



---

# SUIVIS DES MICROPLASTIQUES POUR L'OBSERVATOIRE DES DÉCHETS MARINS DU PARC NATUREL MARIN DE MAYOTTE :

---

## Présence de Microplastiques (MPs) dans différents compartiments biologiques



**CHEBANI Rahabati Binti**

Etudiante en Master 2 Sciences de la mer (SDM) option Interactions  
biotiques et Perturbations Anthropiques en environnement (IPA)

A l'université de Toulon - UFR Sciences et techniques

Année soutenance : 2020

*Tuteur de Stage : Clément LELABOUSSE (Chargé  
de mission au PNMM)*

*Tuteur à l'université TLN : Stéphane MOUNIER  
(Maitre de conférence et responsable de la  
formation)*

## Table des matières

Table des illustrations	2
PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	3
1. INTRODUCTION	3
GÉNÉRALITÉS	3
SITE D'ÉTUDE, CONTEXTE LOCAL ET OBJECTIFS DU STAGE :	5
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES	7
2.1. Échantillons biologiques	7
2.1.1. Description des organismes	7
2.1.2. Stratégie d'échantillonnage et dissection	8
2.2. Méthodes d'extraction des MDs et MPs des voies digestives	8
2.2.1. Macro-déchets et organismes marins	8
2.2.2. Microplastiques et organismes marins	8
2.2.2.1. Traitement à l'hydroxyde de potassium (KOH)	8
2.2.2.2. Traitement au peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	9
2.2.3. Caractérisation visuelle : identification des MPs	9
2.2.4. Contamination des échantillons	9
3. RÉSULTATS	10
3.1. Macro-déchets et organismes marins	10
3.2. Microplastiques et organismes marins	10
4. DISCUSSION	12
4.1. Macro-déchets et organismes marins	12
4.2. Microplastiques et organismes marins	12
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	14
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	15
ANNEXES	19
Résumé	21
Abstract	21

## Table des illustrations

<b>Figure 1. A.</b> Evolution de la production des déchets plastiques à échelle mondiale, depuis 1950 (Pouget, 2017 : konbini.com) ; <b>B.</b> Devenir des déchets plastiques (Thiberge, 2017 : lemonde.fr).....	4
<b>Figure 2.</b> Nomenclature basée sur la taille des plastiques (MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter, 2013, ECOTOX).....	4
<b>Figure 3.</b> Le PNMM couvre la totalité de la ZEE de Mayotte.....	7
<b>Figure 4.</b> Filets de pêches, hameçon et de sac poubelles retrouvés dans les Tortues vertes .....	10
<b>Figure 5.</b> Abondance (A), tailles (B), types (C), couleurs (E) des microplastiques trouvés dans les organismes marins .....	11
<b>Figure 6.</b> Proportion des différents types de microplastiques retrouvés dans les échantillons de sédiments de plage (A) et d'eau de surface du lagon (B).....	13

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Mon stage s'est déroulé au parc naturel marin de Mayotte (PNMM) créé par décret le 18 janvier 2010. Il est le premier parc naturel marin créé en outre-mer et la plus grande aire marine protégée (AMP) française. Il couvre l'ensemble de la zone économique exclusive (ZEE) de Mayotte, département français situé dans le canal du Mozambique dans l'océan indien, soit plus de 68 381 km<sup>2</sup>. Côté terrestre, il s'étend jusqu'au « haut de l'estran correspondant à la limite du domaine public maritime » (PNMM, 2012). Le PNMM est présidé par M. Abdou DAHALANI et est dirigé par M. Christophe FONTFREYDE. Il compte 33 agents dont Clément LELABOUSSE, mon tuteur de stage, chargé de mission « Qualité de l'eau et écotoxicologie ». Les agents sont salariés de l'Office français de la biodiversité (OFB), établissement public sous tutelle du ministère chargé de l'écologie. Le PNMM vise à la fois le bon état des écosystèmes, des espèces et habitats patrimoniaux ou ordinaires, le bon état des eaux marines, mais également l'exploitation durable des activités, les valeurs ajoutées (sociale, économique, scientifique, éducatif) ou encore le maintien du patrimoine maritime naturel et culturel (PNMM, 2019). Il dispose de sept grandes orientations, nées d'une concertation avec les usagers de la mer, et fixées par le décret de création : (1) Faire de l'île un « pôle d'excellence » en matière de connaissance et de suivi des écosystèmes tropicaux et de la mangrove. (2) Retrouver une bonne qualité de l'eau dans le lagon notamment par une gestion appropriée des mangroves. (3) Développer en dehors du lagon une pêche professionnelle écologiquement exemplaire et pourvoyeuse d'emplois et de produits de la mer pour Mayotte. (4) Développer des filières aquacoles respectueuses de l'environnement et en particulier celles qui bénéficient directement aux populations locales. (5) Faire découvrir le milieu marin et la biodiversité grâce à l'organisation des activités de loisirs et la professionnalisation des acteurs du tourisme. (6) Pérenniser et valoriser les pratiques vivrières et les savoirs traditionnels dans le cadre d'une gestion précautionneuse du lagon. (7) Protéger et mettre en valeur le patrimoine naturel, de la mangrove aux espaces océaniques, notamment par la formation et la sensibilisation du plus grand nombre. Ces orientations constituent le point de mire des actions que le parc met en place. Le parc s'engage à la connaissance du patrimoine marin ainsi qu'à la protection et au développement durable du milieu marin (Site PNMM ; PNMM, 2012).

## 1. INTRODUCTION GÉNÉRALITÉS

Dans les océans, la surexploitation, le déversement des déchets, la pollution, les espèces exotiques envahissantes, le dragage et le changement climatique mondial constituent des menaces majeures pour la vie marine. Néanmoins, la pollution par les débris de plastiques reste la forme la plus particulière d'impact lié à l'humain. En effet, ces débris menacent et affectent la biodiversité marine en raison de leur abondance, de leur durabilité et de leur persistance dans le milieu marin (Derraik, 2002 ; Gall et Thompson, 2015). Depuis l'invention du premier plastique en 1907 (Wang *et al.*, 2019), jusqu'à nos jours, l'Homme l'a diversifié, perfectionné et exploité pour diverses applications<sup>1</sup>. L'utilisation intensive de ces plastiques a apporté de nombreuses commodités à la vie des Hommes (Wang *et al.*, 2019) et depuis, sa production mondiale n'a cessé d'augmenter, atteignant presque 350 millions de tonnes en 2017 (PlasticsEurope, 2018). Et depuis les débuts de son utilisation massive en 1950, 8,3 milliards de tonnes de plastique ont été fabriquées (Pouget et Thiberge, 2017). Sur ces quantités gigantesques, 6,3 milliards de tonnes de plastiques sont devenues des déchets dont seulement 9 % sont recyclées, 12 % sont incinérées tandis qu'une grande quantité (79 %) s'est accumulée dans des décharges ou dans la nature (Figure 1. B). Ce qui est alarmant, c'est de voir que la production mondiale de ce polluant sera triplée d'ici les 30 prochaines années et pourra atteindre 25 milliards de tonnes d'ici 2050 (Pouget et Thiberge, 2017 ; figure 1. A). Ces déchets plastiques sont difficiles à traiter, ce qui a entraîné, entraîne et entraînera des

<sup>1</sup> <http://plastic-lemag.com/Le-bakelite-la-grande-decouverte-de-la-fin-du-XIXeme-siecle>

## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

conséquences majeures et désastreuses pour l'environnement planétaire, particulièrement dans le milieu marin tel que l'accumulation de ces déchets dans l'océan (Kirstein *et al.*, 2019 ; Phuong *et al.*, 2017).

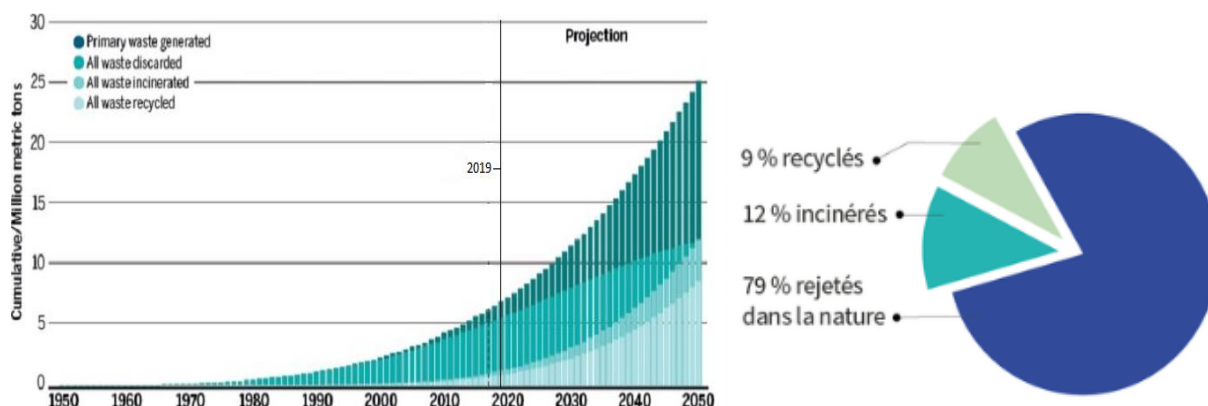


Figure 1. A. Evolution de la production des déchets plastiques à échelle mondiale, depuis 1950 (Pouget, 2017 : konbini.com) ; B. Devenir des déchets plastiques (Thiberge, 2017 : lemonde.fr)

Le « plastique » est un nom générique utilisé pour englober la plupart des polymères synthétiques qui présentent la propriété de plasticité (Phuong *et al.*, 2017). Il désigne une famille de polymères organiques dérivés de sources pétrolières, notamment le polychlorure de vinyle (PVC), le nylon, le polyéthylène (PE), le polystyrène (PS) et le polypropylène (PP) (Anderson *et al.*, 2016 ; Wright *et al.*, 2013). Polyvalent, léger, résistant, persistant (se dégrade lentement), solide, durable, potentiellement transparent, font que ce matériau est omniprésent dans notre vie quotidienne et représente un grave danger pour l'environnement (Andrady, 2011 ; Derraik, 2002 ; Gall et Thompson, 2015). De par leur faible coût, leurs excellentes propriétés de barrière contre l'oxygène et l'humidité, leur bio-inertie ainsi que leur légèreté, en font d'excellents matériaux d'emballage et conviennent parfaitement à une grande variété d'application (Andrady, 2011). Ils sont également flottant (Derraik, 2002 ; Wang *et al.*, 2019 ; Dehaut *et al.*, 2016 ; Cole *et al.*, 2016), ce qui permet une dispersion sur de longues distances. Une fois installés dans les sédiments, ils peuvent persister pendant des siècles (Derraik, 2002). Il est primordial de classer le plastique en termes de taille et du type de déchet. Ce qui aidera à le définir et à anticiper son impact et son traitement. Les plastiques sont ainsi classés de macroplastiques (macro-déchets  $\geq 2,5$  cm) à microplastiques (micro-déchets  $< 5$  mm) (Selon le classement de Lee *et al.*, 2013 ; figure 2). Néanmoins, les scientifiques ne sont pas unanimes sur ce critère de taille qui fait encore objet de débat concernant les microplastiques (MP).

Le terme « microplastique », inventé en 2004 par Thompson *et al.*, 2004, est utilisé pour décrire les plus petites particules de plastiques (Frias et Nash, 2019). La taille de ces derniers varie, mais une limite supérieure de 5 mm est généralement admise dans la littérature (Anderson *et al.*, 2016). Voici quelques exemples tirés de la littérature : le Groupe conjoint d'experts sur les aspects scientifiques de la protection de l'environnement marin (GESAMP) définit les microplastiques comme « des particules de plastique de moins de 5 mm de diamètre, qui comprennent des particules de la taille nanométrique (1 nm) » (Frias et Nash, 2019). Selon Coppock *et al.* (2017), la taille des MPs va de 0,1  $\mu\text{m}$  à 5 mm. Pour Van Cauwenberghe et Janssen (2014), la taille des MPs est  $< 1$  mm. Pour Reisser *et al.* (2014), Luscher *et al.* (2017) et autres, la taille des MPs est  $< 5$  mm. Mais généralement, les études portent plus sur des particules de plastiques allant de 1  $\mu\text{m}$  à 5 mm (Anderson *et al.*, 2016 ; figure 2).

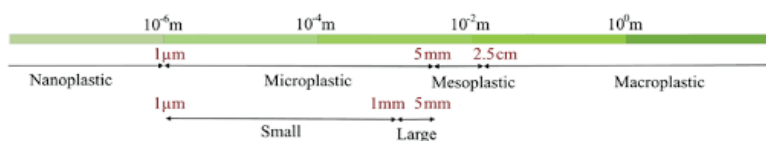


Figure 2. Nomenclature basée sur la taille des plastiques (MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter, 2013, ECOTOX).

Ces MPs sont les produits de dégradation de gros éléments en plastique en fragments plus petits (Van Cauwenberghe et Janssen, 2014 ; Andrady, 2011). Ils sont omniprésents dans tout l'environnement marin

### Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

et sont largement considérés comme un contaminant de préoccupation mondiale (Coppock *et al.*, 2017 ; Van Cauwenbergh et Janssen, 2014 ; Rochman *et al.*, 2015). Ces petits plastiques marins présentent un risque toxique pour les réseaux alimentaires, car ils peuvent contenir des composés toxiques, nocifs, persistants et bioaccumulables, issus du processus de fabrication (PBT, bisphénol A), ainsi que des contaminants adsorbés par l'eau environnante (biphényles polychlorés) (Reisser *et al.*, 2014 ; Cole *et al.*, 2016 ; Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012 ; Thompson, 2015). Ils absorbent ainsi des métaux, des polluants organiques persistants (POP) de l'eau de mer susceptibles d'être plus concentrés sur les surfaces du plastique que dans l'eau environnante (Thompson, 2015 ; Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012).

En fonction de leur processus de formation, on distingue deux grandes familles de microplastiques : les MPs primaires et les MPs secondaires. Les MPs primaires sont produits directement sous la forme de microparticules. Il peut s'agir de microbilles de plastiques intégrés aux produits cosmétiques (rouges à lèvres, vernis, maquillages, etc.) ou d'hygiène corporelle (les gels douches, dentifrices, etc.). Les MPs secondaires, quant à eux, résultent de la dégradation des macroplastiques (morceaux plus gros : sacs en plastique, matériaux d'emballages alimentaires, cordes, etc.) par fragmentation réduits de plus en plus petits par l'action du soleil et des forces mécaniques naturelles (centre ecotox, 2015). Ils sont potentiellement biodisponibles, à cause, de leurs petites tailles (Wright *et al.*, 2013). Les microplastiques les plus abondants dans le milieu marin sont de types secondaires (Tanaka et Takada, 2016). Les plastiques atteignent les océans directement par le ruissellement, les rivières, les fleuves, l'écoulement, les systèmes de drainage municipaux, mais aussi par le biais de la dégradation par altération des débris macroplastiques (Andrady, 2011 ; Derraik, 2002). Ils s'y trouvent accidentellement quand ils sont manipulés sans précaution ou laissés à la plage (Derraik, 2002). Dans les océans, ils sont colonisés par des bactéries, des algues (biofilm) et dégagent une odeur particulière qui amènent les organismes marins à les confondre avec de la nourriture (AFP, 2017). Ils sont ensuite ingérés par un grand nombre d'organismes marins à travers tous les niveaux trophiques avec des conséquences incertaines sur la santé de l'organisme. Ces déchets (macro-, micro) entraînent des effets néfastes à long terme pour l'environnement et les organismes marins. Ils peuvent engendrer des blessures, des malformations, de la mortalité par ingestion, étranglement ou enchevêtrement (Cartraud, 2016).

### **SITE D'ÉTUDE, CONTEXTE LOCAL ET OBJECTIFS DU STAGE :**

Mayotte est une île volcanique de plus de 8 millions d'années (IUCN) situé dans le canal du Mozambique, entre Madagascar et la côte Est-africaine, dans l'océan indien (PNMM, 2012) (figure 3). Ce 101<sup>e</sup> département français de 374 km<sup>2</sup> est composé d'une trentaine d'îlots et de deux îles principales habitées appelées : Grande-Terre et Petite-Terre. Ses deux îles sont entourées d'un lagon dont la superficie totale est de 1500 km<sup>2</sup> (PNMM, 2012 ; Audru *et al.*, 2010 ; mayotte.gouv) et d'une profondeur allant jusqu'à 80 m (Zinke *et al.*, 2003, 2005). Mayotte, l'île hippocampe (par sa forme, figure 3), possède l'un des plus grands (Audru *et al.*, 2010) lagons de type chenal du monde. Il est délimité par une double barrière de corail longue (phénomène rare) de plus de 195 km coupée par une dizaine de passes et abrité par de nombreuses espèces marines. Il est l'un des seuls lagons disposant d'une double barrière récifale servant de protection contre les courants marins et contre la houle océanique. Le nombre d'habitants à Mayotte a atteint les 270 372 personnes (Public Data ; sources des données : INSEE). Mayotte a subi une véritable croissance démographique depuis 1985 (PNMM, 2012) due aux nombreuses entrées clandestines venant des îles/pays voisins (Comores, Madagascar, Afrique) et à un taux de natalité élevé. Cette croissance démographique soutenue a marqué le contexte socio-économique de Mayotte (PNMM, 2012), entraînant une augmentation de la pollution et un développement économique rapide (Herteman *et al.*, 2011).

Entourée d'une barrière de corail abritant un lagon et une réserve marine, les eaux marines du lagon subissent une synergie de pressions naturelles (cyclone, érosion des sols, blanchissement des récifs coralliens) et anthropiques qui diminuent fortement leur qualité. Néanmoins, les principales altérations du milieu sont dues aux activités humaines telles que les apports diffus d'eaux mal traitées, les rejets des eaux domestiques, les eaux de ruissellement sur les zones déboisées, urbaines, industrielles et artisanales

### Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

(UICN, 2016 ; Comité de Bassin de Mayotte, 2010). L'augmentation de la population Mahoraise entraîne une pression anthropique potentiellement très importante. Les plages de Mayotte, étant une source de distraction pour sa population, cela n'empêche pas certains de ses habitants d'y laisser leurs déchets. Ces déchets se dégradent et sont transportés dans la mer, là où ils vont être ingérés par les organismes marins. Et parce que les microplastiques retiennent des produits chimiques dangereux, l'augmentation de l'exposition aux produits chimiques des organismes marins par les plastiques ingérés est préoccupante (Tanaka et Takada, 2016). Cette exposition (impact des microplastiques sur les organismes marins) est un sujet qui préoccupe le monde de la recherche et de plus en plus de publications traitent ce sujet dans les revues scientifiques et dans la presse.

Face à ce fléau qui atteint les écosystèmes marins et leurs biotes, le PNMM a mis en place un Observatoire de Déchets Marins (ODM) afin de suivre la dynamique de ces déchets depuis 2016. Cet Observatoire a pour but de mieux comprendre la dynamique de ces déchets abandonnés sur l'île, puis flottant dans le lagon pour arriver sur le littoral (PNMM, 2019). L'observatoire de déchets marins se décline en plusieurs axes et suivis : (1) Suivi des déchets échoués (protocole OSPAR) sur cinq plages non anthropisées. (2) Suivi des déchets sur les récifs frangeants. (3) Suivi des déchets flottants. (4) Suivi des microplastiques échoués et flottants. (5) Investigation sur l'ingestion (contenus digestifs) de plastiques par les animaux marins et toxicité. Ces suivis complémentaires visent à mettre en place des indicateurs intégrant le nombre de déchets sur les sites suivis, le pourcentage de sites touchés par les échouages, le taux de déchets recyclables. Ils visent également à explorer l'impact potentiel de ces pollutions sur les écosystèmes mais aussi à alerter les collectivités sur la problématique des déchets en mer qui devient de plus en plus préoccupante à Mayotte comme dans le reste du monde. En moyenne, les agents du PNMM peuvent trouver jusqu'à 8 kg de déchets pour 100 m de plage dont les deux tiers s'échouent pendant la saison des pluies. La majorité de ces déchets sont des plastiques représentant 9 déchets sur 10 (PNMM, 2019). Non ramassés, tous ces plastiques se retrouvent dans la mer et peuvent être ingérés par les organismes. Cette étude reflète donc l'axe (5) de l'Observatoire et a pour but de connaître la proportion d'organismes marins qui absorbent le plastique. L'objectif principal est d'observer la présence des MDs et MPs dans différents compartiments biologiques (tractus digestifs et ses contenus) des différents organismes marins de Mayotte et de quantifier l'abondance des MPs. Et ainsi pouvoir constater ou non que les organismes marins ingèrent et accumulent le plastique. Pour cela, les plastiques trouvés dans le tube digestif d'organismes marins ont été étudiés et caractérisés afin d'en estimer la quantité de plastique ingéré pour chaque type d'organismes. L'étude a voulu également mettre en évidence la bioaccumulation des microplastiques le long d'une chaîne trophique et voir qui en ingère le plus parmi les carnivores, les filtreurs et les herbivores.

## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

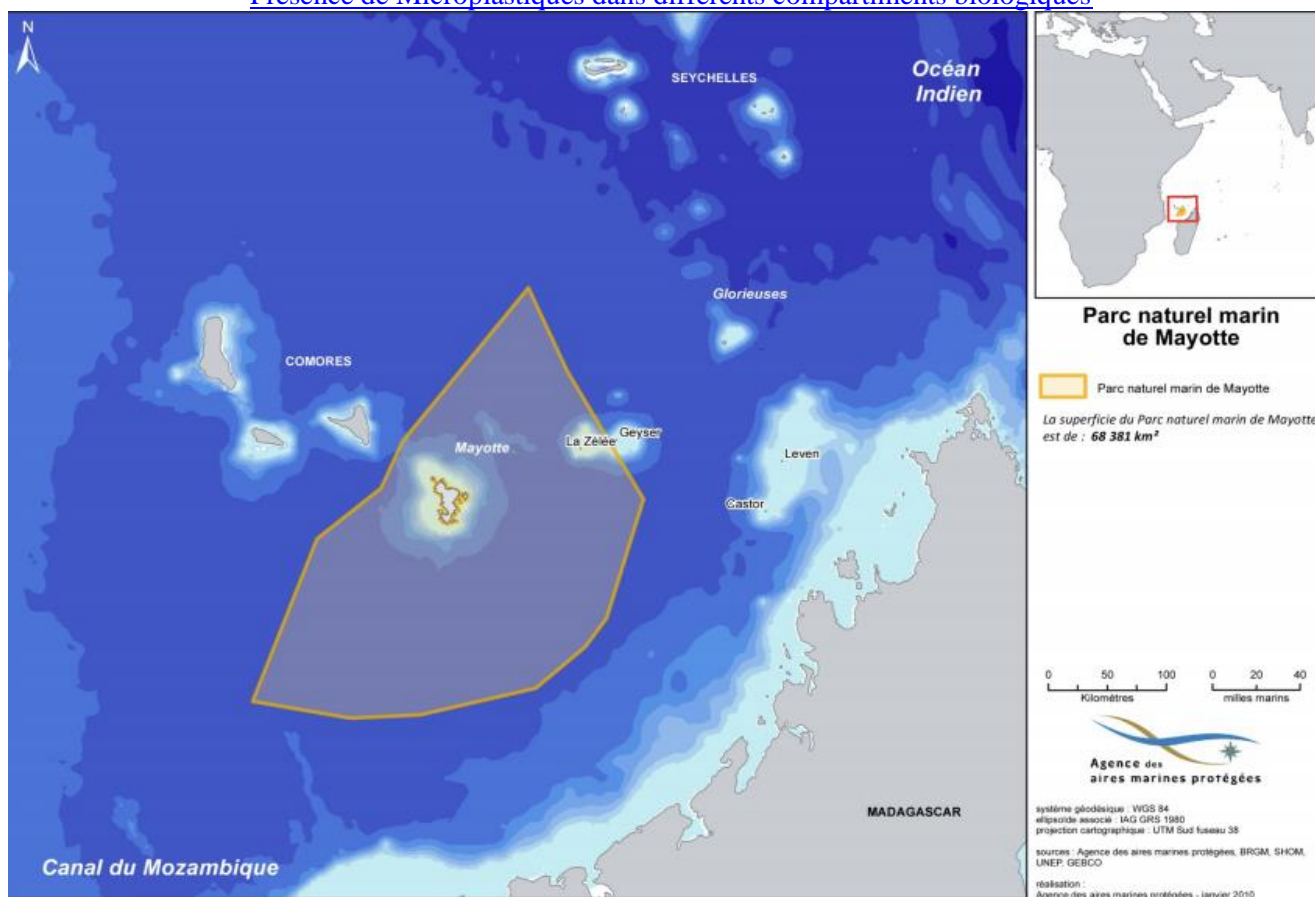


Figure 3. Le PNMM couvre la totalité de la ZEE de Mayotte

## 2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1. Échantillons biologiques

#### 2.1.1. Description des organismes

« *Le patrimoine naturel de Mayotte, tant terrestre que marin, demeure exceptionnel* » (Kihl, 2005). Mayotte est considérée à l'échelle régionale comme l'un des 34 points chauds de la biodiversité (hotspots) du monde. Elles abritent 760 poissons, 581 espèces d'arthropodes marins, plus de 450 cnidaires et 24 mammifères marins (IUCN, 2017). En effet, les conditions environnementales du lagon, la diversité des écosystèmes marins et côtiers créent un ensemble d'habitats très favorables à la vie marine (IUCN, 2016). Parmi toute cette biodiversité exceptionnelle, quelques groupes d'espèces (vertébrés et invertébrés) ont été sélectionnés pour notre étude (annexe 2). Des données concernant leurs caractéristiques trophiques (régime alimentaire) et leurs statuts de conservation ont été indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des organismes, Ab. = Abréviation, N = nombre d'échantillons

Groupes taxonomiques		Noms communs	Noms latins	Régimes alimentaires	Statuts de conservation	N	Références
Vertébrés	Mammifères	Stenelle	<i>Stenella longirostris</i> <sup>2</sup>	Poissons, Crustacés, Calmars	Préoccupation mineure : LC	1	Megaptera ; IUCN, 2019
		Dauphin d'Électre	<i>Peponocephala electra</i> <sup>3</sup>	Poissons, calmars		1	

<sup>2</sup> <http://cetaces.e-monsite.com/pages/dauphin-a-long-bec.html> et <https://www.megaptera.org/65+dauphins.html>

<sup>3</sup> <http://cetaces.e-monsite.com/pages/peponocephale.html>



## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

	Reptiles	Tortue verte	<i>Chelonia mydas</i>	Herbes marines	« En danger de disparition »	2	CEPEC : Ducarme, 2016 ; Gigou <i>et al.</i> , 2009
		Tortue imbriquée	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Animaux gélatineux : éponges, méduses, anémones, coraux mous	« En <b>grand</b> danger de disparition »	2	
	Poisson	Mérou marron	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	Poissons, gros crustacés, mollusques : poulpes, seiche	LC	1	subocea ; Ducarme, 2017 ; IUCN, 2019
	Oiseau	Pluvier argenté	<i>Pluvialis squatarola</i>	Petits crustacés, mollusques, insectes		1	Livres : Les oiseaux de Mayotte. IUCN, 2019
Invertébrés	Echinodermes	Holothurie	<i>Stichopus chloronotus</i>	Particules organiques végétales et animales contenues dans le sable qu'elle ingère		2	Doris ; IUCN, 2013
	Mollusques	Huître	<i>Lopha sp.</i>	Filtreuses : se nourrissent en filtrant l'eau des débris		3	Phuong, 2018. IUCN

### 2.1.2. Stratégie d'échantillonnage et dissection

Les échantillons de poissons, huîtres et holothuries ont été collectés à Mayotte. Le Stenelle, le Péponocéphale (Dauphin d'Électre), les deux T. imbriquées, les deux T. vertes et le Pluvier argenté étant des espèces protégées, ils sont récupérés uniquement, de façon opportuniste, quand ils échouent sur la plage. L'inconvénient étant de ne pouvoir les échantillonner qu'en petit nombre, en fonction des signalements. Ces derniers ont été retrouvés échoués individuellement, chacun à divers endroits (plages, vasière) de Mayotte avec un motif d'échouage différent. Les organismes ont été pesés et mesurés avant d'être disséqués. Après la dissection, les voies digestives de chaque organisme ont été retirées puis pesées individuellement. Pour les tractus digestifs longs des dauphins et de la tortue imbriquée 1 : seulement deux petites sections de 20 cm ont été ligaturées puis coupées en partant de l'anus pour l'analyse des MPs. Tout le reste des TDs ont été pour l'observation des MDs. L'étude des MPs n'a pas été faite pour les tortues vertes et la deuxième tortue imbriquée. Le mérou, quant à lui, son TD long a été divisé en trois sections pour faire des triplicats. Cependant, pour le Pluvier argenté, le tube digestif a été dissocié en trois parties (œsophage, jabot + estomac, intestins + cloaque) traitées indépendamment. De cette façon, il sera observé la partie accumulant le plus de MPs.

## 2.2. Méthodes d'extraction des MDs et MPs des voies digestives

### 2.2.1. Macro-déchets et organismes marins

Une Nécropsie des mammifères et des reptiles a été réalisée et les tractus digestifs des organismes ont été retirés pour l'étude des MDs. Les tubes digestifs des 2 Tortues vertes, des 2 Tortues imbriquées, de Stenelle et de Péponocéphale ont été ouverts à l'aide de ciseaux et de scalpels. Ils ont été ensuite rincés à l'eau de robinet sur un tamis. Avant l'ouverture des tractus digestifs de la Tortue imbriquée 1, de Stenelle et de Péponocéphale : deux sections de TD de chaque organisme ont été ligaturées, coupées et congelés pour l'analyse des MPs. Pour les deux Tortues vertes, les MDs ont été observés directement dans les TDs pendant la nécropsie.

### 2.2.2. Microplastiques et organismes marins

#### 2.2.2.1. Traitement à l'hydroxyde de potassium (KOH)

Utilisé pour la première fois en 2013 par Foekema *et al.* dans une évaluation de la contamination des poissons en MPs (Phuong, 2018), le KOH (hydroxyde de potassium) ou potasse caustique (corrosive) est un digestant alcalin qui permet une digestion efficace des tissus biologiques sans dégradation significative

### Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

sur tous les polymères testés (Dehaut *et al.*, 2016). Pour la préparation d'un litre de KOH à 10 %, 100 g de pastilles de KOH ont été pesés puis transférés dans une fiole jaugée de 1 L. 100 ml d'eau MQ ont été ajoutées et le tout mélangé jusqu'à dissolution complète du produit chimique. Ensuite, de l'eau MQ a été rajoutée afin d'apporter le volume à 1 L. Les tractus digestifs du mэрou, holothuries, huîtres, pluvier argenté, une des 2 sections de Stenelle, de Péponocéphale et de la Tortue imbriquée 1 ont été traités au KOH.

Les TDs préalablement retirés, ont été pesés puis placés dans des récipients en verre. Ensuite, chacun de ces récipients a reçu une solution de KOH 10 % à 3 fois le volume du tissu pour digérer la matière organique. Le volume du KOH ajouté dépendait du volume de chaque tissu. Les échantillons, recouverts de papier aluminium pour éviter toute contamination et évaporation, ont été incubés entre 40 °C et 60 °C pendant 48 h ou plus. Le temps d'incubation dépendait de la digestion totale des tissus et la température en fonction de l'utilisation des appareils : armoire thermostatée (40 °C) et étuve (60 °C).

#### **2.2.2.2. Traitement au peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Les sections restantes des tortues et dauphins ont été traitées au Peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) aussi appelé "eau oxygénée" à 30 volumes (9 %). Ces derniers ont été décongelés, pesés et placés dans des récipients en verre. Chaque section a reçu 125 ml d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 9 %. Puis ils ont été incubés dans une étuve de laboratoire à 60 °C pendant plus de 72 h pour digérer la matière organique. Des bulles se sont formées entraînant une perte d'échantillons.

Pour une comparaison de l'efficacité des 2 méthodes, il aurait fallu faire des analyses chimiques qui permettraient d'observer une éventuelle dégradation ou non des polymères.

#### **2.2.3. Caractérisation visuelle : identification des MPs**

Après refroidissement des échantillons, les solutions ont été tamisées à différents maillages (1 mm, 500 et 250 µm) afin d'avoir quatre classes de tailles différentes (> 1 mm, [1 mm à 500 µm], [500 µm à 250 µm] et < 250 µm). Ils ont été ensuite filtrés sur des filtres en microfibre de verre GF/F Whatman d'un diamètre de 47 mm, à l'aide d'une pompe à vide en inox recouvert pendant la filtration. Les filtres ont été conservés dans des boîtes de Pétri examinés à la recherche de MPs à l'aide d'une loupe binoculaire. Les particules de plastique ont été comptées par organismes, puis la couleur et la forme ont été décrites.

#### **2.2.4. Contamination des échantillons**

La contamination des échantillons par les MPs supplémentaires peut provenir des fibres synthétiques des vêtements ou de retombées atmosphériques (Lusher *et al.*, 2017). Afin d'éviter toute contamination, il a été nécessaire de pratiquer avec précautions. Avant chaque utilisation, le plan de travail a été nettoyé avec de l'éthanol et tout l'équipement a été rincé au moins trois fois à l'eau déminéralisée. Le port des gants et de blouse en coton pendant toute la manipulation a été obligatoire. Un équipement en verre et en métal a été utilisé et celui en plastique a été évité. Les matériaux et les échantillons de MPs ont été couverts entre les utilisations. Cependant, il n'a pas été possible de traiter les échantillons dans une hotte à flux laminaire car il n'était pas disponible dans le laboratoire.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Macro-déchets et organismes marins

Des filets de pêche et des morceaux de sacs poubelles ont été retrouvés dans les TDs des deux T. vertes. Pour les T. imbriquées, le Stenelle et le Péponocéphale, aucun MD n'a été trouvé. Par ailleurs, le Péponocéphale et une des T. imbriquées présentaient un grand nombre de parasites.



Figure 4. Filets de pêches, hameçon et de sac poubelles retrouvés dans les Tortues vertes

#### 3.2. Microplastiques et organismes marins

Sept espèces de différents régimes alimentaires et différents niveaux trophiques ont été étudiées afin de mettre en évidence la présence de MPs. Des traitements au KOH et au H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ont été faits afin d'extraire les MPs présents et de les observer à la loupe binoculaire (voire la partie « méthodes »). L'abondance, les tailles, les types, les couleurs des microplastiques trouvés dans les organismes marins sont présentés dans la figure 5.

Des MPs ont été retrouvés chez tous les organismes avec des caractéristiques différentes. L'abondance des MPs dépend de l'espèce analysée (tableau 2 et figure 5. A). Le pluvier argenté est l'espèce la plus concentrée en termes de MPs (8,820 n/g) suivis de l'holothurie (8,303 n/g) et de l'huître (5,154 n/g). Les résultats indiquent que les organismes de petites tailles (Huître, Pluvier argenté et Holothurie) accumulent plus de MPs que les grands (Figure 5. A). Parmi les organismes volumineux, le Mérou marron est plus concentré (2,611 n/g) que la tortue imbriquée et les dauphins. La Figure 5. A' laisse paraître que la partie du tractus digestif la plus concentrée chez le Pluvier argenté est l'œsophage. Les résultats ont indiqué également que les MPs de petite taille (< 250 µm) sont les plus abondantes dans les organismes. Le mérou marron en accumule plus (81,7 %) par rapport aux autres, suivis de l'huître (72,6 %) et de la Tortue imbriquée (58,9 %). Plus les MPs sont petits et plus ils s'accumulent dans les organismes (Figure 5. B). Suite à cela, différents types de MPs (fibre, fragment, film, microbille, mousse) ont été répertoriés dans ces espèces. En outre, les fibres sont les plus abondantes dans tout l'ensemble des espèces. La quantité des fibres a été particulièrement importante chez le Stenelle (96,4 %), le Péponocéphale (94,4 %) et le mérou marron (95 %) (Figure 5. C). Des fibres synthétiques probablement issues des vêtements, des filets de pêche ont été observés (Figure 5. D). En termes de couleur, les MPs transparents sont les plus abondants suivis des noirs, des rouges et des verts (Figure 5. E). Pendant l'observation à la loupe binoculaire, des MPs avec deux couleurs différentes (une partie rouge et l'autre transparente) étaient clairement visibles. Ce sont des MPs qui étaient en train de perdre leurs couleurs, devenaient transparents pour enfin se dégrader.

Tableau 2. Concentration des MPs dans les organismes marins

Organismes	Poids des tissus (g)	NB total des MP	Abondance (n/g)
Huître	76,896	396,3	5,154
Holothurie	9,696	80,5	8,303
Pluvier Argenté	4,161	36,7	8,820
Tortue imbriquée	24,43	33	1,351
Stenelle	14,331	26,5	1,849
Péponocéphale	33,599	61,5	1,830
Mérou marron	124,070	324	2,611

## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

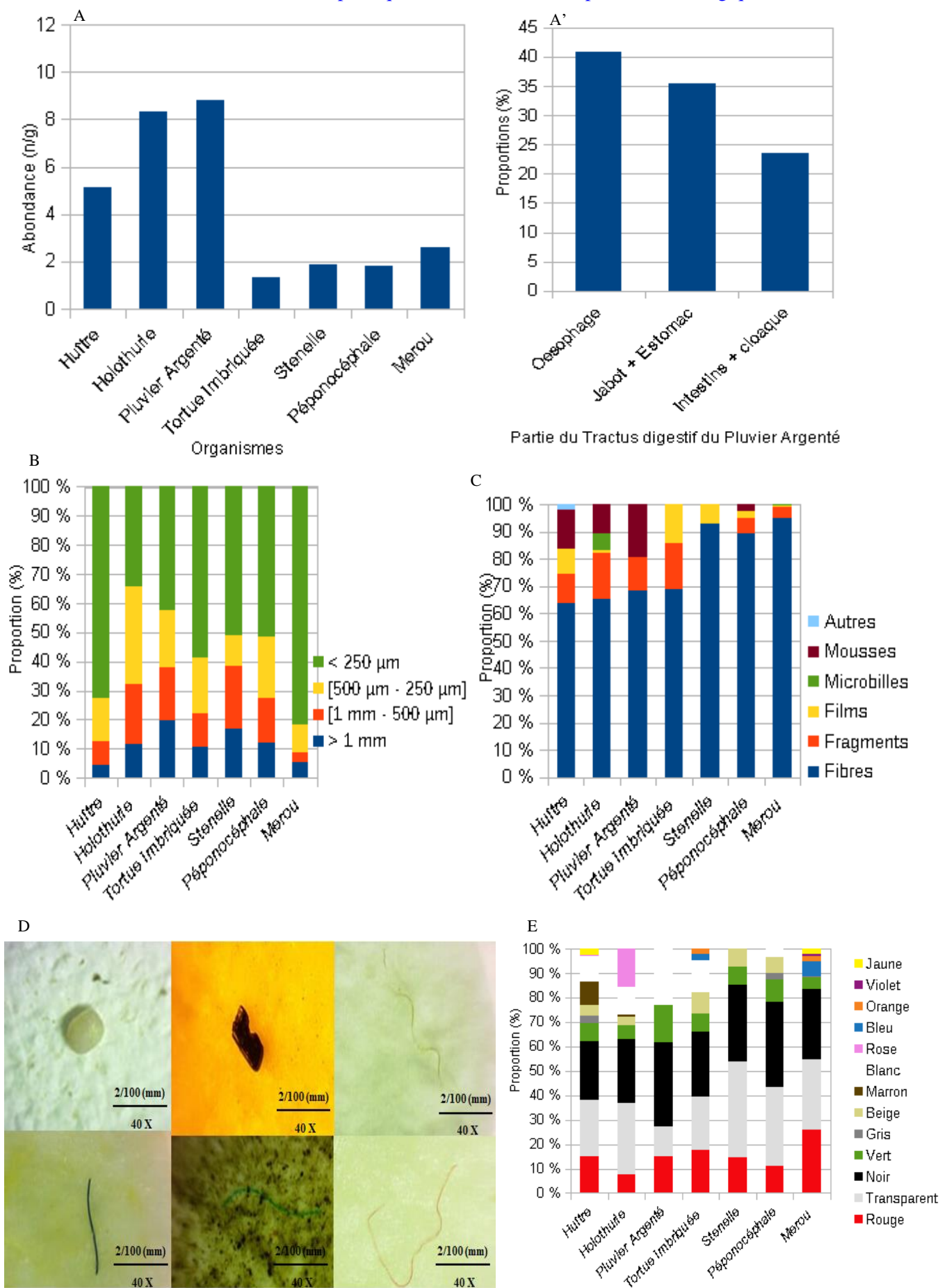


Figure 5. Abondance (A), tailles (B), types (C), couleurs (E) des microplastiques trouvés dans les organismes marins

Une guide des types de MPs utilisées ici se trouve en Annexe 2

A' : concentration des MPs dans différentes parties du tractus digestif dans le pluvier argenté

D : Photographies des différents types de MPs observés dans les organismes

## 4. DISCUSSION

La majorité des études sont focalisées sur l'ingestion des MPs dans diverses espèces allant des invertébrés aux mammifères marins. À ce jour, les connaissances sur leurs effets biologiques sur les organismes sont rares. Les MPs trouvés dans les organismes marins peuvent être le résultat de leur présence omniprésente dans les écosystèmes marins très abondants (Phuong *et al.*, 2016). Tout organisme modifie son environnement et en retour, l'environnement influence les organismes qu'il renferme. Et d'après Polak-Juszczak, 2012, les facteurs physiologiques et écologiques pouvant affecter la teneur en contaminants et polluants dans le biote sont l'espèce elle-même, sa taille, son âge, son sexe, sa masse corporelle, son facteur de condition, ses habitudes alimentaires, son contexte génétique, son type de tissu/organe, son métabolisme et sa diversité géographique. Ce qui fait que le type, la couleur et la quantité des MPs trouvés dans les organismes marins varient et peuvent différer énormément d'une espèce à l'autre. Beaucoup d'organismes confondent les MPs avec de la nourriture (Foekema *et al.*, 2013) et ces MPs comme certains polluants, s'accumulent au sein du réseau trophique (Hammer et VanBrocklin, 2016 ; Stewart *et al.*, 2018). Plus on monte sur l'échelle trophique, plus la concentration des contaminants et polluants augmentent. Cela est dû par le fait que les tops prédateurs consomment et accumulent des contaminants contenus dans leur source d'alimentation. C'est pourquoi il a été nécessaire d'observer qui accumule plus de MPs parmi les carnivores, herbivore et filtreurs. Mayotte étant fortement influencée par les apports anthropiques, il a été judicieux de s'intéresser à sa faune et à la pollution due aux plastiques (MDs et MPs). Dans cette étude, plusieurs paramètres ont été considérés afin de mieux comprendre la variation des MPs présents dans les organismes marins de Mayotte.

### 4.1. Macro-déchets et organismes marins

Les macro-déchets sont la principale cause de mortalité chez les tortues et les dauphins. Ils peuvent les piéger et les étouffer (Henry, 2010 ; Thompson, 2013 ; Gregory, 2013).

Les morceaux de sacs poubelles et les filets de pêche retrouvés dans les systèmes digestifs des deux Tortues vertes ont provoqué leur mort. La Tortue verte 1 était anémiée et affaiblie à cause de ce filet de pêche qui, sans doute a cisailé ses intestins. Pour les deux Tortues imbriquées, le Stenelle et le Péponocéphale, la cause de leur mort est inconnue dû à l'absence des MDs dans leurs tractus digestifs. La pollution des MDs est préoccupante vu le nombre d'organismes qui en meurent. Cependant, cette mortalité, causée par ces déchets, reste difficile à évaluer. Selon des chercheurs qui ont réalisé une estimation sur les organismes échoués, les MDs sont responsables de la mort de 1 000 000 d'oiseaux marins et de 100 000 mammifères par an (El-Said, 2018 ; Henry, 2010). L'enchevêtrement avec des MDs cause l'étranglement ou l'immobilisation des vertébrés et invertébrés. En effet la « pêche fantôme » (Ghost fishing), ou plus explicitement les filets de pêche perdus en mer, dérivent pendant des années au gré des courants, piégeant et étranglant d'innombrables organismes sur leurs passages. Ces filets peuvent compromettre la capacité des animaux à ressentir la faim, capturer, digérer leurs proies, d'échapper aux prédateurs, de plonger, d'aller respirer en surface correctement, et même de se reproduire. Les organismes les plus impactés par cet enchevêtrement et cette ingestion sont : premièrement l'ensemble des espèces de tortues marines ; deuxièmement plus de la moitié des espèces de mammifères marins et troisièmement « un cinquième » des espèces d'oiseaux marins (Thompson, 2013 ; Gregory, 2013 ; Henry, 2010).

### 4.2. Microplastiques et organismes marins

La figure 5 nous indique les résultats obtenus lors des analyses menées. La forte abondance chez le Pluvier argenté, l'huître et l'holothurie indique que le volatile et les organismes filtreurs accumulent plus de MPs que les autres carnivores et herbivores (figure 5. A). Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que les organismes filtreurs sont au contact direct du sédiment et de l'eau qu'ils filtrent pour leurs consommations. Tout se passe à travers leurs nourritures. D'autant plus que ces MPs sédimentent (Wang *et al.*, 2019) et ne sont pas visible à l'œil nu, c'est facile pour eux de les consommer sans y faire attention.

### Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

Quant au Pluvier argenté, il consomme des petits crustacés, des insectes et des mollusques susceptibles d'être contaminés par les MPs. Il peut aussi confondre les MPs avec sa nourriture et les consommer sans s'en rendre compte. On en conclut donc suite à ces résultats que plus les organismes sont grands et moins ils accumulent les MPs. Un organisme âgé accumule d'avantages de contaminants qu'un individu jeune. Les MPs sont difficilement dégradés et sont persistents. Il se pourrait donc que l'oiseau ait "vécu" et a eu le temps de bien accumuler les MPs. Cependant, ce n'est pas le cas chez tous les organismes comme par exemple le Mérou marron qui pesait 8 kg, ce qui laisse entendre un âge avancé de l'organisme, pourtant les résultats ont montré que les quantités de MPs accumulées sont moins importantes que pour celle du Pluvier argenté. L'accumulation dépend donc de la nourriture (contaminé par des MPs ou non), de l'âge et de son milieu environnant (benthique, pélagique) de l'espèce. La figure 5. A'. indique que l'œsophage est la partie du tractus digestif la plus contaminée chez le Pluvier argenté. Cela diffère du résultat attendu qui préconise que la partie vers l'anus soit la plus contaminée. Ce cas pourrait être spécifique à ce spécimen de Pluvier argenté ou à tous les congénères de l'espèce, ou encore à tous les organismes. Étant donné que nous n'avions qu'un seul spécimen de cette espèce, nous n'avons malheureusement pas été en mesure d'établir de comparaison. Par ailleurs, il n'a pas été possible d'identifier les différentes parties du TD chez l'ensemble des organismes observés. Cependant, il est bien connu que certaines espèces d'oiseaux sont plus sujettes à l'ingestion de débris de MPs que d'autres (Wieczorek *et al.*, 2018), il se pourrait que le Pluvier argenté soit parmi ce groupe qui en consomme plus. Pour Stewart *et al.*, (2018), c'est plutôt l'estomac qui contenait plus de MPs suivis de l'œsophage et des intestins chez les poissons.

Si la taille des organismes influence l'accumulation des MPs, la taille des MPs jouent aussi un rôle. En effet, ce sont les MPs les plus petits en termes de taille (< 250 µm) qui sont le plus abondant chez tous les organismes (Figure 5. B.). Les MPs de petite taille sont les plus abondants dans la mer (Tanaka et Takada, 2016). Wang *et al.* (2019), Phuong (2018), Hammer et VanBrocklin (2016), Stewart *et al.* (2018) ont aussi obtenu les mêmes résultats. L'abondance des autres tailles de MPs (> 250 µm) n'est pas non plus minime, mais ce sont les MPs < 250 µm qui dominent. En plus de leurs tailles, les types de MPs ont également une influence sur la contamination. Il y a plusieurs types de MPs à savoir : fibre, fragment, film, microbille, mousse et autres qui n'ont pas été identifiés. Tous sont présents dans les organismes, cependant, les fibres sont les plus abondantes comme chez Wang *et al.*, 2019, Hammer et VanBrocklin, 2016; Stewart *et al.*, 2018 et autre. C'est chez le Stenelle, le Péponocéphale et le Mérou marron qu'on trouve le plus de fibres synthétiques ou non, et de filets de pêche notamment (Figure 5. C). Quant à Tanaka et Takada (2016), ils ont obtenu plus de fragments que de fibres dans des anchois japonais (*Engraulis japonicus*). Des précédentes études menées au PNMM indiquent également, d'une manière générale, qu'on trouve plus de fibres et de fragments dans les sédiments des plages et dans l'eau de surface de Mayotte (Figure 6). Ce qui justifierait le fait que ce sont ces 2 types de MPs qui dominent dans les organismes.

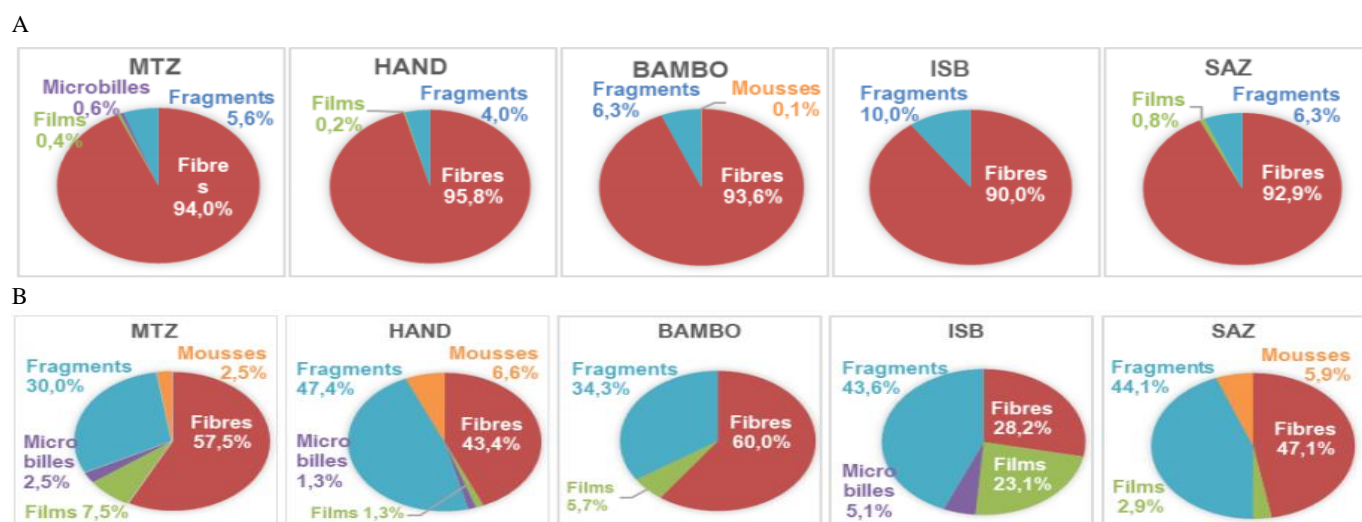


Figure 6. Proportion des différents types de microplastiques retrouvés dans les échantillons de sédiments de plage (A) et d'eau de surface du lagon (B)

Les MPs sont de différentes tailles, de types, mais aussi de couleurs. Les différentes couleurs collectées des MPs peuvent refléter la diversité des sources de polluants. Les sources possibles de MPs trouvés dans les organismes comprennent les emballages et les matières plastiques rigides, les textiles, les produits d'hygiène et cosmétiques, l'industrie de la pêche, le tourisme côtier, les retombées atmosphériques et les évacuations des eaux usées (Akhbarizadeh *et al.*, 2019). Ici comme chez Wang *et al.*, (2019), les MPs transparents sont abondants (Wang *et al.*, 2019) ; pour Phuong *et al.*, (2018), c'est plutôt le gris qui domine chez deux bivalves des côtes Atlantiques françaises : Moule bleue (*Mytilus edulis*) et Huître du Pacifique (*Crassostrea gigas*). Et chez les poissons mésopélagiques, ce sont les MPs noirs qui sont abondants (Wieczorek *et al.*, 2018). Les MPs transparents peuvent être le résultat de la dégradation des MPs. Selon Wieczorek *et al.*, (2018), il convient de noter qu'il est peu probable que la couleur des microplastiques joue un rôle important dans l'ingestion de MPs par les poissons mésopélagiques, car les couleurs identifiées dans les contenus digestifs de ces poissons et celles identifiées dans les eaux de surface sont similaires.

Cependant, de telles quantités de MPs dans les tubes digestifs de ces espèces sont très préoccupantes connaissant les effets néfastes de ces MPs chez les organismes marins. En effet, ils peuvent entraîner une perte de poids, une inflammation, une activité alimentaire réduite chez les organismes (Wieczorek *et al.*, 2018).

## **5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Comme nous avons pu le voir tout au long de cette étude, la présence de microplastiques est avérée chez l'ensemble des organismes étudiés, qui sont chacune présentes à différentes strates trophiques. Aucun clade n'est épargné par ce constat. Une grande partie des activités humaines qui utilisent des matières plastiques finissent par contaminer les organismes marins et plus généralement l'ensemble du monde vivant. Ce qui est dramatique, c'est que la plupart de ces pollutions sont involontaires, voire inconscientes de la part des usagers. Cependant, cette même contamination, en plus d'avoir affecté la biodiversité, a des répercussions directes sur l'Homme via notamment la consommation de ressources animales qui au préalable avait déjà accumulé du plastique. Ce qui induit irrémédiablement des conséquences désastreuses sur la santé humaine.

C'est pourquoi il faut continuer de caractériser les microplastiques en types de polymères (PVC, Nylon, etc.) en utilisant de la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FT-IR) ou la spectroscopie RAMAN afin de pouvoir identifier les particules de MPs et ainsi pouvoir déterminer leur composition chimique. Comme des MPs ont été retrouvés dans les organismes, il serait donc plus intéressant de faire des études plus spécifiques des différents organismes pour une comparaison. Il serait judicieux d'élargir le nombre d'espèces et d'individus à analyser à Mayotte. Avec tout ce qu'on l'on sait des MPs, de leurs sources de pollutions et de leurs effets sur les organismes marins cités dans la littérature, il serait possible d'engager des mesures strictes de non-pollution et de sensibiliser les gens à la santé environnementale. C'est en limitant la contamination à sa source qu'on arrivera à limiter grandement sa propagation à Mayotte et dans nos mers et océans. Soyons responsables.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anderson J. C.**, Park B. J., Palace V. P. (2016). Microplastics in aquatic environments : Implications for Canadian ecosystems, *Environ. Pollut.* Vol. 218, p. 269-280. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.074>
- Andrady A. L.**, (2011). Microplastics in the marine environment, *Mar. Pollut. Bull.*, Vol. 62, n°8, p. 1596-1605 <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Audru J.-C.**, Bitri A., Desprats J.-F., Dominique P., Euchet G., Hachim S., Jossot O., Mathon C., Nédellec J.-L., Sabourault P., Sedan O., Stollsteiner P., Terrier M. (2010). Major natural hazards in a tropical volcanic island: A review for Mayotte Island, Comoros archipelago, Indian Ocean. *Engineering Geology*. Vol. 114, p. 364-381. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2010.05.014>
- Avio C. G.**, Cardelli L. R., Gorbi S., Pellegrini D., Regoli F. (2017). Microplastics pollution after the removal of the Costa Concordia wreck: First evidences from a biomonitoring case study. *Environ. Pollut.* Vol. 227, p. 207-214. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.066>
- Besseling E.**, Foekema E. M., Van Franeker J. A., Leopold M. F., Kühn S., Bravo Rebolledo E. L., Heße E., Mielke L., IJzer J., Kamminga P., Koelmans A. A. (2015) Microplastic in a macro filter feeder: Humpback whale Megaptera novaeangliae. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 95, n°1, p. 248-252. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.007>
- BirdLife International** (2019). *Pluvialis squatarola*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22693749A154513104.en>
- BVS 22** - Intégration des micro-déchets plastiques dans la chaîne trophique marine et dans les produits de la mer : une voie d'exposition du consommateur aux polluants chimiques, *Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail* (Anses). <https://www.anses.fr/fr/content/bvs-22-int%C3%A9gration-des-micro-d%C3%A9chets-plastiques-dans-la-cha%C3%AEne-trophique-marine-et-dans-les>
- Cartraud A.**, (2016) : La pollution par les déchets marins à La Réunion : Etude préliminaire - Identification, sources et impacts
- Cartraud A. E.**, Le Corre M., Turquet J., Tourmetz J. (2019). Plastic ingestion in seabirds of the western Indian Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 140, p. 308-314. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.065>
- Centre ecotox** (2015) Fiche info sur les microplastiques dans l'environnement aquatique. *Oekotoxzentrum (centre ecotox)* <https://www.centreecotox.ch/>
- Claro F.**, Fossi M. C., Ioakeimidis C., Bains M., Lusher A. L., Mc Fee W., McIntosh R. R., Pelamatti T., Sorce M., Galgani F., Hardesty B. D. (2019). Tools and constraints in monitoring interactions between marine litter and megafauna: Insights from case studies around the world. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 141, p. 147-160. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.018>
- Clément M.**, De Grissac P., Rolland R. (2008) Les Oiseaux de Mayotte. Les guides naturalistes. Naturalistes de Mayotte (254p.) page 137 ISBN : 978-2-9521543-0-7
- Cole M.**, Lindeque P., Halsband C., Galloway T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 62, n°12, p. 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Cole M.**, Webb H., Lindeque P. K., Fileman E. S., Halsband C., Galloway T. S. (31 mars 2014). Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. *Sci Rep.* Vol. 4, n°1, p. 1-8. (p. 4528). <https://doi.org/10.1038/srep04528>
- Conand, C.**, Gamboa, R. & Purcell S. (2013). *Stichopus chloronotus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T180477A1635468. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T180477A1635468.en>
- Coppock R. L.**, Cole M., Lindeque P. K., Queirós A. M., Galloway T. S. (2017). A small-scale, portable method for extracting microplastics from marine sediments. *Environ. Pollut.* Vol. 230, p. 829-837. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.07.017>
- Derraik J. G. B.** (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 44, n°9, p. 842-852. [https://doi.org/10.1016/s0025-326x\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/s0025-326x(02)00220-5)



## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

- Données du marché** : PlasticsEurope. <https://www.plasticseurope.org/fr/resources/market-data>
- DORIS** - *Stichopus chloronotus*. <https://doris.ffessm.fr/Especies/Stichopus-chloronotus-Holothurie-verte-2160>
- El-Said M.**, (2018), Plastic pollution kills 1m seabirds, 100,000 marine mammals annually, *Daily News Egypt*
- Foekema E. M.**, De Gruijter C., Mergia M. T., Van Franeker J. A., Murk A. J., Koelmans A. A. (2013). Plastic in north sea fish. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 47, n°15, p. 8818-8824. <https://doi.org/10.1021/es400931b>
- Frias J. P. G. L.**, Nash R. (2019) Microplastics : Finding a consensus on the definition. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 138, p. 145-147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- Gall S. C.**, Thompson R. C. (15 mars 2015). The impact of debris on marine life. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 92, n°1-2, p. 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Gigou A.**, Dinhut V., Arnaud J.P. (2009). Richesses de Mayotte - Parc naturel marin de Mayotte : Un patrimoine naturel d'exception - Mission d'étude pour la création d'un parc naturel marin à Mayotte Agence des aires marines protégées - 60 pages
- Graham E. R.**, Thompson J. T. (15 janvier 2009). Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* Vol. 368, n°1, p. 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.09.007>
- Gregory M. R.**, (2009), Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions ». *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, Vol. 364, n°1526, p. 2013-2025. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>
- Henry. M.**, (2010), Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer
- Hernandez-Milian G.**, Lusher A., MacGibbon S., Rogan E. (2019) Microplastics in grey seal (*Halichoerus grypus*) intestines : Are they associated with parasite aggregations ? *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 146, p. 349-354. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.014>
- Hidalgo-Ruz V.**, Gutow L., Thompson R. C., Thiel M. (2012) Microplastics in the marine environment : a review of the methods used for identification and quantification. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 46, n°6, p. 3060-3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- Histoire et Géographie de Mayotte** (Découvrir Mayotte : Culture, Tourisme et Patrimoine, Politiques publiques - *Les services de l'État à MAYOTTE*. <http://www.mayotte.gouv.fr/Politiques-publiques/Culture-Tourisme-et-Patrimoine/Découvrir-Mayotte/Histoire-et-Geographie>
- Hoarau L.**, Ainley L., Jean C., Ciccione S. (15 juillet 2014) Ingestion and defecation of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from by-catches in the South-West Indian Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 84, n°1-2, p. 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.031>
- Hossain M. S.**, Rahman M. S., Uddin M. N., Sharifuzzaman S. M., Chowdhury S. R., Sarker S., Nawaz Chowdhury M. S. (2020). Microplastic contamination in Penaeid shrimp from the Northern Bay of Bengal. *Chemosphere.* Vol. 238, p. 124688. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124688>
- Jost N.**, (2019) : L'Observatoire des Déchets Marins du Parc naturel marin de Mayotte (PNMM) : Mise en place de suivis des microplastiques
- Karami A.**, Golieskardi A., Choo C. K., Romano N., Ho Y. B., Salamatinia B. (2017) A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish. *Sci. Total Environ.* Vol. 578, p. 485-494. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.213>
- Kirstein I. V.**, Wichels A., Gullans E., Krohne G., Gerdts G. (2019). The Plastisphere - Uncovering tightly attached plastic “specific” microorganisms. *PLoS ONE.* Vol. 14, n°4, p. e0215859. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215859>
- Kiszka J.**, Jr R. B. (2019). *Peponocephala electra*. The IUCN Red List of Threatened Species. *IUCN Red List of Threatened Species.* <https://www.iucnredlist.org/en>
- Kühn S.**, Van Werven B., Van Oyen A., Meijboom A., Bravo Rebolledo E. L., Van Franeker J. A. (2017). The use of potassium hydroxide (KOH) solution as a suitable approach to isolate plastics ingested by marine organisms. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 115, n°1-2, p. 86-90.

## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.034>

**La bakélite** : la grande découverte de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle !! - *Plastics le Mag.*

<http://plastic-lemag.com/Le-bakelite-la-grande-decouverte-de-la-fin-du-XIXeme-siecle>

**Le déclin de la biodiversité.** *Natagriwal* 2016. <https://www.natagrwal.be/fr/biodiversite-agriculture-forets/declin-biodiversite>

**Lee J.**, Hong S., Song Y. K., Hong S. H., Jang Y. C., Jang M., Heo N. W., Han G. M., Lee M. J., Kang D., Shim W. J. (15 décembre 2013). Relationships among the abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 77, n°1-2, p. 349-354. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.08.013>

**Les débris** de plastique en mer confondus avec de la nourriture à cause de leur odeur (2017). Agence France-Presse (AFP) *Sciences et Avenir* [https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/les-debris-de-plastique-en-mer-confondus-avec-de-la-nourriture-a-cause-de-leur-odeur\\_115554](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/les-debris-de-plastique-en-mer-confondus-avec-de-la-nourriture-a-cause-de-leur-odeur_115554)

**Li J.**, Yang D., Li L., Jabeen K., Shi H. (2015). Microplastics in commercial bivalves from China. *Environ. Pollut.* Vol. 207, p. 190-195. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.018>

**Lusher A. L.**, O'Donnell C., Officer R., O'Connor I. (2016) Microplastic interactions with North Atlantic mesopelagic fish. *ICES J Mar Sci.* Vol. 73, n°4, p. 1214-1225. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv241>

**Lusher A. L.**, Welden N. A., Sobral P., Cole M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Anal. Methods.* Vol. 9, n°9, p. 1346-1360. <https://doi.org/10.1039/C6AY02415G>

**Lusher A. L.**, Hernandez-Milian, G. (2018). Microplastic Extraction from Marine Vertebrate Digestive Tracts, Regurgitates and Scats: A Protocol for Researchers from All Experience Levels. *Bio-protocol* 8(22) : e3087. DOI: [10.21769/BioProtoc.3087](https://doi.org/10.21769/BioProtoc.3087) <https://bio-protocol.org/e3087>

**Mayotte • Fiche pays • PopulationData.net.** <https://www.populationdata.net/pays/mayotte/>

**Mayotte (France).** *IUCN* 2017. <https://www.iucn.org/regions/europe/resources/country-focus/mayotte-france>

**Mayotte, le plus beau lagon de l'océan Indien ?** (2019). <https://www.spotmydive.com/fr/news/mayotte-plus-grand-lagon-ocean-indien>

**Microplastics | ECOTOX.** <http://www.ecotox.es/en/microplastics>

**Nelms S. E.**, Galloway T. S., Godley B. J., Jarvis D. S., Lindeque P. K. (juillet 2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environ. Pollut.* Vol. 238, p. 999-1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>

**Nelms S. E.**, Barnett J., Brownlow A., Davison N. J., Deaville R., Galloway T. S., Lindeque P. K., Santillo D., Godley B. J. (2019). Microplastics in marine mammals stranded around the British coast: ubiquitous but transitory? *Sci Rep.* 9, n°1, 1075 <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37428-3>

**PNMM** (2012) Plan de gestion du Parc naturel marin de Mayotte, *Office Français de la Biodiversité* <http://www.aires-marines.fr/L-Office/Organisation/Parcs-naturels-marins/mayotte/Documents/Plan-de-gestion-du-Parc-naturel-marin-de-Mayotte>

**PNMM** (2019) Rapport d'activités 2018 du Parc naturel marin de Mayotte, *Office Français de la Biodiversité* <http://www.aires-marines.fr/L-Office/Organisation/Parcs-naturels-marins/mayotte/Documents/Rapport-d-activites-2018-du-Parc-naturel-marin-de-Mayotte>

**Polak-Juszczak, L.** (2012). Bioaccumulation of mercury in the trophic chain of flatfish from the Baltic Sea (Vol. 89 Issue 5). *Chemosphere*

**Pouget J.** (2017). Depuis 1950, l'homme a produit 8,3 milliards de tonnes de plastique (et ce n'est que le début). *Konbini - All Pop Everything : #1 Media Pop Culture chez les Jeunes.* <https://www.konbini.com/fr/tendances-2/1950-lhomme-a-produit-83-milliards-de-tonnes-de-plastique-nest-debut/>

**Phuong, N.N.**, (2017) Factors influencing the microplastic contamination of bivalves from the French Atlantic coast : Location, season and/or mode of life? *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 129, Issue 2, April 2018, p. 664-674 : <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.054>




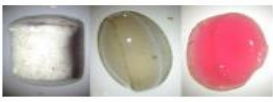


**Phuong, N.N.**, Zalouk-Vergnoux, A., Kamari, A., Mouneyrac, C., Amiard, A., Poirier, L., Lagarde, F., (2018). Quantification and characterization of microplastics in blue mussels (*Mytilus edulis*) : protocol set-up and preliminary data on the contamination of the French Atlantic coast. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 6135-6144.

### Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

- Phuong, N.N.**, (2018). Développements analytiques pour la caractérisation et la quantification de la contamination en microplastiques des matrices sédimentaires et biologiques : application aux zones conchylicoles des Pays de la Loire. Thèse de l'université de Nantes
- Reisser J.**, Shaw J., Hallegraeff G., Proietti M., Barnes D. K. A., Thums M., Wilcox C., Hardesty B. D., Pattiaratchi C. (2014). Millimeter-sized marine plastics: a new pelagic habitat for microorganisms and invertebrates. *PLoS ONE*. Vol. 9, n°6, p. e100289. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100289>
- Rochman C. M.** (2015). The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham, p. 117-140. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_5) - ISBN : 978-3-319-16509-7.
- Rochman C. M.**, Tahir A., Williams S. L., Baxa D. V., Lam R., Miller J. T., Teh F.-C., Werorilangi S., Teh S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci. Rep.* Vol. 5, p. 14340. <https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Site PNMM** - Parc naturel marin de Mayotte : *Office Français de la Biodiversité (OFB)*. <http://www.aires-marines.fr/L-Office/Organisation/Parcs-naturels-marins/mayotte>
- Tahir A.**, Rochman C. M. (2014). Plastic Particles in Silverside (*Stolephorus heterolobus*) Collected at Paotere Fish Market, Makassar. *International Journal of Agriculture System*. <https://doi.org/10.20956/ijas.v2i2.32>
- Tanaka K.**, Takada H. (2016). Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Sci. Rep.* 6, 34351 ; <https://doi.org/10.1038/srep34351>
- The IUCN Red List of Threatened Species.** <https://www.iucnredlist.org/en>
- Thiberge C.**, (2017) «Depuis 1950, l'homme a fabriqué 8,3 milliards de tonnes de plastiques». *Le Monde.fr* [https://www.lemonde.fr/pollution/article/2017/07/19/depuis-1950-l-homme-a-fabrique-8-3-milliards-de-tonnes-de-plastiques\\_5162660\\_1652666.html](https://www.lemonde.fr/pollution/article/2017/07/19/depuis-1950-l-homme-a-fabrique-8-3-milliards-de-tonnes-de-plastiques_5162660_1652666.html)
- Thompson R. C.**, Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G., McGonigle D., Russell A. E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science*. Vol. 304, n°5672, p. 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Thompson R.**, (2013), Plastic Entanglements Increase 40% For Marine Animals, *Ocean Health Index* [http://www.oceanhealthindex.org/news/Death\\_By\\_Plastic](http://www.oceanhealthindex.org/news/Death_By_Plastic)
- Thompson R.**, (2015). Microplastics in the Marine Environment: Sources, Consequences and Solutions. *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham. p. 185-200. ISBN : 978-3-319-16509-7 [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_7)
- UICN | Glossaire DORIS.** <https://doris.ffessm.fr/Glossaire/UICN>
- Van Cauwenberghe L.**, Janssen C. R. (octobre 2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environ. Pollut.* Vol. 193, p. 65-70. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>
- Wang J.**, Wang M., Ru S., Liu X. (15 février 2019). High levels of microplastic pollution in the sediments and benthic organisms of the South Yellow Sea, China. *Sci. Total Environ.* Vol. 651, n°Pt 2, p. 1661-1669. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.007>
- Wieczorek A. M.**, Morrison L., Croot P. L., Allcock A. L., MacLoughlin E., Savard O., Brownlow H., Doyle T. K. (2018). Frequency of Microplastics in Mesopelagic Fishes from the Northwest Atlantic. *Front. Mar. Sci.* Vol. 5, <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00039>
- Wright S. L.**, Thompson R. C., Galloway T. S. (juillet 2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ. Pollut.* Vol. 178, p. 483-492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>

# ANNEXES

## Annexe 1 : Guide Photo d'identification des types de MPs selon Sluka et al., 2018 (Jost, 2019)

<b>Films</b>		Fin, flexible, souvent transparents et légèrement colorés.
<b>Mousses</b>		Généralement blanc et spongieux, issus de polystyrène ou d'autres matériaux utilisés pour le transport
<b>Fragments:</b>		Durs et avec des bords nets. Ils sont issus de la dégradation de plastiques de plus grande taille.
<b>Microbilles (pastille)</b>		Issu directement de l'industrie et sont le matériel de base pour la création d'autres plastiques. Cylindriques, discaux, ou en forme de lentille. Ils sont principalement blancs ou transparents.
<b>Fibres</b>		Fin, filandreuse et de la taille d'un cheveu. Les fibres sont issues pour la plupart de vêtements synthétiques.
<b>Autres</b>		

## Annexe 2 : Description des organismes



***Stenella longirostris*** : Il peut atteindre 2 m et pèse en moyenne 100 kg. Les stenelles vivent en groupe de quelques individus à plusieurs centaines, le plus souvent entre 60 et 200 individus. Ils effectuent des sauts spectaculaires et vrilés, surfent à l'étrave des bateaux. Ils se nourrissent de petits poissons et calmars pêchés le soir ou de nuit, jusqu'à 200 m de profondeur. (Megaptera)

***Peponocephala electra*** : Le dauphin d'Electre mesure 2 à 3 m et pèse 150 à 300 kg et ne possède pas de rostre. Il a une tête en forme de melon, une livrée noire et des lèvres blanches. Il préfère la haute mer et vit en groupe de plusieurs centaines d'individus (Megaptera). Il se nourrit de poissons et de calmars (IUCN, 2019).

***Chelonia mydas*** : La tortue verte, grosse tortue de formes arrondies et d'une carapace avec de larges écailles, se nourrit principalement d'herbes marines se trouvant dans les platiers peu profonds. Elle peut mesurer jusqu'à 1m50 de long pour 300 kg. L'UICN l'a classé dans la catégorie des « espèces en danger de disparition ». (Gigou *et al.*, 2009)

***Eretmochelys imbricata*** : La tortue imbriquée, tenant son nom de ses écailles de carapace qui se chevauchent, est plus petite d'une taille maximum de 1m20 pour 75 kg reconnaissable à son bec de faucon crochu. Elle se nourrit principalement d'animaux gélatineux comme les éponges, mais aussi des méduses, des anémones et des coraux mous. On la trouve plus dans les zones riches en corail et moins souvent sur les platiers. L'UICN l'a classé dans la catégorie des « espèces en grand danger de disparition ». (Gigou *et al.*, 2009)

***Epinephelus fuscoguttatus*** : mérrou marron. Poisson relativement trapu, allongé en obus, avec une tête imposante, une très grande bouche épaisse et pointue et une queue arrondis. Ils se nourrissent principalement des poissons et parfois des gros crustacés ou mollusques (poules et seiche). C'est une espèce sédentaire,

***Pluvialis squatarola*** : Oiseau de dessus de la tête gris-brun, de front, de sourcils blanchâtres, de menton blanc, de dos gris tacheté de blanc, des pattes et bec noirs, fréquente essentiellement les bords de mer : plages, mangroves, vasières. Il se nourrit de petits crustacés, de mollusques et d'insectes. On le rencontre plutôt en septembre après la période de reproduction, ce qui fait de lui un migrateur et hivernant régulier et non un résident à plein temps à Mayotte,

***Stichopus chloronotus*** : Espèce détritivore qui se nourrit par filtration du sédiment. Il prélève les particules organiques végétales et animales contenue dans le sable qu'elle ingère. Elle peut traiter d'énormes quantité de sable. En effet, une population répartie sur 4,4 km<sup>2</sup> peut recycler de 500 à 1000 tonnes de sable par an selon les estimations. C'est un purificateur important qui assure un service écosystémique de premier ordre.

***Lopha sp.*** : organisme filtreur qui se nourrit de planctons. C'est un bioindicateur de la qualité du milieu marin car elle reflète l'état du milieu dans lequel elle évolue et grâce à son mode d'alimentation. Cette espèce filtreuse se nourrit en filtrant l'eau des débris relativement importants, de l'ordre de 2 à 5 L/h (Phuong, 2018).

Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

**Annexe 3 : Rapport Nécropsie**

Espèce	<i>Eretmochelys imbricata 1</i>	<i>Eretmochelys imbricata 2</i>	<i>Chelonia mydas 1</i>	<i>Chelonia mydas 2</i>
Date de collection	23-02-2019	31-08-2019	19-08-2019	12-09-2019
Site de collection	Labattoir (Mayotte)	Acoua	sud	Remblai de Mtsaperé (Mayotte)
Stade	Juvénile	Juvénile	Juvénile	Juvénile
Poids (kg)	9,5	6	18	16
LCC (cm)	46,5	41	60	53,3
Etat d'embonpoint	Bon	Mauvais	Mauvais	Bon
Condition post-mortem	Mort il y a > 2 j (Ecailles se décollent)	Mort il y a > 2 j; Congelé	Mort il y a > 2 j; Congelé	Mort il y a > 2 j; Congelé
Examen Externe	Carapace abimée Epibionte (algues, parasites)	Epibiontes	Membre amputé; Epibiontes (crustacés + Algues + recouvrement total)	Toile nageoire droite Décollement écaille + parasite, coquillage
Musculo-squelettal	Aucun Atrophie du Muscle pectoral, Epaisseur graisse épaisse; Consistance graisse : fine et peu; Beaucoup de Cavité corporelle	Atrophie du Muscle pectoral sévère Epaisseur graisse : Fine Consistance graisse : Comme de la gélatine; Peu de Cavité corporelle	Aucune Atrophie du Muscle pectoral Epaisseur graisse fine Consistance graisse : mou	Aucun Atrophie du Muscle pectoral Epaisseur graisse : épaisse Consistance graisse : ferme Beaucoup de Cavité corporelle
Trachée	Bon état	Bon état	Bon état	Bon état
Foie	Etat normal ; Surface lisse; Consistance ferme ; Couleur normale homogène (Normalement tire vers le bordeaux); Stéatose : oui	Etat anormal; Surface lisse; Consistance ferme; Nodules : oui; Couleur : tacheté noir, brun; Stéatose : non; Vésicule biliaire atrophie	Etat anormal (petit); Surface lisse; Consistance ferme; Nodules : non Couleur : anormale, Homogène, noir; Stéatose : non	Etat anormal ; Surface rugueuse granuleuse Consistance friable; Nodules : Non Couleur anormale homogène (tire vers le bordeaux); Imprégnation avec le poumon D
Cœur	Surface lisse; Consistance ferme Couleur normale homogène	Etat normal; Surface lisse; Consistance ferme ; Couleur normale	Etat anormal (1 oreillette hypertrophiée) Surface lisse; Consistance gélatineuse Couleur : anormale, Homogène, rouge	Etat normal; Surface lisse Consistance ferme; Couleur normale rouge
Rate	Etat anormal (pas très développée)	Etat normal	Etat normal; Surface lisse; Consistance ferme; Couleur normale, Homogène	
Reins	Etat normal ; Surface lisse; Consistance ferme; Nodules : Non	Etat normal	Etat anormal; Surface lisse; Consistance ferme; Nodule : oui; Couleur : normale	
Gonades	Non développées		Trop maigre pour savoir	Juvénile autolysé
Vessie	Etat normal	Etat normal	Etat anormal (trop dure)	
Bronches	Pas trop développées.		Etat normal	Etat normal
Poumons	Etat normal ; Surface lisse; Pas trop développés.	Etat normal Couleur anormale : blanc + présence de mousse	Etat normal; Surface lisse; Consistance ferme; Nodules : non; Couleur : normale	Etat normal; Surface lisse; Consistance ferme Nodules non; Couleur normale brun
Cavité buccale	Etat normal	Etat normal Muqueuse lisse	Etat normal; Muqueuse lisse; Couleur : normale	
Œsophage			Etat normal; Ulcère oui; Couleur normale Contenus : hameçon	
Jabot			Etat normal; Ulcère non; Couleur normale, rouge; Contenus : fil pêche	Etat normal; Ulcère non; Couleur normale tacheté; Contenus : Plastique, filets
Estomac	Etat : Difficile car pas trop frais Conservés pour analyse (PNMM)		Etat normal; Muqueuse lisse Nodules oui; Couleur : normale Contenus : fil pêche	Etat normal; Muqueuse lisse Nodules : non Contenus : Plastique
Intestins			Etat normal; Muqueuse lisse Nodules : oui; Couleur : normale Contenus : fil de pêche	Etat normal; Muqueuse lisse. Nodules : Non; Couleur : normale

## Présence de Microplastiques dans différents compartiments biologiques

Commentaire	Perte de couleur		Manque nageoire antérieure gauche, cicatrisation ancienne, liquide rouge sort par la bouche	
Bilan Autopsie	Autopsier intestin congelé conservation PNMM	Cerveau : pas d'anomalie particulière Ouverture tube digestif (TD) : TD normal et bien rempli et Bol alimentaire conséquent et récent (Esophage rempli)	Tortue anémiée affaibli à cause du fil de pêche; cisaillement intestin (septicémie ?). (+ manque une patte, ce qui n'a pas aidé...)	Tortue autolysée; Pas de lésion mortel. Morte épuisement ? Problème d'alimentation dû à la toile accrochée à sa nageoire

## Résumé

Nos mers sont soumises à une pression anthropique importante qui a des conséquences pouvant être particulièrement néfastes pour l'environnement et les organismes marins. Nous avons étudié les macro-déchets et les microplastiques dans les voies digestives de différents organismes marins de Mayotte : Tortues imbriquées, Tortues vertes, Stenelle, Péponocéphale, Huître, Holothurie, Mérou marron, Pluvier argenté. Le but de l'étude était d'observer une éventuelle présence dans les tractus digestif de ces organismes. L'étude a voulu également mettre en évidence la bioaccumulation des MPs le long d'une chaîne trophique et voir qui en ingère le plus parmi les carnivores, filtreurs ou herbivore. Plusieurs méthodes ont été utilisées ici : Pour les MDs, les deux types de dauphin et les tortues ont été disséqués et la présence des MDs ont été observés à l'œil nu. Pour les MPs, les tubes digestifs des organismes ont subis des traitements au KOH et au H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pour extraire les MPs pour en finalité les observer à la loupe binoculaire. Pour les MDs, des morceaux de sacs poubelles et des filets de pêches ont été retrouvés seulement chez les Tortues vertes. Concernant les MPs, plusieurs paramètres ont été pris en compte : abondance, taille, type et couleur. Des MPs ont été retrouvés dans tous les organismes étudiés. Le Pluvier argenté (8,820 n/g) et l'holothurie (8,303 n/g) ont accumulé un plus grand nombre de MPs que les autres espèces. Les MPs les plus abondants chez tous les organismes sont de petite taille (>250 µm). Le mérou marron accumule plus de petits MPs (81,7 %), suivis de l'huître (72,6 %) et de la Tortue imbriquée (58,9 %). Les tractus digestifs des organismes contenaient plus de fibres transparentes et noires. Parmi tous ces organismes, c'est le volatile qui en a ingéré plus de MPs, suivis des filtreurs et des carnivores.

## Abstract

Our marine environment are subject to significant anthropogenic pressure which have consequences which can be particularly harmful towards the ecosystems and marine organisms. We have studied macro-waste and microplastics in the digestive tracts of different marine organisms in Mayotte: hawksbill sea turtles, green turtles, a Stenella species, melon-headed whale, oyster, sea cucumber, tiger grouper, grey plover. The aim of the study was to observe a possible presence in the digestive tracts of these organisms. The study also wanted to highlight the bioaccumulation of MPs along a food chain and see who ingests the most among carnivores, filter feeders or herbivores. Several methods were used here: For MDs, the two types of dolphin and turtles were dissected and the presence of MDs was observed with the trained eye. For MPs, the digestive tracts of organisms have undergone treatments with KOH and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to extract the MPs to ultimately observe them with a binocular microscope. For MDs, trash bags and fishing nets were found only in Green Turtles. Concerning the MPs, several parameters were taken into account: abundance, size, type and color. MPs were found in all the organisms studied. The grey plover (8.820 n / g) and sea cucumber (8.303 n / g) accumulated more MPs than the other species. The most abundant MPs in all organisms are small (> 250 µm). The tiger grouper accumulates more small MPs (81.7%), followed by the oyster (72.6%) and the Hawksbill sea Turtles (58.9%). The organism's digestive tracts contained more transparent and black fibers. Among all these organisms, it was poultry that ingested more MPs, followed by filter feeders and carnivores.