



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER

FILIERE D' HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

MEMOIRE

MASTER

« Bioressources Marines »

THÈME

Abondance et répartition des débris plastiques au niveau des plages de la wilaya d'El Tarf.

Présenté (e) par :

MAIZI Mohamed Mersaoui

et

TAMER Dhia Eddine

Devant le jury :

PRESIDENTE : M^{me} RACHEDI Mounira (M.C.B – U.E.T).

PROMOTRICE : M^{me} DAHEL Amina (M.C.B – U.E.T).

CO- PROMOTEUR : M^r BELLOULOU Bilal (Doctorant ENSSMAL).

EXAMINATRICE : M^{me} BOUDJADI Zehaira (M.C. B – U.E.T).

Année universitaire 2019-2020



Remerciements

Avant tous nous remercions Dieu le clément, miséricordieux qui nous a donné la patience et l'énergie pour réaliser cet humble travail.

La recherche n'est pas une activité solitaire et ce qui peut être présenté comme un travail personnel doit toujours beaucoup à de nombreuses collaborations. Le travail présenté ici ne fait pas une exception à cette règle et a bénéficié, à des degrés variés, de la bonne volonté de nombreuses personnes.

Nous tenons en premier lieu à exprimer toute notre gratitude à nos encadreurs, Madame Dahel Amina et Monsieur Belloulou Bilal qui nous ont orientés, conseillés et aidés afin de réaliser ce modeste travail.

Nous remercions tous les enseignants des Sciences de la Mer, l'administration, et nos camarades de la promotion qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à accomplir ce travail.

Dhia et Mohame

Dédicaces

J'offre ce modeste travail :

A mes chers parents,

Mais aucune dédicace ne serait témoin de mon profond amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué par lesquels, ils m'ont toujours entouré depuis mon enfance.

Je dédie aussi ce modeste travail :

A tous mes amis, et à tous ceux que j'aime et à toutes les personnes qui m'ont prodigué des encouragements et se sont données la peine de me soutenir durant cette année.

A mes chères sœurs et mes chers collègues

Et toute ma famille

A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce manuscrit

De près ou de loin...

Dédicaces

Je dédie ce projet;

A MA CHÈRE MÈRE,

A MON CHER PÈRE

POUR LEUR PATIENCE, LEUR AMOUR, LEUR
SOUTIEN ET LEUR ENCOURAGEMENT

A MES FRÈRES.

A MES CAMARADES.

SANS OUBLIER TOUTS MES PROFESSEURS DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR.

A MES CHERS AMIS

QUI M'ONT AIDÉ ET SUPPORTÉ DANS LES
MOMENTS DIFFICILES

A TOUS CEUX QUE J'AIME ET
CEUX QUI M'AIMENT

MERCI !!!

Maizi Mohamed Mersaoui

Mou.Dj

Résumé.

Les débris plastique posent un vrai problème en Algérie, cause de l'ignorance totale de ses effets et du manque d'organismes spécialisés en recyclage. C'est le cas de toutes les côtes algériennes et même celles d'El-tarf comme le montre cette étude. L'objectif de ce travail est de contribuer à la connaissance de la répartition spatiale des microplastiques (polyster, filaments...ext) au niveau des plage de la wilaya d'El-tarf. Le levé et la quantification des déchets plastiques ont été réalisés pendant deux saison, hiver et printemps. Pour cela sept sites ont été choisis, la plage d'El-Mordjanne; Laouinette; La Missida; Cap-rosa; El-Heneya; Draouech; El-Chatt. Les observations sur le terrain ont indiqué que la topographie et l'emplacement des plages ont une influence sur la rétention des déchets plastiques et es résultats montrent que la côte Est est la plus dominée par les déférentes catégorie de débris plastiques. Enfin, Il n'existe pas seulement un seul facteur responsable du transport des déchets plastiques mais une combinaison de plusieurs facteurs, tels que le vent, les cours d'eau, les vagues et les courants marins. La comparaison entre les sept sites confirme que la plage de Draouech est la plus polluée par les quatre catégories de déchets plastiques : plastique durs, plastique mous, polyester, filaments.

Mots-clés: El-tarf, Côte, Déchets plastiques, Plastique durs, Plastique mous Filaments, Polyester.

Abstract.

Plastic debris is a real problem in Algeria, because of the total ignorance of its effects et the lack of specialized recycling organizations. This is the case for all Algerian coasts and even the coasts of the wilaya of of El-tarf as this study shows. The objective of the study is to contribute knowledge about the existence and spatial distribution of microplastics (polyester, filaments, etc.) at the level of the El-tarf ranges. The survey and quantification of plastic waste was carried out during two seasons, winter and spring. For this purpose, seven sites were chosen, the beach of El-Mordjanne ; Laouinette; La Missida; Cap-rosa; El-Heneya; Draouech; El-Chatt. Field observations have indicated that the topography and location of the beaches have an influence on the retention of plastic waste. The results show that the side is the most dominant of the deferent category of plastic debris. In the end, there is not only one single factor responsible for the transport of plastic waste but a combination of several factors, such as wind, waterways, waves and ocean currents. The comparison between the seven sites confirms that the Draouech beach is the most polluted by the four categories of plastic: hard plastic, soft plastic, polyester and filaments.

Keywords: El-tarf , Coast, Plastic waste, Hard plastic, Soft plastic, Filaments, Polyester

ملخص

حطام البلاستيك مشكلة حقيقية في الجزائر بسبب الجهل التام بآثاره ونقص مؤسسات إعادة التدوير المتخصصة. هذا هو الحال بالنسبة لجميع السواحل الجزائرية ومنها الشريط الساحلي لولاية الطارف. الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في معرفة التوزيع المكاني للمواد البلاستيكية الدقيقة (بوليستر ، خيوط ، إلخ) على مستوى شواطئ الطارف. تم إجراء مسح وتقدير كمية النفايات البلاستيكية خلال موسمين شتاء وربيع. لهذه تم اختيار سبعة مواقع هي شاطئ المردجان. العينات. لاميسيدا ؛ قمة روزا ؛ الحنايا ؛ دراوش و شاطئ الشط. وقد أشارت الملاحظات الميدانية إلى أن تضاريس وموقع الشواطئ لها تأثير على تواجد تراكم لنفايات البلاستيكية. أظهرت النتائج أن الجانب الشرقي هو الأكثر تعرضاً لتواجد الحطام البلاستيكي. في النهاية، لا يوجد عامل واحد فقط مسؤول عن نقل النفايات البلاستيكية ولكن مزيج من عدة عوامل، مثل الرياح والمجري المائية والأمواج والتيارات المحيطات. تؤكد المقارنة بين المواقع السبعة أن شاطئ الدراوش هو الأكثر تلوثاً من الفئات الأربع للنفايات البلاستيكية: البلاستيك الصلب والبلاستيك الناعم والبوليستر والخيوط.

الكلمات المفتاحية : الطارف الساحل حطام البلاستيك البلاستيك الصلب البلاستيك الناعم البوليستر الخيوط

Table des matières

Introduction	1
I.1. Plastique	4
I.2. La production et l'utilisation du plastique dans le monde	4
I.3. Microplastiques	6
I.3.1. Les sources de microplastiques.	6
I.3.2. La distribution des microplastiques dans l'environnement aquatique.....	7
I.3.3. Le transport des microplastiques.	9
I.4. Impact des débris plastiques sur les écosystèmes marins et côtiers	10
I.4.1. Impacts directs sur la faune.	10
I.4.1.1. Interaction entre les microplastiques et les microorganismes marins.....	10
I.4.1.2. Ingestion de microplastiques par les organismes marins.....	11
I.4.1.3. Les débris plastiques dans l'environnement marin.....	13
I.4.1.4. Impacts sur la santé humaine.....	13
I.4.1.5. Impact économique direct.	14
I.4.1.6. Impact économique indirect.	14
I.5. Identification des sources de pollution dans la cote de la wilaya d'El Tarf	15
I.5.1. Les activités touristiques.	15
I.5.2. Les unités industrielles.	16
I.5.3. Les activités de pêches.	17
I.5.4. Déchets abetonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers. .	17
I.5.5. Décharges.	17
Matériel et méthodes	20
II.1. Zone d'étude	20
II.2. Site d'échantillonnage	21
II.3 Objectifs et méthodologie	22
Résultats et Discussions	28
III.1. Résultats	28
III.1.1. Distribution spatiale des débris plastique en fonction des plages.....	28
III.1.2. Distribution des débris plastiques par catégories.....	28
III.1.1. Comparaison de la distribution des débris sur la côte.	29
III.1.2. Comparaison de pourcentage de distribution spatiale des débris plastique.	31
a. Le pourcentage de distribution parallèle de type de débris plastique pour chaque plage.....	31
b. Le pourcentage de distribution perpendiculaire de type de débris plastique pour chaque plage	32
III.1.3. Comparaison de pourcentage des débris sur le littoral d'El Tarf	33
III.1.4. Comparaison de la distribution entre la côte Est et la côte Ouest.	33
III.2. Discussion	35

III.2.1. Répartition spatiale intra-site.....	35
III.2.2. Répartition des débris plastiques sur le littoral de El-tarf	35
III.2.4. Distribution Est-Ouest des Débris Plastiques.....	36
III.2.3. Distribution des catégories de débris plastiques.....	37
Conclusion.....	38
Références bibliographiques	40

Liste des figures

Figure n° 1: Croissance de la production des matières plastiques entre 1950-2018.	4
Figure n° 2 : L'utilisation du plastique dans le monde.....	5
Figure n° 3: Estimation de la densité de plastiques flottant (particules.km ⁻²) selon quatre classes de tailles (0,33 -1,00 mm, 1,01 - 4,75 mm - 4,76 - 200 mm et > 200 mm) (Eriksen <i>et al.</i> , 2014).	8
Figure n° 4: Photos obtenues par microscopie électronique à balayage montrant la diversité des biofilms bactériens développés à la surface des débris de plastiques collectés dans l'environnement marin.....	11
Figure n° 5: Classification des débris de plastiques selon leur classe de taille et des organismes vivants potentiellement impactés (UNEP et GRID-Arendal, 2016).	12
Figure n° 6: Débris plastique sur la plage.	15
Figure n° 7 : Quelques photos des unités industrielles dans la wilaya d'El Tarf.....	16
Figure n° 8 : décharges sauvages	18
Figure n° 9: Carte de situation géographique de la wilaya d'El Tarf.....	20
Figure n° 10: Répartition des sites échantillonnés sur le littoral de El Tarf.....	21
Figure n° 11: Installation de site d'échantillonnage.....	23
Figure n° 12: Les étapes de l'échantillonnage	24
Figure n° 13 : analyse au laboratoire.....	25
Figure n° 14 : Schéma synoptique de la méthodologie d'échantillonnage et d'analyse microplastiques (< 5 mm) collectés dans un quadrat (dimensions de 0.25 m2, et 2 cm de profondeur).....	26
Figure n° 15 : Concentration en microplastiques (< 5mm) par mètre carré en fonction de plage	29
Figure n° 16 : Distribution parallèle et perpendiculaire de microplastiques (< 5mm) par mètre carré	30
Figure n° 17 : Le pourcentage de distribution parallèle de type de débris plastique pour chaque plage	31
Figure n° 18 : Le pourcentage de distribution perpendiculaire de type de débris plastique pour chaque plage	32
Figure n° 19 : La distribution de débris plastique entre la côte Est et la côte ouest.....	34
Figure n° 20 : pourcentage de poids de débris sur le littoral d'El-tarf	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Catégories de plastiques triés	25
Tableau 2 : Distribution du nombre de débris plastique sur le littoral d'El tarf.	28
Tableau 3 : Pourcentage des catégories de débris pour chaque plage.....	33

Introduction

La zone côtière assure la transition entre le continent et l'océan. La riche diversité des écosystèmes côtiers ainsi que les ressources et services (écologiques, sociaux et économiques) fournis par cette zone en font une composante importante de la biosphère. L'attractivité des zones côtières (notamment économique, commerciale et touristique) est à l'origine des 23 % de la population mondiale (soit 1,2 milliard de personnes) vivant à moins de 100 km du littoral, et la densité de ces populations devrait augmenter de 50 % d'ici 2030 (Adger et al., 2005; Small et Nicholls, 2003). La littoralisation a généré une densité de population mondiale dans les zones côtières presque trois fois plus importantes que dans l'intérieur des terres, 99,6 et 37,9 habitants par km², respectivement (Kay et Alder, 2005).

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

Cette intense pression anthropique exercée sur le littoral entraîne l'apparition de nouveaux contaminants dans le milieu marin tels que les plastiques (Crain et al., 2009; Defeo et al., 2009). Les plastiques représentent 60 à 90 % des déchets marins d'origine anthropique présents dans l'environnement marin (plages, surface de l'eau et fond marin) (Barnes et al., 2009; Derraik, 2002; Expéditions MED, 2016).

En 1997, l'American Academy of Sciences a estimé que la quantité de déchets produits dans les océans du monde était de 6,4 millions de tonnes par an. La plupart de ces déchets sont déposés dans les fonds marins et l'autre partie est suspendue dans l'eau (Bennett, 2010). Selon les auteurs de ce dernier, l'un des polluants les plus répétés dans ces environnements est le plastique. Ce dernier représente la plus grande quantité de déchets trouvés dans l'eau et les plages (Derraik, 2002). C'est un polluant qui existe principalement dans les zones les plus peuplées et industrialisées du monde (Morris, 1980).

La principale caractéristique qui fait du plastique un facteur important de pollution est sa résistance à la dégradation dans tous les compartiments de l'environnement (Hidalgo, 2012). En fait, les bouteilles en plastique peuvent mettre 450 ans à se dégrader complètement (Bennett, 2010). La présence de ces matériaux synthétiques dans le milieu naturel est relativement récente, puisque l'essor de l'industrie du plastique date des années 1970. Les

débris plastiques retrouvés à la surface de l'eau sont dominés par les particules de taille inférieure à 5mm, communément appelées des microplastiques (Hidalgo-Ruz et al., 2012). Les microplastiques sont issus de la fragmentation des plastiques et sont également dispersés dans tous les océans (Ivar do Sul et al., 2014). Ces fragments sont très stables et peuvent parfois persister jusqu'à 1000 ans dans le milieu marin (Cózar et al., 2014).

Dans le bassin méditerranéen, il y a encore peu de recherches sur l'abondance des déchets plastiques sur la cote, et depuis le début des années 1990, pas mal d'études dans le monde ont signalé ce phénomène dans les zones côtières. Des résultats alarmants ont ainsi été rapportés pour les pays tels que le Koweït (Shiber, 1989), le Brésil (Spengler et al., 2008), le Chili (Bravo, 2009), Malte (Etrewh et Holmes, 2011) et la Belgique (Claessens et Janssens, 2011).

D'après le dernier rapport de WWF (juin 2019, à l'occasion de la Journée mondiale de l'Océan), Chaque année, 600 000 tonnes de plastique sont rejetées dans la mer Méditerranée, ce qui représente 19 kg de plastique rejetés chaque seconde (compteur). Il révèle que les 22 pays de la région méditerranéenne produisent 24 millions de tonnes de déchets plastiques.

Comme les pays du Maghreb, l'Algérie prête peu d'attention aux débris plastiques sur ses côtes, la wilaya d'El-tarf ne sort pas de cette règle. En raison du manque d'organisation spécialisées et de ressources allouées à cette fin, la recherche et les données sur la côte d'El-tarf sont très limitées.

Ainsi l'objectif principal de ce travail consiste à évaluer l'abondance et la répartition spatiale des débris plastiques sur le littoral de la wilaya d'El Tarf, afin de déterminer ;

- L'abondance et les modes de répartition spatiale des débris plastiques au niveau de certaines plages de la wilaya.
- Les différences de répartition des débris plastiques au niveau des différentes plages étudiées.
- Les différences de répartition des débris plastiques entre la côte Est et la côte Ouest.
- Les débris plastiques dominant en fonction des catégories.

Chapitre I : Généralités

I.1. Plastique.

Le plastique est une matière organique tout comme le bois, le papier ou la laine. Les matières premières utilisées pour produire le plastique sont des produits naturels comme la cellulose, le charbon, le gaz naturel, le sel et bien entendu, le pétrole brut. Il n'existe aucune définition précise du plastique dans la législation algérienne, mais selon le Dictionnaire environnement en ligne : Les matières plastiques (classique, non biodégradable), sont des matériaux organiques de synthèse basés sur l'emploi de macromolécules (polymères), il est notamment utilisé pour les emballages, en raison de sa flexibilité (capacité à lui donner une forme voulue) et de sa légèreté.

I.2. La production et l'utilisation du plastique dans le monde.

Selon la Fédération des producteurs de plastique PLASTICS EUROPE la production mondiale de matières plastiques a atteint un niveau record de 359 millions de tonnes en 2018, soit l'équivalent de 11,38 t par seconde. Avec une augmentation de 3,2% par rapport à 2017 ; en 2017, elle avait déjà augmenté de 3,9% par rapport à 2016. 320 millions de tonnes de plastique ont été produites en 2015, contre 311 millions de tonnes en 2014, et 299 millions de tonnes en 2013 (Figure n°1).

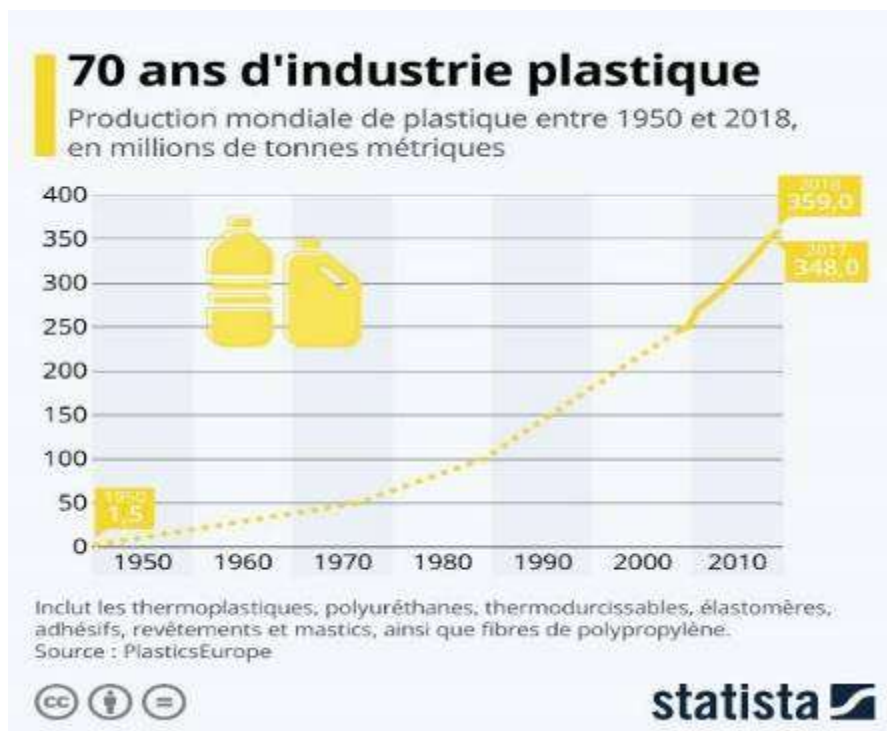


Figure n° 1: Croissance de la production des matières plastiques entre 1950-2018.
« Source : fr.statista.com »

Selon une étude de l'Université San Barbara de Californie (2017), 9,1 milliards de tonnes de plastique ont été déjà produites à date dans le monde ! Plus de la moitié de ce volume, soit 5,4 milliards de tonnes, a fini dans l'environnement.

La production de plastique devrait augmenter de 28,7 milliards de tonnes d'ici 2050 avec 13,2 milliards de tonnes qui vont finir soit dans l'environnement soit dans les océans. Selon la fondation Ellen MacArthur, si rien n'est fait dans les trois prochaines décennies, les océans contiendront plus de plastique que de poissons !

L'utilisation de matières plastiques a atteint environ 100 kg par an et par habitant en Amérique du Nord et en Europe occidentale en 2005 et devrait augmenter à 140 kg d'ici 2015 (UNEP, 2011). Dans les pays asiatique l'utilisation actuelle est d'environ 20 kg de plastique par an et par personne, et est estimé à 36 kg d'ici 2015 (UNEP, 2011).

Les caractéristiques physiques des plastiques (résistance, flexibilité et durabilité) ont mené la société à augmenter sa consommation jusqu'à rendre le plastique indispensable au quotidien (Etrady et Neal, 2009) (Figure n°2). Ces propriétés si bénéfiques pour la société représentent une menace pour l'environnement (Cole et al., 2011). Les déchets marins sont majoritairement composés de plastique à la fois dans le fond des océans (Pham et al., 2014) mais également à la surface de l'eau (Suaria et Aliani, 2014) et sur les plages (Topçu et al., 2013). Au cours de cette dernière décennie un intérêt particulier, provenant à la fois de la société et de la communauté scientifique, a été porté sur un contaminant émergent, les microplastiques.

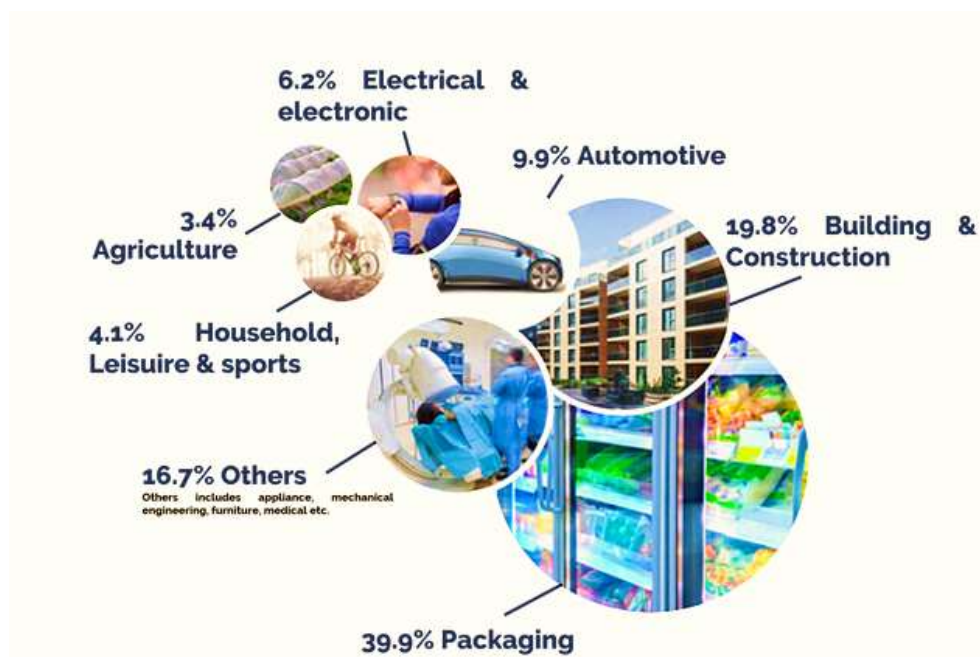


Figure n° 2 : L'utilisation du plastique dans le monde

Source : Plastics Europe Annual report of Plastics Europe. «Plastics: the facts 2019»

I.3.Microplastiques.

Les microplastiques sont des particules de plastique dont la taille n'excède pas 5 mm (National Oceanic and Atmospheric Administration) (Arthur et al., 2009), bien que pour certains auteurs ce terme s'applique aux particules de moins de 1 mm (Browne et al., 2010; Claessens et al., 2011; Vianello et al., 2013). Bien qu'aucune limite de taille inférieure n'ait jamais été clairement définie pour les microplastiques, il est communément admis que les particules inférieures à 0,1 μm correspondent à la classe des nanomatériaux. Les microplastiques sont généralement définis par leur taille, leur forme et leur couleur. Les définitions diffèrent selon les équipes de recherche, cependant cinq catégories sont généralement utilisées pour décrire la forme des microplastiques : fragments, sphères, fibres, GPI ou granulés plastiques industriels (ou pellets) et « foam » désignant les fragments de polystyrène expansé.

I.3.1. Les sources de microplastiques.

L'origine des microplastiques dans l'environnement aquatique est divisée en deux grandes sources. La première source de microplastiques (microplastiques primaires) correspond aux plastiques directement produits sous la forme de microparticules, et la deuxième source (microplastiques secondaires) correspond à la fragmentation de débris de plastiques plus gros (> 5 mm) via une combinaison de processus physiques, chimiques et biologiques (Etrady, 2011 ; Browne 2015).

Les microplastiques primaires proviennent des cosmétiques et des usines libérant des pastilles de résine plastique alors que les microplastiques secondaires sont générés par les touristes et les pêcheurs, par l'industrie de démantèlement des navires et les abrasifs industriels, ainsi que par les plastiques lessivés provenant de sites de déchets. Les vêtements synthétiques sont aussi une source de microplastiques, puisqu'en un seul lavage 1900 fibres peuvent être libérées dans les eaux (Pruter, 1987 ; Etrady, 2011 ; Browne et al., 2011). Le mécanisme produisant la majorité des microplastiques dans l'environnement marin est l'altération de déchets plastiques abetonnés par les touristes ou par les engins de pêche : 18% des plastiques marins (polystyrène expansé, bouées, filets) viennent de l'industrie de la pêche (Derraik, 2002 ; Cole et al., 2011 ; Etrady, 2011).

I.3.2. La distribution des microplastiques dans l'environnement aquatique.

La présence de microplastiques a été rapportée dans l'ensemble de l'hydrosphère, aussi bien pour les écosystèmes aquatiques continentaux que marins, des zones intertidales aux zones abyssales. Les microplastiques sont présents dans les biomes dulcicoles comme les lacs (Faure et al., 2015 ; Fischer et al., 2016), les fleuves (Dris et al., 2015 ; McCormick et al., 2014) et les estuaires (Browne et al., 2010 ; Lima et al., 2014). Ils ont également été décrits dans les biomes marins : les zones humides (mangroves, récifs coralliens) (Hall et al., 2015; Mohamed Nor et Obbard, 2014), la zone intertidale (Ogata et al., 2009; Turner et Holmes, 2011), la zone pélagique comprenant la couche de surface (Eriksen et al., 2013b; Moore et al., 2001) et la colonne d'eau (Ng et Obbard, 2006; Reisser et al., 2015), la zone benthique (Browne et al., 2010; Vianello et al., 2013) et la zone abyssale (Fischer et al., 2015; Woodall et al., 2014). Les microplastiques contaminent les systèmes côtiers (Collignon et al., 2014 ; Ng et Obbard, 2006), les systèmes hauturiers (Goldstein et al., 2013 ; Law et al., 2010) et même les régions les plus reculées et éloignées des activités anthropiques comme les régions polaires (Obbard et al., 2014).

A l'échelle mondiale, plusieurs travaux ont estimé le stock de plastiques flottant dans les océans en compilant les observations in situ avec les modèles océanographiques et les estimations disponibles d'apport de plastiques dans les océans (Cózar et al., 2014 ; Eriksen et al., 2014 ; Sebille et al., 2015). Les estimations varient de 5,25 à 51 mille milliards de déchets plastiques (66 à 269 mille tonnes) à la surface des océans (Cózar et al., 2014 ; Eriksen et al., 2014 ; Sebille et al., 2015). Ces études ont montré que les microplastiques flottants tendent à se concentrer dans les zones de convergence générées par les 5 gyres subtropicaux suivants : Pacifique Nord et Sud, Atlantique Nord et Sud, et dans l'Océan Indien, ainsi que dans les zones côtières où les concentrations sont maximales (Figure n°3) (Eriksen et al., 2014; Sebille et al., 2015). Cependant, ces estimations correspondent approximativement à 1 % des déchets plastiques censés entrer dans les océans en 2010 (Jambeck et al., 2015). Cette différence peut s'expliquer par la non-inclusion des macroplastiques dans certaines estimations (Cózar et al., 2014; Sebille et al., 2015). De plus, Eriksen et al. (2014) suggèrent que les processus restants tels que la photodégradation, la biodégradation, l'ingestion par les organismes marins, la sédimentation des particules via le fouling ou par l'entraînement d'autres particules sédimentant, ainsi que l'échouage le long des côtes peuvent expliquer cette différence. D'après ce modèle, les microplastiques représentent 92,4 % des 5,25 mille milliards de particules de plastiques flottant à la surface des océans (Figure n°3).

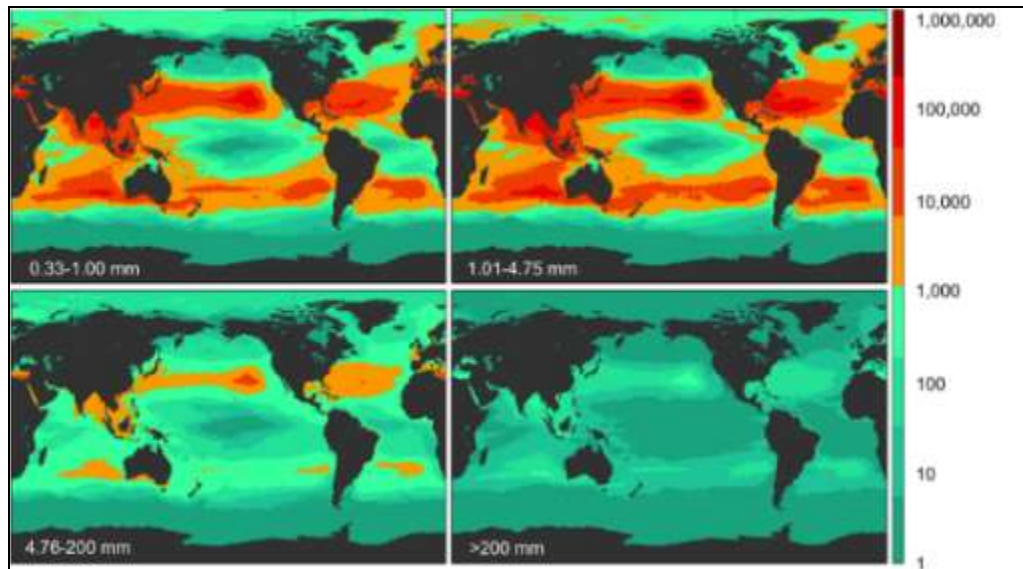


Figure n° 3: Estimation de la densité de plastiques flottant (particules.km⁻²) selon quatre classes de tailles (0,33 -1,00 mm, 1,01 - 4,75 mm - 4,76 - 200 mm et > 200 mm) (Eriksen *et al.*, 2014).

Un nombre croissant d'étude s'intéresse à la contamination des zones côtières, notamment dans les zones de balancement des marées (Cole *et al.*, 2011), à proximité des estuaires (Lima *et al.*, 2014), des zones urbaines (Browne *et al.*, 2011), ainsi que dans des baies semi fermées (Cózar *et al.*, 2015). Vianello *et al.* (2013) notent notamment une accumulation préférentielle des microplastiques dans les zones à hydrodynamisme faible (zones abritées, lagons, rives) à l'image du comportement de la fraction sédimentaire fine. Les travaux menés par Cózar *et al.* (2015) ont montré que la mer Méditerranée est également une zone d'accumulation des déchets plastiques flottants. La contamination de la surface de ce bassin est estimée à une moyenne de 243 853 particules.km⁻² (423 g.km⁻²). Cette densité est proche de celle retrouvée dans les 5 gyres subtropicaux (281 à 639 g.km⁻²) et peut s'expliquer par l'intense pression anthropique et l'hydrodynamique de ce bassin semi-fermé (Cózar *et al.*, 2014; Eriksen *et al.*, 2014). Comme dans les gyres subtropicaux, les microplastiques sont la classe de taille dominante (en termes de nombre) des déchets plastiques flottants (83 %) mais la proportion de macroplastiques y est plus importante, ce qui est probablement due à la proximité des sources de contamination.

A une échelle spatiale plus petite (quelques dizaines de km), la variabilité dans la distribution des plastiques est influencée par les turbulences de surface (vent, vagues), la distance à la côte, la proximité des sources (Collignon *et al.*, 2012 ; Goldstein *et al.*, 2013 ; Pedrotti *et al.*, 2016). Pedrotti *et al.* (2016) ont montré une corrélation positive entre la densité de déchets plastiques flottants et la densité de la population côtière, ainsi qu'avec la distance à la côte.

I.3.3. Le transport des microplastiques.

La connaissance du devenir des déchets plastiques dans le milieu marin reste parcellaire et de nombreux facteurs peuvent intervenir comme les caractéristiques propres à chaque particule, la nature et la localisation des sources et l'influence de processus physiques, chimiques et biologiques (Etrady, 2011; Doyle et al., 2011; Wang et al., 2014).

Les propriétés intrinsèques des polymères (composition moléculaire, densité, ratio surface volume) peuvent influencer leur migration verticale dans les systèmes aquatiques (surface de l'eau, colonne d'eau, sédiment) (Murray et Cowie, 2011; Wang *et al.*, 2016). Ceux ayant une densité inférieure à celle de l'eau du système dans lequel ils se situent, auront tendance à rester en surface, alors que ceux ayant une densité plus importante auront plus de facilité à se retrouver sous la couche de surface ou à sédimenter.

Les forçages hydrodynamiques (vent, circulation océanique, houle, cycle de marée) peuvent également jouer un rôle dans la distribution des microplastiques au sein de la colonne d'eau. Le transport de surface est principalement gouverné par les courants de surface des océans eux même régis par les forçages hydrodynamiques. Parmi les processus physiques environnementaux influençant la distribution verticale des microplastiques, la turbulence de la couche de surface (vent, houle, hydrodynamique, tempêtes) joue un rôle majeur. Cela peut générer un mélange de la couche d'eau entraînant une distribution verticale des microplastiques de surface dans les premiers mètres de la colonne d'eau sur le court terme (Enders *et al.*, 2015; Isobe *et al.*, 2014; Kooi *et al.*, 2016; Kukulka *et al.*, 2012; Reisser *et al.*, 2015). L'hydrodynamisme peut également jouer un rôle dans la distribution verticale des microplastiques. Dans le lagon de Venise, Vianello *et al.* (2013) ont remarqué que les microplastiques tendent à s'accumuler dans les zones à faible hydrodynamisme. Inversement, en cas d'hydrodynamisme fort dans des zones peu profondes, une remise en suspension dans la colonne d'eau des microplastiques présents dans le sédiment peut avoir lieu. Le temps passé dans les systèmes aquatiques altère la structure des microplastiques en modifiant leur forme et densité (Chae *et al.*, 2015; Cole *et al.*, 2011). Les tempêtes peuvent entraîner un mélange de la couche de surface et diminuer la quantité de microplastiques en surface en faveur de la colonne d'eau (Boerger *et al.*, 2010; G.L. Lattin *et al.*, 2004). De même, les processus de stratification et de mélanges des eaux douces et salines influencent la distribution verticale des microplastiques (Browne *et al.*, 2010; Kukulka *et al.*, 2012; Thiel *et al.*, 2013).

Enfin, les processus biologiques environnementaux peuvent également modifier la distribution verticale des microplastiques. La présence d'un biofilm à la surface des microplastiques (Cózar et al., 2014; Lobelle et Cunliffe, 2011), ainsi que leur incorporation dans des agrégats de phytoplancton (Lagarde et al., 2016; Long et al., 2015) peuvent entraîner une modification de la sédimentation des microplastiques. De même, l'encapsulation des microplastiques dans les fèces après ingestion par des consommateurs primaires ou secondaires peut participer à leur sédimentation (Cole et al., 2016).

I.4.Impact des débris plastiques sur les écosystèmes marins et côtiers.

I.4.1. Impacts directs sur la faune.

I.4.1.1.Interaction entre les microplastiques et les microorganismes marins.

Les propriétés intrinsèques des plastiques (flottabilité, persistance) ainsi que leur caractère ubiquitaire favorisent leur colonisation par de nombreux organismes marins, et leur capacité d'être transporté sur de longues distances augmente le risque d'introduction d'organismes toxiques et ou invasifs dans de nouveaux milieux (Goldstein et al., 2012). Les débris de plastiques peuvent devenir un substrat pour des organismes macrobenthiques appartenant aux groupes taxonomiques des arthropodes, mollusques, bryozoaires et cnidaires (Bryant et al., 2016; Goldstein et al., 2014), mais également pour des microorganismes bactériens, fongiques et planctoniques (Figure n°4) (Zettler et al., 2013). La dispersion de ces micro-organismes via les microplastiques dans l'environnement marin pourrait ainsi aggraver la contamination des zones littorales par des microorganismes nuisibles et ou pathogènes et entraîner l'apparition d'espèces non indigènes pouvant devenir invasives (Barnes, 2002).

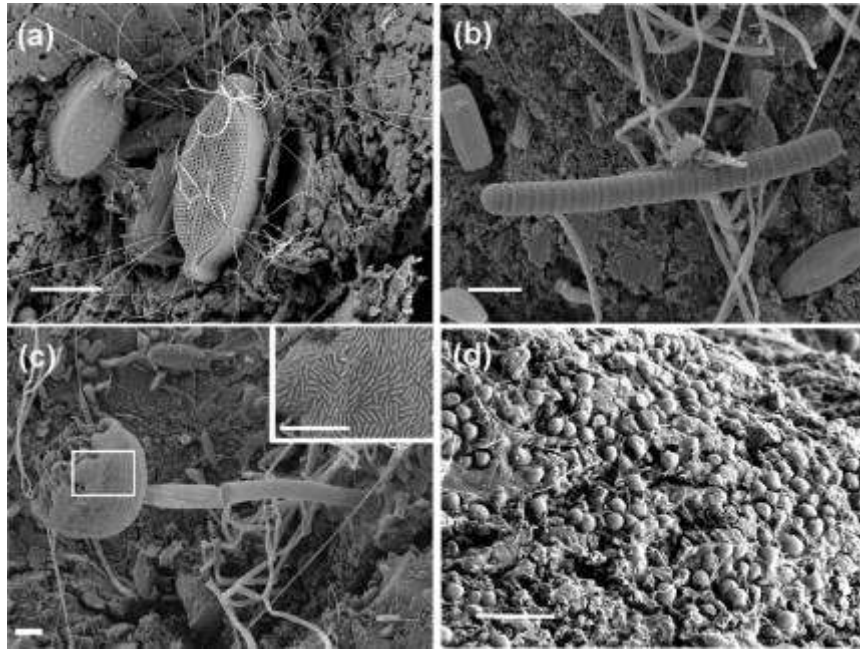


Figure n° 4: Photos obtenues par microscopie électronique à balayage montrant la diversité des biofilms bactériens développés à la surface des débris de plastiques collectés dans l'environnement marin.

(a) diatomée pennée avec de possibles filaments produits par des bactéries appartenant au genre *Hyphomonas*, (b) cyanobactéries filamenteuses, (c) au premier plan, un cilié suctorien couvert de bactéries ectosymbiotiques (zoom rectangle blanc) avec des diatomées et des cellules filamenteuse, (d) cellules microbiennes incrustées à la surface d'un débris de plastique. Les barres d'échelle représentent 10 μm (Zettler et al., 2013).

I.4.1.2. Ingestion de microplastiques par les organismes marins.

L'ingestion de microplastiques peut être directe via des mécanismes de filtration pour les suspensivores (particules en suspension dans l'eau ou incorporées dans des agrégats marins), d'ingestion non sélective pour les détritivores et dépositivores via le sédiment (particules confondues avec la matière organique) ou suite à une confusion avec les proies pour les carnivores ; mais également indirecte via un transfert le long de la chaîne trophique (Figure n°5) (Choy et Drazen, 2013; de Sá *et al.*, 2015; Wright *et al.*, 2013). Certains organismes dépositivores, tels que les holothuries, semblent sélectionner volontairement les microplastiques au détriment du sédiment (Graham et Thompson, 2009). Plusieurs facteurs intrinsèques aux microplastiques peuvent affecter la biodisponibilité des microplastiques dans l'environnement aquatique : la taille des particules, leur densité, leur abondance, leur couleur, leur charge et leur biofouling (Wright *et al.*, 2013). Le large spectre de taille des débris de plastiques présents dans l'environnement représente une menace pour l'ensemble de la chaîne trophique, des consommateurs primaires aux grets prédateurs (Figure n° 6).

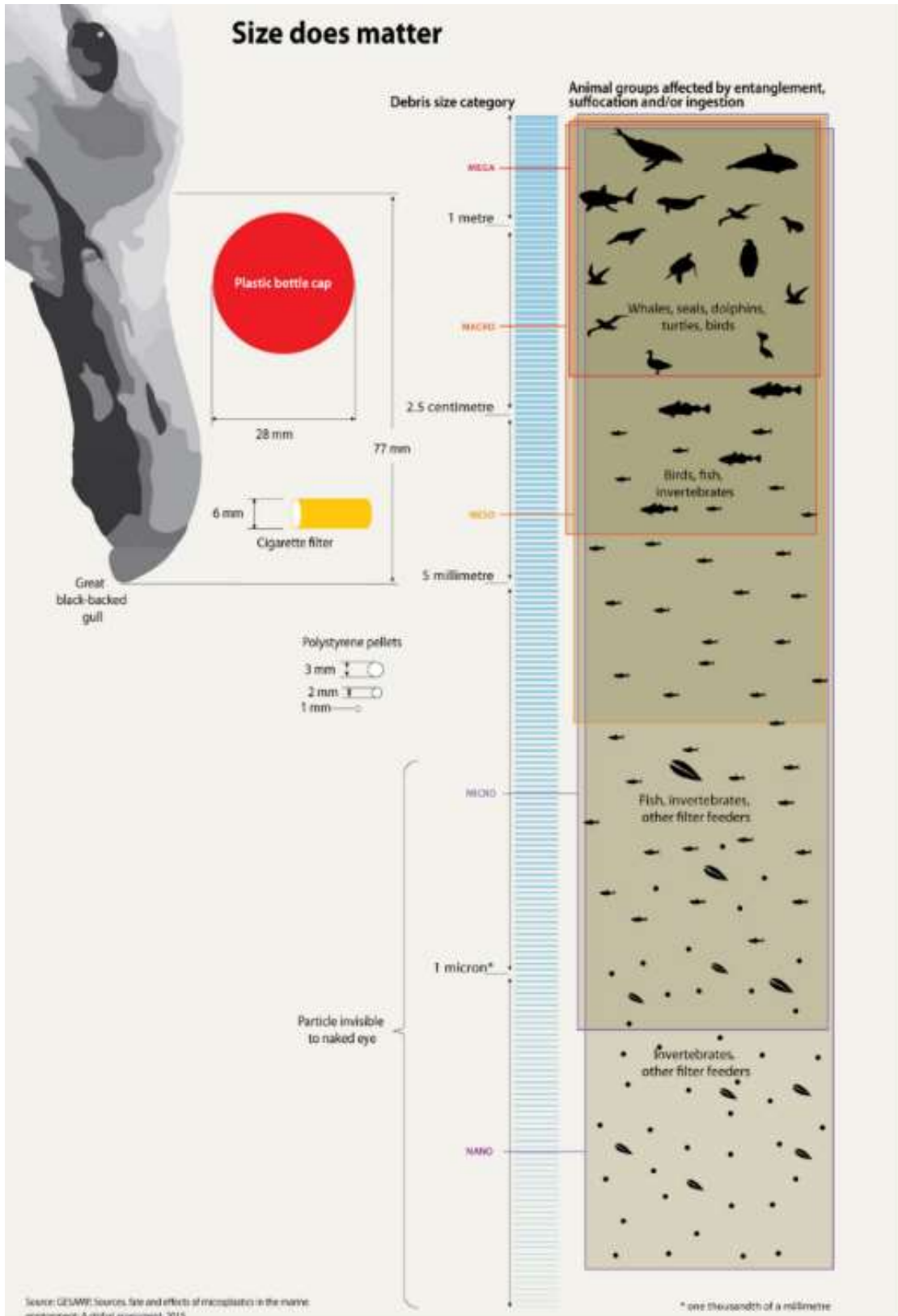


Figure n° 5: Classification des débris de plastiques selon leur classe de taille et des organismes vivants potentiellement impactés (Unep et Grid-Arendal, 2016).

I.4.1.3. Les débris plastiques dans l'environnement marin.

L'augmentation de la production du plastique enregistrée ces dernières décennies a cependant entraîné une augmentation des déchets plastiques se retrouvant en mer. Effectivement près de 75 à 80.000.000 de tonnes par an de plastique emballages, utilisés dans le monde finissent dans les océans (Corcoran et al., 2009). C'est à dire que 60 à 80% de plastique se retrouve dans les mers et océans, atteignant parfois 90 à 95% dans certaines régions du monde (UNEP, 2011). D'immenses tourbillons de plastiques se forment ainsi dans les mers et océans, appelé par certain « le 7e continent », dont le plus gret est le tourbillon océanique du pacifique nord, où convergerait près d'un million d'objets au kilomètre carré (Moore et al, 2001). En méditerrané, une forte concentration de débris plastique est aussi enregistrée. Les micro-déchets de plastique sont ainsi estimés à 250 milliards, et la concentration atteindrait 900 000 particules au Km² dans certaines zones (Turener, 2011). Ces débris marins finissent pour la plupart par s'échouer sur les plages et les côtes sous l'action des vents et des courants. Les plages du monde entier sont ainsi jonchées de débris plastique, qui représente une réelle menace pour les organismes marins (Thompson et al., 2004).

I.4.1.4. Impacts sur la santé humaine.

Si la présence des macro-déchets génère des impacts sur l'environnement, sur la faune et la flore elle a également une incidence sur la santé humaine. Ces déchets présents sur les plages ou le littoral représentent parfois un danger physique. Par exemple les déchets comme les tessons de bouteilles, les seringues ou les morceaux de métal entraînent des risques de blessures pour la population fréquentant les plages, en particulier pour les enfants. Et les déchets comme les piles peuvent également contenir des produits toxiques. D'autre part la décomposition des déchets organiques alimentaires ou naturels engendre des odeurs désagréables, amplifiées par la chaleur estivale, et favorise la prolifération d'insectes nuisibles. L'impact sur la santé humaine peut aussi être indirect, ainsi l'absorption par les organismes planctonophages (organismes se nourrissant de plancton) de constituants toxiques (phtalates, biphényl, nonylphénols et PPDE) contenus dans des petites particules de plastique et leur propagation dans la chaîne alimentaire jusqu'aux produits consommés par l'homme peut constituer un danger (Thompson, 2009).

I.4.1.5. Impact économique direct.**I.4.1.5.1. Le nettoyage des plages.**

Les collectivités essaient de garantir, au moins pour les périodes de vacances, des plages propres pour les touristes, exigeant une main d'œuvre et des moyens techniques très importants. Le coût de la lutte contre les macro-déchets incombe presque exclusivement aux collectivités locales gestionnaires des plages : contrairement au principe pollueur payeur, c'est le pollué qui supporte les coûts de nuisance qu'il subit. L'entretien des plages grâce au ramassage des déchets coûte cher aux collectivités. Les communes littorales ont l'obligation d'effectuer un nettoyage des plages et ramassage des déchets dans la zone des 300 mètres. Certaines plages sont nettoyées toute l'année sans interruption, la fréquence des actions (nettoyage manuel, tamisage) étant renforcée durant la période estivale.

I.4.1.5.2. Pêche professionnelle.

Les déchets plus encombrants présentent des risques pour la navigation en cas de collision ou d'enroulement dans l'hélice. Au Japon, une étude basée sur l'assurance pour les navires de pêche de plus de 1000 tonnes de jauge brute a fait apparaître qu'en 1985 les dommages et les pertes entraînés par la collision avec des déchets flottants, la prise dans les hélices de cordages et de plastique ont coûté les deux tiers, soit 4,4 millions des 6,6 millions de yens (environ 290 000 francs) de dommages payés cette année là par les assurances à la flotte.

I.4.1.6. Impact économique indirect.

Même s'il est difficile de rendre compte de façon précise de l'ampleur des impacts négatifs des macro-déchets car on sait encore mal estimer la valeur économique d'une plage et les coûts de sa dégradation environnementale, il existe une nuisance principalement esthétique (Figure n°6) d'où un déficit réel de potentiel d'image et donc un impact sur la fréquentation touristique. Le succès de l'opération "Pavillon bleu d'Europe" démontre que les collectivités ont bien conscience pour l'économie touristique de la qualité environnementale du littoral.



Figure n° 6: Débris plastique sur la plage.

Source : <https://www.algerie360.com/>

I.5. Identification des sources de pollution dans la cote de la wilaya d'El Tarf

Les principales sources de pollution plastiques sur les plages recensées sont :

I.5.1. Les activités touristiques.

Sur un littoral atteint 114Kms de côtes où s'alternait plages, falaises et dunes verdoyantes d'une part et riche d'une biodiversité composée de juxtaposition d'écosystèmes marin, lacustre, et forestier composant le fameux Parc National El Kala d'autre part, la wilaya d'El-tarf renferme sans conteste un potentiel touristique indéniable. La wilaya d'El-tarf composé de vingt-six (25) plages officiellement recensées, dont quinze (15) sont autorisées à la baignade. et 10 Plages interdites et aussi Cinq (05) zones d'expansion touristique (tableau..), déclarées par le décret 88 332 totalisant 5085 ha.. Le foncier aménageable est évalué à 1115 ha soit 21.93 % de la superficie totale, le reste constitue les zones de protection.

En note que juste le ZET de Mafragh Ouest qui est en activité le reste est en état vierge.

La Wilaya d'El-tarf compte 36 structures d'hébergements pour une capacité totale de 5001 lits.

Commune	Dénomination de la ZET	Superficie par décret	Superficie aménageable
SOUAREKH ET EL KALA	messida	565	45
EL KALA	cap rosa	900	50
EL KALA ET BERIHANNE	hennaya	870	107
BERIHANNE	Mafregh Est	1600	558
BEN MHIDI ET EL CHATT	Mafregh Ouest	1150	355

Source direction de tourisme

I.5.2. Les unités industrielles.

Les industries représentent une source de déchets plastique importante sur les plages d'El-tarf . Souvent ces déchets (bouteille écrasée, bidons, pellette de préproduction...etc.) sont déversés directement en mer ou dans les oueds proximaux sans qu'un tri soit préalablement réalisé. la wilaya d' El-Tarf ne compte pas pour l'instant de zone industrielle, le portefeuille constitué de Zone Activité Commerciale totalise 231 Ha répartis sur 627 lots. Il faut relever que plus de 250 lots ne sont pas encore attribués.

Le secteur industriel est composé de 28 gretes unités industrielles. Les branches les plus représentatives sont l'agroalimentaire comme l'unité de production de jus de fruits frais et de tomate en conserve en bouteilles sous le label CARAJUS a Elchatt. Et la branche chimie-pharmacie comme l'unité de production des médicaments à usage humain « SARL BIOCARE, SARL BIOTHERA, SARL INFA MEDIS » a Sidi Kassi.



Unite de Drawech



unite de Biocare



Unite de Carajus

Figure n° 7 : Quelques photos des unités industrielles dans la wilaya d'El Tarf

I.5.3. Les activités de pêches.

L'activité portuaire génère des quantités importantes de déchets de toutes sortes. Les déchets proviennent de pertes lors de la manutention des cargaisons sur les quais et les navires, des activités de pêche, de l'entretien des bateaux sur les aires de carénage, mais aussi de l'abandon d'ordures ménagères. L'activité de la pêche de la wilaya d' El-tarf est globalement assurée par deux petits ports situés dans la commune d'El Kala ; l'ancienne est fermée et la deuxième est la plus gréée pour la pêche et les loisirs. Les spécifications de ces ports sont :

❖ Le vieux port de pêche d'El Kala (1925) dont la digue principale de 307.5 mètres a été réalisée en 1976. Le port possède en outre les caractéristiques suivantes :

- Une longueur de quais de 800 m linéaires, un terre-plein de 1,1 ha ;
- Un tirant d'eau de 4 à 5 m ;
- Une largeur de la passe d'entrée de 70 m et un plan d'eau 3,6 ha.

Le niveau d'envasement élevé du port réduit la longueur du quai à 192 m et pénalise beaucoup les pêcheurs et leurs embarcations (difficultés d'entrée et d'accostage).

❖ Et le nouveau port de pêche d'El Kala ; Le port possède en outre les caractéristiques suivantes :

- Une longueur de quais de 500 m linéaires, un terre-plein de 6,5 ha ;
- Un tirant d'eau de 2 à 4 m ;
- Une largeur de la passe d'entrée de 100 m et un plan d'eau 6 ha.

I.5.4. Déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers.

Emballages alimentaires, restes d'aliments, bouteilles en matière plastique, canettes en métal, paquets de cigarettes, journaux, crèmes solaires représentent la source primaire des débris plastiques retrouvés sur les plages.

I.5.5. Décharges.

Les décharges sauvages, situées à proximité des cours d'eau et sur le littoral représentent encore une importante source d'apports de déchets dans les rivières et sur le rivage nous avons recensé 09 décharges sauvages à travers de la wilaya d'El-tarf réparties comme suit :

Localisation	Commune	Observation
LES CRETES	EL KALA	Fermé
ITINERAIRE D'EVITEMENT	AIN ASSEL	Fermé
DOUAR FZARA	LAC DES OISEAUX	Ouvert
SIDI MBARAK	BEN MHIDI	Fermé
BOUKHMEIRA	ELCHATTT	Fermé
BERIHANNE	BERRIHANNE	Ouvert
BOUHADJAR	BOUHADJAR	Ouvert

HAMAM BENI SALLAH	HAMAM BENI SALLAH	Ouvert
ECHAFIA	ECHAFIA	Ouvert
CITE KOUDAR AZIZ	CHBAITA MOKHTAR	Fermé
Source Direction de l'Environnement d'El tarf		



Figure n° 8 : décharges sauvages
 Source : Commissariat National du Littoral (photos prise en 2018).

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

II.1. Zone d'étude

La wilaya d'El-tarf s'étend sur une superficie de 2 813,04 km². Les limites territoriales sont : au Nord, la mer Méditerranée, au Sud, Souk-Ahras et Guelma, à l'Ouest, Annaba et à l'Est, la frontière avec la Tunisie, El Tarf s'étend sur un linéaire côtier de 114 km. La zone côtière de la wilaya d'El-tarf couvre un secteur marin et un plateau continental que limite l'isobathe des -110 m et qui peut atteindre 21 km. Au niveau du secteur terrestre, le point d'ancrage de la limite de cette zone du côté de la frontière algéro-tunisienne est l'Oued Souani Es Sbâa. Les zones dites naturelles couvrent le cordon dunaire littoral situé entre l'embouchure de l'oued Mafragh, à l'Ouest, et Cap Rosa, à l'Est. La zone intégrale du Parc National d'El- Kala : zone située entre Cap Rosa, à l'Ouest, et le vieux port, à l'Est., et de Chaâbet El- Kesseb, à l'Ouest, au Cap Oued Souani Es Sebaâ, à l'Est. (Frontière tunisienne) (PATW_El tarf).



Figure n° 9: Carte de situation géographique de la wilaya d'El Tarf.

Source : andi.dz

II.2. Site d'échantillonnage

Les sites de relevés littoraux devraient présenter les caractéristiques suivantes :

- Plage sablonneuse ou rivage de galets
- Accès clair, direct et à longueur d'année (ou accès saisonnier selon les conditions physiques du site)
- Pas de brise-lames ou de jetées qui affectent la circulation locale et accumulent ou empêchent le dépôt de débris.
- Une longueur minimale de 100 m parallèle à l'eau (mesurée au bord de l'eau) particulier. La longueur minimale du littoral a été choisie sur la base des recommandations du PNUE pour une évaluation rapide.
- Aucune activité régulière de nettoyage. Il n'est pas nécessaire d'exclure des sites uniquement en raison d'activités de nettoyage annuelles ou semestrielles, mais les activités doivent faire l'objet d'un suivi et être consignées dans l'analyse des données.

Afin de couvrir l'intégralité du littoral de la wilaya d'El-tarf, nous avons choisi 7 plages autorisées à la baignade (Figure n°10) répartie sur tout le littoral de la wilaya, en note que la wilaya d'El-tarf recenser 15 plages autorisées à la baignade.



Figure n° 10: Répartition des sites échantillonnés sur le littoral de El Tarf
(Source : Goole Earth)

II.3 Objectifs et méthodologie

L'objectif premier de cette étude est d'identifier, de décompter, et de quantifier sur le terrain les fractions inférieures à 5 mm ou « microplastiques » ; Les travaux d'échantillonnage se sont déroulés les jours de mer calme pendant deux saisons : Hiver et printemps, c'est-à-dire avant le début de la saison estivale et le passage des services de nettoyage des communes. Chaque plage a été échantillonnée suivant la méthode décrite par Costa et al (2009) et de Bravo et al (2009). Ces méthodes permettent de visualiser la répartition spatiale (horizontale et verticale) des débris plastiques (Figure n°14). Un premier transect parallèle au trait de côte a été mis en place (Costa et al, 2009). Sa longueur était de 100 m et sa largeur de 1 m. Il a été matérialisé et délimité à l'aide d'un fil et de bâtons. Le deuxième transect perpendiculaire à la côte a été mis en place sur les plages suivant la méthode de Bravo et al (2009). La longueur de ce second transect était dépendante de la largeur des plages échantillonnées, variant de 10 à 50 m de long. La largeur du transect a été fixée à 1 m comme pour le premier transect. Le long de chaque transect, des quadras de 50 cm x 50 cm ont été mis en place de façon systématique tous les 10 m (Figure n° 11).

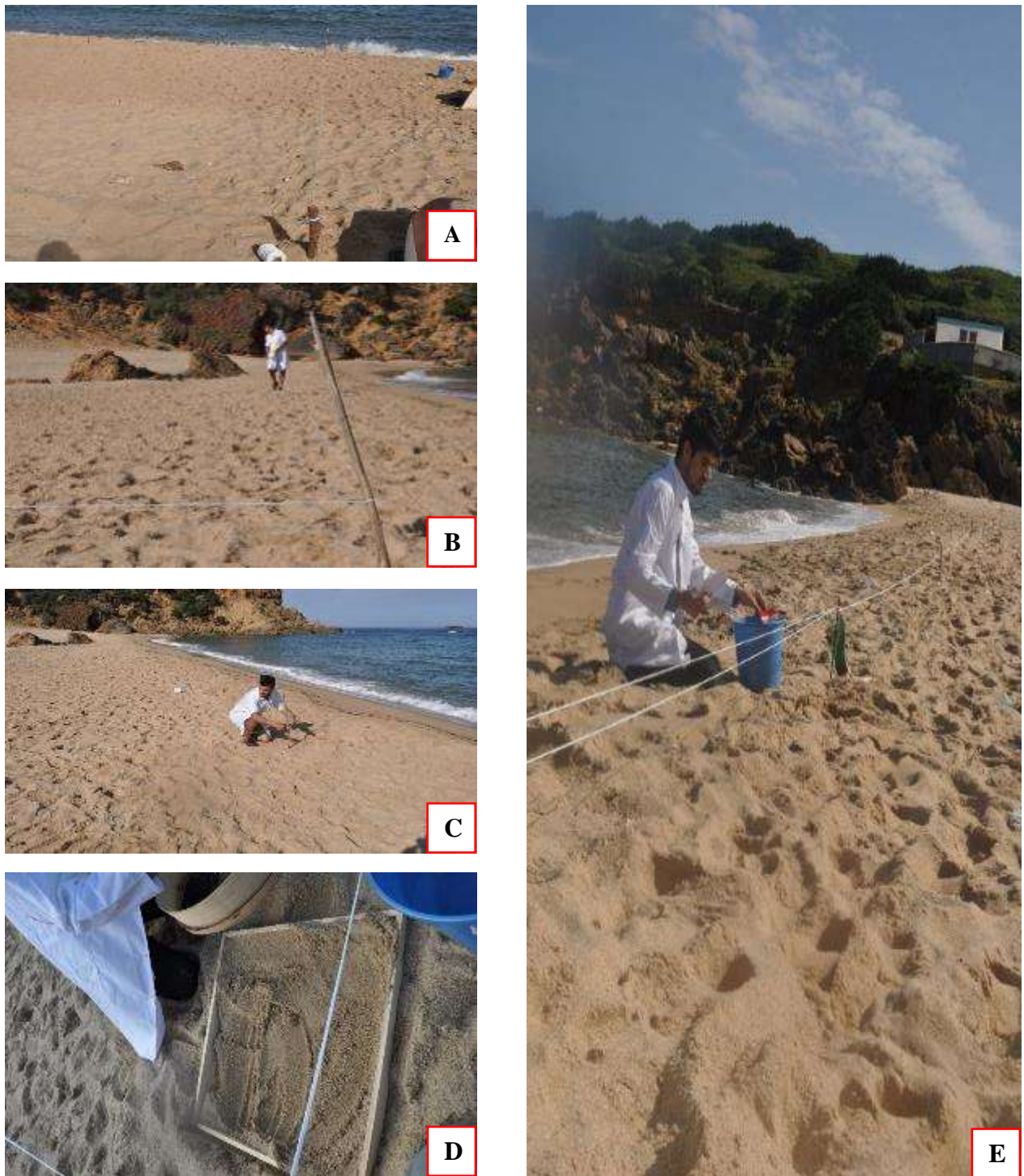


Figure n° 11: Installation de site d'échantillonnage

A : Installation de transect. **B :** Transect parallèle. **C :** Transect perpendiculaire. **D :** Quadra 50 cm x 50 cm. **E :** Echantillonnage.

Le sable contenu dans chaque quadra a été prélevé sur 2 cm de profondeur. Le substrat a été tamisé à l'aide d'un tamis à mailles de 1 mm. Les particules de plus de 1 mm, retenues par le tamis, ont été versées dans un seau rempli d'eau de mer. Les débris plastiques ont ensuite été récupérés par flottaison, grâce à la différence de densité entre l'eau de mer et le plastique

(Figure n°12). Le surnageant a été récupéré à l'aide de filtres à café en papier. Une fois le surnageant récolté, le substrat restant est fouillé afin d'y récupérer d'éventuelles particules de plastique restées bloquées.

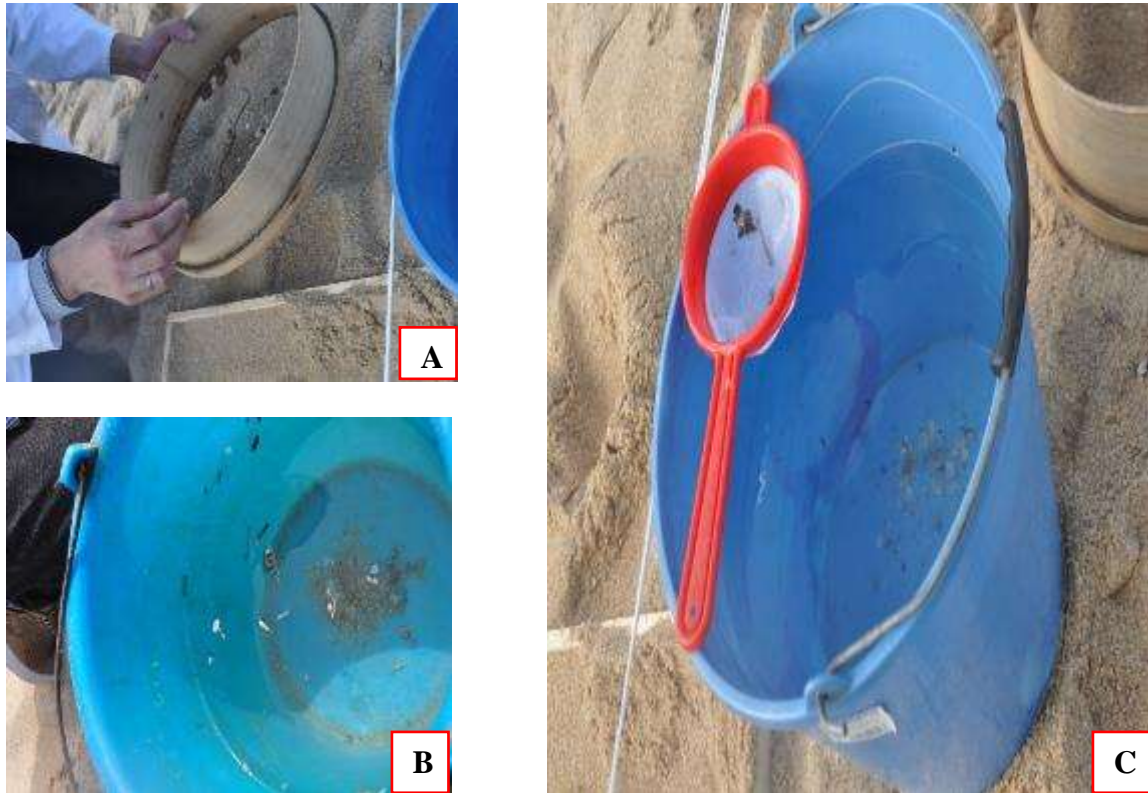


Figure n° 12: Les étapes de l'échantillonnage

A : Substrat récolté après tamisage ; **B et C :** Récupération des déchets par flottaison.

Les échantillons encore humides ont été transportés dans un endroit clos afin d'y être séchés à l'air libre. Une fois secs, ils ont été transportés au laboratoire pour l'opération de trie.

Analyses au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons ont été déposés sur des réceptacles à surface plane (Figure n°13.). Les débris organiques et non plastiques ont été retirés ainsi que les plastiques de taille supérieure à 50mm. Le substrat restant a été trié selon 4 catégories, à savoir les plastiques durs, les plastiques mous, polyptères et les filaments (Tableau n°1).

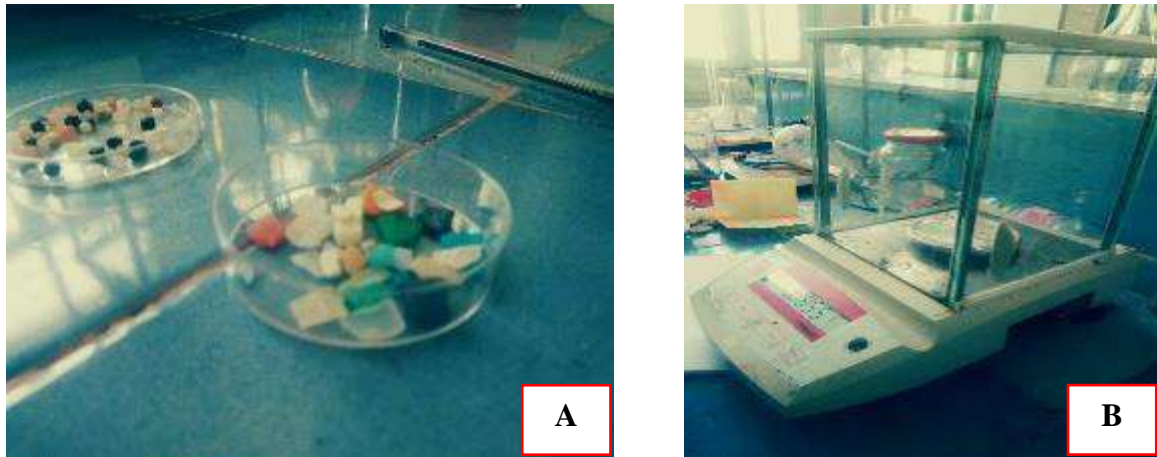


Figure n° 13 : analyse au laboratoire
A : Opération de tri et de dénombrement ; **B** : Opération de pesé.

Tableau 1 : Catégories de plastiques triés

Filaments	Plastiques mous	Plastiques durs	Polyesters
			

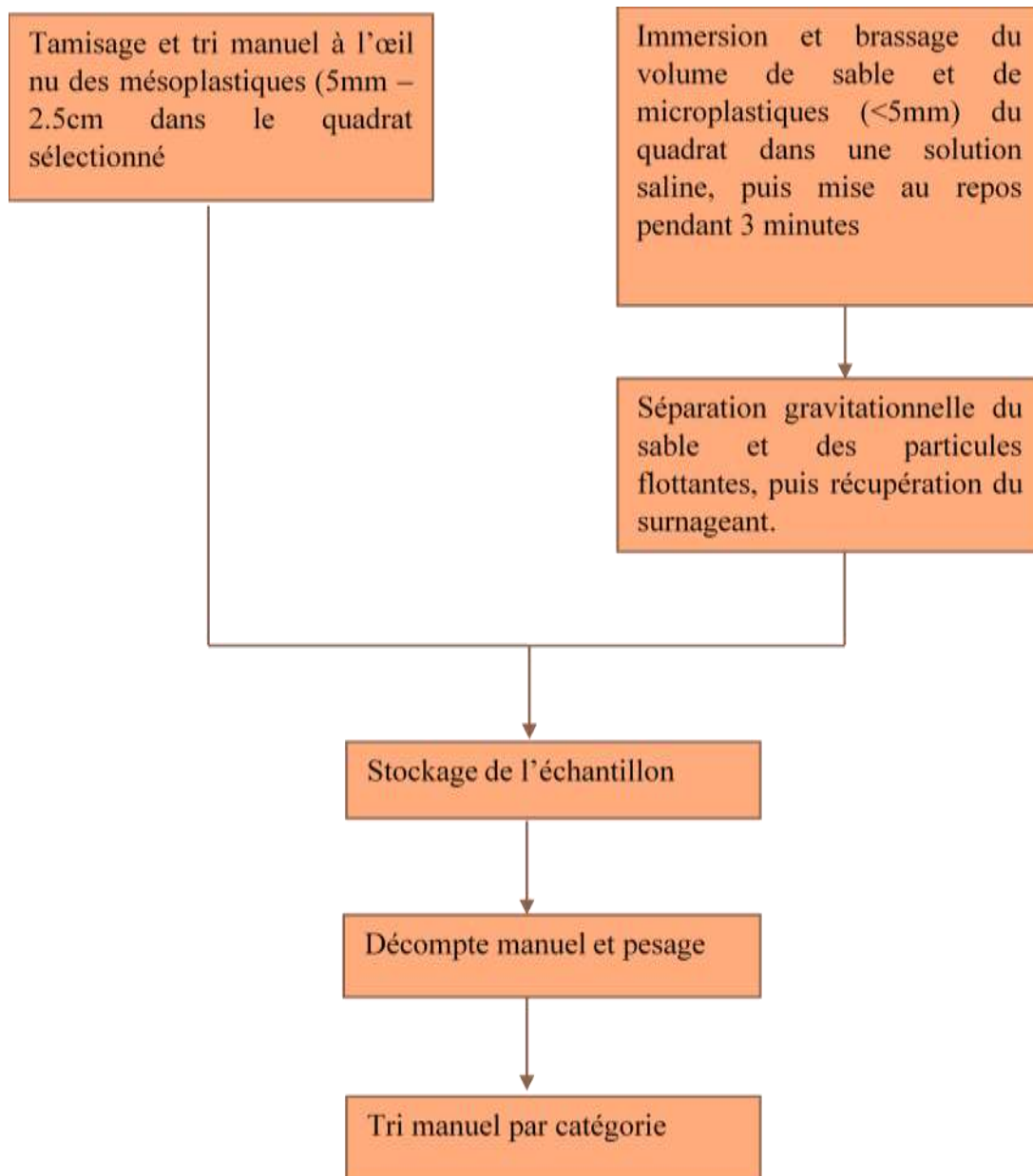


Figure n° 14 : Schéma synoptique de la méthodologie d'échantillonnage et d'analyse microplastiques (< 5 mm) collectés dans un quadrat (dimensions de 0.25 m², et 2 cm de profondeur).

*Résultats et
Discussions*

Résultats et Discussions

III.1. Résultats

Dans un premier temps, les résultats sont présentés de manière globale en comparant l'ensemble des échantillons entre eux à la fois pour ce qui concerne les concentrations en microplastiques en nombre et en masse, puis en fonction des catégories de plastiques et des types de polymères.

III.1.1. Distribution spatiale des débris plastique en fonction des plages

Les résultats de l'échantillonnage montrent que le nombre des débris plastiques au niveau de chaque plage est très variable. Cette variabilité est en fonction des sites étudiés ; des échantillons (Ech) prélevés et des transects parallèles et perpendiculaires (Tableau n 2) utilisés. Pour exemple, le nombre maximum de débris est enregistré au niveau du site Elhenaya avec plus de 27 débris enregistrés dans l'échantillon (ech 1) du transect perpendiculaire et 24 débris au niveau de site Draouech dans l'échantillon (Ech 5) du transect parallèle et un minimum d'un débris (1) au niveau des autres sites.

Tableau 2 : Distribution du nombre de débris plastique sur le littoral d'El tarf.

Plage	ech1		ech2		ech3		ech4		ech5		ech6		ech7		ech8		ech9		ech10	
	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r	pa r	pe r
ELMORDJAN	3	3	0	/	9		12	/	2	/	6	/	0	/	0	/	5	/	0	/
LAAOUINETTE	12	4	20	4	2	14	3	/	1	/	0	/	2	/	0	/	0	/	2	/
LA MISSIDA	1	2	2	4	1	4	4	3	7	3	1	/	2	/	3	/	5	/	7	/
CAP ROSA	4	9	5	6	6	/	0	/	3	/	0	/	2	/	5	/	4	/	3	/
EL-HENAYA	1	27	4	/	4	/	1	/	7	/	8	/	6	/	4	/	3	/	6	/
DRAOUCH	6	3	2	/	0	/	0	/	24	/	12	/	12	/	16	/	9	/	6	/
EL-CHAT	0	3	0	4	0	5	0	6	2	13	0	/	1	/	0	/	3	/	5	/

Par : parallèle ; Per : perpendiculaire

III.1.2. Distribution des débris plastiques par catégories

La figure n° 15 représente la concentration en microplastiques (< 5mm) par mètre carré. sur littoral de la wilaya d'El-tarf nous avons remarqué qu'il y a une grete concentration des plastiques durs au niveau de la plage de Laouinette qui a atteint **192 nbre/ m²** avec une faible concentration de **64 nbre m²** sur la plage de cap rosa. Pour les plastiques mous, nous avons enregistré une grete quantité sur la plage d'El-henaya qui a atteint **84 nbre/ m²** avec une petite quantité au niveau de la plage de Missida qui a atteint **8 nbre/ m²** et il n'y a aucune concentration au niveau de la plage d'El-chatt et Draouech. En ce qui concerne les filaments nous avons également enregistré une grande concentration sur la plage d'El-henaya qui a atteint **64 nbre/ m²** ; une concentration faible de **8 nbre/ m²** au niveau d'El-chatt et il n'existe

pas au niveau de la plage de Draouech. Pour polyester nous avons remarqué la plus grande quantité au niveau de la plage de Draouech qui a atteint **256 nbr/m²**, une quantité faible sur Laouinette **8 nbre/ m²** et son absence au niveau de La Missida.

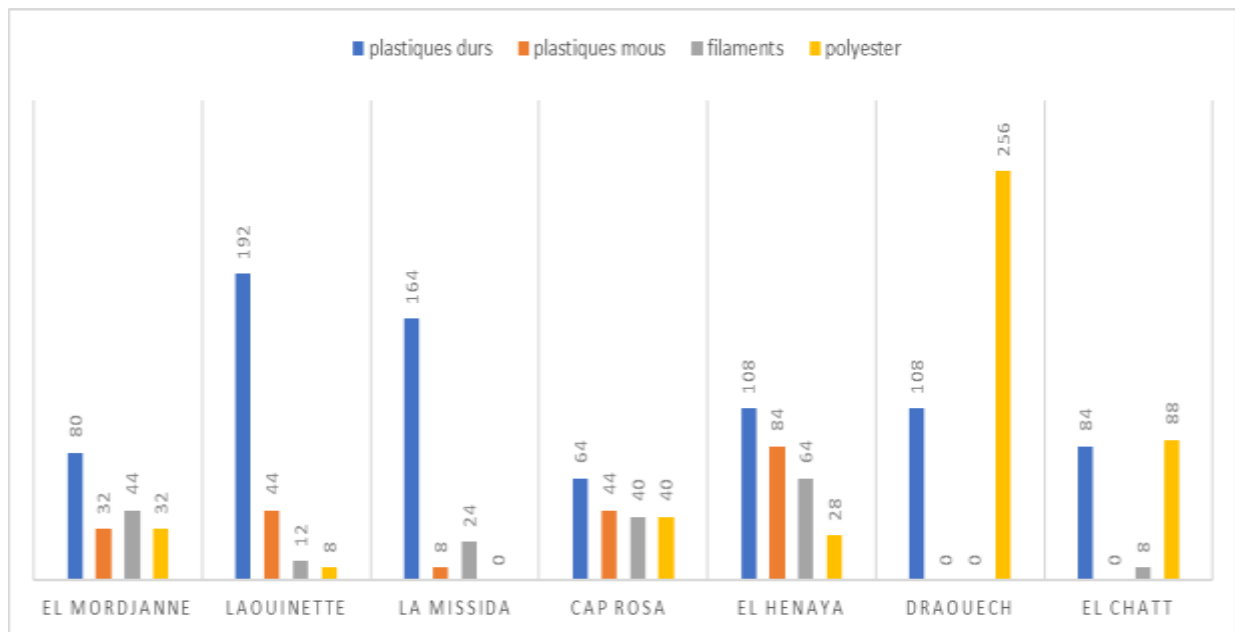


Figure n° 15 : Concentration en microplastiques (< 5mm) par mètre carré en fonction de plage

Remarque :

Sur littoral d'El-tarf, **les plastiques durs** sont les microplastiques les plus dominants par apport aux autres types de plastique.

III.1.1. Comparaison de la distribution des débris sur la côte.

La figure n°13 représente une distribution parallèle et perpendiculaire des microplastiques (< 5mm) par mètre carré sur le transect parallèle. Nous avons enregistré une grète concentration de polyester au niveau de la plage de Draouech qui a atteint **252 nbre / m²** ; et une petite concentration au niveau de la plage d'El-henaya qui a atteint **12 nbre/ m²**. Aucune quantité au niveau des autres plages comme Laouinete et Lamissida ; en note une concentration moyenne de 46 sur tout littoral d'El-tarf. Nous avons remarqué aussi une grète concentration de filaments au niveau de la plage d'El-mordjane qui atteint **44 nbre/ m²** et une faible concentration sur la plage d'El-Aouinette qui atteint **12 nbr/ m²**. Nous soulignons son absence au niveau des autres plages. la moyenne sur le littoral d'el-tarf en termes de débris de filament est de **18 nbr/ m²**. Pour les plastiques durs nous avons remarqué qu'il y a une grande quantité sur la plage Missida qui atteint **124 nbr/ m²** et une petite quantité sur la plage d'El-chatt qui atteint **20 nbr/ m²** ; avec une moyenne de **75 nbr/ m²** sur tout littoral. en ce qui concerne les plastiques mous nous avons trouvé la plus grande quantité dans la plage d'El-

henaya qui atteint **84 nbr/ m²**, un minimum de **8 nbr /m²** au niveau de la Missida et l'absence de ce débris au niveau de plage d'El-chatt et Draouechavec une moyenne de **27 nbr /m²** sur le littoral d'El tarf. Sur le transect perpendiculaire nous avons enregistré qu'il y a une grete concentration des plastiques durs au niveau de la plage Laouinette qui a atteint **80 nbr/ m²** et un minimum qui a atteint **8 nbr/ m²** sur la plage de Draouech. Nous avons remarqué son absence sur la plage d'El-mordjanne. En note une moyenne de **39** sur le littoral d'El tarf. Pour les plastiques mous, nous avons enregistré une concentration élevée au niveau de Cap-rosa qui atteint **16 nbr m²** et une faible concentration **4 nbr /m²** sur la plage d'El-mordjanne. Nous avons observe aussi l'absence de ce débris au niveau des autres plages avec une moyenne de **3 nbr/ m²** sur tout le littoral. en ce qui concerne les filaments, nous avons enregistré une grete concentration au niveau de la plage El-henaya qui a atteint **32 nbr/ m²**, une faible concentration **8 nbr /m²** sur la plage d'El-chatt et l'absence de ce débris au niveau des plages (Draouch, Cap-rosa, Elmordjanne, Laouinette). la moyenne de ce débris sur transect perpendiculaire atteint **9 nbre/m²**. pour le polyester nous avons trouvé une grete concentration **68 nbr / m²** sur la plage d'El-chatt, une faible concentration de **4 nbr/ m²** au niveau de la plage Draouechet aucune concentration sur la plage de la Misida avec une moyenne totale de **18 nbr/ m²**.

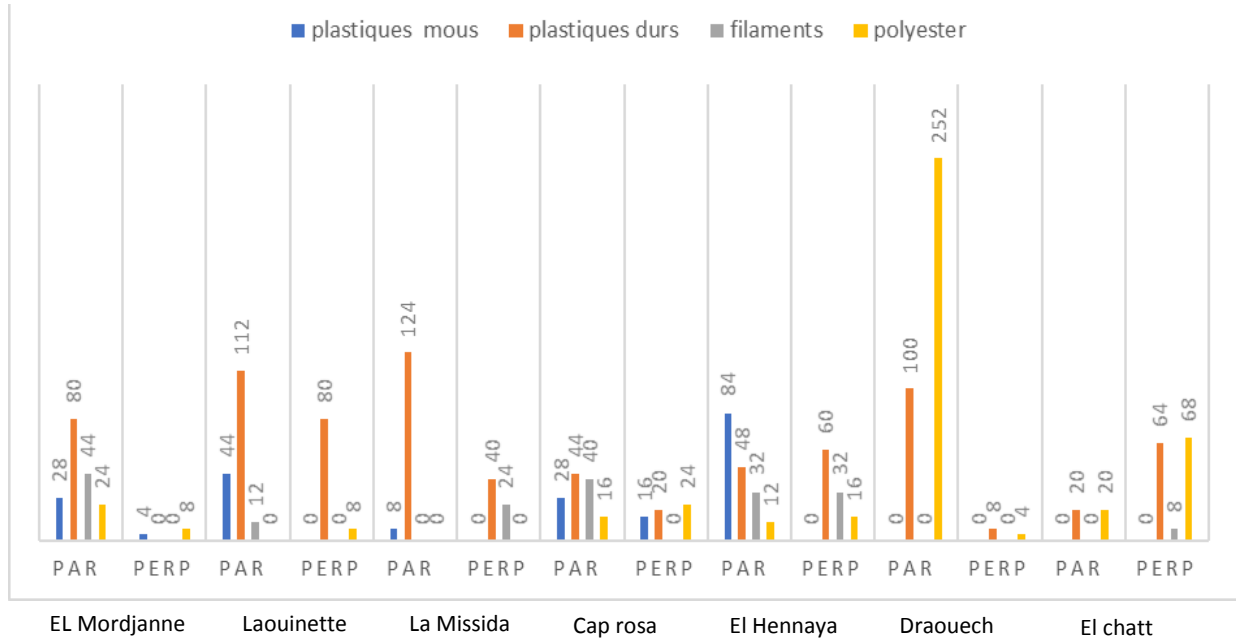


Figure n° 16 : Distribution parallèle et perpendiculaire de microplastiques (< 5mm) par m²

Remarque :

Dans notre littoral et sur les transect perpendiculaires et parallèles nous avons remarqué que le microplastique qui se trouve en grande concentration par rapport aux autres débris c'est le

plastique dure.

III.1.2. Comparaison de pourcentage de distribution spatiale des débris plastique.

a. Le pourcentage de distribution parallèle de type de débris plastique pour chaque plage

La figure n°17 représente le pourcentage de distribution parallèle de type de débris plastique pour chaque plage. Au niveau d’ El-mordjanne nous avons remarqué la plus grete quantité de filaments avec une pourcentage de 34% et un très petit pourcentage de polyester qui atteint 7%. Sur la plage de Laouinette les plastiques mous et les plastiques durs sont dominants avec respectivement des taux de 23 et 21%. Les filaments sont très faiblement représentés avec taux atteint 9%. Nous observons ainsi l’absence de polyester au niveau de cette plage. En ce qui concerne la plage de la Missida les plastics durs sont dominants toujours avec un pourcentage de 23% et une très faible présence de plastiques mous (4 %), en notre aussi l’absence de filaments et de polyester.

Au niveau de cap rosa, les types de plastiques le plus dominant sont les filaments avec un taux de 31% et un faible taux de polyester qui atteint 5%. Sur la plage de El-hennaya nous avons remarqué un fort taux de plastique mou (44%) et un très faible taux de polyester (4%). Pour la plage de Draouech les polyesters sont dominants avec un très fort taux qui atteint 78% et une très faible représentation de plastiques durs (9%). Nous observons ainsi l’absence de filaments et de plastiques mous. En ce qui concerne la plage d’El-chatt. Les polyesters et plastiques durs sont faiblement représentés avec respectivement les taux de 6 et 4%, nous notons l’absence respective de filaments et de plastiques mous.

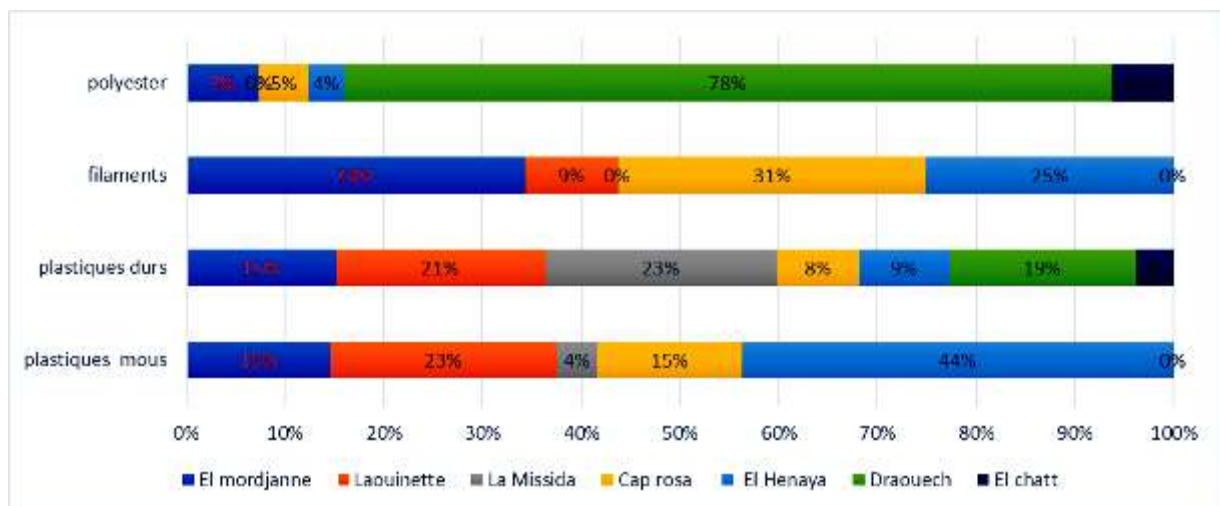


Figure n° 17 : Le pourcentage de distribution parallèle de type de débris plastique pour chaque plage

b. Le pourcentage de distribution perpendiculaire de type de débris plastique pour chaque plage

La figure n°18 représente le pourcentage de distribution perpendiculaire de type de débris plastique pour chaque plage. Au niveau d’El-mordjanne nous avons remarqué un gret pourcentage de plastiques mous avec un taux de **20%**, un très faible pourcentage de polyesters qui atteint **6%** et une absence de filaments et plastiques durs. Sur la plage de Laouinette, les plastiques durs sont dominants avec **29%**, suivis d’un faible taux de polyesters **6%**. Nous observons cependant l’absence de filaments et de plastiques mous au niveau de cette plage. En ce qui concerne la plage de la Missida, les filaments sont dominants avec un pourcentage de **38 %**, vient par la suite le plastiques durs à **15 %** et on note l’absence de plastiques mous et de polyesters.

Au niveau de Cap rosa, les types de plastique les plus dominant sont les plastiques mous avec une taux de **80%** suivis par plastiques durs avec **7%** et une absence de filaments. Sur la plage El-hennaya nous avons remarqué un fort taux de filaments qui a atteint **50 %** et un faible taux de polyesters (**13 %**) ainsi qu’une absence de plastiques mous. Pour la plage de Draouech les polyesters et les plastiques sont faibles avec un taux de **3%**. Nous observons ainsi l’absence de filaments et de plastiques mous. En ce qui concerne la plage d’El-chatt les polyesters sont dominants avec un pourcentage de **53%**. Les filaments sont faibles avec un taux de 13% et le plastiques mous est absent.

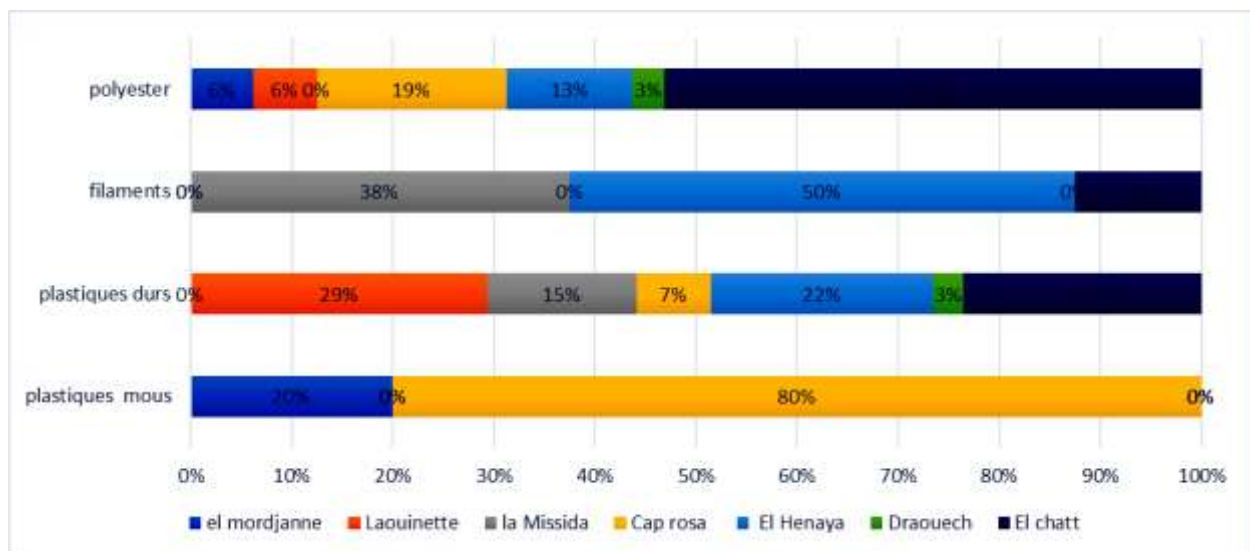


Figure n° 18 : Le pourcentage de distribution perpendiculaire de type de débris plastique pour chaque plage

III.1.3. Comparaison de pourcentage des débris sur le littoral d'El Tarf

Le tableau 3 représente le pourcentage des catégories de débris pour chaque plage. dans ce tableau nous avons enregistré le pourcentage le plus élevé de plastiques durs au niveau de Laouinete qui a atteint **12%** et le minimum sur la plage de Cap-rosa avec **4%**. pour les plastiques mous, nous avons enregistré le taux le plus élevé au niveau de la plage d'El-Henaya avec **5%**, et nous n'avons marqué une absence totale sur les plages de La Missida, Draouech et Elchatt. en ce qui concerne les filaments nous avons remarqué, le taux le plus élevé à El-Henaya (**4%**) et le plus faible à Laouniet et La Missida avec **1%**. pour ce qui est du polyester, nous avons enregistré un grand pourcentage au niveau de la plage Draouech qui a atteint **15%** et le minimum de **2 %** sur la plage (El-Henaya, Cap-rosa, El mordjanne).on note que sur le littoral d'El-tarf, les plastiques durs sont présents en grande proportion et représentent un taux de **48%** quant aux filaments, ce sont les débris les moins présent avec un pourcentage de **12%** sur tout le littoral.

Tableau 3 : Pourcentage des catégories de débris pour chaque plage.

	Plastiques durs	Plastiques mous	Filaments	Polyester
EL MORDJAN	5%	2%	3%	2%
LAAOINETTE	12%	3%	1%	0%
LA MISSIDA	10%	0%	1%	0%
CAP ROSA	4%	3%	2%	2%
ELHENAYA	7%	5%	4%	2%
DRAOUCH	7%	0%	0%	15%
EL CHAT	5%	0%	0%	5%
	48%	13%	12%	27%

III.1.4. Comparaison de la distribution entre la côte Est et la côte Ouest.

La comparaison entre la côte Est et Ouest, montre que la coté Est est dominée par les déférentes catégories de débris plastiques avec un pourcentage qui a atteint 56% alors que côté Ouest, elle occupe un taux de 44%. (Figure n°19.)

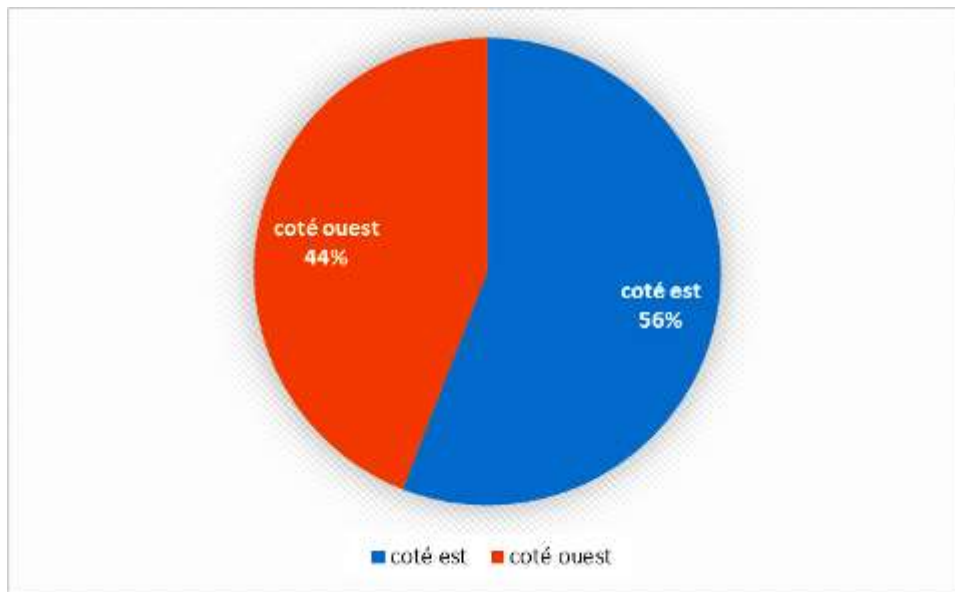


Figure n° 19 : La distribution de débris plastique entre la côte Est et la côte ouest.

La figure n°20 montre le pourcentage de poids total de l'échantillonnage sur tout littoral d'El-tarf . Nous avons remarqué que les plages de Laouinette et de Draouech sont le plus dominant avec respectivement un pourcentage de **19** et **18%** et un petit pourcentage de 11% sur la plage El mordjanne et Cap rosa.

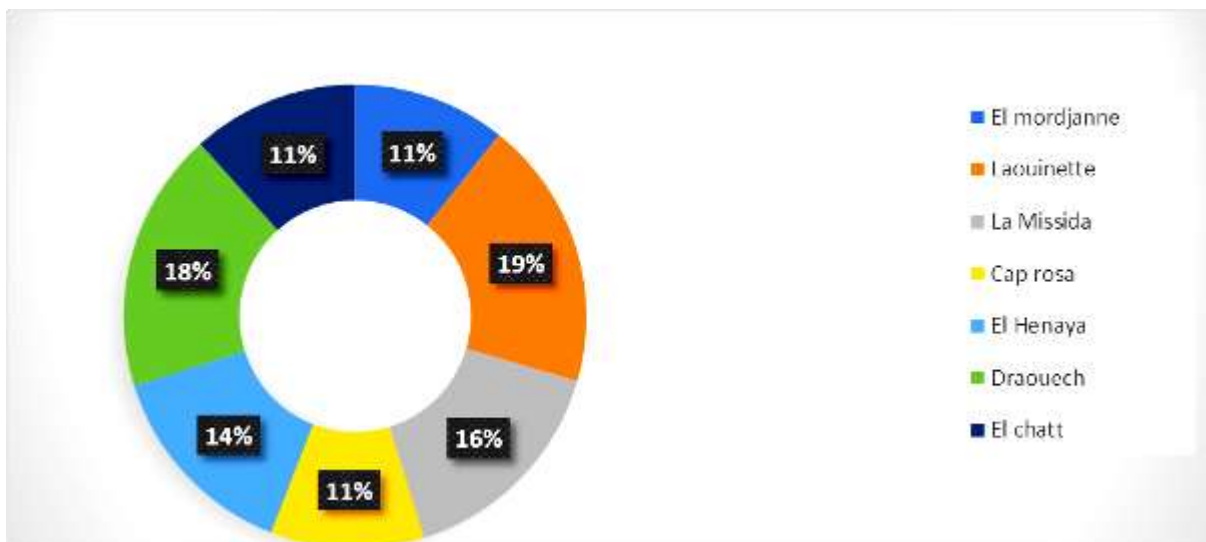


Figure n° 20 : pourcentage de poids de débris sur le littoral d'El-tarf .

III.2. Discussion

Notre étude menée pour évaluer la pollution plastique des plages de El-tarf , a révélé 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 (intra-site), entre plages (inter- sites) et entre la côte Est et Ouest.

III.2.1. Répartition spatiale intra-site

Afin de déterminer la distribution spatiale des débris plastique au sein d'une même plage, un transect perpendiculaire et un autre parallèle ont été mis en place. Les comparaisons réalisées révèlent des inégalités dans la répartition des débris. Les concentrations observées montrent une différence dans la distribution axiale des débris plastiques intra-site, avec une accumulation plastique plus élevée dans l'axe perpendiculaire. Des études similaires menées en Australie et dans le golfe d'Oman ont rapporté une tendance de distribution similaire (Cunningham et Wilson, 2003 ; Claereboudt, 2004). Les différences de répartition pourraient résulter soit des activités des estivants se concentrant le plus souvent dans la partie supérieure des plages (origine terrestre des déchets) (Bravo, 2009), soit par un transport vertical des débris 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).

III.2.2. Répartition des débris plastiques sur le littoral de El-tarf

La répartition des débris plastiques est hétérogène le long du littoral de El-tarf . en moyenne sur la côte de El-tarf , nous enregistrons **30 débris/m²**. le nombre élevée des débris plastiques est enregistrée dans la plage de Draouech **91 débris**. Ces chiffres sont bien au-dessus des données enregistrées en méditerranée du nord (En France), ou le nombre maximum des déchets a été enregistré à Marseille avec 924 débris (Galgani et al, 1995). Cependant ces chiffres restent bien en deçà des données récoltées en nouvelle Zélele avec plus de 100 000 débris par mètre carré de côte (Gregory, 1989). Ces comparaisons semblent cependant difficiles à réaliser étant donné la différence du mode d'échantillonnage et également les catégories des débris considérées. Le nombre élevé des débris sur la plage de Draouech, El-hennaya et Laouinette serait due à l'importante des activités de pêche et la session estivale que connaît cette région. Le tourisme peut effectivement constituer une source importante de pollution sur les plages (Galgani et al., 1996).

La forte concentration de la population pourrait également expliquer l'importance de l'accumulation des déchets sur les plages de cette commune (Gregory, 1991). Effectivement,

la commune de El chat dont le chef-lieu est en contact direct avec le rivage concentre plus de **34000 habitants**, c'est concentration la plus importante des communes bordant la côte, caractéristiques pouvant fortement influencer la pollution du littoral (Gregory 1991 ; Barragán 2005).

Un taux important du nombre de débris a également été révélé au niveau de Draouech, El-Hennaya, Laouinette avec cependant moins de déchets enregistrés comparativement aux El-Mordjanne et El-chatt. cette différence de concentration est expliquée notamment par l'absence des activités touristique, aussi la plage d'El-Mordjanne située au centre-ville, doit être maintenue propre, elle est soumise à des opérations de nettoyage par des machines spécialisées. Même si les cours d'eau jouent un grand rôle dans le transport des déchets (Etré, 2000), les études concernant la pollution par ce facteur montrent un effet mineur de ces derniers sur les côtes, du fait d'un transport plus important des débris plastiques vers le large des côtes (Millot et al, 1994). Nous remarquons cependant que ce dernier pourrait jouer un rôle important pour la plage d'El-chatt situé de l'embouchure de l'oued Mafregh qui combine oued El kabir et oued Bonamoussa. cette différence pourrait être expliquée par la pollution accrue de nos cours d'eaux, avec notamment la présence de décharges sauvages aux abords de ces derniers qui pourrait expliquer une influence plus importante des cours d'eau et donc un dépôt plus important des déchets sur les plages d'El-tarf. Une des raisons que l'on pourrait également évoquer, est la proximité du nouveau port d'El kala situé à moins de 1 km de la plage. les ports étant considérés comme de grand générateurs de déchets (Claessens et Jaessens, 2011). ces trois influences combinées à la géomorphologie du site formant le creux du golf d'El-tarf constitueraient des paramètres susceptibles d'influencer la distribution des déchets en particulier les débris plastiques dont les caractéristiques lui confèrent une légèreté qui facilite leur déplacement, soit par les vents ou bien par les courants marin (Eriksson et al., 2012).

III.2.4. Distribution Est-Ouest des Débris Plastiques

La distribution des débris plastiques entre la côte Est et la côte Ouest dénote une différence, avec une concentration prédominante au niveau de la côte Est. Cela suggère qu'il existe des paramètres qui influenceraient la distribution des débris plastique sur une rive plus que sur une autre. Cela pourrait s'expliquer par la topographie de la côte Ouest (faible concentration de débris plastiques). La côte Ouest est effectivement caractérisée par un cordon dunaire ne permettant pas le déplacement des déchets par les phénomènes

météorologiques ou naturels de vents ou de ruissellement. Nous notons également une faible concentration de la population au niveau de cette commune de Berihane dont les chefs lieu des communes sont situés bien loin des plages. Les seules activités anthropiques connues au niveau de ces plages, sont des activités exclusivement récréatives et estivales.

III.2.3. Distribution des catégories de débris plastiques

L'hétérogénéité observée dans la distribution des catégories de débris plastique revient à la multitude de types d'objets rejetés, avec une dominance pour les plastiques durs, plus communément utilisés. Ceci adjoint à ce que rejette la mer et aux activités touristiques, impliquerait une forte présence de cette catégorie de débris sur les plages. La tendance est confirmée par la quantité relevée au niveau La Missida et Laouinette dont l'activité touristique et les déchets rejetés par les pêcheurs a beaucoup influencé les résultats.

Les plastiques mous et les filaments, proviennent probablement en grande partie par les activités des usagers des plages ou via les vents ou en encore les courants marins.

Conclusion

Cette étude constitue un aperçu à un moment précis de la pollution du littoral par les débris marins sur des sites spécifiquement choisis pour leur proximité et l'abondance des estivants. Ce type de relevé ponctuel à large échelle présente l'avantage de permettre des comparaisons globales cohérentes pour établir des niveaux de pollution. Toutefois, le caractère ponctuel de ces mesures ne permet pas une identification des éventuels biais avec plus de certitudes. La concentration en microplastiques sur le littoral s'avère un indicateur du niveau de pollution plastique beaucoup plus fiable et robuste. En effet, les microplastiques ne sont pas collectés lors des campagnes de nettoyage et ne proviennent pas directement d'une mauvaise gestion locale des déchets. Évaluées selon un gradient de profondeur (et sur un substrat adapté), les concentrations en microplastiques pourraient probablement également permettre d'établir un historique de l'évolution de cette contamination plastique, en tenant compte toutefois des événements climatiques (Turra A et al.2004).

Des variations spatiales intra-site ont été observées, une tendance d'accumulation des déchets dans les niveaux supérieurs de la plage a été relevée, conformément aux résultats d'autres études menées notamment dans le golfe d'Oman (Claereboudt, 2004).

Ceci impliquerait donc une pollution majoritairement d'origine terrestre, causée par les usages de la plage dont les activités se concentrent au niveau des parties supérieures des plages. En plus de la présence dominante des morceaux de plastique dur issus de la dégradation physico-chimique et biologique de débris variés de plus grande taille, les catégories de débris collectés font ressortir certaines tendances intéressantes, d'une distribution hétérogène le long des plages du littoral avec une forte concentration au niveau des plages *Laouinette* et *Draouech* et une très faible concentration au niveau des plages *Cap rosa* et *El Mordjane*, ces fluctuations sont dépendantes des activités touristiques et de la densité de la population ainsi que de la proximité d'un cours d'eau ou du port.

Cette étude, constitue un travail préliminaire pouvant servir de prémisses pour une étude plus poussée, touchant un plus grand nombre de plages d'Algérie, pour réaliser un diagnostic complet de la qualité des plages en Algérie. A la fin, cette pollution pourrait sur le court terme, atteindre de façon significative la biodiversité, mais également touchée économiquement la région, avec des touristes qui pourrait se détourner de nos plages au profit d'autres destinations. Des campagnes de sensibilisations devraient donc être menées, pour éveiller les consciences citoyennes et améliorer la qualité de vie de notre ville.

Au-delà de ces résultats, cette Odyssée s'est révélée une expérience essentielle pour

rencontrer, écouter et comprendre ces hommes et ces femmes qui sont confrontés jour après jour à cette dégradation de leur environnement local, et qui surtout malgré leurs efforts pour sensibiliser et nettoyer leur littoral, voient la situation s'aggraver. Or, la production de plastique suit une courbe exponentielle depuis 1960 et n'a jamais été aussi élevée. Tout autant qu'un aperçu chiffré de la pollution plastique globale, c'est l'ensemble de ces témoignages et de ces rencontres qui permet de rendre compte de cette contamination rapide et sans précédent de l'environnement marin et du littoral.

Références bibliographiques

Etrady A.L; 2011- Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596-1605.

Etre S; 2000- Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. Rapport final. Secrétariat Général de la Mer. 46p

Arthur C., Baker J., Bamford H. (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurance, Effects, et Fate of Microplastic Marine Debris. Department of Commerce, National Oceanic et Atmospheric Administration, Technical Memoretum NOS-OR&R-30.

Barnes D.K.A., 2002. Invasions by marine life on plastic debris. *Nature* 416, 808-809.

Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M. (2009). Accumulation et fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*. 364,1985-1998.

Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M., 2009. Accumulation et fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 364, 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>.

Bravo m; Guillermo l-j; Nunez p; Vasquez n; Theil m; 2009- anthropégénic débris on beaches in the SE pacific : result from a national survey supported by volunteers. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1718-1726.

Browne M.A., Galloway T.S., Thompson R.C. (2010).Spatial Patterns of Plastic Debris along Estuarine Shorelines. *Environmental Science & Technology*. 44. 3404-3409.

Bulletin de veille technologique. boulouizdad, mohamed. 2019. N° 02, alger : Agence National Des Déchets, 2019.

Carson H.S., Colbert S.L., Kaylor M.J., Mcdermid K.J., 2011. Small plastic debris changes water movement et heat transfert through beach sediments. *Marine Pollution Bulletin* 62, pp. 1708-1713.

Carson H.S., Lamson M.R., Nakashima D., Toloumu D., Hafner J., Maximenko N., McDermid K.J., 2013. Tracking the sources et sinks of local marine debris in Hawai'i. *Marine Environmental Research* 84, pp. 76-83.

Claessens m; Meester s ; Letyut l.v ; Clerck k ; Janssen r.j ; 2011- Cole M., Lindeque P., Halsbet C., Galloway T.S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 62, 2588-2597.

Collignon A., Hecq J.H., Galgani F., Voisin P., Collard F., Goffart A. (2012). Neustonic microplastic et zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 64, 861-864.

Corcoran p.l; Biesinger m.c; Grifi m; 2009- Plastics et beaches: a degrading relationship. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 80-84.

Cozar A., Echevarria F., Gonzalez-Gordillo J.I., Irigoien X., Ubeda B., Hernetez-Leon S., Palma A.T., Navarro S., Garcia-de-Lomas J., Ruiz A., Fernetz-de-Puelles M.L., Duarte C.M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 111, 10239-10244.

Cozar A., Echevarria F., Gonzalez-Gordillo J.I., Irigoien X., Ubeda B., Hernetez-Leon S., Palma A.T., Navarro S., Garcia-de-Lomas J., Ruiz A., Fernetz-de-Puelles M.L., Duarte C.M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 111, 10239-10244.

Cunningham d.j; Wilson s.p; 2003- marine debris on beaches of the greater sydney region. *journal of coastal research*, 19, 421-430.

Derraik j.g.b ; 2002- The pollution of the marine environment by plastic debris. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852. Morris R.J ; 1980- Floating plastic debris in the méditerranéen. *Marine Pollution Bulltin*, 11-125.

Derraik J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*. 44, 842-852.

Dris R., Gasperi J., Rocher V., Saad M., Renault N., Tassin B. (2015). Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. *Environmental Chemistry*.

Eriksen M., Mason S., Wilson S., Box C., Zellers A., Edwards W., Farley H., Amato S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*. 77, 177-182.

Eriksson c ; Burton h ;fitch s; Schulz m; Hoff g.v.d; 2013- daily accumulation rate of marine debris on sub-antarctic ilet beaches. *Marine Pollution Bulltin*, 66, 199-208.

Galgani F., Souplet A. & Cadiou Y., 1996. Accumulation of debris on the deep sea floor of the French Mediterranean coast. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 142, 225–234. (doi:10.3354/meps142225)

Galgani f; Jeunet S; Campillo A; His E; 1995- Distribution et abundance of debris on the continental shelf of the north-wester Mediterranean sea. *Marine Pollution Bulletin*, 30, 713-717.

Graham E.R., Thompson J.T. (2009). Deposit- et suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *Journal of Experimental Marine Biology et Ecology*. 368, 22-29.

Greenpeace France 2020. 2017. Pollution des océans. greenpeace. [En ligne] Greenpeace France 2020, 2 Mars 2017. <https://www.greenpeace.fr/pollution-oceans-limpact-plastiques/>.

Gregory m.r; 1991- The hazards of persistent marine pollution: drift plastics et conservation islets. *Journal of the Royal Society of New Zealet* 21, 83–100.

Henry Maryvonne ; 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.

Henry, Maryvonne. 2010. 10-09, s.l. Pollution du milieu marin par les déchets.: Direction Prospective et Stratégie Scientifique, 2010. RST.DOP/LER-PAC/.

Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C., Thiel M. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification et Quantification. *Environmental Science & Technology*. 46, 3060-3075.

Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Etrady A., Narayan R., Lavender Law K., 2015. Plastic waste inputs from let into the ocean. *Science* 347, pp. 768-771.

Millot, C ; TAUPIER-LETAGE L; LEBORGNE P; LOPEZ-GARGIA M. J. et Wald L ; 1994- Dynamical Oceanography studies from infrared remote sensing in the western Mediterranean Sea. *Mer Institut Oceanologie*. 18, 1-11.

Moorec.J; Moore S.L; Leecastern.k. Etweisberg S.B;2001-A comparison of plastic et plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 1297-1300.

Murray F., Cowie P.R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*. 62, 1207-1217.

Ng k.l; Obbard J.P; 2006- Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 761-767. Occurrence et distribution of microplastics in marine sédiments a longthe belgian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2199-2204.

Ogata Y., Takada H., Mizukawa K., Hirai H., Iwasa S., Endo S., Mato Y., Saha M., Okuda K., et al . (2009). International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal Waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, et HCHs. *Marine Pollution Bulletin*. 58, 1437- 1446.

Plastic Europe; 2010-Plastics: the facts Plastics Europe Annual report of PlasticsEurope. «Plastics: the facts 2019». Available from: (Internet, cited April 2020).

Pruter a.t;1987- Sources, quantities et distribution of persistent plastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18, 305- 310.

Shiver J.G ; 1989- Plastic Particle et Tar Pollution on Beaches of Kuwait. *Environmental Pollution*, 57, 341 -351.

Thompson R.C; Olsen y; Mitchell R.P; Davis A; Rowlet S.J; Johna.w.g; Mecgingle D; russelle a.e; 2004- lost at sea: where is all the plastic?,*science*, 304, 838.

Thompson R.C; Moore C.J; Vom saal F.S. et Swan S.H; 2009- Plastics, the environment et human health: current consensus et future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 2153-2166.

Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowlet, S.J., John, A.W.G., et al., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? Science 304, 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>.

Turner a; Holmes L; 2011- Occurrence, distribution et characteristics of beached plastic production pellets on the islet of Malta (central Mediterranean).Marine Pollution Bulletin, 62, 377-381.

Turra A., Manzano A.B., Dias R.J.S., Mahiques M.M., Barbosa L., Balthazar-Silva D., Moreira F.T., 2014. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sety beaches. Scientific Reports 4, 4435 p.

Unep; 2011- Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Let-based Activities, p16.

Viel G ; 2013- Valorisation des coproduits marins : Perspectives et développement dans la valorisation des coproduits marins. Centre de recherche pour la biothechnologie marines, p3.

Williams, Julia Fenn et R. Scott. 2018. Institut canadien de conservation. canada. [En ligne] Ministère du Patrimoine canadien, 2018. <https://www.canada.ca>. ISBN 978-0-660-28020-2.

Wright S.L., Thompson R.C., Galloway T.S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. Environmental Pollution. 178, 483-492.

Sites internet

- 2017. algérie. aps. [En ligne] Agérie Presse Service, 16 Aout 2017. <http://www.aps.dz>.
- 2018. production mondiale de plastique. planetoscope. [En ligne] Société Carbios, PlasticsEurope., 2018. <https://www.planetoscope.com/petrole/989-production-mondiale-de-plastique.html>.
- 2020. A propos des plastiques. plasticseurope. [En ligne] Associations Professionnelles Européennes , 2020. <https://www.plasticseurope.org/fr/about-plastics/what-are-plastics>.
- SPA Youkais. 2008. youkais-constructor. [En ligne] Grets Travaux de Constructions Industrielles, 2008. <http://www.youkais-constructor.com/index.php/welcome/ked>.