



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de  
La Recherche Scientifique  
Université Abdelhamid Ibn Badis -Mostaganem



*Faculté des Sciences Exactes et de l'Informatique*

*Département de Chimie*

*Filière : Chimie*

**Mémoire de fin d'études**

**Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Chimie**

**Thème :**

***Etat de l'art des Microplastiques et Etude  
Préliminaire de leur Présence sur la Côte  
Mostaganemoise***

**Etudiants : Marnia Yasser**

**Hammou Khaled**

**Encadrant : Harrats Charef**

*Année*

*Universitaire*

*2020-2021*

## Sommaire

### Chapitre 1 : Introduction et objectif

Introduction générale.....	5
I.    L'Objectif.....	7

### Chapitre 2 : Etude Bibliographic

I.    Introduction .....	9
II.   Les microplastiques ?.....	9
III.  Les origines des micro-plastiques... ..	11
IV.   Définition de la taille .....	14
V.    Définition des matériaux... ..	16
VI.   Micro-plastiques primaires vs Secondaires... ..	16
1. Micro-plastiques primaires .....	16
2. Micro-plastiques secondaires .....	16
VII.  Méthodologie appliquée dans cette étude .....	17
1. Sources de données.....	17
2. Modèle de flux et gestion des données... ..	18
VIII. Présence, devenir et effets des micro-plastiques dans l'environnement .....	19
1. Présence de micro-plastiques dans l'eau et les sédiments... ..	19
2. Les micro-plastiques dans la colonne d'eau .....	21
IX.   D'où viennent les microplastiques dans l'océan ?.....	28
1. Les microplastiques dans les produits de consommation.....	28
2. Sources industrielles de microplastiques .....	29
3. Débris de plastique comme source de microplastiques .....	29
X.    Pourquoi les micro-plastiques dans l'océan reçoit une attention croissante ? .....	30
1. Effets physiques.....	31
2. Effets chimiques.....	32

**Chapitre 3 : Méthode et matériels**

<b>I.</b>	<b>La carte de Mostaganem .....</b>	<b>35</b>
	1. Plage " Sablettes " .....	36
	2. Plage " Ouréah " .....	37
	3. Plage « Chaibia ».....	37
	4. Plage « La crique ».....	38
<b>II.</b>	<b>Méthode de Travail .....</b>	<b>40</b>

**Chapitre 4 : Résultats et discussions**

<b>I.</b>	<b>Analyse des microplastiques.....</b>	<b>43</b>
<b>II.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>46</b>
	1. Résultats de l'échantillonnage des microplastiques.....	48
<b>III.</b>	<b>Les résultats de l'exercice d'échantillonnage .....</b>	<b>49</b>
<b>IV.</b>	<b>Solution.....</b>	<b>50</b>
<b>V.</b>	<b>Recyclage/valorisation des matières plastiques .....</b>	<b>50</b>

*Liste des figures*

FIGURE 1 : Méso et Microplastiques – plastiques à la loupe .....	10
FIGURE 2 : Statistiques de nombre de publications de plastique et des micro-plastiques en fonction des années.....	10
FIGURE 3 : Pollution plastiques dans la mer .....	11
FIGURE 4: Un schéma explicatif des origines des micro-plastiques.....	12
FIGURE 5 : Comptes de débris macroscopiques pour la plus grande partie du plastique dans les océans en masse (kg km <sup>-2</sup> ) mais micro-débris la plus grande proportion en nombre (points km <sup>-2</sup> ) .....	13
FIGURE 6: Un schéma explicatif de la production de micro-plastiques.....	13
FIGURE 7: Un schéma explicatif pour les tailles de plastique.....	15
FIGURE 8: modèle conceptuel de flux décrivant les voies de libération et le devenir des micro-plastiques secondaires dans l'environnement .....	18
Figure 9 : abondement des particules micro-plastiques $\geq 300 \mu\text{m}$ dans l'eau de surface. les échantillons ont été prélevés à proximité de la long de la côte ouest et sud de la suède.....	25
Figure 10 : Eau de surface des particules micro-plastiques $> 100 \mu\text{m}$ . les fibres plastiques n'ont pas été incluses.....	25
Figure 11 : Abonnement des micro-plastiques $\geq 10 \mu\text{m}$ dans l'eau de surface longue une transition entre la Norvège et le Danemark. ....	26
Figure 12: La composition des microparticules pélagiques dans l'eau de mer de l'atlantique nord-est/baltique. ....	27
FIGURE 13: le danger de plastiques aux animaux .....	32
FIGURE 14: le danger de plastiques aux fonds de mer .....	33
FIGURE 15: Un schéma explicatif sur la pollution dans les océans.....	35
FIGURE 16: Carte de Mostaganem et les zones de prélèvements.....	35
FIGURE 17: La plage de sablettes .....	36
FIGURE 18: La plage de Ouriaa .....	37
FIGURE 19: la plage de Chaibia .....	38
FIGURE 20: La plage de la Crique.....	39
FIGURE 21: Zone d'échantillonnage sur la plage de Chaibia.....	40
FIGURE 22: un cercle relatif sur la plage de Sablettes.....	43
FIGURE 23: un cercle relatif sur la plage de Ouriaa.....	44
FIGURE 24: un cercle relatif sur la plage de Chaibia .....	44
FIGURE 25: un cercle relatif sur la plage de la Crique.....	45
FIGURE 26: La plage de la Crique en 1939.....	46
FIGURE 27: Plage de Sablettes en 1943.....	47
FIGURE 28: Plage de Chaibia .....	48
FIGURE 29: Exemples d'échantillons collectés des différentes plages de Mostaganem.....	49
FIGURE 30: Un schéma explicatif sur le recyclage de plastique.....	51

*Liste des Tableaux*

<b>TABLEAU 1 : La densité de l'eau de mer autour de la côte danoise et des polymères plastiques que l'on trouve couramment dans les environnements marins.....</b>	<b>21</b>
<b>TABLEAU 2 : Valeurs rapportées de concentrations de micro-plastiques dans l'eau de mer dans différentes parties du monde.....</b>	<b>23</b>
<b>TABLEAU 3 : Applications courantes et densité de certains plastiques trouvés dans le milieu marin.....</b>	<b>30</b>
<b>TABLEAU 4 : le pourcentage des différents déchets sur les 4 plages .....</b>	<b>45</b>
<b>TABLEAU 5 : les différents types de plastiques .....</b>	<b>48</b>

## Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous remercions notre encadreur Professeur Harrats Charef., pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail. Nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.*

*Nos vifs remerciements vont également à Dr Tabti pour son aide. Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicace

***Yasser Marnia***

***A ma très chère mère***

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

***A mon très cher père***

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères Mounir et mes belles sœurs Asmaa et Israa*

*Puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite*

*A feu Hammou Khaled, Fawzi Berrahma, Amine Chergui, Anis dekkik, Abdellah belmahdi*

## *Dédicace*

***Khaled Hammou***

*A ma très chère mère*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très cher père*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères et mes belles sœurs*

*Puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite*

*A feu Marnia Yasser, Farah Hocine, Hammou Mohammed*

**Abstract**

An increasing body of scientific studies demonstrates that small plastic particles designated as “microplastics” are widespread in the environment, accumulate in organisms and may have harmful effects on organisms and ecosystems, in particular in the marine environment. This is why we made experiments on the coast of Mostaganem While we found a large amount of microplastics This represents a major threat to the environment and human health

The significance of the different sources as regards the levels of microplastics found in the environment is still poorly understood. In order to improve the understanding about sources and effects and the possibilities to reduce microplastics pollution.

**Résumé**

Un nombre croissant d'études scientifiques démontre que les petites particules de plastique désignées comme « microplastiques » sont répandues dans l'environnement, s'accumulent dans les organismes et peuvent avoir des effets nocifs sur les organismes et les écosystèmes, en particulier dans le milieu marin. C'est pourquoi nous avons fait des expériences sur la côte de Mostaganem Alors que nous avons trouvé une grande quantité de microplastiques Cela représente une menace majeure pour l'environnement et la santé humaine.

L'importance des différentes sources quant aux niveaux de microplastiques retrouvés dans l'environnement est encore mal connue. Afin d'améliorer la compréhension des sources et des effets et des possibilités de réduire la pollution par les microplastiques.

# *Chapitre 1*

## *Introduction et objectif*

## *Introduction Générale*

- I. Les mers et les océans représentent plus de 71% de la surface de la terre. Ces derniers constituent des puits de matière et d'énergie et sont indispensables à la vie sur terre. Point chaud de la biodiversité, ces milieux abriteraient 80 % de la biomasse mondiale et 90 % de la biodiversité [1]. Les déchets marins sont un problème complexe et multidimensionnel avec des implications importantes pour l'environnement marin et côtier et les activités humaines dans le monde entier. Ils proviennent de nombreuses sources et engendrent un large éventail d'impacts négatifs sur l'environnement, l'économie, la sécurité et la santé. Malgré les efforts déployés aux plans internationaux, régionaux et nationaux, tous indiquent que le problème des déchets marins continue d'empirer.
  
- II. La pollution par les microplastiques est devenue une préoccupation mondiale malgré que les premiers rapports de sa découverte datent des années 1970. La découverte de la « soupe de plastiques » aussi appelée « continent de plastique » ou « 7ème continent » dans le Gyre nord Pacifique par le capitaine Moore C., 1997 qui a alerté la société sur la situation des océans vis à vis des déchets plastiques. Une étude récente menée par l'association Expéditions MED lors de ses 36 expéditions a estimé que 30,4 % des déchets plastiques côtiers de l'arc Atlantique étaient issus des activités maritimes, 11 % sont des déchets divers du quotidien, 7.9 % sont d'origine alimentaire et enfin 47 % sont des fragments non identifiables. Aujourd'hui, on en découvre dans les sels de table. Ainsi, les microplastiques envahissent de plus en plus notre alimentation ([www.sciencesetavenir.fr](http://www.sciencesetavenir.fr)). La mer Méditerranée a été décrite comme l'une des zones les plus touchées par les déchets marins dans le monde. Etant donné qu'elle est semi-fermée les déchets l'atteignant échouent sur les fonds, atteignant parfois plus de 100.000 particules/km<sup>2</sup>. Les activités humaines génèrent des quantités considérables de déchets. Même si elles varient selon les pays elles sont en constante augmentation. Certaines des plus grandes quantités relevées en termes de déchets solides municipaux par an et par personne sont générées en mer Méditerranée (208-760 kg/an) (<http://www.atlas.d-waste.com>) [2].

Le plastique, qui est le principal des déchets, est devenu omniprésent et peut représenter jusqu'à 95% des déchets accumulés sur les rivages, la surface de l'océan ou le fond de la mer. Ioakeimidis et al., ont observé une augmentation de l'abondance des débris plastique dans les eaux profondes au fil des années au sein de la méditerranée [3].

Toutefois, le littoral algérien a été peu référencé et il paraît nécessaire de déterminer le niveau de pollution par les microplastiques partant du constat que la pêche et l'activité humaine y sont importantes. Le plastique est omniprésent dans notre vie quotidienne et la demande ne cesse d'augmenter, suite aux changements importants dus à la demande croissante de la production et de la consommation mondiale du plastique. Elle a atteint en 2013 les 300 millions de tonnes ; une conséquence directe d'une augmentation de la population et de la production des produits en plastique. La consommation excessive de ces produits a induit un accroissement des déchets plastique dans le milieu naturel et donc de la pollution associée. Il faut noter qu'une bouteille ou un sac en plastique sous l'action des vagues, de la lumière et des conditions météorologiques se fragmentent en particules pouvant atteindre moins de 5 mm de diamètre, on parle ainsi de microplastiques [4]. Le territoire de la wilaya de Mostaganem fait partie du littoral algérien avec une frange marine de 124 Km. Ce territoire n'est pas à l'abri des agressions anthropiques (activités touristiques, portuaires, agricoles...etc.) qui chaque année reçoit des quantités énormes de déchets de toutes sortes marquées par une dominance du plastique dégradant ainsi l'image panoramique de nos belles plages. C'est dans cette perspective que nous nous sommes proposé d'apporter notre contribution à l'évaluation de la pollution par les microplastiques de la côte de Mostaganem. L'objectif élargi de cette contribution est de montrer l'état actuel en matière de pollution par les microplastiques dans le monde en expliquant sa problématique et ce par une synthèse bibliographique sur le sujet. Nous avons, par ailleurs, considéré le cas particulier de la côte de Mostaganem en procédons à une étude préliminaire de ce phénomène. Nous nous sommes fixés comme objectif pratique de parcourir trois plages connues à Mostaganem, chaibia, la crique, sablette et Ouriaa et effectuer des prélèvements de sable pour en détecter des éventuels microplastiques.

## I. Objectifs de l'étude

La présente étude présente une synthèse bibliographique sur les microplastiques pour situer la problématique de ce genre, assez spécial et mal connu, de déchets plastiques. En effet les déchets plastiques en général sont connus depuis longtemps et leur datation remonte au début de l'ère industrielle de la transformation des matières plastiques en articles de consommation.

Les personnes soucieuses de la pollution de l'environnement ont donné l'alerte sur les dangers des matières plastiques dès que les scientifiques ont affirmé que beaucoup de ces matières ne sont pas biodégradables. Autrement dit, une fois rejetées dans la nature elles y restent et ne se décomposent pas comme les matières organiques qui sont transformés dans le sol par les micro-organismes sous des conditions naturelles de température et d'humidité. Malgré les mesures prises à l'échelle internationale pour remédier à la problématique de la pollution par les matières plastiques comme l'incinération, le recyclage et l'enfouissement dans le sol, les plastiques continuent de constituer un danger pour la faune et la flore. Les plastiques qui échappent à ces mesures, se fragmentent dans la nature généralement pas la voie mécanique jusqu'à atteindre une taille à l'échelle des microns ce qui leur donne le qualificatif de microplastiques. Cet ordre de grandeur constitue un réel danger, comme ces fragments peuvent être ingérés par les animaux surtout les oiseaux marins et certains genre d'animaux marins.

Cette étude met la lumière sur la problématique des microplastiques par une synthèse de la littérature disponible. Il faut noter que la littérature sur ce thème est pauvre en références. Ceci explique la difficulté à trouver les bonnes approches pour cartographier la présence des microplastiques entre mer et terre. L'Algérie n'échappe pas à cette catastrophe naturelle, bien sûre dont l'activité de l'homme est le premier responsable. C'est pour cela que nous nous sommes penchés sur cette question en lui consacrant ce projet de fin d'étude de master. Nous nous sommes fixé comme objectif de parcourir les plages de Mostaganem et de procéder à une analyse de sable pour y détecter ces microplastiques. Ouria, Les Sablettes, la Crique et Chaibia sont les quatre plages visées par cette étude. Le but ultime de cette étude est de pouvoir dire sur base d'analyse simple combien contient le sol de la côte Mostaganemoise de microplastiques et si possible de quel genre de plastiques s'agit-il ?

# *Chapitre 2*

## *Etude Bibliographique*

## **I. Introduction**

Un nombre croissant d'études scientifiques démontre que les petites particules de plastique appelées "micro-plastiques" sont très répandues dans l'environnement, s'accumulent dans les organismes et peuvent avoir des effets nocifs sur la santé humaine, les organismes vivant et les écosystèmes, en particulier dans le milieu marin. Les micro-plastiques proviennent de diverses sources : des micro-plastiques primaires utilisés intentionnellement dans des produits et des processus de production, la fragmentation des déchets plastiques dans l'environnement par dégradation et les rejets des articles en plastique et des revêtements des produits encore utilisés. L'importance des différentes sources en ce qui concerne les niveaux de micro-plastiques trouvés dans l'environnement est encore mal comprise. Ces données sont cruciales en vue d'améliorer la compréhension sur les sources, les effets et les possibilités de réduire la pollution par les micro-plastiques [1].

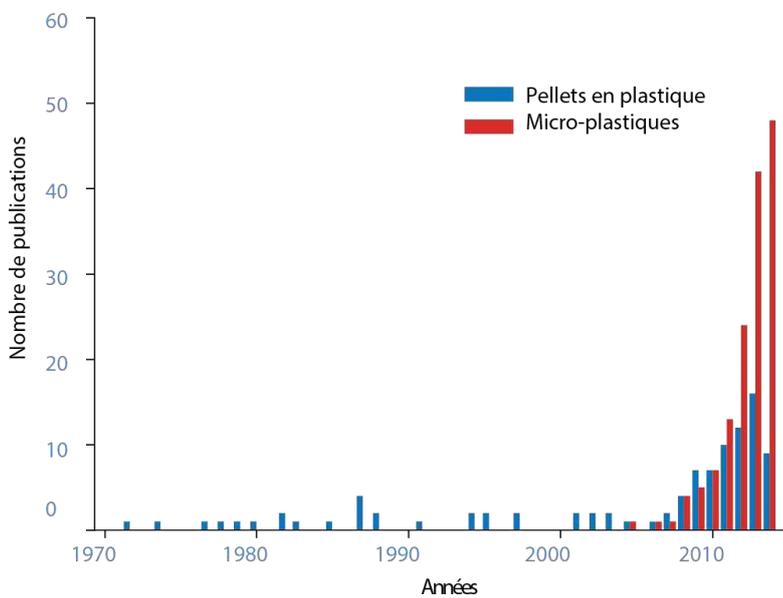
## **II. Comment définit-on les micro-plastiques ?**

Les matières plastiques sont devenues indispensables dans de nombreux domaines de la vie moderne. Elles sont utilisées pour les vêtements, le stockage, le transport, l'emballage, la construction et une foule de biens de consommation. La durabilité, qui est l'une des principales propriétés des plastiques, est également l'une des raisons pour lesquelles ils présentent une menace pour l'environnement marin. Le risque augmente tant que le plastique continue à pénétrer l'océan sans se dégrader en produits non nocifs pour la santé.

Le terme de micro-plastique a été introduit au cours de la dernière décennie pour décrire de petits morceaux de plastique trouvés dans l'océan, communément définis comme ayant un diamètre inférieur à 5 mm [2].



FIGURE 1 : Méso et Microplastiques – plastiques à la loupe [3]



Plastic pellets © Hideshige Takada

Publications mentioning 'microplastics' and 'plastic pellets', up to July 2014 © Sarah Gall

FIGURE 2 :Statistiques de nombre de publications de plastique et des micro-plastiques en fonction des années [4]

### III. Les origines des micro-plastiques

Le plastique, un type de polymère synthétique, peut être dérivé des combustibles fossiles ou de la biomasse. La production mondiale est dominée par quelques matériaux bien connus, mais une vaste gamme de plastiques de compositions et de propriétés différentes sont fabriqués chaque année. Quelques micro-plastiques sont fabriqués pour remplir des fonctions particulières, telles que les abrasifs industriels ou dans les produits d'entretien ménager et les produits cosmétiques tels que le dentifrice.

La formation de micro-plastiques "secondaires" par fragmentation de débris "macro" plus importants, est influencée par une combinaison de facteurs environnementaux et de propriétés du polymère [5].



FIGURE 3 : Pollution plastiques dans la mer

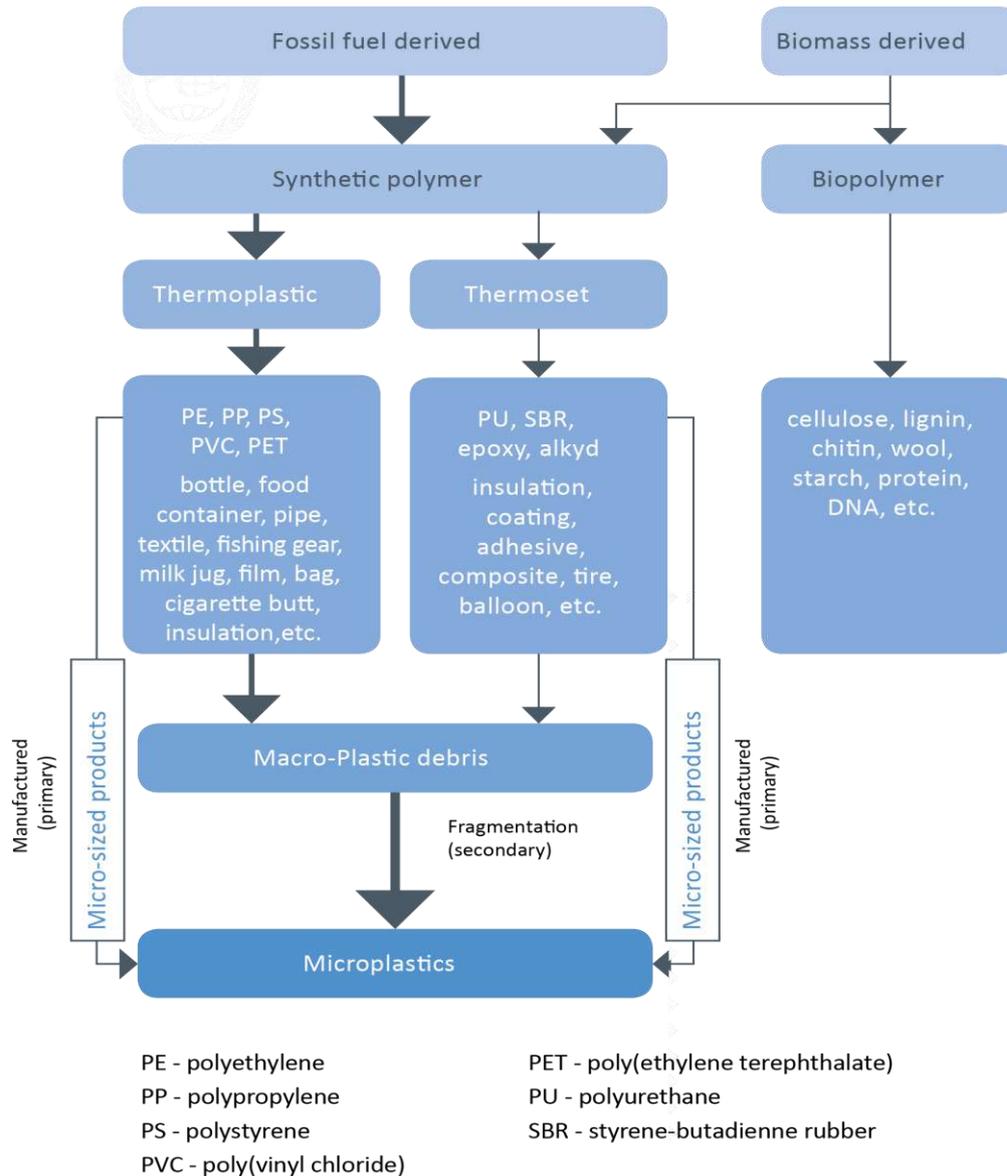


FIGURE 4: Un schéma explicatif des origines des micro-plastiques [6].

La production de micro-plastiques par fragmentation de pièces en plastique de plus grande taille est la plus active sur les plages avec une forte irradiation UV et une abrasion physique par les vagues. Une fois submergé, des températures plus fraîches et une réduction des UV signifient que la fragmentation devient extrêmement lente.

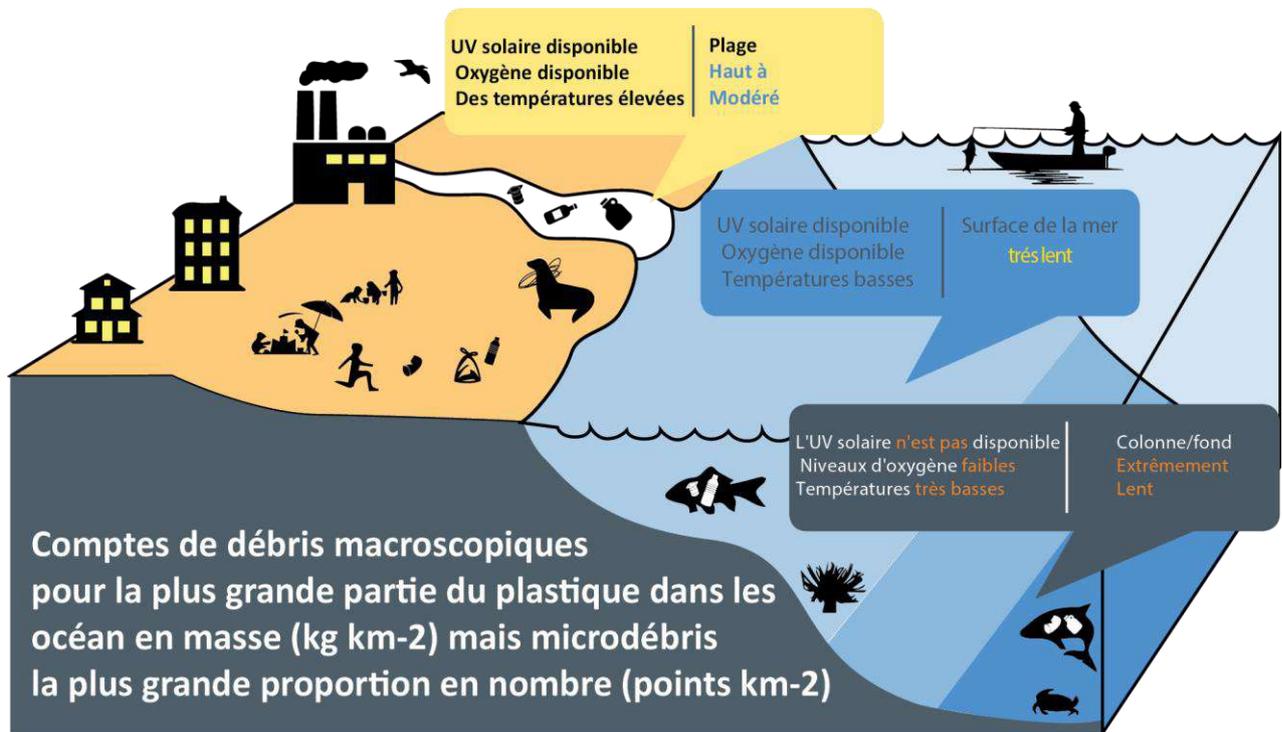


FIGURE 5 : Comptes de débris macroscopiques pour la plus grande partie du plastique dans les océans en masse (kg km<sup>-2</sup>) mais micro-débris la plus grande proportion en nombre (points km<sup>-2</sup>) [8]

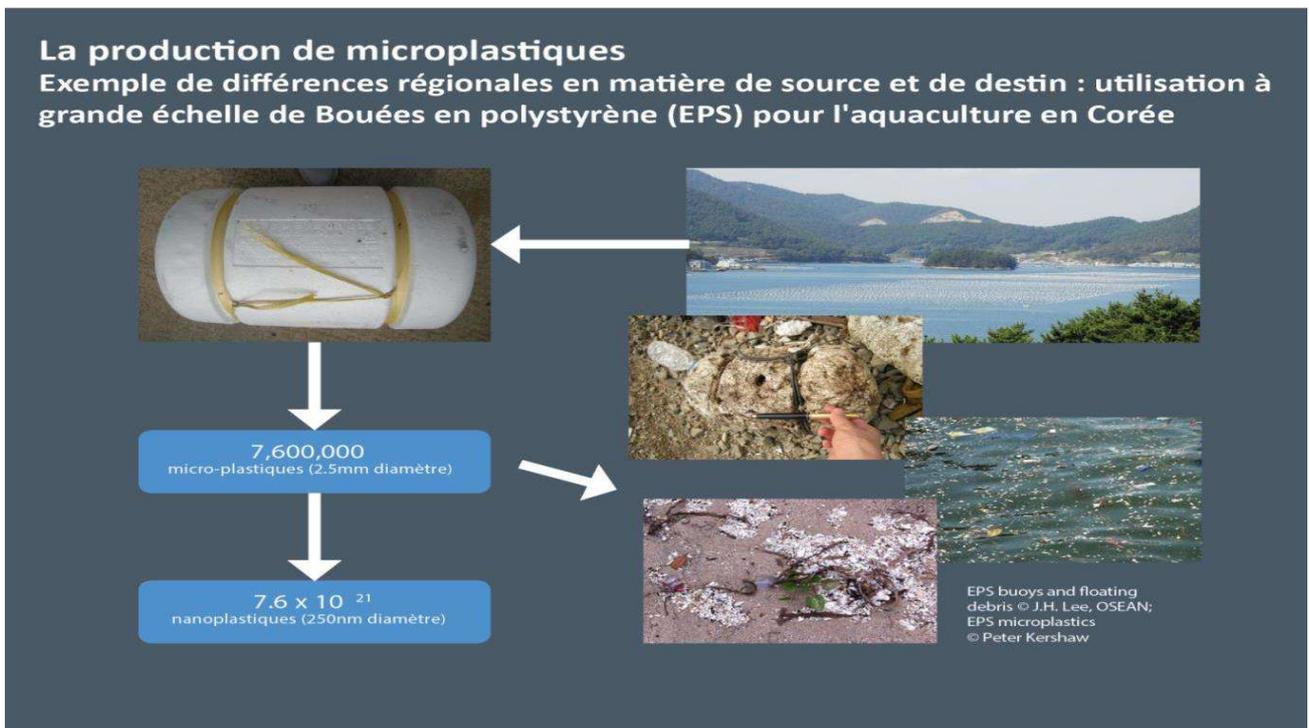


FIGURE 6: Un schéma explicatif de la production de micro-plastiques. [8]

#### IV. Définitions de la taille

Différentes classifications des débris plastiques en fonction de leurs dimensions physiques ont été proposées et utilisés dans la littérature scientifique, les rapports et les organisations internationales. Par exemple, Arthur et al. (2009) et le groupe conjoint d'experts sur les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin ont défini les micro-plastiques comme une taille se situant entre 0,333 mm - 5 mm et  $1 \cdot 10^{-6}$  mm - 5 mm, respectivement. Certaines des limites de taille proposées sont qui se fondent sur des préoccupations pragmatiques plutôt que scientifiques et sont déterminées par les techniques utilisées pour échantillonnage sur le terrain de micro-plastiques. Par exemple, certaines études font référence à une limite de taille inférieure pour les micro-plastiques de 333  $\mu$ m, qui est basée sur un maillage de filet couramment utilisé pour la collecte de plancton et des débris dans la colonne d'eau. Aucune définition officielle des micro-plastiques n'a été adoptée, mais les définitions pour ce que l'on pourrait appeler les "micro-", "més-", "macro" et "méga-" débris plastiques ont été proposés et généralement acceptés selon l'EPA.

Les débris plastiques seraient définis comme ayant un diamètre  $<5$  mm, 5-20 mm et  $>20$  mm, respectivement, alors que les "méga-" débris de plastique seraient  $>100$  mm.

La définition utilisée par le GESAMP est la seule définition actuellement proposée qui couvre également ce qu'on a appelé ailleurs les "nano-plastiques".

En 2011, la Commission européenne a présenté une proposition de définition des nanomatériaux qui les définit comme des particules individuelles, des agrégats ou des agglomérats pour lesquels 50 % ou plus du nanomatériau dans une répartition par taille de se trouve dans la fenêtre de 1 à 100 nm. Afin de ne pas confondre les "nano-plastiques" et les "nanomatériaux", le rapport emploie l'expression "plastiques dans la gamme des nano". Un deuxième terme en plus des micro-plastiques, que l'on trouve parfois dans la littérature, sont des plastiques "neuston", définis comme particules  $\geq 500$   $\mu$ m, qui fait référence aux particules qui ont été réduites à une petite taille et qui flottent juste à la surface ou sous la surface de l'eau et qui sont pris dans des filets conçus pour capturer le plancton de surface. Dans le cadre de ce rapport, les débris d'une taille comprise entre 1  $\mu$ m et 5 mm sont classés dans la catégorie des micros débris. Sur cette base, il s'ensuit que les particules de plastique ayant ces dimensions sont considérées comme micro-plastiques. [7]

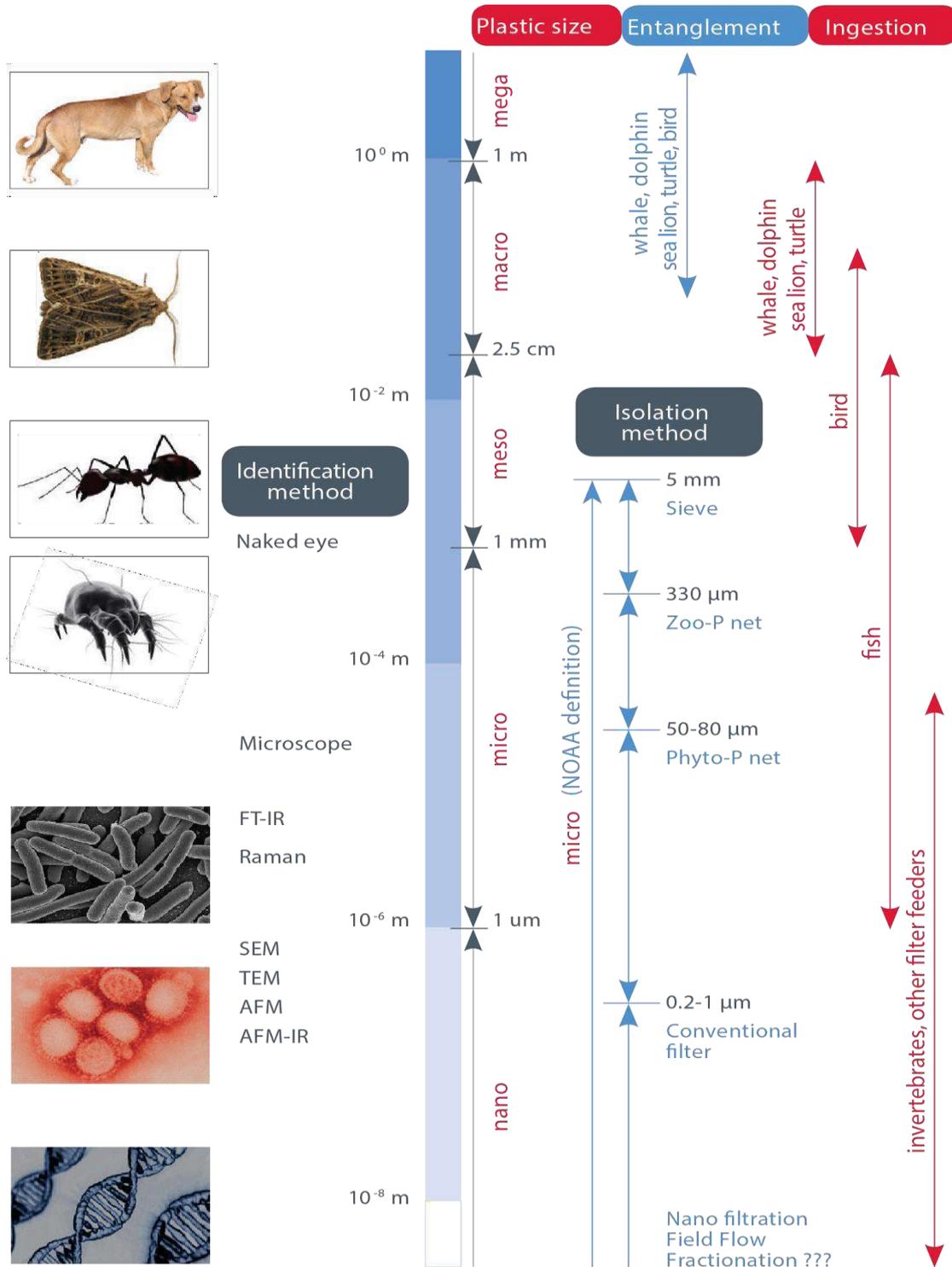


FIGURE 7: Un schéma explicatif pour les tailles de plastique. [8]

## V. Définitions des matériaux

La définition large du "plastique" est qu'il est un matériau organique solide basé sur une matrice de polymères synthétiques le plus souvent dérivés de la pétrochimie. Le champ d'application est similaire à celui d'une évaluation récente des sources de micro-plastiques. Le groupe de matériaux comprend les matières plastiques traditionnelles, les textiles synthétiques de fibres, de caoutchoucs synthétiques, ainsi que de peintures, charges et produits similaires durcis à base de liants des polymères synthétiques.

## VI. Micro-plastiques primaires & secondaires

Nous proposons d'utiliser la définition suivante conformément à la définition appliquée par le groupe de travail international GESAMP sur "les sources, le devenir et les effets des micro-plastiques dans l'environnement marin - une évaluation globale" :

1. **Micro-plastiques primaires:** Particules micro-plastiques produites intentionnellement pour une utilisation directe par exemple dans les cosmétiques et les matériaux abrasifs, ou comme matières premières pour la production d'articles de plastique de plus grande taille.
2. **Micro-plastiques secondaires :** Particules micro-plastiques provenant de la fragmentation de plus gros articles en plastique.

Une récente évaluation norvégienne suggère plutôt de distinguer les **sources primaires:** l'apport direct dans l'environnement de microparticules de plastique provenant des activités humaines, et les **sources secondaires:** la décomposition et la défragmentation des déchets macro-plastiques en micro-plastiques dans l'océan. Par rapport à la présente évaluation, les sources couvertes par les deux évaluations sont les mêmes, mais le regroupement des sources est différent [9].

## VII. Méthodologie appliquée dans cette étude

### 1. Sources de données

Les données utilisées pour l'étude et l'enquête ont été recueillies dans la littérature et par des enquêtes directes auprès des organisations professionnelles et des entreprises danoises.

La recherche documentaire a porté sur la littérature relative aux microplastiques et aux déchets marins à partir des données suivantes:

- L'APE danois et l'Agence danoise de la nature
- Les organisations internationales : Conseil nordique des ministres, HELCOM, OSPAR, PNUE, OMI, OCDE et Commission européenne
- Les autorités environnementales au Danemark, en Norvège, en Suède, en Allemagne, aux Pays-Bas, en Belgique, au Royaume-Uni et en Autriche
- Bases de données PubMed et Toxnet pour l'identification de la littérature scientifique pertinente
- Les statistiques de production et de commerce extérieur provenant des bases de données d'Eurostat (Prodcom et Comext)
- Informations chimiques de la base de données ICIS
- Comptes rendus et affiches des réunions concernant les sujets.

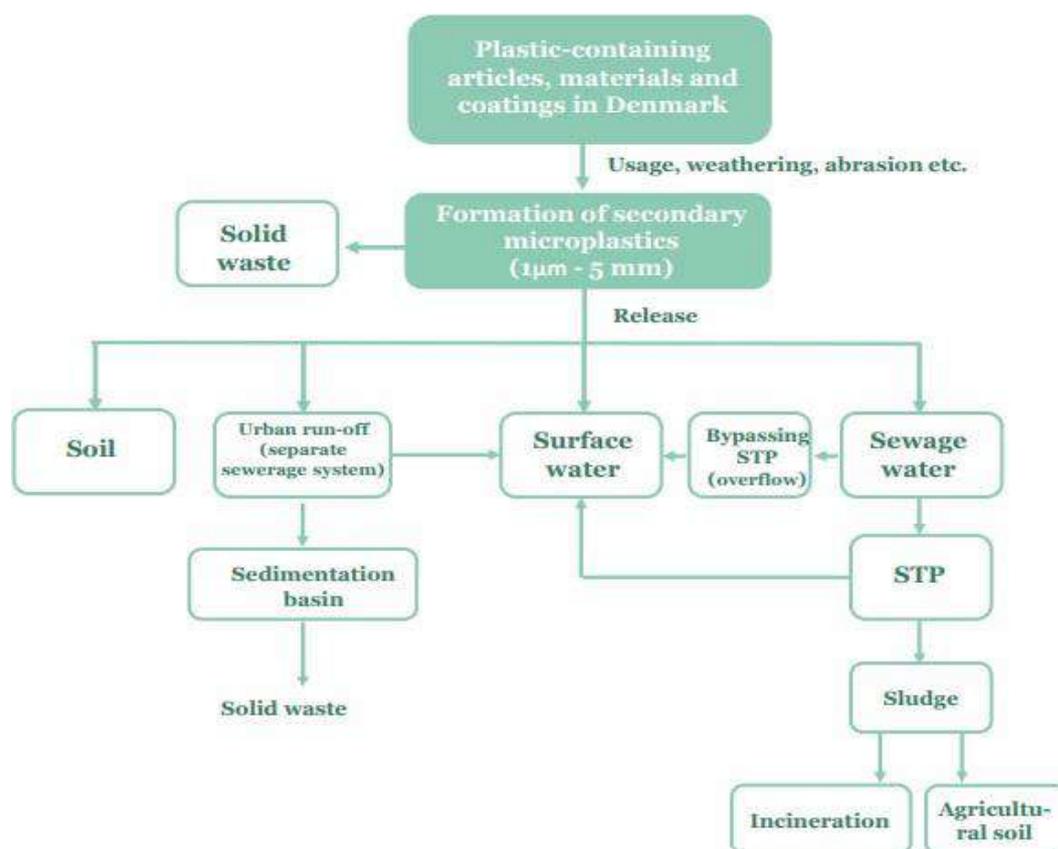
Des demandes de renseignements ont également été envoyées directement aux organisations professionnelles danoises et à quelques acteurs clés du marché danois. Des données ont été recueillies auprès des entreprises membres par l'Association des Cosmétiques Danois, Industries des produits de toilette, du savon et de la détergence, la Fédération danoise des plastiques et le Danish Coatings et l'Association des adhésifs.

Des informations sur les activités en cours ont été recueillies auprès du groupe consultatif du projet et de sites web des autorités nationales danoises, des ONG concernées (environnement, consommateurs et industrie), organisations internationales, et les informations obtenues lors de diverses réunions et séminaires [10].

## **2. Modèle de flux et gestion des données**

Pour le calcul des rejets dans l'environnement, un modèle de flux tel qu'illustré dans la figure 1 a été appliqué. Les micro-plastiques peuvent être rejetés dans les eaux de surface (milieu aquatique) par quatre moyens possibles voies de pénétration: rejet direct (par exemple, activités dans les ports), par ruissellement urbain à partir de zones ayant des réseaux d'égouts, en contournant les stations d'épuration des eaux usées, par exemple en cas de fortes pluies, et

en les rejets des stations d'épuration des eaux usées. Les émissions sont calculées à l'aide de facteurs d'émission pour les émissions provenant des voies initiales (par exemple, les eaux usées) et de facteurs de distribution pour le ruissellement urbain et les eaux usées qui atteignent le réseau d'égouts municipal.



**FIGURE 8 :** modèle conceptuel de flux décrivant les voies de libération et le devenir des micro-plastiques secondaires dans l'environnement [10].

La plupart des estimations du rapport concernant les quantités de micro-plastiques primaires utilisées et la formation et les rejets de micro-plastiques secondaires sont basées sur des séries de données incomplètes. Pour aucune des estimations, l'incertitude sur l'estimation ne peut être calculée à partir des données de base en utilisant des méthodes statistiques conventionnelles. Les incertitudes sont donc estimées par les auteurs sur la base d'un ensemble limité de données et d'estimations d'experts". Les estimations sont représentées par un intervalle de "confiance" de 90%, qui représente la fourchette dans laquelle les auteurs estiment que la valeur réelle sera avec une probabilité de 90% ; c'est-à-dire que pour 10% des

estimations, la "valeur réelle" se situerait probablement en dehors de la fourchette indiquée. Arithmétiquement, la gestion des données des fourchettes n'est pas totalement cohérente, mais compte tenu des incertitudes élevées, il a été décidé de ne pas appliquer d'outils de gestion des données plus cohérents et plus longs, tels que la modélisation Monte Carlo. Les données présentées en fourchettes sont en général arrondies à deux chiffres significatifs de la valeur supérieure de la fourchette.

## **VIII. Présence, devenir et effets des micro-plastiques dans l'environnement**

### **1. Présence de micro-plastiques dans l'eau et les sédiments**

Il a été démontré que les micro-plastiques sont présents dans l'environnement marin partout dans le monde.

L'estimation des quantités de micro-plastiques dans l'environnement marin est un défi, notamment parce que la distribution est très variable à plusieurs niveaux. Il existe des différences entre les zones maritimes à l'échelle mondiale, entre les points chauds et des zones plus éloignées le long d'une ligne côtière, et entre différents compartiments dans l'environnement marin (eau de surface, colonne d'eau et sédiments).

La distribution des micro-plastiques est affectée par les courants marins et les conditions météorologiques, mais aussi par les caractéristiques intrinsèques des particules micro-plastiques eux-mêmes. Des facteurs tels que la composition des polymères, les additifs, la morphologie des particules, et aussi le degré de l'encrassement biologique à la surface des particules peut avoir un impact important sur l'endroit où, dans le milieu marin, les micro-plastiques apparaissent. Tous ces aspects entraînent des problèmes pour décider où, quand et comment prélever des échantillons afin d'obtenir des données qui peuvent être extrapolées pour arriver à des conclusions plus générales. Il convient également de faire preuve de prudence lorsqu'on se réfère à des données de terrain plus anciennes, car il semble y avoir un changement des sources dominantes vers les micro-plastiques marins au cours de la dernière décennie. Dans les années 1970, les plastiques primaires (granulés de plastique industriels) constituaient une part plus importante de micro-plastiques marins qu'elle ne l'est aujourd'hui. La concentration de quantité de plastiques dans la colonne d'eau a diminué au cours des dernières décennies, et la quantité de plastiques primaires dans les fulmars de la mer du Nord a diminué de 75% depuis les années 1980.

La présence de particules micro-plastiques dans la mer est un sujet de préoccupation relativement nouveau. Il n'existe toujours pas de consensus sur les techniques à appliquer pour l'échantillonnage et l'analyse. Une variété de différentes stratégies ont été utilisées, ce qui complique l'estimation des concentrations de champ et aussi pour comparer les abondances et la composition des micro-plastiques entre les régions et dans le temps. Ainsi, il y a un besoin certain de développer des méthodes standardisées pour la surveillance des micro-plastiques et aussi de formuler des indicateurs pour définir les effets environnementaux qu'ils ont. Les initiatives visant à lancer ces travaux ont été prises à différents niveaux nationaux et internationaux en Europe. La plupart des études de terrain sur les micro-plastiques marins ont été axées sur l'échantillonnage des eaux de surface. L'échantillonnage a souvent été réalisé avec des chaluts à manta qui sont conçus pour recueillir les particules  $\geq 333$   $\mu\text{m}$  dans la partie supérieure de la colonne d'eau. Comme la densité détermine la distribution des particules dans la colonne d'eau, et entre la colonne d'eau et les sédiments, il y a un risque que si tous les prélèvements sont effectués par le chalut manta, seules les particules constituées de polymères ayant une densité inférieure à celle de l'eau seront collectées, par exemple le polypropylène (PP), le polyéthylène à basse densité (LDPE) et à haute densité (HDPE). Les particules avec une densité supérieure à celle de l'eau de mer, par exemple le chlorure de polyvinyle (PVC) et le nylon seraient alors exclus à partir des résultats (tableau1).

Les particules plus petites que le maillage du chalut manta seraient également laissées ce qui constitue une limitation importante, puisqu'il a été démontré que les effets néfastes sur le biote marin peuvent être également déclenchés par des particules considérablement plus petites que 333  $\mu\text{m}$  [11].

	Density of seawater and plastic polymers g/cm ***
West coast of Denmark sea water	1.03
Kattegat sea water	1.01-1.03
The Belt Sea water	1.01 (Feistel <i>et al.</i> 2010)
Polypropylene	0.90-0.91*
Low density polyethylene (LDPE)	0.91-0.94*
High density polyethylene (HDPE)	0.92-0.99*
Polystyrene (PS) **	1.04-1.13*
Acrylic fibres (most used fibres in textiles)	1.16 ****
Polymethyl methacrylate (PMMA, Plexiglas)	1.17-1.20*
Polycarbonate	1.20*
Polyurethane	1.30*
Polyamide /Nylon	1.06-1.39*
Polyethylene terephthalate (PET, Dacron)	1.41*
Polyvinyl chloride (PVC)	1.39-1.43*
Epoxy resin	0.96-2.10*
Polytetrafluorethylene (PTFE, Teflon)	2.28-2.29*

TABLEAU 1 : La densité de l'eau de mer autour de la côte danoise et des polymères plastiques que l'on trouve couramment dans les environnements marins [11]

## 2. Les micro-plastiques dans la colonne d'eau

L'échantillonnage des micro-plastiques dans la colonne d'eau se fait généralement en recueillant les particules en suspension sur une sorte de matériau filtrant. Cela peut se faire de plusieurs manières, par exemple par chalutage, par le pompage de l'eau à travers un filtre ou en recueillant l'eau dans un récipient et en la versant sur un filtre. Quelle que soit la méthode utilisée, le maillage du filtre ou du chalut déterminera la coupe inférieure de la taille des particules collectées.

Comme on peut le voir dans le tableau 2, qui résume les données sur l'abondance des micro-plastiques dans la colonne d'eau de la mer du Nord, de la mer Baltique et d'autres zones maritimes dans le monde, diverses tailles de coupe ont été appliquées dans différentes études. Cela complique la comparaison des résultats et souligne l'importance de développer des

méthodes d'échantillonnage standardisées. Comme le montre le tableau 2, les particules micro-plastiques de plus de  $\sim 300 \mu\text{m}$  se présentent généralement en concentrations de moins d'une à deux particules par  $\text{m}^3$ .

Les micro-plastiques  $< 300 \mu\text{m}$  sont beaucoup plus abondants que ceux  $> 300 \mu\text{m}$ . Dans une étude où les prélèvements d'eau de surface ont été effectués avec un filtre de  $300 \mu\text{m}$  et un filtre de  $10 \mu\text{m}$ , le micro-plastique s'est avérée être de 0 à  $1,5 \text{ m}^3$  pour les particules  $> 300 \mu\text{m}$  et 4 400 - 94 000 par  $\text{m}^3$  pour les particules  $> 10 \mu\text{m}$ . Dubaish et Liebezeit (2013) ont analysé les particules plastiques  $> 1,2 \mu\text{m}$  dans les eaux de surface du système de Jade dans le sud de la mer du Nord, et a constaté que les concentrations de particules de plastique granuleuses s'élevaient en moyenne à 64 000 par  $\text{m}^3$  et les fibres plastiques à une moyenne de 88 000 par  $\text{m}^3$ .

À proximité des sources ponctuelles, les concentrations de micro-plastiques peuvent être particulièrement élevées. Dans le port d'une usine suédoise de production de granulés de polyéthylène (PE), la concentration des particules de plastique  $> 80 \mu\text{m}$  s'est avéré être de 102 550 par  $\text{m}^3$  d'eau de mer. Les données sur les eaux arctiques sont très limitées, mais une étude fait état de concentrations assez élevées de micro-plastiques piégés dans la glace de la mer Arctique. Au fur et à mesure que la glace se forme, elle concentre les particules de l'eau, et si des micro-plastiques sont présents, ils seront également piégés dans la glace. Entre 38 et 234 particules  $< 2 \text{ mm}$  ont été trouvées par  $\text{m}^3$  de glace, et en fondant, les micro-plastiques sont rejetées dans l'eau et peuvent être absorbées par les espèces du réseau alimentaire de l'Arctique [12].

Geographical area	Cut off size/ range of size	Abundance particles/m <sup>3</sup>	Reference
Danish coastal waters <ul style="list-style-type: none"> <li>• North Sea</li> <li>• Kattegat</li> <li>• The Belt Sea</li> </ul> <i>Plastic particles but not plastic fibres</i>	>100 µm	0.39±0.19 3-54 1.44	Mintenig 2014 See Figure X
Swedish west coast close to PE production plant	>80 µm	~102,550	Norén 2007
Swedish coast, close to the shore <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kattegat</li> <li>• The Sound</li> <li>• The Baltic</li> </ul>	>300 µm	1.08±0.22 4.0 0.56±0.40	Magnusson and Norén 2011 See Figure 2
Swedish west coast <i>Plastic particles but not fibres</i>	≥10 µm ≥300 µm	4,400-94,000 0-1.5	Norén <i>et al.</i> 2014
The Gulf of Finland <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turku harbour</li> <li>• Archipelago</li> <li>• Off shore</li> </ul>	>333 µm	0.73 0.25±0.07 0.48	Magnusson 2014a
North Sea coast of Germany	>1.2 µm Granular particles Plastic fibres	64,000±194,000 88,000±82,000	Dubaish and Liebezeit 2013
Western English Channel	>500 µm	0.27	Cole <i>et al.</i> 2014
NE Atlantic (not the North Sea)	250 - 1,000 µm	2.46	Lusher <i>et al.</i> 2014
NE Pacific Ocean	>62 µm	279 ± 178	Desforges <i>et al.</i> 2014
NE Pacific Ocean	>500 µm	0.004-0.19	Doyle <i>et al.</i> 2011
Korea			Song <i>et al.</i> 2014

Geographical area	Cut off size/ range of size	Abundance particles/m <sup>3</sup>	Reference
<i>Plastic particles, not paint fragments</i>	>50 µm >333 µm	1,143±3,353 47±192	
Korea <i>Paint fragments (alkyds and polyacrylat/polystyrene)</i>	>50 µm >333 µm	196±121 0.88±0.81	Song <i>et al.</i> 2014
California, USA	>333 µm	~3.9	Lattin <i>et al.</i> 2004
Arctic Sea ice	<2 mm	38-234 parti- cles/m <sup>3</sup> ice	Obbard <i>et al.</i> 2014

TABLEAU 2 : une sélection de valeurs rapportées de concentrations de micro-plastiques dans l'eau de mer dans différentes parties de le monde. la taille de coupe appliquée est notée, et la limite supérieure de taille est de 5 mm, sauf si quelque chose d'autre est déclaré. Les chiffres sont exprimés en nombre de particules microscopiques par m<sup>3</sup> d'eau de mer [12].

Il existe quelques rapports disponibles sur les particules micro-plastiques dans les eaux marines danoises ou à proximité. Des échantillons d'eau provenant de zones faiblement à modérément urbanisées le long du sud-ouest et du sud de la Suède, prises très près du rivage, contenaient 0-4,0 particules micro-plastiques  $>300 \mu\text{m}$  par  $\text{m}^3$  (Figure 2, tableau 2). La concentration était la plus élevée à la station d'échantillonnage dans le Sud, 4,0 micro-plastiques par  $\text{m}^3$ , (Station E dans la figure 2). Cette station était également située dans la zone la plus peuplée parmi les stations d'échantillonnage. Les stations du Kattegat (stations A-C) avaient  $1,08 \pm 0,22$  de micro-plastiques par  $\text{m}^3$  et les concentrations les plus faibles ont été relevées dans les stations d'échantillonnage F-I de la Baltique, avec  $0,56 \pm 0,40$  particules par  $\text{m}^3$ . Les fibres plastiques constituaient plus de 80 % des particules micro-plastiques dans le Kattegat et l'Øresund, et 36 % dans les stations de la Baltique.

La concentration de loin la plus élevée, 3,54 micro-plastiques par  $\text{m}^3$ , a été trouvée à un endroit au nord-ouest de Skagen (Fig. 3, station 15, tableau 2). Les côtes de la mer du Nord étaient de  $0,39 \pm 0,19$  micro-plastiques  $>100 \mu\text{m}$  par  $\text{m}^3$  avec la plus forte concentration, 1,3 particules par  $\text{m}^3$  à la station 12. Le seul échantillon analysé provenant de la mer Baltique a été prélevé dans la partie sud-ouest et avait une concentration de 1,44 micro-plastiques  $>100 \mu\text{m}$  sans compter les fibres plastiques.

En raison de problèmes d'identification, les fibres plastiques n'ont pas été incluses dans cette étude, il est donc probable que les concentrations totales de micro-plastiques (basées sur les chiffres) étaient en fait considérablement plus élevées. Plusieurs études ont montré que les fibres plastiques représentent 80 à 95 % du nombre total de micro-plastiques [12].

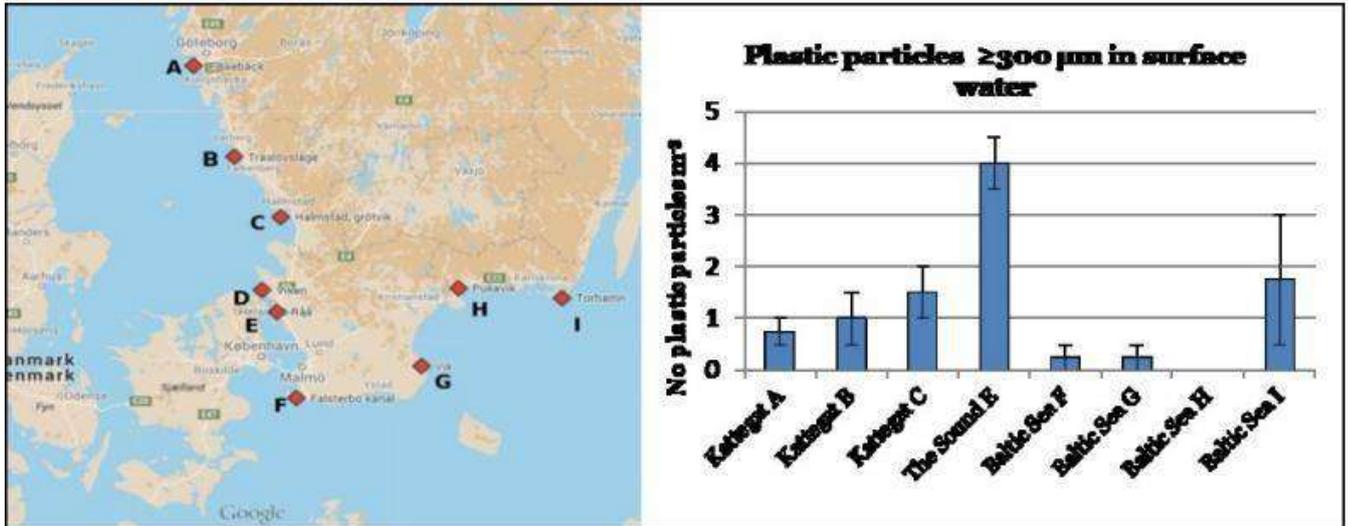


Figure 9 : abondance des particules micro-plastiques  $\geq 300 \mu\text{m}$  dans l'eau de surface. les échantillons ont été prélevés à proximité et le long de la côte ouest et sud de la suède (valeurs moyennes  $\pm$ se, n=2). les concentrations sont exprimées en nombre de particules/ $\text{m}^3$ , les emplacements des stations d'échantillonnage sont indiqués sur la carte à gauche (données de magnusson et norén 2011). à la station d, les particuliers  $\geq 300 \mu\text{m}$  n'ont pas été échantillonnés.

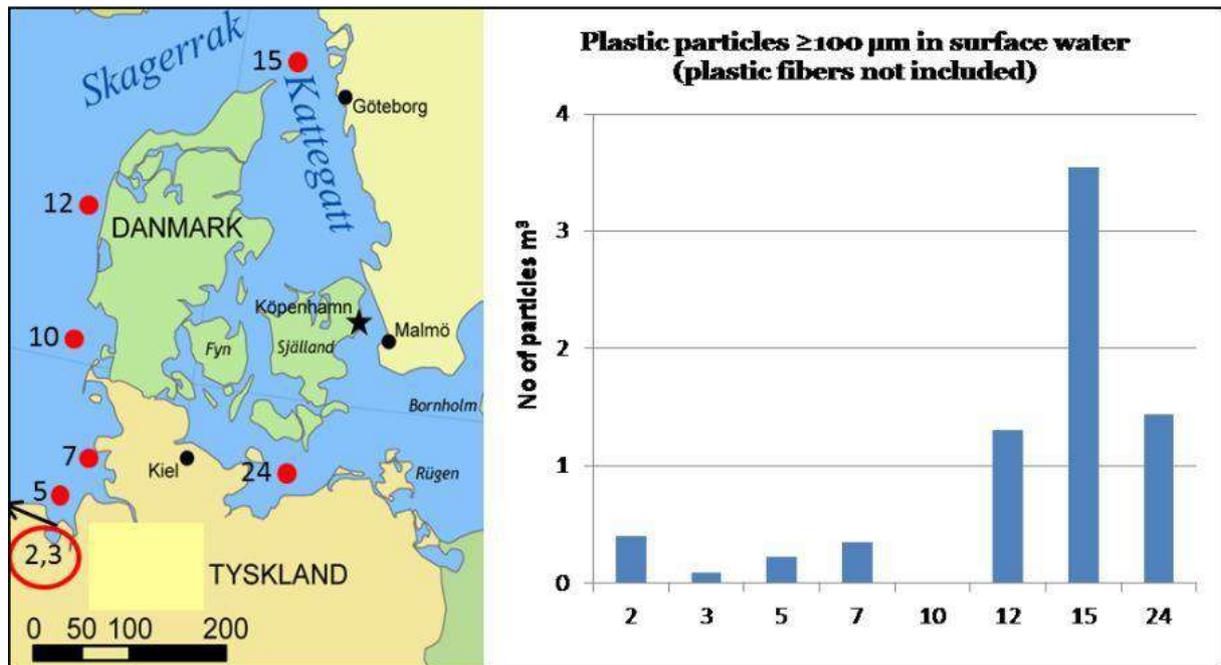


Figure 10 : Eau de surface des particules micro-plastiques  $>100 \mu\text{m}$ . les fibres plastiques n'ont pas été incluses. Les échantillons ont été prélevés dans la baie allemande de la mer du nord jusqu'à la baie de Mecklenburg dans les mers baltique. Les marques rouges sur la carte sont les positions approximatives des stations d'échantillonnage. Les stations 2 et 3 étaient situées en dehors des îles frisonnes (non indiquées sur la carte) [13].

Une étude des déchets microscopiques  $\geq 10 \mu\text{m}$  dans les eaux de surface a été menée au nord du Jutland le long d'un passage entre Flødevigen en Norvège et Hirtshals au Danemark (figure 3).

L'échantillonnage a été effectué dans huit stations, et la concentration moyenne s'est avérée être 1 700 particules par  $\text{m}^3$ . La concentration la plus élevée, 6 000 particules par  $\text{m}^3$ , a été trouvée à la gare la plus proche du Danemark (marqué 52 Nm dans la figure 4). La salinité à cette station indiquait que l'eau de surface échantillonnée était d'origine de la mer du Nord. Les particules bleues et rouges étaient les plus abondantes des particules micro-plastiques échantillonnées. Le même type de particules bleues et rouges, d'une taille comprise entre 10 et 100  $\mu\text{m}$ , ont également été trouvées en abondance dans les eaux côtières suédoises et sont soupçonnées de dériver de la peinture antisalissure des navires. Dans l'étude de Lusher dans les particules bleues de l'Atlantique Nord-Est étaient également plus courantes que les particules d'autres couleurs (37,7 %).

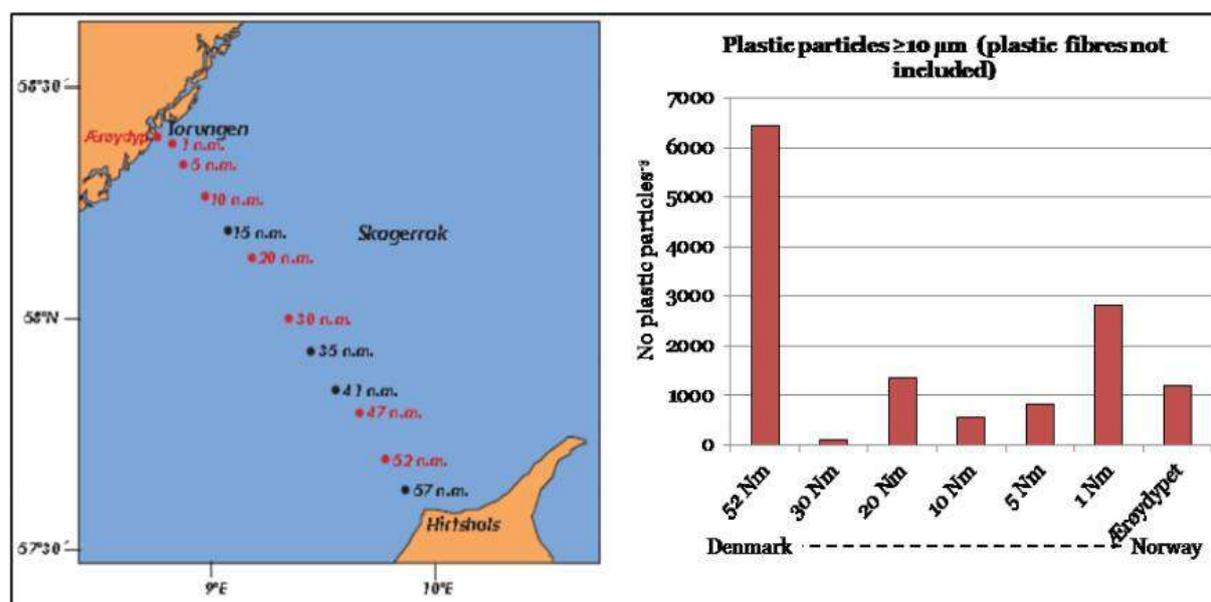


Figure 11 : Abonnement des micro-plastiques  $\geq 10 \mu\text{m}$  dans l'eau de surface le long d'une transition entre la Norvège et le Danemark. Les noms des stations correspondent à la distance en milles nautiques (nm), la station d'échantillonnage la plus proche de la côte norvégienne. Abonnements exprimés en nombre de particules/ $\text{m}^3$ . [13]

La composition plastique des microparticules pélagiques dans les eaux de l'Atlantique Nord-Est et de la mer Baltique sont les mieux étudiées dans l'étude de Mintenig 2014 (figure 5). L'étude comprenait, au total, 28 stations. Dans chacune d'elles, toutes les particules définies comme visibles ( $>500 \mu\text{m}$ ) ont été analysées pour la présence de plastique alors que les particules  $<500 \mu\text{m}$  n'ont été analysées qu'aux huit stations indiquées dans la figure 5. Les analyses ont été effectuées par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR).

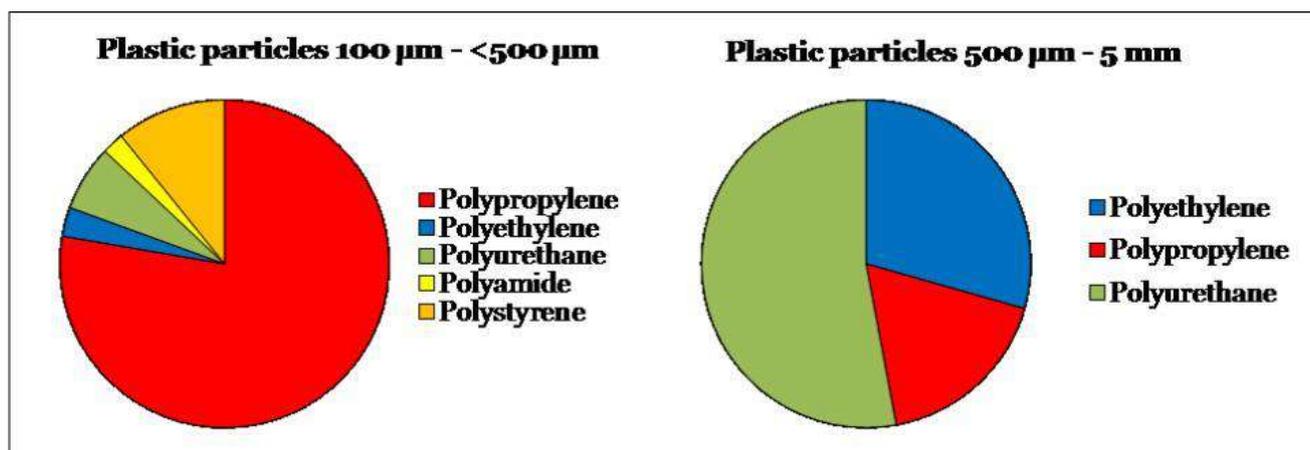


Figure 12: La composition plastique des microparticules pélagiques dans l'eau de mer de l'atlantique nord-est/baltique. Données de mintenig. Le graphique de gauche comprend les résultats de 28 stations d'échantillonnage alors que le tableau de droite comprend les stations indiquées dans la figure 3, à l'exception de la station 12. À l'exception des autres stations d'échantillonnage, les parties  $>500 \mu\text{m}$  à la station 12 ont été complètement dominées par les parties du polyéthylène. Données de mintenig.

En regroupant toutes les particules  $>500 \mu\text{m}$  provenant de 27 des 28 stations (et non de la station 12), on a constaté que 51,4 % des particules micro-plastiques collectées  $>500 \mu\text{m}$  étaient constituées de polyuréthane (PUR), 28,6 % de PE, et 17,1% du PP. Les particules  $<500 \mu\text{m}$  étaient plus difficiles à analyser, mais parmi celles qui étaient déterminées avec succès, 82,0 % étaient constituées de PP, 9,9 % de polystyrène (PS), 6,3 % de PUR, 0,9 % de PE et 0,9 % de polyamide (PA). La composition des particules à la station 12 était différente des autres et les données de ce site ont été présentées séparément. La station 12 était située dans la mer du Nord, au large de côte ouest du Danemark et la fraction micro-plastique  $> 500 \mu\text{m}$  se composait de 97,4% de particules de PE et de 2,6% de particules de PUR. Les particules analysées  $<500 \mu\text{m}$  de la station 12 étaient composées de PP (60,7%), de PS (14,3%), PE (10,7%), PA (7,1%) et PUR (7,1%). Les données sont tirées d'un rapport et non

d'un rapport d'évaluation par les paires de publications scientifiques et doit être interprétée avec prudence.

Les particules détectées dans la glace de la mer Arctique se sont avérées être composées de polyester, de polyamide, de polypropylène, de polystyrène, d'acrylique et de polyéthylène [13].

## **IX. D'où viennent les microplastiques dans l'océan ?**

### **1. Les microplastiques dans les produits de consommation**

Les microplastiques (par exemple, les sphères de polyéthylène) sont présents dans les produits de soins personnels tels que le dentifrice et les produits de soins de la peau

Dans certains cas, les microplastiques ont remplacé les ingrédients naturels, tels que la pierre ponce ou les graines et coquilles moulues dans les produits de nettoyage de la peau. Ils ont tendance à ne pas être filtrés au cours du traitement des eaux usées, mais sont rejetés directement dans l'océan ou d'autres masses d'eau comme les lacs et les rivières.

On trouve également des microplastiques dans les textiles synthétiques. Les eaux usées recueillies après que des couvertures, des polaires ou des chemises synthétiques dans un lave-linge contenaient plus de 100 fibres par litre d'eau. D'après une étude réalisée par Brown et d'autres (2011), quelque 1 900 fibres microplastiques en moyenne sont présentes dans les textiles synthétiques. 1 900 fibres microplastiques peuvent être rejetées par un article synthétique au cours d'un lavage. Des fibres similaires ont été observées dans les effluents d'eaux usées et les boues sur les rivages proches des grandes agglomérations.

Si l'on évitait ces utilisations et ces rejets de microplastiques, on réduirait les quantités qui entrent dans l'environnement marin et côtier. À mesure que la population mondiale augmente et que davantage de produits contenant des microplastiques sont mis sur le marché, les quantités trouvées sur place risquent d'augmenter.

## 2. Sources industrielles de microplastiques

Les granulés de résine plastique sont des matières premières industrielles pour les produits en plastique. Ils sont généralement sphériques ou cylindriques et ne mesurent que quelques millimètres de diamètre.

En outre, les microbilles de plastique sont utilisées dans de nombreuses applications industrielles, notamment comme ingrédients dans les encres d'imprimante, les peintures en spray, les moulages par injection et les abrasifs. Une partie des microplastiques utilisés dans les applications industrielles pénètre dans l'environnement. Les microbilles de résine plastique, par exemple, sont parfois perdues pendant le transport ou en raison d'une mauvaise gestion des opérations. L'amélioration de la gestion des opérations dans lesquelles les granulés de plastique et les microbilles sont utilisés (et améliorer le traitement des déchets industriels) est un moyen évident d'éviter qu'ils ne pénètrent dans l'environnement.

## 3. Débris de plastique comme source de microplastiques

Les microplastiques secondaires se forment lorsque les articles en plastique se fragmentent et se désintègrent. La vitesse à laquelle la fragmentation se produit dépend fortement du cadre environnemental, en particulier de la température et de la quantité de lumière UV disponible. Toute activité humaine en mer ou à terre peut entraîner le rejet de déchets dans l'environnement.

Les débris de plastique peuvent pénétrer directement dans l'océan ou s'y retrouver via d'autres plans d'eau ou l'atmosphère. La clé pour endiguer les flux de débris plastiques vers l'océan est d'empêcher ces débris de pénétrer dans l'environnement. Les articles les plus gros sont beaucoup plus faciles à identifier et potentiellement à contrôler que les petits.

Environ la moitié de la population mondiale vit à moins de 100 km d'un littoral, et la croissance démographique est la plus forte dans cette zone. Cela signifie que la quantité de débris plastiques entrant dans l'océan à partir de sources terrestres est susceptible d'augmenter à moins que des changements importants ne soient apportés aux pratiques de gestion des déchets sur terre.



Categories or classes	Common applications	Specific gravity
Polyethylene (PE)	Plastic bags, six-pack rings, gear	0.91-0.94
Polypropylene (PP)	Rope, bottle caps, gear, strapping	0.90-0.92
Polystyrene (expanded) (PS)	Bait boxes, floats, cups	0.01-1.05
Seawater		~ 1.02
Polystyrene (PS)	Utensils, containers	1.04-1.09
Polyvinyl chloride (PVC)	Film, pipe, containers	1.16-1.30
Polyamide or nylon	Gear, rope	1.13-1.15
Polyethylene terephthalate (PET)	Bottles, strapping, gear	1.34-1.39
Polyester resin + glass fibres	Textiles	>1.35
Cellulose acetate	Cigarette filters	1.22-1.24

Floating ↑  
 ↓ Sinking

TABLEAU 3 : Applications courantes et densité de certains plastiques trouvés dans le milieu marin

## X. Pourquoi les micro-plastiques dans l'océan reçoivent une attention croissante ?

Les déchets marins - en particulier les débris de plastique dans l'océan - constituent un problème environnemental majeur à l'échelle mondiale. La communauté scientifique, les gouvernements et l'industrie y sont de plus en plus sensibilisés, le grand public, les médias et les organisations non gouvernementales (ONG) du potentiel des micro-plastiques à nuire à l'environnement. L'ampleur du problème a mené un grand nombre d'enquêtes scientifiques ; des initiatives au niveau gouvernemental, régional et au niveau international, et les activités

menées par les ONG, y compris l'éducation et la sensibilisation, le lobbying, l'enlèvement des déchets sur les côtes et les expéditions en mer. Alors qu'un ensemble croissant de preuves scientifiques suggère que la société devrait se préoccuper par les effets potentiels des micro-plastiques dans l'océan, les preuves sont encore insuffisante pour quantifier la nature et l'ampleur de ces effets.

### **1. Effets physiques**

Les effets physiques des débris plastiques dus à la fois à l'enchevêtrement et à l'ingestion ont été clairement démontré. Cependant, il s'est avéré plus difficile de démontrer ces effets pour les micro-plastiques.

Des études ont montré que les microparticules peuvent être ingérées par les filtres marins des organismes tels que les huîtres et les moules. On a observé qu'ils ferment l'intestin et induisent une réaction au sein du tissu. À une autre échelle, l'écrémage de la surface des baleines à fanons comme la baleine franche de l'Atlantique Nord (*Eubalaena glacialis*), une espèce menacée se nourrit de copépodes et d'autres petits invertébrés en filtrant d'énormes volumes d'eau de mer. Il est possible que les micro-plastiques dans l'eau de mer présentent un stress si elles affectent le système de filtration et d'alimentation à l'intérieur de la bouche de la baleine.



FIGURE 13: le danger de plastiques aux animaux [14]

## 2. Effets chimiques

Les profils éco-toxicologiques des composés ajoutés aux plastiques pour obtenir certaines propriétés (par exemple la durabilité, la flexibilité, la résistance aux UV) sont généralement bien connues.

L'eau de mer est contaminée par une grande variété de polluants organiques et inorganiques. De nombreux plastiques absorbent des contaminants organiques, tels que le pesticide DDT et les bisphénols polychlorés (PCB), à un degré élevé. Ces composés peuvent causer des effets chroniques sur la santé humaine, y compris la perturbation du système hormonal (système endocrinien), induisant des modifications génétiques (mutagénicité) et le cancer (cancérogénicité).

Une fois ingérés par les poissons, les oiseaux ou les mammifères marins, les composés - qui pénètrent dans la structure du plastique peut commencer à s'écouler. Le taux et la direction du

transfert de composés persistants, bio-accumulables et toxiques dépendra du produit chimique de l'environnement dans l'intestin et les niveaux existants de ces composés dans les tissus.

Les organismes sont continuellement contaminés par le contact avec leur environnement et par l'ingestion d'aliments contaminés [15].



**FIGURE 14: le danger de plastiques aux fonds de mer [16]**

# *Chapitre 3*

## *Méthode et*

### *Matériels*

## I. La carte de Mostaganem

Mostaganem est une commune algérienne de la wilaya de Mostaganem dont elle est le chef-lieu. C'est une ville portuaire de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, en bordure du golfe de Mostaganem, à 80,7 km à l'est d'Oran et à 363 km à l'ouest d'Alger.



FIGURE 16: Carte de Mostaganem et les zones de prélèvements

## 1. Plage " Sablettes "

Elle se trouve à 4 kilomètres à l'ouest de la ville de Mostaganem et 3 kilomètres à l'est de la plage mitoyenne de Ouréah. Elle est accessible pour les estivants venants du coté d'Oran ou de celui de Mostaganem en empruntant la N11, qui longe la plage à quelques centaines de mètres. Depuis l'ouest de la ville de Mostaganem , on peut y accéder par la W7A qui longe la mer.

La plage mesure plus de 2 kilomètres de long et une trentaine de mètres de large. Son sable est très fin [1].



**FIGURE 17:** La plage de sablettes

## 2. Plage " Ouréah "

Elle se trouve à 7 kilomètres à l'ouest de la ville de Mostaganem et à 3 kilomètres de la plage mitoyenne des Sablettes. Elle est accessible pour les estivants venants du côté d'Oran ou de celui de Mostaganem en empruntant la N11, qui longe la plage à moins de 500 mètres.

La plage mesure presque 2 kilomètres de long et une trentaine de mètres de large. Son sable est fin [1]



FIGURE 18: La plage de Ouriah

## 3. Plage « Chaibia »

La commune dispose d'un littoral d'une longueur de 20 km, délimitée à l'Ouest par l'oued du Chlef et à l'Est par le cap Ivi [1].



FIGURE 19: la plage de Chaibia

#### 4. Plage « La crique »

Elle se trouve à 2 kilomètres à l'ouest de la ville de Mostaganem et 2 kilomètres à l'est de la plage mitoyenne des Sablettes [1].



**FIGURE 20:** La plage de la crique

## II. Méthode de Travail

### Premièrement

Nous avons créé une zone d'échantillonnage de 2,5 m<sup>2</sup> à différents points de la plage



**FIGURE 21:** Zone d'échantillonnage sur la plage de Chaibia

### Deuxièmement

Nous avons pris 100g de sable, qui a été filtré de manière classique à travers une passoire. Pour qu'on obtienne des déchets de (10<sup>-6</sup>m - 10<sup>-3</sup>m.)



### Troisièmement

On passe par deux étapes pour obtenir le microplastique, la première consiste à mettre les impuretés obtenues dans un béccher d'eau, où l'on constate la sédimentation de certaines impuretés (sable, verre, fer...etc.)

Et la flottation des impuretés restantes, qui sont représentées dans (plastique, bois...etc.)



#### Quatrièmement

Après avoir pesé toutes les impuretés, nous effectuons le processus de combustion totale des impuretés.

Alors que nous avons remarqué la montée de la fumée avec l'odeur de plastique brûlé

Ensuite nous avons pesé les impuretés restantes et ainsi obtenu le pourcentage de microplastiques



#### Cinquième

Parce qu'il n'y a pas d'installations pour trier les microplastiques et connaître sa qualité, cela passe par le procédé de Microphizer,

Ce processus est soyeux permet de connaître la qualité du plastique (PE, PP, PVC ...ect)



# *Chapitre 4*

## *Résultats et*

### *discussion*

## I. Analyse des microplastiques

En classifiant ces polluants, nous avons remarqué l'existence de plusieurs types de déchets sur les plages des zones d'échantillonnage avec des proportions différentes. Malgré la présence de différentes particules de déchets, cette analyse montre que les mégots de cigarettes et les déchets plastiques constituent le problème le plus important. D'autres fractions existent aussi tel que le papier, les fils et les filets de pêche.

La catégorisation des déchets a pour objectif d'établir avec précision un état des lieux permettant d'identifier les différentes fractions de macro-déchets et leurs origines, afin d'agir sur le problème en remontant à sa source et réduire ainsi la pollution.

La méthode appliquée dans cette étude repose sur la collecte des déchets sur les plages (sur 100 mètres), en plus du tri et du pesage de chaque fraction séparément.

Cette opération a été effectuée sur les plages de (Sablettes, Ouriaa, Chaibia et la Crique)

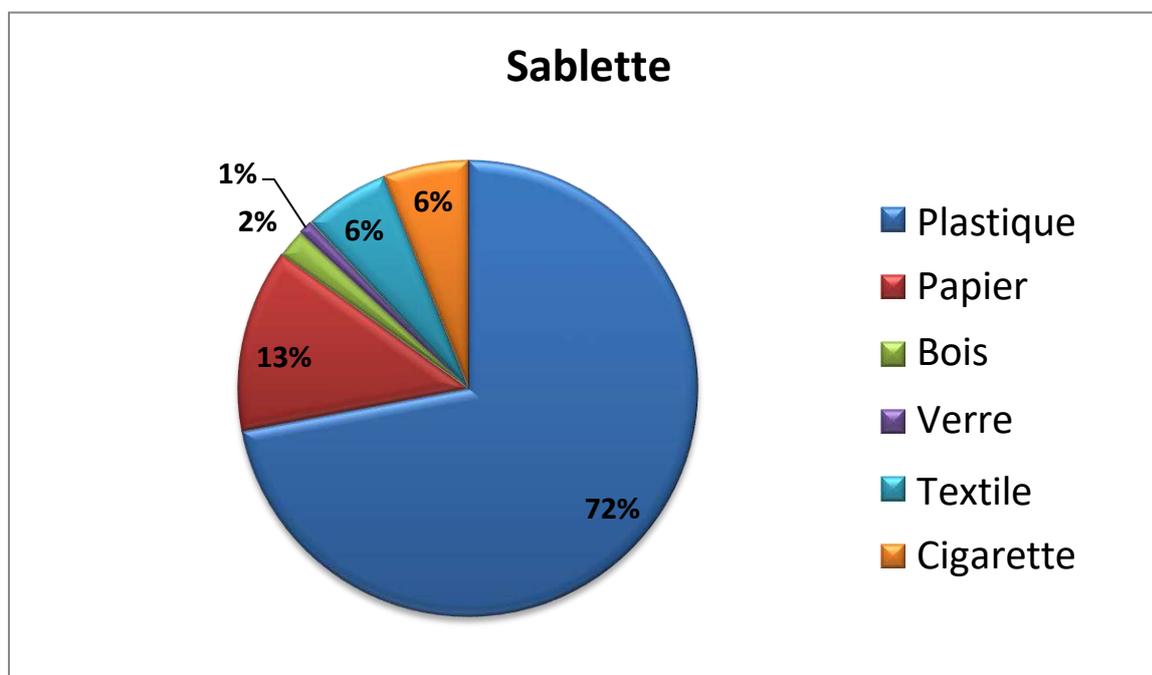


FIGURE 22: un graphe relatif sur la plage de Sablettes

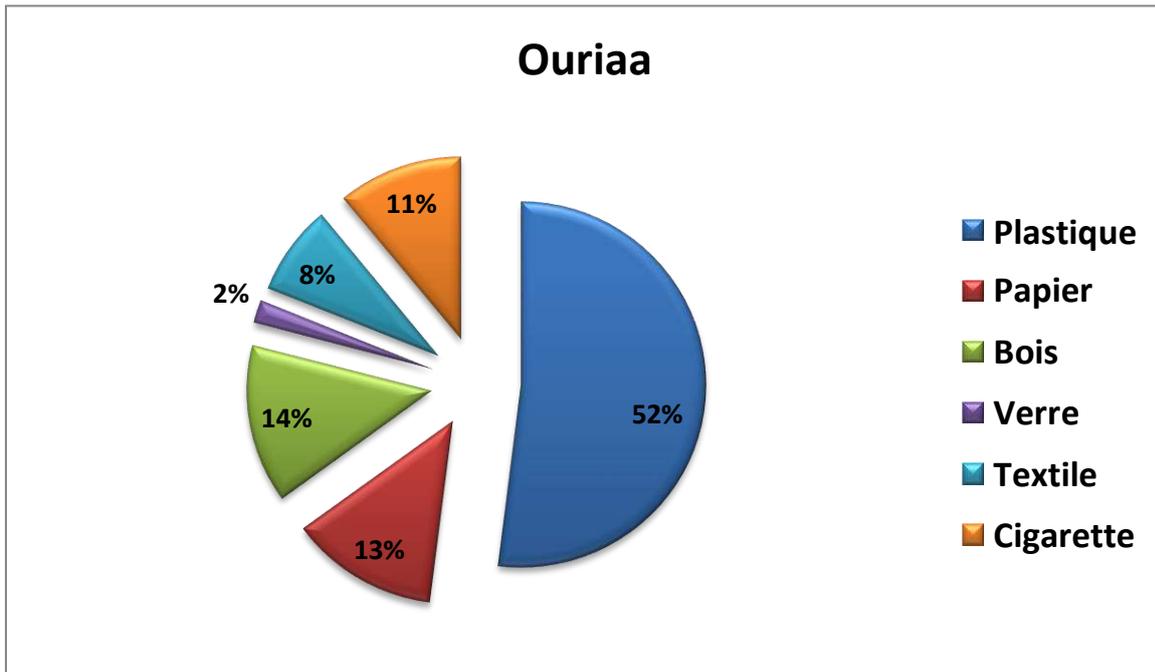


FIGURE 23: un graphe relatif sur la plage de Ouriaa

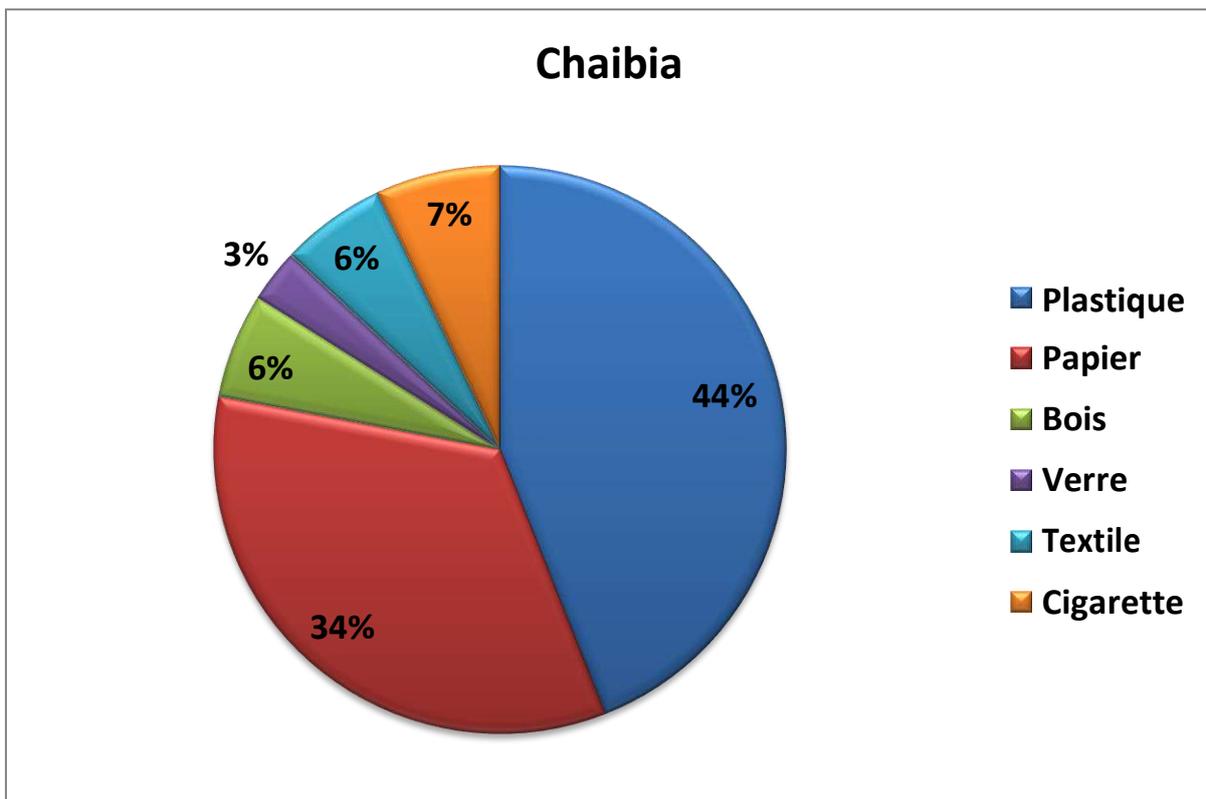


FIGURE 24: un graphe relatif sur la plage de Chaibia

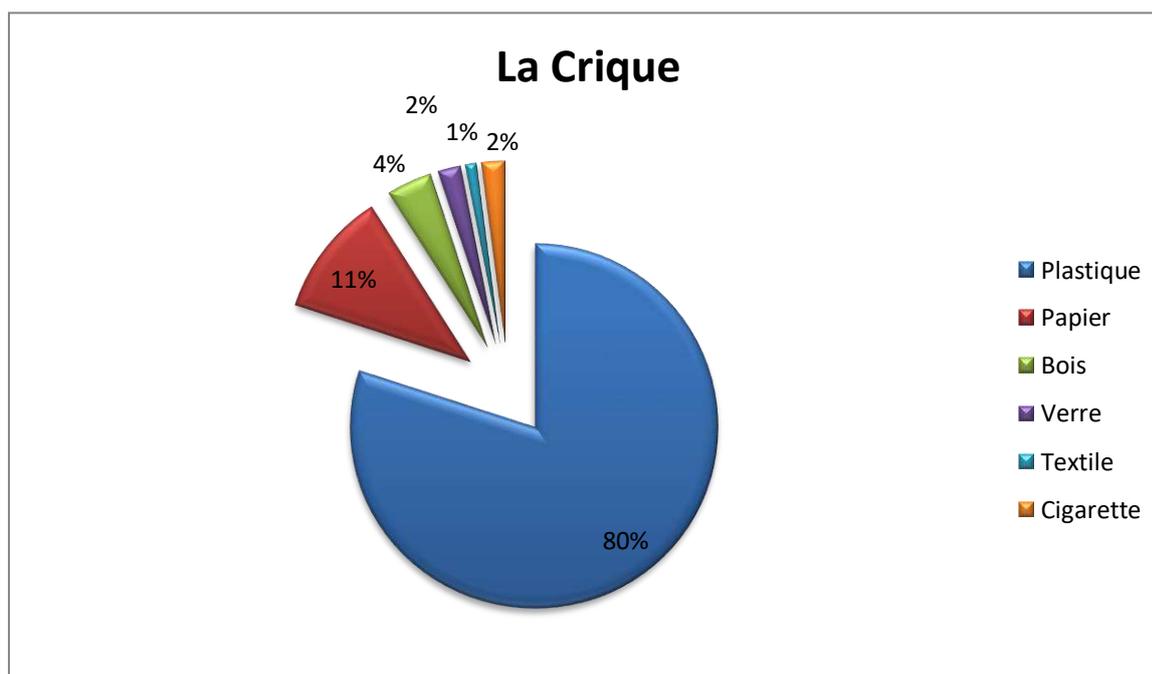


FIGURE 25: un graphe relatif sur la plage de la crique

	Plastique	Papier	Bois	Verre	Cigarettes
Sablettes	72%	13%	2%	/	6%
La Crique	80%	11%	7%	2%	2%
Ouriaa	52%	13%	14%	2%	11%
Chaibia	44%	34%	6%	/	7%

TABLEAU 4 : le pourcentage des différents déchets sur les 4 plages

## II. Discussion

Nous avons prélevé des échantillons de sable sur 4 plages et les résultats sont les suivants :

- i. Nous avons trouvé le pourcentage le plus élevé de plastique dans la zone de Mostaganem à la plage de la crique, avec environ 80% des déchets obtenues lors du processus de filtration.

Parce que les habitants de Mostaganem y faisaient la queue autrefois, comme l'une des seules plages où ils viennent.

Cela a laissé les restes des déchets qu'ils ont jetés sur la plage, y compris le plastique qui s'est décomposé au fil des ans et est ainsi devenu microplastique.



FIGURE 26: La plage de la crique en 1939 [1]

- ii. La plage des Sablettes a le deuxième pourcentage le plus élevé de plastique avec 72% d'impuretés.

Elle fait aussi partie des anciennes plages, qui étaient fréquentées par la population, que ce soit dans la région de Mostaganem ou les régions voisines, mais dans une moindre mesure que la plage de la crique.



FIGURE 27: Plage de Sablettes en 1943 [2]

- iii. Quant aux plages de Chaibia et Ouriaa, elles sont considérées comme des plages récentes, par rapport à la crique et la sablette.  
Cela est dû au manque des déchets qu'il contient et à sa création récente, où nous avons trouvé 44% et 56% des déchets.



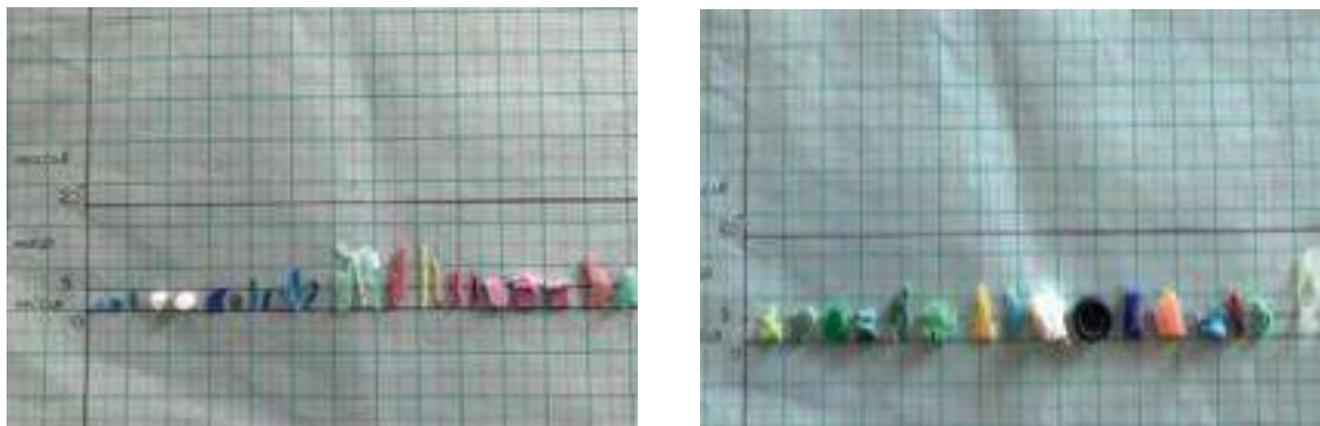
FIGURE 28: Plage de Chaibia [3]

### 1. Résultats de l'échantillonnage des microplastiques

Le tableau suivant présente les différentes particules en plastique, le pourcentage de chaque type, ainsi que la mesure des tailles des échantillons. Le tableau indique aussi le pourcentage de certitude des résultats obtenus

Type des particules	Pourcentage (%)	Certitude des résultats	Tailles
PE (polyéthylène)	60,8%	97%	Les tailles varient entre 0-5mm et >5
PP (polypropylène)	31,5%		
PS (polystyrène)	5%		
PA (polyamide)	1,6%		
PVC (Polychlorure de vinyle)	1,1%		

TABLEAU 5 : les différents types de plastiques [4]



**FIGURE 29: Exemples d'échantillons collectés des différentes plages de Mostaganem**

D'après les résultats de l'analyse réalisée à partir des particules collectées, on constate qu'ils appartiennent à divers types de plastique de tailles différentes.

Les microplastiques et les mésoplastiques en polyéthylène PE et polypropylène PP dominent dans nos échantillons avec un pourcentage de 60,8% et 31,5%, respectivement.

- Le tableau montre aussi la présence de PS (emballage alimentaire par exemple), PA (tapis et moquettes, pièces de robinetterie, de serrurerie) et PVC (tuyaux de canalisation, emballage alimentaire, etc.) à faible proportions. Ils sont en effet d'origine primaire ou secondaire.

Les résultats indiquent aussi que ces particules et leur concentration diffèrent d'une plage à une autre, ces écarts peuvent avoir pour origine la courantologie, les marées, et la dégradation des déchets plastiques en petites particules formant les microplastiques [4].

### **III. Les résultats de l'exercice d'échantillonnage**

Ces résultats témoignent de la présence de particules en plastique sur les côtes de Mostaganem, à la fois sur les plages et dans la colonne d'eau. Comme il a été expliqué précédemment, ces polluants peuvent nuire aux organismes marins qui avalent ces débris.

- L'analyse des différentes plages choisies sur les côtes de Mostaganem ne représente qu'un diagnostic général et grossier de la situation.

En effet, cette introduction invite à des études et des recherches scientifiques plus rigoureuses et plus approfondies, probablement sur l'ensemble du littoral Algérien afin d'identifier les sources des nombreux types de déchets.

En parallèle, il importe d'insister sur la sensibilisation et d'initier un travail sur la réglementation et la prévention à la source.

- Le changement de la législation relative à la pollution marine, par les débris, le plastique, les microplastiques, nécessite des discussions avec et entre tous les acteurs concernés, et même au niveau du parlement dans le but de développer des stratégies et des solutions durables [5].

#### **IV. Solution**

Un nombre suffisant de poubelles et de bacs de recyclage doit être prévu sur les plages et dans les zones côtières. Il doit y avoir une collecte et une évacuation régulière des déchets commerciaux, municipaux et agricoles des zones résidentielles, des rues, des parcs et des décharges. Un grand nombre d'incinérateurs doit être mis en place pour brûler les déchets plastiques.

#### **V. .Recyclage/valorisation des matières plastiques**

Cette méthode est considérée comme la plus importante pour réduire les impacts environnementaux négatifs des décharges à ciel ouvert et des brûlages à l'air libre qui sont couramment pratiqués dans les pays en développement pour gérer les déchets ménagers et réduire l'expansion de la pollution plastique des océans.

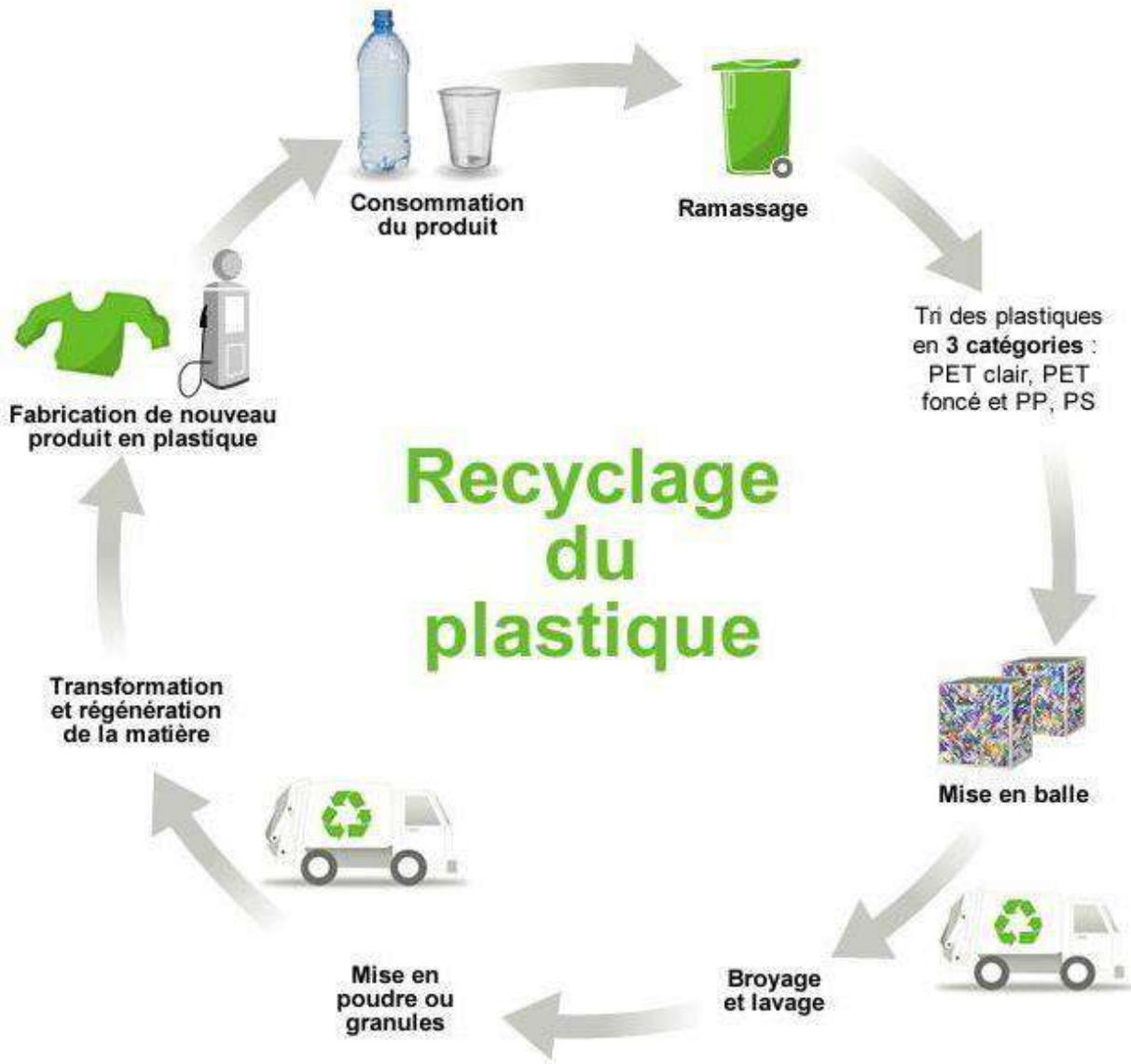


FIGURE 30: Un schéma explicatif sur le recyclage de plastique [6]

# Conclusion Générale

## I. Conclusion

Les résultats de cette contribution révèlent que la pollution par les microplastiques est présente dans nos plages, avec des différences significatives concernant leurs quantités et leurs distributions intra et inter-sites au sein des différents compartiments (sable, eau de mer).

Une fois le filet Manta confectionné, il a été testé sur le terrain en vue de vérifier son fonctionnement en conditions réelles. Les prélèvements ainsi que la quantification ont permis de rendre visible et concret la présence des microplastiques dans nos plages et surtout dans l'eau de mer.

Concernant la matrice sable ; le type de plastique dure est omniprésent avec des valeurs considérablement élevées, on ne peut pas négliger la forte présence du type bille sur la plage du Rocher noir en citant que se sont des particules toxiques. Cette défaillance est dû au type de rejet cependant la présence des plastiques microscopique est importante dans les eaux de mer que dans le sable. Néanmoins dans les eaux ils se déplacent et se dispersent au gré des courants alors que sur le sable ils s'accumulent et stagnent.

Il apparait clairement que les microplastiques commence à envahir la côte de Mostaganem. N'empêche que l'augmentation de la population et la forte concentration d'un tourisme en masse sur notre belle côte et leurs rejets du plastique déclencherai la larme du danger sur nos plages et leur précieuse biodiversité.

Malgré qu'il ne semble pas aussi nocif sa capacité d'adsorber les polluants chimiques et de provoquer des modifications sur les organismes, le plastique est une tragédie noire de notre planète bleue.

En plus de la quantification, les risques que présentent les microplastiques sur l'écosystème ainsi que la santé humaine poussent à envisager des études pluridisciplinaires impliquant différents domaines tels que la microbiologie, la biologie, ainsi que la chimie.

## **II. Perspectives**

- Une étude complémentaire à la nôtre est nécessaire afin de fournir plus d'information sur la situation actuelle.
- Les apports de rejets urbains étant la source principale de cette pollution, il est impératif de travailler en amont des Oueds pour réduire la quantité de déchets solides rejetés en mer.
- Il est aussi nécessaire de tout mettre en œuvre afin de sensibiliser les gens sur les dangers du plastique, et ceci dans le but de diminuer sa consommation.
- La mise en place d'une politique de recyclage ainsi que d'un nettoyage régulier des plages et des fonds marins permettra sur le long terme de diminuer cette pollution et pourquoi pas de la stopper.
- Promouvoir les manifestations à caractère environnemental tel que l'opération « Ports et barrages bleus ».
- Introduire la culture du recyclage dans les foyers algériens.
- La pollution par les microplastiques est un danger émergent, il est de notre devoir de protéger la planète de ce fléau, en évaluant son ampleur dans un premier temps puis en tentant de l'éradiquer, s'il n'est pas encore trop tard.

**Référence :****Chapitre 1**

- [1] VIEL G., 2013- Valorisation des coproduits marins : Perspectives et développement dans la valorisation des coproduits marins. Centre de recherche pour la biothechnologie marines, p3
- [2] Moore C.J., 1997. Algalita Marine Research Foundation. Marine Pollution Bulletin
- [3] Galgani F., Barnes DK, Thompson R.C., et Barlaz M., 2000. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences, 364(1526)
- [4] PlasticsEurope, 2013. Plastics – the Facts 2013. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data. 15-18.

**Chapitre 2**

- [1] Andrady AL. (2011). Microplastics in the marine environment. Mar Pollut Bull, 62(8): 1596–605.
- [2] Andrady, A.L., (2011). Microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin, 62, 1596-1605
- [3] <https://plastiquealaloupe.fondationtaraocean.org/analyses-scientifiques/analyses-des-chercheurs/meso-et-microplastique/?fbclid=IwAR2GCH2t50XMfhwbn0zLofMjRZU4KrVdqBJ5p90o7xH6dXiYLM L-tBG80uU>
- [4] GESAMP REPORTS & STUDIES No. 90 – MICROPLASTICS IN THE OCEAN · 11
- [5] CBD and STAP-GEF (2012). Impacts of Marine Debris on Biodiversity: Current Status and Potential Solutions, Secretariat of the Convention on Biological Diversity and the Scientific and Technical Advisory Panel-GEF, Montreal, Canada. [www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/cbd-ts-67-en.pdf](http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/cbd-ts-67-en.pdf)
- [6] Gesamp (2015) Sources, Fate and effects of Microplastics in the Marine Environment: Joint Group Experts on the Scientific Aspects of Marine Env'tal. Protection) 96.
- [7] Arthur C, Baker J, Bamford H. (Eds.). (2009.) Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.
- [8] GESAMP REPORTS & STUDIES No. 90 – MICROPLASTICS IN THE OCEAN · 15
- [9] Sundt P, Schulze P-E, Syversen F. (2014) Sources of microplastics-pollution to the marine environment. Mepex for the Norwegian Environment Agency
- [10] Obbard RW, Sadri S, Wong YQ, Khitun AA, Baker I, Thompson RC. (2014). Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice. Earth's Future 2

- [11] Cózar A, Echevarría F, González-Gordillo JI, Irigoien X, Úbedaa B, Hernández-León ST, Palmae AT, Navarraf S, García-de-Lomasa J, Ruizg A, Fernández-de-Puelles ML, Duartei CM. (2014). Plastic debris in the open ocean. *PNAS*, 111(28): 10239–10244.
- [12] Lattin GL, Moore CJ, Zellers AF, Moore SL, Weisberg SB. (2004). A Comparison of Neustonic Plastic and Zooplankton at Different Depths near the Southern California Shore. *Marine Pollution Bulletin*, 49(4): 291–94.
- [13] Norén F, Magnusson K, Norén K. (2014). Marint mikroskopiskt skräp. Undersökning längs svenska västkusten 2013 & 2014 [Marine microscopic litter. Investigations along the Swedish west coasts 2013 & 2014]. Länsstyrelsen rapporter, Göteborg. (In Swedish)
- [14] British Antarctic Survey
- [15] Lebreton, L.C.-M., et al., (2012). Numerical modeling of floating debris in the world's oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 653-661.
- [16] Rich Carey / Shutterstock

### Chapitre 3

- [1] <https://plagesalgerie.jimdofree.com/les-plages/wilaya-de-mostaganem/>

### Chapitre 4

- [1] [https://www.facebook.com/245818350550848/posts/la-crique-mostaganem-avant-1939/297037642095585/?\\_rdc=2&\\_rdr](https://www.facebook.com/245818350550848/posts/la-crique-mostaganem-avant-1939/297037642095585/?_rdc=2&_rdr)
- [2] Sur Google photos
- [3] Sur google photos
- [4] ant P, Harrison RM. (2013). Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: A review. *Atmospheric Environment*, 77: 78- 97
- [5] Operation Clean Sweep (2010). Plastic Pellet Loss Prevention Guidance Manual. Operation Clean Sweep. The copy used was published by the British Plastics Federation.
- [6] <https://www.pinterest.fr/pin/430656783087515456/>