

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة  
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



**Faculté des Sciences**

**Département des Sciences de la Nature et de la Vie  
Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master**

**Filière : Ecologie et Environnement  
Spécialité: Protection des écosystèmes**

**Intitulé :**

**Etude de la pollution par le plastique au niveau  
du littoral de Skikda (Plages de Larbi Ben M'hidi)**

**Présenté Par :**

Melle Bendjeddou Nourhene

Melle Guettaf Asma

Melle Latreche Maliha

Melle Lobardi Rayane

**Membre de Jury:**

Dr. Boudries A.	(MCB)	Présidente	Univ. 20 Août 1955 – Skikda
Dr. Dziri H.	(MCB)	Examineur	Univ. 20 Août 1955 – Skikda
Dr. Rouidi S.	(MCA)	Promotrice	Univ. 20 Août 1955 – Skikda

**Année universitaire 2022/2023**

# *Remerciements*

Nous remercions en premier lieu ALLAH le tout puissant de nous avoir illuminé et ouvert les portes de savoir, et de nous avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce travail.

Tout d'abord, nous adressons particulièrement nos remerciements à notre Encadreur Dr. Rouidi qui a été toujours présente à nos côtés durant cette année, pour nous orienter et nous donner beaucoup d'aide et qui nous a permis d'approfondir au maximum nos travaux afin de pouvoir être fières aujourd'hui du travail réalisé.

Aux membres de notre jury : Dr Dziri pour avoir accepté d'examiner ce mémoire et Dr Boudries, d'avoir accepté de présider notre jury.

Nous adressons également nos sincères remerciements à Monsieur Aouzal Badis (doctorant), qui a accepté de nous aider avec bienveillance et à qui nous témoignons notre profond respect.

Merci à tous les enseignants artisans de notre formation universitaire.

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à la source de  
ma force et de l'amour...

A la femme la plus adorable au monde.

A ma très chère mère « Wassila ».

A mon support dans ma vie, qui m'a appris, ma supporté et ma  
dirigé vers la gloire ...

À mon cher père « Fateh ».

A mes chères sœurs « Manel » et « Rihab al djanna » pour  
l'amour qu'elles me réservent.

A mon soutien moral et source de joie et bonheur, mon fiancée  
« Kader » pour l'encouragement et

l'aide qu'il m'a toujours accordé.

« Je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et de succès »

**RAYANE**

# Dédicace

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, A maman pour son amour qu'elle m'a toujours accordé en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse.

## **A mes frères,**

Merci d'être à mes côtés dans tous les moments, Merci de ne pas m'avoir abandonnée. Je vous adore !

## **A mes sœurs,**

Pour l'amour qu'elles me réservent, Je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et de succès.

A mon neveu « DJAWAD », mon bébé d'amour.

## **A mes chers Amies,**

En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble, j'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

« SARA », « BASMA », « IKRAM », « ABIR », « RAYANE »

**MALIHA**

# Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

## **A MES CHERES PARENTS**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

## **A MES FRERES ET SŒUR**

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite

## **A MA CHERE Wafa**

Merci énormément pour ton soutien plus que précieux, Merci pour ton grand cœur toutes tes qualités qui seraient trop longues à énumérer.

En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble, j'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

A toute personne qui a un sentiment d'amour et de respect envers moi.

**NOURHANE**

# Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné le courage et la patience de faire ce travail.

Pour toutes les difficultés que vous avez rencontrées, je dédie simplement ce mémoire à...

Ma mère, qui n'a pas pu voir mon travail, qui a porté les soucis de nos études malgré sa maladie, j'espère que tu es fière de moi.

Mon cher père qui m'a encouragé, la source de ma force pour tenir jusqu'au bout, l'homme qu'il a toujours été Il me soutient et croit en moi. Sa chaleur paternelle m'a toujours été d'un grand réconfort. Je ne le remercierai jamais assez pour tout ce qu'il a fait pour moi.

Zhour Il n'y a pas de mots pour exprimer mon respect, mon amour et ma reconnaissance pour les sacrifices que vous avez faits pour moi pour mon éducation et mon bien-être. Merci pour tout le soutien et l'amour.

Mes très chères sœurs dalel, qui m'a elle assistée dans les moments difficiles et m'a pris doucement par la main pour traverser ensemble des épreuves pénibles. Je te suis très reconnaissante, et je ne te remercierai jamais assez pour ta capacité, ta générosité.

Ma douce sœur Hazar est la moitié de mon âme. Aucune description ne vous convient. Merci beaucoup.

Mon frère Mohamed nadjib qui était toujours avec moi  
"الن تهزم فتاة لديها عائلة قوية وداعمة."

# SOMMAIRE

TITRE	PAGE
Liste d'abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumés	
<b>INTRODUCTION</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : Connaissances bibliographiques</b>	
1. Définitions	<b>04</b>
1.1. Les déchets	<b>04</b>
1.2. Les déchets plastique	<b>04</b>
1.2.1. Les macro-plastiques	<b>04</b>
1.2.2. Les méso-plastiques	<b>04</b>
1.2.3. Les micro-plastiques	<b>04</b>
1.3. La laisse de mer	<b>05</b>
1.4. Le littoral marin	<b>05</b>
1.5. La détérioration du plastique	<b>05</b>
1.6. La pollution	<b>05</b>
2. Les sources de pollution par le plastique	<b>05</b>
2.1. Les déchets plastiques abandonnés par négligence sur le littoral	<b>05</b>
2.2. La décharge	<b>06</b>
2.3. Le trafic maritime	<b>06</b>
2.4. Les ports	<b>06</b>
2.5. Les activités anthropiques	<b>06</b>
3. Dégradation des plastiques en milieu marin	<b>07</b>
3.1. La biodégradation	<b>07</b>
3.2. La photodégradation	<b>07</b>
3.3. La dégradation par hydrolyse	<b>08</b>
3.3.1. Hydrolyse chimique	<b>08</b>
3.3.2. Hydrolyse biologique	<b>08</b>
4. Mécanisme de transport des polluants plastiques	<b>08</b>
4.1. Les cours d'eau	<b>08</b>
4.2. Les courants marins	<b>09</b>
4.3. Le vent	<b>09</b>
5. Impacts des déchets plastique en milieu marins	<b>09</b>
5.1. Les impacts sur le milieu naturel	<b>09</b>
5.2. Les impacts sur la faune et la flore	<b>10</b>
5.3. Les impact sur la santé humaine	<b>10</b>
5.4. l'impact sur l'économie touristique	<b>10</b>
6. Devenir des plastiques dans l'environnement	<b>10</b>
<b>Chapitre II : Matériels et méthodes</b>	
1. Présentation de la zone d'étude	<b>13</b>

1.1.Situation géographique	<b>13</b>
1.2. Choix des sites et stations d'étude	<b>13</b>
1.3. Période de prélèvement	<b>13</b>
1.5. La climatologie	<b>14</b>
1.6.1. Climatologie de la zone d'étude	<b>14</b>
2. Matériel d'échantillonnage	<b>15</b>
3. Méthode d'échantillonnage	<b>15</b>
3.1. Sur site	<b>15</b>
3.2. Au laboratoire	<b>17</b>
<b>Chapitre III : Résultats et Discussion</b>	
1. Etude de la variation spatiale du nombre et du poids des déchets plastiques	<b>20</b>
2. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans les stations d'étude	<b>22</b>
2.1. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 1	<b>22</b>
2.2. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 2	<b>23</b>
2.3. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 3	<b>24</b>
2.4. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 4	<b>25</b>
2.5. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 5	<b>26</b>
2.6. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 6	<b>27</b>
2.7. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 7	<b>28</b>
2.8. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 8	<b>29</b>
2.9. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 9	<b>30</b>
2.10. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 10	<b>31</b>
2.11. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 11	<b>32</b>
3. Dominances des débris en plastiques dans nos stations durant les cinq périodes d'étude	<b>33</b>
Conclusion et Recommandations	<b>36</b>
Références Bibliographiques	

## LISTE D'ABRIVIATION

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
Cm	Centimètre
D	Débris
E	Est
FTIR	Fourier-transform infrared spectroscopy
m	Mètre
mm	Millimètre
N	Nord
nm	Nano mètre
PLA	Polylactic acid
So	Sortie
St	Station
T	Témoin
UV	Ultraviolets
$\alpha$	Esters

## LISTE DES FIGURE

N°	TITRE	PAGE
<b>01</b>	Carte de la situation géographique de la wilaya de skikda	<b>13</b>
<b>02</b>	Carte de répartition des stations d'échantillonnage sur le littoral de Skikda	<b>14</b>
<b>03</b>	Dispositif de l'échantillonnage, Placement du quadra (de 50 cm de côté) selon le transect tracé	<b>16</b>
<b>04</b>	Quadra 50 cm x 50cm	<b>16</b>
<b>05</b>	Récupération des déchets par flottaison	<b>17</b>
<b>06</b>	Plastique dur	<b>17</b>
<b>07</b>	Plastique filament	<b>17</b>
<b>08</b>	Plastique tendre	<b>17</b>
<b>09</b>	Plastique pellet	<b>17</b>
<b>10</b>	Plastique film	<b>17</b>
<b>11</b>	Opération de tri et de dénombrement	<b>18</b>
<b>12</b>	Variation spatiale du nombre et du poids des déchets plastiques durant les 5 périodes d'étude	<b>21</b>
<b>13</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 1	<b>22</b>
<b>14</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 2	<b>23</b>
<b>15</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 3	<b>24</b>
<b>16</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 4	<b>25</b>
<b>17</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 5	<b>26</b>
<b>18</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 6	<b>27</b>
<b>19</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 7	<b>28</b>
<b>20</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 8	<b>29</b>
<b>21</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la	<b>30</b>

	station 9	
<b>22</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 10	<b>31</b>
<b>23</b>	Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 11	<b>32</b>
<b>24</b>	Catégories des débris dominants	<b>34</b>

## LISTE DES TABLEAUX

N°	TITRE	PAGE
<b>01</b>	Caractéristiques des stations étudiées	<b>14</b>
<b>02</b>	Répartition des catégories de plastiques par station	<b>21</b>

## Résumé

La présente étude, avait pour objectif de contribuer à l'évaluation de l'abondance des déchets plastiques présents sur les littoraux de Skikda, situés à Larbi Ben M'Hidi et Filfila, l'embouchure de l'oued Saf-Saf et la grande plage de Aïn Zouit, durant la période Mars à Mai 2023. Le but de cette démarche est d'identifier les sources de contamination par le plastiques et les facteurs les influençant, afin d'essayer de les éliminer ou de leurs trouver des moyens de gestion.

Les stations que nous avons retenus sont au nombre de 10, réparties sur les plages de notre zone d'étude. La station témoin quant à elle, se trouve sur la grande plage.

Ce travail a permis de retenir cinq catégories de polluants plastiques : les plastiques durs, les plastiques tendres, les pellets, les films et les filaments. Les résultats obtenus révèlent aussi, une hétérogénéité de la distribution des déchets plastiques le long des transects parallèles à la côte de chaque site. La station 10 située sur l'embouchure, est la plus polluée par les plastiques et cela durant toute la période d'étude. La station témoin (la grande plage), est par contre la moins touchée par la pollution au plastique pendant cette même période d'étude. Plusieurs paramètres influencent la présence des déchets plastiques sur nos stations de travail, ce sont principalement le vent, les rejets terrestres acheminés par les cours d'eau, les vagues et les courants marins, ainsi que les anciennes activités anthropiques sur les plages.

**Mots clés :** Pollution, déchets plastiques, littoral marin, plages de Skikda.

## **Abstract**

The objective of this study was to contribute to the assessment of the abundance of plastic waste present on the coasts of Skikda, located in Larbi Ben M'hidi and Filfila, the mouth of the wadiSaf-Saf and the large beach of AînZouit, during the period March to May 2023. The aim of this approach is to identify the sources of contamination by plastics and the factors influencing them, in order to try to eliminate them or to find ways to manage them.

There are 10 resorts that we have selected, spread over the beaches of our study area. The resort, meanwhile, is located on the large beach.

This work made it possible to identify five categories of plastic pollutants: hard plastics, soft plastics, pellets, films and filaments. The results obtained also reveal a heterogeneity in the distribution of plastic waste along the transects parallel to the coast of each site. The station 10 located on the mouth, is the most polluted by plastics and this during the entire study period. The control station (the Grande plage), on the other hand, is the least affected by plastic pollution during this same study period. Several parameters influence the presence of plastic waste on our workstations, these are mainly the wind, land discharges carried by waterways, waves and marine currents, as well as ancient anthropogenic activities on beaches.

**Key words:** Pollution, plastic waste, marine coastline, Skikda beaches.

## الملخص :

كان الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في تقييم وفرة النفايات البلاستيكية الموجودة على سواحل سكيكدة، الواقعة في العربي بن مهيدى والفللة، ومصب وادي الصفصاف والشاطئ الكبير في عين زويت، خلال الفترة من مارس إلى مايو 2023. الهدف من هذا النهج هو تحديد مصادر التلوث البلاستيكي والعوامل التي تؤثر عليها، من أجل محاولة القضاء عليها أو إيجاد طرق لإدارتها.

المحطات التي اخترناها هي 10، موزعة على شواطئ منطقة دراستنا. محطة التحكم على الشاطئ الكبير. تم اختيار خمس فئات من الملوثات البلاستيكية: البلاستيك الصلب والبلاستيك اللين والكريات والأغشية والخيوط. تكشف النتائج التي تم الحصول عليها أيضاً عن عدم تجانس في توزيع النفايات البلاستيكية على طول المعابر الموازية لساحل كل موقع. المحطة 10، التي تقع في المصب، هي الأكثر تلوثاً بالبلاستيك طوال فترة الدراسة. ومع ذلك، فإن محطة التحكم (الشاطئ الكبير) هي الأقل تأثراً بالتلوث البلاستيكي خلال نفس فترة الدراسة. تؤثر العديد من المعايير على وجود النفايات البلاستيكية في محطات العمل لدينا، وخاصة الرياح وتصريف الأراضي من الممرات المائية والأمواج والتيارات البحرية، بالإضافة إلى الأنشطة البشرية السابقة على الشواطئ.

**الكلمات المفتاحية:** التلوث ، النفايات البلاستيكية ، الساحل البحري ، شواطئ سكيكدة.

# **Introduction**

## INTRODUCTION

Les océans abritent non seulement de nombreux écosystèmes, mais ils produisent également la moitié de l'oxygène indispensable à la vie ; ils régulent la température de la Terre et soutiennent sa biodiversité. Malgré leur importance écologique et économique, ils subissent de plus en plus d'impacts environnementaux. Dans ce contexte, la pollution aux plastiques est la question environnementale la plus préoccupante actuellement du fait que de nombreuses espèces marines ingèrent les micro-plastiques sans s'en rendre compte. suite aux changements importants dus à la demande croissante de production et de consommation mondiale du plastique pour atteindre en 2013 les 300 millions de tonnes (**plastics europe, 2013**).

Les plastiques sont principalement issus d'apports continentaux incluant les fleuves et les rivières, les effluents émanant des stations de traitement des eaux usées et leurs surverses, des activités littorales de loisir, des décharges illégales littorales ou proches des fleuves et le ruissellement (**Galgani et al., 2020**).

En Algérie, la production de déchets solides a connu une augmentation, durant cette dernière décennie, s'élevant à environ 9 millions de tonnes par an. Plus de 10% de déchets éliminés sont du plastique (**Djemaci, 2011**).

La pollution par plastique affecte aussi les côtes algériennes et entre autre le littoral de Skikda. Cette ville industrielle côtière, dispose aussi de potentiels économiques et touristiques. La production croissante du plastique et l'utilisation de produits à usage unique, ont entraîné l'accumulation de ces déchets plastiques le long des plages et du littoral de Skikda. Cette pollution représente une menace pour les écosystèmes marins, la biodiversité et la qualité de vie des communautés locales. Les déchets plastiques, transportés par les cours d'eau et les vents, atteignent les plages, contribuant à cette problématique. La ville de Skikda est confrontée à des défis environnementaux liés à la gestion de cette pollution.

L'objectif de notre mémoire, consiste en l'évaluation de l'abondance des déchets plastiques présents dans notre zone d'étude, durant la période Mars à Mai 2023 et ceci dans le but d'identifier leurs sources de contamination, afin d'essayer de les éliminer ou de leurs trouver des moyens de gestion.

La présente étude a concerné comme un début de travail, les côtes de Skikda situées à Larbi Ben M'Hidi et Filfila, l'embouchure de l'oued Saf-Saf et la grande plage de AïnZouit.

Ce mémoire est structuré comme suit :

- ❖ La première partie se rapporte aux généralités résumant notre recherche bibliographique, à la pollution marine causée par les déchets plastiques et leurs impacts ;
- ❖ Dans la seconde partie, nous avons présenté le matériel et les méthodes employées lors du travail, aussi bien pour le prélèvement que pour le tri et le comptage du plastique échantillonné ;
- ❖ La troisième partie, expose les Résultats obtenus et leur discussion.
- ❖ Nous terminons notre rapport, par une conclusion de ce modeste travail, mais surtout des perspectives pouvant améliorer l'état de nos littoraux.

**Chapitre I:**  
**Connaissances Bibliographiques**

## 1. DEFINITIONS

### 1.1. Les déchets

L'ancien concept assimilait le déchet à une « NON VALEUR » ou une valeur négative, à une nuisance, une pollution et un danger dont il fallait s'en débarrasser. Actuellement, il est considéré comme une «RESSOURCE», une matière première qu'il faut gérer intelligemment (BOUTERFAS, 2017).

### 1.2. Le plastique

Les plastiques sont des polymères non métalliques fabriqués par l'homme, ayant un poids moléculaire élevé. Ils sont composés de macromolécules répétitives obtenues par la polymérisation de monomères extraits du pétrole ou du gaz. Afin de leur conférer les caractéristiques nécessaires pour répondre aux besoins quotidiens, des éléments tels que le chlore, l'azote, et d'autres additifs ou adjuvants sont ajoutés (Bowmer et Kershaw, 2010).

Les plastiques sont classés en 3 catégories selon leurs dimensions :

#### 1.2.1- Les macro- plastiques

Objet ou fragment de plastique dont la plus grande dimension externe est au moins millimétrique. (20 mm - 100 mm) (Anonyme, 2023)

#### 1.2.2. Les méso-plastiques

Sont des objets dont les dimensions varient entre le macro et le micro-plastiques.

#### 1.2.3. Les micro-plastiques

À l'origine, le terme "microplastique" a été utilisé pour faire une distinction entre les plastiques plus grands (macro) et ceux qui ne sont visibles qu'au microscope (micro). Il n'existe aucune définition universellement acceptée de ce qui constitue un microplastique. Les chercheurs se sont basés largement sur les méthodes d'échantillonnage utilisées pour caractériser les microplastiques lorsqu'ils menaient leurs enquêtes.

Les microplastiques sont simplement le résultat de la fragmentation des déchets macroplastiques causée par divers facteurs (Andrady, 2011).

### **1.3. La laisse de mer**

Initialement, le terme "laisse de mer" faisait référence aux divers objets flottants, tels que des organismes ou des débris organiques, rejetés par la mer et échoués à son point le plus élevé à marée haute, formant ainsi une ligne sur le rivage. Ces dépôts quotidiens constituent ce que l'on appelle la "laisse de dernière marée". Au fil du temps, ce terme a été étendu pour désigner, d'un point de vue juridique et cartographique, la limite maximale atteinte par la mer en une journée spécifique (dans le cas d'une mer soumise aux marées). On parle alors de "laisse de pleine mer" pour le point le plus haut et de "laisse de basse mer" pour le point le plus bas du rivage (**Henry, 2010**).

### **1.4. Le littoral marin**

Le littoral est le lieu de rencontre entre la Terre et la Mer, et sa définition n'est pas simple. En écologie, il est considéré comme un "écotone", une zone de transition entre les écosystèmes terrestre et marin. On y trouve une grande diversité de faune et de flore, ainsi qu'une fragilité de ses richesses biologiques. En géographie, le littoral correspond à la zone d'influence de la Mer sur la Terre, mais aussi de la Terre sur la Mer. Sur le plan juridique, le littoral n'a pas de définition consacrée, mais il est considéré comme un espace d'intérêt juridique où tous les droits s'appliquent. (**Andrady, 2011**).

### **1.5. La détérioration du plastique**

La détérioration du plastique fait référence à la fragilisation et/ou à la perte de l'intégrité physique d'un polymère, indépendamment du mécanisme qui entraîne ces changements (**Andrady, 1990**).

### **1.6. La pollution**

La pollution se réfère à la détérioration de l'environnement causée par l'introduction de substances qui ne sont pas naturellement présentes dans l'air, l'eau ou le sol. Cette perturbation de l'écosystème peut avoir des conséquences allant de la migration à l'extinction d'espèces qui ne parviennent pas à s'adapter aux changements induits. (**TEBANI**)

## **2. LES SOURCES DE POLLUTION PAR LE PLASTIQUE**

### **2.1. Les déchets plastiques abandonnés par négligence sur le littoral**

Elles se composent généralement de bouteilles en plastique, de bouchons, de gobelets, d'assiettes en plastique, de sacs plastiques, d'emballages alimentaires, ainsi que de jouets, etc. Ces

éléments constituent une source principale de déchets plastiques retrouvés sur les plages (**Aougar and Ammouri, 2022**).

## **2.2. La décharges**

Les décharges et dépotoirs sauvages situés à proximité des cours d'eau et du littoral continuent d'être une source significative de déchets plastiques qui se retrouvent dans les rivières et sur les rivages. Les vents et les cours d'eau les transportent, finissant par les déposer sur les plages (**Aougar and Ammouri, 2022**).

## **2.3. Le trafic maritime**

Le trafic maritime est un important moyen de commerce et de développement économique qui a connu une croissance continue. Cependant, cette croissance est également associée à une augmentation des déchets plastiques générés par les navires. Malgré l'existence de législations et de conventions internationales visant à interdire ces rejets, leur mise en œuvre demeure insuffisante et complexe (**Aougar and Ammouri, 2022**).

## **2.4. Les ports**

L'activité portuaire génère d'importantes quantités de déchets de diverses natures. Ces déchets proviennent des pertes lors de la manutention des cargaisons sur les quais et les navires, des activités de pêche, de l'entretien des bateaux dans les aires de carénage, ainsi que de l'abandon de déchets ménagers. Dans les ports où le nettoyage n'est pas assuré de manière adéquate, des amas de macro-déchets peuvent s'accumuler dans les bassins, rendant leur récupération difficile sans les équipements appropriés. Ces amas peuvent être emportés hors des ports par le vent, les marées et les courants, et ainsi contaminer les littoraux voisins (**Henry, 2010**).

## **2.5. Les activités anthropiques**

Toute activité humaine, qu'elle se déroule sur la côte ou non, génère des déchets qui peuvent être emportés par la mer et finir par s'échouer sur les plages. Parmi ces déchets, on retrouve notamment les déchets domestiques tels que les sacs plastiques, les bouteilles, les gobelets, etc. De plus, les granules et les fragments de plastique sont également transportés en mer, en particulier pendant les périodes de fortes pluies (**Aougar and Ammouri, 2022**).

### 3. DEGRADATION DES PLASTIQUES EN MER

#### 3.1. La biodégradation

La dégradation d'un matériau se réfère à la perte de ses propriétés physico-chimiques (**Vert et al, 1992, cité par Hadda et al, 2018**). Dans le cas des matériaux polymères, cette perte de propriétés peut être causée par des modifications physico-chimiques dans l'agencement des macromolécules constituant le matériau et/ou par une rupture de ces macromolécules (**Hadda et al, 2018**).

La biodégradabilité des plastiques est définie selon des normes spécifiques, encadrant l'utilisation du terme. Selon la norme ASTM D6400, un plastique biodégradable est défini comme suit : "Il s'agit d'un plastique dégradable dont la dégradation résulte de l'action de microorganismes naturellement présents dans l'environnement, tels que les bactéries, les champignons ou les algues". (**ASTM, 2012 ; In Richard, 2012**).

Lorsque le processus de biodégradation se produit en présence d'oxygène, les résidus résultant de cette dégradation sont du dioxyde de carbone, de l'eau, des composés inorganiques et de la biomasse (**Recyc-Québec, 2007, cité par Richard, 2012**). Il est important de noter que le terme "biodégradable" est lié à la gestion en fin de vie des bioplastiques (**Richard, 2012**).

#### 3.2. La photodégradation

Les matières plastiques se décomposent principalement par le processus de dégradation photooxydative, qui est activé par le rayonnement solaire. L'effet de ce rayonnement dépend de sa longueur d'onde. Le spectre énergétique du rayonnement solaire atteignant la surface de la Terre varie de 298 nm dans la région des ultraviolets (UV) à 2500 nm dans la région du proche infrarouge. La plupart des dégradations photo-oxydatives se produisent dans les courtes longueurs d'onde, notamment entre 280 nm et 420 nm. Ces longueurs d'onde sont capables de rompre les liens chimiques à l'intérieur du polymère (**Hammer et al, 2012 ; In Benarous, 2019**).

Ainsi, l'effet du rayonnement solaire sur le plastique dépend de la longueur d'onde du rayonnement, de la force des liens chimiques à l'intérieur du polymère (**Andrady, 2003, cité par Benarous, 2019**), ainsi que de la présence de chromophores. Les chromophores sont des groupes chimiques capables d'absorber sélectivement la lumière et qui sont responsables de la coloration de certains composés organiques aromatiques. Certains chromophores peuvent absorber des longueurs d'onde supérieures à 290 nm (**Benarous, 2019**).

### 3.3. Dégradation par l'hydrolyse

#### 3.3.1. Hydrolyse chimique

La réaction de dégradation des plastiques peut être catalysée par un acide ou une base. Les polyesters, tels que le poly(acide lactique) (PLA), sont particulièrement sensibles à l'hydrolyse. L'hydrolyse basique du PLA entraîne une rupture statistique de la chaîne polymérique, tandis que l'hydrolyse acide provoque une dégradation en bout de chaîne (**Amass, 1998, cité par Saaidi, 2008**). Dans le cas spécifique du PLA (et des poly( $\alpha$ -esters) en général), l'hydrolyse est identifiée comme l'étape prédominante de la dégradation (**Li, 1999, cité par Saaidi, 2008**). L'analyse par FTIR (spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier) révèle que le pourcentage de rupture des liaisons ester est peu différent en présence ou en l'absence de microorganismes (**Agarwal, 1998, cité par Saaidi, 2008**).

L'hydrolyse conduit à la libération de fragments moléculaires de taille réduite. Ces fragments peuvent à leur tour catalyser l'hydrolyse et se diffuser dans l'environnement où ils peuvent être assimilés par les microorganismes (**Saaidi, 2008**).

#### 3.3.2. Hydrolyse biologique

L'hydrolyse biologique, contrairement à l'hydrolyse chimique, est catalysée par des enzymes. Différentes enzymes sont utilisées en fonction du type de liaison à hydrolyser, généralement des dépolymérase. Les liaisons glycosidiques, peptidiques et ester sont affectées par ce type de réaction. Les produits de dégradation obtenus lors d'une hydrolyse biologique ou chimique sont les mêmes. La différence réside dans le mécanisme de catalyse employé. En raison de leur taille, les enzymes agissent à la surface du polymère lors des réactions biologiques. Ainsi, lors d'une hydrolyse enzymatique, la masse du polymère diminue tandis que sa masse molaire reste inchangée. En revanche, lors d'une hydrolyse chimique, le phénomène inverse est observé, c'est-à-dire une diminution de la masse molaire du polymère (**Sophie, 2002**).

## 4. MECANISMES DE TRANSPORT DES POLLUANTS PLASTIQUES

Les déchets plastiques sont transportés par :

### 4.1. Les cours d'eau

Les cours d'eau jouent un rôle essentiel dans le transport des déchets depuis les terres intérieures jusqu'aux plages, aux côtes et aux berges des rivières. Les objets abandonnés le long des berges ou jetés dans les cours d'eau sont entraînés par le courant jusqu'à l'embouchure. L'écoulement régulier de l'eau facilite ce processus. La pluviométrie est un facteur crucial à prendre

en compte, car elle peut influencer la quantité et la vitesse de transport des déchets par les cours d'eau. Les précipitations peuvent accélérer le mouvement des déchets vers les zones côtières et les berges des rivières. (ANDRE, 2000).

#### **4.2. Lescourants marins**

La dispersion et la répartition des déchets dans les zones côtières sont fortement influencées par les courants marins. Les déchets plastiques, en particulier, sont souvent transportés par ces courants et se retrouvent souvent piégés dans des zones de faible mouvement de l'eau, comme les grès océaniques dans le Pacifique et l'Atlantique. Une étude récente a démontré que ces zones présentent les concentrations les plus élevées de déchets plastiques. Les schémas de circulation océanique et les mouvements des courants sont des facteurs clés qui influencent cette répartition des déchets. Par conséquent, il est crucial de comprendre ces flux marins afin de mieux appréhender comment les déchets plastiques se répartissent dans les environnements côtiers. (Lubersac, 1982).

#### **4.3. Levent**

Le vent est un facteur clé dans le transport des déchets légers depuis les décharges terrestres vers les cours d'eau, la mer et les plages. Cependant, son rôle exact dans le transport des déchets en milieu marin reste difficile à déterminer. Une des difficultés réside dans l'évaluation de l'interaction complexe entre le vent et les courants marins (Henry, 2010). De plus, tous les types de déchets ne sont pas également sensibles à ce facteur. Néanmoins, il est bien établi que la trajectoire des déchets flottants en mer est principalement influencée par le vent, plutôt que par les courants et l'agitation océanique. (ANDRE, 2000).

### **5. IMPACTS DES DECHETS PLASTIQUES EN MILIEU MARINS**

#### **5.1. Les impacts sur le milieu naturel**

En cas de présence importante de débris et de déchets sur les plages, les autorités des communes optent souvent pour le nettoyage mécanisé plutôt que le nettoyage manuel. Cependant, cette méthode peut perturber les écosystèmes naturels en éliminant la laisse de mer, qui sert d'habitat à de nombreux invertébrés et comme lieu de ponte et de nourriture pour les oiseaux. De plus, cela peut également contribuer à l'érosion des plages. (ANDRE, 2000).

## 5.2. Les impacts la faune et la flore marine

Les déchets plastiques ont un fort impact sur les écosystèmes marins à plusieurs niveaux. Ils peuvent causer des enchevêtrements et être ingérés par les organismes, entraînant des problèmes de santé tels que l'obstruction du système digestif. Au niveau des populations, les débris plastiques flottants peuvent servir de support pour certaines espèces invasives ou pathogènes, leur permettant de se propager sur de longues distances et d'affecter des écosystèmes différents. De plus, les plastiques ont la capacité d'adsorber des polluants, en particulier des polluants organiques persistants, ce qui aggrave encore leur impact sur l'environnement marin. (ADEME, 2020).

## 5.3. Les impacts sur la santé humaine

Les effets des plastiques marins sur la santé humaine ne sont pas entièrement connus à ce jour, mais les études actuelles suggèrent que les risques sont minimales. En 2019, la Commission européenne a publié un rapport dans lequel elle indique que les risques pour la santé humaine sont faibles, tout en préconisant l'application du principe de précaution. Il est important de continuer à mener des recherches pour mieux comprendre les effets potentiels des plastiques marins sur la santé humaine et prendre les mesures nécessaires pour minimiser les risques. (ADEME, 2020).

## 5.4. L'impacts sur l'économie touristique

La présence de pollution nuit à l'image et à l'attrait des côtes. Les hélices de bateaux peuvent se coincer dans des filets abandonnés ou des morceaux de plastique, ce qui entraîne des coûts de maintenance. De plus, les poissons peuvent être capturés involontairement dans ces filets perdus. Ces problèmes ont des répercussions sur l'environnement côtier et nécessitent une attention particulière pour les résoudre. (ADEME, 2020).

## 6. DEVENIR DES PLASTIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT

Les déchets plastiques rejetés à la surface des océans et des mers ont la capacité de flotter et d'être transportés sur de longues distances par les courants marins. Ils agissent comme des vecteurs pour les espèces envahissantes (Gregory, 2009 ; Carlton et al, 2017).

Dans les différents bassins océaniques, les tourbillons de grande échelle concentrent ces débris dans des zones où les vents provoquent la convergence des flux de surface (Van Sebille et al, 2014; Van Sebille et al, 2020 ; Maes et al, 2018). La Méditerranée, en particulier, est fortement polluée par les plastiques en raison de sa nature de mer semi-fermée et du temps de résidence de ses eaux, qui avoisine les 80 ans (Le Breton et al, 2012).

Les déchets plastiques flottant à la surface subissent une dégradation mécanique due aux vagues et une dégradation physico-chimique causée par l'exposition au rayonnement solaire. Ces processus de dégradation produisent des fragments de tailles variables (**Galloway et al, 2017 ; Gigault et al, 2016**). Ces fragments ont la capacité de se propager dans l'ensemble de l'environnement marin, au même titre que les particules naturelles. Une partie de ces fragments est rejetée sur les côtes et les plages par les courants régionaux et les marées, indépendamment du niveau de pollution locale (**Lusher et al, 2015**).

Les plastiques sont désormais présents dans toute la colonne d'eau, y compris dans les profondeurs les plus importantes (**Reisser et al, 2015**). Les mollusques (moules, huîtres, etc.), les poissons d'élevage et ceux capturés dans les eaux côtières ingèrent ces particules plastiques ainsi que leurs produits de dégradation, tels que les additifs et les phtalates, dont la toxicité est maintenant bien établie (**Baechler et al, 2019**). Les plastiques font ainsi partie du cycle biogéochimique des particules en suspension dans la mer, et peuvent être ingérés par la faune marine, y compris le zooplancton. De plus, les plastiques transportés par les courants marins servent également de support à une flore microbienne dont le degré de pathogénicité est encore inconnu (**Burns et Boxall, 2018**).

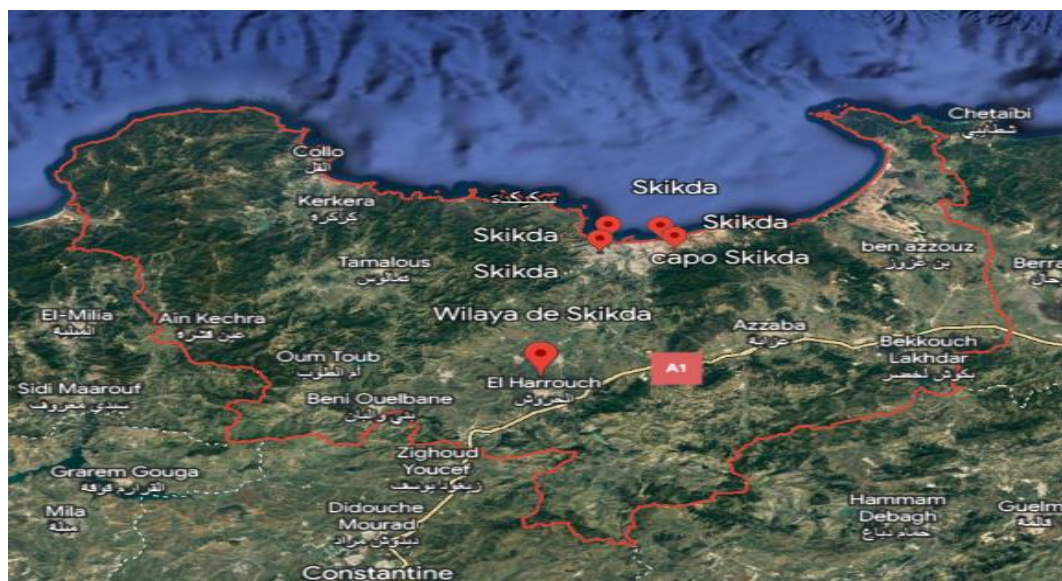
# **Chapitre II :**

## **Matériel et Méthodes**

## I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### I.1.Situation géographique

La wilaya de Skikda est située au nord-est de l'Algérie. Elle s'étend sur une superficie de 4137,68 Km<sup>2</sup>, avec une population avoisinant les 804697 habitants. Elle est limitée, au nord par la mer Méditerranée ; au sud par les wilayas de Constantine et Mila ; à l'est par les wilayas de Guelma et Annaba ; à l'ouest par la wilaya de Jijel (ANDI, 2013).



**Figure 1 :** Carte de la situation géographique de la wilaya de skikda (Google Earth, 2023)

### I.2. Choix des sites et stations d'étude

Nous avons sélectionné trois sites de travail. Le site 1 est situé sur les plages de Larbi Ben M'Hidi et Filfila. Le site 2 est situé à l'embouchure de l'oued Saf-Saf sur la mer méditerranée. Quant au 3<sup>ème</sup> site, il est situé dans la commune d'AïnZouit, sur la grande plage.

Le choix des stations d'échantillonnage est basé sur la situation de la plage, l'accèsibilité à ces stations, la présence des effluents hydrologiques, la fréquentation touristique, la présence des agglomérations, l'activité de pêche.

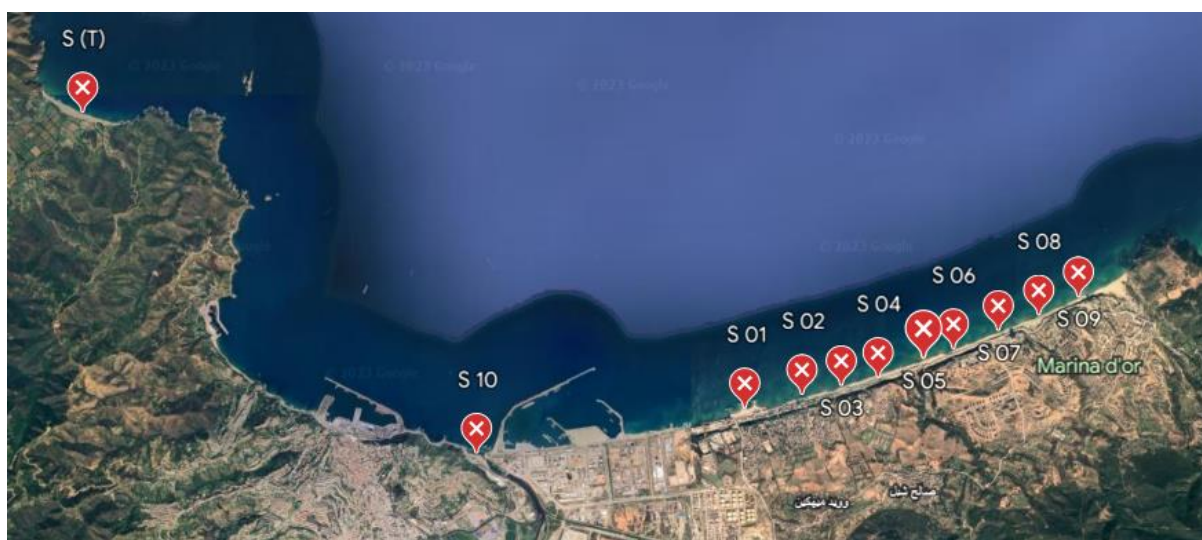
### I.3. Période de prélèvement

Dans les zones sur lesquelles nous avons choisi d'appliquer notre étude, qui a été menée selon des critères précis, notamment : la période d'échantillonnage, que nous avons menée du 25

Mars au 25 Mai 2023 ; en partant de la plage «l'embouchure de l'îlot des chèvres» à la plage de «Larbi Ben M'Hidi poste N° 11».

**Tableau 1** : Caractéristiques des stations étudiées

Les sites	Station	Localisation	Coordonnées
Site 01	01	Poste 01 Larbi Ben M'hidi	36°53'14.9"N 6°58'53.8"E
	02	Poste 02+03 Larbi Ben M'hidi	36°53'23.3"N 6°59'31.7"E
	03	Poste 04 Larbi Ben M'hidi	36°53'29.3"N 6°59'57.2"E
	04	Poste 05 Larbi Ben M'hidi	36°53'41.8"N 7°00'49.5"E
	05	Poste 06 Larbi Ben M'hidi	36°53'35.7"N 7°00'72.2"E
	06	Poste 07 Larbi Ben M'hidi	36°53'52.6"N 7°01'26.9"E
	07	Poste 08+09 Larbi Ben M'hidi	36°53'57.3"N 7°01'43.9"E
	08	Poste 10 Larbi Ben M'hidi	36°54'07.6"N 7°02'12.3"E
	09	Poste 11 Larbi Ben M'hidi	36°54'16.2"N 7°02'37.0"E
Site 02	10	L'embouchure de L'îlot	36°52'51.4"N 6°55'47.4"E
Site 03	T	Grande plage	36°55'55.4"N 6°51'23.0"E



**Figure 2** : Carte de répartition des stations d'échantillonnage sur le littoral de Skikda  
(Google Earth, 2023)

## I.4. La climatologie

### I.4.1. Climatologie de la zone d'étude

La zone d'étude se situe en bordure de la Méditerranée, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : les précipitations et la température.

La région de Larbi Ben M'Hidi bénéficie d'un climat méditerranéen. L'été, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. En moyenne, la température est de 17.64 °C. Durant l'année, les précipitations moyennes sont de 545.65 mm et le vent souffle à une vitesse moyenne égale à 10.74 km/h.

## **II. MATERIEL D'ECHANTILLONNAGE**

Lors de notre travail de terrain nous avons utilisé un certain nombre d'outils qui sont :

- Un cadre de 50cm×50cm ;
- Une truelle ;
- Deux tamis (5mm et de 1mm de diamètre) ;
- Un seau ;
- Des sacs en plastique ;
- Des bâtonnets en bois ;
- Des gants ;
- Une roue de mesure à affichage numérique ;
- Une application mobile « Maps », pour avoir les coordonnées GPS ;
- Rubonadisiv ;
- Un rubon de balisage ;
- les gobelets;
- Les pinces ;
- Balance de précision.

## **III. METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

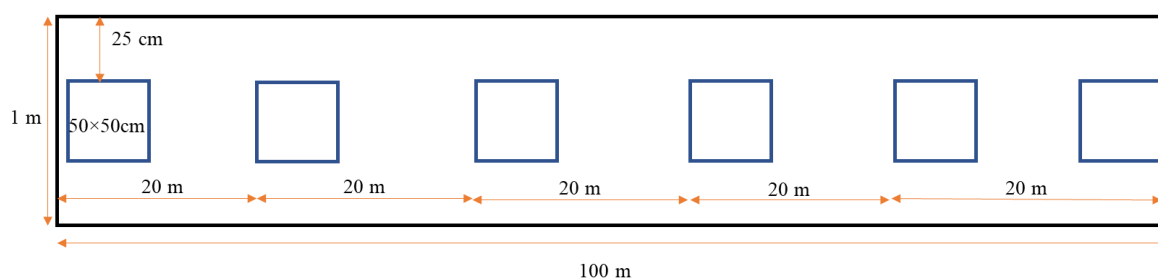
### **III.1. Partie terrain**

Notre période de prélèvement s'est déroulée avant le début de la saison estivale et le passage des services de nettoyage des communes entre Mars et Mai 2023. Chaque plage a été échantillonnée

suivant la méthode décrite par Costa et al. (2009) et Bravo et al. (2009). Ces méthodes permettent de visualiser la répartition spatiale des débris plastiques.

Un transect parallèle au trait de côte où se situe la grande vague est mis en place (Costa et al, 2009). Sa longueur est de 100m et sa largeur de 1 m. Il est matérialisé et délimité à l'aide d'un quadra.

Le long de chaque transect, des quadas de 50 cm x 50 cm sont mis en place de façon systématique tous les 20 m.



**Figure 3 :** Dispositif de l'échantillonnage, Placement du quadra (de 50 cm de côté) selon le transect tracé

Le sable contenu dans chaque quadra, est prélevé sur 3cm de profondeur à l'aide d'une truelle. Le substrat est tamisé à l'aide d'un tamis à mailles de 5mm au-dessus d'un autre tamis à mailles de 1mm.



**Figure 4 :** Quadra 50 cm x 50cm

Les particules retenues par le tamis, sont versées dans un seau rempli d'eau de mer. Les débris plastiques sont ensuite récupérés par flottaison.



**Figure 5 :**Récupération des déchets par flottaison

Une fois le surnageant récolté, le substrat restant est fouillé afin d’y récupérer d’éventuelles particules de plastiques restées bloquées.

### III.2. Partie laboratoire

Les débris plastiques sont triés selon 5 catégories, à savoir les plastiques durs, les plastiques tendres, les pellets, les films et les filaments.



**Figure 6 :** Plastique dur



**Figure 7 :** Plastique filament



**Figure 8 :** Plastique tendre



**Figure 9 :** Plastique pellet



**Figure 10 :** Plastique film

Les plastiques durs représentent les plastiques cassables, les mous représentent les plastiques tordables, et les autres catégories sont facilement reconnaissables.

Les particules ainsi triés ont été comptés à l'œil nu puis pesés par catégorie.



**Figure 11** : Opération de tri de dénombrement

# **Chapitre III :**

## **Résultats et Discussion**

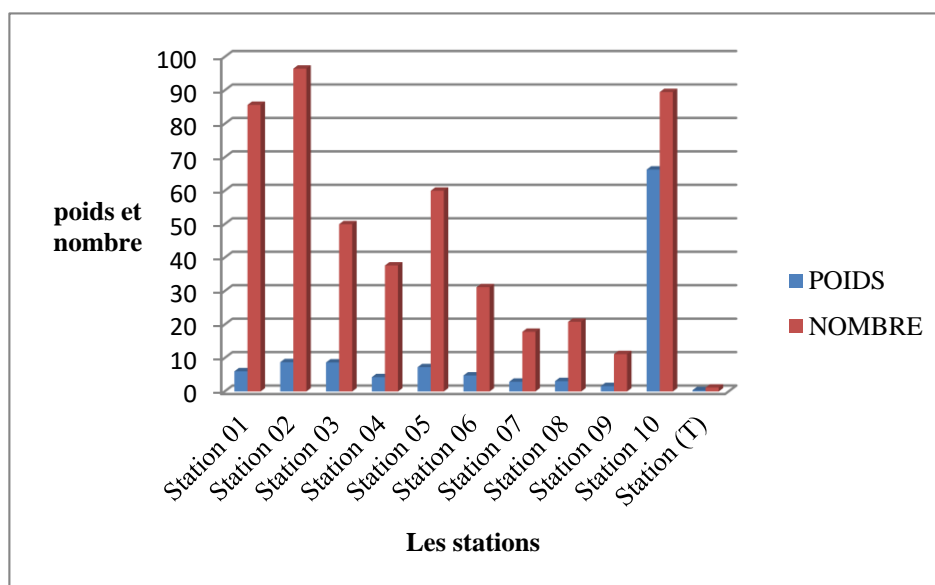
Dans le but de souligner les principales causes de pollutions par les débris plastiques au niveau de notre zone d'étude, nous avons étudié la variation des déchets plastiques dans 11 stations d'étude à l'aide d'un certain nombre de test et d'analyses figurant dans ce chapitre.

### **1. Etude de la variation spatiale du nombre et du poids des déchets plastiques**

Une répartition hétérogène des débris plastiques, a été constatée tout le long du littoral de Skikda. Cela a été confirmé par l'étude de la variation spatiale du nombre et du poids des déchets plastiques, au niveau de nos onze stations d'échantillonnage. La figure 12 montre, que le nombre de débris plastiques est très variable d'une station à une autre. Le nombre maximal de débris est enregistré au niveau de la station 02 située à Larbi Ben M'hidi, avec plus de 97 débris ; suivi par les deux stations 10 avec 90 d'objets plastiques et 01 avec 87 objets. Le nombre minimal de débris, est observé à la station 09 avec environ 11 débris, enregistrés durant toute la période d'échantillonnage.

La station 2, située entre deux postes très proches, est la plus contaminée avec les déchets plastiques, sûrement car elle est tout près des restaurants

La même figure 12 permet de constater, une variation considérable du poids des débris plastiques d'une station à une autre, avec un maximum atteint au niveau de la station 10 avec 66g vue que cette station est située en aval de l'oued le plus important de la commune de Skikda, qui permet d'acheminer beaucoup de polluants plastiques provenant de manière sauvage de différentes zones de la région. Par contre, la quantité minimale est de 2g de déchets plastiques, présents dans la station 09 qui se caractérise par le nettoyage par l'hôtel de cette station.



**Figure 12 :** Variation spatiale du nombre et du poids des déchets plastiques durant les cinq périodes d'étude

Le tableau 02 expose la répartition générale des catégories de déchets plastiques, retrouvés dans nos échantillons durant les cinq périodes de prélèvement. Ces données ont permis, d'analyser les origines de pollution des stations d'étude et sont la source de calcul de la dominance des différentes catégories représentés en figure 23.

**Tableau 2 :** Répartition des catégories de plastiques par station

	Plastiques Durs	Plastiques Tendres	Pellets	Films en plastiques	Filaments en plastiques
<b>St 1</b>	30	5	49	2	1
<b>St 2</b>	23	4	68	1	1
<b>St 3</b>	37	4	22	3	2
<b>St 4</b>	18	3	14	2	1
<b>St 5</b>	36	6	29	0	0
<b>St 6</b>	22	4	6	3	0
<b>St 7</b>	13	1	3	1	1
<b>St 8</b>	15	2	2	1	0
<b>St 9</b>	7	2	1	2	0
<b>St 10</b>	45	11	32	1	1
<b>St T</b>	0	1	0	0	0

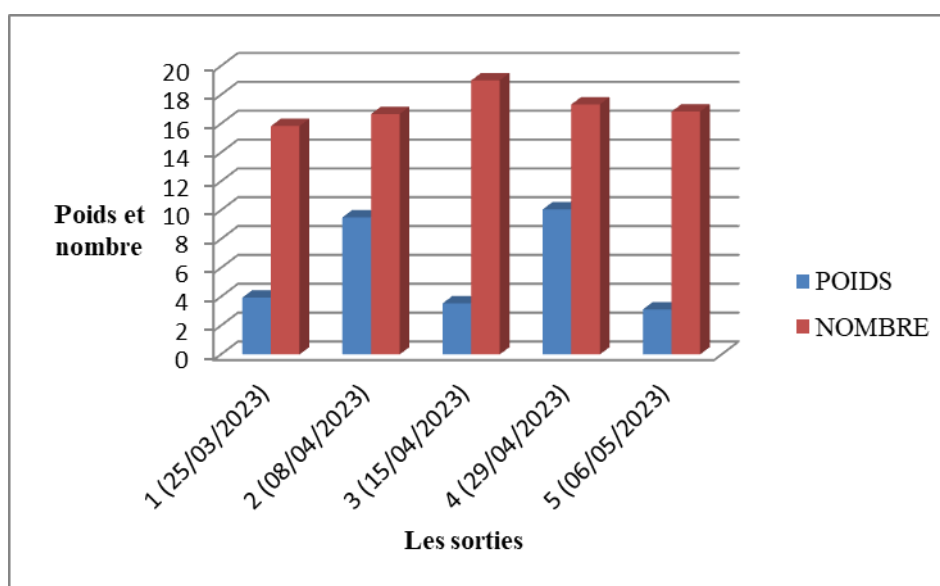
## 2. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans les stations d'étude

### 2.1. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 1

La station 1 (Poste 1), montre une légère variation du nombre moyen de débris plastiques entre les différentes périodes d'étude avec une moyenne de  $17 \pm 1.17$ , avec une valeur maximale rencontrée durant la période 3 (19) et un nombre minimum durant la période 1 (16) (Figure 13).

D'après le tableau 02 le plastique dominant dans cette station est du type pellet, arrivant de la plate forme pétrolière par les vents. Une deuxième catégorie de pollution, est les plastiques durs provenant principalement de la mer, vu que nous sommes en dehors de la saison estivale et que durant ces périodes la météorologie était un vent fort, avec une absence de précipitation et température ambiante.

Cette même station, montre une distribution variable en poids des déchets plastiques de manière assez notable. L'allure de cette variation est complètement différente de celle du paramètre Nombre. Les débris collectés à la 4<sup>ème</sup> période de prélèvement, ont présenté le poids le plus élevé (10g). Alors que la 5<sup>ème</sup> période, a montré le poids le moins élevé en polluants plastiques (3g). Ceci s'explique par la présence de débris variés en poids, à cause du degré de fragmentation de ces derniers qui change d'un type de plastique à un autre (Figure 13).



**Figure 13 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 1

## 2.2. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 2

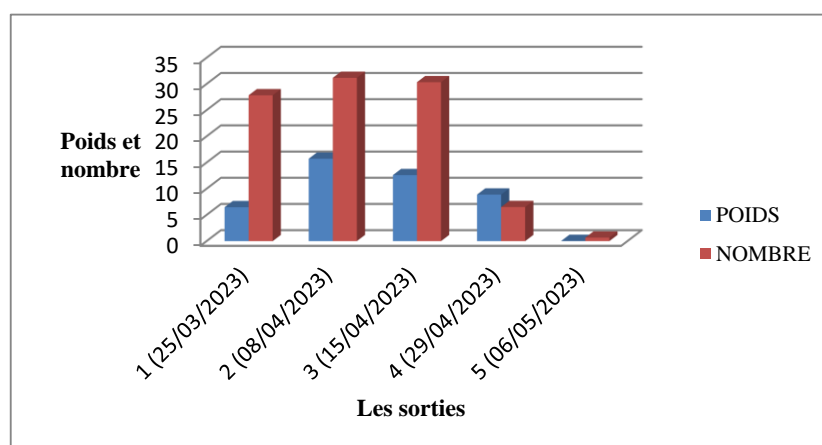
Les postes 2 et 3 correspondent à la station 2, qui présente une faible variation du nombre moyen des polluants plastiques lors des trois premières sorties (entre 28 et 30) avec une moyenne de  $19 \pm 14.55$ .

La valeur maximale est celle de la 2<sup>ème</sup> période de travail (31 débris plastiques). A partir de la période 4, nous remarquons une nette chute des valeurs du plastique présent sur ces plages, pour s'annuler pratiquement durant la période 5 (1 objet plastique) (Figure 14).

Tout comme pour la station 1, le tableau 02 permet de voir que les catégories les plus présentes sont dans l'ordre les pellets et les plastiques durs. Les origines supposées de ces polluants sont également les vents pour les pellets et l'apport marin pour les plastiques durs.

La grande diminution des valeurs durant les périodes 4 et 5, est probablement due au nettoyage.

De même, cette même station présente une distribution variable en termes de poids des déchets plastiques, ce qui est notablement différent du paramètre nombre. Les débris collectés pendant la deuxième période de prélèvement ont présenté le poids le plus élevé (16g), tandis que la cinquième période a montré le poids le plus bas en termes de pollution par le plastique (0,04 g). Cela s'explique par la présence de débris de poids variés, ce qui laisse à supposer que les sources de contamination de la station 2 sont différentes au cours des cinq périodes d'étude (Figure 14).



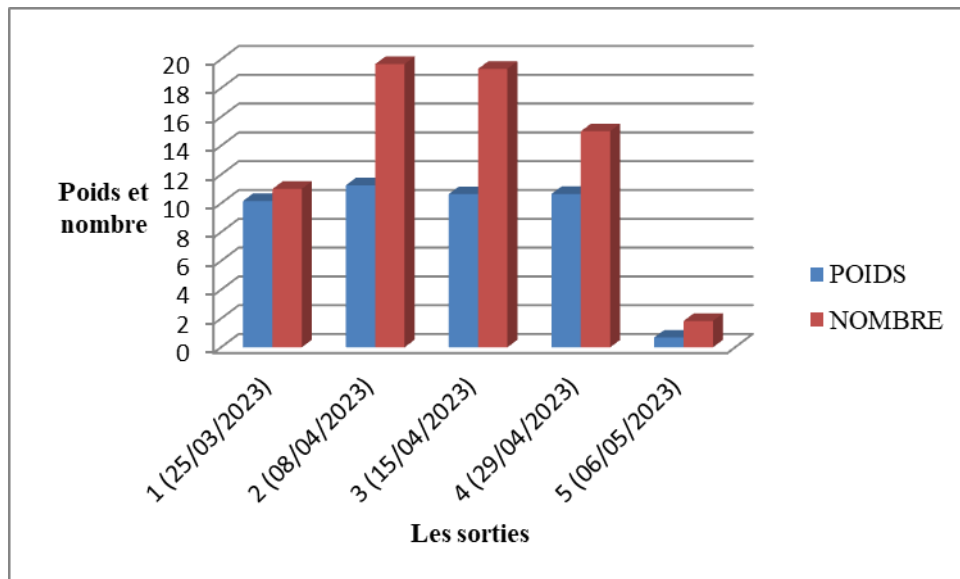
**Figure 14:** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 2

### 2.3. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 3

A la station 3 (Poste 4), nous remarquons une importante variation du nombre moyen de débris plastiques observée lors des différentes périodes d'étude (entre la période 1 et 2 et entre les périodes 3 et 5) d'une moyenne de  $13 \pm 7.36$ , avec une valeur maximale pendant la période 2 (20) et un nombre minimum pendant la période 5 (2) (Figure 15). Ces résultats suggèrent que l'apport le plus probable en plastique est d'origine marine, vu que les plastiques les plus dominants sont du type dur (Tableau 02). Il existe aussi au niveau de cette station, une présence assez importante en pellets, qui ne peuvent atteindre cette station que par apport éolien.

Contrairement aux stations précédentes, la station 3 présente des poids en plastiques très proches durant les 4 premières périodes d'étude (environ 11 g). Tandis que la cinquième période, a montré le poids le plus bas en termes de pollution plastique (1g). Cela s'explique par la possibilité de contamination régulière par les mêmes sources, durant les quatre premières périodes (Figure 15).

La forte diminution du poids des débris plastiques rencontrés à la cinquième période, peut-être dû au nettoyage.



**Figure 15 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 3

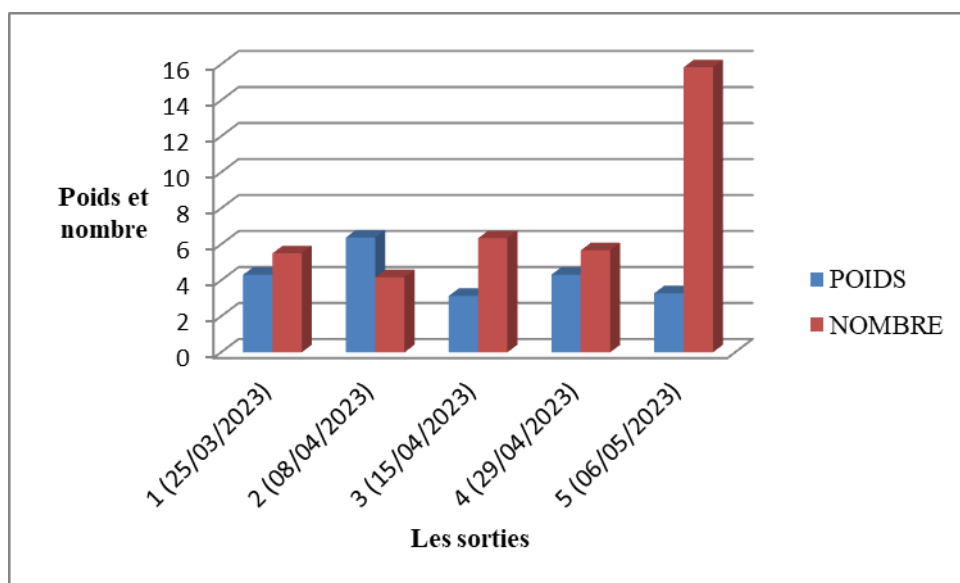
## 2.4. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 4

Une faible variation en quantité moyenne des polluants plastiques (entre 4 et 3), est notée entre la période 1 et la période 4 à la station 4 (Poste 5) avec une moyenne  $8 \pm 4.72$ . Par contre, un pic représentant un maximum de débris plastiques (16), est noté à la période 5 (Figure 16).

D'après le tableau 02, nous constatons aussi qu'il ya un double apport en pellets et en plastiques durs, en quantités approximativement égales. Ces quantités sont inférieures à celles rencontrées dans les stations précédentes, car cette station est plus éloignée de la plate forme pétrochimique. Le reste des catégories de plastiques, sont présents en quantités beaucoup moins importantes.

Ces résultats suggèrent que l'apport le plus probable de plastique est d'origine marine, puis éolien.

Cette même station, présente une distribution variable en termes de poids des déchets plastiques. Cette variation ce fait de manière complètement différente du paramètre nombre. Les débris collectés pendant la deuxième période de prélèvement, ont présenté le poids le plus élevé (6g), tandis que la 5<sup>ème</sup> période a montré le poids le plus bas en termes de pollution plastique (1g). Cela s'explique par la présence de débris de poids variés. Ceci montre que les sources de contamination de la station 4 sont différentes au cours des cinq périodes d'étude (Figure 16).



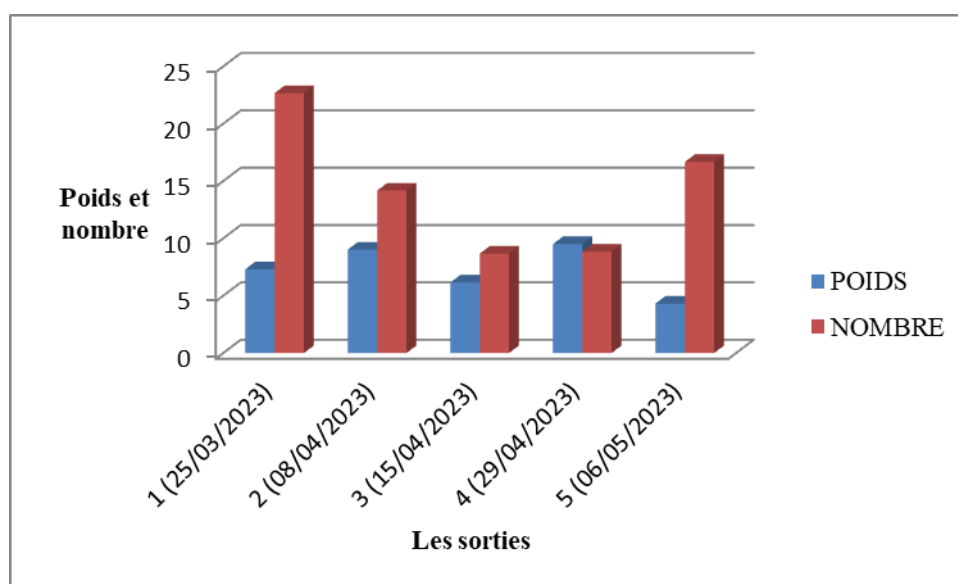
**Figure 16 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 4

## 2.5. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 5

La station 5 qui est située au Poste 6, présente une variation importante du nombre moyen de débris plastiques observés lors des cinq périodes d'étude d'une moyenne  $14 \pm 5.86$ , avec une valeur maximale pendant la période 1 (23) et un nombre minimum pendant la période 3 (9) (Figure 17).

Tout comme les stations précédentes, les catégories de plastiques les plus dominantes dans la station 5 sont les plastiques durs, suivis par les pellets. Vu le nombre de pellets assez importants par rapport aux autres catégories de plastiques (P. tendre, Films et Filaments), et vu l'importance de la distance entre la station 5 et le complexe générateur de ces pellets, nous déduisons que cette présence est dû aux fortes vitesses des vents et à leurs importante fréquence tout le long de notre période d'étude (Tableau 02).

Cette même station présente, une distribution variable en termes de poids des déchets plastiques, de manière autre que le paramètre nombre. Les débris collectés pendant la quatrième période de prélèvement ont présenté le poids le plus élevé (10g), tandis que la cinquième période a montré le poids le plus bas, en termes de pollution plastique (4g). Cela s'explique par la présence de débris de poids variés, ce qui confirme que les sources de contamination de la station 5 sont différentes au cours du temps (cinq périodes d'étude) (Figure 17).



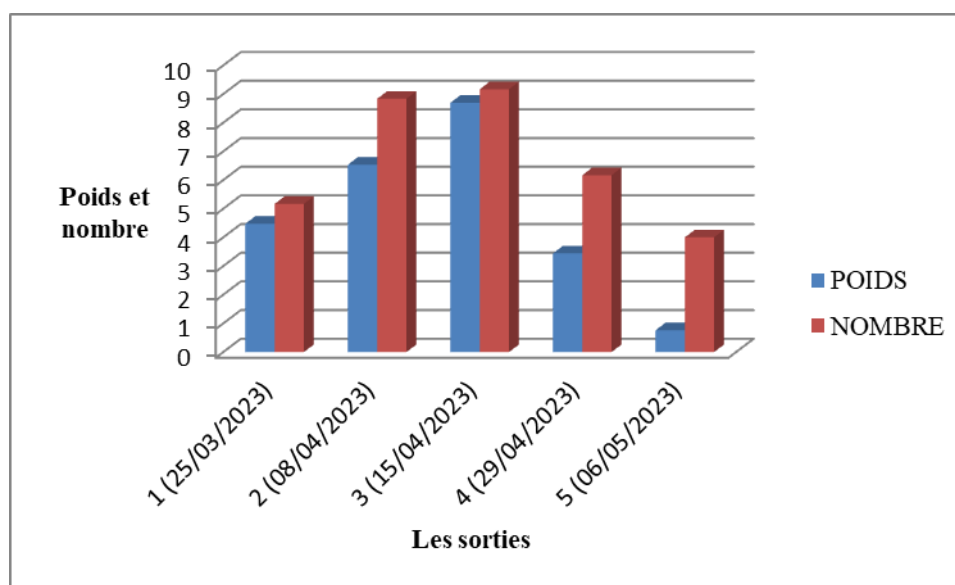
**Figure 17 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 5

## 2.6. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 6

La station 6 (Poste 7) présente une légère variation du nombre moyen de débris plastiques observés lors des différentes périodes d'étude d'une moyenne  $7 \pm 2.27$ , avec une valeur maximale pendant la période 3 (9) et un nombre minimum pendant la période 5 (4). Ces résultats suggèrent que l'apport le plus probable de plastique est d'origine marine (Figure 18).

Le tableau 02 montre qu'il n'y a qu'un seul type de débris plastiques dominant, qui est le plastique dur. Celui-ci est présent en quantité importantes durant toutes les périodes de travail. La source principale de sa présence lors de cette période, est certainement les apports marins.

Au niveau de cette station, la distribution du poids des déchets plastiques, présente une variation, qui suit celle du paramètre nombre de manière notable. Les débris collectés pendant la troisième période de prélèvement ont présenté le poids le plus élevé (9 g), tandis que la cinquième période a montré le poids le plus bas en termes de pollution par le plastique (1 g). Cela s'explique par une bonne corrélation entre l'abondance en débris plastique et leurs poids (Figure 18).



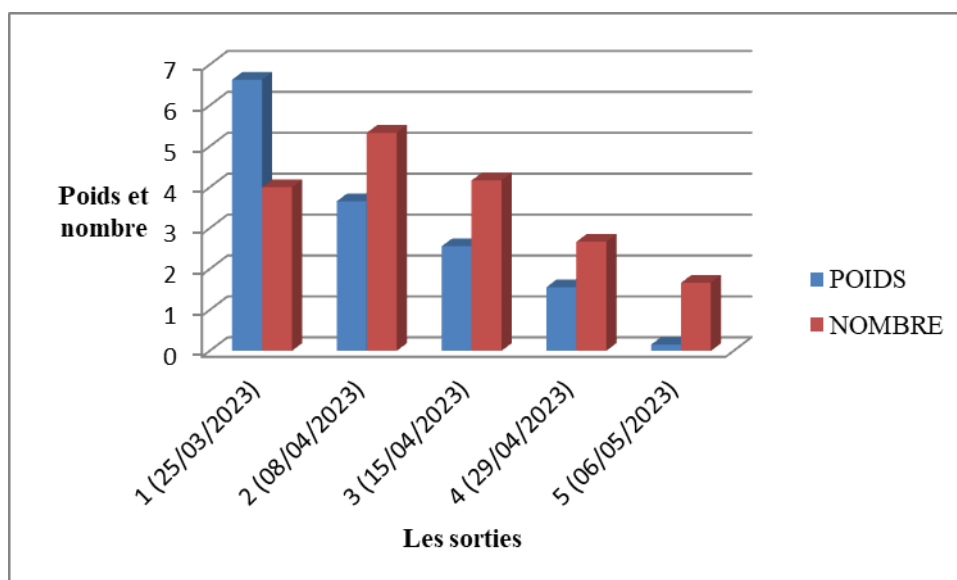
**Figure 18 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 6

## 2.7. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 7

La station 7 (Poste 8 et 9) présente une légère variation du nombre moyen de débris plastiques entre les différentes périodes d'étude d'une moyenne  $4 \pm 1.42$ , avec une valeur maximale pendant la période 2 (5) et un nombre minimum pendant la période 5 (2) (Figure 19).

Selon le tableau 02, nous constatons que le type de plastique le plus dominant dans cette station pendant les cinq campagnes de prélèvement, est le plastique dur. Celui-ci peut arriver à cette station de différentes manières, sauf que vu les conditions climatiques qui ont caractérisés cette période, nous concluons que l'origine la plus probables de ces plastiques est marine.

De même, cette station montre une distribution régressive en termes de poids des déchets plastiques, de manière assez notable. L'allure de cette variation est complètement différente de celle du paramètre Nombre. Les débris collectés pendant la première période de prélèvement ont présenté le poids le plus élevé (7g), tandis que la cinquième période a montré poids très faible en termes de pollution plastique (0,15g). Ceci s'explique par la présence de débris variés en poids, ce qui confirme que les sources de contamination de la station 7 sont différentes au cours des cinq périodes d'étude, renforçant ainsi l'hypothèse de l'apport principal par la mer (Figure 19).



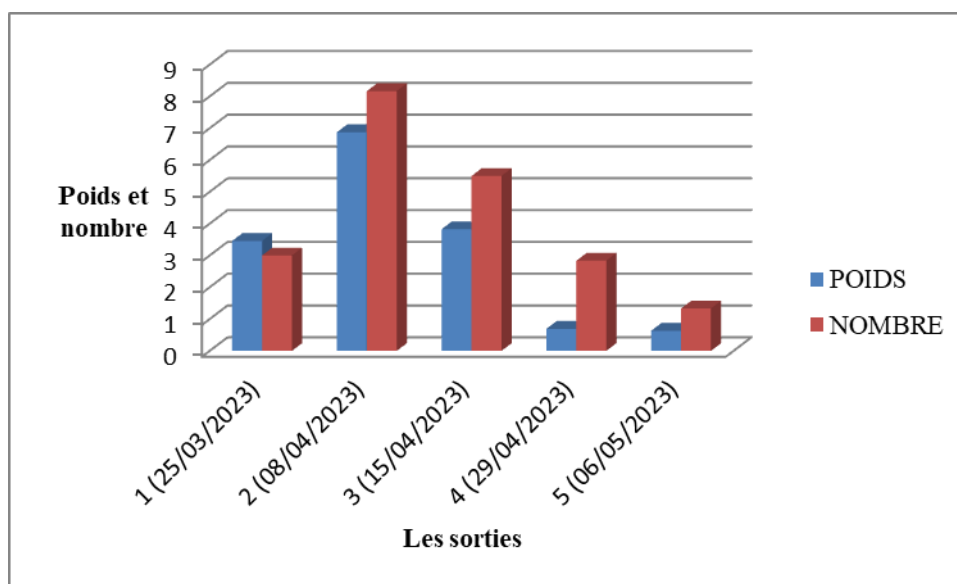
**Figure 19 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 7

## 2.8. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 8

La station 8 (Poste 10) présente une légère variation du nombre moyen de débris plastiques entre les différentes périodes d'étude d'une moyenne  $4 \pm 2.69$ , avec une valeur maximale pendant la période 2 (8 débris) et un nombre minimum pendant la période 5 (1 objet) (Figure 20).

Le tableau 02 montre que la station 8, subit les mêmes conditions environnementales que les stations avoisinantes, puisqu'elle présente aussi une dominance en plastiques durs, qui sont des résidus de dégradations d'autres plastiques plus volumineux. L'origine marine comme source de pollution, demeure la plus logique.

De même, cette même station montre une distribution variable en termes de poids des déchets plastiques, de manière assez notable. L'allure de cette variation est très proche de celle du paramètre Nombre. Les débris collectés pendant la deuxième période de prélèvement ont présenté le poids le plus élevé (7 g), tandis que la 5<sup>ème</sup> période n'a montré qu'un poids négligeable en termes de pollution plastique (0,63g). Ceci s'explique par la présence de débris variés en poids, ce qui confirme que les sources de contamination de la station 8 sont différentes au cours des cinq périodes d'étude, renforçant ainsi l'hypothèse de l'apport principal par la mer (Figure 20).

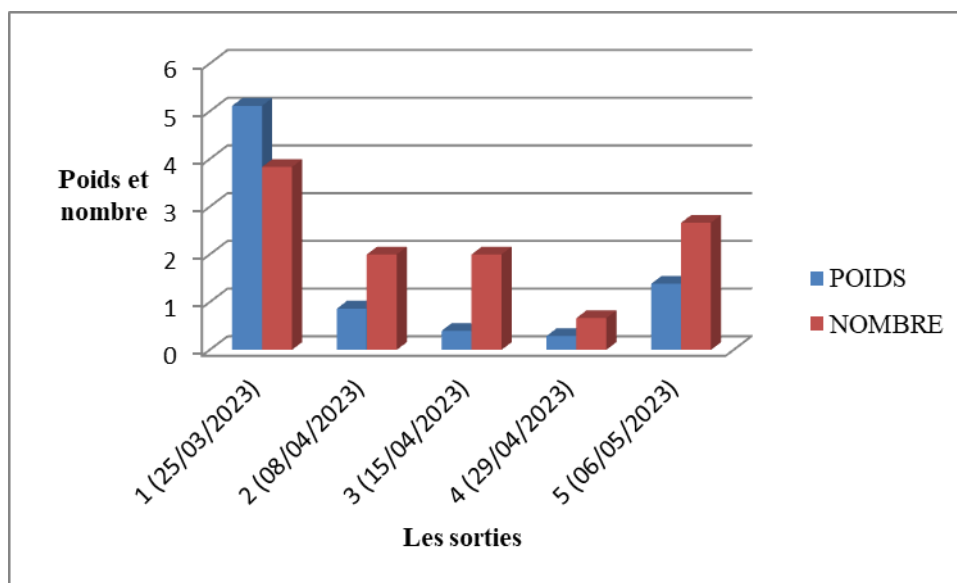


**Figure 20 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 8

## 2.9. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 9

Une légère variation du nombre moyen de débris plastiques, est observée à la station 9 (Poste11) entre les différentes périodes d'étude avec une moyenne  $2 \pm 1.15$ , avec un maximum pendant la période 1 (4) et un minimum pendant la période 4 (1) (Figure 21). Ces résultats suggèrent que l'apport le plus probable en plastique provient de sources marines. Cela est confirmé par le tableau 02, qui montre qu'il ya un faible taux de plastiques durs (7 objets), mais qui dominant toutes les autres catégories. Cette faible variation, indique la présence d'une source de contamination régulière et qui ne peut être que l'apport marin.

De même, la distribution des poids des déchets plastiques dans la station 9, varie de la même manière que celle du paramètre Nombre. Les débris collectés pendant la première période de prélèvement ont affiché le poids le plus élevé (5 g), tandis que lors de la quatrième période, un très faible poids de pollution plastique (0,29 g). Cette variation s'explique par la présence de débris de poids variés, confirmant ainsi que les types de contamination à la station 9 diffèrent au cours des cinq périodes d'étude, ce qui renforce l'idée que l'apport principal provient de la mer (Figure 21).



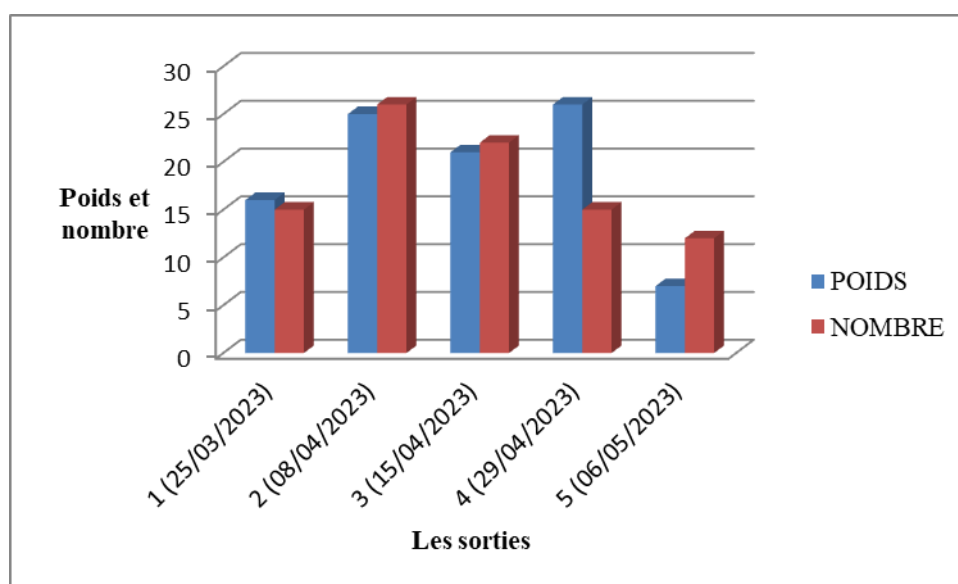
**Figure 21 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 9

## 2.10. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 10

La station 10, située à l'embouchure de l'oued Saf-Saf sur la mer Méditerranée, présente une légère variation du nombre moyen de débris plastiques entre les différentes périodes d'étude avec une moyenne  $18 \pm 5.79$ . Un pic est constaté pendant la période 2 (26 débris) et un nombre minimal pendant la période 5 (12 débris) (Figure 22).

D'après le tableau 02, les plastiques durs sont les plus dominants dans cette station (45) et sont suivis par les pellets (32) et en troisième position, nous notons les plastiques tendres (11 objets). Cette importance en micro-polluants est due, aussi bien aux apports marins et fluviaux, mais aussi aux importants apports terrestres par le grand nombre de pêcheurs qui fréquentent la zone en question à plein temps.

Par ailleurs, cette même station montre une distribution variable en termes de poids des déchets plastiques, de manière notable. La tendance de cette variation diffère complètement de celle observée pour le paramètre Nombre. Les débris collectés pendant la quatrième période de prélèvement ont présenté le poids le plus élevé (26 g), tandis que lors de la cinquième période, le poids des polluants plastiques était le plus bas (7 g). Cette différence s'explique par la présence de débris de poids variés, ce qui confirme que les sources de contamination à la station 10 diffèrent au cours des cinq périodes d'étude (Figure 22).



**Figure 22 :** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 10

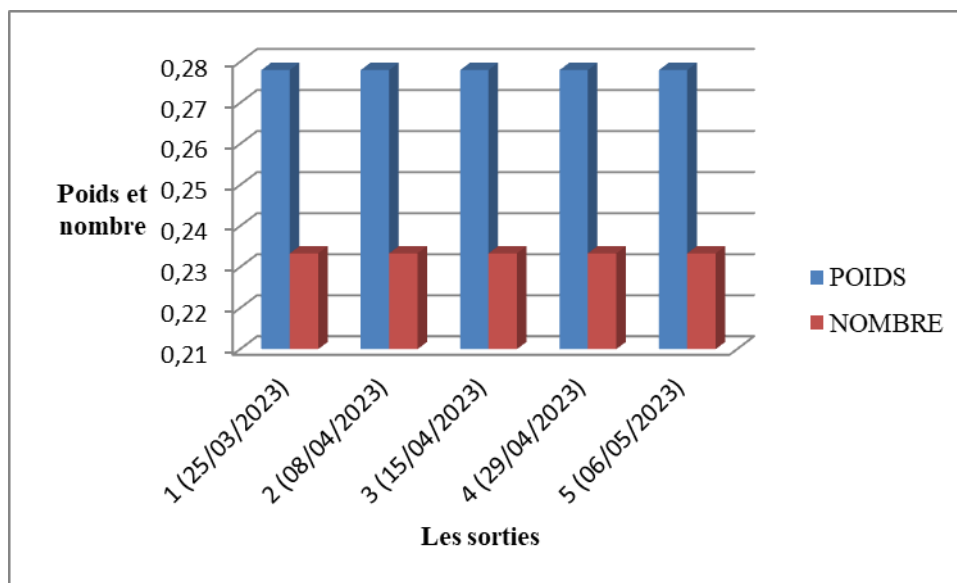
### 2.11. Etude de la variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 11

La station 11 est la station témoin, elle est située au niveau de la grande plage. Les quantités moyennes des déchets plastiques présents dans cette station, sont très basses (0.23) et sont très proches d'une période à une autre avec une moyenne  $0.23 \pm 0$ .

Cette même station présente également des poids moyens très proches (0.28g) et très bas durant les cinq périodes de notre travail (Figure 23).

Selon le tableau 02, nous constatons qu'il n'y a qu'un seul type de déchet plastique présent dans cette station de référence (plastiques tendres).

Ces résultats montrent, la quasi absence de pollution de cette plage par le plastique durant notre période de travail. La présence occasionnelle de quelques objets en plastiques, pourrait avoir comme source le vent.



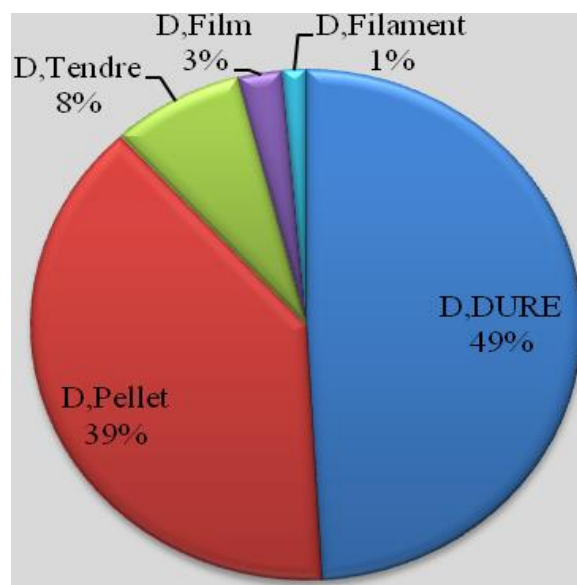
**Figure 23:** Variation temporelle du nombre et du poids des déchets plastiques dans la station 11

### **3. Dominances des débris en plastiques dans nos stations durant les cinq périodes d'étude**

L'ensemble des résultats obtenus durant les cinq périodes de travail et dans l'ensemble de nos stations, a permis de tracer la figure 24 représentant la variation de dominance des différentes catégories de débris.

Nous remarquons une dominance avérée des plastiques durs (49%), suivie des plastiques du type pellet (39%) sur la totalité des stations d'échantillonnage. Les plastiques durs que nous avons retrouvés dans nos échantillons, sont issus principalement d'objet en plastiques plus volumineux comme les bouteilles, des casiers, etc. Les pellets quant à eux, proviennent de la plate forme pétrochimique avoisinante, qui est située à quelques centaines de mètres à l'ouest de notre zone d'étude. Ces objets sont des petites billes en plastiques dits «poly-éthylène basse densité ». Ils sont produits au niveau du complexe Polymed, qui est localisé à l'extrême Est de la plate forme pétrochimique. Ils sont éparpillés par les vents traversant le complexe et se retrouvent dans toutes les zones où les vents les déposent. Les directions où les pellets sont dominants, sont les directions des vents dominants.

Les autres catégories sont faiblement représentées avec un taux variant entre (3% et 8%) enregistrés pour les catégories des films en plastiques, issus de l'emballage et la conservation et des plastiques tendres provenant des pailles,... Le pourcentage de débris plastiques le plus faible qui a été noté lors de nos périodes de prélèvements, est de (1%) pour la catégorie des filaments en plastiques, dont l'origine est les cordes, les filaments de pêche.



**Figure 24 :** Catégories des débris dominants

## **Conclusion et Recommandations**



Comme conclusion tirée à partir des résultats de notre recherche, nous retenons que :

- Il existe 5 catégories de plastiques au niveau de notre zone d'étude :
  - Les plastiques durs ;
  - Les plastiques tendres ;
  - Les pellets ;
  - Les films ;
  - Les filaments.
  
- La dominance entre les catégories de plastiques concerne les pellets et les plastiques durs.
- La variation spatiale montre 2 types principaux de distribution :
  - Les stations 1 à 5, montrent la dominance de 2 types de plastiques : les pellets et les plastiques durs ;
  - Les stations 6 à 9, ne présente de dominance que par les plastiques durs.
- Il existe deux autres variations spatiales :
  - ✓ La station 10, qui montre une forte pollution, aussi bien par les plastiques durs, que par les pellets. Elles sont suivies aussi par les plastiques tendres.
  - ✓ La station témoin a été choisie au début du travail, comme station de référence et les résultats confirme cela, puisque ce point est bien dépourvu de pollution par le plastique pendant la période de travail (25/03/2023 à 25/05/2023)
- La station 10 est la plus polluée de toutes, à cause du grand nombre de sources de pollution qui ont un impact direct et/ou indirect sur elle (apports : marin, éolien, terrestre...).
- Les apports éoliens et marins, jouent un grand rôle dans la répartition des polluants plastiques au niveau de nos stations d'étude pendant les cinq périodes de travail.

A la fin de cette étude, nous proposons une série de recommandations dans le but d'améliorer ce travail et de proposer des solutions à ce type de pollution :

- Amélioration de la gestion des déchets plastiques et leur réutilisation (collecte, recyclage, valorisation énergétique, etc.).
- Installation systématique des poubelles adaptées sur les plages et les parkings.
- Financement des actions de collecte des déchets sur le littoral, la berge (Mer ou rivière).
- Développement des emballages et des filets de pêche constitués de matériaux biodégradables et recyclables.
- Encouragement et promotion des projets de recyclage.
- Élaboration d'un plan de mise en œuvre efficace des lois relatives à la protection de l'environnement en Algérie.
- Réduction voire interdiction de l'utilisation de certains emballages en plastique

A la fin de cette étude, nous proposons une série de recommandations dans le but d'améliorer ce travail et proposer des solutions à ce type de pollution

1. Installation systématique des poubelles adaptées sur les plages et les parkings.
2. Développement des emballages et des filets de pêche constitués de matériaux biodégradables et recyclables.
3. Encouragement et promotion des projets de recyclage.
4. Réduction voire interdiction de l'utilisation de certains emballages en plastique
5. Élaboration d'un plan de mise en œuvre efficace des lois relatives à la protection de l'environnement en Algérie.

## **Références Bibliographiques**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Agence Nationale de Développement de l'Investissement, 2013. Wilaya de SKIKDA.
  2. ANDRE, S, 2000. Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. Rapport final. Secrétariat Général de la Mer.
  3. AougarSamiaFatma, AmmouriAmel, 2022. Pollution des plages de Mostaganem par les déchets plastiques (bouteilles et bouchons). Mémoire de fin d'études.
  4. Benarous A, 2019. Pollution des plages de Mostaganem par les déchets plastiques (bouteilles et bouchons). Mémoire de master 2 : Ressources Halieutiques. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté SNV.
  5. Bowmer T, Kershaw P. 2010. Proceedings of the GESAMP International Workshop. On microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the ocean. Paris: UNESCO-IOC.
  6. Bravo M; Guillermo L-J; Nunez P; Vasquez N; Theil M; 2009. Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific: result from a national survey supported by volunteers. Marine Pollution Bulletin, 1718-1726.
  7. Carlton et al, 2017. Tsunami-driven rafting: Transoceanic species dispersal and implications for marine biogeography. Science, pp. 1402-1406.
  8. Costa P-L; Biesinger M-C; Grifi M; 2009. PLASTICS and beaches: a degrading relationship Marine pollution Bulletin.
  9. Galloway TS et al, 2017) Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. Nature Ecology and Environment, 1 (5), pp. 1-8.
  10. Gigault J et al, 2016. Marine plastic litter: the unanalyzed nano-fraction. Environmental Science Nano, DOI: 10.1039/c6en00008h.
  11. Google Earth, 2023.
  12. Gregory MR, 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364 pp. 2013-2025.
  13. Hadda K, Bellahmer L, Ikhlef N, 2002. La biodégradation de plastique par les bactéries. Mémoire de master 2 : Génétique fondamentale et appliquée. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.
  14. Henry M. 2010. Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer. Rapport final.
  15. L'ADEME, 2020. Lutte contre la pollution par les déchets plastique en milieu marin. l'Agence de la transition écologique.
-

16. Lebreton LCM et al, 2012. Numerical modelling of floating debris in the world's oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 64 (3) pp. 653–661.
  17. Leslie H.A, 2014. Marine pollution by microplastic. *Science and Technology*.
  18. Lou Bersac L. 1982. Pollution par macrodéchets du littoral français. Méthodologie e. Etat de référence. CNEXO ministère de L'environnement.
  19. Maes C et al, 2018. A Surface “Superconvergence” Pathway Connecting the South Indian Ocean to the Subtropical South Pacific Gyre. *Geophysical Research Letters*, 45 (4), pp. 1701-2124.
  20. PlasticsEurope, 2013. *Plastics the Facts 2013*. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data.
  21. Richard L, 2012. Bioplastiques biodégradables, compostables et biosourcés pour les emballages alimentaires, distinctions subtiles mais significatives. Magister : Centre universitaire de formation en environnement. Université de sherbrooke.
  22. Saadi M, Lahmar F, 2018. Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de Guelma (N-EST ALGERIE). Mémoire de master 2 : Aménagement et ouvrages hydrauliques. Université Badji Mokhtar, Annaba.
  23. Sophie G, 2002. Biodégradation de matériaux polymères à usage agricole : Etude et mise au point d'une nouvelle méthode de test, analyse des produits de dégradation et impact environnemental. Thèse de doctorat : Sciences des Agroressources. Institut National Polytechnique Toulouse.
  24. Tebani. Cours de Pollution de l'environnement (Licence LMD : Spécialité : Ecologie et Environnement). L3, 5ème Semestre. Université de Hassiba Ben Bouaali, Chlef.
  25. Van Sebille E et al, 2014. [Adrift.org.au](http://Adrift.org.au) - A free, quick and easy tool to quantitatively study planktonic surface drift in the global ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 46, pp. 317-322.
  26. Van Sebille E. et al, 2020. The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Environmental Research Letters*, 15, 02, 3003.
  27. <https://www.biolit.fr>
  28. <https://fr.tutiempo.net/climat/ws-603550.html>
-