

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry Of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrour University, Khenchela
Faculty of Natural and Life Sciences
Department Of Ecology and Environment



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عباس لغرور خنشلة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيئة والمحيط

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie fondamentale et appliqué

THÈME

Ingestion de macro et micro débris de plastique par quelques espèces de poissons de la région de Collo, Nord Est Algérien.

Présenté par:

- BOUADJEHINE Milad
- SEKROUF Kenza
- KHACHI Rahma

Devant le jury :

Présidant : Mme, BERKANI Cherifa
Examineur : Mr, BADIS Zakaria
Encadrant : Mr, ZIOUCH Omar Ramzi
Co-encadrant : Mr, ZEGHDANI Zohir

MCB, Univ Abbas Laghrour de Khenchela
MCA, Univ Abbas Laghrour de Khenchela
MCA, Univ Abbas laghrour de Khenchela
Doctorant, Univ Abderrahmane Mira-Bejaia

Année universitaire : 2022/2023

REMERCIEMENT

Au début, nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir guidés et aidés tout au long de notre vie, qu'il nous à donné la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nos profonds remerciements à notre encadreur DR, **ZIOUCHE OMAR REMZI** pour ces orientations et ses précieux conseils.

Nous tenons à remercier spécialement Monsieur, **ZEGHIDANI ZOHIR**

qui nous aides durant la période de réalise ce travail.
Un spécial merci à Madame **SOUAD** pour sa précieuse aide lors de notre passage au laboratoire.

Nos vifs remerciements aux membres du jury : Mme, **BERKANI Cherifa** et Mr, **BADIS Zakaria**

Un remerciement chaleureux est adressé à mes enseignants(es) de l'université Abbes Laghrour Khenchela.
Enfin, nous remercier tous ceux qui ont contribué de près ou loin à la réussite de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui m'ont tout donné pour que je devienne ce que je suis.

Mes sœurs et mon frère.

Tous les membres de ma grande famille.

Mes collègues et mes copains

Tous ceux qui m'ont encouragé,

Soutenu et aidé de près ou de loin.

Tous ceux qui croient qu'

« Il n'est jamais trop tard pour mieux faire. »

KHACHI rahma

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui m'ont tout donné pour que je devienne ce que je suis.

Mes sœurs et mes frères.

Tous les membres de ma grande famille radhia, nadhir, noura, saadoun, el aarbi.

Mes collègues et mes copains nada, rahma, meriem.

Tous ceux qui m'ont encouragé,

Soutenu et aidé de près ou de loin.

Tous ceux qui croient qu'

« Il n'est jamais trop tard pour mieux faire. »

BOUADJEHINE Milad

Dédicace

Ce mémoire est dédié

A mes deux familles : Sekrouf et Lekhzoum

A mes parents,

*Qui ont fait d'énormes sacrifices et m'ont soutenu et encouragé tout
au long de ces années d'études.*

Je souhaite également dédier ce mémoire

A mes frères et ma sœur,

Mes chères amies.

Je tiens à exprimer ma gratitude envers mon cher ami

M, G

*Pour leurs compréhensions et leurs encouragements, symbolisant notre
sincère fraternité et amitié.*

*Enfin, je dédie ce travail à l'esprit de mes grands-pères, en priant
qu'Allah les accepte dans son paradis.*

SEKROUF Kenza



Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1: Généralité sur le plastique	
1 Les plastiques	4
1.1 Définition	4
1.2 Historique du plastique	4
1.3 Les types de plastiques	5
1.4 Cycle de vie de plastique	7
1.5 Source de la pollution plastique.....	8
1.5.1 Les microplastiques primaires	8
1.5.2 Les microplastiques secondaire	9
1.6 Les débris plastiques	10
1.7 Caractéristiques des déchets plastiques	11
1.8 Dégradation des plastiques en mer	12
1.9 La pollution plastique	13
2 Plastiques et Environnement	13
2.1 Toxicité du plastique et perturbation de la chaîne alimentaire	14
2.2 Impact des débris plastiques sur les écosystèmes Marins et côtiers	16
2.3 Impacts directs sur la faune.....	16
2.3.1 Impact sur la flore.....	16
2.3.2 Impact socio-économique.....	17
chapitre II : Matériels et méthodes	
1 Présentation de la zone d'étude	18
1.1 La Baie de Collo	18
1.2 La ville de Collo	19
1.2.1 Les caractéristiques de la région de Collo	20
2 Echantillonnage et mensuration des poissons.....	21
2.1 Echantillonnage	21
2.1.1 <i>Sardinella aurita</i> (La Sardinelle).....	21
2.1.2 <i>Sardina pilchardus</i> (La Sardine)	22
2.1.3 <i>Trachurus trachurus</i> (La Saurel ou le Chinchard).....	23
2.1.4 <i>Boops boops</i> (La Bogue)	24
2.2 Etude biométrique.....	25

2.2.1	La taille	25
2.2.2	Le poids	26
2.2.3	La dissection	26
2.2.4	Identification de sexe et prélèvement de tractus digestif	27
2.2.5	Identification et étude des microplastiques.....	27
chapitre III : Résultat et discussion		
1	Résultats	31
1.1	Les paramètres biologiques :	31
1.2	Fréquence et distribution des MPs au sein des espèces des poissons:	32
1.2.1	Fréquence des MPs au sein des espèces des poissons:	32
1.2.2	Distribution des MPs ingérés dans les espèces de poisson.....	33
1.2.2.1	Distribution des MPs ingérés selon leurs formes	33
1.2.2.2	Distribution des MPs ingérés selon leurs tailles:	33
1.2.2.3	Distribution des MPs ingérés selon leurs couleurs.....	34
1.2.2.4	Distribution des MP ingérés selon le sexe des poissons:	37
1.2.2.5	Distribution des MP ingérés selon le poids des poissons:.....	37
1.2.2.6	Distribution des MP ingérés selon la taille des poissons:	39
1.2.2.7	Fréquence des MP dans le tractus gastro-intestinal des espèces étudiées : ..	40
2	Discussion:	41
Conclusions		44
Les références bibliographique.....		45
Résumé		54
Abstract:		55
الملخص:		56

Liste des figures

Figure 1: Cycle de vie du plastique	8
Figure 2: Micro plastique primaire sous forme de billes.....	9
Figure 3: Fragments des microplastiques secondaires.	9
Figure 4: Les fleuves, les activités maritimes comme la pêche ou l'aquaculture et les décharges sauvages sont les principales sources de plastique en mer.	10
Figure 5: Interactions possibles entre les microorganismes marins et les microplastiques.....	11
Figure 6: Mécanismes de biodégradation de plastiques dans des conditions aérobies et anaérobies (Ahmed et al, 2018).....	12
Figure 7: (a) Tortue de mer ingérant du sachet plastique, (b) Oiseau de mer ingérant du plastique.....	15
Figure 8: Situation géographique de la baie de Collo.	18
Figure 9: Carte géographique de la ville de Collo (potentialités socioéconomiques).....	19
Figure 10: Caractéristiques morphologiques de l'allache sardinella aurita. (Photo prise au laboratoire et modifiée)	22
Figure 11: Sardina pilchardus du bassin algérien.	23
Figure 12: photographie Trachurus Trachurus (Gherrham 2009).....	24
Figure 13: Boops boops (La Bogue).	24
Figure 14: Poissons destinés pour une mensuration de la longueur et le poids.....	25
Figure 15: Les paramètres biométriques des poissons calculés (LT, LS, LF, Lt).	25
Figure 16: La mesure du poids des poissons (PT, PE, Pgi).	26
Figure 17: les étapes d'ouverture de la cavité abdominale des poissons.....	27
Figure 18: Détermination du sexe (indéterminé, mâle, femelle).	27
Figure 19: Préparation de l'eau oxygénée.	28
Figure 20: Préparation les Becher avant d'être mis dans le four.....	28
Figure 21: Echantillons dans le four.	29
Figure 22: La Filtration des échantillons.	29
Figure 23: L'identification du microplastique sous une loupe binoculaire.	30
Figure 24: Distribution de particules de MPs ingérées selon leurs formes pour chaque espèce étudiée	33

Figure 25: Classification de particules de MPs ingérées selon leurs tailles pour chaque espèce étudiée.	34
Figure 26: Distribution de particules de MPs ingérées selon leurs couleurs pour chaque espèce étudiée.	35
Figure 27: Exemples de débris de plastiques photographiés sous microscope à un grossissement de 10 fois.	36
Figure 28: Classification de particules de MPs ingérés en fonction du sexe des quatre espèces étudiées.	37
Figure 29: Classification de particules de MPs ingérés en fonction du poids des quatre espèces étudiées.	38
Figure 30: Classification de particules de MPs ingérés en fonction de la taille des quatre espèces étudiées.	39
Figure 31: La densité minimale, moyenne et maximale des MPs (MP/g) en fonction du poids du tractus gastro-intestinal des quatre espèces étudiées.	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des utilisations des plastiques et de plastique recyclé (Siddique, 2008) (BPF)	5
Tableau 2: Résumé statistique des paramètres biologiques des quatre espèces des poissons étudiées de la baie de Collo.	31
Tableau 3: Nombre et pourcentages des individus contaminés par les MP.	32
Tableau 4 : Fréquence des MPs ingérés par les quatre espèces de poisson étudiées.....	32
Tableau 5: Les trois classes selon le poids et selon le nombre d'individus.....	38
Tableau 6: Les trois classes selon la taille et selon le nombre d'individus	39

Liste des abréviations

ABS : acrylonitrile butadiène

Ans : années

CM : centimètre

DDT : Dichlorodiphényltrichloroéthane

ECO JEM : système public de traitement et de valorisation des déchets d'emballages

F : femelle

G: gramme

H : heure

HIPS: polystyrène (impact élevé)

I: indéterminée

Km : kilomètres

IF : longueur de fourche

ls : longueur standard

lt : longueur de tête

IT : longueur totale

Ltm: longueur total moyenne

M : Male

Mm : millimètre

MPs : Microplastiques.

N : Nombre de spécimens

PA: polyamides (nylon)

PC : polycarbonate

PCB : polychlorobiphényles

PE : poids éviscéré

PEBD : polyéthylène à faible densité

PEHD : Polyéthylène à haute densité

PET : Polytéraphatate d'éthylène

Pgi : poids gastro-intestinal

PP : polypropylène

PPVC: Plastifié polyvinyle chlorure

PSE : polystyrène

PT : poids total

Ptm: Poids total moyens

PVC : polychlorure de vinyle

TPE : thermoplastique élastomères

Um : micromètre

UPVC : Polychlorure de vinyle non plastifié.

UV : ultraviolet



Introduction

Introduction

Introduction

Depuis l'ère industrielle, le plastique est le matériau qui a révolutionné le monde d'aujourd'hui. Ce produit est omniprésent dans presque tous les aspects de la vie quotidienne. Plus de 320 millions de tonnes de plastique sont utilisées chaque année en Europe ([Plastic Europe, 2016](#)) et les déchets plastiques s'accumulent notamment dans les habitats marins. L'augmentation de la production mondiale de plastiques avec la croissance démographique ces dernières années n'est pas linéaire, ce qui suggère que la consommation de plastiques par habitant a également une tendance à la hausse ([Andrady, 2017](#)).

En raison de la mauvaise gestion des collectes ainsi que son recyclage, les déchets plastiques sont devenus les plus évidents. Les macros déchets (plus de 5 mm) posent des problèmes esthétiques. Le coût du nettoyage des plages au Royaume-Uni par exemple, s'élève à 15 millions d'euros. Les effets sur la pêche et la navigation sont très graves, ce qui coûte au Japon 100 millions d'euros par an. Actuellement, le plastique représente 1 % des vingt premiers centimètres de sédiments dans les estuaires californiens et 10 % des écumes de la mer, que l'océan laisse sur les plages avec les organismes marins morts, le bois flotté et les algues. Ces déchets sont de plus en plus fréquents dans le monde entier. Le ministère français de l'environnement estime qu'entre la surface de l'eau et 200 mètres de profondeur, il y aura 150 millions de débris en mer du Nord, 50 millions dans le golfe de Gascogne et 300 millions dans le bassin méditerranéen ([Goeury, 2014](#)).

Alors que les pays développés prennent en compte le recyclage et la gestion des déchets plastiques visant à réduire leur impact sur l'environnement. En revanche, la gestion peu développée des déchets solides et le manque de recyclage en Algérie ont entraîné une recrudescence des déchets plastiques dans les zones urbaines et les côtes. Les sacs à provisions, les emballages de nourriture et de boissons et les débris résultant de la fragmentation des produits en plastique représentent les principaux déchets plastiques. Les déchets ménagers comptent comme un problème important généré par la population algérienne vivant dans l'agglomération urbaine ([Cheniti et al, 2013](#)). Selon [Brahim \(2012\)](#), les collectivités locales algériennes et les secteurs concernés ont eu des difficultés à gérer la production élevée et progressive de déchets urbains. [Cheniti et al. \(2013\)](#) rapportent que la question de la gestion des déchets solides dans ce pays est due à des facteurs organisationnels et structurels ainsi qu'au comportement des utilisateurs.

Introduction

Selon l'Agence nationale des déchets (AND, 2015), en Algérie, le tri sélectif et la réutilisation des déchets étaient un projet qui visait à réduire la pression sur les centres d'enfouissement technique surchargés, cependant, ce projet n'a pas abouti. Par conséquent, 16 millions de tonnes de déchets sont produits chaque année et seulement 5 % des déchets plastiques sont recyclés (Wamda, 2017). Malgré le fait que le gouvernement algérien ait signé des programmes tels qu'ECO JEM (système public de traitement et de valorisation des déchets d'emballages) pour promouvoir le recyclage des déchets, la situation est restée inchangée (Djemaci, 2018). En Algérie, les déchets plastiques représentent 17% de l'ensemble des ordures ménagères (AND, 2018). L'AND a prévu des actions de sensibilisation pour réduire la pollution plastique marine en triant les déchets sur les plages (AND, 2018), mais malheureusement, l'idée n'a jamais été complètement mise en œuvre.

Tous les océans, y compris les zones polaires, sont touchés par la contamination par les déchets plastiques. Cependant, il existe des zones d'accumulation causées par des courants marins appelés gyres (Lebreton et al, 2012). La plus connue est la zone d'accumulation dans le gyre du Pacifique Nord (également connue sous le nom de "Great Pacific Ordure Zone" ou "7th Plastic Continent"), mais il ne s'agit pas d'un cas isolé. Les modèles de circulation océanographique prévoient des zones d'accumulation dans les gyres du Pacifique Sud, de l'Atlantique Nord, de l'Atlantique Sud et de l'océan Indien. En raison de sa nature semi-fermée en tant que mer dont le taux de renouvellement de l'eau est de 90 ans alors que les plastiques persistent pendant plus de 100 ans, la Méditerranée est également fortement polluée par les plastiques (Lebreton et al, 2012).

Étant donné que la croissance de l'industrie du plastique a commencé dans les années 1970, la présence de ces matériaux synthétiques dans l'environnement naturel est relativement récente. La majorité des débris plastiques retrouvés à la surface de l'eau est constituée de particules de moins de 5 mm, également appelées microplastiques (MPs) (Hidalgo-Ruz et al, 2012). Les MP proviennent soit de l'émission de produits plastiques micrométriques manufacturés, soit de la fragmentation de macroplastiques (Ivar do Sul and Costa, 2014). Ces micro particules sont extrêmement stables et peuvent parfois durer jusqu'à 1000 ans dans l'environnement marin (Cózar et al, 2014).

Les impacts des MP sur le biote marin font actuellement l'objet d'études et ont été identifiés comme une menace possible pour les écosystèmes aquatiques (Fossi et al, 2016). La petite taille des MP chevauche les proies préférées de nombreux animaux marins, ce qui permet à ces particules d'être ingérées avec ou à la place de la nourriture normale

Introduction

(Galloway et Lewis, 2017). Les particules accumulées dans les sédiments sont accessibles aux suspensions benthiques et aux dépôts (Deudero et al, 2014). Des études de terrain ont révélé des MP dans les intestins ou les tissus de petits animaux tels que les copépodes, les larves de poissons (Galloway et Lewis, 2017) et les poissons adultes (Lusher et al., 2013) et de plus gros animaux, tels que comme les tortues marines, les phoques et autres mammifères marins (Galloway et Lewis, 2017). Koelmans et al. (2013) ont montré que les MPs ont une nature hydrophobe et sont capables de faciliter la bioaccumulation de contaminants nocifs, y compris les polluants organiques persistants et les métaux qui s'adsorbent sur la surface. Ces contaminants peuvent potentiellement se transférer dans les tissus des animaux après ingestion. Les poissons jouent un rôle important dans le réseau trophique. Certains poissons ont la capacité de transporter des microplastiques de zooplancton et de phytoplancton vers des niveaux trophiques plus élevés et même vers les humains. Plus important encore, les MP présentes dans les poissons peuvent augmenter l'exposition humaine à ces particules par le biais de la consommation de poisson (Barboza et al, 2020).

Sur la côte sud de la mer Méditerranée, les analyses MP sont rares et ont été identifiées comme une lacune importante dans les données. Mise à part quelques études comme celle de Boumezirene et al. (2021), Hamoudi et Siad, (2022) et Badi et Dahou, (2022) qui donnent les premières preuves d'ingestion de débris de plastique par des poissons du littoral de Béjaia, d'El-Kala et d'Annaba respectivement. À ce jour, aucune étude n'a été faite sur les MPs dans les espèces de poissons du littoral de Colo. Pour combler le vide bibliographique la présente étude a pour objectif d'analyser, pour la première fois, la présence, la quantité et la typologie des MPs dans le tractus gastro-intestinal de quatre espèces commercialisées: *Sardinella Aurita*, *Sardina Pilchardus*, *Trachurus Trachurus* et *Boops Boops* prélevées du littoral de Colo.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres, dont le premier est strictement documentaire et correspond à une étude bibliographique sur les MP, leurs sources, leur type, leur cycle de vie, leur gestion et ainsi que les mécanismes et les effets des MP sur l'environnement marin. Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude (Collo, Skikda), des méthodes de mesure des poissons et des méthodes d'identification et de caractérisation des MP. Le troisième chapitre interprète et discute les résultats obtenus expérimentalement. Une conclusion et des orientations futures concluent le mémoire.



Chapitre 1:

Généralité sur le
plastique

1. Les plastiques

1.1 Définition

Le mot "plastique" est dérivé du latin *plasticus*, "relatif au modelage", qui est un emprunt au grec *plastikos*, "modelable, utile pour le modelage". La définition de "matière plastique" est la suivante : "matière synthétique constituée de macromolécules obtenues par polymérisation ou polycondensation et pouvant être moulée ou modelée" (Rey, 1992). Le terme "plastique" fait référence à une classe de polymères non métalliques produits par l'homme, qui ont un poids moléculaire élevé et sont constitués de macromolécules répétées (Bowmer et Kershaw, 2010). Les produits en plastique et les pastilles de résine congelées sont couverts par la définition proposée. Les verres et autres polymères inorganiques de faible poids moléculaire qui ne sont pas des polymères solides sont exclus de cette catégorie. La définition exclut également tous les polymères fabriqués par des organismes vivants, y compris la cellulose, le caoutchouc naturel et les polyesters microbiens. Si un composant d'un matériau composite est un polymère, le matériau est exclu si le polymère lui-même est un composant mineur non nécessaire à la formulation (Andrady, 1990).

1.2 Historique du plastique

Une grande molécule appelée polymère est constituée d'unités monomères fondamentales (ou motifs monomères) reliées par des liaisons covalentes (Weiss, 2009). La grande majorité des plastiques utilisés dans le monde (99 %) sont fabriqués à partir de pétrole et de gaz naturel (Doublier, 2008). La production mondiale de plastique est estimée à 300 millions de tonnes métriques, avec un taux de croissance annuel d'environ 4 %. Près de 40 % du total est consacré à la fabrication d'emballages, ce qui représente une part importante. Presque tous les plastiques couramment utilisés sont fabriqués à partir d'hydrocarbures, et on estime que 8 % des ressources pétrolières fournissent l'énergie et les matériaux nécessaires à la production actuelle de plastique (EMAF, 2017). Mais le développement des matières plastiques remonte en fait à 1833, lorsque le Français Henri Braconnot invente le nitrate de cellulose que les frères Hyatt commencent à fabriquer industriellement aux États-Unis pour fabriquer des boules de billard. C'est le début de la longue histoire du plastique comme "simili", à partir de la Côte d'Ivoire. Mais nous n'étions pas encore dans le monde du synthétique puisqu'il était fabriqué à partir de cellulose. Les grandes innovations dans le monde du plastique ont commencé dans les années 1920: après la cellophane mise au point en 1913, le polychlorure de vinyle a été créé en 1927, suivi par le polystyrène et le nylon en 1938, et le polyéthylène en 1942 (AHLEM, 2020).

1.3 Les types de plastiques

Les différentes variétés de plastique sont omniprésentes dans notre vie quotidienne et finissent souvent en déchets qui ne peuvent pas être entièrement recyclés immédiatement. Les tonnes de déchets plastiques nécessitent d'énormes superficies de stockage, ce qui en fait un problème environnemental majeur. La réutilisation de ces déchets est donc importante pour le recyclage, la réduction de la consommation d'énergie, la diminution de la pollution et la préservation des ressources naturelles non renouvelables.

La demande de plastique a explosé le monde entier en raison de leurs propriétés unique, telles que leurs facilités d'utilisation, leur flexibilité et leur durabilité. Les plastiques sont utilisés dans divers secteurs, notamment l'emballage, l'industrie, la santé, l'alimentation, le bâtiment, les communications et l'électronique. Malgré cette utilisation généralisée, les plastiques restent un problème environnemental majeur en raison de leur production (Mohamed, 2013). Le tableau suivant fournit une liste détaillée des utilisations des plastiques et de plastique recyclé :

Tableau 1 : Liste des utilisations des plastiques et de plastique recyclé (Siddique, 2008, BPF)

Nom plastique	Elaboration	Plusieurs applications pour le plastique recyclé	Plusieurs applications pour le plastique vierge
PET : Polytérophatate d'éthylène	Plastique claire et dure peut être utilisé pour en faire des fibres	Bouteilles de boissons gazeuses, bouteilles de détergent (multicouches), film transparent pour emballages, fibre de tapis...	Bouteilles pour boissons gazeuses et eaux minérales, rembourrage pour sacs du couchage et oreilles, fibres textiles.
UPVC : Polychlorure de vinyle non plastifié.	Plastique dure et rigide et peut être transparent, claire	Bouteilles de détergents raccords de tuyauterie et tuiles.	Bouteilles de jus et tuyaux de plomberie raccords et plaquettes alvéolaires
PEHD : Polyéthylène à haute densité	Plastique très fréquent habituellement, généralement blanc ou couleur.	Bouteilles de détergent, bacs à compost, caisses mobiles poubelles.	Sacs de congélation ondulée, sacs de magasinages froissés bouteilles de lait et de crème

PEBD : polyéthylène à faible densité	Plastique mou et flexible	Film pour l'industrie du bâtiment, emballages et pépinières, et sacs	Sacs à ordures, poubelles couvercles des pots de crème glacée et feuille de plastique noir
PPVC: Plastifié polyvinyle chlorure	Plastique élastique flexible et transparent	Revêtement de sol industriel et âme intérieure de tuyau	Semelles de chaussures tuyau d'arrosage, tube et sacs de sang
PS: polystyrène	Plastique fragiles et rigide peut être claire et vitreux	Accessoires de bureau cintres, bobines et règles et chevilles de vêtements boites de cassette vidéo /cd	Couvercles en plastique, pots de yaourts et imitation de cristal verrerie
PP: polypropylène	Plastique dur mais souple et de nombreuses utilisations	Caisses aux bords des trottoirs de récupération pour le recyclage et bacs à compost	Des sachets de pommes de terre croquantes, des pailles, des pots de crème glacée, sacs de chips.
PSE : polystyrène	Léger, mousses isolation thermique et absorption d'énergie	No recyclé	Plateaux de viande et emballages, plats à emporter contenants et gobelets de boissons chaudes combinés téléphonique bagages rigides
ABS : acrylonitrile butadiène	Non rigide, opaque, brillant dur, bon faible propriétés de température	Meubles tels que des chaises et des tables valises conteneurs.	pièces électroplaques, grilles de radiateurs
PC : polycarbonate	Transparence, forte thermique stabilité, raide, dur et très rigide	Stockage de données, y compris CD et DVD, et les matériaux de construction comme les plafonniers, les murs insonorisés	Automobile, vitrage électronique entreprise machine, support optique et médical, éclairage
HIPS: polystyrène (impact élevé)	Dur, rigide, translucide impact élevé force	Présentoirs de comptoir et panneaux intérieurs	Pots de yaourts garnitures de réfrigérateur distributeurs automatique, armoires de salle de bains, sièges de toilette et réservoirs

PA: polyamides (nylon)	Matériaux très résistants avec bonnes résistances thermique et chimiques.	Peigne à cheveux, vis de machine, joints, et autres composants de faible à moyenne contrainte.	Ligne de pêche, tapis emballages alimentaires offre ténacité et faible perméabilité.
TPE : thermoplastique élastomères	Flexible, transparent, élastique, résistant à l'usure et imperméable.	Eléments d'amortissement surface de préhension, éléments de conception et interrupteurs et surfaces rétro éclairés.	Semelles et talons pour chaussures de sport, têtes de marteau, joints d'étanchéité, joints et roues de planches à roulettes

1.4 Cycle de vie de plastique

Le cycle de vie du plastique comporte plusieurs étapes bien définies. Chaque étape est influencée par les parties concernées, notamment les producteurs, les transformateurs et les acteurs de la gestion des déchets. Le système est conçu de telle sorte qu'aucune partie ne peut être tenue pour responsable des effets néfastes de ses actes, comme c'est le cas pour d'autres types de pollution. Cette absence de responsabilité entraîne une croissance insoutenable de la pollution ([Ericksen et al, 2015](#)).

L'une des conséquences importantes de l'absence de responsabilité de cette industrie est que 100 millions de tonnes de déchets plastiques polluent l'environnement chaque année, soit un tiers de l'ensemble des déchets produits. En raison de leurs effets sur le monde entier, la pollution plastique et les émissions de dioxyde de carbone constituent un problème mondial ([Chaabane, 2019](#)).

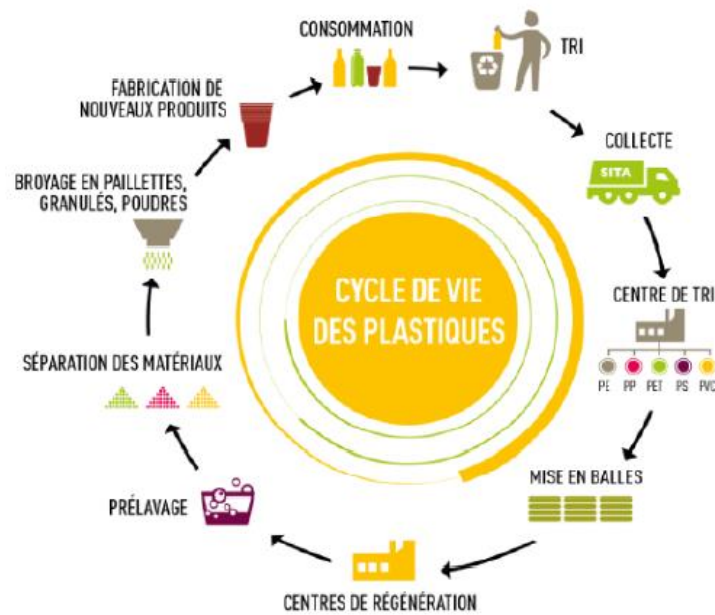


Figure 1: Cycle de vie du plastique (Réco France,2015).

1.5 Source de la pollution plastique

À l'échelle mondiale, les sources de pollution plastique sont nombreuses et l'étendue réelle de cette contamination est en grande partie inconnue. Les sources de pollution plastique comprennent les plastiques mal gérés ou nocifs pour l'environnement. Les emballages, les matériaux de construction, les articles ménagers et les articles liés au tourisme côtier sont des exemples de sources terrestres de macroplastiques présents dans les environnements marins. Les sources de microplastiques terrestres dans le monde comprennent les cosmétiques, les articles de soins personnels, les textiles et vêtements synthétiques, le transport routier (éclatement des pneus) et les fabricants de plastiques (rejet accidentel de granulés de résine) (GUESMIA, 2022).

1.5.1 Les microplastiques primaires

Sont les plastiques qui sont libérés dans l'environnement directement sous forme de petites particules. Elles peuvent avoir été volontairement ajoutées à certains produits, comme les agents exfoliants que l'on trouve dans les cosmétiques et les produits de toilette (par exemple les gels douche). Elles peuvent également résulter d'une mauvaise utilisation d'objets en plastique de plus grande taille lors de leur fabrication, de leur utilisation ou de leur entretien, comme l'abrasion des pneus sur les routes ou l'effilochage des tissus synthétiques au cours du lavage (Andrady, 2011).



Figure 2: Micro plastique primaire sous forme de billes.

1.5.2 Les microplastiques secondaire

L'environnement, en particulier l'océan, expose le plastique à des pressions mécaniques, physiques et biologiques. En effet, le plastique se dégrade et se transforme en poussière sous l'effet de l'oxydation des rayons UV, des basses températures, de l'abrasion mécanique du sable et des vagues, et d'autres facteurs. Ainsi, des microplastiques secondaires résultent de la fragmentation des macroplastiques primaires ([Andrady, 2011](#)).



Figure 3: Fragments des microplastiques secondaires.

Les secteurs de la pêche, de l'aquaculture et du transport maritime sont les principaux responsables de la pollution marine causée par le plastique. Ces industries courent le risque de rejeter accidentellement ou d'éliminer volontairement des plastiques de l'océan. Selon les régions, les macro- et microplastiques d'origine terrestre ou marine peuvent pénétrer dans l'océan par divers points d'entrée, tels que les eaux usées, les voies navigables et les côtes ([Gouesmia, 2022](#)).



Figure 4: Les fleuves, les activités maritimes comme la pêche ou l'aquaculture et les décharges sauvages sont les principales sources de plastique en mer.

1.6 Les débris plastiques

L'augmentation des déchets plastiques marins est due à l'augmentation de la production de plastique au cours des dernières décennies. En effet, entre 75 et 80 millions de tonnes d'emballages plastiques sont utilisés chaque année et finissent dans les océans (Corcoran et al, 2009). En d'autres termes, 60 à 80 % du plastique se retrouve dans les océans et les mers, atteignant parfois 90 à 95 % dans certaines parties du monde (PNUE, 2011). Il en résulte une vaste formation de tourbillons de plastique dans les mers et les océans, que certains appellent "le septième continent". Le plus grand de ces tourbillons est celui de l'océan Pacifique, qui rassemblerait près d'un million d'objets par kilomètre carré (Moore et al, 2001). Au Moyen-Orient, il y a une forte concentration de déchets plastiques. On estime ainsi à 250 milliards le nombre de déchets microplastiques, certaines zones présentant des concentrations de 900 000 particules par kilomètre carré (Turener, 2011).

La majorité des débris marins trouvés sur les plages et dans les criques sont fréquemment transportés par les courants et les vents. Ainsi, les débris plastiques jonchent les plages du monde entier et constituent une menace sérieuse pour la vie aquatique (Thompson et al, 2004).

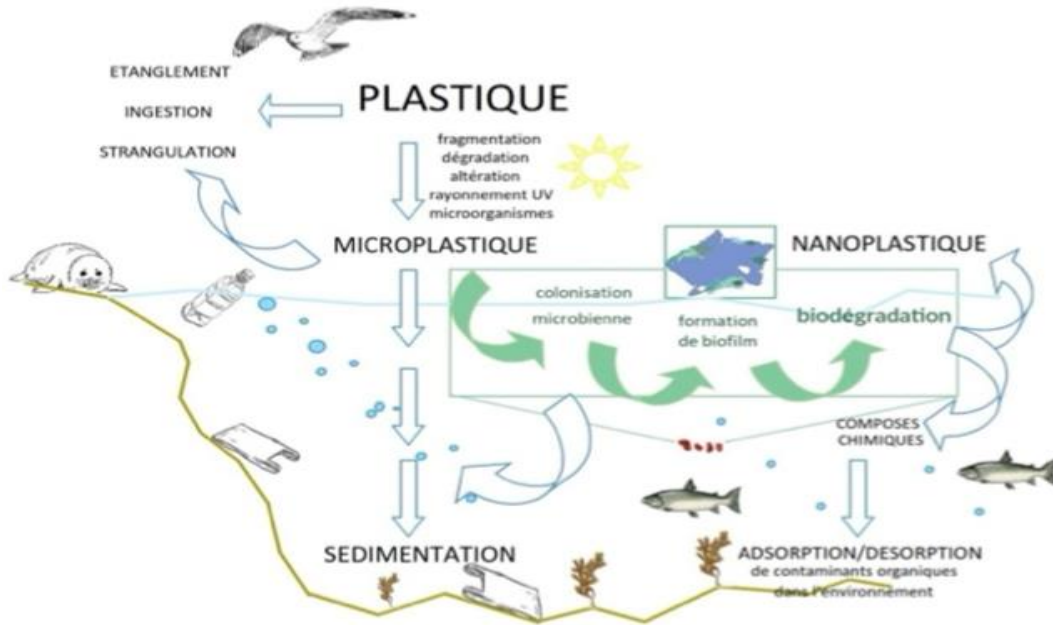


Figure 5: Interactions possibles entre les microorganismes marins et les microplastiques.

1.7 Caractéristiques des déchets plastiques

- **Composition chimique:** Généralement, polyéthylène (PEBD et PEHD) et polychlorure de vinyle (PVC).
- **Léger,** notamment dans le cas des sacs d'emballage en plastique; facilement transporté par le vent; dispersé dans la nature.
- **Épaisseur:** parfois très faible, de l'ordre de quelques microns.
- **Nombreuses couleurs**
- **Stabilité chimique:** ne se désintègre pas pour former des mélanges avec d'autres produits.
- **Durée de vie prolongée:** selon l'épaisseur et le type de plastique, elle peut aller de quelques années à des centaines d'années. Les combustibles sont des matériaux utilisés dans les ménages pour allumer le feu et même réchauffer les aliments.
- **Grande variété de formats:** les objets durs en plastique (seaux, bassines, etc.) et les sacs d'emballage en plastique sont disponibles dans une grande variété de formats, ce qui leur permet de répondre à un large éventail de besoins, y compris l'emballage de produits solides (médicaments, sel, beignets, etc.) et de produits liquides (huiles, eau, etc.).
- **Souple et flexible:** Les sacs en plastique peuvent facilement être introduits dans divers environnements. (RAHMA, 2021).

1.8 Dégradation des plastiques en mer

De nombreuses études ont été consacrées à la description des processus physiques, chimiques et biologiques impliqués dans la dégradation des plastiques dans l'océan (Andrady, 2011). La majorité de la dégradation biologique est réalisée par des micro-organismes, principalement des bactéries. Ces organismes microscopiques, abondants dans les océans (environ 100 millions de bactéries et plus de 500 espèces par litre d'eau de mer), ont des capacités métaboliques très variées. En reminéralisant la moitié du carbone organique issu des déchets alimentaires, les bactéries jouent naturellement le rôle d'évaporateur des océans (organismes saprophytes). De nombreuses bactéries sont également expertes dans la dégradation des hydrocarbures, un composant clé des plastiques (bactéries hydrocarbonoclastes). La capacité des bactéries à décomposer différentes formes de plastiques a été largement discutée dans la littérature, montrant la grande variété de bactéries qui peuvent le faire (Shah et al., 2008).

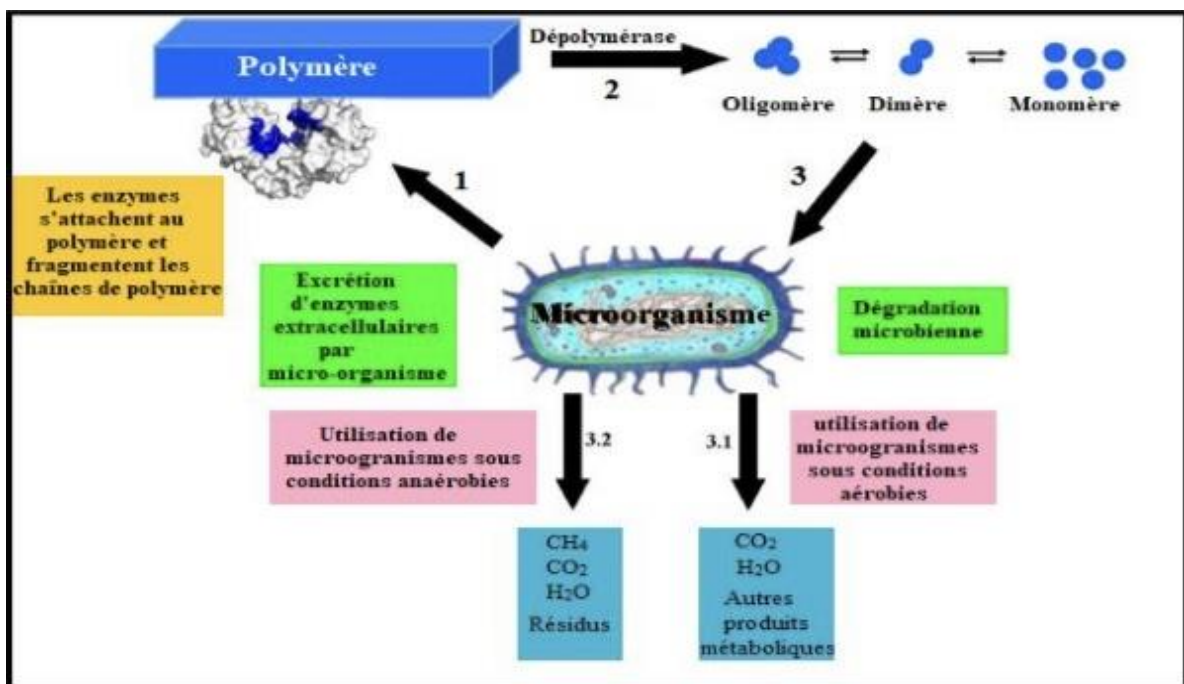


Figure 6: Mécanismes de biodégradation de plastiques dans des conditions aérobies et anaérobies (Ahmed et al, 2018).

1.9 La pollution plastique

Au cours des dernières années, la question de la pollution plastique a fait l'objet d'une attention croissante. De nombreuses études ont révélé les effets néfastes du plastique sur nos économies, la santé humaine et la faune sauvage, en particulier dans les océans. Les articles en plastique, tels que les sacs d'épicerie ou les emballages alimentaires, qui ne sont pas éliminés correctement se retrouvent dans les rivières ou sur les côtes avant de rejoindre l'océan, où ils constituent une menace sérieuse pour la santé humaine et l'économie mondiale. La pollution plastique est devenue un problème mondial qui nécessite une approche multilatérale. Les coûts de l'inaction peuvent être particulièrement élevés pour les communautés et les régions qui dépendent de la pêche et du tourisme (Simon, 2017).

La pollution par les plastiques en mer en quelques chiffres (Dussud, 2014).

- **225 million de tonnes** de plastique produit par an
- **0,5 %** de la production mondiale arrive en mer (**45000 tonnes/an**)
- **5250 milliards** de particules plastiques flottent dans les océans, équivalent à **268940 tonnes**
- **1 seconde** pour fabriquer un sac plastique, **20 minutes** utilisation moyenne de ce sac, **plus d'un siècle** pour qu'il soit dégradé au milieu naturel
- **80 %** les déchets retrouvés en mer proviennent de la terre, **30 %** des déchets plastiques retrouvés en mer temps proviennent des ménages
- Principaux plastique entouré en mer: **polyéthylène, polypropylène, poly téréphtalate d'éthylène.**

2 Plastiques et Environnement

La fin de vie du plastique peut être très perturbante pour l'environnement. Le plastique est omniprésent car il a de multiples usages. Il est source de pollution et présente des risques pour la santé.

On le trouve sous toutes les formes et dans toutes les tailles : emballages, bouteilles, sachets, chocolats à l'effigie d'une voiture, etc. En général, ce matériau est facile à fabriquer, abordable, solide, léger et résistant à la corrosion. Il améliore notre hygiène quotidienne grâce à la conservation des aliments et permet un transport économe en énergie grâce aux matériaux compressés. Cependant, le principal problème du plastique réside souvent dans son utilisation particulière: une fois dans la nature, il peut mettre jusqu'à plusieurs centaines d'années pour se décomposer. Cependant, son utilisation et son élimination suscitent de nombreuses inquiétudes, dont les suivantes :

Les conséquences de l'utilisation et de l'élimination des plastiques sont multiples et comprennent :

- l'accumulation des déchets dans les décharges et les habitats naturels ;
- l'ingestion ou l'enchevêtrement des plastiques par diverses espèces terrestres et marines ;
- la lixiviation ;
- la contamination de la chaîne alimentaire par le transfert des microplastiques de la faune à l'homme.

Le plastique serait la substance la plus fréquemment rencontrée en termes de volume, avec une quantité importante retrouvée en mer (Chabane, 2020).

2.1 Toxicité du plastique et perturbation de la chaîne alimentaire

La pollution causée par le plastique peut avoir un certain nombre d'effets négatifs. Outre la pollution visuelle qu'ils provoquent, les plastiques ont des effets directs ou indirects sur les organismes marins à différents niveaux de la chaîne alimentaire (Wright et al, 2013).

D'un point de vue chimique, les matières plastiques sont constituées de chaînes de molécules carbonées identiques (ou polymorphes), principalement des hydrocarbures, qui sont des composés organiques toxiques pouvant s'accumuler le long des chaînes alimentaires et toxiques pour une large gamme d'organismes. La concentration de microplastiques observée dans les zones d'accumulation (dont la taille est comprise entre 0,5 et 5 mm) est comparable à celle du zooplancton (entre 0,005 mm et plus de 50 mm). Par exemple, dans la région méditerranéenne, le rapport entre les microplastiques et le zooplancton varie de 1/10 à 1/2 (Collignon et al, 2012). Il existe donc un risque important que les poissons ou d'autres prédateurs du zooplancton ingèrent des microplastiques. On estime que le plastique passe entre un jour et un an dans les petites cuillères pélagiques (Davison et Asch, 2011). Les morceaux de microplastiques ingérés sont retrouvés dans les excréments des animaux ; ils peuvent se mélanger aux cadavres ou même être transmis aux prédateurs, atteignant ainsi les échelons supérieurs de la chaîne alimentaire (Cózar et al, 2014).

Les plastiques sont également des vecteurs de diffusion de composés toxiques, qui peuvent s'accumuler dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire. Ces substances peuvent entrer directement dans la composition des plastiques ou s'adsorber à leur surface. Dans le premier cas, des additifs (phtalates, biphényles) sont ajoutés à certains plastiques pour augmenter leur résistance. Diverses études ont démontré que ces composés peuvent

être toxiques pour certains animaux et pour l'homme (Lithner et al, 2011). D'autres substances toxiques, telles que les hydrocarbures, les pesticides, le DDT et les PCB, peuvent adhérer aux plastiques, augmentant ainsi leur dispersion, leur persistance dans l'eau et leur accumulation dans les niveaux trophiques les plus élevés (Teuten et al, 2009).

Les effets désastreux de l'ingestion de déchets plastiques mélangés à des polluants sont également bien documentés, avec des effets sur le système digestif d'animaux tels que les poissons, les oiseaux, les tortues de mer et les mammifères marins qui peuvent entraîner leur mort (Andrady, 2011). Ces débris sont également considérés comme des vecteurs de propagation de produits chimiques nocifs et de micro-organismes pathogènes (Zettler et al, 2011). La présence de plastique sur le littoral (50 à 80 % des déchets) constitue une menace pour la vie marine. Plus de 260 espèces animales différentes ayant consommé du plastique ont été découvertes par les scientifiques: tortues, oiseaux, mammifères ou poissons. Certains débris marins sont connus pour nuire particulièrement aux tortues de mer et aux oiseaux marins, mais la plus grande menace liée à l'ingestion survient lorsqu'ils obstruent le tube digestif ou remplissent l'estomac, pouvant ainsi tuer ces espèces (Eriksen et al, 2014).

L'être humain, qui se trouve au sommet de la chaîne alimentaire, est capable d'ingérer des matières plastiques en consommant des produits de la mer qui en contiennent. Il s'expose ainsi à des risques potentiels pour sa santé. En effet, des substances chimiques comme le biftalate sont présentes dans les plastiques. En fait, un certain nombre de produits chimiques liés aux plastiques, comme le palatal et le bisphénol, ont été associés à des problèmes de santé chez l'homme (Rochman et al, 2013).



Figure 7: (a) Tortue de mer ingérant du sachet plastique, (b) Oiseau de mer ingérant du plastique

2.2 Impact des débris plastiques sur les écosystèmes Marins et côtiers

Lorsqu'il y a une quantité importante de déchets sur les plages, les autorités locales passent au nettoyage automatisé au lieu du nettoyage manuel, ce qui perturbe les écosystèmes naturels en supprimant le banc de sable, qui sert d'habitat à de nombreux invertébrés, de lieu de nidification pour les oiseaux et de source de nourriture pour eux, et en provoquant l'érosion des plages (André, 2000).

2.3 Impacts directs sur la faune

A. **Ingestion:** De nombreuses espèces marines sont mortes après avoir ingéré des déchets plastiques. On sait qu'au moins 44 % des espèces d'oiseaux marins consomment des débris plastiques (Rios et al, 2007). Par exemple, les albatros à pieds noirs qui nourrissent leurs petits avec des granulés de plastique peuvent les confondre avec leur nourriture habituelle (Mallory, 2006). Une autre étude sur les fulmars des mers du Nord a montré que 95% de ces oiseaux avaient en moyenne 35 morceaux de plastique dans leur estomac (Franeker, 2011).

B. **Enchevêtrement:** La mort de nombreuses espèces marines (oiseaux, mammifères marins, tortues, etc.) pourrait être attribuée à l'enchevêtrement, notamment par des cordes synthétiques, des lignes et des filets dérivés de poissons. Plus de 267 espèces sont répertoriées comme ayant été affectées par le phénomène des déchets plastiques dans le monde, dont 86% des espèces de tortues marines, 44% des espèces d'oiseaux et 43% des espèces de mammifères marins (Derraik, 2002).

2.3.1 Impact sur la flore

La destruction de composants botaniques bénéfiques pour les populations humaines et animales (tels que les plantes médicinales, les plantes utilisées comme pâturage et les arbres utilisés comme perchoirs pour les oiseaux) peut résulter des sites d'élimination des déchets. Certaines plantes ont la capacité d'absorber et de transmettre les composés libérés par ces déchets.

L'impact visuel des rejets mécaniques de fluides et la question des odeurs sont des préoccupations qui doivent être prises en compte lors de la sélection des zones de rejet. De plus, il est nécessaire de s'assurer que l'élimination des déchets sur la propriété ne mettra pas en danger la sécurité de la population avoisinante (M, 2012).

2.3.2 Impact socio-économique

Les secteurs économiques clés de la Méditerranée, en particulier la pêche et le tourisme, peuvent être affectés par la pollution plastique. L'impact de la pollution plastique sur les secteurs économiques est extrêmement difficile à évaluer. Selon le Programme des Nations unies pour l'environnement, les dommages annuels causés aux environnements marins coûtent plus de 8 milliards de dollars à l'échelle mondiale. Les secteurs économiques les plus touchés sont les suivants :

- **La pêche :** Cette évaluation tient compte de la perte de revenus due à la diminution des captures, à l'allongement des temps de pêche (nettoyage et réparation des filets de poisson), à la dégradation des filets de poisson et aux altérations des bateaux provoquées par les macro déchets, ainsi qu'aux filets de poisson fantômes qui peuvent avoir un impact négatif important sur les stocks de poisson.
- **Le tourisme:** La pollution plastique a un impact significatif sur le tourisme. Elle augmente la valeur esthétique des zones polluées et limite les avantages récréatifs, ce qui réduit la fréquentation et entraîne une perte de revenus pour tous les acteurs économiques qui dépendent du tourisme.
- **Le transport maritime:** En raison des variations mécaniques provoquées par les macro-déchets, la pollution causée par les plastiques entraîne des coûts d'entretien. Les filets sont remarquablement diversifiés, ils peuvent s'enrouler autour des hélices, des ancres, des voiles. D'autre part, des opérations de nettoyage et de dragage ponctuelles doivent être effectuées par les ports et les marinas ([Chiheb, 2021](#)).



Chapitre II :

Matériels et méthodes

1 Présentation de la zone d'étude

1.1 La Baie de Collo

Entre le cap de fer (Ras El Hadid) et le cap Bou-garoun (Sebâa Rous: les sept cornes) que sépare un intervalle de 72 milles, se présente un grand enfoncement en forme de croissant et profond de 26 milles: C'est le golfe de Skikda, autrefois appelé golfe de Numidie (le numidius sinus des Romains). Un promontoire intermédiaire, le cap Srigina (le cap des singes) le divise en deux baies: la baie de Stora à l'est et celle de Collo à l'ouest (Fig. 8). Cette région du grand massif de Collo contient 90 Km de littoral, dont la plage Aïn Oum Lakssab dans la baie des sangliers, longue de 7 Km, celle de Collo même, Bahr Ença dans la baie des Jeunes filles, celle de Tamanart dans la baie du même nom et celle de Oued Ezouhour. En dehors de ces grandes plages, le littoral colliotte est parsemé d'une multitude de petites plages de dimension diverses. Ces plages prolongent généralement les reliefs des zones d'embouchures des oueds qui se jettent dans la mer (Ferroum, 2021).

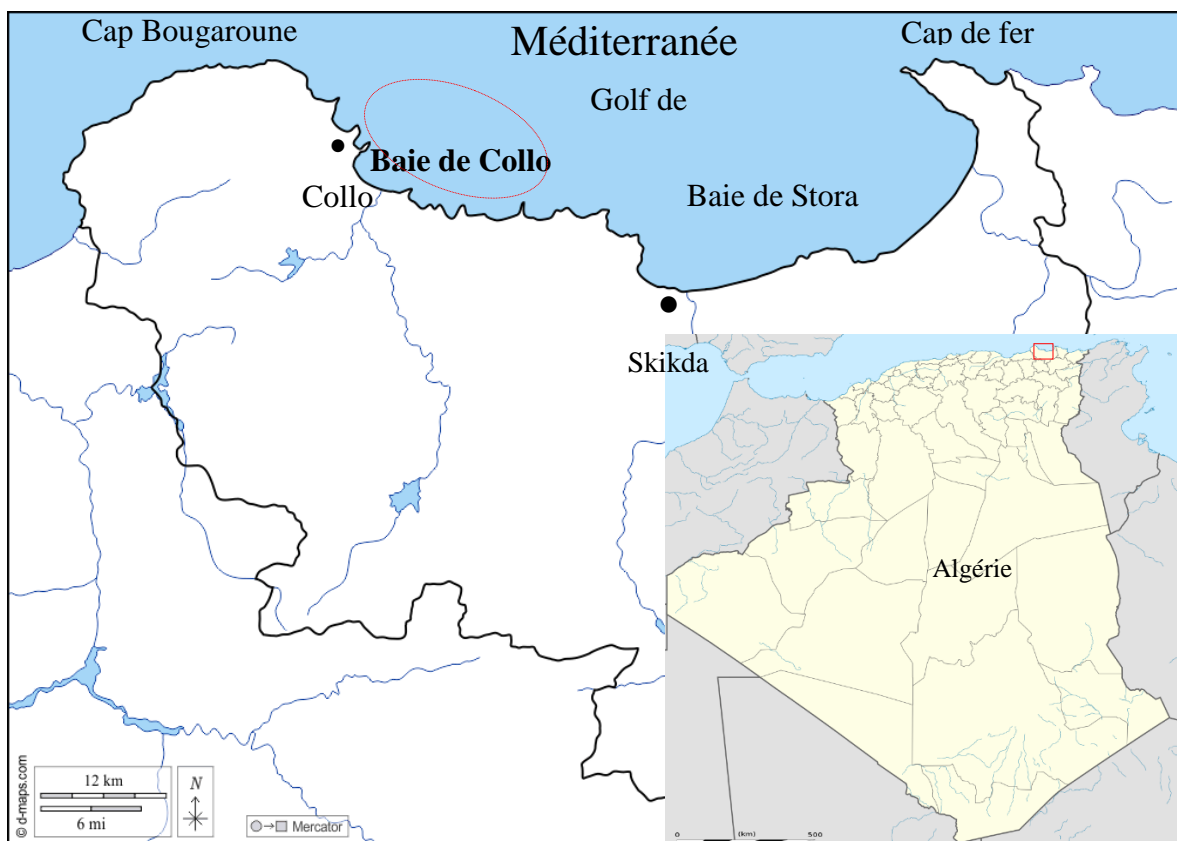


Figure 8: Situation géographique de la baie de Collo.

1.2 La ville de Collo

De part de sa population estimée de 30546 habitants en 2015 et sa superficie de 8.5 Km², la ville de Collo est classée comme une ville à taille humaine (DPS, 2015). C’est une commune portuaire située au nord-est de l’Algérie, à 60 km de Skikda. Avec plus de 31 km de façade maritime, Elle se trouve entre le méridien 6° et 7° Est et le parallèle 36° et 37°Nord, faisant partie de massif de Collo de la chaine de l’Atlas Tellien oriental. Les limites de la commune de Collo comprennent une façade maritime de 8,7 km au nord, la commune de Karkera à l’est (Daïra de Tamalous), la commune de Beni-Zid au sud et la commune de Cheraïa à l’ouest (Zeghiche, 2018).

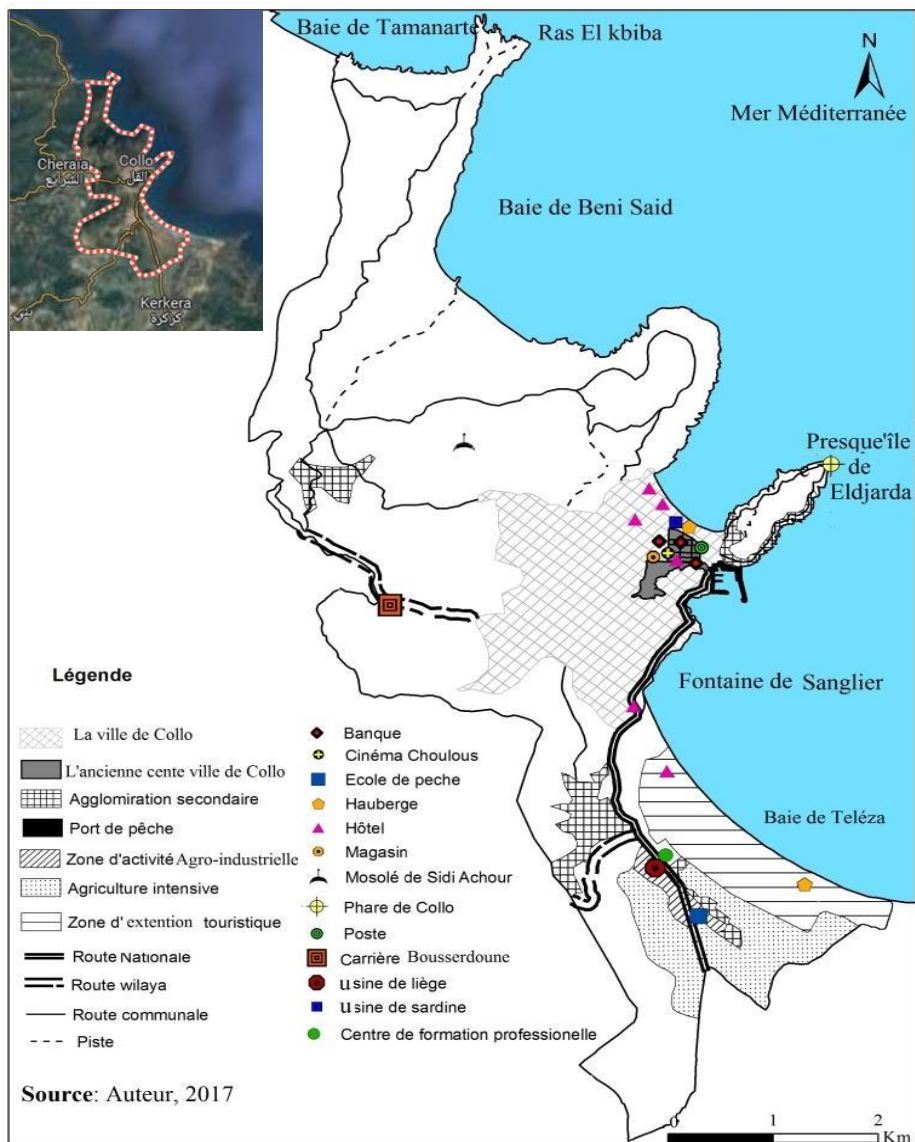


Figure 9: Carte géographique de la ville de Collo (potentialités socioéconomiques)

1.2.1 Les caractéristiques de la région de Collo

- a. Le climat :** Collo bénéficie d'un climat méditerranéen, avec des températures hivernales autour de 15°C de température estivales avoisinant les 35°C. La région est caractérisée par une forte humidité et des précipitations relativement abondantes, avec une moyenne de 762 mm par an, principalement concentrées sur les mois d'automne et de printemps (Farour, 2014).
- b. Réseau hydrographique :** Le bassin versant de l'oued Guebli se situe dans une zone au climat méditerranéen tempéré, avec un hiver très humide où les précipitations varient entre 800 et 1000 mm/an et peuvent atteindre 2000 mm/an (Zitouna). Le réseau hydrographique de la région est principalement constitué de l'oued Guebli et l'oued Cherka. L'oued Guebli prend sa source sur les pentes nord de Kef Sidi Dris (Marre 1992). Il présente un débit moyen allant de 2 l/s en août et 620 l/s en janvier pendant les grandes crues. L'oued Cherka situé dans la partie ouest, présente une variabilité saisonnière très prononcée, prend sa source dans les zones marécageuses de Ghdir Mohkene et se jette dans la baie de Collo (ANRH, 1974).
- c. Activités anthropiques :** Grâce à sa situation géographique, la ville de Collo bénéficie des effets de son lien historique avec le port de pêche, ainsi que de son rôle passé en tant que lieu de passage, de transport et de commerce. Elle jouit également de conditions bioclimatiques favorables à une économie diversifiée comprenant le tourisme, la pêche, l'artisanat et les services, entre autres. Plus qu'un simple lieu de convergence entre le monde rural et le monde urbain, la ville de Collo représente un espace de multiples interfaces : ville/mer, ville/nature, ville/montagne, espace humaine/espace naturel, etc. La valorisation créative de ces interfaces offre des opportunités et des échanges socio-économiques tel que :
- Les activités de pêche
 - Les activités agricoles (arboriculture, élevage, oliviers...)
 - Les marchés itinérants
 - L'industrie des carrières, du liège et du bois
 - L'Agriculture alimentaire et agriculture intensive
 - Les services et magasins
 - Le tourisme (Zeghiche, 2018)

2 Echantillonnage et mensuration des poissons

2.1 Echantillonnage

Pour notre échantillonnage nous avons acheté des poissons capturés dans la baie de Collo entre mars et avril 2023. Les poissons, qui ont été acquises auprès des poissonneries de l'avant-port de pêche ont été immédiatement transportés dans des glacières à 4°C vers les laboratoires pédagogique de l'université Abbas Laghrour de kenchela pour les mesures et les analyses de microplastiques. Les 4 espèces choisies pour cette étude sont: *Sardinella Aurita*, *Sardina pilchardus*, *Trachurus Trachurus* et *Boops Boops*. Ces espèces sont vendues à un prix abordable et largement consommées en Algérie.

2.1.1 *Sardinella aurita* (La Sardinelle)

Sardinella aurita se caractérise par plusieurs caractéristiques physiques distinctives. Elle possède une tache noire au le bord postérieur de l'opercule mais ne présente pas de taches noires à la base de nageoire dorsales et dorsale. Elle a également une nageoire pelvienne composée de 9 rayons et une ligne dorée pale située à mi-hauteur des flancs, qui a tendance à disparaître après la mort. Cette ligne est précédée d'une tache dorée située en arrière de l'opercule (Whiehead, 1985).

Le corps de *Sardinella aurita* est allongé, subcylindrique et parfois assez comprimé. Tandis que la nageoire dorsale a entre 17 et 19 rayons, l'anale entre 17 et 21 et les ventrales en possèdent 9. Les écailles sont de types cycloïde et il y a entre 42 et 47 le long de ligne longitudinale jusqu'à la base de la nageoire. On compte également entre 17et 19 écailles prépelviennes et 14 à 16 écailles postpelviennes (Fischer et al, 1987).

La tête de *sardinella aurita* est relativement forte es aplatie en dessous, tandis que le museau est mince et la bouche est grande (Bouderel, 1948).

La mâchoire supérieure est courte et arrondie, avec une légère échancrure médiane, mais la mâchoire inférieure est plus longue les yeux sont grands et protégés pas une paupière adipeuse. Comparées aux autres espèces, la *S.aurita* possède un corps nettement moins aplati, ce qui lui donne un aspect plutôt rond. La partie antérieure visible de langue est en forme de lame large, ovale ou fuselée est garnie de dente très fines, ce qui la différencie des autres (Maurin et al, 1977).

Enfin, les os frontaux pariétaux de la *Sardinella aurita* présentent de nombreuses stries de 7 à 14, tandis que l'opercule est lisse et présente sur les bords postérieurs de la fente operculaire deux excroissances charnues. De plus, la partie inférieure du premier arc branchial comprend plus de 80 branchiospines (Fischer et al 1987).

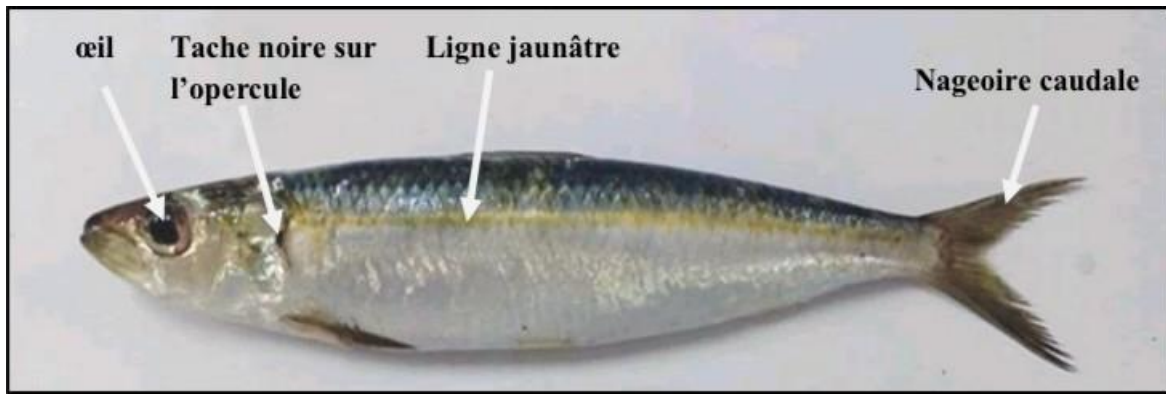


Figure 10: Caractéristiques morphologiques de l'allache *sardinella aurita*. (Photo prise au laboratoire et modifiée)

2.1.2 *Sardina pilchardus* (La Sardine)

La *Sardinella* est une espèce qui habite dans les eaux côtières et peut vivre jusqu'à 120 mètres profondeur. Elle vit en bancs souvent importants, près de la surface la nuit et plus en profondeur pendant la journée comme l'indique Dumay (2006).

Selon Holden et al. (1974), la sardine a un corps élancé avec une mâchoire légèrement saillante, une carène ventrale peu développée et un opercule strié. La nageoire dorsale est située en avant de pelvienne et la nageoire anale a une extension au niveau des deux derniers rayons, le dos de la sardine est de couleur bleu-vert dorés et le ventre est argenté. Il y a une rangée de taches sombres le long de chaque flanc, et les écailles sont grandes, fragiles, argentées et ne s'étendent pas jusqu'à la tête. La sardine est une espèce planctonophage. Les jeunes se nourrissent principalement de phytoplancton, ainsi que d'œuf et de larves de petits crustacés, tandis que les adultes se nourrissent principalement de copépodes et de différentes larves trouvées dans le zooplancton, comme les crabes et les ophiures (Dumay, 2006).



Figure 11: *Sardina pilchardus* du bassin algérien.

2.1.3 *Trachurus trachurus* (La Saurel ou le Chinchard)

L'espèce décrite est le saurel, qui peut être trouvé en bancs à des profondeurs allant jusqu'à 600 mètres bien que souvent rencontré sur des fonds sableux à une profondeur de 100 à 200 mètres. Les juvéniles cherchent souvent refuge sous les méduses et se mêlent parfois aux bancs de jeunes harengs. Le saurel possède un corps allongé et légèrement comprimé, des yeux grands avec une paupière adipeuse développée, une mâchoire supérieure modérément large s'étendant jusqu'au bord antérieur de l'œil, des dents petits, deux nageoires dorsales et des écailles lisses au toucher sur tout le corps sauf une petite surface en arrière des pectorales. Le dos est gris vert bleuâtre, les flancs ont des reflets violacés et le ventre est argenté, avec une petite tache sur le bord de l'opercule (Fischer et al, 1987).

Les juvéniles et les adultes se nourrissent d'une variété de poissons, de crustacés et de calmars. La reproduction se produit de janvier à avril en Tunisie et de juin à août en mer du nord selon la FAO (1987).



Figure 12: photographie *Trachurus Trachurus* (Gherrham 2009).

2.1.4 *Boops boops* (La Bogue)

Boops boops est un poisson qui peut être trouvé à la fois sur le plateau continental et dans les eaux épipélagique. Il habite principalement les fonds marins, tels que le sable, la vase, les roches et les herbiers. Dans la baie de collo, il est principalement capturé au chalut démersal et pélagique ainsi qu'à la senne, à des profondeurs variant entre 50 et 300 mètres. Cependant, il peut également être trouvé à faible profondeur (<10 mètres), ou il préfère les fonds accidentés et les herbiers de *Posidonia oceanica*.

Boops boops est omnivore et se nourrit d'une variété de proies benthiques telles que les crustacés, les mollusques, les annélides et les sipunculides, ainsi que de proies pélagiques telles que les siphonophores, les œufs et les copépodes, les algues chlorophycées constituent également une partie importante de son alimentation. Il est intéressant de noter qu'aucune variation de son régime alimentaire n'a été observée en fonction de sexe. Ces informations ont été rapportées par Fisher et al. (1987) ainsi que par Derbal et Kara (2006).



Figure 13: *Boops boops* (La Bogue).

2.2 Etude biométrique

Tous les échantillons de poissons prélevés ont fait l'objet d'une étude biométrique à savoir les différentes longueurs à l'aide d'une règle graduée et les différents poids grâce à une balance.



Figure 14: Poissons destinés pour une mensuration de la longueur et le poids.

2.2.1 La taille

A l'aide de la règle quatre mesures (Cm) ont été prises: La longueur totale (LT) et la longueur standard (LS) et longueur fourche (LF) et longueur de tête (Lt) avant la dissection.



Figure 15: Les paramètres biométriques des poissons calculés (LT, LS, LF, Lt).

2.2.2 Le poids

Après les mesures de la longueur, chaque individu est pesé à l'aide d'une balance afin d'obtenir le poids total (le poids du poisson entier = Pt).

Une fois les pesées et les mensurations sont réalisées, chaque individu a été disséqué à l'aide des outils de la trousse de dissection (des ciseaux chirurgicaux avec des pinces), en exécutant des ouvertures dans la cavité abdominale pour faire les prélèvements des gonades, du foie et de tubes digestif. Afin d'empêcher la contamination externe de pénétrer dans le tube digestif pendant la préparation, les échantillons ont été transférés dans des boîtes de pétries bien fermées. Après la dissection, aussi chaque individu est pesé à l'aide d'une balance afin d'obtenir le poids éviscéré (PE) et le poids gastro-intestinal (Pgi).



Figure 16: La mesure du poids des poissons (PT, PE, Pgi).

2.2.3 La dissection

Une fois les pesées et les mensurations sont réalisées, chaque individu a été disséqué à l'aide des outils de la trousse de dissection (des ciseaux chirurgicaux avec des pinces), en effectuant des ouvertures dans la cavité abdominale pour faire les prélèvements des gonades, du foie et de tube digestif. Afin d'empêcher la contamination externe de pénétrer dans le tube digestif, les échantillons ont été transférés dans des Becher bien fermées.



Figure 17: les étapes d'ouverture de la cavité abdominale des poissons.

2.2.4 Identification de sexe et prélèvement de tractus digestif

Après dissection le contenu abdominal (Tube digestif et gonades) est mis dans une boîte de Pétri pour déterminer le sexe de chaque individu, les gonades qui prennent la forme d'un couteau blanc à jaunâtre indiquent un sexe mâle, tandis que les femelles ont des glandes gonadiques sous la forme d'un sac allongé de couleur rose et rouge. Parfois le sexe peut ne pas être déterminé.



Figure 18: Détermination du sexe (indéterminé, mâle, femelle).

2.2.5 Identification et étude des microplastiques

Pour éliminer la matière organique du contenu digestif, dans chaque bécher, l'eau oxygénée (H_2O_2 , 15%) à raison de 20x poids du contenu digestif de chaque spécimen a été ajouté.



Figure 19: Préparation de l'eau oxygénée



Figure 20: Préparation les Becher avant d'être mis dans le four.

Becher ont été étiquetées en portant le numéro et le type correspondant à chaque individu. Les échantillons ont été ensuite séchés dans un four à 60°C pendant 24h à 96h selon la dégradation de la matière organique.



Figure 21: Echantillons dans le four.

A l'aide d'une rampe de filtration, tout les échantillons ont été filtrés par papier filtre de Wattman de porosité de $0.45 \mu\text{m}$, puis le papier de filtration a été mis dans des boîtes de pétries pour l'observation de micro-plastiques sous une loupe binoculaire.



Figure 22: La Filtration des échantillons.

Sous une loupe binoculaire, les échantillons ont été soigneusement examinés pour la présence de particules de plastique. Les débris plastiques ont été comptés et filmés. La longueur maximale de chaque particule (mm) a été mesurée à l'aide du logiciel de traitement d'images (image J). Les particules microplastiques ont été évaluées par amplificateur oculaire, les microplastiques sont classés selon (Jabeen et al .2016) par forme en filament, fragments, pastilles et film.



Figure 23: L'identification du microplastique sous une loupe binoculaire.



Chapitre III :

Résultats et discussion

1 Résultats

1.1 Les paramètres biologiques :

Pour déterminer s'il existe une relation entre les concentrations de microplastiques (MPs) dans le tractus gastro-intestinal des poissons et les facteurs biométriques, la biométrie du poisson a été effectuée. Les informations détaillées sur la biométrie des échantillons de poissons sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2: Résumé statistique des paramètres biologiques des quatre espèces des poissons étudiées de la baie de Collo.

Espèce	Nombre de spécimens (n)	Poids total moyens (Ptm) en gramme	Longueur totale moyenne (Ltm) en cm	Sexe ratio F:M:I
<i>Sardinella aurita</i>	15	29,86 (\pm 9,48)	15,47 (\pm 1,66)	08 :05 :02
<i>Sardina pilchardus</i>	14	33,92 (\pm 5,45)	16,23 (\pm 0,28)	09 :03 :02
<i>Trachurus trachurus</i>	15	25,8 (\pm 6,94)	14,68 (\pm 1,20)	04 :06 :05
<i>Boops boops</i>	15	24,66 (\pm 12,77)	13,32 (\pm 1,67)	02 :07 :06
Total	59			23 :21 :15

En ce qui concerne le poids, les spécimens de *Sardina pilchardus* étaient les plus lourds, suivis des spécimens de *Sardinella aurita* puis par des deux espèces *Trachurus trachurus* et *Boops Boops* (tab 2). Le poids des spécimens variait de 16 g à 38 g pour *Trachurus trachurus*, de 14 g à 67 g pour *Boops boops*, de 25 g à 42 g pour *Sardina pilchardus*, et de 15 g à 44 g pour *Sardinella aurita*, respectivement.

Pour la longueur totale des quatre espèces de poissons, elle suivait exactement la tendance du poids. En effet, elle était plus élevée dans les échantillons de *Sardina pilchardus* suivis de *Sardinella aurita*, *Trachurus trachurus* et en fin *Boops boops*. Cependant, la fourchette de la longueur totale moyenne était très serrée, variant entre 13,23 (\pm 1,67) et cm 16,23(\pm 1,67) cm pour les quatre espèces étudiées (Tab. 2).

Le sexe ratio (femelle : mâle : indéterminé) des 59 individus examinés, était de 23:21:15. Il est à signaler que le sexe de la plupart des individus de *Boops boops* n'a pas été déterminé. Le sexe féminin prédomine chez les spécimens de *Sardina pilchardus*, contrairement aux échantillons de *Trachurus trachurus*, tandis que les échantillons de *Sardinella aurita* présentent un nombre comparable de mâles et de femelles (Tab. 2).

1.2 Fréquence et distribution des MPs au sein des espèces des poissons:

1.2.1 Fréquence des MPs au sein des espèces des poissons:

Les quantités et la répartition des microplastiques (MPs) dans les quatre espèces de poissons ont été évaluées afin de mieux comprendre le niveau de contamination. Selon le tableau 3, le taux de contamination des espèces de poissons étudiées varie entre 92,8% et 100%, avec une moyenne de 98,21% (58 sur 59 individus). Il convient également de souligner que tous les spécimens examinés de *Sardinella aurita*, *Trachurus trachurus*, *Boops boops* étaient contaminés par des débris de plastique (Tab. 3).

Tableau 3: Nombre et pourcentages des individus contaminés par les MP.

Espèce	Nombre d'individu contaminé	Pourcentage
<i>Sardinella aurita</i>	15	100%
<i>Sardina pilchardus</i>	13	92,8%
<i>Trachurus trachurus</i>	15	100%
<i>Boops boops</i>	15	100%
Total	59	98,21%

Grâce à l'observation microscopique, nous avons pu identifier et compter un total de 333 débris de microplastiques (MP) au sein des 59 individus examinés, ce qui correspond à une moyenne de 5,6 ($\pm 4,7$) débris de MPs par individu.

Tableau 4 : Fréquence des MPs ingérés par les quatre espèces de poisson étudiées.

Espèce	Nombre	Min	Max	Médiane	Moyenne	Ecart type
<i>Sardinella aurita</i> (n=15)	66	1	13	4	4,4	2,89
<i>Sardina pilchardus</i> (n=14)	85	0	16	5,5	6,07	4,26
<i>Trachurus trachurus</i> (n=15)	71	2	9	4	4,73	2,25
<i>Boops boops</i> (n=15)	110	1	37	3	7,33	9,42
Totaux	332	0	37	4,1	5,6	4,7

La fréquence des microplastiques (MPs) dans le tube digestif des différentes espèces de poissons variaient de 2 à 9 pour *Trachurus trachurus*, de 1 à 13 pour *Sardinella aurita*, de 1 à 37 pour *Boops boops* et de 0 à 16 pour *Sardina pilchardus* (Tab. 4).

La distribution des particules de plastiques dans les échantillons de poissons a révélé que l'abondance des microplastiques dans le tube digestif des spécimens de *Boops boops*

était supérieure à celle des échantillons des autres espèces, avec une moyenne de 7,33 ($\pm 9,42$), tandis que la valeur médiane pour la même espèce est 3. Le tableau 4 montre qu'il y a seulement un échantillon de *Sardina pilchardus* qui n'a pas ingéré de microplastiques. En revanche, un seul spécimen de *Boops boops* présente une abondance considérable de microplastiques, avec un maximum de 37 débris dans son tube digestif.

1.2.2 Distribution des MPs ingérés dans les espèces de poisson

1.2.2.1 Distribution des MPs ingérés selon leurs formes

332 particules de MPs ont été identifiées (85,8% filaments, 13,8% fragments et 0,3% film) dans le tractus gastro-intestinal de 59 spécimens appartenant à quatre espèces de poisson examinées. *Boops boops* a accumulé dans son tube digestif plus de MPs que les autres espèces (Tab. 4; Fig. 24). La forme la plus répandue de tous les débris de MPs c'est les filaments (285) suivis par les fragments avec 46 particules. Il faut souligner l'absence de débris de MPs sous forme de films chez l'espèce *Sardinella aurita* et *Sardina pilchardus*, *Trachurus trachurus*. D'autre part, les MPs sous forme de films n'ont pas été répertoriés dans le tractus gastro-intestinal de spécimen de poisson que chez de *Boops boops* (Fig. 24).

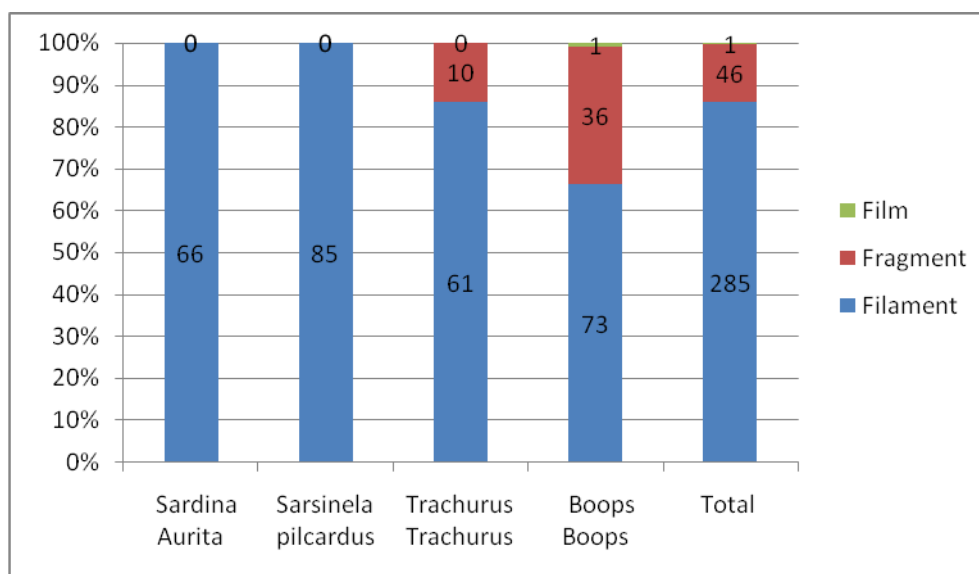


Figure 24: Distribution de particules de MPs ingérées selon leurs formes pour chaque espèce étudiée

1.2.2.2 Distribution des MPs ingérés selon leurs tailles:

En ce qui concerne la taille, les particules de plastique récupérées dans tractus gastro intestinal des poissons étudiés ont été mesurées individuellement, 332 débris représentant

91.8% de taille inférieure à 5mm était donc considérés comme des microplastiques. Le reste c'est des mésoplastiques de taille comprise entre 5mm et 25mm. Par ailleurs, les gros débris supérieurs à 25mm et classés comme macroplastiques n'ont jamais été observés (Fig25.). Aucune limite de taille inférieure n'a été fixée ou mesurée, mais toutes les particules observées avaient une taille qui pouvait être retirée à la main à l'aide d'une aiguille, une pince ou un forceps.

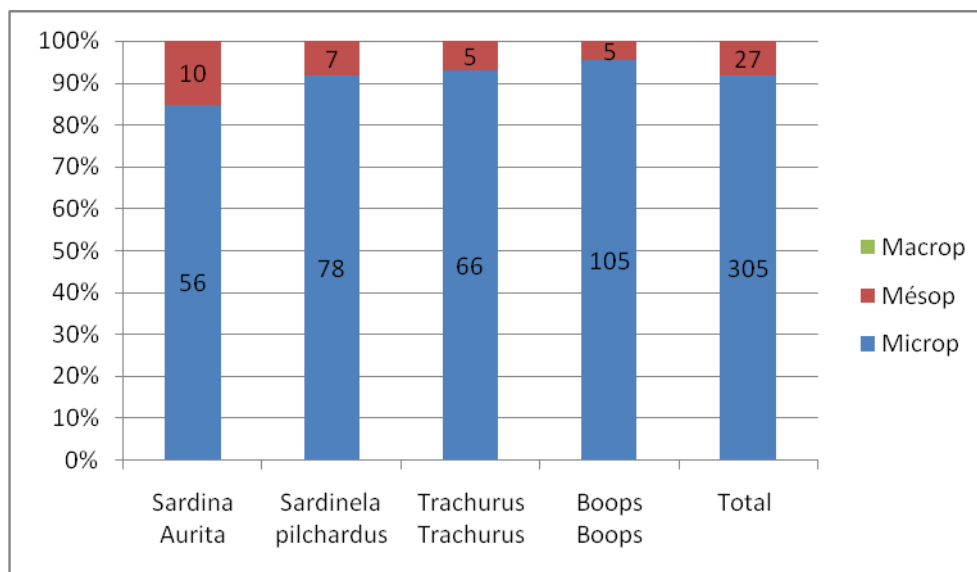


Figure 25: Classification de particules de MPs ingérées selon leurs tailles pour chaque espèce étudiée.

1.2.2.3 Distribution des MPs ingérés selon leurs couleurs

La figure 26 montre que les fragments de plastiques présents dans le tractus gastro-intestinal des poissons échantillonnés présentent une diversité de couleurs (noir, bleu, rouge et autres couleurs). Il est important de souligner que la couleur noire des MPs c'est la caractéristique commune entre les quatre espèces étudiées. Elle varie entre 54%, 39%, 61% et 32% pour *Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita*, *Trachurus trachurus* et *Boops boops* respectivement. La deuxième couleur des MPs qui domine c'est le bleu qui va dans l'intervalle 10%-48%. Suivi par le rouge qui vari entre 6% et 21%. Alors que les autres couleurs représentent un pourcentage minime (Fig. 26).

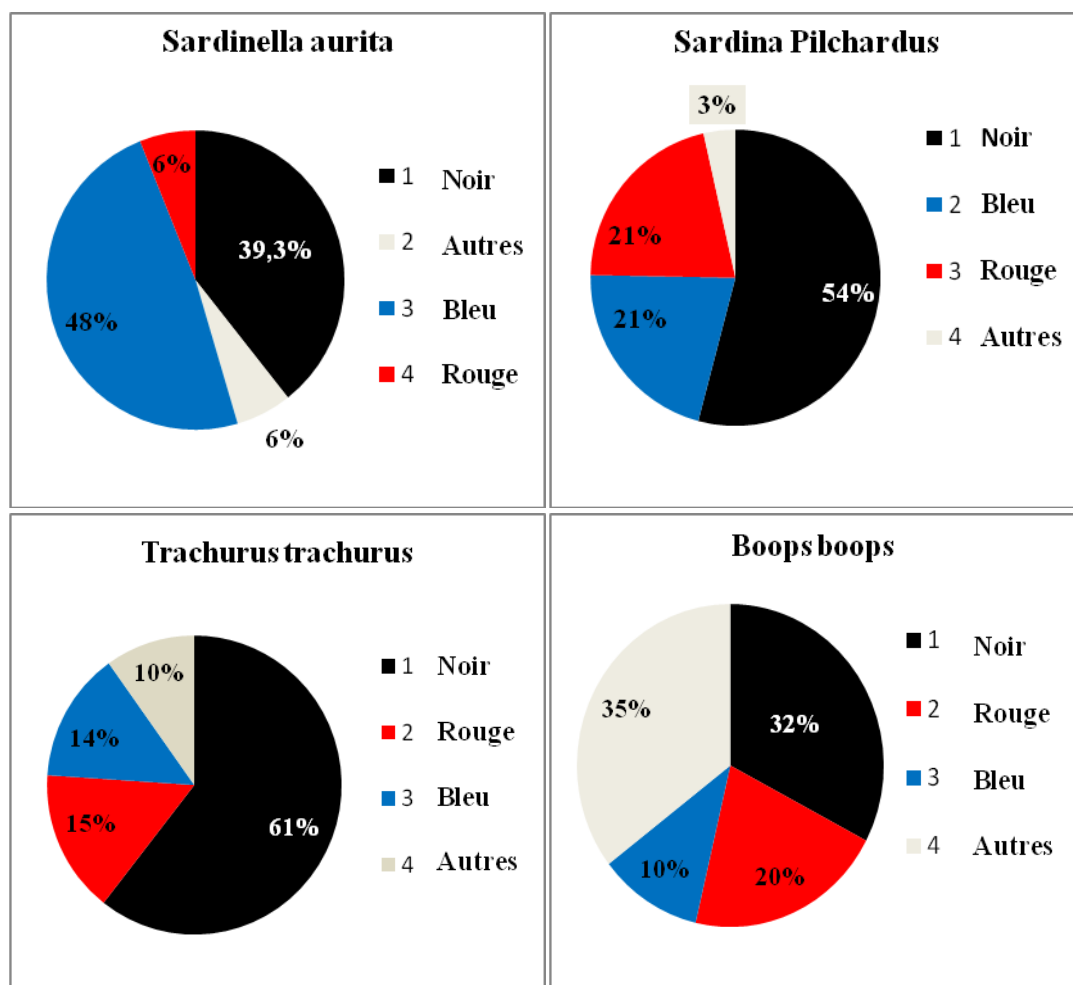


Figure 26: Distribution de particules de MPs ingérées selon leurs couleurs pour chaque espèce étudiée.

La figure 27 montre des exemples de débris de plastiques photographiés sous microscope à un grossissement de 10 fois. Ces photos montrent des débris de plastiques de types, de formes, de tailles et de couleurs différentes. En effet la figure 27. A montre un filament à 9 mm de couleur noir visualisé chez *Boops boops*; la figure 27.B montre des filaments de couleur bleu, rouge et vert- visualisés chez *Sardina pilchardus*; la figure 27.C montre un filament bleu de taille 1mm visualisé chez *Boops boops*; la figure 27.D montre un filament égale à 3mm de couleur rouge visualisé chez *Boops boops*; la figure 27.E montre un film égale à 0,5mm de couleur bleu visualisé chez *Boops boops*; la figure 27.F montre un fragment égale à 0,9mm de diamètre de couleur Orange visualisé chez *Trachurus trachurus*; la figure 27.G montre plusieurs fragments de taille entre 0,2-0,5mm visualisé chez *Boops boops*; la figure 27.H montre un fragment égale à 0,5mm de couleur rouge chez *Boops boops*.

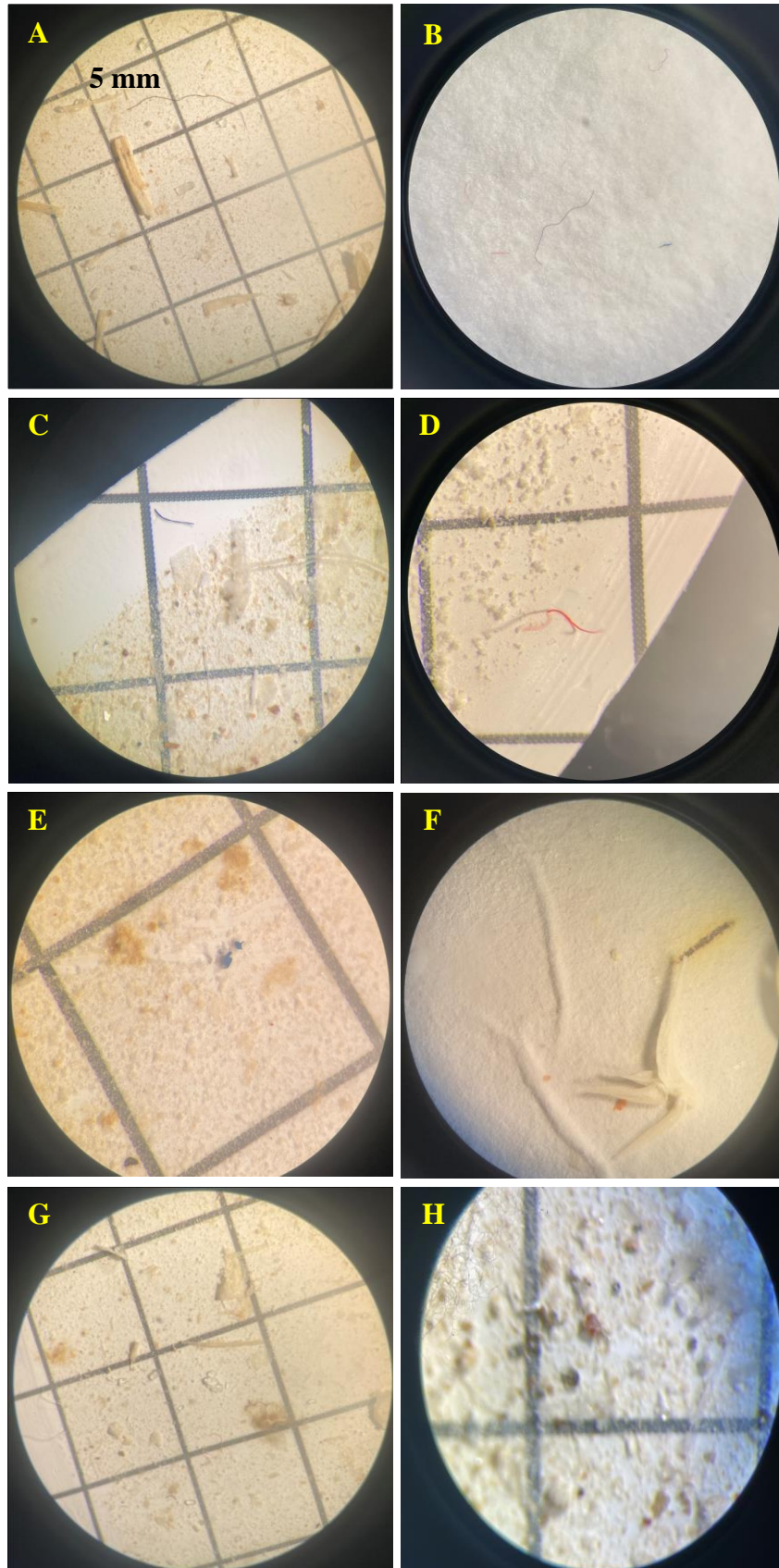


Figure 27: Exemples de débris de plastiques photographiés sous microscope à un grossissement de 10 fois.

1.2.2.4 Distribution des MP ingérés selon le sexe des poissons:

Pour l'ensemble des spécimens examinés, les poissons mâles ont avalé un total de 123 particules de microplastiques (MP), tandis que les spécimens de sexe féminin et de sexe indéterminé ont ingéré respectivement 117, 92 particules de plastique ont été trouvées dans les spécimens à sexe indéterminé (fig. 28). En ce qui concerne la répartition des particules de plastique en fonction du sexe et de l'espèce, on observe que les spécimens de sexe féminin des deux espèces de Sardine présentent une fréquence de microplastiques que les spécimens à sexe male, contrairement aux deux autres espèces *Trachurus trachurus* et Boops boops. Il est important de signaler que la majorité des particules de plastique détectées dans le tube digestif des poissons de sexe indéterminé appartiennent à l'espèce Boops boops.

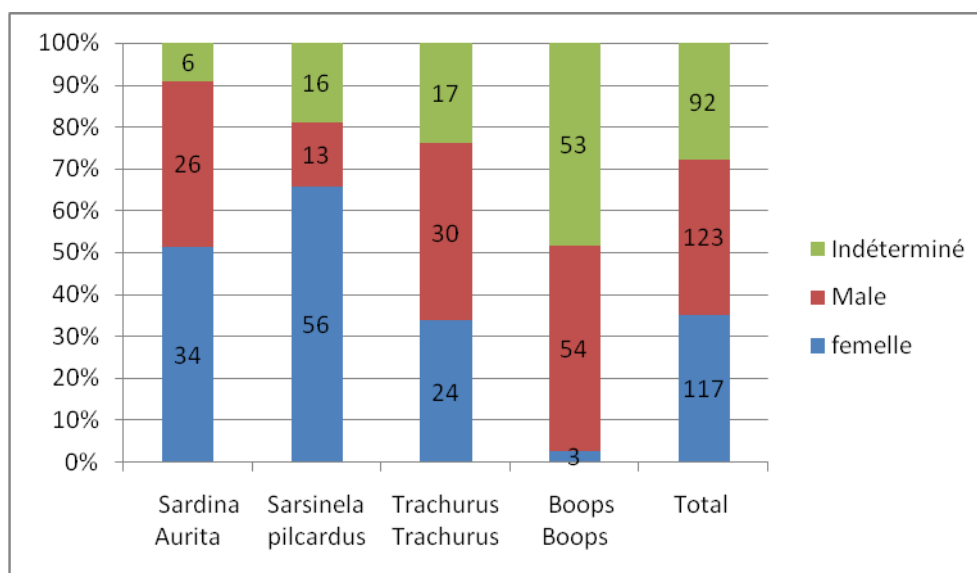


Figure 28: Classification de particules de MPs ingérés en fonction du sexe des quatre espèces étudiées.

1.2.2.5 Distribution des MP ingérés selon le poids des poissons:

Afin de déterminer s'il existe une relation entre les poids des échantillons et le nombre de microplastiques (MP) présents dans le tractus gastro-intestinal des quatre espèces de poissons étudiées, les spécimens ont été regroupés en trois classes de poids pour chaque espèce, en fonction du nombre d'individus (Tab. 05).

Tableau5: Les trois classes selon le poids et selon le nombre d'individus

	<i>Trachurus trachurus</i>	<i>Boops boops</i>	<i>Sardinella aurita</i>	<i>Sardina pilchardus</i>
Petits	16-21g	14-20g	15-18g	25-28g
Moyens	22-29g	21-24g	29-33g	32-36g
Grands	31-38	25-67g	34-44g	38-42g

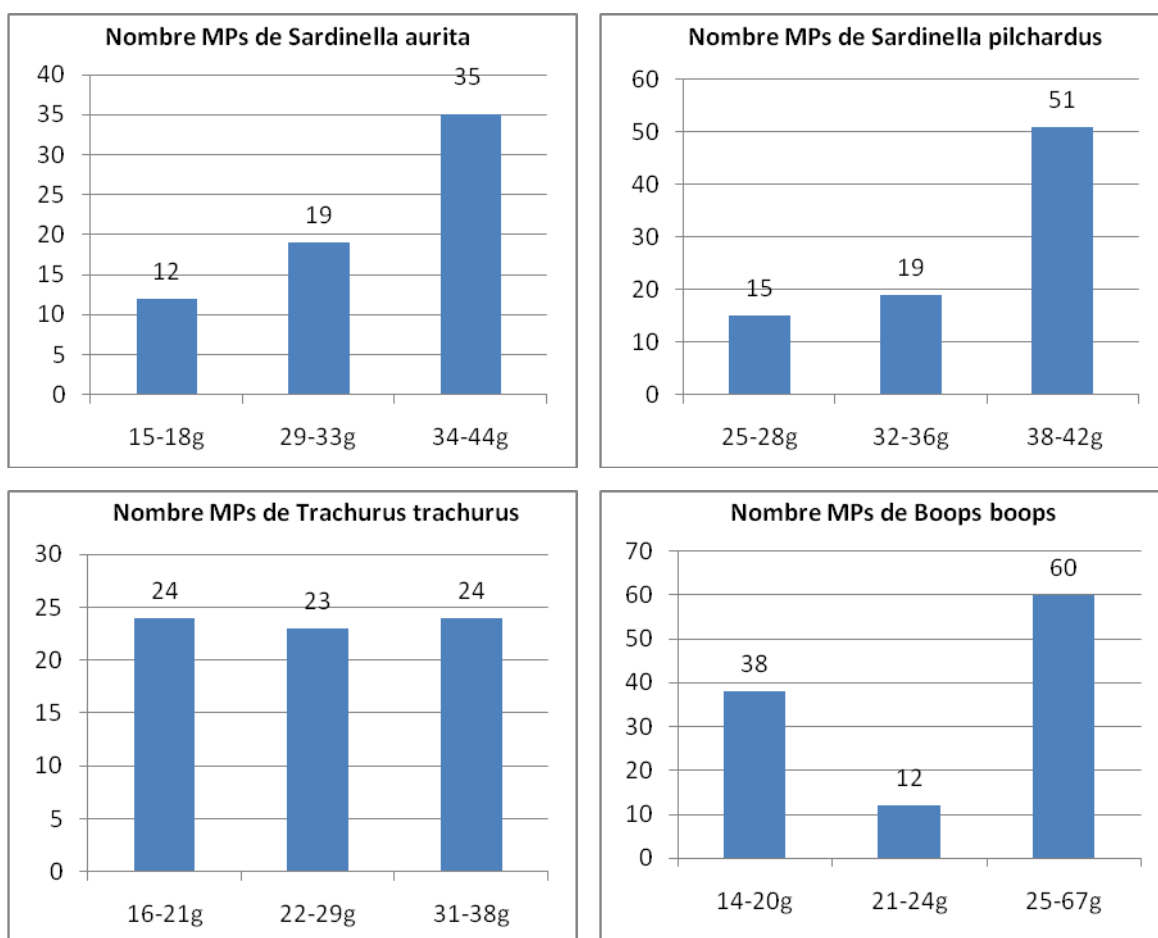


Figure 29: Classification de particules de MPs ingérés en fonction du poids des quatre espèces étudiées.

Afin de déterminer l'existence d'une relation entre les poids des échantillons et le nombre de microplastiques (MPs) dans le tractus gastro-intestinal des quatre espèces de poissons étudiées, les spécimens ont été divisés en trois classes de taille en fonction du nombre d'individus. Pour les deux espèces de sardine, on constate que le nombre de microplastique est proportionnel avec la taille. D'autre part, les spécimens de *Trachurus*

trachurus ont ingéré un nombre comparable de microplastiques tandis qu'il y a pas une tendance claire entre pour les spécimens de *Boops boops* (Fig. 29).

1.2.2.6 Distribution des MP ingérés selon la taille des poissons:

Pour qu'on puisse déterminer l'existence de relation entre les tailles des échantillons et le nombre de MPs dans le tractus gastro-intestinal des quatre espèces de poissons étudiées, les spécimens ont été divisés en trois classes de taille selon le nombre d'individus capturés pour chaque espèce.

Tableau 6: Les trois classes selon la taille et selon le nombre d'individus

	<i>Trachurus trachurus</i>	<i>Boops boops</i>	<i>Sardinella aurita</i>	<i>Sardina pilchardus</i>
Petits	13-14cm	11-12,5cm	13- 14cm	14-16cm
Moyens	14,5-15,5cm	12,5-13,5cm	14,1-16,1cm	16- 16,5cm
Grands	16-17cm	13,5-19cm	16,5-19cm	16,6-17cm

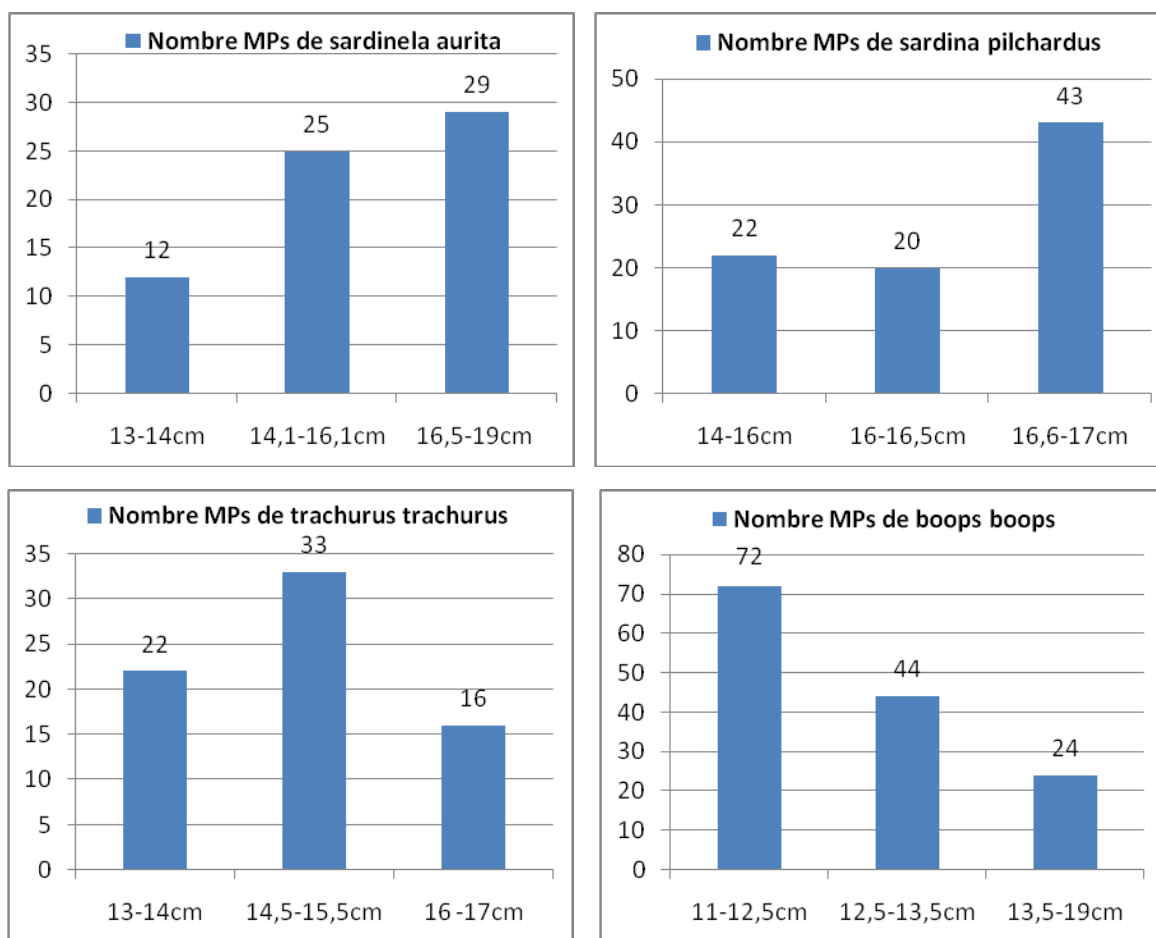


Figure 30: Classification de particules de MPs ingérés en fonction de la taille des quatre espèces étudiées

Etant donné que le poids et la taille des poissons sont proportionnels, le nombre de MPs en fonction de la taille est comparable à sa variation par rapport au poids des spécimens. En fait, la figure 30 montre que le nombre de microplastiques augmente avec la taille est deux espèces de sardine, contrairement à ce qu'on observe chez les spécimens de *Boops boops*. Alors que chez *Trachurus trachurus*, les spécimens de taille moyenne ingèrent plus de MPs que ceux de la petite et la grande taille.

1.2.2.7 Fréquence des MP dans le tractus gastro-intestinal des espèces étudiées :

La densité minimale, moyenne et maximale des MPs (MP/g) en fonction du poids du contenu du tractus gastro-intestinal des quatre espèces étudiées sont représentées sur la figure 31. La densité moyenne la plus élevée (10,1 MP/g) est remarquée chez *Boops boops* représentant respectivement 3,2 fois, 1,4 fois et 1,3 fois la densité chez *Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus* et *Trachurus trachurus*. La densité minimale (0 MP/g) est rencontrée chez *Sardinella pilchardus* alors, tandis qu'un maximum de densité de 46,8 MP/g est observé chez *Boops boops*.

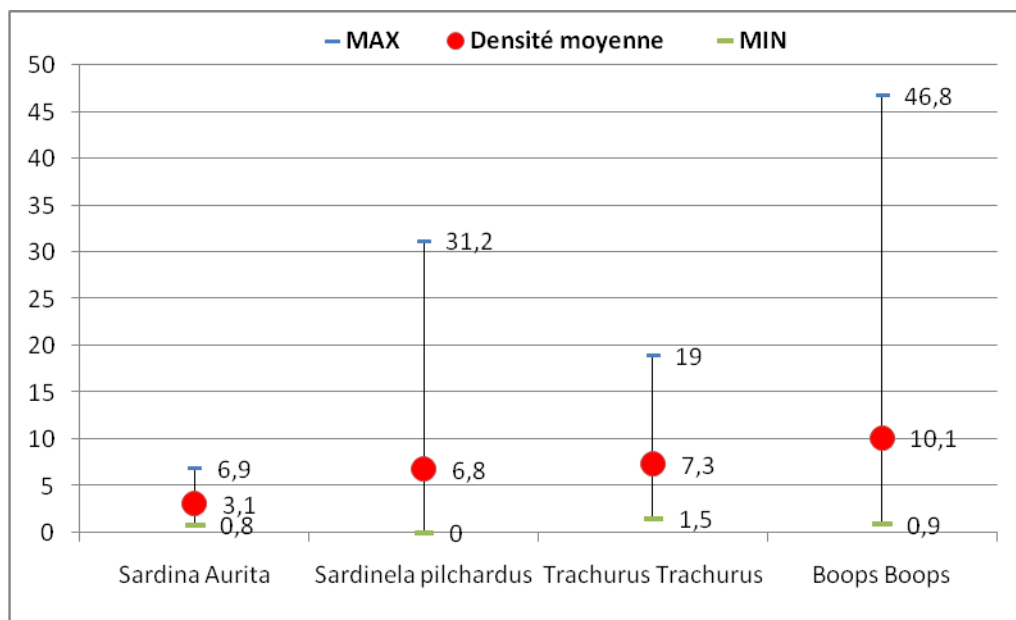


Figure 31: La densité minimale, moyenne et maximale des MPs (MP/g) en fonction du poids du tractus gastro-intestinal des quatre espèces étudiées.

2 Discussion:

L'investigation des PMs dans les poissons utilisés pour la consommation humaine, a été reportée dans plusieurs études à travers le monde, (Li et al., 2015; Bessa et al., 2018; Garcia et al., 2021; Piyawardhana et al., 2022). Alors que la mer Méditerranée montre des niveaux élevés de concentration de plastique (62 000 particules par km²), notamment par rapport à l'océan Atlantique (Collignon et al., 2014), la rive sud de la mer Méditerranée n'a pas encore été suffisamment étudiée. En Algérie, les études sur la pollution par les MPs sont toujours manquantes et présentent une lacune dans les données Méditerranéennes. Cette étude est la première à fournir la preuve de présence de microplastiques dans le tractus gastro-intestinal de quelques espèces de poissons largement consommées de la baie de Collo à savoir *Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus*, *Trachurus trachurus* et *Boops boops*. En effet, le niveau de contamination se trouve très élevé allant de 92,8% à 100% avec un nombre moyen de MPs des espèces étudiées de $5,6 \pm 4,7$. Cette fréquence est plus élevée que celle reportée par d'autres études (exp. Hossain et al., 2019; Garcia et al., 2021; Siddique et al., 2022). Les deux espèces de sardine ensemble représentent une fréquence des MPs (5,2 débris/spécimen) inférieure que les deux autres espèces ensemble (6 débris/spécimen). Il semble que la zone d'existence a influencé la contamination des espèces par les MPs, les espèces pélagiques (*Sardina pilchardus* et *Sardinella aurita*) se trouvent plus contaminées que les espèces benthiques (*Boops boops* et *Trachurus trachurus*). Une étude menée par Neves et al. (2015) confirme que les poissons benthiques ingèrent et accumulent plus de plastique que les poissons pélagiques.

Dans le système digestif des poissons, le nombre de MPs chez les mâles (123) était supérieur au nombre de MPs chez les femelles (117). Le nombre de MPs dans les individus à sexe indéterminé était de 92. Ces résultats sont cohérents avec les conclusions de Sbrana et al. (2020), qui ont constaté que les mâles sont plus infectés par les MPs que les femelles. Alors qu'il est démontré dans quelques études (Exp : Foltz et Norden, 1977) que les poissons à sexe femelles sont plus contaminés par les MPs suite à leurs besoins plus élevés en nourriture que les mâles, Horton et al. (2018) rapportent que l'ingestion des MPs selon le sexe n'est pas encore bien connue.

D'autre part, on s'attendait à ce que les poissons plus gros aient des charges de MPs plus élevées, car ces individus peuvent avoir besoin de volumes accrus d'aliments, certaines études identifiant de telles corrélations (Horton et al., 2018; Garcia et al., 2021). La présente étude n'a pas révélé une tendance bien claire entre taille, poids (Indicateurs de

l'âge de poisson) et l'ingestion de MPs. En effet, les gros poissons ont ingéré plus de microplastiques, suivis de petits poissons, tandis que les poissons de poids et de taille moyenne ingèrent moins de débris de microplastiques.

Concernant la taille des MPs, 91,8% des particules de plastique observées dans le tractus gastro-intestinal des poissons étudiés ont une taille inférieure à 5mm et donc considérées comme des microplastiques. Le reste c'est des mésoplastiques de taille comprise entre 5mm et 25mm. Par ailleurs, les gros débris supérieurs à 25mm et classés comme macroplastiques n'ont jamais été détectés. Des études récentes ont indiqué que les débris de MPs sont les plus fréquemment détectés dans les écosystèmes marins (Lusher et al., 2013 ; Bessa et al., 2018).

La forme de MPs la plus observée dans les poissons étudiés c'est les filaments avec un pourcentage de 85,8% (285 sur un total de 332 débris) répertoriés dans le tractus gastro-intestinal de toutes les espèces échantillonnées, ce résultat est démontré par la majorité des études (exp. Zhang et al., 2013; Merle et al., 2020), de plus il est admis dans la littérature que la plupart des filaments sont à l'origine de la matière textile (Duis et al., 2016), de l'abrasion des objets en plastique (Boucher, 2017) et des stations d'épuration (Browne et al., 2011). D'autre part, les fragments c'est le deuxième type de MPs en termes d'abondance observé dans le tube digestif des spécimens examinés représentant un pourcentage de 13,8%, alors que les films ne sont observés que 1 fois.

La forme des MPs est souvent associée à une couleur, dans cette étude les particules de MPs dans le contenu digestif des espèces étudiées étaient principalement de couleur noir. Des études récentes ont indiqué que la couleur noire est plus fréquente dans les milieux marins (Morgana et al., 2018; Wu et al., 2020). Les MPs de couleur rouge viennent essentiellement de l'industrie de la pêche principalement la dégradation de filet de la pêche.

La densité des MPs par gramme de tractus gastro-intestinal des quatre espèces de poisson étudiées représente des concentrations moyennes élevées (6,8 MPs/g). Les valeurs maximales élevées (10,1MPs/g) sont remarquées chez *Boops boops*. Cependant, une énorme quantité de particules MPs peuvent obstruer le tube digestif, perturber les processus digestifs ou obstruer les processus d'absorption (Wright et al., 2013). Les particules MPs à l'intérieure du tube digestif peuvent également affecter l'appétit des poissons ou transporter des contaminants chimiques (Hirai, 2011), et mène même à une bioamplification des débris dans la chaîne trophique (Walkinshaw et al., 2020). La présente

étude a souligné des concentrations moyennes élevées chez les deux espèces *Boops boops* et *Trachurus trachurus* supérieures à celles de *Sardinella aurita* et *Sardina pilchardus*. Ces résultats sont contradictoire à ceux de [Hamoudi et Siad \(2022\)](#) et [Badi et Dahou \(2022\)](#) rapportants que les espèces pélagiques ingèrent beaucoup de MPs que les espèces épipelagiques.

En fin, cette étude préliminaire confirme la présence de PMs dans le poisson. Quoique le littoral de Collo semble très propre et loin de la pollution, la fréquence des MPs dans le tractus gastro-intestinal des poissons été élevée. Cette fréquence n'a pas été influencée par les paramètres biologiques, mais peut être à d'autres facteurs, tels que l'écologie et l'habitat des espèces. Ces derniers sont les facteurs sur lesquelles nous nous concentrerons dans nos prochaines études.



Conclusion

Conclusions:

Cette étude fournit pour la première fois des informations pertinentes sur les quantités et les types de MPs ingérés par les poissons du littoral de Collo en Algérie.

- Les résultats obtenus montrent que 92,8-100% des quatre espèces étudiées sont infectées par les MPs et avec une moyenne si élevée que $5,6 \pm 4,7$ MPs / individu.
- Les spécimens ayant un sexe mâle, un poids élevé et une grande taille et sont les plus contaminés par les MPs.
- Les fibres constituent la forme la plus courante (58,8%) des particules MPs, où la couleur noir domine (46,5%), suivie par la couleur bleu (23,2%), suivie par la couleur rouge (15,5%).
- 91,8% du nombre total des particules de plastiques ingérées c'est des microplastiques (<5mm), le reste c'est des mésoplastiques.
- Les espèces benthiques à démersales ingèrent plus de débris de MPs que les espèces pélagiques
- L'abondance moyenne ($7,33 \pm 9,42$) MPs/individu et la densité moyenne (10,1MPs / g) les plus élevées sont remarquées chez l'espèce benthique *Boops boops*.
- Les paramètres biologiques n'ont pas une tendance claire avec l'ingestion de MPs. Même si le littoral de Collo semble propre, les rejets urbains ainsi que les activités de pêche sont des contributeurs importants à la pollution par les MPs.

Perspectives :

- Contribuer à l'avancement des connaissances scientifiques sur la pollution de l'eau par les plastiques.
- Agir sur les modes de production et de consommation en encourageant chacun à réduire ses déchets plastiques et en stimulant le recyclage.
- Sensibiliser les pêcheurs sur l'effet de l'utilisation des filets et des produits de pêche où l'utilisation des produits neufs est conseillée.
- Établir un système de collecte des déchets.
- Évaluer le stock de plastiques en devenir (rives, plages ...), par une démarche participative.



**Les références
bibliographiques**

Les références bibliographique

1. A.N.R.H., "Etude hydrogéologique de la plaine de Collo", Rapport, Agence Nationale de la Recherche hydrique, Constantine, (1974).
2. Agence Nationale des Déchets (AND), 2018. Communiqué de presse. https://and.dz/site/wp-content/uploads/communiqu%C3%A9-saison-estivale2018_f.pdf.
3. Agence Nationale des Déchets (AND), 2015. Gestion des déchets: généraliser le tri pour créer des activités de recyclage. <https://and.dz/gestion-des-dechets-generaliser-le-tri-pour-créer-des-activités-de-recyclage>.
4. AHLEM, N. Effet du traitement des granulats plastiques et le type de sable sur les caractéristiques du mortier.
5. AHMED T., SHAHID M., AZEEM F., RASUL I., SHAH A.A., NOMAN M., HAMEED A., MANZOOR N., MANZOOR I. et MUHAMMAD S. (2018). Biodegradation of Plastics : Current Scenario and Future Prospects for Environmental Safety. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(8), 7287-7298.
6. Andrady A.L., 1990. Environmental degradation of plastics under land and marine exposure conditions. *Chemistry and Life Sciences*, 154, 848-869.
7. Andrady A.L., 2011- Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, V65:1596-1605.
8. Andrady, A.L. The plastic in microplastics: A review, 2017. *Mar. Pollut. Bull.*, 119, 12–22.
9. ANDRE S; 2000- Etude des stratégies de réponse au problème des macro-déchets rejetés sur le littoral. Rapport final. Secrétariat Général de la Mer. p46.
10. Badi, D & Dahou, F. (2022). Mise en évidence de macro et micro débris de plastique ingérés par les poissons de la région d'Annaba (mémoire de master spécialité protection des écosystèmes). Abbas laghrour kenchela
11. Barboza, L.G.A. Lopes, C. Oliveira, P. Bessa, F. Otero, V. Henriques, B. et al., 2020. Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure, *Sci. Total Environ.* 717134625, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134625>.
12. Bessa, F., Barría, P., Neto, J.M., Frias, J.P.G.L., Otero, V., Sobral, P., Marques, J.C., 2018. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 128, 575–584. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.044>.

-
13. Boucher, J., Friot, D., 2017. Primary micro plastics in the Oceans: a global evaluation of sources. IUCN.
 14. Boudarel, N. (1948). "Les richesses de la mer: technologie biologique et océanographique."
 15. Boumezirene, T., Boudei, L., 2021. Impact potentiel de polluants marins sur les stocks de poissons à l'Est de Béjaia. Mémoire de Master, Université de Béjaia.
 16. Bowmer T., Kershaw P., 2010. Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. Volume 178, 189-195.
 17. British Plastic Federation, Polymer Thermoplastics, <https://www.bpf.co.uk>
 18. Browne M.A., Crump P., Niven S.J., Teuten E., Tonkin A., Galloway T., Thompson R. (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines World wide: Sources and Sinks. Environmental Science & Technology. 45, 9175-9179.
 19. Chaabane, W., 2019. Expert en environnement et en gestion des déchets-cyclos GmbH/Université Rostock, Allemagne.
 20. Chabane, J. (2020). Synthèse bibliographique sur le plastique (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
 21. Cheniti, H., Serradji, T., Brahmia, K., Makhloufi, A., Guerraiche, S., 2013. Physical knowledge of household waste in Algeria: generation and composition in the town of Annaba. Waste Manag. Res. 31 (11), 1180–1186. <https://doi.org/10.1177/0734242X13502383>.
 22. Chiheb, Z., & Benchiekh, A. (2021). Pollution de la Côte Est–Algérienne par les micro-déchets.
 23. Collignon, A., Hecq, J. H., Galgani, F., Collard, F., Goffart, A., 2014. Annual variation in neustonic micro and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean-Corsica). Mar. Pollut. Bull. 79, 293-298
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.023>.
 24. Collignon, A., 2012 Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. Mar. Pollut. Bull. Vol 64 : 861–864.
 25. CORCORAN P.L; BIESINGER M.C; GRIFI M; 2009- Plastics and beaches: a degrading relationship. Marine Pollution Bulletin, 58, 80-84.
 26. Cózar, A., Echevarria, F., Gonzalez-Gordillo, J.I., Irigoien, X., Ubeda, B., Hernandez-Leon, S., Palma, A.T., Navarro, S., Garcia-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernandez-de-Puelles, M.L., Duarte, C.M., 2014. Plastic debris in the open ocean. Proc. Natl. Acad. Sci. 111, 10239– 10244.
 27. Cózar, A., 2014 Plastic debris in the open ocean. Proc. Natl. Acad. Sci. Vol 3:17-32.

-
28. Davison, P. & Asch, R., 2011 Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 432: 173–180.
29. DERBAL F. & M.H. KARA, 2006. - Régime alimentaire du sar tambour *Diplodus cervinus cervinus* (Sparidae) des côtes de l'est algérien. *Cybiu*, 30: 161-170.
30. Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar. Pollut. Bull.* 44, 842-852
31. Diemaci, Brahim. (2012). La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité (Doctoral dissertation, Université de Rouen).
32. Direction de programmation et de statistique, (2015). La monographie de la Wilaya de Skikda (document interne non publié).
33. Djemaci, B., 2018. The behavior of citizens facing environmental issues: case of service of urban waste in Algeria. *Munich Personal RePEc Archive* 1–14. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/90754/MPRAPaperNo.90754>, posted 22 Dec 2018 03:53 UTC, 2018.
34. DOUBLIER G. (2008). Dossier « les plastiques »
35. Duis, K. Coors, A., 2016. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: Sources (with a specific focus on personal care product), fate and effects. *Environmental sciences Europe* 28, 1–25.
36. Dumay, J. (2006). Extraction de lipides en voie aqueuse par biosecteur enzymatique combinée à l'ultrafiltration: application à la valorisation de coproduits de poisson (sardine et pilchardus). Thèse de Doctorat Labe l'Européen: N°ed367–243 : 284 p.
37. Dussud, C., & Ghiglione, J. F. (2014). La dégradation des plastiques en mer. SFE. <https://www.sfecologie.org/regard/r63-plastiques-en-mer-dussud-et-ghiglione>.
38. Ellen Mac Arthur Foundation. *New Plastics Economy: Catalyzing Action*. Accédé 02 avril, 2017.
Disponible au: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/New-Plastics-Economy_Catalyzing-Action_13-1-17.pdf.
39. Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borroero, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J., 2015. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea, *PLoS ONE* 9, 111913. doi: 10.1371/journal.pone.0111913.
40. Eriksen, M., 2014 Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLOS ONE* 9 :11-19.

-
41. FAO. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, Vertébrés, Méditerranée et mer Noire Vol. II. CEE, FAO, Rome.
 42. Farour, K., & Zeroual, F. E. (2014). Etude d'un glissement de terrain (Beni oulben-Collo Willaya de Skikda): étude de solution (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
 43. FERROUM, A. (2021). Intégration de l'approche environnementale dans la conception des équipements touristiques à Colo (Skikda).
 44. Fischer, W., Bauchot, M.L., Schneider, M. (1987). Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer noire. (Révision 1. Zone de pêche. FAO (ed), Vertébrés, Volume II : p. 1343- 1376.
 45. Fisher, W., M. Schneider and M. Bauchot (1987). "Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche." Méditerranée et Mer noire. Zone de pêche 37: 1186-1189. —Whitehead, P. (1985). "Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei)."
 46. Foltz, J.W., Norden, C.R., 1977. Seasonal changes in food consumption and energy content of smelt (*Osmerus mordax*) in Lake Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.* 106, 230-234.
 47. Fossi, M.C., Marsili, L., Bainsi, M., Giannetti, M., Coppola, D., Guerranti, C., Caliani, I., Minutoli, R., Lauriano, G., Grazia Finioia, M., Rubegni, F., Panigada, S., Bérubé, M., Urbán Ramírez, J., Panti, C., 2016. Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios. *Environ. Pollut.* 209, 68–78. Galloway, T., Lewis, C., 2017. Marine microplastics. *Current Biology*, 27, pR445–R446.
 48. Galloway, T., Lewis, C., 2017. Marine microplastics. *Current Biology*, 27, pR445–R446.
 49. Garcia, F., de Carvalho, A.R., Riem-Galliano, L., Tudesque, L., Alagnac, M., ter Halle, A., Cucherousset, J., 2021. Stable isotope insights into microplastic contamination within freshwater food webs. *Environ. Sci. Technol.* 55 (2), 1024–1035. <https://doi.org/10.1021/ACS.EST.0C06221>.
 50. Gherram, M., 2009. Contribution à l'étude de la reproduction du saurel *Trachurus trachurus* (L., 1758) pêché en baie d'Oran : étude de l'ovogenèse, période de ponte, sex-ratio, indice de condition et fécondité. Thèse de Magister. Université d'Oran : 87p.
 51. Goeury, D. (2014). La pollution marine.

-
52. GUESMIA, A. B., & BENMADANI, W. (2022). Les impacts environnementaux des déchets plastiques (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF M'SILA).
53. Hamoudi, M. & Siad, I. (2022). Première preuve d'ingestion de débris du plastique par quelques espèces de poissons de la région d'El-Kala (Mémoire de Master Spécialité Protection des Écosystèmes) . Abbas Laghroukhenchela.
54. Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, C., Thieil, M., 2012. Microplastique in the marine environment: a review of the method used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46, 3060-3075.
55. Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., T., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., Kwan, C., Moore, C., Gray, H., Laursen, D., Zettler, E. R., Farrington, J. W., Reddy, C. M., Peacock, E. E., Ward, M. W., 2011. Organic micropollutants in marine plastic debris from the open ocean and remote and urban beaches. *Marine pollution bulletin* 62(8) 1682-1683.
56. Holden, M.J et Rait, D.F.S. (1974). Manuel des sciences halieutiques par méthodes d'investigation des ressources et leur application . FAO. Fisheries Technical Paper. N°115 (révision 1) : 223p.
57. Horton, A.A., Dixon, S.J., 2018. Microplastics: an introduction to environmental transport processes. *Wiley Interdiscip. Rev. Water* 5 (2), e1268.
<https://doi.org/10.1002/WAT2.1268>.
58. Hossain, M.S., Sobhan, F., Uddin, M.N., Sharifuzzaman, S., Chowdhury, S.R., Sarker, S., Chowdhury, M.S.N., 2019. Microplastics in fishes from the Northern Bay of Bengal. *Sci. Total Environ.* 690, 821–830.
doi:10.1016/j.scitotenv.2019.07.065.
59. Ivar do Sul, J. A., Costa, M. F., 2014. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environ. Pollut.* 185, 352-364.
60. Jabeen, K., Su, L., Li, J., Yang, D., Tong, C., Mu, J., Shi, H., 2016. Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution* 221, 141–149. J.R.
61. Koelmans, A. A., Besseling, E., Wegner, A., Foekema, E. M., 2013. Plastic as a carrier of POPs to aquatic organisms: A model analysis. *Environ. Sci. Technol.* 47, 7812–7820.
62. Lebreton LCM, Greer SD and Borrero JC, 2012. Numerical modelling of floating debris in the world's oceans. *Mar Pollut Bull* 64(3): 653–661.

-
63. Li, J., Yang, D., Li, L., Jabeen, K., Shi, H., 2015. Microplastics in commercial bivalves from China. *Environ. Pollut.* 207, 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.09.018>.
64. Lithner, D., Larsson, A. & Dave, G., 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Sci. Total Environ.* 409 :3309–3324
65. Lusher, A. L., McHugh, M. & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar. Pollut. Bull.* 67, 94-99.
66. M, 2012. Impact des décharges sauvages sur les Zones Humides de la région d'ElTarf, Mémoire de Magister, Université Badji-Mokhtar Annaba, ppp 11, 21, 13-25.
67. MALLORY M L; G.J ROBERTSON. et A MOENTNG; 2006- Marine plastic debris in northern fulmars from Davis Strait, Nunavut, Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 800- 815.
68. Marre A., "Le Tell oriental algérien, de Collo à la frontière tunisienne, étude Géomorphologique", Vol. 1 et 2, Office des Publications Universitaires, (1992).
69. Maurin, C., Bonnet, M., & Ouero, J. C. (1977). Poissons des cotes nord-ouest africaines (Campagnes de la Thalassa 1962, 1968, 1971 et 1973. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 41(1), 5-92.
70. Merle, B., Higgins, W.H., Pharr, G.M., 2020. [Extending the range of constant strain rate nanoindentation testing](#). *Journal of Materials Research*, *Journal of Materials Research*, 35 (4) 343-352.
71. microplastics on marine organisms: à review. *Environmental pollution*, 178 483-492
72. Mohamed Touhami Gouasmi, Effet d'agrégats légers a base de polytéraphalate d'éthylène Sur les propriétés des matériaux, Université d'Oran (faculté de sciences exactes et appliquées), (2013).
73. MOORE C.J; MOORE S.L; LEECASTER M.K. et WEISBERG S.B; 2001- A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 1297-1300.
74. Morgana, S., Ghigliotti, L., Estévez-Calvar, N., Stifanese, R., Wieckzorek, A., Doyle, T., Christiansen, J.S., Faimali, M., Garaventa, F., 2018. Microplastics in the

-
- Arctic: a case study with sub-surface water and fish samples off Northeast Greenland. *Environ. Pollut.* 242, 1078–1086.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.001>.
75. Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 119–126.
76. Piyawardhana, N., eran Weerathunga V., Chen, H.S., Guo, L., Huang, P.J., Ranatunga, R.R.M.K.P., Hung, C.C., 2022. Occurrence of microplastics in commercial marine dried fish in Asian countries. *Journal of Hazardous Materials.*, (423) 127093.
77. PlasticsEurope, How plastic is made, 2016, disponible en ligne <http://www.plasticseurope.org/what-isplastic/how-plastic-is-made.aspx>
78. RAHMA, Z. Etude De La Pollution De La Côte De Ghazaouet Par Les Déchets Plastiques (Doctoraldissertation).
79. Réco France, le cycle de vie de plastique, publié le 30 mai 2015.
80. Rey. A.,1992.Dictionnaire historique de la langue française – Tome 2. Paris, Dictionnaires Le Robert. 2383 p.
81. RIOS L.M; MOORE C ; JONES P. R; 2007- Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1230-1237.
82. Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T. & Kaye., S.,2013. Long-Term Field Measurement of Sorption of Organic Contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for Plastic Marine Debris. *Environ. Sci. Technol.*47 : 1646–1654.
83. Sbrana, A., Valente, T., Scacco, U., Bianchi, J., Silvestri, C., Palazzo, L., ... Matiddi, M. (2020). Spatial variability and influence of biological parameters on microplastic ingestion by Boops boops (L.) along the Italian coasts (Western Mediterranean Sea). *Environmental Pollution*, 114429.
doi:10.1016/j.envpol.2020.114429.
84. Shah AA, Hasan F, Hameed A and Ahmed S, 2008. Biological degradation of plastics: a comprehensive review.
85. Siddique, M.A.M., Uddin, A., Rahman, S.M.A., Rahman, M., Islam, M.S., Kibria, G., 2022. Microplastics in an anadromous national fish, Hilsa shad *Tenualosa ilisha*

-
- from the Bay of Bengal, Bangladesh. *Mar. Pollut. Bull.* 174, 113236.
doi:10.1016/j.marpolbul.2021.113236.
86. Siddique. R., J. Khatib, I. Kaur, Use of recycled plastic in concrete: A review, *WasteManag.* 28 (10) (2008) 1835–1852.
87. Simon, N., & Schulte, M. L. (2017). En finir avec la pollution plastique mondiale: les arguments en faveur d'une convention internationale.
88. Teuten EL, Saquing JM., 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364: 2027e2045
thermoplastic compounds used in prostheses: identification of the degradation products in solution», *Biomateriels*. Vol. 25: 2687-2693.
89. THOMPSON R.C; OLSEN Y; MITCHELL R.P; DAVIS A; ROWLAND S.J; JOHN A.W.G; MECGINGLE D; RUSSELLE A.E; 2004- Lost at Sea: where is all the plastic?, *Science*, 304, 838.
90. TURNER A; HOLMES L; 2011- Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (central Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 377-381.
91. UNEP; 2011- Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities, p16.
92. Van Franeker, J. A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., ... & Turner, D. M. (2011). Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental pollution*, 159(10), 2609-2615.
93. Walkinshaw, C., Lindeque, P. K., Thompson, R., Tolhurst, T., Cole, M., 2020. Microplastics and seafood: lower trophic organisms at highest risk of contamination. [Ecotoxicology and Environmental Safety](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110066), 190, 110066. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110066>
94. Wamda, 2017. How this Algerian entrepreneur is recycling plastic waste. <https://www.wamda.com/2017/08/algerian-entrepreneur-recycling-plastic-waste>.
95. WEISS P. (2009) : La chimie des polymères. Support de Cours, Université Médicale Virtuelle Francophone.
96. Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental pollution*, 178 483-492.

-
97. Wu, J., Lai, M., Zhang, Y., Li, J., Zhou, H., Jiang, R., Zhang, C., 2020. Microplastics in the digestive tracts of commercial fish from the marine ranching in east China sea, China. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 100066. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100066>
98. Zeghiche, P. A. (2018). La petite ville en milieu montagneux, quelles potentialités d'innovation territoriale? Cas de Collo, une ville du Massif de Collo (nord-est algérien). *Revue des sciences humaines*, 93. لڤلا ؤنيدم ةلاح؟ يميقلا ر اكتبلال تاناكما ؤيا، يميج لاجمب بر ؤصلا ؤنيدمل.
99. Zhang, X., Li, M., Wen, F., Zuo, C., Chen, H., Wu, K., Zeng, R. Different impact of high-density lipoprotein-related genetic variants on polypoidal choroidal vasculopathy and neovascular age-related macular degeneration in a Chinese Han population. *Exp. Eye Res.* 2013;108:16–22. doi: 10.1016/j.exer.2012.12.005.



Résumé

Résumé

Les microplastiques (MPs) sont un polluant répandu à l'échelle mondiale présentant un risque pour les processus écologiques, les organismes marins et la santé humaine. L'objectif de la présente étude est d'évaluer, pour la première fois, la présence, la quantité et la typologie des MPs dans le tractus gastro-intestinal de quatre espèces de poisson à large consommation: *Sardinella Aurita*, *Sardina Pilcardus*, *Trachurus Trachurus* et *Boops Boops* prélevées de la baie de Collo durant la période février-Mars 2023. Bien que la zone d'étude est connue par sa propreté et sa forte diversité d'espèces et d'habitats, elle reçoit les apports de quelques activités anthropiques et surtout les activités de pêche qui peuvent contribuer à la pollution plastique. Après avoir effectué des mesures biologiques sur les spécimens, le tractus gastro-intestinal a été prélevé. La matière organique a été éliminée en utilisant du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), et les particules de plastique ont été ensuite visualisées sous un stéréoscope à un grossissement de $\times 10$. Cette méthode permet de d'observer, de compter et de photographier (logiciel Image J) les MPs présents dans le tractus gastro-intestinal des poissons étudiés. Les résultats obtenus montrent que 92,8-100% des quatre espèces étudiées sont infectées par les MPs et avec une moyenne si élevée que $5,6 \pm 4,7$ MPs / individu. Les spécimens ayant un sexe mâle, un poids élevé et une grande taille et sont les plus contaminés par les MPs. Les fibres constituent la forme la plus courante (58,8%) des particules MPs, où la couleur noir domine (46,5%), suivie par la couleur bleu (23,2%), suivie par la couleur rouge (15,5%). 91,8% du nombre total des particules de plastiques ingérées c'est des microplastiques (<5mm), le reste c'est des mésoplastiques. L'abondance moyenne ($7,33 \pm 9,42$) MPs/individu et la densité moyenne (10,1MPs / g) les plus élevées sont remarquées chez l'espèce benthique *Boops boops*. Les espèces benthiques à démersales ingèrent plus de débris de MPs que les espèces pélagiques. Les paramètres biologiques n'ont pas une tendance claire avec l'ingestion de MPs. Même si le littoral de Collo semble propre, les rejets urbains ainsi que les activités de pêche sont des contributeurs importants à la pollution par les MPs.

Mots clés: Micro-plastiques, Baie de Collo, tractus gastro-intestinal, pélagique, benthique, poisson démersale.

Abstract:

Microplastics (MPs) are a global pollutant that poses a risk to ecological processes, marine organisms and human health. The objective of this study is to evaluate, for the first time, the presence, quantity and typology of MPs in the gastrointestinal tract of four species of fish with wide consumption: *Sardinella Aurita*, *Sardina Pilcardus*, *Trachurus Trachurus* and *Boops Boops* collected from Collo Bay during the period February-March 2023. Although the study area is known for its cleanliness and high diversity of species and habitats, it receives inputs from some anthropogenic activities and especially fishing activities that can contribute to plastic pollution. After biological measurements on the specimens, the gastrointestinal tract was removed. The organic matter was removed using hydrogen peroxide (H₂O₂), and the plastic particles were then visualized under a stereoscope at a magnification of 10. This method makes it possible to observe, count and photograph (Image J software) the MPs present in the gastrointestinal tract of the studied fish. The results obtained show that 92.8-100% of the four species studied are infected by MPs and with a mean so high that 5.6 4.7 MPs/ individual. Specimens having a male sex, high weight and large size and are the most contaminated by MPs. Fibres are the most common form (58.8%) of the MPs particles, where black predominates (46.5%), followed by blue (23.2%), followed by red (15.5%). 91.8% of the total number of plastic particles ingested is microplastics (<5mm), the rest is mesoplastics. The highest mean abundance (7.33 9.42) MPs/individual and mean density (10.1MPs/g) are observed in the benthic species *Boops boops*. Benthic to demersal species ingest more debris from MPs than pelagic species. Biological parameters do not have a clear trend with ingestion of MPs. Even if the Collo coastline looks clean, urban discards as well as fishing activities are important contributors to pollution by MPs.

The key words: Micro-plastics, Bay of Collo, gastrointestinal tract, pelagic, benthic, fish demersal.

الملخص:

تعد اللدائن الدقيقة ملوثًا عالميًا يشكل خطرًا على العمليات البيئية والكائنات البحرية و صحة الإنسان. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم، لأول مرة، وجود كمية و تصنيف المواد الجسيمات الدقيقة في الجهاز الهضمي لأربعة أنواع من الأسماك ذات الاستهلاك الواسع: السردين، البلشار الأوروبي، الاسقمري الأطلسي والبوقا التي تم جمعها من خليج القل خلال الفترة من فبراير إلى مارس 2023. على الرغم من أن منطقة الدراسة معروفة بنظافتها و التنوع العالي للأنواع و الموائل، إلا أنها تتلقى مداخلات من بعض الأنشطة البشرية و خاصة أنشطة الصيد التي يمكن أن تسهم في التلوث البلاستيكي. بعد القياسات البيولوجية على العينات، تمت إزالة الجهاز الهضمي. تمت إزالة المادة العضوية باستخدام بيرو كسيد الهيدروجين (H₂O₂)، ثم تم تصور جزيئات البلاستيك تحت مجسم بتكبير 10. تسمح لنا هذه الطريقة بالمراقبة والعد والتصوير (برنامج Image J) الجزيئات البلاستيكية الموجودة في الجهاز الهضمي للأسماك المدروسة. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن 92.8-100% من الأنواع الأربعة التي تمت دراستها مصابة بالجزيئات البلاستيكية الدقيقة و بمتوسط مرتفع لدرجة أن 4.7 5.6 جزيئة بلاستيك/فرد. العينات التي لديها جنس ذكر و وزن مرتفع وحجم كبير هي الأكثر تلوثًا من قبل الجزيئات البلاستيكية. الألياف هي الشكل الأكثر شيوعًا (58.8%) من جزيئات البلاستيك الدقيقة، حيث يسود الأسود (46.5%)، يليه الأزرق (23.2%)، يليه الأحمر (15.5%). 91.8% من إجمالي عدد جزيئات البلاستيك التي تم تناولها هي جزيئات بلاستيكية دقيقة (> 5 مم)، والباقي من البلاستيك المتوسط. أعلى متوسط و فرة (9.42 7.33) يتم ملاحظة اللدائن الدقيقة/الأفراد و متوسط الكثافة (10.1 MP/g) في الأنواع القاعية البوقا. تستهلك الأنواع القاعية مخلفات بلاستيكية أكثر من الأنواع البحرية المعايير البيولوجية ليس لها اتجاه واضح مع اللدائن الدقيقة. حتى لو بدا ساحل الكل نظيفًا، النفايات الحضرية وكذلك تعتبر أنشطة الصيد من العوامل الرئيسية المساهمة في التلوث بواسطة اللدائن الدقيقة.

الكلمات المفتاحية: البلاستيك الدقيق، خليج القل، الأسماك، القناة الهضمية، السطحية، القاعية، الأسماك القاعية.