

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

Mémoire de fin d'études

Présenté par

BOUHALI Zineb

Pour l'obtention du diplôme de

Master en hydrobiologie marine et continentale

Spécialité : Ressources Halieutiques

Thème

**Pollution aux déchets plastiques :
Étude du contenu digestif d'espèces halieutiques pêchées
par les petits métiers - Côte de Mostaganem**

Soutenu le 24 Juin 2023

Devant le Jury

Président	Noredine BELBACHIR	MCA	Université de Mostaganem
Encadrant	Nasr-Eddine TAIBI	PR	Université de Mostaganem
Examineur	Abdeldjalil BOUGHERIRA	MCB	Université de Mostaganem

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Je remercie Dieu le tout puissant de m' avoir donné la volonté et la santé d'achever ce travail.

Tout d'abord, ce mémoire de fin d'études ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'encadrement et l'aide de M. Nasr-Eddine TAIBI ; je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce travail.

Je remercie également M. Noredine BELBACHIR pour la présidence du Jury de soutenance et M. Abdeldjalil BOUGHERIRA pour avoir accepté d'examiner mon mémoire.

Enfin, je remercie les enseignants du Département des Science de la Mer et de l'Aquaculture pour la formation qu'ils m'ont donnée sans oublier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à

Mes chers parents pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée avec tous les moyens et au prix de nombreux sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, pour leur patience, leur amour et leurs encouragements. Que ce travail leur apporte joie et fierté.

Mes chères sœurs Amel et Dounia

Et à toute ma famille.

Zineb BOUHALI

Liste de figures

Figure 1 : Catégories de plastique (source slideplayer.com)	5
Figure 2 : Plus grands exportateurs de déchets plastiques en 2018 (en tonnes) (UN Comtrade, 2018).....	7
Figure 3: : Impact des dechets sur la faune marine	12
Figure 4 : Image satellitaire de Stidia plage (GOOGLE EARTH, 2023)	15
Figure 5 : Photographie de site de pêche stidia/Abri de pêche (@Bouhali, 2023).....	16
Figure 6 : Image satellitaire de Oureah plage (GOOGLE EARTH, 2023).....	16
Figure 7: Photographie du site de à Oureah (@Bouhali, 2023).....	17
Figure 8 : Photographie des 3 espèces traitées (@Bouhali, 2023).....	19
Figure 9 : Photographie de la dissection de l'échantillon (@Bouhali, 2023).....	21
Figure 10: Photographie de la dissolution de la matière organique (@Bouhali, 2023).....	22
Figure 11 : Photographie de filtrage de la solution (@Bouhali, 2023).....	22
Figure 12 : Observation de binoculaire (@Bouhali, 2023).....	23

Listes des tableaux

Tableau 1 : Biométrie de l'espèce : Bogue (<i>Boops boops</i> , Linnaeus, 1758)pêchée à Stidia ...	26
Tableau 2 : Biométrie de l'espèce Soufla (<i>Spicara maena</i> , Linnaeus, 1758) pêchée à Stidia.	26
Tableau 3 : Biométrie de l'espèce Bezoug, Dorade rose (<i>Pagellus bogaraveo</i> , Brünnich, 1768) pêchée à Stidia.....	26
Tableau 4 : Biométrie de l'espece: Bogue (<i>Boops boops</i> , Linnaeus, 1758) pêchée à Oureah.	27
Tableau 5: Biométrie de l'espèce Soufla (<i>Spicara maena</i> , Linnaeus, 1758)pêchée à Oureah.	27
Tableau 6 : Biométrie de l'espèce Bezoug, Dorade rose (<i>Pagellus bogaraveo</i> , Brünnlich, 1768) pêchée à Oureah	28

Liste des abréviations

mp : Microplastiques

Mp : Macroplastiques

MO : Matière Organique

Sf : Soufla (*Spicara maena*, Linnaeus, 1758)

Bg : Bogue (*Boops boops*, Linnaeus, 1758)

Bz: Bezoug, Dorade rose (*Pagellus bogaraveo*, Brünnich, 1768)

LF : Longueur de la fibre

MT : Masse totale

LT : Longueur totale

MGI : Masse gastro-intestinale

F : Femelle

M : Mâle

NI : Non-Identifié.

IUCN : Union internationale pour la conservation de la nature

Tables des matières

INTRODUCTION.....	1
1 GÉNÉRALITÉS	4
1.1 Déchets.....	4
1.2 Plastique.....	4
1.2.1 Macroplastiques	4
1.2.2 Mésoplastiques.....	4
1.2.3 Microplastiques.....	5
1.3 Distribution et concentration	6
1.4 Catégories de microplastiques	6
1.4.1 Microplastiques primaires.....	6
1.4.2 Microplastiques secondaires	7
1.5 Production du plastique à l'échelle planétaire	8
1.6 Microplastiques en Mer Méditerranée	9
1.7 Ingestion de microplastiques	10
1.8 Impact des microplastiques.....	10
1.8.1 Impact sur la faune marine.....	10
1.8.2 Impacts socio-économiques	11
1.9 Recyclage.....	12
1.10 Sources de pollution sur la cote de Mostaganem.....	12
2 MATERIEL ET MÉTHODES.....	15
2.1 Choix de sites.....	15
2.1.1 Stidia	15
2.1.2 Oureah	16
2.2 Choix des espèces	17
2.2.1 Bezoug, Dorade rose (<i>Pagellus bogaraveo</i> , Brünnich, 1768).....	17

TABLES DES MATIERES

2.2.2 Soufla (<i>Spicara maena</i> , Linnaeus, 1758).....	17
2.2.3 Bogue (<i>Boops boops</i> , Linnaeus, 1758).....	18
2.3 Protocole de la biométrie	18
2.4 Dissection des poissons	19
2.5 Dissolution de la matière organique et filtrage.....	21
2.6 Observation à la loupe binoculaire	23
3 RÉSULTATS ET DISCUSSION	25
3.1 Stidia plage	25
3.2 Oureah plage.....	25
3.3 Comparaison des deux sites (Stidia & Oureah).....	30
Discussion.....	30
4. CONCLUSION.....	34
Références bibliographies	38

Résumé

La Mer Méditerranée est un bassin semi-fermé qui renouvelle ses eaux une fois tous les 80 ans, sa superficie représente environ 1 % (0,82%) de la surface totale des mers et des océans. Cependant, elle est affectée par environ 20 % de la pollution marine du globe. Bien que l'état des connaissances actuelles ne soit pas encore concluant, la côte algérienne est également touchée par ce type de pollution pouvant affecter en outre les organismes marins vulnérables. Notre étude s'est focalisée sur l'identification et la quantification des microplastiques ingérés par les poissons pêchés par les petits métiers à Stidia et Oureah/Côte de Mostaganem.

L'étude a été réalisée sur trois espèces pour chacun des sites à raison de 10 individus par espèce total de 30 espèces. Après dissection, le contenu gastro-intestinal des poissons échantillonnés a été traité avec du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) à 15 % afin de dissoudre la matière organique. Ce procédé permet d'extraire convenablement les éventuels microplastiques ingérés dont l'identification se fait à la loupe binoculaire.

Les résultats montrent que les poissons pêchés dans la plage de Stidia présentent plus de fibres plastiques que ceux de la plage de Oureah. Il est à noter que l'identification optique n'a pas pu être confirmée par l'analyse des composants chimiques par la spectrophotométrie (Infrarouges) faute de non disponibilité de cet équipement.

Mot clés : microplastique ; pollution ; poisson ; ingestion ; fibre plastique.

Abstract

The Mediterranean Sea is a closed basin, which renews its waters once every 80 years, its area represents 1% of the total worldwide marine area. However, it is affected by around 20 % of the world's marine pollution. Although the state of current knowledge is not yet conclusive, the Algerian coast is also affected by this type of pollution, which can affect vulnerable marine organisms, among other things. Our study focused on the identification and quantification of microplastics ingested by fish caught by small craft in Stidia and Oureah/ Mostaganem Coast.

The study was carried out on three species for each site sampling 10 individuals per species. After dissection, the gastrointestinal contents of the sampled fish made it possible to properly extract any ingested microplastics, which have been identified with a binocular magnifying glass.

The results show that the fishes caught in Stidia beach present more plastic fibers than those caught in Oureah beach. However, we were not able to confirm the visual identification of the plastic fibers by the analysis of the chemical components using IR-Spectrophotometry due to the unavailability of this equipment.

Keywords: microplastic; pollution; fish; ingestion; plastic fiber

ملخص

البحر الأبيض المتوسط هو حوض مغلق يجدد مياهه مرة كل 80 عامًا، وتمثل مساحة سطحه 1% من إجمالي سطح المساحات البحرية. ومع ذلك، فإنها تتأثر بحوالي 20% من التلوث البحري في العالم. وعلى الرغم من أن الحالة الراهنة للمعرفة ليست قاطعة بعد، فإن الساحل الجزائري يتأثر أيضا بهذا النوع من التلوث الذي يمكن أن يؤثر أيضا على الكائنات البحرية الهشة. ركزت دراستنا على تحديد وتحديد كمية اللدائن الدقيقة التي تبتلعها الأسماك الصغيرة التي يتم صيدها في ستيديا وأوريه/مستغانم.

أجريت الدراسة على ثلاثة أنواع لكل موقع بمعدل 10 أفراد لكل نوع. بعد التشريح، تمت معالجة محتويات الجهاز الهضمي للأسماك التي تم أخذ عينات منها بنسبة 15% من بيروكسيد الهيدروجين (H₂O₂) لإذابة المادة العضوية. تتيح هذه العملية استخراج أي مواد بلاستيكية دقيقة تم تناولها بشكل صحيح تم تحديدها بواسطة الزجاج المكبر للعينين.

تظهر النتائج أن الأسماك التي يتم صيدها في شاطئ ستيديا تحتوي على ألياف بلاستيكية أكثر من الأسماك التي يتم صيدها في شاطئ أوريه. وتجدر الإشارة إلى أن التحديد البصري لا يمكن تأكيده بتحليل المكونات الكيميائية بواسطة القياس الطيفي بسبب عدم توفر هذه المعدات.

الكلمات الرئيسية: البلاستيك الدقيق؛ التلوث؛ الأسماك؛ الابتلاع؛ الألياف البلاستيكية

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La vulnérabilité de la Méditerranée à la pollution plastique est due à ses remarquables structures semi-fermées, qui sont entourées de trois continents densément peuplés (environ 150 millions de personnes) et agissent comme des pièges à déchets plastiques (WWF, 2018). Diverses activités commerciales, de pêche, industrielles, touristiques et autres activités côtières sont également des sources majeures de pollution aux microplastiques en Méditerranée. Le bassin méditerranéen génère environ 208 à 760 kg de déchets par personne et par an (Alessi et Carlo, 2018). L'activité touristique dans le bassin méditerranéen est l'un des principaux moteurs de l'augmentation des déchets marins (Galgani *et al.*, 2014). Après avoir été broyées dans le processus de recyclage, ces particules de plastique acquièrent une nouvelle « vie » et finissent dans l'océan sous forme de pastilles, de fibres et de granulés. Les microplastiques sont omniprésents dans le milieu, les organismes aquatiques, les sédiments marins et les sédiments des grands fonds dans les régions extrêmes de l'Arctique et de l'Antarctique (Wright et Kelly, 2017). En raison de la petite taille des microplastiques, l'ingestion de ces derniers par les organismes marins est très courante. Ceci a non seulement des effets néfastes sur la santé, mais également la migration de ces microplastiques toxiques vers des niveaux trophiques plus élevés est préoccupante car elle contribue de manière significative au rejet de polluants toxiques dont on estime 8,8 kg/personne/an de macroplastiques et 0,18 kg/personne/an de microplastiques sont d'versés dans l'Océan à la suite de diverses activités côtières (Van-Wijnenet *al.*, 2019).

Les débris de plastiques envahissent l'environnement marin et peuvent être ingérés par les organismes aquatiques (Setälä *et al.*, 2014). Actuellement, des microplastiques ont été trouvés dans le plancton (Desforges *et al.*, 2015), les poissons (Lusher *et al.*, 2017 ; Zhang *et al.*, 2017a), les bivalves (Van Cauwenberghe et Janssen, 2014) et les invertébrés (Welden et Cowie, 2016). L'absorption de microplastiques peut entraîner de nombreux risques potentiels pour les espèces marines et les organismes aquatiques (Phillips et Bonner, 2015). Des études ont montré que l'absorption de microplastiques peut bloquer et endommager les organes digestifs des espèces d'invertébrés marins, ce qui entraîne une réduction notable de leur capacité de reproduction, d'alimentation et le taux de survie (Sterr *et al.*, 2015; Wright *et al.*, 2013)

En Algérie, la production de déchets solides a connu une augmentation, durant cette dernière décennie, s'élevant à environ 9 millions de tonnes par an. Plus de 10 % de déchets

INTRODUCTION

éliminés sont du plastique (Djemaci, 2011). Parmi les deux millions de tonnes d'emballage plastique produits en Algérie par 192 unités seules 4000 tonnes sont récupérées, soit 0.2 % (Djemaci, 2011). Tandis que la capacité de récupération mondiale du plastique est de 130.000 tonnes par an (Mate 2004).

Notre étude contribue humblement aux divers travaux sur la Pollution aux déchets plastiques. L'objectif étant de Connaitre le degré de pollution de la côte de Mostaganem et s'il y a une ingestion de micro plastique dans le contenu digestif d'espèces pêchées par les petits métiers de la plage de Stidia et celle de Oureah.

La méthodologie que nous avons utilisée est-elle efficace, les résultats qu'elle produit sont-ils fiables ?

GÉNÉRALITÉS

1 Généralités

1.1 Déchets

Le terme « déchets » fait référence à toutes les matières solides difficiles à extraire, à produire ou à transformer pour les humains, et qui pénètrent dans l'environnement côtier et marin soit directement soit à travers les rivières et les canaux. Ces déchets peuvent provenir de la terre et de la Mer et entrent dans différentes catégories telles que les plastiques, les métaux, les verres, les caoutchoucs et les céramiques. La majorité des déchets sont des plastiques ; ils représentent jusqu'à 80 % de tous les déchets se trouvant dans le monde Océanique. Plus de 8 millions de tonnes de plastique pénètrent dans les Océans chaque année (PNUE, 2017)

1.2 Plastique

Le terme "plastiques" fait référence à un groupe de produits chimiques et de matériaux synthétiques qui peuvent être façonnés de manière utile. Les plastiques sont fabriqués à partir de minuscules molécules appelées "monomères" qui se répètent et s'agrègent en milliers ou millions de chaînes croissantes, appelées "polymères". La source de plastique est les combustibles fossiles, en particulier le gaz naturel, et une variété de monomères - dont beaucoup ont de graves conséquences sur la santé - utilisés pour fabriquer des plastiques courants (Eriksen et al. 2020)

1.2.1 Macroplastiques

Les macroplastiques sont des débris ayant une taille supérieure à 5 mm ; ils se composent d'une grande variété de fragments de plastique allant de 5 mm jusqu'à plusieurs décimètres tels que les sacs de chalut et les restes d'épaves.

1.2.2 Mésoplastiques

Les mésoplastiques sont des particules de plastique ayant un diamètre de 5 à 10 mm, telles que les particules de résine vierge.

1.2.3 Microplastiques

Les microplastiques sont des particules de plastique de moins de 5 mm de diamètre (Arthur et al. 2009) (figure. 1). La persistance dans le polyester, le nylon, le polyéthylène, les

fibres de polypropylène et les environnements marins met longtemps à se dégrader (Hopewell et al. 2009). Les microplastiques peuvent être classés selon leur origine, à savoir les microplastiques primaires ou secondaires. Les microplastiques primaires sont de petites particules commerciales. On les retrouve notamment en cosmétique sous forme de billes de gommage. Les microplastiques secondaires proviennent de la fragmentation de déchets plastiques plus gros lorsqu'ils sont exposés à certains facteurs physiques, chimiques ou environnementaux tels que la lumière UV, l'action mécanique (frottement, rupture, altération) et le mouvement de l'eau.

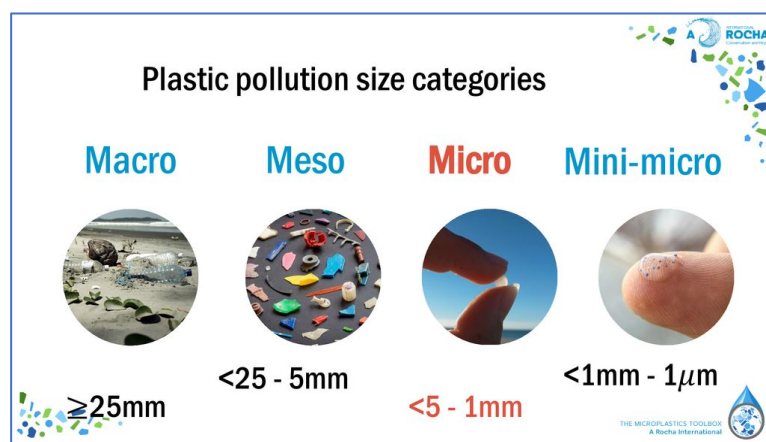


Figure 1 : catégories de plastique (source slideplayer.com)

1.3 Distribution et concentration

Les principaux points d'entrée des microplastiques dans le milieu aquatique sont les eaux usées et les eaux pluviales (Bergmann et al., 2015). Une fois dans l'environnement, leur distribution dépend principalement de la force du vent, de la circulation géostrophique, des vagues dominantes et de la densité des plastiques par rapport à celle de l'eau (Eerkes-Medrano et al., 2015). Selon leur densité, les microplastiques flottent à la surface de l'eau ou restent en équilibre dans la colonne d'eau, ou se déposent directement sur le fond (Eerkes-Medrano et al., 2015).

1.4 Catégories de microplastiques

Dans l'environnement aquatique, deux sources majeures de microplastiques ont été définies :

1.4.1 Microplastiques primaires

Les microplastiques sont des éléments dont le diamètre ou la longueur est inférieur à 5 mm. Ils sont fabriqués par l'industrie des plastiques sous forme particulière (Auta *et al.*, 2017). Par ordre décroissant, les principales sources de microplastiques primaires sont les pneus de voiture, formes de marqueurs de peinture, résines synthétiques, vêtements et fibres synthétiques (Hann *et al.*, 2018). Friction lors du freinage, de l'accélération et de l'usure de la route. Le fonctionnement d'un pneu sur la route crée un effet de frottement qui entraîne une usure du pneu. Désorption des microplastiques contenus dans les pneumatiques. Les stations de traitement des eaux usées (Hann *et al.*, 2018) et leur rejet à la Mer. En raison de leur petite taille, ils ne peuvent pas être retenus pendant le processus d'épuration (Sapea, 2019). Certains microplastiques primaires sont dérivés de fibres synthétiques émanant des vêtements synthétiques ; Ces fibres synthétiques en contiennent 78 % Polyester (pour les vêtements fabriqués à partir de bouteilles PET recyclées) et 22 % fibre acrylique. Le lavage de vêtements synthétiques peut libérer environ 1900 fibres (Browne *et al.*, 2011). Ces microplastiques majeurs comprennent également des microbilles assimilées aux produits cosmétiques ou de soins personnels (dentifrice, gel douche), utilisées comme microbilles plastiques (polyéthylène) particules exfoliantes dans les crèmes de soin (Kedzierski *et al.*, 2017).

1.4.2 Microplastiques secondaires

Ils résultent de la fragmentation de plastiques plus gros ou de macroplastiques (> 5 mm) déjà présents dans l'environnement sous forme de fragments composant les déchets. Ces derniers se décomposent pour former des particules plus petites (< 5 mm) grâce à des processus physique, chimique et biologique (Andrady, 2011 ; Browne, 2015). Le principal phénomène derrière la fragmentation des polymères de ce plastique est photolytique (exposition aux rayons ultraviolets du soleil). D'autres symptômes mineurs incluent des processus microbiens, hydrolytiques, pyrolytiques, oxydatifs et mécaniques intermédiaires autre que l'érosion (Eich *et al.*, 2015 ; Yoshida *et al.*, 2016). À la fin de ces processus, des changements dans la structure du polymère avec la perte de poids moléculaire, la perte de leurs propriétés mécaniques et l'altération de leur signature spectrale (Gesamp, 2015).

1.5 Production du plastique à l'échelle planétaire

Les débris plastiques sont un problème mondial dans tous les écosystèmes marins car ils envahissent la colonne d'eau et le fond marin (Thompson et *al.* 2004 ; Teuten et *al.*, 2007 ; Barnes et *al.*, 2009 ; Andrady, 2011). Des millions de tonnes de plastique sont produites chaque année pour répondre à la demande mondiale toujours croissante. Les produits en plastique durent plus longtemps que d'autres matériaux. Environ 1 % (0,82 %) des déchets plastiques finissent dans le milieu aquatique et terrestre. Ces déchets ont atteint 29 000 tonnes au Canada en 2016 (Gouvernement du Canada, 2020). Au cours des quatre dernières années, on estime que la production mondiale de plastique a augmenté d'environ 3,7 % par an. Les principaux producteurs de plastiques (thermoplastiques et polyuréthanes) (figure. 2) sont la Chine, l'Amérique du Nord et l'Union européenne, représentant respectivement 30 %, 18 % et 17 % de la production totale (Plastics Europe, 2019). En Europe, la demande totale de plastique (51,2 millions de tonnes) est dominée par six pays (69,6 % de la demande) : Allemagne (24,6 %), Italie (14,3 %), France (9,6 %), Espagne (7,7 %), Royaume-Uni et la Pologne (6,3 %). On estime que la demande de plastiques doublera d'ici 2025 et plus que triplera les niveaux actuels d'ici 2050 (Forum économique mondial, 2016).

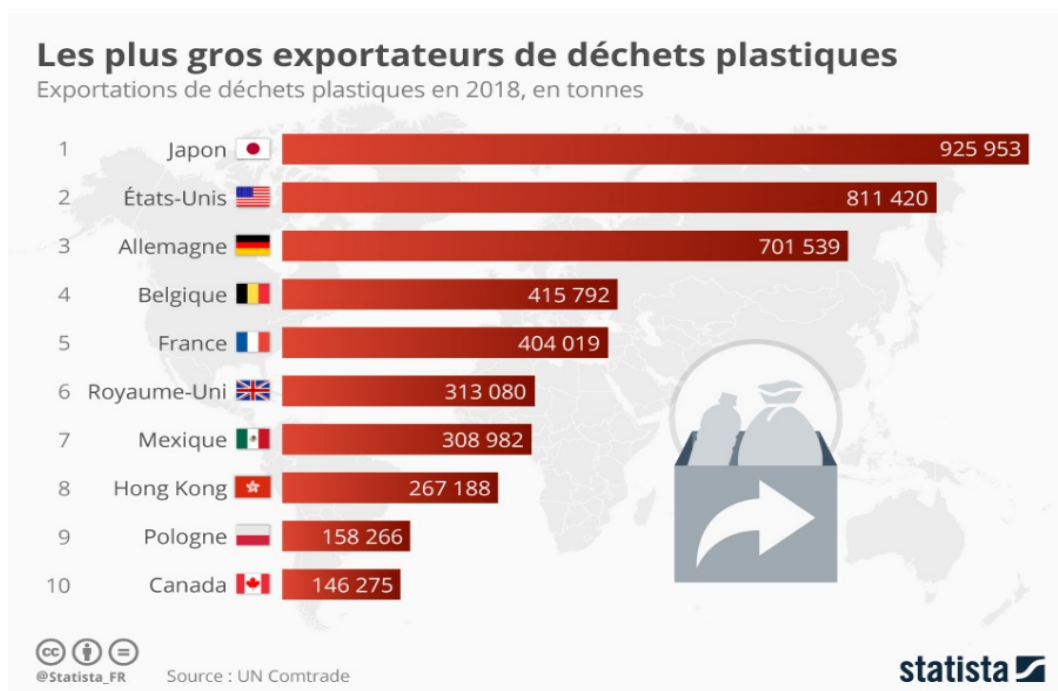


Figure 2 : Plus grands exportateurs de déchets plastiques en 2018 (en tonnes) (UN Comtrade, 2018)

1.6 Microplastiques en Mer Méditerranée

La vulnérabilité de la mer Méditerranée à la pollution plastique est due à sa structure unique semi-fermée entourée de trois continents, densément peuplée (environ 150 millions d'habitants) et agissant comme un piège pour les débris plastiques (WWF, 2018). Différents commerces, pêche, industrie, tourisme et autres activités côtières sont également des contributeurs majeurs à la pollution microplastique en mer Méditerranée. Le bassin méditerranéen produit environ 208 à 760 kg de déchets solides par habitant et par an (Alessi et Carlo, 2018), et le tourisme dans le bassin méditerranéen est l'une des principales raisons de l'augmentation des déchets marins (Galgani et *al.*, 2014). Les principaux pays côtiers qui déversent de grandes quantités de plastique sont l'Espagne (126 tonnes/jour), la Turquie (144 tonnes/jour), l'Italie (90 tonnes/jour), l'Égypte (77 tonnes/jour) et la France (66 tonnes/jour) (Service environnement/Cartes, 2015). Une étude bidimensionnelle sur modèle de Lagrange a été réalisée par Liubartseva et *al.* (2018) ; « Tracking plastic in the Mediterranean region », a retracé plus de 1010 fragments de plastique depuis les zones côtières peuplées, les rivières, les voies de navigation jusqu'à la surface de la mer, la côte et 15 % de la consommation de pétrole et de l'empreinte carbone mondiale respectivement (Neufeld et *al.*, 2016). La faible activité de recyclage et l'utilisation accrue de produits en plastique à usage unique font partie des négligences qui contribuent à la pollution plastique. Selon une étude basée sur l'analyse mondiale du plastique de 2017, indiquant que 8,3 milliards de tonnes métriques de plastique sont produites dans le monde, dont 6 milliards de tonnes métriques sont converties en déchets plastiques et seulement 9 % du plastique est recyclé (Geyer et *al.*, 2017). C'est l'une des principales raisons de l'accumulation de grandes quantités de débris plastiques (~79%) dans l'environnement.

Pollution aux plastiques dans les eaux marines

Le plastique représente actuellement 85 % de tous les déchets marins et d'ici 2040, il triplera certainement, ajoutant 23 à 37 millions de tonnes métriques de déchets dans l'océan annuellement. Cela se traduit par environ 50 kilogrammes de plastique par mètre de rivage. Cela signifie que toute la vie marine - du plancton et des crustacés aux oiseaux, tortue et mammifère - sera confrontée au risque d'empoisonnement, de troubles du comportement, de famine et d'étouffement mécanique.

1.7 Ingestion de microplastiques

L'addiction majeure au plastique dans notre mode de consommation et sa gestion des déchets ont des effets directs extrêmement nocifs voire mortels sur la vie marine et les oiseaux, que ce soit par enchevêtrement ou empoisonnement.

La quantité de déchets plastiques qui se produit dans les océans, bien qu'énorme, n'est que la pointe de l'iceberg, car les particules de plastique brisées représentent la plus grande pollution, elles sont facilement digérées par les organismes marins. Dans cette situation, il est presque impossible de les contrôler et les récupérer. De ce fait, elles sont nocives pour les Océans, le littoral et la vie humaine ; les microplastiques présentent un risque évident pour l'environnement, tuant d'innombrables poissons, reptiles, oiseaux et mammifères marins (Gesamp, 2010 ; Henry 2010).

Cela se produit en raison d'une capture accidentelle ou d'une confusion entre le plastique et une proie. Divers organismes marins peuvent ingérer des microplastiques, et cela a cause de leur petite taille et à leur présence à la surface et au fond de la Mer (Betts, 2008 ; Thompson *et al.*, 2009). Les organismes aquatiques, tels que les moules, les poissons, les daphnies ou les vers, peuvent absorber les particules de plastique lorsqu'elles s'alimentent. Cela a été confirmé par plusieurs études sur la vie marine (Betts, 2008 ; Thompson *et al.*, 2009). Les espèces marines confondent films de plastique dites "biofoulés", autrement dit recouvertes d'algues et d'autres espèces marines qui se retrouvent dans l'Océan car elles sentent la nourriture et leur forme rappelle celle des méduses. Notez que de nombreux organismes marins ont la capacité d'éliminer les matières indésirables (par exemple, les sédiments, les détritiques et les particules) de leur corps sans danger, comme l'ont démontré les vers polychètes, qui déposent des microplastiques que d'autres animaux ingèrent en fouinant dans le substrat pour s'alimenter (Thompson *et al.*, 2004). Cependant, une fois ingérés, les microplastiques ont le potentiel d'être absorbés par l'organisme lorsqu'ils traversent le système digestif par translocation. Les microplastiques peuvent endommager les branchies et le tractus gastro-intestinal des poissons et des moules. Certains animaux excrètent des particules non digérées, tandis que d'autres s'accumulent dans le tube digestif. Chez les poissons, par exemple, cela peut entraîner une fausse sensation de satiété, voire de faim réaction inflammation ou modifications des tissus. Le zooplancton (petits organismes au bas de la chaîne alimentaire marine) se nourrit

involontairement de débris plastiques inférieurs à 1 mm. Ces fragments peuvent contenir des substances toxiques, que le zooplancton ingère et propage jusqu'à l'homme dans la chaîne alimentaire. Ces organismes de faible niveau trophique sont particulièrement susceptibles d'ingérer des microplastiques en raison des faibles populations de plancton et des concentrations élevées de microplastiques résultant de l'accumulation dans les courants océaniques (Moore, 2008). Une gamme de biotes marins, y compris les oiseaux de mer, les crustacés et les poissons, peuvent ingérer des microplastiques (Blight et Burger, 1997 ; Tourinho *et al.*, 2010).

1.8 Impact des microplastiques

1.8.1 Impact sur la faune marine

Dans certaines zones de la Méditerranée, il y a autant de microplastiques que de zooplancton. Cela signifie que certains plats de poisson sont à moitié en plastique et à moitié en proie naturelle. Ces microplastiques ne sont pas digérés et ne fournissent donc pas d'énergie à l'animal qui les ingère. Cette famine chronique à estomac plein entraîne une faiblesse générale et affecte les réserves énergétiques, qui à leur tour affectent la croissance, la reproduction, l'immunité et le développement de cellules anormales des organismes observés (Wilson, 2017). Les impacts mécaniques du plastique ont été observés chez 250 espèces qui subissent l'étranglement conduisant parfois à l'asphyxie, ou une obstruction du tube digestif lorsqu'ils s'alimentent. Le fait que les microplastiques, de par leur petite taille, soient biodisponibles et ingérables par les détritivores et les planctophages ou les organismes filtreurs, suivis de leur translocation et leur déplacement dans la chaîne trophique fait débat (Fendall et Sewell, 2009) (figure. 3).

1.8.2 Impact socio-économiques

Malgré la difficulté d'évaluer les impacts socio-économiques, il est connu que la pollution affecte les zones côtières, en particulier les plages. Le tourisme balnéaire peut être gravement touché par l'image qu'offre les plages présentant une importante accumulation de déchets plastiques. Le plastique affecte négativement l'économie, la navigation à la voile, avec de fréquents accidents (rencontre des obstacles, se prendre dans des filets ou des bâches plastiques, encombrement des hélices de bateaux ou de leurs circuits de refroidissement). Ces effets sont également très importants pour les navires et les professionnels de la pêche, qui comptabilisent des frais supplémentaires pour le nettoyage et la réparation de leurs filets et leurs lignes.

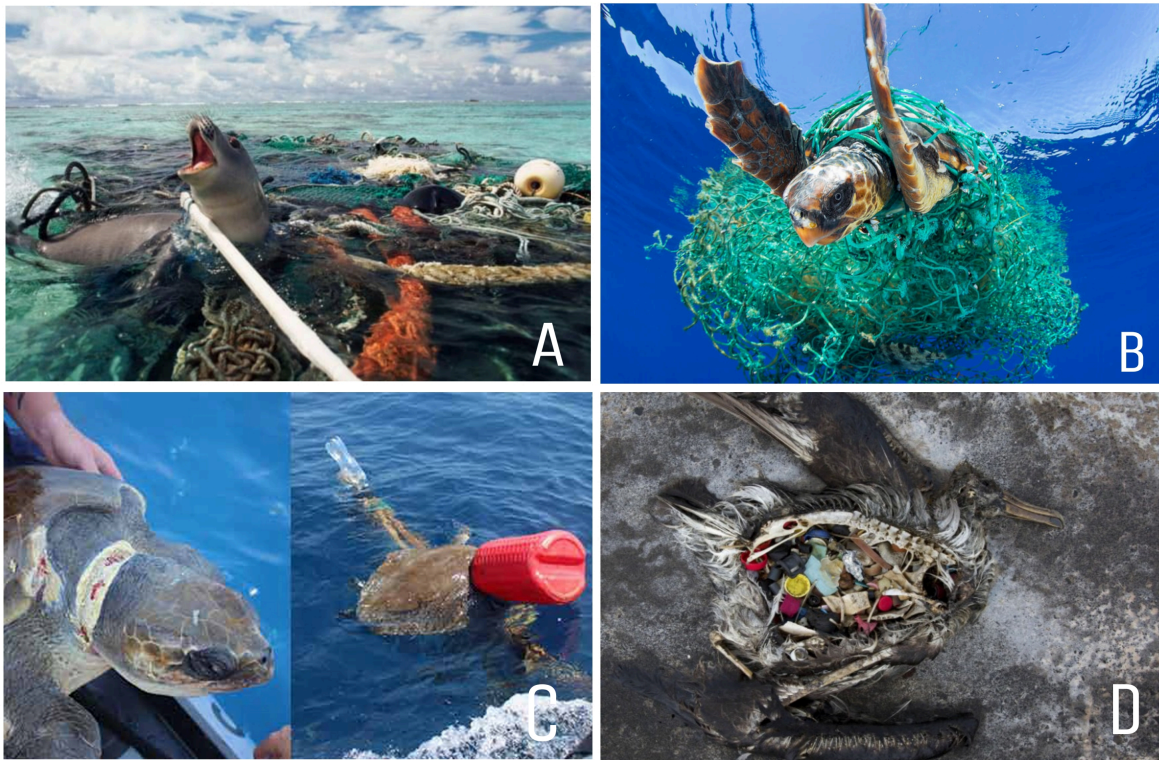


Figure 3 : Impact des déchets sur la faune marine :

A, Phoque prise dans un filet de pêche (Plastic Oceans Foundation, 2017)

B, Tortue de mer prise dans un filet de pêche (Pérez, 2018)

C, Tortues de mer en voie de disparition qui s'étaient empêtrées dans des ordures dans l'océan Pacifique (Coast Guard, 2017)

D, Albatros retrouvé mort avec des déchets plastiques dans l'estomac (Dan Clark / USFWS 2016)

1.9 Recyclage des déchets plastiques

Le mécanisme de recyclage du plastique est défini comme la fusion et le mélange de nombreux types de plastiques usagés avec d'autres matières premières par une série d'opérations de base pour produire des granulés ou des poudres de plastique. Ces derniers sont moulés et façonnés en fonction de leur utilisation, par exemple des sacs et les sacs peuvent être recyclés. L'achat de plastique utilisé pour fabriquer des tapis et des panneaux et le recyclage des bouteilles de boisson en plastique utilisées pour fabriquer des vestes polaires ont entraîné une augmentation de la production et de la consommation de plastique dans le monde en raison de ses avantages de durabilité, de légèreté et de moulage facile, etc. (Boudjelkha & Banni, 2017). En plus de son faible coût, ce qui le rend utile dans de nombreux domaines de l'industrie, l'utilisation accrue des plastiques a conduit à une foule de préoccupations environnementales, il est donc devenu impératif de trouver des moyens de se débarrasser des plastiques anciens et usagés. Plus important encore, de nombreux facteurs contribuent à faire du plastique une ressource. Ainsi, 3 à 4 % de toutes les formes de plastique sont consommées. Outre les déchets plastiques, diverses énergies et ressources non renouvelables telles que le pétrole et le gaz représentent 4 % de sa production mondiale de plastique (Harald *et al.*, 2011). Les déchets plastiques s'accumulent dans les décharges ou dans la nature car de par leur composition chimique, ils se décomposent très lentement (quelques centaines d'années). Considérant que le processus de recyclage du plastique est l'une des solutions les plus importantes suivies aujourd'hui pour réduire les problèmes causés par l'utilisation de ce matériau, et que, outre la forte dépendance de la fabrication du plastique vis-à-vis des plastiques, le recyclage dépend également principalement de la sélection précise et correcte des composants et des matériaux en suivant correctement les directives et les étapes du processus de recyclage. Dans ce contexte, bien que le processus soit simple, il nécessite de l'expérience, des connaissances et des compétences du personnel travaillant dans ce domaine.

1.10 Sources de pollution sur la Côte de Mostaganem

La pollution plastique est un grave problème en Algérie du fait de la méconnaissance de ses effets et du manque d'entreprises spécialisées dans le recyclage. C'est le cas de toutes les côtes algériennes, et même la côte de Mostaganem en est touchée.

Mostaganem est parmi les wilayas touristiques en Algérie avec une façade maritime de 124.5 km et des établissements touristiques déjà établis, certains sont encore en cours de réalisation et d'autres sont projetés. À cause de cette activité, les touristes exercent une pression sur les plages en abandonnant leur déchets, composés en majeure partie par des plastiques (bouteilles, sacs, gobelets, jouets d'enfants, etc.) (Aougar & Ammouri, 2022). La pollution en plastique peut être aussi d'origine ménagère, des activités commerciale, industrielle pareil locale, mais aussi de source exogène via le charriage continentale par les Oueds ; Oued Chélif par exemple, qui parcourt plusieurs wilayas avant de se déverser en Mer au niveau du littoral de Mostaganem.

Synthèse sur les études relevant de la pollution plastique sur la Côte de Mostaganem

Dans le cadre de la formation en master, quatre travaux de fin d'études ont été réalisés entre 2016 et 2022 au niveau de notre Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture. Le premier travail s'est centré sur la quantification des micro (mp)- et macroplastiques (Mp) se trouvant dans le sable des plages de Sidi Mansour et de Ben Abdelmalek Ramdane. Vu que le mémoire ne fût pas publié sur le site de l'Université de Mostaganem, les résultats ont fait l'objet d'une publication sous forme de *proceeding* édité par la Faculté SNV suite aux Journées Scientifiques qu'elle a organisées en 2016 (Taibi *et al.*, 2016). L'étude a montré que le rapport mp/Mp est plus élevé pour la plage de Sidi Mansour (0.546) que pour celle de Ben Abdelmalek Ramdane (0.341). En d'autres termes, le sédiment de Sidi Mansour contenait 2 Mp pour 1 mp, tandis que le sédiment de Ben Abdelmalek Ramdane contenait 3 Mp pour 1 mp. Cela signifie que la plage de Sidi Mansour est plus polluée aux microplastiques que celle de Ben Abdelmalek Ramdane (Taibi *et al.*, 2016).

Deux autres mémoires de fin d'études (Benarous, 2019 ; Aougar & Ammouri, 2022) se sont focalisés sur la pollution des plages par les bouteilles et les bouchons (en plastique). Les résultats montrent clairement que la crique des Trois Frères (Côte Est de Mostaganem) est la plus polluée (nombre impressionnant de bouteilles avec leurs bouchons) en comparaison avec la crique près des Sablettes et la plage de Oureah. Considérant les trois sites échantillonnés, une hétérogénéité a été notée quant au nombre de bouteilles et de bouchons. La concentration de ce type de polluants est associée à différents paramètres tels que le vent, l'eau, les courants marins, les activités de la pêche et la nature du terrain (Benarous, 2019 ; Aougar & Ammouri, 2022).

La comparaison du travail de Banarous (2019) avec celui de Aougar et Ammouri (2022) montre que la pollution aux bouteilles et bouchons a diminué depuis 2019 ; cette diminution est probablement due à la fermeture des plages durant les saisons estivales 2020 et 2021 et en conséquence leur insignifiante utilisation par les estivants(e)s.

L'étude de Benaïssa & Bouras (2020) était la première du genre au niveau national du fait qu'elle se soit centrée sur la collecte des micro- et macroplastiques se trouvant à la surface de l'eau de Mer. Pour se faire, un collecteur de déchets plastiques fût conçu et fabriqué par le Professeur N. Taïbi, encadrant du binôme Benaïssa-Bouras. La collecte des plastiques a été entreprise dans les eaux de Stidia et celles de Salamandre. Les résultats montrent une nette pollution de Stidia où de nombreux éléments de plastique ont été comptabilisés, à savoir fibres, films et quelques débris comptant pour les microplastiques (Benaïssa & Bouras, 2020).

Taïbi *et al.*, 2021 ont quantifié et caractérisé les différents éléments plastiques (débris, granulés et films) se trouvant dans le sédiment de neuf plages de la Côte de Mostaganem. Ce travail de recherche a fait l'objet d'une publication dans la revue *Marine Pollution Bulletin (Elsevier)*. Contemplant les dix dernières décennies, le nombre des touristes passant leurs vacances sur la Côte de Mostaganem s'élève à environ 10 millions/an. Ainsi, l'intense utilisation des plages, associée à une faible préoccupation environnementale, une insuffisante gestion des déchets solides et au manque de poubelles durant la saison estivale, ont contribué à la pollution côtière. L'étude a tenu compte de la proximité des villages aux plages échantillonnées. Les résultats mettent en évidence que les plages localisées près des villages présentent une majeure pollution aux micro- et macroplastiques telle que la plage des Sablettes où la majorité des structures touristiques de la wilaya de Mostaganem s'y trouvent (Taïbi *et al.*, 2021).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

2 Matériel et Méthodes

2.1 Choix de sites

Les sites ont été sélectionnés en fonction de leur substrat dont l'influence sur la répartition des déchets et le taux d'ingestion de microplastiques serait avérée. Le site de Stidia présente un fond composé de différents substrats (rocheux, sableux et à herbiers de posidonie) et le site de Oureah est en majeure partie meuble (sableux) (figure. 5 et 7).

2.1.1 Stidia

Située à 15 kilomètres à l'Ouest de la ville de Mostaganem (figure. 4), Stidia est une petite commune touristique disposant de terres agricoles. La plage est caractérisée par un substrat dur (entre 0 et 3 mètres) et du sable fin et grossier (Plage Algérie, 2020). À partir de 2,5 m de profondeur, le substrat dur forme un récif derrière lequel les herbiers de Posidonie évoluent

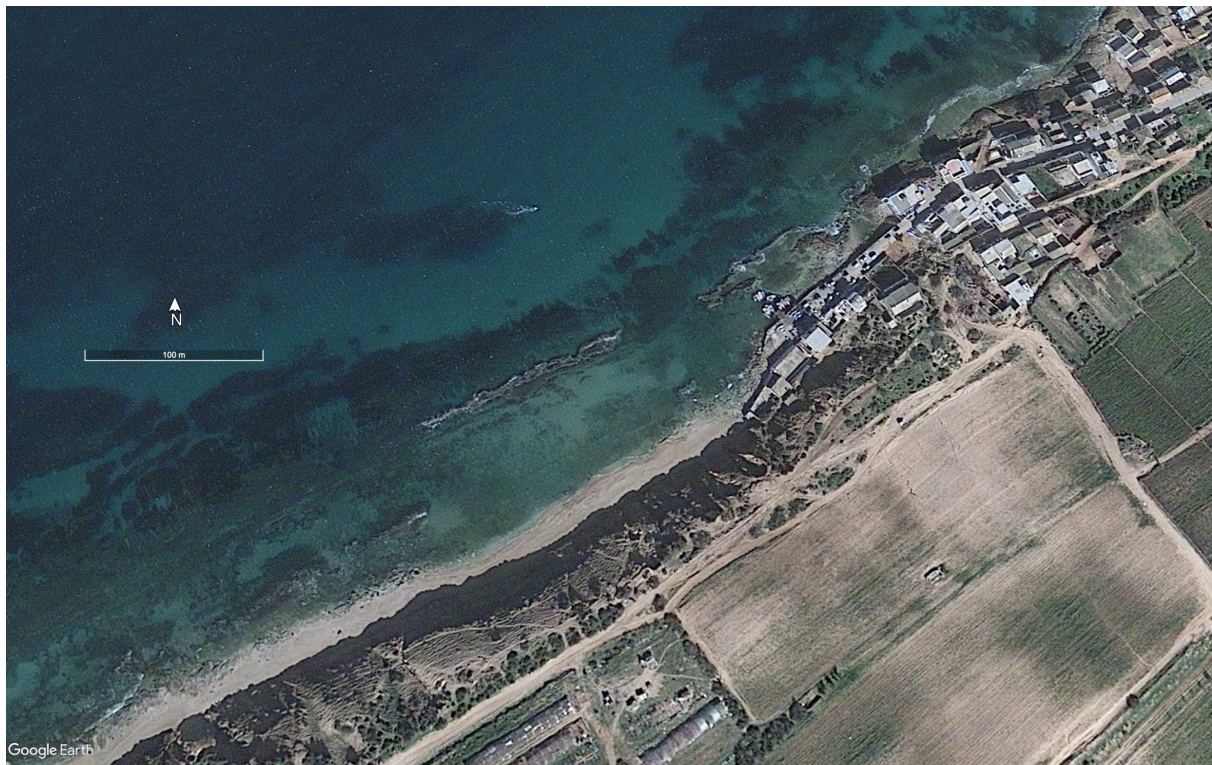


Figure 4 : Image satellitaire de Stidia plage (GOOGLE EARTH,2023)



Figure 5 : Photographie du site de Stidia/Abri de pêche (@Bouhali, 2023)

2.1.2 Oureah

La plage de Oureah se trouve à 7 km à l'Ouest de la ville de Mostaganem et à 3 km de la plage des Sablettes qui représente la plus importante zone touristique balnéaire de la Wilaya (figure. 6) Oureah plage, formée principalement de sable fin, a une longueur approximative de 2 km et environ 30 mètres de large (Plage Algérie, 2020).

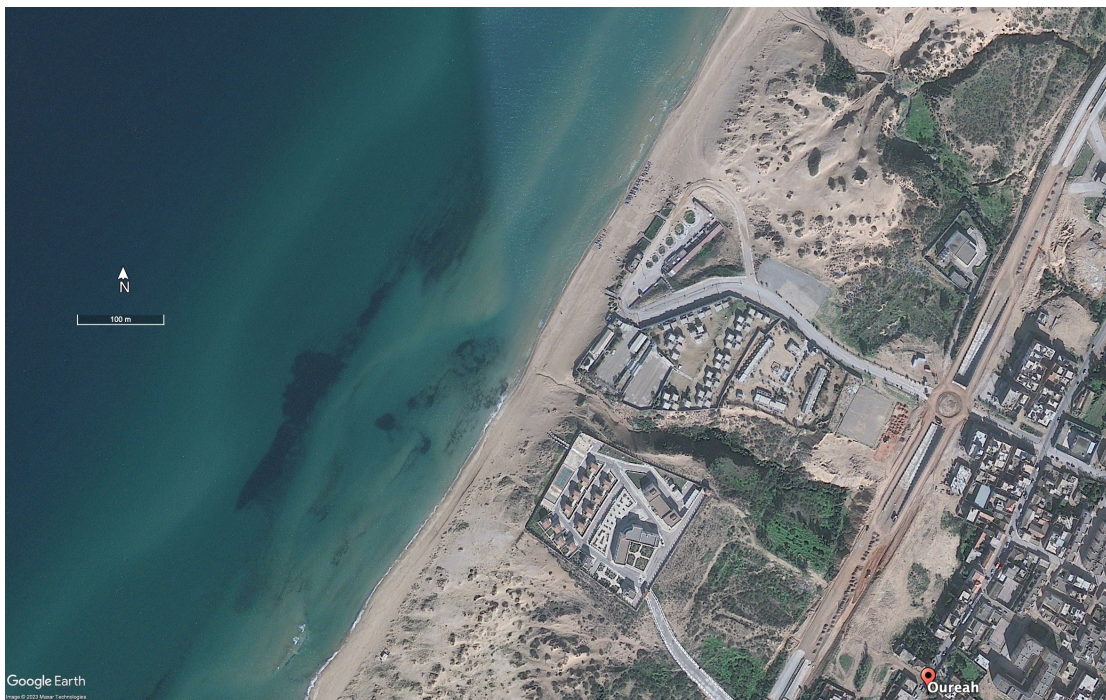


Figure 6 : Image satellitaire de Oureah plage (GOOGLE EARTH, 2023)



Figure 7: Photographie du site de Oureah (@Bouhali, 2023)

2.2 Choix des espèces

Nous avons travaillé sur trois espèces qui étaient disponibles dans les deux sites d'étude et pour chacune des espèces, dix individus ont été échantillonnés (figure 8).

2.2.1 Bezoug ou Dorade rose (*Pagellus bogaraveo*, Brünnich, 1768)

Cette espèce est communément appelée bezoug ; elle évolue dans divers types de fonds (rochers, sable, vase) et jusqu'à 400 m de profondeur en Méditerranée et 700 m en Atlantique ; les jeunes spécimens se rencontrent près de la côte, tandis que les adultes sont présents sur le talus continental, surtout sur les fonds vaseux. Cette espèce se nourrit de crustacés, de mollusques de vers et de petits poissons ; elle est considérée comme omnivore. Le bezoug est hermaphrodite protandrique ; il devient femelle lorsque sa longueur aura atteint 20-30 cm. La période de reproduction est de janvier à juin au bord du plateau continental.

2.2.2 Soufla (*Spicara maena*, Linnaeus, 1758)

C'est une espèce de famille des *Centracanthidae*, cette famille est divisée en quatre espèces principales, à savoir *S. Maena*, *S. Flexuosa*, *S. smaris* et *S. centracanthus* qui évoluent au-dessus des herbiers à posidonie ainsi que dans les fonds rocheux ou vaseux. Cette espèce se nourrit de plancton pendant la journée et, au crépuscule, de petits animaux benthiques (crustacés et mollusques), et même de végétaux.

2.2.3 Bogue (*Boops boops*, Linnaeus, 1758)

Communément appelée bogue, *Boops boops*, Linnaeus (1758) appartient à la famille des sparidés. On la trouve dans l'Océan Atlantique oriental et la mer Méditerranée. Elle vit au-dessus du plateau continental sur tous les fonds jusqu'à 490 m de profondeur ; elle est abondante dans les 100 premiers mètres et se nourrit de crustacés, mollusques, annélides, sipunculides, végétaux, siphonophores, œufs et copépodes. Les algues chlorophycées constituent une part non négligeable dans son alimentation.

2.3 Protocole d'échantillonnage

Les poissons pêchés sont transportés au laboratoire dans une glacière ; chaque espèce est matérialisée par une étiquette portant la date et le lieu de capture. Une fois arrivés au laboratoire, les poissons sont conservés au réfrigérateur à au moins 0° C.

2.4 Protocole de la biométrie

Les échantillons de poisson ont fait l'objet d'une étude biométrique, à savoir :

Mesure de la longueur en centimètres s'effectuant de la porte du museau jusqu'à l'extrémité du lobe de la nageoire caudale de chaque échantillon. La longueur permet d'étudier la croissance des poissons.

Mesure de la masse en grammes : la masse totale des poissons et Masse gastro-intestinale, (Sbrana, 2022).

Détermination de sexe des poissons en se basant sur la couleur des gonades. Si ces dernières sont de couleur blanche, il s'agit de mâles. Si les gonades sont jaune-oranges, il s'agit de femelles. La détermination est incertaine lorsqu'il s'agit de gonades non matures.



Figure 8 : Photographie des 3 espèces traitées (@Bouhali, 2023)

2.5 Dissection des poissons

Pour rechercher la présence d'entités microplastiques ingérées par les poissons nous devons disséquer nos poissons et retirer le GI (figure. 9). Lors de la dissection de nos spécimens :

- Poser le poisson, couché sur le côté, sur la planche à dissection ;
- Pratiquer l'incision du corps du poisson de l'anus à la tête ;
- Séparer le tractus gastro-intestinal, l'estomac et les intestins du reste du corps du poisson ;
- Peser les organes internes (estomac et intestins) du poisson ;
- Garder le tractus gastro-intestinal de chaque poisson dans un bécher en verre individuel.

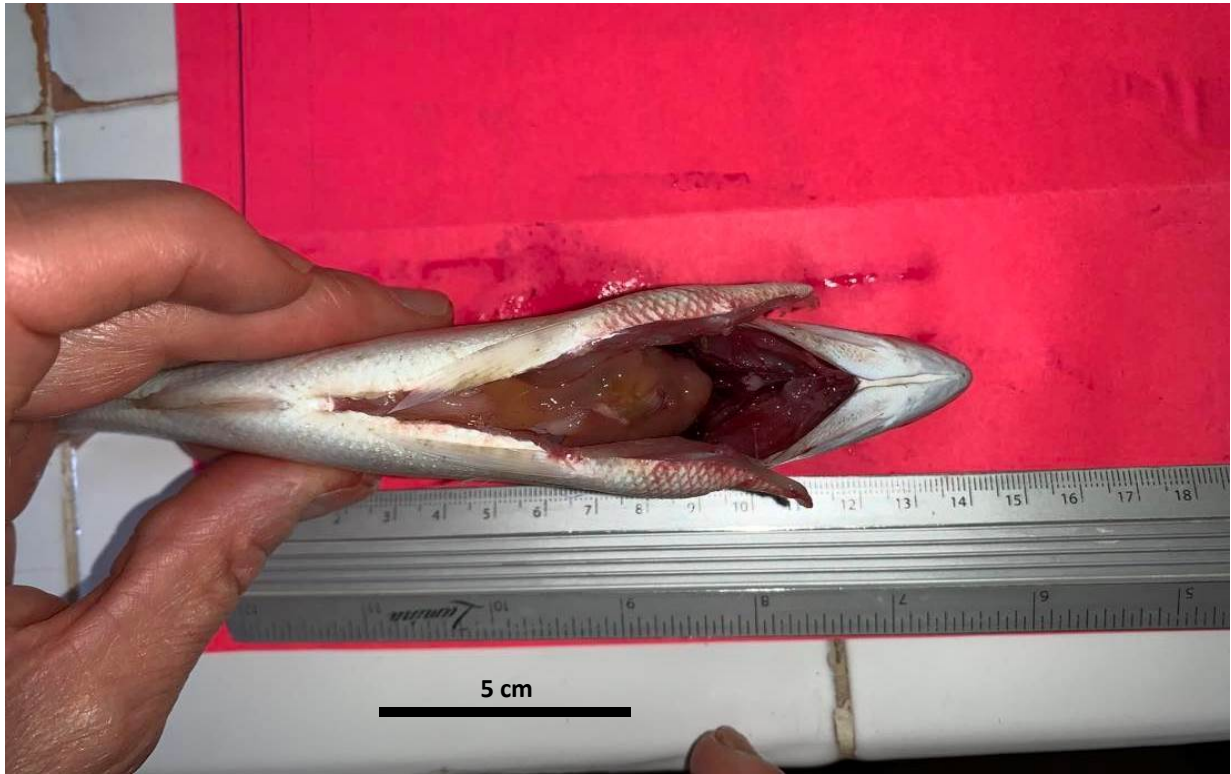


Figure9: photographie de La dissection de l'échantillon (@Bouhali, 2023)

2.6 Dissolution de la matière organique et filtrage

Mettez les échantillons dans des béchers avec étiquette comportant le nom du site, l'espèce et la date d'échantillonnage (figure. 10).

Échantillons de *Stidia* : La matière organique a été plus ou moins décomposée à l'aide d'une solution de H_2O_2 à 15 % (20 ml pour chaque gramme de tissu).

Échantillons de *Oureah* : Solution de H_2O_2 à 15% + HNO_3 à 5% (20 ml pour 1g de tissu). Cette combinaison du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et de l'acide nitrique (HNO_3) a été entreprise afin d'expérimenter si la dissolution de la matière organique serait plus efficace. (Sbrana *et al.*, 2020)

Après, l'échantillon a été mis pendant une nuit à 60 °C dans l'étuve, puis il a été filtré à l'aide d'un papier filtre *Whatman* de 150 mm de diamètre en utilisant un entonnoir et un bécher. (figure 11) (Sbrana *et al.*, 2020).

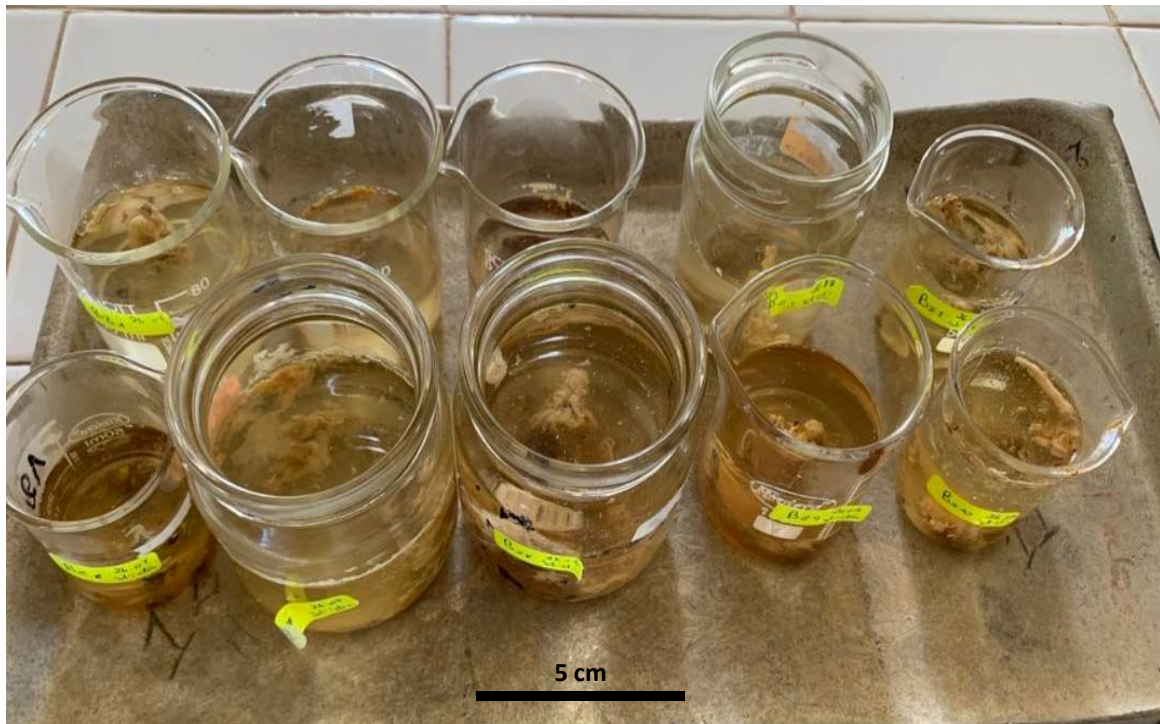


Figure 10 : photographie de la Dissolution de la matière organique (@Bouhali, 2023)

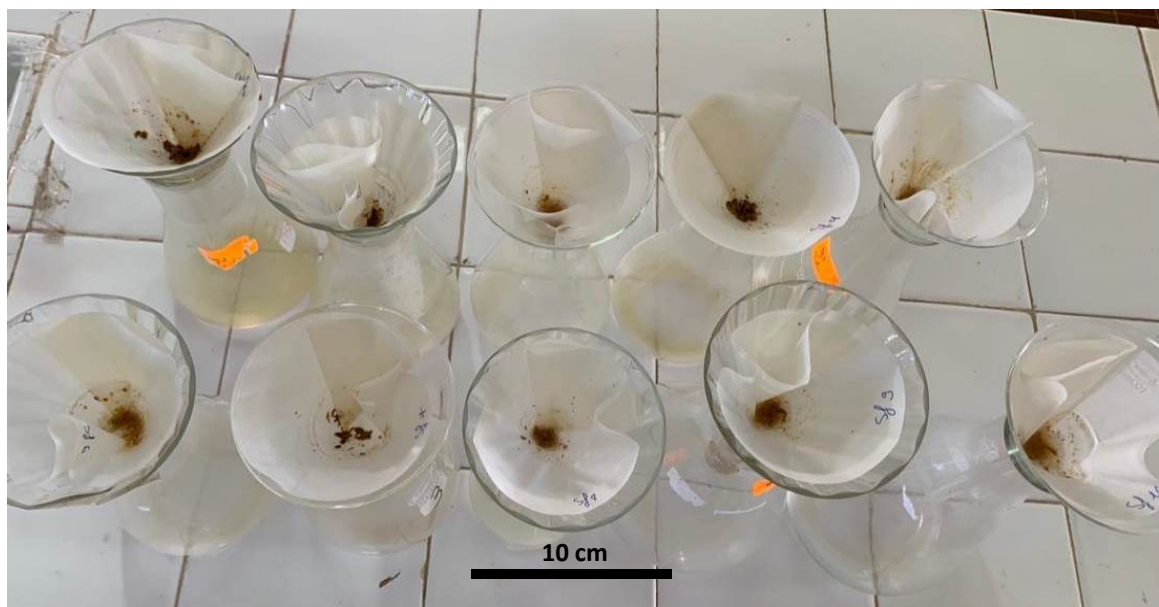


Figure 11 : photographie de Filtrage de la solution (@Bouhali, 2023)

2.7 Observation à la loupe binoculaire

Le contenu du papier filtre a été placé dans le binoculaire pour l'observation. Les Mp ont été identifiés à la loupe binoculaire (stéréo-microscope) suivant les suggestions du protocole MEDSEALITTER (Tsangaris *et al.*, 2020) (figure. 12)

Résistance au contact avec la pince à épiler, (pas de structure cellulaire, bords irréguliers, tranchants et tordus, épaisseur uniforme, couleur, etc.) sont divisés en quatre catégories, à savoir fibre, granule, film et fragment.



Figure 12 : Observation de binoculaire (@Bouhali, 2023)

RÉSULTATS & DISCUSSION

3 Résultat et discussion

Les résultats mettent en évidence la présence de microplastiques sous forme de fibres dans quelques échantillons de poissons pêchés à Stidia et à Oureah (planche 1. 2). Les paramètres biologiques tels que le sexe, la longueur totale, la masse totale, la masse gastro-intestinale et l'abondance des fibres (microplastiques) et leur longueur sont reportés dans les tableaux 1-3 pour Stidia et 4-6 pour Oureah. La combinaison du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et de l'acide nitrique (HNO₃) afin d'obtenir une meilleure dissolution de la matière organique n'a pas abouti.

3.1 Stidia plage

Concernant le site de Stidia, des microplastiques (MP) ont été trouvés dans 15 des 30 échantillons représentant les trois espèces (Bezoug, Bogue et Soufla). Les fibres plastiques sont de couleurs différentes (rouge, noire et marron), leur longueur sont comprises entre 0,5 et 9 mm. Il est à noter qu'il n'existe aucune corrélation significative entre le nombre de microplastiques et les indices biométriques tels que la masse totale, la longueur et la masse gastro-intestinale. Les fibres ayant une longueur inférieure à 5 mm sont définies comme microplastiques (mp) ; celles égales ou supérieures à 5 mm comptent pour les macroplastiques (Mp). (Bz3, Bz4. Planche2) Des restes de crustacés, des écailles et des piques d'oursins ont été observés dans le contenu gastro-intestinal de la dorade rose (*Pagellus bogaraveo*, *Brünnich, 1768*) (Planche 2/ Bz6, Bz2, Sf1). Ces observations peuvent mener à des confusions lors de l'identification des fibres plastiques. De ce fait, les observations à la loupe binoculaire ont été entreprises de façon répétitive afin de se d'écarter les fibres d'origine organique. Il est à noter que les mâles présentent une fréquence d'ingestion légèrement plus élevée que les femelles, tandis que les individus, dont le sexe n'a pas pu être déterminé, semblent ingérer beaucoup moins de microplastiques, à savoir 7 mâles, 5 femelles et 3 non-identifiés pour ce site.

3.2 Oureah plage

Pour la plage de Oureah, des microplastiques ont été identifiés dans seulement 4 échantillons répartis sur les trois espèces disséquées ; il s'agit de fibres de couleur noire dont la longueur est comprise entre 1.9 et 9 mm. (Planche 1/ bg7) La même observation a été faite pour ce site quant à l'absence de corrélation entre le nombre de microplastiques et la biométrie des poissons impliqués ; le contenu gastro-intestinal de la dorade rose (*Pagellus bogaraveo*, *Brünnich, 1768*) présente également des restes de carapaces et d'antennes de crustacés ainsi que des écailles et des pics d'oursins.

RESULTAT ET DISCUSSION

Tableau 1 : Biométrie de l'espèce : Bogue (*Boops boops*, Linnaeus, 1758) pêchée à Stidia

Échant.	LT (cm)	MT (g)	MGI (g)	Sexe	H ₂ O ₂ (ml)	LF (mm)	Observation
Bg1	16,8	62,56	8,56	F	171,2	?	1 Fibre Rouge
Bg2	18,1	67,84	6,22	F	124,4	4,58	1 Fibre Noire
Bg3	16,8	61,27	5,53	M	110,6	-	Absence de mp
Bg4	17	60,05	5,37	F	107,4	?	1 fibre transparente
Bg5	17,4	70,02	7,38	F	147,6	?	1 fibre noire
Bg6	16,6	61,11	5,28	M	105,6	-	Absence de mp
Bg7	18,6	84,29	8,91	F	178,2	2,6	1 fibre Noir
Bg8	17,4	71,05	7,28	M	145,6	-	Absence de mp
Bg9	18	64,93	6,74	M	134,8	-	Absence de mp
Bg10	16,5	57,04	6,23	F	124,6	-	Absence de mp

M : Mâle, F : Femelle, NI : Non-Identifié. LT : Longueur totale ; MT : Masse totale ; MGI : Masse gastro-intestinale ; LF : Longueur de la fibre ; H₂O₂ (15%)

Tableau 2 : Biométrie de l'espèce Soufla (*Spicara maena*, Linnaeus, 1758) pêchée à Stidia

Échant.	LT (cm)	MT (g)	MGI (g)	Sexe	H ₂ O ₂ (ml)	LF (mm)	Observation
Sf 1	16,8	68,49	3,66	M	73,2	2,55	1 fibre noire
Sf 2	16,1	67,2	3,06	M	61,2	-	Absence de mp
Sf 3	17,8	73,04	2,28	M	45,6	2,2	1 fibre noire
Sf 4	17,1	63,07	2,96	M	39,2	3	1 fibre rouge
Sf 5	16,9	57,77	2,55	M	51	-	Absence de mp
Sf 6	17,7	74,13	3,54	M	70	-	Absence de mp
Sf 7	14,8	47,19	2,66	M	53,2	7,28	1 fibre noire
Sf 8	17,2	71,08	2,42	M	48,4	-	Absence de mp
Sf 9	16,8	66,88	2,94	M	38,8	-	Absence de mp
Sf 10	16	57,82	1,74	M	34,8	-	Absence de mp

M : Mâle, F : Femelle, NI : Non-Identifié. LT : Longueur totale ; MT : Masse totale ; MGI : Masse gastro-intestinale ; LF : Longueur de la fibre ; H₂O₂ (15%) + HNO₃ (5%)

RESULTAT ET DISCUSSION

Tableau 3 : Biométrie de l'espèce Bezoug, Dorade rose (*Pagellus bogaraveo*, Brünnlich, 1768) pêchée à Stidia

Échant.	LT (cm)	MT (g)	MGI (g)	Sexe	H ₂ O ₂ (ml)	LF (mm)	Observation
Bz1	17	65,38	3,31	F	66,2	0,51-0,57	2 fibres noires
Bz2	16,9	54,96	2,16	F	43,2	3,25	1 fibre Marron
Bz3	15,8	44,99	1,91	NI	38,2	3	1 fibre transparente
Bz4	16,4	68,7	3,41	M	68,2	3,99	1 fibre noire
Bz5	16,6	55,62	2,23	NI	44,6	-	Absence de mp
Bz6	15,9	51,83	1,62	M	32,4	6,03	1 fibre noire
Bz7	18,5	89,17	5,22	F	104,44	-	Absence de mp
Bz8	17,4	73,05	7,71	F	154,2	-	Absence de mp
Bz9	15,3	46,76	3,11	NI	62,2	9,08	1 fibre transparente
Bz10	15,1	44,44	2,65	NI	53	1,46-1,75	1 fibre noire et 1 fibre marron

M : Mâle, F : Femelle, NI : Non-Identifié. LT : Longueur totale ; MT :Masse totale ; MGI : Masse gastro-intestinale ; LF : Longueur de la fibre ; H₂O₂ (15%)

Tableau 4 : Biométrie de l'espece: Bogue (*Boops boops*, Linnaeus, 1758) pêchée à Oureah.

Échant.	LT (cm)	MT (g)	MGI (g)	Sexe	H ₂ O ₂ + HNO ₃ (ml)	LF	Observation
Bg1	17,3	54,26	2,96	F	59,2	-	Absence de mp
Bg2	17,2	50,59	2,59	M	51,8	-	Absence de mp
Bg3	15,1	39,21	2,11	F	42,2	-	Absence de mp
Bg4	14,4	35,17	2,82	M	56,4	-	Absence de mp
Bg5	15,1	32,79	1,48	M	29,6	-	Absence de mp
Bg6	17,2	54,18	2,69	F	53,8	-	Absence de mp
Bg7	16,5	49,56	3,2	F	64	9,76	1 fibre noire
Bg8	16,7	53,38	3,52	F	70,4	-	Absence de mp
Bg9	15,5	40,74	2,53	M	50,6	-	Absence de mp
Bg10	14,2	32,9	2,17	F	43,4	3	1 fibre noire

M : Mâle, F : Femelle, NI : Non-Identifié. LT : Longueur totale ; MT :Masse totale ; MGI : Masse gastro-intestinale ; LF : Longueur de la fibre ; H₂O₂ (15%) + HNO₃ (5%)

RESULTAT ET DISCUSSION

Tableau 5 : Biométrie de l'espèce Soufla (*Spicara maena*, Linnaeus, 1758) pêchée à Oureah.

Échant.	LT (cm)	MT (g)	MGI (g)	Sexe	H ₂ O ₂ + HNO ₃ (ml)	LF (mm)	Observation
Sf1	14,8	43,4	1,7	F	34	-	Absence de mp
Sf2	13,7	35,02	1,17	F	23,4	-	Absence de mp
Sf3	13,5	30,14	0,76	F	15,2	-	Absence de mp
Sf4	14,7	36,54	0,99	F	19,8	?	1 fibre noire
Sf5	14,2	34,58	1,18	F	23,6	-	Absence de mp
Sf6	14,6	29,9	0,75	NI	15	-	Absence de mp
Sf7	14,4	33,22	0,87	F	17,4	-	Absence de mp
Sf8	14	31,6	0,72	F	14,4	-	Absence de mp
Sf9	13,9	27,99	0,78	F	15,6	-	Absence de mp
Sf10	13,3	28,38	0,84	F	16,8	-	Absence de mp

M : Mâle, F : Femelle, NI : Non-Identifié. LT : Longueur totale ; MT :Masse totale ; MGI : Masse gastro-intestinale ; LF : Longueur de la fibre ; H₂O₂ (15%) + HNO₃ (5%)

Tableau 6 : Biométrie de l'espèce Bezoug, Dorade rose (*Pagellus bogaraveo*, Brünnlich, 1768) pêchée à Oureah

Échant.	LT (cm)	MT (g)	PGI (g)	Sexe	H ₂ O ₂ + HNO ₃ (ml)	LF (mm)	Observation
Bz 1	12,3	26,04	1,88	NI	37,6	-	Absence de mp
Bz 2	12,4	25,03	1,85	NI	37	-	Absence de mp
Bz 3	12,4	24,24	1,21	NI	24,2	-	Absence de mp
Bz 4	12,5	28,1	1,5	NI	30	-	Absence de mp
Bz 5	12,3	25,03	1,74	NI	34,8	-	Absence de mp
Bz 6	13,4	31,42	2,41	NI	48,2	-	Absence de mp
Bz 7	14,5	38,19	1,96	NI	39,2	-	Absence de mp
Bz 8	14,5	41,28	2,34	NI	46,8	-	Absence de mp
Bz 9	13,9	32,57	1,83	I	36,6	-	Absence de mp
Bz 10	12,1	23,16	1,39	I	27,8	1,91	1 Fibre noire

M : Mâle, F : Femelle, NI : Non-Identifié. LT : Longueur totale ; MT :Masse totale ; MGI : Masse gastro-intestinale ; LF : Longueur de la fibre ; H₂O₂ (15%) + HNO₃ (5%)

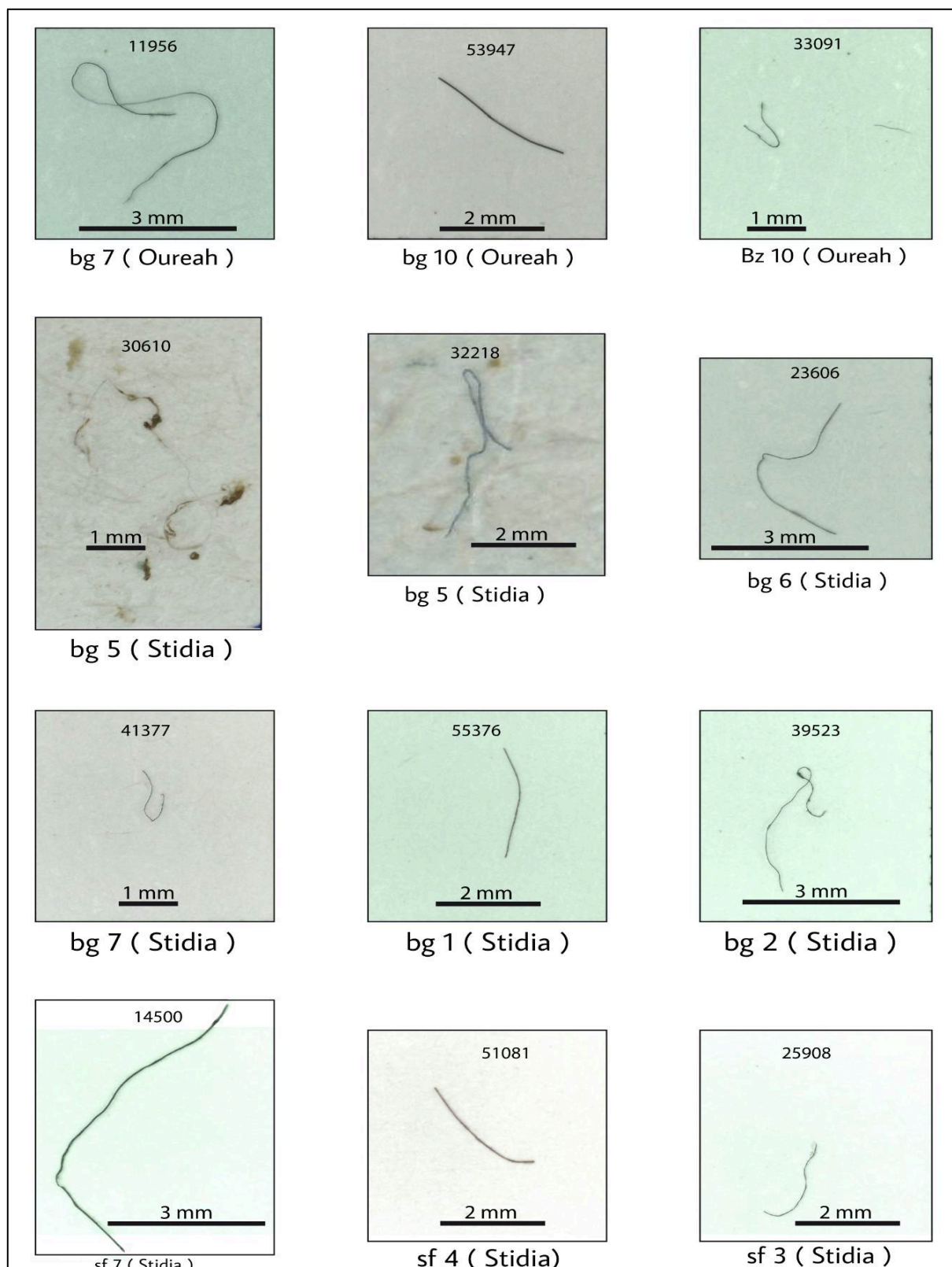


Planche 1 : Photographies des fibres trouvées dans certains échantillons de Stidia et Oureah

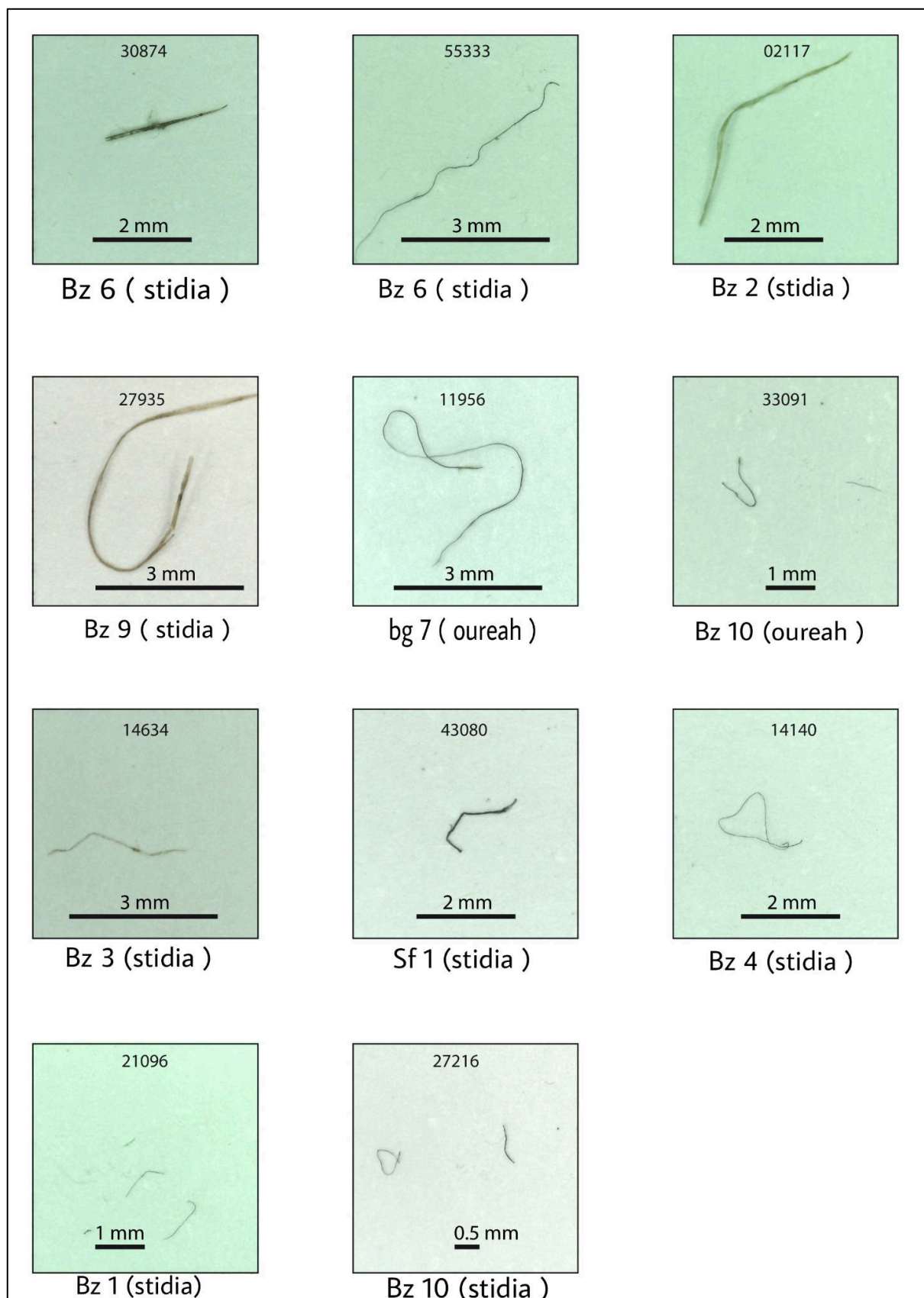


Planche 2 : Fibres identifiées à la loupe binoculaire dans les échantillons de Stidia et Oureah

3.3 Comparaison des deux sites (Stidia & Oureah)

Les résultats montrent que le nombre de microplastiques ingérés par les poissons pêchés par les petits métiers à Stidia est plus élevé que celui comptant pour la plage de Oureah (15 individus pour Stidia et 4 individus pour Oureah).

Discussion

Selon IUCN (2020), la quantité totale de plastique accumulée dans la Mer Méditerranée atteint actuellement 1,2 million de tonnes. On estime ainsi que 229.000 tonnes de déchets plastiques – composés de 94 % de macroplastiques et 6 % de microplastiques – finissent leur course dans la Mer Méditerranée chaque année (IUCN, 2020). Notre étude est basée sur le degré de pollution de la Côte de Mostaganem et l'ingestion de microplastiques dans le contenu digestif d'espèces pêchées à Stidia et Oureah.

Nos résultats nous montrent que le taux d'ingestion de microplastiques est élevé dans le site de Stidia par rapport au site de Oureah. Cela est dû probablement au caractère de la plage qui présente trois types de fond (rocheux, sableux et herbiers de posidonie). Cette configuration d'écosystèmes contribue à la richesse des habitats et la possibilité de piégeage des microplastiques par les algues et les herbiers. Ces végétaux sont signalés comme des vecteurs de microplastiques dans les réseaux trophiques marins car ces derniers y peuvent adhérer facilement à leurs surfaces (Long *et al.*, 2015 ; Gutow *et al.*, 2016 ; Anastasopoulou et Fortibuoni, 2019 ; Élevé, 2019).

Le degré de pollution plastique obtenu dans cette étude s'accorde avec celui enregistré par Bouras et Benaissa (mémoire de fin d'études année 2019-2020) qui ont travaillé sur la présence et répartition des micro et macroplastiques se trouvant dans les eaux côtières de Stidia et de la Crique de Salamandre ; dans ce sens, Bouras et Benaissa avons comptabilisé 30 films, 69 fibres et 12 fragments de plastique pour le site de Stidia.

Un autre travail (Aougar et Ammouri, mémoire de fin d'études, année 2021-2022) sur les sites Oureah, Sablettes et Crique des Trois Frères montre que la plage de Oureah est la moins polluée avec 146 éléments plastiques identifiés.

Les fibres sont les seules micro et macroplastiques qui ont été identifiées dans le contenu gastro-intestinal des poissons échantillonnés à Stidia et Oureah. Les fibres synthétiques sont les microplastiques les plus abondants dans le milieu marin (De Lucia *et al.*, 2014, 2018 ; Valente *et al.*, 2019). Ils proviennent probablement de vêtements synthétiques et atteignent la Mer par le biais des rejets d'eaux usées (Rochman *et al.*, 2015 ; Napper et Thompson, 2016 ; Sbrana, 2020) ; une incidence élevée de microfibrilles de cellulose artificielles a déjà été signalée chez *B. boops* pêchée sur les côtes nord de la Sicile (Méditerranée centrale), où 63 % des poissons testés avaient ingéré des fibres, soulignant l'importance de ce type de pollution. La cellophane a également été signalée dans des poissons capturés dans les eaux de l'Archipel des Baléares (Alomar et Deudero, 2017 ; Alomar *et al.*, 2017).

L'essentiel des microplastiques ingérés par les poissons étudiés dans ce travail sont des fibres noires. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Sbrana *et al.* (2020), Nadal *et al.* (2016), Pellini *et al.* (2018), Herrera *et al.* (2019) et Valente *et al.* (2019).

Nos résultats montrent que les mâles présentent une fréquence d'ingestion légèrement plus élevée que celle des femelles ; en effet, 7 mâles, 5 femelles et 3 non-identifiés ont été comptabilisés pour Stidia et 3 femelles et 1 non-identifié pour Oureah. Il est à noter que les individus dont le sexe n'a pas pu être identifié semblent ingérer beaucoup moins de microplastiques.

Les résultats indiquent que l'ingestion de microplastiques pourrait être liée au sexe, ce qui signifie que les mâles seraient les plus touchés. On ne comprend pas entièrement comment le sexe peut influencer l'ingestion de microplastiques (Sbrana *et al.*, 2020 ; Horton *et al.*, 2018). Cette différence ne pouvait pas être expliquée, particulièrement concernée *B. boops* dont la biologie reproductive est encore controversée. Le bogue est considéré comme une espèce protogyne par certains auteurs (Froese et Pauly, 2019), une espèce gonochorique par d'autres (Monteiro *et al.*, 2006), ou encore un hermaphrodite non fonctionnel (Sbrana *et al.*, 2020 ; Amira *et al.*, 2019). Dans le cas d'une espèce protogyne, les mâles pourraient avoir une probabilité plus élevée d'ingérer des microplastiques en raison de leur plus grande taille que les femelles à des stades de vie plus avancés (Horton *et al.*, 2018).

Cependant, nous n'avons trouvé aucune corrélation entre la longueur individuelle et le nombre de microplastiques ingérés. La différence notée dans l'ingestion de microplastiques

entre les sexes pourrait être liée à différents comportements alimentaires, utilisation de l'habitat et comportement durant l'accouplement. Selon Harmelin-Vivien (1982), les mâles *B. boops* sont moins mobiles, surtout pendant la saison de reproduction, puisqu'ils surveillent les frayères. Cela pourrait altérer l'alimentation et procurer que les mâles reproducteurs pourraient consommer plus de proies benthiques que les femelles ; cette observation reflète une absorption différente des microplastiques. Enfin, des études ont montré que même la qualité de l'eau peut conduire à des différences dans l'alimentation des poissons (Sbrana *et al.*, 2020 ; Horppila *et al.*, 2011), soulignant que les conditions environnementales, y compris les pressions anthropiques, pourraient influencer les comportements alimentaires spécifiques au sexe. Les différences quant à l'ingestion de microplastiques selon le sexe des espèces capturées est un problème complexe qui devrait faire l'objet d'études plus approfondies dans l'avenir.

Les résultats de notre étude s'accordent avec ceux d'autres travaux en dépit que la nature chimique (polymères) des fibres trouvées dans le contenu gastro-intestinal de nos échantillons ne pouvait pas être précisée faute à la disponibilité d'un spectrophotomètre à Infra-Rouges.

CONCLUSION

4. Conclusion

L'étude s'est centrée sur la pollution plastique en déterminant la présence de microplastiques ingérés par les espèces pêchées par les petits métiers sur la Côte de Mostaganem. Les résultats confirment la présence de microplastiques dans le contenu gastro-intestinal des poissons échantillonnés à Stidia Plage et à la plage de Oureah. Le nombre de fibres plastiques est plus élevé pour le site de Stidia que celui de Oureah. Il est difficile de se prononcer sur la source originale des fibres plastiques identifiées surtout avec la diversité des sources est la possibilité d'être transportés par le biais de plusieurs facteurs, tels que le vent, les eaux de ruissellement, déversement des eaux usées ou épurées, etc. De ce fait, la source pourrait être multiple.

La présence de microplastiques dans le contenu gastro-intestinal des poissons pêchés à Stidia et à Oureah conduit à la question « quels effets indésirables potentiels » pourraient avoir les fibres plastiques identifiées sur la santé de la faune et par conséquent sur celle de l'homme ? Afin de pouvoir répondre à cette question, il est nécessaire de poursuivre les recherches pour en évaluer les impacts. De plus, de telles études contribueraient à une meilleure connaissance de la pollution par les microplastiques affectant la faune marine des côtes algériennes.

L'étude aurait pu être approfondie afin de connaître la nature des polymères composant les fibres plastiques prélevées dans le contenu gastro-intestinal, mais vu la non disponibilité d'une spectrophotomètre IR une telle analyse n'a malheureusement pas été entreprise.

RECOMMENDATIONS

Recommandations

- Étude plus approfondie appuyée par la spectrophotométrie IR
- Étude du contenu digestif d'autres espèces pêchées dans d'autres sites de la Côte de Mostaganem pour avoir une idée plus globale sur les microplastiques ingérés ;
- Traitement des eaux usées avant qu'elles n'atteignent les plans d'eau, car nous pouvons profiter de cette eau pour l'irrigation des terres agricoles.
- Recyclage des déchets au lieu de les accumuler dans l'environnement ;
- Sensibilisation de la société à travers les médias et dans les écoles pour lui expliquer l'importance de protéger la Mer de la pollution plastique ;
- Approfondissement des études quant aux effets négatifs sur la santé humaine et la pêche qui peuvent survenir lorsque l'eau de mer est polluée ;
- Pour maintenir la santé humaine, être plus attentifs aux polluants chimiques tels que les phtalates et les bisphénols (perturbateurs endocriniens) potentiellement libérés par les microplastiques ingérés et accumulés dans le biote ;
- Installation de poubelles adéquates dans les plages pour les déchets en général et ceux en plastique en particulier ;
- Association de l'âge des espèces échantillonnées pourrait éventuellement expliquer le taux des plastiques ingérés selon le sexe ?
- Application des lois en vigueur de manière plus conséquente pour réduire la pollution de la zone côtière de Mostaganem.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AJOVALASITE, A., SABATINO, M., ALESSI, S., GIACOMAZZA, D., DI CARLO, M. 2018. Xyloglucan-based hydrogel films for wound dressing Structure-property relationships. Carbohydrate Polymers Dipartimento della Innovazione Industriale e Digitale- Ingegneria Chimica, Gestionale, Informatica, Meccanica (DIID), Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, 6, Palermo 90128, Italy.

ALOMAR, C., DEUDERO, S. 2017. "Evidence of microplastic ingestion in the shark *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea. Environmental Pollution," Vol 223, pp. 223-229.

ALOMAR, C., SUREDA, S., CAPÓ, S., GUIJARRO, B., TEJADA, S., DEUDERO, S. 2017. "Microplastic ingestion by *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 fish and its potential for causing oxidative stress, Environmental Research," vol 159, pp. 135-142

ANDREAS, J. 2018. Observing the Impact of WWF Earth Hour on Urban Light Pollution: A Case Study in Berlin 2018 Using Differential Photometry, Leibniz Institute for Freshwater Ecology and Inland Fisheries, 12587 Berlin, Germany.

ANDRADY, A. 2011. Microplastics in the marine environment, Marine Pollution Bulletin, Vol 62, Issue 8, pp. 1596-1605.

ANONYME, SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies, 2019. A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. Berlin.

ANONYME, "United States Coast Guard, 2017. 2016 Recreational Boating Statistics'.

AOUGAR, S., AMMOURI, A. 2022. Pollution des plages de Mostaganem par les déchets plastiques (bouteilles et bouchons). Mémoire de fin d'études, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

ARTHUR, W., GLAZE, R., AND VILLADO, A., 2009. Unproctored Internet-Based Tests of Cognitive Ability and Personality: Magnitude of Cheating and Response Distortion, Industrial and Organizational Psychology, Vol 2, pp. 39-45.

AUTA, H., EMENIKE, C., FAUZIAH, S. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions, Environment International. Vol 102, pp. 165-176.

BENAROUS, A. 2019. Pollution des plages de Mostaganem par les déchets plastiques (bouteilles et bouchons). Mémoire de fin d'études, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

BERGMANN, M., KLAGES, M., GUTOW, L. Marine Anthropogenic Litter ISBN 978-3-319-16509-7.

BETTS, M., HADLEY, A., RODENHOUSE, N., NOCERA, J. 2008. Social information trumps vegetation structure in breeding-site selection by a migrant songbird. Vol 275, Issue 1648.

BLIGHT, L., BURGER, A. 1997. Occurrence of plastic particles in seabirds from the eastern North Pac

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUJELKHA, M., BANNI, B. 2017. "Valorisation des produits d'origine pétrolières cas des matières plastiques Étude bibliographique, Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued, Faculté de Technologie," *Marine Pollution Bulletin*. Vol 34, pp. 323-325.
- BOURAS, F., BENAÏSSA, N. 2020. Pollution aux micro et macroplastiques des eaux côtières de Mostaganem). *Mémoire de fin d'études, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem*.
- BROWNE, M. 2015. Sources and pathways of microplastic to habitats, *Marine Anthropogenic Litter*
- CAMACHO, M., HERRERA, A., GÓMEZ, M., ACOSTA-DACAL, A., MARTÍNEZ, I., Henríquez-HERNÁNDEZ, L., LUZARDI, O. 2019. "Organic pollutants in marine plastic debris from Canary Islands beaches. *Science of The Total Environment*, vol 662, pp. 22-31.
- DANIEL, W., CLARCK, K. 2016. "Biological Opinion of the U.S. Fish and Wildlife Service for the Operation of Hawaii-based Pelagic Longline Fisheries," *Shallow Set and Deep Set, Hawaii*
- DE LUCIA, A., Caliani, L., MARRA, S., CCAMEDDA, A., COPPA, S., ALCARO, L., CAMPANI, T., GIANNETTI, M. 2014. "Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*," vol 100, pp 10-16.
- DE LUCIA, C., PAZIENZA, P. 2018. "Market-based tools for a plastic waste reduction policy in agriculture. A case study in the south of Italy. *Journal of Environmental Management*," vol 250, no 10946.
- DESFORGES, J., GALBRAITH, M., ROSS, P. 2015. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean, *Environmental Contamination and Toxicology*. Vol 69, pp. 320–330.
- DJEMACI, B., ZAÏD-CHERTOUK, M. 2011. La gestion intégrée des déchets solides en Algérie, *Contraintes et limites de sa mise en œuvre*. Vol N° 2011/04 . ISSN 2070-8289.
- EERKES-MEDRANO, D., THOMPSON, R., ALDRIDGE, D. 2015. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritization of research needs. *Water Research*. Vol 75, pp. 63-82.
- ERIKSEN, M., BORGOGNO, F., VILLARRUBIA-GOMEZ, P., ANDERSON, E., TRENHOLM, N. 2020. Mitigation strategies to reverse the rising trend of plastics in Polar Regions. *Environment International*. Vol 139. Italy.
- FENDALL, L., MARY, A., SEWELL .2009. "Contributing to marine pollution by washing your face Microplastics in facial cleansers," *Marine Pollution Bulletin*, Vol 58, P. 1225-1228.
- Food Webs," Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Am Handelshafen vol 12, no 27570 Bremerhaven, Germany.
- GALGANI, F., CLARO, M., DEPLEDEG, M., FOSSI, C. 2014. Monitoring the impact of litter in large vertebrates in the Mediterranean Sea within the European Marine Strategy Framework Directive (MSFD), *Marine Environmental Research*. University of Siena, Via Mattioli 4, 53100 Siena, Italy.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GESAMP. 2015. fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. Kershaw PJ (ed). Rep Stud GESAMP No. 90, 96 pp.
- GESAMP. 2010. Environmental Protection. The GESAMP International Workshop on plastic particles as a vector in transporting persistent, bio-accumulating and toxic substances in the oceans. GESAMP. No. 82, 68pp.
- GEYER, R., JAMBECK, J., LAWAUTHORS, K. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made, SCIENCE ADVANCES. Vol 3, Issue 7.
- GUTOW, L., ECKERMEBE, A., GIMÉNEZ, L., SABOROWSKI, R. 2016. ‘‘Experimental Evaluation of Seaweeds as a Vector for Microplastics into Marine.
- HARMELIN-VIVIEN, M. 1982. ‘‘Ichtyofaune des herbiers de Posidonies du Parc National de Port-Cros. 1- Composition et variations spatiotemporelles,’’ Trav. sci. Parc nation. Port-Cros 8, pp. 69– 92.
- HARROY, J. 2020. » L'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses Ressources origine et constitution », Biological Conservation Vol 1, pp. 106-110.
- HOPEWELL, J., DVORAK, R., KOSIOR, E. 2009. Plastics recycling: challenges and opportunities. Theme Issue 'Plastics, the environment and human health' compiled. Vol 364. Issue 1526.
- HORPPILA, J., ESTLANDER, S., OLIN, M., PIHLAJAMÄKI J., VINNI M., NURMINEN, N., 2011. ‘‘Gender-dependent effects of water quality and conspecific density on the feeding rate of fish – factors behind sexual growth dimorphism,’’ Dept of Environmental Sciences. Vol 120, pp. 855-861.
- HORTON, A., DUXON, S. 2018. ‘‘Microplastics: An introduction to environmental transport processes. Vol 5, no 2.
- KEDZIERSKI, M., BRIGNOLI, R., QUINE, K., BROWN, J. 2017. Viscosity, density, and thermal conductivity of aluminum oxide and zinc oxide nanolubricants, International Journal of Refrigeration Vol. 74, pp. 3-11.
- LAURENT, C., LEBERTON, M., JJOOST VAN DER ZWET., JAN-WILLIEM DAMESTEEG., BOYAN SLAT., ANDRADY, A., REISSER, J. 2017. ‘‘River plastic emissions to the world’s oceans’’. Nature Communications vol 8, no 15611.
- LIUBERTSEVA, S., COPPINI, G., LECCI, R., CLEMENTI, E. 2018. Tracking plastics in the Mediterranean: 2D Lagrangian model, Marine Pollution Bulletin. Vol 129, Issue 1, pp. 151-162.
- LONG, J., SHELFHAMER, E., DARELLE, T. ‘‘Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2015, pp. 3431-3440.
- LUCZYNSKI, P., NEUFELD, K., ORIACH, C., CLARKE, G., CRYAN, J. 2016. Growing up in a Bubble Using Germ-Free Animals to Assess the Influence of the Gut Microbiota on Brain and Behavior. International Journal of Neuropsychopharmacology, Vol 19, Issue 8.
- LUSHER, A., HOLLMAN, P., MENDOZA-HELL, J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture, FAO FISHERIES AND AQUACULTURE TECHNICAL PAPER, Vol. 615.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MASSIE., JONATHAN, P., MORORSON, SHANE, D., WILSON., STELIOS, C., CRANE., CURTILS, N., CHEN., MANG, L. 2017. ‘Phalloplasty with Urethral Lengthening: Addition of a Vascularized Bulbospongiosus Flap from Vaginectomy Reduces Postoperative Urethral Complications,’ *Plastic and Reconstructive Surgery*, Vol 140, pp. 551-558.
- MATE, B., NORMAN, A., BOWLBY, C., GORNALL, T., GOSHO, M., HODDER, B., LAGERQUIST, M. 2004. Cetacean strandings in Oregon and Washington between 1930 and 2002. *J. CETACEAN RES. MANAGE.* Vol 6, pp. 87–99.
- MOORE, J., ERDUEE, D., MARTIN, L., JAMES, D., DOUGLAS, N., FENNERTY, M., SNADY, G. 2008. Plastic Versus Self-Expanding Metallic Stents for Malignant Hilar Biliary Obstruction, *Journal of Clinical Gastroenterology.* Vol 42, pp. 1040-1046.
- MONICA, F., COSTA., JULIANA, A., IVAR DO SUL., JACQUELINE, S., CAVALCANTI, S., MARIA CHRISTINA, B., ARZÙJO., SSPNGLER, Â., PAULA, S., TOURINHO. 2006. ‘On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach’. *Environmental Monitoring and Assessment* vol. 168, pp.299–304.
- NADAL, M., ALOMAR, C., DEUDERO, S. 2016. ‘High levels of microplastic ingestion by the semi pelagic fish bogue *Boops boops* (L.) around the Balearic Islands’. *Environmental Pollution.* Vol 214, pp. 517-523.
- NAPPER, I., THOMPSON, R. 2016. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines Effects of fabric type and washing conditions, *Marine Pollution Bulletin.* Vol 112, pp. 39-45.
- PELLIENI G., GOMIERO, A., FORTIBUONI, T., FÉRRERA, C., GRATIF., TASSETTI, A., POLIADRI, P., FABI, G., SCARCELLA, G. 2018. Characterization of microplastic litter in the gastrointestinal tract of *Solea solea* from the Adriatic Sea. *Environmental Pollution*, Vol. 234, pp. 943-952.
- PERDRIAULT, M. 2017. Le Forum mondial sur l'accès à la terre et aux ressources naturelles 2016. Coordination nationale des ONG françaises de solidarité internationale (Coordination Sud), Association pour contribuer à l'Amélioration de la Gouvernance de la Terre, de l'Eau et des Ressources naturelles (AGTER).
- PÉREZ, L. 2018. ‘Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente,’ *Revista Facultad de Ciencias Básicas.* Vol. 14 No 1.
- PHILLIPS, M., BONNER, T. 2015. Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico, *Marine Pollution Bulletin.* Vol 100, pp. 264-269.
- PILZ, H., BRANDT B., FEHRINGER, R. 2011. ‘L’impact du cycle de vie des plastiques sur la consommation d’énergie et sur les émissions de Gaz à Effet de Serre en Europe’.
- RICHARD C. THOMPSON, R., OLSEN, Y., MITCHELL, R., DAVIS, A., ROWLAND, S., JOHN, J., MCGONIGLE, D., RUSSELL, A. 2004. Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *SCIENCE.* VOL. 304, NO. 5672

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ROBERTY, L. 2017. La genèse de la Représentation permanente de la France auprès du Programme des Nations unies pour l'Environnement, Bulletin de l'Institut Pierre Renouvin 2017/1 (N° 45), pp 97 à 109
- ROCHMAN, C., TAHIR, A., WILLIAMS, S., BAXA, D., LAM, R., MILLER, J., TRH, F., WDRORILANG, S. 2015. "Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption," Scientific Reports, vol 5 no 14340
- RONCHI A, F., GALGANI, F., BINDA, F., MANDIĆ, M., PETERLIN, M., TUTMAN, P., ANASTASOPOULOU, A., FORTFOTIUNI, T.2019. "Fishing for Litter in the Adriatic-Ionian macroregion (Mediterranean Sea) Strengths, weaknesses, opportunities and threats," Marine Policy. Vol 100, pp. 226-237
- SBRANA, A., VALENTE, T., SCACCO, U., BIANCHI, J., SILVESTRI, C., PALAZO, L., ANDREA DE LUCIA G., VALERANI, C., ARDIZZONE, G., MATTIDI, M. 2020. "Spatial variability and influence of biological parameters on microplastic ingestion by Boops boops (L.) along the Italian coasts (Western Mediterranean Sea)," Environmental, Vol 263.no 114429
- SETALA, O., FLEMING-LEHTING, V., LEHTINIEMI, M. 2014. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. Environmental Pollution. Vol 185, pp. 77-83
- STEER, M., COLE, M., THOMPSON, R., PENELOPE. 2015. Microplastic ingestion in fish larvae in the western English Channel, Environmental Pollution. Vol226, pp 250-259
- TAIBI, N., BELHADJI, A., ZEMOULI, I., 2016. Pollution des Plages de Mostaganem aux micro- et macroplastiques. 6emes Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV).
- TAIBI, N., BENTAALLAH, M., ALOMAR, C., COMPA, M., DEUDRO, S. 2021. Micro- and macroplastics in beach sediment of the Algerian western coast: First data on distribution, characterization, and source. Marine Pollution Bulletin, Vol 165.
- THOMPSON, R., SWAN, S., MOORE, C., SAAL, F. 2009. Our plastic age, Royal Society. Vol 364
- THOMPSON, R., BROWNE, M., CRUMP, P., NIVEN, S., TEUTEN, E., TONKIN, A., GALLOWAY, T.2011. School of Biology & Environmental Sciences, University College Dublin, Science Centre West, Belfield, Dublin 4, Ireland
- TSANGARISA, C., DIGKAA, N., VVALNTEB, T., AGUILARC., A., BORRELLC, A., ANDREA DE LUCIAD, G., GAMBAIANIE, D., GARCIA-GARINC, O. KABERIA, H., MARTINE, J., MAURIÑO, E., MIAUDE, C. 2020. "Using *Boops boops* (Osteichthyes) to assess microplastic ingestion in the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin," Department of Ecology and Biology, University of Tuscia, no 01100 Viterbo, Italy.
- VALENTE, A., SATHYENDRAANATH, S., BROTHAS, V., GROOM, S., GRANT, M., TABERRENER, M., ANTOINE, D., WILLIAM, A., BALCH, M., BARKER, K., BARLOW, R., BÉLANGER. S. 2019. "A compilation of global bio-optical in situ data for ocean-colour satellite applications – version two," Articles, Vol 11, pp. 1037–1068

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- VAN CAUWENBERGHE, L., JANSSEN, C. 2014. Microplastics in bivalves cultured for human consumption, *Environmental Pollution*. Vol 193, pp. 65-70.
- VAN WJINEN, J., RAGAS, M., KROEZE, C. 2019. Modelling global river export of microplastics to the marine environment: Sources and future trends. *Science of The Total Environment*. 185, pp. 77-83
- WALTER, C., BISPO, A. 2015. Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation. Vol 15, pp.53-68
- WALTER, L., SAARI, U., FEDORUK, M., LITAL, A., MOORA, H., KLOGA, M., VORONOVA, V. 2019. An overview of the problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe, *Journal of Cleaner Production*. Vol 214, 20, pp. 550-558
- WEBER, M., STEINLE, H., GOLOMBEK, S., HANN, L., SCHLENSAK, C., WENDEL, H., AVCI-ADALI, M. 2018. Blood-Contacting Biomaterials: In Vitro Evaluation of the Hemocompatibility, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, University Hospital Tübingen, Tübingen, Germany.
- WELDEN, N., COWIE, P. 2016. Long-term microplastic retention causes reduced body condition in the langoustine, *Nephrops norvegicus*. *Environmental Pollution*. Vol 218, pp. 895-900.
- WRIGHT, S., Kelly, F. 2017. Plastic and Human Health: A Micro Issue? *Environmental Science & Technology*. PHE Centre for Environment and Health, Analytical and Environmental Sciences, King's College London, Vol 136, 105411
- WRIGHT, S., Thompson, R., Galloway, T. 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*. School of Marine Science and Engineering, University of Plymouth, Vol 178, pp.483-492
- ZHANG, H., XIAO, J., YE, H., CHUA, T. 2017. Attentional Factorization Machines: Learning the Weight of Feature Interactions via Attention Networks.