose un vrai problème en Algérie, cause de l'ignorance totale de ses effets et du manque d'organismes spécialisés en recyclage. C'est le cas de toutes les côtes algériennes et même les côtes de Bejaia comme le montre cette étude.

Aujourd'hui, la pollution menace le milieu marin. La plupart des déchets plastiques de diverses catégories sont rejetés dans les mers et les océans engendrant la pollution des côtes et des mers.

Le but de ce travail est de contribuer à la connaissance des caractéristiques qualitatives et quantitatives des différents types de déchets plastiques, la Différences enregistrées entre le nombre et le poids des débris et leur répartition spatiale et les facteurs influents sur ce phénomène tout le long de la cote de Bejaia.

L'échantillonnage, le tri et le comptage des déchets plastiques collectés sur le site de prélèvement révèle une pollution avec la présence de 04 types de déchets plastiques, le plastique dur est plus abondant suivi par les films, La comparaison entre les cinq sites confirme que la plage de tichy est la plus polluée par débris plastique.

**Mots clés :** pollution, déchets plastiques, débris plastique, plage de Bejaia .

## Abstract:

Plastic pollution is a real problem in Algeria, due to total ignorance of its effects and the lack of organizations specializing in recycling. This is the case for all the Algerian coasts and even the coasts of Bejaia as this study shows.

Today, pollution threatens the marine environment. Most plastic waste of various categories is discharged into the seas and oceans causing pollution of coasts and seas.

The purpose of this work is to contribute to the knowledge of the qualitative and quantitative characteristics of the different types of plastic waste, the differences recorded between the number and weight of debris and their spatial distribution and the factors influencing this phenomenon throughout the process coast of Bejaia.

The sampling, sorting and counting of plastic waste collected on the sampling site reveals pollution with the presence of 04 types of plastic waste, hard plastic is more abundant followed by films, The comparison between the five sites confirms that tichy beach is the most polluted by plastic debris.

**Keywords:** pollution, plastic waste, plastic debris, Bejaia beach.

## الملخص

يشكل التلوث البلاستيكي مشكلة حقيقية في الجزائر ، بسبب الجهل التام بآثاره وعدم وجود منظمات متخصصة في إعادة التدوير. هذا هو الحال بالنسبة لجميع السواحل الجزائرية وحتى سواحل بجاية كما تظهر هذه الدراسة. اليوم ، يهدد التلوث البيئة البحرية. يتم تصريف معظم النفايات البلاستيكية بمختلف فئاتها في البحار والمحيطات مما يتسبب في تلوث السواحل والبحار.

الغرض من هذا العمل هو المساهمة في معرفة الخصائص النوعية والكمية للأنواع المختلفة من النفايات البلاستيكية ، والاختلافات المسجلة بين عدد ووزن الحطام وتوزيعها المكاني والعوامل التي تؤثر على هذه الظاهرة في جميع أنحاء ساحل العملية بجاية.

يكشف أخذ العينات وفرزها وعدّها من النفايات البلاستيكية التي تم جمعها في موقع أخذ العينات عن التلوث بوجود 04 نوعًا من النفايات البلاستيكية ، والبلاستيك الصلب أكثر وفرة تليها الأفلام ، وتؤكد المقارنة بين المواقع الخمسة أن شاطئ تيشي هو الأكثر تلوثًا من خلال حطام بلاستيك.

**الكلمات المفتاحية:** تلوث ، نفايات بلاستيك ، حطام بلاستيك ، شاطئ بجاية.