

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement  
du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur en Sciences de la Mer

Option : Environnement

Thème :

**Evaluation quantitative des microplastiques dans la baie de Bou-Ismaïl**

Présenté par :

**Khettab Khaoula & Lachtar Zakia**

Soutenu devant le jury composé de :

**Dr Chernai Safia**

**Mr Kabrane Amine**

**Mme Belhouchet Nassima**

**Pr Hamdi Boualem**

**Mr Setiti Skander**

**Présidente**

**Examinateur**

**Examinatrice**

**Promoteur**

**Co-promoteur**

**Année universitaire : 2016-2017**

## **Remerciements**

*Au terme de ce travail, nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous sommes très heureuses de pouvoir exprimer notre gratitude à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Nos plus vifs remerciements s'adressent à :*

*Pr Chernai Safia Professeur à l'ENSSMAL, qui nous fait l'honneur de présider ce jury. Qu'elle trouve dans ces lignes le témoignage de nos respectueuses reconnaissances,*

*Mr Kabrane Amine pour avoir accepté d'examiner ce travail. Qu'il trouve également dans ces lignes le témoignage de nos respectueuses reconnaissances ;*

*Mme Belhouchet Nassima, qui nous a fait l'honneur de juger ce mémoire. Nous exprimons notre profonde gratitude et adressant nos chaleureux remerciements à Pr Hamdi Boualem pour nous avoir guidés dans la réalisation de ce travail*

*Nous remercions Mr Setiti Skander notre co-promoteur pour tous ses efforts, sa patience et son aide lors de la réalisation de ce travail.*

---

## DÉDICACE

---

*Je dédie ce modeste travail*

*A mon cher père et ma chère mère pour tous ce qu'ils  
ont faits pour moi durant mes études*

*A mes frères et sœur*

*A tous mes chères amies en particulier Salima, Hadjer,  
Nabila, Rabia .....*

*Mes professeurs de l'ENSSMAL*

*A mes amies et à toutes les personnes qui m'ont  
connue...*

*Khaoula*

---

---

## DÉDICACE

---

*Je dédie ce modeste travail*

*A mon père, ma chère mère et mon cher oncle pour tous  
ce qu'ils ont faits pour moi durant mes études*

*A mes frères et ma sœur en particulier Seif Eddine*

*A tous mes chères amies en particulier Oumnia, Hadjer,  
Imene Ghazel, Warda .....*

*Mes professeurs de l'ENSSMAL*

*A mes amis (es) et à toutes les personnes qui m'ont  
connu...*

*Zakia*

---

# Sommaire

---

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des acronymes

## Introduction .....1

## I. Généralités

I.1	Définition du contexte « plastique »	4
I.1.1	Caractéristiques chimiques	4
I.1.2	Caractéristiques physiques	5
I.2	Les microplastiques	6
I.2.1	Taille de microplastiques	6
I.2.2	Types des microplastiques	7
I.2.2.1	Les microplastiques primaires	7
I.2.2.2	Les microplastiques secondaires	8
I.2.3	Catégories des microplastiques	8
I.2.4	Historique des publications sur les microplastiques	10
I.2.5	Origines	11
I.2.5.1	Origine tellurique	11
I.2.5.2	Origine océanique	12
I.2.6	Dégradation des microplastiques en mer	12
I.2.6.1	La dégradation physique ( Photodégradation )	12
I.2.6.2	La dégradation chimique	13
I.2.6.3	La dégradation par les micro-organismes	13
I.2.7	Impacts connus des microplastiques	15
I.2.7.1	Ingestion par les organismes marins	15
I.2.7.2	Le transport des espèces par les microplastiques	16

## Sommaire

---

I.2.7.3 Bioaccumulations des polluants adsorbés sur les microplastiques dans le biote .....	17
I.2.7.4 La toxicité .....	18
I.2.7.5 La modification des habitats.....	19
<b>II. Zone d'étude</b>	
II.1 Localisation géographique de la baie de Bou-Ismaïl .....	21
II.2 Caractéristiques morphologiques et hydrographiques de la zone .....	21
II.3 Climatologie.....	23
II.3.1 Climat .....	23
II.3.2 Température .....	23
II.3.3 Précipitations .....	24
II.3.4 Salinité .....	25
II.4 Caractéristiques hydrodynamiques des masses d'eau .....	25
II.4.1 Les vents .....	25
II.4.2 Les houles .....	26
II.4.3 Les courants .....	26
II.5 Les sources de la pollution .....	27
II.6 Choix de la matrice eau .....	28
<b>III. Matériels et méthodes</b>	
III.1 Technique de prélèvement.....	30
III.1.1 Matrice eau en surface .....	30
III.2 Filet Manta .....	31
III.2.1 Principe du Filet .....	32
III.2.2 La structure du filet Manta .....	35
III.2.3 La structure métallique .....	32
III.2.4 Le filet .....	33
III.2.5 Le collecteur .....	34

## Sommaire

---

III.2.6	Le débitmètre .....	34
III.2.7	Mode d'emploi du Filet .....	35
III.2.7.1	Avant chaque prélèvement .....	35
III.2.7.2	Procédure de prélèvement .....	36
III.2.7.3	Conditionnement de filet Manta.....	37
III.2.7.4	Détermination du volume d'eau échantillonné.....	37
III .3	Quantification .....	38
III.3.1	Protocole d'échantillonnage en mer .....	39
III.3.2	Conditionnement (au laboratoire).....	41
III.3.2.1	Matériel.....	41
III.3.2.2	Méthodologie de travail (au laboratoire).....	42
III.3.3.3	Méthode de pesage .....	44
<b>IV.</b>	<b>Résultats et discussion</b>	
IV.1	Statistique de base .....	48
IV.2	Comparaison des résultats avec l'étude de Collignon .....	51
	<b>Conclusion</b> .....	55
	<b>Bibliographie</b> .....	58
	<b>Annexes</b> .....	63
	<b>Résumé</b> .....	68

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Microplastiques prélevés en Méditerranée nord-occidentale .....	6
<b>Figure 2 :</b> Proposition de nomenclature des débris plastiques selon la taille .....	7
<b>Figure 3 :</b> Microplastiques primaires-fibres .....	7
<b>Figure 4 :</b> Microplastiques secondaires – fragments observés par la loupe binoculaire.....	8
<b>Figure 5 :</b> Les catégories de microplastiques.....	9
<b>Figure 6:</b> Histogramme du nombre de publication sur le microplastique .....	11
<b>Figure 7:</b> Les différentes étapes de la biodégradation du plastique par les bactéries.....	13
<b>Figure 8:</b> Biofilm formé par <i>Rhodococcus ruber</i> C208 sur la surface de polyéthylène UV photo-oxydée, observé au microscope électronique à balayage. initiation de la Biodégradation détecter dans les 3 jours .contrôle de la surface non inoculée .....	14
<b>Figure 9 :</b> Contamination des espèces par les polluants adsorbés sur les microplastiques .....	16
<b>Figure 10 :</b> Algues ayant colonisé un fragment de microplastique.....	17
<b>Figure 11 :</b> Débris de plastique ingérés par un poisson dans le Pacifique nord.....	18
<b>Figure 12 :</b> Carte de présentation de la zone d'étude Bou-Ismaïl.....	21
<b>Figure 13:</b> Situation géographique et localisation des oueds.....	23
<b>Figure 14:</b> Température moyenne de Bou-Ismaïl enregistrée au niveau de la station de Dar El-Beida (ONM, 2017).....	24
<b>Figure 15:</b> Précipitation moyenne de Bou-Ismaïl enregistrée au niveau de la station de Dar El-Beida (ONM, 2017).....	24
<b>Figure 16:</b> Schéma de la circulation de surface (eau Atlantique) en Méditerranée ...	26
<b>Figure 17:</b> Le filet Manta .....	30
<b>Figure 18:</b> Filet Manta .....	31
<b>Figure 19:</b> Vue générale des éléments principaux du filet Manta .....	32
<b>Figure 20:</b> Structure métallique de filet Manta.....	32

<b>Figure 21:</b> La forme du filet Manta.....	33
<b>Figure 22:</b> Dimensionnement du filet.....	33
<b>Figure 23 :</b> Collecteur en PVC du filet.....	34
<b>Figure 24:</b> Débitmètre mécanique de marque THALASSA .....	35
<b>Figure 25 :</b> Carte représente les six stations.....	39
<b>Figure 26 :</b> Protocole de collecte des microplastiques en mer.....	41
<b>Figure 27:</b> Méthode de quantification des microplastiques.....	43
<b>Figure 28:</b> Zooplancton coloré en rose fushine. Image vue par loupe binoculaire....	43
<b>Figure 29:</b> Méthode de pesage.....	44
<b>Figure 30 :</b> Représentation du nombre de différents débris dans chaque station.....	47
<b>Figure 31 :</b> Répartition des déchets dans la baie de Bou-Ismaïl.....	48
<b>Figure 32 :</b> Droite de tendance entre microplastiques et macroplastiques.....	50
<b>Figure 33 :</b> Types de débris collectés.....	51

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Types et densités de plastique courants.....	5
<b>Tableau 2:</b> Tableau récapitulatif des débits (ANRH, 2013).....	22
<b>Tableau 3:</b> Les activités polluantes dans la baie de Bou-Ismaïl (M.A.T.E, 2006).....	27
<b>Tableau 4:</b> les paramètres physicochimiques des stations de prélèvement.....	46
<b>Tableau 5:</b> résumé statistique des données obtenu .....	49
<b>Tableau 6 :</b> Synthèse des résultats avec des études récentes.....	52

## **Liste des acronymes**

**µP** : Microplastique.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

**CNRDPA** : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de L'Aquaculture.

**DDT**: Dichlorodiphényl trichloroéthane.

**ENSSMAL** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et l'Aménagement du Littoral.

**L.E.M** : Laboratoire des Etudes Maritimes.

**M.A.T.E** : Ministère d'Aménagement de Territoire et Environnement.

**MBC**: Marine Biodiversity and Conservation.

**MP**: Macroplastique.

**NOAA**: National Oceanic and Atmospheric Administration.

**PCB**: polychlorobiphényles.

**SIO**: Scripps Institution of Oceanography.

**UV**: Ultraviolet.

---

# INTRODUCTION

---

## Introduction

---

Depuis quelques années, un nouveau type de pollution est observé : les microplastiques. Ces petites particules de plastique, dont le diamètre est inférieur à cinq millimètres (**Arthur et al, 2009**), sont déjà présentes en grande quantité dans les océans et ont été reconnues comme un enjeu émergent par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) en 2011 (**Goverse et Bech, 2011 in Ecotex Centre, 2015**).

La production mondiale en plastique a augmenté de façon exponentielle depuis les années 1950 (**Andrady, 2011**). Conséquence, la pollution par le plastique au sein des océans est l'une des catastrophes écologiques les plus inquiétantes pour notre futur.

Une fois rejeté dans le milieu naturel, le plastique peut mettre jusqu'à 500ans pour disparaître (**Beyond Plastic Med, 2017**), lorsqu'une partie des déchets en plastique est correctement gérée (par combustion ou recyclage), il a été estimé que des millions de tonnes de déchets plastiques finissent dans l'environnement marin (268 940 tonnes en 2014 ; **Eriksen et al, 2014**).

Les plastiques représentent de 50 à 80% des déchets marins ; ces déchets marins sont liés à la présence d'une forte densité de population sur les côtes continentales (**Barnes et al, 2009**).

Les plastiques qui sont rejetés dans la nature finissent presque tous par se fragmenter produisant ce que l'on appelle couramment les microplastiques. La taille de ces petits morceaux va de quelques centimètres à une fraction de millimètre. Si la communauté scientifique s'est longuement focalisée sur la quantification des « macro-déchets » (bouteilles, sacs, filets...), la dynamique des débris plastiques et des micro-plastiques en particulier, en milieu marin reste largement méconnue (**Ifremer, 2016**). Tout le monde sera d'accord pour dire que ces microparticules n'ont rien à faire dans l'environnement mais leur présence est-elle vraiment un problème ? Quelles seront les conséquences pour les écosystèmes ? Comment les micro-plastiques sont-ils fragmentés, transportés et dispersés dans le milieu marin.

Selon les données recueillies lors des campagnes en 2010 et 2011, environ 290 milliards de micro déchets plastiques flottants dérivent dans le bassin nord occidental Méditerranéen, (**Expédition MED**).

Considérant l'impact que pourrait avoir cette pollution plastique sur les écosystèmes et les ressources marines ainsi que sur la qualité des eaux et sur la santé des populations, des organisations comme « *Algalita Research Organisation* », *TARA Expéditions* ou *BeMed* ont

## Introduction

---

effectuées des campagnes ou sont en cours de réalisation, afin de sensibiliser et de mobiliser la société autour d'actions concrètes à entreprendre.

Au niveau des côtes algériennes ce type de pollution doit aussi exister et pourrait avoir comme dans les autres régions du monde des conséquences fâcheuses sur l'environnement marin et constituer un réel danger pour les écosystèmes et par voie de conséquences sur la santé des populations qui se nourrissent des produits de la mer en particulier.

L'objectif que se fixe notre travail, consiste à évaluer la distribution spatiale des fragments de microplastiques et leurs abondances dans eaux de la baie de Bou-Ismaïl, zone de pêche et de tourisme par excellence et devra constituer une des premières études sur cette thématique.

Pour atteindre cet objectif, notre mémoire est composé de plusieurs chapitres à savoir :

- Un premier chapitre consacré à une synthèse bibliographique sur les microplastiques en rappelant leurs caractéristiques ainsi que leurs impacts sur le milieu marin.
- Le second chapitre donne une description générale de la zone d'étude, concernées par ce travail.
- Le matériel utilisé et les méthodes appliquées pour le prélèvement et la quantification des microplastiques dans la surface d'eau sont abordés dans le troisième chapitre.
- Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus à l'issue de l'analyse des microplastiques ainsi que leurs interprétations dans l'eau de mer.

---

# GÉNÉRALITÉS

---

### I.1 Définition du contexte « plastique »

Les plastiques sont définis comme des polymères non-métalliques fabriqués par l'homme, de poids moléculaire élevé, constitués de répétition de macromolécules obtenues par la polymérisation de monomères extraits du pétrole ou du gaz. Pour leur donner les caractéristiques qui répondent aux besoins quotidiens, on y ajoute des éléments (chlore, azote, etc.) sous forme d'additifs ou adjuvants. (**Bowmer et Kershaw, 2010**).

#### I.1.1 Les caractéristiques des matières plastiques

#### I.1.2 Caractéristiques chimiques

Les matières plastiques sont constituées d'enchaînements de séquences identiques (Ou polymères) de molécules carbonées, leurs principales propriétés comprennent la flexibilité, la résistance à la corrosion, la résistance au choc et à l'eau, ainsi qu'une imperméabilité à l'air (**Gordon, 2006**).

Deux groupes de matière plastiques sont distingués : les thermoplastiques et les thermodurcissables.

Le premier groupe peut être à plusieurs reprises ramolli et durci par refroidissement, ce qui signifie qu'il peut être réutilisé à plusieurs reprises.

Le second groupe, soit les plastiques thermodurcissables, durcissent de façon permanente après avoir été chauffés : une fois fabriqués, ils sont indéformables sous l'effet de la chaleur ; ainsi en raison de leur point de fusion élevé ils sont utilisés principalement pour résister à de grandes chaleurs (**NOWPAP, 2007**).

Dans le premier cas, il s'agit d'additifs (phtalates, biphényles) incorporés à certains plastiques pour augmenter leur résistance. Différents travaux ont montré que ces composés peuvent être toxiques pour certains animaux et l'homme (**Lithner *et al.* 2011**). D'autres composés toxiques (hydrocarbures, pesticides, DDT, PCB) peuvent s'adsorber sur les plastiques, ce qui est susceptible d'augmenter leur dispersion, leur persistance en mer et leur accumulation dans les échelons trophiques les plus élevés (**Teuten *et al.* 2009**).

### I.1.3 Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques de la plupart des plastiques, présentent une haute résistance au vieillissement et une biodégradation minimale (Moore, 2008). En effet, ils se fragilisent très lentement en se fragmentant en de petites particules (microplastiques), ils sont omniprésents et leur persistance amène à leur accumulation dans l'environnement.

Le tableau ci-dessous présente les densités de certains matériaux ; qui se trouvent très proches de celle de l'eau de mer (1,028 g.cm<sup>3</sup>), ceci peut avoir une conséquence sur la répartition de ces plastiques dans la masse d'eau

**Tableau 1:** types et densités de plastiques courants (Moore, 2008).

Type	Densité (g.cm <sup>-3</sup> )
Acrylique	1.09-1.20
Alkyde	1.24-2.10
Poly méthylacrylate	1.17-1.20
Polyamides (PA)	1.02-1.05
Polychlorure de vinyle (PCV)	1.16-1.58
Polyester	1.24-2.3
Polyéthylène (PE)	0.917-0.965
Polyéthylène téréphtalate (PET)	1.37-1.45
Polyoxyméthylène (POM)	1.41-1.61
Polypropylène (PP)	0.9-0.91
Polystyrène (PS)	1.04-1.1
Polyuréthane	1.2
Polyvinyle alcool	1.19-1.31

### I.2 Les microplastiques

Les microplastiques sont des polymères de synthèse généralement invisibles à l'œil humaine, comprenant un assemblage très hétérogène de pièces (**Figure 1**) qui varient en taille, forme, couleur, densité spécifique, composition chimique et origine. (Pedrotti, M.L, 2014).



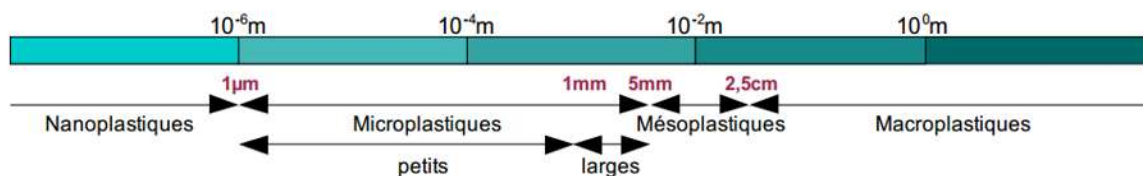
**Figure 1** : Photo numérique des microplastiques prélevés en Méditerranée nord-occidentale (Galgani, F. 2016)

#### I.2.1 Taille des microplastiques

Le critère de taille est pris en compte pour définir un « microplastique ». Néanmoins, ce critère n'est pas standardisé et fait encore l'objet de débat au sein de la communauté scientifique. Pour un aspect pratique, la limite basse de la taille est souvent définie par la taille des mailles du filet utilisé pour le prélèvement (en général 330  $\mu\text{m}$ ).

Des auteurs optent pour inclure uniquement les plastiques avec une taille supérieure à 1 ou 2 mm pour une identification plus facile (Do Sul *et al*, 2013).

**Arthur (2009)** propose que la taille des microplastiques puisse inclure tous les fragments de moins de 5 mm mais certains auteurs considèrent les microplastiques comme étant inférieur à 1 mm (**Figure 2**), (**Browne et al., 2010 ; Claessens et al., 2011 ; Van Cauwenbergue et al., 2013 ; in Roclin Léa 2015**).



**Figure 2** : Proposition de nomenclature des débris plastiques selon la taille (**MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter, 2013. in Roclin Léa, 2015**).

### I.2.2 Types des microplastiques

Les microplastiques, en fonction de leur processus de formation peuvent introduire dans l'environnement marin sous forme de deux types ; primaires et secondaires.

#### I.2.2.1 Les microplastiques primaires

Ce type comprend les granules et les fibres (**Figure 3**), de plastique qui est microscopiques à la fabrication que l'on retrouve dans les cosmétiques, les dentifrices, les lessives de machines à laver et/ou dans de nombreuses applications industrielles (**Zitko et Hanlon, 1991 in Cole et al, 2011**).



**Figure 3**: Microplastiques primaires-fibres (**Galgani, F. 2015**)

### I.2.2.2 Les microplastiques secondaires

Ils sont les plus abondants, ce second type correspond aux minuscules fragments de plastique produits par la décomposition des macro-déchets par l'action, notamment, du soleil et des forces mécaniques naturelles à la fois en mer et sur terre (**Figure 4**), (**Ryan et al, 2009, Thompson et al, 2004, in Cole et al, 2011**).



**Figure 4 :** Microplastiques secondaires – fragments observés à la loupe binoculaire (Gx110  $\mu\text{m}$ ), (**Galgani, F. 2016**)

### I.2.3 Catégories des microplastiques

Les particules microplastiques sont classées en six catégories en fonction de leurs caractéristiques visuelles (**Monika Peterlin, 2016**)

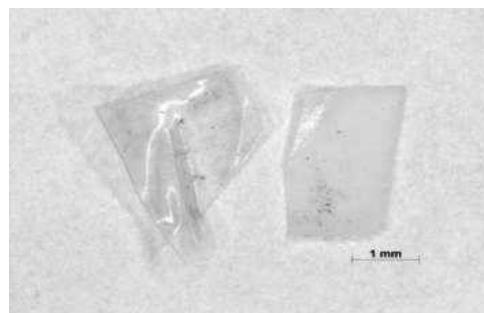
- La première catégorie (**figure 5.1**), la plus abondante, est caractérisée par des fragments. Ils sont rigides, d'épaisseur variable avec des bords tranchants, tordus et de forme irrégulière. Ils peuvent être de couleurs différentes.
- La deuxième catégorie (**figure 5.2**), est caractérisée par des films. Ils apparaissent également dans des formes irrégulières, mais en comparaison avec des fragments, ils sont minces et flexibles et généralement transparent.
- La troisième catégorie (**figure 5.3**), est des pastilles provenant généralement de l'industrie du plastique. Elles sont irrégulières, des formes rondes, et normalement plus grand en taille, autour de 5 mm de diamètre. Ils sont généralement à plat sur un côté et peuvent être de différentes couleurs.

## Généralités

- La quatrième catégorie (**figure 5.4**), est sous forme de granulés. En comparaison avec des pastilles, ils ont une forme ronde régulière et généralement de taille plus petite, d'environ 1 mm de diamètre. Ils apparaissent dans des couleurs naturelles (Blanc, beige, marron).
- La cinquième catégorie (**figure 5.5**), sous forme de filaments. Ils peuvent être courts ou longs, avec différentes épaisseurs et couleurs.
- La dernière catégorie (**figure 5.6**), sous forme de mousses. Elles proviennent le plus souvent de grosses particules de styromousse. Elles ont une forme irrégulière, elles sont douces et de couleur blanche à jaune.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)

**Figure 5 :** les catégories de microplastiques (Monika, Peterlin. *et al*, 2016).

### I.2.4 Historique des publications sur les microplastiques

Les premiers rapports révélant la présence de déchets plastiques dans l'océan ont été publiés il y a plus de 40 ans (**Carpenter et Smith, 1972**). Depuis cette période, la prévalence des plastiques continue à augmenter, car notre dépendance des produits en plastique jetables augmente chaque année (**Thompson et al. 2004**).

Dans premier temps, le plastique fut considéré comme non assimilable par les organismes vivants et non dangereux pour l'environnement, mais en 1980, des chercheurs de l'université d'Alaska s'inquiètent du fait que l'estomac d'un nombre croissant d'oiseaux morts en Alaska contient du plastique.

Depuis les années 1990, divers navigateurs et scientifiques (Eriksen, Galgani, Thompson..), ont d'abord ponctuellement attiré l'attention sur des phénomènes d'accumulation de macroplastiques, puis de microplastiques sur les berges, plages et fond de divers milieux de la planète, même loin des zones habitées et industrielles.

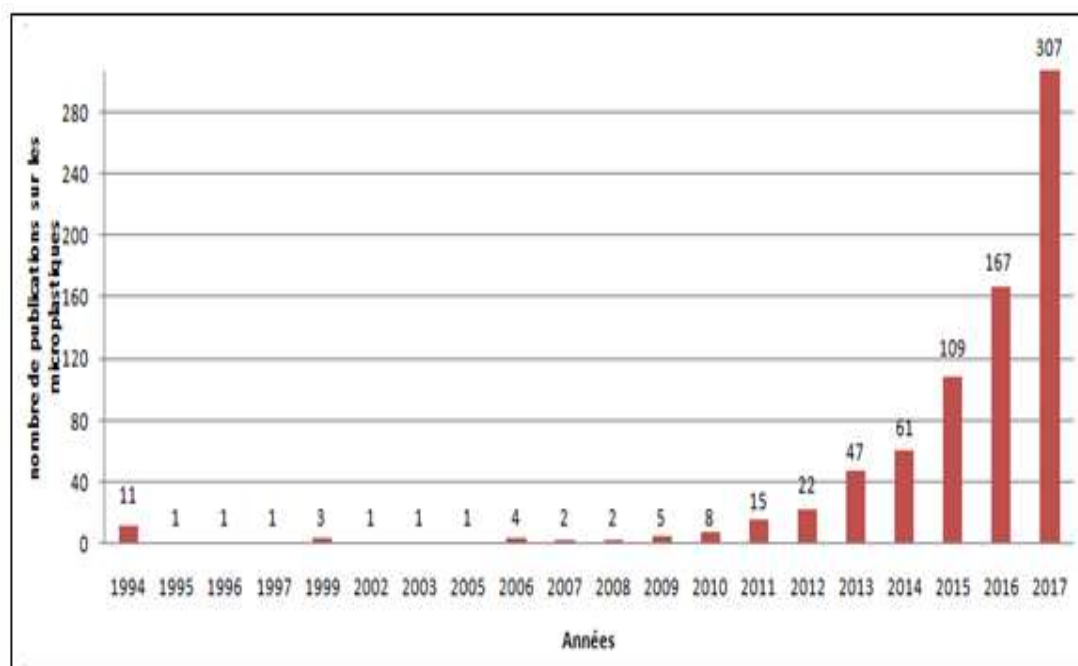
La sonnette d'alarme n'a été tirée qu'en 1997, lorsque le navigateur américain, Charles J. Moore, découvre dans l'une des régions les plus éloignées de l'océan (le gyre du Pacifique – Nord) une grande concentration de déchets plastiques (expédition-7ème-continent), (**Moore.Charles, 2008**).

Des programmes de recherche scientifique tels que Expédition MED, Tara Méditerranée (**2014**), ont été mis en place dans le but de :

- Etudier la distribution géographique (quantification, localisation, mesure de taille...) des fragments et des micro-fragments de plastique qui dérivent dans toute la Méditerranée et qui menacent l'équilibre de la biodiversité marine par leur toxicités.
- Sensibiliser les populations et les responsables politiques aux méfaits du plastique en mer, et donc, à la nécessité de réduire nos déchets en amont et apporter des préconisations et initier des actions.
- Collecter Des données spécifiques indispensables sur l'état de la biodiversité marine (plancton, méduses, algues, poissons, mammifères marins...), en contribuant à des recherches associées, (**Tara Méditerranée, 2014**).

## Généralités

Dans le cadre de l'évolution annuelle des publications, il ressort que la thématique des microplastiques en milieu marin ne cesse de croître, depuis longtemps jusqu'à atteindre 307 publications en 2017. Les données exposées dans l'histogramme suivant (**figure 6**), sont issues du site Science Direct.



**Figure 6:** Histogramme du nombre de publications sur les microplastiques depuis 1994.

### I.2.5 Origines

Les particules micro-plastiques peuvent provenir de deux origines :

#### I.2.5.1 Origine tellurique

Il est estimé qu'environ 80% des débris plastique marins sont d'origine terrestre. On peut classer ces sources en quatre grands groupes :

- Les déchets provenant du tourisme sur les côtes : débris abandonnés par les usagers des plages, comme les restes de pique-niques, les emballages de boissons, mégots, paquets de cigarettes et jeux de plages en plastique.
- Les rejets d'eaux usées : eaux provenant des trop-pleins d'égouts combinés rejetant les eaux usées directement dans la mer ou les rivières en période de forte pluie. Ces eaux usées entraînent avec elles des déchets tels que les

ordures abandonnées dans les rues.

- Les déchets d'installations industrielles perdus accidentellement ; ou de rejets intentionnels,....
- Les déchets municipaux côtiers par le biais de sites mal gérés ou illégaux qui aggravent cette pollution sous l'influence du vent qui déplacent les déchets vers la mer.

### I.2.5.2 Origine océanique

Les 20% restants de ces déchets plastiques sont d'origine océanique résultants principalement des :

- débris liés à la pêche : cordages et filets de pêche, nasses et élastiques des boîtes à appâts perdus accidentellement par les bateaux de pêche ou volontairement jetés à l'eau.
- les déchets des navires et des bateaux : ordures déversées par mégarde ou délibérément par-dessus bord.
- Les plates-formes offshore : les tuyaux de forage, du matériel de protection, et même du matériel médical sont perdus des plates-formes offshore (Hammer, et al. 2012).

### I.2.6 Dégradation des microplastiques en mer

Un plastique qui arrive en mer va d'abord subir une dégradation abiotique (non biologique). Des dégradations physiques (vagues, température et UV) et chimiques (oxydation ou hydrolyse) vont contribuer à fragiliser les structures des polymères (Ipek oglu et al, 2007) et réduire le plastique en morceaux de plus petite taille. La dégradation biologique intervient ensuite.

#### I.2.6.1 La dégradation physique (Photodégradation)

Les UV du soleil et l'abrasion physique (mouvement des vagues) déclenchent la fragmentation des plastiques et influencent directement sa vitesse. Ces critères sont particulièrement présents sur les rivages, où, en effet, la photodégradation et l'abrasion favorisent fortement la fragmentation. Toutefois, certains déchets

« Encrassés » par des organismes marins deviennent imperméables aux rayons UV, ce qui augmente donc leur persistance dans le milieu (Andrady, 2003 ; Barnes & al, 2009).

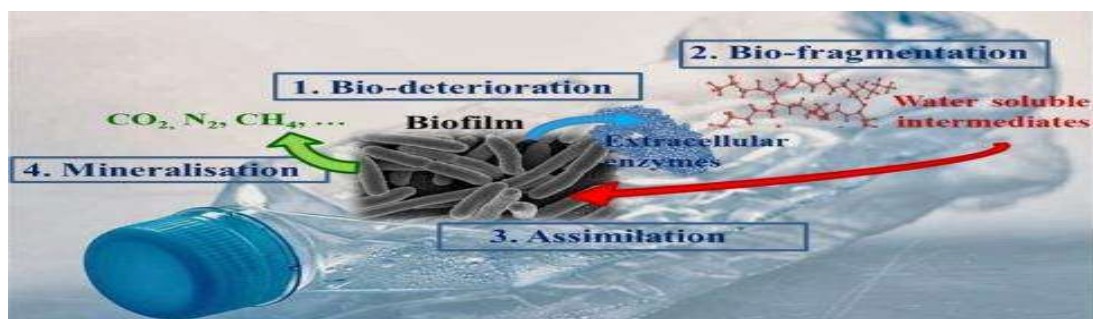
### I.2.6.2 La dégradation chimique

- **La dégradation thermo-oxydative :** Sous l'effet combiné des UV et de l'oxygène, les microparticules se désagrègent, formant des nanoparticules de polymères plastiques en forme de billes, d'étoiles, de filaments, visibles au microscope électronique. Ces nanoparticules de plastique contaminent la chaîne alimentaire, jusqu'au poisson que nous consommons.
- **La dégradation par hydrolyse :** L'humidité élevée accélère le taux de dégradation de plusieurs classes de plastiques (**Davis et Sims. ; 1983**) la quantité d'eau absorbée permet une grande accessibilité d'oxygène atmosphérique, ce qui facilite la dégradation de plastique.

Cependant, tous ces processus sont lents, le plastique peut prendre jusqu'à 500 ans pour se dégrader totalement (**Muller, et al, 2001**). Cela est encore difficile dans l'eau de mer, car l'effet photodégradatif est significativement diminué en raison des températures basses et de la faible disponibilité de l'oxygène (**Andrady, 2011**).

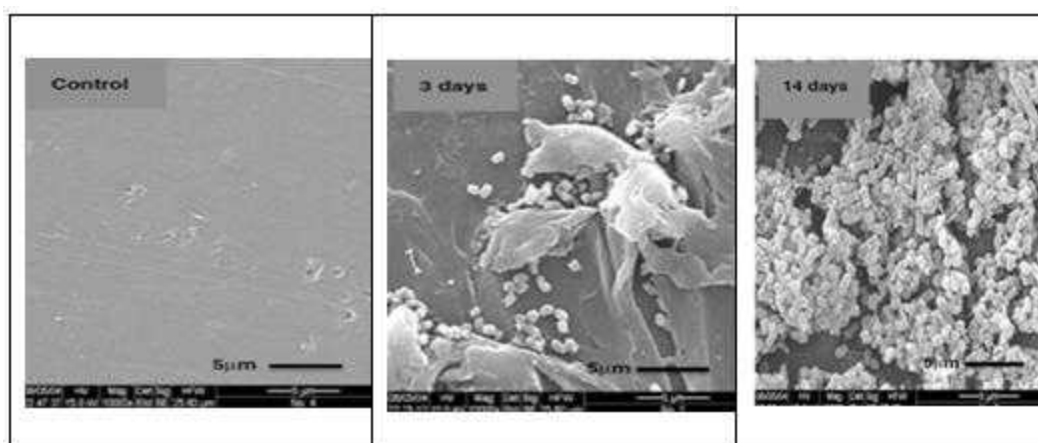
### I.2.6.3 La dégradation par les micro-organismes

Elle est composée de quatre étapes successives selon la figure suivante (**Figure 7**) :



**Figure 7:** Les différentes étapes de la biodégradation du plastique par les bactéries (**Dussud et Ghiglione, 2014**).

**Etape 1 :** La biodétérioration, elle est engendrée par l'action mécanique du biofilm bactérien qui se forme à la surface du plastique (**Figure 8**) et qui va pouvoir agrandir les fissures déjà présentes (**Bonhomme et al, 2003**). Une dégradation chimique peut également être orchestrée par la grande diversité des espèces présentes dans le biofilm, telle que la production de composés acides par les bactéries chimiolithotrophes et chimioorganotrophes.



**Figure 8:** Biofilm formé par Rhodococcus Ruber C208 sur la surface de polyéthylène UV photo-oxydée, observé au microscope électronique à balayage. Initiation de la Biodégradation détecté dans les 3 jours .contrôle de la surface non inoculée

(Sivanet *al*, 2011).

**Etape 2 :** La bio-fragmentation, c'est l'action d'enzymes bactériennes libérées à l'extérieur des cellules pour cliver les polymères plastiques en séquences plus courtes, oligomères et monomères. Les oxygénases, par exemple, rendent les polymères de plastique plus hydrosolubles et donc plus facilement dégradables par les bactéries. Les lipases et les estérases attaquent spécifiquement les groupes carboxyliques et les endopeptidases les groupements amines.

**Etape 3 :** L'assimilation, consiste au transfert des molécules plastiques de taille <600 Da (daltons) dans les cellules bactériennes et à leur transformation en composés cellulaires et en biomasse.

**Etape 4 :** La minéralisation, correspond à la dégradation complète du plastique en molécules oxydées (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O).

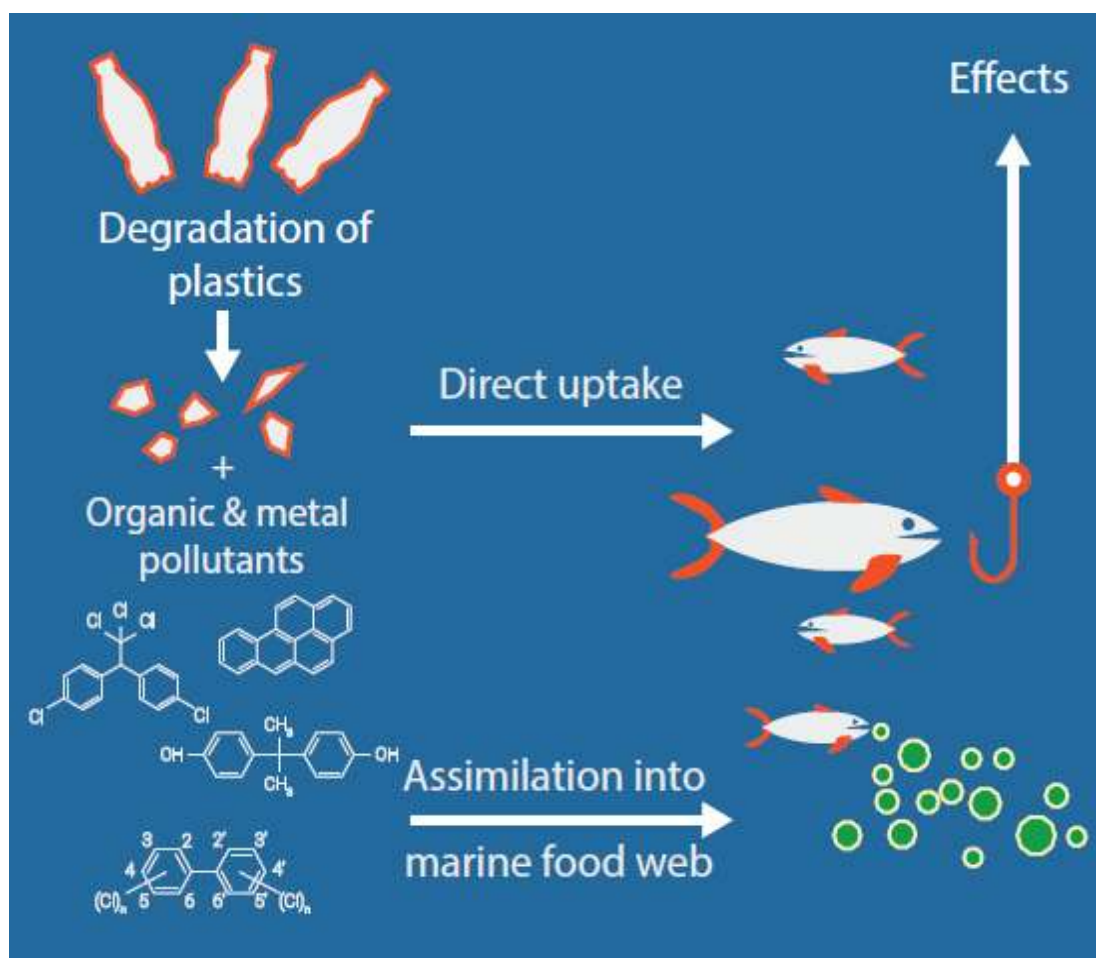
### I.2.7 Impacts connus des microplastiques

#### I.2.7.1 Ingestion par les organismes marins

Polluants, additifs, polymères du plastique... Toutes ces substances nocives sont absorbées par les micro-organismes lorsqu'elles sont libérées dans l'environnement marin. Quant aux micro-plastiques, ils peuvent être directement ingérés par la plupart des espèces de plancton, de petits poissons mais aussi d'organismes filtreurs comme les moules ou les huîtres quand ils les confondent avec leurs proies ; Ces déchets entraînent notamment une intoxication chronique et inhibent la digestion des aliments (Ryan, 1988 ; Tanaka *et al*, 2013), et ainsi de suite pour les autres maillons de la chaîne alimentaire.

D'autres effets ont pu être mis en évidence chez certains organismes :

- ✓ Une réduction de l'alimentation ou faux sentiment de satiété due à l'accumulation des particules dans les cavités digestives des espèces (Wright, *et al*, 2013).
- ✓ Une réponse inflammatoire dans les tissus et la réduction de la stabilité des membranes des cellules de l'appareil digestif chez *Mytilus edulis* (Van Moos, *et al*, 2012)
- ✓ Une diminution de la reproduction pour certaines espèces telle que chez les huîtres, exemple : *Crassostrea gigas* (Briand, 2014).



**Figure 9 :** Contamination des espèces par les polluants adsorbés sur le microplastique (François Chartier, 2016).

### I.2.7.2 Le transport des espèces par les microplastiques

À la surface des macro-déchets et des micro-plastiques vit une communauté d'organismes diverses espèces animales, des algues, mais également de nombreux micro-organismes (bactéries, algues ou champignons) ces organismes vont vivre plus longtemps sur ces micro-déchets que sur la plupart des substrats naturels. Dès lors, Collignon & al, (2014) estiment que les micro-plastiques peuvent fonctionner comme un « Récif microbien artificiel ». Ces derniers se déplacent au gré des courants, charriant ces organismes à des milliers de kilomètres de leur lieu d'origine. et donc le plastique sert de radeau et entraîne une dissémination des espèces, bouleversant ainsi les écosystèmes.



**Figure 10:** Algues ayant colonisé un fragment de microplastique (Galgani, F. 2016).

### **I.2.7.3 Bioaccumulation des polluants adsorbés sur les microplastiques dans le biote**

Dans la majorité des cas, ces types de polluants organiques ou métaux ne sont pas éliminés par les organismes et s'y accumulent (**Figure 11**). Plus un petit poisson mange une algue contaminée, même faiblement, plus il sera lui-même contaminé (**Ocean eye, 2013**). Et ainsi de suite pour chaque niveau de la chaîne alimentaire, jusqu'à l'Homme qui est en général le dernier prédateur. Au final, la concentration du composé en fin de chaîne est souvent plus élevée que dans le milieu c'est la bioamplification (**Rochman, et al, 2013**). Micro-organismes et plancton sont ingérés par de nombreux petits poissons, mollusques, oiseaux, mais également par les baleines et les requins pèlerins. Les prédateurs subissent donc la pollution des microplastiques au travers de leurs proies par la bioaccumulation

Ainsi, cette ingestion peut entraîner étouffements, occlusions intestinales, perforation des organes digestifs, mais également une croissance plus lente, une vulnérabilité aux

## Généralités

---

prédateurs et aux maladies. Par ailleurs, le transit peut être perturbé, provoquant des gaz qui font flotter l'animal. C'est le cas de la tortue qui ne peut alors plus plonger pour se nourrir... Enfin, beaucoup d'espèces meurent de faim car, en effet, lorsque l'estomac est plein de déchets, il n'y a plus de place pour la nourriture. (**Marcus Eriksen, in BENOIT My Boo, 2014**).



**Figure 11** : Débris de plastique ingérés par un poisson dans le Pacifique nord. Photo : (**Marcus Eriksen, in BENOIT My Boo, 2014**)

### I.2.7.4 La toxicité

Les plastiques ont des caractéristiques particulières : certains sont inertes, d'autres contiennent des additifs (plastifiants, de charges, de colorants, d'ignifugeants, de stabilisants) incorporés dans le processus de fabrication, qui leur confèrent une plus grande solidité ou une meilleure résistance à la dégradation et à la chaleur (**Barnes, et al, 2009 ;Lithner, et al, 2011**). Le danger est qu'une fois lâchés dans l'environnement, ceux-ci libèrent des produits chimiques comme, par exemple, les phtalates (**Fossi, et al, 2012**) et le bisphénol A (BPA) (**Hirai, et al, 2011**), très utilisés en tant que additifs. D'autant que les plastiques sont aussi de véritables éponges aux polluants organiques persistants (POPs). Les POPs sont des molécules complexes d'origine anthropique (liée à l'activité humaine) venant des pesticides, des combustions et des produits chimiques industriels.

### **I.2.7.5 La modification des habitats**

L'arrivée de l'espèce non indigène transportée par des microplastiques dans un milieu est la plupart du temps catastrophique. Elles colonisent les nouveaux habitats et y prolifèrent. En général, elles prennent soit la place des espèces indigènes soit leur nourriture en étant plus performantes ou agressives. Ainsi, ces espèces exotiques déséquilibrent gravement les écosystèmes où elles s'installent et entraînent de véritables désastres écologiques. L'introduction d'organismes indigènes par l'installation et le déplacement sur un microplastique est l'une des causes majeures de régression de la biodiversité (Gregory, 2009 ; Moore, 2008).

---

# **ZONE D'ÉTUDE**

---

### II.1 Localisation géographique de la baie de Bou-Ismaïl

La baie de Bou-Ismaïl se situe au centre de la côte algérienne, à 30 km à l'Ouest de la Wilaya d'Alger. Elle est limitée par le promontoire de Ras-Acrata à l'est ( $36^{\circ}48'N - 2^{\circ}54'E$ ) et par le cap du Mont Chenoua à l'ouest ( $36^{\circ}37'N - 2^{\circ}24'E$ ), au sud par la plaine de la Mitidja et au Nord de la Méditerranée occidentale (**Figure 12**).

Elle s'étale sur une superficie d'environ 509 Km<sup>2</sup>, avec un linéaire côtier de plus de 60 km et une ouverture de 48 km. Son rivage, orienté à  $60^{\circ} N$ , est soumis à l'influence des houles d'Ouest et Nord-Ouest.

Dans ce vaste domaine maritime, se trouve incluse la baie d'El Djamila, qui représente le quart oriental de la baie de Bou-Ismaïl. C'est une baie relativement fermée, limitée à l'ouest par la presqu'île de Sidi Fredj et à l'est par Ras Acrata (**Bachari, 2009**).



**Figure 12** : Carte de présentation de la zone d'étude Bou-Ismaïl (source : Google Earth 2017)

### II.2 Caractéristiques morphologiques et hydrographiques de la zone

La baie de Bou-Ismaïl est caractérisée par une morphologie côtière diversifiée composée des côtes rocheuses, de falaises, de plages et des dunes (**Bachari-Houma, 2009**).

Notre zone est le réceptacle d'oueds à régime irrégulier, avec un apport des particules dissoutes ou particulières (microplastiques, macroplastiques, sédiment...) très important d'origine terrigènes (**Tableau 2**) ; trois oueds se déversent dans cette baie :

- **Oued Mazafran** : C'est le plus important des oueds qui débouchent dans la baie (**Braik, 1989**). Le régime hydrographique de cet oued est marqué par un long étiage de juin à début décembre avec des débits représentant 17.38% du débit liquide annuel. Entre décembre et avril, ces débits sont de 82.61%, débouchant au niveau d'une plage sablonneuse entre Douaouda et Zéralda vers la plage Colonel Abbas (**ANRH, 2013**).
- **Oued Nador** : Présente un bassin versant d'une superficie de 200 et 300 Km<sup>2</sup> (**Braik, 1989**), il regroupe les oueds Bou Yersen, Bou Haroun, et oued Merad. Son débit est de 0.89 m<sup>3</sup>/s débouchant entre Djebel Chenoua et Tipaza (**ANRH, 2013**).
- **Oued de Béni Messous** : Il est situé entre El Djamila et club des Pins, traversant les communes de Béni Messous et de Chéraga au Nord avant de déboucher au niveau d'une plage appelée « les dunes » qui fait partie de la baie d'El Djamila (**Braik, 1989**). Son débit est faible par rapport aux débits des autres oueds débouchant dans la baie, il est estimé à 0,245 m<sup>3</sup>/s. (**ANRH, 2013**).

**Tableau 2** : Tableau récapitulatif des débits des oueds (**ANRH, 2013**).

Oueds	Débit liquide (m <sup>3</sup> /s)
Oued Mazafran	0,89
Oued Nador	0,245
Oued Béni Messous	11,92

## Zone d'étude

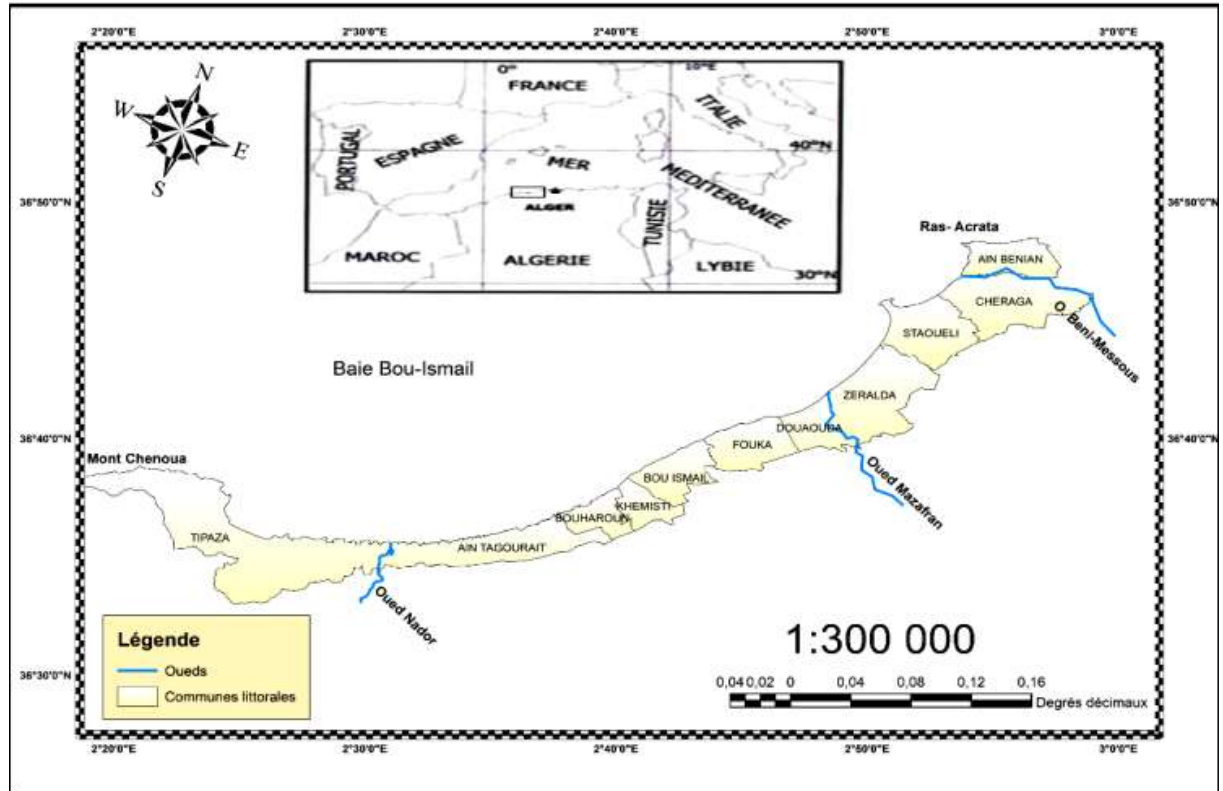


Figure 13 : Situation géographique et localisation des oueds (Meguellati et Sraoui, 2010).

## II.3 Climatologie

### II.3.1 Climat

Le facteur climatique influe directement sur les ressources hydriques, la couverture Végétale, la population... Du fait de sa proximité à la mer méditerranée, la baie de Bou-Ismaïl est caractérisée par un climat subhumide, un hiver humide et un été chaud et sec (Tarmoul, 2010).

### II.3.2 Température

Les données statistiques de la température de l'air dans la zone de Bou-Ismaïl pendant dix ans (2006-2015) ont permis de distinguer (Figure 14)

- Une période froide s'étalant du mois de Novembre jusqu'au mois de Mai avec une température moyenne minimale de 11,5 °C enregistrée au mois Janvier et Février, une faible dégradation de plastique durant cette période à cause de la faible température.

## Zone d'étude

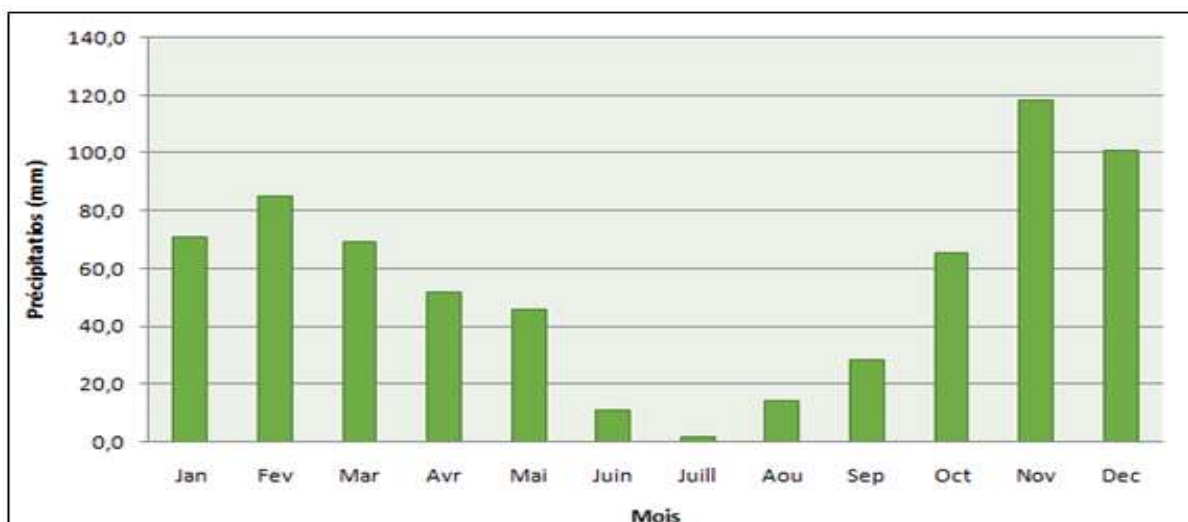
- Une période chaude s'étalant du mois juin jusqu'au mois d'Octobre. La température moyenne la plus élevée est observée au mois d'Aout avec une valeur maximale de 26,5 °C, la température élevée favorise la fragmentation de plastique en microplastique durant cette période.



**Figure 14 :** Température moyenne de Bou-Ismaïl enregistrée au niveau de la station de Dar El-Beida (2006-2015) (ONM, 2017).

### II.3.3 Précipitations

Les précipitations sur notre zone se présentent d'une manière assez diverse, la quantité maximale est enregistrée en Novembre avec un taux d'environ 118,2 mm alors que la quantité minimale est enregistrée en juillet avec une valeur près de 1,6 mm et les précipitations moyennes annuelles sont quant à elles près de 661,6 mm (Figure15).



**Figure 15 :** Précipitation moyenne de Bou-Ismaïl enregistrée au niveau de la station de Dar El-Beida (2006-2015), (ONM, 2017).

### II.3.4 Salinité

Les eaux de la baie de Bou-Ismaïl se caractérisent par une certaine homogénéité. La salinité varie de 0,1‰ à 0,2‰ entre la surface et le fond (**Lalami-Taleb, 1970**). Cependant, elle atteint une valeur de 36‰ au niveau des embouchures des oueds Mazafran et Nador. La salinité varie selon la température, la profondeur, les apports en eau douce et la circulation océanique (**Bachari-Houma, 2009**). Le même auteur a relevé, au niveau des eaux de surface, des salinités comprises entre 36,08‰ et 38,06 ‰, avec une moyenne de 37,29‰. Dans les eaux profondes la salinité varie selon la profondeur, avec une valeur de 36,18‰ comme minimum à une profondeur de 85m, et de 38,08‰ comme maximum à 5m de profondeur avec une moyenne de 37,16‰ (**Babouri, 2013**).

## II.4 Caractéristiques hydrodynamiques des masses d'eaux

### II.4.1 Les vents

Selon le rapport du Laboratoire des Etudes Maritimes (**LEM, 1998**), les vents sont générateurs de vagues et de courants superficiels agissant sur le transfert direct des particules, leur impact croît avec leur vitesse. Lorsque l'action du vent est continue, elle génère de la houle.

La baie de Bou-Ismaïl est caractérisée par une périodicité des vents qui se traduisent par une prédominance :

- Des vents d'Ouest en hiver et printemps induisant des houles de grandes amplitudes, d'une vitesse moyenne de 2m/s.
- Des vents de l'Est en été et début automne avec des faibles amplitudes, avec une vitesse moyenne supérieur de 2m/s et peuvent être très violent de 15 à 20 m/s durant 3 jours consécutifs (**Asso, 1982 in Zeghdoudi, 2006**).

### II.4.2 Les houles

Les houles dominantes dans la baie de Bou-Ismaïl sont de direction Ouest Nord-Ouest et Nord Est. En hiver les houles les plus importantes sont d'origine Ouest et Nord-ouest avec des amplitudes de 2 à 2,5m (**Kadari-Meziane, 1994 in Aouidad, 1997**).

En été les directions sont Est et Nord Est avec des amplitudes généralement plus faibles 0,5 à 1,5m (**Braik, 1989 in Aouidad, 1997**).

### II.4.3 Les courants

Les côtes algériennes sont plus ou moins influencées par le courant Algérien, il est défini comme une veine d'eau de surface près du méridien 0°, qui agit sur la distribution des facteurs physico-chimiques, nutritifs, biologiques ainsi que la dispersion des microplastiques. (Isabelle TAUPIER, 2013).

La baie de Bou-Ismaïl est soumise à un courant générale de l'ouest vers l'est, entre en surface par le détroit de Gibraltar, il résulte d'un écoulement d'eau atlantique pouvant atteindre selon Millo (1987) 0,5 à 0,7m/s, passant à quelques milles au large de côtes (Figure 16), (Dergali. M.A, 1997).

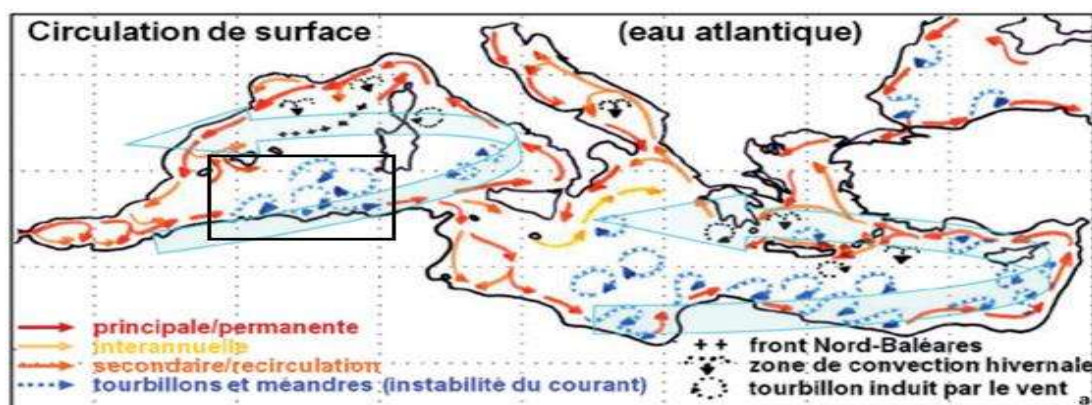


Figure 16 : Schéma de la circulation de surface (eau Atlantique) en Méditerranée (adapté de Millot et Taupier-Letage, 2005 in Isabelle TAUPIER, 2013).

### II.5 Les sources de la pollution

La région de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique et agricole. Sa frange côtière est soumise principalement au rejet domestique des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas, et qui s'accroissent en période estivale.

D'après les données statistiques du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 37 points de rejets d'eau usées collectées par le réseau d'assainissement se déversent directement en mer sans aucun traitement (Tableau 3).

## Zone d'étude

---

**Tableau 3 : Rejets d'eaux usées dans la willaya de Tipaza (Etude d'aménagement du littorale .Willaya de Tipaza Synthèse-bilan diagnostic, 2006).**

<b>Communes</b>	<b>Nombre de rejets</b>	<b>Débit (m<sup>3</sup>.j-1)</b>	<b>Lieu de rejet</b>
<b>Bou-Ismaïl</b>	11	4000	Mer
<b>Bou-Haroun</b>	4	320	Mer
<b>Khemisti</b>	6	400	Oued Khemisti et Mer
<b>Fouka</b>	5	3600	Mer
<b>Douaouda</b>	5	1600	Oued Khemisti et Mer
<b>Tipaza</b>	8	7140	Mer

Ajoutant à cela les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds : Oued Nador à l'ouest ; Oued Mazafran au centre et Oued Beni-Messous à l'est qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer, drainant les eaux de ruissèlement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels (L.E.M. ,1998 in Doumandji, 2015).

Il faut signaler que la baie de Bou-Ismaïl est sujette à une pression démographique, à une extension de l'urbanisation et à l'installation de plusieurs unités industrielles, qui

rejetent une charge polluante qui est en perpétuelle augmentation de quantité qu'en qualité.

### **II.6 Choix de la matrice eau**

La plupart de ces microplastiques sont des fragments de taille millimétrique, et certains de moins de 5 millimètres de diamètre s'accumulent généralement sur la surface des océans et entrent dans la chaîne alimentaire des organismes marins.

La zone de Bou-Ismaïl subit plusieurs sources de pollution qui vont augmenter la concentration des microplastiques dans les eaux de cette baie, ainsi que la présence des courants marins dans la zone de Bou-Ismaïl, notamment les courants tourbillonnaires a pour effet de concentrer la pollution par les microplastiques.

---

# **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

---

## Matériels et méthodes

---

L'intérêt de notre étude est l'évaluation quantitative des microplastiques au niveau de la Baie de Bou-Ismaïl.

En raison d'un manque d'études sur le sujet en Algérie, on apporte quelques données sur cette pollution ignorée à ce jour au niveau de nos côtes. Les travaux réalisés dans d'autres régions du monde nous ont permis d'appréhender notre étude en suivant les protocoles déjà mis en œuvre sur la recherche des microplastiques en mer et d'analyser les résultats pour une bonne compréhension de ce phénomène.

### III.1 Techniques de prélèvements

Les techniques de prélèvements utilisées pour le prélèvement de ces particules microscopiques se présentent différemment selon la matrice étudiée ainsi que de la profondeur d'échantillonnage.

#### III.1.1 Prélèvement en surface

Dans notre cas les prélèvements de microplastiques ont été réalisés à l'aide d'un filet Manta (**Figure 17**) en raison de son utilisation dans différentes campagnes internationales, le filet flotte à la surface grâce à sa forme et filtre un volume d'eau constant pour récupérer les microplastiques flottantes.



**Figure 17** : Le filet Manta (Expedition-Med, 2012).

### III.2 Filet Manta

Le filet Manta, aussi appelé Chalut Manta, est l'instrument le plus communément utilisé dans de telles études (Derraik, 2002 ; Hidalgo-Ruz et al, 2012 in Faure, F. 2014). Il sert à l'échantillonnage des débris et particules microscopiques de plastique flottants ainsi que le plancton associé, à la surface de la mer. Le filet Manta a été utilisé pour la première fois par les équipes de la SIO et MBC pour le prélèvement du plancton. Mais ce n'est qu'en 1999 qu'AlgalitaResearchOrganization l'utilise pour le prélèvement de microplastiques dans le gyre Nord Pacifique. (Doumandji et Amenouche, 2015).

#### III.2.1 Principe du Filet

Avec un maillage de 335  $\mu\text{m}$  et une ouverture de 60 cm de large par 15cm. Le filet flotte à la surface de l'eau et est maintenu stable par deux ailerons, Il est maintenu sur le flanc au vent du bateau, à une distance de 3 m pour éviter toute vague provoquée par le bateau (batillage), le volume d'eau filtrée est mesurée grâce à un débitmètre mécanique fixé à l'ouverture du filet.

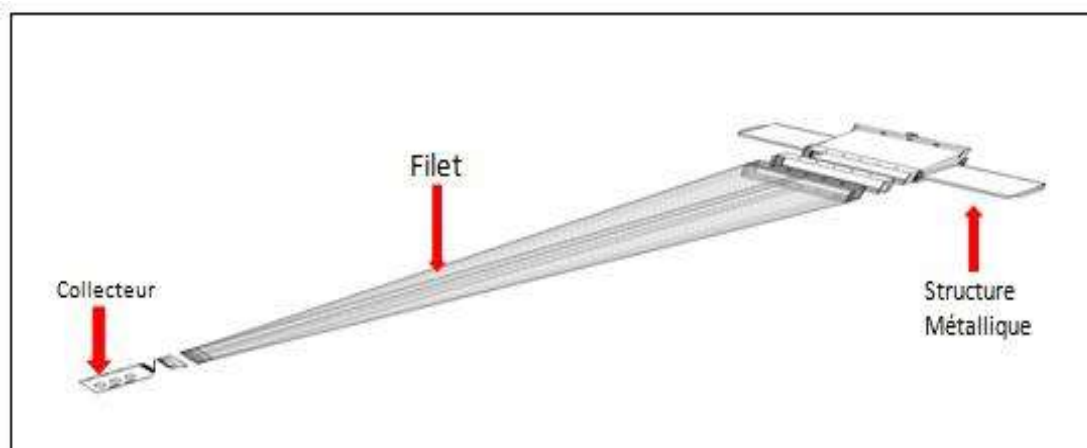
L'échantillonnage se fait par vent faible pour éviter que les particules ne subissent un brassage vertical dans la colonne d'eau et pour que le filet reste stable à la surface et filtre un volume constant. La vitesse du bateau reste aux alentours de 3 nœuds (5.6km/h) pour la même raison : au-dessus, une vague de reflux a tendance à se former au sommet de l'ouverture du chalut, La durée totale du chalutage doit être de 15 à 60 min.



**Figure18** : Filet Manta (*ENSSMAL*).

### III.2.2 La structure du filet Manta

Le filet Manta est constitué essentiellement de plusieurs parties :



**Figure 19** : Vue générale des éléments principaux du filet Manta (TARMOUL, 2015).

### III.2.3 La partie métallique

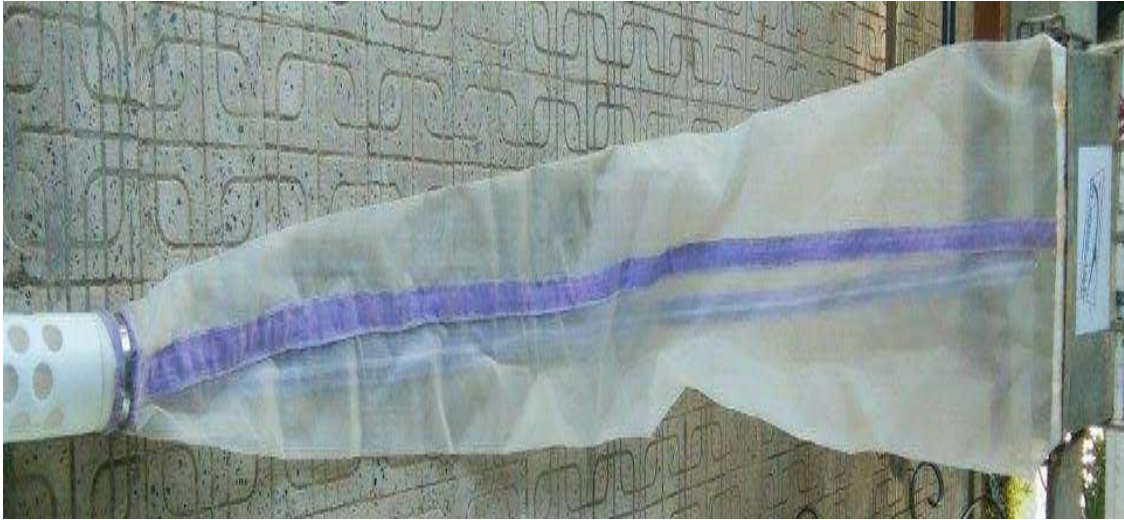
Une structure métallique ,en inox 360X, complètement démontable est composée d'un corps centrale appelé « le socle » avec une ouverture de 15x60cm appelé « gueule ,bouche » béante et est munie de deux ailerons « ailes » de 45x30x3cm amovibles et rotatifs assurant au dispositif le maintien optimal à la surface de la mer en différentes situations de déploiement ;ces ailerons sont munis de poignets facilitant leur mise en place et leur détachement du socle Annexes (2 et3) .



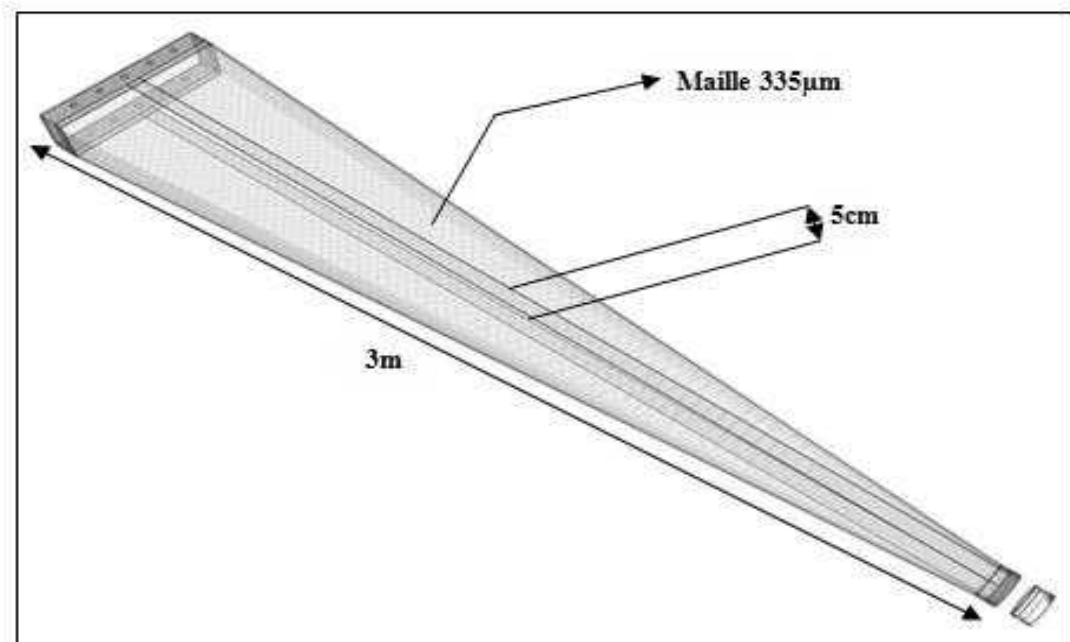
**Figure 20** : Structure métallique de filet Manta (ENSSMAL).

### III.2.4 Le filet

Un long filet détachable de forme conique et en tissu spéciale son maillage est très fin de  $335\mu\text{m}$  et de 3m de longueur (**figure 22**). Une ceinture métallique de fixation du filet appelée « gaine » a la couronne du socle munie de deux poignets facilitant sa mise en place et son détachement.



**Figure 21** : la forme du filet Manta (ENSSMAL).



**Figure 22** : Dimensionnement du filet (Tarmoul 2015).

### III.2.5 Le collecteur

Un collecteur cylindrique est détachable en Polychlorure de Vinyle (PVC) troué laissant filtrer l'eau de mer à travers une toile de maillage identique à celui du filet en entonnoir et tapissant sa paroi interne sert à récolter les débris de plastiques. Ce dernier est raccroché au filet à l'aide d'anneaux filetés jouant le rôle de jointure « vissable » en (PVC). Le diamètre externe de collecteur est de 10cm et de 20cm de longueur



**Figure 23 :** Collecteur en PVC du filet Manta (ENSSMAL).

### III.2.6 Le débitmètre

Un débitmètre mécanique est attaché de part et d'autre de l'ouverture béante du socle métallique, à chaque déploiement il faut s'assurer que l'hélice du débitmètre pointe vers le filet et que le nez du débitmètre pointe vers l'avant.



**Figure 24** : Débitmètre mécanique de marque TALASSA (ENSSMAL).

### III.2.7 Mode d'emploi du Filet

Le filet Manta est déployé en mer de la manière suivante :

#### III.2.7.1 Avant chaque prélèvement

- **Vérifier les fixations du dispositif** : toutes les manilles, câbles, connexions, attaches et nœuds doivent être vérifiés et sécurisés si nécessaire.
- **Vérifier les déchirures et trous du filet** : les petits trous qui peuvent apparaître dans le filet peuvent facilement être réparés avec de la silicone (à disposer dans une boîte à outils).
- **Vérifier le collecteur** : s'assurer qu'il est propre et correctement attaché au reste du filet.
- **Vérifier le débitmètre** : il doit tourner librement et son niveau d'huile être d'environ 75%. Si le débitmètre nécessite de l'huile, en rajouter à l'aide d'une seringue (à disposer dans une boîte à outils). Si le débitmètre ne tourne pas librement, le remplacer par un autre de secours.
- **Lire le débitmètre** : seuls les cinq premiers chiffres du débitmètre doivent être lus (le nombre doit coïncider avec la lecture finale du trait précédent). Enregistrer cette lecture initiale dans une fiche de terrain. Avant de déployer le filet, s'assurer que l'hélice du débitmètre pointe vers le filet et que le nez du débitmètre pointe vers l'avant.

- **Suspendre le filet à quelques centimètres de la surface de l'eau de mer :** à l'aide d'un treuil ou se préparer à le jeter par-dessus bord directement sans l'emploi d'un treuil hydraulique.
- **Prévenir le marin que tout est prêt pour déployer le filet :** à ce stade, la vitesse du navire doit être d'environ 2 à 3 nœuds. Initialiser un chronomètre à zéro.

### III.2.7.2 Procédure de prélèvement

- **Abaisser le filet si suspendu ou le mettre délicatement à l'eau :** après que le marin indique que tout est prêt, abaisser le chalut ou le mettre directement à l'eau avec une corde attachée à ses ailes. La corde ne doit pas rentrer dans l'ouverture (bouche) du filet après qu'il soit dans l'eau car elle peut empêcher le débitmètre de tourner correctement. Ne pas jeter le filet brusquement dans l'eau car cela peut endommager le débitmètre attaché à son ouverture. De plus, si le filet se retrouve à l'envers, il sera remorqué sous le navire.
- **Démarrer le chronomètre :** lorsque le débitmètre commence à tourner, démarrer le chronomètre (cela peut être fait par l'opérateur du treuil si ce dernier est employé). L'angle du câble avec la surface de l'eau doit être de 20 à 25 degrés durant tout le chalutage. La vitesse de chalutage ne doit pas dépasser 85 cm/s, sinon les œufs des poissons et des larves seront extrudés à travers les mailles. Si la vitesse moyenne dépasse 85 cm/s, l'échantillonnage est faussé et annulé, rincer le collecteur, et répéter le chalutage.
- **Récupérer le chalut :** à l'aide d'une perche et le sortir hors de l'eau après 15 à 60 minutes de chalutage. Lorsque le débitmètre s'arrête de tourner, arrêter le chronomètre dès que le filet quitte la surface de l'eau. Continuer à tirer le filet à bord si nécessaire, lire le débitmètre, et enregistrer sa valeur finale sur la fiche de données du chalutage.
- **Lavez le filet de haut en bas :** cela doit être fait en utilisant de l'eau de mer d'ionisée de préférence à haute pression en pulvérisant le filet de l'extérieur. Ne pas diriger le jet à l'intérieur du filet car cela altérerait les organismes. Commencer à pulvériser à l'extérieur

de l'ouverture du filet vers le collecteur. Retirez le collecteur et conservez rapidement l'échantillon. Si le filet est bouché par le phytoplancton ou des débris et est visiblement décoloré, le tremper dans une solution détergent pendant 24 heures puis le rincer abondamment avant la prochaine utilisation.

### III.2.7.3 Conditionnement de Filet Manta

- S'assurer de consigner toutes les informations de terrain sur une fiche ou un formulaire adapté ;
- La durée totale du chalutage doit être de 15 à 60 min. Indiquer la durée totale dans une case réservée ;
- Pour obtenir le temps de fin de chalutage, ajouter la durée totale du chalutage au temps de début de chalutage. Ne pas oublier de calculer et préciser les secondes aussi.
- Pour 15 min de chalutage, les valeurs affichées du débitmètre varient entre 1500 et 2500 révolutions (tours) (Ce sont des valeurs normales dépendantes du temps et du modèle du débitmètre utilisé, se référer à son manuel d'utilisation si nécessaire). Si les valeurs varient et s'éloignent trop de cette gamme, vérifier le débitmètre pour trouver d'éventuels problèmes. Si les valeurs élevées ou basses persistent, essayer d'utiliser un nouveau débitmètre ;
- Pour chaque trait et radiale parcourue, enregistrer les coordonnées géographiques des points de départ et d'arrivée avec un Global Positioning System (GPS) calibré de haute précision.

### III.2.7.4 Détermination du volume d'eau échantillonné

Grace aux dimensions exactes du chalut et du filet neustonique ainsi que la connaissance de la vitesse et de la trajectoire du navire, il est possible de calculer la surface parcourue et le volume d'eau échantillonné à l'aide d'un débitmètre attaché aux extrémités de l'ouverture du chalut par deux points d'attache se situant au niveau de son nez conique.

En effet, le débitmètre est muni d'un moteur actionné par le déplacement du chalut (généralement avec une hélice à trois pales couplée directement à un compteur à cinq chiffres) qui lui permet d'enregistrer le nombre de

## Matériels et méthodes

---

rotations de son hélice et déterminer le débit de l'eau traversant l'ouverture du chalut.

Le compteur n'étant pas mis à zéro entre deux stations d'un trait de chalutage, le nombre de tours à considérer est donc la différence entre la première et la dernière lecture pour un trait donné.

La distance parcourue est obtenue par la multiplication de la différence de lecture du compteur par l'unité de révolution qui généralement est égale à 0,3 m/tour.

Connaissant les dimensions de l'ouverture du filet, il est donc facile de déterminer le volume filtré en multipliant la différence de lecture du compteur par l'unité de révolution et par la hauteur et la largeur de l'ouverture obtenant ainsi le volume en mètres-cube qu'il est possible d'exprimer en litres sachant qu'un mètre-cube est égale à mille litres.

Le calcul de volume selon l'équation suivante :

$$\underline{\text{Le nombre de révolution} \times 0.3 \times 0.09 \times 1000 = \text{volume(L)}}$$

- le nombre de révolution= Débit2-Débit1
- 0.3 : unité de révolution.
- 0.09 : surface de l'ouverture de filet Manta.
- 1000 : facteur de conversion.

### III.3 Quantification

Dans le but de suivre l'évaluation quantitative des microplastiques dans la baie de Bou-Ismaïl, nous avons réalisé plusieurs prélèvements dans 6 stations différentes, dans des zones préalablement choisies à savoir : près d'un port, au niveau de zones à forte activités anthropiques, et au large de la côte. Chaque transect a duré 20 min, à une vitesse qui varie de 2,5 à 3 nœuds en dépendant de la vitesse du vent.

Les prélèvements ont été réalisés le 5 Avril 2017 avec l'embarcation « Baba Aroudj » appartenant à la flotte de l'ENSSMAL.

Ce dernier est équipé d'un échosondeur et d'un G.P.S (GLOBAL POSITION SYSTEM), permettant d'avoir la profondeur maximale du fond et les coordonnées

## Matériels et méthodes

géographiques exactes des stations de prélèvement. La mer était calme à peu agitée durant notre sortie.

Les stations et transects retenues sont regroupées et localisées par la carte suivante :



**Figure 25** : Carte représente les six transects (Arcgis 10, 2017).

### III.3.1 Protocole d'échantillonnage en mer

Pour une bonne exploitation des données du terrain et au niveau du laboratoire nous sommes basés sur le protocole, après une modification, qui était inspiré de l'institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer IFREMER.

#### III.3.1.1 Matériels

Le matériel utilisé pour l'échantillonnage des microplastiques est les suivants :

- Filet Manta avec les cordes d'attaches
- GPS du bateau pour les coordonnées géographiques exactes des stations de prélèvement
- Volucompteur
- 6 flacons d'un litre étiquetés
- Pissette pour le rinçage du collecteur
- Formol 10%

## Matériels et méthodes

---

- Glacière
- Valise multi-paramètres
- Fiche de recueil des données
- Eau de mer d'ionisée

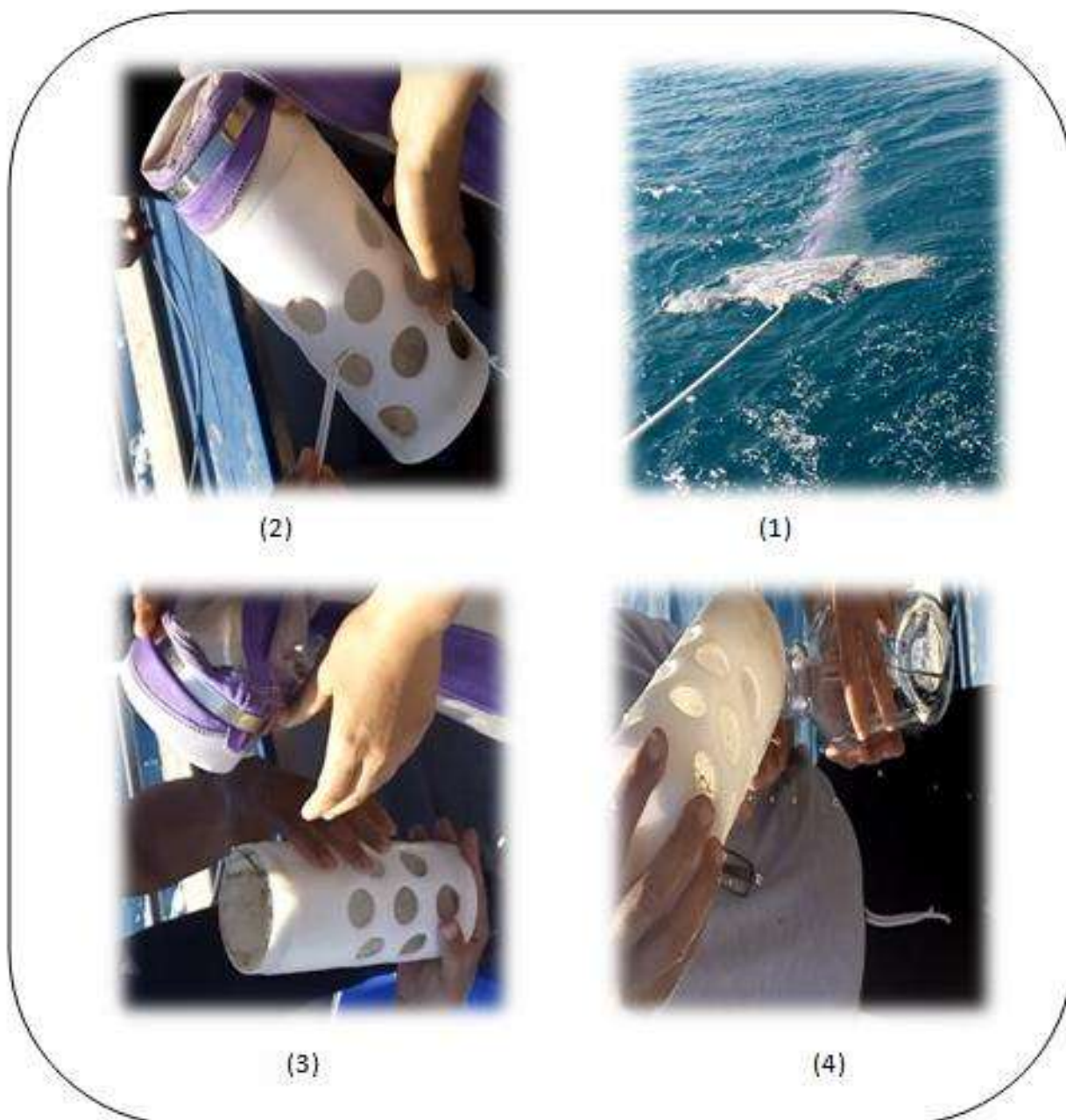
Après avoir vérifié le collecteur et assurer qu'il est prêt à l'utilisation, on l'a placé au filet, ensuite, ce dernier a été mis à l'eau à partir de l'amont du bateau. Pour un bon fonctionnement, ce filet doit être placé loin de la coque en raison des gaz

D'échappements du navire qui sont susceptibles de perturber l'échantillonnage **(Figure 26.1)**.

Pour chaque prélèvement, le volucompteur est installé au milieu de la partie métallique du dispositif pour mesurer le débit d'eau entrée à travers le filet.

Lors de la récupération du dispositif :

- Rincer le filet et le collecteur à l'eau de mer de manière à récupérer toutes les particules piégées dans ces deux derniers **(Figure 26.2)**.
- Démonter le collecteur et vider le contenu dans un flacon d'un litre (1L). rincer autant que nécessaire pour récupérer toutes les particules dans le flacon **(Figure 26.3)**.
- Ajouter à l'immédiat 100 ml de formol à l'échantillon et compléter à 1L avec l'eau de mer filtrée.
- Etiqueter chaque flacon en mentionnant le numéro de station, la date et l'heure de prélèvement et conserver à l'abri de la lumière jusqu'au jour de la mesure.
- Noter les données caractéristiques de chaque prélèvement sur la feuille de recueil des données.



**Figure 26 :** protocole de collecte des microplastiques en mer.

### **III.3.2 Conditionnement des échantillons (au laboratoire)**

#### **III.3.2.1 Matériels**

Le matériel utilisé pour le traitement des échantillons au laboratoire est les suivants :

- Loupe binoculaire
- Six Eprovettes graduée d'1L
- Tamis 315  $\mu\text{m}$
- Deux Pince

## Matériels et méthodes

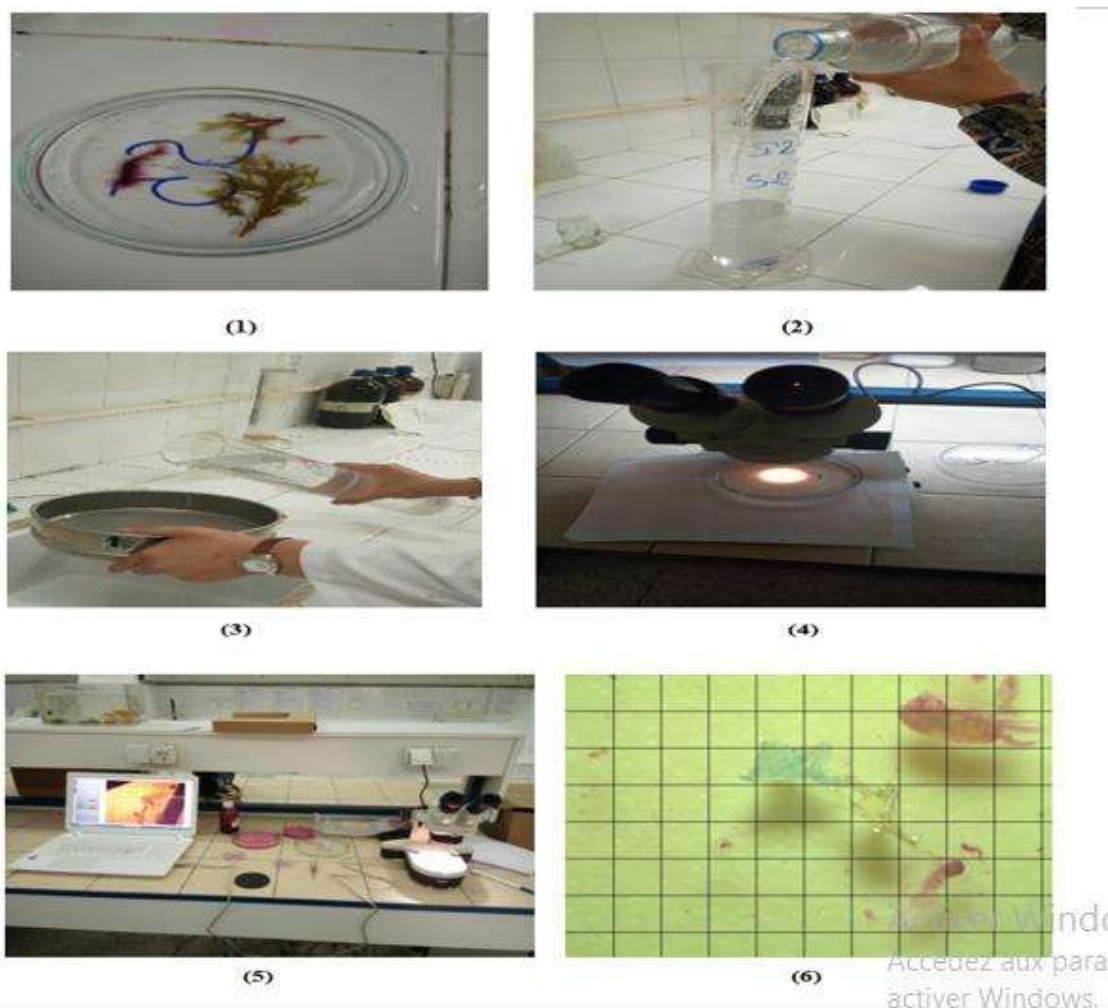
---

- 12 Boîtes de pétri
- Pissette d'eau distillée
- Papier aluminium
- Papier millimétré
- Etuve
- Balance de précision
- 12 Tubes à essai
- Deux Cristallisoirs
- Fiche de recueil

### III.3.2.2 Méthodologie de travail au laboratoire

Les procédures de traitements des échantillons au laboratoire est les suivantes :

- Séparer les gros débris de l'échantillon à l'aide d'une pince, en les mettant dans un cristallisoir (**Figure 27.1**).
- Une fois le flacon est bien agité, mettre à décanter chaque échantillon dans une éprouvette à pied graduée d'1L pendant 12h (**Figure 27.2**).
- Tamiser le surnageant qui contient les microplastiques sur un tamis de 315  $\mu\text{m}$  et rincer avec l'eau distillée (**Figure 27.3**).
- Verser les microplastiques dans une boîte de pétri et ajouter quelque gouttes d'eau
- La quantification des microplastiques se fait par 2 méthodes :
  - Placer le papier millimétré sous la boîte de pétri et isoler les plastiques de taille supérieure à 5mm avec une pince dans une autre boîte de pétri pour les stations 1 et 2(**Figure 27.4**).
  - Placer la boîte de pétri sous la loupe binoculaire photographique et trier Le plastique sous un système de grille que fait le logiciel de la loupe MOTIC pour les stations 3, 4, 5 et 6(**Figure 27.5**).
- Quantifier les microplastiques trouvés sous la loupe
- Quantifier les macroplastiques et les végétaux
- Après la quantification les résultats obtenus sont résumés dans un tableau.(**annexe 5**).



**Figure 27 :** Méthode de quantification des microplastiques.

### Remarque :

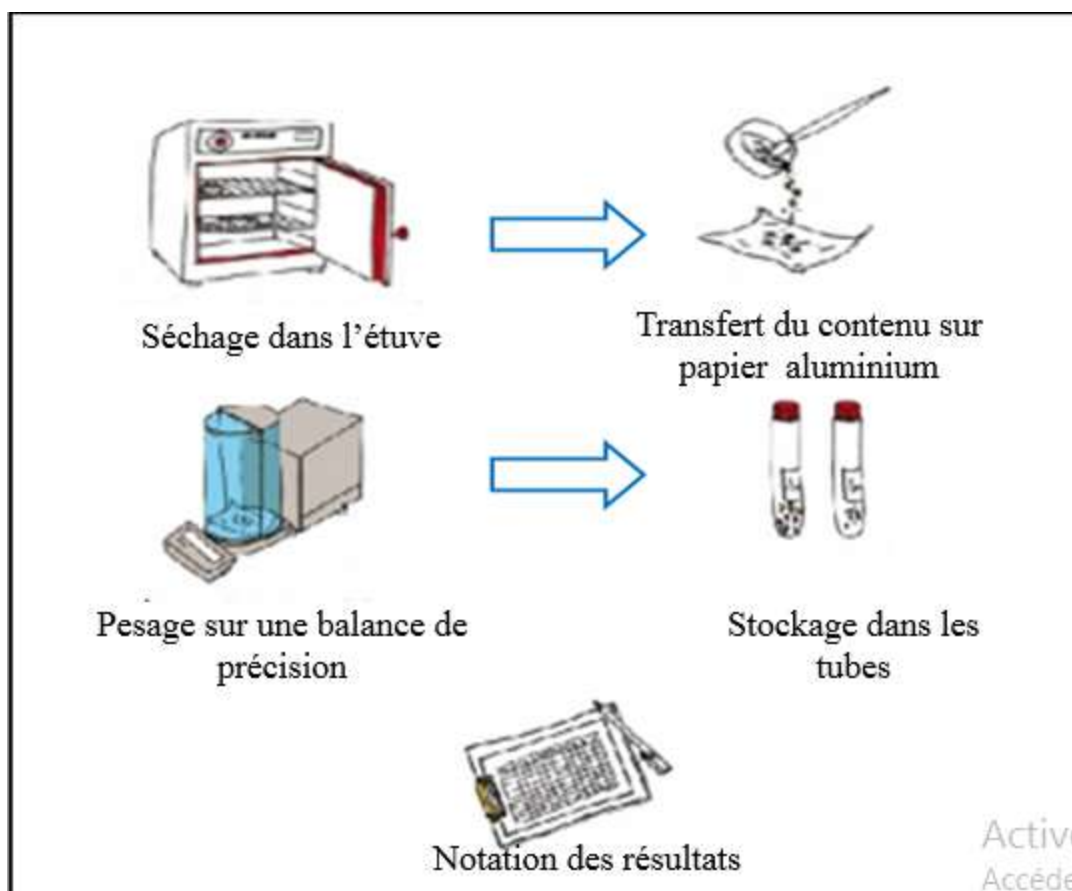
Une coloration à base de la fushine était faite pour la séparation du zooplancton de microplastique.



**Figure 28 :** Zooplancton coloré en rose fushine. Image vue à travers loupe binoculaire.

### III.3.3 Méthode de pesage

- Mettre à sécher les boîtes de pétri (microplastiques et plastique) à l'étuve à 50°C pendant 24h. puis transférer le contenu sur un carré de papier aluminium (taré, pré-pesé) à l'aide d'un pinceau.
- Peser sur une balance de précision et stocker les particules dans deux tubes l'un supérieur à 5mm et l'autre inférieurs à 5mm sur lesquels figurent le numéro de l'échantillon, le nombre et le poids des microplastiques.
- Noter les résultats du comptage et des pesées sur les fiches de recueils



**Figure 29** : Méthode de pesage (*illustration Emma Lidbury en partenariat avec Ifremer Toulon*).

---

# RÉSULTATS ET DISCUSSION

---

## Résultats et discussion

L'échantillonnage des microplastiques à la surface de l'eau au filet Manta est une méthode largement utilisée, mais qui à ce jour ne présente pas de méthode standardisée. Un grand volume d'eau peut être filtré avec la possibilité de piéger un nombre important de microplastiques et dont les données peuvent être considérées comme fiables.

Au cours de la sortie, en raison du temps limité pour effectuer le travail de terrain nous n'avons pu réaliser que six échantillons prélevés dans six stations différentes. De plus, d'autres paramètres ont pu être recueillis.

La mesure des paramètres physicochimiques (T°C, pH, salinité et l'oxygène dissous) a été réalisée in situ, à l'aide de la valise multi-paramètres. Les paramètres sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 4 :** les paramètres physicochimiques des stations de prélèvement

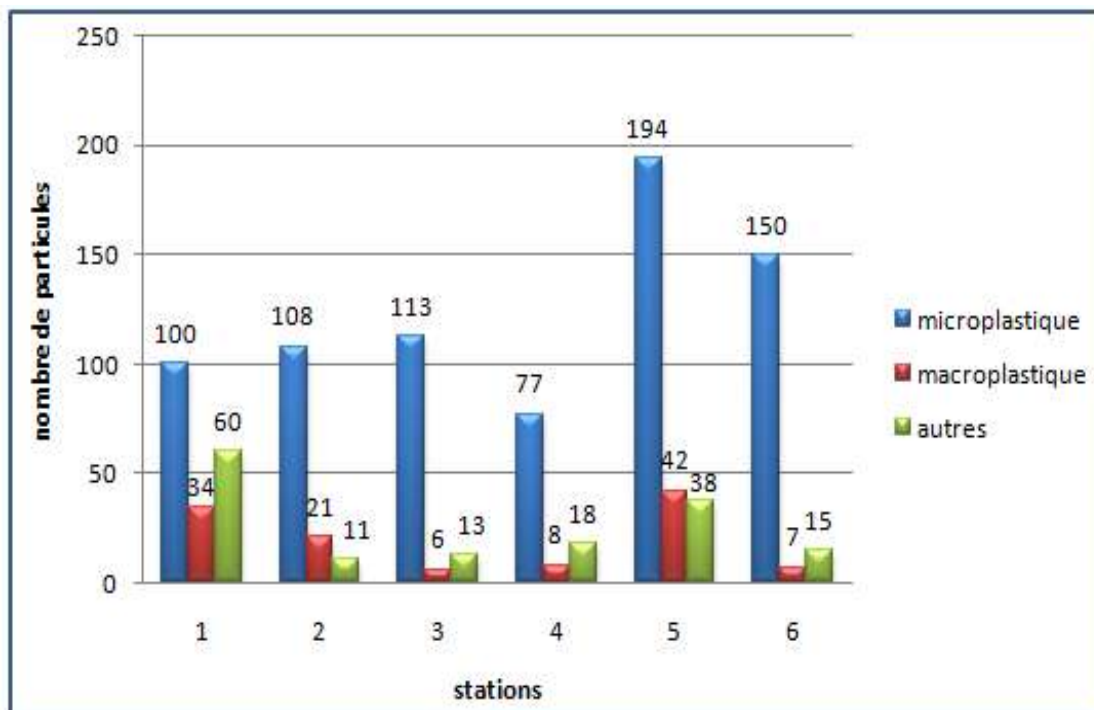
Station	Salinité (PSU)	Température (°C)	pH	O.D (ppm)
1	37,84	16,83	8,50	8,30
2	35,92	16,73	9,60	5,91
3	37,72	16,89	9,45	6,13
4	37,72	16,78	9,34	6,28
5	37,75	16,76	8,83	6,96
6	37,74	16,86	8,80	7,30

Il apparaît clairement que les microplastiques sont présents dans tous les prélèvements en quantités considérables. Les six échantillons contiennent aussi des macroplastiques, des algues, des débris de phanérogames marines ainsi qu'une forte abondance de plancton (période de production primaire) et des œufs.

Les différents types de débris ont été classés en trois catégories : microplastiques, macroplastique, et autres débris (végétaux, déchets...etc).

## Résultats et discussion

L'histogramme (**Figure 30**) suivant représente les résultats obtenus après l'isolement et le comptage de chaque catégorie dans les volumes échantillonnés des différentes stations (**Annexe5**).



**Figure 30** : Représentation du nombre de différents débris dans chaque station.

On remarque que dans toutes les stations, la présence de microplastiques est à la fois présente et quantitativement importante. Les abondances les plus élevées sont réparties le long des stations près de la côte. Les macro-déchets plastiques ainsi que les produits divers sont moins présents.

Les stations 1, 2, 3, 5 et 6 enregistrent des concentrations les plus élevées. Ceci peut s'expliquer par les rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu marin, les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer (Oued Mazafran, oued Beni Messous), par l'activité anthropique des complexes touristiques (Hôtel Sable d'or, hôtel Sheraton, Port de plaisance Sidi-Fredj) et ainsi par le charriage des déchets par le vent d'Est caractéristique de la zone d'échantillonnage en été et en automne (**Asso, 1982 in Doumandji et Amenouche, 2015**).

La concentration maximale est relevée au niveau de la station 5 (261879 Particules/km<sup>2</sup>), située près d'Oued Mazafran qui se caractérise par son débit,

## Résultats et discussion

le plus important de la baie et charriant des déchets conséquents. Sachant qu'en Algérie 90% des plastiques rejetés ne sont pas recyclés (Berkouk, 2016), il est fort probable que l'Oued Mazafran est la source la plus importante de rejets de plastiques dans la baie de Bou-Ismaïl. Il est aussi à noter que les rejets de Tonic emballage se trouvant non loin de notre station peuvent aussi l'affecter.

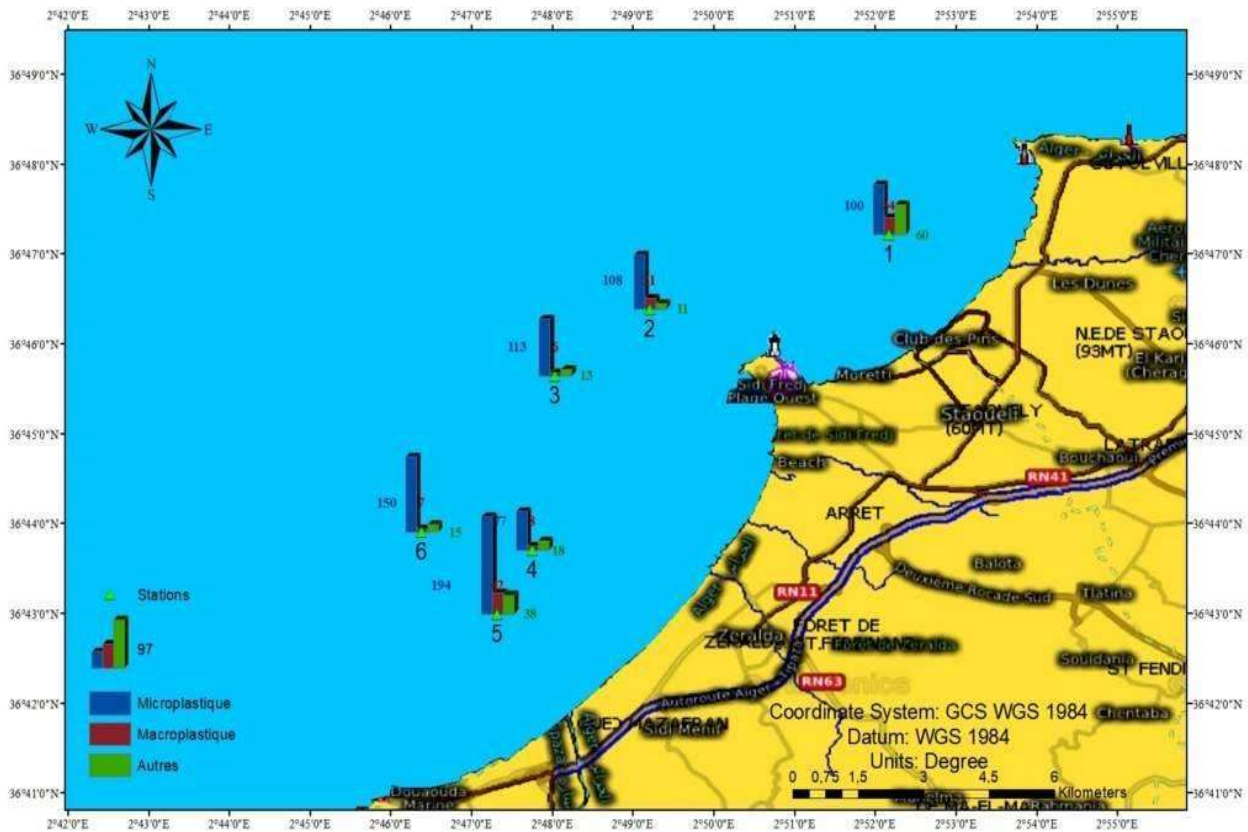


Figure 31 : Répartition des déchets dans la baie de Bou-Ismaïl.

### IV.1 Statistique de base

Le résultat principal de l'analyse des échantillons peut encore être normalisé par  $\text{km}^2$ . La formule utilisée pour la normalisation est la suivante :

**Particules microplastiques par zone d'échantillonnage / surface de prélèvement**

Où la zone d'échantillonnage est calculée en multipliant la distance d'échantillonnage par la longueur de l'ouverture du filet Manta (Annexe 5).

Le tableau ci-dessous (Tableau 5) donne les résultats statistiques de base effectués sur les données obtenues (Min, Max, Moyenne, Ecart-type, coefficient de

## Résultats et discussion

variation).ces derniers aideront, dans la suite de ce mémoire, à mieux discuter et à mieux comparer nos résultats.

**Tableau 5** : Résumé statistique des données obtenues exprimé en (Particules/Km<sup>2</sup>)

	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>EcartType</b>	<b>Coefde variation</b>
<b>Microplastiques</b>	76993	261879	145369	63134	43%
<b>Macroplastiques</b>	6479	56695	24184	21055	87%

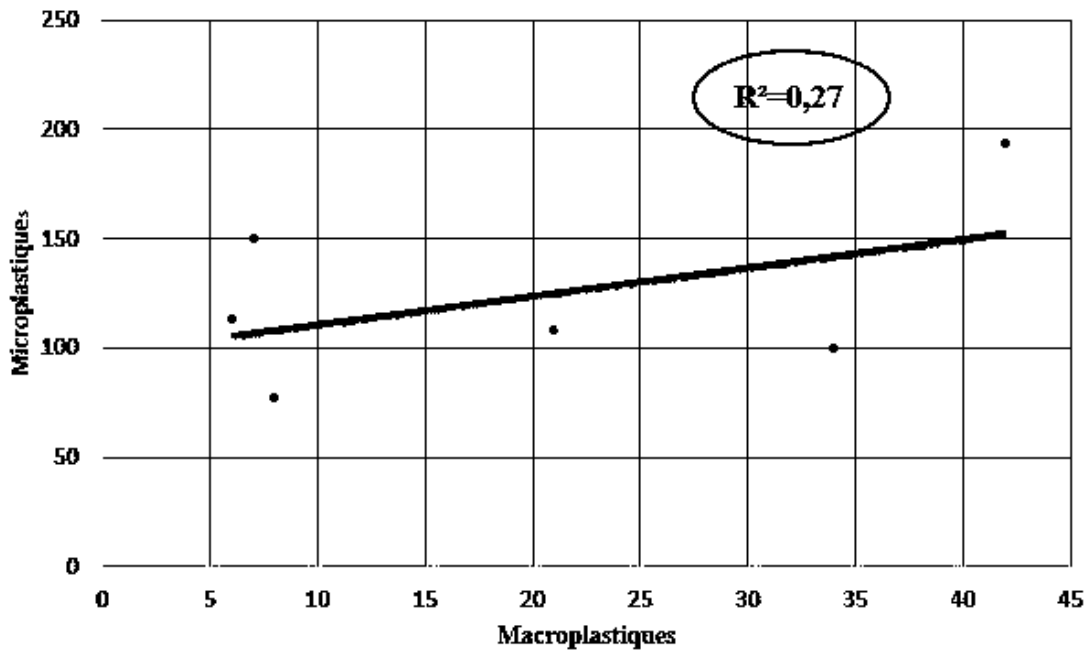
Dans la baie de Bou-Ismaïl l'abondance des microplastiques présentent un minimum de 76993 particules/km<sup>2</sup> à la station 4, et un maximum de 261879 particules/km<sup>2</sup> à la station 5, par contre l'abondance des macroplastiques présente un minimum de 6479 particules/km<sup>2</sup> à la station 3, et un maximum de 56695 particules/km<sup>2</sup> à la station 5. Les moyennes des abondances des microplastiques et des macroplastiques présentent des valeurs de 145369 particules/km<sup>2</sup>, 24184 particules/km<sup>2</sup>.

L'écart-type sert à mesurer la dispersion, ou l'étalement des particules autour de leur moyenne. Dans notre cas, l'écart-type est inférieur à la moitié de la moyenne (L'écart-type < moyenne/2) on peut donc considérer qu'il n'y a pas une grande variation des concentrations des microplastiques entre les différentes stations tandis que la variation des concentrations des macroplastiques est importante (L'écart-type presque égale moyenne).

Le coefficient de variation est de **43.%** pour les microplastiques et de **87.%** pour les macroplastiques. Le degré de variation des macroplastiques entre les différentes stations est plus important que le degré de variation des microplastiques qui peut être expliqué par le faible nombre des macroplastiques échantillonné lors de notre sortie en mer par rapport aux microplastiques.

La droite de tendance suivante (**Figure 32**) nous permet de relever la relation existante entre les macroplastiques et les microplastiques dans chaque station.

## Résultats et discussion



**Figure 32 :** Droite de tendance entre microplastiques et macroplastiques dans les stations échantillonnées.

Les chiffres de notre étude montrent que la comparaison entre ces deux catégories nous a permis de noter qu'il y a des microplastiques en grandes quantité par rapport aux macroplastiques.

A la suite de ces résultats et grâce à la droite obtenue qui montre qu'il existe une corrélation modéré ( $R=0.52$ ) entre ces deux types de débris. Cette corrélation pourrait s'expliquer par le phénomène de fragmentation et de dégradation des macroplastiques en microplastiques. Effectivement les macroplastiques peuvent se diviser en plusieurs morceaux produisant ainsi un nombre de fragments microscopiques important.

D'autant plus que les conditions météorologiques dans notre zone, avec un ensoleillement et des températures élevées favorisent la dégradation de ces macroplastiques.

La faible dépendance entre les deux catégories, est due aux autres origines de la production microplastiques qui sont rejetés directement dans la mer (voir sources de pollution. ChapitreII : Zone d'étude). Il faut ajouter à cela le temps de séjour qu'un macroplastique met avant sa dégradation finale.

Les résultats des six stations font état de 1015 débris toutes catégories confondues.

Les microplastiques représentent 742 particules (environ 73 %) quantifié dans les six échantillons pour un poids sec total de 2.036 g soit une moyenne de 2.74 mg.

## Résultats et discussion

Les macroplastiques sont évalués à 118 débris soit 12 % du nombre total, avec un poids sec total de 4.14g. Le reste c'est d'autres débris y compris les végétaux qui représentent 155 débris soit 15 %, avec un poids sec total de 2.12g.

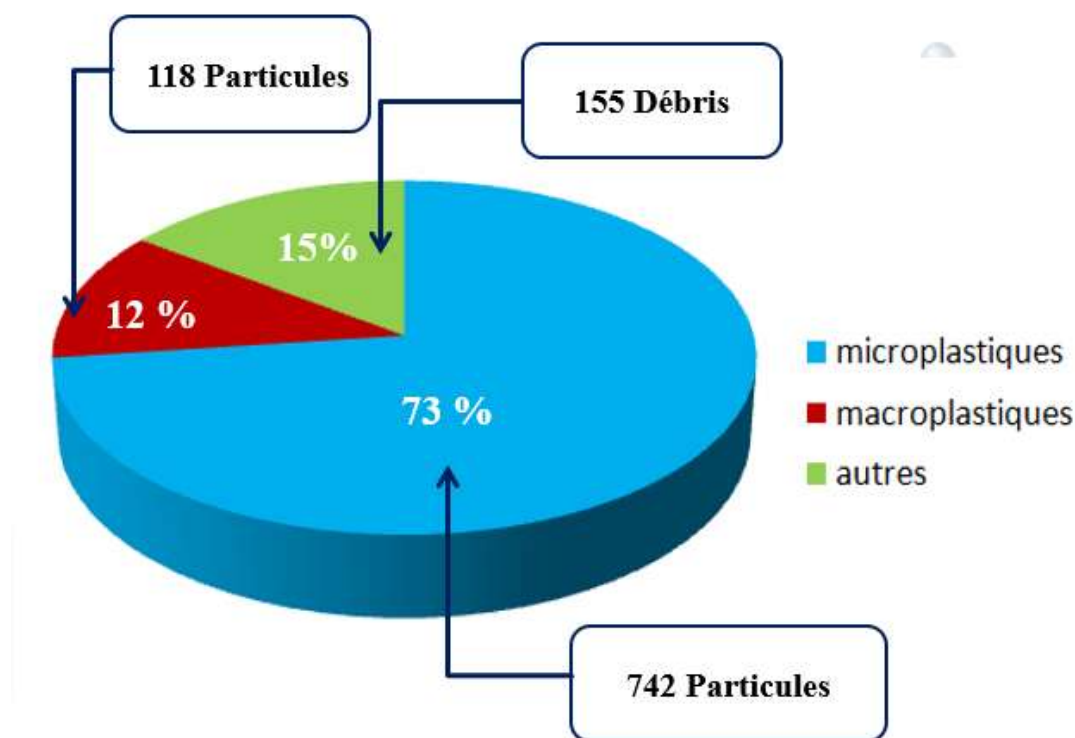


Figure 33 : Types de débris collectés.

Avec une moyenne de 145396 particules/Km<sup>2</sup>, les particules s'étalent sur toute la surface de l'eau pouvant ainsi interagir avec différents maillons de l'écosystème, et donc avoir une influence néfaste sur un large éventail d'espèces.

Les micro-plastiques sont confondus avec du plancton ou autres larves de poissons. Un rapport de Greenpeace affirme que ces fragments sont ingérés par au moins 267 espèces dans le monde, "Les nombreux fragments de plastique ingérés par les animaux ne leur laissent plus de place dans l'estomac pour manger. Ils meurent alors que le ventre vide" (François Chartier, 2016).

### IV.2 Comparaison des résultats avec l'étude de Collignon

En Méditerranée, une étude sur les microplastiques dans le bassin liguro-provençal a été effectuée par une équipe de recherche composée par le laboratoire d'Océanographie de l'université de Liège, la Station de Recherche Sous – marines et Océanographiques (STARESO) de Corse, L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer(IFREMER) ainsi que l'association « Expédition MED ».

## Résultats et discussion

Il est possible de comparer leur résultats à ceux obtenus dans la baie de Bou-Ismaïl, car les deux études ont été effectuées en Méditerranée, mais aussi parce que le protocole utilisé est similaire.

**Tableau 6 :** comparaison des résultats avec des études récentes.

	<b>Abondance moyenne (particules /Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Poids particules (mg)</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>
<b>Collignon, et al., 2012)</b>	<b>116000</b>	<b>1.81</b>	<b>892000</b>	<b>000000</b>
<b>Etude actuelle</b>	<b>145397</b>	<b>2.7</b>	<b>261879</b>	<b>76994</b>

L'abondance minimale, quant-à-elle est nulle dans la zone nord-ouest méditerranéenne, alors qu'elle est de 76994 particules/km<sup>2</sup> dans notre étude car la présence de microplastiques est signalée dans tous les relevés de filet. Le nombre de particules des plastiques ainsi que les zones de prélèvements peuvent être la raison de cette différence, mais aussi les conditions du milieu. Le maximum d'abondance dans la baie de Bou-Ismaïl est de 261879particules/km<sup>2</sup>plus important que dans le nord-ouest méditerranéen.

Dans la baie de Bou-Ismaïl l'abondance moyenne des particules lors de la présente campagne est de 145397 particules /km<sup>2</sup> en comparaison avec l'étude faite par Collignon et leurs collaborateurs en 2012, l'abondance moyenne dans la présente étude est plus importante que celle de Collignon et collaborateurs.

La différence entre les deux études peut être expliquée par l'absence des stratégies de collecte et de recyclage des plastiques prévenant des sources de pollution.

## Résultats et discussion

---

Le facteur temporel aussi peut expliquer la différence de l'abondance entre les deux régions du fait que la présente étude (notre étude) est réalisée 5ans après la campagne de Collignon et collaborateurs. Les macroplastiques ont eu probablement le temps de se dégrader en augmentant le nombre des microplastiques. La différence temporelle entre les deux régions, à probablement favoriser l'accumulation des microplastiques.

En termes de poids des particules de microplastiques la présente zone d'étude en comparaison avec le nord-ouest du bassin Liguro-provençal (**Collignon, et al. 2012**), Présente un poids particulière des microplastiques plus important qui peut être expliqué par une action mécanique plus intense, et/ou par un temps de séjours des particules plus long dans la zone méridionale de bassin Méditerranéen.

La comparaison entre les deux études permet de relever que la pollution par les microplastiques est, à priori, plus élevée dans la partie méridionale de la Méditerrané et que les microplastiques dans la baie de Bou-Ismaïl ont subi plus de dégradation, et donc avec un temps de séjours plus long et une pollution plus ancienne.

Il est à signaler lors de la sortie de la présente étude en baie de Bou-Ismaïl que les conditions météorologiques ont été favorables. De ce fait les quantités mesurées sont probablement très significatifs et similaires aux quantités réelles des microplastiques.

---

# CONCLUSION

---

## Conclusion

---

Notre étude a démontré la présence en quantités considérables des microplastiques dans les six stations ainsi que la présence de macro-déchets plastiques dont la variabilité est plus importante que celle des microplastiques. Les résultats ont été comparés avec une autre étude dans le bassin Liguro-provençal, la différence la plus importante est la présence de microplastiques en grande quantité au niveau de la baie de Bou-Ismaïl à cause de l'absence de politique de lutte et de recyclage des déchets plastiques qui se retrouve par la suite au niveau des rejets d'eaux usées et ainsi au final dans le milieu marin.

L'étude a permis de quantifier les déchets microplastiques dans la baie de Bou-Ismaïl qui est relativement plus polluée et présentant un fort impact de perturbation de l'état naturel du milieu marin ainsi que l'accentuation de la pollution par les microplastiques. Par contre, l'étude reste à être confirmée et complétée par d'autres études de suivi dans les prochaines années afin de comprendre l'évolution des microplastiques dans les prochaines années.

Par contre ; les premiers résultats de cette étude restent à être confirmés et complétés par d'autres études par un suivi régulier dans l'espace et dans le temps dans les prochaines années.

A cet effet, des perspectives devront être proposées et adaptées, en mettant comme objectif :

- Afin de lutter et de réduire les microplastiques dans le milieu marin, il est souhaitable de recommander aux gestionnaires des wilayas côtières d'imposer la réduction de la pollution à la source : par récupération des déchets plastiques en amont des rejets de toute sorte, par la sensibilisation en insistant sur l'impact sur la dégradation du milieu marin
- Financer la recherche scientifique innovante pour trouver les moyens de dégrader sans perturber le milieu marin les microplastiques qui sont et seront de plus en plus présents à l'avenir en mer.

L'application de ces prospections semble très faible, selon nos recherches et nos expériences en mer, les raisons sont de deux ordres, en premier lieu il s'agit de l'impuissance des pouvoirs publics devant la pression de l'utilisation de la matière

## **Conclusion**

---

plastique, la seconde est le manque de prise en conscience de la part des responsables de l'intérêt écologique et environnemental, pour cette raison une sensibilisation des responsables est impérative pour une bonne surveillance de notre littoral algérois.

---

# **BIBLIOGRAPHIE**

---

## Bibliographie

---

- ANDRAYE, A.L. (2003). *Plastics and the environment*. New York: Andrady, John Wiley and Sons, 792 p.
- ANDRAYE, A.L. (2011). Microplastics in the marine environment. In: *Marine pollution bulletin*, pp. 1596-1605.
- ANRH (2013). Agence national des ressources hydraulique. Alger : ANRH.
- BACHARI-HOUMA, F. (2009). *Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire*. Thèse de doctorat. Ocean Atmosphère. Paris : Université Paris-Est, 174 p.
- BONHOMME, S. et al. (2003). Environmental biodegradation of polyethylene. *Polymer degradation and stability*. Vol. 81, n°3, pp. 441-452.
- BARNES, D. et al. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of royal society biological sciences*. Vol. 364, pp. 1985-1998.
- BEAUCHEMIN, M. (2015). *Microplastiques dans les grands lacs : pistes de réflexion pour des solutions adaptées à la réalité canadienne, maîtrise en environnement*. Thèse de doctorat. Canada : Université de Sherbrooke, p. 113.
- BRAIK, D.J. (1989). *Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou-Ismaïl – sédimentologie-problèmes d'érosion du littoral-Aménagement*, Magister en Géologie. Alger : Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, 153 p.
- BROWMER, T., KERSHAW, P. (2010). *Proceedings of the GESAMP international workshop on microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the ocean*. 28-30/06/2010. Paris: UNESCO-IOC, 38 p.
- CARPENTER, E.J. SMITH, K.L. (1972). Plastics on the Sargasso sea surface. *Science*. Vol. 175, n° 4027, pp. 1240-1241.
- COLE, M. et al. (2011). Microplastics as contaminant in the marine environment. *Marine pollution bulletin*. Vol. 62, n°12, pp. 2588-2597.
- COLLIGNON, A. et al. (2014). Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the bay of Calvi (Mediterranean-Corsica). *Marine pollution bulletin*. Vol. 79, n°1-2, pp. 293-298.
- DAVIS, A., SIMS, D. (1983). Weathering of polymers. In: *Applied science publishers*. 294 p.

## Bibliographie

---

- IVAR DO SUL, J. A., COSTA, M. F. (2013). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental pollution*. Vol. 185, pp. 352-364.
- DOUMANJI, N., AMENOUCHE, C. (2015). *Contribution à l'étude de la pollution par les microplastiques dans la baie de Bou-Ismaïl*. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences de la mer. Option : Environnement marin. Alger : ENSSMAL, 56 p.
- DUSSUD, C., GHIGLIONE, J.F. (2014). *La dégradation des plastiques en mer*. n°7. France : Etienne bourgeois, 63 p.
- FAURE, F., ALENCASTRO, F. (2014). *Evaluation de la pollution par les plastiques dans les eaux de surface en Suisse*. n°15. Suisse : Office fédéral de l'environnement, 42 p.
- FOSSI, M. S. et al. (2012). The rôle of large marine vertebrates in the assessment of the quality of pelagic marine ecosystems. *Marine environmental research*. Vol. 77, pp. 156-158.
- GALGANI, F. (2016). *Les déchets marins*. n°57. Marseille : Institut océanographique, 67 p.
- GORDON, D.M. (2006). Eliminating land-based discharges of marine debris in: *California: a plan of action from the plastic debris project*. California state water resources control board, 123 p.
- GREGORY, M. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings: entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasion. *Biological sciences*. Vol. 364, n°1526, pp. 2013-2025.
- GUILLOT, D. (2013). Un phénomène sous haute surveillance. les nouvelles de ifremer, 145 p.
- HAMMER, J. et al. (2012). Plastics in the marine environment : The darkside of a modern gift. *Reviews of environmental contamination and toxicology*. Vol. 220, pp. 1-44.
- HIRAI, H. et al. (2011). Organic micro pollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine pollution bulletin*. Vol. 62, n°8, pp. 1683-92.

## Bibliographie

---

- LECLERCQ, J. (2015). *Approche systémique d'impacts des micro-plastiques et du bisphénol A au sein de différents niveaux trophiques du bassin méditerranéen et analyse des politiques européennes actuelles en la matière*. Thèse de doctorat. Institut de gestion de l'environnement et d'aménagement du territoire faculté des sciences. Bruxelles, 98 p.
- LITHNER, D. et al. (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the total environment*. Vol. 409, n°18, pp. 3309-3324.
- MAGUELLATI, Sraoui (2010). *Les métaux traces dans le sédiment et les biotes du milieu marin dans la baie d'Alger et de la baie Bou-Ismaïl*. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences de la mer. ENSSMAL. Alger. 85 p.
- KOVAČ, Viršek. et al. (2016). *Protocol for microplastics sampling on the sea surface and sample analysis*. Journal of visualized experiments, n° 118, pp. 55-161.
- MOORE, C. J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threa, *Environmental research*. Vol. 108, n°2, pp. 131-139.
- MULLER, R.G. et al. (2001). *Degradation of polymers containing aromatic constituents*. *Journal of biotechnology*. Vol. 86, n°2, pp. 87-95.
- NOWPAP. (2007). *Twelfth intergovernmental meeting of the northwest pacific action plan*. Xiamen. China, 38 p.
- LUSHER, A.L. et al. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the english channel. *Marine pollution bulletin*. Vol. 67, n°1-2, pp. 94-99.
- ROCHMAN, C. M. et al. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientifique reports*. Vol. 3, pp. 32-63.
- RYAN, P. G. (1988). Effects of ingested plastic on sea bird feeding: evidence from chickens. *Marine pollution bulletin*. Vol. 19, n°3, pp.125-128.
- SOUDANT, A.-L. et al. (2014). *Fate and impact of microplastics in marine ecosystem*. Thèse de doctorat. Plouzané- France. 57p.

## Bibliographie

---

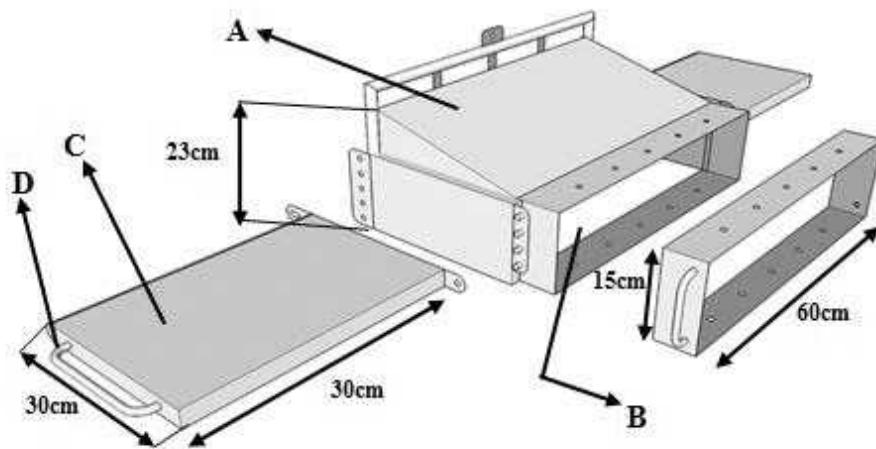
- TANAKA, K. et al. (2013). Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine debris. *Marine pollution bulletin*. Vol. 69, n° 1-2, pp. 219-222.
- TARMOUL, F. (2010). *Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel «cas de la lagune de Béni-messous»*. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences de la mer. ENSSMAL. Alger. 198 p.
- TEUTEN, E. L. et al. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical transactions of the royal society b-biological sciences*. Vol. 364, n°1526, pp. 2027-2045.
- THOMPSON, R. C. et al. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic. *Marine pollution bulletin*. Vol. 304, n°5672, pp. 838-838.
- VAN MOOS, N. et al. (2012). Up take and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* after an experimental exposure. *Environment science and technology*. Vol. 46, n°80, pp. 11327-11335.
- WRIGHT, S. L. et al. (2013). Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current biologie*. Vol. 23, n°23, pp. 1031-1033.
- ZEGHDOUDI, E. (2006). *Modélisation bioéconomique des pêcheries méditerranéennes-application aux petits pélagiques de la baie de Bou-Ismaïl*. Diplôme de master. Option : Halieutique. Alger : ENSSMAL, pp.75-115.

---

# ANNEXES

---

**Annexe 1 : dimensions du socle (Tarmoul 2015)**



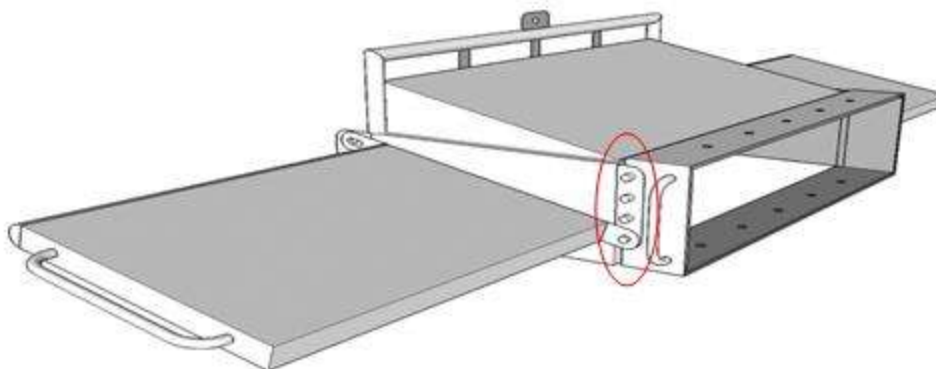
(A) : Le socle

(B) : La bouche

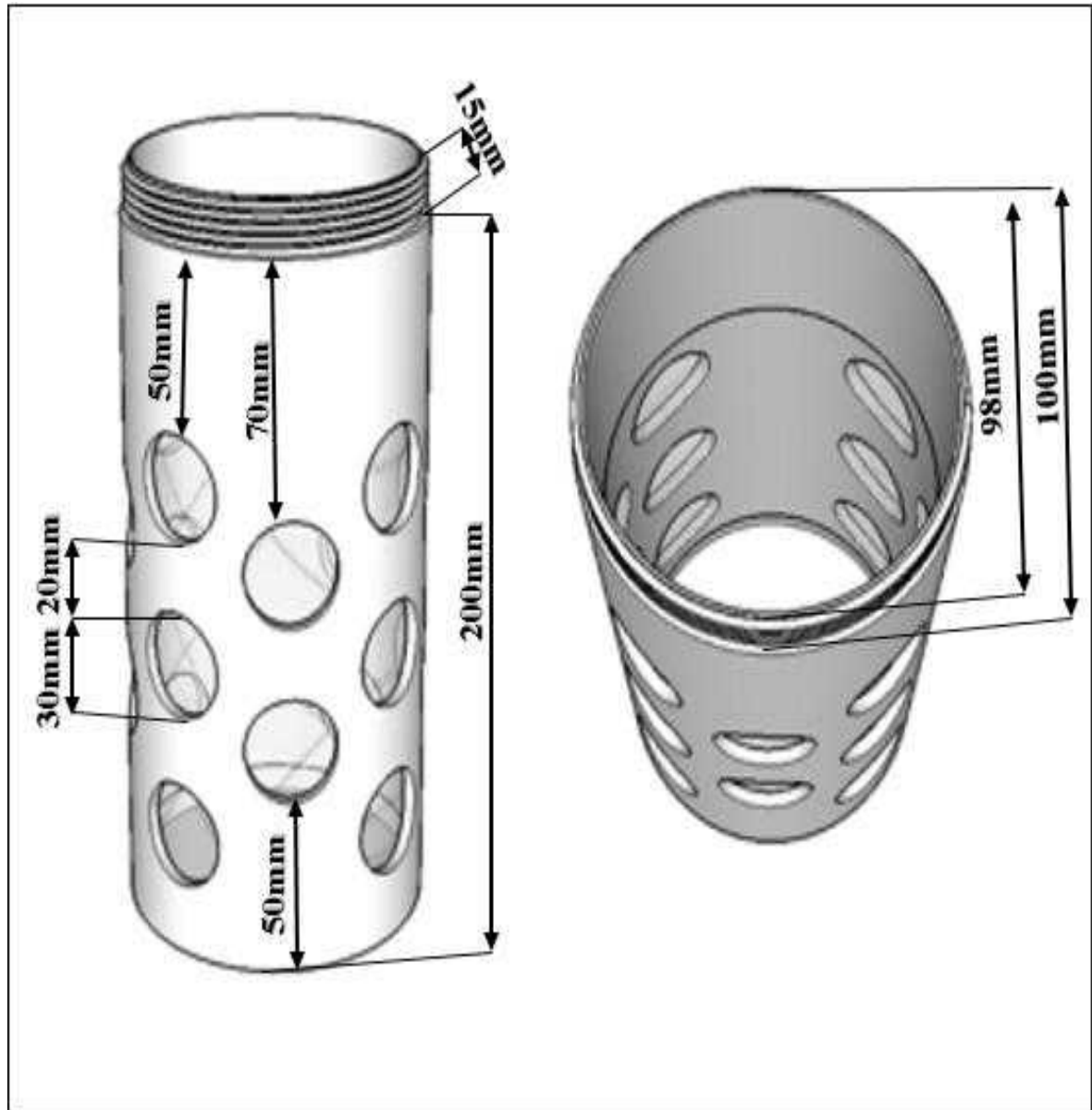
(C) : Aileron

(D) : Poignet de l'aileron

**Annexe 2 : Languettes de fixation de l'aileron en quatre niveaux.**



**Annexe 3 : Dimensions de collecteur (Tarmoul 2015).**



**Annexe 6 : les activités polluantes dans la baie de Bou-Ismaïl (M.A.T.E, 2006).**

<b>Dénomination de l'unité</b>	<b>Nature de l'activité</b>	<b>Nature de la pollution générée</b>
Sarl Resiteck	Production de peinture bâtiments	Apports importants de métaux lourds, huiles et lubrifiants.
Alufer	Métallurgie	Chutes d'Aluminium et de poussières de Fer
Aluminal		
SARL Prochimal	Fabrication de produits d'entretiens	Eaux usées chargées d'éléments chimiques ; rejets de savons ; agents de lavage et rinçage caractérisé par une teneur élevée en savons saponifié et en DBO
Plastram	Transformation plastique	Eaux de nettoyage
PFIZER	Fabrication des produits vétérinaires	Eaux usées chargées d'éléments chimiques
Imprimerie SHELLIA	Utilisation importante d'encre	Déversement des encres avec les eaux domestiques
TONIC Emballage	Fabrication des boîtes, gobelets, emballage de différentes dimensions	Rejets d'eaux usées domestiques + chutes de carton, papiers
TERRA Céramique	Production de céramiques et de poteries	Lessivages d'argiles vers la mer

## Annexe 7

**Tableau 4:** vitesses du vent enregistré au niveau de la station de Dar El-Beida (2006–2015). (ONM, 2017).

	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jui</b>	<b>Juill</b>	<b>Aou</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>
<b>Max</b>	15,4	13,3	14,9	12,2	11,9	12,2	11,8	12,0	11,5	11,1	11,2	11,0
<b>Min</b>	7,3	9,7	8,6	8,0	8,6	7,8	8,0	9,1	9,0	8,4	7,7	7,0
<b>Moy</b>	10,0	11,4	11,3	10,7	10,5	10,6	10,4	10,4	10,4	9,6	9,7	8,9

**Annexe 4** : les données de la sortie.

**Tableau** : présentation des données de la sortie en mer.

<b>STATIONS</b>	<b>Coordonnées Début</b>	<b>Profondeur Début</b>	<b>Coordonnées Fin</b>	<b>Profondeur Fin</b>	<b>Vitesse (Kt)</b>	<b>Débit 1</b>	<b>Débit 2</b>	<b>Volume (l)</b>	<b>Volume (m³)</b>	<b>Etat de la mer</b>	<b>Durée (min)</b>
<b>1</b>	36.78695 N 2.86953 E	10 m	36.804495 N 2.871197 E	16 m	2.2	29230	34243	1353510	1353,51	Calme	20
<b>2</b>	36.773149 N 2.820132 E	32 m	36.783142 N 2.82727 E	13 m	2.3	55757	61089	1439640	1439,64	Agitée	20
<b>3</b>	36.760775 N 2.80062 E	45 m	36.767438 N 2.812518 E	47 m	2.5	50258	55460	1404540	1404,54	Calme	20
<b>4</b>	36.728415 N 2.795861 E	28 m	36.741999 N 2.791014 E	44 m	2.7	44324	50258	1602180	1602,18	Calme	20
<b>5</b>	36.716517 N 2.788723 E	23 m	36.726987 N 2.784916 E	34 m	2	39967	44324	1176390	1176,39	Agitée	20
<b>6</b>	36.731746 N 2.773019 E	30 m	36.737457 N 2.762073 E	38 m	2.5	34243	39967	1545480	1545,48	Agitée	20

## Annexe 5

**Tableau :** Synthèse des résultats obtenus dans la baie de Boui-Ismaïl.

stations	volume (m3)	distance (km)	surface (km2)	surface (m2)	nombre de microplastique	µP / m3	µP / km2	poids sec	poids/m3	macroplastiques	macroplastique / km²	poids sec	poids / m3
1	135,35	1,35	0,0008	814,8	100	0,73	122717,4	0,18	0,0013	34	41723,9	1,12	0,008
2	143,96	1,41	0,0008	851,9	108	0,75	126772,4	0,21	0,0014	21	24650,2	0,96	0,006
3	140,45	1,54	0,0009	926	113	0,80	122030,2	0,24	0,0017	6	6479,4	0,18	0,001
4	160,21	1,66	0,001	1000,	77	0,48	76993,8	0,13	0,0008	8	7999,3	0,26	0,001
5	117,63	1,23	0,0007	740,8	194	1,64	261879,0	0,71	0,006	42	56695,4	1,42	0,012
6	154,54	1,54	0,0009	926	150	0,97	161987,0	0,56	0,003	7	7559,3	0,2	0,001

**Distance = Vitesse \* Temps.**

**Surface = distance \*Largeurs du Socle.**

**Densité = (Nombre des particules /Surface) et (Poids sec de l'échantillon/Surface).**

## Résumé

---

### Résumé

Au niveau des côtes algériennes précisément la baie de Bou-Ismaïl, la pollution par les microplastiques constituer un réel danger pour les écosystèmes et par voie de conséquences sur la santé des populations.

Notre objectif consiste à évaluer la distribution spatiale des fragments de microplastiques et leurs abondances dans les eaux de la baie de Bou-Ismaïl, pour atteindre notre objectif on a choisis 6 stations dans la baie de Bou-Ismaïl pour effectués nos prélèvements, la surface des 6 stations a été échantillonnée avec un filet flottant (Filet Manta ), après la quantification, les résultats ayant démontré la présence des microplastiques dans tous les prélèvements en quantités considérables.

Ces microplastiques proviennent de nombreuses sources et génèrent un large éventail d'impacts environnementaux, malheureusement leurs devenir reste mal compris et mal maîtrisé.

**Mots clé :** microplastiques ; filet Manta ; plastique.

### Abstact

At the level of the Algerian coasts precisely the Bay of Bou-Ismaïl, pollution by microplastics constitute a real danger to the ecosystems and by consequences on the health of the populations.

Our objective is to evaluate the spatial distribution of microplastic fragments and their abundances in the waters of Bou-Ismaïl Bay. To achieve our objective, we chose 6 stations in Bou-Ismaïl Bay to carry out our sampling, 6 stations were sampled with a floating net (Manta net), after quantification, the results having demonstrated the presence of microplastics in all samples in considerable quantities.

These microplastics come from many sources and generate a wide range of environmental impacts, unfortunately their fate remains poorly understood and poorly controlled.

**Key words:** microplastics; Manta net; plastique.

### ملخص

على مستوى السواحل الجزائرية تحديدا خليج بو إسماعيل، يشكل التلوث بالبلاستيك الدقيق خطرا حقيقيا على النظم الإيكولوجية وعواقب على صحة السكان.

هدفنا هو تقييم التوزيع المكاني للشظايا الصغيرة ووفرتها في مياه خليج بو إسماعيل. ولتحقيق هدفنا، اخترنا 6 محطات في خليج بو إسماعيل لتنفيذ عيناتنا، تم أخذ عينات من هذه المحطات مع شبكة عائمة (مانتا نيت)، بعد القياس الكمي، أظهرت النتائج وجود البلاستيك الدقيق في جميع العينات بكميات كبيرة ومعتبرة

هذه الشظايا الدقيقة تأتي من مصادر عديدة وتولد مجموعة واسعة من الآثار البيئية السلبية، لسوء الحظ لا يزال مصيرها غير مفهوم جيدا وعدم السيطرة عليها مشكلا.

**الكلمات المفتاحية:** البلاستيك الدقيق، الشبكة العائمة، البلاستيك.