

الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة قالمة 8 ماي 1945  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'obtention du diplôme de MASTER

**Domaine :** Science de la Nature et de la Vie  
**Filière :** Ecologie et environnement  
**Spécialité :** Biodiversité et environnement  
**Département :** Écologie et Génie de l'Environnement

### Thème :

**Evaluation de la pollution marine du littoral Est algérienne par le plastique : méso et macro-plastiques**

### Présenté par :

Mlle : Labadla Chaima

Mlle : Souaissid Soumia

### Devant le Jury composé de :

**Président:** Satha Yalles Amina

M.C.B

Université de Guelma

**Promoteur:** Baaloudj Affef

M.C.A

Université de Guelma

**Examineur :** Nedjah Riad

Pr

Université de Guelma

**Co/encadreur :** Gharbi Meryem

Doctorante

Université de Guelma

2020-2021

## Remerciement :

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. Nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à nos familles, et tout particulièrement à nos parents de tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour nous permettre de suivre nos études dans les meilleures conditions possibles.

Nos remerciements les plus sincères sont adressés à notre encadreur « **Mme BAALOUDJ AFFEF** ». Pour tous ses efforts, ses encouragements tout le temps, ses idées, son savoir et surtout sa simplicité. Pour le partage des savoirs de la vie et la connaissance avec nous, patience et confiance.

Nous la remercions chaleureusement pour sa disponibilité malgré un emploi du temps toujours chargé, sa gentillesse et son soutien scientifique et moral.

Nous remercions vivement et qu'elle veuille trouver ici l'expression de nos profonds respects, et nous espérons que son sacrifice le protégera ainsi qu'à sa petite famille.

Tous les mots ne peuvent exprimer nos profondes gratitude. Merci Chère Madame de nous donner le petit coup de pied au derrière pour continuer d'avancer dans notre carrière et de ne lâcher jamais. Avec toi rien n'est compliqué Merci énormément mille fois. On t'adore tellement chère Madame.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer se travail et malgré leur occupation, ils ont eu le temps d'évaluer ce travail et nous faire part de leurs critiques qui ne feront qu'améliorer la qualité de ce travail. Nous citons en particulier :

« **Mme SATHA YALLES Amina** » (Maitre de conférences B, Université 8 mai 1945 \_ Guelma) pour l'honneur qu'elle nous fait en présider ce jury et d'évaluer ce travail, Son expérience et ses connaissances dans le domaine de l'écologie nous seront certainement profitables, nous lui exprime notre profonde gratitude.

Nous remercions vivement aussi Monsieur « **NEDJAH RIAD** » (Professeur, Université 8 mai 1945 \_ Guelma) pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par ses propositions et ces connaissances. Nous sommes très honorés de leur présence dans ce jury.

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent au Pr. KERFOUF Ahmed pour ses connaissances, pour son aide et son soutien moral ainsi que pour ses judicieux conseils.*

*Sans oublier « Mme Gharbi » qui nous a aidés à compléter notre travail. On vous remercie de nous avoir orientés, aidé et conseillé. Soyez assurée de notre profonde gratitude.*

*Nous tenons à remercier du fond du cœur la technicienne de laboratoire :« Mme HIMER, RATIBA » sans qui nous n'aurions pas pu compléter notre expérience, pour son aide et sa motivation. Que dieu la bénisse.*

*Nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nos rencontrer et répondre à nos préoccupations durant notre Parcours et nos recherches.*

*Merci À ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans notre travail, nous les remercions du fond du cœur.*

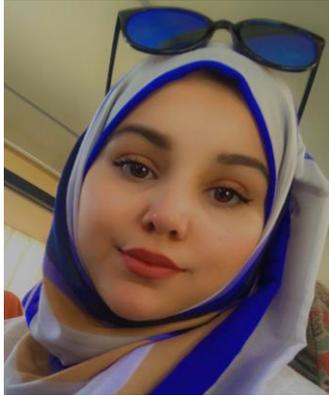
*A la fin on remercie tous nos collègues d'études particulièrement notre promotion de « Biodiversité et Environnement » et surtout nos chères sœurs « Amina » Et « Boutheyna», sans oublier de remercier nos chers collègues « Abdel Wadoud » et « Zaki » pour son efforts et soutien pendant toute cette période de travail.*

*A tous ceux qu'un jour profiteront de ce travail.*

**« Celui Qui Sème Récolte ».**

**Soumia et Chaima.**

## Dédicace.



### *Je dédie ce modeste travail*

*A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A Ma Très Chère Mère « **FATIMA** » :*

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes cotés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.*

*A mon très cher père « **MOHAMMED** » :*

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.*

*A mesbelle sœurs « **HALIMA, FADILA, et IBTISSEM** ».*

*A mon cher frère : « **SAMI** ».*

*A mon binôme « **SOUMIA** ».*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis  
merci.*

*A tous les membres de ma promotion.*

*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*A toute ma famille, amis et collègues qui m'ont soutenue et A tous ceux que j'aime.*

*A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.*

*Merci, Thank You, Danke, obrigado , en toute ces langue de la terre laissez-moi vous remerciez .*

**LABADLA CHAIMA.**

## Dédicace :

### *Je dédie ce modeste travail :*

#### **A MON TRÈS CHER PERE TAHAR :**

*A celui qui m'a aidé à découvrir le 'savoir' le trésor inépuisable. Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.*

*De tous les pères, tu as été le meilleur, tu as su m'entourer d'attention, m'apprendre le sens du travail, de l'honnêteté et de la responsabilité, et surtout la confiance en soi face aux difficultés de la vie.*

*Merci d'avoir été toujours là pour moi, un grand soutien tout au long de mes études.*

*Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime mon héros papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.*

#### **A MA TRÈS CHÈRE MÈRE ZAHIA :**

*A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans. A une personne qui m'a tout donné sans compter. Aucun hommage ne saurait transmettre à sa juste valeur.*

*Ma vie ne serait pas pareille sans toi et j'espère que tu continueras à guider mes pas pour longtemps. Merci d'être là depuis mes premières minutes sur Terre jusqu'à aujourd'hui, tu as toujours été là pour moi.*

*Je te dédie ce travail qui grâce à toi a pu voir le jour. Ce travail n'est que le fruit de tes conseils et de tes encouragements. Tu n'as pas cessé de me soutenir et de m'encourager, ta générosité exemplaire et ta présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Tes prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes études.*

*J'espère que tu trouveras dans ce modeste travail un témoignage de ma gratitude, ma profonde affection et mon profond respect. Puisse Dieu tout puissant te protéger du mal, te procurer longue vie, santé et bonheur afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois.*

*Je t'aime ma reine maman... <3*

*A ma sœur **SELMA**, Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans toi, tu comptes énormément pour moi, tu es la sœur qui assure son rôle comme il faut, je n'oublierais jamais ton encouragement et ton soutien le long de mes études, je t'estime beaucoup et je t'aime beaucoup.*

*Je te souhaite beaucoup de succès, de prospérité et une vie pleine de joie et de bonheur.*

*A ma sœur **IMENE** et ses petites enfants **M<sup>ed</sup>** Mouad et Abdrrahmene. Avoir des neveux est le plus beau cadeau qu'une sœur puisse vous faire. Vous avez apporté beaucoup de bonheur à notre famille. Je vous aime.*

***A la mémoire de mon grand-père Mohammed AGGOUN***

*Les mots me manquent pour dire tous le bien que je connais de vous, Tu représentes la principale raison qui justifie mon combat pour la réussite. Tu es m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère que cet humble geste est une preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de ton âme. Que Dieu t'accueille en son paradis.*

*Je t'aime et je le resterai pour toujours <3*

*A mon binôme **CHAIMA**, le compagnonnage a été long et difficile mais tu restes fidèle. Que dieu te donne la force pour atteindre à tes rêves et tes souhaits.*

*A ma meilleure amie **Selma** et Mes tous Collègues et mes camarades de promotion **BE 2021**.*

*A tous les gens qui ont participé de près ou de loin pour la réussite de ce modeste travail.*

***Merci***

***Souaissid Soumia***

## ***Table Des Matières***

<b><i>Liste d'abréviations</i></b> .....	<b><i>1</i></b>
<b><i>Liste des figures</i></b> .....	<b><i>2</i></b>
<b><i>Liste des tableaux</i></b> .....	<b><i>4</i></b>

### ***Partie I : Synthèse bibliographique***

Introduction.....	<b><i>5</i></b>
-------------------	-----------------

### ***Chapitre I : Généralités sur les déchets***

1.1. Définition des déchets.....	<b><i>8</i></b>
1.2. Classification des déchets solides.....	<b><i>8</i></b>
1.2.1 Classification des déchets par nature .....	<b><i>9</i></b>
1.2.1.1. Déchets inertes .....	<b><i>9</i></b>
1.2.1.2. Déchets fermentescibles ou biodégradables .....	<b><i>10</i></b>
1.2.1.3. Déchets toxiques .....	<b><i>10</i></b>
1.2.2. Classification et origine des déchets .....	<b><i>10</i></b>
1.2.2.1. Déchets urbains .....	<b><i>10</i></b>
1.2.2.2. Déchets hospitaliers .....	<b><i>11</i></b>
1.2.2.3. Déchets industriels .....	<b><i>11</i></b>
1.3. Différents types des déchets .....	<b><i>11</i></b>
1.3.1. Déchets ménagers et assimilés .....	<b><i>11</i></b>
1.3.2. Déchets encombrants .....	<b><i>11</i></b>
1.3.3. Déchets spéciaux .....	<b><i>12</i></b>
1.3.4. Déchets spéciaux dangereux .....	<b><i>12</i></b>
1.3.5. Déchets d'activité de soins .....	<b><i>12</i></b>
1.3.6. Déchets inertes .....	<b><i>12</i></b>
1.3.7. Déchets banals .....	<b><i>13</i></b>

1.3.8. Déchets ultimes .....	13
1.4. Déchets ménagers.....	13
1.4.1. Définition des déchets ménagers.....	13
1.4.2. Déchets assimilables aux déchets ménagers .....	14
1.4.3. Production et évolution des déchets ménagers.....	15
1.4.3.1.Évolution de la gestion des DMA en Algérie.....	15
1.4.3.2. Evolution De La Composition Des DMA .....	16
1.4.4. Caractères physico-chimiques de déchets ménagers.....	17
1.4.4.1. Composition .....	17
1.4.4.2. Densité ou masse volumique.....	17
1.4.4.3. Humidité et pouvoir calorifique.....	18
1.4.4.4. Rapport carbone/azote (C/N).....	18
1.4.5. Les traitements des déchets et leurs risques associés.....	20
1.4.5.1. Plates-formes de compostage.....	20
1.4.6. Incinération.....	20

## *Chapitre II : Généralités sur les plastiques*

1.1. Définition du plastique.....	22
1.2. Histoire du plastique.....	22
1.3. Production mondiale du plastique.....	25
1.4. Caractéristiques des matières plastiques.....	26
1.4.1. Caractéristiques chimiques .....	26
1.4.2. Caractéristiques physiques.....	27
1.5. Différents types de plastiques .....	28
1.6. Classification des types de déchets plastiques.....	29
1.7. Origine des déchets du plastique.....	29
1.8. Différents mécanismes de transport des déchets de plastique.....	31
1.9. Impact et effet de la pollution plastique sur la vie marine .....	35

1. 10. Origine des débris plastiques.....	37
1.10.1. Déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers.....	37
1.10. 2. Décharge.....	37
1.10. 3. Trafic maritime.....	37
1.10. 4. Les ports .....	38
1.10. 5. Activités anthropiques menées à terre, y compris sur le littoral.....	38
1.10. 6. La pêche, la conchyliculture et la plaisance.....	38
1.11. Mécanisme de transport des débris plastiques.....	39
1.11.1. Les cours d’eaux.....	39
1.11.2. Les courants .....	40
1.11.3. Les vents.....	40
1.12. Impact des débris plastiques sur les écosystèmes marins et Côtiers .....	41
1.12.1. Impacts indirects sur le milieu naturel.....	41
1.12.2. Impacts directs sur la faune.....	41
1.12.3. Impact socio-économique .....	42

## ***Partie II : Etude Expérimentale***

### ***Chapitre III : Matériels et méthodes***

1.1. Cadre d’étude.....	44
1.1.1. Localisation géographique de la zone d’étude .....	44
1.1.2. Géomorphologie et sédimentologie.....	46
1.1.3. Hydrodynamisme / Courants.....	47
1.1.4. Climatologie.....	48
1.1.5. Facteurs physico-chimiques du milieu (température et salinité) .....	49
1.1.6. Données socio-économiques (Démographie/ occupation humaine du littoral / phénomène de littoralisation et Urbanisation).....	50

1.1.7. Activités anthropiques et pollution.....	52
1.1.8. Biodiversité.....	54
1.2. Méthodologie.....	55
1.2.1. Présentation des sites étudiés.....	55
1.2.1.1. Station (1) .....	55
1.2.1.2. Stations (2) .....	56
1.2.1.3. Station (3) .....	57
1.2.2. Prélèvement et échantillonnage.....	58
1.2.2.1. Traçage de la ligne de dépôt la plus proche de la mer .....	58
1.2.2.2. La ligne médiane.....	59
1.2.2.3. La ligne haute .....	59
1.2.2.4. Placement du quadra.....	60
1.2.2.5. Tri et filtrage des déchets.....	62
1.2.2.6. Quantage.....	63

## ***Chapitre IV : Résultats et discussions***

1.1. Distribution spatiale des macros déchets.....	65
1.1.1. Etudes quantitative des déchets.....	66
1.1.2. Distribution spatiale des macros et mésos déchets en fonction du poids .....	67
1.1.3. Distribution spatiale des déchets en fonction de la plage .....	67
1.2. Catégories des macros et mésos déchets .....	68
1.3. Différences enregistrées entre le nombre et le poids des déchets .....	70
1.4. Les fiches techniques des sorties .....	71
<b><i>Conclusion</i></b> .....	<b>93</b>
<b><i>Résumés</i></b> .....	<b>94</b>
<b><i>Webographie</i></b> .....	<b>97</b>
<b><i>Références bibliographiques</i></b> .....	<b>98</b>

## Liste d'Abréviation :

AND	Agence National Des Déchets.
C/N	Carbone/Azote.
CET	Centre d'enfouissement technique.
CSDU	Centre de Stockage des Déchets Ultimes.
D.V	Débris végétaux.
DCW	Direction du Commerce de la Wilaya.
DDM	Déchets dangereux des ménages.
DDT	Dichlorodiphényltrichloroethane.
DIB	Déchets Industriels Banals.
DID	Déchets Industriels Dangereux.
DMA	Déchets ménagers et assimilés.
MPF	Minéraux pour la production d la fonte.
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, Etats-Unis
PA	Polyamides.
PCB	Polychlorobi.phényle.
PE	Polyéthylène.
PED	Pays en développement.
PEDMA	Plan d'élimination des déchets ménagers et assimilés.
PEHD	Polyéthylène haute densité.
PELD	Polyéthylène basse densité.
PET	Polytéréphtalate d'éthylène.
PLG	Production des produits longs.
POM	Polyoxy méthylène.
PP	Polypropylène.
PPL	production des produits plats.
PS	Polystyrène.
PSU	Practical salinity unit
PTFE	Polytétrafluoroéthylène.
PVC	Polychlorure de vinyle.
STC	Comprenant les ateliers centraux et les générateurs d'énergies.
TSS	Tubes sans soudure.
UV	Ultraviolet.

## Liste des figures :

N°	Titre	Page
1	Classification Des Déchets. (©Souaissid et Labadla , 2021)	9
2	Plans d'élimination des déchets ménagers et assimilés. (PEDMA)	15
3	CET en exploitation à Tébessa.	15
4	CET en exploitation à Ain Defla.	15
5	Déchetterie à Blida	16
6	Unité De Tri A Sétif.	16
7	Décharges en cours de réhabilitation à Djelfa.	16
8	Décharges en cours à Oued Smar (Alger).	16
9	Évolution de la production des DMA en Algérie.(AND, 2014)	17
10	Evolution du rapport C/N de différents substrats au cours du compostage. (Hafidi, 2011)	19
11	Augmentation de la production mondiale de plastique en fonction de la croissance de la population de 1956 à 2014. (Andrady, 2017)	24
12	Les deux caractéristiques de matières plastiques. (©Souaissid et Labadla, 2021)	26
13	Un emballage en polystyrène s'apprête à être déposé sur un platier rocheux par la marée et la houle. (Lanzarote, Espagne, 2016)	34
14	Colonisation par des diatomées et des bactéries des cavités d'une sphère de polystyrène expansé.	35
15	Impacts des déchets sur les animaux. (Surfrider Foundation Europe, 2015)	36
16	Estomac d'un oiseau plein de débris plastique. (MERSEL et <i>al.</i> , 2013)	41
17	Situation géographique de la wilaya d'Annaba (Google earth 2021)	44
18	Commune de la wilaya d'Annaba. (Google earth 2021)	45
19	Courants locaux entre les caps Toukoush et Rosa (modifié de LCHF, 1976 et Anonyme, 1996)	48
20	Diagramme ombrothermique de la station d'Annaba. (Moyenne 1972-2017 ; source : NOAA, 2018).	49
21	Carte représente les communes littorales de la wilaya d'Annaba. (Ramdani, 2018)	51
22	Sources de la pollution atmosphérique. (PDAU Annaba ,2017)	53
23	Localisation des complexes industriels d'Annaba.	54
24	Station (1) Plage Des Juifs (Vidro). (Google earth, 2021)	56
25	Station (2) Plage Rezgui Rachid 'Plage Saint Cloud'	57
26	Station (3) Plage Rizzi Amor 'Chapuis'. (Google earth, 2021)	57

<b>27</b>	Traçage de la ligne de dépôt la plus proche de la mer. (Labadla et Souaissid, 2021)	<b>58</b>
<b>28</b>	Traçage de la ligne médiane. (Labadla et Souaissid, 2021)	<b>59</b>
<b>29</b>	Traçage de la ligne haute. (Labadla et Souaissid, 2021)	<b>60</b>
<b>30</b>	Dispositif de l'échantillonnage.	<b>61</b>
<b>31</b>	Placement du quadra. (Labadla et Souaissid, 2021)	<b>62</b>
<b>32</b>	Tri et filtrage des déchets. (Labadla et Souaissid, 2021)	<b>63</b>
<b>33</b>	Quantage et pesé des déchets.(Labadla et Souaissid, 2021)	<b>64</b>
<b>34</b>	Représentation de la répartition du nombre des déchets.	<b>66</b>
<b>35</b>	Représentation de la quantité des types des déchets.	<b>66</b>
<b>36</b>	Représentation graphique de la répartition spatiale des macros déchets dans les trois stations.	<b>67</b>
<b>37</b>	Représentation graphique de répartition des déchets selon les plages.	<b>68</b>
<b>38</b>	Représentation graphique de différences de pourcentages entre le nombre et le poids des déchets.	<b>70</b>

## Liste des tableaux :

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Masse volumique des déchets dans quelques régions d'Algérie (AND, 2014)	<b>18</b>
<b>2</b>	Quelques-uns des avantages et inconvénients de l'incinération(Miquel et Poignant, 1999)	<b>21</b>
<b>3</b>	Différents types de plastiques et leurs densités	<b>27</b>
<b>4</b>	Répartition de la population de la région d'Annaba. (DCW Annaba 2021)	<b>51</b>
<b>5</b>	La qualification spatiale des 3 types de macros déchets dans les stations « Vidro, Saint cloud, Chapuis » en 2021.	<b>65</b>
<b>6</b>	Présence des déchets en fonction des plages	<b>68</b>
<b>7</b>	Différence entre le nombre et le poids des macros déchets des trois plages.	<b>71</b>

# *Introduction*



La pollution constitue un sujet majeur de santé publique et de l'environnement. Le problème de la pollution représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétant de la dégradation du milieu naturel et donc de son équilibre. Selon l'UNESCO, la pollution est : « ...l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans l'environnement ». (Borloo, 2009)

Les mers et les océans représentent plus de 71% de la surface de la terre. Ces derniers constituent des puits de matière et d'énergie et sont indispensables à la vie sur terre. (Viel, 2013). L'une des principales dégradations que subit l'environnement marin est la pollution. Elle représente une réelle menace pour la biodiversité (Yves, 1974). En 1997, l'Académie des Sciences US, a estimé la quantité de déchets se retrouvant chaque année dans les océans du monde à 6.4 millions de tonnes (Bennett, 2010). Suivant ce dernier auteur, l'un des polluants les plus répandus dans ces milieux est le matériau plastique. (Derraik, 2002)

La plupart de ces déchets se déposent dans les fonds océaniques et une autre partie reste en suspensions dans l'eau (Bennett, 2010) et pouvant entraîner des effets délétères, tels que des dommages sur les ressources biologiques, des risques pour la santé humaine, des entraves aux activités maritimes, une détérioration des qualités de l'eau de mer et une réduction des possibilités dans le domaine des loisirs ». (Borloo, 2009). La principale caractéristique qui fait de la matière plastique un élément de pollution important est bien sa résistance à la dégradation dans tous les compartiments de l'environnement (Hidalgo, 2012). En effet, une bouteille en plastique peut prendre 450 ans avant sa dégradation complète. (Bennett, 2010)

La Méditerranée, berceau de nombreuses civilisations, au centre d'un patrimoine environnemental extra ordinaire, fait aujourd'hui partie des mers les plus polluées au monde. Le plastique représente 95% des déchets en haute mer, sur les fonds marins et sur les plages de la Méditerranée. Ces déchets proviennent principalement de Turquie et d'Espagne, suivis par l'Italie, l'Égypte et la France. (Alessi *et al.*, 2018)

Après la Chine, l'Europe est le deuxième producteur de plastique au monde, déversant annuellement, en mer entre 150000 et 500000 tonnes de macro-déchets en plastique et entre 70000 et 130000 tonnes de micro-plastiques. La majorité de ces matières plastiques envahissent la Mer Méditerranée et constituent une menace majeure pour la vie marine. (Alessiet *al.*, 2018)

En Algérie, cinquième consommateur des sacs en plastique dans le monde, la gestion des déchets pose toujours problème. Selon le dernier rapport de l'Agence nationale des déchets (AND), les déchets en plastique sont les plus fréquents au niveau des trois régions du pays : l'Est, l'Ouest et le Centre. Ce qui représente "un fléau pour la biodiversité et pour la faune marine".<sup>1</sup>

L'Algérie n'a pas donné une importance aux déchets du plastique sur ses côtes à cause du manque d'organismes spécialisés en recyclage et de moyens alloués à cet effet, ce qui explique la pauvreté des données et des études sur ce type de pollution.

L'objectif de l'étude est de contribuer à la connaissance sur l'existence et la répartition spatiale de la pollution plastique des côtes d'Annaba. C'est dans ce contexte que cette étude qualitative et quantitative a été réalisée sur les macro-déchets au niveau des plages. Afin de déterminer et de comparer la répartition de ces déchets sur la côte de la Wilaya, trois sites ont été choisis, Plage Des Juifs '*Kattara*', Rezgui Rachidet un près du centre urbain d'Annaba, Rizzi Amor. Ce travail a été réalisé durant l'hiver 2021, avant la saison estivale. En hiver, parce que les déchets retrouvés sur les sites prospectés sont rejetés par la mer, mais en été, ils sont mélangés à ceux rejetés par les estivants.

Notre mémoire est structurée en 4 chapitres :

- Les deux premiers, sont consacrés à une synthèse bibliographique sur la pollution marine en général et la pollution par le plastique.
- Le 3<sup>ème</sup> chapitre présente la zone d'étude et la méthodologie adoptée et le matériel

utilisé.

- Le 4<sup>ème</sup> chapitre est consacré à la présentation des résultats de notre étude ainsi que leurs interprétations. Enfin, une conclusion et des recommandations sont proposées à la fin de ce document, ainsi que les références bibliographiques consultées.

# *Généralités sur les déchets*



### **1.1. Définition des déchets :**

Un déchet (détritus, ordure, résidu, etc.) désigne : la quantité perdue dans l'usage d'un produit, ce qui en reste après son utilisation. De nos jours, ce terme tend à désigner n'importe quel objet ou substance ayant subi une altération d'ordre physique ou chimique, ou qui ne présente plus d'utilité et le destinant à l'élimination ou au recyclage (Il est alors parfois nommé recyclât). Ce terme est aussi en usage pour les objets répandus dans la nature par l'homme, le vent, etc.... Quand ils se trouvent en mer, ils font partie des laines de mer. "Laine de terre" ne semble pas l'équivalent pour la terre. Selon une formule employée notamment en logistique, « le meilleur déchet est celui que l'on ne produit pas. »<sup>2</sup>

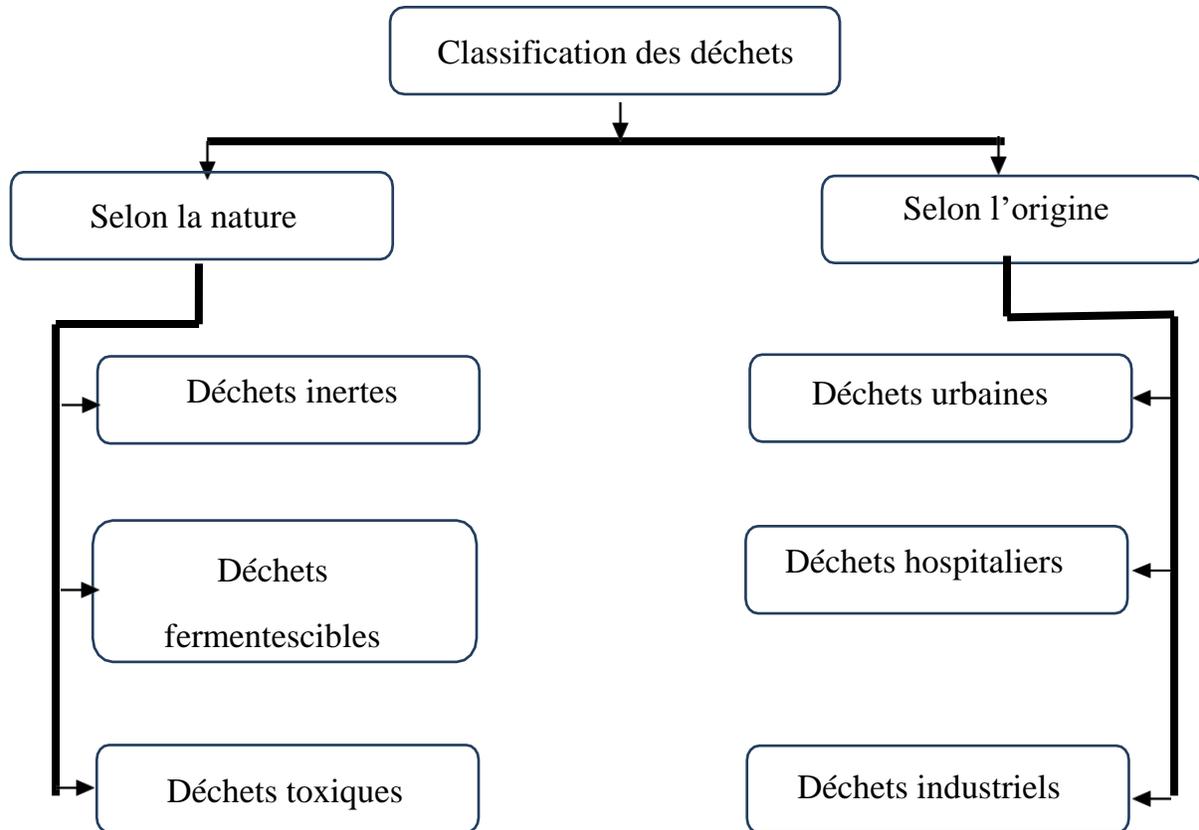
Voici la définition très précise du déchet donnée par la loi algérienne : « Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire ou de l'éliminer ». (Article 3 de la Loi n° 01 - 19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets).

### **1.2. Classification des déchets solides :**

Les déchets solides sont basés sur certaines caractéristiques ou basés sur des activités ou des zones de production différentes, ils sont divisés en différentes formes. Nous proposons d'étudier une forme de classification des déchets en deux catégories :

- Selon leur nature
- Selon l'origine

La Figure 1 regroupe les deux grandes catégories des déchets :



**Figure 1 :** Classification Des Déchets. (©Souaissid et Labadla , 2021)

### 1.2.1. Classification des déchets par nature :

La classification des déchets d’après leur nature aboutit à trois catégories essentielles : déchets inertes, déchets fermentescibles ou biodégradables, et déchets toxiques.

**1.2.1.1 Déchets inertes :** Ce sont les déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas, ne produisent aucune réaction chimique ou physique, et qui ne sont pas dégradables. Il s’agit essentiellement des déchets minéraux, issus du secteur du bâtiment de travaux publics. (Balet.J.M, 2014)

Le législateur algérien(JORADP)dans la loi N°01-19 du 12/12/2001, article3, définit les déchets inertes comme étant : « tous déchets provenant notamment de l’exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction

ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et /ou à l'environnement ».

**1.2.1.2 Déchets fermentescibles ou biodégradables :** Désigne un déchet composé exclusivement de matière organique biodégradable. Il est susceptible d'être traité par compostage ou méthanisé. Ce sont les déchets verts, les rebus de cuisine ou du potager...<sup>3</sup>

**1.2.1.3. Déchets toxiques :** les déchets résidus et produits périmés des produits pharmaceutiques, chimiques et de laboratoire ; les déchets contenant de fortes concentrations en métaux lourds ; les acides, les huiles usagées et les solvants. (Mechieche.Z, 2019)

### 1.2.2 Classification et origine des déchets :

**1.2.2.1 Déchets urbains :** sont définis selon la législation algérienne par l'article 2 du décret n° 84-378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement des déchets solides urbains ou les déchets domestiques et qui sont assimilables par la nature et le volume. Il s'agit notamment :

- Des ordures ménagères industrielles ou collectives.
- Des produits résultant du nettoyage tels que balayage, curage des égouts.
- Des déchets encombrants, objets volumineux, ferrailles, gravats, décombres, carcasses automobiles.
- Des déchets anatomiques ou infectieux provenant des hôpitaux, chimiques ou autres de soins.
- Des déchets et issues d'abattoirs.
- Des déchets commerciaux, emballages et autres résidus générés par les activités commerciales.

**1.2.2.2 Déchets hospitaliers :** Ce sont des déchets spécifiques des activités de diagnostic médical, de suivi et de traitement préventif et curatif Ils sont classés comme des déchets dangereux et doivent être séparés des autres déchets. (Akacem, 2016)

**1.2.2.3 Déchets industriels :** Ce sont des déchets d'activités industrielles qui ne peuvent être collectés ou placés avec les déchets ménagers dans les décharges.

- **Déchets Industriels Banals (DIB) :** Ils regroupent l'ensemble des déchets non dangereux produits par les industriels et par les entreprises du commerce, de l'artisanat, des services et de l'administration, de la métallurgie, la peinture, la chimie et la pétrochimie. Ce sont des déchets d'emballage, des déchets d'entretien et les matériels en fin de vie. (Saadani, 2002)

- **Déchets Industriels Dangereux (DID) :** Appelés aussi spéciaux (DIS), la nature de ces déchets présente des risques physiques, biologiques, environnementaux et d'autres liées à des réactions dangereuses. Ils nécessitent un traitement spécifique dans des installations adaptées car leur élimination nécessite des précautions particulières pour la protection de l'environnement. (Boudouaya.F.Z, 2011)

### **I.3 Les différents types des déchets :**

**1.3.1. Déchets ménagers et assimilés :** Ce sont tous les déchets issus des ménages, des activités industrielles, commerciales, artisanales, et autres, qui sont assimilables aux déchets ménagers par leur nature et leur composition, tel que, les déchets de cuisine, et les emballages... (Djemaci, 2012)

**1.3.2. Déchets encombrants :** ce sont tous les déchets issus des ménages qui ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés

en raison de leur caractère volumineux. Nous pouvons citer ici, les meubles, les pneus, l'électroménager... (Djemaci, 2012)

**1.3.3. Déchets spéciaux :** ce sont les déchets qui ne sont pas assimilés aux déchets ménagers, et qui nécessitent un mode spécifique de traitement en raison de leur nature et de leur composition. L'origine de ces déchets est l'activité industrielle, agricole, les soins, les services et toutes autres activités, qui ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés. (Djemaci, 2012)

**1.3.4. Déchets spéciaux dangereux :** Il existe un cas particulier des déchets spéciaux, qui sont susceptibles de nuire à la santé publique et à l'environnement via leurs constituants ou par leurs matières nocives, on parle ici de déchets spéciaux dangereux.

Le législateur algérien (JORADP) dans la Loi n° 01-18 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, article 3, définit les déchets spéciaux dangereux comme étant : « tous déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement ».

**1.3.5. Déchets d'activité de soins :** Les ce sont des déchets spéciaux issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire. (Djemaci, 2012)

**1.3.6. Déchets inertes :** Ce sont les déchets solides, minéraux, non susceptibles d'évolution physico-chimique ou biologique. Ils ne se décomposent pas, ne brûlent pas, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. (Mate, 2001)

**1.3.7. Déchets Banals :** Ce sont les déchets « non inertes et non spéciaux ». Ils présentent les caractéristiques physico-chimiques assimilables aux déchets ménagers et font donc l'objet des mêmes procédés de traitement que les Déchets Ménagers et Assimilés (PDEDMA et PlanBTP).

**1.3.8. Déchets ultimes :** Déchets qui ne sont plus valorisables, ni par recyclage, ni par valorisation énergétique. A ce titre, ils sont réglementairement les seuls à pouvoir être stockés (enfouis) dans un Centre de Stockage des Déchets Ultimes (CSDU). Selon l'article L 541-1 du Code de l'Environnement européen, le déchet ultime est défini comme un déchet, résultant ou non du traitement d'un déchet, qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.

### **1.4. Déchets Ménagers :**

**1.4.1. Définition des déchets ménagers :** Les déchets ménagers (ou desménages) regroupent l'ensemble des déchets (dangereux, inertes ou banals) produits par l'activité domestique quotidienne des ménages. Ils comprennent :

- Les ordures ménagères : fraction générée par les activités domestiques et prise en compte par la collecte régulière (classique ou sélective).
- Les encombrants des ménages : fraction des déchets ménagers liée à une activité occasionnelle qui, en raison de leur volume ou de leur poids, ne peuvent être pris en compte par la collecte régulière.
- Les déchets dangereux des ménages (DDM) : fraction présentant un ou plusieurs caractères dommageables pour l'environnement et/ou qui ne peut pas être éliminée par les mêmes voies que les ordures ménagères sans créer de risques lors de la

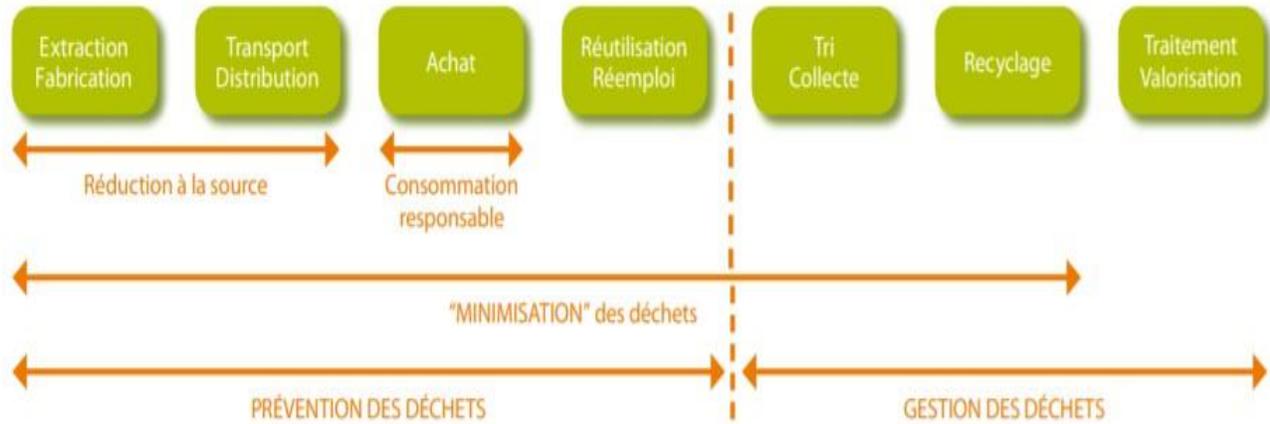
collecte ou du traitement.

-Les déchets de l'assainissement individuel.

-Les déchets ménagers liés à l'automobile. La gestion des déchets ménagers est encadrée par plusieurs textes dont les principaux sont les lois du 15 juillet 1975, du 19 juillet 1976 et du 13 juillet 1992 codifiés dans les articles du code de l'environnement.<sup>4</sup>

**1.4.2. Déchets assimilables aux déchets ménagers :** Les déchets assimilés aux ordures ménagères sont les déchets non dangereux provenant des activités économiques de l'artisanat, des commerces, des bureaux et petites industries, ou d'établissements collectifs (éducatifs, socioculturels, militaires, pénitentiaires, etc.), pouvant utiliser les mêmes circuits d'élimination que les déchets non dangereux des ménages. La Collectivités Territoriales prévoit la possibilité de leur prise en charge par les services communaux à condition toutefois qu'ils n'entraînent, eu égard à leurs caractéristiques et aux quantités produites, ni sujétions techniques particulières ni risques pour les personnes et l'environnement. C'est aux communes de fixer l'étendue des prestations du service d'enlèvement dans le cadre des plans départementaux d'élimination des déchets ménagers et assimilés, ce que précise l'article L2224-14 du Code Général des Collectivités Territoriales.<sup>4</sup>

En ce qui concerne la fréquence de ramassage des déchets assimilés, elle est identique à celle des déchets des ménages (Figure 2).



**Figure 2 :** Plans d'élimination des déchets ménagers et assimilés. (PEDMA, 2008)

### 1.4.3. Production et évolution des déchets ménagers :

**1.4.3.1. Évolution de la gestion des DMA en Algérie :** Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie – 2014. (Figures 3, 4, 5, 6, 7,8). (AND, 2014)



**Figure 3 :** CET en exploitation à Tébessa.



**Figure 4 :** CET en exploitation à Ain Defla.



**Figure 5 :** Déchetterie à Blida.



**Figure 6 :** Unité de tri à Sétif.

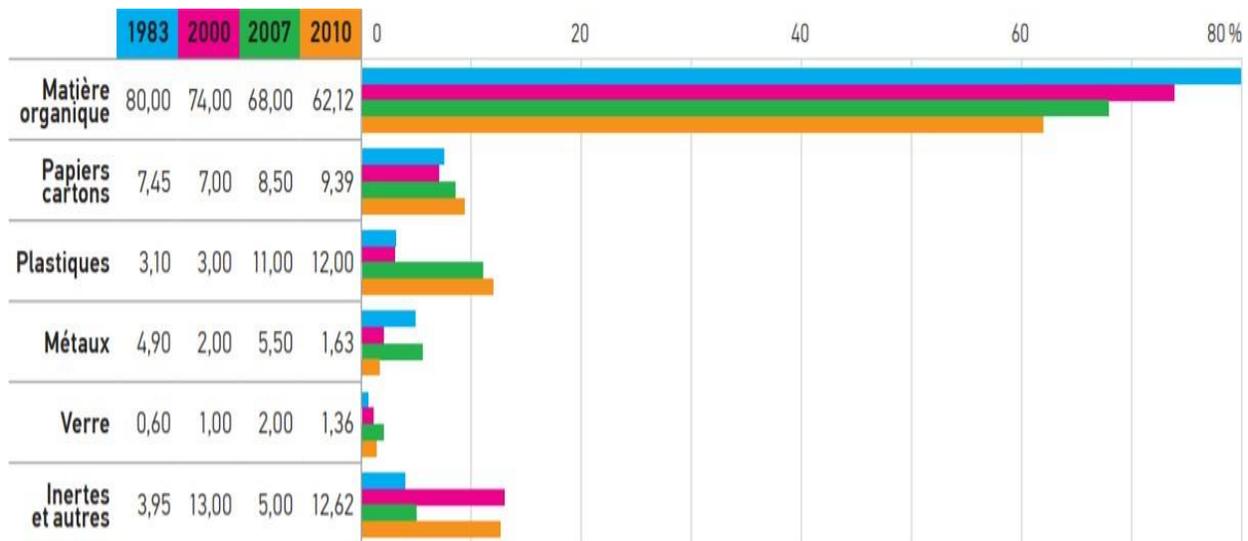


**Figure 7 :** Décharges en cours de réhabilitation à Djelfa.



**Figure 8 :** Décharges en cours à Oued Smar (Alger).

**1.4.3.2. Evolution De La Composition Des DMA :** Aujourd'hui, force est de constater une mutation profonde du mode de vie et de consommation des ménages à l'échelle nationale. La matière organique enregistre en effet, depuis 1980, une baisse substantielle au profit d'autres produits d'emballages comme les papiers et cartons, les plastiques et l'apparition de textiles sanitaires, (Figure 9). (AND, 2014)



**Figure 9** : Évolution de la production des DMA en Algérie.  
(AND, 2014)

#### 1.4.4 Caractères physico-chimiques de déchets ménagers :

**1.4.4.1. Composition** : Par définition, les déchets assimilés sont de même composition que les ordures ménagères. Les éléments que l'on y retrouve sont donc par exemple : les papiers, les cartons, les plastiques, le bois, les métaux, le verre, les matières organiques, végétales ou animales, résultant de l'utilisation d'emballages, de rebuts ou de chutes defabrication.

**1.4.4.2. Densité ou masse volumique** : Masse volumique La connaissance de la masse volumique des déchets est très importante, pour le choix, d'une part des moyens de pré-collecte, collecte ou transport des déchets et d'autre part du type de traitement à préconiser.

Dans certains pays en développement (PED), la masse volumique des déchets se situe entre 300 et 500 kg/m<sup>3</sup>, fortement supérieure à celle des pays développés (PD), comprise entre 100 et 200 kg/m<sup>3</sup>.

En Algérie, le mode de consommation des ménages qui était basé essentiellement sur les produits frais (légumes et fruits) est en train de changer progressivement avec l'introduction des plats surgelés, plats précuits et produits de conserves. D'où, une diminution de la matière organique au bénéfice des emballages. (AND, 2016)

Les valeurs de la masse volumique des DMA dans certaines régions du pays sont données au tableau ci-dessous : (Tableau 1)

**Tableau 1** : Masse volumique des déchets dans quelques régions d'Algérie (AND, 2014).

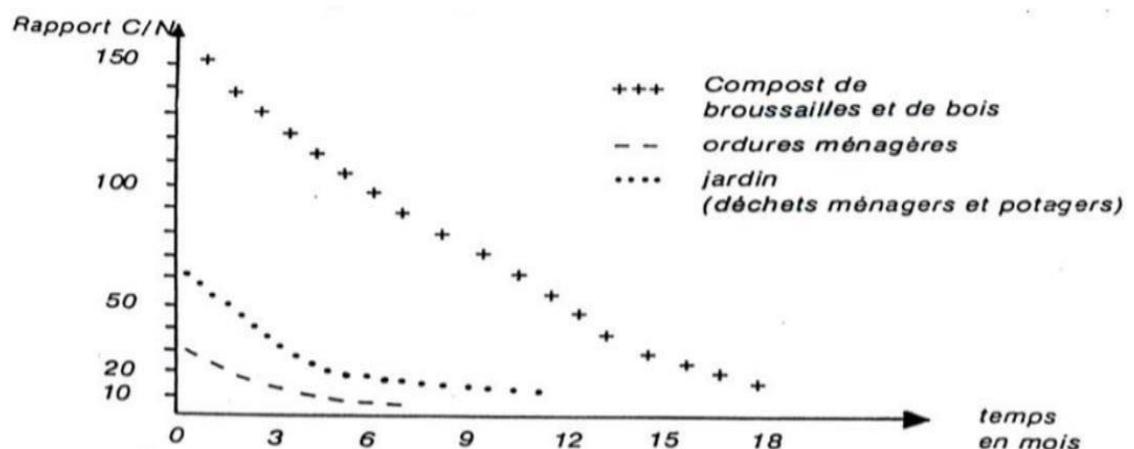
Régions	Masse Vol. (kg/m <sup>3</sup> )
Bordj Bou Arreridj (2014)	212,4
Blida (2014)	279,5
Eucalyptus, Alger (2014)	257,0
Biskra (2009)	310,0
<b>Moyenne</b>	<b>264,7</b>

On peut dans le contexte algérien, retenir une masse volumique des déchets des villes algériennes se situant entre 200 et 300 kg/m<sup>3</sup>(AND, 2014).

**1.4.4.3. Humidité et pouvoir calorifique** : Le taux d'humidité varie selon la nature des déchets (putrescibles, papiers, cartons, etc.), le lieu de production (zone urbaine ou rurale) et les saisons (pluviale ou sèche). (AND, 2016)

**1.4.4.4. Rapport carbone/azote (C/N)** : Lors du processus de compostage, la décomposition de la MO se traduit par une consommation de l'azote et du carbone et donc par une diminution du rapport C/N (Bernal *et al.*, 1998). En effet, les micro-organismes utilisent le carbone des matières organiques comme source d'énergie à travers des oxydations dites métaboliques et l'azote comme source protéique.

Cependant, l'évolution dépend du taux de matière organique du substrat à composter et de sa teneur en azote. L'évaluation initiale du rapport C/N est donc primordiale pour optimiser le mélange à composter et ajouter la quantité d'éléments déficitaires afin d'assurer une dégradation idéale et homogène sur l'ensemble du processus. L'évolution du rapport C/N de différents substrats compostés est présentée (Figure 10). Le rapport C/N des composts de broussailles et de bois est plus élevé que ceux d'ordures ménagères et de déchets potagers. Plus ce rapport est élevé, plus le déchet en compostage est riche en matière organique. Le rapport C/N est donc un facteur nutritionnel important dont la valeur optimale est définie par de nombreux auteurs et dépend des caractéristiques initiales du substrat à composter. Par exemple, selon Chitsan et *al.* (2008), cette valeur optimale se situe entre 19 et 20 alors que d'autres auteurs proposent un rapport C/N entre 25 et 30 (Godden, 1995) pour des composts de déchets et entre 25 et 45 pour des ordures ménagères hétérogènes (Bernal et *al.*, 1998). Si le rapport est supérieur à 35, la dégradation de la matière est ralentie par manque d'azote. Au contraire s'il est inférieur à 15, l'excès d'azote est perdu par volatilisation sous forme d'ammoniac entraînant ainsi une diminution du pH. (Outendé, 2016)



**Figure 10 :** Evolution du rapport C/N de différents substrats au cours du compostage. (Hafidi, 2011)

#### **1.4.5. Les traitements des déchets et leurs risques associés :**

**1.4.5.1. Plates-formes de compostage :** Activité en pleine expansion, le compostage est un processus biologique qui permet la dégradation des matières organiques des déchets en condition aérobie. Les matières organiques fraîches sont transformées en matières organiques stables valorisables comme matière fertilisante : le compost. Le type le plus fréquent est une plate-forme à l'air libre (57 %), traitant des déchets verts (73 %), à l'aide de retournements (64%).<sup>5</sup>

Dans les usines de compostage en plus des troubles pulmonaires et gastro-intestinaux rencontrés par les salariés, d'autres manifestations plus sévères comme l'asthme et des cas d'aspergillose pulmonaire sont constatés. Des recherches complémentaires afin de mettre en évidence des facteurs de risques spécifiques à ces activités et d'établir des liens de causalité entre les expositions et les pathologies observées sont nécessaires.<sup>5</sup>

**1.4.6. Incinération :** L'incinération est un mode de traitement des déchets qui consiste à les brûler à haute température (entre 850 et 1000°C). Elle est également appelée traitement thermique. Elle se différencie selon qu'il y ait ou non, lors de la combustion, récupération d'énergie. (Tableau 2)

Aujourd'hui les incinérateurs modernes valorisent l'énergie produite sous forme de chaleur et/ou d'électricité. Le traitement thermique des déchets permet de réduire de 70% leur masse et de 90% leur volume.<sup>5</sup>

**Tableau 2 :** Quelques-uns des avantages et inconvénients de l'incinération. (Miquel et Poignant, 1999)

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
Réduction des volumes de déchets de 90%	Formation de cendres, de résidus polluants
Rapidité de traitement	Problème des seuils de rentabilité pour les petites unités
Pas de prétraitement (dans le cas des incinérateurs équipés de fours agriles)	Production d'énergie électrique peu efficace dans la plupart des cas
Adaptation aux gros gisements	Investissements élevés Coûts de fonctionnement en forte croissance
Possibilité de récupérer et valoriser l'énergie	Empêche toute inflexion de la politique des déchets
Possibilité de récupérer les métaux Garantie de longterme	Oppositions sociales croissants

# *Généralités sur les plastiques*



### 1.1. Définition du plastique :

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

**-Définition de monomères :** Les monomères sont des molécules organiques, qui sont constituées essentiellement de carbone (C) et d'hydrogène (H). L'oxygène(O) et l'azote(N) sont en faibles proportions.

**-Définition de polymère :** Molécule constituée de monomères unis les uns aux autres par des liaisons covalentes. (Liaison entre deux atomes résultant de la mise en commun de deux électrons provenant séparément de chacun d'eux). Les caractéristiques d'un polymère dépendent en premier lieu du ou des monomères dont il est issu. Et un monomère peut conduire à deux polymères avec des propriétés mécaniques différentes.

### 1.2. Histoire du plastique :

L'historique des matières plastiques débute en 1869.

A la suite d'un concours, dont l'objet était de trouver une matière destinée {remplacer l'ivoire naturel des boules, les frères HYATT (USA) mirent au point le CELLULOÏDE (ou nitrate de cellulose) produit d'origine végétale (le bois, le coton). C'est ainsi que naquit la première matière plastique.

Production mondiale du plastique :

Pendant quarante ans, le celluloïd ou celluloïde fut la seule matière plastique jusqu'à ce qu'un chimiste belge fabrique en 1909 la première matière plastique totalement synthétique : la BAKELITE. L'ère des matières plastiques était née. Elle ne cessa jamais

de progresser de façon extraordinaire.

Les matières plastiques sont pratiquement nées avec le siècle. En effet à la fin du siècle dernier, n'existaient plutôt l'échelle artisanale qu'industrielle, que quelques matériaux plastiques, dont les plus importants, à base de matières naturelles étaient :

-Le celluloïd ou CELLULOIDE

-La Galalithe

C'est en 1909 qu'un chimiste belge, Backeland découvrit les résines formo-phénoliques dont l'exploitation, dès 1920 sous le nom de « Bakélite » marque véritablement le début de l'ère des plastiques.

De 1920 à 1940, on assiste au développement de ces résines de condensation "phénol/formol" qui grâce à leurs propriétés isolantes, contribuent à celui de l'électricité, en plein essor.

De 1940 à 1955, naît industriellement et croît en France la matière première thermoplastique utilisée à grande échelle. C'est le chlorure de polyvinyle plastifié, employé pendant la guerre comme produit de remplacement du caoutchouc, devenu impossible à importer. (Benarous, 2019)

En Amérique, apparaît le premier polyamide, le "nylon" en remplacement des fibres textiles naturelles, et en particulier la soie.

Après la guerre le chlorure de polyvinyle rigide grâce à sa bonne tenue chimique aux acides et aux bases contribue à la renaissance de l'industrie chimique et pour des applications température modérée concurrence avec succès l'acier inoxydable, dans la fabrication des cuves de stockage ou des canalisations de transports de produits corrosifs. (Benarous, 2019)

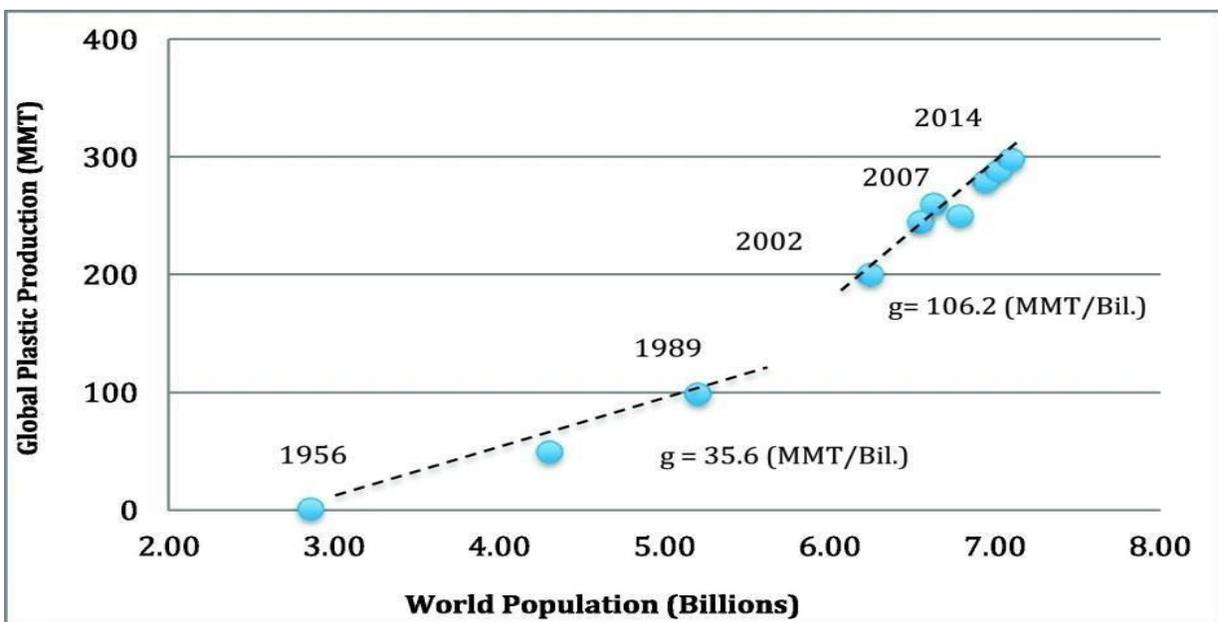
En 1950, on assiste au développement des transports automobiles et au besoin croissant en pétrole comme source d'énergie. La "pétrochimie" permet alors la naissance d'une multitude de matériaux thermoplastiques, dérivés des carbures oléfiniques obtenu

parcracking des produits pétroliers.

Ethylène, benzène, propylène, phénol, cumène, etc.

Tous ces produits servent de base à de nombreuses synthèses aboutissant plus ou moins directement aux matières plastiques. (Benarous, 2019)

Entre 1950 et 2015, la production mondiale de matières plastiques hors fibres plastiques est passée de 1,5 MT à 322 MT (Figure 11) (Plastics Europe, 2016). Actuellement, le polyéthylène est le plastique le plus couramment produit (30 % de la production totale) devant le polypropylène (19 %), le PVC (10 %), le PET (7 %) et les PS (7 %). (Plastics Europe, 2013, 2016).



**Figure 11** : Augmentation de la production mondiale de plastique en fonction de la croissance de la population de 1956 à 2014. (Andrady, 2017)

### **1.3 Production mondiale du plastique :**

La production mondiale de matières plastiques a poursuivi sa croissance en 2017. Avec 348Mt, la production mondiale de plastiques a augmenté de 3,9%. Pour la troisième année, la production a en effet augmenté dans tous les secteurs clients, particulièrement dans deux secteurs importants consommateurs de plastiques : l'automobile où la croissance a presque doublé depuis 2015 (6,2% contre 3,5%) et les équipements électriques et électroniques (6,4% contre 3,1%). Autres secteurs dont la croissance progresse encore par rapport à celle des 2 années précédentes : l'alimentation et les boissons. Les thermoplastiques sont de loin les plus largement utilisés et représentent 80% de la demande des transformateurs de plastiques. Parmi eux, 248 Mt proviennent des plastiques standards (90% des thermoplastiques) auxquels il faut ajouter 27 Mt pour les plastiques techniques. (Benarous, 2019).

En 10 ans, la production de plastiques dans le monde a augmenté de 103 Mt, soit d'un tiers (245 Mt en 2006 contre 348 Mt en 2017). Mais on assiste à une claire redistribution des cartes : en 2006, l'Europe était en tête (25%) devant l'Amérique du Nord (23%), la Chine était en 4eme position avec 15%. En 2017 c'est la Chine qui était en tête avec 29%. Si l'on additionne la Chine, le Japon et le reste de l'Asie, ce sont 50% des plastiques qui sont produits dans cette région du monde. L'Europe, avec -7%, et l'Amérique du Nord, avec -6%, n'ont pas profité de cette croissance. La production européenne est restée pratiquement stable en volume depuis dix ans. A noter que le Moyen Orient, l'Amérique Latine et la Russie sont restés au même niveau sur la même période. (Benarous, 2019)

### **1.4 Caractéristiques des matières plastiques :**

On distingue deux principales caractéristiques de matières plastiques. (Figure 12)



**Figure 12 :** les deux caractéristiques de matières plastiques. (©Souaissid et Labadla , 2021)

### 1.4.1 Caractéristiques chimiques : Les matières plastiques sont constituées

D'enchaînements de séquences identiques (ou polymères) de molécules carbonées, leurs principales propriétés comprennent la flexibilité, la résistance à la corrosion, la résistance au choc et l'eau, ainsi qu'une imperméabilité à l'air. (Gordon, 2006)

Deux groupes de matière plastiques sont distingués :

**-Les thermoplastiques :** peut-être à plusieurs reprises ramolli et durci par refroidissement, ce qui signifie qu'il peut être réutilisé à plusieurs reprises.

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

Dans le premier cas, il s'agit d'additifs (phtalâtes, biphényles) incorporés à certains plastiques pour augmenter leur résistance. Différents travaux ont montré que ces composés peuvent être toxiques pour certains animaux et l'homme. (Lithner et *al.*, 2011) D'autres composés toxiques (hydrocarbures, pesticides, DDT, PCB) peuvent

S'adsorber sur les plastiques, ce qui est susceptible d'augmenter leur dispersion, leur persistance en mer et leur accumulation dans les échelons trophiques les plus élevés. (Teuten et *al.*, 2009)

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

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

**Tableau 3 :** Différents types de plastiques et leurs densités. (Benarous, 2019)

Type	Densité (g.cm <sup>3</sup> )
Acrylique	1.09-1.2
Alkyde	1.24-2.1
Poly méthacrylate	1.17-1.2
Polyamides (PA)	1.02-1.0
Polychlorure de vinyle (PCV)	1.16-1.5
Polyester	1.24-2.
Polyéthylène (PE)	0.917-0.96
Polyéthylène téréphtalate (PET)	1.37-1.4
Polyoxyméthylène (POM)	1.41-1.6
Polypropylène (PP)	0.9-0.9
Polystyrène (PS)	1.04-1.
Polyuréthane	1.2
Polyvinyle alcool	1.19-1.3

### 1.5. Différents types de plastique :

Pas de possibilité pour reconnaître et trier les plastiques au premier coup d'œil. Le moyen le plus simple pour reconnaître un plastique est d'utiliser si possible le code d'identification des résines. Système d'identification des résines développé par la Société de l'industrie plastique du Canada dans l'objectif de favoriser le tri et le recyclage des bouteilles et contenants en Plastique. Repris en Allemagne, puis en Europe, son application est volontaire de la part des fabricants. (Benarous, 2019)

Il existe plusieurs types de plastiques : près de 20 types de plastiques. Chacun comprend de nombreux grades permettant de conférer des propriétés précises en fonction de l'application choisie. Ce sont les familles d'utilisation courante:

- **Polystyrène (PS) :**  $(\text{CH}_2\text{-CH- C}_6\text{H}_5)_n$  : Se prête facilement au moulage et l'extrusion. Utilisé pour les objets domestiques, les éléments électriques et les peintures, PS expansé (obtenu en réchauffant les granulés de PS contenant un agent gonflant) isolations thermiques. (Benarous, 2019)
- **Polypropylène (pp) :**  $[(\text{-CH}_2\text{-CH (CH}_3\text{)-})_n]$  : Dur et insoluble dans n'importe quel solvant organique, haute résistance mécanique et chimique au-dessus de 100°C. Utilisé pour les appareils sanitaires et les conduites d'eau, fortement utilisé dans la construction automobile et pour les emballages alimentaires. (Benarous, 2019)
- **Polychlorure de vinyle (PVC) :**  $[(\text{-CH}_2\text{-CH (Cl)-})_n]$  : Dur, inflammable, résistant aux acides et bases. Se ramollit à 80°C. Souvent on lui adjoint des plastifiants pour former des produits rigides, semi-rigides flexibles ou élastiques (selon la quantité). Utilisé pour les tuyauteries d'eau potable ou usée et pour les gaines de ventilation. (Benarous, 2019)

- **Polyéthylène (PE) : [(-CH<sub>2</sub>-) n]** : Utilisé pour la fabrication de feuilles barrières, récipients domestiques, canalisation des eaux usées, Fragilisé par les UV. (Benarous, 2019)
- **Polytétrafluoroéthylène (PTFE, teflon)** : Grande stabilité, peu de friction mécanique peu inflammable. Utilisé comme ruban dans les joints de tuyaux, mélangé avec des fibres de verre dans des toitures. (Benarous, 2019)
- **Polyéthylène basse densité (PELD)** : On le trouve souvent sous forme de film plutôt que de récipient. Il n'est pas recyclé. LE PELD s'écrit parfois plus simplement PE. Ex: Films plastiques souples, Récipients Souples. (Benarous, 2019)
- **Polyéthylène haute densité (PEHD)** : HDPE (ou PEHD) est recyclable. Ex : Bouteilles (Lait et jus de fruits), Jerricans. (Benarous, 2019)

### **1.6. Classification des types de déchets plastiques :**

Le passage de l'état de déchets {micro-déchets s'effectue par le phénomène de fragmentation sous l'action combinée des UV (Ultra-violet) de la chaleur et de phénomènes d'abrasion mécanique. On obtient alors des déchets de grandes et petites dimensions, la dernière a la caractéristique du plancton et plus communément appelé par les scientifiques plancton plastique, formant ainsi les débris plastiques (Ryan et al, 2009). Une classification des déchets par la taille a été proposée (Ryan et al., 2009 ; Thompson et al., 2009) :

- Micro-déchets : dimensions < 5mm
- Mésodéchets : 5 mm < dimensions < 20 mm
- Macro-déchets : 20 mm < dimensions < 100 mm
- Méga-déchets : dimensions > 100 mm

### 1.7. Origine des déchets du plastique :

Les macro-déchets ou déchets aquatiques regroupent l'ensemble des objets ou matériaux qui sont, volontairement ou non, directement ou non, jetés ou abandonnés en mer et sur le littoral. Leur durée de vie, notamment en mer, peut être très longue, d'après la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Etats-Unis). La dégradation des canettes en aluminium perdure 200 ans et celle des bouteilles en plastique plus de 400 ans. On les retrouve partout, dans les lasses de mer, à la surface des océans, entre deux eaux ou dans les grands fonds. Leurs origines sont diverses et leur arrivée en mer et sur les côtes est due aux cours d'eau, aux tempêtes dont les cyclones en outre-mer, aux marées et aux grands courants océaniques. Plusieurs références indiquent qu'environ 70-80 % des déchets proviennent des continents (bande côtière et fleuves) et le reste des activités en mer.

Donc, le rejet des déchets plastiques dans l'environnement est le résultat du comportement humain non soucieux de l'environnement. Ces déchets proviennent de deux sources distinctes : tellurique et océanique.

- **Origine tellurique :** Il est estimé qu'environ 80% des débris plastique marins sont d'origine terrestre. On peut classer ces sources en quatre grands groupes : Les déchets provenant du tourisme sur les côtes : ce sont des déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers, les bouteilles en plastique, les emballages de boissons et emballages alimentaires, mégots, paquets de cigarettes et jeux de plages en plastique, les baigneurs des plages représentent la source primaire des débris plastique retrouvés sur les plages. Les rejets d'eaux usées, eaux provenant des trop-pleins d'égouts combinés rejetant les eaux usées directement dans la mer ou les rivières en période de forte pluie.

Ces eaux usées entraînent avec elles des déchets tels que les ordures abandonnées dans les rues. Les décharges et dépotoirs sauvages représentent une source d'apport importante de déchets plastique sur les plages. Les vents et les cours

d'eau les transportent pour finir sur les plages (Franeker, 1985). Les rejets d'eaux des stations d'épuration : malgré le traitement des eaux mais ces stations ne peuvent pas empêcher la sortie des miro plastiques existés.

- **Origine océanique** : Les 20% restants de ces déchets plastiques sont d'origine océanique résultants principalement des débris liés à la pêche : cordages et filets de pêche, nasses et élastiques des boîtes à appâts perdus accidentellement par les bateaux de pêche ou volontairement jetés à l'eau.

### 1.8. Différents mécanismes de transport des déchets de plastique :

Une part importante des déchets plastiques observés sur le littoral provient de sources terrestres (Andrady, 2011). Cependant, il est souvent difficile d'identifier les sources exactes et les modes de transfert de ces plastiques qui permettraient d'expliquer la présence de plastiques sur une plage. De manière générale, il est tout de même possible de mettre en évidence quelques voies de transfert :

- Les systèmes d'assainissement.
- Le ruissellement.
- Les systèmes fluviaux.
- Le vent.
- Les courants marins.

À ces voies et facteurs de transfert, il faut ajouter l'impact des êtres vivants sur la mobilité des plastiques dans l'environnement.

- Transferts de microplastiques via les systèmes dulçaquicoles** : La collecte des eaux usées par les systèmes d'assainissement et leur rejet permet le transfert des microplastiques dans le milieu naturel à la fois à travers des lixiviats, mais aussi des effluents (Cole *et al.*, 2011). Même si une part importante des particules plastiques sont retenues par les stations d'épuration (Carr *et al.*, 2016 ; Mason *et al.*,

2016), les systèmes d'assainissement laissent s'échapper dans le milieu naturel une part non négligeable des microplastiques (Fendall & Sewell, 2009; Leslie, 2014). Les systèmes fluviaux collectent, via le ruissellement et les systèmes d'assainissement, une part importante des déchets plastiques générés à terre faisant de ces environnements d'importantes voies de transfert de ces pollutions (Gasperi et al., 2014 ; Sanchez et al., 2014). Ainsi, des concentrations importantes de microbilles plastiques ont été détectées dans les sédiments du fleuve Saint-Laurent (Canada) (Castaneda et al., 2014). Dans ce cas précis, l'origine de ces microbilles a été reliée aux effluents municipaux et industriels. Des particules de plastique sont également observées à la surface de lacs (Eriksen et al., 2013 ; Fischer et al., 2016 ; Free et al., 2014), ainsi que dans leurs sédiments. (Free et al., 2014 ; Imhof et al., 2013; Sruthy & Ramasamy, 2017; Zhang et al., 2016)

Arrivés sur le littoral, les plastiques vont être dans un premier temps observés au niveau des estuaires (Browne et al., 2010 ; Gallagher et al., 2016 ; Zhao et al., 2014) avant d'être dispersés dans le milieu marin par les courants. Les apports des rivières contribuent de manière significative à la pollution des environnements littoraux (Claessens et al., 2011 ; Vianello et al., 2013) et sont une source de pollution pour les milieux marins. (Ryan et al., 2009)

- b. Transfert atmosphérique :** L'atmosphère est un compartiment qui a longtemps été négligé dans l'étude des microplastiques. Or, le vent est un vecteur important et bien visible pour les déchets plastiques légers tels que les morceaux d'emballage et de sacs. Il l'est également pour les microplastiques. Ainsi, une étude récente a permis de montrer l'importance des retombées atmosphériques de microplastiques (fibres synthétiques, dégradation de macro-plastique, incinération de déchets) en milieu urbain (Driset et al., 2016). Les microfibrilles présentes dans les habitations peuvent également contaminer les environnements extérieurs. Ces microplastiques peuvent ensuite par l'intermédiaire du transport éolien contaminer des zones

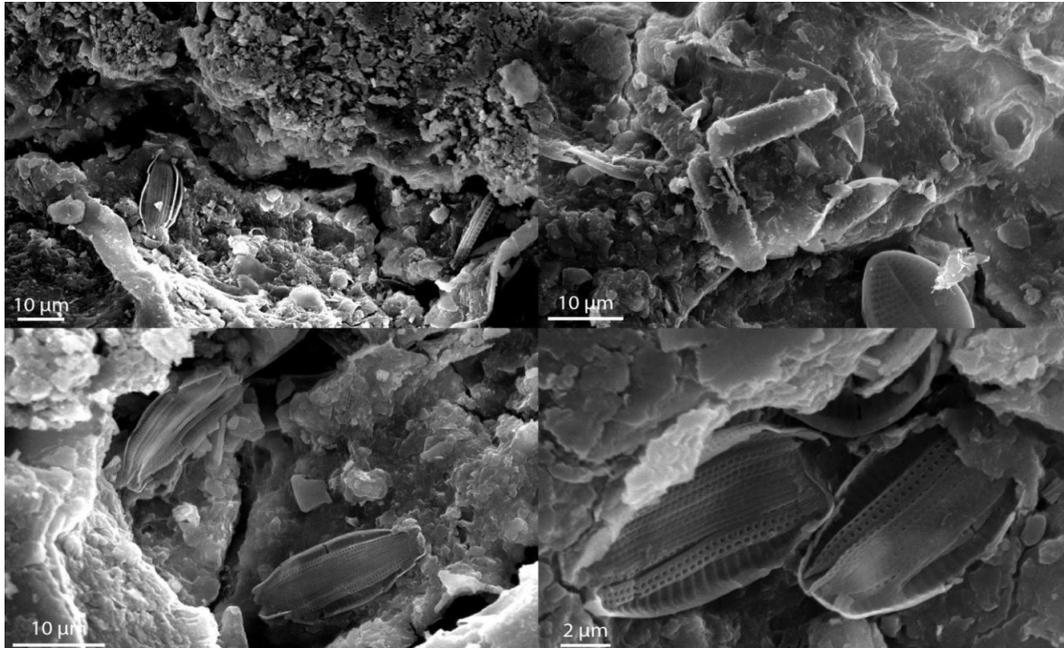
relativement éloignées des activités humaines. (Free et *al.*, 2014)

**c. Les courants marins :** Près des côtes, différents courants interviennent dans le déplacement des particules de plastique. La dérive littorale est susceptible de jouer un rôle important dans le transport sélectif des particules de plastique dans les eaux littorales en favorisant les concentrations élevées de microplastiques près des côtes et en transportant plus au large les méso-plastiques (Isobe et *al.*, 2014). Lorsque les courants diminuent suffisamment les microplastiques tendent à sédimenter. Au contraire, sous l'effet de courants forts, les microplastiques à la surface des sédiments peuvent être remis en suspension dans la colonne d'eau (Critchell, 2016). De manière générale, l'hydrodynamisme du milieu (houle, courants) exerce un contrôle important sur les phénomènes de suspension/sédimentation. Ainsi, dans la lagune de Venise, il a été mis en évidence que les microplastiques s'accumulent principalement dans les zones à faible hydrodynamisme (Vianello et *al.*, 2013). Les courants de dérive littorale favorisent le dépôt de plastiques sur les plages (Ivar do Sul et *al.*, 2009 ; Liebezeit & Dubaish, 2012 ; Moore et *al.*, 2001). Cependant, ce sont principalement les marées qui sont responsables des dépôts de laines de mer sur les estrans dont le marnage est existant (Figure 13) (Imhof et *al.*, 2017 ; Moreira et *al.*, 2016b). Les courants de marée sont également susceptibles d'entraîner un transport important des microplastiques. Ce phénomène est particulièrement important dans les baies semi-fermées à fort marnage tel que dans la rade de Brest. Ainsi, les simulations numériques réalisées montrent qu'en quelques jours seulement, une part des microplastiques présents à un instant donné est exportée à l'extérieur de la rade de Brest (Frère et *al.*, 2017) pour ensuite être transporté par les courants océaniques et transocéaniques.



**Figure 13 :** Un emballage en polystyrène s’apprête à être déposé sur un platier rocheux par la marée et la houle. (Lanzarote, Espagne, 2016)

**d. L’action des êtres vivants :** L’action des organismes en croûnants ou colonisateurs peut modifier la flottabilité des plastiques et donc leur position dans la colonne d’eau (Derraik, 2002) (Figure 14). La formation d’un biofilm bactérien, suivie de la colonisation d’algues et d’invertébrés, modifie la densité et donc la flottabilité d’un plastique (Andrady, 2011; Cózaret *al.*, 2014). Les microplastiques peuvent également être incorporés dans des agrégats de phytoplancton (Long et *al.*, 2015) ou encore être piégés dans des fèces (Cole et *al.*, 2016). Intégrer à la neige marine, les microplastiques peuvent sédimenter vers les fonds marins.



**Figure 14 :** Colonisation par des diatomées et des bactéries des cavités d'une sphère de polystyrène expansé. (Kedzierski, M.2017).

### **1.9. Impact et effet de lapollution plastique sur la vie marine :**

Les déchets aquatiques sont à 100% d'origine humaine et sont constitués à 80% de matière plastique. Selon une étude menée par la fondation Ellen Macarthur, on estime qu'en 2050 il y aura plus de matière plastique que de poissons dans les mers et les océans. Flottant à la surface, tapissant les fonds marins ou échoués sur les plages, les déchets menacent les écosystèmes aquatiques. Ils peuvent blesser et entraver la mobilité de nombreuses espèces marines, transporter des espèces invasives ou encore provoquer l'asphyxie des fonds marins. Cette pollution des mers et des océans a un impact profond sur toute la vie aquatique. (Wilcox, 2015)

- **Ingestion, enchevêtrement et blessures :** La faune marine (oiseaux, poissons...) s'enchevêtre dans différents types de déchets, provoquant de multiples blessures, noyades et immobilisations. Cela peut empêcher l'animal de se nourrir, de respirer ou même provoquer sa mort. Par exemple, les filets de pêche

abandonnés ou perdus continuent de piéger pendant plusieurs années des milliers de poissons, tortues, oiseaux et mammifères marins. Ce phénomène est appelé la « pêche fantôme ». On estime que le matériel de pêche abandonné ou perdu représente 640 000 tonnes de déchets. (Macfadyen, 2009)

- **Transport d'espèces invasives** : Les déchets flottants qui dérivent au fil des courants favorisent le transport d'espèces invasives. Ce sont généralement des mollusques ou des algues qui se fixent sur ces déchets pour se retrouver ensuite à des milliers de kilomètres de leur lieu d'origine. Ce phénomène perturbe les écosystèmes locaux.<sup>6</sup>
- **Concentration de polluants** : Les microparticules de plastique présentes en grand nombre dans les océans, ont la particularité de fixer et d'accumuler divers polluants. Ces polluants comportent des risques toxiques pour les animaux marins qui les ingèrent.<sup>7</sup>
- **Asphyxie des fonds marins** : Selon la Commission Européenne, ce sont 7 déchets sur 10 qui finissent par couler. L'accumulation de ces déchets forme un tapis qui provoque l'asphyxie des fonds marins, entraînant une disparition progressive de la vie aquatique.<sup>6</sup>

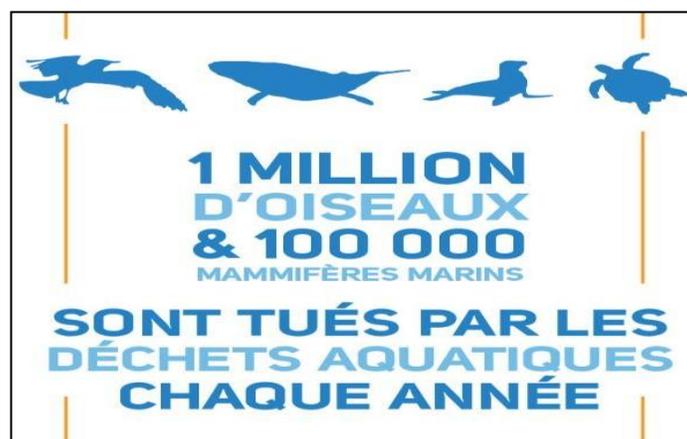


Figure 15 : Impacts des déchets sur les animaux.<sup>6</sup>

### **1.10. Origine des débris plastiques :**

Entre 60 et 80 % des débris marins sont d'origine terrestre (le reste provient notamment de l'industrie de la pêche). Les débris marins les plus courants sont constitués de matières plastiques et synthétiques qui ont des effets désastreux sur la faune marine et les oiseaux de mer. L'ingestion de débris marins touche particulièrement les tortues marines et les oiseaux de mer, mais elle n'épargne pas les autres mammifères marins et poissons. Ceux-ci avalent en général des débris marins car ils les confondent avec des proies.<sup>8</sup>

**1.10.1. Déchets abandonnés par négligence ou volontairement sur le littoral par les usagers :** Papiers gras, emballages alimentaires, restes d'aliments, bouteilles en verre ou matière plastique, canettes en métal, mégots et paquets de cigarettes, journaux, crèmes solaires, vêtements, etc.... Cela représente une source primaire de macro-déchets pour le littoral et la mer côtière. (Henry, 2010)

**1.10.2. Décharges :** Les décharges sauvages, situées à proximité des cours d'eau et sur le littoral représentent encore une importante source d'apports de déchets dans les rivières et sur le rivage, même si la plupart de ces décharges ne sont plus alimentées aujourd'hui du fait de la mise en place de déchetteries. (Henry, 2010)

**1.10.3. Trafic maritime :** Malgré la réglementation nationale et les conventions internationales qui interdisent les rejets interdits à partir des navires, le trafic maritime (bateaux de croisière et navires de commerce) reste une source importante de macro-déchets. Par exemple, des études menées par l'Ifremer (Galgani et *al*, 1995) mettent en évidence une corrélation entre les accumulations de débris au fond des mers et les lignes régulièrement empruntées par les car-ferries, ce qui prouve que le rejet des déchets en mer est une réalité. Le contrôle en paraît donc indispensable, mais difficilement réalisable. (Henry, 2010)

**1.10.4. Les ports :** L'activité portuaire génère des quantités importantes de déchets de toutes sortes. Les déchets proviennent de pertes lors de la manutention des cargaisons sur les quais et les navires, des activités de pêche, de l'entretien des bateaux sur les aires de carénage, mais aussi de l'abandon d'ordures ménagères. Les ports où le nettoyage n'est pas assuré de manière adéquate voient s'accumuler dans les bassins des nappes de macro-déchets qu'il est difficile de récupérer sans moyens adaptés. Ces nappes peuvent sortir des ports sous l'effet du vent, des marées et des courants, pour aller souiller le littoral voisin. (Henry, 2010)

**1.10.5. Activités anthropiques menées à terre, y compris sur le littoral :** Toutes les activités humaines, qu'elles soient localisées sur le littoral ou non, produisent des déchets qui sont susceptibles d'être entraînés vers le littoral. A titre d'exemple, les déchets domestiques tels que les papiers gras, les journaux ou les sacs plastiques, les mégots de cigarettes abandonnés en ville peuvent être retrouvés sur la côte, notamment en période de forte pluie, en particulier dans les zones où les réseaux pluviaux et les réseaux d'assainissement ne sont pas ou mal séparés. Il faut donc considérer que tout déchet flottant échappant au système de collecte et d'élimination en place est finalement susceptible de s'échouer sur le littoral à plus ou moins long terme. (Henry, 2010)

**1.10.6. La pêche, la conchyliculture et la plaisance :** La pêche et la conchyliculture sont générateurs de déchets qui finissent souvent par échouer sur les plages (cordages, casiers, bouées, filets, polystyrène, bidons) ou sur les fonds. Certains plaisanciers jettent parfois leurs déchets ménagers directement à la mer. Les ports leur proposent pourtant des équipements de récupération des déchets adaptés et en quantité suffisante. Certaines collectivités mettent même en place des poubelles flottantes aux points de mouillage les plus fréquentés. (Henry, 2010)

### **1.11. Mécanisme de transport des débris plastiques :**

Les déchets sont véhiculés grâce à trois facteurs principaux : les cours d'eau, le vent et les courants marins. Les deux premiers constituent des sources à la mer, les trois agissent sur leur devenir en mer. (Henry, 2010)

**1.11.1. Les cours d'eaux :** Les cours d'eau constituent le vecteur principal de circulation des déchets de l'intérieur des terres vers le littoral. Ils drainent aussi bien des déchets d'origine naturelle, comme le bois, que des déchets provenant des agglomérations traversées, des usagers des cours d'eau (pêcheurs, sportifs...) et des décharges sauvages situées à proximité des berges. (Henry, 2010)

Le flux continu de l'amont vers l'aval entraîne une augmentation inéluctable des macro-déchets aux embouchures, estuaires et deltas.

La pluviosité est donc un paramètre indispensable à prendre en compte puisque les précipitations agissent à deux niveaux : en provoquant des crues qui entraînent avec elles des débris végétaux ainsi que des éléments de décharges sauvages localisées sur le lit majeur ; en entraînant le débordement de certains réseaux d'assainissement, les détritiques présents dans l'eau n'étant alors plus arrêtés par les installations de dégrillage. A titre d'exemple, une campagne menée par Ifremer en août 1998 met en avant le rôle de l'Adour dans le transport de déchets dans le golfe de Gascogne, les concentrations les plus élevées se rencontrant de part et d'autre de l'embouchure de l'Estuaire. (Henry, 2010)

Les grands fleuves peuvent être responsables d'apports sur les plages proches mais provoquent, du fait d'un fort débit, un transport des déchets vers le large. Ceci est vrai pour la Seine, la Loire, la Gironde et le Rhône. Dans le cas des petits fleuves côtiers, le déplacement est faible et les déchets sont retrouvés dans les zones adjacentes aux estuaires. (Henry, 2010)

**1.11.2. Les courants :** La cartographie des déchets flottants ou déposés en mer permet de préciser l'influence des facteurs hydrodynamiques. Les densités plus importantes de plastiques se retrouvent dans les grès océaniques du Pacifique et plus récemment de l'Atlantique. La circulation tourbillonnaire provoque alors une accumulation des objets flottants. (F. Galgani *Le Marin* 26 mars 2010)

Plus près de nos côtes, les spécialistes savent que la circulation rapide de la branche du Gulf Stream qui transite dans la Manche, a pour effet de balayer les fonds marins et de chasser les débris vers la mer du Nord.

En ce qui concerne la Méditerranée, les déchets restent peu nombreux sur le plateau continental du golfe du Lion en raison du transport par le panache du Rhône, par les courants liguro-provençal et d'upwellings (courant de la côte vers le large lors des épisodes de vents, Mistral ou Tramontane) (Galgani et al., 1995). Ils s'accumulent dans les canyons côtiers, à l'abri des courants, mais également de la lumière, ce qui ralentit leur dégradation.

L'importance des courants marins dans le transport des déchets a été mise en évidence notamment dans le cas des déchets espagnols et italiens. Une étude (Loubersac, 1982) a souligné l'importance des courants dans la répartition des déchets sur le littoral français. Ils sont facilement entraînés par les courants surtout côtiers et restent piégés dans les zones de faible hydrodynamisme.

**1.11.3. Les vents :** A terre, le vent emporte des déchets légers de décharges sauvages, de poubelles éventrées, d'activités industrielles et agricoles, d'aires de pique-niques vers les cours d'eau et la mer. En mer, le rôle joué par le vent dans la circulation des déchets est plus difficile à établir. En effet tous les déchets ne présentent pas la même vulnérabilité à ce facteur. Il est évident par exemple que le polystyrène y est plus sensible qu'un amas de cordages. D'autre part la difficulté réside dans le fait d'évaluer le résultat de l'interaction entre le vent et le courant.

Toutefois des études (Smith, 1991) ont montré que la direction du vent fournit de meilleures prédictions de dérive des objets flottants que l'analyse des courants.

### **1.12. Impact des débris plastiques sur les écosystèmes Marins et côtiers :**

**1.12.1. Impacts indirects sur le milieu naturel :** Lorsque les quantités de débris de déchets sont importantes sur les plages, les autorités des communes procèdent au nettoyage mécanisé à la place du nettoyage manuel, perturbant ainsi l'écosystème naturel par l'élimination de la laisse de mer qui constitue un habitat de nombreux invertébrés et de lieu de ponte et de nourriture aux oiseaux tout en provoquant aussi l'érosion des plages. (Andre, 2000)

#### **1.12.2. Impacts directs sur la faune :**

- a. Ingestion :** L'ingestion des débris plastique serait à l'origine du décès de nombreuses espèces marines. Au moins 44% des espèces d'oiseaux marin sont connues pour l'ingestion des débris plastiques (Rios et *al.*, 2007). Pour exemple, les albatros à pied noir qui alimentent leurs poussins avec les granulés de plastiques les confondant ainsi avec leur nourriture habituelle (Mallory, 2008) (Figure 16). Une autre étude qui a été réalisée sur les fulmars en mer du nord a démontré que 95% de ces oiseaux accumulaient en moyenne 35 pièces de plastiques dans leur estomac. (Franeker, 2011)



**Figure 16 :** Estomac d'un oiseau plein de débris plastique. (Mersel et *al.*, 2013)

**b) Enchevêtrement :** L'étranglement notamment par les cordes synthétiques, ligne et filets dérivants en mers, seraient à l'origine du décès de nombreuses espèces marines (oiseaux, mammifères marin, tortues...etc.). On recense ainsi plus 267 espèces à travers le monde touchées par le phénomène des déchets plastiques, incluant 86% des espèces de tortues marines, 44% des espèces d'oiseaux et 43% des espèces de mammifères marins. (Derraik,2002)

### 1.12.3.Impact socio-économique :

**a. Les nuisances vis-à-vis de la population humaine :** Les déchets échoués sur le littoral constituent pour la majorité des communes littorales, une nuisance principalement esthétique portant préjudice à l'image du site. Les usagers sont particulièrement sensibles à la qualité de leurs lieux de vacances ou de loisirs. De plus, certains déchets que l'on retrouve sur les plages peuvent être la cause de nombreuses blessures pour les usagers (André, 2000). Les particules plastiques, peuvent également être dangereuses pour la santé de l'Homme. En effet, les particules de plastiques ont une grande capacité d'absorption des produits chimiques hydrophobes notamment les DDT et PCB. Leur ingestion par les organismes marins augmente le risque d'entrer dans la chaîne alimentaire avec la perspective d'atteindre l'Homme ; au somme de la chaîne alimentaire ; après amplification au fur et à mesure de la chaîne trophique. (Adams et *al.*, 2007)

**b. Les nuisances vis-à-vis des activités humaines :** L'un des principaux impacts s'observe sur les activités touristiques. La vue des déchets sur le littoral porte préjudice à l'image des sites et constitue ainsi une nuisance esthétique qui nuit à la fréquentation touristique, et les déchets flottants peuvent engendrer une gêne importante pour la navigation. (André, 2000)

**c. Les nuisances économiques :** Le nettoyage des plages, le traitement des déchets engendre des coûts importants pour les communes. Lorsque les laines de mer

sont encombrées de ces déchets, elles ne sont que danger et insalubrité à toute volonté de développement touristique, par conséquent les communes se retrouvent dans l'obligation de procéder au nettoyage (Poitou,2007). La pêche professionnelle souffre énormément des déchets plastiques en mer, la production halieutique mondiale connaît une baisse fascinante. Un tiers des remontées de filets sont des débris marins en majorité des plastiques. (Anonyme 2, 2012)

# **Matériel Et Méthodes**



## 1.1. Cadre d'étude :

### 1.1.1 Localisation Géographique De La Zone D'étude :

La wilaya d'Annaba (Figure17) est un groupement d'agglomérations côtières du Nord-Est Algérien, 4ème ville après Alger, Oran et Constantine, elle se décompose de 6 daïras : Annaba, El Bouni, El Hadjar, Chetaibi, Ain El Berda et Berrahal et 12 communes : Annaba, El Bouni, El hadjar, Sidi Ammar, Seraidi, Ain Berda, Cheurfa, El Eulma, Berrahal, Oeud El aneb, Treat, Chétaibi.

Annaba est une des principales destinations touristiques en Algérie avec plus de 6.106 de touristes chaque année n'épargne pas son littoral qui demeure un espace singulier. En effet, le littoral Annabi fort de ses 20 Km de linéaire côtier.



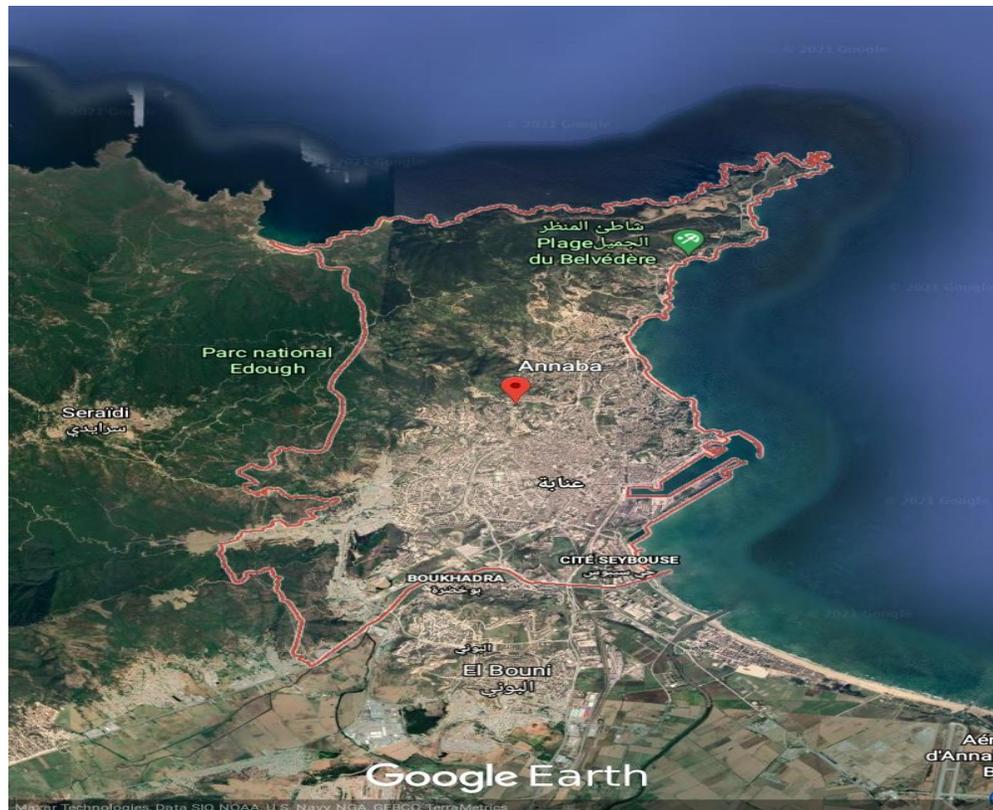
**Figure 17** : Situation géographique de la wilaya d'Annaba (Google earth 2021)

La région d'Annaba est située au Nord - Est Algérien. Elle occupe une position stratégique sur le littoral septentrional de la Méditerranée.

Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, au Sud la wilaya de Guelma, à l'Est la wilaya de Tarf et à l'Ouest par la wilaya de Skikda. Elle s'étend sur une superficie de 1412km<sup>2</sup>. (DUC, 2012)

### -Présentation de la ville d'étude :

Annaba (ancienne Hippone, Bône) (Figure18), est une commune de la wilaya d'Annaba, dont elle est le chef-lieu. Elle est située entre les longitudes 06° 03' Est et les latitudes 41° 0' Nord, à 158 km au nord-est de Constantine, à 246 km à l'est de Jijel et à environ 100 km à l'ouest de la frontière tunisienne. (DUC, 2012)



**Figure 18** : Commune de la wilaya d'Annaba. (Google earth 2021)

### 1.1.2. Géomorphologie et sédimentologie :

Dans le golfe d'Annaba, le fond marin débute généralement par du sable grossier, qui se mélange à du sable fin et à de la vase dans la cuvette et au large de la baie-Est. Tout le long de la ligne de rivage, l'herbier de posidonie est généralement clairsemé. Il s'édifie sur un substrat dur jusqu'à de faibles profondeurs avec des feuilles assez courtes. Dans certaines plages (Belvédère et la Caroube), l'herbier s'élève en véritables mattes pouvant atteindre 1 m. Par endroits, il se forme de petits puits inter-mattes où se trouve un sédiment détritique de sable fin. A l'extrême Ouest, où l'hydrodynamique est relativement plus faible, les feuilles viennent parfois effleurer la surface de l'eau, parallèlement à la ligne de rivage, comme c'est le cas de la plage la Caroube. (Derbal, 2007)

Au niveau du cône de déjection de l'oued Seybouse, les fonds sont occupés par des sables fins terrigènes. De - 15 à - 20 m de profondeur, le sédiment devient vaseux. Entre les oueds Seybouse et Mafrag, la limite du plateau continental est occupée par des vases terrigènes gluantes, tandis que vers la côte on y trouve un substrat rocheux à coralligène. A proximité de l'oued Mafrag, les fonds sont constitués de sables sur lesquels s'étend un herbier clairsemé. Au-delà, s'installe un détritique puis des vases terrigènes molles avec des enclaves coralligènes (Vaissiere et *al.*, 1963). Plus à l'Est, le sable fin est remplacé par des herbiers de posidonie jusqu'à environ - 20 m. Ces derniers laissent ensuite la place aux coralligènes puis à la vase terrigène molle qui est présente de plus en plus au large, au fur et mesure que l'on se dirige vers l'Est. Un peu plus loin vers la plage El-Hanaya, la côte est caractérisée par un substratum consolidé avec certaines zones à affleurements sous-marins. On y retrouve aussi un substrat détritique et un herbier à posidonie peu dense jusqu'à de très faibles profondeurs (- 3 m). Cet herbier est présent aussi sur les côtes d'El-Kala jusqu'au cap Rosa. A partir de l'isobathe 50 m, le fond est constitué de vase terrigène. (Derbal, 2007)

### 1.1.3. Hydrodynamisme / Courants :

La Méditerranée subit un phénomène d'évaporation non compensé par les apports fluviaux et pluviaux. Son déficit hydrique moyen, de l'ordre de 0,7 m (Belsher et *al.*, 2000), est compensé principalement par une entrée d'eau océanique par le détroit de Gibraltar. Cette eau de surface ne se mélange pas directement aux eaux méditerranéennes, du fait des différences de densité, et crée des "veines" de courant dans la tranche superficielle, jusqu'aux environs de - 200 m (Belsher et *al.*, 2000). Sous la force de Coriolis, ces veines longent les côtes Nord-africaines puis se divisent en 14 plusieurs branches (Beckers et *al.*, 1997). L'une de ces branches constitue le "courant algérien". Elle est initialement structurée en une veine qui coule vers l'Est, puis s'élargit et se détache de la côte. (Benzohra, 1993)

Sur les côtes Est algériennes, le mouvement hydrodynamique est généralement de faible amplitude. Dans la baie de Skikda où les trajectoires de courants sont mal connues, un courant général dirigé vers l'Est peut atteindre 1 à 2,5 nœuds et un autre de 0,5 à 1,5 nœuds, longerait la côte sans pénétrer dans la baie (Anonyme, 1996). Dans cette dernière, on note l'existence d'une marée d'une période de 12 heures mais de faible amplitude, de l'ordre de 30 cm (Hocini et *al.*, 1991). Au voisinage du cap Toukouch, la vitesse du courant est faible (1 m/s). A l'entrée de la baie d'Annaba on retrouve une circulation générale méditerranéenne permanente d'orientation 100° - 120°. A proximité du cap de Garde, un courant principal résiduel progresse vers la côte prenant une direction Sud (150° - 180°) avec une vitesse de 0,25 à 0,35 m/s. En l'absence de toute autre cause motrice de l'eau, de lents tourbillons plus au moins vastes prennent naissance le long du rivage, d'origines non précisées (Figure 19). Au Sud du cap, le courant se dirige vers l'Est aux environs de l'oued Mafrag (90° - 100°) en diminuant d'intensité (0,10 à 0,25 m/s). Toutefois, en période de crues ou par tempête d'Est, les eaux coulent vers le Nord. Le secteur d'El-Kala est aussi caractérisé par la présence de faibles courants superficiels dont la vitesse fluctue entre 0,1 et 0,25

m/s. Au Nord du cap Rosa, l'écoulement est d'orientation Sud-Est (160°) changement progressivement de direction en coulant franchement vers l'Est. (LCHF 1976)

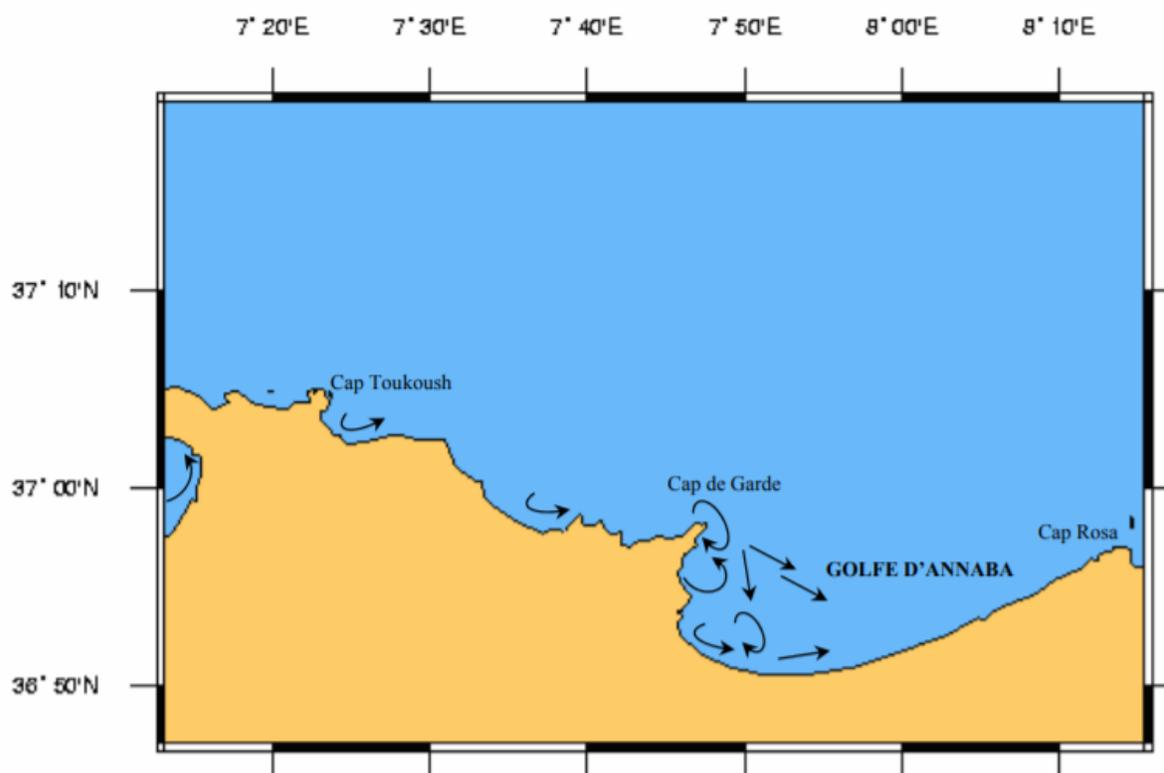


Figure 19 : Courants locaux entre les caps Toukoush et Rosa (LCHF et al., 1976)

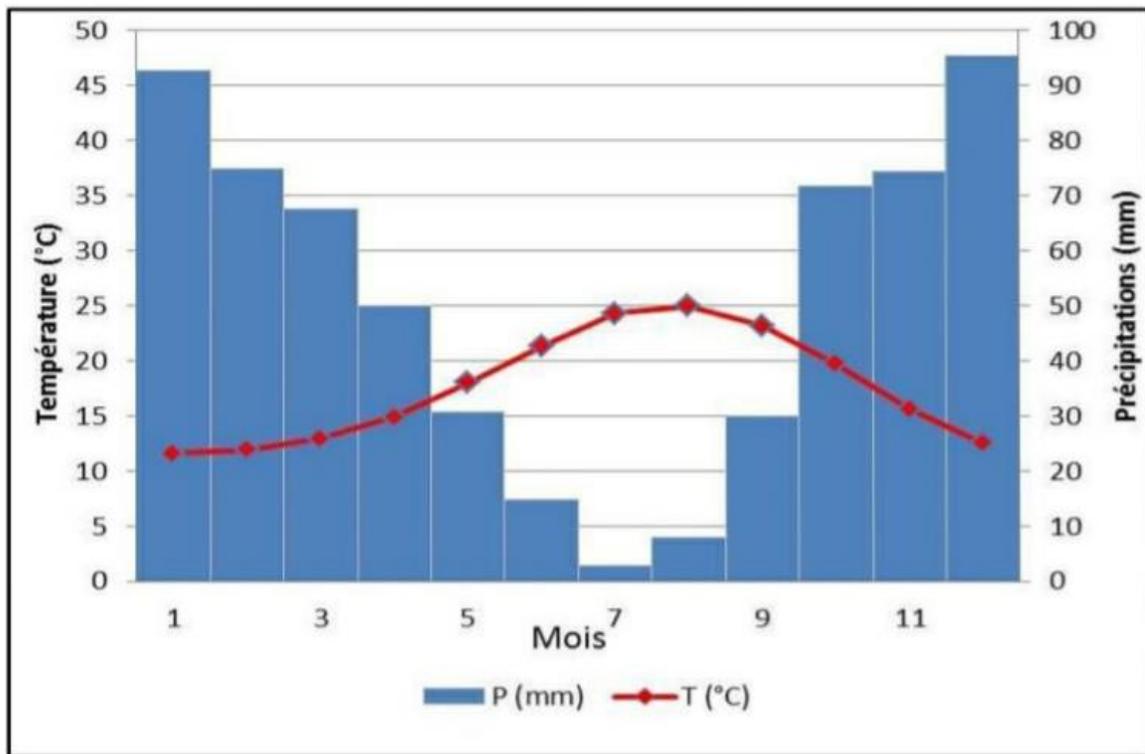
#### 1.1.4. Climatologie :

La région est dotée d'un climat méditerranéen. Le total pluviométrique annuel moyen est de 613 mm et la température annuelle moyenne est d'environ 18°C. (Normales climatiques 1980-2009)

Le climat est humide et doux en hiver (décembre-janvier-février), chaud et sec en été (juin-juillet-août) avec des températures moyennes de 12°C pour la saison froide et 23,5°C pour la saison chaude, et un total pluviométrique moyen respectivement de 263 et 25 mm. (Figure 20)

La chaleur et la sécheresse estivale se prolongent durant le mois de septembre qui enregistre en moyenne 23,2°C et 30 mm. (Salem,2019)

La vitesse moyenne du vent, calculée à partir des données horaires enregistrées à l'aérodrome de 1970 à 2017 est d'environ 3 m/s entre juin et septembre. Ce vent faible s'explique par la prédominance des situations de marais barométrique en surface (1016 hPa en moyenne) et un haut géopotential au niveau de l'altitude 500 hPa, conformément à ce qui se passe sur la rive sud de la Méditerranée occidentale. (Hénia, 1998)



**Figure 20** : Diagramme ombrothermique de la station d'Annaba. (Moyenne 1972-2017 ; source : NOAA, 2018).

### 1.1.5. Facteurs physico-chimiques du milieu :

**-température et salinité** : Dans le golfe d'Annaba la température joue un rôle majeur concernant les variations de la densité de l'eau. D'après (Ayada et al. 2018)

la température moyenne des eaux du sud Est de la baie d'Annaba varie entre 14,5°C en hiver et 30°C en été avec une amplitude de 15,5°C. Comme pour la température, la salinité diffère entre les deux secteurs, les valeurs varient entre 35 à 37,5psu avec une amplitude de 2,5 psu. Au Nord-Ouest, la salinité est sensiblement stable et varie entre 36,5 et 37,5psu avec une amplitude réduite de 1psu. Ces variations de salinité entre les deux régions sont dues aux rythmes du débit des oueds Seybouse et Boudjemâa. Par ailleurs, (Ounissi et al. 1998) rapportent que l'écart thermique entre l'eau de surface et celle située à 50 m, dépasse 4°C. Quand à la salinité, la différence entre l'eau de surface et celle des profondeurs n'excède pas 1psu. (Aouissi, 2018)

### 1.1.6. Données socio-économiques :

**-Démographie :** C'est la quatrième ville d'Algérie en nombre d'habitants, après la capitale Alger, Oran et Constantine, avec près de 650 000 habitants dans son agglomération en 2009, L'agglomération englobe les villes d'El Bouni, El Hadjar et Sidi Amar, qui forment à présent une véritable couronne autour de la ville d'Annaba et dont les liens avec cette dernière sont de plus en plus denses. La ville s'est considérablement développée depuis l'implantation de l'usine d'El Hadjar (à une dizaine de kilomètres au sud) qui draine de la main d'œuvre de toute la région.

La ville d'Annaba comptait 247 701 habitants en 1998 (Recensement général de la population et de l'habitat) et son agglomération 359 657 (avec El Bouni 111 956 habitants en 1998). Si l'on y inclut El Hadjar, et Sidi Amar dont les extrémités tendent à se rejoindre, c'est près de 500 000 personnes qui appartiennent au "Grand Annaba".<sup>9</sup>

**-Occupation humaine du littoral :** D'après le service communal-recensement 2008 et la direction de planification et d'aménagement du territoire de la wilaya d'Annaba, (tableau 04), (Figure 21)

**Tableau 04** : Répartition de la population de la région d'Annaba. (DCW Annaba 2021)

Commune	Population		
	Male ♂	Female ♀	Totale
Annaba	131.314	134.127	265.441
OuedEl-Aneb	12.508	12.070	24.578
Seraïdi	4.000	3.985	7.985
El-Bouni	69.039	68.324	137.363
Chetaibi	4.190	4.209	8.399



**Figure 21** : Carte représente les communes littorales de la wilaya d'Annaba.  
(Ramdani, 2018)

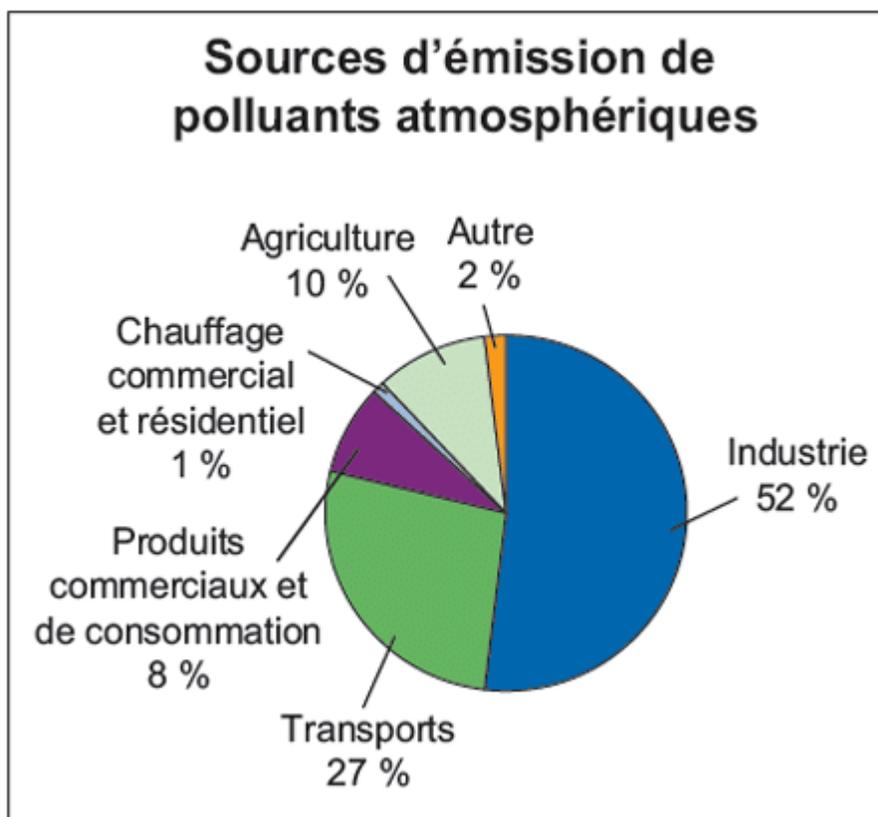
**-Phénomène de la littoralisation et Urbanisation** : La croissance industrielle dans la wilaya d'Annaba pendant les années 70, a conduit à un exode rural massif des populations vers celle-ci. Cet accroissement de la population dans les grandes

communes a provoqué l'extension des zones urbanisées. Les problèmes des terrains fonciers limités dans ces communes, aggravent celui du logement. Une politique des nouvelles cités lancées a pour objectif de contribuer à l'amélioration des conditions de vie pour la population. (Djorfi, 2012)

#### **1.1.7. Activités anthropiques et pollution :**

Parmi les causes de la pollution à Annaba, nous citerons tout d'abord la pollution atmosphérique ; on ne peut se limiter à une définition unique de la pollution de l'air dite atmosphérique. Celle-ci désigne l'introduction par l'homme dans l'atmosphère et les espaces clos de substances qui ont des effets néfastes de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels et à provoquer des nuisances olfactives excessives. (Istrate et Banica, 2016 ; Mitreski et *al.*, 2016)

La pollution atmosphérique est la dégradation de la qualité de l'air que génèrent les activités humaines. Ce type de pollution peut avoir une origine naturelle par l'émissions volcaniques, plantes produisant des pollens, foudre, etc.... ou lié à une activité humaine (industrie, transport, agriculture par l'utilisation d'engrais azotés, des pesticides et les émissions animale, incinération des déchets (Figure 22). S'y ajoutent les produits commerciaux et de consommation, le chauffage commercial et résidentiels, et également l'utilisation (dans les espaces clos) de produits d'entretien : colles de moquette, certains meubles en agglomérés, les activités domestiques comme le bricolage, etc. tous ces produits peuvent dégager des polluants. La Figure numéro deux montre clairement les causes de la pollution atmosphérique.



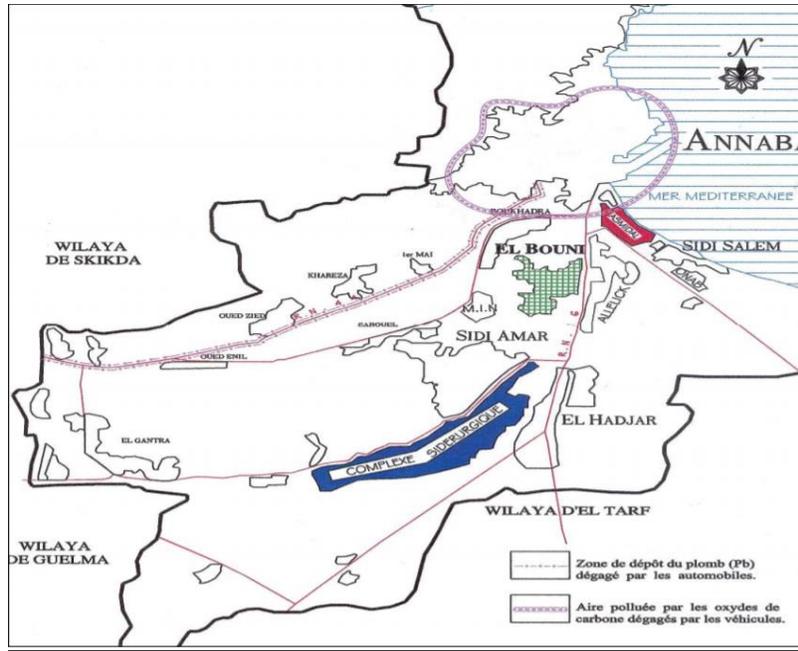
**Figure 22** : Sources de la pollution atmosphérique. (PDAU Annaba ,2017)

Ensuite, l'industrie qui occupe une superficie assez importante de l'ordre de 2.295ha, soit 5% de l'ensemble des terrains urbanisés. Elle est donc omniprésente, incontournable et disséminée à travers les différents centres urbains. L'industrie est à l'origine d'émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés. (Upadhyay *et al.*, 2016)

Le complexe sidérurgique d'El-Hadjar (Figure 23) est situé à 07 km de l'agglomération d'Annaba, le complexe sidérurgique d'ElHadjar occupe une superficie d'environ 800 ha considérée parmi les riches terres agricoles de la plaine d'Annaba. Ce complexe comprend cinq unités :

- unité MPF pour la production de la fonte,
- unité PPL pour la production des produits plats,

- unité PLG pour la production des produits longs,
  - unité TSS pour la production des tubes sans soudure,
  - unité STC comprenant les ateliers centraux et les générateurs d'énergies.
- (Mebirouk, 2007)



**Figure 23** : Localisation des complexes industriels d'Annaba.

### 1.1.8. Biodiversité :

La connaissance de la biodiversité marine est un préalable à sa conservation Et à sa protection. Cette connaissance englobe les aspects qualitatifs et taxonomiques mais aussi la compréhension des composantes les plus remarquables ou/et les plus menacées de cette biodiversité. (Grimes, 2011)

L'Algérie est un pays avec une face maritime s'étalant sur 1200 Km. L'étude de la flore algale d'Algérie a fait l'objet d'un certain nombre de travaux (Tebbal, 2011). Les premières études remontent à la fin du 19ème siècle auxquelles se sont ajoutées celles de Perret Boudouresque et Séridi (1989). En regroupant tous les taxons et stades

d'algues signalés sur les côtes Algériennes (d'Ouest en Est), plus de 468 taxons ont été inventoriés à partir de la compilation des travaux anciens et récents sur la communauté algale de l'Algérie. (Séridi, 2007). La biodiversité marine algérienne est considérée parmi les plus élevées du bassin méditerranéen. (Grimes et *al.*, 2004)

Selon l'étude des macrophytes du golfe d'Annaba, on a pu enregistrer la présence de trois groupes d'algues : les Chlorophycées (avec 15 espèces), *les Rhodophycées* (avec 33 espèces), *les Phéophycées* (avec 20 espèces) et une Phanérogame représentée par une espèce : *Posidoniaoceanica*. Parmi ces espèces, deux sont invasives pour la méditerranée : *Caulerparacemosa* et *Asparagopsisarmata* . (Aouissi et *al.* ,2013)

### **1.2. Méthodologie :**

**1.2.1 Présentation des sites étudiés :** Le choix des sites étudiés se fait en fonction de certains critères pouvant influencer la distribution des déchets sur la côte tels que la disponibilité des « parking » et les habitations (urbanisation).

#### **1.2.1.1. Station (1) Plage Vidro 'Kattara' :**

Plage Levée de l'Aurore (S1) Cette station se situe dans la zone Est de la ville d'Annaba à 36° 54' 40'' Nord et 07° 46' 30'' Est (Figure 24). Il s'agit d'une plage de baignade recevant les déversements urbains des quartiers d'Annaba Est. Cette plage est concernée par le phénomène de boues qui recouvrent le sable parfois sur 20 cm de profondeur alors que vers l'intérieur, le sable est complètement remplacé par la terre qui le colore en rouge brun et sur lequel poussent des herbes sauvages. (Chaouch et *al.*, 2007)

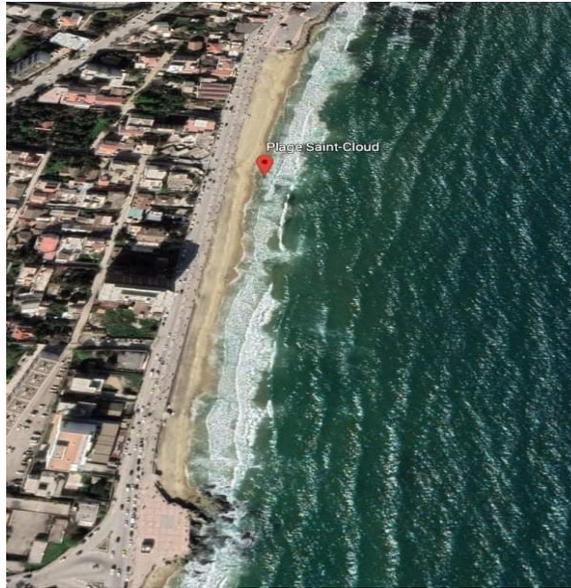


**Figure 24** : Station (1) Plage Des Juifs (Vidro). (Google earth, 2021)

#### **1.2.1.2. Station (2) Rezgui Rachid ‘Plage Saint Cloud’:**

La deuxième station est la plage Rezgui Rachid ex Saint Cloud (Figure 25) qui est située dans le centre de la ville à  $36^{\circ} 54' 59''$  Nord et  $07^{\circ} 46' 10''$  Est et qui exposée à toute sorte de pollution surtout urbaine, et donc les eaux de cette station se composent d’eaux de pluie, d’eaux usées du tissu urbain et des rejets directs de polluants surtout des visiteurs et des restaurants qui bordent la plage.

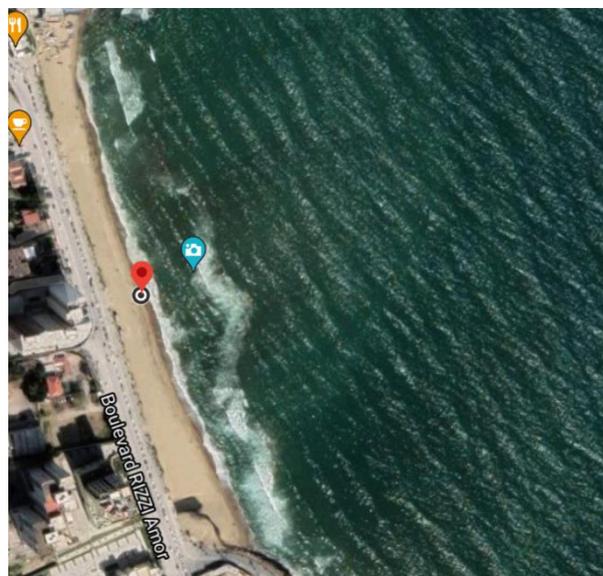
Cette plage reçoit, sans traitements préalables, les rejets urbains des quartiers centre et ouest d’Annaba et les eaux de pluie. On a remarqué sur cette plage l’apparition du phénomène de dépôt de boue qui recouvre pratiquement la moitié du rivage.



**Figure 25** : Station (2) Rezgui Rachid ‘Plage Saint Cloud’

**1.2.1.3. Station (3) Plage Rizi Amor ‘Chapuis’ :**

A l’ouest de Rezgui Rachid à  $36^{\circ} 55' 22''$  Nord et  $07^{\circ} 45' 56''$  Est, elle reçoit les déversements de plusieurs quartiers ouest d’Annaba (Figure26). (Chaouch et al, 2007)



**Figure26:** Station (3) Plage Rizi Amor ‘Chapuis’. (Google earth, 2021)

## 1.2.2. Prélèvement et échantillonnage :

### 1.2.2.1 Traçage de la ligne de dépôt la plus proche de la mer :

On trace un premier transept parallèle au trait de côte (Costa et *al.*, 2009) : 100 m de longueur et 1m de largeur. Il a été matérialisé et délimité à l'aide d'un fil et de bâtons. (Figure 27) (Une ligne de dépôt fraîche, partiellement humide et renouvelée rapidement).



**Figure 27** : Traçage de la ligne de dépôt la plus proche de la mer. (Labadla et Souaissid, 2021)

### 1.2.2.2. La ligne médiane (souvent situées à mi- plage) :

Le deuxième transect perpendiculaire à la côte est mis en place sur les plages (Bravo *et al.* 2009). La longueur de ce second transect dépendant de la largeur des plages échantillonnées, variant entre X m et Y m de long. (Figure 28)



**Figure 28** : Traçage de la ligne médiane. (Labadla et Souaissid, 2021)

### 1.2.2.3. La ligne haute :

Située sur le haut de plage, Ces deux dernières lignes renferment des dépôts apportés par le vent et la houle notamment lors d'événements de sur-côtes. Ce matériel peut rester plusieurs mois sur ces lignes hautes. (Figure 29)



**Figure 29 :** Traçage de la ligne haute. (Labadla et Souaissid, 2021)

Pour les plages n'offrant pas 100M de longueur : On procède sur les trois lignes de la mer méditerranée :

- Ligne de dépôt la plus proche de la mer. Ligne intermédiaire. Ligne Haute.
- Placement du quadra (de **50 cm** de côté) selon le transect tracé. Les quadras ont été mis en place de façon systématique tous les 10 m.

#### **1.2.2.4. Placement du quadra :**

12 quadras (de 50 cm de côté) ont été disposés aux croisements de 3 lignes de dépôt parallèle à la mer et de 4 transepts perpendiculaires à la mer. (Figure 30)

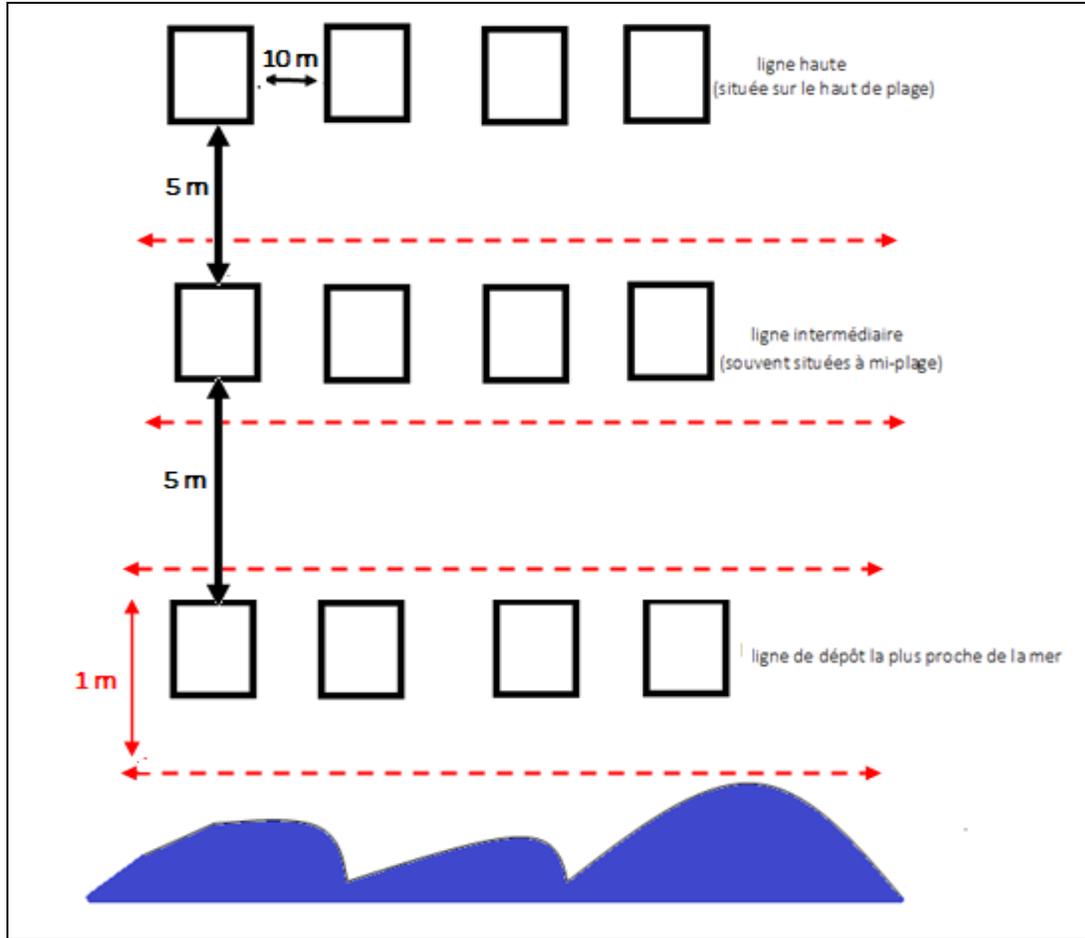


Figure 30 : Dispositif de l'échantillonnage.

Placement du quadra (de 50 cm de côté) selon le transect tracé (Figure 31)



**Figure 31** : Placement du quadra. (Labadla et Souaissid, 2021)

#### **1.2.2.5. Tri et filtrage des déchets :**

À l'intérieur de ces quadras les macros et les mésos déchets ont été récoltés dans des sachets en plastiques étiquetés qui porte la date, la ligne et le site échantillonné. Tri et filtrage des différents déchets de chaque quadra sont mentionné sur une fiche technique. (Figure 32) en plus les trois premiers centimètres de sédiment de chaque quadra sont prélevés à l'aide d'une truelle métallique et ensuite transféré dans des contenants divers avant traitement au laboratoire (Hidalgo-Ruz et *al.*, 2012), pour

l'identification des micro déchets qui a été assuré par le deuxième groupe.  
( Bencheikh et Chiheb)



**Figure 32 :** Tri et filtrage des déchets. (Labadla et Souaissid, 2021)

#### 1.2.2.6. Comptage et pesé :

La quantification des macro-déchets et des déchets plastiques (bouteilles, bouchons, sacs en plastiques et différents objets) se fait par comptage *in situ* par Quadra. Le traitement statistique consiste en la comparaison des différents déchets d'un même site, et entre les divers prospectés. (Figure 33).



Figure 33 : Comptage et pesé des déchets. (Labadla et Souaissid, 2021)

# *Résultats Et* *Discussion*



**Résultats et Discussion :**

Notre étude menée pour analyser l'état de pollution des trois plages Vidro, Saint cloud et Chapuis basé sur la collecte des macros déchets afin d'évaluer la quantité et la qualité de chaque station. Les résultats révèlent une distribution qualitative et quantitative hétérogène des déchets dans les stations.

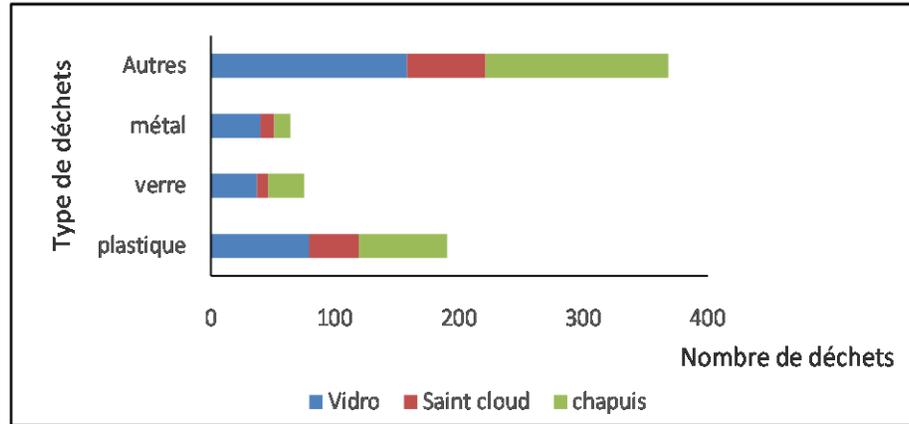
**1.1. Distribution spatiale des macros déchets :**

Les résultats de l'échantillonnage montrent que le nombre des débris plastiques au niveau de chaque plage est très variable. Cette variabilité est représentée par la quantité et le type des déchets. (Tableau 05)

**Tableau 05 :** La qualification spatiale des 3 types de macros déchets dans les stations « Vidro, Saint cloud, Chapuis » en 2021.

	Plastique		Verre		Métal		Autre	
	/u	/kg	/u	/kg	/u	/kg	/u	/kg
Vidro	79(max de bouteille)	1388.5	37	1971.8	40	1487.3	158	3091.1
Saint cloud	40	753.1	9	119.8	11	366.9	63(max b.v)	290.5(max b.v)
Chapuis	71	503.3	29	1496.1	13	286	147(max b.v et cigarette)	553.5(max b.v)

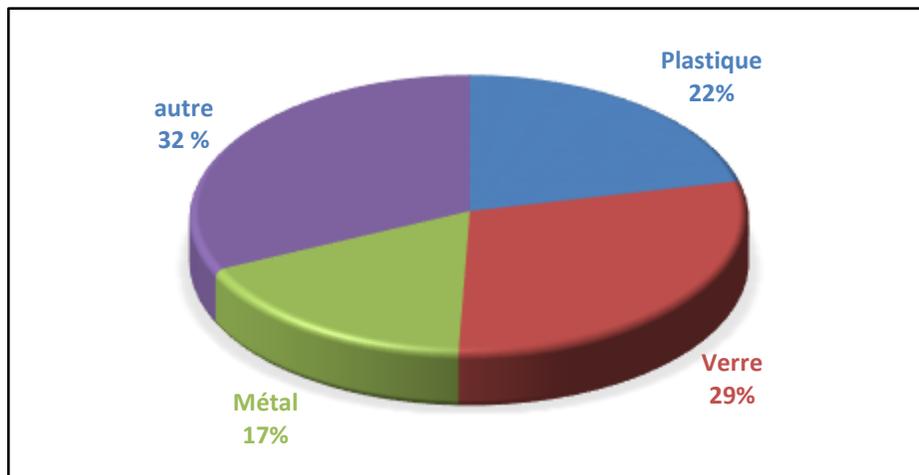
Les résultats présentés dans le tableau 1, montrent qu'au niveau des plages de Chapuis et de Saint cloud, on trouve un maximum des débris végétaux avec respectivement 290.5 Kg et 553.5 Kg. Par contre dans lors d'une opération d'échantillonnage à la plage Vidro, on a noté un maximum de bouteilles avec 1388.5 Kg. (Figure 33)



**Figure 34 :** Représentation de la répartition du nombre des déchets.

### 1.1.1. Etudes quantitative des déchets :

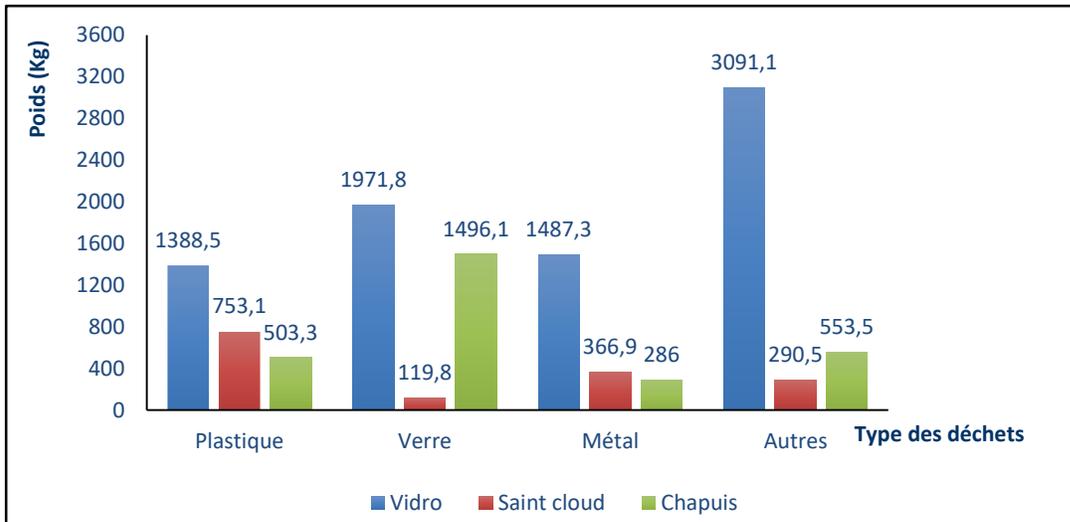
Le pourcentage calculé de la quantité totale des déchets est estimé à 12307,9 Kg et réparti entre les trois plages. Les résultats montrent que la quantité de déchets divers (autre) dominant avec un pourcentage de 32 %, suivi par le verre avec 29%, le plastique avec 22% et le métal avec la plus faible quantité de 17%. (Figure 34)



**Figure 35 :** Représentation de la quantité des types des déchets.

**1.1.2. Distribution spatiale des macros et méso déchets en fonction du poids :**

Les résultats d'échantillonnages révèlent une remarquable variation concernant le poids des différents types des déchets où le poids maximal enregistré est de 3091.1 Kg de déchets divers (autre) au niveau de la plage Vidro, par contre le poids minimal est de 119.8 Kg de verre enregistré au niveau de la plage Saint cloud. (Figure 35)



**Figure 36 :** Représentation graphique de la répartition spatiale des macros déchets dans les trois stations.

**1.1.3. Distribution spatiale des déchets en fonction de la plage :**

Les résultats nous montrent que la plage de Vidro est la plus contaminé par une quantité des macros déchet de divers types avec 7938,7Kg, puis la plage de Chapuis avec un poids de 2838.9 Kg et la plage de Saint Cloud caractérisé par le plus faible poids avec 1530.3 Kg. Le poids total au niveau des trois plages réunies est de 12307,9 Kg.

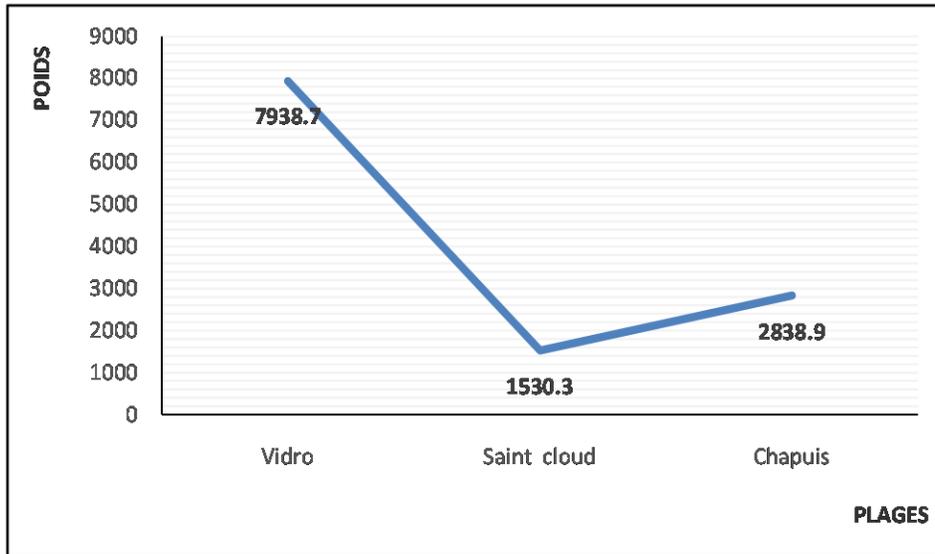


Figure 37 : Représentation graphique de répartition des déchets selon les plages.

**1.2. Catégories des macros et mésosdéchets :**

Les résultats nous révèlent l’existence de 32 types de déchets répartis en quatre catégories de macros déchets : 11 types de plastique, 6 types de métal, 4 types de verre, et 11 types de déchets divers. (Tableau 06)

Tableau 06 : La présence des déchets en fonction des plages : Beaucoup +++ (+10), Moyennement ++ (5 ; 10), Rare + (1 ; 5).

Types de déchets		Station		
		Plage 1 "Vidro"	Plage 2 "Saint cloud"	Plage 3 "Chapuis"
Plastique	Sacs	++	++	++
	Bouteilles	+++	++	++
	Bouchons	+++	+	++
	Emballage alimentaire	+++	++	+++
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc	++	++	+++
	Filet de pêche	+	+	+
	Ligne de pêche	-	+	-

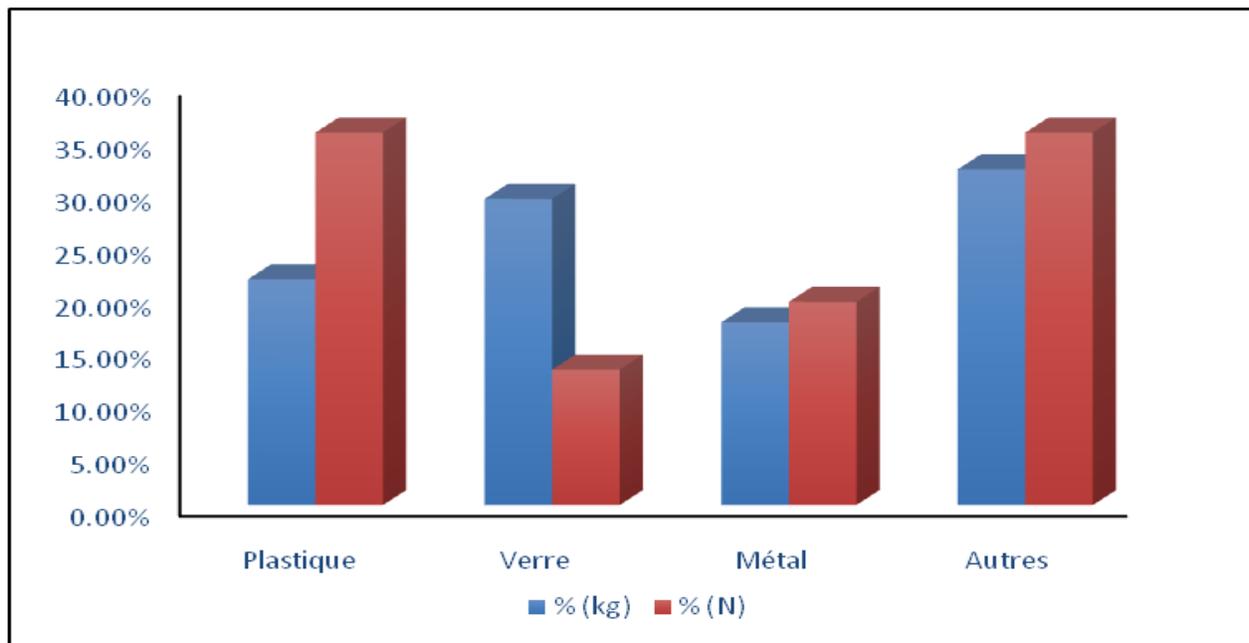
	Autres liés à la pêche (pot, flotteur, ect)	-	+	+
	Corde/bande de cerclage	-	+	-
	Autres	+	+	+
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)	+	+	+
Métal	Canettes	+++	++	++
	Autres boites de conserves/emballage	+	+	+
	Contenant de taille moyenne (de peinture, pétrole, produits chimiques)	+	+	+
	Cable	+	-	+
	Autres liés à la pêche (hameçons, des lances, etc) (préciser)	+	-	-
	Autres	+	+	-
Verres/ Céramiques	Bouteilles	++	+	+
	Morceaux de verre	+++	+	+++
	Jarres en céramique	++	+	+++
	Gros objets (préciser)	-	-	-
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)	++	+	++
	Cordes naturelles	+	-	+
Bois traité (palette, caisse, etc)		+++	+++	+++
Papier et carton		+++	+++	+++
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )		+++	+++	+++
Produits alimentaires		++	++	+
Polystyrène		+++	+	+
Cigarette		+++	+++	+++
Charbon		+	-	+
Bougies		-	+	-
Masque		-	-	+

Le tableau ci-dessus montre aussi une phénologie hétérogène entre les trois plages, où à la plage de Vidro on trouve la présence de 8 types de catégories de plastique, 6 types de métal, 3 types de verre et 9 types des déchets divers.

Dans la plage de Saint Cloud on trouve tous les types : de 11 plastiques, 4 pour le métal, 3 pour le verre et 8 types des déchets divers. Cependant dans la plage de Chapuis on remarque 9 types de plastique, 4 types de métal, 3type de verre et 8 types des déchets divers.

### 1.3. Différences enregistrées entre le nombre et le poids des déchets :

Les résultats obtenus durant cet échantillonnage montrent que le nombre des déchets est nécessairement synchrone avec leurs poids ce qui est représenté dans la (Figure 38) où le nombre des catégories de plastique est de 11 par contre leur poids est de 2644,9 Kg et le verre compte 4 catégories qui pèsent 3587,7 Kg. Quant au métal, il compte de 6 catégories avec un poids de 2140,2 Kg, enfin le nombre des autres déchets et est de 11 et leur poids est de 3935,1 Kg. (Tableau 07)



**Figure 38 :** Représentation graphique de différences de pourcentages entre le nombre et le poids des déchets.

**Tableau 07 :** Différence entre le nombre et le poids des macros déchets des trois plages.

Type de déchets	Poids (Kg)	%	Nombre	%
Plastique	2644,9	21,50%	11	35,48%
Verre	3587,7	29,15%	4	12,90%
Métal	2140,2	17,39%	6	19,35%
Autres	3935,1	31,97%	11	35,48%

Les différences relevées en comparant le nombre et le poids des débris pourraient s'expliquer par les propriétés des déchets qui sont étroitement liées à leur structure chimique et à leurs différences de densité qui pourrait ainsi influencer le poids des déchets.

#### **1.4. Les fiches techniques des sorties :**

##### **- Les fiches de station 1 plage Vidro :**

Date de prélèvement: 01-03-2021

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs							
	Bouteilles		*	Max				
	Bouchons		*****		5		79	
	Emballagealimentaire		***	*****	11			56
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc							
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres		*		1		2	
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants,			*	1			9

	bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes		*	*****	13		62	789
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable			**	2			14
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/ Céramiques	Bouteilles		*		1		14	
	Morceaux de verre							
	Jarresencéramique			**	2			268
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)		**	***	5		92	32
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)		**	**	4		77	48	
Papier et carton		**	***	5		23	22	
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )		*	**	3			35	
Indéterminés								
Produitsalimentaires		*	***	4		5	97	
Polystyréne								
Cigarette		**	****	6				0,9

Date de prélèvement : 09-03-2021

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets	
Plastique	Sacs					15	114
	Bouteilles		*	****	5		
	Bouchons		*	***	4		
	Emballagealimentaire		*	*****	6		

	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc							
	Filet de peche		*		1			
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres		*		1			
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)	*			1	0,9		
Métal	Canettes							
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre	**	*	*	4	7	1	21
	Jarresencéramique							
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)							
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)		*		1		7		
Papier et carton		**	**	4		61	6	
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )		*****	*****	15	1	25	14	
Indéterminés								
Produitsalimentaires								
Polystyréne		*		1		1		
Cigarette		***	**	5		1	1	

Date de prélèvement : 15-03-2021

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets	
Plastique	Sacs						
	Bouteilles						
	Bouchons			1	1		
	Emballage alimentaire/ médical		**		2		
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		*	*	2	7	10
	Filet de peche						
	Ligne de pêche						
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect						
	Corde/bande de cerclage						
	Autres						
Caoutchouc	Pneus						
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)						
Métal	Canettes		*	*	2	9	45
	Autres boites de conserves/emballage			**	2		12
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)			*	1		
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)						
	Cable						
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)		*		1	2	
	Autres (aluminium)						
Verres/ Céramiques	Bouteilles						
	Morceaux de verre			*	1		9
	Jarres en céramique						
	Gros objets (préciser)						
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)						
	Gros morceaux (tapis, métales)						
	Cordes naturelles						
Bois traité (palette, caisse ,etc)			***** *	****	10	5	31
Papier et carton			*	**	3	0,1	0,6

Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )	*	*****		6	1	4	
Indéterminés							
Produitsalimentaires							
Polystyrène		***	**** *	8		2	4
Cigarette	*	*	***	5	0,1	0,2	1
charbon		*	**			16	96

Date de prélèvement : 29.03.2021

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs	*		*	2	5		3
	Bouteilles							
	Bouchons							
	Emballagealimentaire							
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc							
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes	*			1	0,3		
	Autres boîtes de conserves/emballage			**	2			3
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/	Bouteilles							

Céramiques	Morceaux de verre	****			4	1.3		
	Jarres céramique							
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)		*		1		500	
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)		****	*	*	6	10	20	22
Papier et carton				****	4			12
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )		max				269		
Indéterminés								
Produits alimentaires				***	3			69
Polystyrène								
Cigarette				*	1			0.9

Date de prélèvement : 05-04-2021

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs	**		*	3	19,5	98	269
	Bouteilles		**	*****	7			
	Bouchons	*		***	3			
	Emballage alimentaire		**	*	3			
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		**	*	3			
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)			*	1			650
Métal	Canettes		*	***	4		12	102
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							

	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable		*	1				20
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres		*	1				2
Verres/ Céramiques	Bouteilles		**	2				265
	Morceaux de verre	****	*	5	9	0,5		
	Jarresencéramique	***	*	4	28			6
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)		*	1		500		
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles		*	1				6
Bois traité (palette, caisse ,etc)			**	****	6		29	17
Papier et carton			**	2				0,7
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )			*	1				0,4
Indéterminés								
Produitsalimentaires			*	1		0,1		
Polystyréne								
Cigarette			***	*****	8		0,3	0,8

Date de prélèvement : 12-04-2021

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs		*	***	4	3	96	612
	Bouteilles	*	***	*	5			
	Bouchons		****	***	7			
	Emballagealimentaire	*	*		2			
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc			*	1			
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants,	*			1	0,9		

	bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes	**		***** *	8	28		309
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)							
	Cable		*		1		66	
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)			*	1			12
	Autres							
Verres/ Céramique s	Bouteilles		*	***	4		75	105 0
	Morceaux de verre	**	*	*****	7	1	12	130
	Jarresencéramique	**	*		3	55	19	
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)			*	1			500
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)			***** *	**	7		10	206
Papier et carton			*		1		4	
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )	***** *	**			10	24	6	
Indéterminés								
Produitsalimentaires			*		2		12	
Polystyréne	**		*		3	0,1		0.4
Cigarette	***	****	***		10	0,1	0.4	0.3

**- Les fiches de station 2 plage Saint cloud :**

Date de prélèvement: 09-03-2021

Site d'étude : Saint cloud

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs					75	30	
	Bouteilles		*	*	2			
	Bouchons		*		1			
	Emballagealimentaire	*	*		2			5
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		*	**	3			
	Filet de peche							
	Ligne de pêche		*					
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage		*		1		162	
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)			*	1		50	
Métal	Canettes			*	1		64	
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres (aluminium)			*	1		0,8	
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre							
	Jarresencéramique							
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/	(Vêtements, chaussures)							
	Gros morceaux (tapis,							

fibres naturelle	métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)								
Papier et carton		**	*****	*****	17	20	49	18
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )		*	****	*	6	3	2	2
Indéterminés								
Produitsalimentaires								
Polystyrène								
Cigarette			**		2		1	

Date de prélèvement : 15-03-2021

Site d'étude : saint cloud

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs							
	Bouteilles							
	Bouchons							
	Emballagealimentaire/ médical		*		1		1	
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc			**	2			0,9
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)			*	1			0,3
Métal	Canettes	**			2	28		
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)	*			1	0,9		
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable							

	Autres liés à la pêche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres (aluminium)							
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre							
	Jarres en céramique							
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)							
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)		max	*	*	max		1	5
Papier et carton								
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )		max	*	*	max		0,5	0,1
Indéterminés								
Produits alimentaires								
Polystyrène								
Cigarette		max		*	max		0,1	

Date de prélèvement : 29.03.2021

Site d'étude : saint cloud

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets(g)		
Plastique	Sacs	*			1	2		
	Bouteilles							
	Bouchons			*	1			0,9
	Emballage alimentaire							
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc							
	Filet de pêche							
	Ligne de pêche							
	Autres liés à la pêche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
Autres			*	1			0,3	
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes							

	Autres boites de conserves/emballage						
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)						
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)						
	Cable						
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)						
	Autres						
Verres/ Céramiques	Bouteilles						
	Morceaux de verre						
	Jarrescéramique						
	Gros objets (préciser)						
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)						
	Gros morceaux (tapis, métales)						
	Cordes naturelles						
Bois traité (palette, caisse ,etc)							
Papier et carton		*		*	2	12	0.3
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )							
Indéterminés							
Produitsalimentaires							
Polystyréne				*	1		0.7
Cigarette		*			1	0.2	
bougies		*			1	9	

Date de prélèvement : 05-04-2021

Site d'étude : saint cloud

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets	
Plastique	Sacs		*		1	115	
	Bouteilles		*		1		
	Bouchons		*		1		
	Emballagealimentaire						
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		**		2		
	Filet de peche						

	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect			**	2			10
	Corde/bande de cerclage		*		1			
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes							
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre							
	Jarresencéramique							
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)		*		1		9	
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)								
Papier et carton			*		1		9	
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )								
Indéterminés								
Produitsalimentaires								
Polystyréne			*		1		0,3	
Cigarette			****	*	5		1	0,1

Date de prélèvement : 12-04-2021

Site d'étude : saint cloud

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs	**		****	6	25		261

	Bouteilles		*	*	2	65		
	Bouchons			*	1			
	Emballage alimentaire		**	**	4			
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc	***			3			
	Filet de peche		*		1			
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes	*	*	**	4	13	59	176
	Autres boites de conserves/emballage		*	*	2		4	7
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres			*	1			15
Verres/ Céramiques	Bouteilles		*		1		55	
	Morceaux de verre	****			4	27		
	Jarres céramique	**	*		3	15	22	
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)							
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)	*		*	2	0,9		6	
Papier et carton		*	**	3		4	36	
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )	*			1	26			
Indéterminés								
Produits alimentaires		**	****	6		6	16	
Polystyréne								
Cigarette		***	****	7		0,9	0,5	

**- Les fiches de station 3 plage Chapuis :**

Date de prélèvement : 01-03-2021

Site d'étude : Rizgi omor " chapuis"

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets (g)			
Plastique	Sacs		*		1	11	106	6	
	Bouteilles	*	*		2				
	Bouchons								
	Emballage alimentaire	**		*	3				
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		*	***	4				
	Filet de peche		**		2				
	Ligne de pêche								
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect	*			1				
	Corde/bande de cerclage								
	Autres		*		1				
Caoutchouc	Pneus					0,5			
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)	*			1				
Métal	Canettes					4		10	
	Autres boites de conserves/emballage								
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)	*		*	2				
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)								
	Cable			*	1				5
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)								
	Autres								
Verres/ Céramiques	Bouteilles							6	
	Morceaux de verre			*	1				
	Jarres céramique								
	Gros objets (préciser)								
Tissus (Textiles)/ fibres	(Vêtements, chaussures)			*	1			0,5	
	Gros morceaux (tapis, métales)								
	Cordes naturelles								

naturelle								
Bois traité (palette, caisse ,etc)	**	**	**	6	34	6	1	
Papier et carton		*	***	4		3	0,9	
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )	**	****	***	9	90	11	10	
Indéterminés								
Produitsalimentaires		**		2		3		
Polystyréne		*		1		3		
Cigarette			**	2			0,7	

Date de prélèvement : 09-03-2021

Site d'étude : Rizgi omar " chapuis"

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets	
Plastique	Sacs			*	1	83	8
	Bouteilles		*		1		
	Bouchons		**	*	3		
	Emballagealimentaire/ médical		***	*	4		
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		***	*	4		
	Filet de peche		*		1		
	Ligne de pêche						
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect						
	Corde/bande de cerclage						
	Autres						
Caoutchouc	Pneus						
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)						
Métal	Canettes						
	Autres boites de conserves/emballage			**	2		5
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)						
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)						
	Cable						
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)						

	Autres (aluminium)							
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre	*****			5	21		
	Jarres/céramique		**		2		90	
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)		**		2		4	
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)			**	*	3		10	75
Papier et carton			*	*****	6		6	13
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )		*	*****		7	1	51	
Indéterminés								
Produits alimentaires								
Polystyrène								
Cigarette			**		2		0,2	

Date de prélèvement : 15-03-2021

Site d'étude : Rizgi omor " chapuis"

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs							
	Bouteilles	*			1	8		
	Bouchons	**			2			
	Emballage alimentaire	**			2			
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc	*	*		2		3	
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes							
	Autres boites de conserves/emballage							

	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre							
	Jarresencéramique			*	1			25
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)							
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
	Bois traité (palette, caisse ,etc)	*****	**	*****	13	31	0,5	4
	Papier et carton	*	***		4	0,9	11	
	Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )	****		*	5	12		0,4
	Indéterminés							
	Produitsalimentaires							
	Polystyréne							
	Cigarette	*****	****		10	3	1	
	Charbon	*			1	5		

Date de prélèvement : 29.03.2021  
Site d'étude :Rizgi omor " chapuis"

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs			*	1			1
	Bouteilles							
	Bouchons							
	Emballagealimentaire		*		1		0,3	
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc			*	1			
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							

	Autres lié à la pêche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)			*	1			0.8
Métal	Canettes			*	1			5
	Autres boites de conserves/emballage			*	1			29
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)							
	Cable							
	Autres liés à la pêche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/ Céramiques	Bouteilles							
	Morceaux de verre							
	Jarres céramique	****	*		5	106	10	
	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)							
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles		*	*	2		3	0.9
Bois traité (palette, caisse ,etc)		**	*****	7			0.2	14
Papier et carton								
Autres à préciser ( débris végétaux , Algues )	****	*	*	6	6	0.5	0.3	
Indéterminés								
Produits alimentaires		*		1			0.4	
Polystyrène								
Cigarette	*		*	2	0.2			0.2
masque		*		1			2	

Date de prélèvement : 05-04-2021

Site d'étude :Chapuis

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs	*			1	5		

	Bouteilles	*	*		2	16	53
	Bouchons	*		*	2		
	Emballagealimentaire		**	*	3		
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc			*	1		
	Filet de peche	*			1		
	Ligne de pêche						
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect						
	Corde/bande de cerclage						
	Autres						
Caoutchouc	Pneus						
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)						
Métal	Canettes	*		**	3	16	56
	Autres boites de conserves/emballage						
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)						
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil éclectiques)						
	Cable						
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)						
	Autres						
Verres/ Céramiques	Bouteilles						
	Morceaux de verre	***			3	1,3	
	Jarresencéramique	**	*		3	32	0,9
	Gros objets (préciser)						
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)						
	Gros morceaux (tapis, métales)						
	Cordes naturelles						
Bois traité (palette, caisse ,etc)	**		***** *	10	0,2	26	
Papier et carton			***	3		21	
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )	***** *			11	49		
Indéterminés							

Produits alimentaires							
Polystyrène		*		1			0,1
Cigarette	****	** *	*	8	0,6	0,2	0,1

Date de prélèvement : 12-04-2021

Site d'étude : Rizgi omor " Chapuis"

types de déchets		L1	L2	L3	Nombre total	Poids des déchets		
Plastique	Sacs		**	***	5	22	65	116
	Bouteilles	*	*	*	3			
	Bouchons	*	**		3			
	Emballage alimentaire	****	*	**	7			
	Objets en plastique dur ( Caisse, conteneur, tube, cendrier, couvercle, etc		**	***	5			
	Filet de peche							
	Ligne de pêche							
	Autres lié à la peche (pot, flotteur, ect							
	Corde/bande de cerclage							
	Autres							
Caoutchouc	Pneus							
	Autres (gants, bottes/chaussures, etc)							
Métal	Canettes		**	*	3		100	56
	Autres boites de conserves/emballage							
	Contenant de taille moyenne ( de peinture, pétrole, produits chimiques)							
	Gros objets métalliques (baril, pièces de machines, appareil électiques)							
	Cable							
	Autres liés à la peche (hameçons, des lances, etc) (préciser)							
	Autres							
Verres/ Céramiques	Bouteilles		*		1		46	
	Morceaux de verre	**			2	0,9		
	Jarres en céramique	****		**	6	1000		157

	Gros objets (préciser)							
Tissus (Textiles)/ fibres naturelle	(Vêtements, chaussures)			*	1			487
	Gros morceaux (tapis, métales)							
	Cordes naturelles							
Bois traité (palette, caisse ,etc)								
Papier et carton								
Autres à préciser ( débrisvégétaux , Algues )		max	*****	***	max	32	5	0.3
Indéterminés								
Produitsalimentaires								
Polystyrène								
Cigarette		max	***	*****	max		0,9	1

# *Conclusion*



Le suivi de la pollution par les macro-mésos déchets et l'échantillonnage effectué au niveau des trois plages échantillonnées (Vidro, Saint cloud et Chapuis) de la côte d'Annaba, a permis d'évaluer une quantité énorme de 12307,9 Kg des déchets répartis entre plastique, verre, métal et déchets divers. Le tri des échantillons nous a permis de recenser 31 catégories de déchets entre les quatre types précédant. Ces résultats indiquent révèlent une pollution importante, irréversible atteignant des zones où leur présence était peu suspectée.

On peut dire que la pollution par les macros-mésos déchets représente un véritable problème sur certaines plages d'Annaba. Les activités anthropiques sont la cause de la présence de ces déchets dont la grande majorité est rejetée par la mer, en plus de ceux laissés sur place par les promeneurs et les divers utilisateurs de ces plages. Cette pollution est à l'origine d'une dégradation paysagère pour des sites de loisirs à haute valeur touristique, sans compter de graves conséquences sur l'environnement côtier et la santé des riverains.

A cet effet et pour protéger notre littoral et pour préserver notre environnement pour les générations futures, les autorités doivent adapter des stratégies actives en urgence, et appliquent les lois de protection de l'environnement et des préventions qui garantissent la solution viable et la bonne gestion du littoral dans le contexte actuel.

## **Résumé :**

Les rejets des déchets solides sur nos plages constituent une véritable plaie qui dégrade la beauté des paysages. La production de macro-méso déchets (plastique, verre, métal, etc....) est directement liée aux croissances démographiques et économiques de la région. A cet effet, dans le cadre de l'étude d'évaluation de la pollution marine du littoral Est algérien par le plastique : (méso et macro-plastiques), nous avons étudié les macros-mésos déchets de ce littoral, à travers une prospection de 3 sites (les plages Vidro, Saint cloud et Chapuis), pour un diagnostic qualitatif et quantitatif, durant deux les deux de Mars et Avril.

Notre démarche méthodologique basée sur la collecte des macros et mésos déchets, a permis d'évaluer la quantité et la qualité des laisses de mer rejetées dans chaque site.

Les résultats révèlent une distribution qualitative et quantitative hétérogène des déchets dans les 3 stations, et l'existence de 32 types de macro-mésos déchets répartis en quatre catégories : 11 types de plastique, 6 types de métal, 4 types de verre, et 11 types de déchets divers. La quantité de déchets divers domine avec un pourcentage de 32 %, suivi par le verre (29%), le plastique (22%) et le métal avec la plus faible quantité (17%). La plage Vidro est la plus polluée avec 7938,7Kg de déchets tous types confondus suivis de la station Chapuis avec un poids de 2838.9 Kg.

Cette pollution pourrait à court terme, atteindre de façon significative tout l'écosystème côtier et la biodiversité marine et la santé des usagers de ces espaces récréatifs. Des campagnes de sensibilisations devraient donc être menées, pour éveiller les consciences citoyennes et l'application de la législation en vigueur s'avère nécessaire pour garantir une bonne gestion du littoral dans le contexte actuel.

**Mots-clés :** Déchets solides, macro-déchets, méso-déchets, pollution, plages, Annaba, Littoral est algérien.

**ملخص:**

يعتبر تصريف النفايات الصلبة على شواطئنا وباءً حقيقياً يحط من جمال المناظر الطبيعية. يرتبط إنتاج النفايات الكبيرة والمتوسطة (البلاستيك والزجاج والمعادن وما إلى ذلك) ارتباطاً مباشراً بالنمو الديموغرافي والاقتصادي للمنطقة. لهذا الغرض، ضمن دراسة تقييم التلوث البحري للساحل الجزائري الشرقي بالمواد البلاستيكية: (المواد البلاستيكية المتوسطة والكبيرة)، درسنا النفايات الكبيرة و المتوسطة لهذا الخط الساحلي، من خلال التنقيب في 3 (شواطئ فيدرو، سانت كلاود و شابي) للتشخيص النوعي والكمي ، خلال شهري مارس وأبريل. مواقع

نهجنا، القائم على جمع النفايات الكبيرة والمتوسطة، جعل من الممكن تقييم كمية ونوعية المقاوود البحرية التي يتم تفرغها في كل موقع.

كشفت النتائج عن تباين في التوزيع النوعي والكمي للنفايات في المحطات الثلاث، ووجود 32 نوعاً من النفايات الكبيرة والمتوسطة مقسمة إلى أربع فئات: 11 نوعاً من البلاستيك، و 6 أنواع من المعادن، و 4 أنواع من الزجاج، و 11 نوعاً من النفايات المتنوعة. وتهيمن كمية النفايات المتنوعة بنسبة 32٪ يليها الزجاج (29٪) والبلاستيك (22٪) والمعدن بأقل كمية (17٪). يعد شاطئ فيدرو الأكثر تلوثاً حيث بلغ 7938.7 كغ من النفايات بجميع أنواعها ، تليها محطة شابي بوزن 2838.9 كغ.

يمكن لهذا التلوث على المدى القصير، أن يصل بشكل كبير إلى النظام البيئي الساحلي والتنوع البيولوجي البحري وصحة مستخدمي هذه المناطق الترفيهية. لذلك ينبغي القيام بحملات توعية ، لزيادة الوعي بين المواطنين وتطبيق التشريعات المعمول بها ضروري لضمان الإدارة الساحلية الجيدة في السياق الحالي.

**الكلمات المفتاحية:** نفايات صلبة ، نفايات كبيرة ،نفايات متوسطة، تلوث ، شواطئ ، عنابة ، ساحل شرق الجزائر.

**Abstract:**

The discharge of solid waste on our beaches is a real plague that degrades the beauty of the landscapes. The production of macro-meso waste (plastic, glass, metal, etc.) is directly linked to the demographic and economic growth of the region. For this purpose, as part of the assessment study of marine pollution of the eastern Algerian coast by plastic: (meso and macro-plastics), we studied the macros-mesos waste of this coast, through a prospection of 3 sites (the Vidro, Saint Cloud and Chapuis beaches), for a qualitative and quantitative diagnosis, during two of the two of March and April.

Our methodological approach, based on the collection of waste macros and mesos, has made it possible to assess the quantity and quality of sea leashes discharged at each site.

The results reveal a heterogeneous qualitative and quantitative distribution of waste in the 3 stations, and the existence of 32 types of macro-meso waste divided into four categories: 11 types of plastic, 6 types of metal, 4 types of glass, and 11 various types of waste. The amount of miscellaneous waste dominates with a percentage of 32%, followed by glass (29%), plastic (22%) and metal with the lowest amount (17%). Vidro beach is the most polluted with 7938.7 Kg of waste of all types, followed by Chapuis station with a weight of 2838.9 Kg.

This pollution could in the short term significantly affect the coastal ecosystem and marine biodiversity and the health of users of these recreational areas. Awareness campaigns should therefore be carried out to raise awareness among citizens and the application of the legislation in force is necessary to guarantee good coastal management in the current context.

**Keywords:** solid waste, macro waste, meso waste, pollution, beaches, Annaba, the coast of eastern Algeria.

**Webographie :**

<sup>1</sup> : <https://www.cercle-recyclage.asso.fr/images/stories/pdf2/vade-mecum/vade-mecum-chap4.pdf>

<sup>2</sup> : <https://www.cancer-environnement.fr/93-Traitements-des-dechets-et-risques-associes.ce.aspx>

<sup>3</sup> : <https://fr.oceancampus.eu/cours/Sqw/pollution-marine-les-oceans-la-poubelle-du-monde>

<sup>4</sup> : <https://fr.oceancampus.eu/cours/GHa/la-pollution-plastique-et-locean#:~:text=Flottant%20à%20la%20surface%2C%20tapissant,marines%2C%20en%20entravant%20leur%20mobilité.&text=C'est%20aussi%20le%20cas,les%20plastiques%20avec%20leur%20nourriture>

<sup>5</sup> : <https://www.greenpeace.fr/pollution-oceans-limpact-plastiques/#:~:text=Entre%2060%20et%2080%20%25%20des,et%20les%20oiseaux%20de%20mer>

<sup>6</sup> : <https://allodocteurs.africa/dz/actualites/environnement/en-algerie-la-mer-sombre-sous-un-torrent-de-plastique>

<sup>7</sup> : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Annaba.html>

<sup>8</sup> : <http://www.dcwannaba.dz/index.php/2016-02-05-13-45-09/2016-02-05-13-46-42#top>

**Références Bibliographiques :**

- **ADAM R G; LOHMANN R; FERNADES L.A; MACFARLANE J.K; GSCHEWD P.M;** 2007- Polyethylene devices: passive samplers for measuring dissolved hydrophobic organic compounds in aquatic environments. *Environnement Science Technologie*, 41, 1317-1323.
- **AKACEM, A. B.**(2016). Gestion des déchets solides ménagers dans le cadre du développement durable. adrar: Doctoral dissertation, université ahmed draya-adrar.
- **ALLESSIA,E.etal.**2018.PollutionplastiqueenMéditerranée.Sortonsdupiège.WWF InitiativeMarine MéditerranéenneRome,Italie, 28p.
- **ANDRADY, A.** (2011). Microplastics in the marine environment. . *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596-1605.
- **Andrady, A. L.** (2017). The plastic in microplastics: A review.
- **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.
- **ANONYME 2,** 2012- Direction de la pêche et des ressources halieutiques, rapport sur la salubrité du port de pêch .
- **ANONYME,** 1996. Etude d'extension du port de la pêche de Stora. Avant projet sommaire. Rapport, juillet, 1996: 13 p.
- **AOUISSI M .,** 2018 **ECOLOGIE ET VALORISATION CHIMIQUE DES MACROPHYTES DU GOLFE D'ANNABA, ALGÉRIE.** Laboratoire Bioressources Marines Annaba. P: 06.
- **Ayada, M., Amira, A. B., Ritima, A.,** 2018. Distribution of the *Tripos* species (dinoflagellata) from Annaba Bay (Southwestern Mediterranean Sea). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 12(2): 40-50.
- **Balet.J.M.** (2014). op cit. p 10.
- **BECKERS, J.M., BRASSEUR, P. & NIHOUL, J.C.J.** 1997. Circulation of the western Mediterranean sea: from global to regional scales. *DeepSeaResearch II*, 44, 3-4: 531-549.

- **BECKERS, J.M., BRASSEUR, P. & NIHOUL, J.C.J.** 1997. Circulation of the western Mediterranean sea: from global to regional scales. *Deep Sea Research II*, 44, 3-4: 531-549.
- **BELSHER, T. & HOULGATTE, E.** 2000. Etude des sédiments superficiels marins des herbiers à phanérogames et des peuplements à *Caulerpa taxifolia* de Menton au cap d'Ail. *IFREMER*, 43 p.
- **BENAROUS, a.**( 12-09-2019). Pollution des plages de moustaganem par les déchets plastiques ( bouteilles et bouchons). mostaganem, algérie: université Abdelhamid Ibn Badis mostaganem.
- **BENETTE O;** 2010- continent of rubich :section science and environnement p
- **BENZOHRA, M.** 1993. Les structures hydrodynamiques le long des côtes algériennes. *In: Workshop sur la circulation des eaux et pollution des côtes méditerranéennes du Maghreb*, INOC, Izmir: 33-46.
- **Bernal, M. P., Navarro, M. A., Sanchez-Monedero, M. A., Roig, A., Cegarra, J.,** 1998. Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. *Biochem. Soil Biol.*, 30 (3): 305-313.
- **BOUDOUAYA.F.Z.** (2011). op cite.
- **BORLOO JEAN-LOUIS,** 2009. Bleu des engagements du Grenelle de la Mer. le plan politique
- **BOWMER, T. K.** (2010). Proceedings of the GESAMP International Workshop on microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the ocean. Paris: UNESCO-IOC.
- **BROWNE, M. A.** (2010). Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. . *Environmental Science and Technology* 44, 3404-3409.
- Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie 2014 ..(AND, 2014 ) (page 12-16-21)
- **CARR, S. A.** (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Res.* 91, 174-182.

- **Castaneda, R. A.** (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence river sediments. . Can. J. Fish. Aquat. Sci. 71, 1767-1771.
- **Chaouch R. et Djebbar A. B.** (2007). « Déchets solides globale d'origine urbaine encombrant les plages du littoral d'Annaba ». Publication synthèse soumise.
- **Chitsan, L.,** 2008. A negative-pressure aeration system for composting food wastes. Bioresour. Technol., 99: 7651–7656.
- **Claessens, M. M.** (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. Mar. Pollut. Bull. 62, 2199-2204.
- **Cole, M. L.** (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. Mar. Pollut. Bull. 62, 2588-2597.
- **Cole, M. M.** (2016). Microplastics Alter the Properties and Sinking Rates of Zooplankton Faecal Pellets. Environ. Sci. Technol. 50, 3239-3246.
- **Cózar, A. E.-G.-L.-d.-L.-d.-P.** (2014). Plastic debris in the open ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111, 10239-10244.
- **Critchell, K. &.** (2016). Modelling accumulation of marine plastics in the coastal zone; what are the dominant physical processes? Estuar. . Coast. Shelf Sci. 171, 111-122.
- **DCW Annaba ,**2021 : Direction du Commerce de la Wilaya de Annaba .
- **Derbal F.,** 2007. L'ichtyofaune des côtes de l'est algérien. Ecologie de 4 téléostéens (*Diplodus cervinus cervinus* ; *Diplodus puntazo* ; *Scianena umbra* ; *Epinephelus costae*) et contribution à la biologie du sar tambour, *Diplodus cervinus cervinus*(Lowe, 1838). Thèse doctorat ès sciences. Université Badji Mokhtar (Annaba-Algérie), 178p, annexes.
- **Derraik, J. G.** (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Mar. Pollut. Bull. 44, 842-852.
- **Djemaci, B.** (2012). La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité . france: Doctoral dissertation, Université de Rouen).
- **DJORFI S.,** 2012. Analyse, approche de gestion et de réhabilitation des sites pollués de la région de Annaba, Nord-est algérien. UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR – ANNABA p: 10.

- **Dris, R. G.** (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment? *Mar. Pollut. Bull.* 104, 290-293.
- **Eriksen, M. M.** (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Mar. Pollut. Bull.* 77, 177-182.
- **Fendall, L. S.** (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Mar. Pollut. Bull.* 58, 1225-1228.
- **Fischer, E. K.** (2016). Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments – A case study on Lake Bolsena and Lake Chiusi (central Italy). *Environ. Pollut.* 213, 648-657.
- **Free, C. M.** (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Mar. Pollut. Bull.* 85, 156-163.
- **Frère, L. P.-P.** (2017). Influence of environmental and anthropogenic factors on the composition, concentration and spatial distribution of microplastics: A case study of the Bay of Brest (Brittany, France). *Environ. Pollut.* 225, 211-222.
- **Galgani F., Burgeot T., Bocquene G., Vincent F. & Leaute J. P.**, 1995a. Abundance of debris on the continental shelf of the Bay of Biscaye and in the Seine Bay. *Mar. Pollut. Bull.* 30, 58–62. (doi:10.1016/0025-326X(94)00101- E).
- **Galgani F., Leaute J. P., Moguedet P., Souplet A., Verin Y., Carpentier A., Goraguer H., Latrouite D., Andral B., Cadiou Y., Mahe J. C., Poulard J. C. and Nerisson P.**, 2000. Litter on the Sea Floor Along European Coasts. *Marine Pollution Bulletin* 40(6):516-527. (doi:10.1016/S0025-326X(99)00234-9).
- **Gallagher, A. R.** (2016). Microplastics in the Solent estuarine complex, UK: An initial assessment. *Mar. Pollut. Bull.* 102, 243-249.
- **Gasper, J. D.** (2014). Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River. *Environ. Pollut.* 195, 163-166.
- **Godden B.**, 1995. La gestion des effluents d'élevage. Techniques et aspect du compostage dans une ferme biologique. *Revue de l'Écologie*, 13: 37.

- **GORDON, D.** (2006). Eliminating Land-based Discharges of Marine Debris in: " California: A Plan of Action from The Plastic Debris Project". Californie: California State Water Resources Control Board.
- **Grimes, S.**(2011).- Biodiversité Marine En Algérie : Crise Des Taxonomistes Et Enjeux De L'activité En Réseau. In Cndrb. Biodiversité Des Côtes Algériennes. Bulletin Du Centre National De Développement Des Ressources Biologiques, Numéro Spécial. Cndrb, Ate, 9-17.
- **Grimes, S., Boutiba, Z., Bakalem, A., Bouderbala, M., Boudjellal, B., Boumaza, S., Boutiba, M., Guedioura, A., Hafferssas, A., Hemida, F., Kaïdi, N., Khelifi, H., Kerzabi, F., Merzoug, A., Nouara, A., Sellali, B., Sellali-Merabtine, H., Semroud, R., Seridi, H., Taleb, M.Z. & Touahria, T.** (2004).- Biodiversité marine Et Côtière Algérienne. Isbn 9961-9547-O-X. Ouvrage Domicilié Au Laboratoire « Réseau De Surveillance Environnementale ». Univ. Es Sénia, Oran (Algérie), 361.
- **H. Mebirouk, F. Boubendir-Mebirouk, W. Hamma.,** 2007 Principaux acteurs de la pollution dans l'agglomération de Annaba. Effets et développements.
- **Hafidi M.,**2011: Biodégradation des déchets organiques par la filière du compostage; atouts et limites. Communication scientifique, Colloque scientifique sur la gestion et la valorisation des déchets solides des villes Africaines, Lomé (Togo), 30 mai au 1er juin 2011.
- **HENRY Maryvonne Mai** 2010., Direction Prospective et Stratégie Scientifique , - RST.DOP/LER-PAC/10-09 Pollution du milieu marin par les déchets solides : Etat des connaissances Perspectives d'implication de l'Ifremer en réponse au défi de la Directive Cadre Stratégie Marine et du Grenelle de la Mer.
- **HIDALGO-RUZ V; GUTOW L; THOMPSON C. et 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.

- **HOCINI, N. & MAMI, M.** 1991. Application des traceurs radioactifs à l'étude de l'ensablement du nouveau port de Skikda. Rapport préliminaire: méthodes et résultats sédimentologiques. C.D.T.N. 84p.
- **Imhof, H. K.** (2013). Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles. *Curr. Biol.* 23, R867-R868.
- **Imhof, H. K.** (2017). Spatial and temporal variation of macro-, meso- and microplastic abundance on a remote coral island of the Maldives, Indian Ocean. *maldives: Mar. Pollut. Bull.* 116, 340-347.
- **Isobe, A. K.** (2014). Selective transport of microplastics and mesoplastics by drifting in coastal waters. *Mar. Pollut. Bull.* 89, 324-330.
- **Istrate M., Banica A.** (2016), recent dynamics of air pollution from thermal power plants – evidence from Romania, Bulgaria and Greece, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 17(3): 831–839.
- **Ivar do Sul, J. A.** (2009). Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). *Mar. Pollut. Bull.* 58, 1236-1238.
- **Kedzierski, M.** (2017). pollution du milieu littoral par les microplastiques: Méthodes d"evaluation. lorient, france: Université Bretagne loire.
- **LCHF,** 1976. Extension du port d'Annaba. Etude générale des conditions naturelles dans le Golfe (synthèse finale du LCHF), 50 p.
- **Leslie, H. A.** (2014). Review of Microplastics in Cosmetics.
- **Liebezeit, G. &.** (2012). Microplastics in beaches of the East Frisian islands Spiekeroog and Kachelotplate. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 89, 213-217.
- **LITHNER, D. L.** (2011). Environmental and healthhazardranking and assessment of plastic polymersbased on chemical composition. *science of the total environment* (Vol. 409).
- **Long, M. M.** (2015). Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: Impact on their respective fates. *Mar. Chem.* 175, 39-46.

- **Loubersac L.**, 1982. Pollution par macrodéchets du littoral français. Méthodologie. Etat de référence. CNEXO. Ministère de l'environnement. 96 p.
- **Macfadyen, G., Huntington, T., & Cappell, R.** (2009). Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (No. 523). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- **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.
- **Mason, S. A.** (2016). Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environ. Pollut.* 218, 1045-1054.
- **MECHIECHE.Z.** (2019, 03 19). Tout savoir sur les déchets en Algérie – Partie 1 –. Récupéré sur Mains vertes: <https://mainsvertes.org/2019/03/19/tout-savoir-sur-les-dechets-en-algerie-partie-1/>
- **MERSEL Hanane et OUARMIM Yasmina ;**2013., ABONDANCE ET REPARTITION DES DEBRIS PLASTIQUES AU NIVEAU DES PLAGES DE BEJAIA. UNIVERSITE A.MIRA – BEJAIA
- **Mitreski K., Toceva M., Koteli N., Karajanovski L.** (2016), Air quality pollution from traffic and point sources in Skopje assessed with different air pollution models, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 17(3): 840–850.
- **MOORE, C.** (2008). MOORE, CHARLES. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. s.l.: environmental research, Vol. 108. (Vol. 108). s.l.: environmental research, Vol. 108.
- **Moore, C. J.** (2001). A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre. . *Mar. Pollut. Bull.* 42, 1297-1300.
- **Moreira, F. T.** (2016). Small-scale temporal and spatial variability in the abundance of plastic pellets on sandy beaches: Methodological considerations for estimating the input of . microplastics. *Mar. Pollut. Bull.* 102, 114-121.

- **Mounia Aouissi \***, **Hocine Frehi** and **Farid Derbal**,2013: Université Badji Mokhtar Annaba, Laboratoire Bioressources Marines.
- **NOWPAP**. (2007). Twelfth Intergovernmental Meeting of the Northwest Pacific Action plan .
- **Ounissi, M., Frehi, H.**, 1999. Variabilité du microphytoplancton et des Tintinnidae (Protozoaires Ciliés) d'un secteur eutrophe du Golfe d'Annaba (Méditerranée Sud Occidentale). Cahiers Biologie Marine, 40: 141-153.
- **Outéndé T.**,2016 Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zeamays L. Var. Ikenne*) et de la tomate (*Lycopersicum esculentum L. Var. Tropimech*) sous deux régimes hydriques au Togo. UNIVERSITE DE LOME, 30.
- **Peter G. Ryan, Charles J. Moore, Jan A. van Franeker et Coleen L. Moloney**. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. . Philosophical Transactions of the Royal Society B:Biological Sciences, 364, 1999-2012.
- **PlasticsEurope**. (2013). Plastics – the Facts. An analysis of European latest plastics production, demand and waste data.
- **PlasticsEurope**. (2016). Plastics - the Facts. An analysis of European plastics production, demand and waste data.
- **POITOU** ; 2004- Les macro-déchets : une gestion publique empirique, Etude du littoral de la région Provence Alpes Côte d'Azur. Thèse de doctorat, Université Aix Marseille.
- **Richard C. Thompson, Ylva Olsen , Richard P. Mitchell, Anthony Davis , Steven J. Rowland ,Anthony GT Jean ,Daniel McGonigle ,Andrea E. Russell** . 2004. LostatSea: whereis all the plastic. Science, 304, 838.
- **RAMDANI Izzeddine**, 2018. Évaluation des déchets marins dans la côte algérienne Campagnes d'échantillonnage des déchets côtiers Wilaya de Annaba. Direction de l'Environnement de la Wilaya de Annaba.

- **RAYAN P.G ; MOORE C.J; VAN FRANKER J.A. et MOLONEY C.L ;** 2009- Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B:Biological Sciences*, 364, 1999-2012.
- **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.
- **Ryan, P. G.** (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364, 1999-2012.
- **Saadani, S. &.** (2002). Comportement des bétons à base de granulats recyclés .Constantine: Université Mentouri Constantine.
- **Salem DAHECH et Abdallah SAIHIA ,**POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET BRISE DE MER À ANNABA (NORD-EST DE L'ALGÉRIE) : CAS DE L'OZONE ET DU DIOXYDE DE SOUFRE. Université de Paris (Paris Diderot), UMR PRODIG ; Laboratoire SYFACTE (Université de Sfax). Campus Paris Rive Gauche, Site Olympe de Gouges, 75013 Paris, France.
- **Sanchez, W. B.-M.** (2014). Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: Preliminary study and first evidence. *Environ. Res.* 128, 98-100.
- **Smith, J.M.B.** 1991, Tropical drift disseminules on southeast Australian beaches. *AustralianGeographicalStudies*, vol. 29(2), pp. 355-369.
- **Sruthy, S. &.** (2017). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. *Pollut.* 222, 315-322.
- **Thompson, C. J. Moore, F. S. vom Saal and S. H. Swan.** 27 July 2009. 'Plastics, the environment and human health' compiled by R. C. Volume 364 Issue 1526
- **Upadhyay P., Srivastava V.** (2016), Carbon sequestration: Hydrogenation of co2 to formic acid, *Present Environment and Sustainable Development* 10(2): 13-34.

- **VAISSIERE, R. & FREDJ, G.** 1963. Contribution à l'étude de la faune benthique du plateau continental de l'Algérie. Bull. Inst. Océanogr. Monaco, Vol. 60. 1272, 83 p, 5 cartes.
- **Vianello, A. B.** (2013). Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. .italy: Estuar. Coast. Shelf.
- **VIEL G** ; 2013- Valorisation des coproduits marins : Perspectives et développement dans la valorisation des coproduits marins. Centre de recherche pour la biothechnologie marines, p3.
- **Wilcox, C., Van Sebille, E., & Hardesty, B. D.** (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(38), 11899-11904.
- **YVES L** ; 1974- Les nouveaux mythes : pollution et environnement In Tiers-Monde. tome 15 n°57. Pouvoir, mythes et idéologies. Pp 253-265.
- **Zhang, K. S.** (2016). Microplastic pollution of lakeshore sediments from remote lakes in Tibet plateau, China. .china : Environ. Pollut. 219, 450-455.
- **Zhao, S. Z.** (2014). Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System, China: First observations on occurrence, distribution. Mar. Pollut. Bull. 86, 562-568.