

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 des plages de L'rbi Ben
M'hidi-Filfila par les déchets plastiques.**

Présenté par :

- Menikar Amel
- Boulfoul Hadjer
- Mezzedjri Farida
- Ziat Ikram

Membre de Jury:

Président : Metallaoui S

Pr

Université 1955. Skikda

Promoteur : Grini H

Université 1955. Skikda

Examineur : Dziri H

MCA

Université 1955. Skikda

Année universitaire 2023-2024



Remerciement



*Avant tout, nous remercions en premier lieu **ALLAH** le tout puissant de nous avoir illuminés et ouvert les voies du savoir et pour nous avoir accordé la volonté et le courage pour élaborer notre travail.*



*Au terme de ce modeste travail nous tenons tous particulièrement à témoigner notre profonde gratitude à notre encadreur Madame «**Grini Halima**» de nous faire orienter et partager ses connaissances qui ont été très utiles et pour ses précieux conseils et encouragements.*

*Nous remercions et saluons vivement nos membres de jury Madame «**Metallaoui**», d'avoir accepté de présider le jury de soutenance, hommage respectueux,*

*Nous souhaitons adresser nos remerciements à Monsieur «**Dziri**», qui a bien voulu examiner ce travail. Ces remarques nous seront d'une grande utilité.*

*Nous tenons évidemment à remercier
L'ensemble des enseignants-chercheurs du département de la
Ecologie en générale.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à
la réalisation de ce travail*



Dédicace

Tout d'abord louange à Allah qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de mes études et m'a inspiré les bons pas. A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère (Massika) qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

A mon père (Ahcenne) pour ses encouragements incessants et son soutien moral aux moments difficiles qui furent pour moi les meilleurs gages de réussite.

Que Dieu les protège et que ce travail soit la preuve modeste d'une reconnaissance infinie et d'un profond amour pour eux.

A ma chères sœurs : Roumaissa, Aya

A mon chère frère : Abou bakralssidik

A toute ma très chère famille.

A mes chères amies : Salsabil.

A mon trinome Ikram, Amel et Hadjar pour les moments de joie partagés ensemble

A tous les enseignants qui ont participé à ma formation depuis que J'ai commencé mes études.



Farida

Dédicace

Je remercie en premier lieu Allah le miséricordieux de m'avoir donnée la force, volonté et la patience durant toutes mes années d'étude.

Je dédie ce modeste travail :

.A ma chère mère source d'amour et d'affection Souraya qui m'a toujours témoigné son sacrifice et sa bienfaisance dans les moments les plus importants de ma vie.

.A mon très chère père Hamza qui m'a toujours soutenu et aidé, il était toujours à mes côtés, depuis mon enfance pour que je réussisse.

Que Allah les garde et les protège.

A mon chère frère : Rabeh

A ma tante maternelle : Maroua

A mes chères amies : Roumaissa.

A ma trinôme: Farida, Amel, Hadjar

A tous les personnes que j'aime y



Ikrām

Dédicace

Tout d'abord louange à Allah qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de mes études et m'a inspiré les bons pas. A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère (AL zohra) qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

A mon père (Ahmed) pour ses encouragements incessants et son soutien moral aux moments difficiles qui furent pour moi les meilleurs gages de réussite.

Que Dieu les protège et que ce travail soit la preuve modeste d'une reconnaissance infinie et d'un profond amour pour eux.

*A mes chères sœurs et frère
A toute ma très chère famille.*

A mon marie

A mes chères amies

A mon trinome Ikram, Amel et Hadjar pour les moments de joie partagés ensemble

A tous les enseignants qui ont participé à ma formation depuis que J'ai commencé mes études.



Dédicace

En premier lieu et avant tout, je prie ALLAH de m'avoir donné la volonté et le courage d'achever mes études.

Je dédie ce modeste travail à:

A ma chers parents; mon père Amar et ma mère Mounira , pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A ma chères sœur Maroua pour leur encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon cher frère Okba, pour leur appui et leur Encouragement.

A mon trinômes Amel, Ikram et Farida pour les moments de joie Partagés ensemble.

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



Hadjar

Sommaire

Remerciement	2
<i>Dédicace</i>	6
Sommaire	7
Résumé :	8
Liste des abréviations :	10
Liste des figures	11
Liste des tableaux	Error! Bookmark not defined.
Introduction	Error! Bookmark not defined.
I. Matériel et méthodes	4
II. Résultats et discussion	13

Résumé :

La présente étude, avait pour objectif de contribuer à étude spatial et temporelle pour connaître la répartition des débris plastiques et pour déterminer la source probable des déchets plastiques. Le relevé des déchets a été réalisé sur la côte de Skikda, à la plage de El Arbi Ben Mhidi avoisinant la zone où de nombreux hôtels et appartements pour les touristes se localisent, durant la période Janvier à Avril 2024. On retrouve des déchets partout dans notre environnement et plus particulièrement les déchets plastiques. C'est un problème majeur qui touche particulièrement les villes industrielles et touristiques. Les plages de la wilaya de Skikda sont des plages polluées car remplies de déchets plastiques qui arrivent soit par les courants marins, les rejets des Oued Elgat, la fréquentation des touristes. L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer l'abondance et la répartition spatiale des déchets plastiques au niveau des plages de Skikda en tenant de déterminer : L'abondance des déchets selon leurs poids, leurs catégories et leurs nombres en fonction des plages ainsi que leurs modes de répartition spatiale. Les résultats de cette étude ont révélé que la pollution par les déchets plastiques touche toutes les plages étudiées, avec toutefois des différences dans les modes de répartition et d'abondance. Des paramètres communs influencent la diffusion des débris plastiques, par l'intermédiaire des différents mécanismes de transports (vent, courants marins, rejets industriel...).

Nous observons ainsi l'absence de certaines catégories sur certaines plages, respectif les filaments. La répartition des catégories par plage est très diversifiée ; nous remarquons ainsi qu'un nombre des débris plastiques élevées au niveau de la plage Belle Vue et une prédominance des granules.

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

الملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في دراسة مكانية وزمانية لمعرفة توزيع الحطام البلاستيكي وتحديد المصدر المحتمل للنفايات البلاستيكية. وتم إجراء مسح النفايات على سواحل ولاية سكيكدة بشاطئ العربي بن مهدي المجاور للمنطقة التي تتواجد فيها العديد من الفنادق والشقق المخصصة للسياح، وذلك خلال الفترة من يناير إلى أبريل 2024. نجد النفايات في كل مكان في بيئتنا وعلى وجه الخصوص النفايات البلاستيكية.

وهذه مشكلة كبيرة تؤثر بشكل خاص على المدن الصناعية والسياحية. تعتبر شواطئ ولاية سكيكدة من الشواطئ الملوثة لأنها مليئة بالنفايات البلاستيكية التي تصل إما عن طريق التيارات البحرية أو تصريفات واد القط أو الحضور السياحي. الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تقييم الوفرة والتوزيع المكاني للنفايات البلاستيكية بشواطئ سكيكدة أثناء محاولة تحديد وفرة النفايات حسب وزنها وفئاتها وأعدادها حسب الشواطئ وأنماط توزيعها المكاني. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن التلوث بالنفايات البلاستيكية يؤثر على جميع الشواطئ المدروسة، ولكن مع وجود اختلافات في طرق التوزيع و من الوفرة. تؤثر المعلمات المشتركة على انتشار الحطام البلاستيكي، عبر آليات النقل المختلفة (الرياح، والتيارات البحرية، والتصريفات الصناعية، وما إلى ذلك). وهكذا نلاحظ غياب فئات معينة في نطاقات معينة، على التوالي، الخيوط. توزيع الفئات حسب الشاطئ متنوع للغاية؛ وبالتالي نلاحظ وجود عدد كبير من الحطام البلاستيكي على شاطئ بيل فيو وغلبة للحبيبات. **الكلمات المفتاحية:** التلوث، النفايات البلاستيكية، الساحل البحري، شواطئ سكيكدة.

Abstract:

The objective of this study was to contribute to a spatial and temporal study to know the distribution of plastic debris and to determine the probable source of plastic waste. The waste survey was carried out on the coast of Skikda, at the beach of El Arbi Ben Mhidi neighboring the area where many hotels and apartments for tourists are located, during the period January to April 2024. We find waste everywhere in our environment and more particularly plastic waste. This is a major problem that particularly affects industrial and tourist cities.

The beaches of the wilaya of Skikda are polluted beaches because they are filled with plastic waste which arrives either by marine currents, discharges from Oued Elgat, or tourist attendance. The main objective of this work is to evaluate the abundance and spatial distribution of plastic waste at the beaches of Skikda while trying to determine: The abundance of waste according to their weight, categories and numbers according to beaches as well as their spatial distribution patterns. The results of this study revealed that pollution by plastic waste affects all the beaches studied, however with differences in the modes of distribution and of abundance.

Common parameters influence the diffusion of plastic debris, via different transport mechanisms (wind, sea currents, industrial discharges, etc.). We thus observe the absence of certain categories on certain ranges, respectively the filaments. The distribution of categories by beach is very diverse; We thus notice a high number of plastic debris at Belle Vue beach and a predominance of granules.

Keywords: Pollution, plastic waste, marine coastline, Skikda beaches.

Liste des figures

N°	Le titre	Page
Figure 1	Carte de la situation géographique de la wilaya de Skikda et la répartition des stations d'échantillonnage sur le littoral de Skikda	4
Figure 2	Protocole d'échantillonnage.	8
Figure 3	Quadra 1m*1m	8
Figure 4	Récupération des déchets par tamisage	9
Figure 5	Plastiques films	9
Figure 6	Fragments	9
Figure 7	Granules	9
Figure 8	Bouchons	9
Figure 9	Polystyrène	9
Figure 10	Bouteilles	9
Figure 11	Filaments	10
Figure 12	Ponges	10
Figure 13	Opération de tri de dénombrement	10
Figure 14	Le nombre total de plastique	13
Figure 15	Le poids de plastique total	14
Figure 16	Types de plastique du Post 1	15
Figure 17	Types de plastique du Post 3	15
Figure 18	Le nombre de plastique totale Post 5	16
Figure 19	Types de plastique de la plage Oued El Gat	16
Figure 20	Le nombre de plastique totale la plage Belle Vue	17
Figure 21	La moyenne totale du nombre des macroplastiques	18
Figure 22	La moyenne du poid des macroplastiques	19
Figure 23	La moyenne totale des mesoplastiques	20

Figure 24	La moyenne totale de poid des mesoplastiques	21
Figure 25	la moyenne totale de nombre des granules	22
Figure 26	la moyenne totale de poid des granules	23
Figure 27	Le nombre des macroplastiques	24
Figure 28	Le nombre des mesoplastiques	25
Figure 29	Le nombre des macroplastiques	27
Figure 30	Le nombre des mesoplastiques	28
Figure 31	Le nombre des granules	29
Figure 32	Le nombre des macroplastiques	30
Figure 33	Le nombre des mesoplastiques	31
Figure 34	Le nombre des macroplastiques	33
Figure 35	Le nombre des mesoplastiques	34
Figure 36	Le nombre des macroplastiques	36
Figure 37	Le nombre des mesoplastiques	37
Figure 38	Le nombre des granules	38
Figure 39	Plastique total	39
Figure 40	Plastique total	40
Figure 41	Plastique total	40
Figure 42	Plastique totale page	41

Liste des tableaux

N°	Le titre	N° page
Tableau 1	Caractéristiques des stations étudiées	5
Tableau 2	Le nombre de plastique totale	13
Tableau 3	Le poid de plastique totale	14
Tableau 4	La moyenne totale du nombre des macroplastiques	17
Tableau 5	La moyenne du poid des macroplastiques	18
Tableau 6	La moyenne totale des mesoplastiques	19
Tableau 7	La moyenne totale de poid des mesoplastiques	20
Tableau 8	La moyenne totale de nombre des granules	21
Tableau 9	La moyenne totale de poid des granules	22
Tableau 10	Le nombre des macroplastiques	23
Tableau 11	Le nombre des mesoplastiques	25
Tableau 12	Le nombre des granules	26
Tableau 13	Le nombre des macroplastiques	27
Tableau 14	Le nombre des mesoplastiques	28
Tableau 15	Le nombre des granules	29
Tableau 16	Le nombre des macroplastiques	30
Tableau 17	Le nombre des mesoplastiques	31
Tableau 18	Le nombre des granules	32
Tableau 19	Le nombre des macroplastiques	32
Tableau 20	Le nombre des mesoplastiques	34
Tableau 21	Le nombre des granules	35

Tableau 22	Le nombre des macroplastiques	35
Tableau 23	Le nombre des mesoplastiques	36
Tableau 24	Le nombre des granules	37
Tableau 25	Plastique totale	38
Tableau 26	Plastique totale	39
Tableau 27	Plastique totale	40
Tableau 28	Plastique totale	41
Tableau 29	Plastique totale	42
Tableau 30	Plastique totale	42

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.

La pollution des Mers et des Océans par les déchets plastiques est devenue une préoccupation centrale à la suite des alertes de navigateurs, sportifs, scientifiques et experts concernant la formation de zones d'accumulation de plastiques au centre des grands gyres océaniques (Marek et al., 2020).

La présence et l'accumulation des déchets plastiques sur les côtes, reconnues comme une menace majeure qui affecte de plus en plus la qualité des eaux marines et celle des plages. 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).

Selon les estimations de la fondation Ellen Macarthur (REF.), la quantité des déchets plastiques dans l'Océan pourrait presque tripler d'ici 2040 pour atteindre 29 millions de tonnes, ce qui équivaut à 50 kg de plastiques pour chaque mètre de côte dans le monde.

La Mer Méditerranée est classée 6ème à l'échelle mondiale en termes d'accumulation du plastique. Il s'agit d'une Mer semi-fermée dont les eaux se renouvellent environ chaque siècle tandis que la persistance des plastiques en est très largement supérieure. Avec le développement socioéconomique, les 22 pays riverains accusent une forte littoralisation et une industrialisation liée en partie à des activités intenses de transport maritime, de tourisme, de pêche et d'aquaculture (Chevallier et Veyre, 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). Parmi les deux millions de tonnes d'emballage plastique produits en Algérie par 192 unités seules 4000 tonnes sont récupérées, soit 0.2 % (Djemaci, 2011). Tandis que la capacité de récupération du plastique est de 130.000 tonnes par an (MATE 2004).

L'objectif de ce travail de mémoire consistait en étude spatial et temporelle pour connaître la répartition des débris plastiques et pour déterminer la source probable des déchets plastiques.

Le relevé des déchets a été réalisé sur la côte de Skikda, à la plage de El Arbi Ben Mhidi avoisinant la zone où de nombreux hôtels et appartements pour les touristes se localisent.

Le mémoire est structuré comme suit :

Dans la première partie présente une introduction général.

Dans la seconde partie, « Matériels et Méthodes », le protocole du relevé des plastiques et celui du comptage sont évoqués.

Dans la troisième partie en la présentation et la discussion des données acquises durant l'étude.

Finalement nous sommes terminées par une conclusion.



I. Partie pratique

I. Matériel et méthodes

I.1. Situation géographique

La wilaya de Skikda située en bordure de la mer méditerranée s'étale sur une Superficie de 4137.68km², elle possède une côte orientée Est de plus de 100 km sur laquelle alternent criques rocheuses et plages de sables fins (ANDI ,2013).

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.

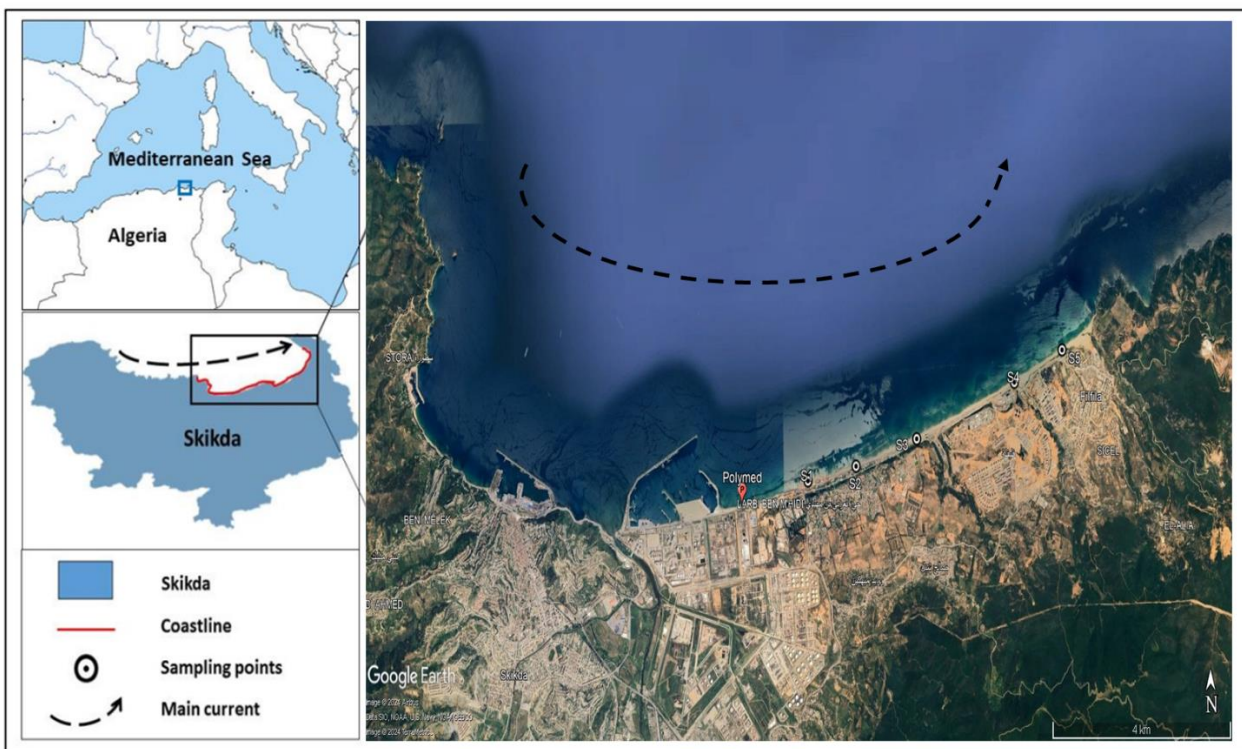


Figure 01: Carte de la situation géographique de la wilaya de Skikda et la répartition des stations d'échantillonnage sur le littoral de Skikda (Google Earth, 2024)

1.2. Choix des stations d'échantillonnage

Nous avons effectué les différentes expérimentations de notre étude sur un 05 site situé entre la plage de Larbi Ben Mhidi et Fil fila divisées en 11 postes.

Les 3 premières stations sont Postes 1 ; 3 ; 5 et la 4ème est la plage de Oued El Gat et la plage Belle Vue situés sur les plages de Larbi Ben M'Hidi, et Filfla.

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.

1.3. 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 de janvier jusqu' avril 2024.

Tableau 01: Caractéristiques des stations étudiées

Stations	Localisation	Coordonnées
Poste 01	La décante Larbi Ben M'Hidi	36°88'72.3``N 6°97'84.8``E
Poste 03	Gaz de France Larbi Ben M'hidi	36°89'56.5.9``N 6°99'95.0``E
Poste 05	Larbi Ben M'Hidi	36°89'42.9``N 7°01'18.0``E
Belle vue	FIL FILA	36°90'45.1``N 7°04'28.9``E
Oued El Gat	FIL FILA	36°90 `13.1``N 7°03'49.8``E

1.4. Caractéristiques physiques et naturels

Les vents: Le vent est parmi les facteurs efficaces de transport, reconnus dans la caractérisation du climat méditerranéen. L'action des vents agite la surface de la mer par des mouvements horizontaux.

Dans la wilaya de Skikda, les vents Sont généralement de secteur Nord – est et Sud – Est.

Les ports :

La Wilaya de skikda dispose de cinq (05) ports dont trois (03) de pêche (Collo, Stora et El Marsa).

Quant aux deux (02) autres, l'ancien et le nouveau port implantés à Skikda, ils ont des fonctions exclusivement commerciales liées aux hydrocarbures (pour le nouveau port).

Activités liées à la pêche

La Wilaya de Skikda dispose d'une façade maritime de 11 % de la côte algérienne et reste caractérisée par un relief accidenté et un plateau continental assez réduit.

L'étendue de la zone de pêche du secteur de la Wilaya de Skikda s'étend sur 3.068 km². Néanmoins, cette zone ne constitue aucunement une limite géographique pour les pêcheurs qui débordent au-delà de la bande autorisée en quête de territoires poissonneux.

En moyenne, des prises annuelles de 5.000 à 5.500 tonnes (dont 90% de poissons bleus). Sont enregistrées, soit 13,16 % seulement du potentiel halieutique de la région-Est, qui a été estimé à 38.000 tonnes en moyenne (toutes espèces confondues et ce au terme de la campagne menée par le Ministère de la pêche et des ressources halieutiques).

Activités liées au tourisme

De par les privilèges que lui offre sa position géographique, sa situation entre la mer et les massifs, la configuration de son relief et de son littoral ; Skikda détient un potentiel de richesses touristiques et historiques. En effet, riche de son littoral méditerranéen, la Wilaya offre d'excellentes opportunités de tourisme balnéaire (plages, forêts récréatives et aires de distraction) ; alors que la partie ouest de la Wilaya dispose de véritables curiosités relevant du pittoresque (massifs montagneux, couvert végétal important et varié, longue façade maritime, et paysages forestiers en hinterland et en bordure de mer).

Les vagues et les houles :

L'identification des milieux côtiers sensibles requiert la connaissance des vagues à la côte. En effet, les vagues atteignent la côte avec des directions et des hauteurs (énergies) différentes.

Et c'est essentiellement les fonds côtiers et la morphologie côtière qui influencent leur impact à la côte. Cette partie traite de l'étude de l'impact des vagues sur l'ensemble du littoral de Skikda. Il s'agit d'y distinguer les zones côtières protégées de celles qui sont plus exposées à l'attaque marine (vagues). Pour ce faire, le modèle SWAN a été utilisé pour l'étude sur modèle numérique de l'impact des vagues sur le littoral de Skikda et ce, à travers la digitalisation de la carte bathymétrique de Skikda (Leclaire, 1972) couplées avec des données de la morphologie du trait de côte et des données de vagues au large.

Courants marins :

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). Sur les côtes algériennes, les vitesses du courant général peuvent atteindre de 40 à 60 cm.s⁻¹ à proximité du plateau continental (Obaton et al, 2000)

2. Matériel d'échantillonnage

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

- Un cadre de 1m×1m.
- Une truelle.
- Deux tamis (5mm et de 1mm de diamètre).
- Des sacs en papier.
- Des gants.
- Une roue de mesure à affichage numérique.
- Une application mobile « Maps », pour avoir les coordonnées GPS.
- les gobelets.
- Balance.

3. METHODE D'ECHANTILLONNAGE

3.1. Sur site

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 de 1m x 1m 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 répété pour chaque quadrat.

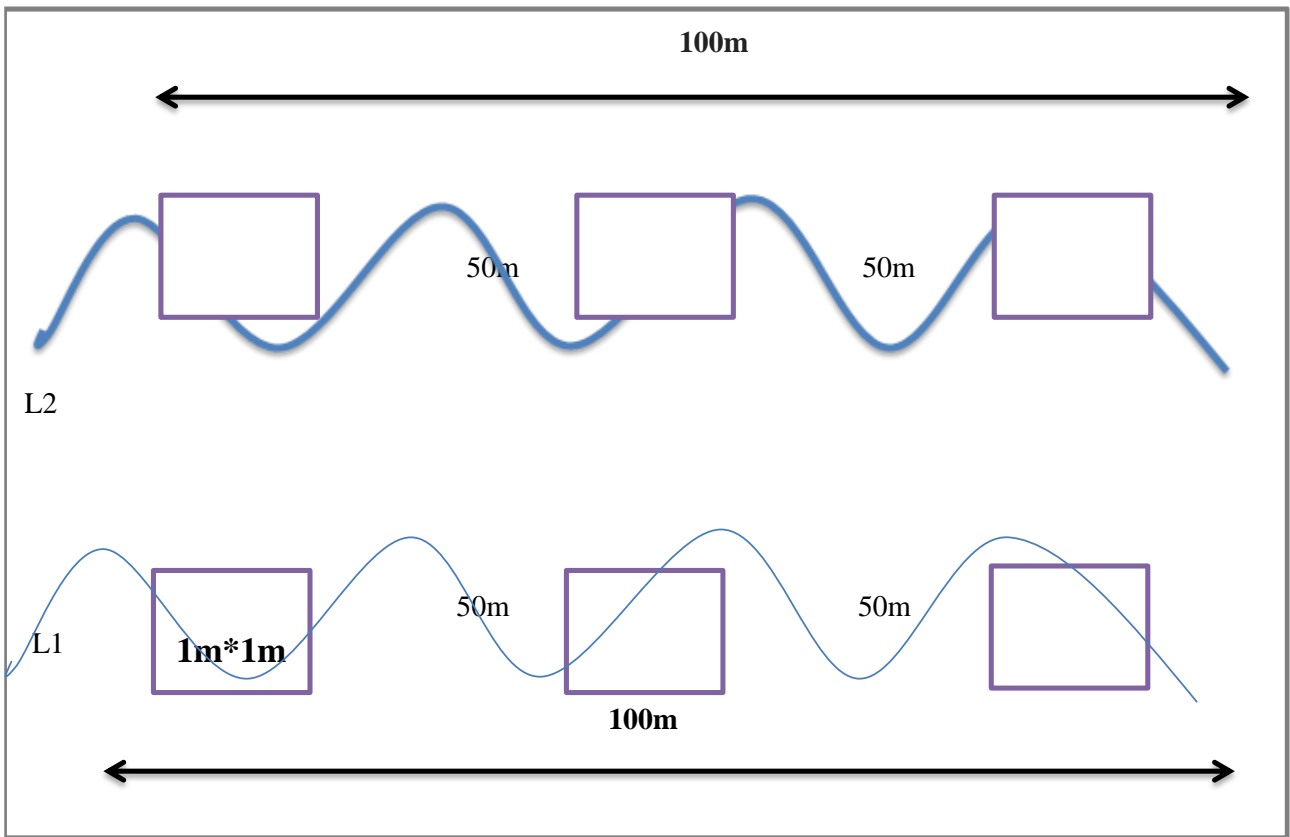


Figure 02 : Protocol d'échantillonnage.



Figure 03 : Quadra 1m*1m



Figure 04: Récupération des déchets par tamisage.

3.2. Au laboratoire

Les débris plastiques sont triés selon 8 catégories, à savoir les plastiques : les fragments, les films et les filaments ; Les bouteilles ; les bouchons ; polystyrènes / goblés.



Figure 05: Plastiques films



Figure 06: Fragments



Figure 07 : Granules



Figure08: Bouchons



Figure09: Polystyrène



Figure10: Bouteilles



Figure11: Filaments



Figure12: Ponges



Figure13: Opération de tri de dénombrement

4. Etude statistique :

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

4.2 L'indice de la pollution par les granule (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 :

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

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 ($IPP > 3,0$).

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

L'objectif de notre étude est l'évaluation de la pollution par le plastique.

II. 1. Les résultats

II. 1.1. Le nombre de plastique total

Tableau 02: Le nombre de plastique totale

Sorties	Poste 1	Poste 3	Poste 5	Oued El Gat	Belle Vue
Sortie 01	3565,67	433,83	191,4	266,17	325,33
Sortie 02	1993,33	623,66	207,16	87,83	84
Sortie 03	175,33	15,5	87,83	73,33	50,33
Sortie 04	166,83	32,83	34,42	13,49	157,5
Sortie 05	2434,19	37,5	53	14,33	136
Moyenne total	1361,27	228,67	114,76	91,03	150,93

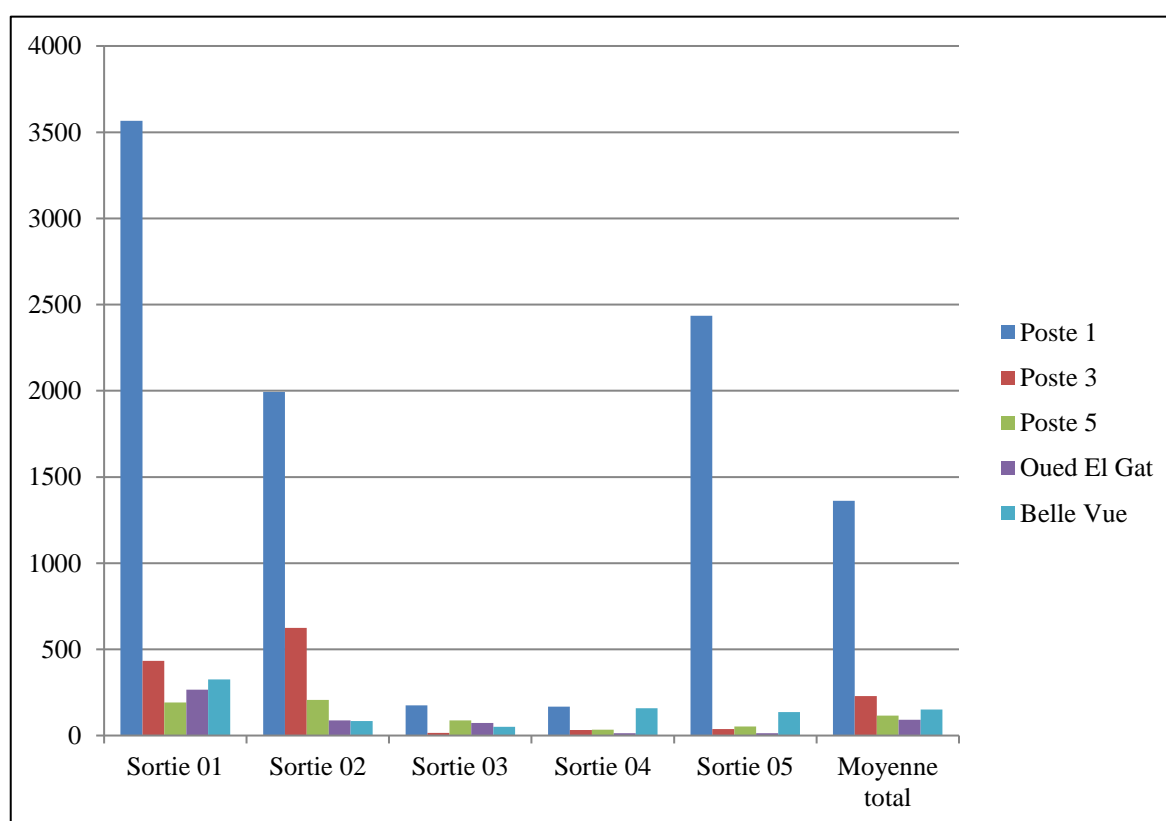


Figure 14: Le nombre total de plastique

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (Figure 14) :

Montre des variations du nombre total de plastique considérables avec un maximum atteint au niveau de station Post 1 observé lors des différents sorties.

Une diminution remarquable du nombre total de plastique lors des différents sorties par rapport à la 1^{ère} (hiver) sortie avec une disparition au niveau d'Oued El Gat dans la 4^{ème}, 5^{ème} sorties (le printemps) et Post 3 dans la 3^{ème} sortie (le printemps).

II.1.1.2. Le poids de plastique total

Tableau 03: Le poid de plastique total

Sorties	Poste 1	Poste 3	Poste 5	Oued El Gat	Belle Vue
Sortie 01	19,63	36,67	17,65	39,85	22,77
Sortie 02	15,36	5,6	7,74	3,13	11,45
Sortie 03	24,67	7,34	19,01	2,4	4,13
Sortie 04	17,33	9,01	7,73	16,19	6,35
Sortie 05	150,07	15,13	8,27	15,08	7,36
Moyenne total	45,41	14,73	12,08	15,33	9,15

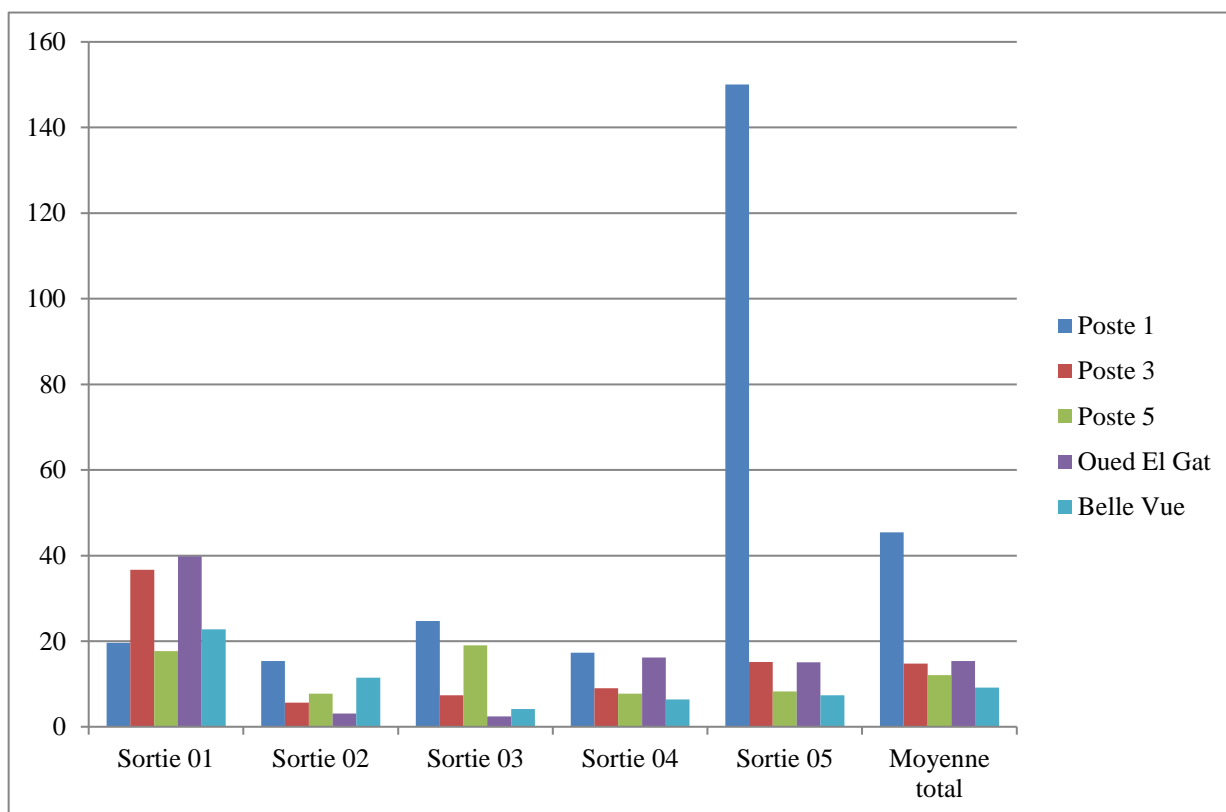


Figure 15 : Le poids de plastique total

Les résultats obtenus dans la (Figure 15) représentent :

Le poids de plastique total au niveau de chaque plage est très variable, cette variabilité est fonction des sites étudiés et on remarque une dominance avérée du poid de plastique au niveau du Post 1 lors des différent sortis sauf la 1^{ère} sortie (hiver) c'est Oued El Gat et Poste 03 avec un maximum atteint au niveau de station Post 1 dans la 5^{ème} sortie (le printemps).

II.1.2. Types de plastique selon la taille

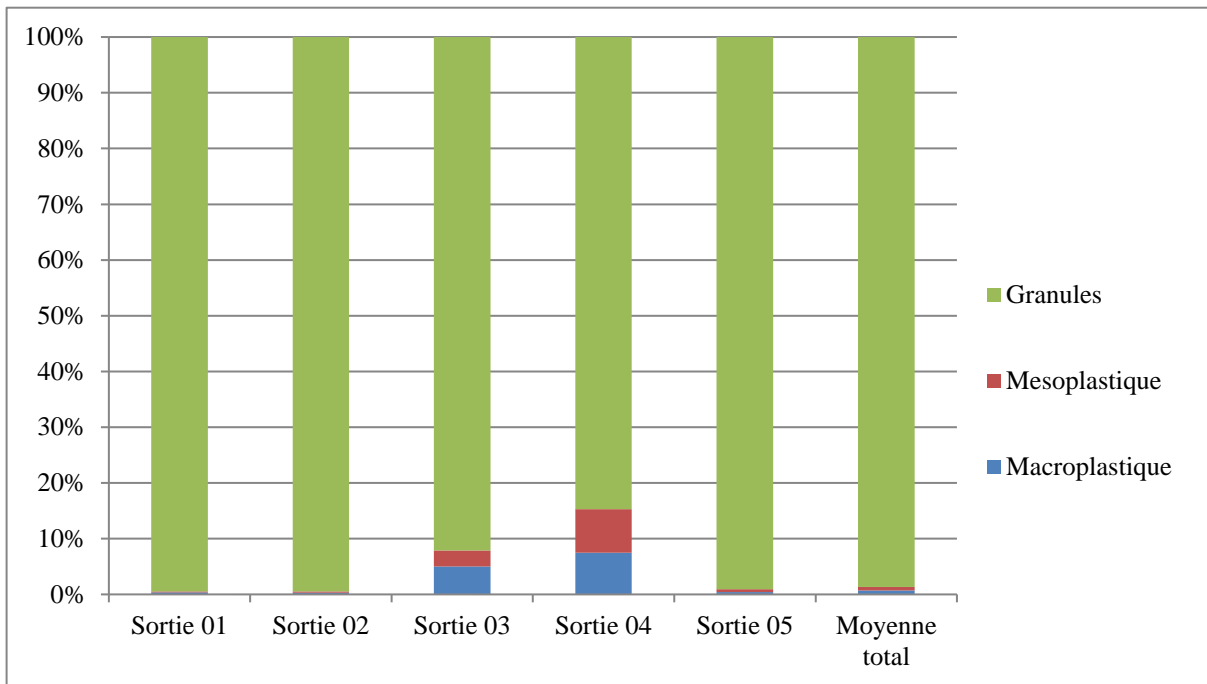


Figure 16: Types de plastique du Post 1

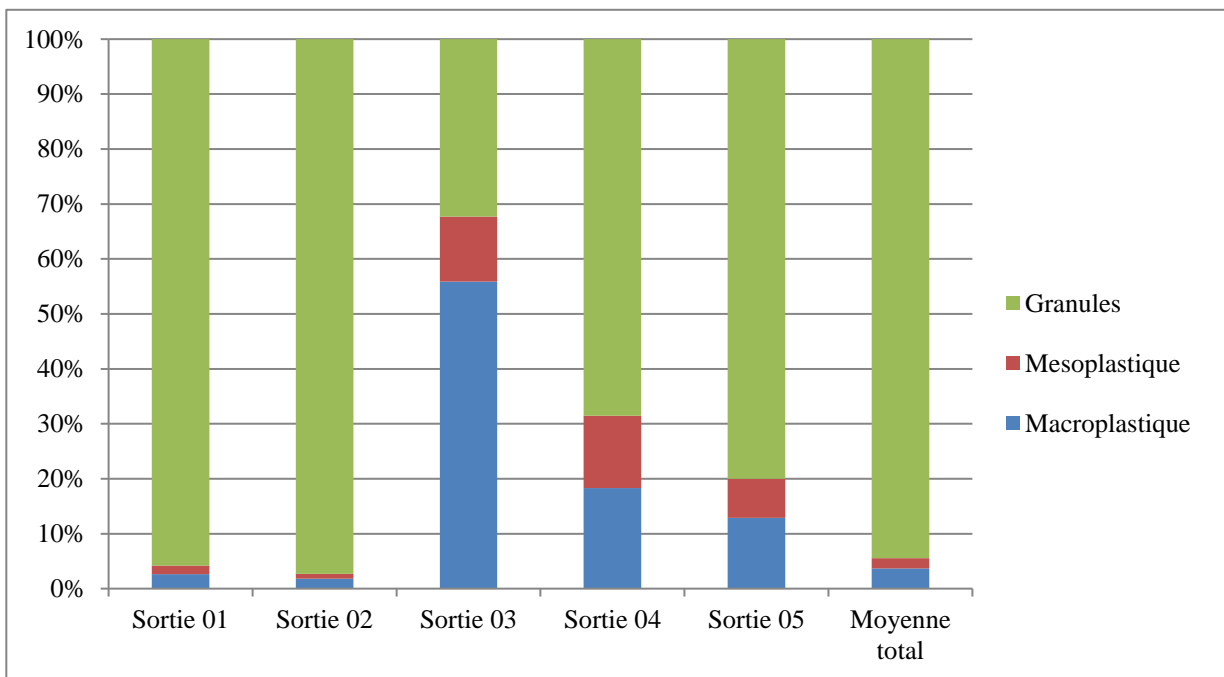


Figure 17: Types de plastique du Post 3

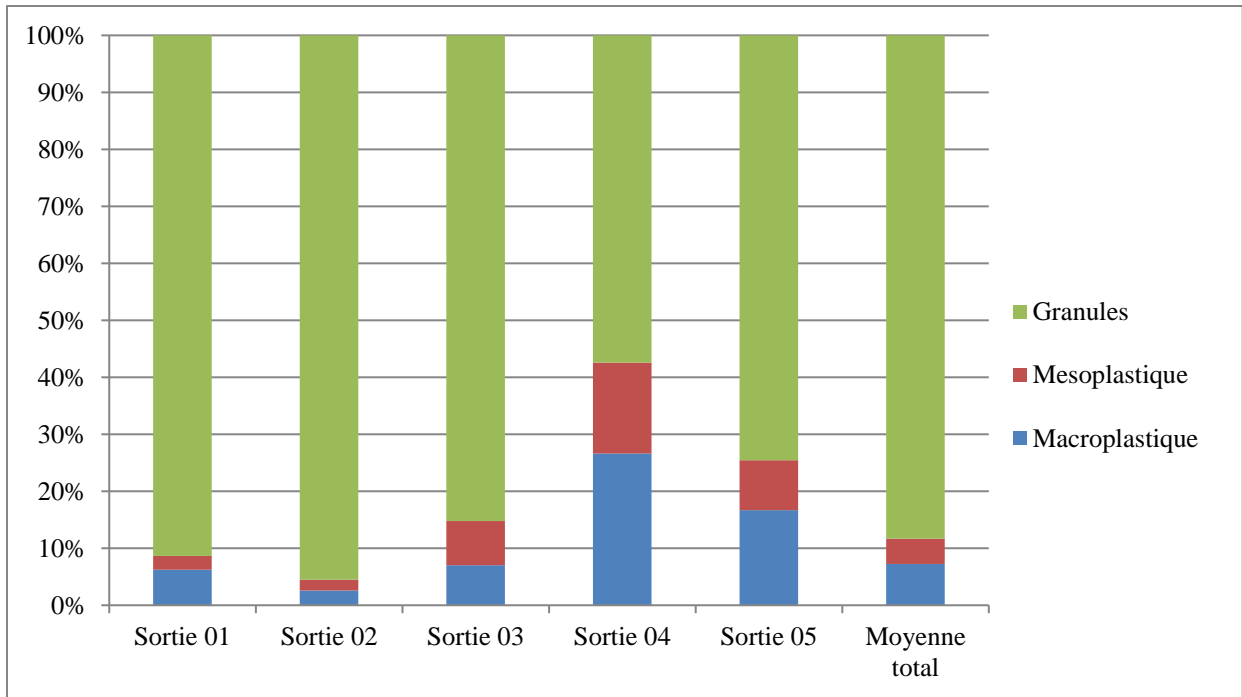


Figure 18: Le nombre de plastique totale Post 5

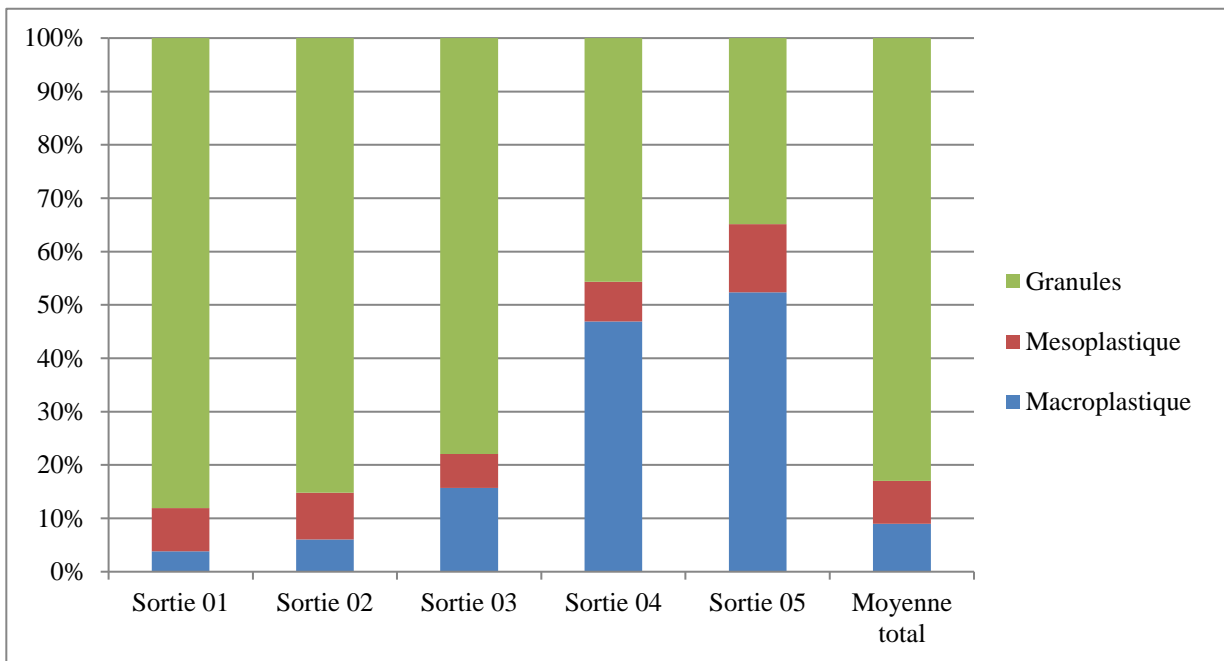


Figure19: Types de plastique de la plage Oued El Gat

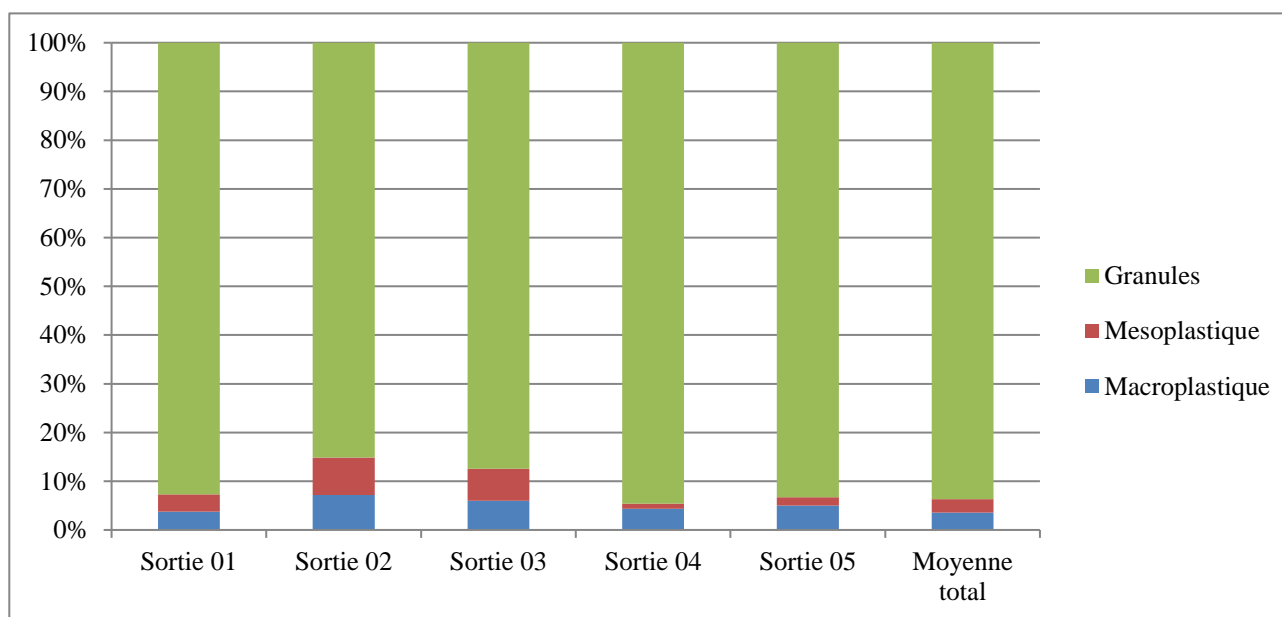


Figure 20: Le nombre de plastique totale la plage Belle Vue

La variation du nombre totale plastique dans la (**figure 16, 17, 18, 19, 20**) représentent :

Il y a une dominance de nombre des granules durant toute les sorties, celui-ci sont présentes en quantités importantes durant toutes les sorties de travail par rapport aux macroplastiques et mésoplastiques qui sont présentés en faible quantité sur toutes les cites échantillonnés.

II.1.2.1. Macro plastiques (particule/ m²)

Tableau 04: La moyenne totale du nombre des macroplastiques

Sortie\Site	Poste 1	Poste 3	Poste 5	Oued El Gat	Belle Vue
Sortie 01	12,5	11,5	12	10,17	12,17
Sortie 02	6,33	11,33	5,33	5,33	6
Sortie 03	8,83	8,67	6,17	11,5	3
Sortie 04	12,5	6	9,17	6,33	6,83
Sortie 05	9,83	4,83	8,83	7,5	6,83
Moyenne total	10	8,47	8,3	8,17	6,97

La variation de la moyenne du nombre des macroplastiques dans la (**figure 21**) révèlent :

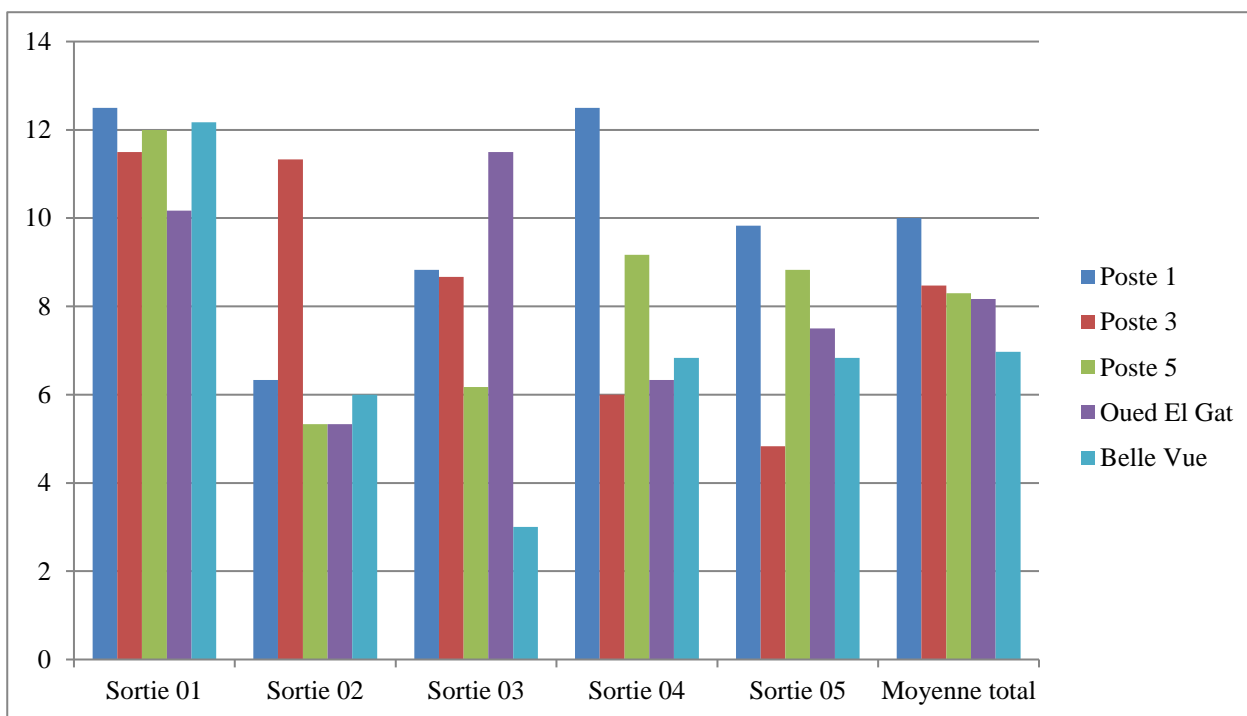


Figure 21: La moyenne totale du nombre des macroplastiques

Des variations de la moyenne totale du nombre des macroplastiques considérables avec une dominance avérée du moyenne totale du nombre des macroplastiques au niveau du Post 01 sur toutes les sites échantillonnés dans la 1^{ère} (hiver) et la 3^{ème} et la dernière (le printemps) sorties, par contre il y'a une augmentation remarquable de la moyenne totale du nombre des macroplastiques dans la 2^{ème} (hiver) et la 3^{ème} (le printemps) sorties au niveau du Poste 03 et Oued El Gat tandis que une diminution de la moyenne totale du nombre des macroplastiques au niveau de la plage Belle Vue et Post 5 par rapport à la 1^{ère} (hiver) sortie.

II.1.2.2. Le poids des macroplastiques (particule/g)

Tableau 05: La moyenne du poids des macroplastiques

Sorties	Poste 1	Poste 3	poste 5	Oued El Gat	Belle Vue
Sortie 01	17,3	34,37	12,75	29,12	15,67
Sortie 02	8,53	4,84	7,38	2,1	5,32
Sortie 03	14,37	4,84	5,35	1,87	3,47
Sortie 04	13	8,25	7,07	13,83	6,15
Sortie 05	143,5	12,67	6,57	14,78	6,63
Moyenne total	39,34	12,98	7,82	12,34	7,45

Les résultats de la variation du poids des macroplastiques sont représentés dans la (Figure 22) qui montre :

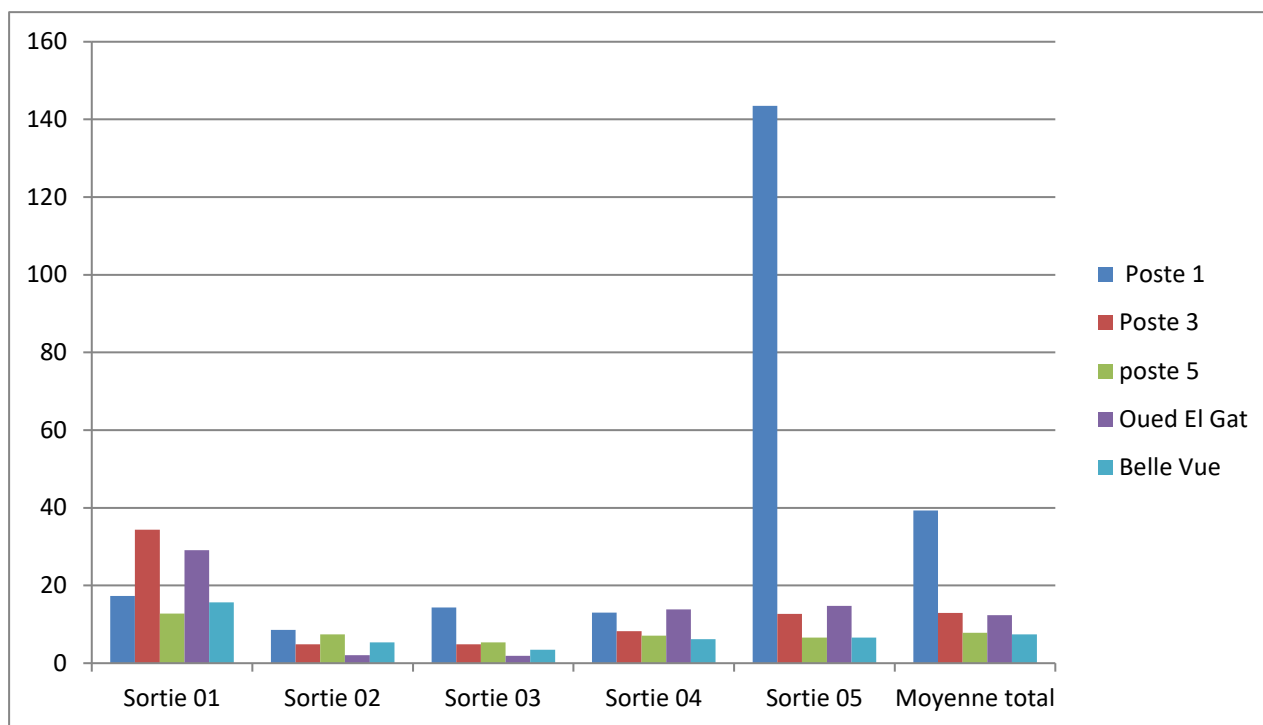


Figure 22: La moyenne du poids des macroplastiques

Une diminution de la moyenne totale de poids des macroplastiques au niveau de tous les sites échantillonnés observés lors des différentes sorties par contre il y a une augmentation de la moyenne totale de poids des macroplastiques au niveau du Post 1 avec un maximum atteint dans la 4^{ème} (le printemps) sorties.

II.1.2.3.Mésoplastique (particule/ m²)

Tableau 06: La moyenne totale des mesoplastiques

Sorties	Poste 1	Poste 3	Poste 5	Oued El Gat	Belle Vue
Sortie 01	7,17	6,67	4,6	21,5	11,67
Sortie 02	4,67	5,5	4	7,67	8
Sortie 03	5	1,83	6,83	4,67	3,33
Sortie 04	13	4,33	5,5	1	1,67
Sortie 05	12,7	2,67	4,67	1,83	2,33
Moyenne total	8,51	4,2	5,12	7,33	5,4

D'après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (Figure 23) on remarque :

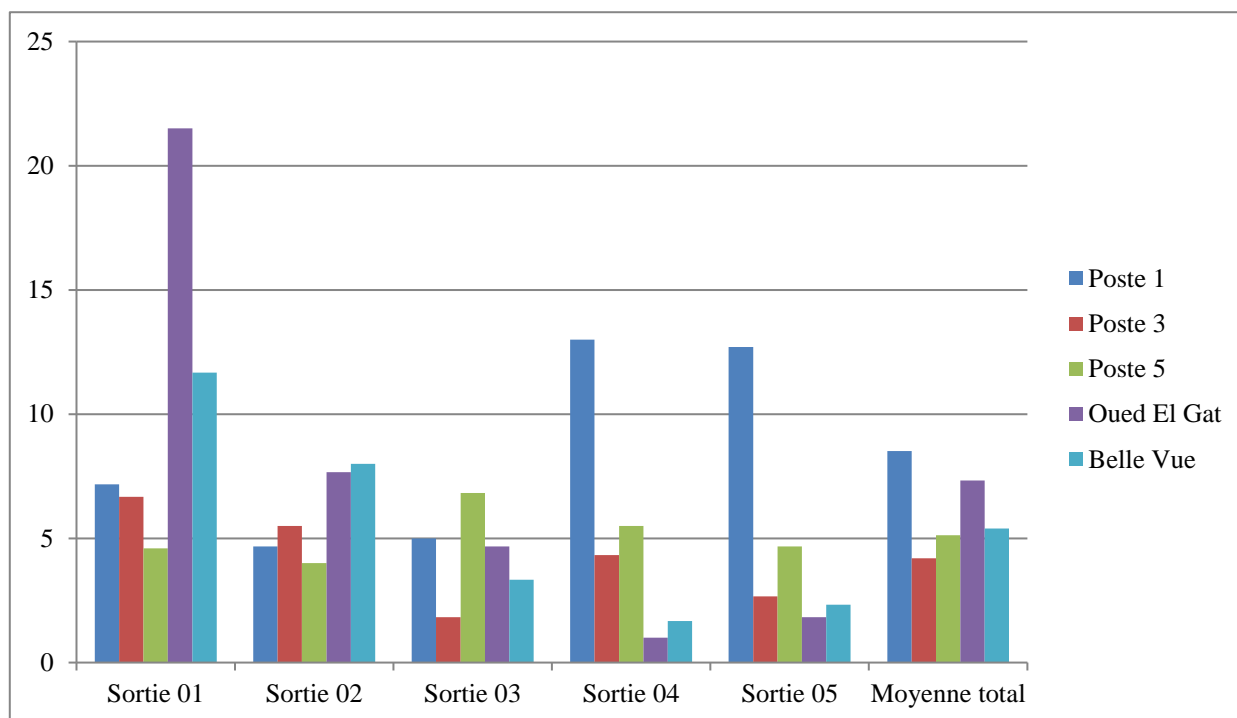


Figure 23: La moyenne totale des mesoplastiques

La moyenne totale des mesoplastiques au niveau de chaque plage est très variable, cette variabilité est fonction des sites étudiés, on remarque une dominance avérée de la moyenne totale des mesoplastiques au niveau du Post 1 lors des différentes sorties sauf la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver) sorties c'est Oued El Gat et la plage Belle Vue et 3^{ème} (le printemps) sortie c'est Post 5.

II.1.2.4. Le poids des mésoplastiques (g/m²)

Tableau 07: La moyenne totale de poids des mesoplastiques

Sorties	Poste 1	Poste 3	poste 5	Oued El Gat	Belle Vue
Sortie 01	1,16	1,15	2,45	5,366	3,55
Sortie 02	3,41	0,38	0,18	0,51	3,06
Sortie 03	5,15	1,25	6,83	0,26	0,33
Sortie 04	2,16	0,38	0,33	1,18	0,2
Sortie 05	3,28	1,23	0,85	0,15	0,36
Moyenne total	3,03	0,87	2,13	1,49	1,5

Les résultats obtenus (**figure 24**) révèlent : La moyenne totale du poids des mesoplastiques au niveau de chaque plage est très variable, on remarque une augmentation du poids des mesoplastiques au niveau du Post 1 lors des différentes sorties par rapport la 1^{ère} (hiver) sortie et un balancement remarquable de la moyenne totale du poids des mesoplastiques au niveau du Post 3 et Post 5 avec un maximum atteint dans la 3^{ème} (le printemps) sortie de ce dernier.

Une diminution de la moyenne totale du poids des mesoplastiques au niveau d'Oued El Gat et la plage Belle Vue Par rapport à la 1^{ère} (hiver) sortie.

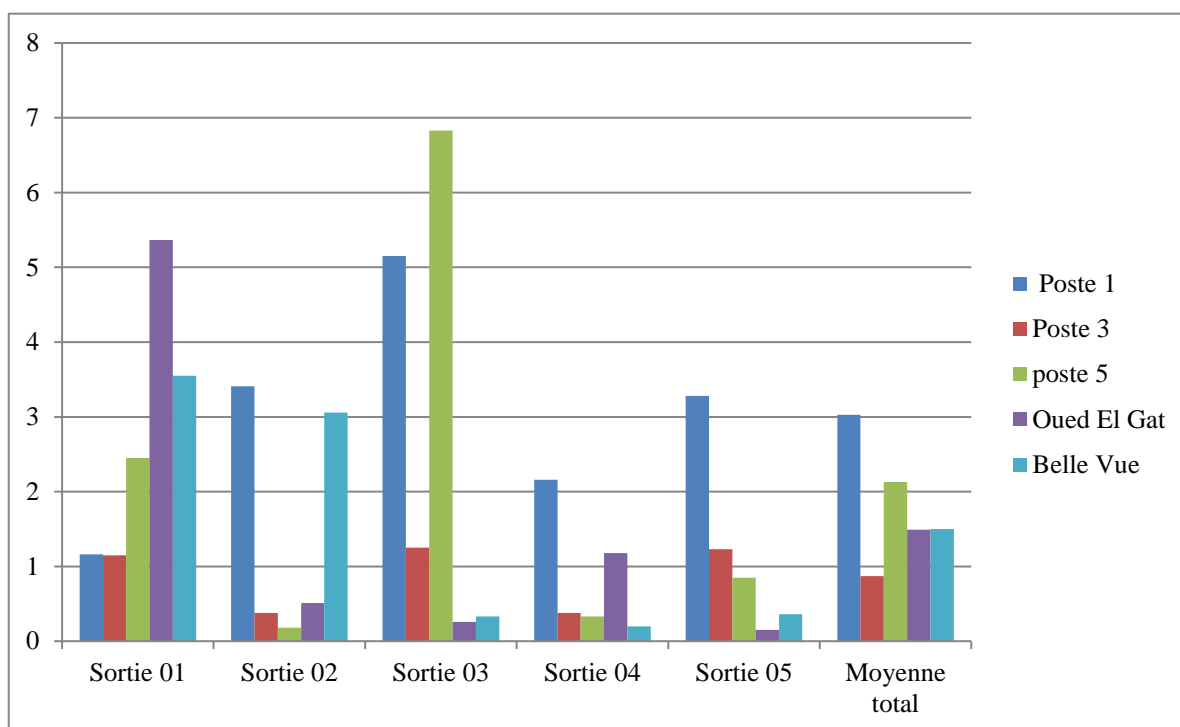


Figure 24: La moyenne totale de poids des mesoplastiques

II.1.2.5. Le poids des granules (particule/ m²)

Tableau 08: La moyenne totale de nombre des granules

Sorties	Poste 1	Poste 3	poste 5	Oued El Gatte	Belle Vue
Sortie 1	2017	415,66	174.8	234.5	301.5
Sortie 2	1982.33	606.83	197.83	74.83	71.5
Sortie 3	161.5	5	74.83	57.16	44
Sortie 4	1304	22.5	19.75	6.16	149
Sortie 5	2411.66	30	39.5	5	126.83
Moyenne total	1575.298	166.0825	101.342	75.53	138.566

Les résultats obtenus (**Figure 25**) révèlent :

Une diminution remarquable de la moyenne totale du nombre des granules au niveau de tous les sites étudiés lors des différentes sorties par rapport à la 1ère (l'Evert) sortie avec une dominance de ces granules au niveau du Post 1.

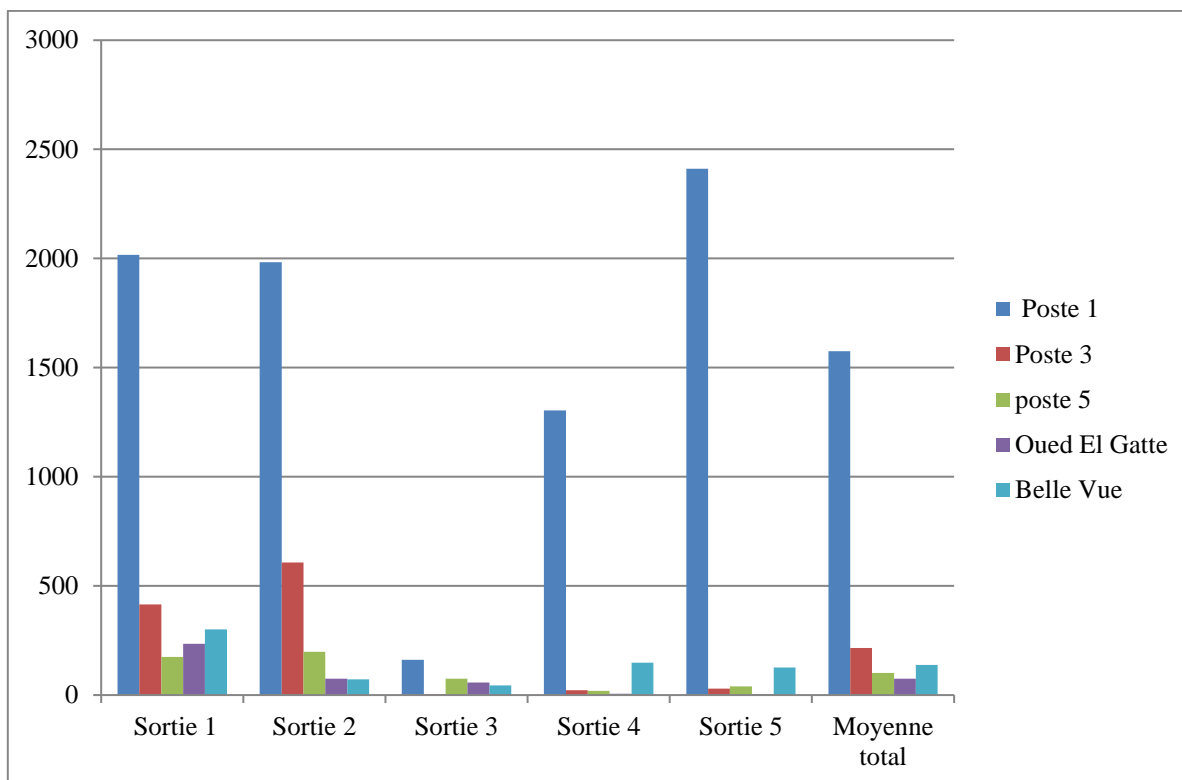


Figure 25: la moyenne totale de nombre des granules

II.1.2.6. Les granules (particule/g)

Tableau 09: La moyenne totale de poids des granules

Sorties	Poste 1	Poste 3	poste 5	Oued El Gatte	Belle Vue
Sortie 01	43,87	16,33	2,24	13,45	19,33
Sortie 02	20,75	12,5	5,16	2,1	2,63
Sortie 03	6,05	0,13	2,61	1,86	1,66
Sortie 04	34,93	0,56	0,26	0,15	1.85
Sortie 05	38,25	0,35	2,33	0,08	0.35
Moyenne total	28,77	5,974	2,52	3,528	34,894

Les résultats obtenus (**figure 26**) révèlent :

Une diminution remarquable de la moyenne totale de poids des granule au niveau de toutes les sites étudiés lors des différentes sorties par rapport la 1^{ère} (hiver) sortie sauf la 4^{ème} (le printemps) sortie au niveau du la plage Belle Vue on remarque une augmentation remarquable du poids totale des granules avec une disparition au niveau du Post 3 dans la 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties et Oued El Ga dans la 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

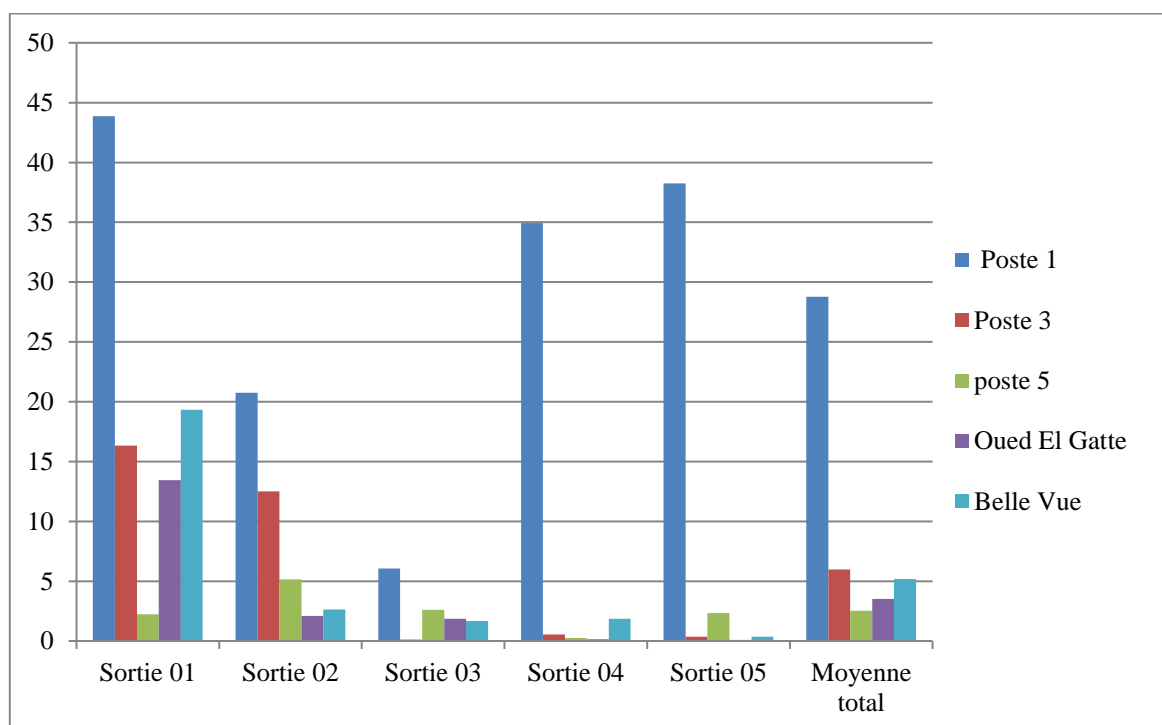


Figure 26: la moyenne totale de poids des granules

II. 1.3. Classification des déchets plastiques :

II. 1.3.1. Post 1 :

Les macroplastiques

Tableau 10: Le nombre des macroplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	20	18	17	20	16
Bouteilles	0	0	1	0	0
 Tubes	3	3	7	3	2
Ponges	1	0	1	1	0
Films	1	6	5	1	3
Fragments	41	11	20	41	33
Filaments	3	1	0	3	0
Mégot	0	0	2	0	30
Polystyrène	6	0	1	6	2

D'après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (Figure 27) on remarque :

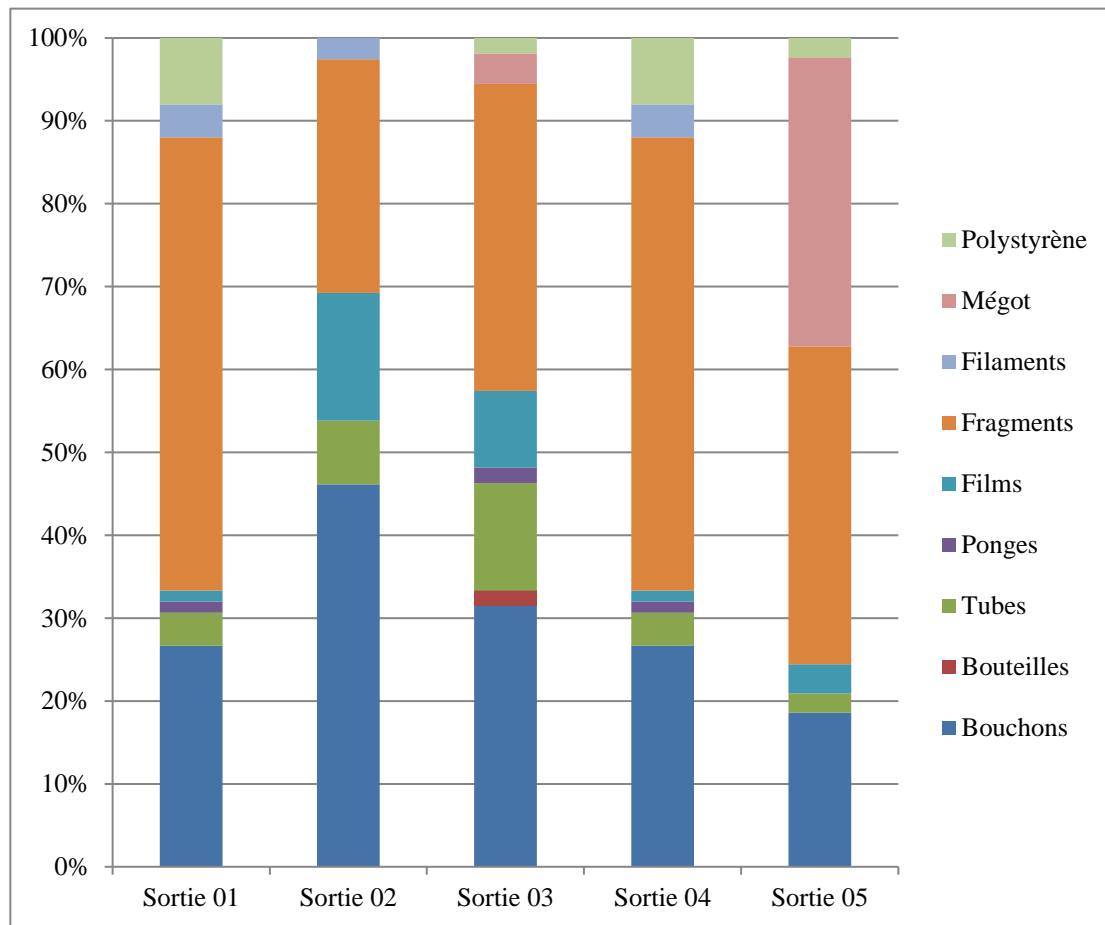


Figure 27: Le nombre des macroplastiques

Que le nombre total des macroplastiques au niveau du Post 1 est très variable lors des différentes sorties.

En outre, le nombre des fragments et les bouchons sont très forts par rapport les films et polystyrène, mégots, ponges, tubes, bouteilles lors des différentes sorties.

Il y a une disparition des bouteilles dans la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, les ponges dans la 2^{ème} (hiver), 5^{ème} (le printemps) sorties, les filaments dans 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 5^{ème} (le printemps) sorties, les mégots dans 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 4^{ème} (le printemps) sorties, polystyrènes dans la 2^{ème} (hiver) sortie.

Les mesoplastiques

Tableau 11: Le nombre des mesoplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	36	0	0	2	11
Bouteilles	0	0	0	0	0
 Tubes	0	0	0	0	0
Ponges	1	1	0	2	1
Films	0	7	0	1	0
Fragments	33	20	26	55	50
Filaments	0	0	0	0	0
Mégot	7,1	0	4	16	14
Polystyrène	1,2	0	0	2	1

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (**Figure 28**):

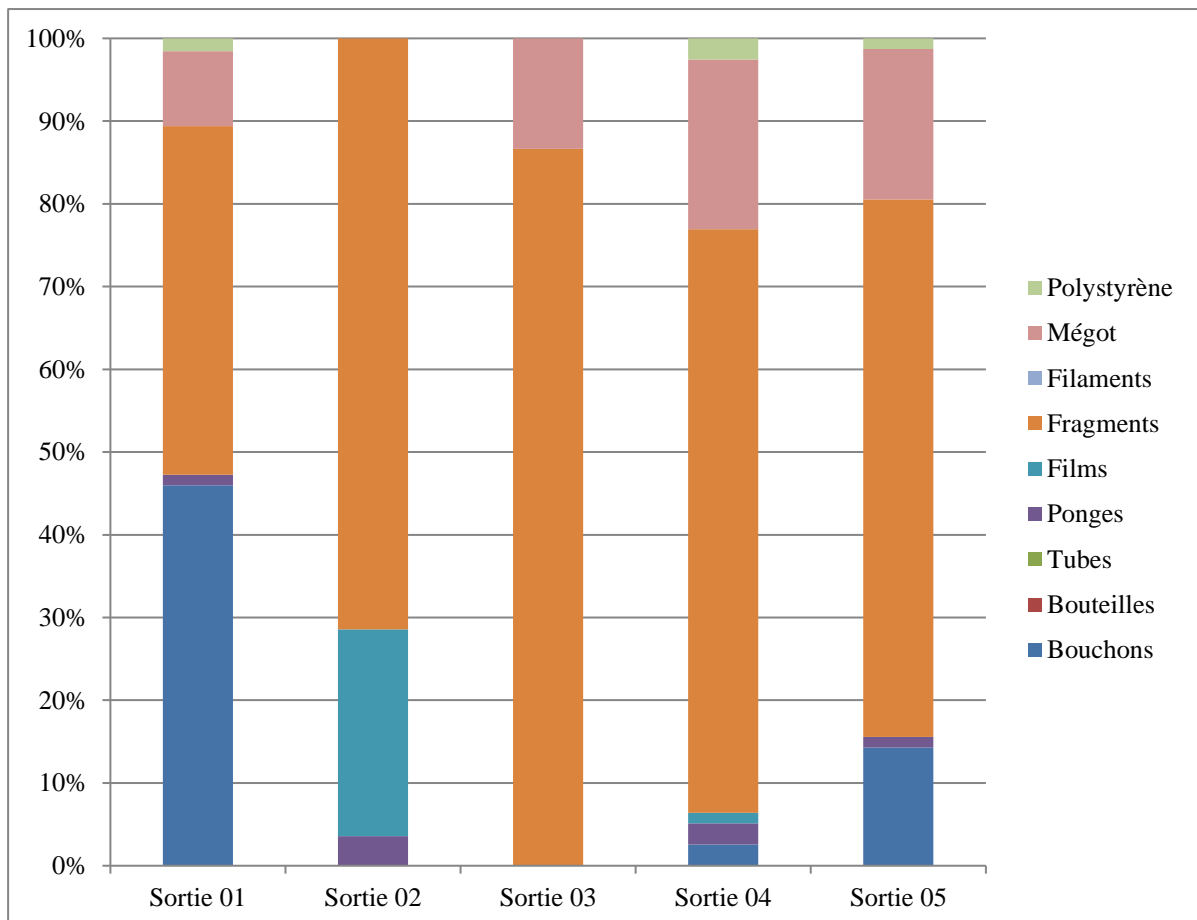


Figure 28: Le nombre des mesoplastiques

Que le nombre total des mésoplastiques au niveau du Post 1 est très variable lors des différentes sorties.

En outre, le nombre des fragments est très fort lors des différentes sorties et les bouchons dans la 1^{ère} (hiver) sortie par rapport les films et polystyrène, mégots, ponges, tubes, bouteilles lors des différentes sorties.

Il y a une disparition des bouteilles dans la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 3^{ème} (le printemps) sorties, les ponges dans la 3^{ème} (le printemps) sortie, les filaments et les bouteilles, les tubes lors des différentes sorties, les mégots dans la 1^{ère} (hiver) sortie, polystyrènes dans la 2^{ème} (hiver) sortie, 3^{ème} (le printemps) sorties, les films dans la 1^{ère} (hiver), 3^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

Les granules :

Tableau 12: Le nombre des granules

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Vierges	22517	11994	969	2	6060
Vielles	0	0	0	0	0

D'après les résultats du nombre total de plastique:

Il n'y a une dominance de nombre des granules vierges durant toute les sorties, celui-ci sont présentes en quantités importantes durant toutes les sorties.

Par contre il y a disparition totale du nombre des granules vieilles durant toute les sorties.

II. 1.3.2. Post 3 :

Les macroplastiques

Tableau 13: Le nombre des macroplastiques

Les types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	17	1	25	15	16
Bouteilles	3	0	0	0	0
Tubes	20	4	5	6	2
Ponges	0	0	0	3	3
Films	6	0	4	1	2
Fragments	17	13	18	11	11
Filaments	2	0	0	0	6

Polystyrènes	2	0	0	0	1
Mégot	2	1	0	0	0

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (**Figure 29**) :

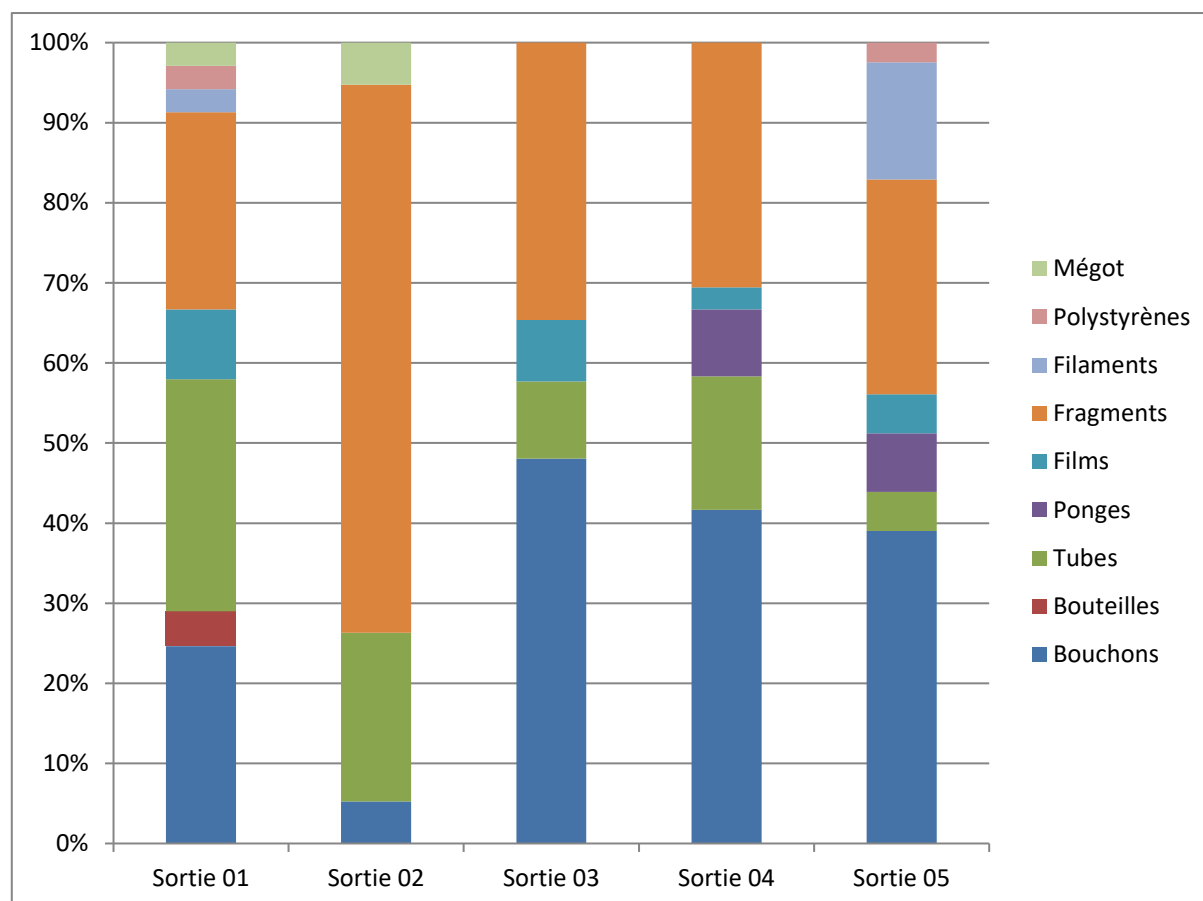


Figure 29: Le nombre des macroplastiques

Le nombre total des macroplastiques au niveau du Post 3 est très variable lors des différents sorties.

Le nombre des fragments et les bouchons sont très forts par rapport les films et polystyrène, mégots, ponges, tubes, bouteilles lors des différentes périodes d'étude.

Il y a une disparition des bouteilles dans la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 4^{ème}, 5^{ème} (printemps) sorties, les ponges dans la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 3^{ème} (printemps) sorties, les filaments dans 2^{ème} (hiver), 3^{ème}, 4^{ème} (printemps) sorties, les mégots dans 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (printemps) sorties, polystyrènes dans la 2^{ème} (hiver), 3^{ème}, 4^{ème} (printemps) sorties.

Les mesoplastiques

Tableau 14: Le nombre des mesoplastiques

Les types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	2	0	0	0	0
Bouteilles	0	0	0	0	0
 Tubes	4	0	0	0	2
Ponges	0	0	0	0	0
Films	1	0	0	0	1
Fragments	33	0	9	22	3
Filaments	0	0	0	2	5
Polystyrènes	5	0	0	0	1
Mégot	0	0	2	2	4

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (**Figure 30**) :

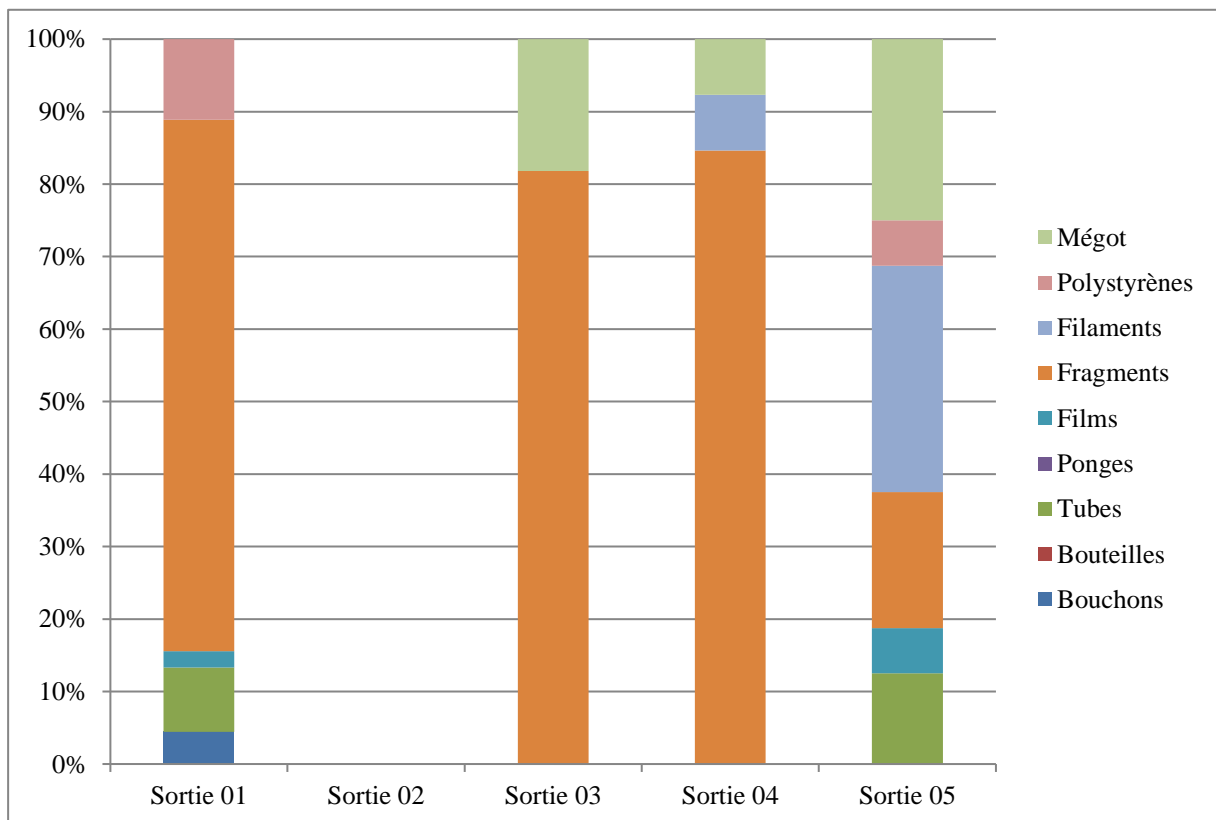


Figure 30: Le nombre des mesoplastiques

Le nombre total des mésoplastiques au niveau du Post 3 est très variable lors des différentes sorties.

En outre, le nombre des fragments et très forts lors des différentes sorties a par la 2^{ème} (hiver) sortie par rapport les films et polystyrène, mégots, ponges, tubes, bouteilles, bouchons.

Il y a une disparition totale des mésoplastiques dans la 2^{ème}(hiver) sortie, les tubes dans la 3^{ème}, 4^{ème} période d'étude, les ponges et les bouteilles lors des différentes périodes d'étude, les mégots dans 1^{ère}(hiver) sortie, polystyrènes, films dans la 3^{ème}, 4^{ème} (le printemps) sorties, bouchons dans la 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

Les granules :

Tableau 15: Le nombre des granules

Les sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Vierge	1030	3641	30	135	180
Vielles	0	19	0	0	0

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (**Figure 31**)

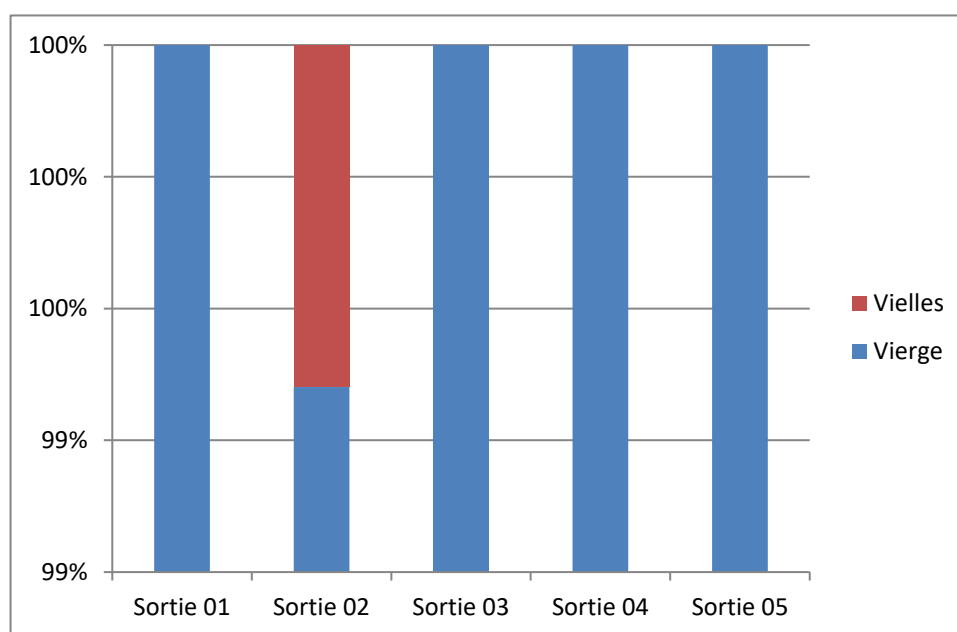


Figure 31: Le nombre des granules

Il y a une dominance de nombre des granules vierges durant toute les sorties, celui-ci sont présentes en quantités importantes durant toutes les sorties.

Par contre il y a disparition du nombre des granules vieilles durant toute la période de travail disparition dans la 1^{ère} (hiver), 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

II. 1.3.3. Poste 05

Les macroplastiques

Tableau 16: Le nombre des macroplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	5	30	9	7	8
Bouteilles	1	0	2	0	0
 Tubes	4	1	3	5	4
Films	11	0	3	2	0
Fragments	0	60	4	26	0
Mégot	0	0	0	0	0
Ponges	3	0	0	0	0
polystyrène	1	0	0	0	0

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (Figure 32) :

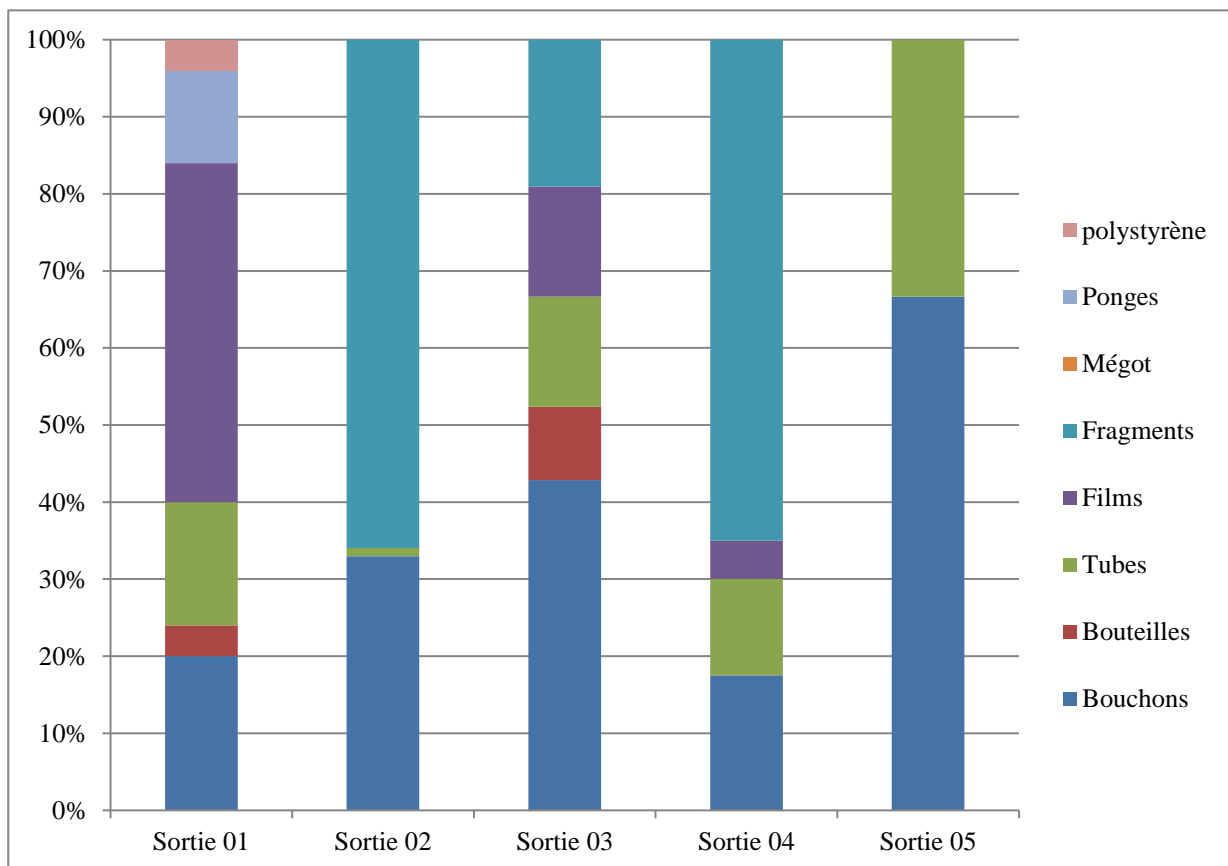


Figure 32: Le nombre des macroplastiques

Le nombre total des macroplastiques au niveau du Post 5 est très variable lors des différents sorties.

Le nombre des bouchons lors des différentes périodes d'étude et fragments dans la 2^{ème} (hiver), 3^{ème}, 4^{ème} (le printemps) sorties sont très forts par rapport les films et polystyrène, mégots, ponges, bouteilles lors des différentes sorties avec une présence des tubes dans tous les sites échantillonnés.

Il y a une disparition des bouteilles dans la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, les ponges, polystyrènes dans la 2^{ème} (hiver), 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, les mégots dans toute les sorties.

Les mesoplastiques

Tableau 17: Le nombre des mesoplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	14	5	0	0	0
Bouteilles	0	0	0	0	0
 Tubes	0	0	0	0	0
films	2	2	7	0	0
Fragments	62	19	22	33	16
Mégot	12	0	1	0	5
Ponges	0	0	5	0	2
polystyrène	1	0	6	0	5

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (**Figure 33**)

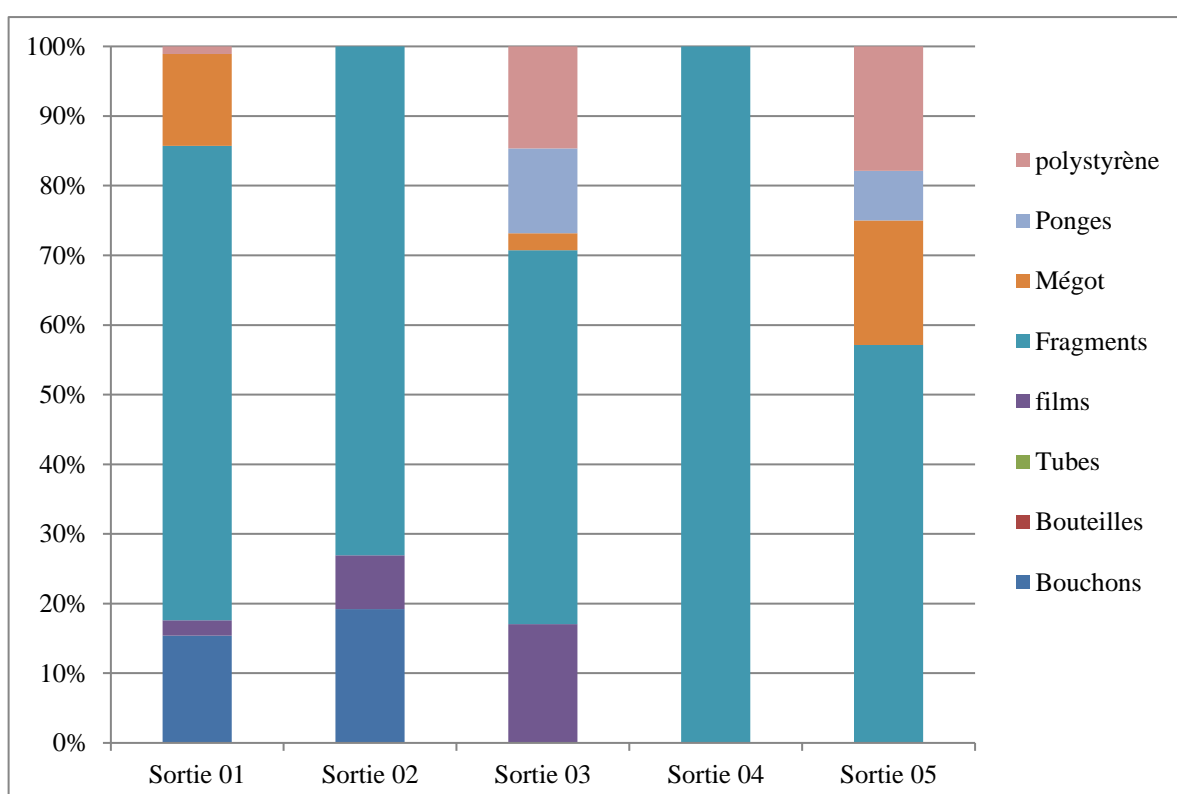


Figure 33: Le nombre des mesoplastiques

Le nombre total des mésoplastiques au niveau du Post 5 est très variable lors des différentes sorties.

En outre, le nombre des fragments est très fort lors des différentes sorties par rapport aux films et polystyrène, mégots, ponges, tubes, bouteilles, bouchons.

Il y a une disparition totale des films dans la 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, les ponges et lors des différentes sorties, les mégots dans la 1^{ère} (hiver) sortie, bouteilles, tubes dans toutes les sorties, bouchons dans la 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, le mégot dans la 2^{ème} (hiver), 4^{ème} (le printemps) sorties.

Les granules

Tableau 18: Le nombre des granules

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Vierge	1311	1187	449	237	237
vielles	0	0	0	0	0

D'après les résultats du nombre granules

Il n'y a pas une dominance de nombre des granules vierges durant toutes les sorties, ceux-ci sont présents en quantités importantes durant toutes les sorties. Tandis que il y a une disparition totale du nombre des granules vieilles durant toutes les sorties.

II. 1.3.3. Oued El Gat

Les macroplastiques

Tableau 19: Le nombre des macroplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	19	10	29	17	17
Bouteilles	14	0	14	0	0
Tubes	1	2	3	3	4
Ponges	5	1	6	1	1
Fragments	11	12	16	7	19
Mégot	0	2	0	1	0
Polystyrène	5	2	0	1	2
Films	6	1	0	9	3

Cette figure représente la somme total des différents types des macroplastiques de la station de oued El Gat on remarque :

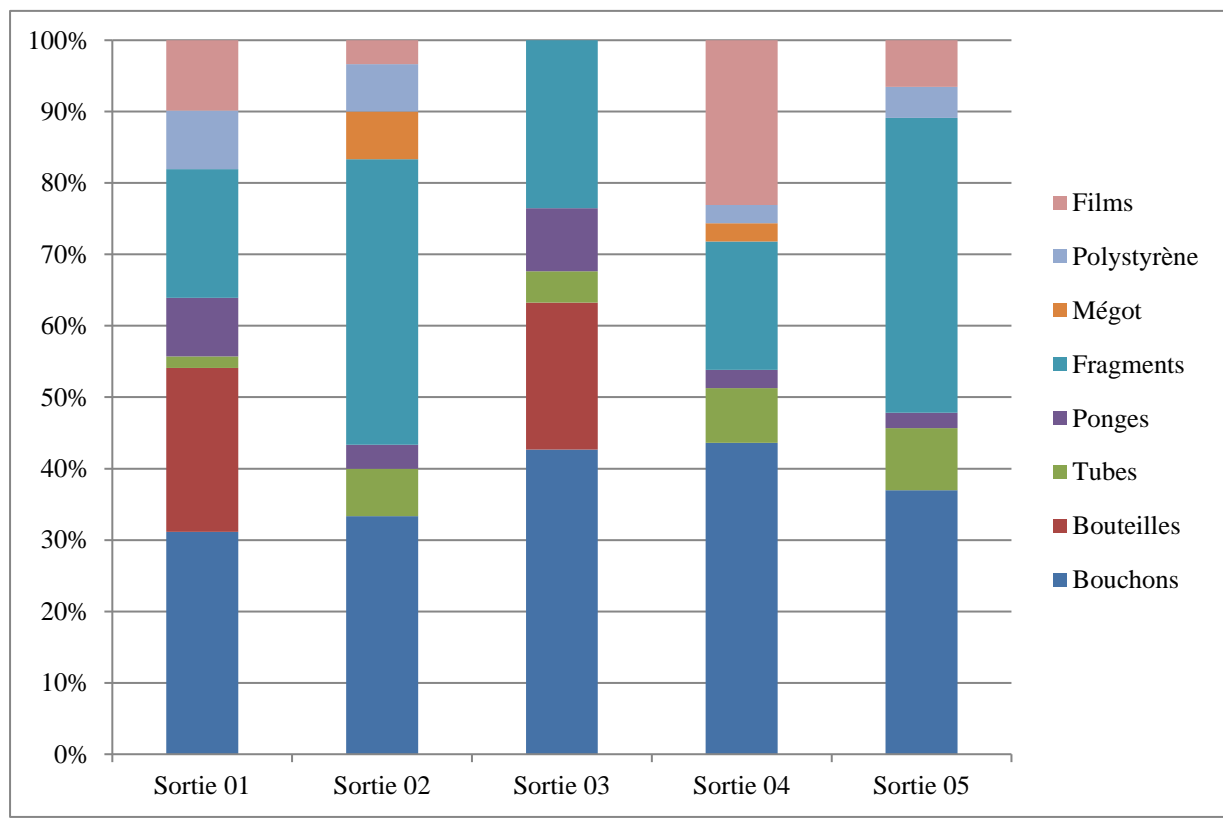


Figure 34: Le nombre des macroplastiques

Le nombre total des macroplastiques au niveau d'Oued El Gat est très variable lors des différents sorties. Le nombre des bouchons et fragments lors des différents sorties et sont très forts par rapport les films et polystyrène, mégots, bouteilles lors des différentes sorties avec une présence légère des tubes et ponges dans toute les sites échantillonnés.

Il y a une disparition des bouteilles dans la 1^{ère}, 2^{ème} (hiver), 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, polystyrènes, films dans la 3^{ème} (le printemps) sortie, les mégots 1^{ère} (hiver), 3^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

Les mésoplastiques :

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (Figure 35)

Le nombre total des mésoplastiques au niveau d'Oued El Gat est très variable lors des différents sorties.

En outre, le nombre des fragments et très forts lors des différents sorties d'étude par rapport les films et polystyrène, ponges, tubes, bouteilles, bouchons durant toutes les sorties avec une faible présence des mégots dans toutes les sorties.

Il y a une disparition totale des bouchons dans la 3^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, polystyrènes dans la 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, les ponges et lors des différents sorties, les mégots dans 1^{ère} (hiver) sorties, bouteilles dans toutes les sorties, tubes dans la 1^{ère}(hiver), 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties, ponges dans la 1^{ère} (hiver), 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

Tableau 20: Le nombre des mesoplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	5	10	0	1	0
Bouteilles	0	0	0	0	0
Tubes	0	2	1	0	0
Ponges	0	1	0	0	0
Fragments	117	12	27	4	7
Mégot	2	2	0	1	4
Polystyrène	2	1	0	0	0
Films	3	4	0	0	0

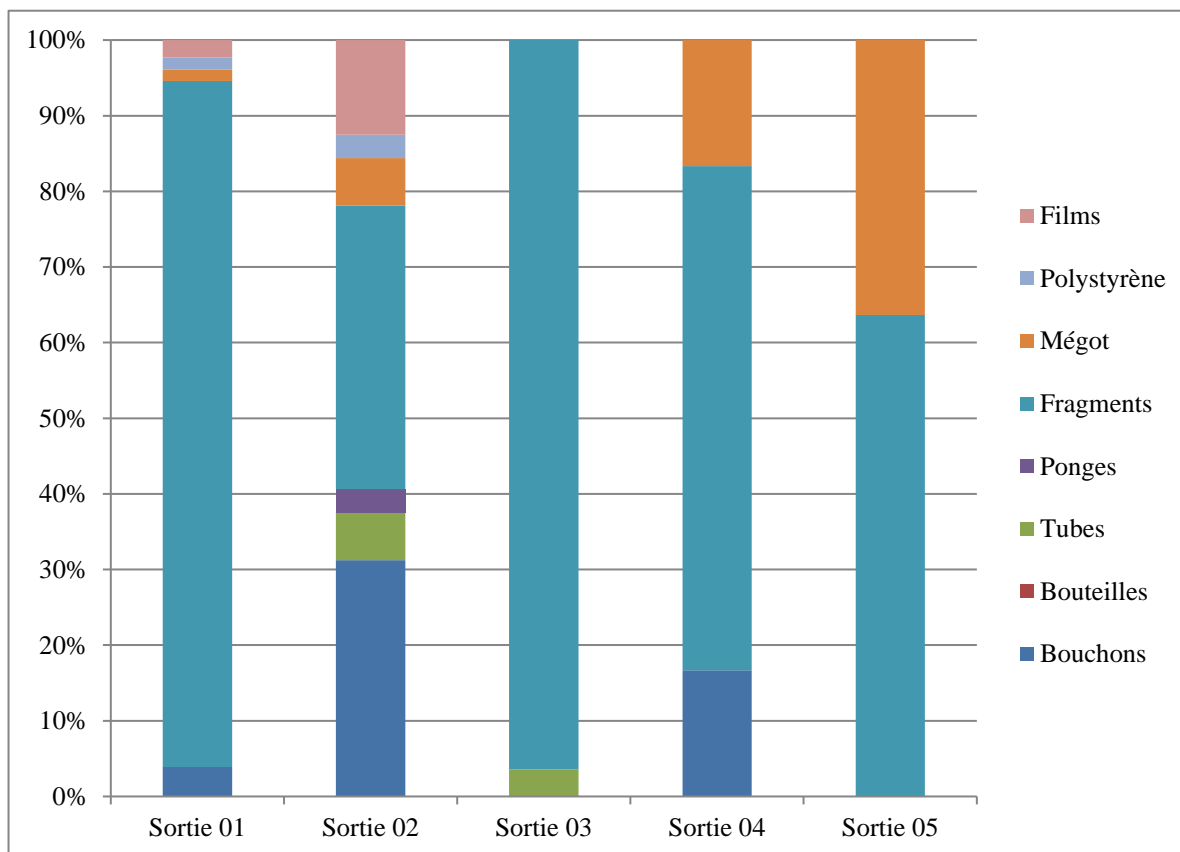


Figure 35: Le nombre des mesoplastiques

Les granules

Tableau 21: Le nombre des granules

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Vierges	807	449	343	37	30
Vielles	0	0	0	0	0

D'après les résultats du nombre total de plastique

Il n'y a une dominance de nombre des granules vierges durant toute les sorties, celui-ci sont présentes en quantités importantes durant toutes les sorties.

Par contre il y a une disparition du nombre des granules vieilles durant toute les sorties.

II. 1.3.3. Belle vue

Les macroplastiques

Tableau 22: Le nombre des macroplastiques

Les types	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	39	15	2	7	10
Bouteilles	1	3	0	3	0
 Tubes	12	3	3	2	5
Ponge	5	1	0	1	0
Fragments	2	9	9	7	4
Mégot	5	0	0	0	0
Granules	0	0	0	0	0
Polystyrène	1	0	1	1	1
Films	8	5	3	2	2

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la **(Figure 36)** :

Que le nombre totale des macroplastiques au niveau du la plage Belle Vue est très variable lors des différents sorties.

En outre, le nombre des fragments et les bouchons sont très forts par rapport les films et polystyrène, mégots, ponges, tubes, bouteilles lors des différentes sorties.

Il y a une disparition des polystyrènes dans la 2^{ème} (hiver) sortie, les ponges et les bouteilles dans la 3^{ème} (le printemps) sortie.

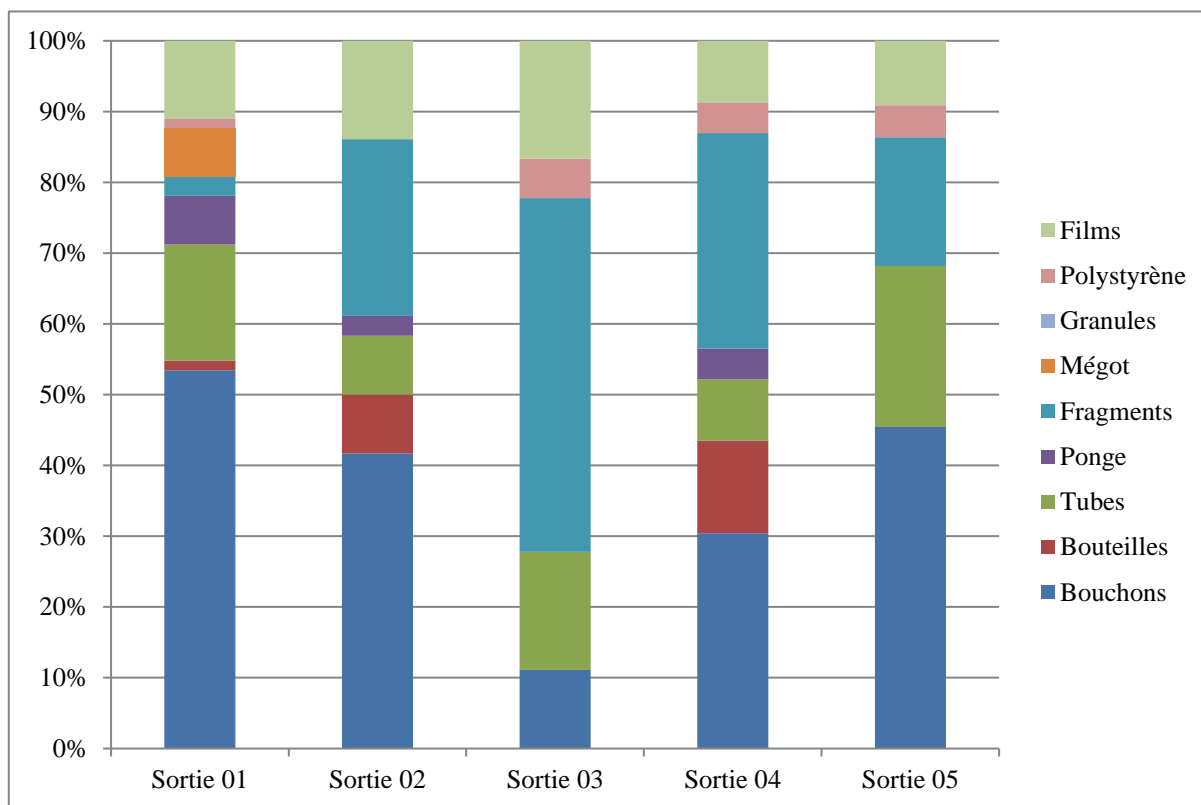


Figure 36: Le nombre des macroplastiques

Les mesoplastiques

Tableau 23: Le nombre des mesoplastiques

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Bouchons	3	0	0	0	0
Bouteilles	0	0	0	0	0
Tubes	0	0	0	0	0
Ponges	0	5	2	0	1
Fragments	65	20	14	7	10
Mégot	1	1	0	0	1
Polystyrène	0	6	4	0	2
Films	1	7	0	0	0

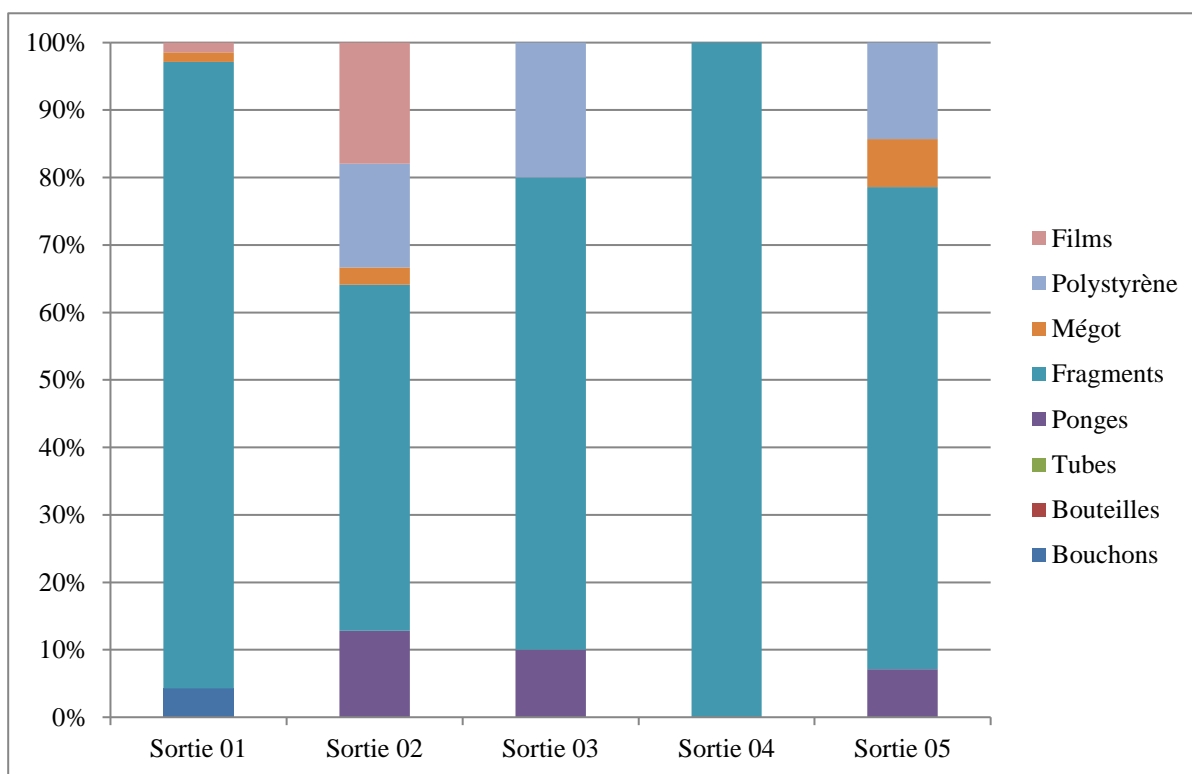


Figure 37: Le nombre des mesoplastiques

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (Figure 37):

Que le nombre total des macroplastiques au niveau du la plage Belle Vue est très variable lors des différents périodes d'étude.

Il n'y a qu'un seul type des mésoplastiques dominant, qui sont les fragments, celui-ci sont présentes en quantités importantes durant toutes les périodes de travail.

Il y a une disparition complète des bouteilles, tubes, durant toute la période d'étude et les bouchons dans la 1^{ère} (hiver) et la 4^{ème} et la 5^{ème} (le printemps) sorties, les mégots dans la 2^{ème} (hiver) et la 3^{ème} (le printemps) sorties, les films dans la 3^{ème} et la 4^{ème} et la 5^{ème} (le printemps) sorties.

Les granules

Tableau 24: Le nombre des granules

Types/Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05
Vierges	1809	429	264	894	761
Vielles	4	10	0	0	0

D'après les résultats du nombre total de plastique illustrés dans la (Figure 38) :

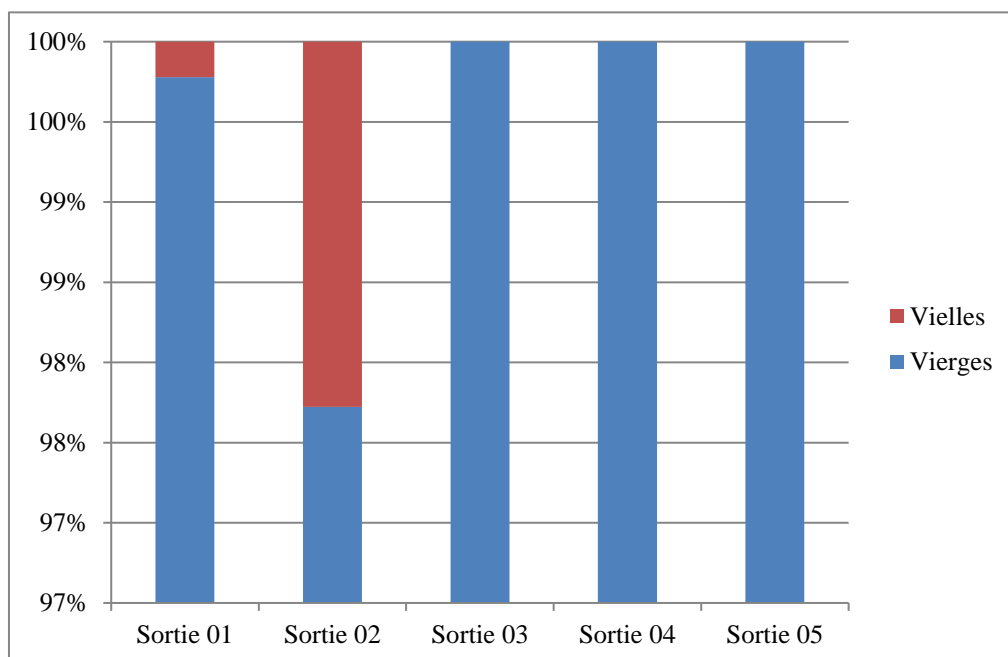


Figure 38: Le nombre des granules

Il n'y a une dominance de nombre des granules vierges durant toute les sorties, celui-ci sont présentes en quantités importantes durant toutes les sorties de travail.

Par contre il y a une faible présence du nombre des granules vieilles durant la 1^{ère} et la 2^{ème} (hiver) sorties jusqu'à la disparition dans la 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} (le printemps) sorties.

II. 1.4. Répartition spatiale du Plastiques Total

Poste 1

Tableau 25: Plastique total

Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05	Total
L1	430,33	3784	316	529,33	371	1086,13
L2	6701,67	204,17	34,67	604,33	2086	1926,17

D'après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (**Figure 39**) on remarque :

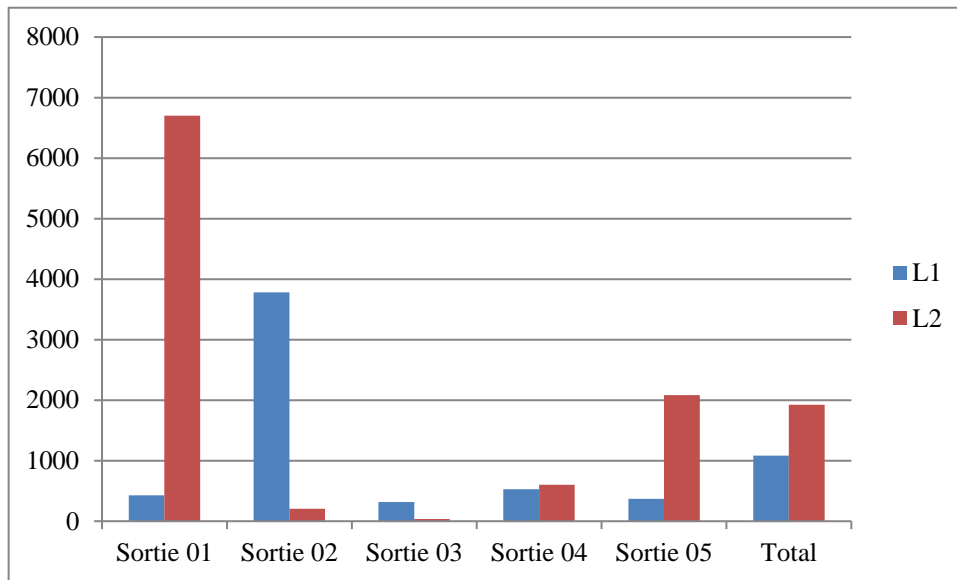


Figure 39: Plastique total

Une répartition hétérogène de plastique totale, a été constatée tout le long du post 1.

Le nombre de plastique totale est très variable d'un tri à une autre.

Le nombre maximal de plastique totale est enregistré au niveau de L1 dans la 1^{ère} (hiver) sorties, avec 6701,67 plastiques totaux suivis par L1 de la 2^{ème} (hiver) sortie avec 3784 de plastiques totale et la 5^{ème} (le printemps) sortie avec 2086 de plastique totales.

Le nombre minimal de plastique totale, est observé à L2 de la 3^{ème} (le printemps) sortie avec environ 34,67, enregistrés durant toute les sorties d'étude.

Poste 3

Tableau 26: Plastique total

Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05	Total
L1	15,67	9,33	7,33	8,33	8,33	9,8
L2	20,67	16,33	13,66	12,33	6,66	13,93

D'après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (**Figure 40**) on remarque :

Poste 3, présente une variation importante du nombre totale de plastique observés lors des cinq périodes d'étude avec une valeur maximale pendant la 1^{ère} (hiver) sortie (20,67) et un nombre minimum pendant la 5^{ème} (le printemps) sortie (6,66).

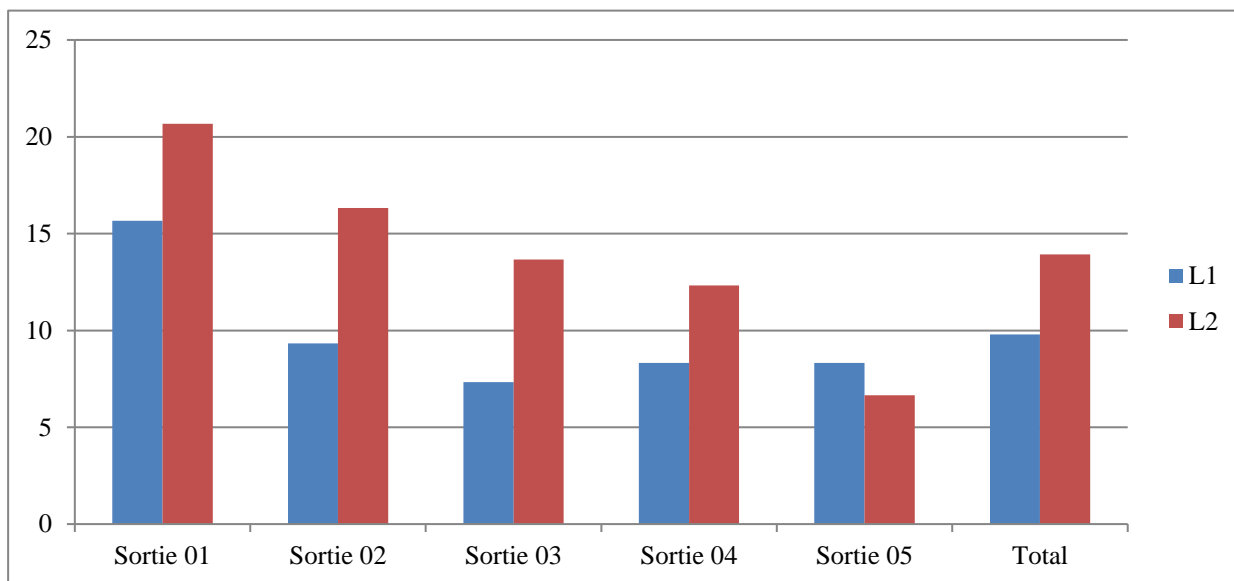


Figure 40: Plastique total

Poste 5

Tableau 27: Plastique total

Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05	Total
L1	58,4	12	17,33	30,33	55	34,61
L2	223,4	18,53	17,56	38,83	49,66	69,6

D'après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (Figure 41) on remarque :

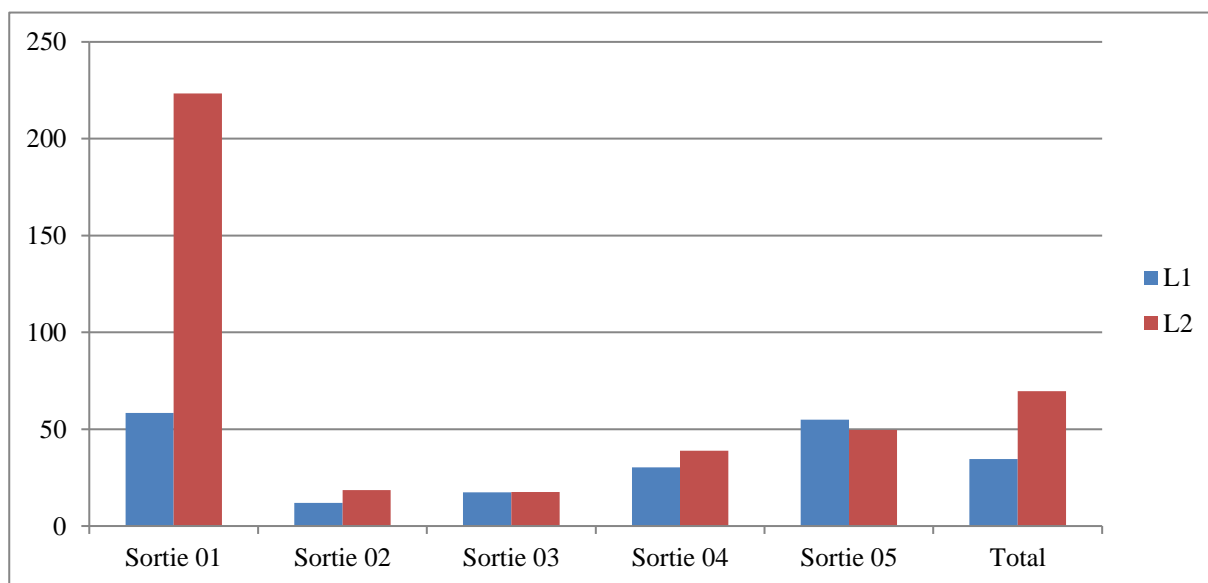


Figure 41: Plastique total

Une faible variation de plastiques totale notée entre la 2^{ème} (hiver) et la 5^{ème} (le printemps) sorties. Par contre, un pic représentant un maximum de plastique totale (223,4), est noté à la 1^{ère} (hiver) sortie.

Oued el Gat

Tableau 28: Plastique total

Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05	Total
L1	21,34	96,66	11	6,67	9,67	29,07
L2	311	79,09	165,66	20,33	19	119,02

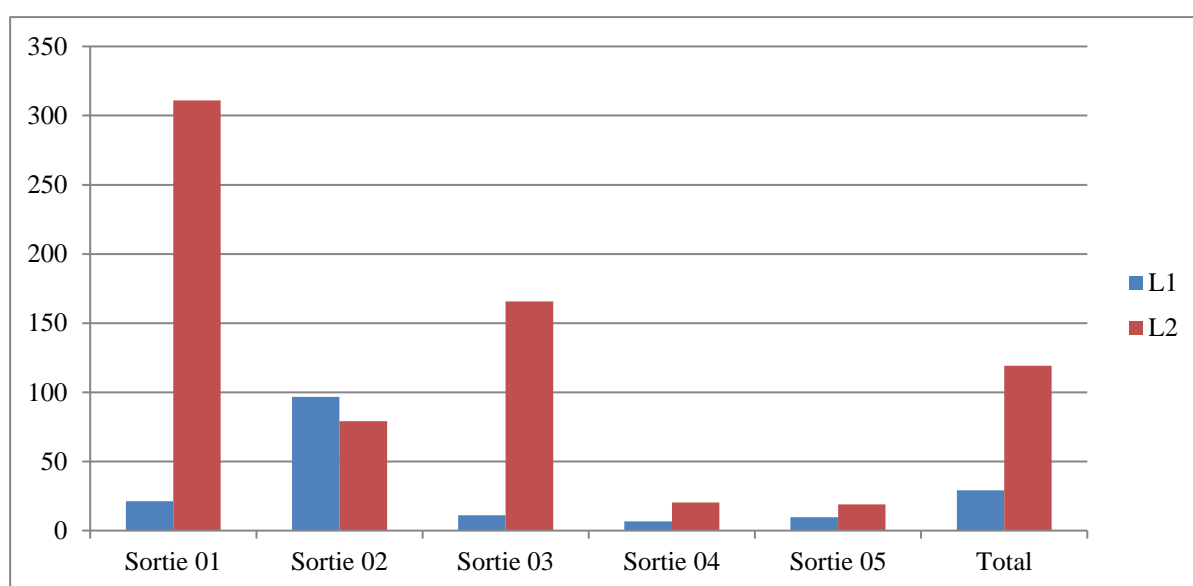


Figure 42: Plastique totale

D'après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (Figure 42) on remarque que :

Oued El Gat, présente une variation importante du nombre de plastique totale observés lors des cinq sorties d'étude avec une valeur maximale pendant la 1^{ère} (hiver) sortie (311) et un nombre minimum pendant la 4^{ème} (le printemps) sortie (6,67).

Tableau 29: Plastique totale

Sorties	Sortie 01	Sortie 02	Sortie 03	Sortie 04	Sortie 05	Total
L1	3,67	146,33	13	6	7,33	35,266
L2	350	21,67	6,927	308	264,67	171,2318

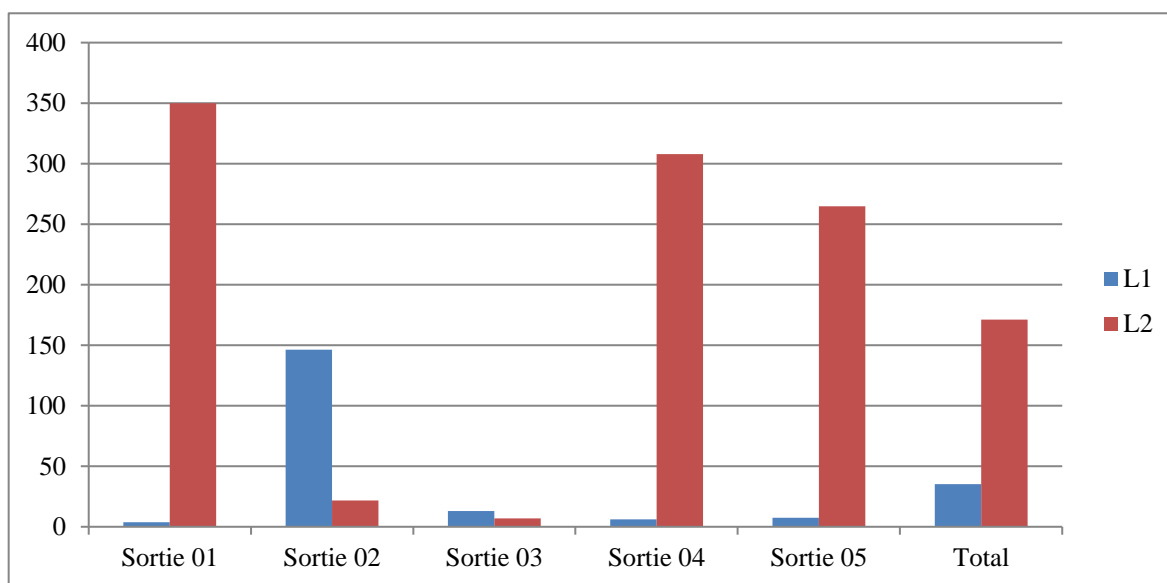


Figure 44: Plastique totale

D’après les résultats de la moyenne totale des mesoplastiques illustrés dans la (Figure 44) on remarque :

Une légère variation du nombre de plastique totale, est observée entre les différentes sorties d’étude, avec un maximum pendant la 1^{ère} (hiver) sortie (350) et un minimum pendant la 4^{ème} (le printemps) sorties (6).

Indice de pollution par les granules (Pellet Pollution Index PPI) :

Tableau 30: Plastique totale

Sortie	Poste 1	Poste 3	Poste 5	Oued El Gat	Belle Vue	
Sortie 01	70,93	8,31	3,5	4,69	6,03	
Sortie 02	39,65	12,14	3,96	1,5	1,43	
Sortie 03	3,23	0,1	1,5	1,14	0,88	
Sortie 04	2,83	0,45	0,4	0,12	2,98	
Sortie 05	48,23	0,6	0,79	0,1	2,54	
Moyenne total	32,97	4,32	2,03	1,51	2,77	8.72

D’après les résultats de PPI illustrés dans le (Tableau 30) on remarque :

Moyenne total de PPI dans toutes les sorties échantillonnées est très élevées dans le poste 1(**PPI>3**) très élevée, Poste3 (**PPI>3**) élevée, Poste5 et la plage Belle vue élevée, Oued El Gat (**PPI<3**) modérée.

Discussion

Notre étude menée pour évaluer la pollution plastique des plages de Skikda, révèle une distribution très hétérogène des débris plastiques sur l'ensemble de la côte.

Des différences significatives sont ainsi observées au sein d'une même plage (intrasite), entre plages(intersites).

L'hétérogénéité observée dans la distribution des types des déchets plastiques revient à la multitude de types d'objets rejetés, avec une dominance pour les mésoplastique c'est les fragments plus de (80%), plus communément utilisés, sont peut-être issus principalement d'objet en plastiques de grandes pièces comme les bouteilles.

Oued El Gat située en aval d'Oued Saf Saf 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, ceci adjoint à ce que rejette la mer, aux activités touristiques, impliquerait une forte présence de ce types de mésoplastique sur les plages,.

La tendance est confirmée par la quantité relevée au niveau de l'îlot, dont l'activité touristique selon (**Galgani et al., 1996**) le tourisme peut effectivement constituer une source importante de pollution sur les plages; ainsi que l'embouchure de l'oued Saf saf et la zone industrielle a beaucoup influencé les résultats.

Avec une dominance pour les granules au niveau de toute les plages, leur origine de polymed 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 qui sont localisé à l'extrême est de polymed, 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 granules sont dominants, sont les directions des vents dominants et les courants marins.

La dominance est confirmée par les résultat de (**Mokhnache Hala et al., 2019**) qui sont trouve également une forte présence ses pellets au niveau de la plage l'îlot, leur origine provenir de la transformation du pétrole, du gaz ou de la biomasse (Exemple du Polyéthylène) pourrait être la zone industrielle.

Les autres catégories sont faiblement représentées enregistrées pour les catégories des films en plastiques (10% à 30%), pet être issus de l'emballage et la conservation et des plastiques tendres provenant des tubes notre résultat et compatible avec les résultat de (**Mokhnache Hala et al., 2019**) qui montre les plastiques mous (24%) tout comme les films et les filaments (5%), proviennent probablement en grande partie des activités des usagés des plages ou via les vents ou en encore les courants marins.

Conclusion et Recommandation

Conclusion :

Notre étude portée sur la répartition spatiale de pollution engendrée par les déchets plastique) au niveau des cinq sites choisis dans la plage de Larbi Ben Mhidi de Skikda avec la majorité des structures d'accueil pour les touristes.

Les résultats obtenus confirment la présence de différence dans la répartition des déchets plastiques au sein d'un même site et inter-sites.

Cette catégorie de pollution est manifeste dans les cinq sites d'étude.

Post1 et 3 plus polluée par les déchets plastiques, contrairement a les autre sites d'étude qui présente une prédominance des déchets plastiques, en raison de l'influence de plusieurs facteurs, tel que le vent, les courants marins, les vagues et la géomorphologie du site, une combinaison de ces facteurs est également plausible.

Plusieurs sources de déchets sont envisageables selon la présence et l'agencement de ces derniers dans le milieu où ils s'accumulent. Les déchets plastiques alignés parallèlement au trait de côte ont très probablement été transportés par les vagues et déposés au rivage. Importance et efficacité du recyclage.

En termes de développement socio-économique, l'attractivité des plages de la région pour le tourisme pourrait en être affectée.

De ce fait, les autorités locales devraient prendre en charge le problème des déchets solides dans la zone littorale et en améliorer la gestion afin de préserver l'environnement et un tourisme durable.

Il existe 10 catégories de plastiques au niveau de notre zone d'étude :

- ✓ Bouchons, Bouteilles, Films, Filaments, Fragments, Mégots, Tubes, Polystyrènes, Ponges, Granules.
- ✓ La dominance entre les catégories de plastiques concernant les granules et les fragments.
- ✓ La variation spatiale montre 2 types principaux de distribution :

Dans tous les sites échantillonnés montrent la dominance de 2 types de plastiques:

- Macroplastiques: la dominance des bouchons
- Mésoplastiques: en remarque les fragments plus dominants
- Les autres catégories présentes à faible quantités

Cette étude constitue un travail préliminaire sur la pollution des plages aux plastiques pouvant servir de prémisse pour une recherche plus poussée et la réalisation d'un diagnostic plus ample de toutes les côtes algériennes.

Recommandations

- 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.

Références bibliographiques :

- Agence Nationale de Développement de l'Investissement, 2013. Wilaya de SKIKDA.
- 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.
- 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.
- Galgani F; Souplet A;Cadiou Y;1996- Accumulation of debris on the deep sea floor of the French Mediterranean.*Marine Ecology Preogress Series*, 142, 225-234.
- Galgani F ; Burgeot T; Bocquene G ; Vincent F. et Leaute J. P ; 1995- Abundance of debris on the continental shelf of the Bay of Biscaye and in the Seine Bay. *Marine. Pollution. Bulletin*, 30, 58-62
- GALGANI, F., LEAUTE, J. P., MOGUEDET, P., SOUPLET, A., VERIN, Y., CARPENTIER, A., GORAGUER, H., LATROUITE, D., ANDRAL, B., CADIOU, Y., MAHE, J. C., POULARD, J. C., & NERISSON, P. 2000. Litter on the sea floor along European coasts. *Marine pollution bulletin*, 40(6), 516-527. (doi:10.1016/S0025-326X(99)00234-9).
- DJEMACI, B. 2011. Recyclage des déchets à travers un système de consigne: Cas des bouteilles en plastique en Algérie. In Colloque international francophone, «Ledéveloppement durable: débats et controverses», Université Blaise Pascal, ClermontFerrand.