

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة-

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département Ecologie et Environnement

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Intitulé :

**Contribution à l'étude de la pollution du littorale de Skikda par les
déchets plastiques**

Présenté par :

- Melle Boutobza Sabah
- Mme Bouzidi Samar
- Melle Gouta Amina
- Melle Toumi Malak-Elhor

Membre de Jury :

Président : Metallaoui S

Pr

Université 1955. Skikda

Promoteur : Grini H

Université 1955. Skikda

Examineur : Rouidi S

MCA

Université 1955. Skikda

Année universitaire 2023-2024



Remerciement

Louanges à Dieu d'abord, le tout puissant pour nous avoir donnée le courage, la santé et la volonté pour mener à bien ce modeste travail

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre gratitude à l'enseignante superviseure de cette étude, Dr Grini Halima, qui nous a accompagnés de bout en bout dans la réalisation de ce travail, sans laquelle il n'aurait pas été possible de le mener à bien.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à tous les membres du jury respecté:

Nous remercions Pr Metallaoui présidente du jury d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions Dr Rouidi examinateur d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions M. Majbouri (Direction de l'Environnement de l'État de Skikda) pour votre aide précieuse en nous fournissant des informations qui nous ont aidé dans notre travail.

Nous remercions mon oncle Mahdi, le bon homme qui a été avec nous pendant toute la période de prélèvement des échantillons.

Nous remercions également les enseignants du Département d'Ecologie et Environnement de l'Université 20 Août 1955 Skikda pour leurs orientations et leurs conseils précieux tout au long de notre parcours universitaire.

قال الله تعالى:

{يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ}

فالحمد لله الذي رفعني اليوم إلى هذا المقام

Quant à ce qui suit, je dédie cette réussite

*À mes chers parents, ma mère Aicha et mon père Muhammad, et je leur dis
: C'est votre réussite, je ne suis qu'un moyen,*

*À mes frères et sœurs qui m'ont fourni avec tout leur soutien tout au long de
mon parcours académique et ma vie,*

À mes chers neveux et nièces, chacun en son nom, et toute la famille,

*À mes amis et compagnons qui, m'ont rendu le chemin facile malgré sa
difficulté, m'ont laissé les plus beaux souvenirs*

À mes partenaires dans ce travail Malak, Amina et Samar

Sabah Boutobza

Dédicace

Premièrement, je commence par exprimer ma gratitude à Allah, de m'avoir donné la force, la volonté, le courage, et la capacité suffisante pour terminer ce travail modeste.

D'abord, je me remercie pour mes efforts et pour avoir accompli ce travail malgré les défis que j'ai rencontrés, convaincue que cette fatigue me sera bénéfique et que tous les moments difficiles deviendront des souvenirs de force et de fierté à l'avenir.

À mon adorable mère, aucune dédicace ne saurait exprimer tout le respect et l'amour que je vous porte, merci du fond du cœur pour les efforts que vous avez déployés pour moi et pour votre participation et aide dans mon travail.

À mon cher père, mon compagnon dans tous mes voyages éducatifs. Celui qui m'a appris que la vie est un combat et que son arme est le savoir et la connaissance, merci pour tous les sacrifices que tu as faits pour assurer mon confort et mon succès.

À ma sœur Asma et mon frère Islam, votre présence m'a rappelé que je ne suis jamais seule, je vous souhaite le bonheur et la chance et que dieu vous protège.

À l'époux de ma soeur Bilal, et mes cousines Safa, khawla, Samah, Douha, Amani, mercibeaucoup votre aide dans ce travail. Je vous souhaite beaucoup de Bonheur et de joie

À ma meilleur amie Chayma, merci pour votre gentillesse, votre amitié et, de faire partie dans ma vie.

À mes binômes Malak, Sabah, Samar pour leur soutien moral, leur patience et leur compréhension tout au long de ce travail.

À nos frères et soeurs à Gaza, nous sommes de tout cœur avec vous, priant Dieu de vous protéger et de vous accorder la paix et la sécurité.

Amina

Dédicace

Louange à Dieu par amour et gratitude pour le commencement et la fin.

Ce voyage n'a pas été court, ni le chemin jonché de facilités, mais je l'ai fait, loué soit Dieu qui facilite les débuts et nous guide vers les fins par Sa grâce et Sa générosité. Je dédie ce succès à moi-même d'abord, une personne ambitieuse Dont l'ambition a été couronnée de succès, puis à tous ceux qui ont travaillé avec moi pour achever mon parcours universitaire, vous êtes mon soutien constant.

Avec tout mon amour, je dédie le fruit de mon succès et de ma graduation :

- À mon premier soutien dans mon parcours, ma force et mon refuge après Dieu, ma fierté et ma source de fierté : mon père.*
- À celle qui m'a enseigné la moralité avant les lettres, la première supportrice dans ma vie et la main invisible qui a enlevé les épines et les difficultés de mon chemin : ma mère.*
- À mes frères, lumière de l'amour dans ma vie : Rihab, Saif, Yahya, chahd.*
- À celui que Dieu a choisi comme un soutien et un encouragement constant dans mes moments de faiblesse, merci pour ta foi en mes capacités : mon fiancé, Karim.*
- À mes amis des épreuves et des difficultés, non des jours. À mes camarades de classe, chacun avec son nom, et je mentionne spécifiquement celle qui était une sœur avant d'être une amie : Rim.*
- À mes binomes Amina, Sabah, Samar pour le soutien moral, sa patience, et sa compréhension tout au long de ce travail.*

"À la Palestine, avec tout notre amour et solidarité."

Malak el hor.

DÉDICACE

En premier lieu nous remercions ALLAH de m'avoir donné la force, le courage et la patience afin de pouvoir terminer ce modeste travail, qui est le fruit des années d'étude.

Je dédie ce travail à :

Mon père Salim et ma trop chère mère Nadira pour leurs sacrifices et encouragements durant toute la période de mes études.

** et mes frères Aymenet Fayez.*

** A mon mari Brahim et à mon fœtus notre fruit et bijou.*

** A mon oncle Mahdi et la famille de mon mari un pour un.*

** A mes tantes et à tous leurs efforts .*

** Comme je le dédie à mes meilleurs amis Houyam, Rawya, CHamse et chaima.*

A tous ceux qui ont eu un impact sur Viet tous ceux que mon cœur a aimés et oubliés par Ma plume.

SAMAR

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumés

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Matériaux et Méthodes..... | 5 |
| I.1. Cadre d'étude : | 6 |
| I.1.1. Présentation de la zone d'étude..... | 6 |
| I.1.2. Présentation des sites d'étude..... | 7 |
| I.1.2.1. Site 01 : plage Oum laksab | 8 |
| I 1.2.2. Site 02 : Plage de Taleza..... | 8 |
| I.1.2.3. Site 03 : Plage de Ben Zouit..... | 9 |
| I.1.2.4. Site 03 : Plage de kef fatma..... | 9 |
| I.1.2.5. Site 05 : Plage de Remila 2..... | 10 |
| I.1.3. Le vent..... | 11 |
| I. 1.4. Le courant marin..... | 11 |
| I.1.5 Les activités anthropiques et pollution..... | 11 |
| I.1.5.1. La pêche..... | 11 |
| I.1.5.2. Les navires..... | 12 |
| I.1.5.3. Pollution industrielle | 13 |
| I.2. Méthodologie..... | 14 |
| I.2.1. Les matériels utilisés..... | 14 |
| I.2.2. Echantillonnage..... | 15 |
| I.2.3. Tri, comptage et peser des déchets plastiques | 16 |

| | |
|---|-----------|
| I.2.4. L'étude statistique..... | 17 |
| I.2.4.1. L'abondance..... | 17 |
| I.2.4.2. L'indice de la pollution par les granules..... | 18 |
| Chapitre II : Résultats et Discussions..... | 19 |
| II.1. Etude de la variation d'abondance des déchets plastiques sur les sites d'étude | 20 |
| II.1.1. L'abondance de plastique total..... | 20 |
| II.1.2. L'abondance de macroplastique..... | 21 |
| II.1.3. L'abondance de mésoplastique | 24 |
| II.1.4. L'abondance de granule..... | 25 |
| II.2. Classification des déchets plastiques selon la taille | 27 |
| II.2.1. Oum Laksab..... | 27 |
| II.2.2. Talezza..... | 29 |
| II.2.3. Ben Zouit..... | 30 |
| II.2.4. Kef Katma..... | 31 |
| II.2.5. Remila..... | 32 |
| II.3. Types des macroplastiques collectées dans les sites | 34 |
| II.3.1 Oum laksab..... | 34 |
| II.3.2 Talezza..... | 34 |
| II.3.3. Ben Zouit..... | 35 |
| II.3.4. Kef Fatma..... | 36 |
| II.3.5. Remila..... | 37 |
| II.4. Types des mésoplastiques collectées dans les sites..... | 38 |
| II.4.1. Oum laksab..... | 38 |
| II.4.2. Talezza..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| II.4.3. Ben Zouit | 40 |
| II.4.4. Kef Fatma..... | 41 |
| II.4.5. Remila..... | 42 |
| II.5. La différence de répartition des déchets plastiques sur les lignes L1 et L2..... | 44 |
| II.5.1. Oum laksab..... | 44 |
| II.5.2. Talezza..... | 45 |
| II.5.3. Ben Zouit | 47 |
| II.5.4. Kef Fatma..... | 49 |
| II.5.5. Remila..... | 52 |
| II.6. L'indice de pollution par les granules..... | 54 |
| II.7. Discussion | 55 |
| Conclusion..... | 58 |
| Références bibliographiques..... | 59 |

Liste des abréviations :

ANIRF: Agence nationale d'intermédiation et de régulation foncière.

ONM: Office nationale de la météorologie.

LEM: Laboratoire d'études maritimes.

CCI: Clean Coat index.

PPI: Pellet pollution index.

OCDE: Organisation de coopération et de développement économiques.

UNEP: United Nations Environment Programme.

ISE: Institut supérieur de l'environnement.

UE: Union Européenne.

AND : Agence nationale des déchets.

WWF: World Wide Fund for Nature.

APS : Algérie presse service.

ENIP : Entreprise Nationale des Industries Pétrochimiques.

ENOF: Entreprise Nationale des Produits Miniers Non ferreux et des utiles.

VCM: chlorure de vinyle monomère.

La listes des tableaux :

| N° | Titre |
|----|--|
| 01 | Caractéristique des plages étudiées |
| 02 | Nombre de plastiques total |
| 03 | Poids de plastiques total |
| 04 | Nombre de Macroplastiques |
| 05 | Poids de Macroplastiques |
| 06 | Nombre de Mésoplastiques |
| 07 | Poids de Mésoplastiques |
| 08 | Nombre de Granule totale |
| 09 | Poids de Granule totale |
| 10 | L'indice de pollution par les granules : PPI |

Liste des figures :

| | |
|--|----|
| Figure 01 : Situation géographique de la wilaya de Skikda (Google earth.2024) | 6 |
| Figure 02 : Plage d'Oum laksab (Google Earth.2024) | 8 |
| Figure 03 : Plage de Taleza (Google Earth.2024) | 8 |
| Figure 04 : Plage de Ben Zouit (Google Earth.2024) | 9 |
| Figure 05 : Plage de Kef Fatma (Google Earth.2024) | 9 |
| Figure 06 : La plage de Remila 2 (Google Earth.2024)..... | 10 |
| Figure 07 : Photos sur la pêche entre la plage de Remila et Kef fatma..... | 12 |
| Figure 08 : Photo des navires dans le port de Stora | 13 |
| Figure 09 : Pollution minière dans la wilaya de Skikda (DK News.2018) | 14 |
| Figure 10 : Protocole d'échantillonnage..... | 15 |
| Figure 11 : Placement de quadrat | 16 |
| Figure12 : Collecte et filtrage des déchets..... | 16 |
| Figure 13 : Comptage et pesé des déchets plastiques | 17 |
| Figure 14 : Nombre de plastique totale..... | 20 |
| Figure 15 : Poids de plastique totale..... | 21 |
| Figure 16 : Nombre de Macroplastiques total | 22 |
| Figure 17 : Poids de Macroplastiques total..... | 23 |
| Figure 18 : Nombre de Mésoplastiques total | 24 |
| Figure 19 : Poids de Mésoplastiques total..... | 25 |
| Figure 20 : Nombre des Granules total..... | 26 |
| Figure 21 : Poids des Granules total | 27 |
| Figure 22 : Nombre de Macro et Mésoplastiques à Oum Laksab | 28 |
| Figure 23 : Poids de Macro et Mésoplastiques à Oum Laksab | 28 |
| Figure 24 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Talezza | 29 |

| | |
|--|-----------|
| Figure 25 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Talezza | 29 |
| Figure 26 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Ben Zouit | 30 |
| Figure 27 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Ben Zouit | 31 |
| Figure 28 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Kef fatma | 31 |
| Figure 29 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Kef fatma | 32 |
| Figure 30 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Remila | 33 |
| Figure 31 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Remila..... | 33 |
| Figure 32 : Types des Macroplastiques à Oum Laksab..... | 34 |
| Figure 33 : Types des Macroplastiques à Talezza | 35 |
| Figure 34 : Les types de Macroplastiques à Ben Zouit | 36 |
| Figure 35 : Les types de Macroplastiques à Kef fatma | 37 |
| Figure 36 : Les types de Macroplastiques à Remila | 38 |
| Figure 37 : Les types de Mésoplastiques à Oum laksab | 39 |
| Figure 38 : Les types des Mésoplastiques à Talezza | 40 |
| Figure 39 : Les types des Mésoplastiques à Ben Zouit | 41 |
| Figure 40 : Les types des Mésoplastiques à Kef fatma | 42 |
| Figure 41 : Les types des Mésoplastiques à Remila | 43 |
| Figure 42 : La différence de répartition de Macroplastiques sur les lignes L1 et L2 à Oum Laksab | 44 |
| Figure 43 : : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Oum Laksab | 44 |
| Figure 44 : La différence de répartition de plastiques sur les lignes L1 et L2 à Oum Laksab | 45 |
| Figure 45 : La différence de répartition de Macroplastiques sur les lignes L1 et L2 à Talezza | 45 |
| Figure 46 : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Talezza | 46 |

| | |
|--|-----------|
| Figure 47 : La différence de répartition des Granules sur les lignes L1 et L2 à Talezza | 46 |
| Figure 48 : La différence de répartition de plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Talezza..... | 47 |
| Figure 49 : La différence de répartition de Macroplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit..... | 47 |
| Figure 50 : La différence de répartition de Mésoplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit | 48 |
| Figure 51 : La différence de répartition des Granule sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit..... | 48 |
| Figure 52 : La différence de répartition des plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit | 49 |
| Figure 53 : La différence de répartition de Macroplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma | 50 |
| Figure 54 : La différence de répartition de Mésoplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma..... | 50 |
| Figure 55 : La différence de répartition des Granules total sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma | 51 |
| Figure 56 : La différence de répartition des plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma | 51 |
| Figure 57 : La différence de répartition de Macroplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Remila | 52 |
| Figure 58 : La différence de répartition de Mésoplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Remila | 58 |
| Figure 59 : La différence de répartition des Granules total sur les lignes L1 et L2 à Remila | 53 |
| Figure 60 : La différence de répartition des plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Remila | 53 |

الملخص:

تعاني شواطئنا اليوم من التلوث الشديد بالنفايات البلاستيكية الناجمة عن تصريف النفايات الصناعية والمنزلية المختلفة. وقد أجريت دراستنا على خمسة شواطئ بولاية سكيكدة (عين لقصب، تلزة، بن زويت، كاف فاطمة، الرميلة)، حيث تم جمع النفايات البلاستيكية: بلاستيك كبير، وبلاستيك متوسطة والحبيبية على المحورين L1 و L2. والهدف من هذه الدراسة هو معرفة الخصائص النوعية والكمية للنفايات البلاستيكية، وكذلك تحديد توزيعها الزمكاني والمناطق الأكثر تلوثاً بالبلاستيك. كشف أخذ عينات وفرز وعدّ النفايات البلاستيكية عن وجود 22 نوعاً من النفايات البلاستيكية بمتوسط 60.5 (جسيمات/م²). كانت الشظايا والأغطية هي الأكثر شيوعاً في الجسيمات البلاستيكية الكبيرة، بينما كانت أعقاب السجائر والشظايا هي الأكثر شيوعاً في الجسيمات البلاستيكية المتوسطة. كان عدد الحبيبات منخفضاً مقارنة بالسنوات السابقة، حيث كان المحور L1 (القريب من البحر) أكثر تلوثاً من المحور (البعيد عن البحر L2).

الكلمات المفتاحية: تلوث، نفايات بلاستيكية، بلاستيك كبير، بلاستيك متوسط، سكيكدة، الشواطئ.

Résumé :

Aujourd'hui, nos plages sont fortement polluées par des déchets plastiques provenant de divers déversements d'ordures industrielles et ménagères. Notre étude a été menée sur cinq plages de la wilaya de Skikda (Ain Laksab, Telaza, Ben Zouit, Kaf Fatima, Rmila), collectant à travers cette étude les déchets plastiques : Macroplastique, mésoplastique et granulés, sur transects L1 et L2. L'objectif de cette étude est de connaître les caractéristiques qualitatives et quantitatives des déchets plastiques, ainsi que de déterminer leur répartition spatiale et les zones les plus polluées par le plastique. L'échantillonnage, le tri et le dénombrement des déchets plastiques ont révélé la présence de 22 types de déchets plastiques avec une moyenne de 60,5 (particules/m²). Les fragments et les bouchons étaient les plus courants dans les macroplastiques, tandis que les mégots de cigarettes et les fragments étaient les plus courants dans les mésoplastique, le nombre de granulés était faible par rapport aux années précédentes, la première ligne d'accumulation L1 (proche de la mer) étant plus polluée que la deuxième ligne d'accumulation L2 (loin de la mer).

Mots clés : Pollution, déchets plastiques, macroplastique, mésoplastique, plages, Skikda.

Abstract:

Today, our beaches are heavily polluted by plastic debris originating from various industrial and household garbage dumps. Our study was conducted on five beaches in the province of Skikda (Ain Laksab, Telaza, Ben Zouit, Kaf Fatima, Rmila), collecting plastic litter: macroplastic, mesoplastic, and granules, along a transect of 100 meters (L1 and L2). The objective of this study is to understand the qualitative and quantitative characteristics of plastic waste, as well as to determine their spatial distribution and the most plastic-polluted areas. Sampling, sorting, and counting of plastic waste revealed the presence of 22 types of plastic waste with an average of 60.5 (item/m²). Fragments and caps were most common in macroplastic, while cigarette butts were most common in mesoplastic. The number of granules was low compared to previous years, with 1st line (L1) of accumulation (near the sea) being more polluted than L2 (away from the sea).

Keywords: Pollution, plastic debris, macroplastic, mesoplastic, Skikda, beaches.

Introduction :

Les plastiques sont des matériaux performants aux propriétés variées : ils sont omniprésents dans notre vie quotidienne sous diverses formes et applications (Peters et al.2012), et parmi les utilisations du plastique nous citons : son utilisation pour conserver les aliments, isoler les bâtiments, alimenter l'électronique et réduire la consommation de carburant des véhicules.. etc. (OECD,2023) ,en général, aujourd'hui nous sommes à l'ère du plastique parce qu'on trouve partout..(Poulin et Morin.2021).Ces déchets révèlent beaucoup d'information sur nos habitudes et notre rapport à la société de consommation et c'est une expérience nous en apprend beaucoup sur notre société (Hutchinson.2017). Il existe en 4 classes : le macroplastique mesure plus de 2,5 cm, le mésoplastique est compris entre 5 mm et 2,5 cm, le microplastique est inférieur à 5 mm, et le nano plastique mesure moins d'un micromètre(Exbalin.2022). Selon les données de l'OCDE, environ 450 millions de tonnes de plastique sont fabriquées mondialement. Et chaque année, plus de 8 millions de tonnes de déchets plastiques polluent les océans en provenance des fleuves et des rivières(Bellan.2023). Leur abondance s'explique par leur faible coût et leur longue durée de vie(Peyen.2018), ainsi que leur résistance à la chaleur ou au froid(Galgani, et al.2013), Sa grande durée de vie et sa faible biodégradabilité en font un matériau polluant (Maillard,2009). Les plastiques ne se décomposent pas en molécules, en effet une bouteille en plastique peut rendre de 100 à 1000 ans pour se dégrader(Chevallier.2024) Cependant, l'utilisation de ces matériaux est profondément ancrée dans notre vie quotidienne , est nous ne les utilisons pas efficacement , car leur consommation excessive et leur mauvaise gestion constituent une menace pour notre santé et conduisent au gaspillage de ressources précieuses, et nuisent à l'environnement (Kwakwa et Mora.2021) , et sur le milieu marin. Quand des grandes quantités de débris plastiques y flottent et constituent une menace émergente pour les écosystèmes marins.(Picacco et al.2022) , et les dommages écologiques causés par le plastique peuvent être définis comme des effets mortels ou quasi mortels sur la biodiversité pour plusieurs raisons(UNEP.2011). en effet, 73 % des déchets présents sur les plages sont en matière plastique(ISE.2023). Ces déchets plastiques présentent un danger dont l'ampleur ne peut être mesurée dû à leur rejet dans l'environnement, une mauvaise collecte et manque de recyclage(Peyen.2018)). La mer méditerranée est très peuplée et a été reconnue comme un hotspot au monde ,il se caractérise par le trafic maritime commercial en raison de la concentration du plastique(Mancuso, et al.2023), où des concentrations élevées de déchets plastiques en

suspension ont été détectées dans des régions éloignées de l'océan, ce qui suscite des préoccupations croissantes quant à l'accumulation de ces déchets à la surface des mers(Cózar et al.2014). En 2010, les 192 pays plastiques côtiers ont généré environ 275 millions de tonnes de déchets (Viau.2015), la Chine représente 30% de la production du plastique avec 77 kg de plastique produit par habitant(2018) (Gaudiaut.2020). Dans la même année la Chine a arrêté d'accepter les déchets plastiques du monde , et la Turquie est devenue le principal pays receveur des déchets plastiques de l'Union européenne. En 2020 et 2021, elle a accueilli environ la moitié des déchets plastiques que les pays de l'UE ne peuvent pas traiter localement. Les importations ont explosé de plus de 1 200 % entre 2016 et 2020, atteignant désormais environ 450 000 tonnes par an(Mandard et Pierre.2022). Ainsi que la pollution continue de croître en raison d'un grave problème de gestion des déchets, notamment dans des pays tels que l'Égypte, la Turquie et l'Italie(Ludovic frèreEscoffier.2019). Parmi les pays polluants l'Algérie et la Tunisie se classent respectivement au quatrième et sixième parmi les polluants macroplastiques les plus importants en méditerranée(Boucher et billard.2022), ainsi que l'Algérie se classe au niveau 13ème avec 60% des déchets non recyclés pour une population côtière estimée à 16,6 millions en 2010(Nawel 15), il a un côtes s'étend sur plus de 1600 km et constitue un écosystème fragile, constamment exposé à diverses formes de pollution, notamment les déchets plastiques jetables(AND.2020).la quantité de pollution plastique sur les côtes algériennes atteint selon le rapport du fonds mondial pour la nature (WWF) 12,2 kilogrammes de débris par kilomètre (Derouiche . 2022) .Selon l'AND aujourd'hui le plastique représente 87% des déchets en Algérie(APS.2021). Ainsi que L'Algérie se place au cinquième plus gros consommateur au monde de sacs en plastique, près de 7,7 milliards de sacs en plastique sont utilisés annuellement en Algérie et une moyenne de 200 sachets est utilisée annuellement par chaque citoyen(Larbi.2024),Il faut souligner le manque de civisme des citoyens qui jettent ces sachets dans la nature, le vent les dispersant ensuite, particulièrement en rase campagne(Kharoum.2023) La pollution marine, phénomène préoccupant, s'installe avec une prévalence marquée à Skikda, résultant de l'accumulation de déchets et de produits rejetés dans les eaux par l'activité humaine. Son introduction dans l'écosystème marin se fait via divers vecteurs tels que les oueds, les fleuves et les vents, tandis qu'elle est également directement déversée en mer, principalement en raison de la présence imposante de la zone industrielle pétrochimique. De plus, la période estivale aggrave la situation en exerçant une pression accrue sur les côtes (Tefiani.2016) Le complexe de plastique ENIP(Entreprise Nationale des Industries

Péetrochimiques) et le complexe de mercure ENOF (Entreprise Nationale des Produits Miniers Non ferreux et des utiles) sont considérés parmi les sources de déchets les plus préoccupants, car ils font partie des dix entreprises qui polluent la wilaya de Skikda. Le complexe de matières plastiques rejette aussi dans l'atmosphère du chlore et du V.C.M dus essentiellement à la mauvaise étanchéité des réacteurs et des conduites (Mouats.2015). L'objectif de cette travail est de contribuer à connaître la vérité sur l'existence de la pollution plastique sur les plages de Skikda, à évaluer la quantité et la nature de déchets plastiques présents sur les plages, aussi à identifier les sources potentielles de cette pollution ,et d'analyser son impact. Afin de connaître le degré de cette pollution ainsi que l'étendu et la répartition de ces déchets sur la côte de Skikda, nous avons concentré notre étude sur cinq plages à la wilaya de Skikda :Ben Zouit , Oum laksab, Taleza, Kef Fatma, et Remila. Notre étude a commencé à la fin du mois de janvier et s'est poursuivie jusqu'au début du es variations saisonnières de la quantité et de la nature mois de mai, dans le but de surveiller des déchets plastiques ainsi que leurs impacts sur l'environnement côtier . Notre travail se compose de trois chapitres : Chapitre I: une introduction chapitre II : Matériel et méthodes, et chapitre III :Résultats et discussions et enfin Conclusion.

Chapitre I :

Matériel et méthodes



I.1 Cadre d'étude :

I.1.1 Présentation de la zone d'étude :

Notre étude a été effectuée sur le littoral Ouest et Est de de la wilaya de Skikda qui se situe à l'est de l'Algérie, en particulier la bande côtière surplombant la mer Méditerranée, qui s'étend entre deux pointes rocheuses, Ras Bougaroun à l'ouest et le Cap de fer à l'est.

La wilaya de Skikda située au Nord Est Algérien, elle couvre une superficie de 4138 Km² (Ben Rabah., 2006), avec une population avoisinant les 1 106 203 habitants. Elle est située entre l'Atlas Tellien et la côte méditerranéenne, bénéficiant de 250 km de littoral s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour à l'ouest (ANAAT.2021).

Elle est limitée par :

La mer méditerranée au nord ; La wilaya d'Annaba à l'est ; Les wilayas de Constantine, de Mila et de Guelma au sud ; La wilaya de Jijel à l'ouest (ANIRF.2020)

Skikda renferme une façade maritime de 130 km, où se succède de série des plages féeriques ; s'étendant de Tamanart à l'ouest, jusqu'à El-Marsa à l'est (Figure 1) (Direction du commerce skikda.2012).

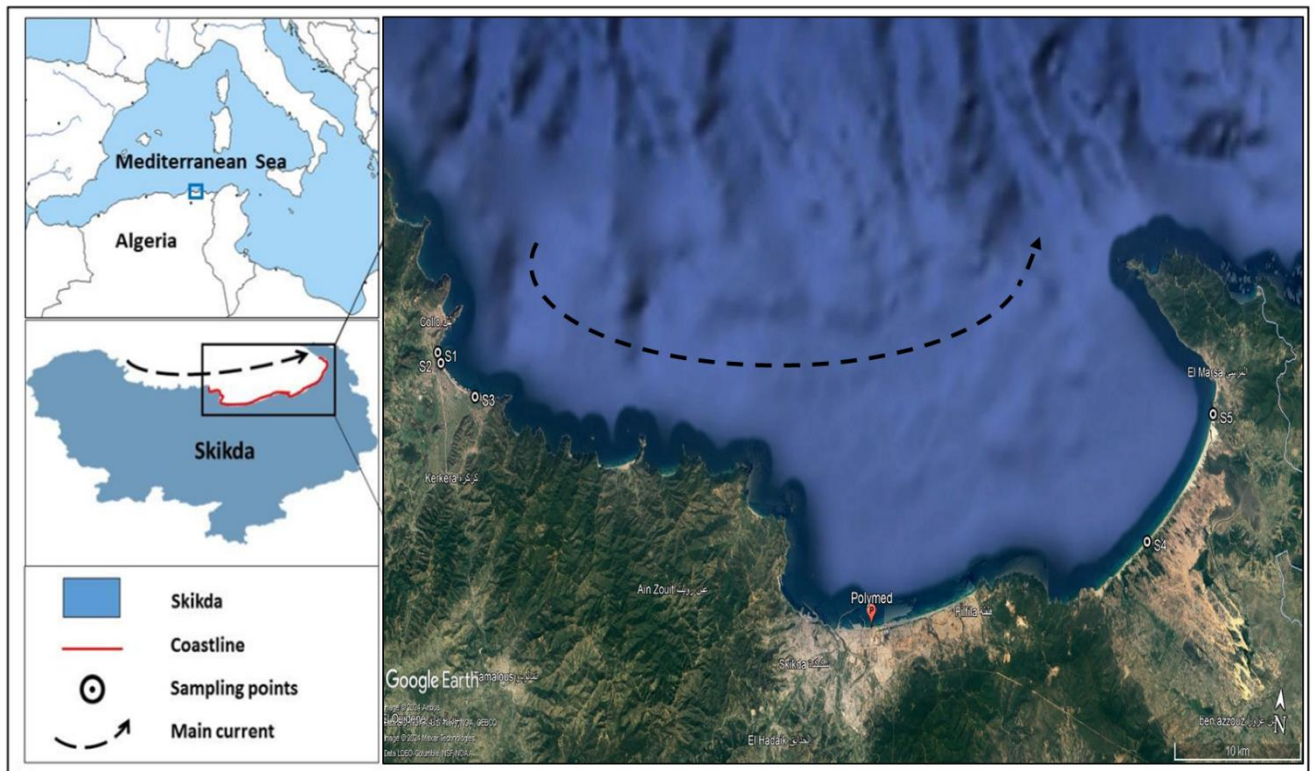


Figure 1 : Situation géographique de la wilaya de Skikda (Google earth.2024)

I.1.2 Présentation des stations d'étude :

Tableau 01 : Caractéristiques des plages étudiées.

| Les Stations | | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|---------------------------------------|--|--------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Les coordonnées géographiques | | 6°33'53"E 36°59'21" N | 6°35'05"E 36°58'30" N | 6°36'55"E 36°58'10" N | 7°12'05"E 36°56'35" N | 7°15'20"E 37°00'35" N |
| Longueur de la plage (m) | | 630 | 2700 | 1900 | 467 | 370 |
| Rejets urbains | | Oui | Oui | Non | Non | Non |
| Infrastructures et aménagement | Présence de poste de protection civile | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| | Présence de poste de gendarmerie | Non | Oui | Oui | Non | Oui |
| | Présence de parking | Oui | Non | Oui | Non | Oui |
| Utilisation de la plage | Pêche | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| | Tourisme | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Présence de point de dépôt de déchets | | Non | Oui (à collo) | Oui (à kerkra) | Non | Oui (à la Marsa) |
| Présence de Oued | | Non | Oui (Oued Oum Laksab à 4 km) | Oui (Oued Guebli) | Oui (l'oued Kebir à 8 km) | Oui (Oued Remila et Kebir à 1 km) |
| Présence de zone urbaine | | Oui | Non | Non | Non | Non |
| Présence de travaux | | Non | Non | Non | Non | Oui (Station de pompage d'eau) |
| Présence de port | | Oui | Oui | Non | Non | Oui (port El Marsa) |

I.1.2.1. Station 01 : Oum laksab :

La plage de Oum Laksab à Collo s'étend sur plus de 6 kilomètres sans interruption, atteignant les plages voisines de Taleza et de Ben Zouit. Elle est exposée à toutes sortes de pollutions, y compris les rejets d'eaux usées et les déversements directs de polluants causés par les visiteurs de la plage (Figure 2) (Tableau 1).



Figure 2 : Plage d'Oum laksab (Google Earth.2024)

I .1.2.2. Station 02 : Plage de Taleza.

La plage de Taleza est située dans la région de Skikda en Algérie et est célèbre pour sa beauté naturelle et ses paysages pittoresques (Figure 03) (Tableau 1).



Figure 03 : Plage de Taleza (Google Earth.2024)

I.1.2.3. Station 03 : Plage de Ben Zouit :

La plage de Benzouit, située dans la commune de Collo, est adjacente à celle de Talezza. Un oued marque la frontière entre les deux communes et sépare les deux plages. Avec une longueur d'environ 2200 mètres, la baignade y est permise (Figure 04) (Tableau 1).

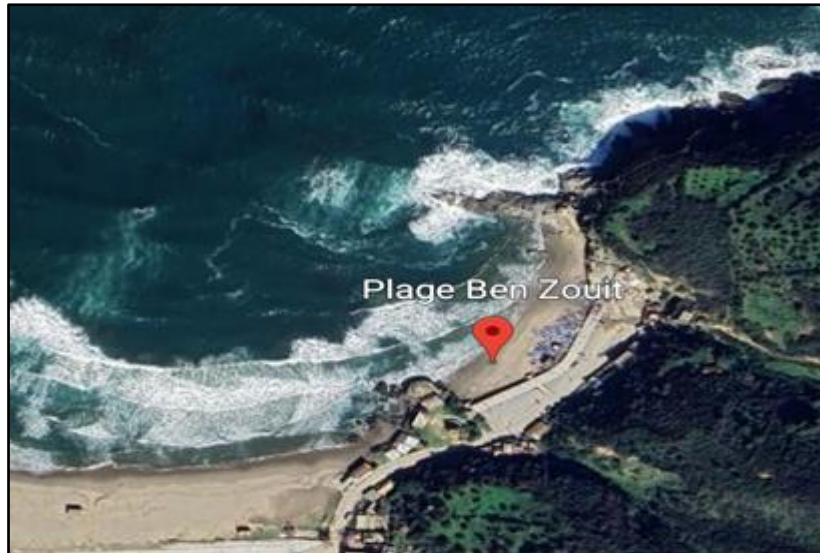


Figure 04 : Plage de Ben Zouit (Google Earth.2024)

I.1.2.4 Station 04 : Plage de Kef fatma

La plage de Kef Fatma est située dans la commune de Ben Azouz, et est considérée comme l'une des plus belles et des plus célèbres plages de la région, ainsi qu'une destination touristique de premier choix. Cette plage s'étend sur 8 kilomètres. Elle est délimitée à l'est par l'oued Kébir qui marque la frontière avec la commune d'El Marsa (Figure 05) (Tableau 1).



Figure 05: Plage de Kef Fatma (Google Earth.2024)

I.1.2.5. Site 05 : Plage de Remila 2

La plage de Remila est l'une des plus longues plages de la wilaya de Skikda, comprenant trois plages distinctes : Remila 1, Remila 2 et Remila 3. Elle située à deux kilomètres de la commune d'El Marsa dans la wilaya de Skikda, elle attire un grand nombre de vacanciers de tout le pays, ce qui la rend vulnérable à la pollution (Figure 06) (Tableau1).



Figure 06 : La plage de Remila 2 (Google Earth.2024).

I.1.3 Le vent :

Le climat de la région de Skikda est un climat sub-humide à humide tempéré relativement doux, influencé par la mer méditerranée (Medjani.2007).

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat (Belloum.1992), ce paramètre climatique est important car il influe sur les niveaux de précipitations. Il est également joue un rôle déterminant par sa direction et sa vitesse. Les données climatiques de l'ONM indiquent que les vents les plus forts surviennent entre novembre et avril, avec un pic en mars à 4,1 m/s, tandis que la vitesse moyenne du vent est minimale en juin, à 2 m/s (Bouklab et Chekirou.2016).

Ainsi que, selon LEM (1996 et 1998) l'analyse trimestrielle des vents dans notre région révèle que durant le premier, deuxième et quatrième trimestre, les vents dominants proviennent principalement des secteurs Ouest et Nord-Ouest, souvent dépassant la vitesse de 8 m/s. En revanche, pendant le troisième trimestre, ce sont les vents provenant des secteurs Est et Nord-Est qui prédominent, mais à des vitesses généralement plus faibles (Bouhayane.2015).

I.1.4 Le courant marin :

Le courant est un déplacement de masse d'eau qui peut être engendrée par plusieurs facteurs. Le courant général est, en l'occurrence, induit par la densité différentielle de l'eau de mer. Sur la côte algérienne, les masses d'eau provenant de l'Atlantique forment des courants qui longent la côte algérienne. Ce courant peut atteindre les fonds côtiers proches et donc s'ajouter aux autres courants côtiers (eg, courant induit par les vagues) (Agence nationale à l'aménagement et à l'attractivité des territoires.2021).

Étant donné que ces courants peuvent provenir du large vers la côte, ils peuvent par conséquent transporter une éventuelle pollution du large vers la côte. Des courants de retour peuvent se produire au niveau des littoraux des communes allant de Kanoua à Ain Zouit lors de l'occurrence des vagues du secteur NORD-EST. Les littoraux de Filfila, Djendel Saadi Mohamed, Ben Azouz et El Marsa sont relativement bien protégés contre les vagues du secteur NORD-EST. En effet, l'orientation structurelle NORD-OUEST du Cap de Fer (commune d'El Marsa) empêche les vagues du secteur NORD-EST d'atteindre ces zones avec des hauteurs importantes (Agence nationale à l'aménagement et à l'attractivité des territoires.2021)

I.1.5 Les activités anthropiques et pollution :

Les résidents de Skikda produisent 539 904 tonnes de déchets par an, avec des variations selon les communes, influencées par le mode de vie des habitants (urbain ou rural), leur niveau de vie et la densité démographique. La production maximale de déchets par habitant à Skikda est de 0,76 kg par jour, tandis que dans les autres communes, elle atteint un minimum de 0,26 kg par jour (KHORIEF.2020)

I.1.5.1 La pêche :

La pêche représente l'une des activités socio-économiques prédominantes en Méditerranée, et en Algérie, elle constitue un secteur d'emploi majeur pour de nombreux habitants des régions côtières (Zaimen et al.2012). Pour la wilaya de Skikda, il compte de trois ports de pêche : Stora, Collo et El-Marsa, selon la direction de pêche de Skikda sur une côte maritime d'environ de 170Km, 982 personnes dont 48 % exercent au niveau du port de Stora, 44 % à Collo et 8 % à El-Marsa (LABAR.2009).

Les déchets plastiques continuent de souiller chaque coin du port de pêche de Stora, entraînant des conséquences dévastatrices sur le tourisme et l'environnement de la ville, en particulier

pendant la saison estivale. Cette triste réalité reflète le tourisme à Skikda, où les vacanciers sont confrontés à une forte détérioration environnementale (Saheb.2022).

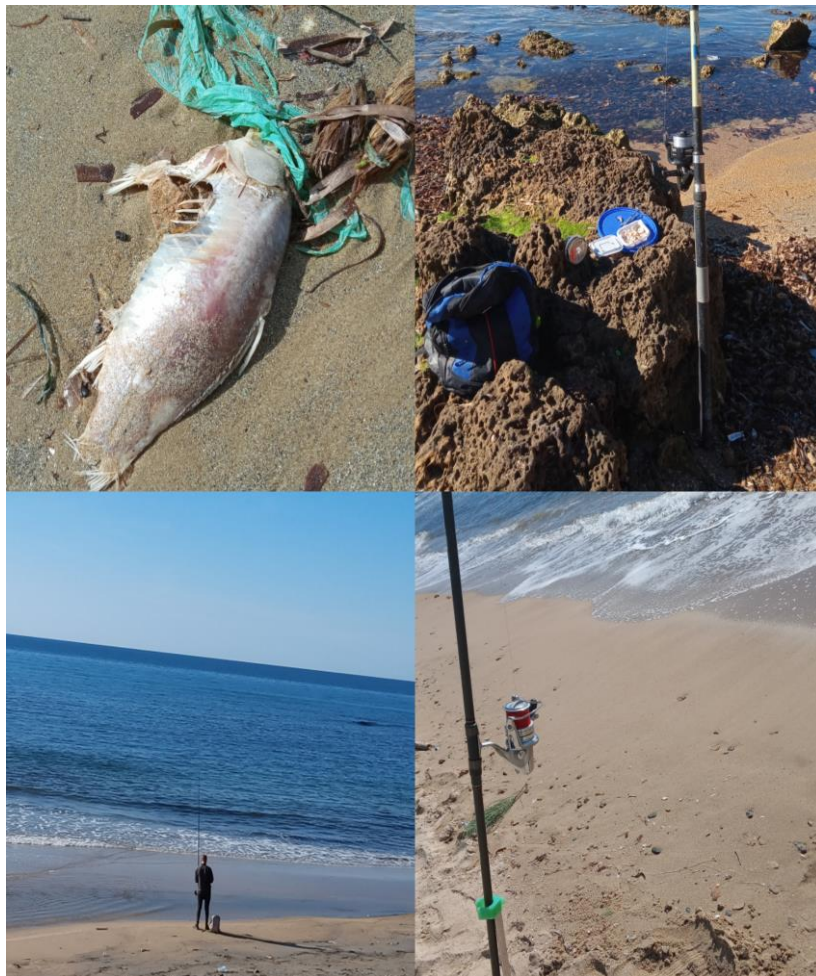


Figure 07 : photos sur la pêche entre la plage de Remila et Kef fatma.

I.1.5.2 Les navires :

En plus du port de Collo, de Stora et d'El Marsa, il y a aussi un port pétrolier ou le nouveau terminal hydrocarbures alimenté depuis la grande raffinerie, et un port mixte commercial et

hydrocarbures avec un terminal passagers (Gildon.2007), ainsi que 2 310 navires naviguent chaque année dans la zone de Skikda, dont 1 080 pétroliers. De plus, cette contamination est très grave, surtout si la fuite survient lors d'une explosion, d'une collision ou d'un échouement, c'est-à-dire lors d'une grave catastrophe maritime (LABAR.2009).



Figure 08 : Photo des navires dans le port de Stora.

I.1.5.3 Pollution industrielle :

Skikda, autrefois considéré comme un simple débouché de Constantine, il est désormais une grande agglomération industrielle, tout comme Alger, Annaba et Arzew. Son importance repose sur son complexe pétrochimique témoignant d'une période récente d'industrialisation (1970-1977) et représentant le deuxième foyer pétrochimique du pays (Boukhemis et Zeghiche.1983).

Ce qui a conduit à des problèmes liés à la qualité et à la quantité des eaux. Cette situation est le résultat de l'accroissement de la population et l'extension du tissu industriel, et cette industrialisation exponentielle et l'utilisation abusive de fertilisants ont contribué à la détérioration de la qualité des eaux (Belhadj et al.2011), et en raison de ses rejets massifs,

constituant une menace pour les habitations avoisinantes. Chaque jour, environ 194 000 m³ d'eaux usées sont déversés dans le milieu marin, représentant environ 80% du volume total des eaux de la région (Berkani et Al.2019)

Ainsi que l'exploitation et le transport de pétrole qui proviennent de l'industrie peuvent causer diverses formes de pollution, telles que les déballastages ou dégazages pour les incidents opérationnels, faisant du trafic maritime mondial le principal vecteur de pollution par hydrocarbures avec chaque année environ 65 104 tonnes de rejets accidentels dans les océans mondiaux (Geddah.2015). Ainsi que la marée noire s'étend à perte de vue, à quelques kilomètres de la plage de Skikda (Anonyme.2013).

L'incursion de quantités substantielles d'hydrocarbures pétroliers dans les environnements aquatiques initie d'abord des effets physiques directes sur la faune et la flore aquatiques, telles que l'adhésion d'hydrocarbures sur les organismes et la diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau. Ces deux phénomènes peuvent entraîner rapidement la mortalité des organismes aquatiques. De plus, divers effets toxiques, allant de létal à sublétaux, se manifestent à plus ou moins court terme (BELAHMADI.2020).



Figure 09 : Pollution minière dans la wilaya de Skikda (DK News.2018)

I.2 Méthodologie :

I.2.1 Les Matériels utilisés :

-Des quadrats (1m×1m)

-Des Tamis

- Des truelles
- Des sacs en papier
- Balance de précision
- Stylo
- Des gants
- Une règle

I.2.2. Echantillonnage :

Notre étude est débutée en fin de janvier jusqu'à la fin d'avril pour l'année 2024, afin de suivre et évaluer la pollution plastique, comprendre les variations saisonnières, et identifier les principales sources de pollution. Dans notre étude, nous avons suivi le protocole d'échantillonnage de Frias et al (2018) avec quelques modifications, cette méthode consiste à sélectionner un transect de 100 m et prendre 6 échantillons par transect.

Les quadrats (6 quadrats) sont placés 3 sur la première ligne d'accumulation et 3 sur la deuxième ligne d'accumulation parallèle à la mer laissant une distance de 50 mètres entre chaque quadra sur chaque ligne.

L'échantillonnage a été effectué en plaçant un quadrat sur le sable et à collecter les deux premiers centimètres de sable ainsi que toutes les particules présentes dans chaque quadrat avec une truelle. Ensuite de tamiser l'échantillon collecté à travers un tamis de 5mm de maille.

En fin récupérer les déchets tenus par le tamis et les placer dans un sac en plastiques marqués de la date, de la ligne, du numéro et le lieu et transférés au laboratoire. Cette opération est répétée pour chaque quadrat.

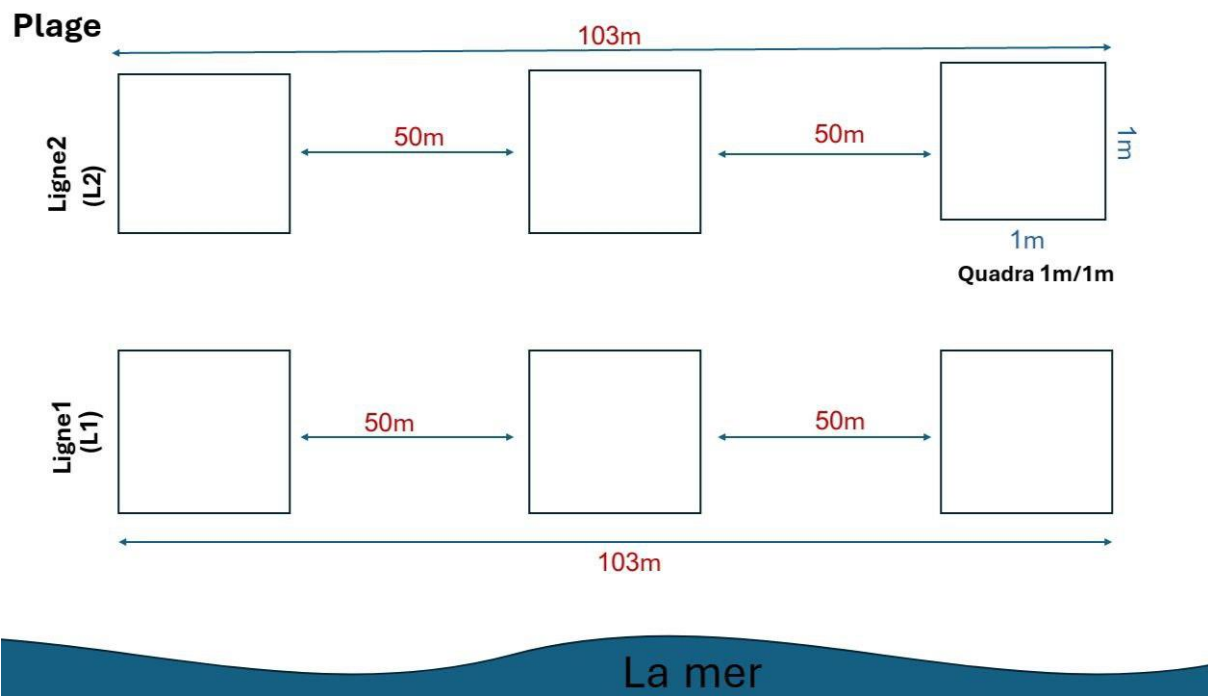


Figure 10 : Protocol d'échantillonnage.



Figure 11 : Placement de quadrat

I.2.3 Tri, Comptage et peser des déchets plastiques :

Au laboratoire, les déchets sont séparés, seuls les déchets plastiques sont conservés et classer selon la taille (mésoplastiques et macroplastiques), comptés et pesés à l'aide d'une balance.



Figure 12 : Collecte et filtrage des déchets.



Figure 13 : Comptage et pesé des déchets plastiques.

I.2.4 Etude statistique :

I.2.4.1. L'abondance :

L'abondance des déchets plastiques a été calculé comme suit :

$C = N / (W * L)$, où :

C : est l'abondance des déchets plastiques par m²

N : est le nombre de déchets enregistrés

W : est la largeur

L : est la longueur de l'unité de prélèvement

Le nombre de particule par tronçon de 100 mètres a été calculé.

Les résultats sont présentés sous formes de concentration de plastiques :

Particules/m² et g/m²

I.2.4.2 L'indice de la pollution par les granules (Pellet Pollution Index PPI)

Le degré de pollution plastique des plages étudiées a été évalué à l'aide de l'indice de pollution par les granules (PPI) proposé par Fernandino et al. (2015). Le PPI a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$PPI = [n \text{ (item)} / a \text{ (m}^2)] \times P \text{ (1)}$$

Où, n est le nombre de granules, a est la surface de sédiment échantillonnée, et P est le coefficient de correction (P= 0,02) pour obtenir des valeurs dans l'échelle de zéro à trois. L'IPP classe les plages en 4 catégories : très faible ($0,0 < IPP \leq 0,5$) ; faible ($0,5 < IPP \leq 1,0$) ; modéré ($1,0 < IPP \leq 2,0$) ; élevé ($2,0 < IPP \leq 3,0$) ; et très élevé ($IPP > 3,0$).



Chapitre II :

Résultat et discussion

II.1 Étude de la variation d'abondance des déchets plastiques sur les sites d'étude ::

II.1.1 L'abondance de plastique total :

Le tableau 3 et la figure 14 montre le nombre total de déchets plastiques collectés au cours des mois d'échantillonnage sur les plages surveillées, où on remarque que la concentration de plastique total la plus élevée a été enregistrée à Kef Fatma, atteignant son pic en février avec une valeur de 129,34 particules/m², suivi par Remila. En revanche, la valeur la plus basse a été enregistrée à Ben Zouit tout au long des trois mois (février, mars, avril), sauf en janvier où la valeur la plus basse a été enregistrée à Oum laksab. En moyenne des quatre mois de surveillance, Kef Fatma présente la concentration la plus élevée et Ben Zouit la concentration la plus basse de plastique total.

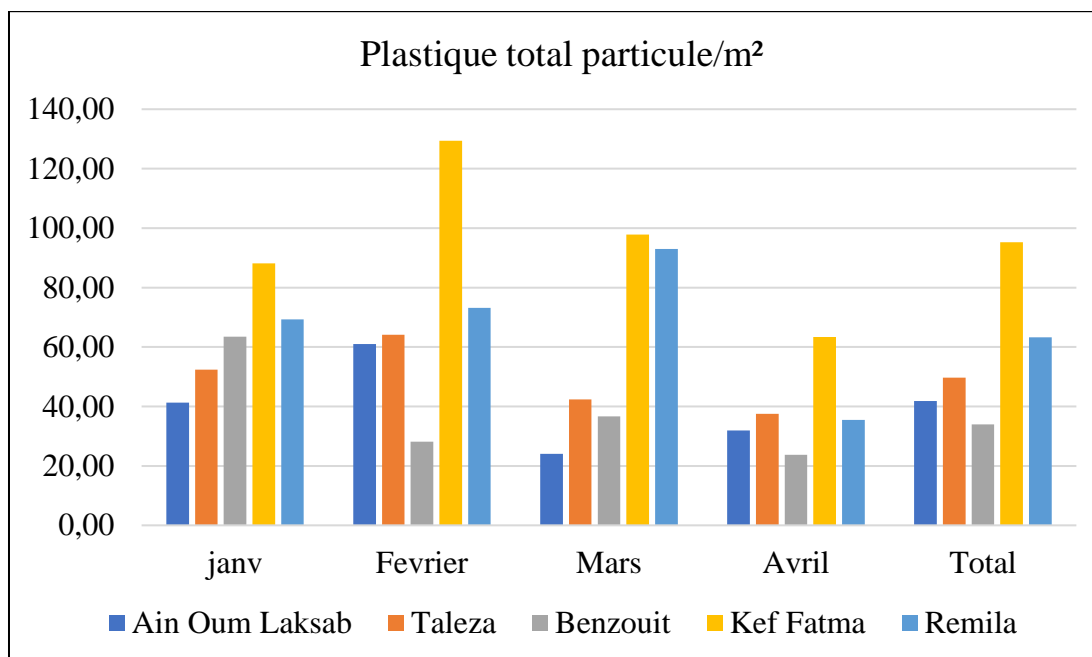


Figure 14 : Nombre de plastique total

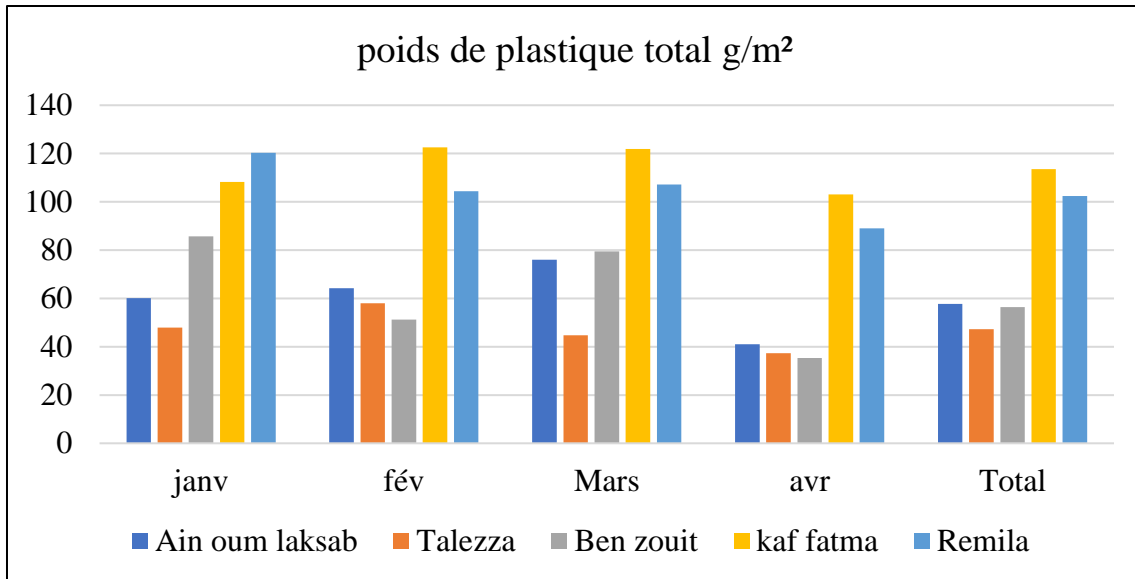


Figure 15 : Poids de plastique total

Le tableau et la figure ci-dessus montre le poids total de plastique au cours des quatre mois de surveillance. On remarque que pendant le mois de janvier la plage Remila a enregistré la valeur la plus élevée de plastique total, tandis que pour les mois, la valeur la plus élevée a été enregistrée à Kef Fatma. Alors que, la concentration minimale a été enregistrée à Taleza pendant janvier et mars. En février et avril, la concentration minimale a été enregistré à Ben Zouit. Globalement, Kef Fatma présente la valeur maximale et Taleza la valeur minimale de plastique total.

III.1.2 L'abondance de macroplastique :

Le tableau 05 et la figure 16 montre le nombre de macroplastiques collectés au cours des quatre premiers mois d'échantillonnage sur les plages surveillées, Nous remarquons que les valeurs les plus élevées ont été enregistrées à Remila et Kef Fatma, avec une légère différence entre elles au cours des trois premiers mois (janvier, février, mars). En avril, elles étaient presque égales à (20 particule/m²). Quant à la plus petite valeur, elle était en janvier et mars à Oum laksab, tandis qu'en février et avril, elle était à Ben Zouit. Globalement, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées à Remila et Kef Fatma, toutes deux à (30 particule/m²), tandis que la valeur la plus basse a été enregistrée à Ben Zouit, Oum laksab, toutes deux avoisinant (20 particule/m²).

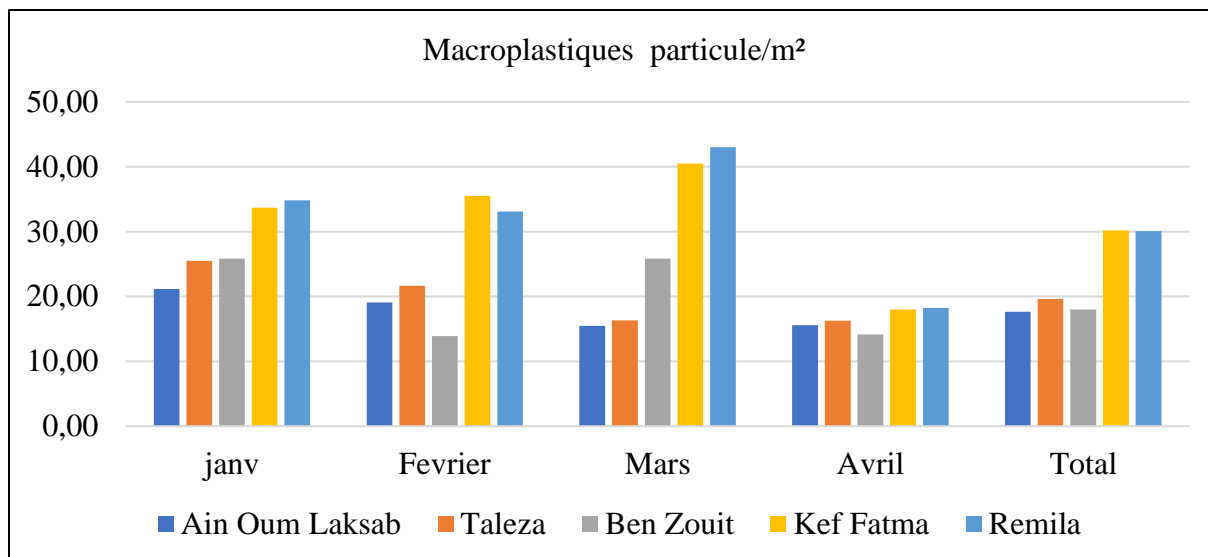


Figure 16 : Nombre de macroplastiques total.

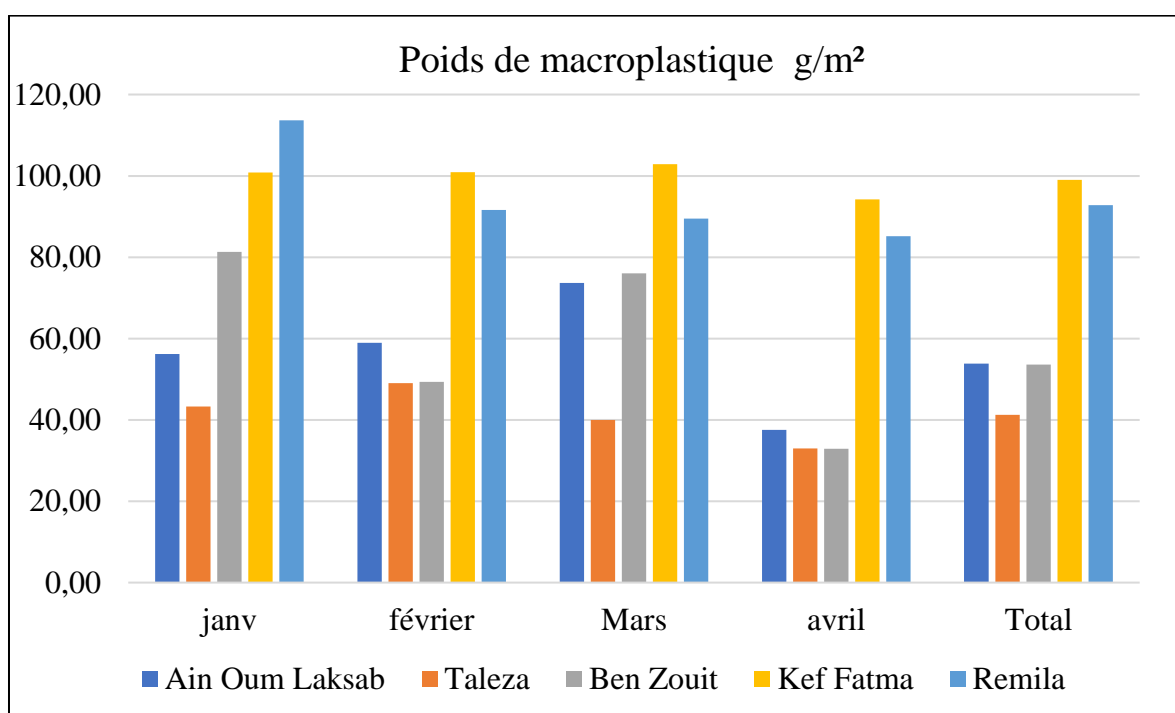


Figure 17 : Poids de macroplastique.

Le tableau ci-dessus montre le poids de macro plastique au cours des quatre mois de surveillance. Nous remarquons que la valeur la plus élevée en janvier a été enregistrée à Remila, atteignant environ (120g/m²). Pour les autres mois (février, mars, avril), la valeur la plus élevée a été observée à Kef Fatma. En ce qui concerne la valeur la plus basse, elle a été enregistrée en janvier et mars à Taleza, et les valeurs étaient égales en février et avril à la fois à Taleza et à

Ben Zouit. En ce qui concerne le total, Remila (environ 100g/m²) a la valeur plus élevée, tandis que Talezza a la plus basse valeur (40g/m²).

II.1.3 L'abondance de mésoplastique :

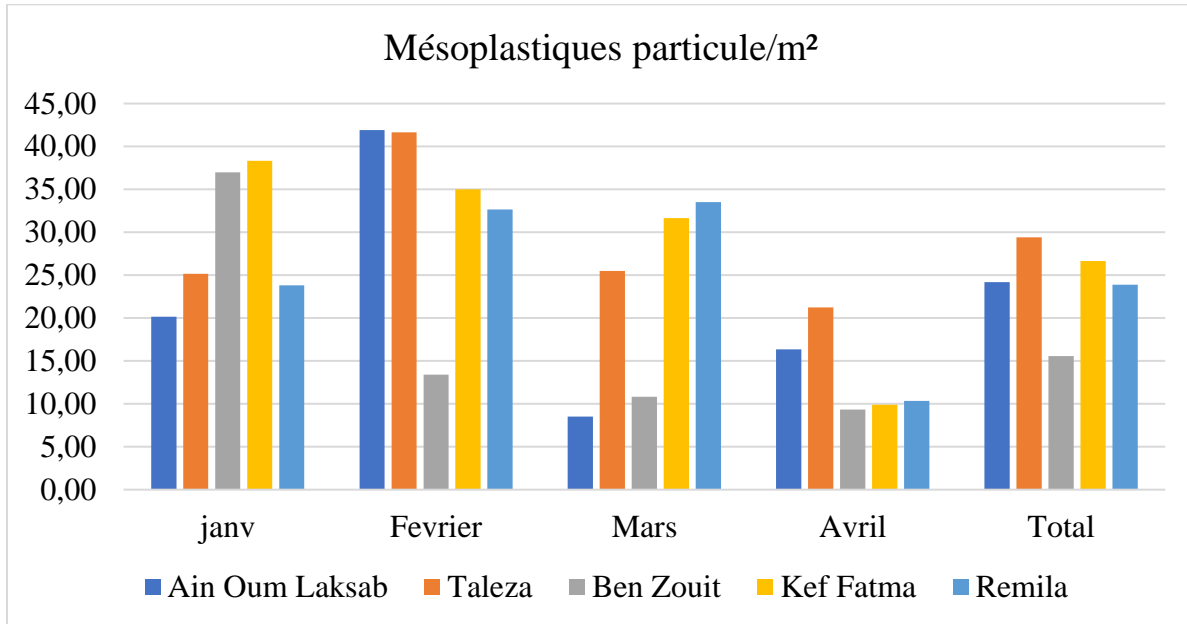


Figure 18 : Nombre de Mésoplastiques.

Le tableau et la figure ci-dessus montrent le nombre de Mésoplastiques dans les plages étudiées sur une période de quatre mois, On remarque qu'au mois de janvier, la plage de Kef fatma était à sa valeur la plus élevée, et qu'au mois de février, c'était Oum Laksab, En mars, c'est Remaila, et en avril, c'est Talezza, et au total, c'est Talezza, où il est arrivé.

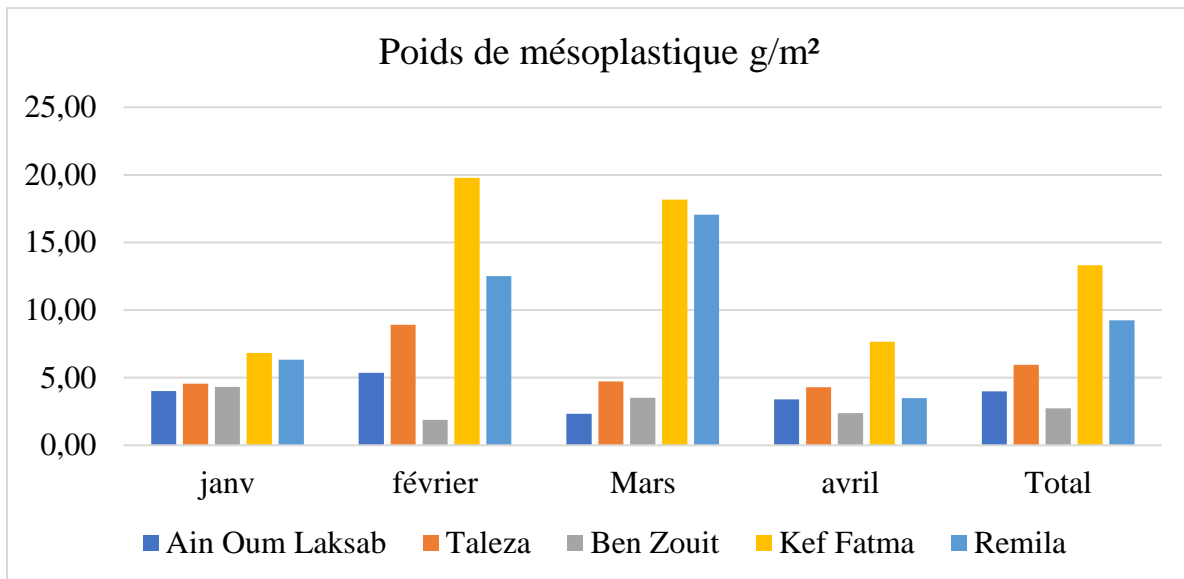


Figure 19 : Poids de Mésoplastiques.

Le tableau 08 présente le poids du Mésoplastiques dans les plages étudiées pendant quatre mois, nous avons remarqué au fil des mois que Kef Fatima avait le poids le plus élevé, car il atteignait la valeur la plus élevée.

II.1.4 L'abondance de granule :

Le tableau 09 et la figures 20 présentent le nombre total de granules collectés sur les plages étudiées au cours des quatre premiers mois. La plus forte concentration a été enregistrée sur la plage de Kef Fatma, atteignant son pic en février avec un taux de 58 (particules/m²). Ensuite, vient la plage de Remila. Cependant, la concentration la plus faible a été enregistrée sur la plage de Taleza, où aucune proportion n'a été enregistré.

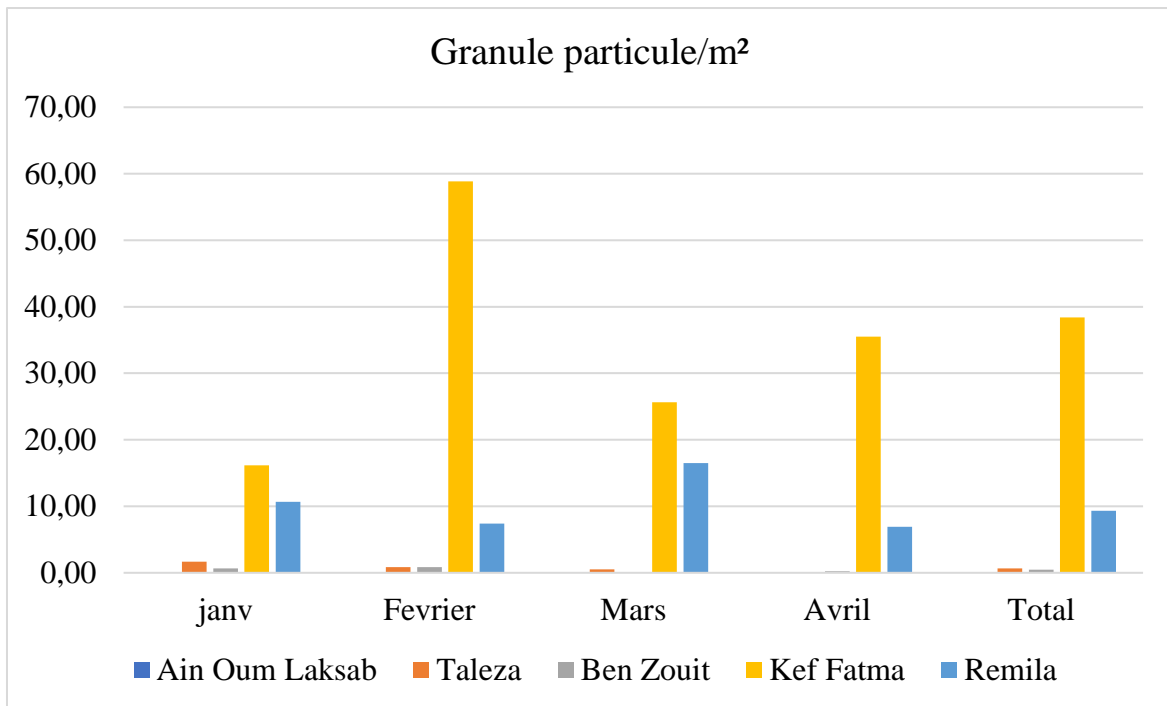


Figure 20 : Nombre de Granule.

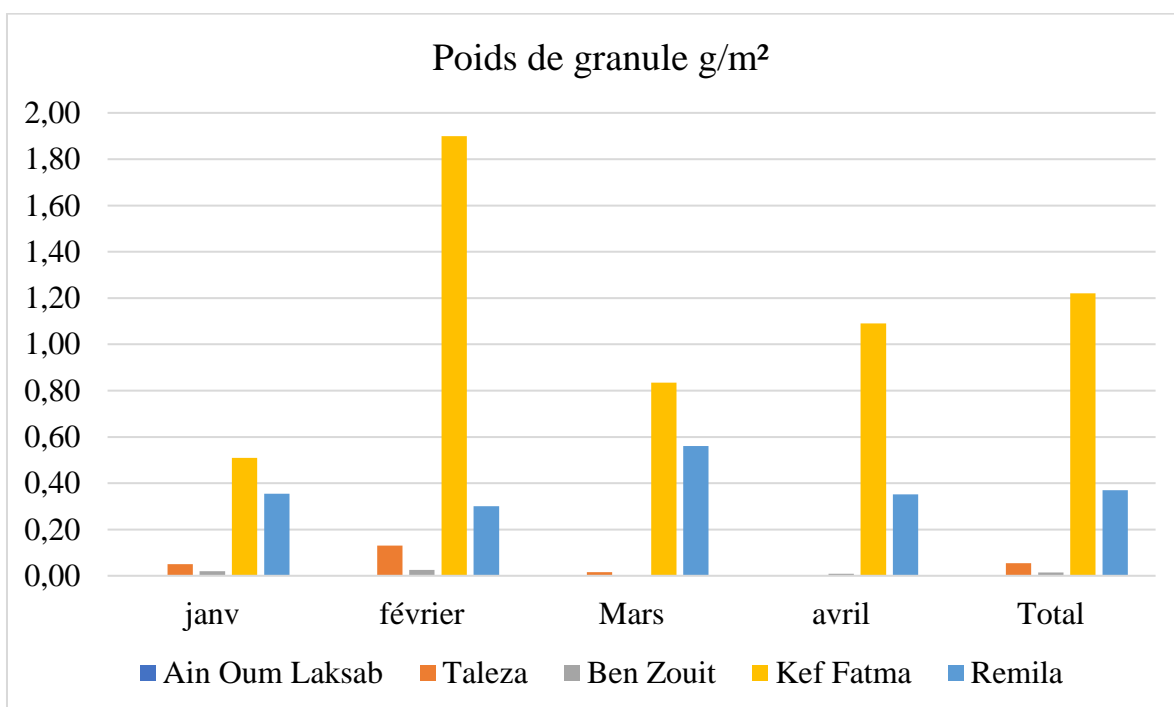


Figure 21 : Poids de Granules

Le tableau et la figure ci-dessus présentent le poids total de granules collectés sur les plages étudiées au cours des quatre premiers mois. Nous avons remarqué que le mois de février a

enregistré la plus grande valeur sur la plage de Kef Fatma, tandis qu'aucune valeur n'a été enregistrée sur la plage de Taleza.

II.2. Classification des déchets plastiques selon la taille

II.2.1. Oum Laksab :

Selon le nombre de particule de plastiques dans la plage de Oum Laksab sur quatre mois d'étude, nous remarquons qu'en janvier et avril, le nombre de macroplastiques et de Mésoplastiques est égal, tandis qu'en février, les Mésoplastiques sont plus nombreux, et en mars, les macroplastiques sont les plus dominant. Sur l'ensemble, les Mésoplastiques sont plus nombreux.

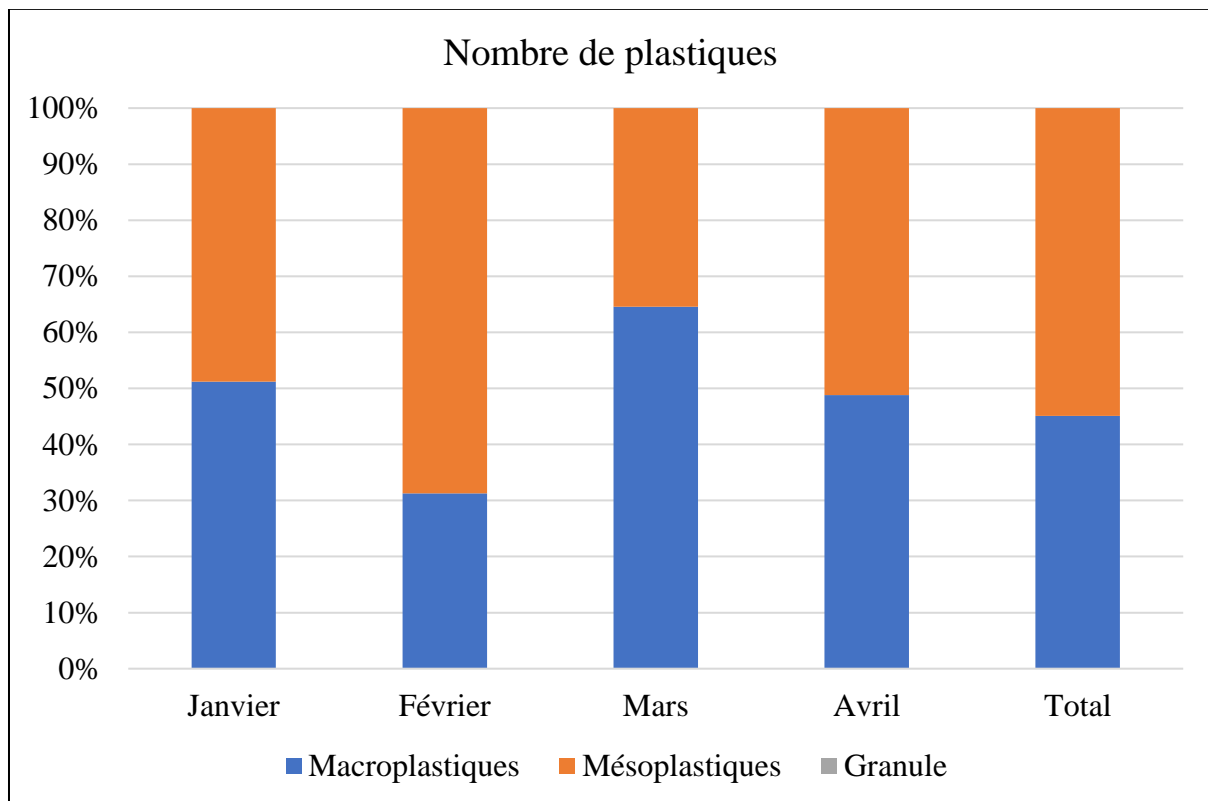


Figure 22 : Nombre de Macro et Mésoplastiques à Oum Laksab

Selon le poids le type de plastique sur la plage d'Oum Laksab sur quatre mois, nous remarquons que le poids des macroplastiques est le plus élevé.

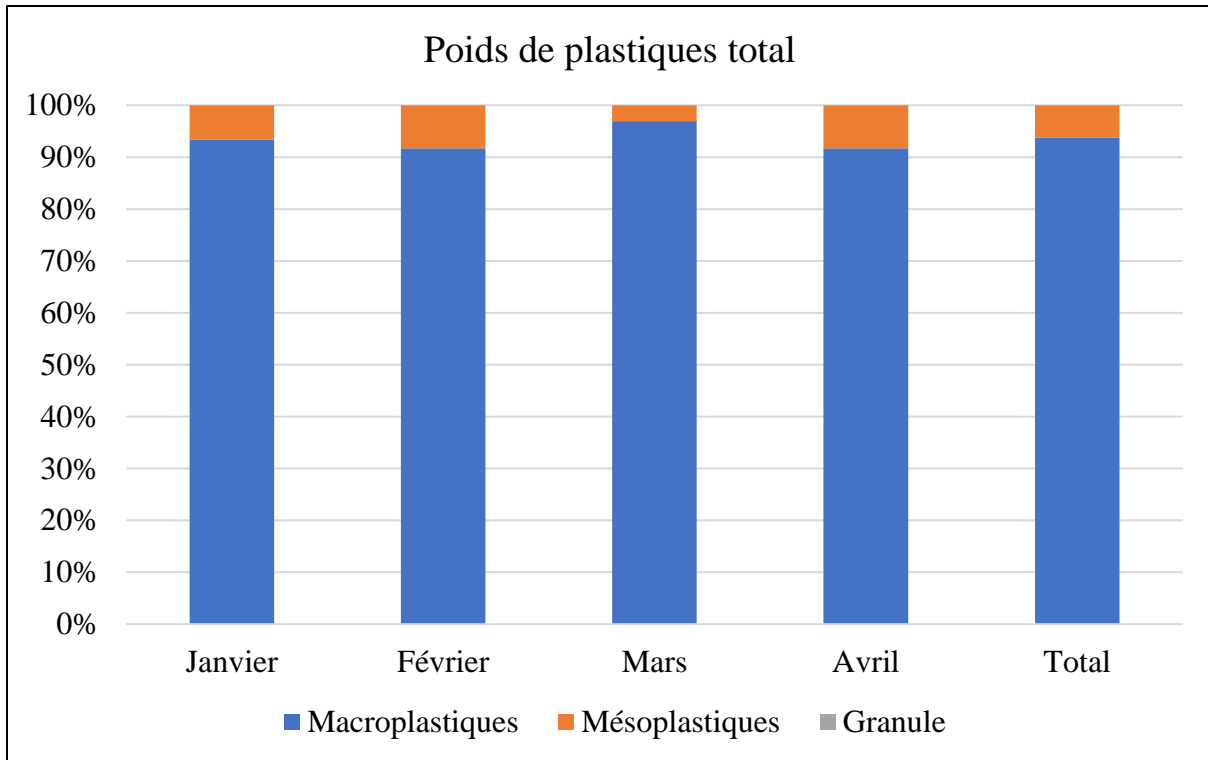


Figure 23 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules

II.2.2. Talezza :

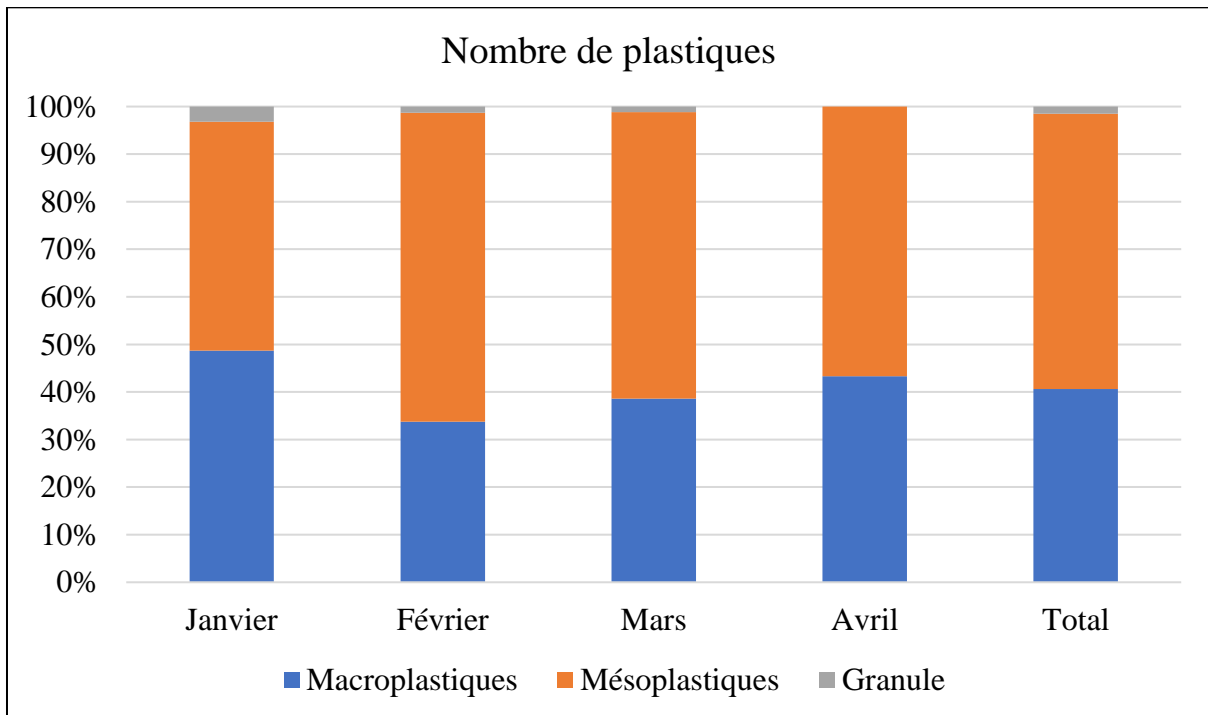


Figure 24 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Talezza

La figure représentant le nombre de plastique sur la plage de Taleza au cours de quatre mois, nous remarquons qu'en janvier, la macro et le méso sont égaux, tandis que pendant les trois autres mois, le mésoplastique est plus abondant.

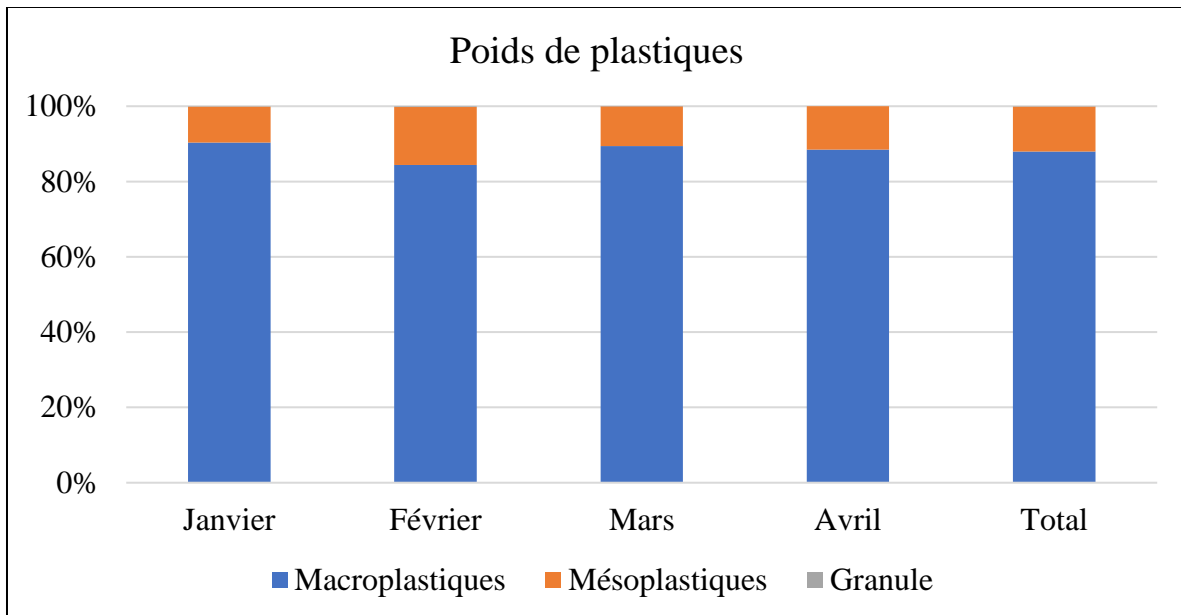


Figure 25 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Talezza

Selon la figure, le poids du plastique au cours de quatre mois de l'étude, nous remarquons que le poids de Macroplastiques est le plus élevé.

II.2.3. Ben Zouit :

D'après la figure 26 qui représentant le nombre de plastiques sur la plage de Ben Zouit sur quatre mois, on remarque que les microplastiques sont plus nombreux que les macroplastiques. En février, ils sont égaux, tandis qu'en mars et avril, les macroplastiques sont plus nombreux. En janvier, les macroplastiques sont également plus nombreux.

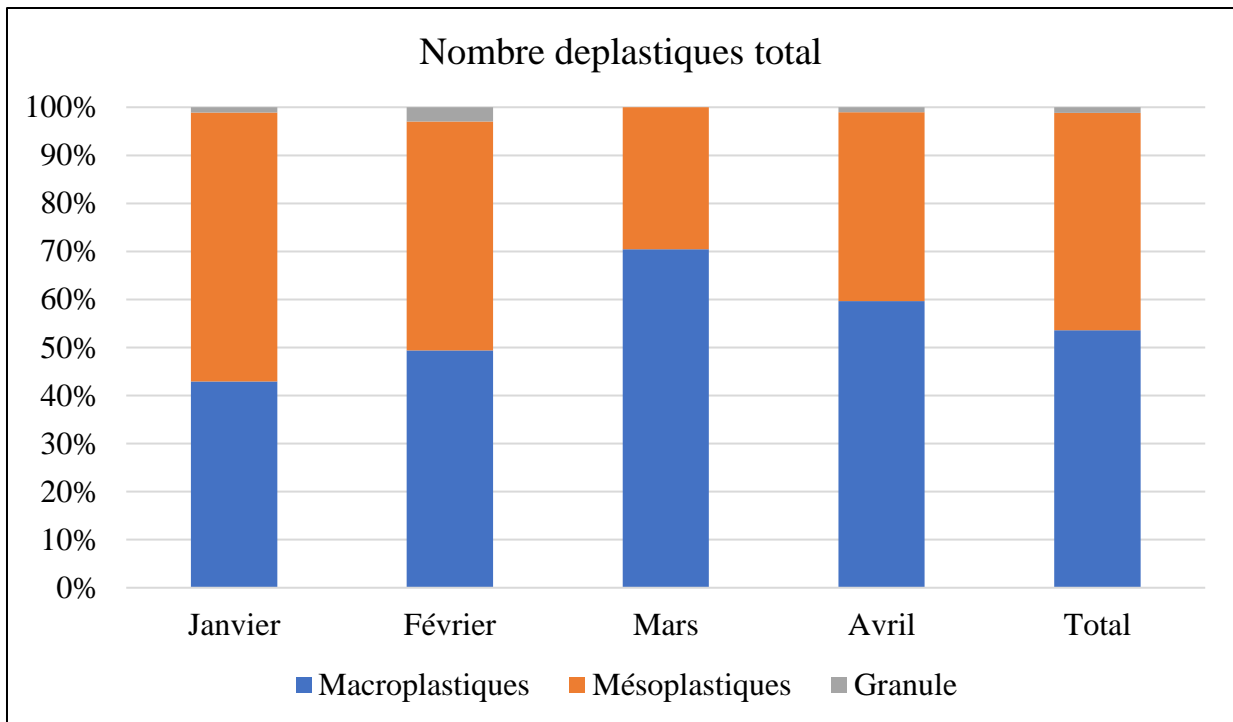


Figure 26 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Ben Zouit

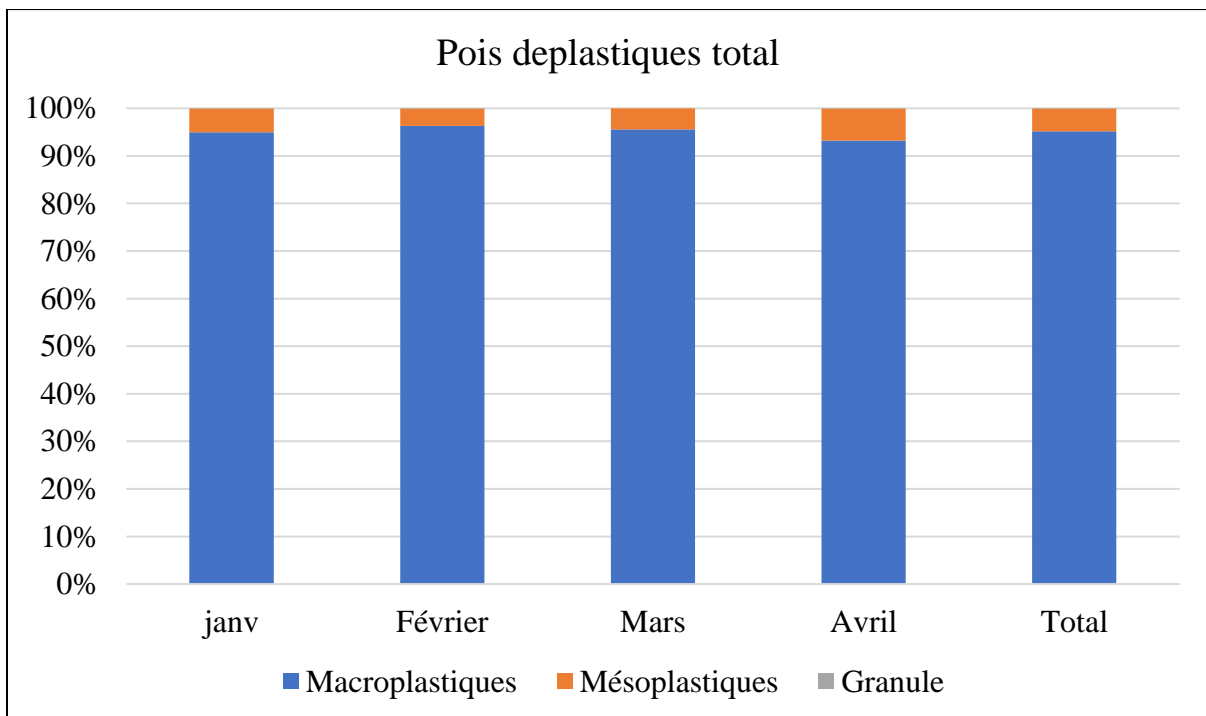


Figure 27 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Ben Zouit

Selon la figure 27 représentant le poids du plastique sur la plage de Ben Zouit sur quatre mois, on observe que le poids des macroplastiques est le plus élevé en janvier, février et mars, mais il diminue en avril, tandis que le poids des microplastiques devient plus important. En total, le poids des macroplastiques est le plus élevé.

II.2.4. Kef fatma :

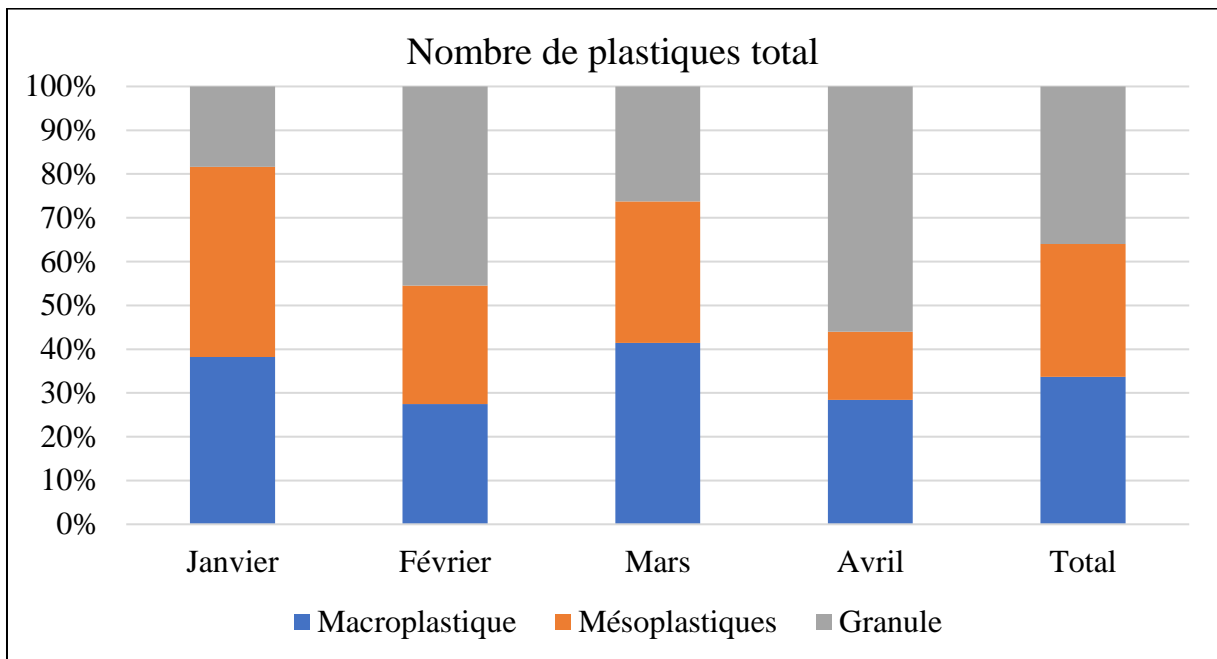


Figure 28 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Kef fatma

La figure représente le nombre de plastique total collecté à kef fatma au cours de quatre mois d'échantillonnage, là où nous remarquons que le nombre de Mésoplastiques en Janvier était le plus important, tandis qu'en Avril, le nombre de granules est le plus important. En plastique total, le nombre du Macroplastiques, Mésoplastiques et granules était presque égaux

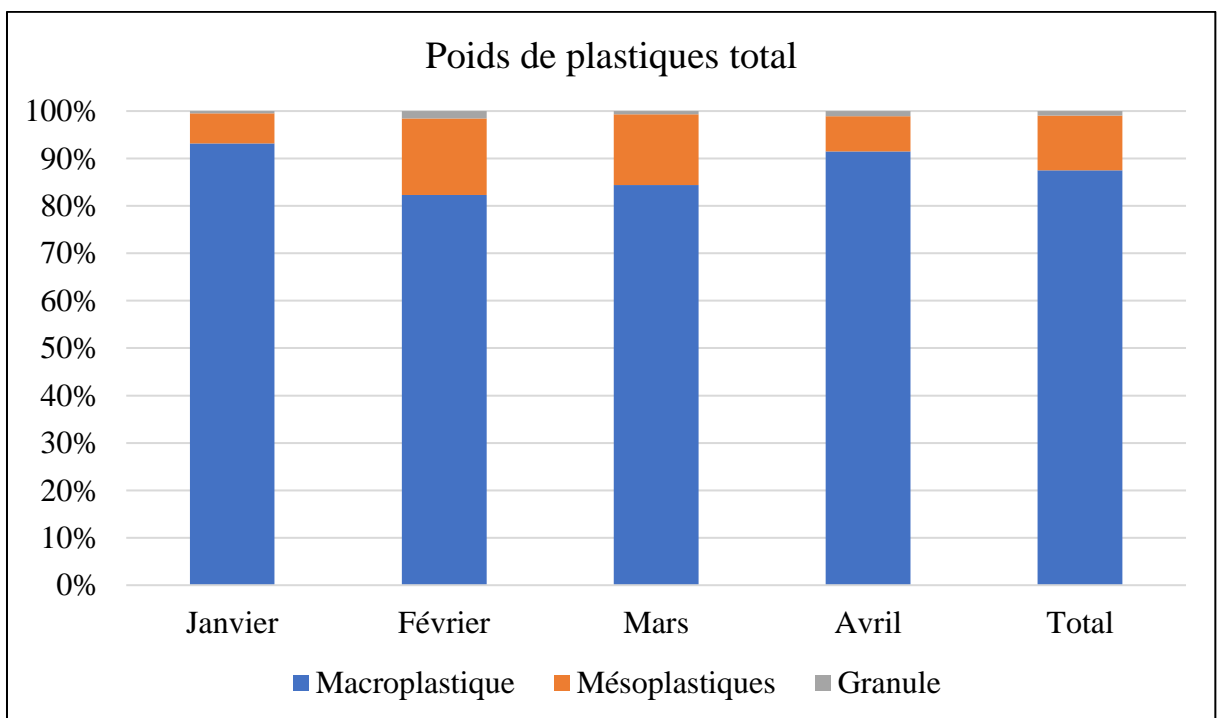


Figure 29 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Kef fatma

Figure représente le poids de plastiques collecté à kef fatma au cours de quatre mois d'échantillonnage, on remarque que le poids des macroplastiques est le plus élevé.

II.2.5. Remila :

D'après la figure qui représentant le nombre de plastiques sur la plage de Rmila pendant quatre mois, on remarque qu'en janvier, mars et avril, les macroplastiques sont les plus nombreux, tandis qu'en février, on observe une égalité entre les microplastiques et les macroplastiques. En général, on remarque que les macroplastiques sont les plus nombreux.

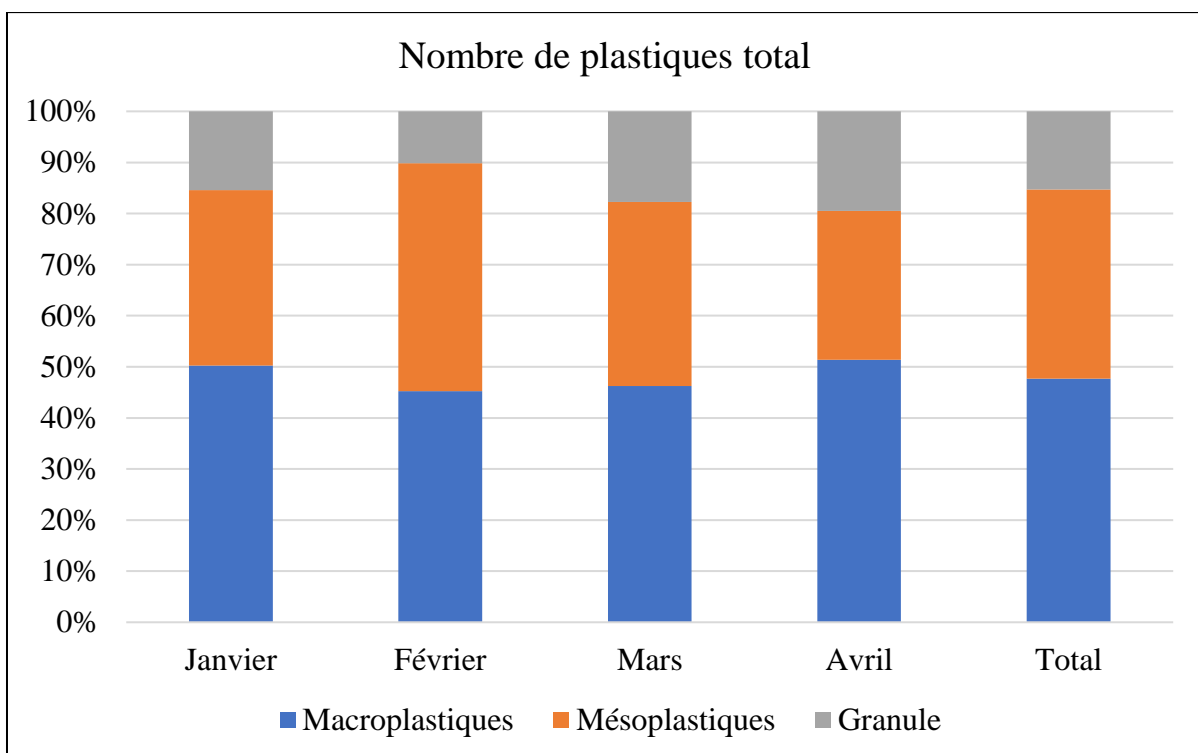


Figure 30 : Nombre de Macro, Mésoplastiques et Granules à Remila

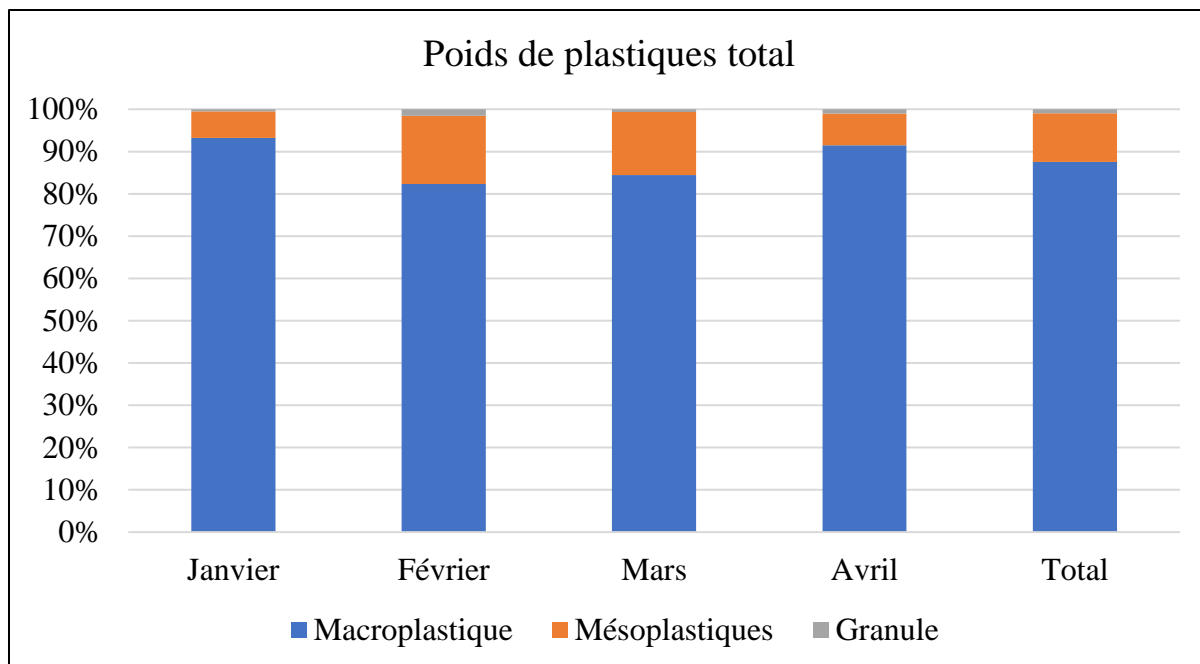


Figure 31 : Poids de Macro, Mésoplastiques et Granules à Remila

D'après la figure qui représentant le poids du plastique sur la plage de Remila pendant quatre mois, on remarque que le poids des macroplastiques est le plus élevé chaque mois.

II.3. Types des macroplastiques collectées dans les sites :

II.3.1. Oum Laksab :

Le tableau présente les types de macroplastiques sur la plage de Oum Laksab au cours de 4 mois, où nous avons observé la présence de 14 types de plastique. Les bouchons constituent le type dominant des déchets plastiques avec une valeur supérieure à 180 bouchons, tandis que les récipients représentent le type de macroplastique le plus faible sur la plage Ain Oum Laksab.

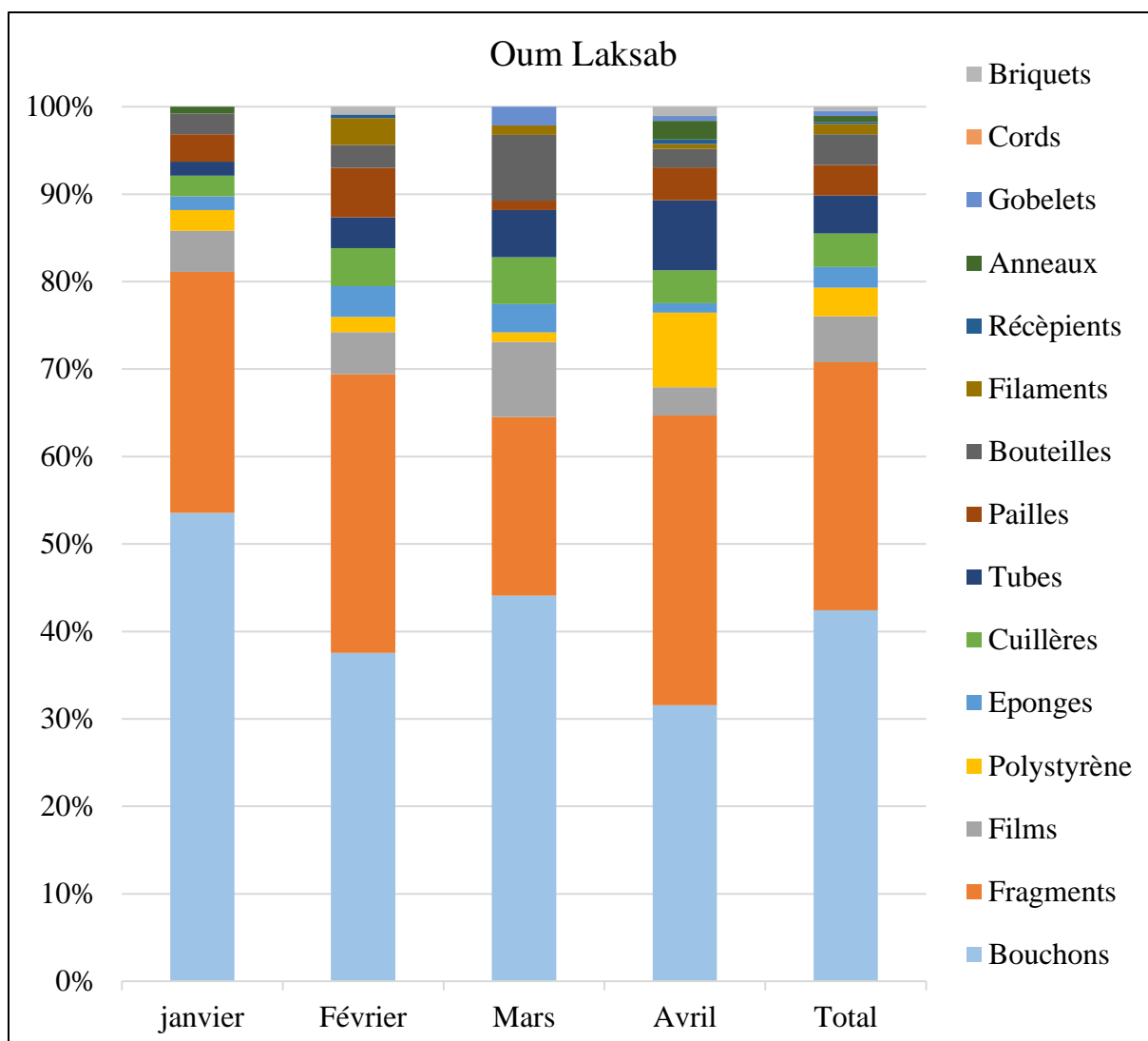


Figure 32 : Types des macroplastiques à Oum Laksab.

II.3.2. Talezza

La figure ci-dessous présente les types de macroplastiques sur la plage de Talezza au cours de 4 mois, où nous avons observé la présence de 15 types de plastique. Les bouchons constituent le type dominant des déchets plastiques avec une valeur égale à 176 bouchons, tandis que les briquets, gobelets et cordes représente les plus faibles parties, Où on a trouvé une particule de chaque eux au cours des mois d'échantillonnages.

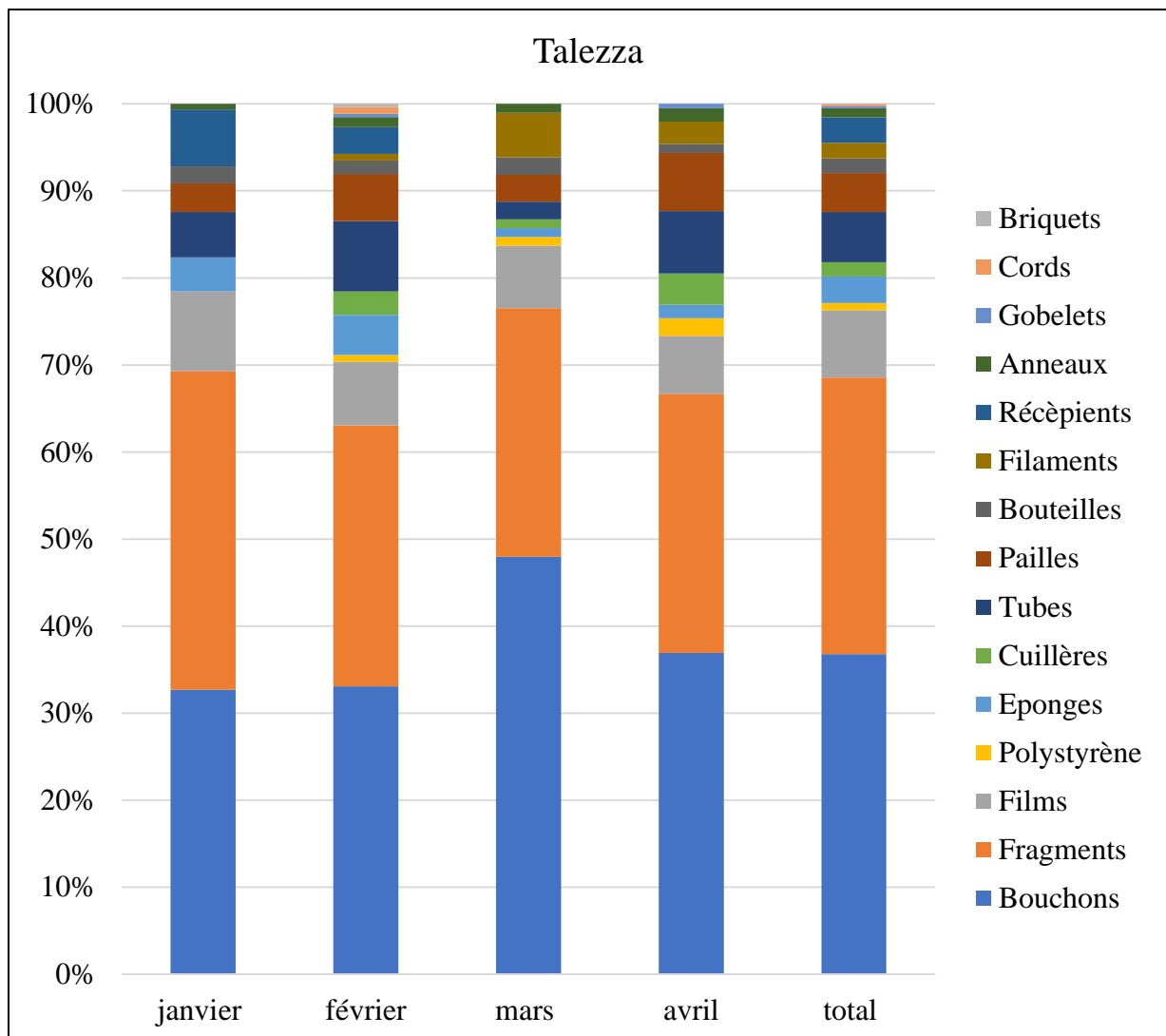


Figure 33 : Types des macroplastiques à Talezza

II.3.3. Ben Zouit

La figure présente les types de macroplastiques sur la plage de Ben Zouit au cours de 4 mois, où nous avons observé la présence de 14 types de plastique. Les bouchons constituent le type dominant des déchets plastiques avec une valeur supérieure à 150 bouchons, tandis que les briquets représentent la plus faible partie, où on trouve un briquet au cours des mois d'échantillonnages.

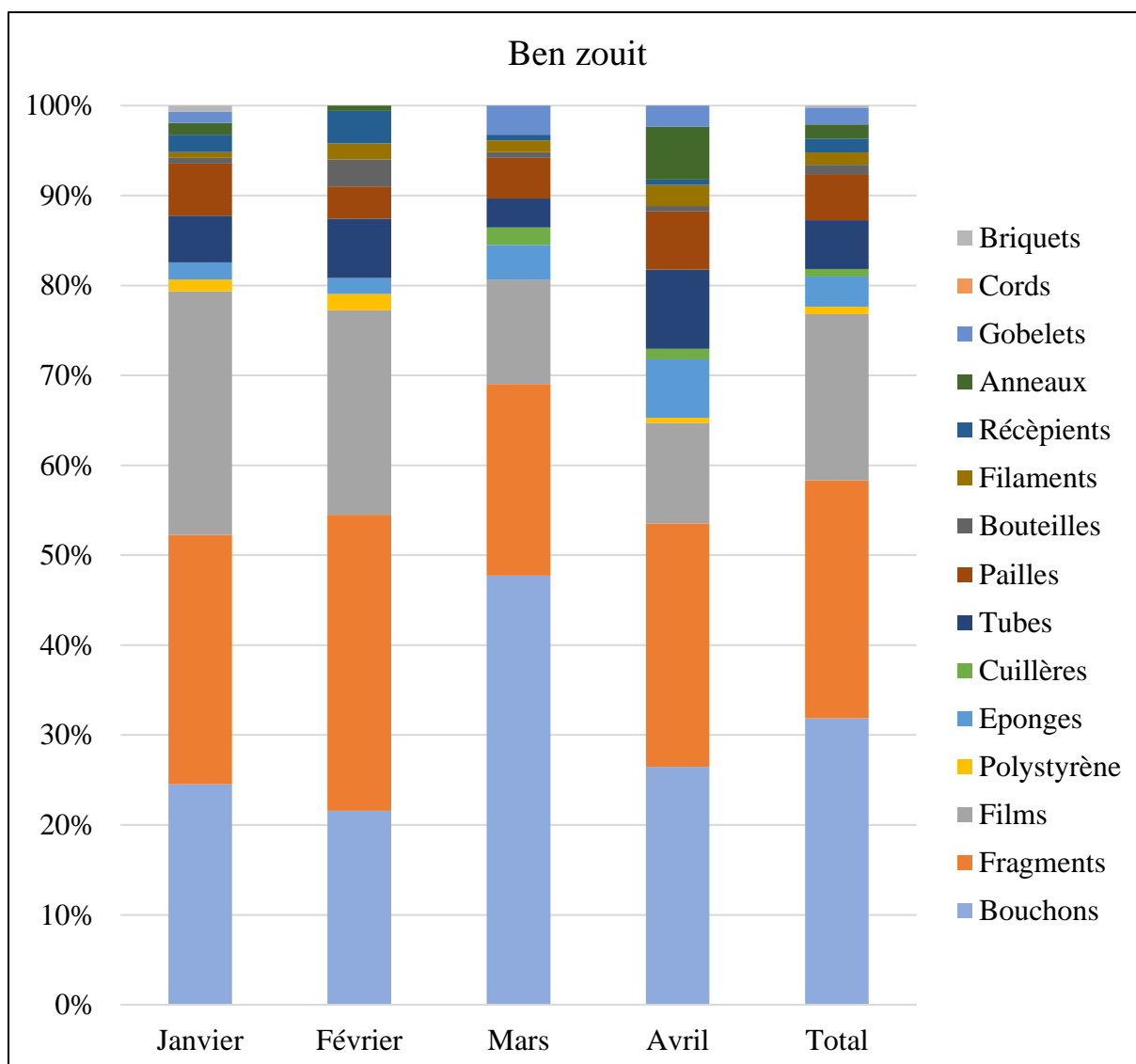


Figure 34 : Les types des macroplastiques à Ben Zouit

II.3.4. Kef Katma

La figure présente les types de macroplastiques collectées sur la plage de Kef Fatma au cours de 4 mois, où nous avons observé la présence de 14 types de plastique. Les particules constituent la majeure partie des déchets plastiques, tandis que les gobelets représentent la plus faible proportion.

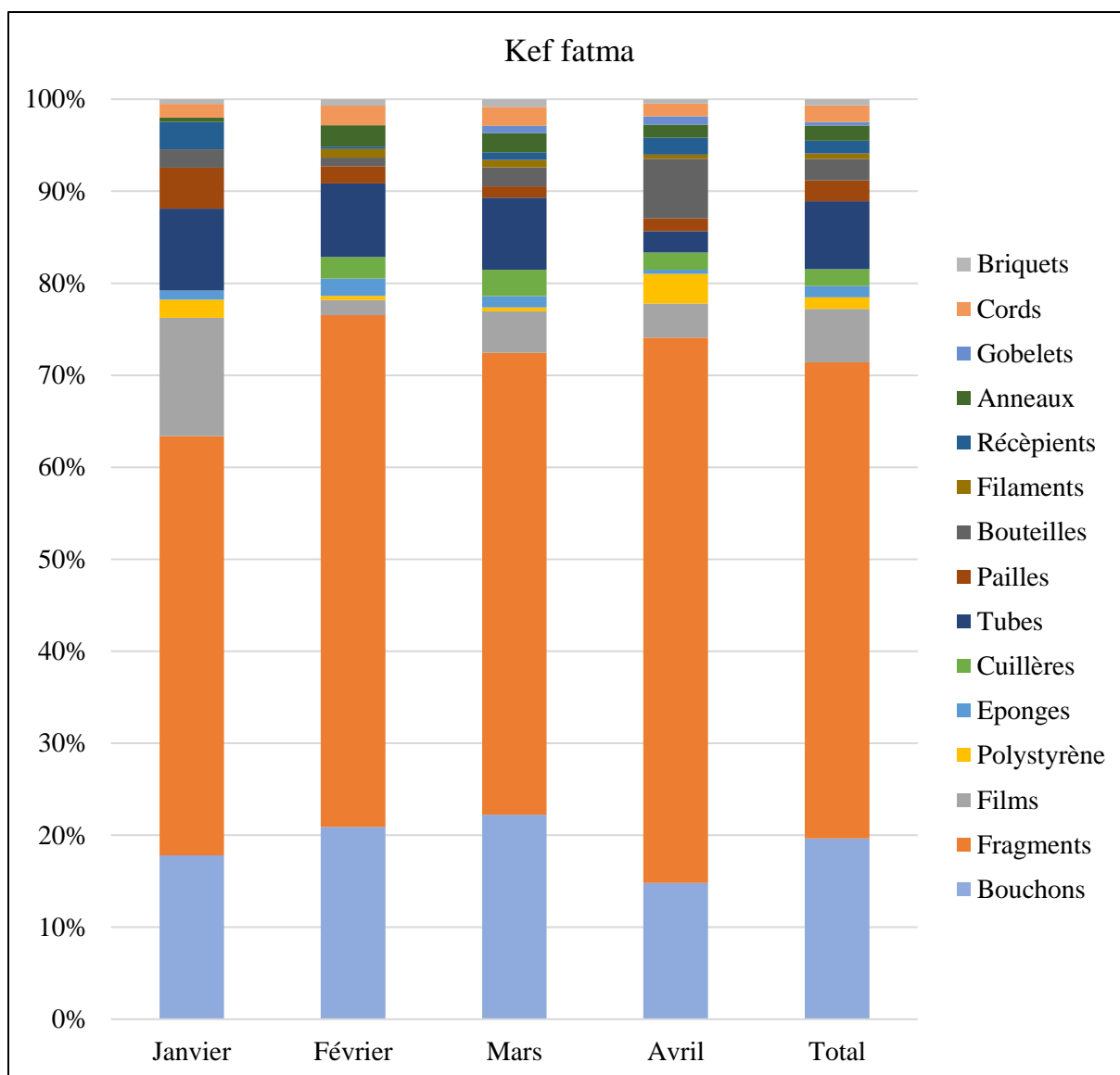


Figure 35 : Les types des macroplastiques à Kef Fatma

II.3.5. Remila

La figure présente les types de macroplastiques sur la plage de Remila au cours de 4 mois, où nous avons observé la présence de 14 types de plastique. Les fragments constituent la majeure partie des déchets plastiques, tandis que le polystyrène représente la plus faible partie.

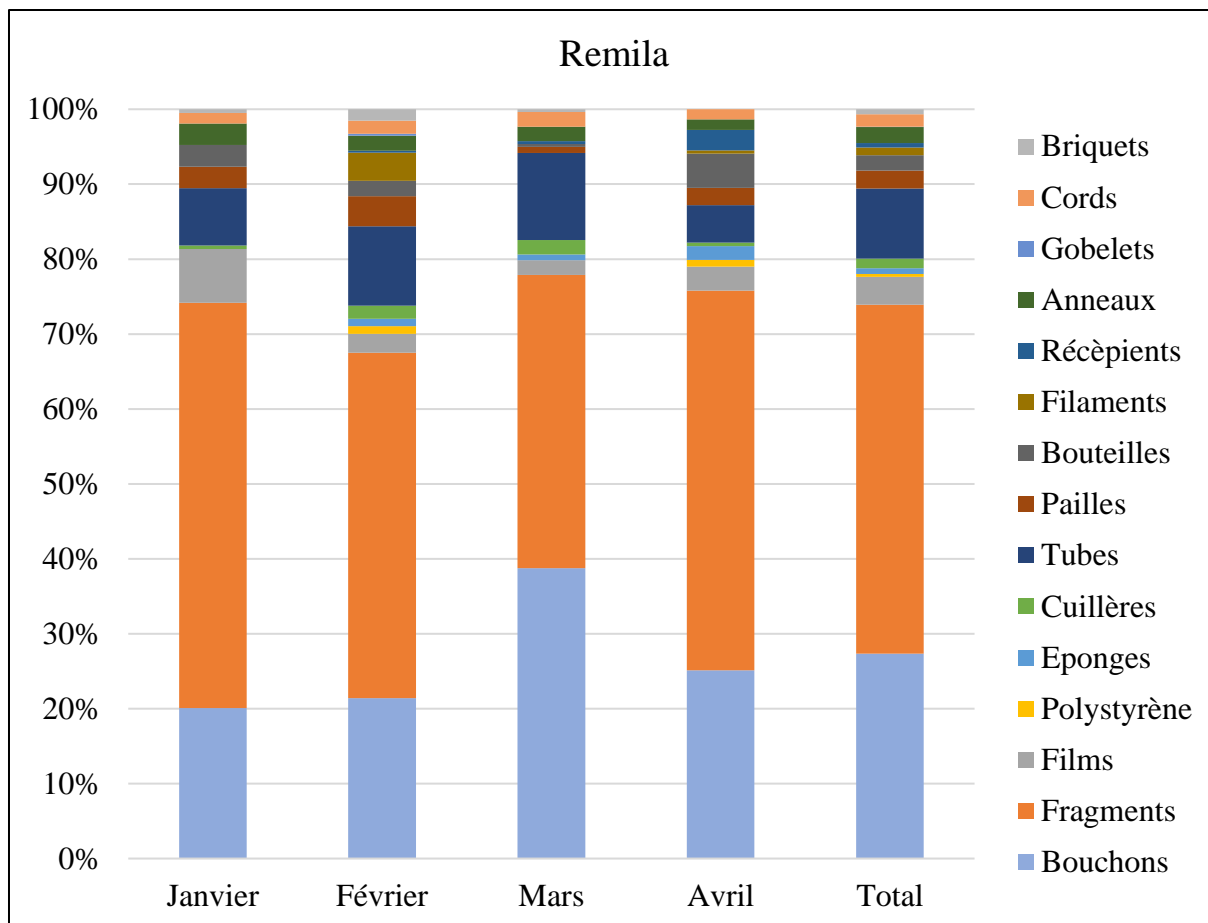


Figure 36 : Les types des macroplastiques à Remila

II.4. Types des Mésoplastiques collectées dans les sites

II.4.1 Oum laksab :

La figure ci-dessous illustre les différents types de Mésoplastiques trouvées sur la plage de Oum Laksab au cours des mois d'étude, On remarque clairement deux types distincts, les mégots et les fragments, Globalement. Il semble que le pourcentage le plus élevé de fragments a été enregistré en mars, tandis que le pourcentage le plus élevé de mégots était en février.

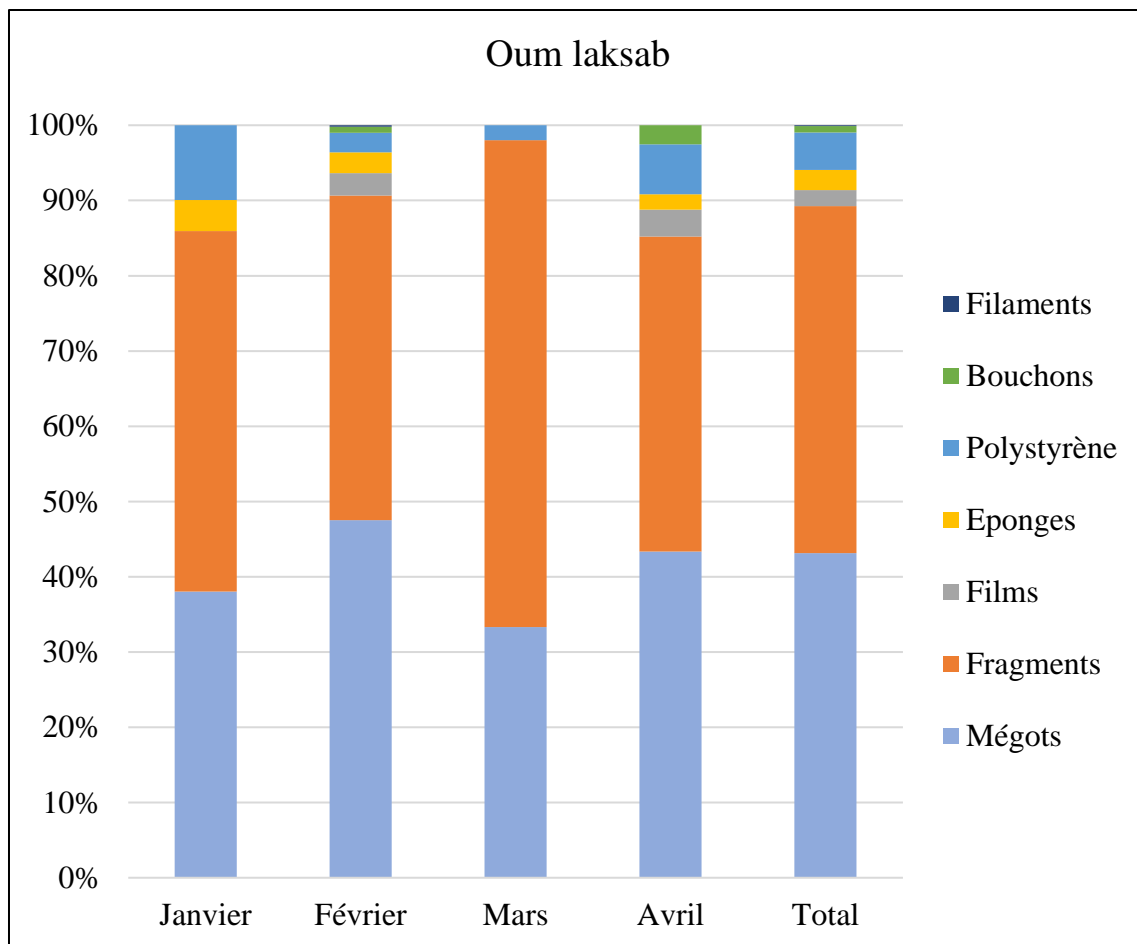


Figure 37 : Les types des Mésoplastiques à Oum laksab

II.4.2. Talezza :

La figure ci-dessous illustre les différents types de méso plastique trouvées sur la plage de Taleza au cours des mois d'étude, montrant une abondance globale à la fois de mégots et de fragments Comparaison avec à d'autres types. En janvier, la proportion de fragments est plus élevée, tandis qu'en février, celle des mégots prédomine. En mars et avril, on observe une convergence des proportions.

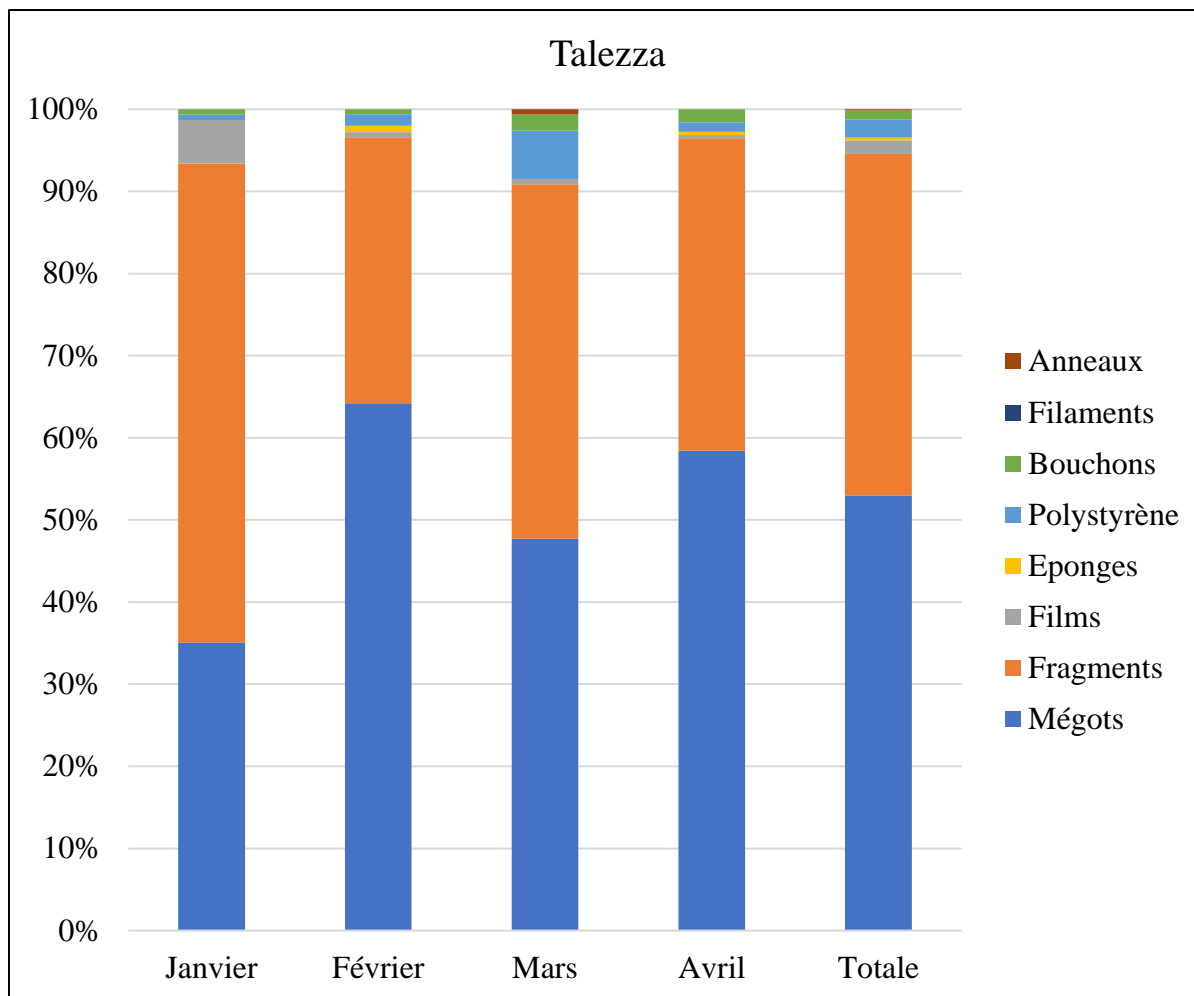


Figure 38 : Les types des Mésoplastiques à Talezza

II.4.3. Ben Zouit

La figure ci-dessous montre des colonnes représentant les différents types de méso plastique rencontrées au cours des quatre mois d'étude sur la plage de Ben Zouit, où l'on observe clairement une prédominance des fragments par rapport aux autres types, avec un pic au mois de mars.

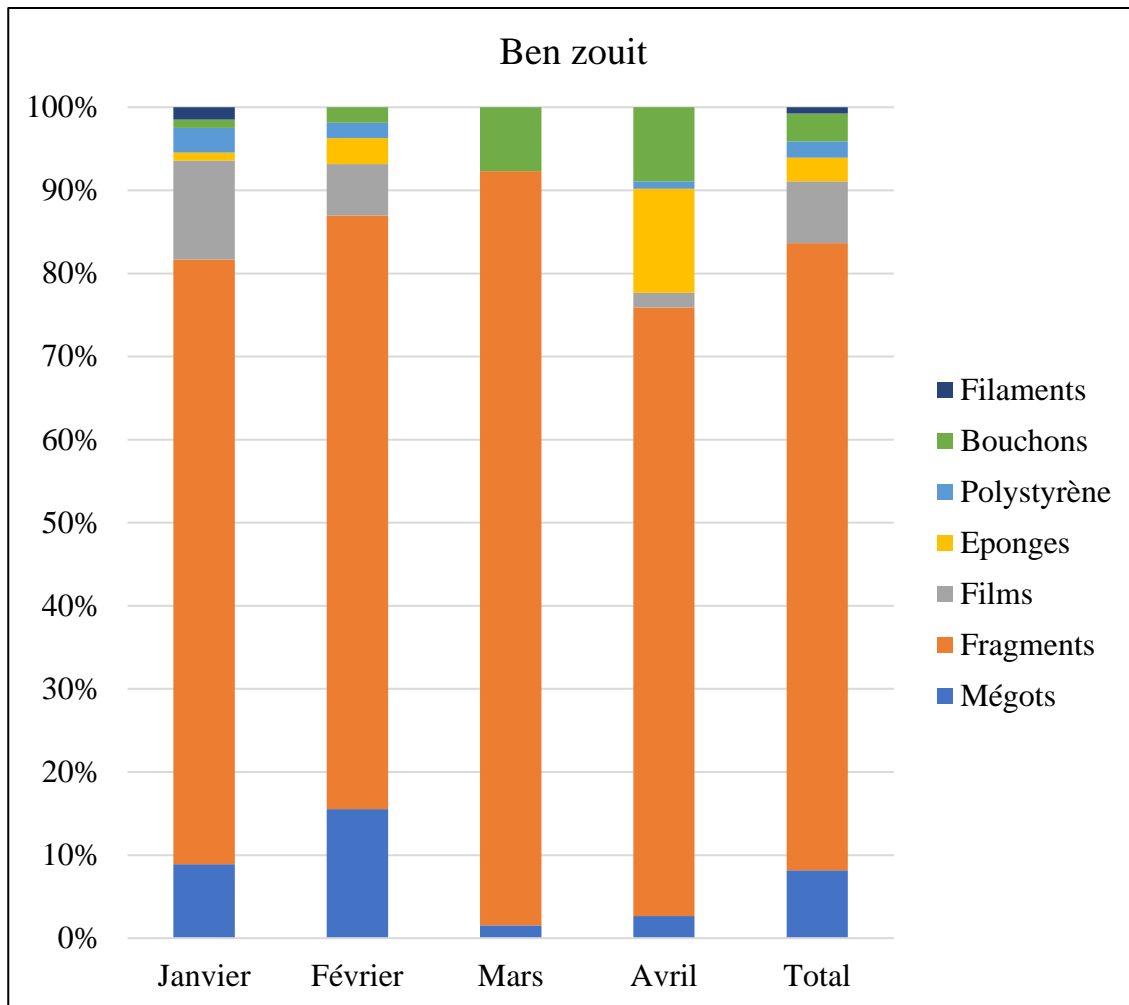


Figure 39 : Les types de Mésoplastiques à Ben Zouit

II.4.4. Kef Fatma

La figure 30 montre des colonnes représentant les différents types de méso plastique rencontrées au cours des quatre mois d'étude sur la plage de Kef fatma, On observe une abondance très importante des fragments, où leur pourcentage a dépassé les 90% pendant tous les mois, avec le plus haut taux en janvier, atteignant environ 100%

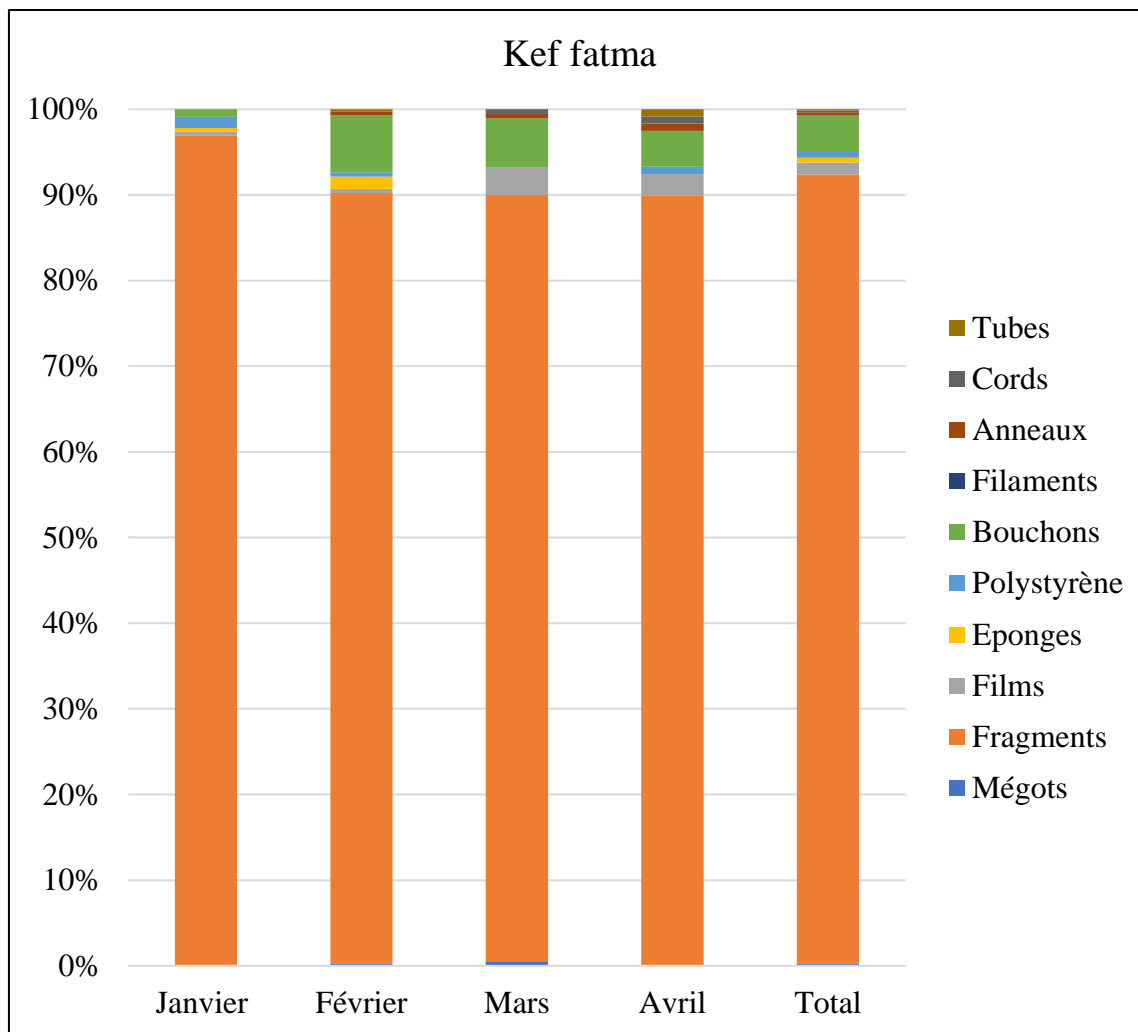


Figure 40 : Les types de Mésoplastiques à Kef fatma

II.4.5. Remila

La figure illustre les différents types de méso plastique trouvées sur la plage de Oum Laksab au cours des mois d'étude, Nous remarquons une présence importante des fragments par rapport aux autres types. Leur présence a dépassé 80% dans tous les mois, et globalement les mois, elle atteint 90%.

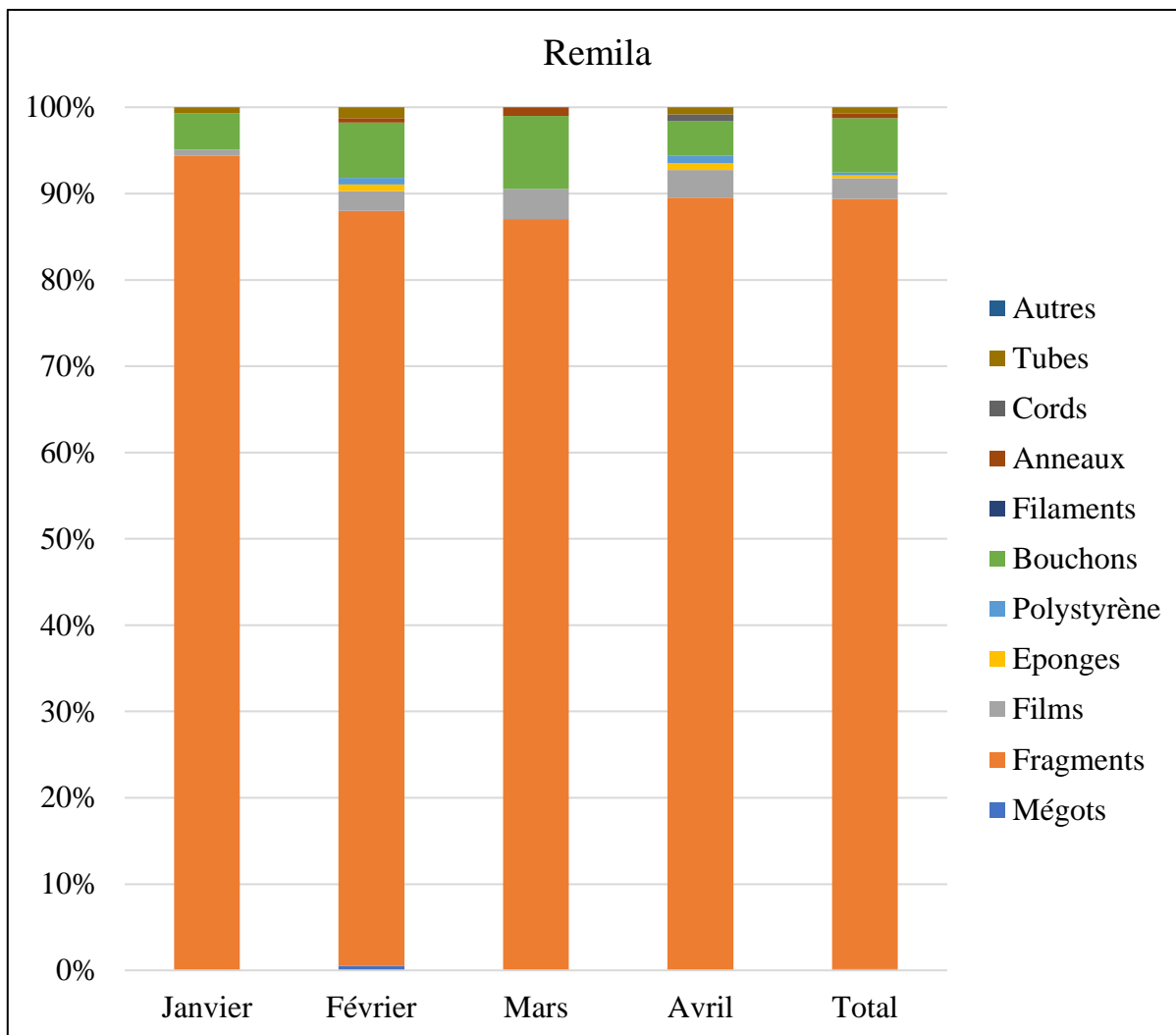


Figure 41 : Les types de Mésoplastiques à Remila.

II.5. La différence de répartition des déchets plastiques sur les lignes L1 et L2

II.5.1. Oum laksab :

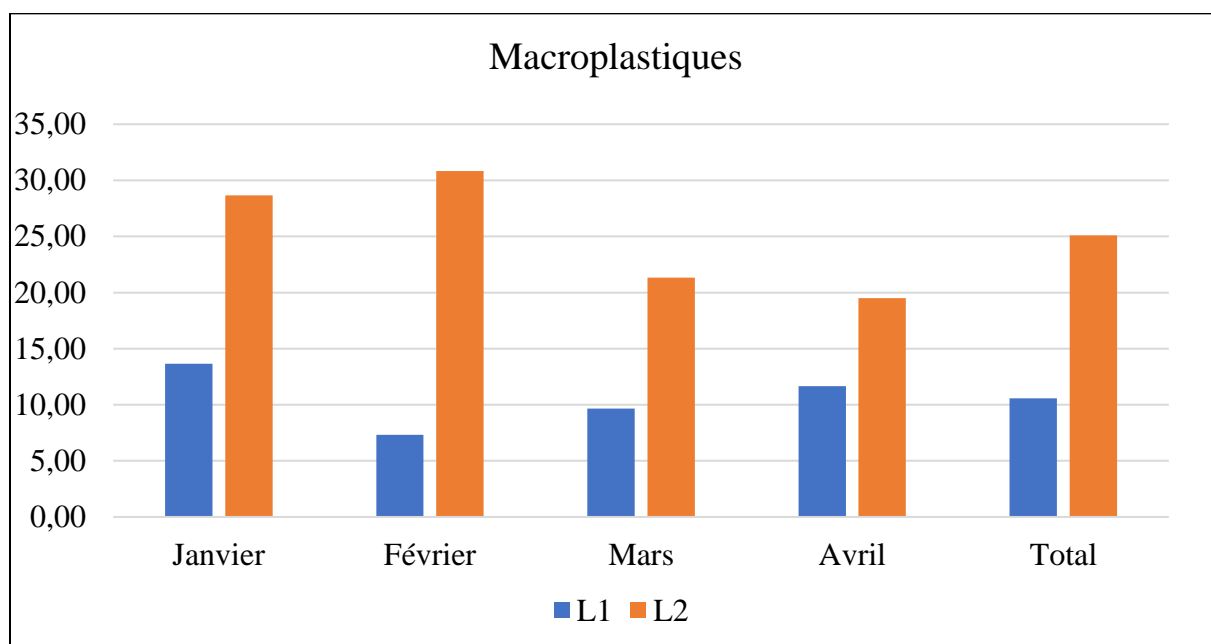


Figure 42 : La différence de répartition de Macroplastiques sur les lignes L1 et L2 à Oum Laksab

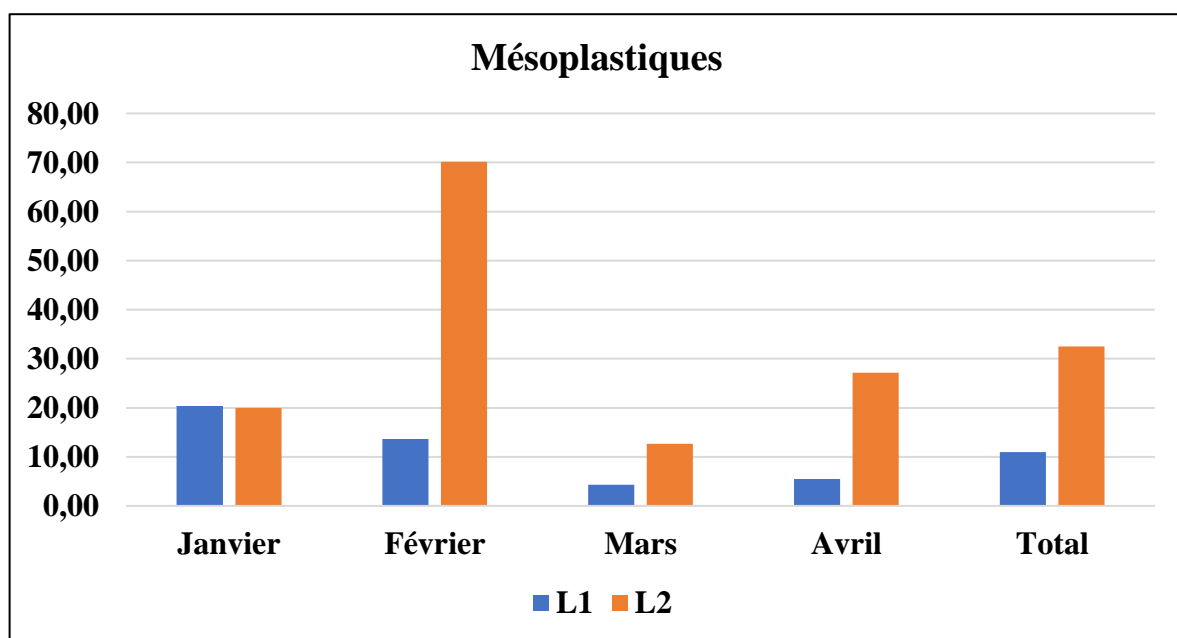


Figure 43 : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Oum Laksab

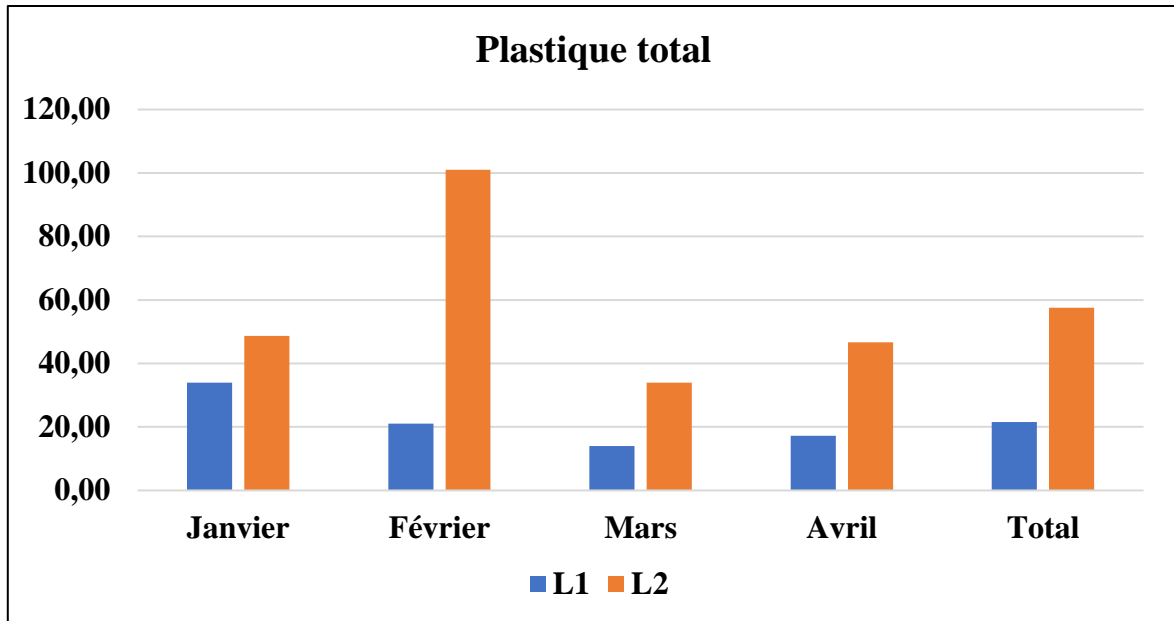


Figure 44 : La différence de répartition de plastique total sur les lignes L1 et L2 à Oum Laksab

A travers les figures 41,42, 43 et 44 qui représente la répartition de macroplastique, mésoplastique et plastique total sur L1 et L2 pendant quatre mois, on remarque que L2 est supérieur à L1, la valeur la plus élevée a été observé en février.

II.5.2 Talezza :

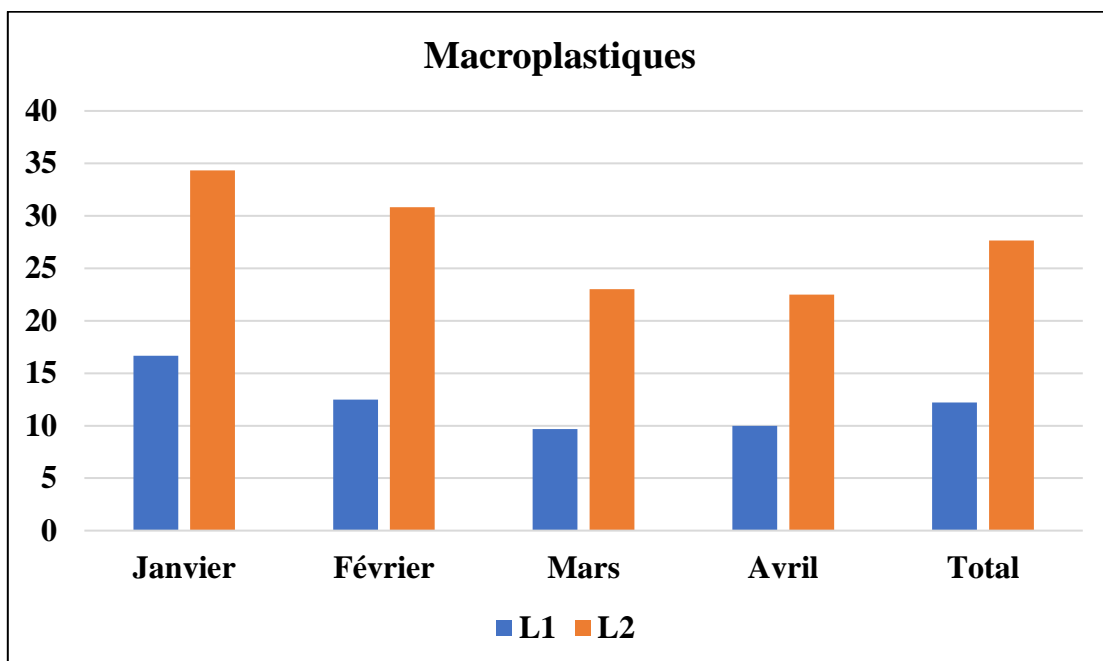


Figure 45 : La différence de répartition de Macroplastiques sur les lignes L1 et L2 à Talezza

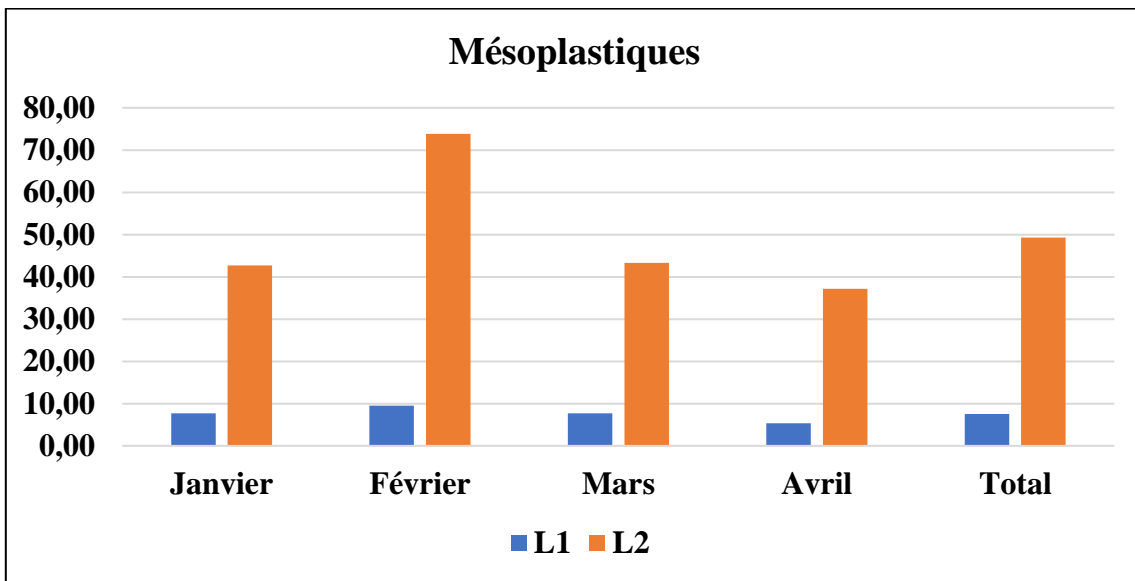


Figure 46 : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Talezza

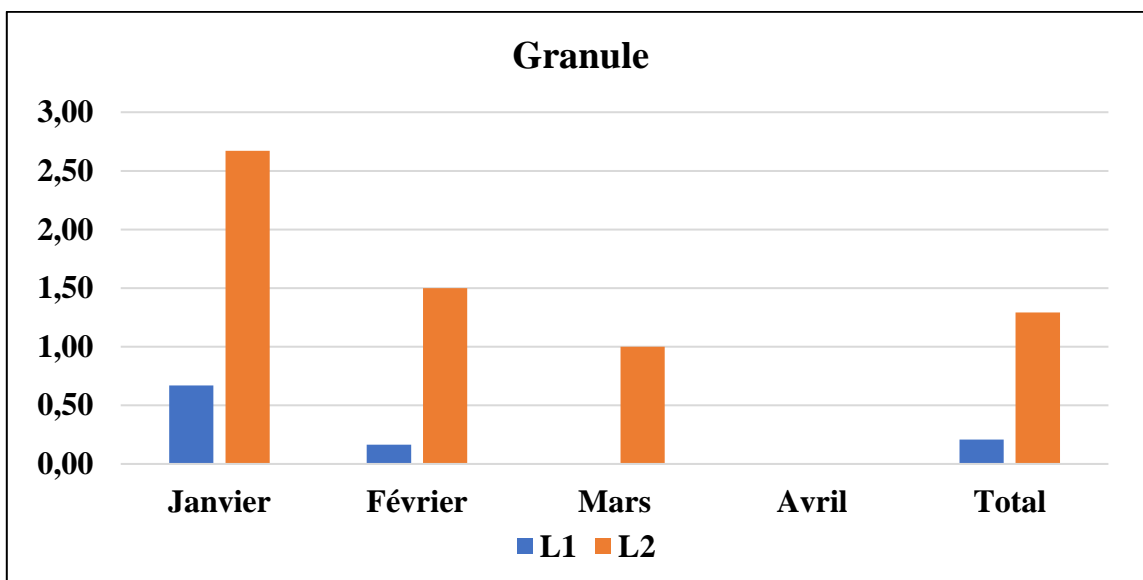


Figure 47 : La différence de répartition des Granules sur les lignes L1 et L2 à Talezza

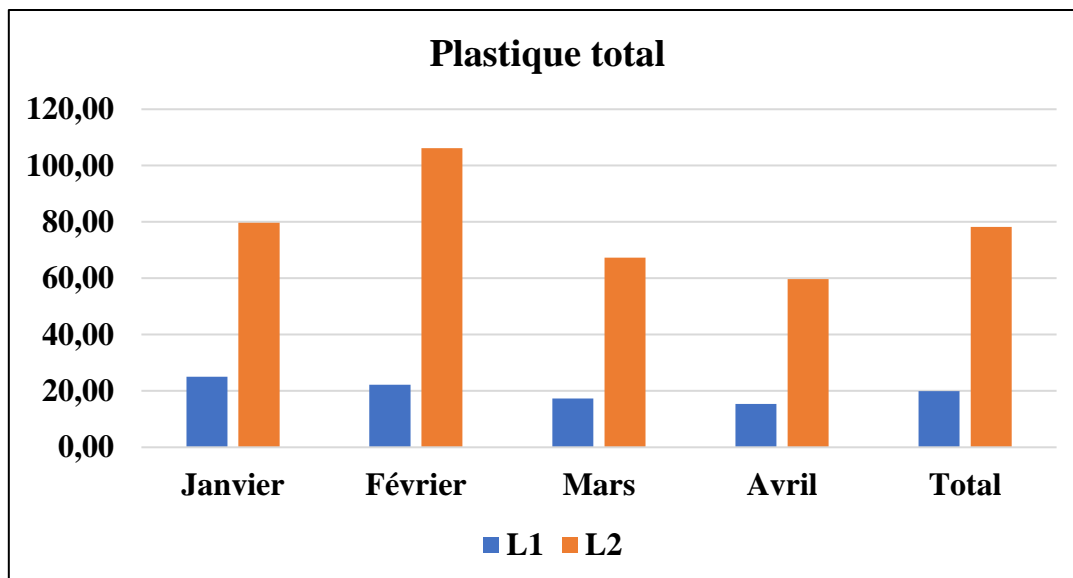


Figure 48 : La différence de répartition de plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Talezza

À travers les figures 45, 56, 47 et 48 la répartition de macroplastique, mesoplastique et plastique total sur L1 et L2 pendant les quatre mois, nous remarquons que L2 est supérieur à L1, la valeur la plus élevée a été observé en février, où il a atteint une concentration de 102 particules.

II.5.3 Ben Zouit :

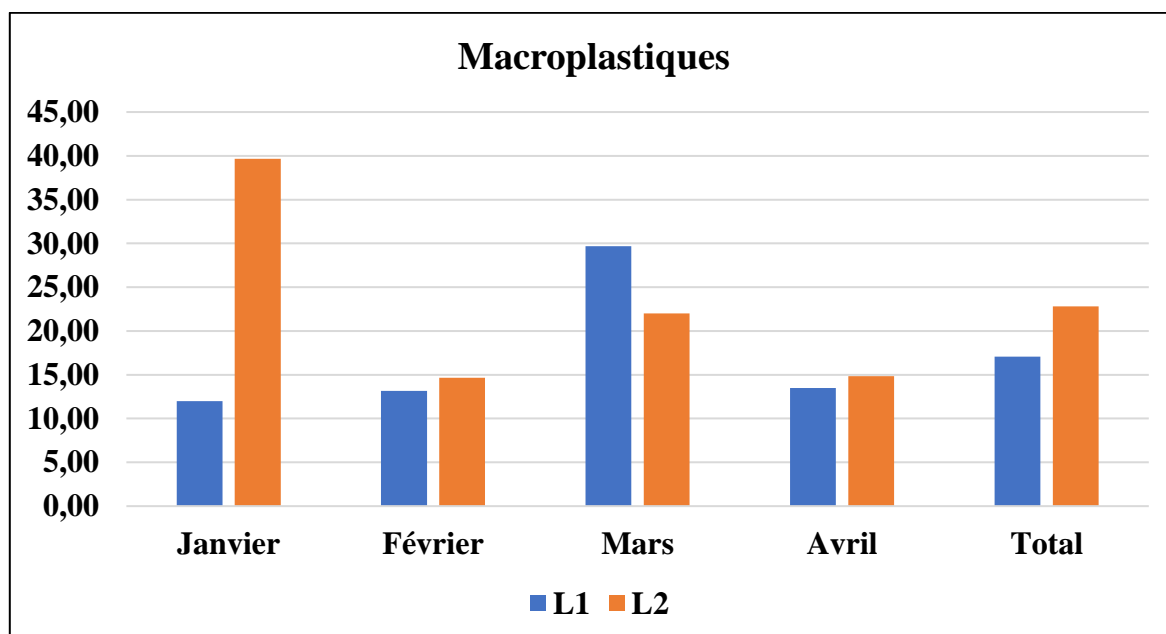


Figure 49 : La différence de répartition de Macroplastiques total sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit

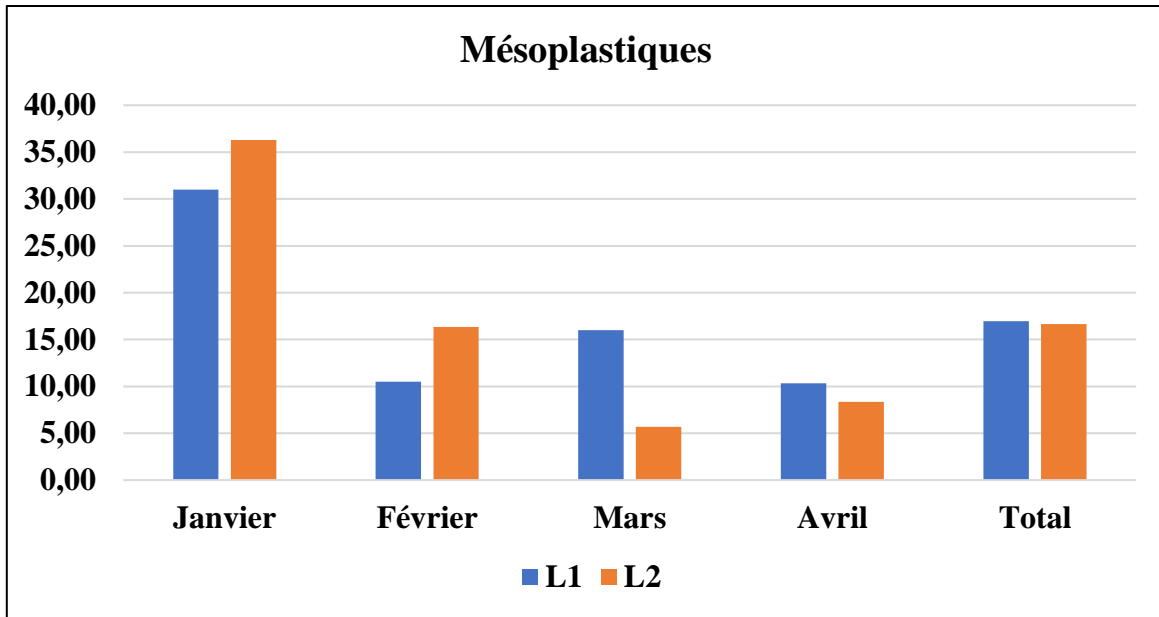


Figure 50 : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit

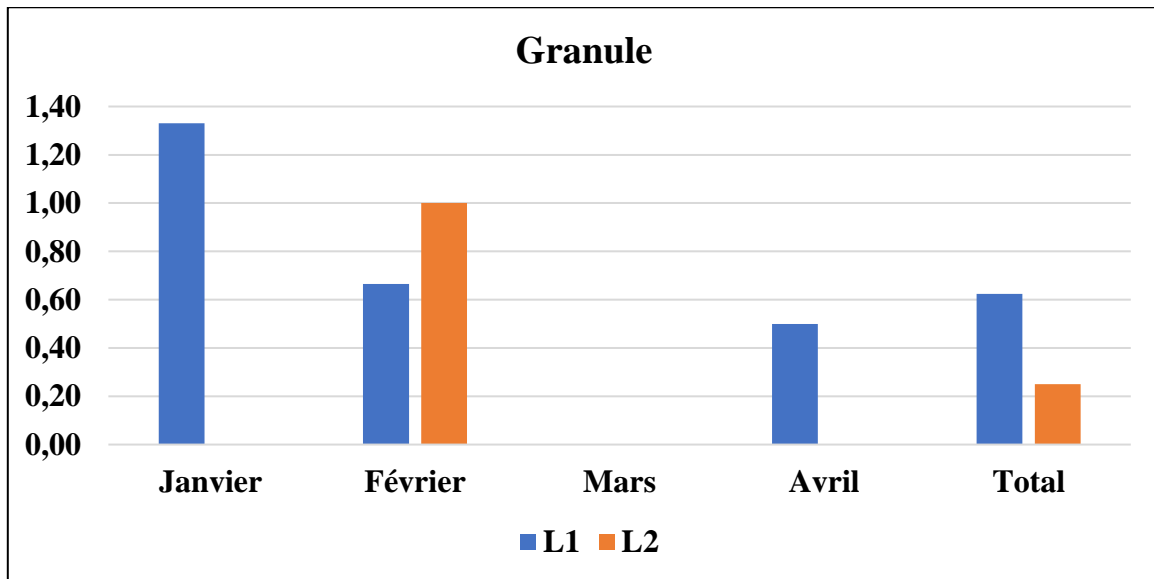


Figure 51 : La différence de répartition des Granule sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit

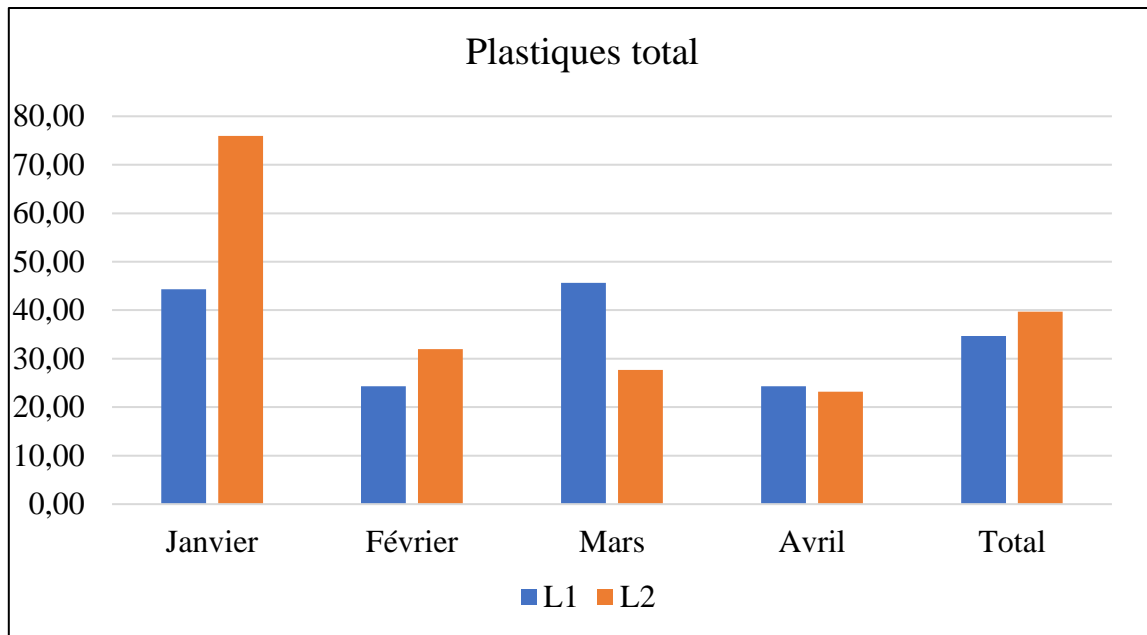


Figure 52 : La différence de répartition des plastiques sur les lignes L1 et L2 à Ben Zouit

Les figures 49, 50, 51 et 52 représentent les concentrations de déchets plastiques (toutes catégories de déchets) sur les transects L1 et L2 (les lignes d'accumulation) sur la plage Ben Zouit, Nous remarquons que la ligne (L2) a enregistré les plus hauts niveaux de pollution plastique par rapport à la ligne (L1) en janvier et février, avec plus de 70 particule/m² en janvier et 30 particule/m² en février. En mars, la valeur des déchets plastiques sur la ligne L1 était la plus élevée, dépassant 40 particule/m², tandis qu'en avril, elle dépassait 20 particule/m². Globalement, la ligne L2 était la plus polluée.

II.5.4. Kef Fatma

Les Figures 53, 54, 55 et 56 représentent les concentrations de déchets plastiques (toutes catégories de déchets) sur les lignes L1 et L2 (les lignes d'accumulation) sur la plage Kef fatma. La ligne L1 a été la plus polluée par les déchets plastiques en janvier, avec un enregistrement de 120 particule/m². Cependant, pour les autres mois de l'étude, la ligne L2 était la plus polluée, avec des chiffres en février (140 particule/m²), mars (plus de 100 sparticule/m²), et avril (environ 80 particule/m²).

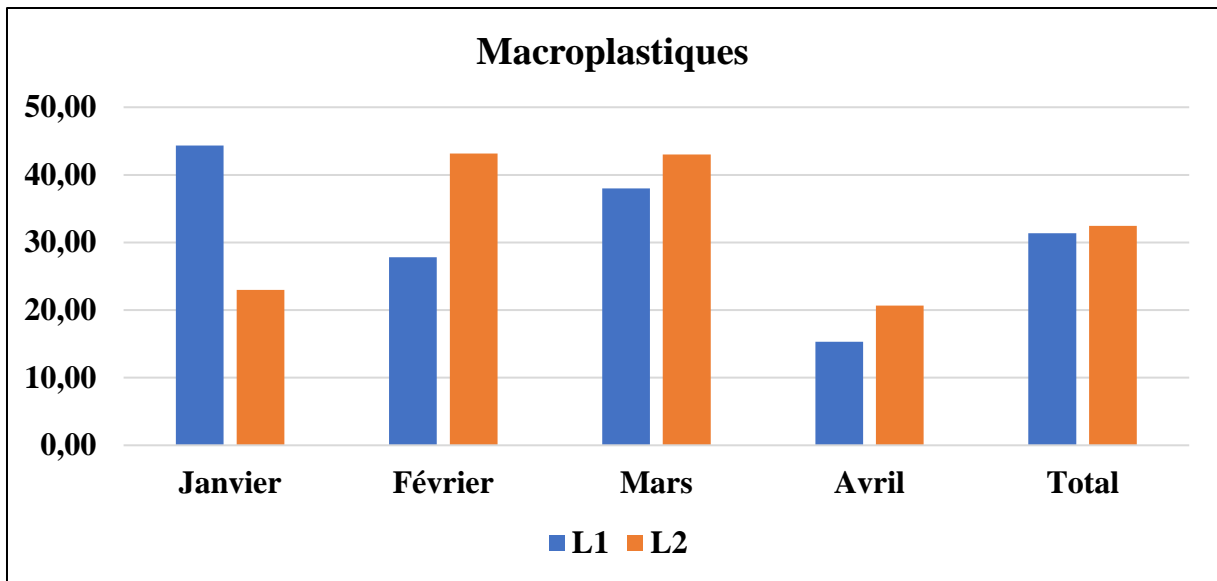


Figure 53 : La différence de répartition de Macroplastiques sur les lignes L1 et L2 à Kef Fatma

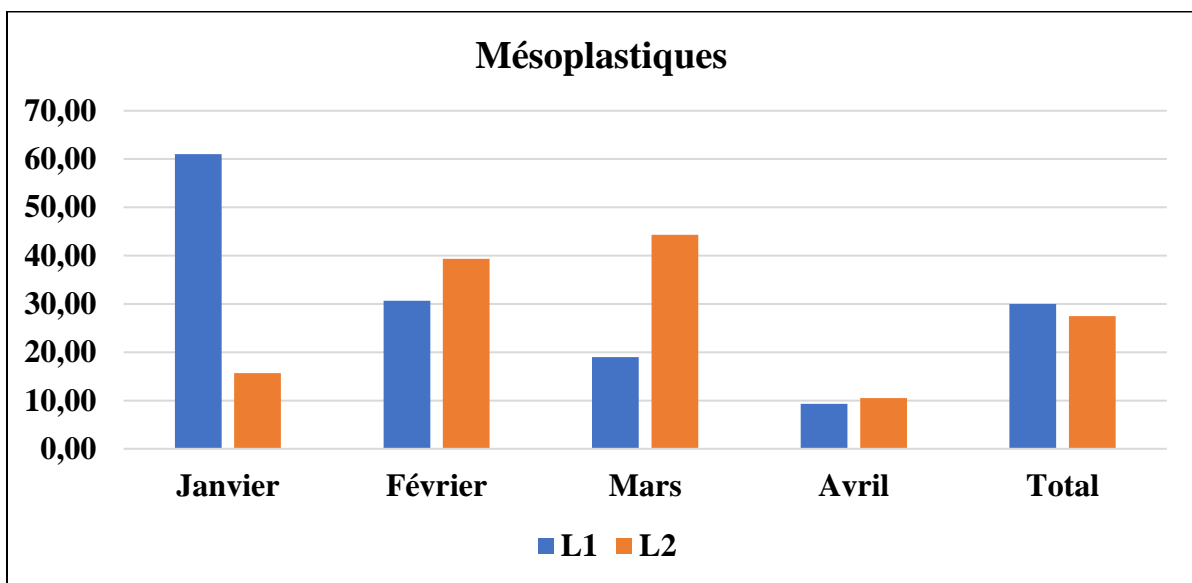


Figure 54 : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma

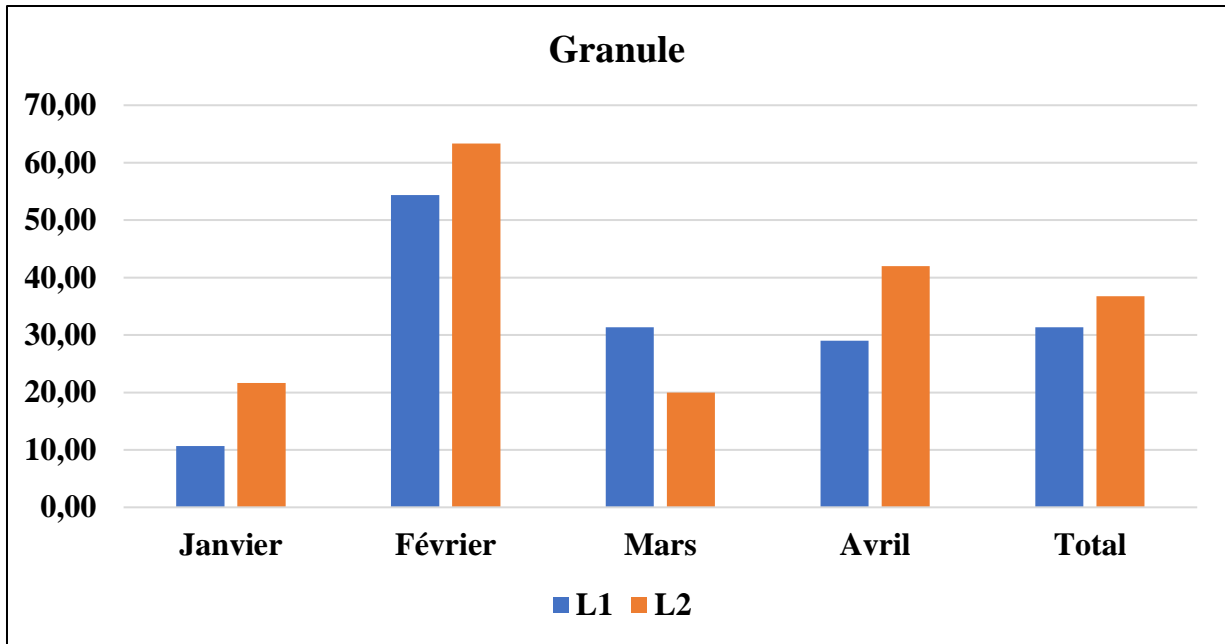


Figure 55 : La différence de répartition des Granules total sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma

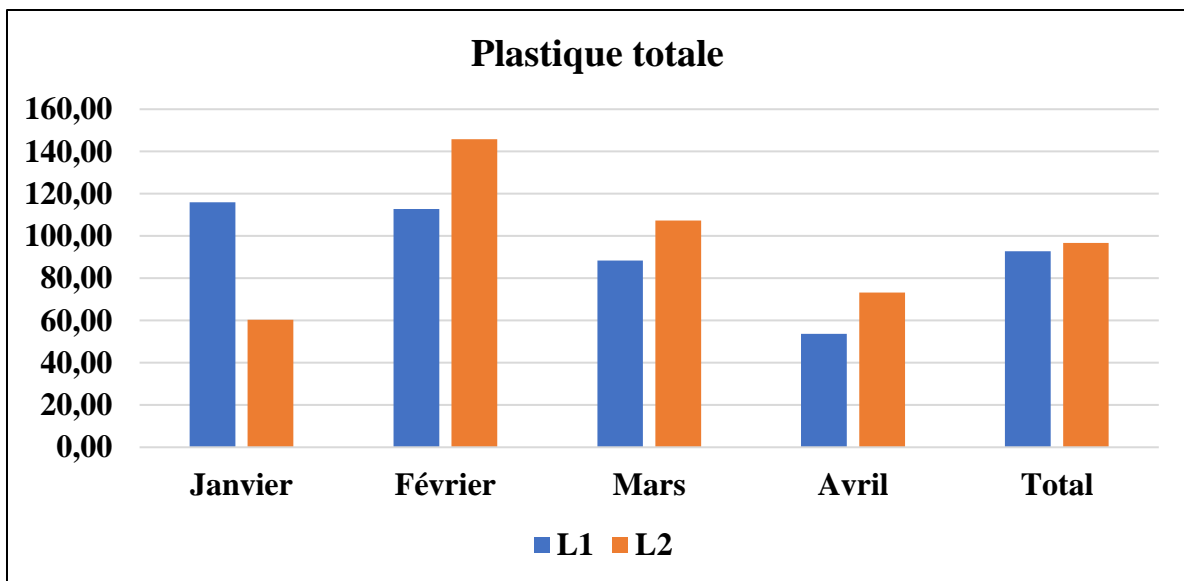


Figure 56 : La différence de répartition des plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Kef fatma

II.4.5 Remila :

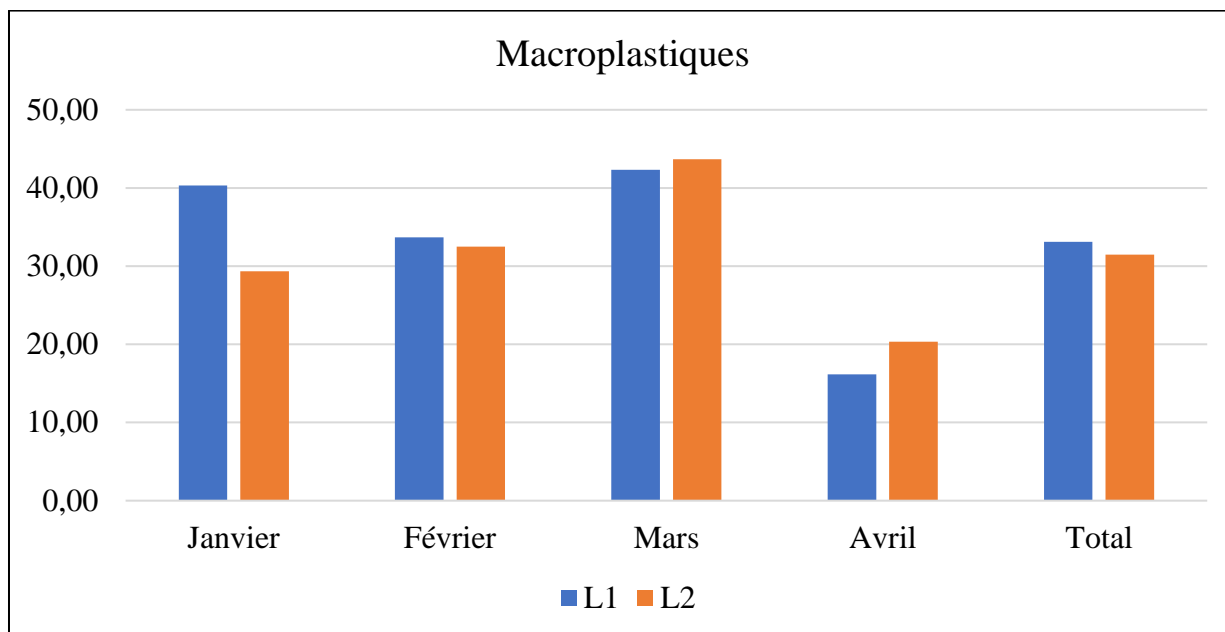


Figure 57 : La différence de répartition de Macroplastiques sur les lignes L1 et L2 à Remila

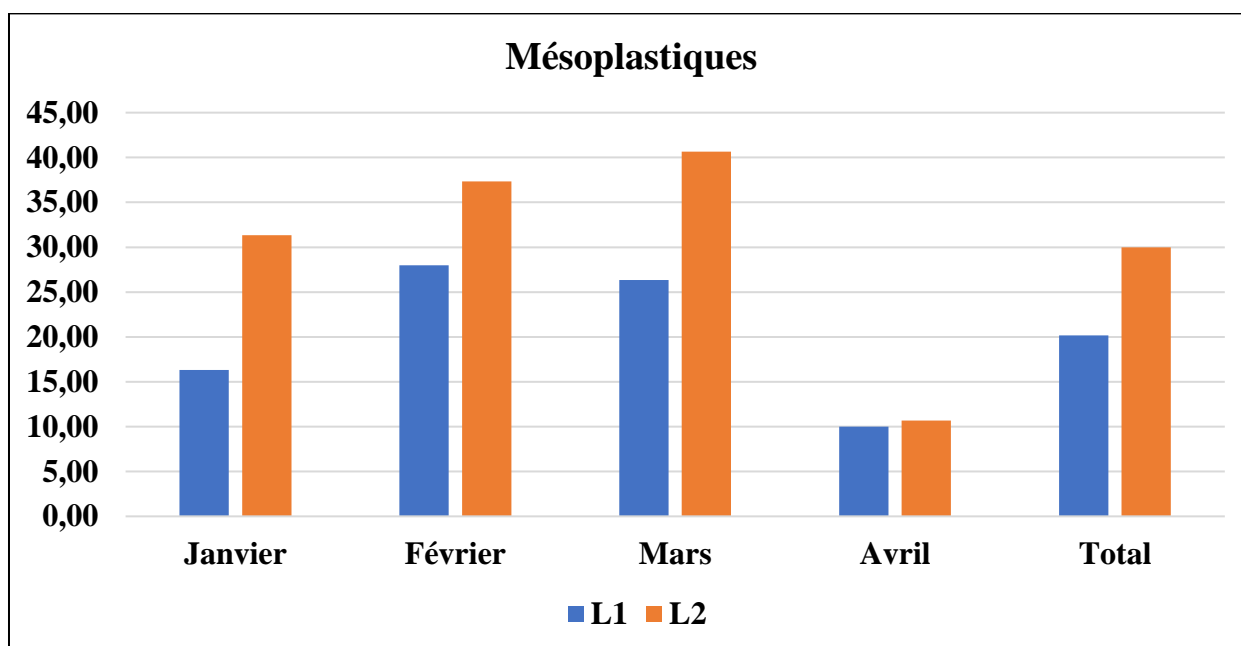


Figure 58 : La différence de répartition de Mésoplastiques sur les lignes L1 et L2 à Remila

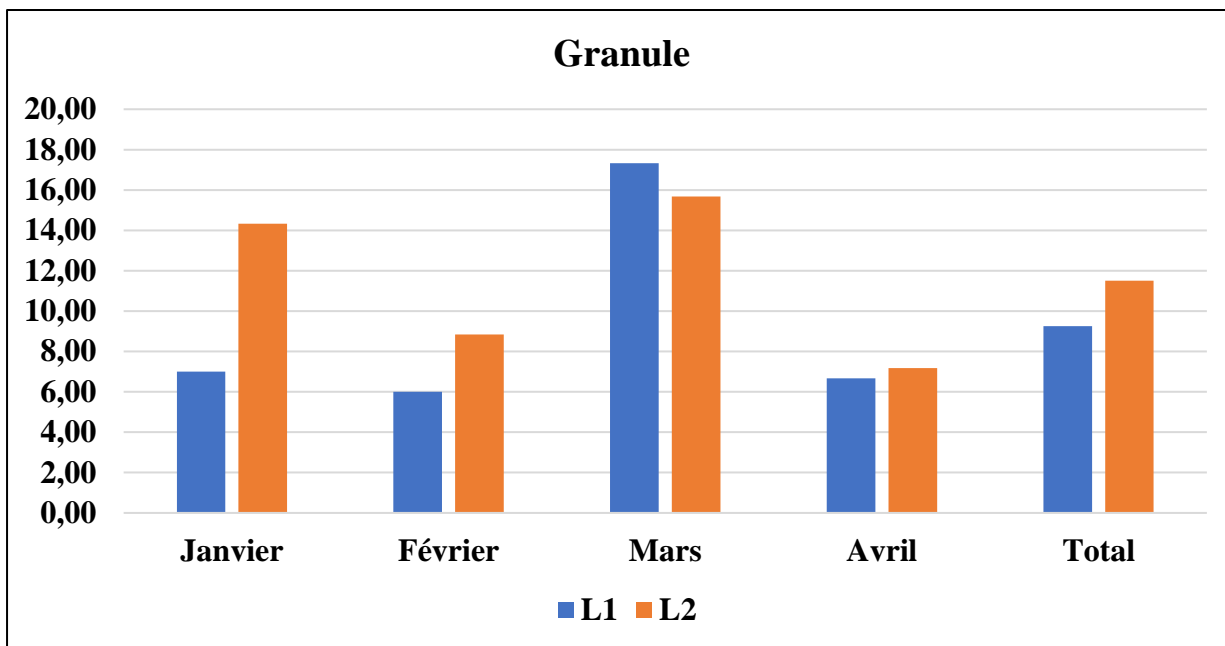


Figure 59 : La différence de répartition des Granules total sur les lignes L1 et L2 à Remila

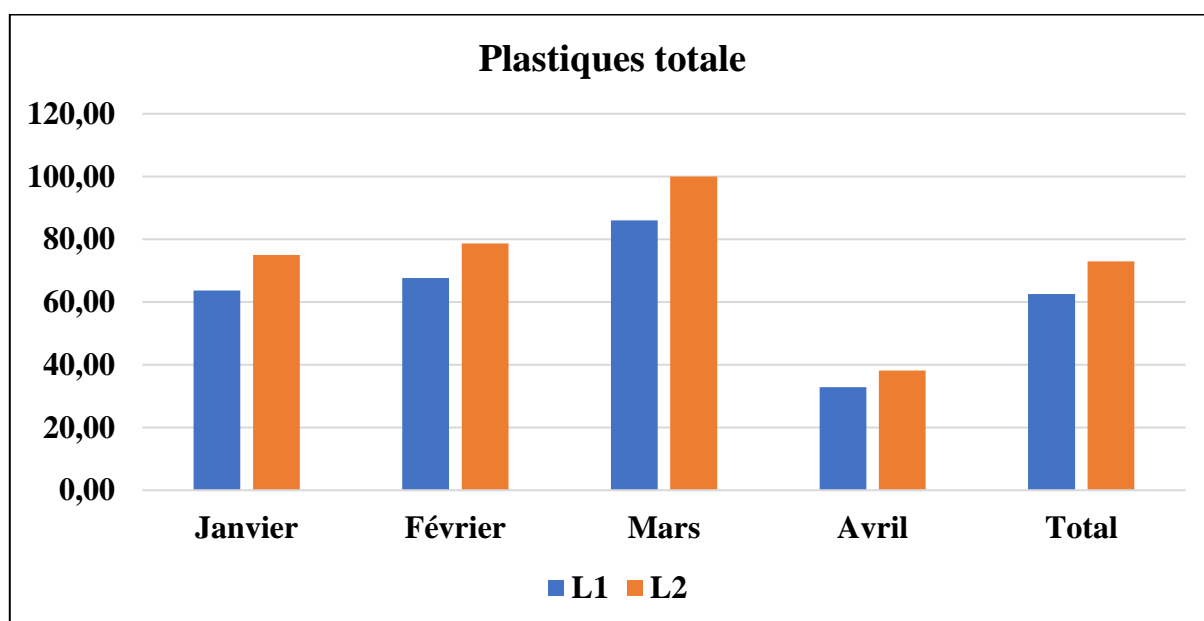


Figure 60 : La différence de répartition des plastiques total sur les lignes L1 et L2 à Remila

Les figures 57, 58, 59 et 60 représentent les concentrations de déchets plastiques (toutes catégories de déchets) sur les lignes L1 et L2 (les lignes d'accumulation) sur la plage Remila. Nous notons que la valeur maximale des déchets plastiques pour tous les mois était sur la ligne L2, avec des enregistrements en janvier (environ 80 particules), février (80 particules), mars (100 particules), et avril (environ 40 particules).

II.6. L'indice de pollution par les granules (Pellet Pollution Index PPI)

Tableau 10 : L'indice de pollution par les granules (PPI)

| | Oum laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef fatma | Remila | Total |
|----------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|-------|
| Janvier | 0 | 0,03 | 0,01 | 0,32 | 0,21 | 0,12 |
| Février | 0 | 0,02 | 0,02 | 1,18 | 0,15 | 0,27 |
| Mars | 0 | 0,01 | 0,00 | 0,51 | 0,33 | 0,17 |
| Avril | 0 | 0,00 | 0,01 | 0,71 | 0,14 | 0,17 |
| Total | 0 | 0,01 | 0,01 | 0,77 | 0,19 | 0,20 |

Le tableau 11 représente les valeurs de l'indice de la pollution par les granules PPI dans les cinq plages de surveillances au cours de mois d'échantillonnage, la valeur totale du PPI sur ces plages a été estimée à 0.20 et est très faible, et nous remarquons, à Talezza La valeur la plus élevée était en Janvier et il était 0.03 (très faible). À Ben Zouit, La valeur la plus élevée était en Février, ou elle était 0.02 et la valeur la plus basse était en Avril 0.01 les deux valeurs sont très faibles, à kef fatma, La valeur la plus élevée était en Février, il était estimé à 1.18 (modérée) et la valeur la plus basse était en Janvier, à Remila le pic était en Mars, il était 0.33 (très faible).

II.7 Discussion

Cette étude montre la pollution littorale par le plastique et visait à évaluer les concentrations des macroplastiques, mésoplastiques et granules leur distribution sur cinq plages de la wilaya de Skikda durant 4 mois, en mettant en lumière les variations spatiotemporelles des déchets plastiques à chaque plage, Les échantillons prélevés permettront d'analyser la présence de plastiques en différentes quantités. Les résultats de cette étude pourraient mettre en lumière l'urgence de prendre des mesures pour protéger nos plages et réduire la pollution plastique.

Les données obtenues sur la pollution plastique dans le littoral de Skikda révèlent des niveaux de contamination significatifs, avec une moyenne de 56,81 particules/m², avec une abondance et concentration de plastique particulièrement élevée dans la plage de Kef fatma où il atteint son pic avec une valeur de 95,25 particules/m² en hiver. Cette tendance saisonnière pourrait être liée à des facteurs climatiques et hydrodynamiques spécifiques à la région, tels que les tempêtes hivernales qui transportent et déposent des débris plastiques sur les plages, et cette abondance s'explique par que la plage de Kef Fatma est une destination touristique qui attire un grand nombre de visiteurs, en plus de l'impact des courants marins et du manque de mesures environnementales.

Il y a une grande différence entre les déchets plastiques sur la plage de Kef Fatma en 2018 et en 2024, où : en 2018 le total des déchets plastiques sur la plage était de 1830 ,particules /m² et les granules 318.89, et le poids de mésoplastiques 59 kg (Grini et al.2022) ,tandis qu'en 2024 , le total des déchets était de 95,25 particules/m² et les granules 58,84 , et le poids de Mésoplastiques 19,78 kg.

Ainsi que, dans le plage de Kef fatma on trouve que le nombre de plastique est de 129,34 particules/m² et le poids de 122,60 g, par contre dans l'année 2018 , le pic est remarquée dans la plage de L'ilot à Skikda avec un nombre de plastique de 345 particules/m² et un poids de 200 g (Mokhnache et Rebai.2018), et en 2021 le pic est trouvé à Kef fatma aussi avec un nombre total des déchets de 12591(Metallaoui et al., 2021), dans la même année la valeur le plus élève est enregistrée dans Piscines Beach(Larbi Ben m'hidi) avec un nombre total de déchets de 8594, et la valeur le plus base est trouvé à la plage de Talezza avec un nombre total de 5265 particules/m² (Ramdane, et al.2021), ainsi que, dans la présente étude nous avons enregistré 49,67 particules/m² de déchets total, en plus en 2022 le pic est trouvé dans la plage de L'arbi ben m'hidi avec un nombre de plastique de 95 particules/m² et un poids de 8 kg(Ben Jeddou et al,2022)

Nous constatons que la quantité de déchets plastiques diminue d'année en année et cela est dû à plusieurs raisons, notamment :

Au cours de deux dernières années, les efforts de nettoyage des plages se sont intensifiés et ont évolué, avec l'utilisation de nouvelles techniques et moyens de nettoyage tels que « la cribleuse ».

De plus, les décharges sauvages ont été éliminées et dirigées vers un centre d'enfouissement technique des déchets ménagers et assimilés classe 3 à Ben Azouz, ouvert il y a moins de trois ans.

En outre, l'augmentation du prix du plastique et l'encouragement des jeunes à le considérer comme une source de revenu en le vendant.

En comparant ces résultats avec d'autres régions côtières en Algérie, on observe qu'il existe environ 15 types de déchets plastiques entre les plages que nous avons étudiées et dans la plage El Ourdania à la wilaya de Tlemcen ,il existe 7 types de déchets plastiques ,et cela est dû au fait que la plage d'El Ourdania est relativement éloignée des zones urbaines, ce qui la protège de la pollution (Kaddour et Douah.2020),Tandis que sur plages de Vidro, Saint Cloud et Chapuis à la wilaya d'Annaba , il y a 31 types de déchets plastiques, ce qui est dû au fait que ces plages sont proches d'une zone urbaine par excellence et reçoivent un grand nombre de touristes (Labadla et Souaissid.2020).

Ainsi que, on observe que la wilaya d'Annaba présente des niveaux de pollution plus élevés avec une moyenne de 136,514 particules/m² et un pic hivernal de 120,31 particules/m² à la plage de Joannonville (Tata,et al.2020). Cette différence pourrait être attribuée à divers facteurs locaux, y compris des différences dans la gestion des déchets, la densité de population, et les courants marins.

De même, dans la wilaya de Mostaganem, la valeur maximale est trouvée à la plage de Sablettes pour le macroplastiques (107,28 particules/m²) et les granules (34 particules/m²) (Taïbi, et al.2021), bien que ces niveaux soient classés comme inférieures à ceux de Skikda.

L'analyse des types de plastiques présents révèle que parmi les macroplastiques le type dominant est les fragments qui proviennent de la fragmentation, dégradation, et à la décomposition de produits plastiques plus grands en raison de facteurs tels que le soleil et les vagues, tandis que parmi les Mésoplastiques le type dominant est les mégots surtout dans plage de Taleza et cela s'explique par le grand nombre de visiteurs qui les jettent à la plage et sa

proximité avec la zone urbaine. Ces déchets étaient plus concentrés dans la deuxième ligne que dans la première, et cela est dû au fait que la deuxième ligne est la zone d'accumulation, où la force des vagues et des vents travaille pour pousser ces déchets et les déplacer vers la deuxième ligne. Des résultats similaires ont été observés dans le Nord-est de la méditerranée où la deuxième ligne d'accumulation retient plus de déchets plastiques (Constant et al., 2019).

Le PPI pour les granules à Skikda est relativement faible (0,20), avec un pic modéré à la plage de Kef Fatma (1,18 particules/m²). Comparativement, à Mostaganem, le PPI reste très faible, dont les plages de Stidia et Mersat et Hadjaj affichent un indice de pollution par granule (PPI) très faible (0,4) et la plage de Sablettes encore plus faible (0,008) (Bentaallah, et al.2024). Ces données suggèrent une variabilité significative dans la pollution plastique entre les différentes wilayas, probablement influencée par des facteurs locaux comme les activités industrielles et portuaires, ainsi que les pratiques locales de gestion des déchets.

Conclusion

Nous avons mené cette étude sur la pollution plastique sur les plages de la wilaya de Skikda dans le but de mesurer et de déterminer la distribution spatiotemporelle de ces déchets, ainsi que d'identifier les zones les plus affectées et les facteurs influant cette pollution. Nous avons prélevé des échantillons sur le site de l'étude, qui était divisé en deux transect (L1, L2), en collectant 15 types de Macroplastiques avec une moyenne de 68,09g et 7 types de Mésoplastiques avec une moyenne de 7,04g. Les résultats préliminaires de l'analyse indiquent une variation dans la distribution des déchets plastiques et leur concentration sur le site, avec des différences observées dans les endroits où les déchets s'accumulent, notamment sur le transect supérieure L2 (loin de la mer). Cette variation pourrait être principalement due aux activités des utilisateurs sur la plage, concentrées dans les parties supérieures, et à la proximité entre les sources de pollution terrestres et les côtes qui facilite le transport rapide des déchets plastiques vers l'environnement marin, en raison de facteurs tels que les rivières, les étangs, les vents, les systèmes d'égouts et les courants de surface... Le total des plastiques a été estimé à 2401,38g, et il a été observé que le nombre de débris plastiques, les bouchons et les mégots de cigarettes était plus élevé que pour les autres types. En ce qui concerne la quantité de granules collectées pendant l'étude avec une moyenne de 0,33g, elle était plus élevée à Kef Fatima. Il a été remarqué que les concentrations de plastique, en particulier de granulés, ont diminué par rapport aux années précédentes en raison du nettoyage saisonnier des plages, utilisant des machines avancées pour un nettoyage en profondeur. Cependant, ces résultats doivent être pris en compte par les autorités compétentes en raison de la gravité de cette pollution, que ce soit pour la nature et l'environnement ou pour les habitants locaux des plages. Par conséquent, il est impératif de sensibiliser le grand public en les informant des conséquences de la pollution plastique. Il est évident qu'un seul nettoyage avant la saison estivale n'est pas suffisant, mais le nettoyage doit être régulier tout au long de l'année pour protéger nos côtes et préserver notre environnement. Les autorités doivent donc mettre en œuvre des stratégies actives de manière urgente et appliquer les lois sur la protection de l'environnement et la prévention.

Références bibliographiques :

A. Belloum. (1992). CONTRAINTES NATURELLES ET MISE EN VALEUR EN ALGERIE : LA REGION DE SKIKDA. p26.

A. Saheb (2022). Skikda : La pollution envahit le port de pêche. Par rédaction. Le provincial.

A.G. Audebert. (2017). Leçon 23. Les eaux territoriales sous juridiction des Etats. Dans Leçons de Droit international.

Agnès Goutier-Audebert. 2017. Leçons de droit international public. Rue bague. Paris. P211

ANAAT (Agence Nationale à l'Aménagement et à l'attractivité des Territoires- Direction Générale Est), 2021. Etude d'identification des zones littorales ou côtières sensibles ou exposées à des risques environnementaux particuliers de la Wilaya de Skikda. mission 1.

ANIRF (Agence nationale d'intermédiation et de Régulation foncière).2020. Monographie de la wilaya de Skikda. P3

B. A. Djaballah. (2010). Skikda : Habitat- ville- Skikda. Journal El MANACH. Le secteur Habitet (et urbanisme)

Constant, M., Kerhervé, P., Mino-Vercellio-Verollet, M., Dumontier, M., Sanchez Vidal, A., Canals, M., Heussner, S., 2019. Beached microplastics in the Northwestern Mediterranean Sea. Mar. Pollut. Bull. 142, 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.032>.

DCS (Direction du commerce Skikda).2012. Skikda- présentation de la wilaya.

Dj. Fadel., R. Djamai. L.Aziz (2011). Essai d'une cartographie de la qualité de l'air d'une ville industrielle du nord-est algérien par l'utilisation de la bio-indication lichénique. Département de biologie - Faculté des Sciences- Université d'Annaba. P2.

DK. News. (2018). Régions : Skikda : La nécessité d'utiliser des techniques modernes pour mettre fin à la pollution minière souligné.

F. Benamira. (2017). Etude diachronique de l'évolution de la végétation forestière par télédétection : cas de la wilaya de Skikda. Université des Frères Mentouri Constantine.p2

Fernandino, G., Elliff, C.I., Silva, I.R., Bittencourt, A.C.S.P., 2015. How many pellets are too many? The pellet pollution index as a tool to assess beach pollution by plastic resin pellets in Salvador, Bahia, Brazil. Rev. Gest~ao Costeira Integr.Integr. Coast. Zo. Manag. 15, 325–332.

F. Medjani. (2007). Ressources en eau, vulnérabilité et développement durable dans la plaine de SKIKDA (NE Algérien). UNIVRSITÉ BADJI MOKHTAR-ANNABA. P06.

Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., Vinas, L., Gago, J., Antunes, J., Bessa, F., et al., 2018. Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. Deliverable 4, 2.

F. Zaimen., T. Ghodbani., H. vermeren. (2021). L'activité de pêche artisanale au sud de la Méditerranée : gouvernance, dynamique socio-économique et enjeux environnementaux dans le port algérien de Jijel (Boudis). VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement. Résumé.

Gildon (2017).

K. Boukhemis., A. Zeghiche. (1983). Développement industriel et croissance urbaine : le cas de Skikda (Algérie). Méditerranée. P28.

M. Bouklab., A. Chekirou. (2016). Les zones humides du nord-est algérien cartographie et mise en valeur (cas du bassin versant de La mafragh). Mémoire de Master Académique. UNIVERSITÉ KASDI MERBAH – OUARGLA. P26.

M. Boursas., S. Bouafia. (2023). Analyse des données climatiques dans l'Est Algérien : Cas de la wilaya de Sétif et Skikda (1998-2022). Université Frères Mentouri Constantine. Thèse mémoire master. P15.

M.S.O. BELAHMADI. (2020). Etude d'un écosystème aquatique pollué par les rejets industriels de la raffinerie pétrolière de la wilaya de Skikda et utilisation des microorganismes isolés à partir de cet écosystème pour l'élimination d'HAP contenus dans ces rejets. UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU. Thèse doctorat. P6

Morvan. (1996). L'échantillonnage des déchets ménagers. P4

M-Z. Belhadj et A. Boudoukha (2014). Avilissement des eaux de surface du barrage du Zit-Emba wilaya de Skikda par une contamination des métaux lourds et une pollution anthropique p12.

O. KHORIEF. (2020).LA GESTION DES DECHETS A TRAVERS LES OUTILS DE MANAGEMENT LA VILLE : CAS D'ETUDE DE SKIKDA. Université Constantine 3. Faculté d'Architecture et Thèse doctorat. P117.

P. Conil., C. Le Guern. (2013). Le littoral face aux pollutions. P66.

S. Ben Rabah. (2006). ETAT ACTUEL DES RESSOURCES EN EAU DANS LA WILAYA DE SKIKDA (ESSAI DE SYNTHESE). BILAN – GESTION - PERSPECTIVE. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA. Le résumé.

S. Berkani., K. Neghiche. H. Zemmali. Influence des rejets liquide du complexe (LNG) de la base industrielle de Skikda sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de Ben m'Hidi. thème mémoire. Université 8 Mai 1945 Guelma. P16.

S. Bouhayane. (2015). Évaluation bactériologique des zones de baignade à la baie de Skikda (NE. Algérien). Université BADJI MOKHTAR-ANNABA. Thèse doctorat. P7.

S. Geddah. (2015). Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région Est Algérienne (Skikda). Université Badji Mokhtar –Annaba. p (21).

S. LABAR. (2009). Thèse doctorat sur évaluation de la pollution des eaux souterraines dans un milieu industriel (Cas de la zone industrielle de Skikda, N.E. algérien). UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA. p (8. 43)

S. Lippiatt., S. Opfer., C. Arthur. (2013). Marine Debris Monitoring and Assessment : Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment. P16.

Th. Vlachogianni. (2020). EFH-MO-4 Renforcement de la gestion participative du littoral pour la réduction des déchets marins dans les régions de Tanger-Tétouan-Al Hoceima et Rabat-Salé Kénitra Evaluation des déchets marins sur le littoral marocain (Tâche 1). P 17.

V. Hidalgo-Ruz., L. Gutow. Thompson., M. Thiel. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods used for Identification and Quantification. Environmental Science and Technology. P3064.

Z. Belhadj., A. Boudoukha. L. Mezedjri. Qualité Des Eaux De Surface et Leur Impact Sur L'environnement Dans la Wilaya de Skikda (Nord-est de l'Algérie). (Contamination Naturelle Par le Mercure). P204.

Annexe

Tableau 2 : Nombre de plastique total

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Benzouit | Kef Fatma | Remila |
|----------------|------------|--------|----------|-----------|--------|
| Janvier | 41,33 | 52,34 | 63,50 | 88,17 | 69,33 |
| Février | 61,00 | 64,17 | 28,17 | 129,34 | 73,17 |
| Mars | 24,00 | 42,34 | 36,67 | 97,83 | 93,00 |
| Avril | 31,92 | 37,50 | 23,75 | 63,42 | 35,50 |
| Total | 41,86 | 49,67 | 34,00 | 95,25 | 63,28 |

Tableau 3: Poids de plastique total

| Sortie | Oum laksab | Talezza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|----------------|------------|---------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 60,17 | 47,94 | 85,67 | 108,18 | 120,36 |
| Février | 64,27 | 58,04 | 51,24 | 122,60 | 104,40 |
| Mars | 76,00 | 44,74 | 79,52 | 121,84 | 107,13 |
| Avril | 40,99 | 37,29 | 35,31 | 103,01 | 89,00 |
| Total | 57,78 | 47,22 | 56,38 | 113,54 | 102,38 |

Tableau 4 : Nombre de macroplastiques.

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|----------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 21,17 | 25,50 | 25,84 | 33,67 | 34,83 |
| Février | 19,08 | 21,67 | 13,92 | 35,50 | 33,08 |
| Mars | 15,50 | 16,34 | 25,84 | 40,50 | 43,00 |
| Avril | 15,58 | 16,25 | 14,17 | 18,00 | 18,25 |
| Total | 17,67 | 19,61 | 17,97 | 30,20 | 30,08 |

Tableau 5 : Poids de macroplastiques.

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|----------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 56,17 | 43,33 | 81,33 | 100,84 | 113,67 |
| Février | 58,92 | 49,00 | 49,34 | 100,92 | 91,58 |
| Mars | 73,67 | 40,00 | 76,00 | 102,84 | 89,50 |
| Avril | 37,58 | 33,00 | 32,92 | 94,25 | 85,17 |
| Total | 53,80 | 41,22 | 53,64 | 99,00 | 92,78 |

Tableau 6 : Nombre de mésoplastiques.

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|--------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 20,17 | 25,17 | 37,00 | 38,34 | 23,83 |
| Février | 41,92 | 41,67 | 13,42 | 35,00 | 32,67 |
| Mars | 8,50 | 25,50 | 10,84 | 31,67 | 33,50 |
| Avril | 16,34 | 21,25 | 9,33 | 9,92 | 10,34 |
| Total | 24,20 | 29,42 | 15,56 | 26,64 | 23,89 |

Tableau 7 : Poids de mésoplastiques.

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|--------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 4,00 | 4,56 | 4,32 | 6,84 | 6,34 |
| Février | 5,36 | 8,91 | 1,88 | 19,78 | 12,51 |
| Mars | 2,34 | 4,73 | 3,52 | 18,17 | 17,07 |
| Avril | 3,41 | 4,29 | 2,38 | 7,67 | 3,48 |
| Total | 3,98 | 5,95 | 2,73 | 13,32 | 9,23 |

Tableau 8 : Nombre de Granule totale :

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|--------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 0 | 1,67 | 0,67 | 16,17 | 10,67 |
| Février | 0 | 0,83 | 0,83 | 58,84 | 7,42 |
| Mars | 0 | 0,50 | 0,00 | 25,67 | 16,50 |
| Avril | 0 | 0,00 | 0,25 | 35,50 | 6,92 |
| Total | 0 | 0,64 | 0,47 | 38,42 | 9,31 |

Tableau 9 : Poids de granules totaux

| Sortie | Oum Laksab | Taleza | Ben Zouit | Kef Fatma | Remila |
|--------------|------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Janvier | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,51 | 0,36 |
| Février | 0 | 0,13 | 0,03 | 1,90 | 0,30 |
| Mars | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,84 | 0,56 |
| Avril | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 1,09 | 0,35 |
| Total | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 1,22 | 0,37 |

