

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département d'Ecologie et Environnement



MÉMOIRE

Présenté par

M^{elle} DJILALI MERZOUG AMINA

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER en Hydrobiologie Marine et Continentale
En Sciences de la mer**

Thème

Répartition et abondance des déchets plastiques au niveau de
deux plages Moscarda 1 et port say (Tlemcen)

Soutenu le 26/06/2024, devant le jury composé de :

Président	BOUCHIKHI TANI Zoheir	Pr	Université de Tlemcen
Encadrant	MAHI Abdelhakim	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	BOUKLI HACENE A.Sofiane	MAA	Université de Tlemcen

Année universitaire 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, louange à « ALLAH » le Tout Puissant, le très Miséricordieux qui m'a donné la santé, la force, le courage et l'opportunité de mener ce travail à terme.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr. MAHI Abdelhakim, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Nous tenons à remercier tous les membres de jury Mr. BOUCHIKHI TANI Zoheir d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance, et Mr. BOUKLI HACENE A.Sofiane pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Je vous suis profondément reconnaissante.

Je désire aussi remercier tous les professeurs qui ont contribué à ma formation durant mon cursus universitaire à la faculté S.N.V -S.T.U et plus spécialement ceux du département d'écologie et environnement qui m'ont fait aimer cette spécialité et m'ont fourni les données et les outils nécessaires pour développer mes connaissances et mon esprit de recherche.

Enfin, j'aimerais exprimer toute ma reconnaissance à ma famille, mes amies et collègues qui ont toujours été là pour moi, leur soutien inconditionnel et leur encouragement tout au long de ma démarche était d'une grande aide.

Merci à tous ceux et celles qui m'ont aidé volontairement ou involontairement et que j'ai omis de citer.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma chère mère et mon cher père qui sont au cieux, que Dieu les accueillis dans son vaste paradis, c'est grâce à leur amour, leur présence, leur éducation et l'envie d'étudier et de me surpasser qui m'ont léguée que j'ai pu accomplir mon cursus universitaire et aboutir à ce mémoire.

Je le dédie aussi aux membres de ma famille qui ont su être présent et attentives et surtout patients et qui m'ont poussé toujours à faire ressortir le meilleur de moi-même, tout cela été important à mes yeux et a eu un impact positif dans ma vie.

Une dédicace spéciale à mes sœurs Bouchra Nesrine Hadjer Sara qui m'ont toujours soutenue et encouragée, que DIEU vous gardez près de moi.

Et finalement je le dédie à mes amies, des frères et des sœurs que dieu m'a envoyé pour m'encourager, me soutenir et faire mon bonheur à chaque instant de mon existence.

Résumé

La présence de déchets plastiques sur le littoral algérien, y compris la Côte de Tlemcen, est devenue un problème majeur pour nos plages. Ce type de pollution a également des conséquences délétères sur le milieu marin. Notre travail avait pour but la connaissance d'étudier l'abondance et la répartition spatiale des déchets plastiques au niveau de deux plages de la wilaya de Tlemcen, les plages Moscarda 1 et port say. Nous avons utilisé des quadrats de 1m² chacun repartis sur deux transects pour chaque plage.

Au total, 7 types de déchets plastiques ont été recensés pour chaque plage. Les données obtenues sur les deux plages révèlent une prédominance des débris plastiques. Les bouchons enregistrent 16,15% sur Moscarda 1 et 17,15% sur port say, tandis que les bouteilles enregistrent 5,73% sur Moscarda 1 et 12,17% sur port say. D'autres part, le long des transects il y a une hétérogénéité de la distribution des déchets plastiques de chaque site.

Mot clés : Déchets plastiques, plage, transect, pollution, Tlemcen

Abstract

The presence of plastic waste on the Algerian coast, including the Tlemcen coast, has become a major problem for our beaches. This type of pollution also has deleterious consequences for the marine environment. The aim of our work was to study the abundance and spatial distribution of plastic waste at two beaches in the wilaya of Tlemcen, Moscarda 1 and port say. We used quadrats of 1m² each spread over two transects for each beach. A total of 7 types of plastic waste were recorded for each beach. The data obtained on the two beaches show that plastic debris predominates. Caps accounted for 16.15% on Moscarda 1 and 17.15% on port say, while bottles accounted for 5.73% on Moscarda 1 and 12.17% on port say. The distribution of plastic waste along the transects was also heterogeneous at each site.

Key words: Plastic waste, beach, transect, pollution, Tlemcen

ملخص

أصبح وجود النفايات البلاستيكية على الساحل الجزائري، بما في ذلك ساحل تلمسان، مشكلة كبيرة لشواطئنا. كما أن لهذا النوع من التلوث عواقب وخيمة على البيئة البحرية. كان الهدف من عملنا هو دراسة الوفرة والتوزيع المكاني للنفايات البلاستيكية في شاطئين في ولاية تلمسان، موسكاردا 1 وبورساي. استخدمنا مربعات مساحتها 1 متر مربع لكل شاطئ موزعة على مقطعين عرضيين لكل شاطئ.

تم تسجيل ما مجموعه 7 أنواع من النفايات البلاستيكية لكل شاطئ. تظهر البيانات التي تم الحصول عليها على الشاطئين أن الحطام البلاستيكي هو السائد. وشكلت الأغذية 15.16% في موسكاردا 1 و 15.17% في وبورساي، بينما شكلت الزجاجات 73.5% في موسكاردا 1 و 17.12% في وبورساي. كما كان توزيع النفايات البلاستيكية على طول المقاطعات غير متجانس في كل موقع.

الكلمات الرئيسية: نفايات بلاستيكية، شاطئ، مقطع عرضي، تلوث، تلمسان

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I. Synthèse bibliographique	
1. Définition de pollution	03
2. Définition du plastique	04
3. Contexte historique sur les pollutions par les plastiques et les microplastiques	05
4. Contexte historique de l'étude des microplastiques	
5. Types de plastique selon les propriétés chimiques et physiques	06
5.1. Matériau polymère	06
5.2. Matériau synthétique moulable	06
5.3. Substance durable et légère	06
5.4. Polyéthylène, polypropylène, etc	07
5.5. Matériau polluant persistant	07
5.6. Agent de pollution marine	07
5.7. Composant clé de l'industrie des emballages	07
5.8. Matériau problématique en matière de durabilité	07
6. Principaux polymères plastiques	07
7. Types de plastiques selon le numéro et le symbole de recyclage	08
7.1. Plastique PET	08
7.2. Plastique HDPE	08
7.3. Plastique PVC	09
7.4. Plastique LDPE	09
7.5. Plastique PP	09
7.6. Plastique PS	09
7.7. Autres plastiques	09
8. Cycle de vie d'un plastique	11
9. Les principaux gisements de plastiques	11
10. Définition des déchets	11
10.1. Débris plastiques	12
10.2. Types de déchets	12

10.2.1. Déchets Ménagers	13
10.2.2. Déchets Industriels	13
10.2.3. Déchets Commerciaux	13
10.2.4. Déchets de Construction et de Démolition (BTP)	13
10.2.5. Déchets Toxiques et Dangereux	13
10.2.6. Déchets Médicaux	13
10.2.7. Déchets Électroniques	13
10.2.8. Déchets Organiques	13
10.2.9. Déchets Spéciaux	13
10.2.10. Déchets Inertes	13
10.2.11. Déchets Verts	13
11. Production de plastique dans le monde	14
11.1. Croissance rapide	14
11.2. Chiffres récents	14
11.3. Utilisation prédominante	14
11.4. Défis liés à la gestion des déchets plastiques	14
11.5. Initiatives de durabilité et de recyclage	14
12. Impact de la pollution plastique	15
12.1. Impact sur la sante	15
12.3. Mollusques et coraux	16
12.4. Les impacts sur la biodiversité	18
12.5. Chez les poissons, une reproduction impactée	18
13. Mécanismes de transport des débris plastique	19
13.1. Les cours d'eaux	19
13.2. Les courants	19
13.3. Les vents	19

Chapitre II. Méthodologie

1. Zone d'étude	21
1.1. Plage « port say »	22
1.2. Plage «moscarda 1 »	23

1.3. Caractéristiques physiques et naturelles de Portsay	24
1.3.2. Hydrographie	24
1.3.4. Climat	24
1.3.5. Végétation	24
1.3.6. Population	24
1.3.7. Faune	25
1.3.8. Ressources naturelles	25
2. Méthodologie	25
3. Traitement de données	26

Chapitre III. Résultats et Discussion

1. Déchets plastiques collectés pour l'ensemble des stations	27
2. Déchets plastiques collectés au niveau de la plage Moscarda 1	27
3. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 1 (Moscarda 1)	28
4. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 1 (Moscarda 1)	29
5. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 2 (Moscarda 1)	33
6. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 2 (Moscarda 1)	34
7. Déchets plastiques collectés au niveau de la plage port say.....	37
8. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 1 (port say)	38
9. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 1 (port say)	39
10. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 2 (port say)	43
11. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 2 (port say)	44
12. Comparaison entre les deux plages Moscarda 1 et port say.....	49
13. Comparaison entre les deux transects pour les deux plages	49
13.1. Moscarda 1	49
13.2. port say.....	50
Discussion	51
Conclusion	53
Références bibliographiques	54

Introduction

Les mers et les océans représentent plus de 71% de la surface de la terre, ces richesses naturelles sont une composante essentielle de l'écosystème terrestre et une source de biodiversité, de nourriture et de vie. En dépit de leur importance, ces écosystèmes subissent de plus en plus d'agressions venant de l'homme (pêche, activité industrielle, pollution...etc). L'une des principales dégradations que subit l'environnement marin est la pollution. Elle représente une réelle menace pour la biodiversité (Yves, 1974).

La mer Méditerranée n'échappe pas à cette dégradation, par sa structure fermée et le nombre d'industries qui l'entoure, l'importance du trafic maritime qui la caractérisent (Morris, 1980), les courants marins (très faibles) et le renouvellement de l'eau qui se fait très lentement, uniquement par le détroit de Gibraltar, tous ces précédents influents entraînent une vulnérabilité particulière à ce type de pollution (Millot et Taupier Letage, 2005).

Sachant que les zones côtières sont les réceptacles finaux des nombreux rejets dans l'environnement, Il est ainsi pertinent de s'intéresser à la pollution par ces déchets reversés sur les plages plus précisément la catégorie des plastiques car la majorité de ces matières plastiques envahissent la Mer Méditerranée et constituent une menace majeure pour la vie marine (Eva Alessi et al., 2018)

Pour notre étude, on a sélectionné la région de Béni-Saf pour ces nombreuses caractéristiques et facteurs qui l'entourent et son appartenance à la mer Méditerranée qui est déjà bien amoché par cette pollution des déchets plastique.

Parmi les raisons qui nous ont motivé à choisir ce thème, les études menées sur l'abondance des déchets plastiques sur les côtes qui sont encore peu nombreuse dans le bassin méditerranéen, tandis que d'autres études à travers le monde ont fait état de ce phénomène sur les zones côtières, dès le début des années 90 et aussi la raison qui démontre que l'Algérie un pays qui a accordé très peu d'intérêt pour les études et les travaux traitant ce fléau par les débris plastiques sur ses côtes. D'autre part, aucune étude n'a été entreprise dans ce contexte au niveau de la région de Tlemcen.

2

Le plastique pollue notre environnement de plus en plus et touche beaucoup trop la faune marine et cela est dû à la principale caractéristique qui fait de cet objet un élément de pollution important qu'est sa résistance à la dégradation dans tous les compartiments de l'environnement

(Hidalgo, 2012). Effectivement, si on prend à titre d'exemple une bouteille de plastique sa dégradation complète peut durer 450 ans (Bennette, 2010).

C'est à cause de tout ce qui s'est dit auparavant qu'on se voit confronter à une problématique tournant autour de la pollution par les déchets plastique à travers la côte algérienne plus précisément sur les régions de moscarda 1 et port say .

Afin de résoudre la problématique de notre sujet, on a adopté une démarche scientifique pour collecter des informations (mise en place, prélèvements, observations, analyses, traitements, interprétations...).

Cette démarche scientifique apparait sous forme de comparaison qualitatives et quantitatives des déchets plastiques sur une plage de la région de moscarda 1 et port say (plage du puit), le long des deux transects parallèles avec 30 quadrats d'un 1m² pour chacun.

Ainsi, l'objectif principal de ce travail consiste à évaluer l'abondance et la répartition spatiale des débris plastiques sur la région côtière de port say et moscarda 1 en répondant aux questions suivantes :

- Quels sont les modes de répartition et de distribution des déchets plastiques au niveau de la plage adopter ?
- Quels sont les facteurs influant sur cette répartition des déchets plastique ?
- Quel est la zone de la plage la plus touchée par ces rejets plastiques ?
- Quels sont les catégories de déchets plastiques dominants ?

Chapitre I .

Synthèse bibliographique

1. Définition de pollution

C'est à partir de 1974 que le Comité scientifique de la Maison-Blanche propose la première définition du terme « pollution » comme étant une « modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'activité humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et l'abondance des espèces vivantes.

Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu ou encore en enlaidissant la nature » (Koller, 2006).

La pollution marine se réfère à la contamination de l'environnement marin, principalement des océans, mers, et autres étendues d'eau salée, par des substances indésirables ou des activités humaines. Elle peut avoir des impacts dévastateurs sur la vie marine, les écosystèmes côtiers, et même sur la santé humaine, notamment lorsque des produits contaminés parviennent à la chaîne alimentaire.

Les sources de pollution marine peuvent être diverses et comprennent :

- Les déversements d'hydrocarbures : Des fuites d'huile ou de carburant provenant de navires, de plates-formes pétrolières ou d'autres installations peuvent causer une pollution grave.
- Les déchets plastiques : La présence massive de déchets plastiques, tels que les sacs, les bouteilles, et les microplastiques, menace la vie marine et perturbe les écosystèmes.
- Les produits chimiques : Les rejets industriels, les déchets agricoles, et les eaux de ruissellement contenant des produits chimiques peuvent contaminer l'eau et nuire à la vie marine.
- Les nutriments en excès : L'apport excessif d'azote et de phosphore provenant des activités agricoles et urbaines peut entraîner des proliférations d'algues nuisibles, créant des zones mortes dépourvues d'oxygène.
- Les déchets solides : Outre les plastiques, d'autres déchets solides, tels que le métal et le verre, peuvent causer des dommages physiques aux habitats marins.
- Le bruit sous-marin : Les activités humaines telles que la navigation commerciale, la construction navale, et l'exploitation pétrolière peuvent générer du bruit sous-marin, perturbant la vie marine sensible au son.

La gestion de la pollution marine nécessite des mesures préventives, la surveillance continue, et des efforts pour réduire la dépendance à l'égard de pratiques nuisibles à l'environnement. Les réglementations internationales et nationales visent également à minimiser les impacts de la pollution marine et à protéger les écosystèmes marins.

2. Définition du plastique

Le plastique est un matériau synthétique polymère constitué de macromolécules organiques, généralement dérivées du pétrole. Ces polymères peuvent être modelés lorsqu'ils sont chauffés et refroidis, ce qui permet de produire une grande variété d'objets aux formes et aux utilisations diverses (Rey, 2007). Le plastique est largement utilisé dans la fabrication d'articles de tous les jours en raison de sa durabilité, de sa légèreté et de sa polyvalence (Andrady, 1990). La définition proposée englobe à la fois les produits en plastiques mais aussi des pastilles de résine vierge. Les polymères inorganiques tels que les verres sont exclus avec les polymères de faible poids moléculaire qui ne sont pas des polymères "haut" ou solides. La définition exclut aussi tous les polymères produits par des organismes vivants, y compris la cellulose, le caoutchouc naturel et les polyesters bactériens. Dans le cas d'un matériau composite, où un composant est un polymère, le matériau est exclu si le polymère lui-même est un composant mineur pas essentiel à la formulation (Andrady, 1990). (Fig.1)

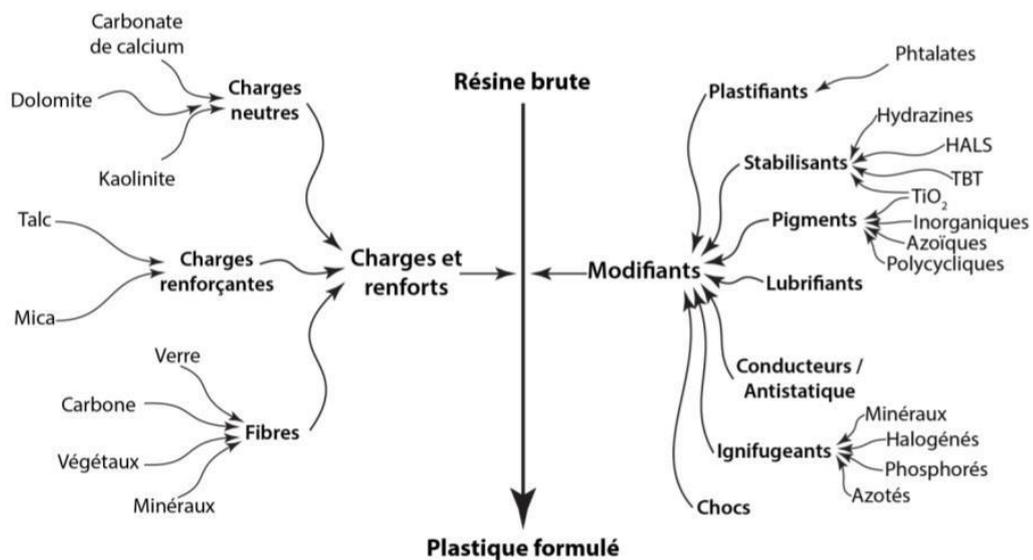


Fig. 1. L'ajout d'additifs permet de passer d'un polymère natif à un plastique formulé(Andrady, 1990).

3. Contexte historique sur les pollutions par les plastiques et les microplastiques

Les études sur les risques associés aux plastiques se développent dès les années 1950 (Fig.2). En effet, en 1953, une publication paraît sur le contrôle de la poussière de plomb dans une usine de fabrication de plastiques vinyliques (Colton et al., 1974). C'est donc au plus près du travailleur ouvrier, premier exposé à certains additifs toxiques lors de la fabrication du plastique, que sont mis en évidence les premiers risques associés aux plastiques. Le tournant des années 1970 est marqué par une prise de conscience progressive de l'importance des questions environnementales. En 1971, Greenpeace et le World Wide Fund (WWF), deux organismes non gouvernementaux s'impliquant dans la protection de l'environnement, sont créés. En juin 1972, a lieu la première conférence des Nations Unies consacrée aux questions environnementales : la conférence de Stockholm. La même année, le rapport « The limits to growth », évoquant pour la première fois la finitude des ressources terrestres, est publié par le Club de Rome (Meadows et al., 1972). Ainsi, à partir de 1973, le nombre de publications sur les déchets plastiques (Cundell, 1974; Okera, 1974; Van Grimbergen et al., 1973), les risques (Autian, 1973; Peakall, 1975; Volsky et al., 1973) et les impacts associés aux plastiques (Lawrence, 1973; Oberbacher, 1975; Sittig, 1975; Van Grimbergen et al., 1975) augmentent jusqu'à 77 publications en 1974. Les menaces physiques que représentent les plastiques pour les oiseaux marins sont mises en évidence dès 1973 (Gochfeld, 1973).

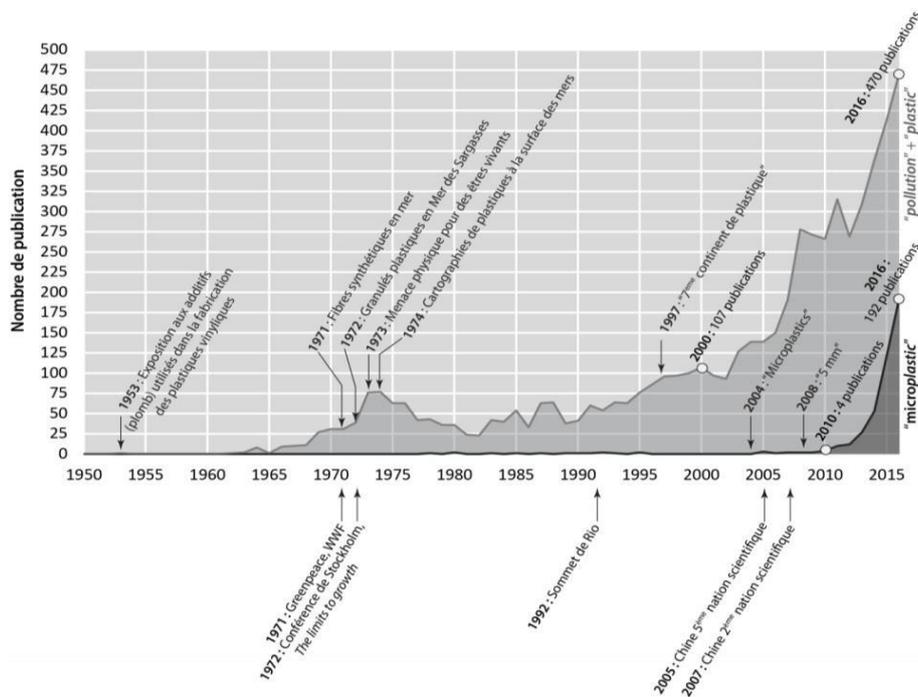


Fig. 2. Contexte historique de l'étude des microplastiques (Gochfeld, 1973).

4. Contexte historique de l'étude des microplastiques

L'histoire du plastique commence avec la première synthèse de PVC par Henri Regnault en 1838, une découverte qui reste inachevée. En 1869 John Wesley Hyatt et son frère Isaiah sont mis au point le celluloïd (nitrate de cellulose végétale avec un agent plastifiant, le camphre), qui est considéré comme le premier plastique artificiel, le chimiste Léo Baékeland a inventé la Bakélite, le premier plastique entièrement synthétique en 1907, et la cellophane en 1908 par le chimiste suisse Jacques Brandenberger.

Le début du succès commercial de la plastification du PVC en 1926. Entre 1950 et 2017, 9.2 milliards de tonnes de plastique ont été produites au total, ce qui fait plus d'une tonne par personne vivant actuellement sur la planète (DPEI et ONEDD, 2021). Les matières plastiques sont employées dans tous les secteurs de consommation avec une production mondiale dépassant les 300 millions par an depuis 2014 (Liberton et al., 2017 ; Matsuguma, 2017). De nos jours, la consommation de plastique a été multipliée par 20 dans le monde dans les cinquante dernières années (Geyer et al., 2017).

5. Types de plastique selon les propriétés chimiques et physiques

Les principales caractéristiques du plastique incluent sa résistance à l'humidité, sa flexibilité, sa durabilité, sa facilité de fabrication et son coût relativement faible. Cependant, la persistance du plastique dans l'environnement, sa lente décomposition, et ses effets néfastes sur les écosystèmes, en particulier sous forme de déchets plastiques, ont suscité des préoccupations croissantes en matière de pollution et de durabilité.

Il existe de nombreux types de plastiques, chacun ayant ses propres propriétés chimiques et physiques. Les plastiques sont couramment utilisés dans la fabrication de produits tels :

5.1. Matériau polymère :

Le plastique est un matériau polymère composé de grandes chaînes de molécules organiques, souvent dérivées de composés pétrochimiques. (Anonyme, 2001).

5.2. Matériau synthétique moulable :

Le plastique est un matériau synthétique qui peut être moulé ou façonné sous forme de divers objets en raison de sa capacité à devenir malléable lorsqu'il est chauffé.

5.3. Substance durable et légère :

Le plastique est une substance durable, légère et polyvalente, largement utilisée dans la fabrication d'objets de la vie quotidienne.

5.4. Polyéthylène, polypropylène, etc. :

Le plastique peut être défini en fonction de ses différentes variantes, telles que le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, etc., chacune ayant des propriétés spécifiques.

5.5. Matériau polluant persistant :

Du point de vue environnemental, le plastique peut être décrit comme un matériau polluant persistant en raison de sa résistance à la décomposition naturelle.

5.6. Agent de pollution marine :

Le plastique est souvent caractérisé comme un agent de pollution marine majeur en raison de la menace qu'il pose aux océans sous forme de déchets plastiques. (Anonyme, 2001).

5.7. Composant clé de l'industrie des emballages :

En raison de sa légèreté et de sa facilité de fabrication, le plastique est un composant clé de l'industrie des emballages, utilisé pour créer une variété de contenants.

5.8. Matériau problématique en matière de durabilité :

Le plastique est souvent perçu comme un matériau problématique en termes de durabilité en raison de son impact sur les écosystèmes et de la gestion complexe de ses déchets.

6. Principaux polymères plastiques

Six principaux polymères plastiques sont produits dans le monde. Tous sont des thermoplastiques. Ce sont tout d'abord les polyéthylènes (PE) et les polypropylènes (PP), appartenant à la famille des polyoléfines. Ces deux types de polymères sont synthétisés à partir d'une oléfine telle que l'éthylène pour le premier et le propylène pour le second. Les polyéthylènes sont généralement divisés en trois grandes catégories en fonction de leur taux de cristallinité lié à la taille et au nombre de ramifications que contient la chaîne principale : le polyéthylène basse densité (PEBD), le polyéthylène haute densité (PEHD) et le polyéthylène basse densité linéaire (PEBDL). Le poly(chlorure de vinyle) (PVC) est un polymère obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle. Les polystyrènes (PS) appartiennent à la famille des polystyréniques existant sous différentes formes (cristal, expansé, etc.) et sont obtenus par polymérisation du styrène. Enfin, le poly(éthylène téréphtalate) (PET) appartient à la famille des polyesters linéaires. Il est obtenu par polycondensation de deux monomères : l'éthylène glycol et l'acide téréphtalique

Ces définitions alternatives mettent en évidence les différentes perspectives sous lesquelles le plastique peut être compris en fonction de ses propriétés chimiques, de son utilisation industrielle ou de ses implications environnementales.

La gestion responsable des déchets plastiques et le développement de plastiques biodégradables ou plus facilement recyclables sont des domaines de recherche et d'innovation importants pour atténuer les problèmes environnementaux liés au plastique.

7. Types de plastiques selon le numéro et le symbole de recyclage

Il existe plusieurs manières de classer les plastiques, mais nous allons d'abord parler des types de plastiques sur lesquels on peut voir un numéro et un symbole de recyclage. Ces numéros font référence au code de recyclage des plastiques, au code d'identification des résines ou au code d'identification des plastiques de la SPI (Society of Plastics Industries).

Découvrez ci-dessous les 7 types de plastiques :

- PET ou PETE (polyéthylène téréphtalate).
- HDPE (polyéthylène haute densité).
- PVC (chlorure de polyvinyle).
- LDPE (polyéthylène basse densité).
- PP (polypropylène).
- PS (polystyrène).
- D'autres matières plastiques.

Dans la suite de notre article, nous verrons certains aspects de chacun d'entre eux. Si vous souhaitez comprendre combien le plastique est dangereux pour la vie de notre planète.

7.1. Plastique PET

Le polyéthylène téréphtalate, aussi appelé PET, est un type de plastique transparent qui ne transpire pas. C'est l'un des plastiques les plus recyclés, car on il est utilisé dans les emballages plastiques, les bouteilles en plastique, les emballages alimentaires, etc. Sur la surface de ces produits, vous verrez inscrit le symbole de trois flèches formant un triangle (indiquant qu'il s'agit d'un produit recyclable) avec le chiffre 1 au centre.

7.2. Plastique HDPE

Le polyéthylène haute densité, ou HDPE, est un type de plastique sur lequel vous verrez un triangle de flèches avec le chiffre numéro 2 au centre. On le trouve dans des produits tels que les tétrabriques (c'est pourquoi on peut les recycler dans la poubelle jaune en plastique), d'autres emballages alimentaires, des emballages de produits cosmétiques, des produits de nettoyage, certains tuyaux, etc.

7.3. Plastique PVC

Plus connu sous le nom de PVC, le chlorure de polyvinyle est utilisé pour fabriquer des tuyaux, des gouttières, des câbles, certaines bouteilles, carafes, certains emballages alimentaires, des bouteilles de détergent liquide, des cônes de signalisation, etc. Il s'agit de l'un des plastiques les plus dangereux pour la santé et l'environnement et vous pourrez le repérer facilement car il porte le code 3.

7.4. Plastique LDPE

C'est le polyéthylène basse densité, on peut l'identifier grâce au chiffre 4 situé au centre du symbole de recyclage. Il s'agit d'un plastique recyclable qui est utilisé dans les sacs de congélation, les sacs poubelle, le papier ou le film de cuisine transparent, les bouteilles en plastique souple, etc.

7.5. Plastique PP

Le polypropylène est largement utilisé dans les secteurs de la construction et de l'automobile, mais aussi dans la fabrication des pailles et des bouchons et des couvercles en plastique de certains emballages. Ce plastique recyclable est marqué du chiffre 5 à l'intérieur du symbole de recyclage

7.6. Plastique PS

Le polystyrène est identifiable grâce au numéro 6. Le polystyrène est utilisé dans la fabrication de certains jouets, couverts, emballages et le liège blanc (bien connu de la marque Porexpan et Unicel) qui est utilisé pour emballer et protéger les produits électroniques et les appareils ménager

7.7. Autres plastiques

Pour conclure avec les 7 types de plastiques, voyons la septième catégorie. Également représentée par la lettre O, cette catégorie englobe l'ensemble des plastiques non recyclables. Ces types de plastiques ne peuvent pas être recyclés parce qu'ils sont le résultat de mélanges de plusieurs types de plastiques. Ils ne peuvent pas être recyclés, mais ils peuvent être réutilisés sans problème et sont très utiles pour bricoler et pour de très nombreuses utilisations. Dans ce groupe, on retrouve le polycarbonate et l'ABS ou Acrylonitrile Butadiène Styène.

Outre la classification des 7 types de plastiques dont nous venons de parler, il existe d'autres manières de classer les plastiques ainsi que d'autres types de plastiques. Par exemple, ils peuvent être différenciés en fonction de leur taille (macro ou micro), de leur biodégradabilité (au-delà du fait qu'ils soient ou non recyclés dans des usines de recyclage), etc. Voyons-en quelques-uns :

a. Bioplastiques

Ils sont produits à partir de ressources entièrement naturelles ou biologiques et ce sont des plastiques renouvelables. Pour exemple :

- Amidon pour PLA (acide polylactique).
- Canne à sucre pour l'éthylène.
- Canne à sucre pour le polyéthylène.

b. plastiques biodégradables

Ils sont fréquemment confondus avec les précédents, mais dans ce cas, ces types de plastiques sont ceux qui se désagrègent grâce à l'action de certains micro-organismes dans des conditions environnementales spécifiques. Une fois dégradé, ces micro-organismes transforment le plastique en biomasse, gaz et eau. c. Thermoplastiques

Les thermoplastiques fondent lorsqu'ils sont chauffés et redeviennent durs lorsqu'ils refroidissent. Ce sont des polymères qui fondent et peuvent être remoulés, pratiquement en continu et de manière indéfinie. En raison de ce comportement chimique, les thermoplastiques sont recyclés grâce au recyclage mécanique. Parmi les exemples de thermoplastiques, on retrouve :

- Chlorure de polyvinyle
- Polystyrène
- Polypropylène
- Polyéthylène
- Polyéthylène téréphtalate
- Polycarbonate
- d. Plastiques thermodurcissables

À l'opposé des thermoplastiques, on trouve les plastiques thermodurcissables. Ce sont des matériaux qui, une fois chauffés et moulés, ne peuvent être refondus pour être remoulés à nouveau. Voici quelques exemples de plastiques thermodurcissables :

- Bakélite
- Caoutchouc naturel vulcanisé
- Caoutchouc synthétique
- Polyuréthanes
- Mousse d'urée-formaldéhyde
- Résines de polyester non saturé
- Résine époxy
- Silicones • Mélamine

e. Microplastiques

Les microplastiques sont aujourd'hui l'un des types de plastiques les plus connus. Ces dernières années, leur pollution environnementale et le grand danger qu'ils représentent pour la santé ont été reconnus. Ce sont de petites particules synthétiques qui proviennent de certains dérivés du pétrole. Concrètement, ils mesurent moins de 5 mm et on les ingère quand on mange produits marins.

8. Cycle de vie d'un plastique

La production des plastiques débute en 1907 avec la Bakélite. À partir des années 1940, ils commencent à être produits en masse. Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, la production de plastiques n'a cessé d'augmenter. Entre 1950 et 2015, la production mondiale de matières plastiques hors fibres plastiques est passée de 1,5 MT à 322 MT (Fig. 2) (PlasticsEurope, 2016). Actuellement, le polyéthylène est le plastique le plus couramment produit (30 % de la production totale) devant le polypropylène (19 %), le PVC (10 %), le PET (7 %) et les PS (7 %) (PlasticsEurope, 2013, 2016).

9. Les principaux gisements de plastiques

Les plastiques sont utilisés dans un grand nombre de secteurs industriels et commerciaux. Ces gisements de plastiques sont particulièrement importants dans cinq principaux secteurs (Balet, 2005 ; PlasticsEurope, 2016) :

- les emballages (EU-28+NO/CH : 39,9 %) ;
- le secteur du bâtiment et de la construction (EU-28+NO/CH : 19.7 %) ;
- les composants de véhicules (EU-28+NO/CH : 8,9 %) ;
- les composants électriques ou électroniques (EU-28+NO/CH : 5,8 %) ;
- l'agriculture (EU-28+NO/CH : 5,8 %).

10. Définition des déchets

Selon la loi N° 01-19 du 12 décembre 2001, parue dans le journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire du 15 décembre 2001 portant sur « La gestion, le contrôle et l'élimination des déchets », on entend par déchet « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement tout objet, bien meuble dont le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou d'éliminer. » La loi algérienne établit des principes de

gestion des déchets, encourageant la prévention, la réduction à la source, le tri à la source, le recyclage, la valorisation énergétique, et prévoyant l'élimination sûre des déchets résiduels. Elle fixe également les responsabilités des détenteurs de déchets, des autorités locales, et des entreprises impliquées dans la gestion des déchets.

10.1. Débris plastiques

Les déchets plastiques sont issus principalement des ordures ménagères, des secteurs industriels et des secteurs agricoles (bouteilles, emballages, films de serre). Le plastique n'est pas biodégradable, mais de nombreux types de plastique peuvent être recyclés. Le passage de l'état de déchets à micro-déchets s'effectue par le phénomène de Fragmentation sous l'action combinée des UV (Ultra-violets) de la chaleur et de phénomènes d'abrasion mécanique. On obtient alors des déchets de petites dimensions de la taille caractéristique du plancton et plus communément appelé par les scientifiques plancton plastique, formant ainsi les débris plastiques (Ryan et al, 2009). Une classification des déchets par la taille a été proposée (Ryan et al., 2009 ; Thompson et al., 2009) :

- Micro-déchets : dimensions < 5mm
- Méso-déchets : 5 mm < dimensions < 20 mm
- Macro-déchets : 20 mm < dimensions < 100 mm
- Méga-déchets : dimensions > 100 mm

10.2. Types de déchets

Selon la Loi N° 01-19 du 12 Décembre 2001, il existe plusieurs types de déchets classés selon leur nature, leur degré de dangerosité et leur valorisation ou élimination. Les déchets sont définis comme toute substance ou tout objet que son détenteur destine à l'abandon, au rejet ou à l'élimination. Ils comprennent notamment les déchets industriels, les déchets ménagers, les déchets spéciaux, les déchets dangereux, et d'autres catégories définies par la législation. La loi algérienne établit des principes de gestion des déchets, encourageant la prévention, la réduction à la source, le tri à la source, le recyclage, la valorisation énergétique, et prévoyant l'élimination sûre des déchets résiduels. Elle fixe également les responsabilités des détenteurs de déchets, des autorités locales, et des entreprises impliquées dans la gestion des déchets. Les déchets sont généralement classés en différentes catégories en fonction de leur origine, de leur composition, de leur dangerosité et de leur capacité à se dégrader. Voici quelques-uns des principaux types de déchets :

10.2.1. Déchets Ménagers :

Les déchets générés par les activités quotidiennes des ménages, tels que les emballages, les déchets alimentaires, les textiles usagés, les appareils électroniques, etc.

10.2.2. Déchets Industriels :

Les déchets issus des activités industrielles, comprenant souvent des substances chimiques, des matériaux toxiques ou des déchets de fabrication.

10.2.3. Déchets Commerciaux :

Les déchets générés par les entreprises, tels que les emballages, les papiers de bureau, les équipements obsolètes, etc.

10.2.4. Déchets de Construction et de Démolition (BTP) :

Les déchets résultant des activités de construction, de rénovation et de démolition, comprenant des matériaux de construction, du bois, du métal, du plâtre, etc.

10.2.5. Déchets Toxiques et Dangereux :

Les déchets contenant des substances dangereuses ou toxiques, tels que les produits chimiques industriels, les piles, les produits électroniques en fin de vie, etc.

10.2.6. Déchets Médicaux :

Les déchets provenant des établissements de santé, tels que les seringues, les aiguilles, les produits pharmaceutiques périmés, etc.

10.2.7. Déchets Électroniques (ou Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques - DEEE) :

Les déchets provenant d'appareils électroniques et électriques en fin de vie, tels que les ordinateurs, les téléphones, les téléviseurs, etc.

10.2.8. Déchets Organiques :

Les déchets biodégradables tels que les restes alimentaires, les feuilles mortes, et d'autres matières organiques.

10.2.9. Déchets Spéciaux :

Les déchets qui ne rentrent pas facilement dans les catégories précédentes, comme les pneus usagés, les matelas, les déchets radioactifs, etc.

10.2.10. Déchets Inertes :

Les déchets qui ne se décomposent pas facilement et ne produisent pas de réactions chimiques, tels que le gravier, le béton, etc.

10.2.11. Déchets Verts :

Les déchets issus des jardins, tels que les tontes de gazon, les branches d'arbres, les feuilles, etc.

11. Production de plastique dans le monde

La production mondiale de plastique a connu une augmentation significative au fil des décennies. Voici quelques points clés sur la production de plastique dans le monde :

11.1. Croissance rapide :

Au cours des dernières décennies, la production mondiale de plastique a considérablement augmenté. Dans les années 1950, la production annuelle était d'environ 2 millions de tonnes, tandis qu'elle a atteint des centaines de millions de tonnes à l'échelle mondiale au cours des dernières années.

11.2. Chiffres récents :

Selon des données de l'Association internationale de l'industrie des plastiques (PlasticsEurope) et d'autres sources, la production mondiale de plastique a dépassé les 360 millions de tonnes en 2020. Cependant, ces chiffres peuvent varier légèrement en fonction des sources.

11.3. Utilisation prédominante :

Les plastiques sont utilisés dans une variété d'applications, notamment l'emballage, la construction, l'automobile, l'électronique, le secteur médical, et bien d'autres. L'emballage constitue souvent la plus grande part de la demande de plastique.

11.4. Défis liés à la gestion des déchets plastiques :

La croissance rapide de la production de plastique a également entraîné des préoccupations croissantes concernant la gestion des déchets plastiques. Une partie importante des plastiques produits devient des déchets, et la gestion efficace de ces déchets est devenue un enjeu mondial.

11.5. Initiatives de durabilité et de recyclage :

En réponse aux préoccupations environnementales, de nombreuses initiatives et réglementations ont été mises en place pour promouvoir la durabilité et le recyclage des plastiques. Les efforts visent à réduire la dépendance à l'égard des plastiques à usage unique et à promouvoir des alternatives plus respectueuses de l'environnement.

Il est important de noter que les chiffres de production de plastique peuvent varier selon les sources, et les tendances peuvent évoluer en fonction des changements dans la demande, la technologie et les politiques environnementales. Pour les données les plus récentes et spécifiques, il est recommandé de consulter des organisations telles que PlasticsEurope,

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ou d'autres sources spécialisées dans l'industrie plastique.

12. Impact de la pollution plastique

Les conséquences de la mauvaise gestion des déchets plastiques sur le climat mais également sur les moyens de subsistance et les écosystèmes constituent un défi de développement urgent.

12.1. Impact sur la sante

Les cancers apparaissent comme la préoccupation la plus grave en termes de santé publique, mais ce n'est pas le seul groupe de pathologies qui soient liées à des facteurs environnementaux. Sont aux considérées comme très liées à l'environnement les pathologies affectés tant le système respiratoire (l'asthme a doublé en dix ans pour les moins de 18 ans au cours des dix dernières années), le système immunitaire (développement des maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson), les troubles du système endocrinien, la reproduction (interrogation sur la diminution de la qualité du sperme au cours des vingt à cinquante dernières années et sur la croissance de l'infertilité qui affecte environ 15% de la population), la santé de l'enfant (l'enfant apparaît plus sensible à l'apparition de facteurs de risques environnementaux en raison de caractéristiques tenant à sa physiologie et à son activité).

Le SO₂, les fumées noires, l'ozone déclenchent des symptômes d'asthme, après un délai de trois à quatre jours, chez les patients exposés à des accroissements de pollution de fond (en dehors des « pics »). Plus généralement, des synergies peuvent apparaître dans les réactions pathologiques à un cocktail de contaminants (Régent et Christion, 2004).

12.2. Impact des macro déchets plastiques sur les organismes aquatiques (Fig.3)

L'autre grand type d'impact de la pollution plastique sur la biodiversité concerne les effets éco toxicologiques de l'exposition aux microplastiques. Après ingestion ou absorption, que deviennent ces particules et leurs constituants au sein des organismes vivants ? Sont-ils excrétés, bioaccumulés ou transférés dans d'autres organes ? Dans quelle mesure, de quelle manière cette exposition affecte-elle la santé des animaux et des végétaux ? Y a-t-il des effets à l'échelle des populations, des écosystèmes tout entiers, voire des grands cycles biogéochimiques ?



Fig.3. Baleine à bosse observée entre l'îlot M'tsamboro et le banc de l'Iris essayant de se dégager de l'emprise d'un engin de pêche abandonné (Laurent et al., 2019).

Ces questions font depuis plusieurs années l'objet de travaux nombreux. Différentes analyses menées (échantillonnage dans le biote) suggèrent que le temps de séjour des microplastiques dans les organismes est en général assez limité, bien que dépendant des espèces considérées et de la forme des microplastiques chez les poissons, il n'est ainsi que de quelques heures avant excréation. Pour autant, la présence généralisée des microplastiques dans l'environnement se traduit pour les organismes vivants par une exposition chronique, avec une multiplicité d'effets potentiels sur leur physiologie, leur métabolisme, leur comportement ou leur reproduction. Pour les scientifiques engagés dans ces recherches, le premier défi réside là encore dans la très grande variété de composition, de taille et de forme des microplastiques, et de la nature de leurs additifs. En cons les études éco toxicologiques posent généralement de mesurer en laboratoire les impacts de microplastiques types, sur un organisme donné (Laurent et al., 2019).

12.3. Mollusques et coraux (Fig.4)

Une étude expérimentale (K. Tallec, Université de Brest-LEMAR) s'est ainsi intéressée aux conséquences de l'ex- position à des concentrations élevées de nanoparticules de polystyrène sur le développement (aux stades larvaire et adulte) de l'huître creuse

Crassostreagigas. Elle a mis en évidence une perturbation de l'embryogénèse et un effet significatif sur le taux de croissance des larves exposées (qui se métamorphosent avec un jour de retard en moyenne par rapport aux larves témoins), sans effet observable au stade adulte.



Fig.4. Granulés plastiques industriels et coquillages (Laurent et al., 2019).

Une autre approche (A. Chatel, MMS UCO) a comparé, chez l'huître creuse et chez la moule bleue *Mytilus edulis*, les effets de l'exposition dix jours durant à des microplastiques (broyat de pochettes plastiques en PE et PP, tailles inférieures à 400 μm), à des concentrations allant de 0 à 100 $\mu\text{g/l}$ (soit l'ordre de grandeur mesuré au sein des gyres océaniques). Après dissection, aucun microplastique n'était présent dans les organes des huîtres en revanche du PE et du PP étaient retrouvés dans les glandes digestives des moules ainsi que dans les bio dépôts, chez les deux mollusques. Par ailleurs, cette étude n'a pas non plus observé d'effet éco toxicologique marqué (pas d'altération de l'indice de condition, ni des tissus) sur les individus exposés.

Les impacts s'avèrent cependant très différents selon les espèces. Dans le cas des coraux d'eau froide, espèces structurantes des écosystèmes profonds en Atlantique et en Méditerranée notamment, l'exposition (en aquarium) à des concentrations environnementales de microplastiques se traduit par exemple par une nette réduction du taux de croissance (F. Lartaud, Sorbonne Université, Observatoire océanographique de Banyuls, LECOB): jusque 40% par rapport aux individus témoins. *Lophelia pertusa*, l'espèce d'eau froide formant les plus grands récifs profonds, apparaît particulièrement sensible à cette exposition (Laurent et al., 2019).

12.4. Les impacts sur la biodiversité

Un sac plastique, dérivant dans la colonne d'eau, ressemble étrangement à une méduse. Les tortues marines peuvent s'y tromper : il a été démontré, par analyse de contenus stomacaux sur des animaux vivants ou morts, qu'elles ingèrent fréquemment des matières plastiques, lesquelles sont susceptibles de causer des occlusions partielles ou totales pouvant entraîner la mort de l'animal. Au-delà de cet exemple très médiatisé, les macrodéchets plastiques peuvent représenter une grande variété de pièges « physiques » pour la faune aquatique, littorale ou marine : étranglements externes ou étouffements internes, emmêlements dans les déchets de filets de pêches...

Outre ces effets directs sur la biodiversité, les objets flottants transitant sur de longues distances en mer sont par ailleurs susceptibles d'agir comme des vecteurs pour le transport de microorganismes pathogènes ou d'espèces exotiques envahissantes à la suite du Tsunami asiatique de 2011, un accroissement significatif de la dispersion d'espèces océaniques véhiculées par les déchets flottants a ainsi pu être constaté jusque sur les côtes américaines.

Ces différents impacts des macrodéchets plastiques sur la biodiversité, largement observés, restent cependant peu étudiés quantitativement (Laurent et al., 2019).

12.5. Chez les poissons, une reproduction impactée

Des tests d'exposition *in vivo* à long terme ont été menés (X. Cousin, MARBEC, Université Montpellier, CNRS, IRD, Ifremer et Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, GABI) sur deux espèces de poissons à cycle de vie court : le poisson-zèbre (*Danio rerio*), espèce d'eau douce, et le medaka marin (*Oryzias melastigma*), espèce marine. Les animaux ont été exposés par voie trophique (contamination de l'aliment à 1 % de poids sec) durant plus de quatre mois à différentes préparations de LDPE et de PVC, vierges ou additivés de polluants organiques (un perfluoré, un hydrocarbure aromatique polycyclique, une benzophénone), ainsi qu'à un cocktail obtenu par broyage de microplastiques collectés sur des plages de Guadeloupe.

Les suivis montrent que des défauts de croissance apparaissent après plusieurs mois d'exposition (3 - 4 mois) : ceux-ci sont plus prononcés chez les femelles que chez les mâles, avec des effets presque similaires chez les deux espèces, et pour les différents microplastiques testés. Par ailleurs des conséquences significatives ont été mesurées sur la reproduction de ces poissons : si l'exposition aux microplastiques n'a pas eu d'effet sur la taille des pontes et les taux de fécondation, elle se traduit par une nette diminution du succès des pontes et in fine de l'effort reproducteur, ainsi que par altérations chez les descendants (réponse photomotrice larvaire amoindrie). Ces effets sur la reproduction, susceptibles d'entraîner des conséquences

néfastes à l'échelle des populations, apparaissent variables selon les polymères (impact du PVC supérieur à celui du PE) et selon les polluants organiques persistants associés (impact plus marqué dans le cas du BP3). Les effets obtenus avec les microplastiques des plages guadeloupéennes diffèrent en fonction de la plage d'origine. Une autre étude (P. Pannetier, EPOC Université de Bordeaux*) s'est quant à elle intéressée à la sole (*Solea solea*), espèce benthique de grand intérêt économique, fréquemment contaminée par les microplastiques (Pellini et al., 2018). Des larves et juvéniles de soles ont été exposés, directement ou par voie trophique, à des microplastiques industriels (PE) ou à des microplastiques obtenus par broyage et tamisage de déchets collectés dans l'estuaire de la Seine. Ils ont également mis en évidence des changements comportementaux marqués chez les individus exposés, avec notamment une activité (distance parcourue) moins importante que chez les témoins pendant la métamorphose, puis plus importante que chez ceux-ci après la métamorphose (traduisant peut-être une réponse à un stress). En revanche, l'expérience n'a pas révélé de mortalité ni de différences significatives en termes de poids ou de taille chez les individus exposés. (Laurent et al., 2019).

13. Mécanismes de transport des débris plastique

Les déchets sont transportés grâce à trois facteurs principaux : les cours d'eau, le vent et les courants marins (Fig.5)

13.1. Les cours d'eaux :

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

13.2. Les courants :

Avec le transport général parallèle à la coté et avec la dérive littorale, le déferlement des vagues transporte les déchets sur les plages (Obbard et al., 2006).

13.3. Les vents :

Il est aussi un agent de transport. Les trajectoires des déchets flottants en mer sont essentiellement influencées par les vents (plus que par les courants et l'agitation) (André, 2000). Il peut repousser les déchets vers le large ou le long du littoral, mais il peut aussi favoriser l'atterrissement sur la plage, puis vers les terres. Sur terre le vent emporte les déchets des décharges sauvages de poubelles éventrées vers les cours d'eaux, la mer ou la plage (Henry, 2010).

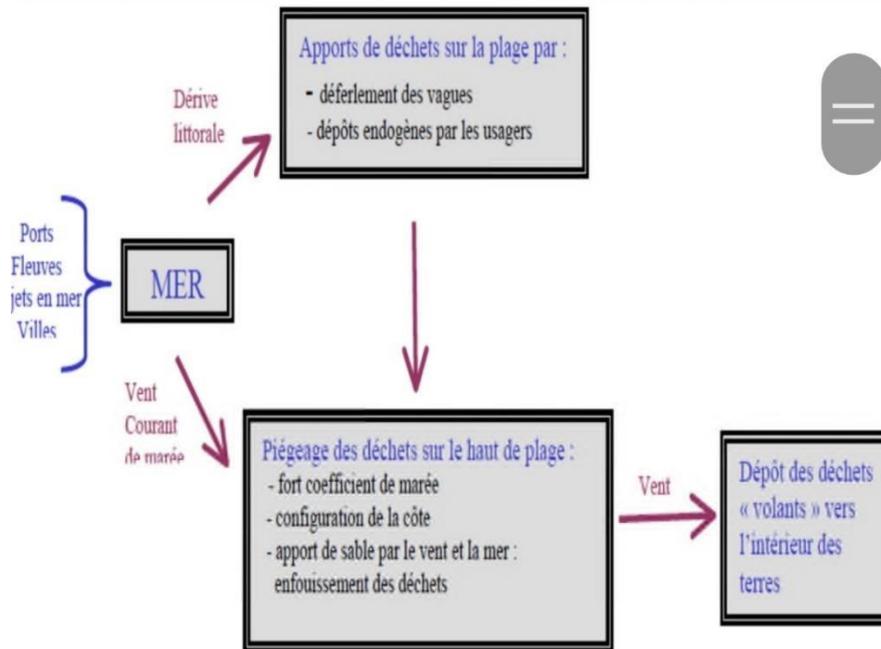


Fig.5. Itinéraire simplifié des déchets (Bridoux 1995)

Chapitre II. Méthodologie

1. Zone d'étude

2. 1.1. Plage «port say »

La Wilaya de Tlemcen dans laquelle appartient notre zone d'étude est une ville située dans le nord-ouest de l'Algérie, près de la frontière avec le Maroc. Elle se trouve à environ 600 kilomètres à l'ouest d'Alger, la capitale de l'Algérie. Le cordon littoral de la wilaya de Tlemcen, qui s'étend sur une longueur de 70 km environ, présente de très beaux rivages de plages, dont la morphologie épouse le relief continental ; les falaises abruptes bordent majestueusement les belles criques abritées par endroits. On découvre de larges baies jonchées de galets sur le rivage.

Les deux plages étudiées font partie de 25 plages de la Wilaya de Tlemcen totalisant une longueur de 16,4 km, dont 8 surveillées (autorisées à la baignade) couvrant une longueur totale de 13,14 km fréquentées par des millions d'estivants issus des différentes régions du pays et de l'étranger. Distante de 65 km de Maghnia et 130 km de Tlemcen.

La station balnéaire de Marsat Ben M'hidi (ex-Port Say) se trouve à l'extrême-ouest de l'Algérie dans la daïra éponyme (5.000 habitants), constituant une zone frontalière avec le Maroc et jouxtant la plage de Saïdia. Elle tire son nom colonial d'un petit port construit en 1906, en hommage à Jean-Baptiste Say, économiste français né à Lyon (1767-1832), qui fut l'un des maîtres de la doctrine libre-échangiste; il publia un traité d'économie politique (1803).



Fig.6. Localisation la plage de port say (Source : Goole Earth).

1.2. Plage « Moscarda 1 »

Elle se situe exactement entre la plage de Marsa Ben M'hidi à l'Ouest et un ensemble de falaises abruptes à l'Est. Sa longueur est de 360 mètres de long.

La Moscarda est un énorme rocher qui sépare littéralement les deux plages (Moscarda 1 et Port say). La baignade y est autorisée.

Aux alentours, on trouve un peuplement de pins d'Alep qui donne encore plus de charme au site. Durant la saison estivale, il est possible de louer au niveau de la plage des pédalos et autres scooters de mer. Elle est la destination préférée des habitants de la région et les touristes de toutes les régions de l'Algérie et même de l'étranger.

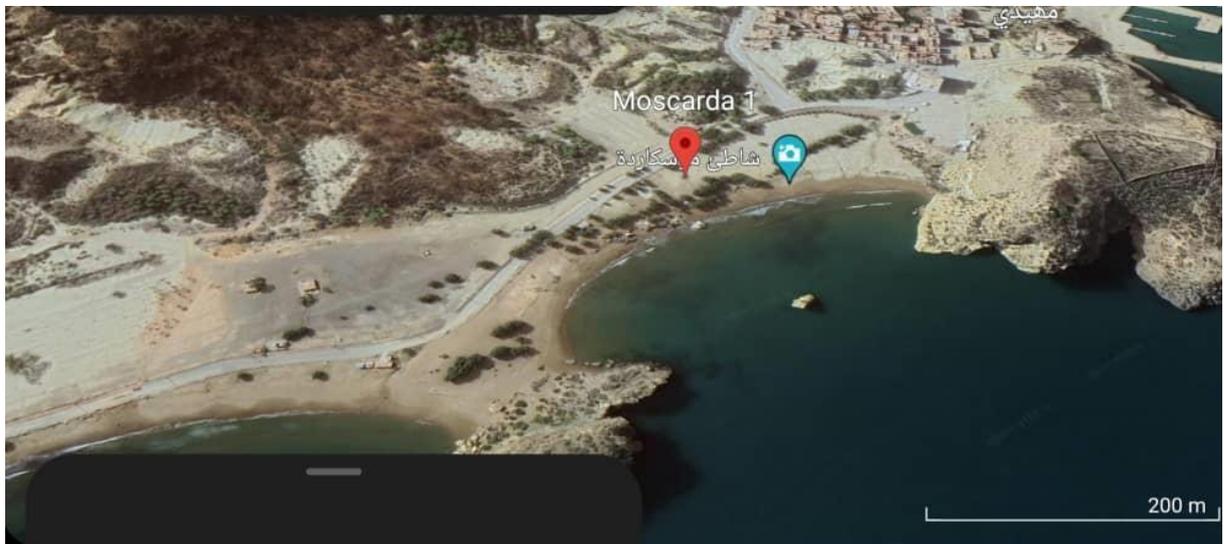


Fig.7. Localisation de la plage Moscarda 1 (source :google earth)



Fig.8. La plage Moscarda 1 (origine 2024)



Fig.10. La plage port say (origine 2024)

1.3. Caractéristiques physiques et naturelles de Portsay

1.3.1. Relief :

La région de Tlemcen est caractérisée par un relief varié, comprenant des montagnes, des collines et des plaines. Les monts du Tessala, au sud-est de la ville, offrent des paysages montagneux spectaculaires. Ces montagnes sont recouvertes de forêts et de végétation méditerranéenne. 1.3.2. Hydrographie :

Tlemcen est traversée par plusieurs rivières, dont l'Oued Tafna qui coule à proximité de la ville. Ces cours d'eau sont essentiels pour l'irrigation des terres agricoles environnantes.

1.3.4. Climat :

La région de Tlemcen bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs, et des hivers doux et pluvieux. Les températures estivales peuvent atteindre 35°C à 40°C, tandis que les hivers sont généralement doux avec des températures moyennes autour de 10°C. 1.3.5. Végétation :

La végétation dans la région comprend une variété de plantes méditerranéennes telles que les oliviers, les cyprès, les chênes verts, ainsi qu'une diversité de plantes herbacées.

1.3.6. Population :

Le quartier de Port-Say, en particulier, peut avoir une population plus spécifique liée à son activité portuaire et à son histoire.

1.3.7. Faune :

La région abrite une diversité d'animaux sauvages, notamment des oiseaux migrateurs, des reptiles, des mammifères tels que des sangliers et des renards, ainsi que diverses espèces marines le long de la côte. 1.3.8. Ressources naturelles :

La région possède des ressources naturelles importantes, notamment des gisements minéraux tels que le fer et le phosphate, ainsi que des ressources agricoles telles que les oliviers, les agrumes et les cultures céréalières.

2. Méthodologie

Pour étudier la distribution des déchets plastiques nous avons utilisé des quadrats le long d'un transect de 30 m pour un relevé visuel. Chaque quadrat est de 1 m x 1 m (1 m²).

Deux transects sont placés parallèlement, le premier proche de la mer, et le deuxième loin de la mer. L'emplacement des transects a été mis en place selon l'endroit le plus pollué de la plage.

La construction de quadra de 1m² est faite convenablement à chaque transect le long des 30 m désigné pour former des carrée. On a eu comme résultat 30 Quadras (carrées) d'1m² pour les deux transects parallèles. Au niveau de chaque quadrat, tous les éléments de nature plastique ont été identifiés et recensés.

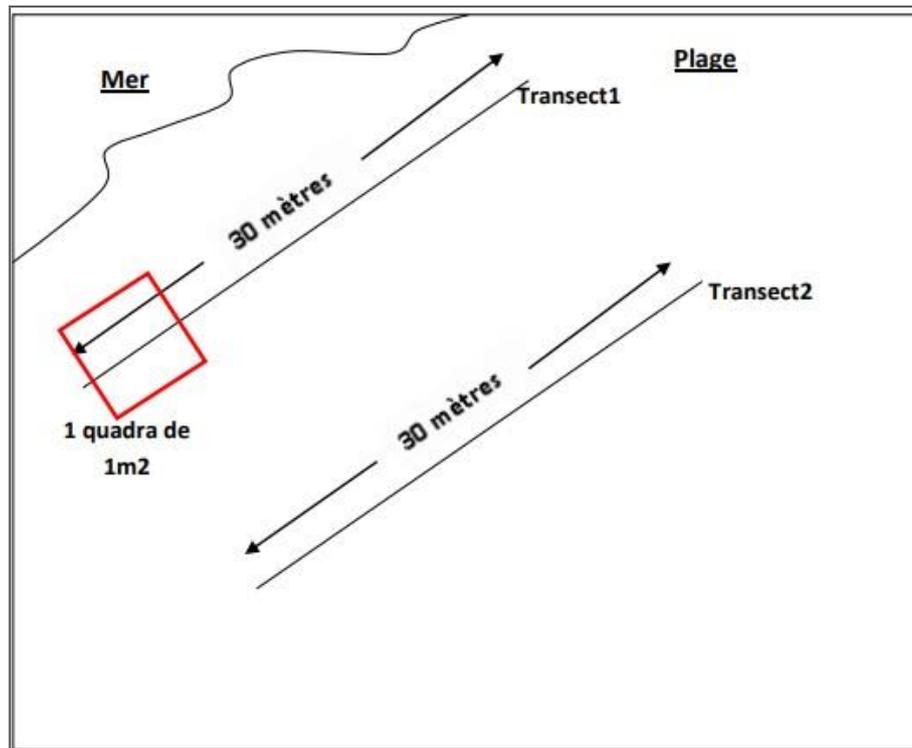


Fig. 11. Choix des transects sur le site

3. Traitement de données

La quantification des déchets plastiques (bouteilles, les bouchons, sacs plastiques et fragments divers) se fait par tri et comptage de nombreux Quadra.

Le traitement des données comprend la comparaison des différents déchets sur le site, et leur répartition selon deux sections différentes.

Ce traitement se fait au travers de tableaux et figures descriptifs, suivis d'explications. D'autre part il est noté que lors de traitement de donnée on a trouvé des débris non plastiques que nous avons aussi recensé mais à part.

Chapitre III.

Résultats et Discussion

1. Déchets plastiques collectés pour l'ensemble des stations

Les deux stations ont délivré au total 7 types de déchets plastiques, y compris les débris plastiques. Ces derniers enregistrent presque la moitié des déchets recensés avec 51,07%. Les bouchons représentent 16,74%, suivis par les bouteilles (9,87%), les sachets (8,66%), les pailles (6,44%), les gobelets (5,15%) et les cuillères (2,07%).

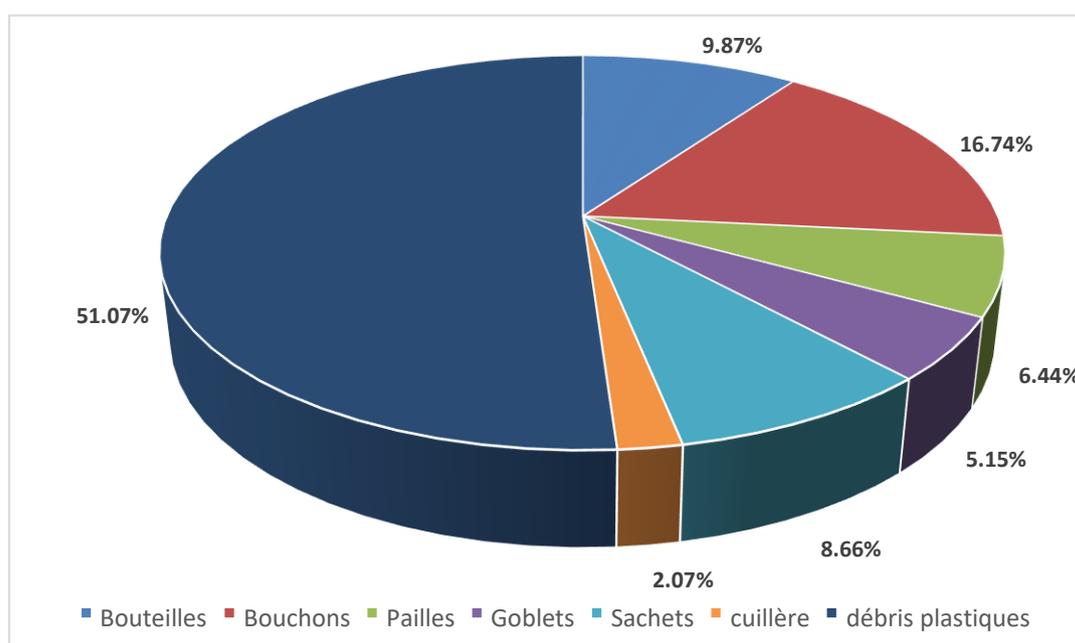


Fig.12. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau des deux plages Moscarda 1 et Port say

2. Déchets plastiques collectés au niveau de la plage Moscarda 1

La plage Moscarda 1 révèle la présence de 7 types de déchets plastiques, y compris les débris plastiques. Ces derniers forment 63,19% des déchets plastiques collectés suivis par les bouchons (16,15%), les bouteilles (5,73%), les pailles (5,21%), les gobelets (4,51%), les sachets (3,99%) et les cuillères (1,22%).

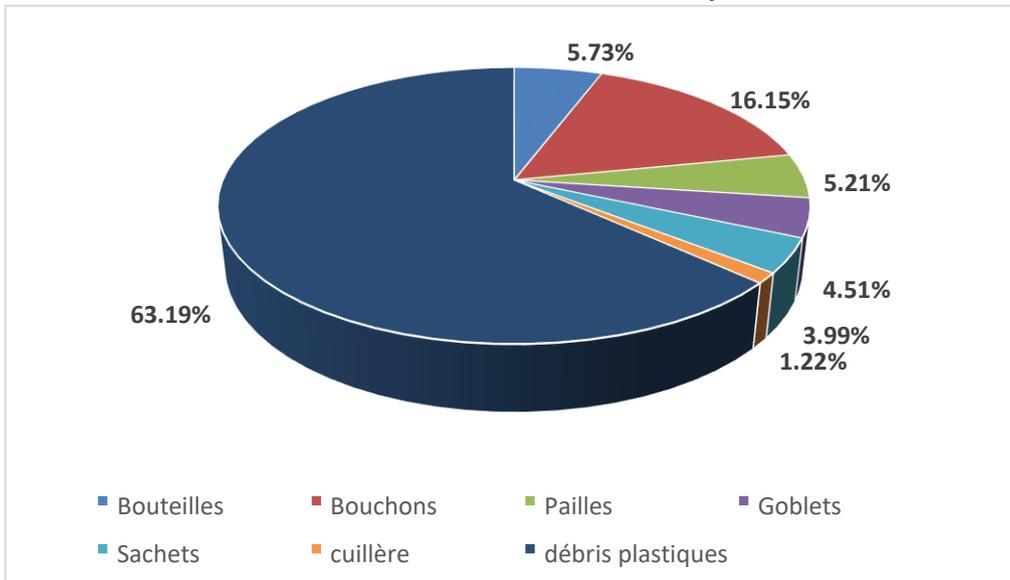


Fig.13. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau de la plage Moscarda 1

3. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 1 (Moscarda 1)

Le transect 1, proche de la mer, montre la présence de 7 types de déchets plastiques y compris les débris plastiques, avec une prédominance de ces derniers (42,91%), suivis par les bouchons (15,14%), les bouteilles (12%), les pailles (10,55%), les gobelets (9,09%), les sachets (7,27%) et les cuillères (2,55%).

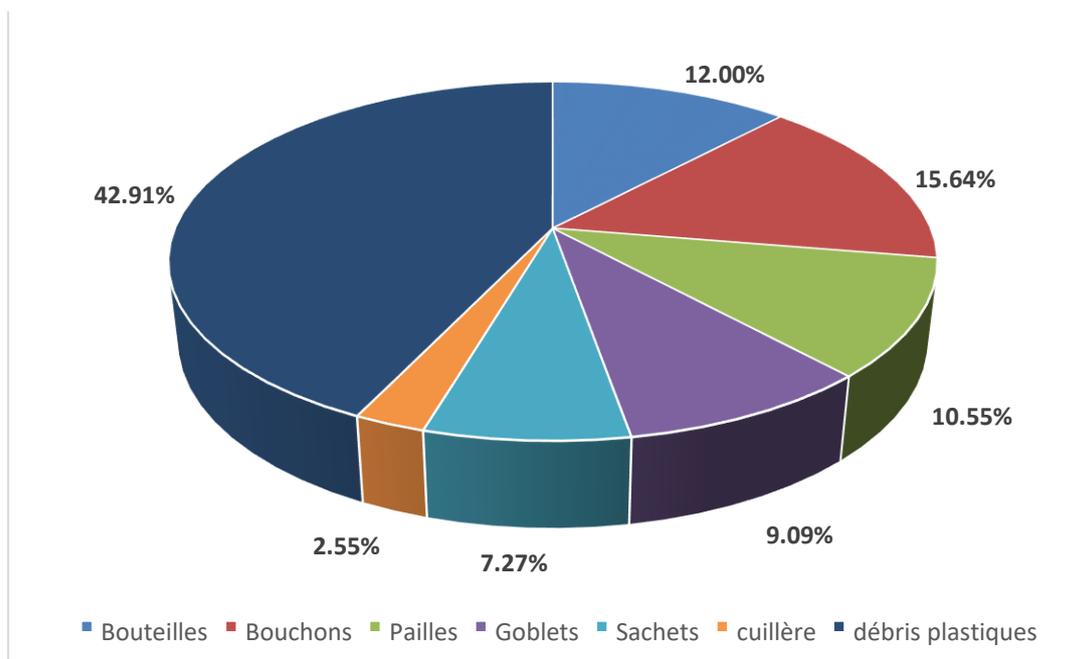


Fig.14. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau du transect 1 de la plage Moscarda 1

4. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 1 (Moscarda 1)

Au niveau du transect 1, nous avons étudié la répartition de chaque type de déchets plastiques.

4.1. Bouteilles :

Les bouteilles sont présentes sur 18 quadrats avec une répartition aléatoire. Ainsi, 4 bouteilles sont collectées sur le quadrat n°9. Sur les quadrats n°14, 19, 27, nous avons recensé 3 bouteilles, et sur les quadrats n°2, 8, 13, 18, 25, 26 il y a 2 bouteilles, alors que sur les quadrats n°1, 3, 11, 12, 15, 21, 28, 29 il n'y a qu'une seule bouteille.

4.2. Bouchons :

Les bouchons sont présents sur 19 quadrats avec un maximum de 5 bouchons sur les quadrats n°4 et 27 et un minimum d'un seul bouchon sur les quadrats n°2, 7, 14, 15, 16, 25, 26.

4.3. Pailles :

Les pailles sont peu nombreuses. Avec un maximum de 8 pailles sur le quadrat n°27 et un minimum d'une seule paille sur les quadrats n° 1, 26, 30.

4.4. Gobelets :

Les gobelets sont présents sur 14 quadrats avec un maximum de 4 gobelets sur le quadrat n°10 et un minimum d'un seul gobelet sur les quadrats n°3, 9, 11, 12, 14, 22, 25.

4.5. Sachets :

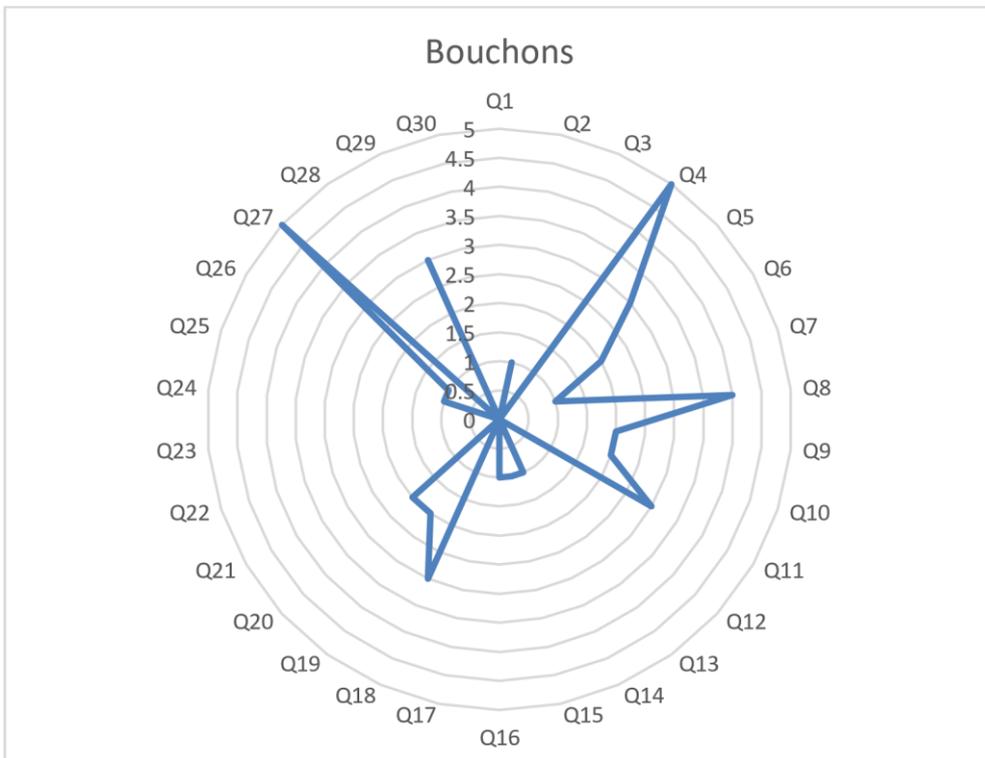
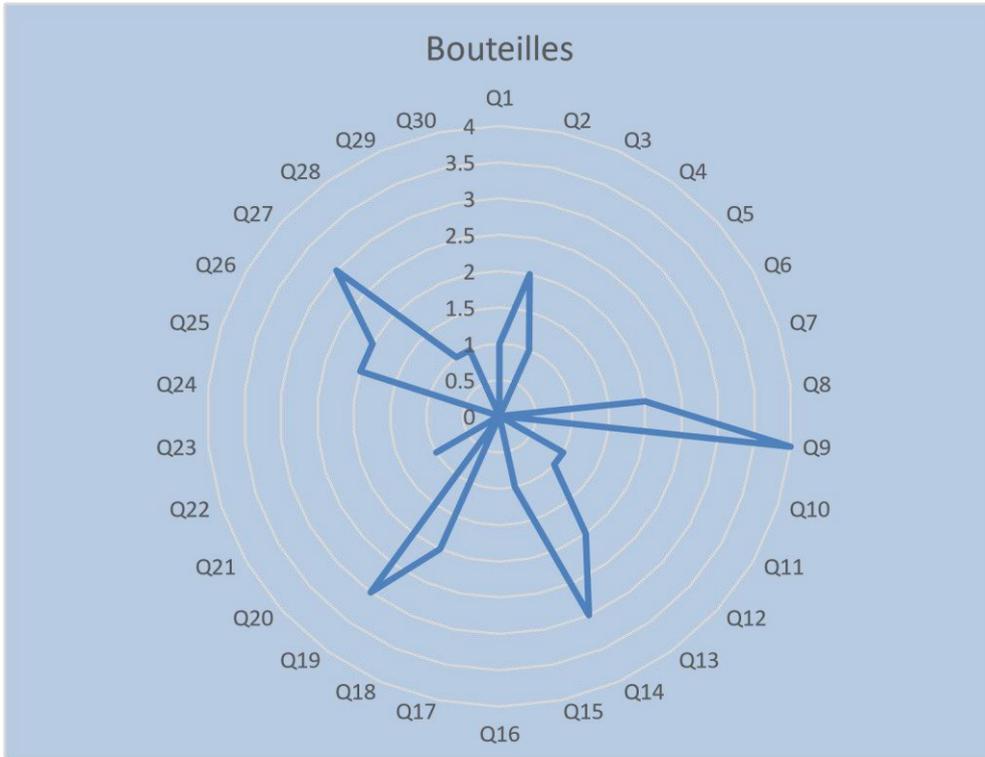
Les sachets sont présents sur 10 quadrats avec un maximum de 5 sachets sur le quadrat n°17 et un minimum d'un seul sachet sur les quadrats n°2, 10, 13, 23.

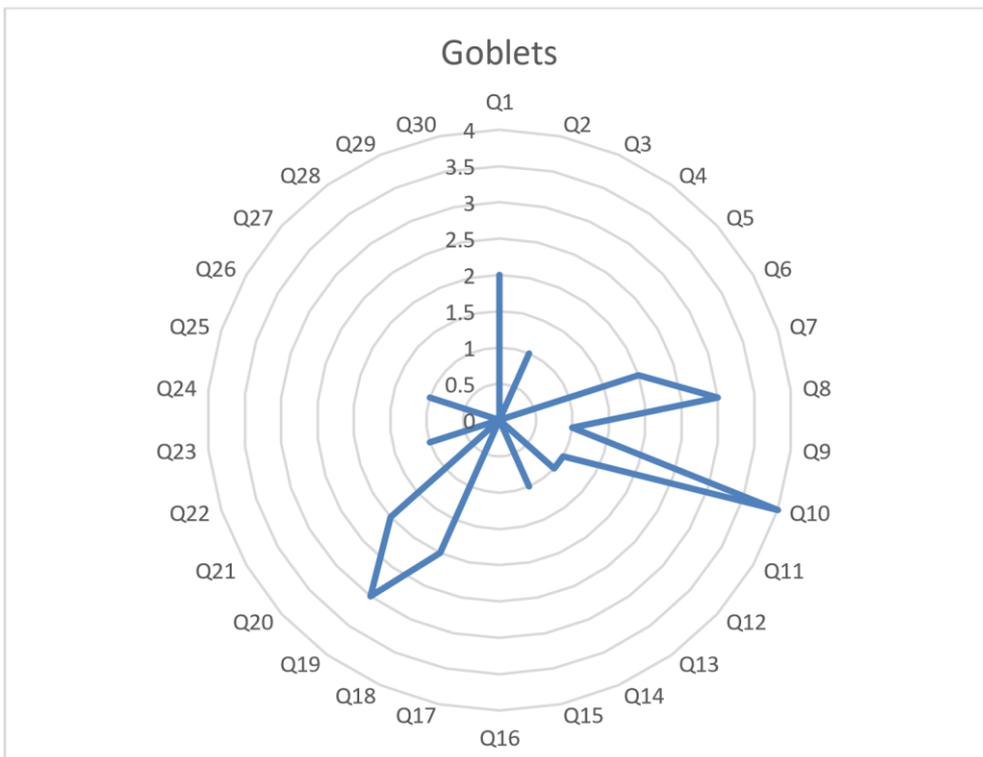
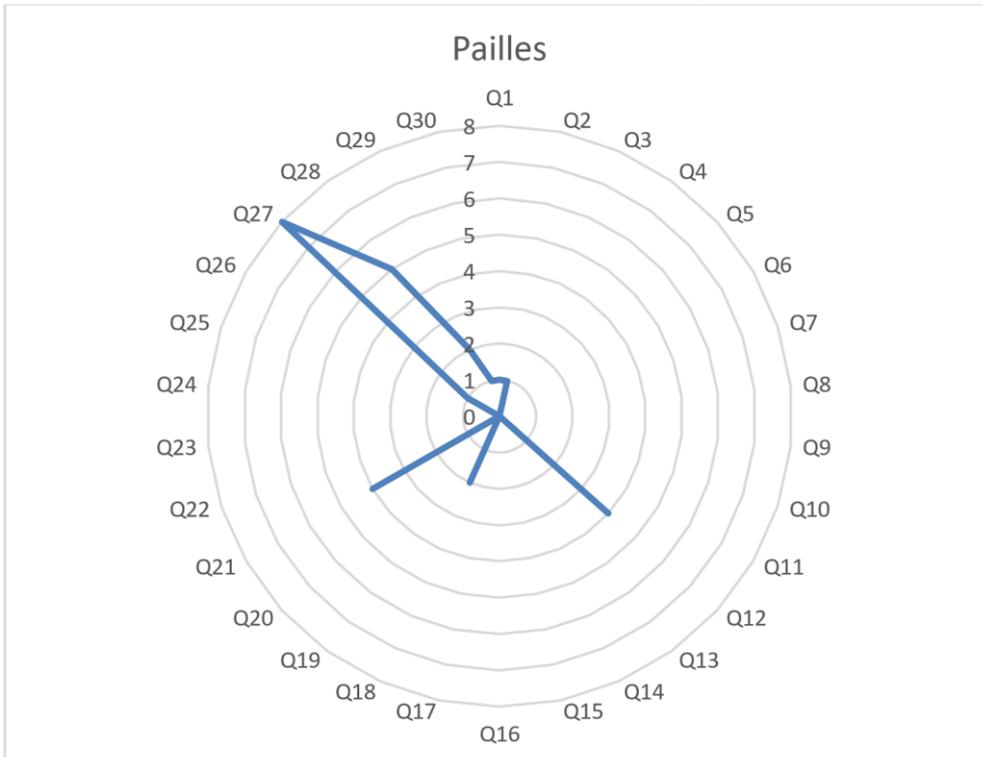
4.6. Cuillères :

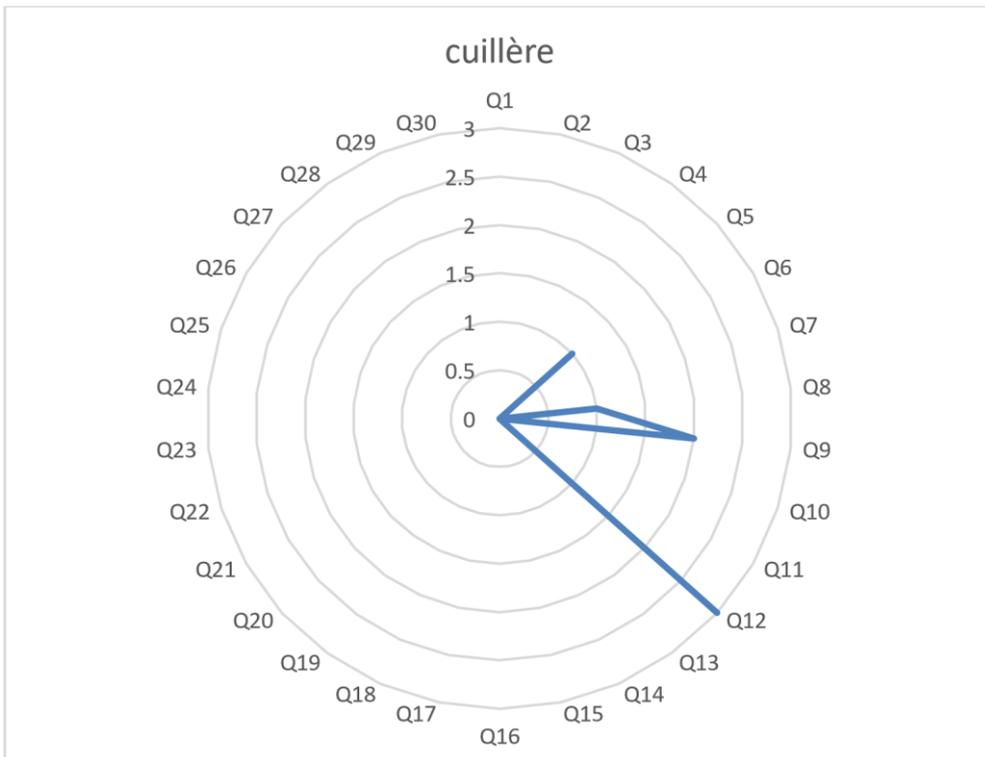
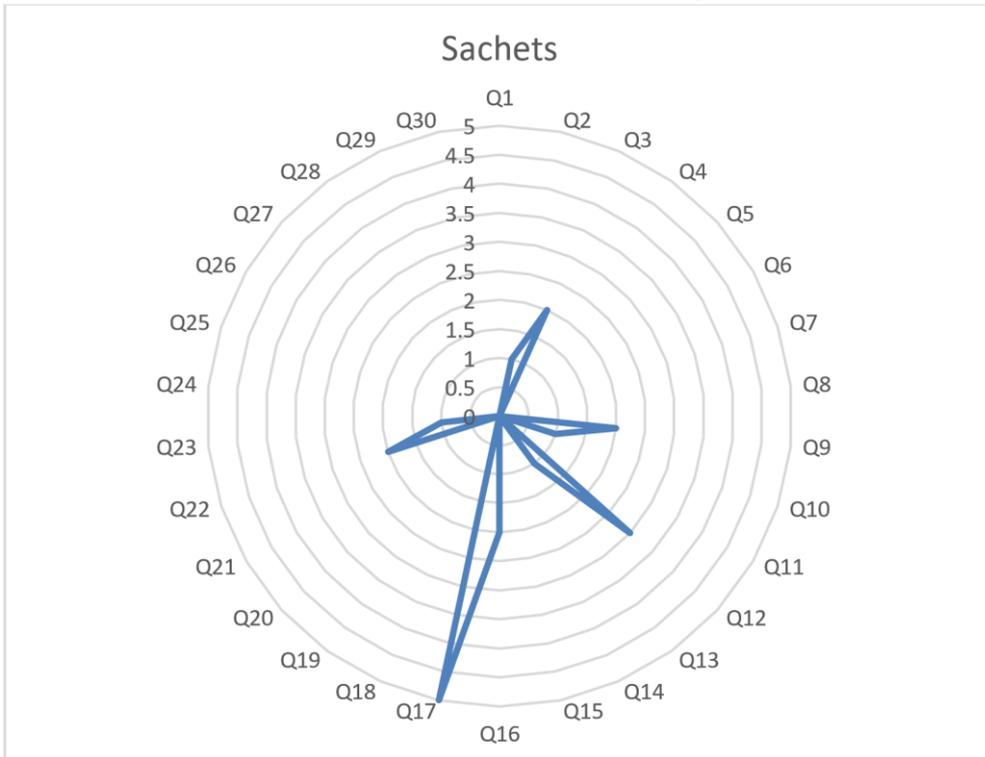
Les cuillères sont peu nombreuses sur les quadrats de ce transect. En effet, seulement sur quatre quadrats sont présentes avec un maximum de 3 cuillères sur le cadras n°12 et une seule cuillères sur les quadrats n°5,8.

4.7. Débris plastiques :

Malgré leur abondance sur ce transect, ils ne sont présents que sur 16 quadrats avec un maximum de 14 débris sur le quadrat n°9 et un minimum d'un seul débris sur le quadrat n°2.







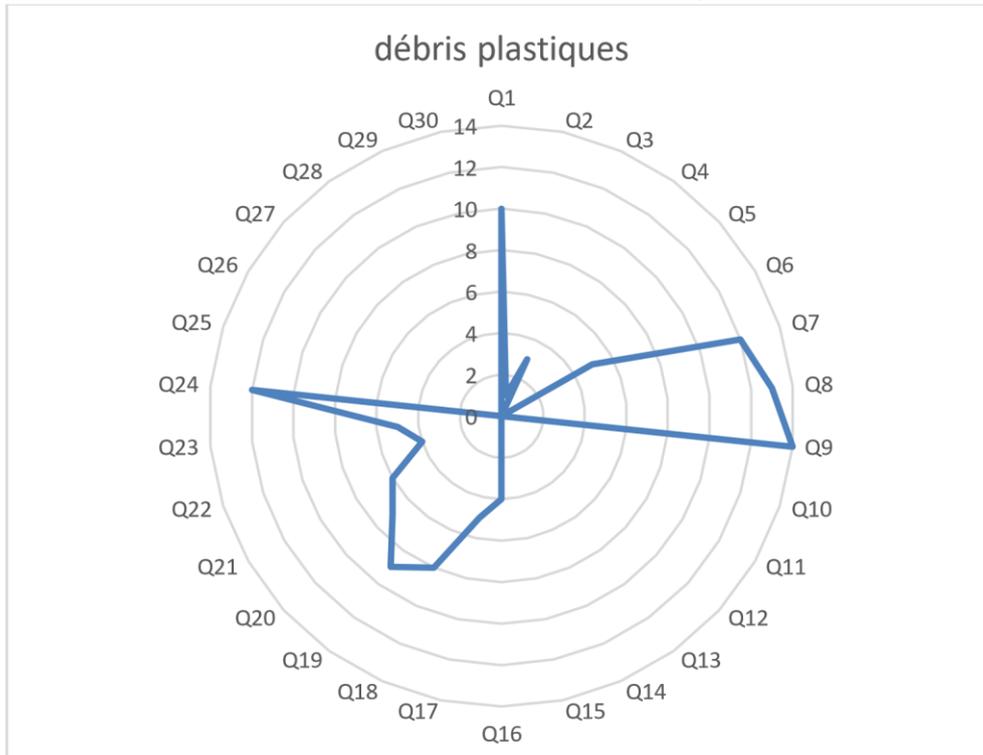


Fig.15. Répartition des différents types de déchets le long du transect 1 (Moscarda 1)

5. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 2 (Moscarda 1)

Sur le transect 2, nous avons collecté 5 types de déchets plastiques avec une prédominance des débris plastiques qui représentent 81,73%. Quant aux bouchons, ils représentent 16,61% suivis par les sachets avec 1%, puis les pailles et les gobelets avec 0,33% chacun.

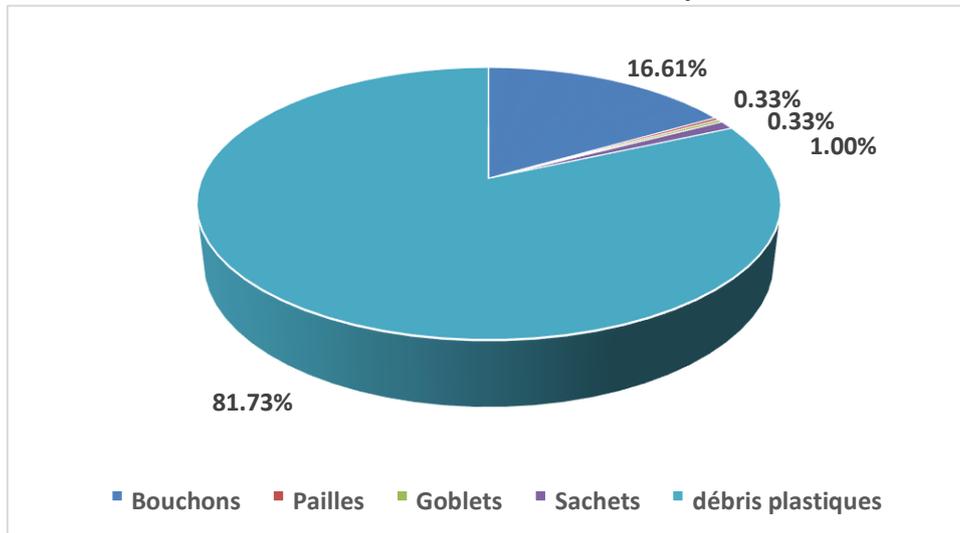


Fig.16. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau du transect 2 de la plage Moscarda 1

6. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 2 (Moscarda 1)

Au niveau du transect 2, nous avons étudié la répartition de chaque type de déchets plastiques.

6.1. Bouchons :

Les bouchons sont présents sur 19 quadrats avec un maximum de 9 bouchons sur le quadrat n°1 et un minimum de 7 bouchons sur les quadrats n°3, 8, 9, 10, 14, 20, 21.

6.2. Pailles :

Une seule paille a été collectée sur le quadrat n°1.

6.3. Gobelets :

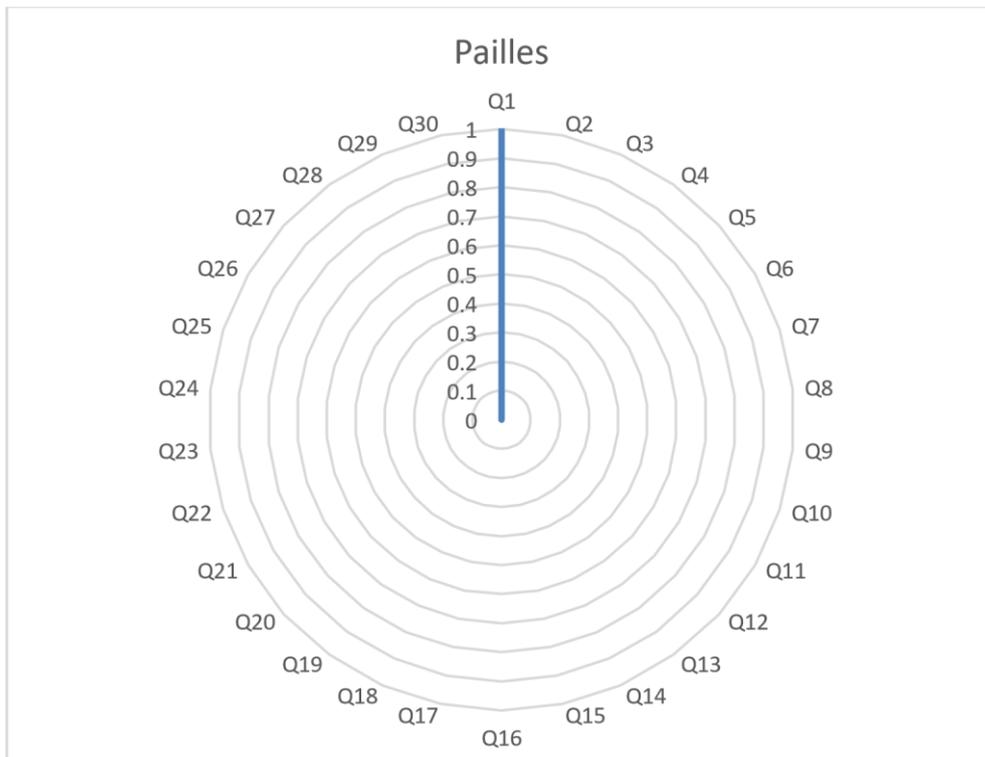
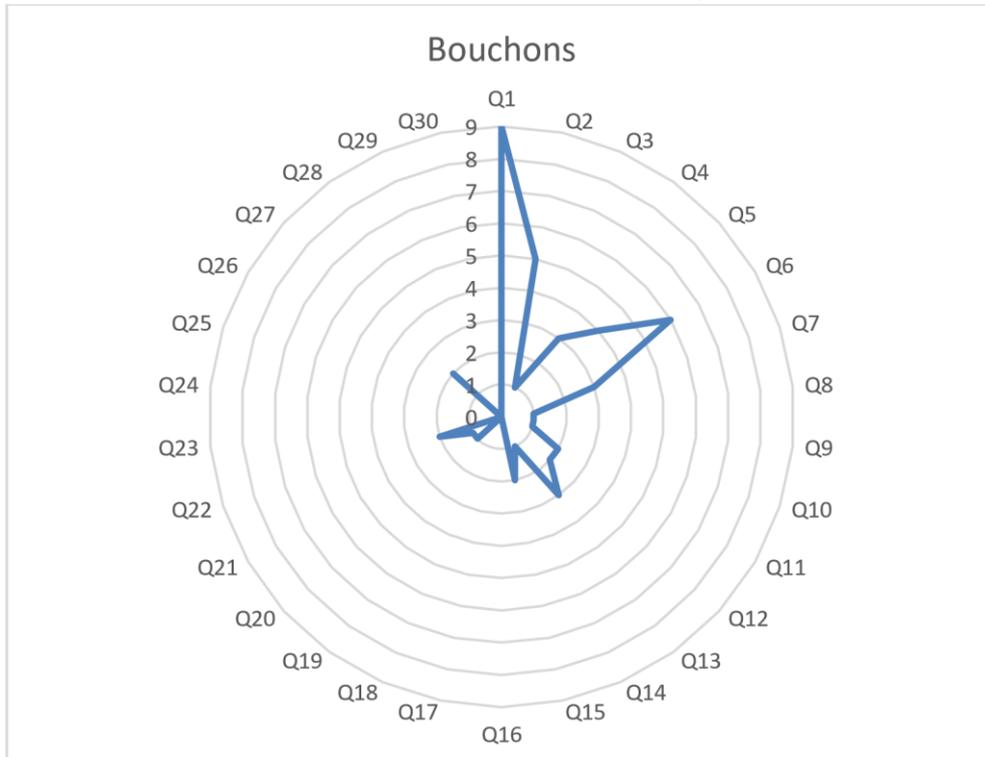
Un seul gobelet a été collecté sur le quadrat n°3.

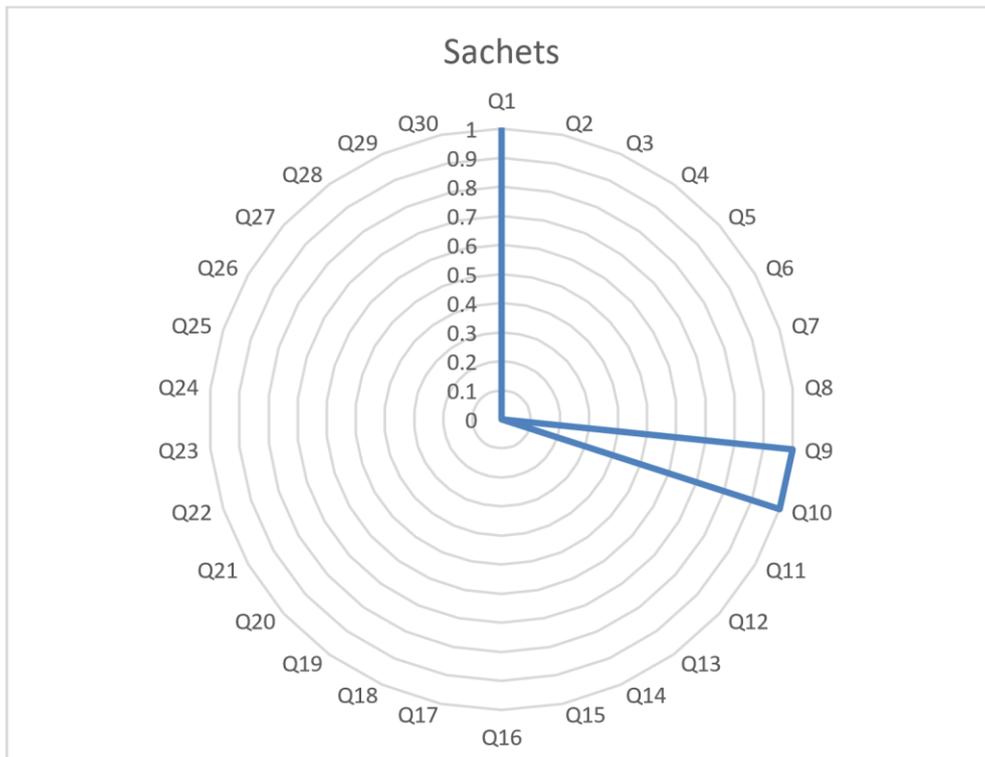
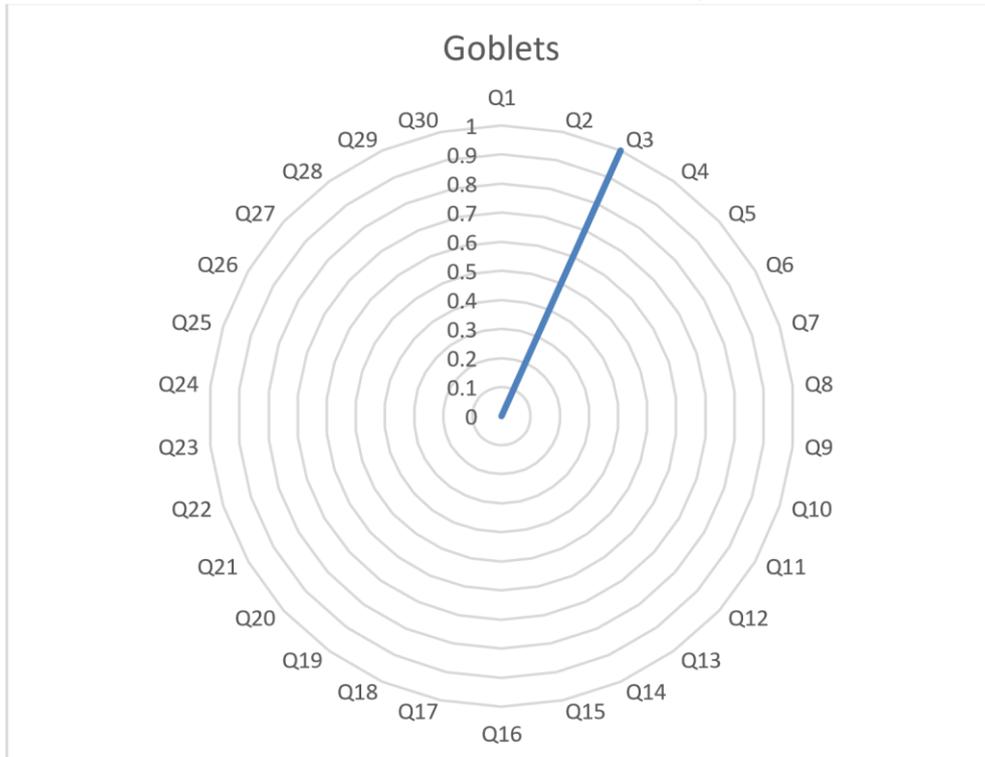
6.4. Sachets :

Les sachets sont présents sur seulement trois quadrats (quadrats n°1, 9, 10) avec un seul sachet par quadrat.

6.5. Débris plastiques :

Les débris plastiques sont présents sur 24 quadrats avec un maximum de 30 débris sur le quadrat n°14 et un minimum de 1 débris sur le quadrat n°22.





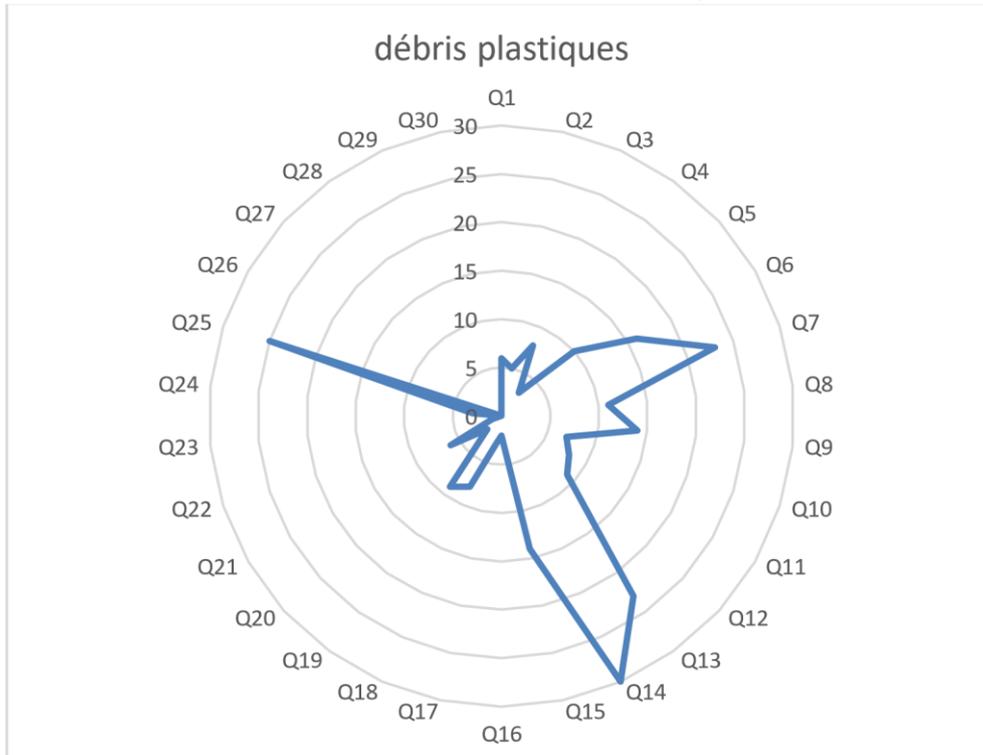


Fig.17. Répartition des différents types de déchets le long du transect 2 (Moscarda 1)

7. Déchets plastiques collectés au niveau de la plage Port say

La plage Port say nous a livré 7 types de déchets plastiques. 42,58% de ces déchets sont représentés par les débris plastiques. Le reste forment de 18% de ces déchets. Il s'agit des bouchons (17,15%), les bouteilles (12,77%), les sachets (11,92%), les pailles (7,30%), les gobelets (5,60%) et les cuillères (2,68%).

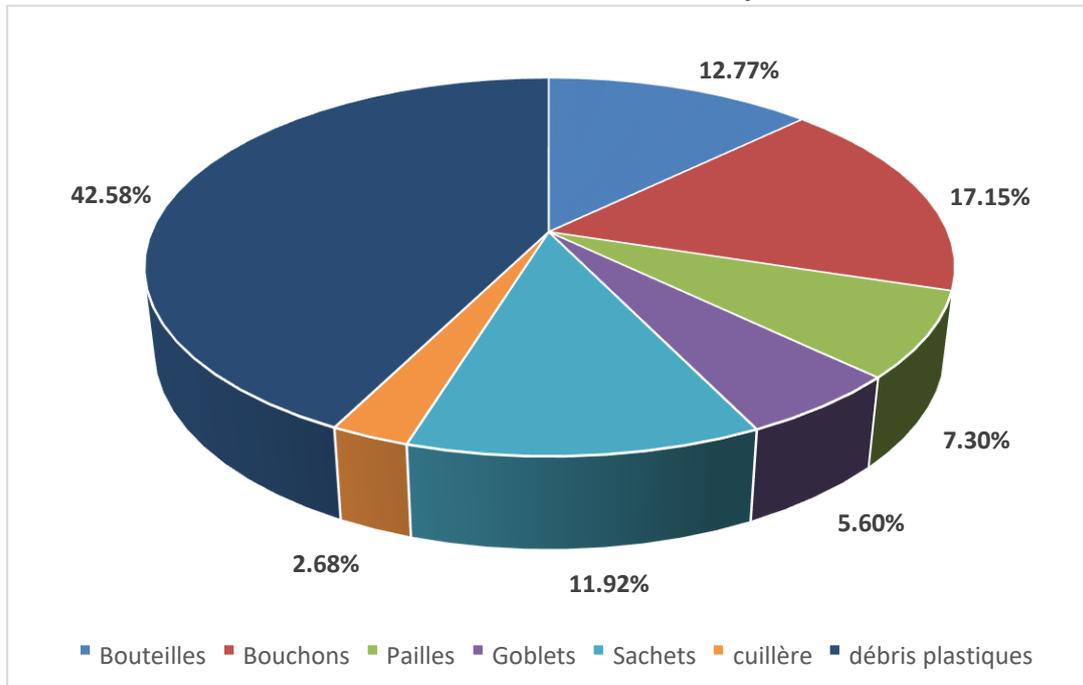


Fig.18. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau de la plage Moscarda 1

8. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 1 (Port say)

Sur le transect 1, nous avons collecté 7 types de déchets plastiques. Les débris plastiques forment 38,35%, suivis par les sachets (17,56%), les bouteilles (13,62%), les bouchons (12,90%), les gobelets (8,24%) et les pailles (5,38%).

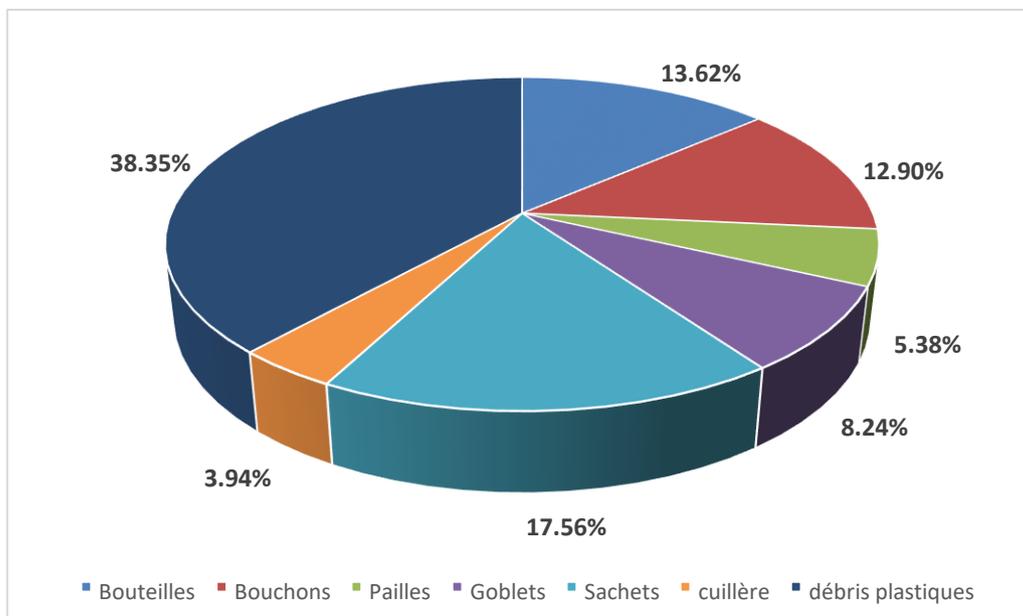


Fig.19. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau du transect 1 de la plage Port say

9. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 1 (Port say)

9.1. Bouteilles :

Les bouteilles sont présentes sur 20 quadrats avec un maximum de 4 bouteilles sur les quadrats n°14 et 21 et un minimum de 1 bouteilles sur les quadrats n°2, 8, 10, 13, 18, 23, 25, 29.

9.2. Bouchons :

Les bouchons sont présents sur 19 quadrats avec un maximum de 4 bouchons sur le quadrat n°22 et un minimum de 1 bouchon sur les quadrats n°4, 5, 6, 13, 14, 20, 23, 26, 30.

9.3. Pailles :

Les pailles sont présents sur 13 quadrats avec un maximum de pailles sur les quadrats n°2 et 9 et un maximum de 1 paille sur les quadrats n°1, 3, 8, 12, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 30.

9.4. Gobelets :

Les gobelets sont présents sur 17 quadrats avec un maximum de 3 gobelets sur le quadrat n°22 et un minimum de 1 gobelet sur les quadrats n°1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 19, 29, 30.

9.5. Sachets :

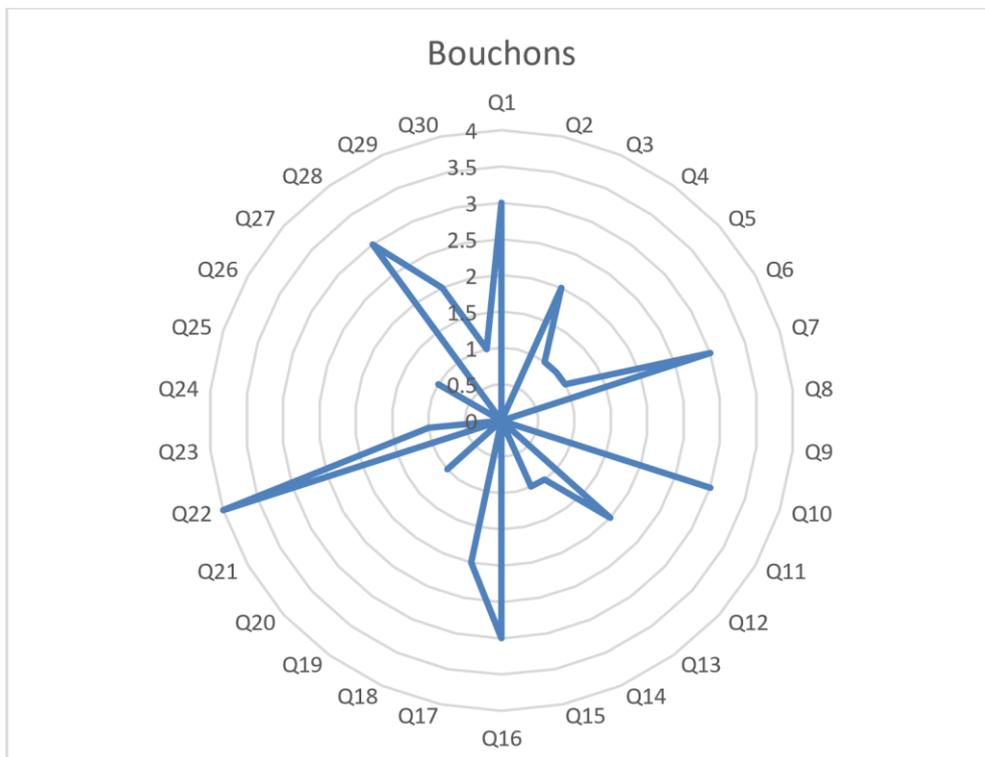
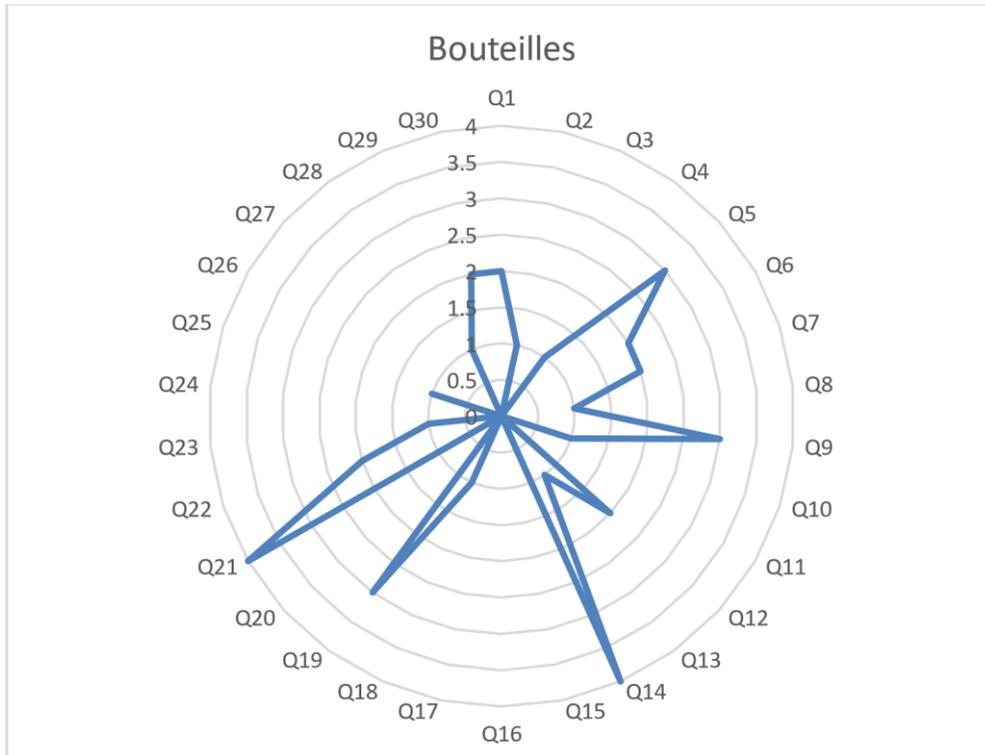
Les sachets sont présents sur 21 quadrats avec un maximum de 5 sachets sur le quadrat n°6 et un minimum de 1 sachet sur les quadrats n°1, 5, 8, 11, 15, 22, 25.

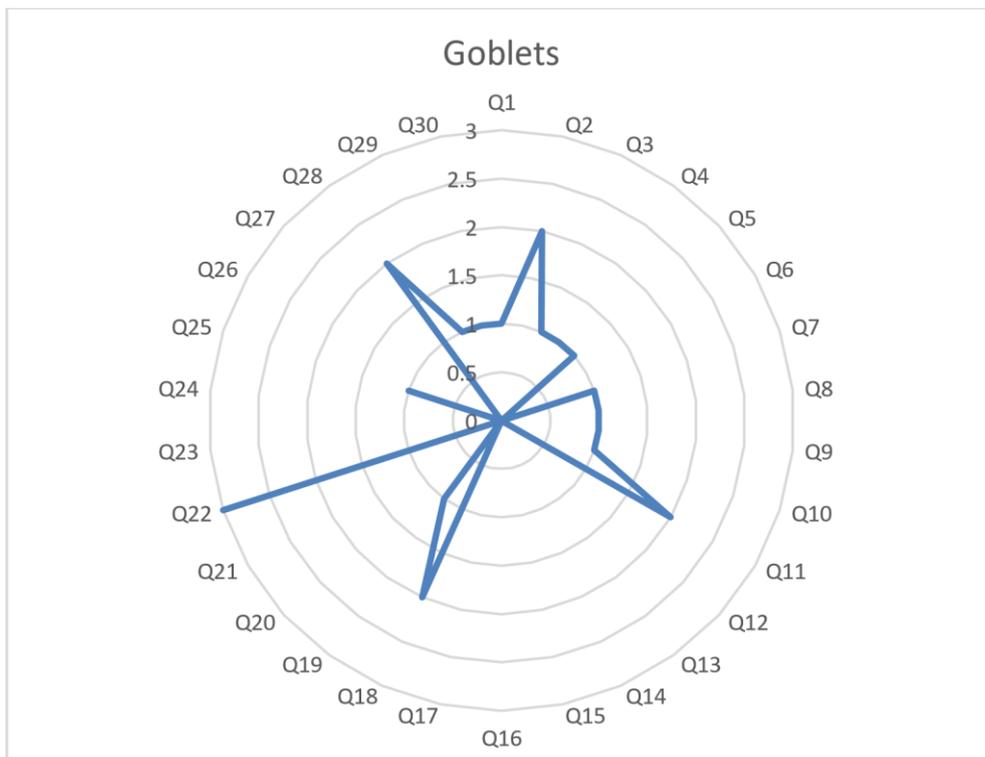
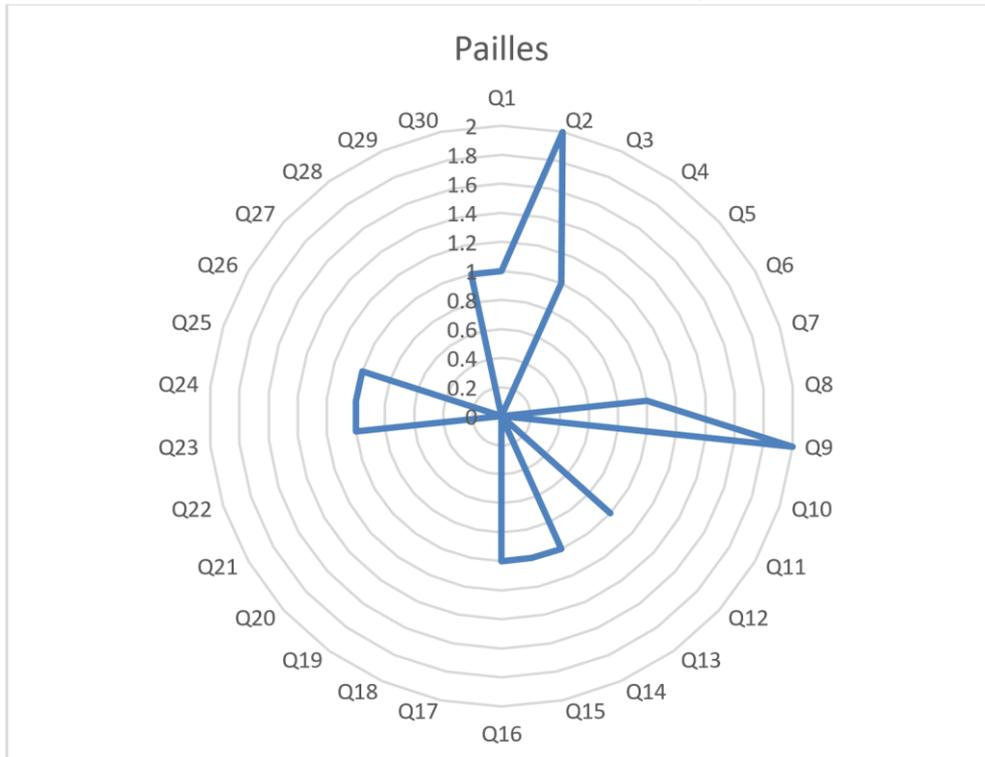
9.6. Cuillères :

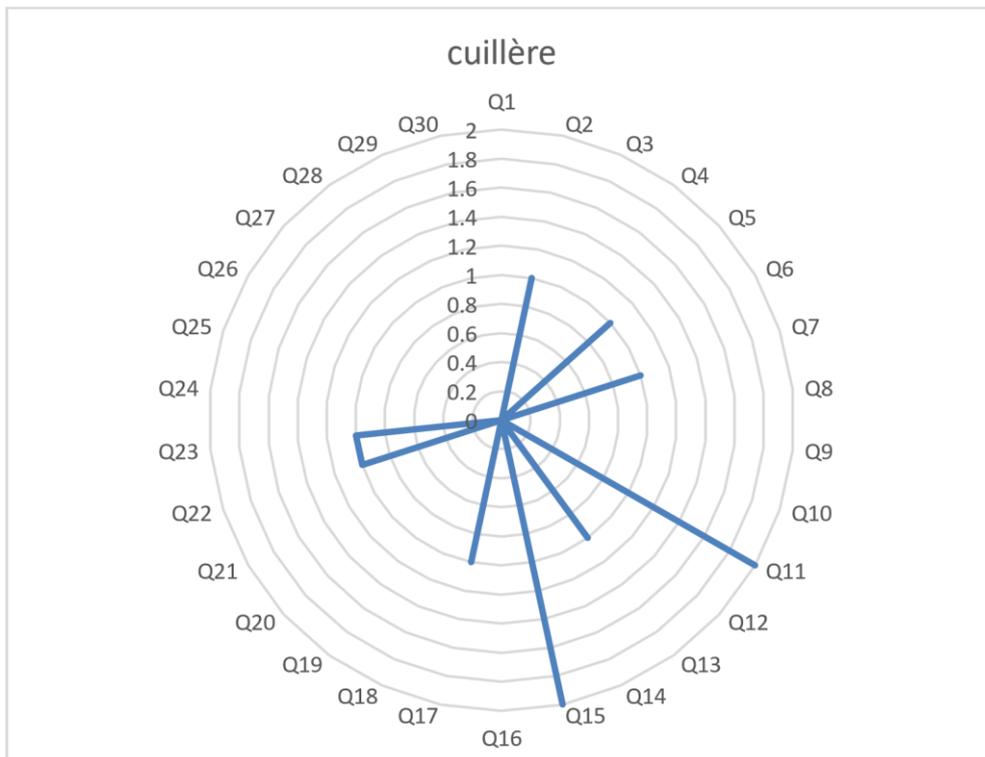
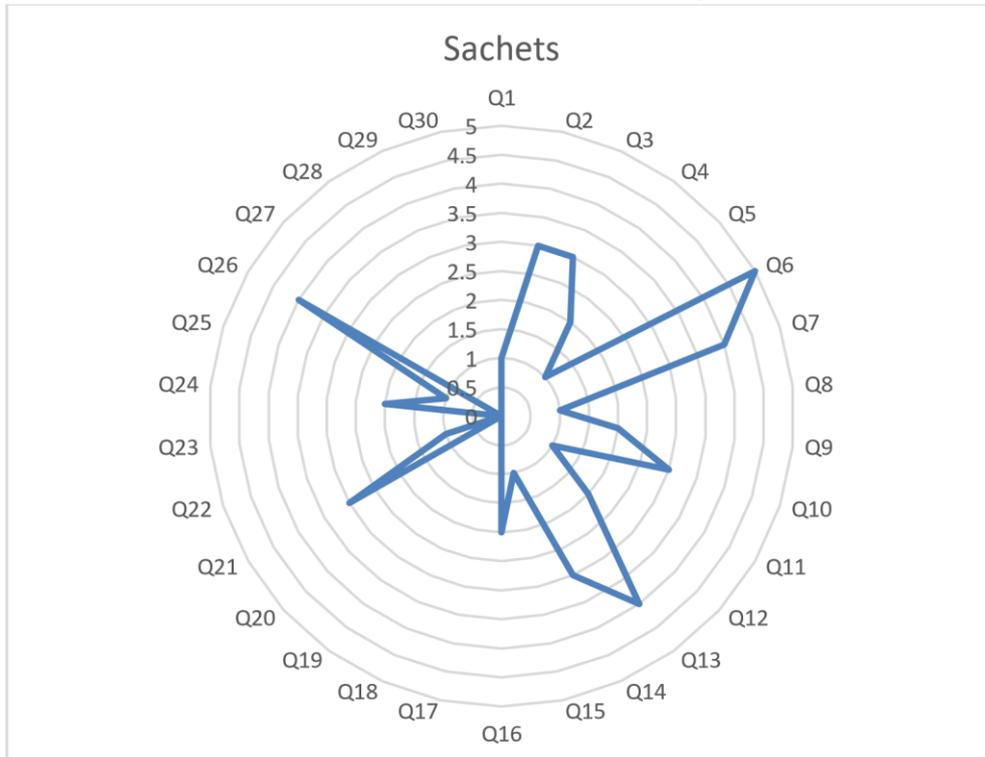
Les cuillères sont présentes sur 8 quadrats avec un maximum de 2 cuillères sur les quadrats n°11 et 15 et un minimum de 1 cuillères sur les quadrats n°2, 5, 7, 13, 17, 22, 23.

9.7. Débris plastiques :

Les débris plastiques sont présents sur 23 quadrats avec un maximum de 12 débris sur le quadrat n°26 et un minimum de 1 débris sur les quadrats n°4, 14, 15, 21.







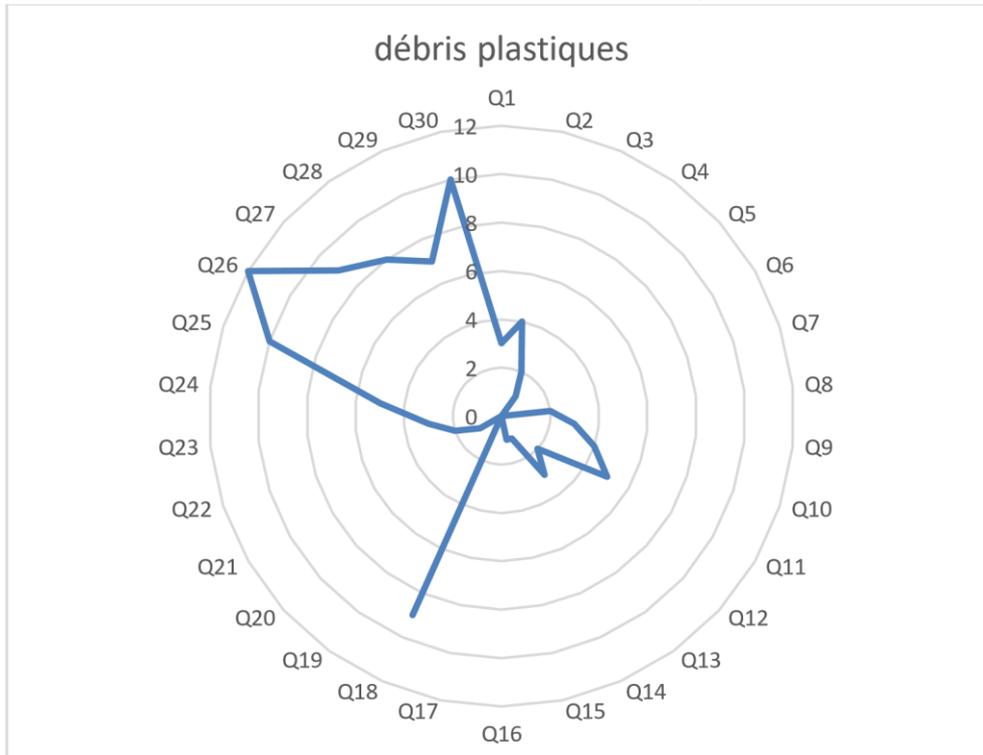


Fig.20. Répartition des différents types de déchets le long du transect 1 (Port say)

10. Déchets plastiques collectés au niveau du Transect 2 (Port say)

Nous avons recensé 7 types de déchets plastiques sur la plage Port say . Les débris plastiques forment 44,75% suivis par les bouchons (19,34%), les bouteilles (13,34%), les sachets (9,02%), les pailles (8,29%), les gobelets (4,24%) et les cuillères (2,03%).

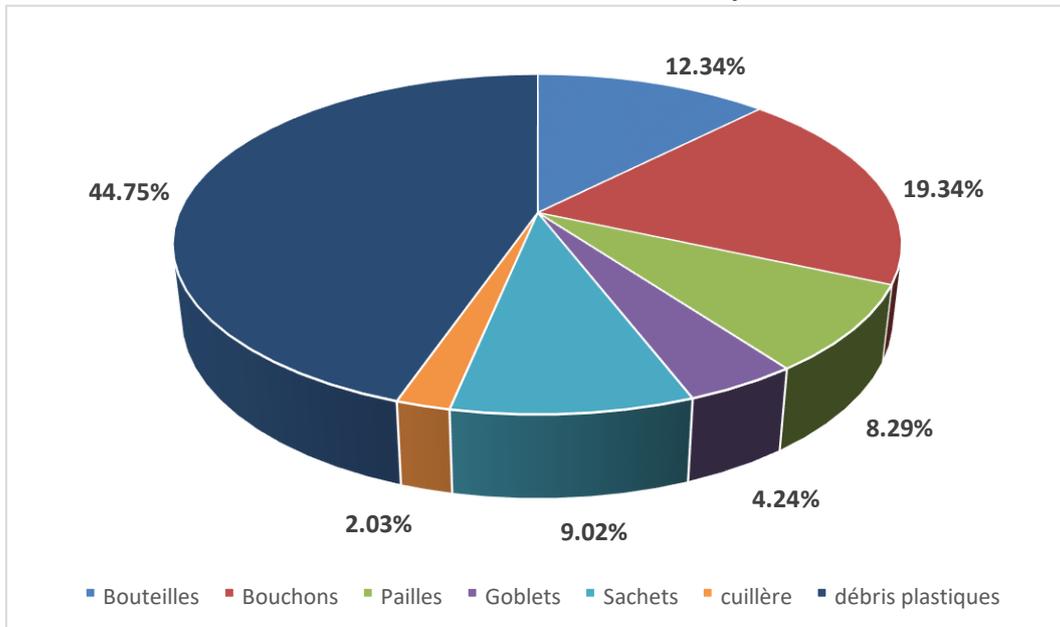


Fig.21. Pourcentage des déchets plastiques collectés au niveau du transect 2 de la plage Port say

11. Répartition des déchets plastiques au niveau du transect 2 (Port say)

11.1. Bouteilles :

Les bouteilles sont présentes sur 22 quadrats avec un maximum de 4 bouteilles sur les quadrats n°14 et 21 et un minimum de 1 bouteille sur les quadrats n°2, 8, 10, 13, 18, 23, 25, 29.

11.2. Bouchons :

Les bouchons sont présents sur 26 quadrats avec un maximum de 10 bouchons sur le quadrat n°11 et un minimum de 1 bouchon sur les quadrats n°4, 5, 6, 14, 20, 30.

11.3. Pailles :

Les pailles sont présentes sur 18 quadrats avec un maximum de 8 pailles sur le quadrat n°18 et un minimum de 1 paille sur les quadrats n°1, 3, 8, 14, 15, 23, 24, 25, 30.

11.4. Gobelets :

Les gobelets sont présents sur 17 quadrats avec un maximum de 3 gobelets sur le quadrat n°22 et un minimum de 1 gobelet sur les quadrats n°1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 19, 25, 29, 30.

11.5. Sachets :

Chapitre III. Résultats et discussion

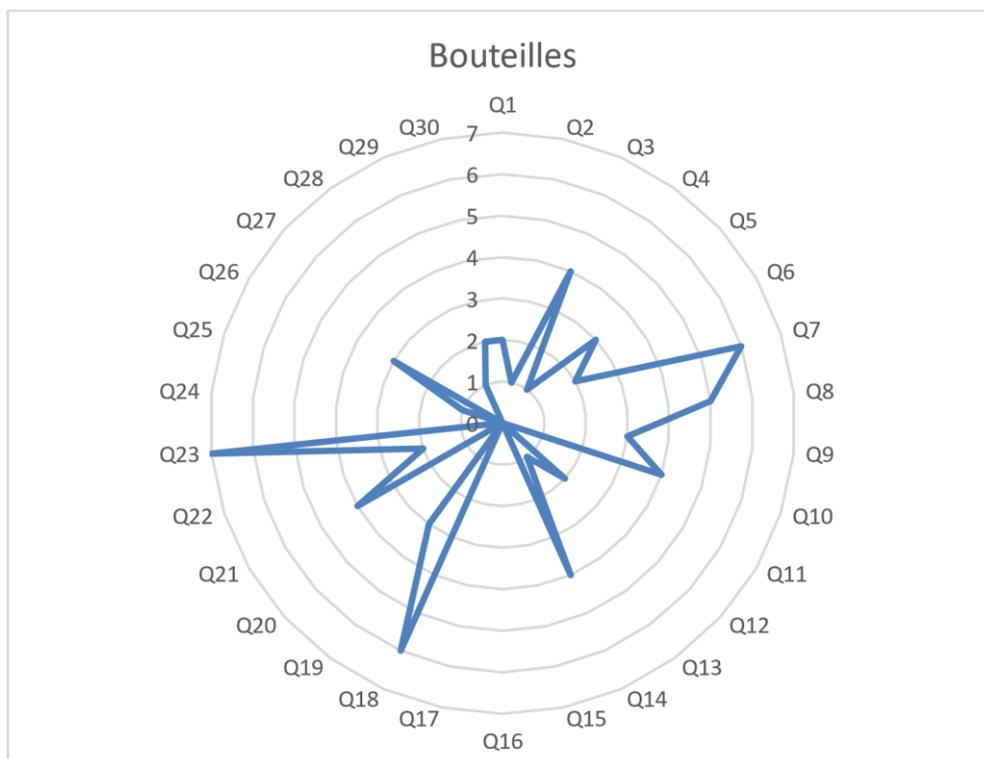
Les sachets sont présents sur 21 quadrats avec un maximum de 5 sachets sur le quadrat n°6 et un minimum de 1 gobelet sur les quadrats n°1, 5, 8, 11, 15, 22, 25.

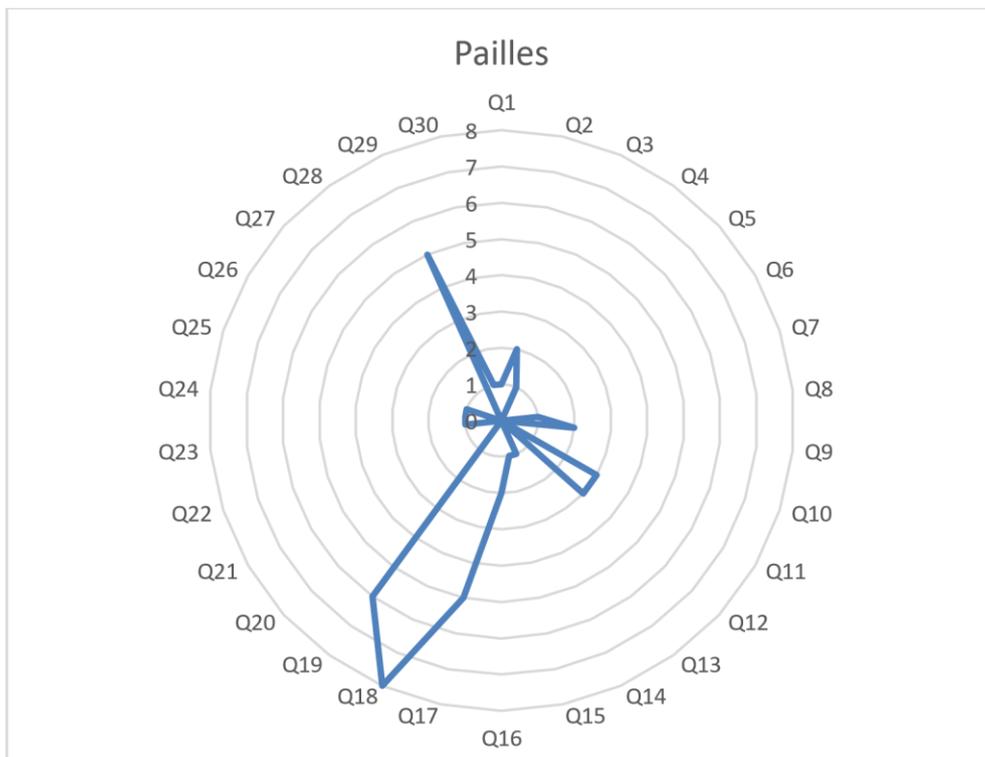
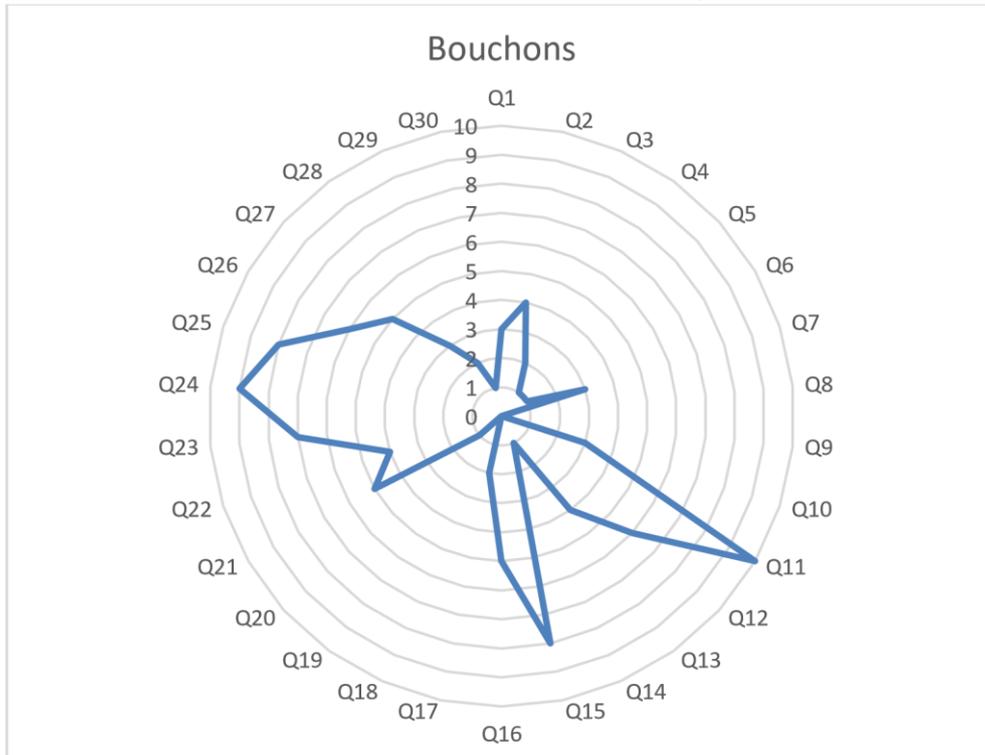
11.6. Cuillères :

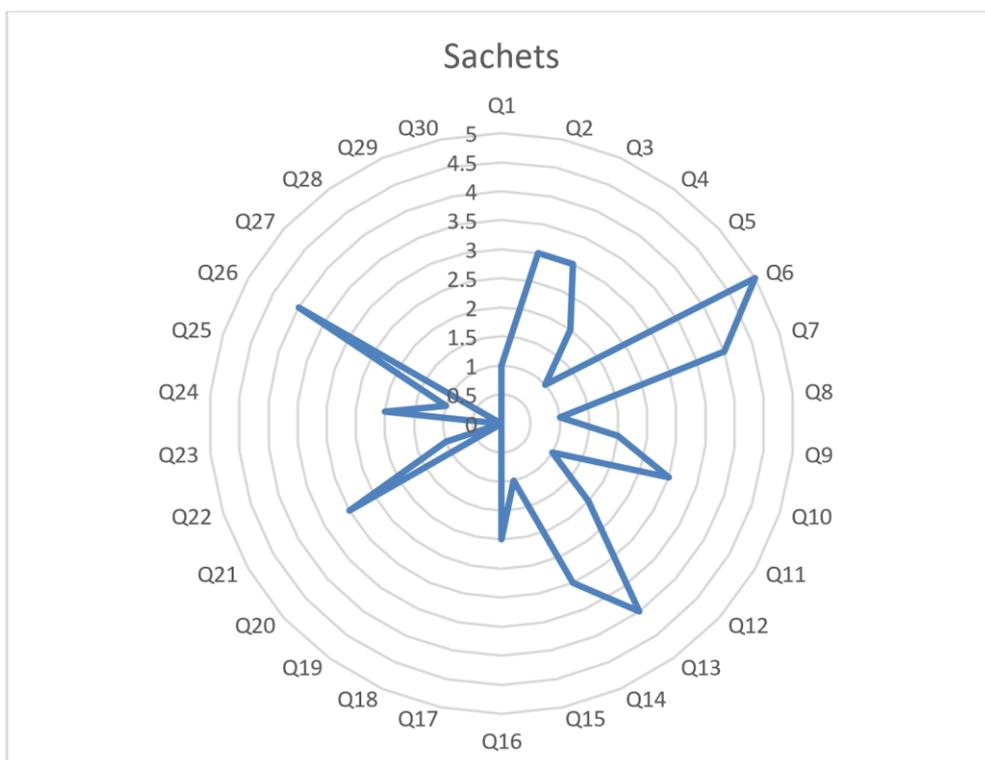
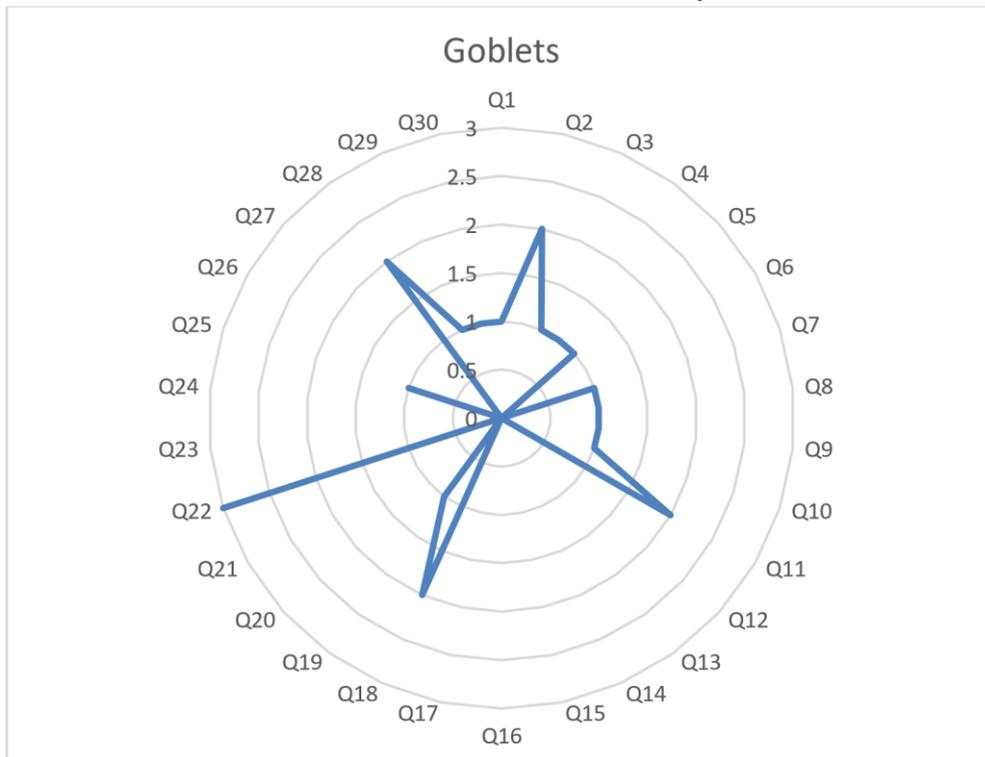
Les cuillères sont présentes sur 9 quadrats avec un maximum de 2 cuillères sur les quadrats n°11 et 15 et un minimum de 1 cuillère sur les quadrats n°2, 5, 7, 13, 17, 22, 23,

11.7. Débris plastiques :

Les débris plastiques sont présents sur 28 quadrats avec un maximum de 25 débris sur le quadrat n°26 et un minimum de 1 débris sur les quadrats n°6, 14, 21,







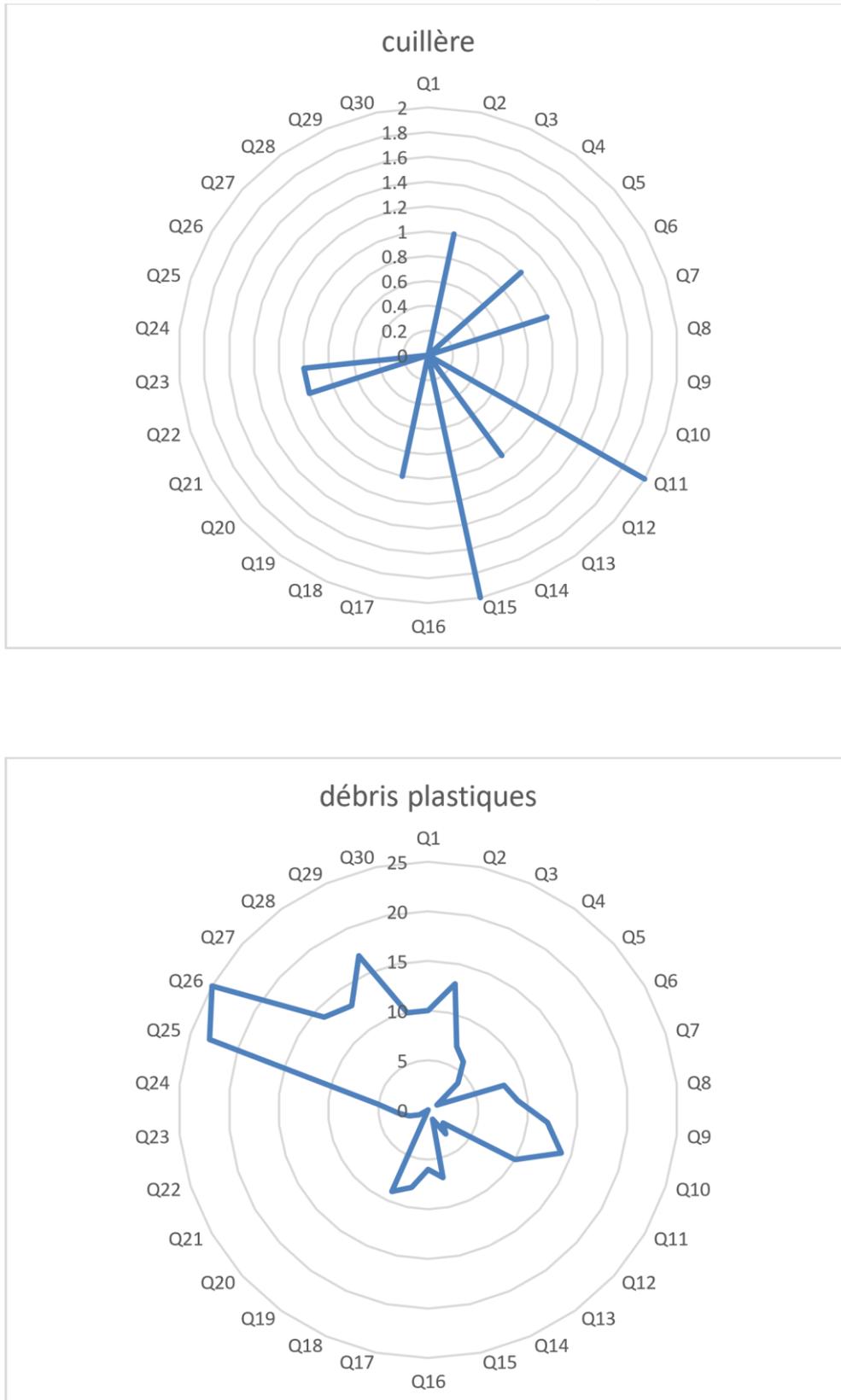


Fig.22. Répartition des différents types de déchets le long du transect 2 (Port say)

12. Comparaison entre les deux plages Moscarda 1 et Port say

Les deux plages enregistrent les mêmes types de déchets plastiques, mais avec une différence quantitative. Cependant, mise à part les débris plastiques, tous les déchets collectés au niveau de la plage Port say sont plus nombreux que ceux collectés au niveau de la plage Moscarda 1. Cette différence est plus importante chez les bouteilles (105 bouteilles en Port say contre 33 bouteilles en Moscarda 1), les bouchons (141 bouchons en Port say contre 93 bouchons en Moscarda 1) et les sachets (98 sachets en Port say contre 23 sachets en Moscarda 1).

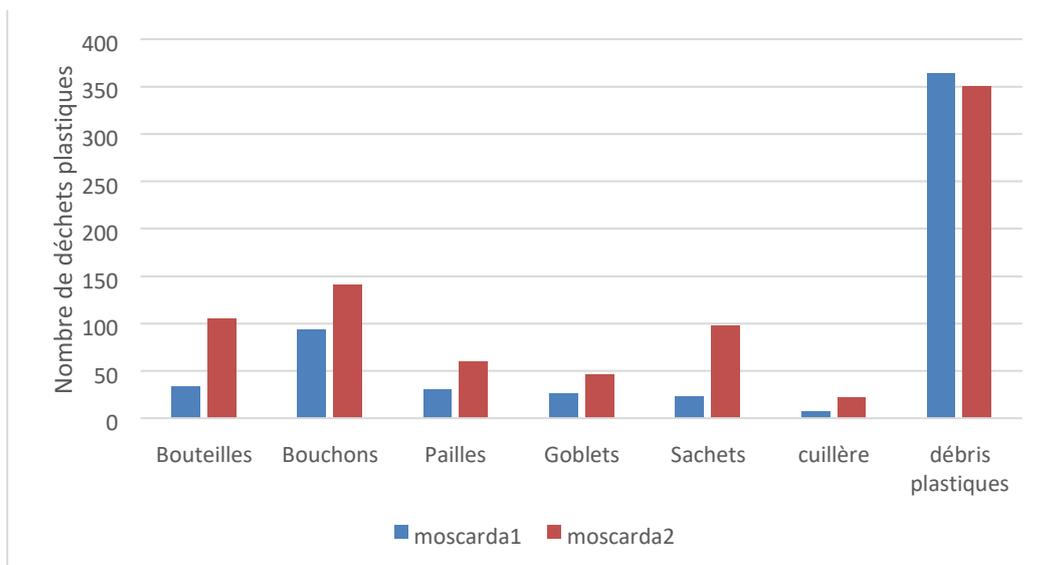


Fig.23. Comparaison entre les deux plages Moscarda 1 et Port say

13. Comparaison entre les deux transects pour les deux plages

13.1. Moscarda 1 :

De point de vue qualitatif, nous enregistrons une différence entre les deux transects. En effet, nous avons recensé 7 types de déchets sur le transect 1 contre 5 types de déchets sur le transect 2. Les cuillères et les bouteilles sont absents sur le transect 2, et même si les pailles et les gobelets sont présents, leur nombre est négligeable sur ce transect.

De point de vue quantitatif, le transect 1 présente un effectif important par rapport à celui enregistré sur le transect 2. A l'exception des débris plastiques qui plus important sur le transect 2.

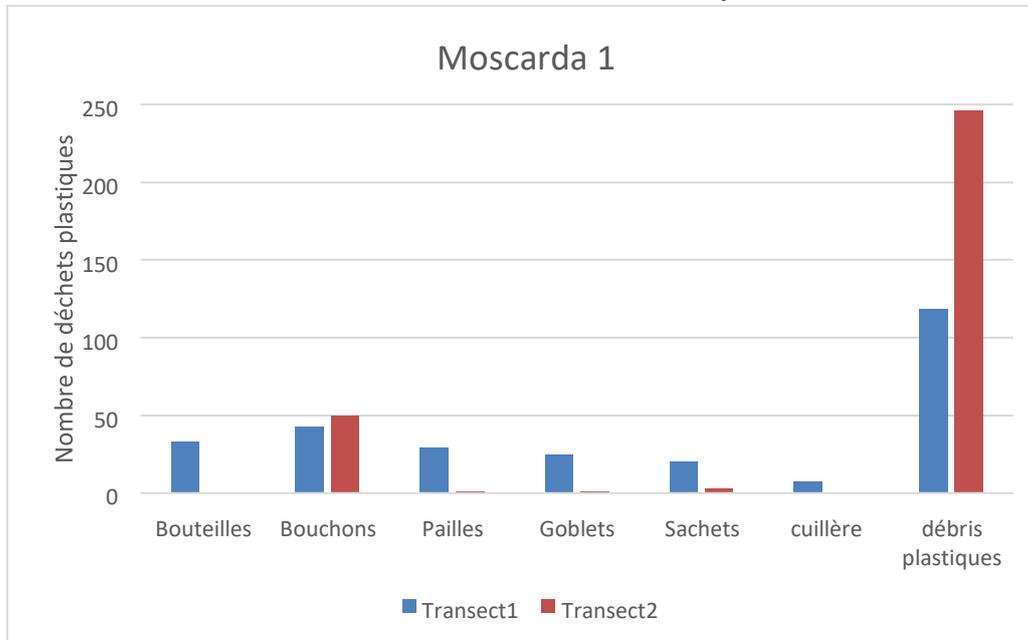


Fig.24. Comparaison entre les deux transects de la plage Moscarda 1

13.2. Port say :

De point de vue qualitatif, nous enregistrons les mêmes catégories des déchets plastiques sur les deux transects. En effet, nous avons recensé 7 types de déchets.

De point de vue quantitatif, une différence a été enregistrée pour 4 types de déchets dont le transect 2 abrite un nombre plus important que le transect 1. Il s'agit des bouteilles (67 sur le transect 2 contre 38 sur le transect 1), des bouchons (105 sur le transect 2 contre 36 sur le transect 1), des pailles (45 sur le transect 2 contre 15 sur le transect 1) et des débris plastiques (243 sur le transect 2 contre 107 sur le transect 1). Tandis que 3 types de déchets présentent le même effectif entre les deux transects. Il s'agit des gobelets (23 pour chaque transect), des sachets (49 pour chaque transect) et des cuillères (11 pour chaque transect).

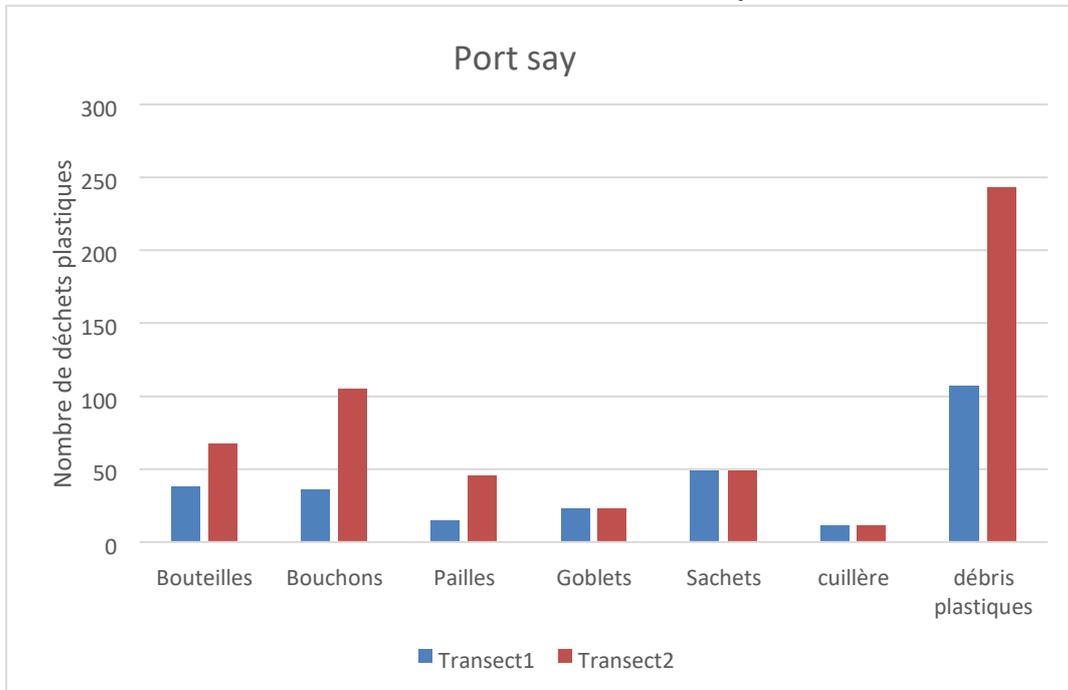


Fig.25. Comparaison entre les deux transects de la plage Port say

Discussion

La mer Méditerranée est exposée un problème de pollution, car elle est considérée aujourd'hui comme l'une des mers les plus polluée au monde, en raison de l'augmentation des contributions humain côtières des pays actifs dans le processus d'industrialisation, ainsi que de la civilisation moderne et de l'activité humaine. (Salomon, 2003 ; Houma et al., 2005(a); Lambert et al.,1981).

Notre travail nous a permis de collecter 7 types de déchets plastiques, à savoir : les bouteilles, les bouchons, les pailles, les gobelets, les sachets, les cuillères et les débris plastiques. Quant aux débris, ce sont des fragments dont la nature parue difficile à identifier en raison de leur taille et de leur forme.

De point de vue qualitatif, les deux plages enregistrent les mêmes types de déchets plastiques (7 types).

De point de vue quantitatif, la plage Port say enregistre un effectif des déchets plastiques important par rapport à la plage Moscarda 1 (un effectif de 822 en Port say contre un effectif de 576 en Moscarda 1).

Dans les deux plages, nous avons remarqué une différence quantitative et qualitative entre les deux transects, dont l'un est plus proche de la mer et l'autre et loin de la mer.

Chapitre III. Résultats et discussion

Du point de vue qualitatif, les deux transects révèlent une différence sur la plage de Moscarda 1 (7 types pour le transect 1 contre 5 types sur le transect 2), mais aucune différence sur la plage Port say (7 types pour chaque transect).

Du point de vue quantitatif, les bouchons enregistrent sur la plage Moscarda 1 le pourcentage le plus élevé après les débris plastiques (15,64% sur le transect 1 et 16,61% sur le transect 2). Tandis que sur la plage Port say, les sachets enregistrent le pourcentage le plus élevé sur le transect 1 après les débris plastiques, avec 17,56%. Mais sur le transect 1, les bouchons enregistrent 19,34% après les débris plastiques.

Les différences de répartition peuvent être causées soit par la concentration des activités estivales des visiteurs se concentrant le plus souvent dans la partie supérieure des plages (origine terrestre des déchets) (Bravo et al. 2009), soit par un transport vertical rejetés par les eaux de mers, par la houle ou le vent (Henry, 2010). Le transport de ces derniers est donc conditionné par l'intensité des vents et de la houle (Henry, 2010). Selon (Benarous, 2019), il n'existe pas seulement un seul facteur responsable du transport des déchets plastique mais peut-être une combinaison de plusieurs facteurs, tel que le vent, les cours d'eau, les vagues et les courants marins. Les bouteilles trouvées dans les sites d'étude ne viennent pas seulement par voie indirecte (facteurs déjà évoqués), mais également par voie directe liée aux usagers de la plage.

Conclusion

Les résultats de notre travail ont montré que la pollution par les déchets plastiques a touché toutes les plages de port-say, mais le mode de distribution et les zones touchées étaient différentes.

Des variations spatiales inter-site ont été constatées. Nous avons également remarqué que la Plage de port say est la plus polluée, en raison de la concentration de touristes et de la présence de lieux familiaux et des paysages naturelle, elle est donc considérée comme une destination touristique.

Des variations spatiales intra-site ont été constatées également. Ainsi, le transect 2 des deux plages est le plus pollué, avec une dominance des débris plastique dans des deux plages par rapport des autres catégories. Ces résultats confirment que la principale source de déchets plastiques au niveau côtier est due aux usagers de la plage, en particulier dans les zones supérieures de la plage, où la plupart des activités se déroulent dans cette zone.

Les campagnes de sensibilisation devraient être fait au profit des citoyens afin d'améliorer leur qualité de vie de notre communauté.

Références bibliographiques

- **ADAM. R G, LOHMANN.R, FERNADES L. A, MACFARLANE J. K, GSCHWD P.M,2007.** Polyethylene devices: passive samplers for measuring dissolved hydrophobicorganic compounds in aquatic environments. *Environnement Science Technologie* 41,1317-1323
- **ANDRADY A. L,1990.** Environnemental dégradation of plastics under land and marine exposure conditions.*Chemistry and Life Sciences* 154, 848-869.
- **ANDRE, S, 2000.**Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. Rapport final. Secrétariat Général de la Mer. 46p
- **ANONYME, 2001.** Journal officiel de la république algérienne N° 77 du 15 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
- **ANONYME 2, 2012.** Direction de la pêche et des ressources halieutiques, rapport sur la salubrité du port de pêche.
- **ANONYME, 2013.**Direction du tourisme, rapport des taux d'occupation annuelles des hôtels.
- **AUTIAN, J. 1973.** Toxicity and health threats of phthalate esters : review of the literature. *Environ. Health Perspect.* 4, 3-26.
- **BALET, J.-M. (2005).** Aide-mémoire : gestion des déchets
- **COLTON, J. B., BURNS, B. R. & KNAPP, FREDERICK D. 1974.** Plastic Particles in Surface Waters of the Northwestern Atlantic. *Science* 185, 491-497.
- **CUNNINGHAM D. J, WILSON S. P, 2003.**Marine debris on beaches of the greater Sydney Region. *Journal of Coastal Research*, 19, 421-430.
- **DJEMACI, B. 2011.** Recyclage des déchets à travers un système de consigne : Cas des DPEI et ONEDDLA LUTTE CONTRE LES PLASTIQUES. Direction de la Politique Environnementale Industrielle. Février 2021.
- **DERRAIK J.G.B ; 2002-** The pollution of the marine environment by plastic debris. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852.
- **GALGANI, F et al. 2000.** Litter on the sea floor along European coasts. *Marine pollution bulletin*, 40(6), 516-527.

- **GAUJOUS.D.1995.**La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire / par Didier Gaujous,... Bibliogr. Index Éditeur Paris 1 vol. 220 p.
- **GEYER, R, JAMBECK, J. R, & LAW, K. L. 2017.** Production, use, and fate of all plastics ever made. Science advances, 3(7), e1700782.
- **GOCHFELD, M. 1973.** Effect of artefact pollution on the viability of seabird colonies on Long Island, New York. Environ. Pollut. 4, 1-6.
- **GUO, J. DAI, X. LAURENT, B. et al.** La méthylation de l'AKT. (2019), par SETDB1 favorise l'activité de l'AKT kinase et les fonctions oncogènes. Nat Cell Biol. 21, 226-237.
- **HENRY M, 2010.**Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer. Rapport final.64p.
- **LAURENT.Bet al, 2020.**la pollution plastique :de nouvelles connaissances et des pistes pour l'action publique p43-45 / p53-57.
- **LAWRENCE, J. R. 1973.** MEASURING ENVIRONMENTAL IMPACT OF PLASTICS PACKAGING.
- **MALLORY M L, G.J ROBERTSON. et A MOENTNG,2006.**Marine plastic debris innorthern fulmars from Davis Strait, Nunavut, Canada. Marine Pollution Bulletin, 52, 800-815.
- **MEADOWS, D. H, MEADOWS, D. L, RANDERS, J. & BEHRENS III, W.1972.** The limits to growth.
- **OBEBACHER, B. 1975.** Analyses of utilizability of plastic packaging materials from the ecologic and economic standpoints. INDUSTR.ANZ. 97, 1272-1274.
- **OKERA, W. 1974.** Tar pollution of Sierra Leone beaches. Nature 252, 682.
- **PEAKALL, D. B.1975.** Phthalate esters : Occurrence and biological effects. Residue Reviews Vol. 54, 1-41.

- **POITOU, 2004.** Les macro-déchets : une gestion publique empirique, Etude du littoral de la région Provence AlpesCôte d'Azur. Thèse de doctorat, Université Aix Marseille.
- **RAYAN P. G, MOORE C. J, VAN FRANKER J.A. et MOLONEY C. L, 2009.**Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences, 364, 1999-2012.
- **RIOS L.M, MOORE C, JONES P. R, 2007.**Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. Marine Pollution Bulltin, 54, 1230-1237.
- **SITTING, M. 1975.** Pollution Control in the Plastics and Rubber Industry. NOYES DATA CORP.p36.
- **THOMPSON R.C ; MOORE C. J, VOM SAAL F.S. et SWAN S.H, 2009.**Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences, 364, 2153-2166.
- **TSY DENOVA.N et PATIL. P,2021.** Banque mondiale Blogs.
- **VAN GRIMBERGEN, M, REYBROUCK, G. & VAN De VOODRE, H. 1973.** Problems posed by the plastic substances in the waste products of homes and hospitals. Archives Belges de Medecine Sociale Hygiene Medecine du Travail et Medecine Legale 31, 326-342. Van Grimbergen, M., Reybrouck, G. & Van De Voorde, H. (1975). Air pollution due to the burning of thermoplastics II. ZBL.BAKT. REIHE B 160, 139-147.
- **VIEL G ,2013.** Valorisation des coproduits marins : Perspectives et développement dans la valorisation des coproduits marins. Centre de recherche pour la biothechnologie marines, p3.
- **VOLSKY, E. V, TSARINNIKOV, V. V, BARTENEY, V. D. & NALETOV, V. 1973.** Emission of volatile substances by plastic furniture on boats (Russian). GIG.SAN. 38, 27-31.
- **YVES L,1974.** Les nouveaux mythes : pollution et environnement In Tiers-Mondetome 15 n°57. Pouvoir, mythes et idéologies. Pp 253-265.

