

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Bejaïa**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des sciences biologiques de l'environnement**  
**Spécialité Toxicologie industrielle et environnemental**



**Réf : .....**

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

**MASTER**

***Thème***

**Contribution au monitoring des débris  
marins au niveau du golfe de Bejaia**

Présenté par :

**Mr. Agsous Abdeslem & Mr. Kennai Oussama**

Soutenu le : .....

Devant le jury composé de :

Mr. DAHAMANA Abdelhak	Président	MAA
Mme. MANKOU. N	Promoteur	MAA
Mr. BENHAMICHE Nadir	Examinateur	MCA

**Année universitaire : 2020 / 2021**

# Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à nos chers parents pour leurs sacrifices, leurs soutiens, leurs tendresses, leur amour et leurs prières tout au long de nos études.

A nos ami (es), collègues et cousins pour leurs encouragements permanents, leur motivation et leur soutien moral.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux et le fruit de votre soutien incontestable.

Merci d'être présents dans nos vies.

# Remerciements

On tient à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage et qui nous ont aidés lors de la rédaction de ce mémoire.

On voudrait dans un premier temps remercier, notre promotrice madame Mankou, professeur à l'université de Bejaia, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

On remercie également toute l'équipe pédagogique de l'université Abderrahmane mira (Bejaia).

On tient à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes, pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire :

Nos parents, pour leur soutien constant.

Nos ami(es) et proches qui ont toujours été là pour nous. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

A tous ces intervenants, on présente nos remerciements, notre respect et gratitude.

# **Table des Matières**

# Table des Matières

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction ..... 1

## I. Chapitre I Partie Bibliographique

<b>I.1. Définitions</b> .....	<b>4</b>
<b>I.1.1. Pollution</b> .....	<b>4</b>
<b>I.1.2. La pollution environnementale</b> .....	<b>4</b>
<b>I.1.3. Pollution marine</b> .....	<b>4</b>
<b>I.1.4. Les macros déchets marin</b> .....	<b>5</b>
<b>I.2. Déchets solides</b> .....	<b>5</b>
<b>I.2.1. Définition</b> .....	<b>5</b>
<b>I.2.2. Classification des déchets solides</b> .....	<b>6</b>
<b>I.3. Déchets marins</b> .....	<b>6</b>
<b>I.3.1. Origine des macros déchets marin</b> .....	<b>7</b>
<b>I.3.1.1. Déchets d'origine maritime</b> .....	<b>7</b>
<b>I.3.1.2. Déchets d'origine terrestre</b> .....	<b>7</b>
<b>I.3.2. Composition des déchets dans l'environnement marin</b> .....	<b>9</b>
<b>I.3.3. Impact des déchets marin</b> .....	<b>9</b>
<b>I.3.3.1. Impacts direct sur la faune sauvage</b> .....	<b>10</b>
<b>I.3.3.2. Impacts direct sur les milieux naturels</b> .....	<b>11</b>
<b>I.3.3.3. Impacts direct sur la santé humaine</b> .....	<b>12</b>
<b>I.3.3.4. Impacts direct sur l'économie</b> .....	<b>12</b>
<b>I.3.3.5. Impacts indirect sur le milieu naturel</b> .....	<b>13</b>
<b>I.3.3.6. Impacts indirect sur la santé humaine</b> .....	<b>13</b>
<b>I.3.3.7. Impacts indirect sur l'économie</b> .....	<b>14</b>
<b>I.3.4. Distribution des déchets marins a large échelle</b> .....	<b>14</b>
<b>I.3.5. Mécanisme de transport des déchets</b> .....	<b>14</b>
<b>I.3.5.1. La pluie</b> .....	<b>15</b>
<b>I.3.5.2. Les cours d'eau</b> .....	<b>15</b>
<b>I.3.5.3. Les courants éoliens</b> .....	<b>15</b>

I.3.5.4. Les courants marins et l’alternance des marrées .....	15
I.3.5.5. Les dépôts.....	16
I.3.6. Mesures pour atténuer les risques .....	16
I.3.6.1. Les mesures de préventions .....	16
I.3.6.2. Les mesures d’incitation .....	16
I.3.6.3. Les mesures de coercition .....	17
I.3.6.4. La collecte des déchets dans l’environnement .....	17

## **II. Chapitre II Méthodologie et description de la zone d’étude**

II.1. Caractéristiques de la région d’étude (Bejaia) .....	19
II.1.1. Position géographique .....	19
II.1.2. Reliefs et hydrographie .....	19
II.1.3. Cadre hydrologique .....	20
II.1.4. Bathymétrie .....	20
II.1.5. Données climatique de la région de Bejaia .....	20
II.1.5.1. Pluviométrie et température .....	20
II.1.5.2. Vent .....	21
II.1.5.3. Courant .....	21
II.1.5.4. Les Houles .....	21
II.2. Division des zones d’études .....	22
II.3. Démarches et protocole d’étude .....	22
II.4. Méthodologie d’échantillonnage .....	22
II.5. Déroulement de l’échantillonnage.....	23

## **III. Résultats et discussion**

III.1. Résultats.....	25
III.1.1. Evaluation globale .....	40
III.1.2. Rapport des quantités déchets/poisson.....	41
III.1.3. Densité des déchets.....	42
III.2. Discussion .....	45
III.2.1. Comparaisons spatiotemporelle de quelque paramètre .....	45
III.2.2. Densité des déchets 2010/2021 .....	46
III.2.3. Répartition des macros déchets.....	46

Conclusion .....	50
------------------	----

**Liste des figures**

**Et**

**Des tableaux**

<b>Figure 1</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (07/05/21) .....	26
<b>Figure 2</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (07/05/21) .....	27
<b>Figure 3</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (09/05/21) .....	28
<b>Figure 4</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (09/05/21) .....	28
<b>Figure 5</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (16/05/21) .....	29
<b>Figure 6</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (16/05/21) .....	30
<b>Figure 7</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (16/05/21) .....	30
<b>Figure 8</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (16/05/21) .....	31
<b>Figure 9</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (18/05/21).....	31
<b>Figure 10</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (18/05/21) .....	32
<b>Figure 11</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (22/05/21).....	32
<b>Figure 12</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (22/05/21) .....	33
<b>Figure 13</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (26/05/21) .....	34
<b>Figure 14</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (26/05/21) .....	34
<b>Figure 15</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (29/05/21) .....	35
<b>Figure 16</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (29/05/21) .....	36
<b>Figure 17</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (30/05/21) .....	37
<b>Figure 18</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (30/05/21) .....	37
<b>Figure 19</b> : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon du (31/05/21) .....	38
<b>Figure 20</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (31/05/21).....	39
<b>Figure 21</b> : Présentation de nombres d'éléments à travers toutes les prises réalisées .....	40
<b>Figure 22</b> : Illustration du poids des déchets/poisson de l'ensemble des prises effectuées.....	41
<b>Figure 23</b> : Illustration du poids des déchets et du poisson globalement .....	42
<b>Figure 24</b> : Représentation de densités des déchets inventoriés a chaque prise (nb/km <sup>2</sup> ) ....	43
<b>Figure 25</b> : Carte de la répartition des traits de chaluts .....	44

## **Tableaux**

<b>Tableau I</b> : Type d'objets recensés dans chaque catégorie de déchets.....	25
---	----



# Liste des abréviations

**CSDU** : Centres de stockage de déchets ultimes

**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

**CEDRE** : Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les Pollution Accidentelles des Eaux

**DDT** : Dichloro-diphenyl-trichloroethane

**PCB** : polychlorobiphényles

**MARPOL** : Convention internationale pour la prévention de la pollution marine par les navires

**SSMO**: Summary of synoptic meteorological observation

# *Introduction*

La pollution marine est déterminée comme l'introduction directe ou indirecte de déchets, de substances ou d'énergie y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine. Qui charrie ou qui est susceptible d'entraîner des effets nocifs pour les ressources vivantes et les écosystèmes marins, avec pour conséquence, une réduction de la biodiversité des risques pour la santé humaine, des obstacles pour les activités maritimes et notamment la pêche, le tourisme et les loisirs ainsi que les autres utilisations de la mer, une dégradation de la qualité des eaux du point de vue de leur utilisation et une diminution de la valeur d'approbation du milieu marin.

On distingue la pollution générée par les déchets aquatiques comprennent tout déchet solide ménager, industriel, naturel qui se retrouve dans l'environnement maritime et côtier. Ils peuvent être de nature très variée : déchets flottants en surface ou dans la colonne d'eau déchets déposés dans les fonds, déchets échoués sur les plages et sur le littoral. Cette intense pression anthropique exercée sur le littoral entraîne l'apparition de nouveaux contaminants dans le milieu marin tels que les plastiques (Crainet *al.*, 2009; Defeo *et al.*, 2009).

Les plastiques représentent 90 % des déchets d'origine anthropique présents dans les plages, la surface de l'eau et dans les fonds marin (Barnes *et al.*, 2009; Derraik, 2002; Expéditions MED, 2016).

Les zones côtières constituent en effet le réceptacle final de l'ensemble des contaminants rejetés dans l'environnement, quel que soit le compartiment (air, eau, sol) et comptent de ce fait parmi les zones les plus exposées aux différents types de pollutions récurrentes (Shahidul Islam et Tanaka, 2004).

La Mer Méditerranée, berceau de nombreuses civilisations, au centre d'un patrimoine environnemental extraordinaire, fait aujourd'hui partie des mers les plus polluées au monde. Le plastique représente 95 % des déchets en haute mer, sur les fonds marins et sur les plages de la Méditerranée. Pouvant contribuer jusqu'à 90% du total des débris en mer et sur certaines plages (Laglbauer *et al.*, 2014). Ces déchets proviennent principalement de Turquie et d'Espagne, suivis par l'Italie, l'Égypte et la France (Eva Alessi *et al.*, 2018).

Le golfe de Bejaia caractérisé par une grande diversité, un écosystème important du point de vue écologique, c'est aussi une importante zone de pêche et constitue un support pour le trafic maritime. L'étendu du littoral de Bejaia rond la fréquentation touristique concentré pendant la saison estivale, la localisation de la population le long des rives des oueds engendre des

pressions anthropiques sévère sur la mer par les macros déchets, causant ainsi de graves conséquence sur les ressources et les activités au niveau du milieu marin.

Le devenir des déchets en mer est une préoccupation environnementale de premier ordre qui fait aujourd'hui partie de la définition du « Bon Etat Ecologique » des écosystèmes marins. A cet effet nous avons opté pour cette étude dont le but est d'analyser et déterminer les types de déchets par catégorie présentes dans le fond du golfe de Bejaia, puis d'estimer leur abondance et répartition spatiale et finalement mener une étude comparative a d'autre résultats obtenue par d'autres auteurs précédemment.

L'objectif de l'étude est de contribuer à la révélation et à la connaissance sur l'existence et la répartition spatiotemporelle des macros déchets des fonds marins de Bejaia. Ce travail comporte trois chapitres, le premier inclut une partie sur les généralités sur les macro-déchets et la pollution marine, les différentes sources de la pollution, ainsi que les impacts potentiels. Le second décrit la zone d'étude et la méthodologie d'échantillonnage adoptée. Le troisième aborde l'interprétation des résultats obtenus et l'estimation de quelques paramètres qualitatifs et quantitatifs sur les macros déchets présents dans le fond marin du golfe de Bejaia.

# *Chapitre I*

## *Partie*

### *Bibliographique*

### **I. 1. Définitions**

#### **I.1.1. Pollution**

En 1974, le Comité scientifique de la Maison Blanche a défini le terme « pollution » comme étant la modification défavorable de l'environnement naturel qui apparaît en tout ou en partie comme un sous-produit des activités de l'homme, par influence directe ou indirecte en altérant la norme de distribution du débit d'Énergie, composition physique et chimique du milieu naturel et l'abondance de la biocénose. Ces changements peuvent affecter directement les humains ou indirectement à travers les produits biologiques. Ils peuvent l'affecter également en dégradant les objets physiques qu'ils possèdent, la possibilité de renouvellement des milieux ou encore en rendant la nature laide (Koller, 2006).

#### **I.1.2. La pollution environnementale**

La pollution de l'environnement c'est la dégradation des différents compartiments de ce dernier par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de substances qui ne sont pas naturellement présentes dans le milieu. La pollution de l'air est provoquée par les polluants dit atmosphériques, la pollution des sols provient généralement de l'industrie ou de l'agriculture ou de produits domestiques. La Pollution de l'eau peut être causée par la contamination des eaux usées, des rejets de polluants de toutes sortes (Honorio, 2015).

#### **I.1.3. Pollution marine**

On peut définir la pollution marine comme étant l'introduction directe ou indirecte de matière, de déchets ou d'énergie y compris de sources sonores sous-marines d'origine humaine. Ce qui provoque ou peut causer des effets nocifs pour les écosystèmes marins et les ressources biologiques du milieu, conduisant à la pauvreté de la biodiversité, risques pour la santé humaine, obstacles aux activités marines, notamment le tourisme, la pêche et les loisirs et autres utilisations de la mer, une réduction de la valeur d'agrément du milieu marin et une altération de la qualité des eaux en terme de leurs utilisations. On peut distinguer la pollution due aux rejets de substances chimiques et celle causé par les déchets aquatiques. Les déchets aquatiques incluent tout solide industriel, ménager et naturel qui se retrouve dans l'environnement maritime et côtier. Leur nature peut être très variée : déchets flottants dans la

colonne d'eau ou en surface, déchets échoués sur les plages et sur le littoral, déchets déposés dans les fonds (Goeury, 2014).

### **I.1.4. Les macros Déchets marins**

Les macros déchets marins sont des déchets solides macroscopiques c'est à dire visibles à l'œil nu. Ils sont d'origine humaine et sont flottant ou immergés dans l'eau. Toutes les activités peuvent les produire, leurs origines sont donc très larges : activités économiques installations de collectivité ou comportement individuel ou de groupe. Ils sont également de nature très diverse ou l'on trouve une variété de matériaux : plastique, verre, métal, bois textiles, papier, etc. Enfin, les conséquences environnementales associées à l'accumulation de grandes quantités de déchets à terre ou dans l'eau sont nombreuses et se sont avérées avoir un impact important sur la vie aquatique (Kerambrun et Evard, 20012).

Les déchets de très petite taille, microscopiques ou des substances dissoutes pouvant engendrer des pollutions ne sont pas inclus dans cette définition, car ils sont imperceptibles à l'œil humain. Les macro-déchets sont classés selon plusieurs systèmes de manière récurrente :

- Par types de matériaux rencontrés, par exemple : on parle de macro-classes (plastique verre, matériaux, etc.).
- Par activités dont les déchets sont originaires : par exemple, déchets de pêche, déchets de plaisance, etc.
- Par devenir possible des déchets : valorisables ou non valorisables.
- Par taille : les méga-déchets ont une taille supérieure à 100mm, les macro-déchets sont supérieurs à 20mm de diamètre, les méso-déchets sont compris entre 5 et 20 mm et enfin, les micro-déchets ont une taille qui reste inférieure à 5mm (Ademe, 2012).

## **I. 2. Déchets solides**

### **I.2.1. Définition**

Un déchet est un matériau qui est rejetée après qu'il ait accompli un travail ou qu'il ait rempli sa mission. C'est donc quelque chose devenue inutile, désormais de la poubelle et qui n'a aucune valeur économique pour la plupart des personnes. Les résidus peuvent être éliminés (lorsqu'ils sont destinés à l'enfouissement dans les décharges ou à être enterrés) ou recyclés (obtenant ainsi un nouvel usage). L'adjectif solide, d'autre part, mentionne ce qui est massif ou ferme. Un corps solide conserve son volume (ou sa taille) et sa forme constants



grâce à la grande cohésion des molécules. De cette façon, il se distingue des autres états d'agrégation de la matière, tels que l'état liquide ou l'état gazeux. Les déchets solides sont donc ceux qui se trouvent dans cet état. Un papier utilisé, un emballage en carton ou une bouteille en plastique sont des exemples de déchets solides. Par contre, l'huile d'un véhicule ou la fumée émise par une cheminée industrielle ne font pas partie de ces déchets (Galgani *et al.*, 2010).

### I.2.2. Classification des déchets solides

La classification des déchets peut se faire selon l'origine ou de sa nature. Selon l'origine on peut identifier plusieurs catégories de déchets comme les déchets « **ménagers** » issue des ordures ménagères. Les déchets des « **collectivités locales** » résultant des stations d'épuration, des marchés ainsi des déchets verts. Les déchets « **hospitaliers** » qui proviennent du secteur médical. Les déchets « **agricoles** » qui dérivent des cultures, élevages et de l'exploitation des forêts. Enfin on a les déchets « **industriels** » qui sont les différents déchets produits par les entreprises. On peut aussi classer les déchets selon leur nature, parmi eux on retrouve les déchets « **inerte** » qui sont de nature minérale et qui ne subissent aucune modification au cours du temps et on les déchets biodégradables comme les déchets « **organique** » qui sont de nature carboné. On trouve aussi les déchets dits « **banale** » qui peuvent être objet d'une valorisation ou recyclage et également les déchets « **dangereux et toxiques** » d'origine industrielle ou agricole dont des précautions doivent être prises dans leur traitement. A la fin on a les déchets « **ultimes** » qui ne sont plus susceptibles d'être traités et doivent être enfouis dans des centres de stockage de déchets ultimes (Moletta, 2009).

### I. 3. Déchets marins

Il existe de nombreuses sources de production des déchets aquatiques. On peut retrouver des déchets liés à des activités qui se situent dans les zones littorales tels que : les activités de conchyliculture, de pêche, et de plaisance, activités portuaires navires de passage, dépôts sauvages (particulièrement ceux situés à proximité des cours d'eau et du littoral), usagers des plages) ainsi que les activités se déroulant dans endroits très éloignées géographiquement du littoral (activités agricoles, industrielles, et domestiques) (Loubersac, 1982).

### I.3.1. Origine des macros déchets marins

En fonction de l'endroit où les déchets entrent dans l'eau, mis à part les déchets d'origine naturelle, souvent les sources de ses déchets sont classées en sources terrestre ou marine.

#### I.3.1.1. Déchets d'origine maritime

##### ➤ Les activités portuaires

Des quantités importantes de déchets de toutes sortes sont générés par les activités portuaires, elles proviennent des activités de pêche, des aires de carénage (entretien des bateaux), de la manutention des cargaisons sur les quais et les navires, ainsi que de l'abandon d'ordures ménagères (Henry, 2010).

##### ➤ Les activités de pêche et de conchyliculture

La pêche et la conchyliculture sont des activités qui génèrent des déchets finissant échoués la plupart du temps sur les plages (cordages, casiers, bouées, filets, polystyrène, bidons) (Cedre, 2000).

##### ➤ Les activités du trafic maritime

Malgré la mise en place d'une réglementation nationale et des conventions internationales interdisant l'évacuation des macro-déchets plastiques en mer, certaines personnes indisciplinées continuent de jeter par-dessus bord leurs ordures. Ce qui fait que le trafic maritime (navires de commerce et bateaux de croisière), demeure une importante source de macro déchets (Galgani *et al.*, 2011).

#### I.3.1.2. Déchets marins d'origine terrestre :

Environ 70% à 80% des déchets retrouvés dans les mers et sur le littoral sont d'origine tellurique (fleuves, lessivage, zones urbanisées). 30% proviennent des activités maritimes (Galgani *et al.*, 2011).

##### ➤ Déchets des Décharges sauvage

Les décharges sauvages sont localisées près des cours d'eau et sur le littoral représentant encore une importante source d'apports de déchets dans les rivières et sur le rivage. Elles sont une source importante des macro-déchets. Elles furent la destination finale d'objets

domestiques durant de longues années jusqu'à la mise en œuvre des déchetteries. L'érosion marine peut faire chuter des déchets déposés initialement près d'une falaise, donc l'érosion peut être un facteur amplifiant de l'arrivée des déchets sur le rivage (Galvani *et al.*, 2011).

➤ **Déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers**

On estime que 1 kg de déchets par jour et par personne sont produits par les usagers des plages (promeneurs, baigneurs, pique-niqueurs, amateurs de sports aquatiques ...).

Quand ses détritiques ne sont pas placés dans des équipements appropriés, ils se retrouvent piégés dans la végétation ou enfouis dans le sable, causant diverses nuisances. Emballages alimentaires, Papiers gras, bouteilles en verre ou matière plastique, restes d'aliments, canettes en métal, mégots et paquets de cigarettes, crèmes solaires, journaux, vêtements figurent parmi les déchets abandonnés sur le littoral (Cedre, 2000). Ils représentent pour le littoral et la mer côtière une source primaire de macro-déchets (Henry, 2010).

➤ **Déchets issus des événements exceptionnels**

Suite à des catastrophes naturelles (fortes pluies, vents violents...), des déchets rejetés à terre peuvent être emportés lors de fortes pluies par le ruissellement des eaux ou par des crues (engendrées par le débordement des cours d'eau et lors de l'encombrement de réseaux d'eaux pluviales) (Ademe, 2012).

➤ **Les activités anthropiques telluriques**

Toutes les activités humaines (industrielles, domestiques ou agricoles), qu'elles soient proche ou éloigné du littoral, génèrent des déchets qui peuvent être entraînés vers le littoral. On prend l'exemple des déchets qu'on retrouve sur la cote tels que papiers gras, les journaux ou les sacs plastiques, les mégots de cigarettes. Ils peuvent être issus des déchets abandonnés en ville, en particulier des zones où les réseaux pluviaux et les réseaux d'assainissement ne sont pas ou mal séparés, en période de forte pluie, tout déchet flottant échappant au système de collecte et d'élimination en place est susceptible de s'échouer sur le littoral à plus ou moins long terme (Henry, 2010).

### I.3.2. Composition des déchets dans l'environnement marin

Les déchets anthropiques sont classés en 7 catégories, ils représentent les déchets les plus communs : bois travaillé/usiné, vêtements/textiles, papiers/cartons, les métaux, verres/céramiques, matériaux synthétiques ou plastiques et les caoutchoucs. Ses derniers sont considérés comme étant les plus persistants et abondants et donc ceux qui posent le plus de problèmes. Généralement 60 à 90% des déchets (accumulés sur les plages, au fond ou a la surface des océans) sont représentés par du plastique.

Les sacs plastiques les équipements de pêche, les contenants alimentaires et de boissons ainsi que les mégots de cigarette, sont les cinq catégories qui représentent à elles seules généralement 80% des objets trouvés sur les plages. Lors d'une étude basée sur des observations depuis un navire à l'échelle de la méditerranée, il a été recensé 78% d'objets d'origine anthropique, parmi les objets flottant 96% de pastique (bouteilles, fragments, emballages et sacs en plastique). D'autres objets ont été observés (bois, aluminium, verre caoutchouc...), ils ne représentaient que 4% du total. Les observations des fonds océanique se font difficiles, ce qui fait qu'ils sont moins étudiés que les surfaces ou les plages, en particulier les grands fonds qui occupent la majeure partie de la surface terrestre. Le chalutage et les observations à l'aide d'engins sont les deux approches existantes qui permettent souvent d'identifier la nature des objets. La composition des déchets est une information primordiale, car ça permet de définir la part des sources terrestre ou maritimes et d'estimer leur origine (Constant, 2018).

### I.3.3. Impacts des déchets marins

La vie marine est affectée par les déchets à différents niveaux organisationnels, Même les parties les plus reculées de la Méditerranée sont affectées avec des impacts différents sur l'environnement et les communautés côtières, leur impact varie selon les conditions de l'environnement, les populations ou les espèces cibles, le pays ou la région considérée. Le problème est encore plus grave car une grande partie des débris marins non seulement ne se dégradera pas rapidement dans l'environnement (métaux, plastiques), mais provoquera également une pollution de l'environnement marin due à une pollution secondaire (rejet de substances chimiques) (Deudero, 2014).

### I.3.3.1. Impacts directs sur la faune sauvage

Selon les estimations de Surfers International, les macros déchets ont causé la mort de 1000000 d'oiseaux marins et 100 000 mammifères marins. Ces estimations doivent être prises avec précaution car il est difficile d'étudier l'évaluation de la mortalité causée par les déchets. Ces études portaient principalement sur des animaux morts échoués sur la côte et retrouvés avant qu'ils ne se décomposent. D'autre part, les animaux morts s'enfoncent généralement rapidement dans l'océan et disparaissent. Pour ces raisons, la mortalité de nombreuses espèces peut être sous-estimée. Les espèces aquatiques ou espèces dont l'habitat est rattaché aux milieux aquatiques tels que les poissons, mammifères marins, les tortues, les crustacés invertébrés et enfin les oiseaux, ont des causes de mortalités différentes (Henry, 2010).

#### ➤ **Emmêlement (enchevêtrement)**

En 2015, 340 publications originales ont signalé que l'emmêlement ou l'enchevêtrement est la conséquence la plus importante qui résulte des interactions entre les organismes et les déchets marins, elle est d'ordre mécanique. La faune emmêlée est représentée par les oiseaux avec un taux près de 35%, suivi par les poissons (27%), les invertébrés (20%), les mammifères (20%) et les reptiles (5%). Les déchets les plus dangereux sont peut-être les lignes de pêche à monofilaires, car il représente 65% des emmêlements observés. En fait 72% de toutes les observations d'emmêlements sont dues aux engins de pêche abandonnés (filets, lignes de pêche, leurres, pièges, orins, bâtons lumineux). Par nombreuses façons ses engins de pêches perdus peuvent avoir un impact sur l'environnement :

- Emmêlement des mammifères, tortues, oiseaux et poissons de mer dans les filets perdus qui peut provoquer un étranglement, immobilisation ou des lésions variés.
- Introduction des produits de dégradation dans la chaîne alimentaire des espèces marine.
- Impact physique des engins sur l'environnement (Teuten *et al.*, 2009).

#### ➤ **Ingestion**

Certaines espèces marines prennent les déchets marins pour des proies et les avalent. Ce qui leur provoque des problèmes d'étouffement ou d'obstruction intestinale. Parmi les mammifères marins, les tortues marines et les oiseaux, un grand nombre d'observations concernant l'ingestion de divers déchets ont été rapportés. Par exemple, les tortues marines

confondent parfois les sacs en plastique avec des méduses, qui font partie de leur alimentation. Dans les cas les plus graves, ces sacs peuvent obstruer leur système digestif et provoquer la mort des animaux. Un comportement similaire a été observé chez les oiseaux marins, qui choisissent des fragments de plastique de formes et de couleurs spécifiques similaires à des proies potentielles. LAIST a identifié plus de 100 oiseaux marins qui ont été endommagés par l'ingestion de débris artificiels. Principalement composés de plastique, l'ingestion de micro-débris affecte généralement une plus grande variété d'animaux marins, du zooplancton aux grands mammifères. De nombreuses études ont montré que ces fragments sont nocifs pour la vie marine. Leur influence à travers la chaîne alimentaire fait actuellement l'objet de diverses études (Mansui *et al.*, 2015).

### ➤ **Transport d'espèces/Nouveaux habitats**

Selon les observations, dans la plupart des cas, les organismes utilisent des déchets dans l'océan pour s'abriter, s'y attacher, s'y installer et migrer vers de nouveaux territoires. Ce type de propagation n'a rien de nouveau, car depuis des millions d'années, le bois mort, les cendres, les noix de coco ou autres fruits flottants ont été un moyen propice à la colonisation marine. Cependant, en raison de l'augmentation récente des particules flottantes (principalement du plastique) cela est devenu un réel problème. Ainsi, les 250 milliards de micro plastiques flottants en Méditerranée sont des vecteurs potentiels d'espèces exotiques nuisibles et d'espèces invasives. Sur les déchets flottants on retrouve également les organismes unicellulaires, Foraminifères, diatomées, dinoflagellés y compris les espèces nuisibles. Selon la taille et la rugosité des fragments notamment le polystyrène l'abondance de certaines espèces peut augmenter, en bénéficiant des conditions locales (lumière et présence de nourriture). Les charognards et les prédateurs mobiles, tels que les crustacés et les crabes Péricarde, s'installent progressivement sur les déchets flottants, ces porteurs peuvent éventuellement accueillir une variété d'autres animaux. en quelques mois Le plastique peut être complètement recouvert (Carson *et al.*, 2013).

### **I.3.3.2. Impact direct sur le milieu naturel**

Les humains rejettent de plus en plus de déchets dans les milieux marins. Ce qui entraîne l'accumulation de matériaux extrêmement peu biodégradables dans le milieu marin. Ceux-ci, plus ou moins après avoir dérivé, sont rejetés vers la côte ou finissent déposés sur le fond marin (Mansui *et al.*, 2015).

### ➤ **Sur le littoral**

Sur le littoral, l'entassement des déchets implique le risque de perturber l'écosystème médiolittoral et d'avoir un impact non négligeable sur la destruction des laines de mer. Ce qui engendre des conséquences primordiales tels que diminution de la biodiversité sur le littoral (Mansuiet *al.*, 2015).

### ➤ **Sur les fonds**

Parfois, jusqu'à 2000 m des zones d'accumulations de déchets se créent en profondeur. L'impact de la houle et/ou des courants marins dans les eaux peu profondes provoque un mouvement constant des Macro-déchets à faible densité, provoquant des interférences et une détérioration des fonds marins. Les Déchets plastiques et métalliques à haute densité sur le fond marin Empêchent l'échange naturel entre l'eau et les sédiments provoquant une raréfaction de la qualité d'oxygène de l'eau (hypoxie). Ce qui rend toute vie animale ou végétale interdite localement (Henry, 2010).

### **I.3.3.3. Impact direct sur la santé humaine**

Un danger physique peut être représenté parfois par les déchets sur la plage ou le littoral. Des objets tranchants ou pointus tels que les bouteilles cassées, les seringues ou fragments de métal engendrent des risques de blessures pour les personnes qui fréquentent les plages, notamment les enfants. D'autres déchets peuvent contenir des substances dangereuses capables d'irriter la peau ou d'intoxiquer une personne. Des odeurs désagréables sont produites suite à la décomposition des déchets organiques, amplifiée par la chaleur estivale cela favorise ainsi la prolifération d'insectes nuisibles. En mer les déchets encombrants, tels que les conteneurs perdus ou autres gros objets flottants, peuvent présenter des dangers pour la navigation en cas de collision (Henry, 2010). Les enchevêtrements peuvent également présenter une menace pour les nageurs et les plongeurs, qui peuvent s'empêtrer dans des déchets sous-marins ou flottants (tels que des filets de pêche et des cordes). Même si elle est rare, cette situation est souvent déclarée avec les filets à mono filament (Teuten *et al.*, 2009).

### **I.3.3.4. Impact direct sur l'économie**

#### ➤ **Nettoyage des plages**

À l'heure actuelle, il existe très peu d'études de l'impact des débris marins sur les activités humaines. D'une manière générale, il semble difficile de rendre compte et de préciser

l'ampleur de tous les effets négatifs, car nous ne savons toujours pas comment estimer leur valeur économique et les coûts associés à la dégradation de l'environnement. Malgré cela, certains de ces impacts économiques ont été identifiés. Le nettoyage des plages en est l'exemple le plus connu. En France, les « collectivités côtières » sont chargées de nettoyer les plages, afin d'assurer des plages propres aux touristes, notamment en période de vacances. Quelques plages sont donc nettoyées toute l'année, plus ou moins fréquemment. Ces tâches de nettoyage représentent une charge importante pour les communes concernées, qu'elles soient manuelles ou mécaniques. Ces communes sont dans obligation légale de nettoyer la plage dans une zone de 300 mètres (Mansuiet *al.*, 2015).

### ➤ **Trafic maritime et pêche professionnelle**

La présence de déchets flottants en mer est une menace sérieuse pour le trafic maritime. Des dégâts importants peuvent être causés en cas de collisions entre coque des navires et objets de grande taille (conteneurs perdus en mer), ça peut même menacer la sécurité des navires. D'autres déchets perdus (filets et cordages) peuvent se coincer dans l'hélice du navire et provoquer des problèmes mécaniques qui nécessitent des réparations coûteuses (Mansuiet *al.*, 2015).

### **I.3.3.5. Impact indirect sur le milieu naturel**

Afin de nettoyer les plages touchées par les macros déchets, généralement la municipalité met en œuvre un nettoyage mécanisé. Ces nettoyages ont l'inconvénient de supprimer les laines de mer en même temps que les déchets marins qu'elles contiennent, Bien qu'ils jouent un rôle important dans le soutien de la chaîne alimentaire complète. Dans Ce cas, la destruction de la laisse peut avoir deux impacts importants sur le littoral, il s'agit de l'appauvrissement de la biodiversité du milieu, ainsi qu'une érosion accélérée en raison de l'extraction de grandes quantités de sable en cours d'opérations mécanisées (Mansuiet *al.*, 2015).

### **I.3.3.6. Impact indirect sur la santé humaine**

L'impact sur la santé humaine peut également être indirect, comme l'absorption de composants toxiques contenus dans des petites particules de plastique par les organismes qui se nourrissent de plancton et leur propagation à travers la chaîne alimentaire jusqu'aux produits de consommation humaine. Ce qui peut constituer une menace. De plus, ces petites



particules de plastique ont la capacité d'adsorber et de transporter des produits chimiques hydrophobes (DDT, PCB) à des concentrations plus élevée comparant à celle de l'eau ambiante, on doit tenir compte de leur impact possible sur la santé humaine (Henry, 2010).

### **I.3.3.7. Impact indirect sur l'économie**

Même si l'on ne sait toujours pas estimer la valeur économique des plages et le coût de la dégradation de l'environnement, il est difficile d'expliquer avec précision le degré d'impact négatif des macros déchets, mais c'est surtout une nuisance esthétique et un réel manque de potentiel d'image, ce qui fait que la fréquentation touristique est impactée. L'impact décrit à différents niveaux est d'aspect qualitatif, mais il n'existe pas de véritable estimation quantitative de l'impact sur l'écosystème. Les estimations de leur nombre sont encore très peu nombreuses ou médiocres, il est donc encore difficile d'évaluer objectivement le risque des populations concernées. Par conséquent, des indicateurs plus quantitatifs doivent être développés (Henry, 2010).

### **I.3.4. Distribution des déchets marins à large échelle**

Les mers semi-fermées, gyres océaniques et les régions côtières se caractérisent par une grande concentration de déchets en surface. Les gyres océaniques sont les cinq grands courants circulaires qu'on retrouve dans l'océan indien et dans les hémisphères des océans pacifique et atlantique. Ce sont ses courants qui dominent la circulation océanique de surface. Les gyres tendent à concentrer les déchets en leur centre ou la vitesse des courants est plus faible. A grande échelle ce sont les gyres qui déterminent la dispersion des déchets. Il est probable qu'une sixième zone d'accumulation se forme en arctique, suite à la contamination des océans austral et arctique. De par leur proximité avec les points d'entrée des déchets, les mers semi-fermés et les régions côtières sont également des zones d'accumulation. Les plus touchés sont : la mer méditerranée, mers Sud-est asiatique et la baie du Bengale. Il est estimé que le fond des océans est probablement la destination finale de la majeure partie des déchets et que ceux qu'on retrouve on surface ne représentent qu'une petite fraction (Canstant, 2018).

### **I.3.5. Mécanismes de transport des déchets**

L'abondance et la concentration qualitative et quantitative des déchets dans les milieux aquatiques dépendent des éléments naturels qui les transportent :

### **I.3.5.1. La pluie**

La pluviométrie peut générer des ruissellements et inondations qui peuvent avoir un impact important sur le mouvement des déchets d'un point à un autre : via des inondations ou via les réseaux séparatifs d'eau pluviale, ou encore les réseaux unitaires combinant eau usée et pluviale. Pendant la crue, les débris végétaux et les éléments d'une décharge non contrôlée située sur le lit principal peuvent être emportés couler vers la mer (Ademe, 2012).

### **I.3.5.2. Les cours d'eau**

Les cours d'eau sont considérés comme étant les plus importants des facteurs de transport des déchets de l'amont à l'aval (de l'intérieur des terres vers les milieux côtiers). Ils peuvent transporter des touffes de bois, des déchets ménagers de provenances diverses (décharges sauvages situés pas loin des berges, usagers des cours d'eau ou encore des zones d'habitations traversés). La zone d'accumulation principale est généralement située au niveau de la zone de courant faible (méandre) et au niveau de structures de retenue (seuils, barrages) (Ademe, 2012).

### **I.3.5.3. Le courant éolien (le vent)**

Les déchets légers qui proviennent notamment des décharges sauvages situés à proximité des cours d'eau ou de la mer, peuvent être emportés par le vent. On peut également citer le cas particulier des lâchers de ballons (en plastique ou en latex) : les épaves de ses ballons ainsi que les accessoires qui leurs ont été liés finissent probablement dans les milieux aquatiques d'une façon directe ou indirecte (Ademe, 2012).

### **I.3.5.4. Les courants marins et l'alternance des marées**

Les Courants marins et alternance des marées jouent un rôle primordial dans le déplacement des déchets. Les études d'observation des flux des déchets en milieu marin menés par IFREMER montrent que l'influence des facteurs hydrodynamiques varie selon la situation géographique du milieu maritime, ses études ont également montré que la plus grande concentration de déchets dans les gyres océaniques est représenté par le plastique, notamment en atlantique (Ademe, 2012).

### **I.3.5.5. Les dépôts**

Des déchets se déposent sur l'estran sous l'effet des mouvements de la houle, ses dépôts marquent la limite haute du niveau de la mer sous forme de laisses de mer. On peut observer plusieurs cordons de laisses de mer lors des marées de mortes eaux. Chaque cordon représente le signe d'un degré différent. Un seul cordon présent situé plus au moins en haut de la plage en vives eaux, contrairement aux eaux mortes. Il existe des zones de fortes concentrations de déchets flottants dus au fait de l'hydrodynamisme. On retrouve des accumulations de déchets aux embouchures des sorties d'égouts et de cours d'eaux, ce sont les dépôts de déchets qui proviennent de l'intérieur des terres. On peut aussi retrouver des déchets concentrés aux abords des accès de plages, ils peuvent être le fait d'un abondant sur place. Les déchets peuvent être déplacés après l'échouage, notamment sous l'effet du vent, ses derniers peuvent être pris au piège dans la végétation côtière en s'envolant (Chebah, 2010).

### **I.3.6. Mesures pour atténuer les risques**

#### **I.3.6.1. Les mesures de prévention**

La sensibilisation et l'éducation sont deux moyens à travers lesquels les citoyens prennent conscience de la problématique des déchets, ainsi pour contribuer à la réduction de ses derniers. Aborder la problématique du point initial (production des produits) au point final (conséquences des déchets en mer) reste l'approche la plus efficace. Au-delà de la théorie, le ramassage des ordures en milieu naturel permet de reconnaître la gravité de problèmes parfois considérés comme anecdotiques, accidentels ou limités aux pays les moins développés. De nombreux participants, dont les associations nationales du Réseau International Zéro Déchet, apportent des solutions simples pour réduire notre production de déchets, ses solutions passent à l'échelle individuelle et collective. Ils fournissent des guides, des fiches pratiques et des documents d'enquête, mettent en place des opérations de réparations et autres formations, réunions et festivals (Canstant, 2018).

#### **I.3.6.2. Les mesures d'incitation**

La mutualisation, le reconditionnement, la réparation, la vente en vrac, l'échange et la location, sont des exemples de dispositifs qui facilitent la transition vers une société sans déchets, ses dispositifs doivent accompagner les mesures préventives pour plus d'efficacité.

Parfois ses alternatives coutent plus cher, et les incitations monétaires est ce qui peut les rendre plus abordables. Parmi les incitations monétaires on peut citer les exemples suivants :

- Le payement de la consigne des produits est moins couteux en énergie que le recyclage, ça incite les acheteurs à ramener les produits en état, c'est donc plus efficace.
- Les taxes créent des fonds de soutien aux solutions alternatives, tout en dissuadant l'achat et la mise au rebus (en France, il a été mis en place une taxe générale sur les activités polluantes imputables à chaque tonne envoyée en incinération ou en décharge).
- La nécessité de l'augmentation du cout de prise en charge des déchets, afin de dissuader et compenser le cout environnemental des déchets (Canstant, 2018).

### **I.3.6.3. Les mesures de coercition**

La réglementation peut limiter la production des déchets. De nombreux pays tels que la France ont interdit la production de quelques objets a usage unique (coton tige en 2018, sac plastique à usage unique en 2016, gobelets, verres et assiettes jetables en 2020. Le dernier recours est de pénaliser tous rejets de déchets dans l'environnement. En France une amende de 80 euros est prévu pour le rejets de détritrus sur la voie publique d'après le décret n° 2015-337 du 25 mars 2015 relatif à l'abandon d'ordures et autres objets. Afin de prévenir et de réduire la pollution en mer, beaucoup de conventions internationales ont été mises en œuvre, notamment MARPOL au niveau mondial. A l'échelle locale des efforts sur l'application de ces décrets doivent encore être menés (Canstant, 2018).

### **I.3.6.4. La collecte des déchets dans l'environnement**

Afin de limiter l'impact des déchets et leur transformation en petites particules beaucoup plus difficile à extraire, les ramasser le plus tôt possible dès leur entrée dans le milieu naturel serait la solution la plus efficace. Le ramassage serait plus économique et moins nuisible au niveau des sources terrestres qu'en pleine mer. On peut également limiter efficacement l'entrée des déchets en mer, par la collecte de ses derniers dans les cours d'eau par lesquels ils transitent (Canstant, 2018).

*Chapitre II*

*Méthodologie*

*Et*

*Description de la zone  
d'étude*

### II. 1. Caractéristique de la région d'étude (Bejaia)

#### II.1.1. Position géographique

Bejaia est l'une des villes côtières de l'Algérie. Elle se situe au Nord-est du pays, elle occupe une superficie de 3223,5 km<sup>2</sup>, elle est délimitée par la wilaya de Tizi-ouzou et Bouira à l'Ouest et par Jijel de l'Est. S'ouvrant sur la mer méditerranéenne avec une façade maritime de 120 Km au Nord et de la wilaya de Sétif au Sud. Le golf de Bejaia est sous forme d'un croissant ouvert vers le Nord, limité par cap Carbon à l'Ouest et à l'Est par Ziama-mansouria (Ouchen, 2012). Cette ville côtière dispose d'un patrimoine riche et diversifié, elle abrite un écosystème varié et diversifié par des milliers d'espèces et elle est représenté par des sites naturelles et des vestiges historiques millénaires, elle est positionnée à 4°55'00 de longitude est et 36°45'00 de latitude Nord (Figure25). Cette position géographique et cette disponibilité des ressources naturelles et humaines font de cette ville une propice à tout développement accéléré (Boutarcha, 2011).

#### II.1.2. Relief et Hydrographie

Le territoire de la wilaya de Bejaia se caractérise par la prédominance d'un relief montagneux boisé inséré entre le massif du Djurjura et Bouhathem au Nord et le massif des Babors du Sud. Il occupe une superficie de 32.2348 Ha environ 2/3 de la surface totale de la région. Son territoire est coupé par le couloir formé par la vallée de la Soummam et les plaines littorales. Marquant une grande diversité des paysages avec une prépondérance des reliefs dont on peut distinguer 3 ensembles de reliefs différents :

- Une plaine côtière (s'étend d'une trentaine de kilomètre avec une largeur qui varie entre 200-2000 m. Elle naît sur les contreforts des Babors et finit à quelques mètres de la Méditerranée. C'est une bande de terre plate et fertile ayant une vocation agricole)
- La vallée de la Soummam (qui est une dépression intra-montagneuse longue de 80 km de longueur et 4 km de largeur au maximum)
- Une zone montagneuse (constituée des massifs de l'Akfadou et Gouraya au Nord et aux monts des Bibans et Babors au Sud).

Il s'agit donc de l'un des ensembles géographiques les plus stratégiques que compte le Nord algérien (Ouchen, 2012).

### II.1.3. Cadre Hydrologique

La wilaya de Bejaia fait partie d'une ville côtière assez arrosée. Elle reçoit en moyenne de 670 à 1000 mm d'eau de pluie par an. Elle est caractérisée d'un climat « tempéré chaud » de type méditerranéen qui représente deux caractéristiques : Un été sec, chaud et des précipitations rares et un hiver pluvieux et doux. Les zones montagneuses connaissent des gelées fréquentes avec des précipitations de neige sur les hauteurs (Boutarcha, 2011). La région de Bejaia est traversée par plusieurs oueds drainant les eaux superficielles de ruissellement vers la baie, On peut citer principalement l'oued Soummam (avec une longueur de cours d'eau de 90 km) qui coule toute l'année et qui reçoit cinq affluents d'un assez bon débit. L'oued Agorioun (80 km) qui prend naissance dans le barrage IghilEmda et qui est alimenté par plusieurs petits affluents. On peut citer aussi l'oued Djemaa (46 km), l'oued Zitouna (30 km), oued Saket, oued Daas, Acif N'taida. Bejaia se caractérise donc par une richesse hydraulique très importante (Chebah, 2010).

### II.1.4. Bathymétrie

Le calcul de la profondeur du golf de Bejaia est estimé à environ 1000m. Le golf se distingue par un plateau continental de petite surface et d'une largeur moyenne de 1,5 km. La pente continentale festonnée par cirques architectural (cap Aokas, Béni séguel) d'où part des vallées sous-marine (Chebah, 2010).

### II.1.5. Données climatique de la région de Bejaia

#### II.1.5.1. Pluviométrie et Température

La région de Bejaia est caractérisée par des averses (chute de pluie soudaine à courte durée) importantes. Elle est considérée par l'Office National de Météorologie comme l'une des villes les plus pluvieuses du pays. Le volume des précipitations est généralement supérieur à 600 mm et inférieur à 1000 mm (Boutarcha, 2011). Les températures sont adoucies sur le littoral avec un Hiver doux et un été chaud, un peu moins dans la vallée de la Soummam où le climat devient plus frais et plus raide dès que l'on s'éloigne du rivage (Chebah, 2010).

### II.1.5.2. Vent

Les vents dominants de la région sont les vents du Nord-Ouest (vents marins qui s'insinuent facilement dans la vallée de la Soummam). Ou cette dernière influencent les régimes de ces vents, surtout les vents du secteur Ouest et les canalisent pour leur donner son orientation Sud-Ouest - Nord Est, appelé "le vent de la Soummam". La situation de la ville accrochée au flanc du mont Gourara de 700 m d'altitude, lui confère une protection contre les vents du Nord. Les vents dominants dans cette région sont ceux du Nord- Est à Est en été et d'Ouest à Nord- Ouest en hiver (direction Hydraulique de la wilaya, 2009). Le littoral reste donc loin de l'abri de Sirocco (Boutarcha, 2011).

### II.1.5.3. Courant

Au niveau du golfe de Bejaia, seuls les courants locaux sont à prendre en considération dans l'étude de l'hydrodynamisme côtier car les courants de l'Atlantique n'ont pas d'effet sur la frange côtière. Au large du littoral Algérien, le courant Atlantique mène à l'Est. Dans la partie Ouest de la baie, s'exerce un contre-courant qui mène à l'Ouest puis tourne au Nord- Ouest et même au Nord devant l'embouchure de l'oued Soummam. Finalement, il prend une nouvelle direction vers l'Est et le Nord - Est. L'intervention (agissement) des vents fort peut aussi changer la direction de ces courants, on observe qu'après des tempêtes, le courant aboutit à suivre la cote dans le contre sens des vents, tandis qu'au début les directions étaient les mêmes (Chebah, 2010).

### II.1.5.4. Les houles

Le classement des observations de la houle se fait par sommaire of synoptique météorologique observation (S.S.M.O) mensuellement et annuellement en déterminant les paramètres suivant :

- Hauteur des houles en toutes directions confondues, suivant la force des vents.
- Hauteur des houles avec leurs périodes respectives, toute direction confondue.
- Hauteur des houles par direction, suivant la force du vent (Chebah, 2010).



### II. 2. Division des zones d'étude

Les études réalisées se sont portées sur la côte Est du milieu marin de la zone de Bejaia, en vue des fortes pressions anthropiques que subit cette zone. Les zones d'études où ont été fait les différents échantillonnages correspondent aux différentes trajectoires parcourues par les chalutiers à chaque sortie de navigation. Le parcours est déterminé par le commandant de bord. Les traits de pêches correspondant aux échantillonnages effectués sont compris dans une zone située entre les deux parallèles latitudes  $36^{\circ}.39'$  N et  $36^{\circ}.47'$  N et les deux parallèles longitudes  $005^{\circ}.07'$  E et  $005^{\circ}.33'$  E. Le croisement des deux parallèles latitudes et longitudes forme un rectangle qui délimite la zone où se situent les différentes stations d'échantillonnage. Ses stations sont situées à des profondeurs plus ou moins variées, allant de 40m à 100m.

### II. 3. Démarche et protocole d'étude

Dans le cadre du projet de fin de cycle master, la convention entre l'université Abderrahmane Mira Bejaia et la direction de la pêche et des ressources halieutiques de Bejaia nous a permis d'avoir accès au port de pêche de Bejaia, là où on a pu réaliser notre étude. La période pratique s'est déroulée au cours du mois de mai (du 1 au 31 mai 2021), durant cette période en collaboration avec les pêcheurs, agents et personnel de la pêcherie, on a pu atteindre des objectifs de cette étude et obtenir des résultats considérables sur l'importance de la pollution du milieu marin du côté est de la wilaya de Bejaia, principalement par les Macro-déchets.

### II. 4. Méthodologie d'Echantillonnage

Pour les besoins de l'étude quantitative et qualitative des macros déchets déposés sur le fond de la mer, il existe beaucoup d'approches qui incluent les enquêtes visuelles sous-marines avec plongée / plongée en apnée, les enquêtes au chalut de fond et les enquêtes d'acquisition d'images avec l'utilisation de véhicules submersibles ou de véhicules télécommandés. Tout dépend des moyens et du temps mis à disposition pour l'étude. Le chalutage reste la meilleure méthode à nos jours pour évaluer les macros déchets sur le fond du golfe, car cette méthode permet de différencier entre les catégories de déchets, et donc d'avoir des résultats plus représentatifs (Galganiet Andral, 1998). Les sorties en mer se sont déroulées durant le mois de mai, à bord des deux chalutiers (SOFIANE, BJ04) et (HAMZA,

BJ275) ont été réalisés les 10 prises d'échantillonnage. Les chalutiers sont équipés du matériel nécessaire qui permet de mener à bien les relevés du fond de mer. De manière générale l'équipement inclut le chalut et enrouleur de chalut, GPS de bord pour déterminer la localisation, sondeur de fond pour déterminer la profondeur. A chaque sortie une équipe de 7 à 8 pêcheurs sont embarqués à bord du chalutier afin d'effectuer les différentes manœuvres nécessaires.

### II. 5. Déroulement de l'échantillonnage

Dès sa sortie du port de pêche, le chalutier navigue à une vitesse de 8 à 9 nœuds marin jusqu'au point de filage. C'est là où le chalut est mis à l'eau. Equipé de plaques métalliques les filets en profondeur labourent les fonds de mer. A ce moment-là le chalutier réduit sa vitesse de navigation à une moyenne de 3 nœuds jusqu'au point où le filet doit être remonté. Une fois tiré de l'eau, le contenu du filet est déversé sur le pont. Ce contenu représente la prise du filet qui correspond au trait de pêche effectué. En dernier lieu c'est l'étape de l'identification, tri, classification et pesée des déchets et poisson.

*Chapitre III*

*Résultats*

*Et*

*Discussion*

### III. 1. Résultats

Les travaux menés au sein du port de pêche de Bejaia durant la période de stage nous ont permis d'atteindre les objectifs fixés de cette étude. On a pu faire 10 échantillonnages dont 08 effectués par le chalutier SOFIANE (BJ 04) et 02 autres par HAMZA (BJ 275), les échantillonnages ont fourni un certain nombre de données qualitatives et quantitatives sur les déchets présents au fond du golf de Bejaia. Durant l'opération du tri des déchets, on a pu avoir un aperçu sur la qualité des différents types d'objets recensés, puis on les a classés selon la nature des matériaux, comme nous le montre le tableau 1 :

**Tableau I : Types d'objets recensés dans chaque catégorie de déchets.**

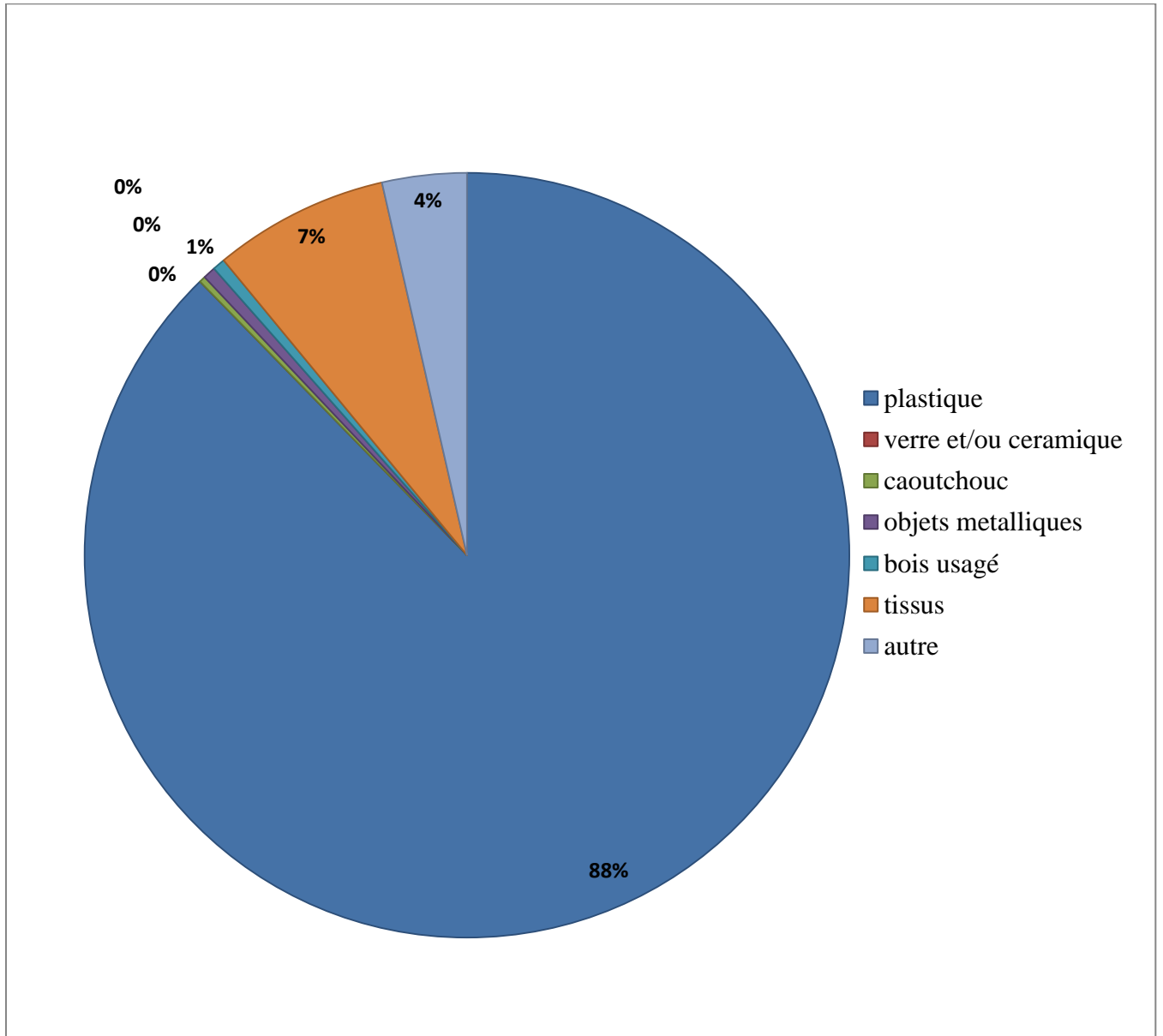
<b>Catégories de matériaux</b>	<b>Types d'objets</b>
<b>plastiques</b>	capsules, couvercles, bouteilles, futs, bidons, seaux, récipients alimentaires, sacs, jouets, gants, paniers, caisses, plateaux, cordes, filets de pêche, éponge et autres plastiques.
<b>verre et/ou céramique</b>	vaisselle, globes, bouteilles, fragments et autres.
<b>caoutchouc</b>	jouets, chaussures, pneus, élastiques, et autres.
<b>objets métalliques</b>	canettes métalliques, emballage, fragments et autres.
<b>bois usagé</b>	casiers de pêche, bouchons en bois, bois traité et autres.
<b>tissus</b>	chiffons, chaussures, vêtements, serviettes, chapeaux, sacs, toile, cordes et autres.
<b>autre</b>	objets non identifiés ou emmêlements d'amas d'objets.

Juste après l'étape de la classification des déchets, on est passé à leur quantification. Avec l'aide d'une balance nous avons pu avoir une estimation de la quantité des débris de chaque catégorie, ainsi que de la quantité de la prise de poisson associée à chaque échantillon. Les résultats des taux de déchets par catégorie, ainsi que le rapport entre la quantité de déchets et de poissons obtenus lors de chaque échantillon, seront abordés ci-dessous :

- **Echantillon n° 1**

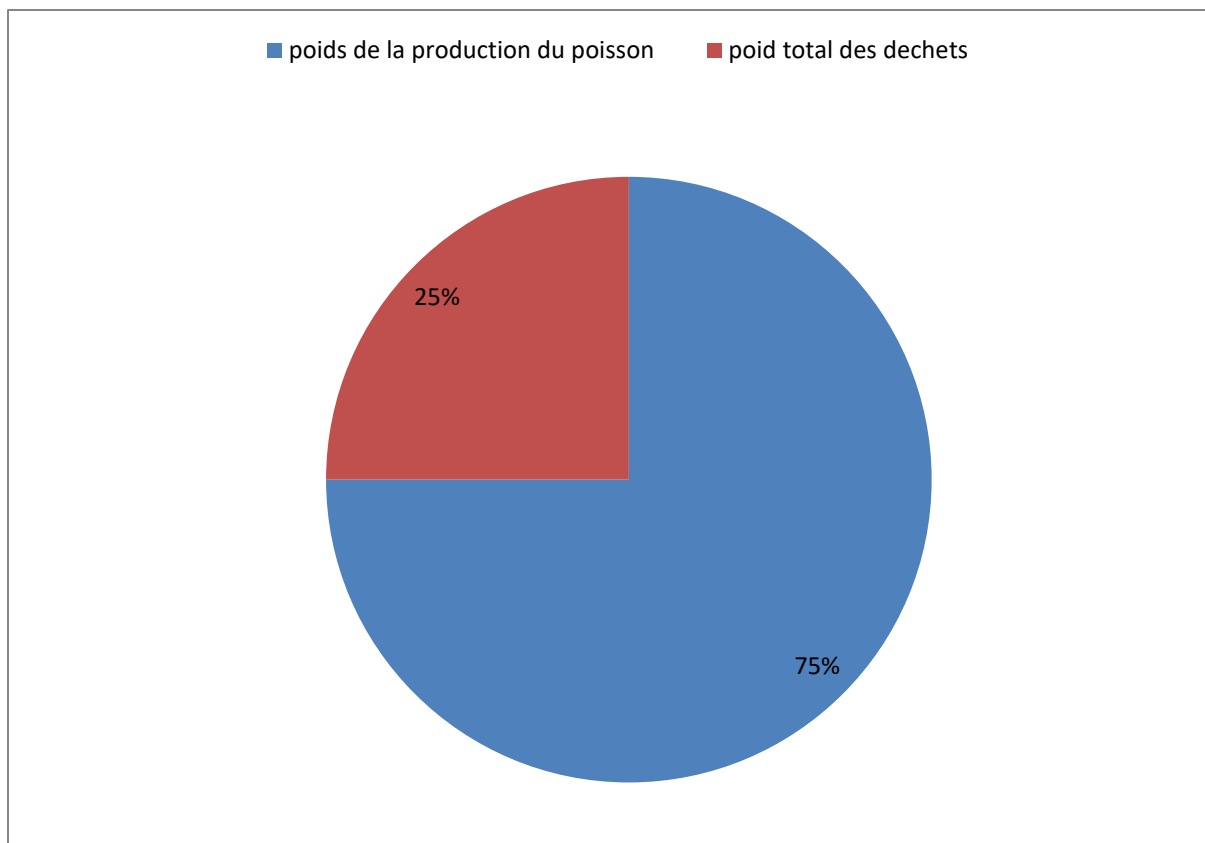
Le jour du 07 mai 2021, nous avons obtenu des données à partir de la prise du chalutier HAMZA (BJ 275) (figure 1). Les résultats de cet échantillonnage que nous allons aborder

sont le dérivé de la toute première expérience mené durant la période pratique de cette étude. Le chalutage a été effectué entre les deux localisations 36°.40'.526N / 005°.16'.481E et 36°.44'.620N / 005°.32'.136E.



**Figure 1 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon de (07/05/21)

L'échantillon où nous avons enregistré le taux le plus élevé de plastique qui est de 88% suivie par les tissus 7% puis autres objets 4%, les autres catégories sont de fréquence très faible, négligeable ou n'ont pas été recensés.

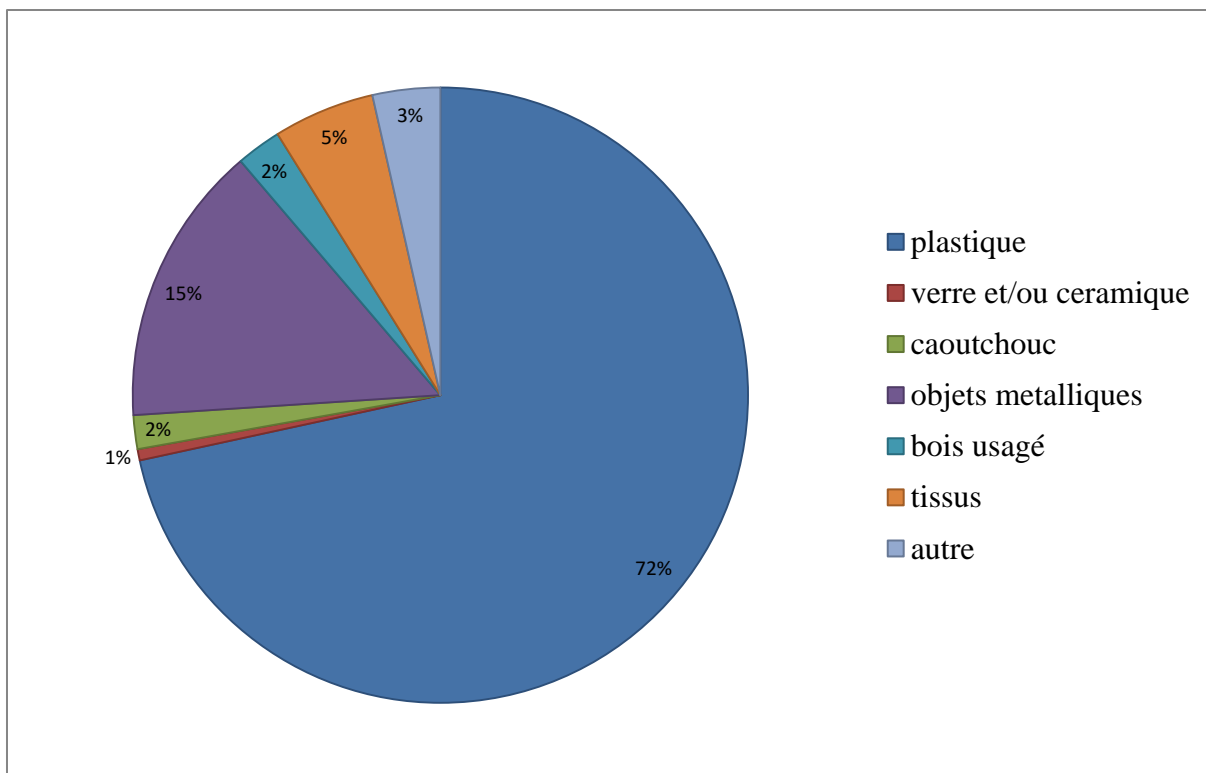


**Figure 2** : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (07/05/21)

Sur la figure 2 sont consignés les résultats obtenus dans la première prise, nous pouvons voir que le poids des déchets récoltés est de 20 kg, il représente 25%, tandis que celui du poisson est de 75%, avec un poids de 60 kg, ce qui fait que les déchets sont équivalus a exactement un tiers de la quantité de poisson.

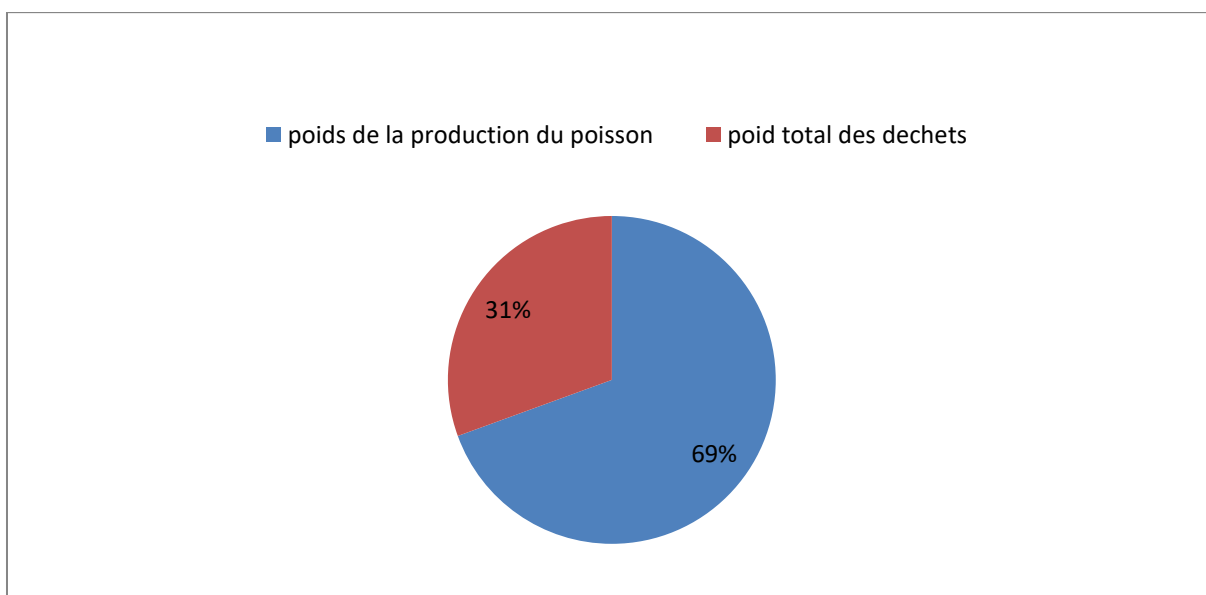
- **Echantillon n° 2**

Cette prise a été effectuée le 09 mai 2021, a partir du chalutier SOFIANE (BJ 04). Le chalutage a été effectué entre les deux localisations 36°.45'55 N / 005°.08'.49 E et 36°.40'.53 N / 005°.21'.20 E. Les résultats expriment Les taux des déchets par catégorie, ses derniers sont représenté par le rapport entre les quantités de déchets et de poissons son exprimé dans la figure (3).



**Figure 3 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 2 (09/05/21)

Pour ce premier échantillon nous avons constaté que la fréquence du plastique est la plus importante avec un taux de 72%, par la suite viennent les objets en métal avec 15%, les tissus à 5%, autres objets à 3%, le caoutchouc et bois usagé 2%, enfin le verre/céramique avec le taux le plus faible de 1%.

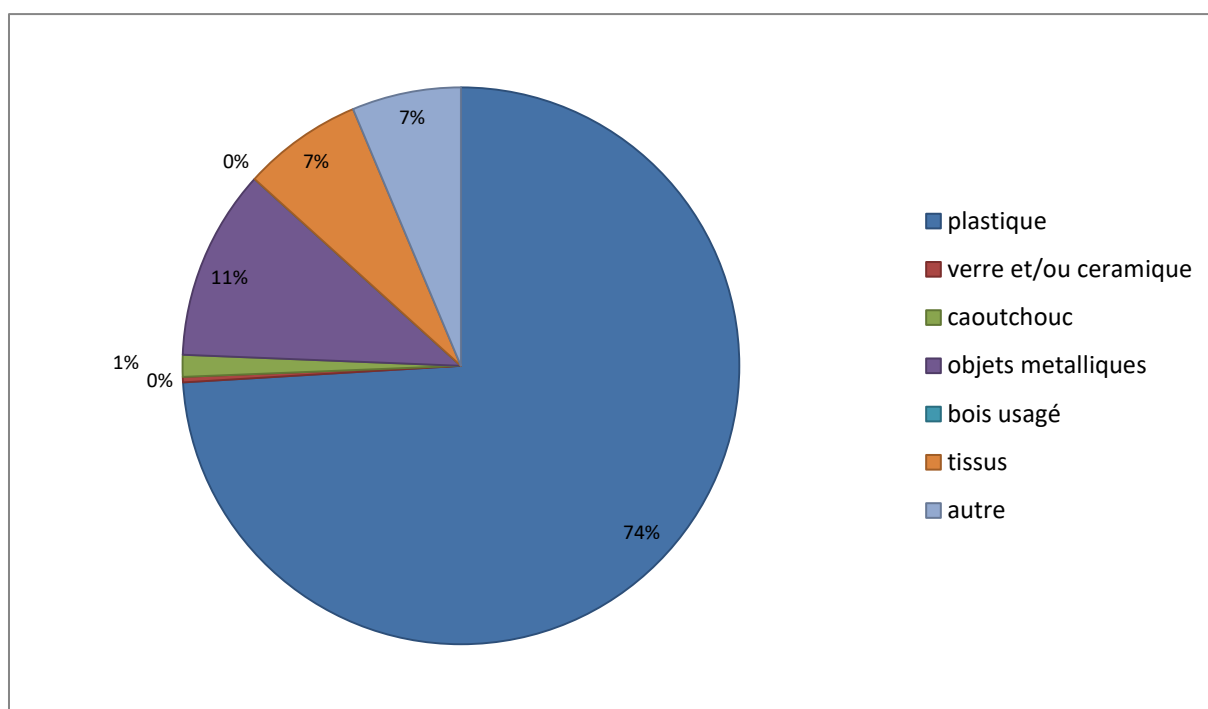


**Figure 4 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (09/05/21)

Dans ce premier échantillon, le poids des déchets est de 22 kg ce qui représente un taux de 31% du poids total (déchets, poissons) et qui représente presque la moitié du poids de poissons qui est équivalent à 50 kg, soit 69% de la totalité de la masse (Figure4).

- **Echantillon n° 3**

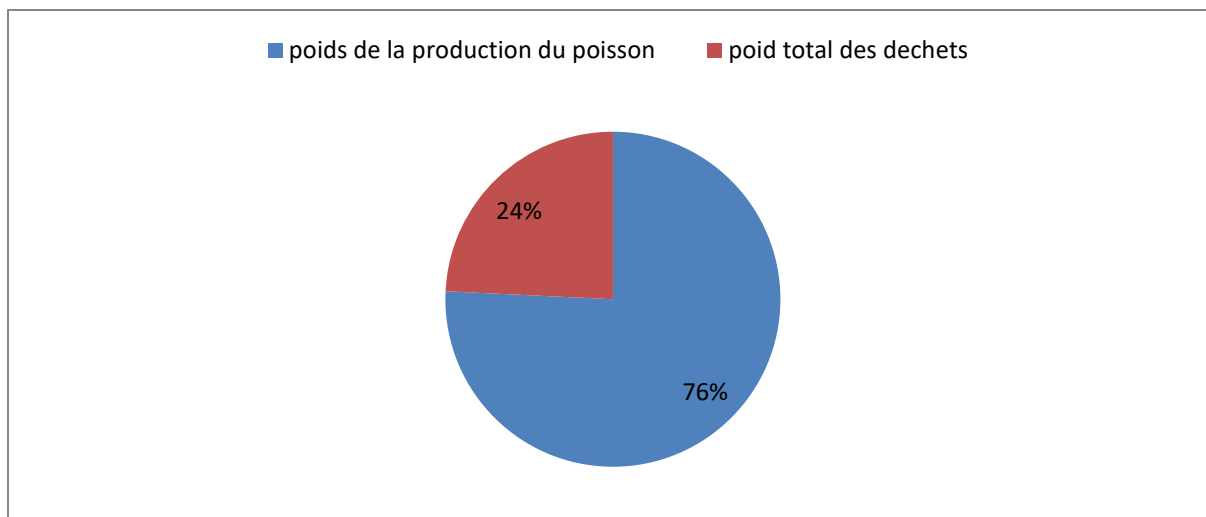
Il représente les données récentes lors de la sortie du chalutier SOFIANE (BJ 04), le jour du 16 mai 2021, le chalutage a été effectué entre les deux localisations 36°.40'.36 N / 005°.14'.22 E et 36°.45'.02 N / 005°.11'.77 E. Les résultats obtenus sont représentés en (Figure5).



**Figure 5 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 3(16/05/21)

Avec un taux de 74% le plastique reste toujours dominant, il est suivi par 11% d'objets métalliques, puis 7% de tissus et autres déchets, 1% de caoutchouc, les deux autres catégories (verre/céramiques et bois usagé) sont à 0%.



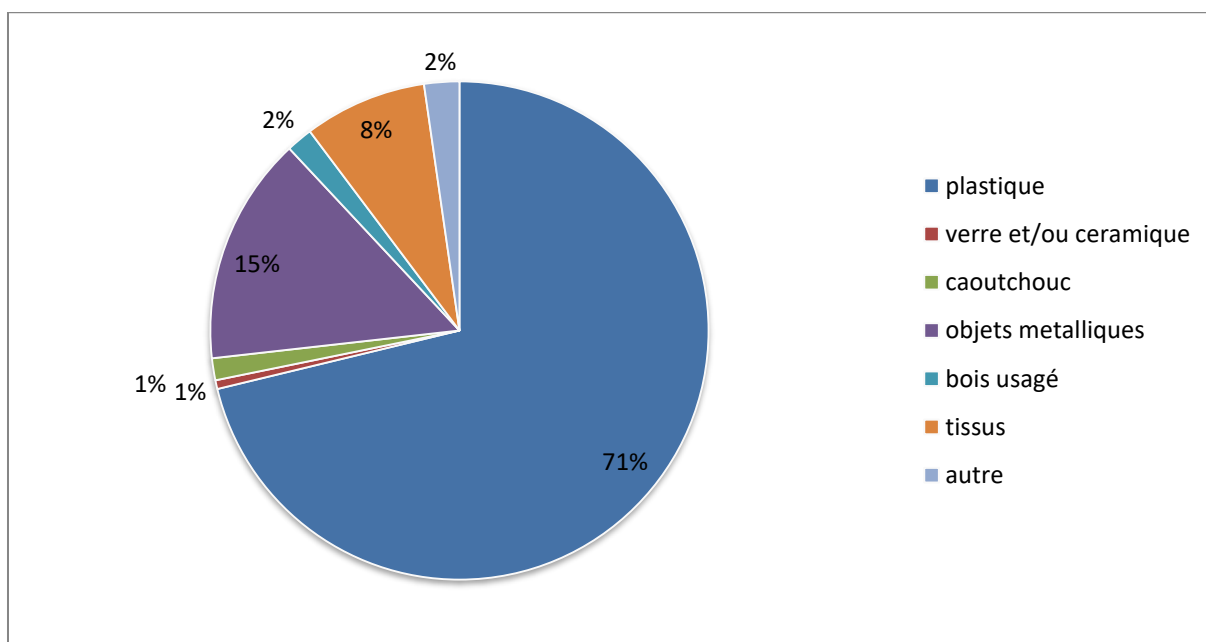


**Figure 6 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (16/05/21)

L'écart entre le poids des déchets et celui du poisson se traduit par une masse de 16 kg pour les déchets et 50 kg pour le poisson, soit des taux de 24% et 76% respectivement, cela implique que les déchets représentent un tiers du taux de poisson (Figure6).

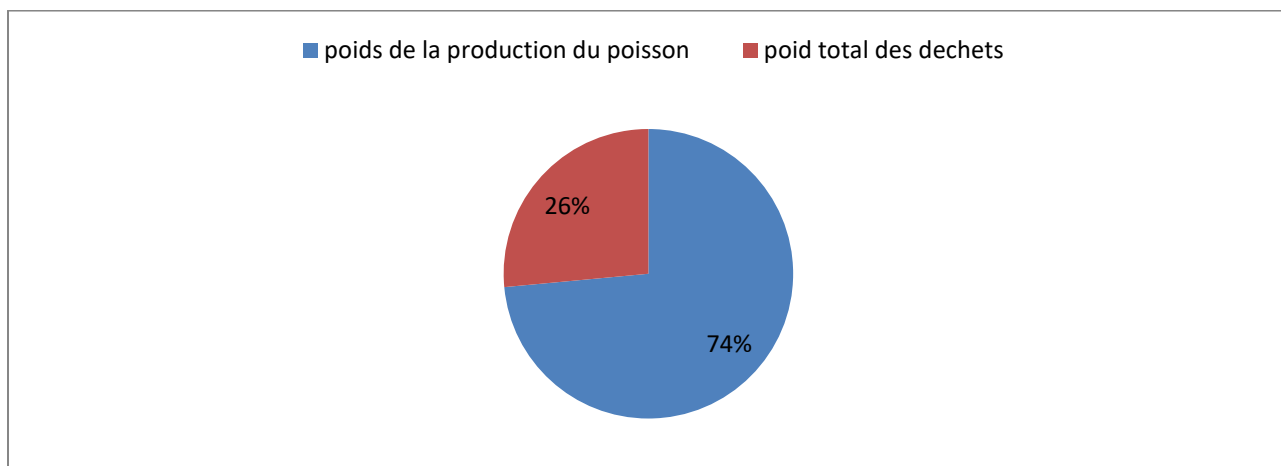
- **Echantillon n° 4**

Cet échantillon correspond à la prise effectuée le même jour que la précédente c'est-à-dire le 16/05/21, mais à partir du chalutier HAMZA (BJ 275), le chalutage a été effectué entre les deux localisations 36°.40'.77N / 005°.23'.40 E et 36°.44'08 N/ 005°.16'.48 E. Les données recueillies sont représentées par les diagrammes suivants.



**Figure 7 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 4(16/05/21)

Dans ce cas, on note que le plastique occupe toujours la première place avec le taux le plus élevé de 71%, puis viennent les autres catégories : les objets métalliques (15%), les tissus (8%), le bois usagé et autres éléments (2%) et enfin le caoutchouc et verre/céramique en dernier lieu avec des taux de seulement 1% (Figure 7).

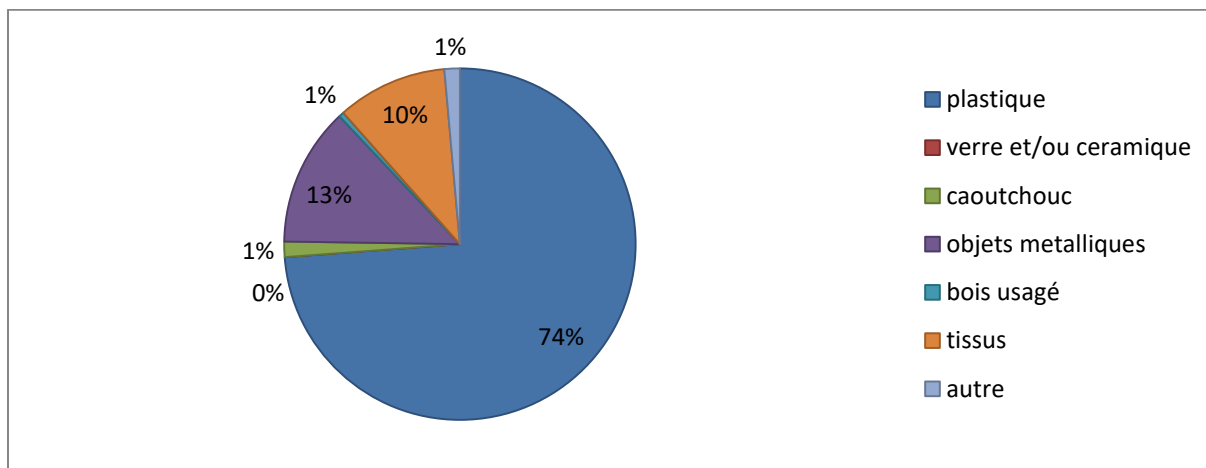


**Figure 8 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (16/05/21)

Dans cette prise dont les résultats sont représentés ci-dessus (Figure 8), on remarque que les déchets représentent encore le tiers de la quantité de poisson, avec des masses de 27 kg de déchets et 75 kg de poissons, correspondant à des taux de 26% et 74% respectivement.

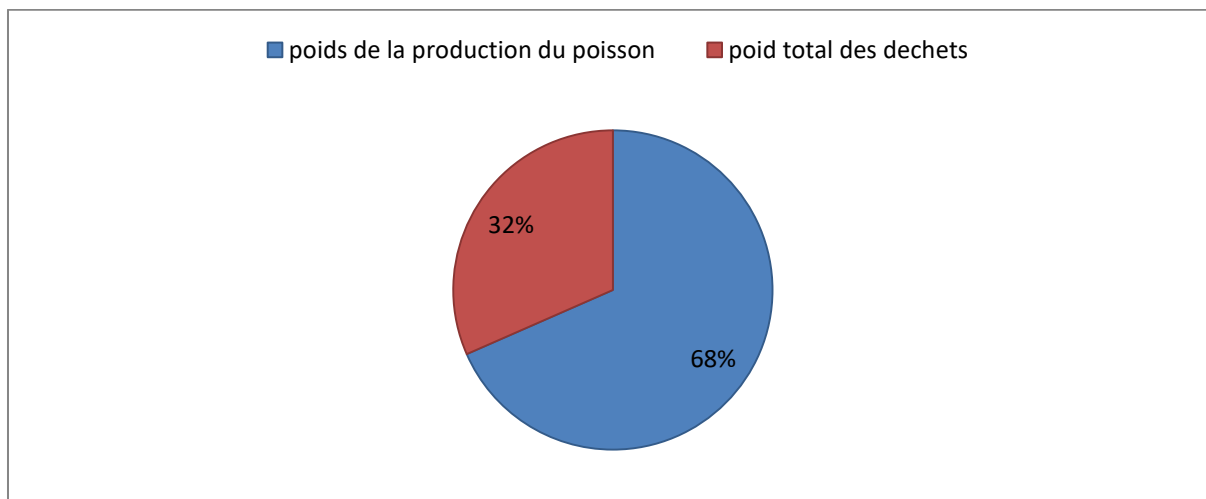
- **Echantillon n° 5**

Cette prise a été effectuée à partir du chalutier SOFIANE (BJ 04) le 18/05/2021, elle correspond à celle où on a eu la plus grosse quantité de déchets (30 kg). Les coordonnées géographiques du trait de pêche correspondant à cette prise sont  $36^{\circ}.40'.22N$  /  $005^{\circ}.18'.55E$  et  $36^{\circ}.43'.37N$  /  $005^{\circ}.24'.57 E$ .



**Figure 9 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 5 (18/05/21)

Dans cette prise, en plus des 74% du plastique recensé à chaque fois comme catégorie majoritairement dominante, on a aussi la présence d'objets métalliques et de tissus avec des pourcentages de 13 et 10% respectivement, puis les autres catégories restantes avec le taux de 1% pour verre/céramique, caoutchouc et autre, tandis que le bois usagé ne figure pas dans ce cas (Figure9)..

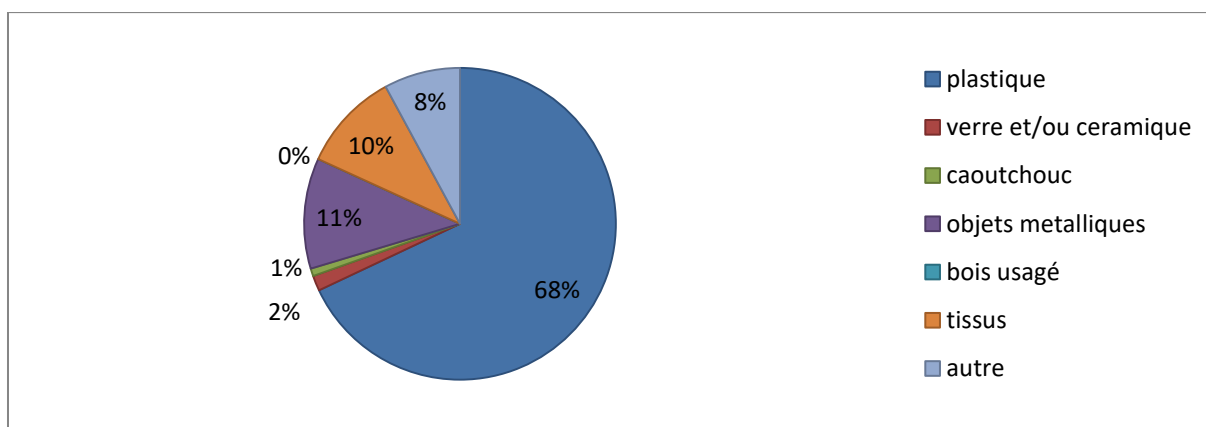


**Figure 10 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (18/05/21)

On observe ici que le taux des déchets et de la prise de poisson sont de 32% et 68% respectivement, cela correspond à 30 kg de déchets et 65 kg de poisson. Ce qui signifie que les déchets représentent près de la moitié de la quantité de poissons (Figure10).

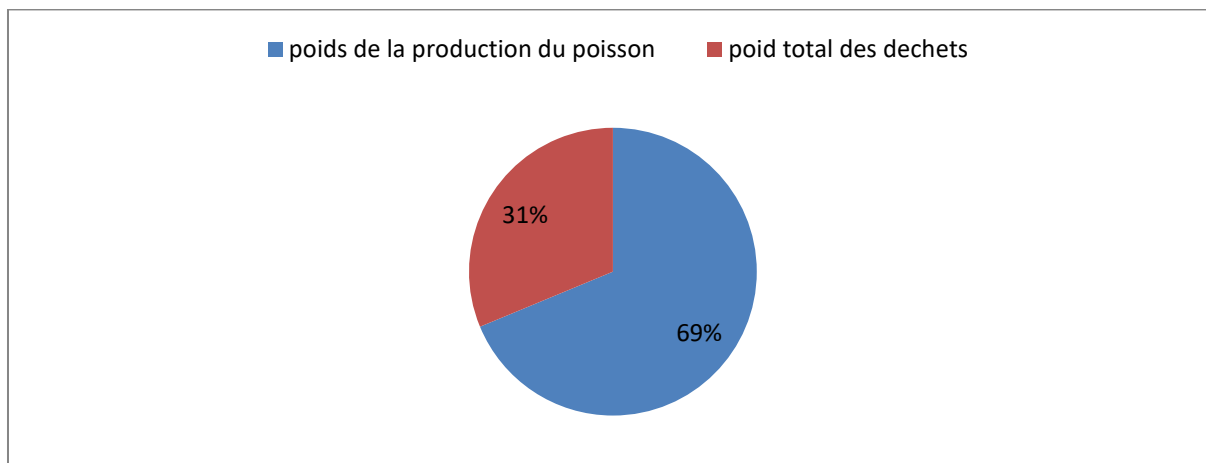
- **Echantillon n° 6**

La sixième prise date du 22 mai 2021, elle a été faite à partir du chalutier SOFIANE (BJ 04), et correspond au chalutage effectué entre les deux localisations 36°40'35N / 005°14'15E et 36°41'20N / 005°25'18 E.



**Figure 11 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 6 (22/05/21)

Dans les représentations de la (Figure 11) on remarque que le taux du plastique est toujours le plus important avec une valeur de 68%, ainsi suivent les objets métalliques puis les tissus, autres objets, verre/céramique et enfin le caoutchouc, avec des taux de 11%, 10%, 8%, 2 et 1% respectivement. Le bois reste d'une valeur nulle car il n'a pas été recensé (Figure 11).

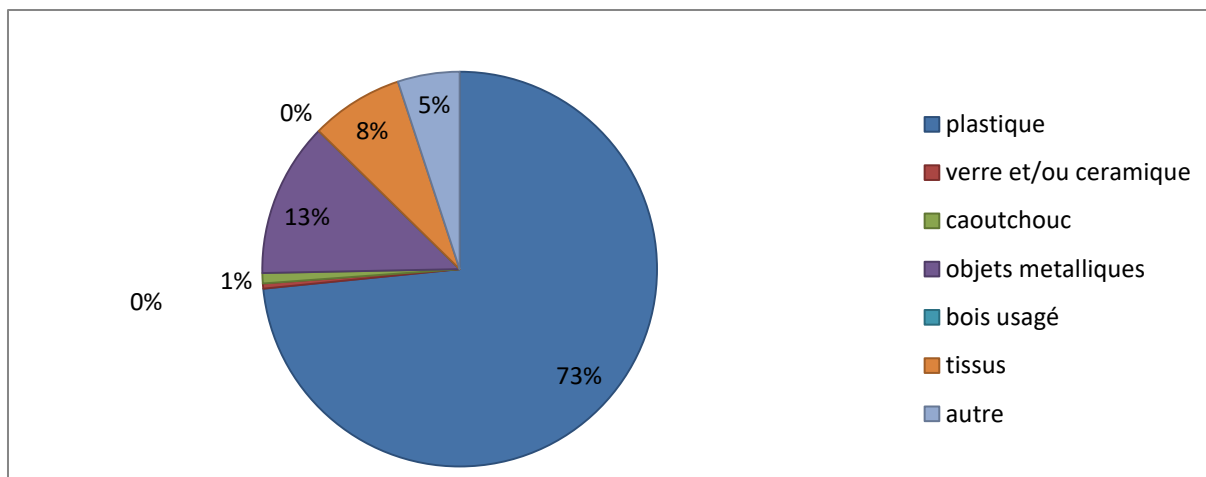


**Figure 12 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (22/05/21)

Dans cette prise on retrouve des masses de 25 kg de déchets et 55kg de poisson, en termes de poids les déchets pèsent ce qui se rapproche de la moitié du poids du poisson (Figure12).

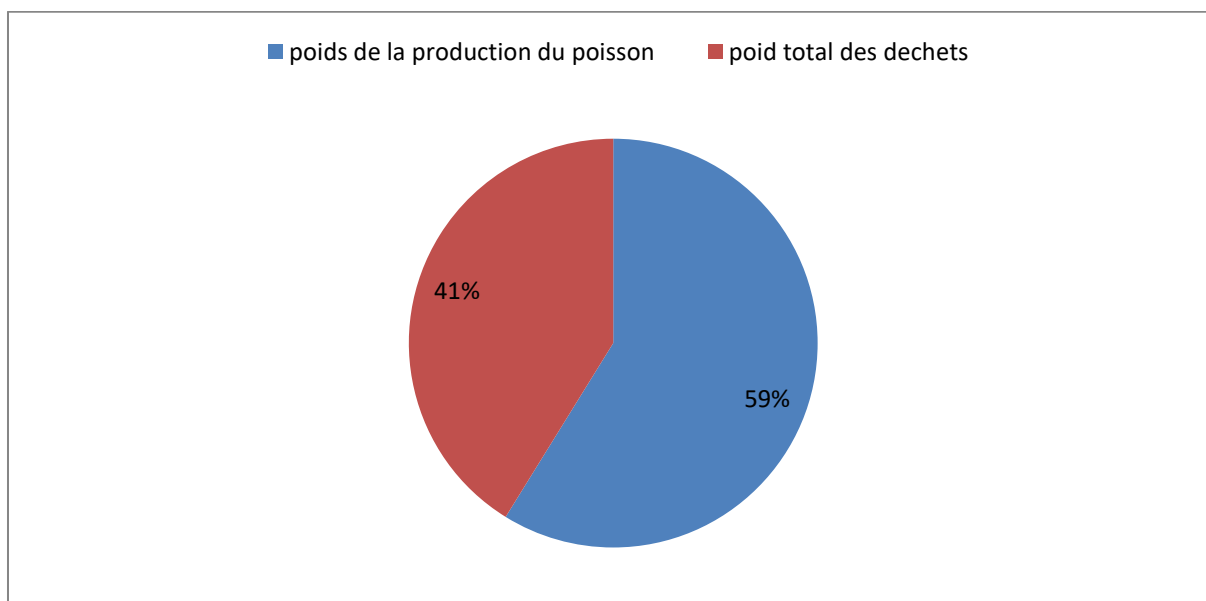
- **Echantillon n° 7**

Cette prise est représenté par les données récentes lors de la sortie du chalutier SOFIANE (BJ 04) le jour du 26 mai 2021, parcourant une distance de 10 Miles entre les deux points  $36^{\circ}.46'.01N / 005^{\circ}.15'.00 E$  et  $36^{\circ}.40'.59N / 005^{\circ}.21'.01 E$ . Les résultats obtenus sont représentés en diagramme ci-dessous (Figure12).



**Figure 13 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 7(26/05/21)

Nous constatons dans ce diagramme que le plastique représente approximativement le quart du taux global des déchets, avec la valeur de 73%, le reste regroupe les catégories restantes : objets métalliques 13%, les tissus 8%, autres objets 5% et le caoutchouc a 1%, le bois et verre/cramiques ne figurent pas dans cette prise (Figure13).

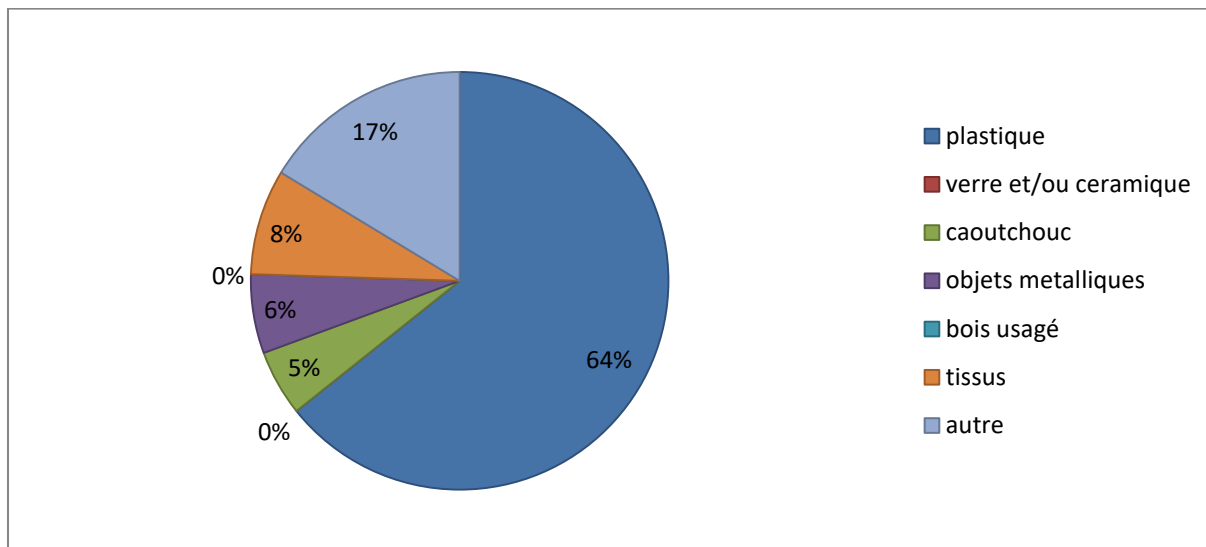


**Figure 14 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (26/05/21)

Cette prise correspond à celle où il a été enregistré un pic de la quantité de déchets par rapport à celle du poisson, avec des taux de 41% de déchets et 59% de poisson. A savoir 21 kg de déchets contre 30 kg de poisson (Figure14).

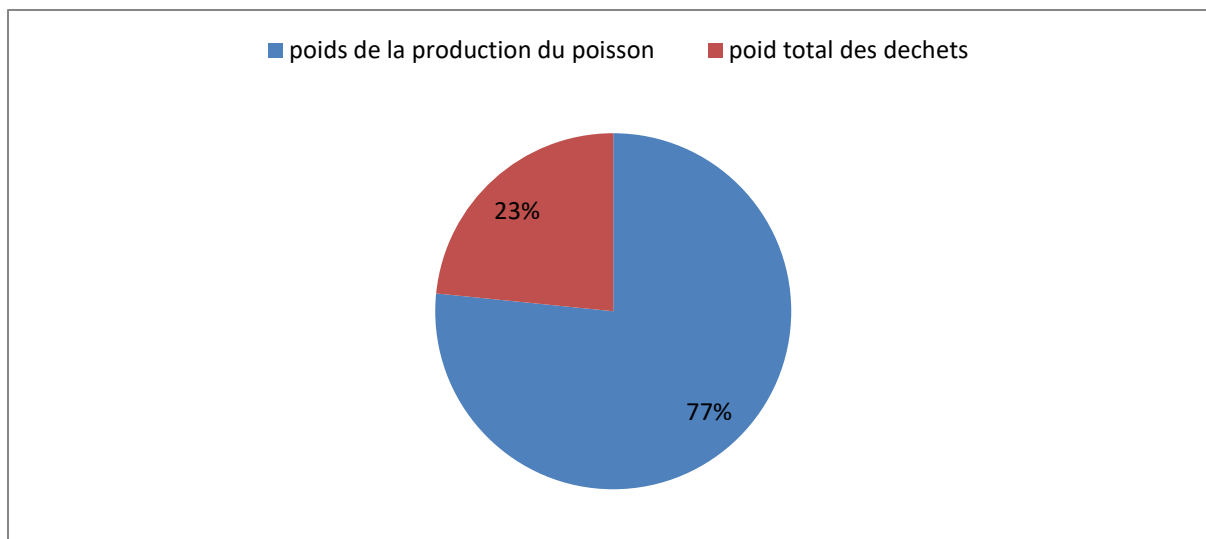
- **Echantillon n° 8**

Cet échantillon correspond à la prise effectuée le jour du 16/05/21 à partir du chalutier SOFIANE (BJ 04), le long du trait de pêche qui va du point géographique 36°.45'.05N / 005°.10'.56 E. au point 36°.41'.07N / 005°.21'.07 E. Les données recueillies sont représentées par les diagrammes suivants (Figure 15).



**Figure 15 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 8 (29/05/21)

Ce diagramme nous donne des pourcentages des différentes catégories enregistrées, c'est dans ce tri qu'on a recensé le plus petit pourcentage du plastique, cela ne l'a pas empêché d'être le plus abondant par rapport aux autres catégories comme chaque fois avec un taux de 64%. Les autres objets viennent en deuxième position avec 17%, puis 8% de tissus, 6% de métal, 5% de caoutchouc, enfin 0% de bois et verre/céramique.

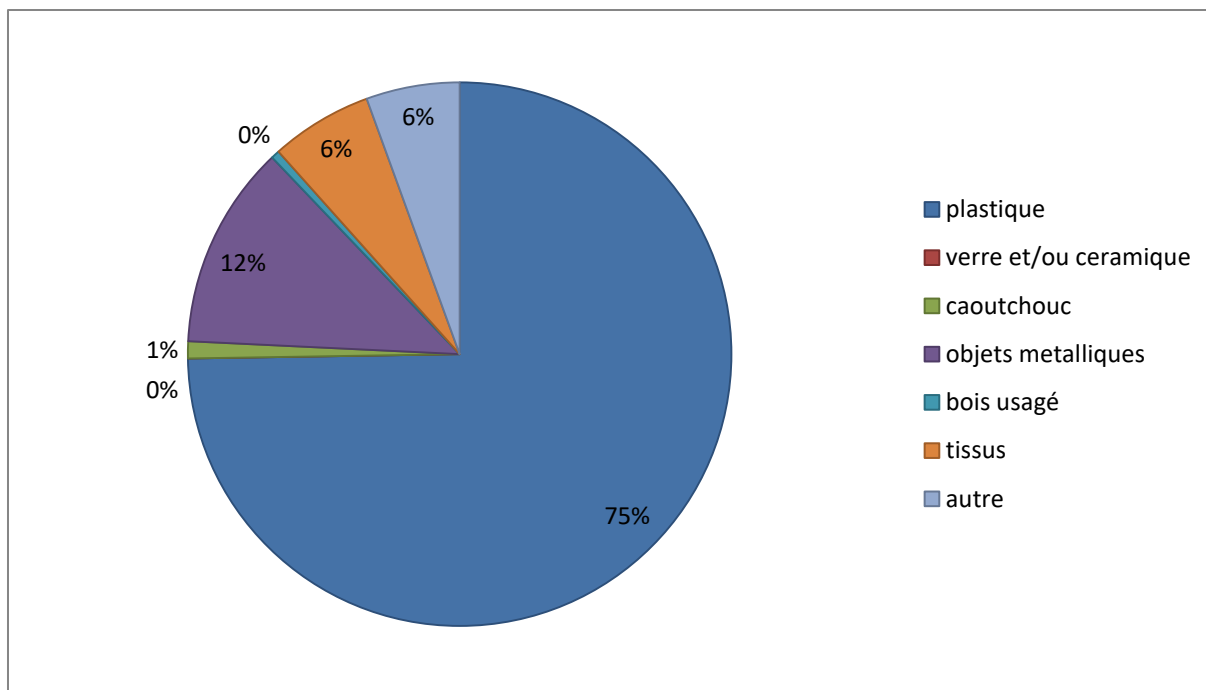


**Figure 16 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (29/05/21)

Les résultats obtenus dans ce cas montrent que la quantité de déchets qui est de 11 kg représente presque un tiers de celle du poisson qui est d'une valeur de 36 kg, comme nous le montre le graphe les taux sont de 23% et 77% pour les déchets et poisson respectivement. On précise que parmi les 10 prises c'est là qu'on a recensé la plus petite quantité de déchets (Figure16).

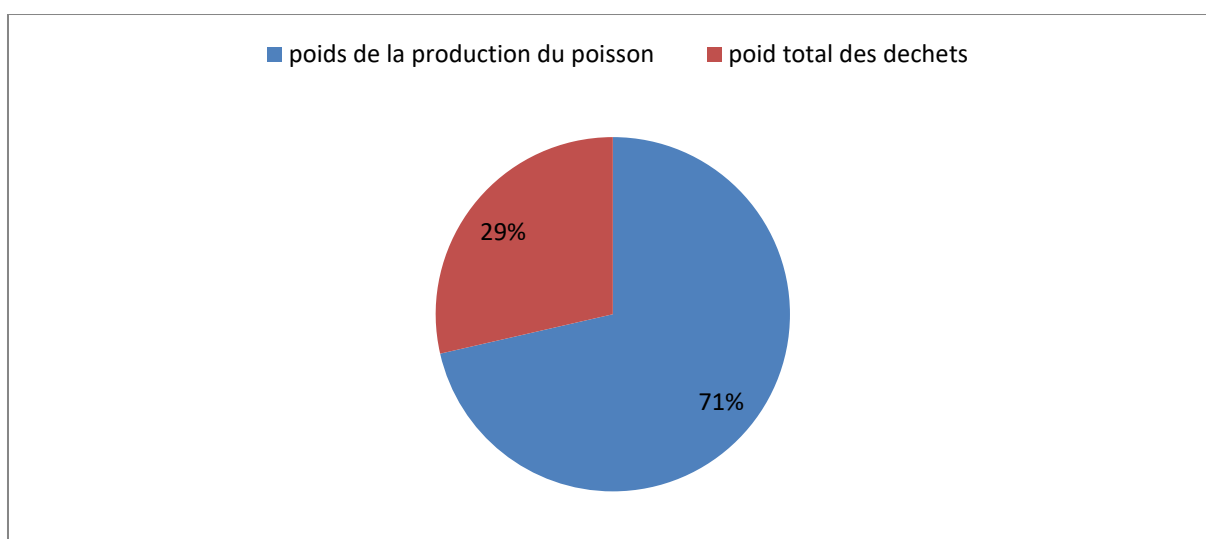
- **Echantillon n° 9 :**

Durant la journée du 30 mai 2021 cette prise a été effectuée par le chalutier SOFIANE (BJ 04), le long du transect de pêche délimité par les deux coordonnées géographiques  $36^{\circ}.45'.00N / 005^{\circ}.11'.21 E$  et  $36^{\circ}.39'.45N / 005^{\circ}.15'.51 E$ . Les résultats obtenus sont les suivants (Figure17).



**Figure 17 :** Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 9(30/05/21)

Le plastique reste toujours le déchet le plus répandu avec un taux de 75%, il représente exactement les trois quarts de la totalité des déchets recensés, les objets métalliques viennent encore en deuxième position avec 12%, puis les tissus et autres objets avec des taux similaires de 6%. Et enfin les caoutchoucs faiblement représentés avec 1%, le bois n'étant pas présent il est négligé.



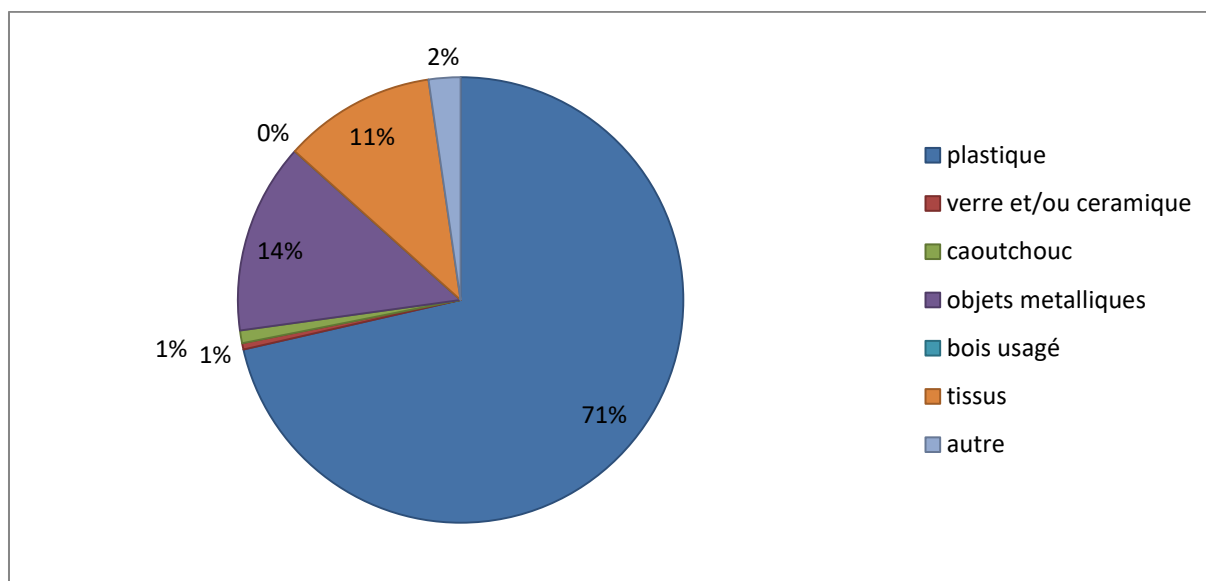
**Figure 18 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (30/05/21)



Les taux sont de 29% pour les déchets et 71% pour le poisson, ses pourcentages reflètent des quantités de 40 et 16 kg pour les poissons et les déchets respectivement(Figure18).

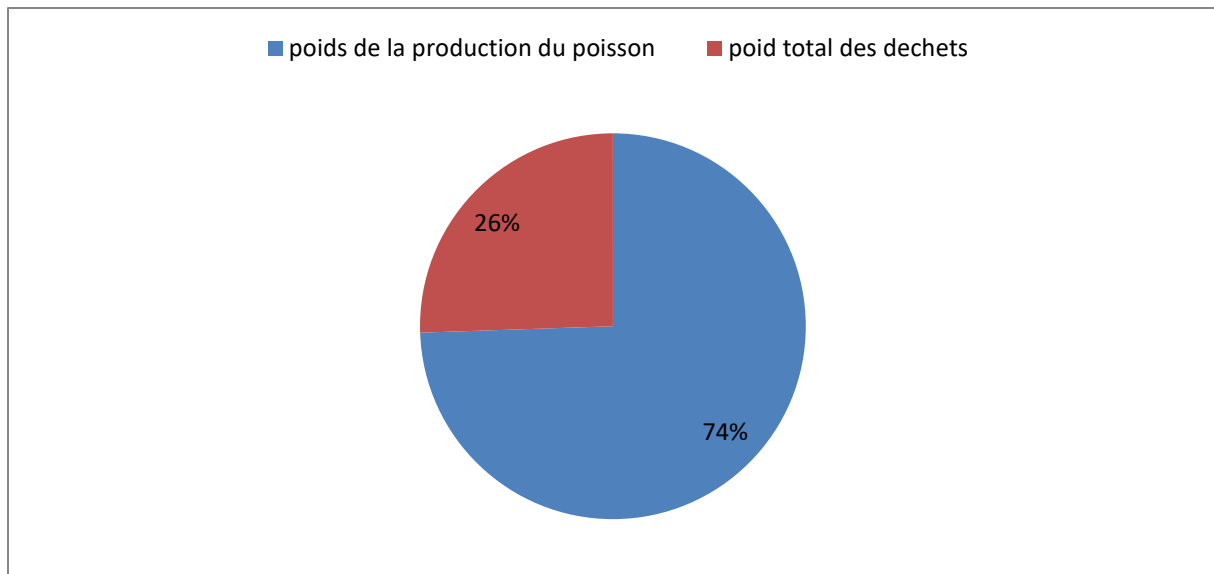
- **Echantillon n° 10**

Cette prise nous a fournis les dernières donnés, elle a été faite le 31 mai 2021, à partir du chalutier SOFIANE (BJ 04), les coordonnées géographiques du trait de pêche correspondant à cette prise sont : 36°.44'.41N / 005°.10'.54 E, 36°.40'.57N / 005°.25'.31 E.



**Figure 19** : Illustration de la typologie des déchets de l'échantillon n° 9(31/05/21)

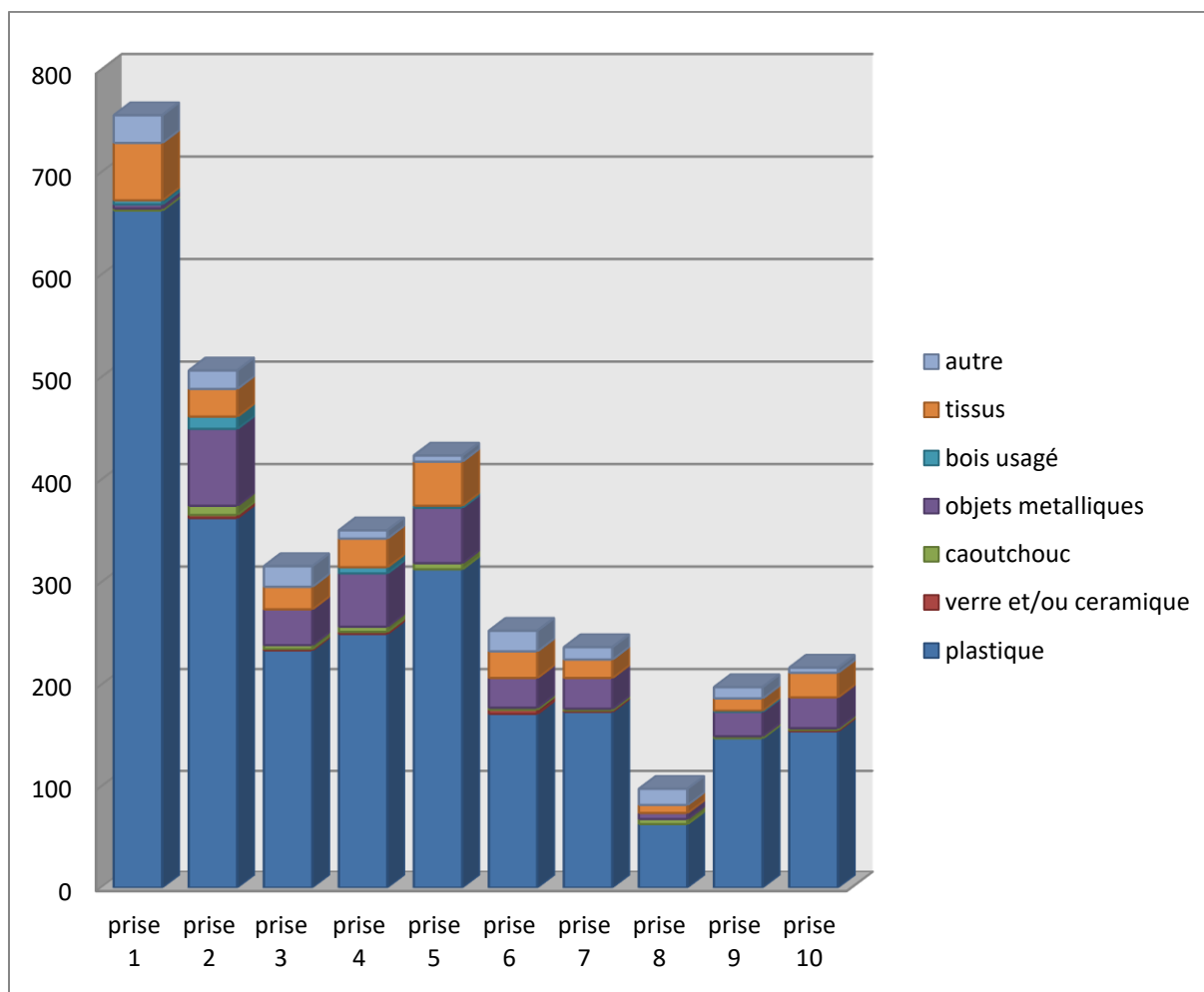
Dans ce diagramme qui représente le dernier échantillon, on constate encore que le plastique reste concentré sur la première place avec un taux majoritaire de 71%, le métal souvent en deuxième lieu, cette fois si avec un taux de 14%, les tissus 11%, puis le restant des catégories avec des faibles proportions(Figure19).



**Figure 20** : Illustration du poids des déchets et du poisson de la prise (31/05/21)

Les résultats de ce diagramme nous montrent encore une fois que les quantités de déchets restent importantes par rapport à celle du poisson, elle représente ici le tiers de la quantité de poisson pêché (Figure 20).

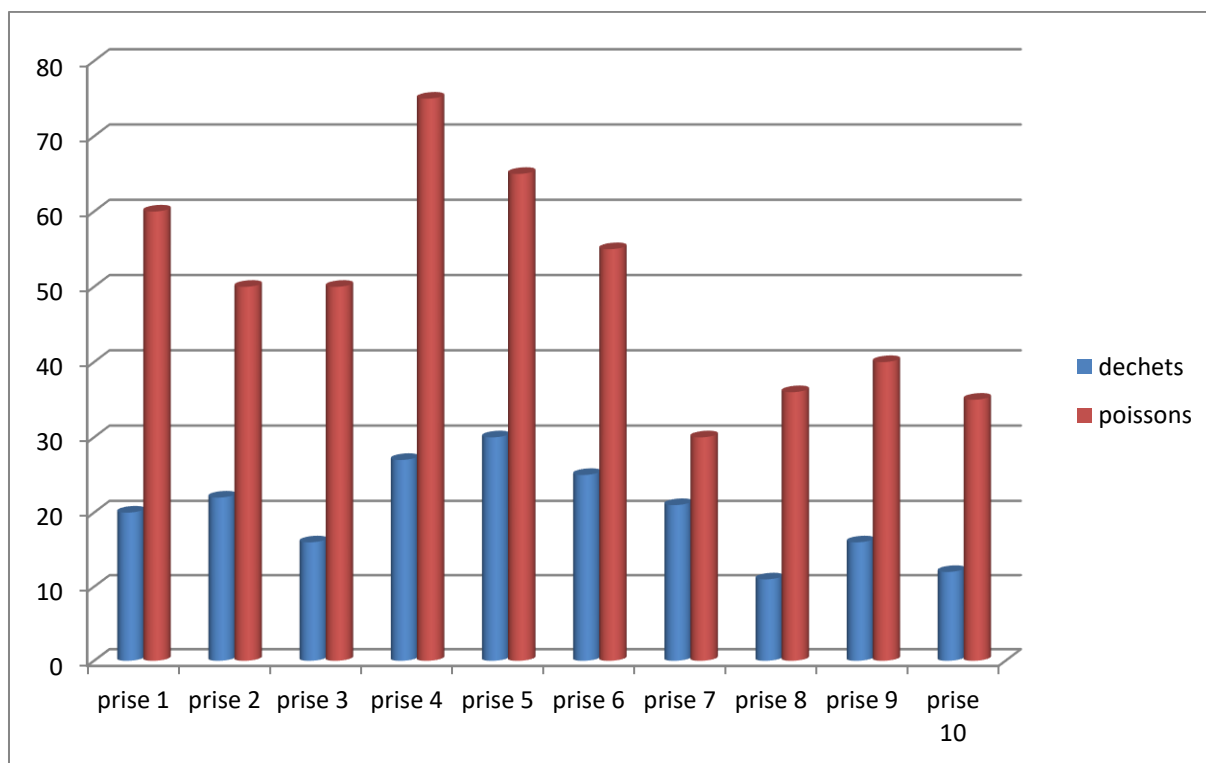
### III.1.1. Évaluations globales



**Figure 21 : Présentation de nombres d'éléments à travers toutes les prises réalisées**

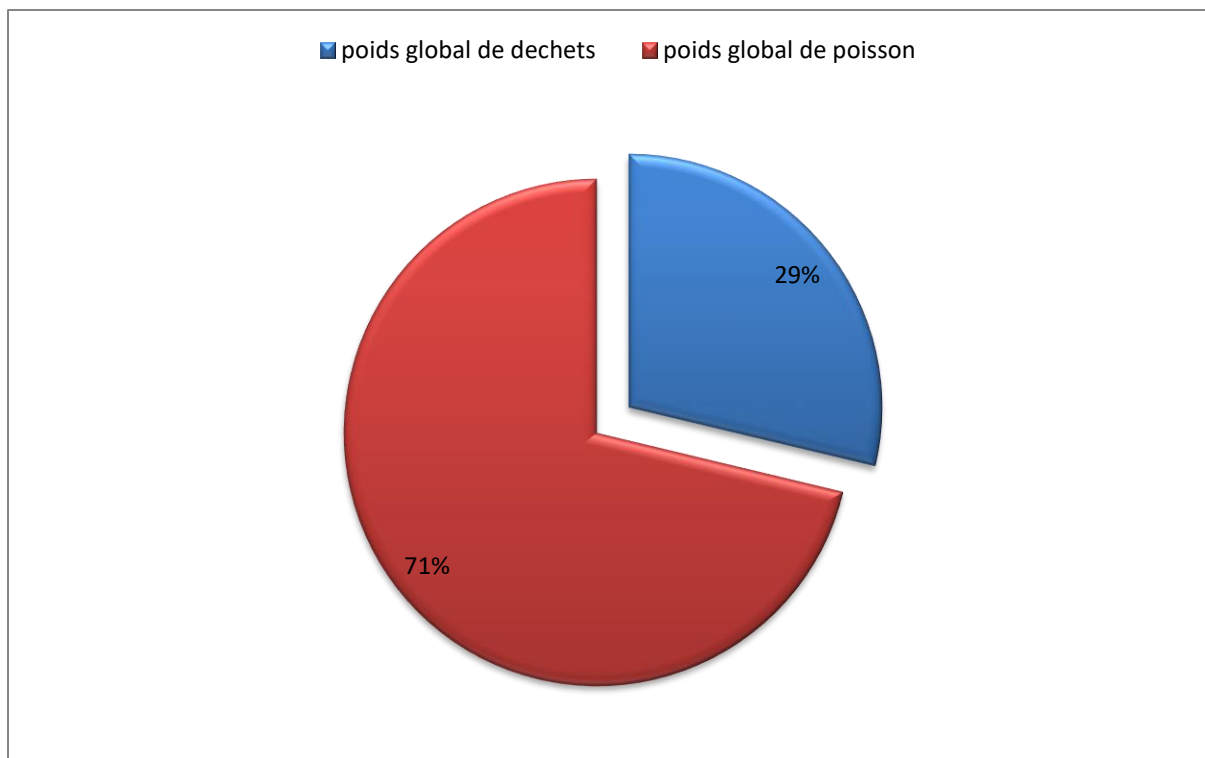
A partir de la Figure 21 nous pouvons voir que le premier échantillon remarquable est celui qui a contenu les plus de macro déchets en terme de nombre d'éléments qui est estimé à 756 éléments, suivie par le deuxième échantillon (507 éléments), le nombre le plus bas est représenté par l'échantillon N° 8 ou il a été recensé 98 unités de débris. Les 7 autres prises représentent des chiffres moyens par rapport à la valeur maximale et minimale, ses chiffres varient de 198 à 424 éléments.

### III.1.2. Rapport des quantités déchets/poissons



**Figure 22 :** Illustration du poids des déchets et du poisson de l'ensemble des prises effectués

La Figure 22 représente un histogramme comparatif entre la quantité de déchets et celle du poisson pour chaque prise. D'après cette représentation nous pouvons constater que la quantité des macros déchets n'a jamais dépassé celle du poisson durant tous les échantillons qui ont été réalisés, et que généralement les déchets représentent le tiers ou ce qui se rapproche de la moitié de la quantité de poissons, excepté la prise numéro 7 où il a été recensé une quantité de déchets presque égale à celle du poisson.



**Figure 23** : Illustration du poids des déchets et du poisson globalement

Dans la Figure 23, on peut voir que la proportion de la quantité globale du poisson est plus importante que celle des déchets en termes de masse, car la quantité du poisson fait un peu plus que le double de la masse des déchets. Mais en terme de volume les déchets sont dominants, ils occupent plus d'espace.

### III.1.3. Densité des déchets

On obtient la densité des déchets en divisant le nombre de débris recensés lors de chaque échantillonnage par la surface balayée par le chalutier qui a effectué l'opération du chalutage.

$$\text{Densité} = N/S$$

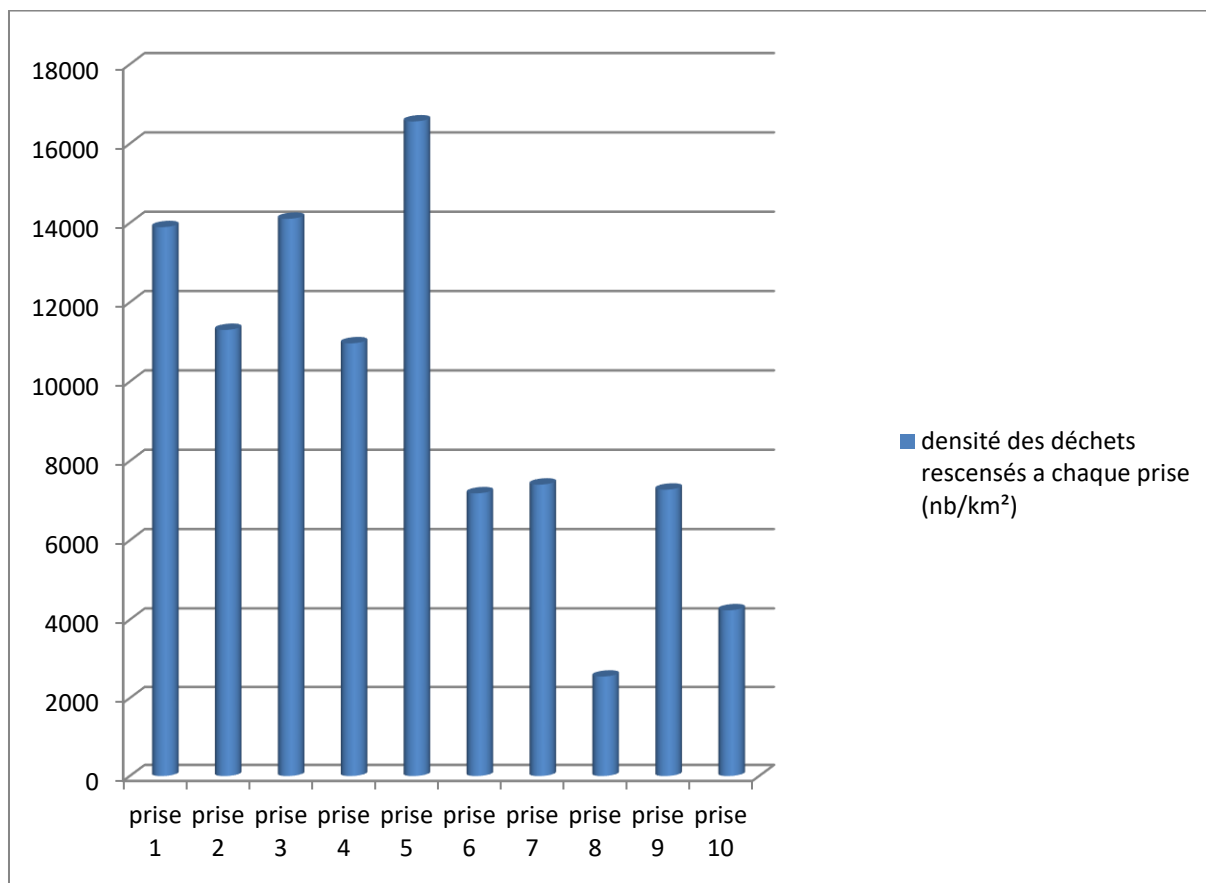
S : c'est la surface balayée.

S = la distance parcourue x la largeur du chalut.

N : détermine le nombre d'élément de déchets.

Dans notre cas la largeur du chalut est de 2 mètres. Les distances parcourues à chaque sortie ne sont pas les mêmes, elles varient de 7 miles à 17 miles, durant les 10 sorties, ce qui fait que les surfaces varient d'une sortie à une autre. On note que 1 mile = 1,609 km.

A partir des valeurs du nombre d'éléments recensés à chaque prise, on a pu calculer La densité des déchets en deux unités, en premier lieu en nombre d'articles par kilomètre carré (déchets/ km<sup>2</sup>), puis en nombre d'articles par hectare (déchets / ha). Les valeurs obtenues sont représentées dans le tableau suivant (Figure24).



**Figure 24 : Représentation de densités des déchets inventoriés à chaque prise (nb/km<sup>2</sup>)**

Les résultats illustrer dans la [Figure 24] exprime la densité d'éléments recensés lors de chaque échantillonnage, comme on peut le voir la densité est exprimé en nombre d'éléments par kilomètre carré, on peut constater à partir des résultats que les 5 premières lignes d'échantillonnage représentent les stations ou il a été enregistré la plus grande abondance de débris (plus de 10 000 éléments par km<sup>2</sup>) contrairement aux 5 autres stations ou la densité est inférieure a 10 000 objets par km<sup>2</sup>.

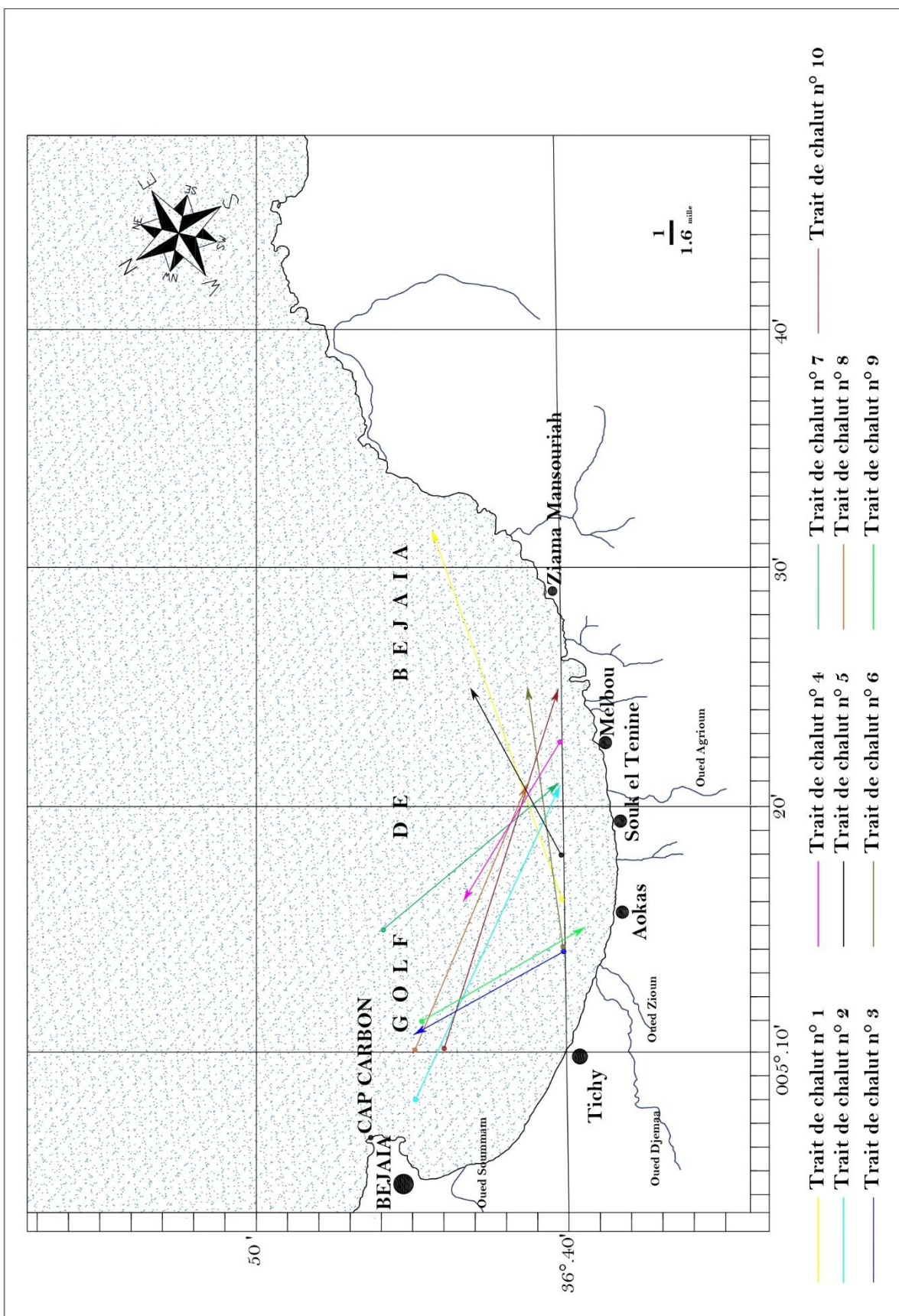


Figure 25 : Carte de la localisation du site d'étude et de la situation des traits de chaluts

### III. 2. Discussion

Les résultats obtenus durant cette étude font l'objet de nouvelles données qui reflètent l'état des lieux des macro-déchets dans le golfe de Bejaia. La comparaison de ses dernières données avec les autres résultats obtenus dans les études effectuées au paravent peuvent fournir des informations qui permettent de déterminer l'évolution et la répartition des ses déchets à travers le temps.

#### III.2.1. Comparaisons spatiotemporelle de quelques paramètres

Les résultats basés sur les mêmes critères et protocoles d'études, peuvent faire l'objet d'une comparaison, dans le cadre du suivi de l'état des lieux des macro-déchets, on précède à la comparaison des indices suivants :

##### ➤ **Catégories de la typologie des déchets recensés**

Les catégories de déchets qu'on a pu identifier sont les mêmes qui ont été recensés depuis 2010. Dès nos premières évaluations on a pu faire ressortir l'importance du plastique en termes de poids et de nombre de débris. Cette catégorie semble être depuis toujours la plus abondante dans le fond du golfe de Bejaia le taux de récences dans le pourtour méditerranéen est de 85-89% (Galvani et al., 2013). Suivie généralement par les objets métalliques puis les tissus, les autres catégories restantes (verre/céramique, bois usagé, caoutchouc et autre) représentent souvent les faibles proportions. Le bois naturel n'est pas pris en considération durant notre étude (Lippiatt et al., 2013).

##### ➤ **Taux de déchets 2017/2021**

Les résultats obtenus par une étude menée en 2017 sur l'aspect quantitatif des déchets et des poissons indiquent que le taux de déchets représentait une valeur moyenne de 14%, tant dis que le poids du poisson 86%, cela dit que les déchets occupent un peu plus qu'un huitième de la masse totale (débris + poissons) (Sparre et Venema, 1998).

Nos résultats indiquent que la quantité de déchets représente en moyenne un taux de 28% de la totalité du poids (débris + poissons). En comparant ses résultats de l'année 2021 à ceux de 2017, on remarque que le taux des déchets a doublé en un intervalle de temps de 4 ans, il est passé de 14% à 28% en termes de masses (Lippiatt et al., 2013).



### III.2.2. Densité des déchets 2010/2021

La densité moyenne obtenue dans les 10 échantillons effectués durant l'étude sur la répartition des macros déchets en 2010, indique une valeur de 17 élément ou objets par hectare. La densité moyenne obtenue dans les résultats de 10 échantillons de notre étude effectuée en 2021 est de 95 objets par hectare, les résultats montrent que la densité des déchets a considérablement augmenté en l'espace de 11 ans. La densité en 2021 est cinq fois plus importante qu'en 2010. La côte semble être touchée de plus en plus par le problème de dégradation de l'environnement marin et côtier par les quantités galopante de déchets encaissés par la littoralisation intense des zones côtières (Galgani *et al.*, 2013).

### III.2.3. Répartition des macros déchets

En termes de répartition géographique, on retrouve les macro-déchets sur quasiment toutes les surfaces échantillonnées dans notre zone d'étude : le Golfe de Bejaia. « La Méditerranée est la mer européenne la plus polluée par les déchets, explique Olivia Gérigny, (2012). Dans une étude comparable menée en mer du Nord, les densités restaient inférieures à 50 déchets par km<sup>2</sup>. Ce qui est extrêmement inférieur aux valeurs minimales rencontrées dans la présente étude.

Les macro-déchets sont présents sur l'ensemble des stations étudiées, et sont dominés par les plastiques représentant environ 78% des déchets collectés. Dans une étude menée en 2011 par Francois Galgani en 2011 sur les macros déchets en méditerranée française, la densité maximale trouvée était estimée à 25.40 déchets à l'hectare en Corse. Ce qui correspond à la valeur minimale trouvée dans notre prospection dans le golfe de Bejaia (25,52 déchets par hectare). La densité maximale enregistrée parmi les 10 échantillons correspond au trait numéro 5, elle est de 165,62 objets par hectare, le trait situé dans une zone au large de Souk el Tenine et Melbou, adjacente à oued Agrioun, comme on peut le voir sur la carte de la répartition des traits de chaluts, la plupart des traits marquant les plus fortes densités ont transité par la même zone qui représente la densité maximale. Cette forte densité est due à la forte concentration de la population locale de cette zone, ses acteurs font partie des plus gros producteurs de déchets urbains solides, entre 208 et 760 kg par an et par habitant. En plus de la fréquentation touristique qui génère une augmentation de 40% des déchets marins l'été (Alessi, 2018).

En termes de densité de déchets, la plus grande fraction est encore représentée par le plastique, dans cette étude il représente en moyenne une densité de 74 objets par hectare, ses objets en plastique sont généralement des emballages jetables (bouteille, sac...). Les flux de plastiques dépendent de la proximité des activités urbaines, des usages riverains et côtiers, du vent et des courants. Les débris sont également emportés vers la mer par les rivières qui se jettent dans la mer après avoir traversé des zones densément peuplées (Alessi, 2018).

La plupart du plastique est durable et persiste dans l'environnement marin. Le plastique peut se détériorer et se fragmenter sous l'effet du soleil ou de la photo dégradation, aggravant le problème en produisant de petites particules et en libérant ou accumulant des toxines. Ces petites particules sont appelées micro plastiques, Il y a aussi les micros plastiques

« Primaires » qui sont de petites particules délibérément fabriquées pour des applications telles que les cosmétiques ou les abrasifs industriels. Le temps de dégradation des plastiques dans l'environnement est long (en moyenne 500 ans) et varie selon leur composition (polyéthylène, polypropylène, phtalate,). Compte tenu de leur flottabilité et de « Leur légèreté », les plastiques ont tendance à dériver en surface, dans la colonne d'eau ou en profondeur puis à s'accumuler dans des gyres ou dans des zones de dépôt sur le fond (Mulochauet *al.*, 2019).

Le taux des objets métalliques est également important, vient juste après le plastique avec un taux de 11%, suivie par les tissus et autre (il s'agit généralement d'emmêlement de filets avec d'autres débris), avec des taux de 5 et 4% respectivement. Les objets en métal sont pour la plupart des cas des canettes en aluminium et des boites de conserves. Le comportement de ses déchets en mer est parfois similaire pour certains types de déchets. Il est lié à l'intensité des courants et au poids des différents objets. Le fond marin du golfe de Bejaia est caractérisé par un fond sableux et vaseux, plus précisément la coté est, ce qui permet la rétention de débris qui sont chargé de sables et de boues rejetés par les oueds lors de crues. Les déchets issus de la pêche sont également directement liés à la localisation des activités de pêche. L'ensemble des déchets est principalement retrouvé en profondeur en raison du lessivage du plateau continental. Cela suggère l'existence de zones d'accumulations (Galganiet *al.*, 2011).

La cause première de la pollution par les macros déchet réside dans les retards et les lacunes en termes de gestion des déchets plastiques dans la plupart des pays de la Méditerranée. Sur les 27 millions de tonnes de déchets plastiques produits chaque année en Europe, seul un tiers est recyclé, le reste finit dans des décharges. Le plastique recyclé ne représente actuellement que 6 % de la demande en plastique en Europe (Alessi, 2018). La

population côtière représente également un aspect important pour les pays d'Afrique du Nord et, en particulier, présente les taux de croissance les plus élevés en matière de densité de populations côtières, y compris de densité touristique. La population côtière de l'Algérie, par exemple, s'est accrue de 112 % au cours des 30 dernières années et ce littoral représente actuellement l'un des plus densément peuplés de l'ensemble du bassin (PNUE, 2009). En outre, il convient de noter que dans certains pays, des installations appropriées de recyclage n'ont pas encore été pleinement mises en œuvre et le coût de l'élimination adéquate des déchets solides dépasse souvent leur capacité financière (PNUE. 2009).

# *Conclusion*

### Conclusion

Il est aujourd'hui avéré que de grandes quantités de déchets sont présentes dans les fonds marins, des tonnes de déchets percent chaque année les milieux marins. L'évaluation de l'état des lieux des déchets dans le fond du golfe de Bejaia, a montré l'ampleur de la dégradation au fil du temps de cet écosystème.

L'étude a essentiellement porté sur l'existence et la répartition spatiotemporelle de la pollution des fonds marins de la wilaya de Bejaia, cette étude a été réalisée sur les macro-déchets constitués par diverses catégories. La distribution des macros-déchets a été réalisée durant 2 mois en choisissant plusieurs sites du golfe de Bejaia.

Dans les sites d'étude, on suppose que le transport des déchets entre le littoral et la mer a probablement eu lieu grâce au vent ou l'eau de pluie (ou leur action mutuelle). Le transport des déchets pourrait également avoir été assuré par les courants marins et les vagues et le charriage des oueds mais aussi de diverses activités maritimes et touristiques sur les lieux.

Il n'existe pas seulement un seul facteur responsable du transport des déchets mais peut-être une combinaison de plusieurs facteurs, tel que le vent, les cours d'eau, les vagues et les courants marins.

Les macro-déchets sont présents sur l'ensemble des stations étudiés, et sont dominés par les plastiques représentant environ 78% des déchets collectés. La densité maximale enregistrée dans les 10 échantillons est de 165,62 objets par hectare, le trait situé dans une zone au large de Souk el Tenine et Melbou, adjacente a oued Agrioun. Cette forte densité est due à la forte concentration de la population locale dans cette zone, producteurs de déchets urbains solide, entre 208 et 760 kg par an et par habitant. Plus la forte fréquentation touristique qui génère une augmentation de 40% des déchets estivale.

Le taux des objets métalliques est également important, vient juste après le plastique avec un taux de 11%, suivie par les tissus et autre (il s'agit généralement d'emmêlement de filets avec d'autres débris), avec des taux de 5 et 4% respectivement. Les objets en métal sont pour la plupart des cas des canettes en aluminium et des boites de conserves. Le comportement de ses déchets en mer est parfois similaire pour certains types de déchets. Il est lié à l'intensité des courants et au poids des différents objets. Le fond marin du golfe de Bejaia est caractérisé par un fond sableux et vaseux, plus précisément la coté est, ce qui permet la rétention de débris qui sont chargé de sables et de boues rejetés par les oueds lors de crues.

Les déchets issus de la pêche sont également directement liés à la localisation des activités de pêche.

La cause première de la pollution par les macros déchet réside dans les retards et les lacunes en termes de gestion des déchets.

## Résumé

L'étude portée sur l'existence et la répartition spatiotemporelle de la pollution des fonds marins de la wilaya de Bejaia, cette étude a été réalisée sur les macro-déchets constitués par diverses catégories. La distribution des macros-déchets a été réalisée durant deux mois en choisissant plusieurs sites du golfe. Les sites étudiés, confirme que le transport des déchets entre le littoral et la mer a eu lieu grâce au vent ou l'eau de pluie ou leur action mutuelle). Le transport des déchets pourrait également avoir été assuré par les courants marins et les vagues et le charriage des oueds mais aussi de diverses activités maritimes et touristiques sur les lieux. Les macro-déchets sont dominés par les plastiques représentant environ 78% des déchets collectés. Dans une zone au large de Souk el Tenine et Melbou, adjacente a oued Agrioun. Cette forte densité est due à la forte concentration de la population locale dans cette zone, producteurs de déchets urbains solide, entre 208 et 760 kg par an et par habitant. Plus la forte fréquentation touristique qui génère une augmentation de 40% des déchets estivale. Le taux des objets métalliques est également important, vient juste après le plastique avec un taux de 11%, suivie par les tissus et autre (il s'agit généralement d'emmêlement de filets avec d'autres débris), avec des taux de 5 et 4% respectivement. Le fond marin du golfe de Bejaia est caractérisé par un fond sableux et vaseux, plus précisément la coté est, ce qui permet la rétention de débris qui sont chargé de sables et de boues rejetés par les oueds lors de crues. Les déchets issus de la pêche sont également directement liés à la localisation des activités de pêche. La cause première de la pollution par les macros déchet réside dans les retards et les lacunes en termes de gestion des déchets.

**Mots clés :** Pollution marine, macro déchets, sources, golfe de Bejaia.

## Abstract

The study carried out on the existence and spatiotemporal distribution of pollution of the seabed of Bejaia, this study was carried out on macro-waste constituted by various categories. The distribution of macro-waste was carried out over 2 months by choosing several sites in the Gulf. The sites studied confirm that the transport of waste between the coast and the sea took place thanks to wind or rainwater or their mutual action. The transport of waste could also have been ensured by sea currents and waves and the carriage of watercourses but also various maritime and tourist activities on the spot. Plastics representing around 78% of collected waste dominate macro-waste. In an area off Souk el Tenine and Melbou, adjacent to watercourses Agrioun. This high density is due to the high concentration of the local population in this area, producers of solid urban waste, between 208 and 760 kg per year and per inhabitant. Moreover, the high tourist traffic which generates a 40% increase in summer waste. The rate of metallic objects is also important, comes just after plastic with a rate of 11%, followed by fabrics and the like (this is usually entanglement of nets with other debris), with rates of 5 and 4% respectively. The seabed of the Gulf of Bejaia is characterized by a sandy and muddy bottom, more precisely the east side, which allows the retention of debris, which is loaded with sand and sludge rejected by the watercourses during floods. Waste from fishing is also directly linked to the location of fishing activities. The root cause of macro waste pollution is delays and gaps in waste management.

**Keywords:** Marine pollution, macro waste, sources, Gulf of Bejaia.

## ملخص

تكمّن هذه الدراسة حول وجود وتوزيع مكاني وزماني لتلوث البحر بولاية بجاية، أجريت هذه الدراسة على النفايات الكلية المكونة من فئات مختلفة. تم توزيع النفايات الكلية على مدى شهرين من خلال اختيار عدة مواقع في الخليج. تؤكد المواقع التي تمت دراستها أن نقل النفايات بين الساحل والبحر تم بفضل الرياح أو مياه الأمطار أو (عملهما المتبادل). وكان من الممكن أيضا ضمان نقل النفايات من خلال التيارات البحرية والأمواج وحمل الوديان ولكن أيضا من خلال الأنشطة البحرية والسياحية المختلفة. تمثل المواد البلاستيكية أعلى نسبة من النفايات الكلية حيث تعتبر بحوالي 78% من مجموع النفايات التي تم جمعها قبالة سواحل سوق الاثنيين وملبو بالقرب من واد اغريول، هذه الكثافة العالية مرتبطة بوفرة السكان المحليين في هذه المنطقة، بحيث ينتج كل ساكن بين 208 و 760 كغ في من النفايات الحضرية الصلبة في السنة، بالإضافة إلى الحركة السياحية العالية التي تولد زيادة بنسبة 40% في نفايات الصيف. معدل الأجسام المعدنية مهم أيضا، حيث يأتي بعد البلاستيك بنسبة 11%، تليها الأقمشة وغيرها (هذه بشكل عام تشابك الشباك مع حطام آخر)، بمعدلات 5 و 4% على التوالي. يتميز قاع بحر خليج بجاية بقاع رملي موحل، وبالتحديد الجانب الشرقي، مما يسمح باحتجاز الحطام المحمل بالرمل والطين المنبعث من الوديان أثناء الفيضانات. ترتبط نفايات الصيد أيضا ارتباطا مباشرا بموقع أنشطة الصيد. يكمن السبب الرئيسي للتلوث بالنفايات الكبيرة في التأخير من حيث تسيير النفايات

**الكلمات المفتاحية:** تلوث بحري، نفايات كبيرة، مصادر، خليج بجاية.

*Références*

*Bibliographiques*



## Références Bibliographiques

ADEME Angers. (2012), Etude sur la caractérisation et les flux de déchets en milieux aquatiques. 9-22p.

Alessi, E. (2018). Pollution plastique en méditerranée Sortons du piège. 3-10.

Boutarcha, F. (2011). Essai d'analyse de l'impact économique de la pollution des zones côtières sur l'activité de la pêche en Algérie : cas de la wilaya de Bejaia. Mémoire de Magister en Économie de l'Environnement. Université de Bejaia, 238p.

Carson H., M.S. Nerheim, K.A. Carroll, M. Eriksen (2013) theplastic associated microorganisms of the North Pacific Gyre Marine Pollution Bulletin, 126-132.

Cedre, (2000) : Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux, créé le 25 janvier 1979 dans le cadre des mesures prises suite au naufrage du navire pétrolier Amoco Cadiz pour améliorer la préparation à la lutte contre les pollutions accidentelles des eaux.

Cebah, N. (2010). La mise en évidence de l'importance de la pollution de la mer par les macro-déchets dans la wilaya de Bejaia. Master en science naturelles de l'environnement. Université de Bejaia, 72.

Constant, M (2018) Source, transfert et devenir des micros plastiques (MPs) en mer Méditerranée Nord-Occidentale, 4-12p.

Deudero S., C. Alomar (2014) Revising interactions of plastics with marine biota: evidence from the Mediterranean. CIESM workshop "Marine Litter in the Mediterranean a Black Seas" CIESM ed., Tirana, Albania, 18 - 21 June 2014, 79-86 (<http://www.ciesm.org/online/monographs/>).

Galgani F, Hanke G, Werner S, Oosterbaan L, Nilsson P, Fleet D, Kinsey S, Thompson RC, van Franeker J, VlachogianniTh, Scoullou M, Veiga JM, Palatinus A, Matiddi M, Maes T, Korpinen S, Budziak A, Leslie H, Gago J, Liebezeit G. Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Scientific and Technical Research series, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

Galgani F., D Fleet, J Van Franeker, S Katsanevakis, T Maes, J Mouat, L oosterban, I poitou, G Hanke, R Thompson, E Amato , A Birkun& C janssen ( 2010) marine strategy framework directive task group 10 report marine litter , jrc scientific and technical report, ices/jrc/ifremer joint report , Editor: N. Zampoukas , 12 pages

Galgani F., Henry M., Orsoni V., Nolwenn C., Bouchoucha M., C. Tomasino (2011) macro-déchets en Méditerranée française : Etat des connaissances, analyses des données de la surveillance et recommandations. Rapport IFREMER, RST.DOP/LER-PAC/, 2011, 42 pp.

GalganiFrancois, Andral Bruno (1998). Methods for evaluating debris on the deep sea floor. IEEE Oceanic Engineering Society. OCEANS'98. Conference Proceedings (Cat. No.98CH36259) (IEEE). ISBN: 0-7803-5045-6. Pp.1512-1524.

Goeury D., (2014), "La pollution marine", in Woessner Raymond (dir.), MersEToceans, Paris:Atlante, Clefs concurrence. 15P.

Gregory M. (2009) Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, Philos Trans R SocLond B Biol Sci. Jul 27, 2009; 364(1526): 2013–2025. doi: 10.1098/ rstb.2008.0265.

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, 7-36 p.

Honorita. (2015). La Pollution Des Eaux Superficielles Et Des Nappes Phréatiques.

Kerambrun L. & Evrard E., 2012. Déchets sur le littoral. Contribution thématique au Plan d'Action pour le Milieu Marin – Manche – Mer du Nord, 11p.

Koller, E. (2006). Traitement des pollutions industrielles : eau, air déchets, sols, boues.

Lippiatt S, Opfer S, Arthur C. Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA TechnicalMemorandum NOS-OR&R-46, 2013.

Loubersac L. Pollution du littoral français par les macros déchets. Méthodologie et État de référence. Mars-Avril 1982. Vol.1. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00191/30241>.

Mansui, J., Molcard, A., Ourmieres, Y., 2015. Modelling the transport and accumu-` lation of floating marine debris in the Mediterranean basin. Mar. Pollut. Bull. 249–257.

Moletta, R., (2009). Le traitement des déchets, Lavoisier Tech & Doc.

Mulochau T., Sere M. & C. Lelabousse (2019) Estimations des densités en macro-déchets sur les platiers et récifs frangeants de Mayotte – Impact sur les communautés coralliennes. BIORECIF et Parc Naturel Marin de Mayotte. DEAL Mayotte/Ifrecor. 23.

Ouchen, A. (2012). Essai d'évaluation des programmes de mise à niveau des entreprises algériennes : Cas de la wilaya de Bejaia. Mémoire de Magister en Sciences Economiques, Option : Dynamique économique, développement local et territoire. Université de Bejaia, 214 p.

Sparre P, Venema SC. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment (Part 1). FAO Fish. Tech. Pap., 1998: 306/1, Rev. 2, Rome (<http://www.fao.org/docrep/w5449e/w5449e0f.htm>).

Teuten E., Saquing J., Knappe D., Barlaz M., Jonsson S., Björn A., Rowland A., Thompson R., Galloway T., Yamashita T., Ochi D., Watanuki T., Moore C., Viet P., Tana P., Prudente M., Boonyatumanond R., Zakaria M., Akkhavong K., Ogata K., Hirai H., Iwasa S., Mizukawa I., Hagino U., Imamura A., Saha M., H. Takada (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 2027–2045.