



Faculté SNV-STU / Département d'Ecologie et Environnement

Laboratoire de recherche: valorisation des actions de l'homme pour la protection de  
l'environnement et applications en santé publique

## *Mémoire*

Présenté par

**KAOUADJI YAHIA**

pour l'obtention du diplôme de

**Master en Ecologie et environnement**

**Spécialité : Ecologie**

**Thème**

**Vers une meilleure gestion et valorisation  
des déchets plastiques dans la commune de  
Tlemcen : Cas des bouteilles d'eau**

Soutenu le 18 juin 2020, devant le jury composé de :

Présidente	Mme BOUKLI HACENE Samira	M.C.A.	Université de Tlemcen
Examineur	M. BETTIOUI Réda	M. A. A.	Université de Tlemcen
Encadreur	Mme ABDELLAOUI Karima	Pr	Université de Tlemcen

Session Juin 2020

# Remerciements

*Je remercie Allah Le-Tout-Puissant qui m'a donné le courage, la santé et la patience nécessaires pour achever ce mémoire dans des bonnes conditions.*

الحمد لله

*Tout d'abord, je voudrais exprimer ma sincère gratitude à mon encadreur Mme ABDELLAOUI née HASSAINE Karima Professeur à l'université de Tlemcen pour ses compétences scientifiques, sa disponibilité et ses qualités humaines, ses conseils et les discussions fructueuses, ainsi que pour l'inspiration.*

*Je tiens à remercier sincèrement et particulièrement les membres du jury ; Mme BOUKLI HACENE Samira M.C.A. à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider ce jury et Mr BETTIOUI Réda maître assistant M.A.A. à l'université de Tlemcen qui a bien voulu accepté d'examiner mon mémoire.*

*Mes remerciements s'adressent également aux personnels et aux enseignants du département de sciences de la vie et de la terre /Université Abou bekr belkaid Tlemcen.*

*Un remerciement sans limites, plein d'amour et d'affection à mes parents Nacera et Zakaria qui m'ont soutenu depuis des années et pendant toute ma vie.*

*Un grand Merci à l'ensemble de ma famille, à mes deux sœurs Niama et Meriem, à ma femme et à mes amis(es) pour tout ce qu'ils m'ont apportés dans ma vie.*

*Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à toute personne qui m'a apportée aide et soutien pour l'élaboration de ce modeste mémoire.*

# Sommaire

*Remerciements*

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

*Liste des abréviations*

**Introduction** ..... 1

**Chapitre 1 : Synthèse bibliographique** ..... 4

1.1 Définition ..... 4

1.2 Le plastique dans le monde ..... 5

1.3 Les différents types de plastiques ..... 7

1.4 Propriétés physicochimiques du plastique ..... 8

1.5 Quelles classifications des déchets plastiques ..... 11

1.6 Origine du plastique des bouteilles ..... 12

1.6.1 Origine de la matière première ..... 12

1.6.2 Origine des bouteilles en plastique ..... 13

1.7 Le déchet plastique ..... 14

1.8 Influences et dangers du plastique ..... 16

1.8.1 Sur la santé humaine ..... 16

1.8.2 Sur la vie terrestre ..... 17

1.8.3 Sur la vie marine ..... 17

1.9 Types et méthodes de la dégradation du déchet plastique ..... 21

1.9.1 Biodégradation ..... 21

1.9.2 Dégradation par la lumière (photo dégradation) ..... 22

1.9.3 Dégradation par l'eau (hydrolyse) ..... 23

**Chapitre 2 : Matériel et méthodes** ..... 25

2.1 Site d'étude ..... 25

2.1.1 Situation géographique du site d'étude ..... 25

2.1.2 Contexte climatique ..... 26

2.1.3 Contexte démographique ..... 27

2.2 Méthodes de collecte des données ..... 29

2.2.1 Elaboration du questionnaire ..... 29

2.2.2 Méthode de sondage ..... 29

2.2.3	Elaboration de la base des données .....	29
2.2.4	Traitements des données .....	30
<b>Chapitre 3 : Résultats et discussion .....</b>		<b>32</b>
3.1	Caractéristiques de la population échantillonnée .....	32
3.1.1	Répartition de la population échantillonnée par commune .....	32
3.1.2	Nombre de personnes par ménage.....	33
3.2	Estimation des quantités de déchets bouteilles générés par les ménages.....	34
3.2.1	Mode de consommation de l'eau potable.....	34
3.2.2	Résultats des pesées.....	35
3.2.3	Quantités de déchets générées.....	36
3.3	Evaluation des connaissances .....	37
3.3.1	Sur l'origine du plastique des bouteilles .....	37
3.3.2	Sur la quantité des déchets générés .....	38
3.3.3	Sur le tri sélectif des déchets de bouteilles.....	39
3.3.4	Sur le devenir du déchet plastique.....	40
3.3.5	Sur la nuisibilité du déchet plastique.....	41
3.3.6	Sur la durée de dégradation de la matière plastique .....	42
3.4	Discussion .....	42
<b>Conclusion générale.....</b>		<b>53</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>		<b>56</b>
<b>Annexes.....</b>		<b>62</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Différents types de plastiques et leurs densités.

Tableau 2 : Les propriétés et les applications par type de plastique

Tableau 3 : Classification des différents plastiques, leur recyclage (ou non) et leur nocivité (Source : labocalitude.fr Le Plastique, c'est Toxique !)

Tableau 4: Températures moyennes mensuelles et des précipitations moyennes mensuelles et annuelles (Selon les données de la station météo de Zenata période 1980-2015 ONM 2016)

Tableau 5 : Répartition du nombre de personnes par ménage

Tableau 6 : Calculs statistiques pour paramètre nombre de personne/ménage

Tableau 7 : Poids des bouteilles d'eau minérale en gramme

Tableau 8 : Quantités moyennes de déchets des bouteilles en plastique d'eau minérale (Chiffres arrondis)

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Chronologie et dates clés de l'histoire du plastique

Figure 2 : Production mondiale de plastique en millions de tonnes

Figure 3 : Production de plastique à usage unique à travers le monde en 2014

Figure 4 : l'accroissement de la consommation du plastique en Allemagne de 2005 à 2016)

Figure 5 : Top 10 des déchets aquatiques les plus fréquents selon Surfrider Foundation

Figure 6 : Principales étapes du procédé de fabrication et transformation du plastique (Source :  
Economie Géographie n°311 - 1994 : La plasturgie ?)

Figure 7 : Schéma général du processus de recyclage mécanique du plastique.

Figure 8 : Principaux macro-déchets en Iroise (Merki & Stuchtey, 2015).

Figure 9 : Les déchets récoltés en plages du littoral Atlantique

Figure 10 : les zones de déchets plastiques dans les océans avec photo (Lebreton, 2012)

Figure 11 : Estimation des quantités de plastique présentes dans plusieurs grandes zones

Figure 12 : Interférence potentielle entre microplastiques et la pompe à carbone

Figure 13 : Cours d'eau de l'estero de Magdalena (Manille, philippines) envahi par les détritiques  
(source : L'Obs)

Figure 14 : Mécanisme général de la biodégradation des plastiques d'après Müller (2004).

Figure 15 : Localisation géographique du site d'étude

Figure 16 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson, station de Tlemcen (ONM)

Figure 17. Répartition des sujets échantillonnés par commune (en pourcentage)

Figure 18 : Mode d'utilisation des eaux embouteillées

Figure 19 : Réponse sur l'origine du produit plastique des bouteilles d'eau

Figure 20 : Réponse à la quantité de déchets rejetés dans la nature

Figure 21 : Réponse sur le tri sélectif des déchets bouteilles en plastique

Figure 22 : Réponse sur le devenir des déchets bouteilles en plastique

Figure 23 : Réponse sur la nuisibilité des déchets bouteilles en plastique

Figure 24 : Réponse au tri sélectif des déchets bouteilles en plastique

Figure 25 : Première route construite par le Pr RAJAGOPALAN VASUDEVAN à base de son  
mélange bitume-plastique

Figure 26 : Photos des étapes de tri dans une usine de fabrication textile

Figure 27 : Photo d'usine de recyclage des bouteilles plastiques à dentis Turin (Valorplast 2010)

Figure 28 : Photo d'usine de fabrication de tissu polyester (source : Valorplast 2010)

Figure 29 : Photo représentant le fourreau (1) et la vise (2) (Valorplast 2010)

Figure 30 : Moules et contrôle à l'usine (Valorplast 2010)

Figure 31 : Photo d'usine Ecopost de fabrication de poteaux (cartier womens initiative)

Figure 32 : Photo de paillettes d'emballages en PET (source : citeo.com)

Figure 33 : Photo des panneaux d'isolation prêts à la commercialisation (Alsace 20)

Figure 34 : Schéma ligne d'extrusion de film à plat (selon l'institut supérieur de plasturgie)

Figure 35 : Photo prise dans l'usine d'impression 3D Oran de fabrication de visières (aps.dz)

## LISTE DES ABREVIATIONS

PET : Polyéthylène téréphtalate

PIB : Produit intérieur brut

PE : Polyéthylène

PEBD : Polyéthylène basse densité

PEHD : Polyéthylène haute densité

PP : Polypropylène

PS : Polystyrène

PVC : Polychlorure de vinyle

PC : polycarbonate

L'And : Agence Nationale des Déchets

PNUAD : plan-cadre des Nations unies pour le développement

PROGDEM : Programme National pour la Gestion intégrée des Déchets Ménagers

DSM : déchets solide ménagers

PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement

PNAEDD : plan national d'action environnementale et du développement durable

PNGDS : Plan national de gestion des déchets spéciaux :

MATE : ministre des aménagements des territoires et environnement

g/hab/j : gramme/habitant/jour

IFP : Institut français du pétrole

OSPAR : Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-est

WWF : World Wildlife Fund

Méd : Méditerranée

ONU : Organisation des Nations unies

L'Obs : magazine d'actualité hebdomadaire français

APS : Algérie presse service



# Introduction

La production mondiale de plastique est en constante augmentation. Elle a atteint 322 millions de tonnes en 2015 (Simon & Schulte, 2017), générant une des plus grandes pollutions à laquelle la planète fait face aujourd'hui car ils sont responsables de l'accroissement rapide d'un problème environnemental mondial dépassant clairement les frontières nationales et régionales. Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) admit dans plusieurs de ses rapports de 2014 et 2016, l'impact environnemental des plastiques en milieux marins et reconnaît la pollution plastique comme un problème grave d'envergure mondiale qui nécessite une réponse mondiale urgente.

La production de déchets solides en Algérie a connu une augmentation durant ces dernières années près de 9 millions de tonnes par an. Plus de 10% de déchets éliminés sont du plastique (Djemaci, 2011).

Les bouteilles d'eau en polyéthylène téréphtalate (PET) représentent l'un des déchets les plus répandus dans les décharges à ciel ouvert, dans les mers et les océans, avec un pourcentage près à 29% du total du plastique éliminé.

La production de déchets ne cesse d'augmenter suite à l'augmentation de la population et à la croissance économique. Ces quantités pourraient dépasser les 30 Millions de tonnes en 2025 (Djemaci, 2012). Il existe plus de 3000 décharges sauvages implantées sur le territoire national qui occupent une superficie de plus 4552 hectares, selon une enquête réalisée par les services du ministère de l'environnement (Djemaci, 2012).

Les déchets sous forme de bouteille (PET) représentent un danger majeur pour l'environnement ; ce danger peut influencer tous ses compartiments (eau, air, sols, flore et faune), comme ils peuvent affecter indirectement la santé humaine.

Avec une dégradation qui peut prendre plusieurs années et une forte résistante, le monde fait face aujourd'hui à la plus importante menace liée à la pollution par le plastique. En effet, le temps de la dégradation d'une bouteille plastique peut prendre de 450 jusqu'à 500 ans (Bennette, 2010), ce qui signifie que tous les déchets plastiques que nous produisons seront toujours présents dans notre environnement et l'environnement des 20 générations à venir. .

La dangerosité du produit plastique augmente en libérant des substances chimiques toxiques sous l'effet des rayonnements du soleil, les principaux substances toxique engendrées par la dégradation thermal sont : le dioxyde de carbone, l'acétaldéhyde, le benzoate de vinyle, l'acide téréphtalique, l'acide terephthaldehyde et des dimères linéaires (Holland et Hay, 2002).

La mauvaise gestion de ces déchets et la faible valorisation dû à un secteur fragile du recyclage en Algérie font que les bouteilles de plastique s'accumulent dans l'environnement et peuvent

altérer les écosystèmes terrestres et aquatiques, seulement 4000 tonnes sont récupérées alors que plus de 2 millions de tonnes d'emballage plastique produits en Algérie soit 0,0002% seulement (Djemaci, 2011).

Dans ce contexte, l'Algérie a élaboré en 2002 un Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD) qui a pour objectif de renforcer le cadre juridique, de mettre en place des capacités institutionnelles performantes, d'introduire des instruments économiques et financiers, d'améliorer la gouvernance environnementale. En 2001, deux programmes d'action ont été élaborés par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) : le programme national pour la gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEM) qui se focalise sur une nouvelle stratégie. Le second programme est le Plan National de Gestion des déchets spéciaux (PNGDES). Cette stratégie environnementale vise à améliorer la qualité de vie du citoyen en diminuant la production de déchets et de protéger l'environnement global (Djemaci et Ahmed-Zaid, 2011).

La présente étude est une contribution à une meilleure connaissance de la situation actuelle en matière de déchets plastiques issus de la consommation des bouteilles d'eau minérale de boisson. Cette étude à caractère quantitatif et qualitatif, repose sur l'usage d'un questionnaire établi selon deux volets : un premier portant sur le mode de consommation des eaux embouteillées et les quantités de déchets générés suite à cette consommation et le deuxième est consacré à une série de questions permettant d'évaluer l'état de connaissance de la population sur les conséquences de cette consommation.

Cette enquête destinée aux différents ménages de la ville de Tlemcen est réalisée au cours d'une période d'environ deux mois (janvier à mars). Elle a pour objectifs : (i) d'estimer les quantités de déchets de bouteilles d'eau en plastique générés les ménages, les communes, la ville de Tlemcen, la wilaya de Tlemcen et pour finir pour l'ensemble du pays ; (ii) d'évaluer l'état des connaissances en matière d'écogeste et d'écocitoyenté relative à la production, la gestion et la valorisation de ce type de déchets.

La structure de ce document est classique et se présente sous forme de 3 chapitres : (i) le première une synthèse bibliographique qui apporte une somme d'informations sur l'objet d'étude, son origine, ses caractéristiques, les menaces et la quantités produites ; (ii) le second est consacré à matériels et méthodes où sont précisés les caractéristiques géographique et climatiques du site d'étude et les méthodes de travail sur terrain et au laboratoire et (iii) le troisième chapitre englobe l'ensemble des résultats portant sur les estimations des quantités et les réponses fournies sur les connaissances en matière d'écogeste, suivis par une discussion avec proposition de quelques exemples de revalorisation du plastique dans le monde.

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

### 1. Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

#### 1.1 Définition

Le plastique constitue un terme générique pour nommer, en réalité, une famille de matières fabriquées à partir du pétrole. Le terme « Plastique » fait donc référence à un ensemble de matériaux synthétiques réalisés à partir d'hydrocarbures et formés par polymérisation, c'est-à-dire par une série de réactions chimiques déclenchées sur des matières premières organiques (contenant du carbone), principalement du gaz naturel ou du pétrole brut. Le type de polymérisation utilisé détermine les propriétés du produit : ils seront durs ou mous, opaques ou transparents, souples ou rigides.

Selon la définition du Petit Robert, le plastique ou « Matière plastique »: n.m. est une matière synthétique constituée de macromolécules et qui peut être moulée ou modelée. »

Le plastique est composé de polymères formés de plusieurs monomères qui représentent les molécules de base. Le styrène qui est le monomère de base du polystyrène se compose de 16 atomes, 8 hydrogènes et 8 carbones. Généralement ses monomères sont des dérivés du pétrole mais peuvent être d'origine naturelle comme le glucose qui forme la cellulose du coton (Lebreton, 2012).

Plusieurs monomères qui s'accrochent les uns aux autres chimiquement (avec plusieurs réactions en chaîne) permettent la formation d'une chaîne appelée macromolécule. Lorsque les chaînes s'accrochent les unes aux autres, on parle de polymères (la caractéristique d'un polymère est en relation avec le ou les monomères d'où il est issu, un monomère peut conduire à deux polymères mécaniquement différents) A cela, s'ajoute bien souvent des adjectifs aux polymères, chacun a une fonction différente comme les colorants et les pigments (puisque la majorité de polymères sont transparents à l'origine). Plus la chaîne est longue, plus son interaction avec d'autres chaînes est élevée et plus le plastique est solide (Aubry, 2010).

La fibre polaire est donc un dérivé du pétrole qui a pour nom aussi le polyéthylène téréphtalate ou PET. Il s'agit d'un polymère qui appartient à la famille des polyesters et qui sert à produire des bouteilles en plastique, des emballages de toute sorte et aussi à fabriquer des fibres textiles synthétiques et du rembourrage pour peluches et coussins (Aubry, 2010).

La figure 1 résume l'historique de fabrication de la matière plastique entre 1830 et 1955. Les principales matières plastiques ont été inventées durant cette période. Si le premier plastique a été fabriqué à base de matière naturelle (cellulose), les améliorations apportées par la suite étaient malheureusement appuyées sur l'ajout d'additifs toxiques. Les premières matières plastiques fabriquées étaient calquées sur l'ivoire et la soie et ne touchaient qu'un marché limité. Le secteur

a pris son essor après la seconde guerre mondiale avec la montée en puissance du PVC, ainsi très vite, les plastiques bon marché ont conquis la planète entière.

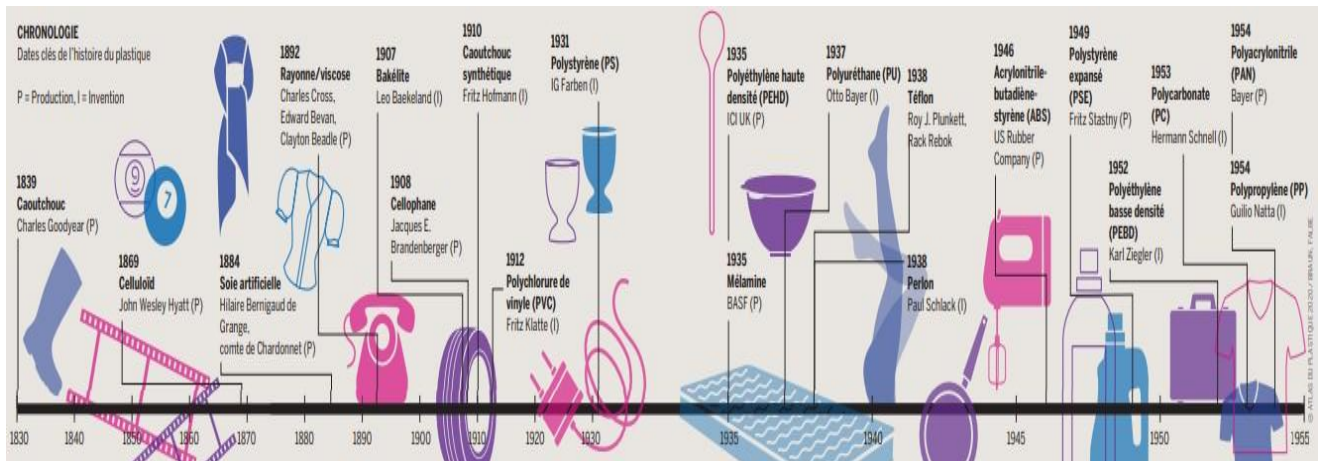


Figure 1 : Chronologie et dates clés de l'histoire du plastique

([www.https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique](https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique))

Le plastique est omniprésent dans notre vie quotidienne, il est devenu indispensable et à usage permanent car on le trouve dans toutes les chaînes de productions. Le PVC est devenu la matière plastique la plus utilisée dans le monde pour un grand nombre de produits domestiques et industriels. La consommation et la production de plastiques connaissent une accélération sans précédent : plus de la moitié de toutes les matières plastiques ont été fabriquées depuis 2005. Tirées du gaz de schiste américain, des multinationales visent plus de production dans l'espoir de commercialiser 40 % de matières plastiques en plus d'ici 2025.

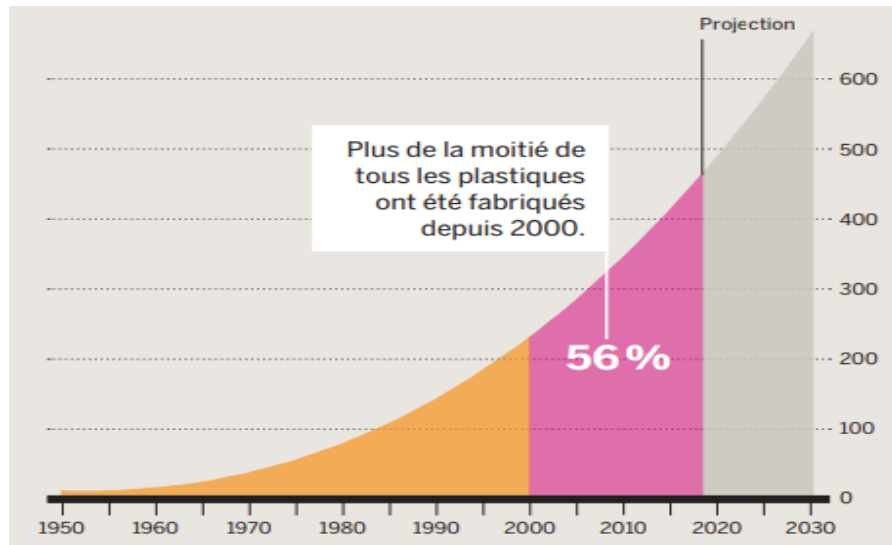
## 1.2 Le plastique dans le monde

Il y a une multiplicité de plastiques dans le monde et comme chacun d'entre eux possède ses propres caractéristiques, spécificités et propriétés (Godin, 2013). Entre 1950 et 2017, quelques 9,2 milliards de tonnes de plastique ont été produites, ce qui fait nettement plus d'une tonne par personne vivant actuellement sur la planète (De Pompignan & Albanel, 2014). En 2015, 407 millions de tonnes de plastique ont été produites à travers le monde. A l'échelle planétaire, on estime la production moyenne annuelle à plus de 400 millions de tonnes avec un accroissement conséquent au cours des 15 dernières années (Fig. 2).

Les emballages représentent plus du tiers de tous les plastiques produits. La problématique réside dans le fait que plus que la moitié se retrouve en déchets dans un temps très court des fois, comme les emballages à usage unique, plus de 40% sont jetés après un mois (De Pompignan & Albanel, 2014). En théorie, l'intégralité devrait être recyclée, mais la réalité est tout

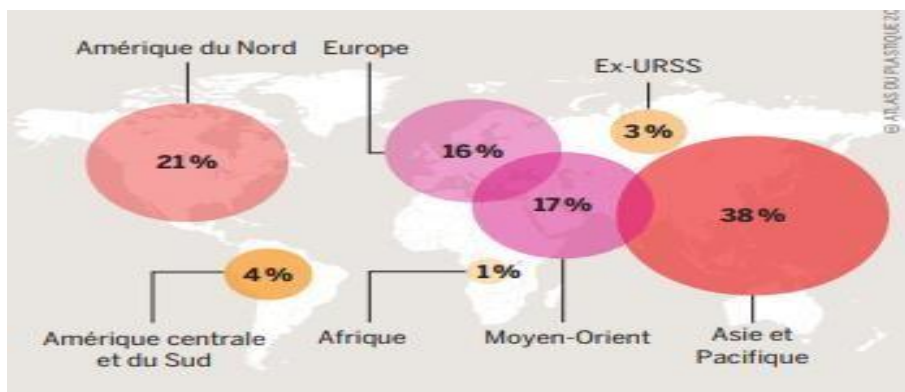
autre. La production des plastiques à usage unique qui contribuent largement dans la crise actuelle est proportionnelle à la taille de la population des pays dans le monde (Fig. 3).

:



**Figure 2 : Production mondiale de plastique en millions de tonnes**

([www.https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique](https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique))



**Figure 3 : Production de plastique à usage unique à travers le monde en 2014**

([www.https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique](https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique))

C'est en 1978 qu'à débuté la production des bouteilles en plastiques quand la firme Coca-Cola a décidé de remplacer le verre perdu plastique. La production de plastique et les bouteilles de plastique en particulier représentent des gains d'argent colossaux pour plusieurs Compagnies et entreprises de production. La relation économique fait que plus de production, plus d'argent mais ceci signifie aussi plus de déchet et de pollution. La croissance entraîne une hausse de la consommation, elle-même synonyme d'un plus grand nombre d'emballages à jeter. Exemple de

la figure 4 illustre l'accroissement de la consommation du plastique en Allemagne, la quantité doublé en espace d'une vingtaine d'années en lien avec un PIB en hausse.

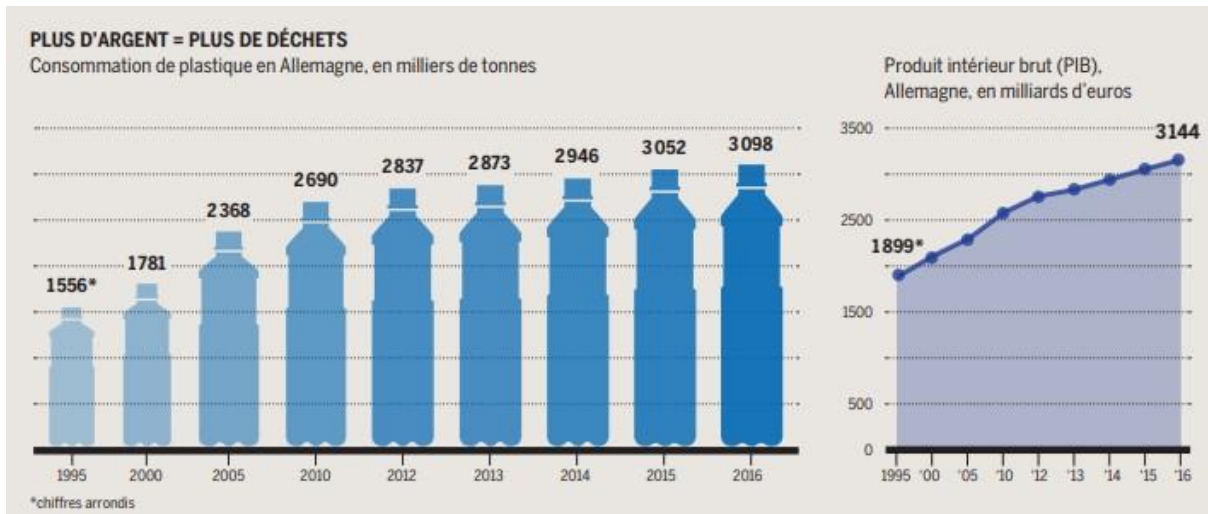


Figure 4 : L'accroissement de la consommation du plastique en Allemagne de 2005 à 2016

([www.https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique](https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique))

### 1.3 Les différents types de plastiques

L'identification du plastique au premier coup d'œil est impossible, il faut donc utiliser si possible le code d'identifications des résines qui est un système développé par l'industrie plastique et qui a pour but de trier dans le cadre du recyclage des contenues et des bouteilles en plastique. Dans le monde, il existe trois grandes familles de matière plastique :

- les thermodurcissables : comme l'époxy et la mousse polyuréthane (Le polyuréthane s'utilise souvent pour l'isolation de toits et de planchers) qui durcissent en chauffant et très complexe à recycler.
- les thermoplastiques : comme le polystyrène (Le polystyrène est le polymère de formule  $-\square-$ , obtenu par polymérisation du monomère styrène  $\text{CH}_2 = \text{CH-Ph.}$ ) ou le polyéthylène (désigne les polymères d'éthylène. Simples et peu chers à fabriquer) qui en chauffant deviennent mous et ils sont facilement recyclables ; on les retrouve dans les usages uniques et les emballages de tous les jours
- Les élastomères : leur principal caractère est leur plasticité (6 à 8 fois leur longueur initiale). Les liaisons de leurs polymères sont extrêmement faibles ce qui signifie que ce sont des liquides visqueux et pour les utiliser comme caoutchouc, on doit ajouter des ponts (nœuds de réticulation) par le résultat d'une réaction chimique appelée vulcanisation après la mise en forme du matériau (Anonyme 2, 1999).

Dans le monde on peut trouver près de 20 types de plastique, chacun a des propriétés spécifiques selon l'application choisie.



**Tableau 1. Différents types de plastiques et leurs densités.**

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

Certaines densités de ces matériaux se trouvent près de celle de l'eau de mer ce qui peut causer un problème dans leur répartition dans les milieux aquatiques marins et continentaux.

#### **1.4 Propriétés physicochimiques du plastique**

Les caractéristiques physiques de la plupart des plastiques, présentent une haute résistance au vieillissement et une biodégradation minimale (Moore, 2008). Le plastique a un pouvoir calorifique élevé, comparable, voire supérieur, aux sources d'énergie traditionnelles.

Le tableau ci-après regroupe les principales caractéristiques des polymères de grande diffusion (exclusivement des thermoplastiques) et les applications qui en découlent. Enchaînement des polymères est la cause de la matière plastique, ses priorités la résistance au choc et à l'eau, la flexibilité, une imperméabilité à l'air, et résistance à la corrosion.

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 de l'air (Gordon, 2006).

Tableau 2 : Les propriétés et les applications par type de plastique

PROPRIETES	APPLICATIONS	
<b>PEbd (Polyéthylène basse densité)</b>		
<p><i>Barrière vapeur d'eau</i>  <i>Inertie chimique</i>  <i>Transparence</i>  <i>Souplesse</i>  <i>Moulabilité</i>  <i>Déchirabilité</i>  <i>Flexibilité</i>  <i>Très bonne étirabilité</i>  <i>Toucher</i></p>	<p>Bâches de protection                      Barquettes                      Couvertures de piscines                      Films à bulle                      Films alimentaires                      Films d'étanchéité</p>	<p>Gainage électrique                      Jouets                      Palettes de manutention                      Sacs congélation                      Sacs de supermarchés                      Sacs poubelles                      ...</p>
<b>PET (Polyéthylène téréphtalate)</b>		
<p><i>Barrière eau, gaz, UV</i>  <i>Inertie chimique</i>  <i>Transparence (pour le [A]PET, amorphe)</i>  <i>Opacité (pour le [C]PET, cristallisé)</i>  <i>Brillance</i>  <i>Moulabilité</i>  <i>Résistance aux chocs, à la traction</i>  <i>Tenue à la pression interne</i>  <i>Tenue aux températures élevées</i></p>	<p>Bandes de cerclage                      Barquettes, boîtes (viandes, pâtisserie)                      Bandes magnétiques audio, vidéo                      Blisters (plaquettes médicaments)                      Boîtes à œufs                      Bonnets                      Bouteilles (boissons gazeuses)                      Câbles                      Chandails</p>	<p>Emballages de cosmétique                      Gants                      Pots, couvercles                      Pulls                      Rembourrages (peluches)                      Tapis                      Transparents pour rétroproj.                      Voiles de bateaux                      ...</p>
<b>PP (Polypropylène)</b>		
<p><i>Barrière vapeur d'eau</i>  <i>Inertie chimique</i>  <i>Transparence</i>  <i>Rigidité</i>  <i>Légèreté</i>  <i>Moulabilité</i>  <i>Résistance aux chocs</i>  <i>Résistance à l'abrasion, à la pluie</i>  <i>Tenue aux températures</i></p>	<p>Bacs de rangement                      Barquettes (beurre, margarine)                      Barquettes pour micro-ondes                      Boîtes de batterie                      Boîtes de rangement                      Cageots                      Cassettes vidéo                      Champs opératoires                      Classeurs                      Combinés de téléphones                      Conduits d'air                      Conteneurs                      Coques de chaussures de ski                      Coques de planches à voile                      Corbeilles à papier                      Cordages                      Enjoliveurs</p>	<p>Ficelles                      Films (confiserie)                      Flacons                      Pare-chocs                      Piluliers                      Planches de bord                      Porte-documents                      Pots de fleurs                      Pots de yaourts                      Revêtements de skis                      Revêtements de sols textiles                      Rubans adhésifs                      Sacs tissés (engrais)                      Seaux                      Tubes rigides                      Valisettes                      ...</p>

Tableau 2 : Les propriétés et les applications par type de plastique (suite)

PVC (Polychlorure de vinyle)		
<p><i>Barrière liquides, gaz</i>  <i>Inertie chimique</i>  <i>Transparence</i>  <i>Isolant électr., thermique, phonique</i>  <i>Résistance au vieillissement</i>  <i>Légèreté</i></p>	<p>Abribus                      Armoires de rangements                      Bacs de rangements                      Bancs                      Barquettes, boîtes alimentaires                      Barrières, clôtures, portails                      Bidons                      Blisters (plaquettes de médic.)                      Bottes                      Bouteilles d'eau minérale                      Canalisations                      Chaises</p> <p>Classeurs -documents</p> <p>Ecrans antibruit                      Equipement de piscines</p> <p>Films alimentaires                      Flacons</p>	<p>Gants                      Interrupteurs                      Jouets                      Panneaux de signa                      Peintures anti crissements                      Poches à sang                      Porte-                      Portes de garages                      Poteaux                      Revêtements muraux                      Rubans adhésifs                      Sols de terrains de sport                      Tapis de sol (gymnastique)                      Vêteme                      Volets, persiennes                      ...</p>
PEhd (Polyéthylène haute densité)		
<p><i>Barrière eau, gaz, UV</i>  <i>Inertie chimique</i>  <i>Opacité</i>  <i>Rigidité</i>  <i>Moulabilité</i>  <i>Résistance aux chocs</i>  <i>Résistance à l'abrasion, glisse</i>  <i>Tenue à la pression</i>  <i>Tenue aux températures</i></p>	<p>Accessoires de salles de bain                      Bacs de rangement                      Bidons (huile moteur, prod. chim.)                      Bonbonnes, cuves                      Bouteilles de lait                      Caillebotis                      Caisses, casiers                      Canalisations (gaz, eau)                      Conteneurs                      Coques de chaussures de ski                      Coques de planches à voile                      Corbeilles à papier                      Cubitainers                      Flacons pour cosmétiques</p>	<p>Flacons ménagers                      Gainages de câbles                      Jouets                      Kayaks, canoës                      Mandrins, bobinages                      Palettes                      Poubelles                      Réservoirs d'essence, d'eau                      Revêtement et semelles de skis                      Seaux                      Serres                      Tubes                      Tuyaux                      ...</p>
PS (Polystyrène)		
<p><i>PS cristal</i>  <i>Transparence</i></p> <p><i>Rigidité</i></p> <p><i>PS choc</i>  <i>Opacité</i></p> <p><i>Ré</i></p>	<p>Boîtes à œ ufs                      Boîtiers</p> <p>Films</p>	<p>Gobelets                      Plats, plateaux</p> <p>...</p>
PSE (Polystyrène expansé)		
<p><i>Isolation thermique</i></p> <p><i>Moulabilité</i>  <i>Etanchéité</i></p> <p><i>Densités multiples</i></p>	<p>Barquettes                      Boîtes à œ ufs</p>	<p>Calages de protection                      Flacons</p>

## 1.5 Quelles classifications des déchets plastiques

Les déchets plastiques ont été classifiés par différents critères, nous avons retenu trois d'entre-elles :

- La classification des déchets par la taille proposée par Ryan et al. (2009) et Thompson et al. (2009) en quatre catégories :
  - Micro-déchets : dimensions < 5mm
  - Méso-déchets : 5 mm < dimensions < 20 mm
  - Macro-déchets : 20 mm < dimensions < 100 mm
  - Méga-déchets : dimensions > 100 mm
- La classification selon leurs fréquences en milieux aquatiques : détaillée par la Surfrider Foundation,










**Figure 5 : Top 10 des déchets aquatiques les plus fréquents selon Surfrider Foundation**

<https://www.consoglobe.com/top-10-dechets-aquatiques-plus-frequents-cg>

- La classification selon leur recyclage et leur nocivité : Le plastique est une matière très difficile à recycler. En réalité, on ne compte que 4 grandes familles de plastiques recyclables : le PP (Polypropylène), le PET (Polyéthylène Téréphtalate), le PEHD (Polyéthylène Haute Densité) et le PEBD (Polyéthylène Basse Densité). L'industrie du plastique a créé un système de sept codes, numérotés de 1 à 7, correspondant à des plastiques aux caractéristiques et aux propriétés différentes. Il se formalise sous forme de

logo triangulaire avec trois flèches (cercle de Möbius=écolabel de recyclage). Présents sur l'ensemble des emballages plastiques, ce symbole et son chiffre donne des indications sur la nature du plastique qui compose l'emballage. Le détail est donné dans le tableau 3.

**Tableau 3 : Classification des différents plastiques, leur recyclage (ou non) et leur nocivité**  
(Source : labocalitude.fr Le Plastique, c'est Toxique !)

Sigle	Nom	Usage	Recyclage	Nocivité
	<b>PET</b> Polyéthylène Téréphtalate	Bouteilles transparentes d'eau, de boisson gazeuse, de jus de fruits, d'huile de cuisine Emballages jetables : barquette alimentaire, sac de cuisson, cosmétique, verres, jouets, ustensiles de cuisine...	Fibre polaire, peluche, bouteilles, etc.	Peut relarguer des perturbateurs endocriniens (le trioxyde d'antimoine, qui est possiblement cancérigène). Favorisée lorsqu'il est chauffé.
	<b>HDPE</b> Polyéthylène haute densité	Bouteilles opaques (lait), flacons d'entretien, bouchons vissés, flacons cosmétique et gel douche	Arrosoir, tuyaux etc.	/
	<b>PVC</b> Polychlorure de vinyle	Surtout jouets, tuyaux, rideaux de douche, couches Rarement alimentaire (viande, fromage, bouteilles vin blanc)	Tuyaux d'égouts	Relargue phtalates quand chauffé ou stockés en contact avec des corps gras
	<b>LDPE</b> Polyéthylène basse densité	Sac congélation, poches alimentaires, film alimentaires, barquettes	Sac poubelle	/
	<b>PP</b> Polypropylène	Certains gobelets, gourdes souples réutilisables, récipients alimentaires réutilisables, pots alimentaire (yaourt, margarine, beurre), ...	Souvent incinéré	/
	<b>PS</b> Polystyrène	Barquettes alimentaires à emporter, couverts et verres jetables, yaourts,	NON	Relargue du styrène (possiblement cancérigène)
	<b>Autres</b> (dont polycarbonate = PC)	PC : biberons, résines internes des boites de conserve, récipient pour micro-ondes	NON	PC contient bisphénol A

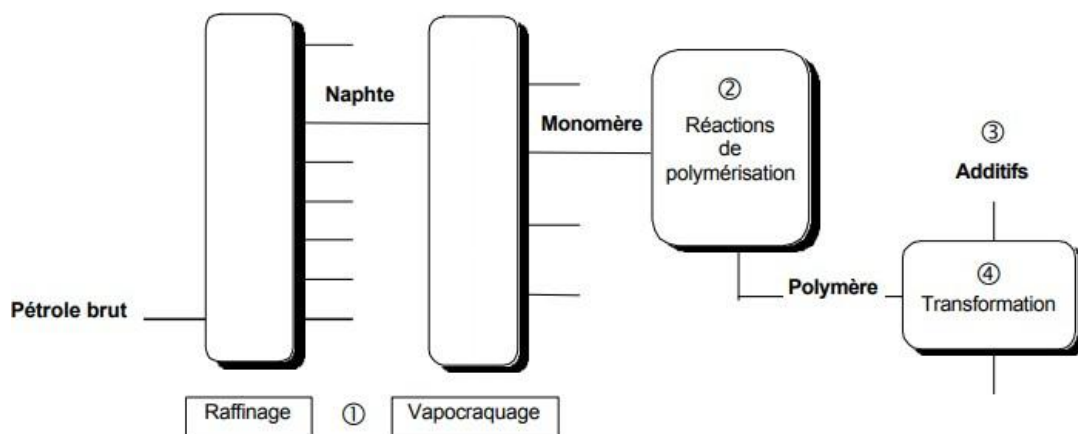
## 1.6 Origine du plastique des bouteilles

### 1.6.1 Origine de la matière première

Plus de 250 millions de tonnes de plastiques sont produits chaque année, essentiellement à partir de pétrole (Briand, 2014). Environ 4% de la production de pétrole au niveau mondial est consacré à la production de plastique (Labonté & Gutiérrez, 2017) On peut obtenir du plastique aujourd'hui de la cellulose, d'amidon ou encore de gaz et plus récemment des gaz de

Schistes mais la majorité des plastiques est fabriquée à partir de pétrole suivant les plusieurs étapes (Fig. 6) (Briand, 2014) :

- Le naphta, ingrédient de base du plastique est un liquide issu du raffinage du pétrole qui se condense entre 40° et 180°C, représenté comme la source première du plastique, mais avant qu'il soit utilisé par les plasturgistes. Le Naphta doit subir une opération de craquage. Les grosses molécules d'hydrocarbure que constitue le naphta, vont subir une température élevée de l'ordre de 800°C puis un refroidissement brutal à 400°C. Ce choc va les fragmenter en petites molécules facilement exploitables.
- La polymérisation : Les molécules obtenues sont des monomères, chacun avec une charge de 2 à 7 atomes de carbone. Ils vont se relier entre eux pour former des polymères soit par des réactions d'addition (chaîne de monomères identiques) ou par des réactions de condensation (chaîne de monomères différents).
- La mise en forme : Au final les polymères sont présents sous forme de liquides, granulés ou de poudres. Après l'ajout d'adjuvants et d'additifs, on obtient les différents matériaux plastiques qu'on connaît puis ils sont mis en forme par injection, extrusion (= un procédé de fabrication mécanique consistant à compresser un matériau dans un format donné sous l'action d'une pression, futura science), ou encore par thermoformage.



**Figure 6 : Principales étapes du procédé de fabrication et transformation du plastique**

(Source : Economie Géographie n°311 - 1994 : La plasturgie ?)

### 1.6.2 Origine des bouteilles en plastique

Deux origines sont connues :

- le pétrole qui est la matière première comme décrit précédemment et selon la mise en forme, le produit correspond à des granulés de plastique qui vont être destinés à la production de matière finie le PET. Ce dernier est formé de deux substances, l'éthylène-

glycol et l'acide téréphtalique qui est un plastique de la famille des polyesters (Briand, 2014).

- le plastique recyclé comme matière secondaire. Le recyclage redonne de la valeur aux bouteilles déjà utilisées et considérées comme déchets en les traitant par plusieurs processus pour donner en final un nouveau produit neuf (une nouvelle bouteille de plastique à partir d'une ancienne déjà utilisée). Il existe deux types de recyclage :
  - Recyclage mécanique : c'est la technique la plus répandue dans le monde car elle permet de recycler tous les thermoplastiques qui représentent 75% de la production mondiale, son but est de produire des granulés qui sont presque identiques à la résine vierge pour la réintroduire dans les marchés qui vont la valoriser en nouveaux produits. Cette technique de plusieurs étapes (Fig. 7) est la plus rentable mais elle nécessite des compétences techniques et un tri strict et son matériel est plus au moins coûteux.
  - Recyclage chimique : Cette technique va rendre le plastique à sa forme brute soit monomère pour être utilisé dans les usines de pétrochimie comme matière de base ; cela va donner une grande valeur à ces techniques puisque elle va contribuer à économiser le pétrole limiter son utilisation.

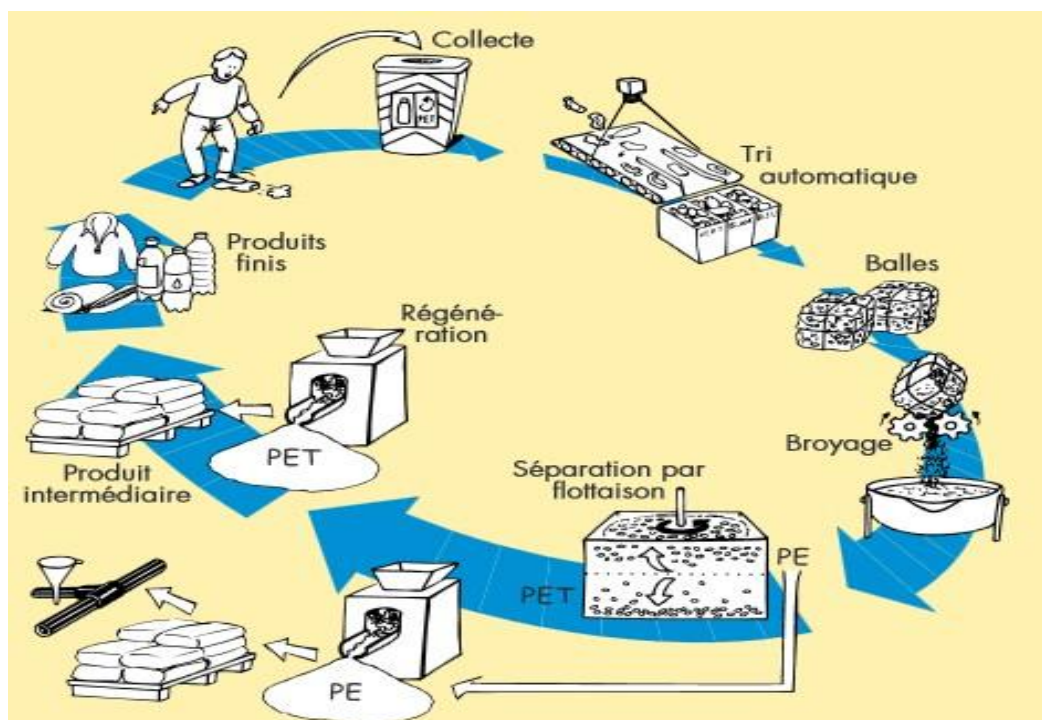


Figure 7 : Schéma général du processus de recyclage mécanique du plastique.

### 1.7 Le déchet plastique

Selon la convention OSPAR (Convention de coopération internationale pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est, entrée en vigueur le 25 mars 1998), Les quatre

Majeures sources de macro-déchets sont le tourisme, la pêche, le bassin versant et le trafic maritime.

Ils estiment qu'en 2010, entre 4,8 et 12,7 millions de tonnes de plastique avaient été déversés dans la mer. Les auteurs ont calculé que si l'on n'apporte pas de grandes améliorations aux systèmes de gestion des déchets, ce nombre pourrait être multiplié par dix d'ici 2025 (Jambeck et coll., 2015). Selon ce scénario, on compterait alors 1kg de plastique pour 3kg de poisson dans les océans à l'horizon 2025, et plus de plastique que de poisson d'ici l'an 2050 (Jambeck et coll., 2015).

L'Asie reste le plus grand producteur et polluer dans le monde où le développement des infrastructures de collecte et de traitement des déchets est loin derrière le développement économique. Rien de surprenant, puisque près de 60 % des déchets plastiques atteignant l'océan sont attribués à cinq pays asiatiques, à savoir la Chine, l'Indonésie, les Philippines, la Thaïlande, et le Vietnam (Merki & Stuchtey, 2015).

Exemple d'une étude réalisée dans le parc naturel marin de l'Iroise qui a révélé la présence de 123 litres de macro-déchets récoltés en moyenne par mois, sur une bande de 100 mètres (Merki & Stuchtey, 2015). La grande partie de ces macro-déchets est de type plastique polystyrène à 84,9% (Fig. 8).

Un autre exemple est celui de la mer Méditerranée qui est noyée dans le plastique : selon le WWF, 600 000 tonnes de déchets plastiques sont déversées chaque année en mer Méditerranée, dont 11200 par la France. Le WWF ou Fonds mondial pour la nature est une organisation non gouvernementale internationale créée en 1961, vouée à la protection de l'environnement et au développement durable).

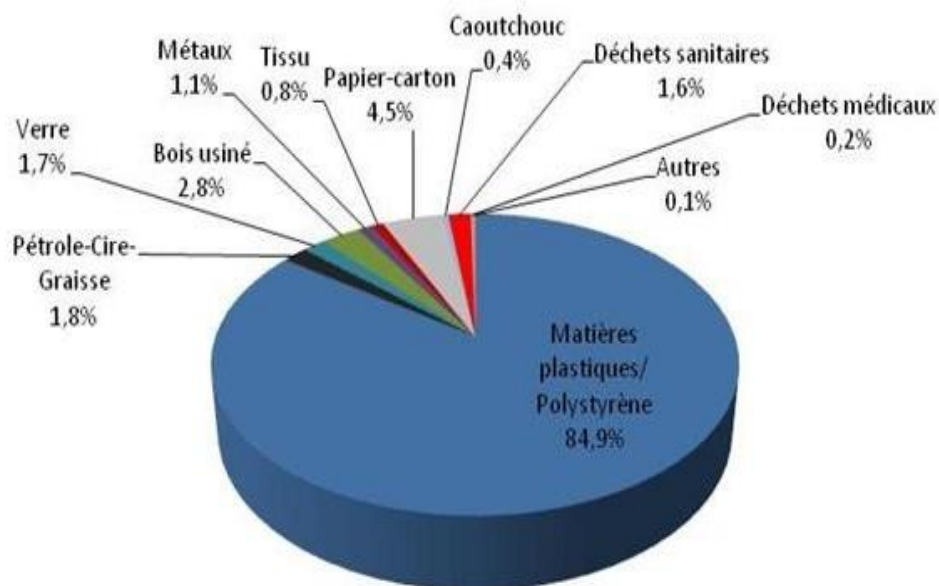
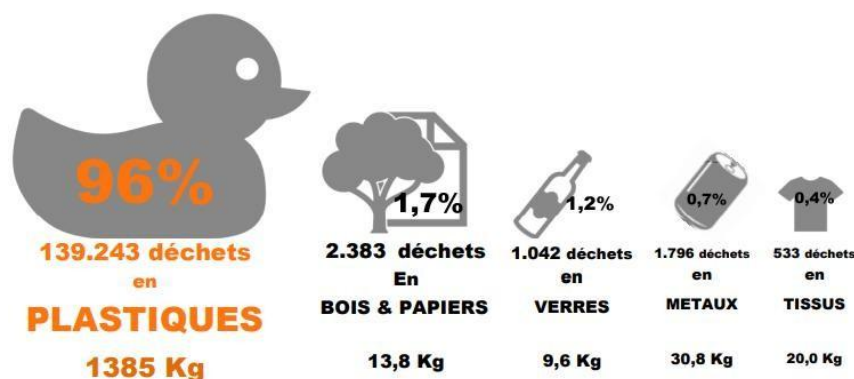


Figure 8 : Principaux macro-déchets en Iroise (Merki & Stuchtey, 2015).



Dans le monde, 10 fleuves seraient à l'origine de 90% des plastiques rejetés dans les océans dont le fleuve yang-Tsé, pire pollueur de la planète qui seraient à l'origine de 90 % des déchets plastiques retrouvés dans les océans. [le.parisien.fr](http://le.parisien.fr).

Un dernier exemple d'opération menée dans l'arc Atlantique et sur 14 plages du littoral entre Brest et Mimizan (France) par MED, une association de protection de l'environnement marin, a démontré l'ampleur de la pollution empoisonnant le littoral, ainsi que les mers et les océans. La récolte a démontré que 96% des déchets récoltés sont des déchets en plastique (Fig. 9).



**Figure 9 : Les déchets récoltés en plages du littoral**

**Atlantique** <http://www.expeditionmed.eu/fr/category/nos-programmes/programme-d-actions/operation-dechets-sales/>

### 1.8 Influences et dangers du plastique

#### 1.8.1 Sur la santé humaine

Le plastique menace la santé humaine à l'échelle mondiale. Sur les 380 millions de tonnes produits en 2015, les deux tiers du plastique déjà produit ont été relâchés dans l'environnement... et y restent. Des chercheurs ont pu observer que ces plastiques déploient tout un éventail de toxicité. Certains produits induisent une toxicité dite de référence ; d'autres provoquent un stress oxydatif, à l'origine d'inflammations potentiellement nocives pour l'organisme, des perturbations endocriniennes, certains imitant les œstrogènes, d'autres bloquant les hormones sexuelles masculines. Selon un rapport de l'université de Newcastle pour le WWF, une personne avale jusqu'à 5 grammes de plastique par semaine, l'équivalent du poids d'une carte de crédit. Nous ingurgitons ces microparticules de plastique principalement en buvant de l'eau en bouteille mais également en mangeant des fruits de mer, qui eux-mêmes avalent nos déchets plastiques.

Selon un article publié dans le quotidien de l'écologie le reporter en date du 16 avril 2019, Le plastique est une crise sanitaire globale, il constitue une menace pour la santé. Une étude a

trouvé des microplastiques dans les selles de sujets habitant dans des régions du monde variées et aux régimes alimentaires totalement différents et des bébés naissent déjà contaminés par certaines substances associées au plastique.

Sur les 353 produits chimiques associés à la production de plastique, 75 % peuvent affecter la peau, les yeux (...), le système respiratoire, le système gastro-intestinal et le foie. Près de la moitié de ces produits pourraient affecter aussi le cerveau ou le système nerveux, immunitaire ou cardiovasculaire, et les reins » <https://reporterre.net/Le-plastique-une-menace-omnipresente-pour-la-sante>

Une fois que le plastique s'intègre dans un écosystème, sous sa forme de macro- ou microplastique, il contamine et s'accumule dans les chaînes alimentaires à travers les sols agricoles, les chaînes alimentaires terrestres et aquatiques mais également l'eau. Ce plastique environnemental peut facilement être lessivé par les additifs ou les concentrés de toxines déjà présents dans l'environnement, ce qui les rend à nouveau biodisponibles pour l'homme de manière directe ou indirecte (Collignon et al, 2012 ; d'Orsi, 2014). Un produit plastique peut libérer des éléments toxiques, et plus particulièrement lorsqu'il est chauffé mais les bouteilles en plastique destinées à l'eau minérale ne sont généralement pas concernées (Cooper et al, 2011).

### 1.8.2 Sur la vie terrestre

Les animaux sont en première ligne face à la pollution plastique. Ils sont 1,5 million à en mourir chaque année par ingestion, par asphyxie ou du fait de sa toxicité. Des millions d'animaux de plus de 370 espèces du monde entier mangent du plastique accidentellement. [Le figaro.fr/sciences](http://lefigaro.fr/sciences)

On calcule qu'aujourd'hui le plastique tue 1 million d'oiseaux marins et plus de 100 000 mammifères par an. D'après l'Académie américaine des sciences, 99% des oiseaux marins auront avalé du plastique d'ici 2050 (D'orsi, 2017). Les écureuils meurent entremêlés par des fils en plastique, le plastique tue les vaches et les moutons, les dromadaires et de nombreux animaux en voie de disparition comme le condor californien, l'ibis ou l'éléphant africain du Botswana... Les animaux Moulai. La liste est tristement longue d'après de nombreuses études.

### 1.8.3 Sur la vie marine

Un grand nombre des bouteilles plastiques ne sont pas recyclés et finissent souvent dans les décharges ou pire dans les mers et les océans et vont mettre 100 à 1000 ans pour se dégrader.

80% des déchets plastiques en mers ont pour origine les continents ; emportés par les pluies, les rivières et le vent, 10 millions de déchets de plastique se retrouvent dans les océans chaque année (Lebreton et al, 2012).

La pollution par les macro-déchets de plastique représente un véritable problème pour certaines régions du littoral algérien (Belabed et al, 2018).

Les bouteilles de plastique est un des déchets les plus retrouvés sur les plages. Chaque année plus de 80 mille bouteilles sont collectés par Surf rider (Depuis 1990, Surf rider Fondation Europe est devenue une référence dans le combat pour la protection de l'océan et de ses usagers) sur les plages, les rivières et les lacs. Entraîné par les courants marins, ils s'enroulent dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord et le contraire dans l'hémisphère sud sous l'effet des tourbillons marins (rotation de la terre) formant ce qu'on appelle les gyres océaniques (Fig. 10). Les grands courants circulants océaniques récupèrent ainsi les déchets plastiques et les microplastiques en plein océan.

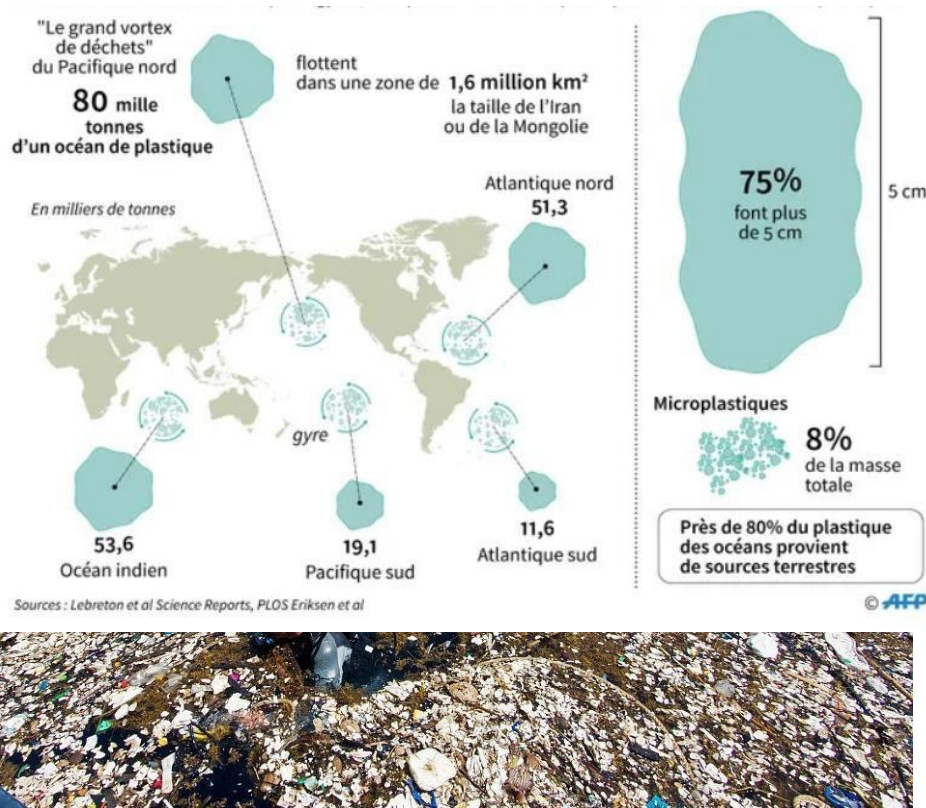


Figure 10 : les zones de déchets plastiques dans les océans avec photo (Lebreton, 2012)

Selon la royale société pour la protection des oiseaux, 671 de morceaux de plastique/m<sup>2</sup> soit 17 tonnes de déchets sont retrouvés dans les îles du pacifique formant ainsi un septième continent. Il existe plusieurs zones d'accumulation dont la plus grande se situe dans le pacifique nord et d'une superficie de trois millions de km<sup>2</sup>, alors qu'il est découvert dans les années 2000, plusieurs autres dont un d'une surface de 1.6 million de km<sup>2</sup> et une profondeur de plus de 30m et, soit 6 fois la surface de la France (Fig. 10).

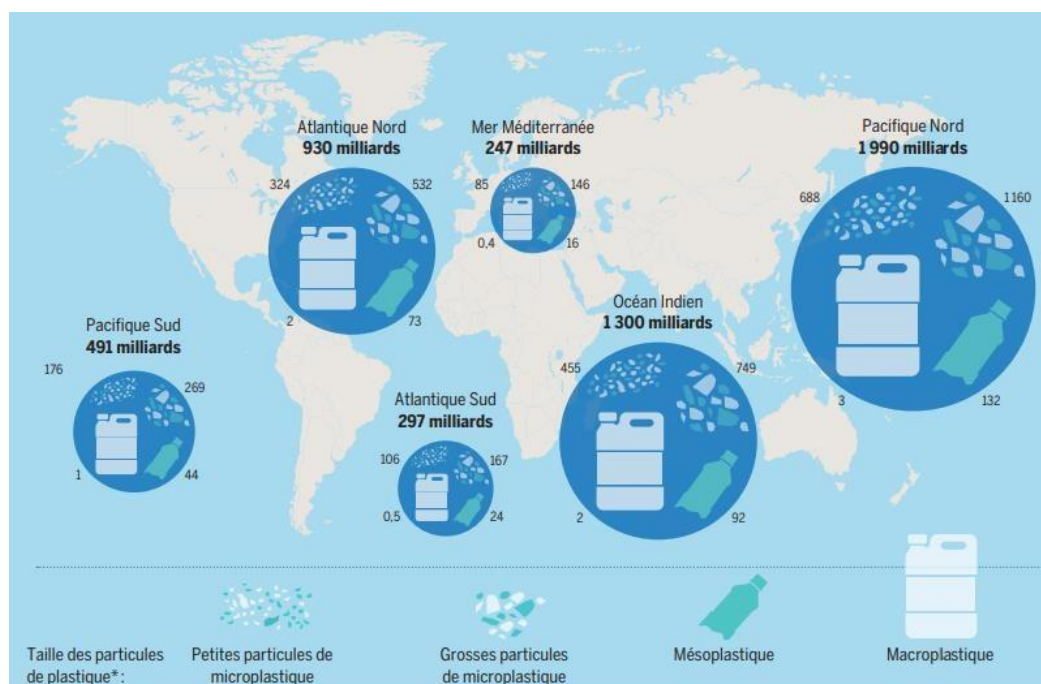
Les mammifères marins, les tortues et les oiseaux confondent les microplastiques avec du plancton et les autres crustacés et les consomment. Un million d'oiseaux et 100 000 mammifères meurent chaque année et 690 espèces marines sont menacées par la pollution plastique.

Dans d'autre cas, cette masse d'ordure constitue un milieu pour une araignée de mer qui se prolifère (*Halobates sericeus*) qui menace l'équilibre des écosystèmes marins.

La méditerranée connaît les densités les plus élevées dans le monde avec 250 milliards de microplastique (mer semi fermée avec un temps de renouvellement des eaux de 90ans alors que la persistance du plastique est supérieure à 100 ans. Si la mer méditerranéenne représente que 1% des eaux mondiales, on y trouve 7% des microplastiques totaux des mers et des océans.

Entre la mer méditerranéenne et la mer noire, le pourcentage des bouteilles en plastique est de 21% et cela que pour 100m de bande côtière sur chaque plage (Fig. 11).

<https://www.ompe.org/les-dechets-plastiques-tuent-les-animaux-marins/>



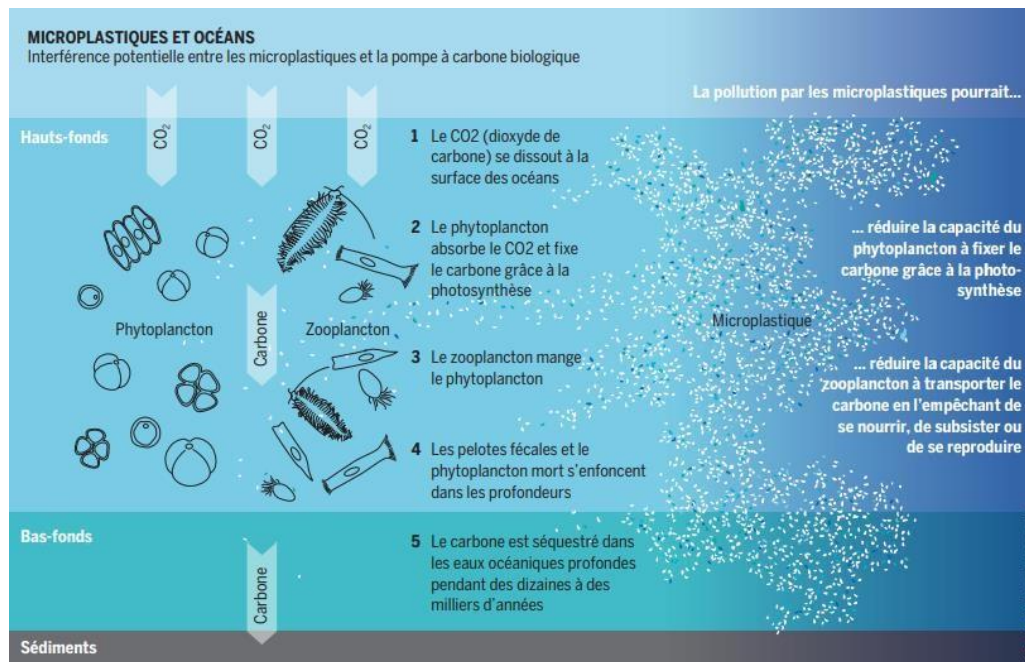
**Figure 11 : Estimation des quantités de plastique présentes dans plusieurs grandes zones maritimes (en milliards d'unité) (www.<https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique>)**

Une petite partie seulement des déchets plastiques reste en surface. L'essentiel est rejeté sur les côtes ou s'enfonce dans les profondeurs, loin des yeux, loin du cœur (www.<https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique>).

Les océans absorbent un quart des émissions anthropiques de gaz à effet de serre, mais la pollution due au plastique pourrait dérégler la pompe à carbone biologique. Ainsi, des interférences potentielles entre microplastiques et la pompe à carbone biologique font

actuellement l'objet de recherche pour démontrer la réduction de la capacité du phytoplancton à fixer le carbone par photosynthèse (Fig. 12).

18% des thons et espadons ont des microplastiques dans leurs estomacs et tous les coquillages sont porteurs microplastiques. Un consommateur moyen (moules et ou des huitres) pourrait ingérer 11000 morceaux de microplastique/an. Selon la fondation Ellen McArthur, il y aura en 2050 plus de plastique que de poissons dans les océans en volume. L'ONU évalue le cout des dommages sur l'écosystème marin à 8 milliards de dollars /an.



**Figure 12 : Interférence potentielle entre microplastiques et la pompe à carbone**

([www.https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique](https://fr.boell.org/fr/atlas-du-plastique))

Tous les pays du monde se trouvent actuellement face à une pollution par le plastique. Certains pays vendent leurs déchets à d'autres pays comme la chine et plus récemment la Turquie.

Pour illustrer cette pollution, nous avons retenu quelques exemples flagrants. Ainsi à Manille, aux philippines, le cours d'eau de l'estero de Magdalena est envahi par les détritux (des bouteilles des emballages et des sacs en plastique). Les familles pauvres vivent à proximité risque des maladies graves comme le choléra ou la fièvre typhoïde, ils ne peuvent plus dormir à cause des déchets soit qu'il pleuve ou il fasse beau, les odeurs sont infectes. La couche des déchets est si épaisse qu'il est possible de marcher dessus (Fig. 13). Les déchets vont finir leur route en mer de chine méridionale ou dans le plus grand lac du pays la lagyna de bay. Chaque année, les philippines, la chine, l'Indonésie, la Thaïlande et le Vietnam jettent 4 million de tonnes de plastique dans les mers soit la moitié du total des rejets.



**Figure13 : Cours d'eau de l'estero de Magdalena (Manille, philippines) envahi par les débris** (source : L'Obs)

## **1.9 Types et méthodes de la dégradation du déchet plastique**

### **1.9.1 Biodégradation**

Elle se fait grâce à des organismes vivants. Ces derniers convertissent le carbone des chaînes de polymère en dioxyde de carbone ou l'incorporent dans des biomolécules (Andrady, 2011).

Tous les matériaux polymères sont exposés aux conditions naturelles environnementales et leur surface est recouverte par des micro-organismes, exceptés dans le cas de pièces stériles (Gu, 2003). Nombreux micro-organismes sont capables de dégrader une large gamme de polymères naturels et synthétiques.

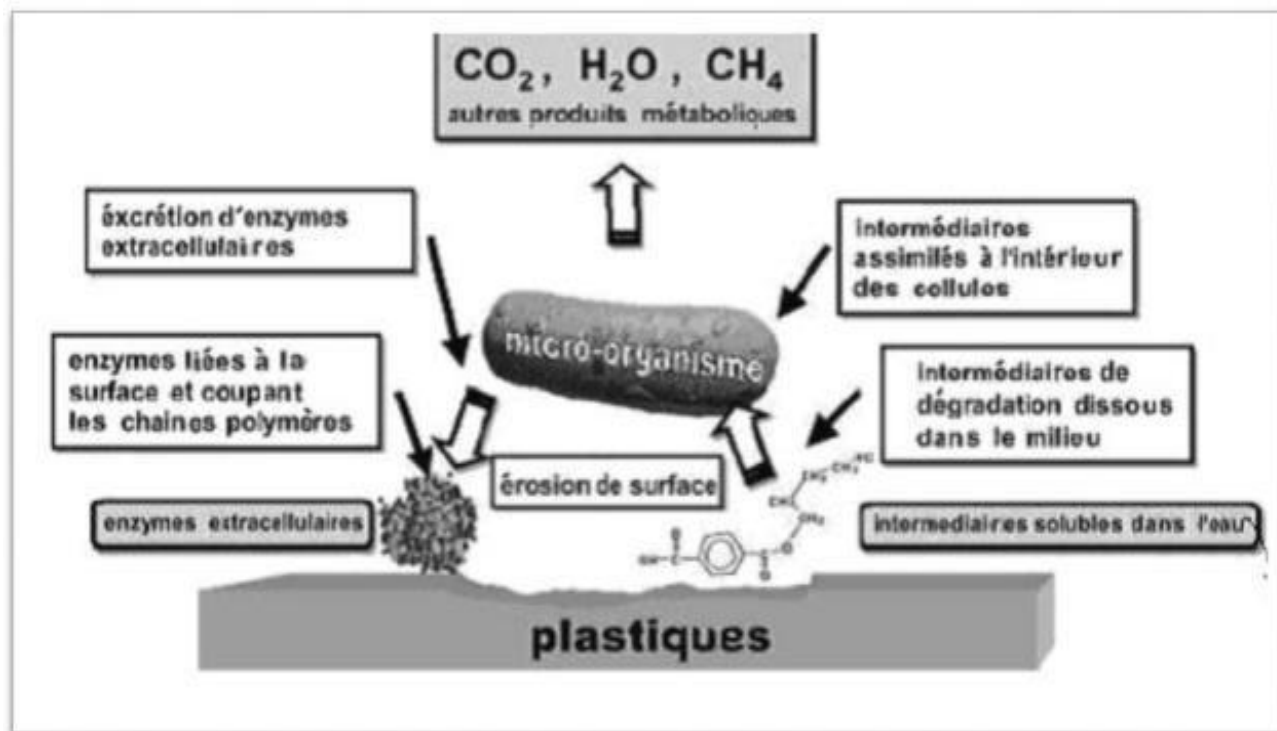


Figure 14 : Mécanisme général de la biodégradation des plastiques d'après Müller (2004).

Ainsi, les micro-organismes dégradent les polymères grâce à la production d'enzymes intra-et extracellulaires comme les dépolymérisés et les hydrolases (Gübitz et Paulo, 2003). Les polymères sont décomposés en intermédiaires hydrosolubles de plus petite masse molaire. Ceux-ci peuvent être transportés à l'intérieur des cellules, être introduits dans la ou les voie(s) métabolique(s) appropriée(s) et assimilés (Ratajska et Boryniec, 1998; Gu et al, 2000; Gu, 2003 a; Müller et al., 2001; Müller, 2004).

### 1.9.2 Dégradation par la lumière (photo dégradation)

L'effet du rayonnement solaire a un rôle dans la dégradation du plastique en effet Les matières plastiques se décomposent en premier lieu par la dégradation photo oxydative activée par ce dernier qui dépend de la longueur d'onde La plupart des dégradations photo-oxydatives se produisent dans les courtes longueurs d'onde (280nm-420nm). Ces derniers sont capables de briser des liens solides (Hammer, et al, 2012). Ainsi l'effet du rayonnement solaire sur le plastique dépend de la longueur d'onde du rayonnement, de la force des liens l'intérieur du polymère (Andrady, 2003) mais aussi de la présence de chromophores (Un chromophore est un groupe chimique capable d'absorption sélective de lumière résultant de la coloration de certains composés organiques aromatiques) qui peuvent absorber des longueurs d'onde plus longue que 290 nm.

### **1.9.3 Dégradation par l'eau (hydrolyse)**

On est en présence d'une "plastification" l'absorption des petites quantités d'eaux vas laisser une grande accessibilité de la matrice avec l'oxygène atmosphérique ou par la lixiviation des additifs stabilisants contenu dans les particules cela peut activer la dégradation de plusieurs casse de plastique (Davis et Sims, 1983).

Toutefois, le plastique va prendre jusqu'à 50 ans pour se dégrader totalement (Muller, et al., 2001) et dans l'eau de mer c'est encore plus difficile car l'effet photo est significativement diminué en raison des températures basses et de la faible disponibilité de l'oxygène (Andrady, 2011).



## Chapitre 2 : Matériel & méthodes

## 2.1 Site d'étude

### 2.1.1 Situation géographique du site d'étude

L'étude est réalisée dans la ville de Tlemcen ou le groupement urbain Tlemcen qui regroupe trois communes : Tlemcen, Mansourah et Chetouane. Cette zone s'insère dans les piedmonts des monts de Tlemcen à une Altitude comprise entre 760 et 900m. Selon le découpage administratif, notre aire d'étude s'intègre dans la wilaya de Tlemcen selon le découpage administratif et dans le bassin versant de la Tafna selon le découpage écologique.

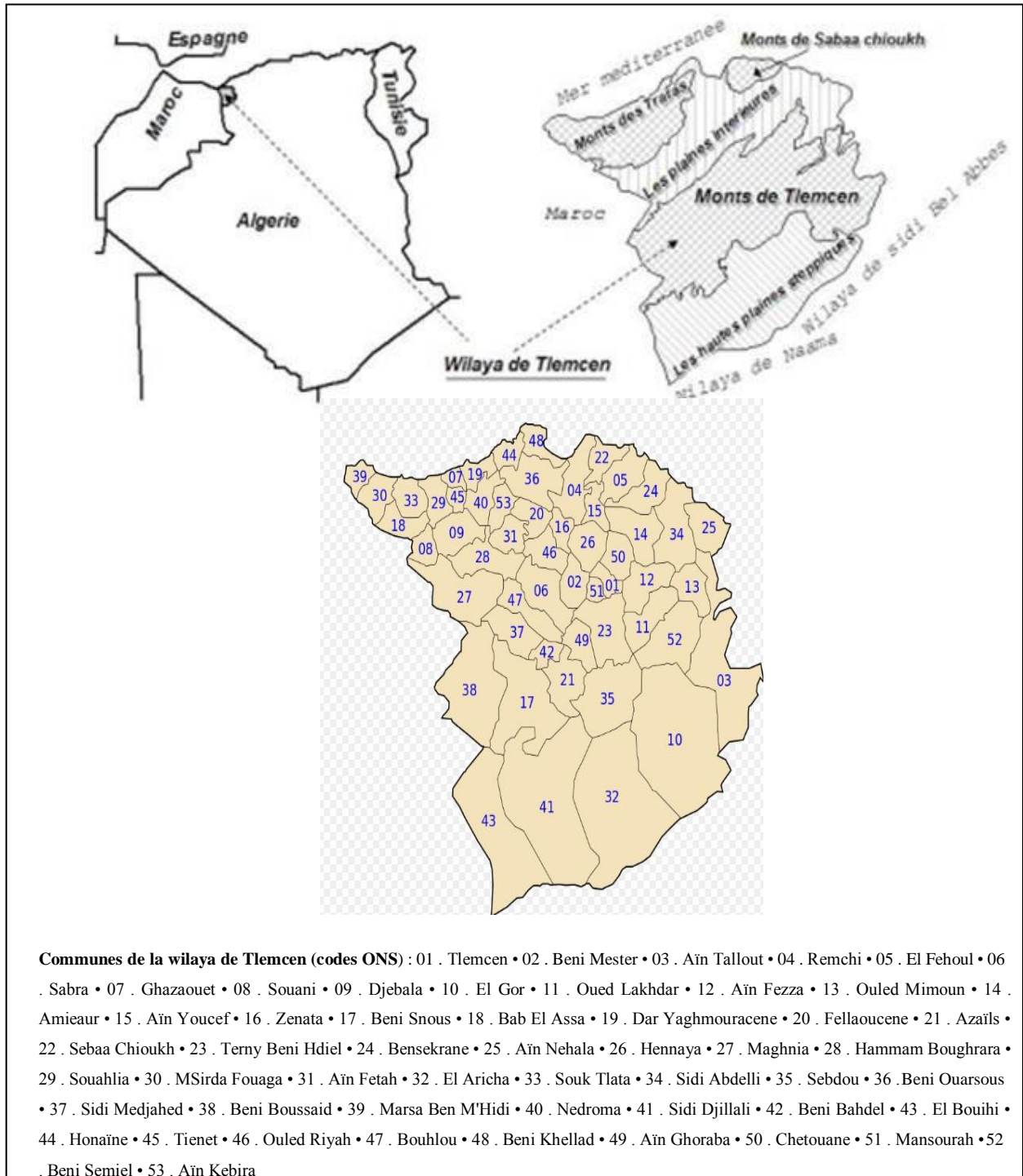


Figure 15 : Localisation géographique du site d'étude

La wilaya est située dans le Nord-ouest de l'Algérie entre le 34° et 35° 40' de latitude Nord et le 0° 30' et 2° 30' de longitude Ouest, avec un littoral qui couvre 120km de façade et une superficie de 9017,69 Km<sup>2</sup> au dernier RGPH 2008. Elle comprend 20 daïras subdivisées en 53 communes (Fig. 15). Elle est limitée par la mer méditerranée au Nord, la wilaya d'Ain-Temouchent à l'Est, la wilaya de Sidi Bel Abbès à l'Est- Sud –Est, la wilaya de Saida au Sud et le Maroc à l'Ouest.

Il existe 4 grandes zones de relief dans la wilaya de Tlemcen (Fig. 15) :

- Les Chaîne des Traras : Orientées Sud-Ouest et Nord-Est (Djebel Zandal 600m Djebel Fillaoucène 1136 m). C'est une chaîne côtière pas vraiment imposante avec un relief faible ;
- La zone hétérogène : Mélange de plaines et plateaux entaillés par quelques vallées de la Tafna et l'isser (plaines de Maghnia, de Sidi Abdelli, et de la région d'Ain Tellout)
- Monts de Tlemcen : Orientée du Sud vers l'Ouest et du Nord vers l'Est une imposante chaîne de montagne en calcaire (Djebel Ouragla 1717 m, Djebel Nador 1579 m, Djebel Tenouchfi 1843 m)
- Zone steppique : Couvre le sud de la wilaya et occupe plus que 1/3 de sa superficie avec une dominance d'alfa (*Stipa tenacissima*) qui forme une nappe à plus de 154000 ha.

### 2.1.2 Contexte climatique

L'eau en Algérie est une ressource rare et précieuse en raison des conditions climatiques qui sévissent dans cette région du monde. Le climat est de type méditerranéen tempéré, il se caractérise par deux saisons : une saison humide d'octobre à mai, et une saison sèche de juin jusqu'à septembre. La saison sèche s'étale sur 6 à 6 7 mois (Fig. 16), marquée par des irrégularités des précipitations d'un mois à un autre et d'une année à une autre. Le moins le plus arrosé est le mois de novembre et le mois le plus sec reste le mois d'août (Tab. 4).

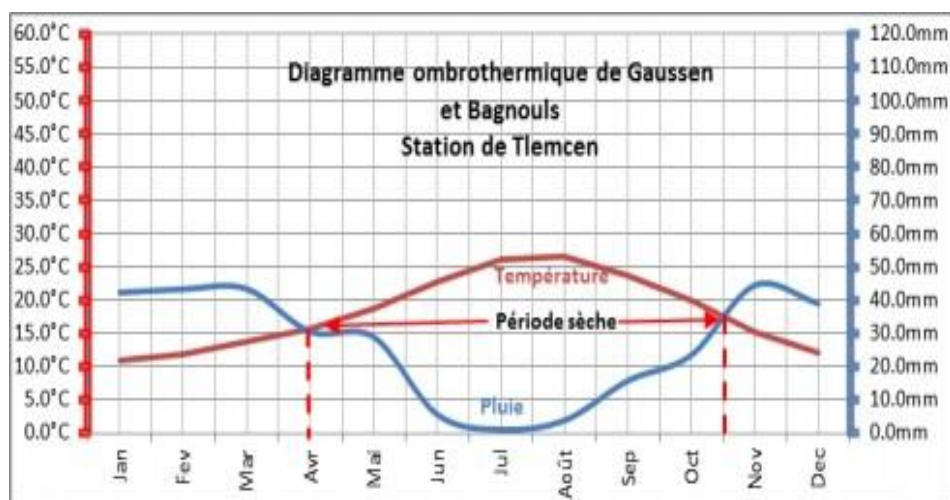


Figure 16: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen, station de Tlemcen (ONM)

Selon la classification de Köpen et Geiger (données ONM), Tlemcen se trouve dans l'étage semi-aride à hiver frais. Les précipitations rares et la carence en eau qu'elles entraînent, caractérisent cette région semi-aride à aride où la pluviométrie moyenne annuelle ne dépasse pas les 400mm/an. Une tendance à l'aridité, notée au cours des dernières décennies, se manifeste une nette diminution des précipitations moyennes annuelles qui n'excèdent pas les 150mm/an pour certaines années. L'indice d'aridité de De Martonne estimé pour la période 2000-2015, est de l'ordre de 12,08, ce qui permet de conclure que le climat est aride sec avec obligation de drainage extérieur. Le régime saisonnier est de type HAPE avec une abondance pluviale hivernale et/ou automnale et une sécheresse estivale accentuée.

Le changement climatique affecte cette région par une modification de son régime hydrologique avec une tendance vers une aridité plus poussée. La moyenne annuelle enregistrée au cours de la période 1980-2015 est de l'ordre de 340mm/an (Tab. 4). Selon Belarbi (2010), le climat de cette région a été marqué par une succession de période de sècheresse : (1917-1924), (1939-1947), (1955-1962) et (1975-1986), une sècheresse qui se produit tous les 20 à 30 ans de façon prolongée. Les barrages sont au plus bas niveau, l'eau potable destinée à l'alimentation provient essentiellement des forages et du dessalement.

**Tableau 4 : Températures moyennes mensuelles et des précipitations moyennes mensuelles et annuelles** (Selon les données de la station météo de Zenata période 1980-2015 ONM 2016)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy/an
<b>Température moyenne mensuelle</b>	<b>10,8</b>	11,7	13,7	15,8	18,9	22,7	26,0	<b>26,7</b>	23,8	19,6	15,3	12,1	18,15
<b>Moyenne mensuelle des précipitations</b>	46,7	44,3	42,2	33,6	26,6	7,4	<b>1,8</b>	4,74	16,1	24,6	<b>48,2</b>	43,2	340,17

### 2.1.3 Contexte démographique

Ce paramètre est important pour les estimations des quantités de déchets liés aux bouteilles en plastique des eaux minérales générées par la commune de Tlemcen, la ville de Tlemcen et la wilaya en sa totalité.

La population totale de la wilaya est estimée à 949 135 habitants, soit une densité de 106,6 hab/Km<sup>2</sup> en 2008. Au 31/12/2013 et selon la DPSB de la wilaya (Annuaire 2013 & ANDI 2013), la population est de 1018978 habitants, soit une densité moyenne de 113 hab/Km<sup>2</sup>. Cette population totale se répartit inégalement entre les 53 communes (Tab. 5), avec les communes de

Tlemcen et Maghnia en première position. La ville de Tlemcen représentée par le groupement urbain des trois communes Tlemcen, Mansourah, Chetouane, totalisait une population de l'ordre de 236 908habitants, alors qu'aujourd'hui elle compte plus de 1,5 million d'habitants. Nous avons été obligés d'utiliser les données démographiques du dernier recensement de 2008 car aucune donnée récente n'est officiellement déclarée.

**Tableau 5 : Taille des populations des 53 communes de la wilaya de Tlemcen en 2008 (ONS)**

Code ONS	Commune	Population nb. habitants
1301	Tlemcen	140 158
1302	Beni Mester	18 651
1303	Aïn Tallout	10 286
1304	Remchi	46 999
1305	El Fehoul	7 045
1306	Sabra	28 555
1307	Ghazaouet	33 774
1308	Souani	9 513
1309	Djebala	8 369
1310	El Gor	8 539
1311	Oued Lakhdar	5 262
1312	Aïn Fezza	11 053
1313	Ouled Mimoun	26 389
1314	Amieur	13 150
1315	Aïn Youcef	13 234
1316	Zenata	3 890
1317	Beni Snous	11 318
1318	Bab El Assa	10 147
1319	Dar Yaghmouracene	6 331
1343	El Bouihi	8 705
1344	Honaïne	5 408
1345	Tienet	4 493
1346	Ouled Riyah	4 329
1347	Bouhlou	6 347
1348	Beni Khellad	6 933
1349	Aïn Ghoraba	5 068
1350	Chetouane	47 600
1351	Mansourah	49 150
1352	Beni Semiel	4 704
1353	Aïn Kebira	3 665
1320	Fellaoucene	8 781
1321	Azails	7 527
1322	Sebaa Chioukh	4 634
1323	Terny Beni Hdiel	5 799
1324	Bensekrane	13 845
1325	Aïn Nehala	6 704
1326	Hennaya	33 356
1327	Maghnia	114 634
1328	Hammam Bouhrara	11 444
1329	Souahlia	22 245
1330	MSirda Fouaga	5 693
1331	Aïn Fetah	7 352
1332	El Aricha	6 673
1333	Souk Tlata	2 756
1334	Sidi Abdelli	18 222
1335	Sebdou	39 800
1336	Beni Ouarsous	12 110
1337	Sidi Medjahed	7 164
1338	Beni Boussaid	13 182
1339	Marsa Ben M'Hidi	6 212
1340	Nedroma	32 498
1341	Sidi Djillali	6 697
1342	Beni Bahdel	2 801

## **2.2 Méthodes de collecte des données**

Les données de cette étude ont été obtenues auprès d'un échantillon aléatoire de 80 individus représentant 80 ménages via un questionnaire à base de méthode d'évaluation empirique. Le travail consiste à une enquête auprès des ménages de la ville de Tlemcen pour la collecte d'informations sur le mode de consommation des eaux minérales embouteillées. Pour cela, nous avons procédé sur plusieurs étapes.

### **2.2.1 Elaboration du questionnaire**

Le questionnaire (Annexe 1) renferme 10 questions réparties sur trois types d'informations à recueillir, il s'agit de:

- des informations d'ordre personnel, pour cela nous avons retenu la localité (nom du quartier et/la commune et le nombre de personne par ménage,
- des informations sur la source d'eau potable utilisée, le nombre de bouteilles consommé en capacité et marque,
- des informations sur leur niveau de connaissance en matière de gestion des déchets plastiques (origine du plastique, quantités produites, mode de rejet, recyclage et dégradation).

### **2.2.2 Méthode de sondage**

Le questionnaire est distribué à plusieurs personnes tirées au hasard présents dans notre entourage et résidents essentiellement dans la ville de Tlemcen. Les personnes ayant contribué à la réussite de ce sondage et que nous remercions au passage, sont issues de notre faculté, de notre entourage familial ou le cercle des amis et des voisins.

Le questionnaire est rempli en notre présence, pour s'assurer que les questions sont bien assimilées et les réponses sont adéquates.

La période de sondage s'est étalée sur deux mois seulement du 16 janvier au 11 mars, date de début de confinement et qui a été induit une limitation de la taille de l'échantillon à 80 sujets.

Partant de cet échantillon, les résultats seront extrapolés à plusieurs populations à différentes échelles : la commune, la ville, la wilaya voire le pays en globalité.

### **2.2.3 Elaboration de la base des données**

L'ensemble des questionnaires regroupés, nous a permis d'entamer la phase d'élaboration de la base de données à partir des réponses fournies. Pour cela deux tableaux des données brutes sont établis : le premier destiné aux nombres de bouteilles générés par ménage et le second englobe toutes les réponses aux questions posées.

Pour parvenir à estimer les quantités, nous avons procédé à des pesées au laboratoire de tous les types et marques de bouteilles rapportées dans les 80 questionnaires fournis. Pour cela, nous avons utilisé une balance analytique de marque Ohaus, d'unité de pesage en gramme et de précision de 0,01g. L'opération de pesée a été effectuée en deux étapes : pesée des bouteilles sans bouchon puis pesée des bouteilles avec bouchon, au niveau du laboratoire de recherche de valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique de l'université de Tlemcen.

#### **2.2.4 Traitements des données**

Les données récoltées par le questionnaire sont traitées sur Microsoft Excel pour les statistiques descriptives (la moyenne, l'écart type, la variance et les fréquences ...). Pour cela nous avons utilisé le logiciel de statistiques Minitab version 16.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion



### 3. Résultats

#### 3.1 Caractéristiques de la population échantillonnée

Les résultats des données relatives au lieu de résidence et le nombre de personne par ménage sont présentés dans cette partie.

##### 3.1.1 Répartition de la population échantillonnée par commune

Pour bien comprendre la composition de notre échantillon et la répartition des ménages dans le site d'étude, nous avons comptabilisé le nombre de commune par commune et estimé leur importance relative en pourcentage (Fig. 17).

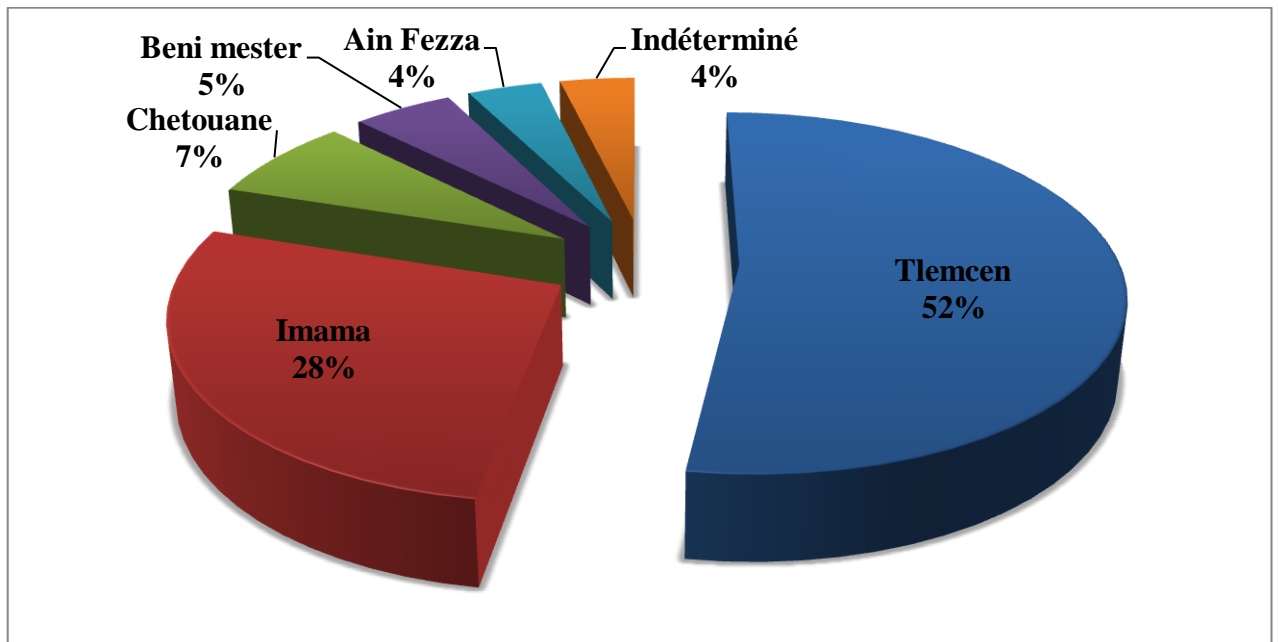


Figure 17. Répartition des sujets échantillonnés par commune (en pourcentage)

Sur les 80 sujets tirés au hasard, la majorité des sujets questionnés résident dans la commune de Tlemcen avec un pourcentage de 52%, suivi par ceux de la commune d'Imama avec 28% et Chetouane avec 7%. Un faible nombre est noté pour les communes de Beni mester (5%) et Ain fezza 4%. Cela signifie que 90% des personnes questionnées sont bien résidents dans la ville de Tlemcen. Toutefois, deux sujets ont omis de préciser leur lieu de résidence, ils ne représentent que 4% de l'échantillon global.

En raison de la taille de l'échantillon réduit, nous avons retenu les réponses des sujets hors aire d'étude, tout en gardant à l'esprit que ces derniers présentent une grande similarité avec les sujets résidents dans la ville de Tlemcen et ne présentent aucune particularité.

### 3.1.2 Nombre de personnes par ménage

L'évaluation de la quantité de déchets produits par personne et par jour repose sur la connaissance du nombre de personne par ménage. Les résultats obtenus à partir du questionnaire sont portés dans le tableau 6.

**Tableau 6 : Répartition du nombre de personnes par ménage**

	Nombre de personnes/ménage						Indéterminé
	2	3	4	5	6	> 7	
Nombre de ménage	6	6	17	30	13	6	2
%	7.5	7.5	21.25	37.5	16.25	7.5	2.5

Pour bien appréhender ce paramètre, nous avons réalisé une analyse des statistiques descriptives dont les résultats sont portés dans le tableau 7.

**Tableau 7 : Calculs statistiques pour paramètre nombre de personne/ménage**

Paramètres statistiques	Valeurs
La taille de l'échantillon	78
Minimum	2
Maximum	15
Somme	376
Moyenne	4,82
Ecart-type	0,19
Variance	2,92
Mediane	5
25 prcentil	4
75 prcentil	5,25

Les résultats laissent apparaitre une moyenne du nombre de personne par ménage de  $4,83 \pm 0,19$  calculée pour  $n=78$  ménages (2 sujets ont omis de préciser le nombre de personne/ménage et ont été de ce fait écarté) et une médiane égale à 5. Le total des personnes qui va servir pour estimer le poids moyen par personne et par jour est de 376.

Ce nombre varie entre un maximum de 15 et un minimum de 2 personnes/ménages. 81% des ménages présentent entre 3 à 6 membres. Les ménages limités à 2 personnes sont faibles avec

seulement 16% et les familles nombreuses à plus de sept personnes sont également de faible proportion avec 8%. 38% des ménages présentent 5 membres

L'écart-type de 0.19 nous informe sur la manière dont les individus se répartissent autour de la moyenne ; dans ce cas cette faible valeur signifie que les valeurs sont peu dispersées autour de la moyenne (série homogène) avec de faibles écarts d'un ménage à un autre.

La variance de 2.92 est plus faible et le degré de variabilité estimé à partir du rapport variance/moyenne est inférieur à 1, ceci se traduit par une faible variabilité et l'échantillon est plutôt homogène.

Le premier quartile indique que 25 % des ménages ont un nombre de personnes inférieures ou égales à la valeur.4 et le troisième quartile indique que 75 % des données sont inférieures ou égales à cette valeur de 5.25.

En termes de cette analyse, il est donc possible de retenir une moyenne de 4,83personnes/ménages pour l'ensemble de la ville de Tlemcen. Cette moyenne est en baisse comparée à celle signalée par Djemaci (2011) de 5,35 et de la moyenne nationale (5.9 personnes) selon l'ONS (2008).

### 3.2 Estimation des quantités de déchets bouteilles générés par les ménages

#### 3.2.1 Mode de consommation de l'eau potable

Pour apprécier la part des ménages qui utilisent l'eau minérale embouteillée, nous avons posé une première question portant sur la source potentielle d'eau potable destinée à la boisson. Les résultats sont représentés dans la figure suivante.

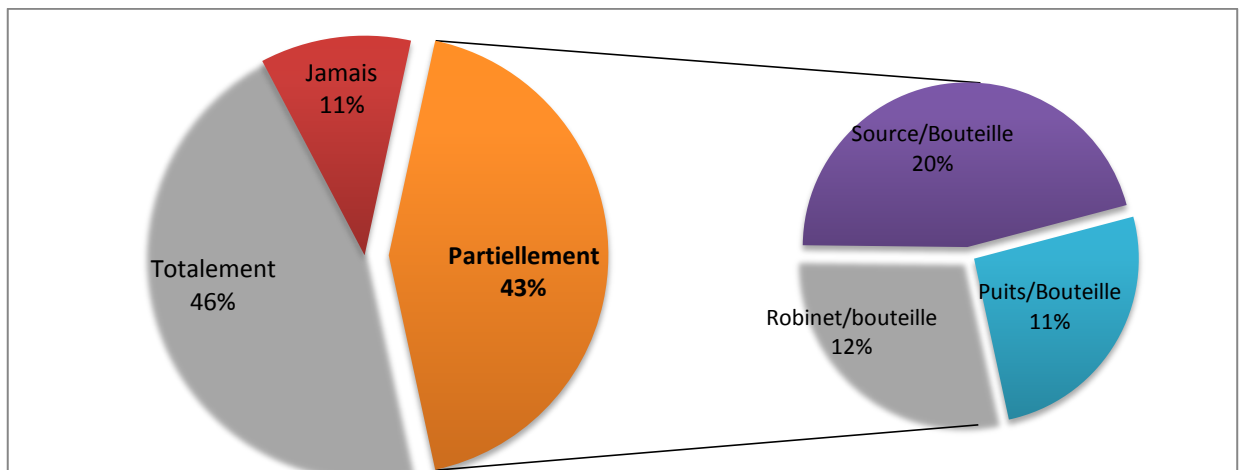


Figure 18 : Mode d'utilisation des eaux embouteillées

Sur les 80 ménages questionnés, 46% ne boivent que les eaux minérales embouteillées contre 11% qui n'en ont consommé pas. Les 43% restants présentent une combinaison de deux

origines, ils consomment les eaux embouteillées de manière partielle en l'achetant occasionnellement et les eaux issues soit des sources, des puits ou carrément du robinet.

20% des sujets questionnés vont ont vers une consommation des eaux des sources de la région. En revanche les ménages qui utilisent l'eau du robinet et des puits sont minimes avec respectivement 12 et 11%.

Sur les 11,5% qui n'utilisent jamais l'eau minérale embouteillée, l'eau est soit puisée dans un puits, une source ou le robinet.

Ainsi, 46% consomment des eaux embouteillées quotidiennement et d'une manière régulière et 43% de manière partielle et occasionnelle. Les quantités de déchets générées par chaque type de ménage seront donc différentes. Il est impératif de tenir compte de ces différences lors de l'estimation des quantités de déchets des bouteilles générés par les ménages.

### 3.2.2 Résultats des pesées

Les pesées effectuées au laboratoire ont portées sur 13 catégories de bouteilles de 9 marques disponibles sur le marché et concernent un total de 803 bouteilles. Le maximum d'utilisation est noté pour les bouteilles de 1,5L de capacité, les valeurs obtenues sont exprimées en grammes avec une précision de 0,01.

**Tableau 8 : Poids des bouteilles d'eau minérale en gramme**

Catégorie des bouteilles	Marque des bouteilles	Nombre de bouteilles	Poids moyen des	Poids moyen des
			bouteilles sans bouchons (g)	bouteilles avec bouchons (g)
Bouteille de 0,5 L	Saida	35	15,63	17,53
	Mansourah		16,74	18,63
Bouteille de 1,5 L	Saida	704	29,18	31,06
	Mansourah		30,81	32,69
	Lala khedija		28,31	30,1
	Ifri		29,95	31,63
	Guediel		28,92	30,77
	Nestlé		27,02	28,33
	Arwa et		29,03	30,76
	Mesreguine			
Bouteille de 5 L	Nestlé	3	85,95	97,33
Bouteille de 6 L	Mansourah	55	85,67	98,86
Bouteille de 8 L	Ayris	6	108	119
<b>Total</b>		803	515,2	566.6

Le poids moyen varie entre un minimum de 15,63g pour les bouteilles de faibles capacités et un maximum de 108g pour les bouteilles de grandes capacités. En prenant en considération les bouchons, les poids augmentent légèrement pour passer à une moyenne 17,53 pour les bouteilles de faibles capacités à 119g pour les bouteilles à capacité de 8L (Tab. 8).

### 3.2.3 Quantités de déchets générées

Pour répondre à l'objectif principal de cette étude, partant du nombre de bouteilles consommées, le poids moyen des bouteilles, de la durée de la période de consommation, du nombre de personne par ménage, nous avons calculé la quantité de déchets générés par ménage, puis la quantité par personne et par jour. La quantité moyenne obtenue a permis de faire les estimations pour les communes, la ville de Tlemcen, la wilaya de Tlemcen en prenant en compte les données démographiques du dernier recensement de 2008, cependant pour l'Algérie nous avons retenu les données de l'ONS de 2020. Les calculs ont été effectués en prenant en précaution le mode de consommation des eaux embouteillées c'est-à-dire à partir de la proportion de 45% qui utilisent exclusivement les eaux embouteillées puis sur la part de 43% de ceux qui utilisent l'eau occasionnellement (voir annexes), les 11% restants ont été écartés. Les résultats sont consignés dans le tableau 9.

**Tableau 9 : Quantités moyennes de déchets des bouteilles en plastique d'eau minérale (Chiffres arrondis)**

Type de déchets plastiques	Quantité moyenne journalière par ménage (g/ménage/j)	Quantité moyenne journalière par habitant (g/hab/j)	Quantité moyenne annuelle par commune (tonnes/an)			Quantité moyenne annuelle (tonnes/an)		
			Tlemcen	Mansourah	Chetouane	Ville de Tlemcen	Wilaya de Tlemcen	Algérie
<b>Bouteilles sans bouchons</b>	74,37	17,03	776	272	263	1311	5253	242 511
<b>Bouteilles avec bouchons</b>	80,44	18,45	840	295	285	1420	5691	262 753

Pour les 71 ménages, les moyennes respectives des quantités de déchets générés par ménage sont de 74,37g pour les bouteilles sans bouchons et de 80,44g pour les bouteilles avec bouchons.

Les estimations établies permettent de noter des quantités assez conséquentes pour la ville de Tlemcen et la wilaya de Tlemcen. Soit de plus de mille tonnes par pour la ville et plus de 5 mille tonnes pour l'ensemble de la wilaya (Tab.98).

La quantité de déchets générés par les bouteilles d'eau minérale de consommation, à l'échelle de tout le pays est estimée à 262 753 mille tonnes par an.

### 3.3 Evaluation des connaissances

L'écocitoyenneté nécessite une bonne connaissance des risques environnementaux pouvant être engendrés par nos modes de consommation où le gaspillage est de mise. Pour éviter ce gaspillage, l'écocitoyenneté oblige d'acquérir certains écogestes de base. Pour réussir une revalorisation, la responsabilité écocitoyenne est partie intégrante. Pour apprécier cette dernière, nous avons posé des questions portant sur leur connaissance et leur comportement à l'égard du déchet bouteille en plastique que chaque ménage utilise de manière quotidienne.

#### 3.3.1 Sur l'origine du plastique des bouteilles

A la réponse sur l'origine de la matière plastique destinée à la fabrication des bouteilles en plastiques, 76% n'avait pas de réponse et seulement 23% ont fourni une réponse correcte. Ainsi, sur les 80 sujets questionnés seulement deux ont donné une réponse correcte complète, sinon 14% ont répondu par le pétrole uniquement et 7% par le plastique recyclé (Fig. 19).

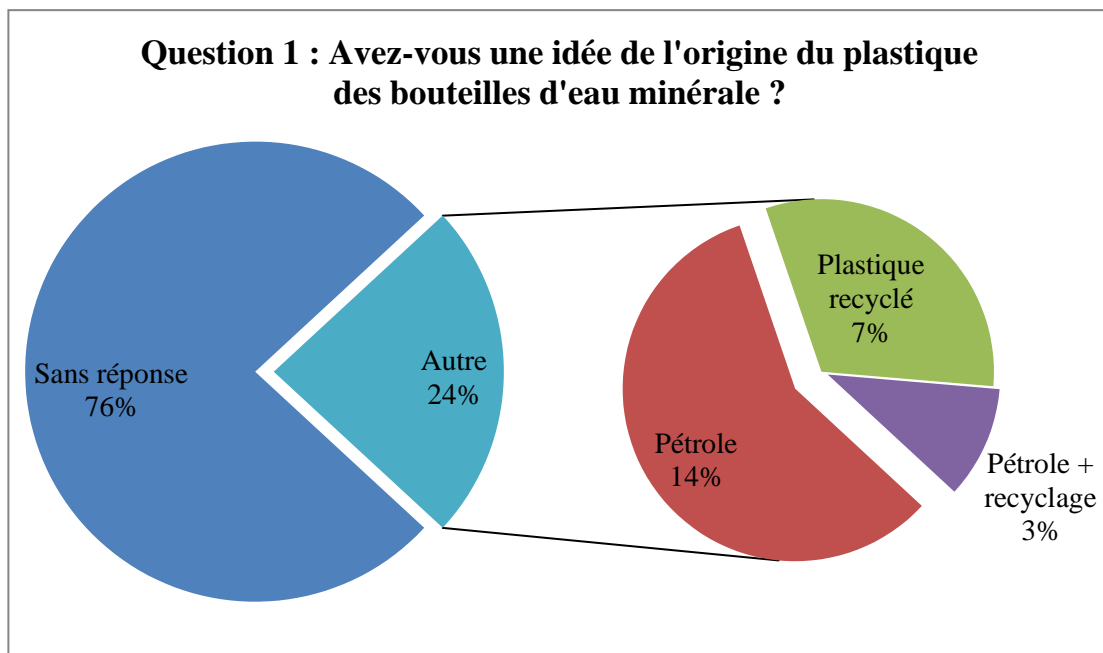


Figure 19 : Réponse sur l'origine du produit plastique des bouteilles d'eau

Les proportions obtenues témoignent de l'ignorance d'une grande part de la population ce qui peut jouer un rôle dans le déséquilibre du tri (en ignorant la source on ne se rend pas compte des conséquences) et par suite contribué à la pollution de l'environnement.

La minorité qui a répondu par une réponse positive sont des professionnels, spécialités en la matière.

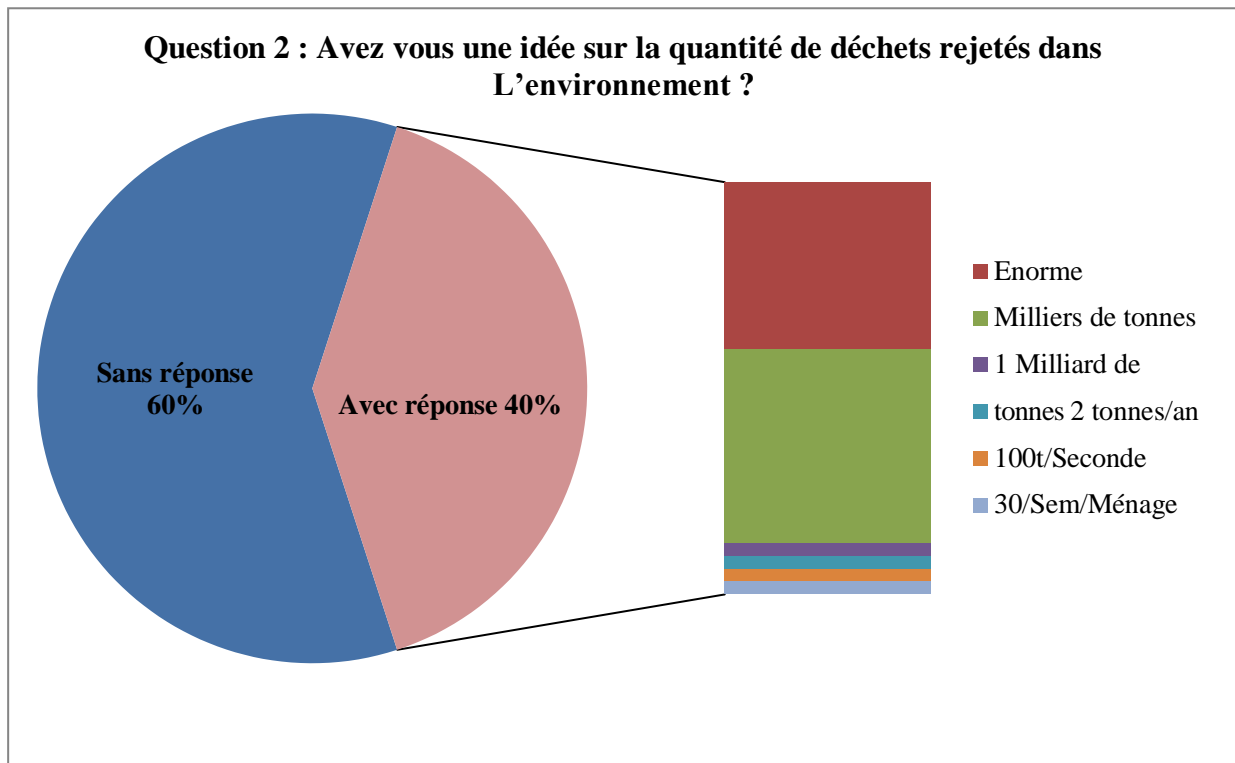
La plupart des réponses positives sur la source du produit plastique disant que le pétrole est la principale source avec un pourcentage de 46% du totale des réponses positives. C'est

Effectivement la bonne réponse si on la considère comme l'origine de la matière première alors que cette dernière est une énergie fossile qui cause souvent des pollutions dans les différents compartiments de l'environnement.

Ces résultats montrent un manque dans la sensibilisation des citoyens envers la valorisation des déchets et le recyclage ou l'incapacité de l'état dans le domaine du recyclage et traitement des déchets.

### 3.3.2 Sur la quantité des déchets générés

Pour mieux saisir l'état d'esprit des ménages à l'égard des rejets du plastique dans l'environnement suite à une consommation des eaux embouteillées, nous avons posé la question portant sur une appréciation des quantités des déchets produites capables d'être rejetés dans la nature. Les réponses fournies ont permis d'établir la figure 20.



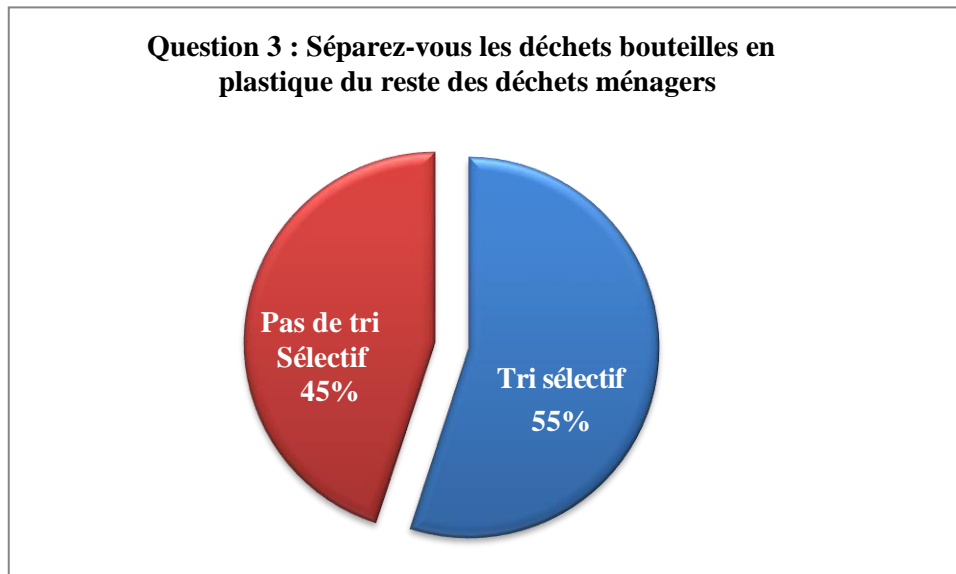
**Figure 20 : Réponse sur la quantité de déchets générés par les ménages**

Bien qu'un grand nombre de ménage consomment les eaux embouteillées, la connaissance sur la quantité de ce produit résistant et très peu dégradable dans la nature semble vraiment faible. Ainsi, 60% des réponses sont négatives prouvant encore une fois la méconnaissance d'une part assez importante de la population. Les 40% restants laissent apparaître des estimations relativement acceptables (Fig. 20).

### 3.3.3 Le tri sélectif dans déchets de bouteilles

Les collectivités locales sous les directives du ministère de l'environnement tentent d'inculquer la culture du tri des déchets au niveau des quartiers, une action qui doit être étendue partout au niveau des communes et des wilayas d'Algérie. La contribution du citoyen est primordiale.

La question de séparation des déchets bouteilles plastiques du reste des déchets a été posée pour apprécier cette contribution citoyenne. Les résultats sont relativement satisfaisants puisque plus de la moitié des ménages semblent respecter cette action (Fig. 21).



**Figure 21 : Réponse sur le tri sélectif des déchets bouteilles en plastique**

En effet, selon les réponses fournies, 55% séparent leurs bouteilles de plastique de leurs déchets après consommation (Fig 21). Les bouteilles sont triées à l'origine mais elles peuvent se retrouver dans la même poubelle que les autres ordures ménagères par manque de bacs de tri sélectif qui se font très rares voire même indisponibles. Le ramassage des bouteilles est irrégulier et les ramasseurs sont rares, de grandes quantités finissent donc en décharge.

Ainsi, ce sondage indique que plus de 5 algériens sur 10 estiment qu'il est utile de trier. Ce qui laisse à penser qu'il y a presque la moitié de nos concitoyens qui ne font pas de cas de l'environnement. Les raisons qu'ils avancent étant "qu'ils ne savent pas ce que cela devient", ou "que cela ne sert à rien car les autres ne le font pas".

Bien que ce chiffre de 55 pourrait ne pas correspondre nécessairement à la réalité, certains sondés ne voulant pas être perçus comme ne triant pas, il montre bien que le tri sélectif fait désormais partie des normes sociales et sont donc bien au courant de son importance.



Le pourcentage estimé pour cet échantillon est loin de celui connu pour les pays européens, de l'ordre de 66% pouvant atteindre 95%.

Quelques initiatives sont prises par certaines associations cas de l'association nommée le colibri vert qui donne un rendez-vous aux citoyens pour le ramassage des bouteilles en plastique chaque samedi, à côté de la faculté de médecine de 9h jusqu'à 13h, elle utilise l'argent récolté dans des dons de charité. Ceci témoigne de la bonne volonté et la prise de conscience de certaines personnes dans notre société.

### **3.3.4 Sur le devenir du déchet plastique**

Beaucoup de personnes s'intéressent à l'avenir des déchets recyclables, à la manière dont ils sont traités et à toutes les dynamiques qui existent autour. On parle de plus en plus des déchets recyclables, de récupération et de valorisation à l'heure actuelle. Nous nous sommes penchés sur la question du devenir du déchet plastique et la perception des gens de cette problématique.

Les pourcentages calculés à partir des 80 sujets questionnés (Fig. 22) laissent apparaître un nombre réduit de personnes ignorant totalement le devenir du déchet plastique après usage, avec la plus faible part de 26%. 64% ont fourni des réponses dont 29% semblent bien informés, donnant des réponses assez correctes en précisant certaines filières. Ainsi, ils précisent que les bouteilles vides sont collectées puis destinées à l'usine de recyclage (zone industrielle de Tlemcen Etablissement tabet aoule) pour leur transformation en granulés PET destinés à l'exportation ou à l'utilisation dans différents produits comme matière première et dans le cas le plus grave finissent dans l'environnement et vont causer une pollution des sols et des mers.

Le pourcentage le plus élevé de 45% représente les réponses partielles et incomplètes où les sujets se sont contentés de marquer qu'il y a recyclage ou traitement potentiel.

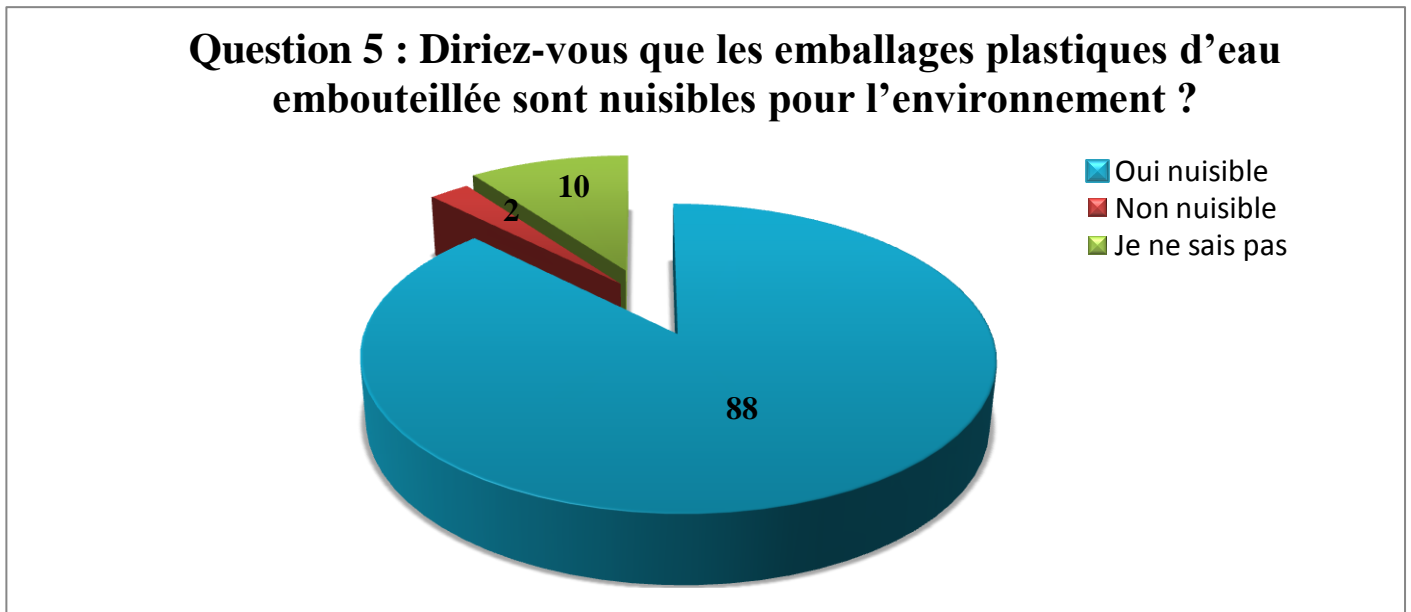


**Figure 22 : Réponse sur du devenir des déchets bouteilles en plastique**

### 3.3.5 Sur la nuisibilité du déchet plastique

Pour cette question, nous avons voulu estimer le niveau d'inquiétude et d'intérêt que portent les citoyens envers les problèmes environnementaux et les risques encourus par l'usage quotidien de ce type de produit. Le plastique est omniprésent dans notre vie, nous le rejetons chaque jour en quantité importante, les conséquences ne peuvent être que désastreuses mais sommes-nous conscients de cette situation, là est la question. Posé aux 80 sujets de notre échantillon aléatoire,

Les résultats à cette question sont très satisfaisants avec 88% de oui et 12% qui prêtent peu d'intérêt et ne semblent pas détenir une bonne réponse (Fig. 22).



**Figure 23 : Réponse sur la nuisibilité des déchets bouteilles en plastique**

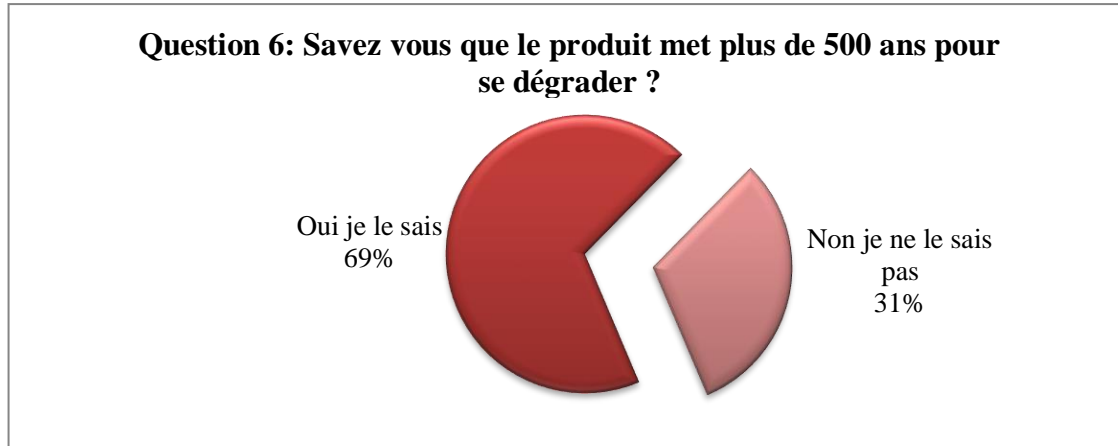
Ce pourcentage élevé signifie que les citoyens ont une certaine connaissance sur les effets néfastes de ce produit. Par inconscience ou surtout le manque d'une volonté de bonne gestion et des moyens de collecte, de tri et du secteur de recyclage, des quantités considérables finissent dans la nature et causent une dégradation de l'environnement en affectant tous les types d'écosystèmes.

Un grand nombre de personne semblent savoir que la masse de plastique dans notre monde est le symbole de la société de consommation car cette matière est considérée comme un matériau non noble et de ce fait un produit jetable après usage. Elle représente 10% de la masse totale des ordures ménagères et n'étant pas dégradable, elle forme un véritable danger pour l'environnement. Elle est la cause d'une pollution durable mais affectent également le paysage, On découvre désormais que le plastique exposé au soleil génère des gaz nocifs pour notre

atmosphère. Les plastiques représentent un réel danger autant pour la faune que la flore. Les animaux ne sont pas épargnés aussi bien sur terre qu'en mer.

### 3.3.6 Sur la durée de dégradation de la matière plastique

On sait à quel point le plastique est une plaie pour la planète. Quasiment indestructible, il ne se dégrade pas dans l'environnement. Son plus gros désavantage, c'est qu'il n'est pas biodégradable, il prend énormément de temps pour se dégrader.



**Figure 24 : Réponse sur le tri sélectif des déchets bouteilles en plastique**

Les pourcentages des réponses obtenus selon leur savoir que l'emballage de plastique peut mettre jusqu'à 500ans pour se dégrader dans la nature confirment encore une fois le niveau de connaissance assez élevé, avec 69% des réponses positives où les sujets savaient que le produit prend une longue durée de temps pour se dégrader alors que 31% n'avait aucune idée du temps qu'il faut pour qu'un emballage en plastique se dégrade dans l'environnement. Tout produit fabriqué, utilisé, rejeté est présent et sera toujours présent dans notre environnement et l'environnement des quatre générations à venir s'il n'est pas recyclé.

### 3.4 Discussion

La production de déchets solides en Algérie a connu une augmentation durant ces dernières années, dont le ratio par habitant dans une zone urbaine est de 0.7kg/j/h, soit près de 9 millions de tonnes par an. La plupart de ces déchets sont acheminés vers des décharges ou des centres d'enfouissement. Plus de 10% de déchets éliminés sont de plastique (Sweep-Net, 2010). La capacité de récupération du plastique est de 130 mille tonnes par an (Djamaci, 2011).

Selon AND (2007) en Algérie, les principaux composants sont : les résidus alimentaires (organiques) avec un taux moyen de 72 %, plastique 10 %, papier/carton 9.3 %, verre 1.36 %, métaux 3.2 % et chiffons/autres 4.14 % (Djamaci, 2011). Cependant, la composition des déchets peut varier largement tant géographiquement que temporellement, allant de 6 à 14%. Ces

estimations permettent de retenir une quantité journalière de déchets plastiques de l'ordre de 14 tonnes par jour pour une quantité moyenne de déchets ménagers rejetés par jour et par an de 0,8kg/hab/j pour les petites agglomérations et 1,2kg/hab/j pour les grandes agglomérations (Djemaci, 2011).

La quantité de déchets signalée par Sefouhi et al, (2010), pour la ville de Batna est de 131 tonnes par jour soit 47 715 tonnes par an dont 11% sont des matières plastiques. La quantité journalière est de 11 tonnes de déchets plastiques par jour.

Dans l'étude établie par Djemaci (2011) et A la question « Achetez-vous de l'eau et/ou des boissons en bouteilles de plastiques » plus de 95% de l'échantillon ont répondu favorable. Ainsi, les raisons pour lesquelles les individus consomment de l'eau minérale embouteillée s'expliquent par les événements suivants : avoir un bébé dans le foyer (36.9%), avoir un malade (24.8) et l'eau de robinet est pollué (57.5%).

La majorité des individus déclarent être prêts à trier leurs déchets (Djemaci 2011), ceci corrobore avec nos résultats qui ont montré un pourcentage (55%) à la hausse des personnes pratiquent le tri.

En Algérie, seuls sept entreprises se spécialisent dans le recyclage du plastique, alors que celle-ci produit 1.7 milliard de bouteilles par an.

En 2001, le gouvernement algérien a adopté une nouvelle politique en matière de gestion des déchets municipaux à travers le programme de la gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEM) (Djemaci, 2012). Pour cela, il a visé la promotion des activités de recyclage et de valorisation des déchets. Le recyclage présente plusieurs avantages :

- il économise les superficies destinées à son élimination et l'espace dans les centres d'enfouissement des déchets ;
- il baisse les dépenses de traitement des déchets solides municipaux (DSM) ;
- il minimise les dégâts sur l'environnement en réduisant les quantités des déchets ;
- il minimise l'utilisation de ressources.

Il faut aller dans le sens d'une augmentation du recyclage et une diminution des déchets et implicitement de protéger l'environnement. La valorisation du plastique peut se faire de différentes manières, on se propose de fournir en termes de ce travail une série d'alternatives de minimiser les déchets plastiques dans les écosystèmes naturels terrestres et aquatiques.

Les exemples cités sont tirés d'expérience réelle et réussie pouvant constituer ainsi un modèle d'application dans notre pays.

**Exemple 1 : du déchet plastique vers la construction des routes goudronnée** : dès 2001, l'idée est née, en 2002 le projet est mis en application.

Selon Rajagopalan Vasudevan indien surnommé plastique man un professeur de chimie a mis en place une recette dans son laboratoire qui va changer sa vie.

La méthode est de chauffer des cailloux de granite à 160 degré puis incorporés des différents types de déchets plastiques dont le PET, mélanger et ajouter un peu de bitume (goudron à base de pétrole). Ce mélange a permis de construire des autoroutes entières, le résultat est que dans ce mélange on utilise les déchets plastiques et on économise plus que 10% de bitume donc moins de pétrole et le plastique va apporter un soutien de résistance et les eaux ne s'infiltreront pas entre les cailloux enveloppés par le plastique. Une tonne de plastique peut être utilisée dans 1 kilomètre de route.



**Figure 25 : Première route construite par Pr RAJAGOPALAN VASUDEVAN à base de son mélange bitume-plastique** (<https://www.youtube.com/watch?v=xOWIMwkGxVg>)

En 2002, il a pavé une route de 60 pieds à l'intérieur du campus avec du bitume modifié par du plastique. La route est encore intacte aujourd'hui. Il a obtenu un brevet pour le processus en 2006. Depuis lors, sa technique est utilisée dans de nombreux pays dans le monde.

**Exemple 2 : Des déchets de bouteilles en plastique vers les vêtements : (2007. Sasytex)**

Un des premiers débouchés du recyclage des bouteilles de plastique est les fibres textiles, le PET (poly téréphtalate d'éthylène) représente 70% des fibres textiles mondialement produites. Cinq bouteilles d'eau suffisent pour la fabrication de fibres d'un t-shirt extra-large XL.



Figure 26 : Photos des étapes de tri dans une usine de fabrication textile



Figure 27 : Photo d'usine de recyclage en textiles à dentis Turin (Valorplast 2010)

Après avoir passées les étapes de tri dans les poubelles et les centres de tri (Fig. 26), les bouteilles vont passer aux usines de recyclage pour fabrication de textiles (Fig. 27). L'exemple de l'usine de Turin-(Dentis) peut être donné, elle recycle près de 40 mille tonnes de bouteilles/an en provenance de France et d'Itali

Les fils peuvent être utilisés tel un fil plat ou peuvent subir un traitement. Les fils ont la même qualité des fils polyester vierge mais avec un impact environnemental plus faible car l'utilisation du recyclé réduit, la consommation d'énergies et les émissions de CO<sub>2</sub>. Avec 42 bouteilles, on produit 1 kg de fils recyclés. Ces fils vont être transformés en plusieurs choses : des équipements sportifs, des tissus d'ameublement, des vêtements de travail, des sacs, des bagages et le fameux pull polaire.

Toujours en Italie, l'usine textile lanificio becagli – Prato fabrique plus de 50 ans des tissus tricotés à la main, dernièrement elle s'est spécialisée dans la fabrication des tissus polaires et depuis 2008, elle les fabrique son fameux fils new life.



**Figure 28 : Photo d'usine de fabrication de tissu polyester (source : Valorplast 2010)**

Le procédé est le suivant : Dans la machine circulaire on voit la fabrication du tube du tissu polyester. Les fils sont aspirés dans des petites tubes dans la machine de tricotage 1800 aiguilles crochets les fils entre eux pour former le tissu 800 mètres sont formés en 8h

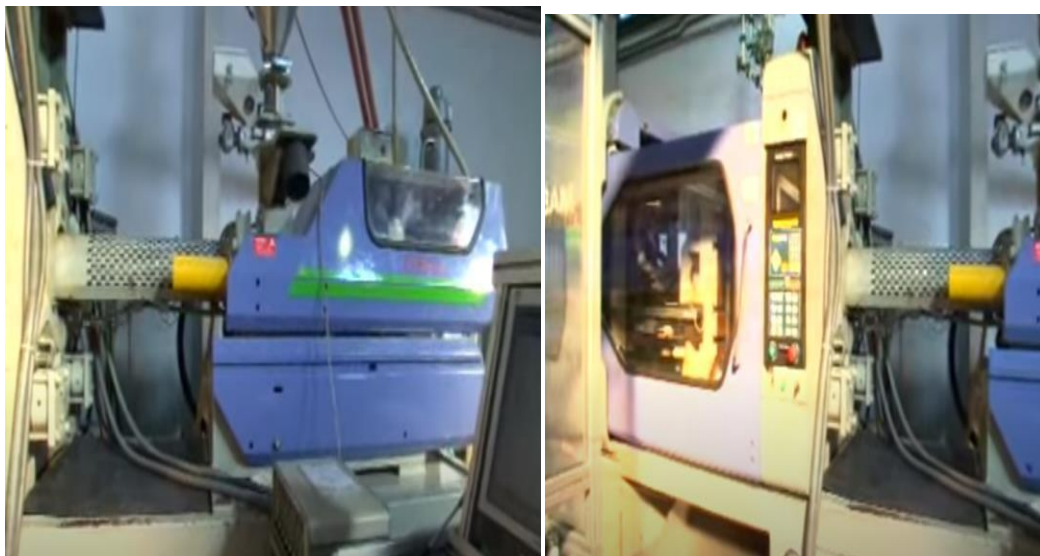
Pour la couleur, le tissu est envoyé à la teinturerie et une opératrice va contrôler les défauts à l'aide d'un miroir ensuite il passe entre des rouleaux pour être gratté et devenir plus doux, des aiguilles transperces les bords de tissu pour fixer la chaîne et former les lisères, le rouleau de tissu est ainsi formé. Une opératrice qui contrôle la qualité du tissu avec un miroir (source : Valorplast 2010). Il sera transformé en veste écharpe et plusieurs types de pull polaire par de nombreux fabricants de vêtements de sport.

En Algérie, nous pouvons citer l'exemple de l'établissement TABET AOUAL de la ville de Tlemcen qui fabrique de la fibre silicone et la fibre coton à partir des déchets plastiques. Le procédé de transformation aboutit à la livraison des sacs de 350kg ; le produit est prêt pour être utilisé dans différents types de textile (cette usine fait de l'exportation).

**Exemple 3 : du déchet plastique vers les ustensiles de cuisine et objet culinaires (2009)**

Exemple dans une usine au Portugal on fabrique des ustensiles de cuisine pour le groupe SEB. Après tri et les étapes de recyclage mécanique, on obtient bien sûr les granulés de PET recyclé qui présente la matière de base pour cette valorisation et dont les caractéristiques sont plus proches du PET vierge. Les granulés sont encore séchés pour ensuite alimenter la presse à injecter, on ajoute colorant et adjuvant pour donner tous les caractères obligatoires ; les chercheurs ont mis en base une recette spécifique pour mouler le PET.

Premièrement on réchauffe le mélange qui va descendre dans le fourreau de la presse qui est adapté aux normes du PET recyclé ; une vis tourne sans fin et malaxe le granulé qui fond et se plastifie (Fig. 29).



**Figure 29 : Photo représentant le fourreau (1) et la vis (2) (Valorplast 2010)**



Le résultat qui est une patte est poussé dans le moule chaud qui comprend des cavités selon la fabrication de l'objet souhaité, La matière plastique est injecter par des petites canaux ; le moule refroidi et s'ouvre pour démouler les ustensiles qui sont rigide suffisamment pour être transporté rapidement par un robot vers un tapi ou ils vont finir de se refroidir



**Figure 30 : Moules et contrôle à l'usine (Valorplast 2010)**

Les moules corrèlèrent à la forme voulu de l'ustensile culinaire et les ouvrières contrôlent leur conformité, étiquettent et mettent en emballage pour la vente en magasins.

Ce projet a pris 3 ans pour mettre en place ce procédé il a fallu adapter la matière au procédé des transformations et aussi étudier l'utilisation du produit chez le consommateur (selon David benoit pilote projet produit sources groupe SEB).

Par exemple une louche représente 2 bouteilles de PET recyclé, l'usage de ce PET recyclé permet d'une part d'économiser les ressources naturelles, de créer des débouchées issues du tri sélectif et de diminuer l'empreinte Carbone (selon Pascale cuillery chef de projet article culinaire groupe SEB)

**Exemple 4 : du plastique vers des poteaux de signalisation et de clôtures : (depuis 2010)**

Dans la capitale du Kenya à Nairobi dans un quartier résidentiel Kasarani, on trouve l'une des grande décharge de plastique du pays, LORNA RUTTO qui est la fondatrice de éco-post fondé en 2010 se rend chaque fois pour se fournir en déchets plastique cette décharge représente son principal fournisseur à savoir que chaque mois elle achète plus de 30 tonnes de plastique qui lui sert à la fabrication de poteaux de clôtures et de signalisation dans son usine.

Eco post valorise presque 20 tonnes de déchets plastiques par mois qui les transforme en matériel économique et durable. Les poteaux servent pour les clôtures aux lieux d'utiliser le bois mais aussi ils sont utilisés dans les routes comme poteaux de signalisation puisque au Kenya les poteaux au fer sont découpés, volés et vendus au ferrailleur dans les marchés noirs.



**Figure 31 : Photo d'usine Ecopost de fabrication de poteaux (cartier womens initiative)**

Ecopost produit 5 000 postes, éliminant 300 tonnes de déchets plastiques de l'environnement. C'est 500 arbres qui ne seront pas abattus.

L'usine est rentable, un chiffre de 65 millions de franc CFA en 2015 ce que lui a permis de payer ses employés avec 3000 Franc CFA par jour.

**Exemple 5 : du plastique vers du carburant (Fin 2010)**

La transformation des déchets plastique en carburant ne représente pas un tour de magie, les déchets de différents types de plastique dont le PET vont être broyée, nettoyer puis dans des tuyaux vont se métamorphosées la première étape consiste à réchauffer progressivement le plastique passé de 100 a 300 degré a la sortie ca ressemble a du chewing gum chaud la 2 eme étape est que le chewing gum chaud vas subir dans des grosse cuves une pyrolyse (La pyrolyse, ou thermolyse, est la décomposition chimique d'un composé organique par une augmentation importante de sa température pour obtenir d'autres produits qu'il ne contenait pas) mélanger et

Chauffé à 400 degrés en absence d'oxygène il ne va pas brûler mais il va se transformer en vapeur. Ensuite cette vapeur doit être distillée et la faire refroidir pour obtenir du carburant liquide. Selon Michael Murray fondateur et PDG, CYNAR, le coût de production de ce diesel est à peu près de 30 à 35 % moins cher que du carburant obtenu à partir d'énergie fossile et ce carburant a un impact faible sur l'environnement avec moins de carbone et moins de CO<sub>2</sub> et en plus rentable. Cette usine produit plus de 950 litres de carburants avec 1 tonne de déchets plastiques. Par jour l'usine va produire jusqu'à 90500 litres de carburants de quoi faire le plein de 400 voitures avec des petits réservoirs.

CYNAR avait développé sa première technologie commerciale de fin de vie de plastique à diesel en Irlande et avait levé plus de 12 millions de livres sterling en fonds propres.

**Exemple 6 : des bouteilles en plastique vers la fabrication de mousses isolantes : (2016)**

SOPRALOOP un procédé innovant et unique au monde qui couple recyclage chimique et mécanique. SOPREMA, qui représente le groupe français spécialiste dans les bâtiments éco-responsable, s'est muni d'une usine de recyclage du PET et des barquettes en PET complexe. Sopraloop donne une nouvelle vie à ces déchets plastiques en les transformant en matériaux d'isolation.

Selon Matthieu Chalier directeur – sopraloop (depuis 2016), les étapes se divisent en deux grands types de recyclage qui sont :

- Premièrement le recyclage mécanique qui consiste à l'obtention des paillettes par l'introduction des déchets et des balles PET dans l'ensemble des machines de recyclage (tri, broyage, lavage et séchage)



**Figure 32 : Photo de paillettes d'emballages en PET (source : citeo.com)**

- Deuxièmement le recyclage chimique les paillettes obtenues du recyclage mécanique vont être intégrées dans l'unité de recyclage chimique où elles vont subir des traitements chimiques dans deux réacteurs. Le premier consiste à l'homogénéité et le deuxième l'ajout d'additifs.

des polyols qui représente un liquide verdâtre. les polyols est stocké dans des cuves puis acheminé dans des camions citerne vers les deux usines Soprema de Saint-Julien-Du-Sault et de Hof (Allemagne), associer à des iso cyanates (est un ion de formule  $-N=C=O$  essentiellement à la fabrication de matières plastiques (polyuréthanes), utilisées dans divers secteurs de l'industrie) les mousses d'isolation polyuréthane et panneaux d isolation pour le bâtiments sont obtenus.

La société Soprema affiche un chiffre d'affaires de 2,75 milliards d'euros en 2018 grâce aux innovations écologiques, aussi pour se rendre plus dépendent du milieu de la pétrochimie soprema se tourne de plus en plus vers les matières éco source soit recyclé soit bio source (matériaux provenant de la biomasse).

Le Groupe SOPREMA vise une capacité de production de 3 000 tonnes d'emballages PET complexes générant 5 500 tonnes de polyols attendues (2019), puis 10 000 tonnes pourraient sortir de l'usine d'ici à cinq ans.

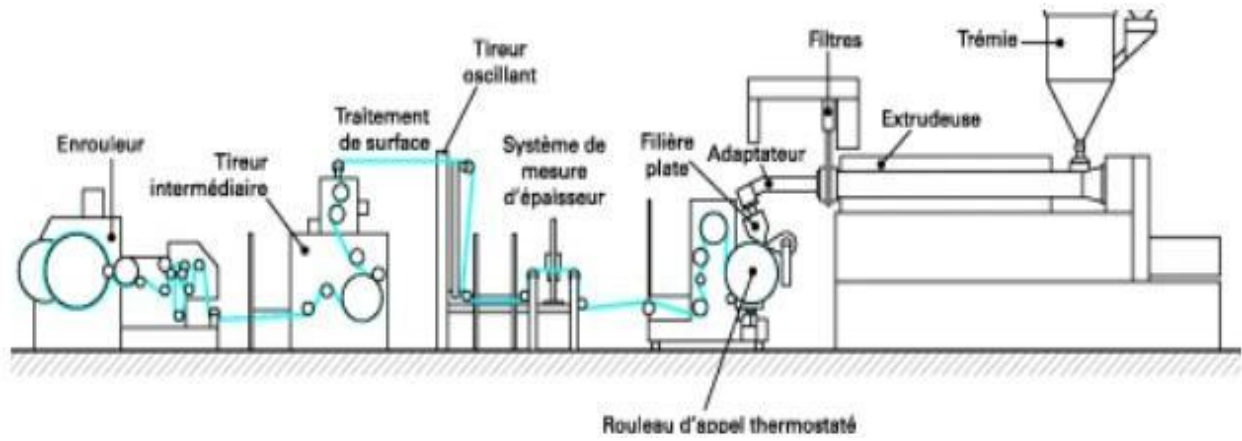


**Figure 33 : Photo des panneaux d'isolation prêts à la commercialisation (Alsace20)**

**Exemple 7 : Du plastique vers les visières de protection :(2020)**

Dans le centre de tri de déchets ou le centre d'enfouissement technique CET dans la région de el mdina jdida à Oran, les associations et mêmes les citoyens de la ville ont répondu à l'appel du CET et à l'initiation de 05 bouteilles plastiques recyclés égales 04 visières de protection pour le médecin et toute l'équipe médicale qui est dans les premières lignes de défenses contre le covid19 ;ce contexte montre l'importance du recyclage dans de telles situations.

Les bouteilles sont collectés au niveau du CET et sont directement désinfectés à leur arrivée, puis ils sont compressés et envoyés aux usines de recyclage. Après avoir procéder aux étapes du recyclage de la matière PET et obtenu les granulés, on procède à l'extrusion du film à plat qui s'explique par le schéma suivant (Fig. 34).



**Figure 34 : Schéma ligne d'extrusion de film à plat** (selon l'institut supérieure de plasturgie d'Alençon année universitaire 2011 – 2012 promotion 2012 l'extrusion du film en pvc plastifié).

Les granulés sont mis dans la trémie puis le polymère est extrudé, ensuite la matière passe à travers l'adaptateur et elle est étirée dans l'aire sur une petite distance. Elle passe sur différents rouleaux successifs pour se refroidir et définir l'épaisseur voulue, la dernière étape est d'enrouler le film plastique obtenu en forme de bobines.

Les bobines sont envoyées dans des usines d'impression 3D (Fig. 35) où le film plastique est découpé pour obtenir les visières de protection 100% plastique recyclé. A la fin, ils sont envoyés aux hôpitaux et tout établissement médical, la production peut aller jusqu'à 800 visières de protection par jour



**Figure 35 : Photo prise dans l'usine d'impression 3D Oran de fabrication de visières** (aps.dz)

Etablie à partir d'une enquête réalisée auprès d'un échantillon de 80 ménages soit 376 sujets, la présente étude a permis d'atteindre notre objectif principal à savoir réaliser des estimations des quantités de déchets des bouteilles d'eau en PET, obtenues par pesées des différents types (capacités et marques) de bouteilles d'eau consommées durant une période courte et bien déterminée. Comme elle a permis d'estimer la connaissance et le comportement de cette population face à ce type de produit plastique à l'origine d'un grave problème environnemental. La plupart des sujets questionnés sont résidents dans la ville de Tlemcen, ils sont distribués dans les communes suivantes avec des pourcentages variables : 53% pour la commune de Tlemcen, 28% pour celle d'Imama et 8% pour celle de Chetouane. Alors qu'un faible pourcentage est enregistré pour les communes de Beni mester (5%) et celle de Ain fezza (4%).

Le pourcentage du nombre de personnes diffère d'un ménage à un autre, le plus faible est de 8% pour les ménages dont le nombre de personnes est supérieur à 7, le plus élevé est de 38% pour les ménages dont le nombre de personnes est de 5.

La moyenne de personne par ménage est de 4.28 ; et une somme de 376 personnes avec un minimum de 2 personnes par ménage et un maximum de 15 personnes par ménage. (81%) des ménages représentent un nombre de 3 à 6 personnes par ménage avec une médiane égale à 5

La consommation d'eau embouteillée par les ménages se fait selon trois modes : 46% utilisent exclusivement de l'eau embouteillée, 11% ne font pas recours à ce type de consommation quant aux 43% restants, ils l'utilisent partiellement en y associant une autre source. Ainsi, 20% l'utilisent combinée à l'eau de source, 12% le combinent avec l'eau du robinet et 11% le combinent avec l'eau des puits.

Les quantités de déchets sont énormes, ainsi, la quantité de déchets de bouteilles en plastique sans bouchon générée par chaque ménage, est équivalente à une moyenne de 74,37g /j, et celle de chaque habitant est d'une moyenne de 17,03g/j. Alors que la quantité de déchets des bouteilles en plastique avec bouchon, générée par chaque ménage est équivalente à une moyenne de 80,44g /j, et celle de chaque habitant est d'une moyenne de 18,45g/j.

A partir de ces moyennes nous avons effectué des estimations pour les trois communes de Tlemcen.

La commune de Tlemcen produit une quantité de 776 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique sans bouchon), et 840 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique avec bouchon). La commune de Mansourah atteint une moyenne de 272 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique sans bouchon) et de 295 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique sans bouchon) , alors que la commune de Chetouane parvient à une moyenne de 263 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique sans bouchon) et de 285 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique

sans bouchon), la différence est liée au nombre d'habitants dans chaque commune (Tlemcen étant plus peuplée que Mansourah, elle-même plus peuplée que chetouane).

La ville de Tlemcen produirait 1 311 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique sans bouchon), et de 1 420 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique avec bouchon)

La wilaya de Tlemcen produirait 5 253 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique sans bouchon), et de 5 691 tonnes/an de déchets (bouteilles en plastique avec bouchon)

L'Algérie génère quant à elle une moyenne de 242 511 tonnes/an de déchets (bouteilles en sans plastique) et 262 753 tonnes/an de déchets (bouteilles en avec plastique)

Cette quantité élevée des déchets de type bouteille en plastique qui représente 26% des plastiques éliminés en l'Algérie, est le résultat d'une consommation de plus en plus importante. Nous vivons dans une société de consommation où le plastique est omniprésent. Cette matière première constitue une ressource et doit être valorisée et les modèles cités dans ce travail constituent de très bons exemples de valorisation à travers le monde. Ils permettent d'inspirer des jeunes diplômés pour la création de start-up dans ce domaine.

L'évaluation du niveau des connaissances des citoyens en matière de valorisation des déchets plastiques a révélé des différences des pourcentages d'une question à une autre. Nous pouvons retenir en finalité qu'un grand nombre de personnes (76%) ignore certes l'origine du plastique et les quantités produites (60%) mais ils semblent être au courant de certains principes d'écocitoyenneté à savoir l'intérêt du tri sélectif des bouteilles (55%), le devenir du plastique et les possibilités de recyclage à 64%, la nuisibilité et les menaces sur l'environnement à 88% et qu'il s'agit d'un produit non biodégradable. Ces résultats sont satisfaisants et sont la preuve d'une prise de conscience dont notre société a réellement besoin pour appliquer le développement durable.

Ce travail nécessite un effort supplémentaire et une étude plus poussée avec un échantillon de plus grande taille, élargi sur plusieurs communes voire plusieurs wilayas d'Algérie et étalé sur toute année car la consommation est variable selon les saisons.

Les études portant sur cette thématique sont rares dans notre pays et il est impératif de s'y pencher à l'avenir car les apports scientifiques peuvent contribuer à une meilleure gestion et valorisation de cette matière première.

## Références bibliographiques



## *Bibliographie*

1. Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596-1605.
2. Andrady, A.L. 2003. *Plastics and the environment*. New York : John Wiley and Sons.
3. AUBRY J. 2010 *Les matières plastiques*. Matériaux Technologie 18p.
4. BELARBI, F. (2010). Etude de la pluviométrie journalière dans le bassin versant de la Tafna.Mémoire de Magister Université de Tlemcen, 113 pp.
5. Bennette, N., Bryant, D. A., & Dismukes, G. C. (2010). Redirecting reductant flux into hydrogen production via metabolic engineering of fermentative carbon metabolism in a cyanobacterium. *Applied and environmental microbiology*, 76(15), 5032-5038.
6. BRIAND, N. (2014). Rubrique 5 : Plastiques et pollution par les plastiques, De la Seine au 7ième continent.
7. COLLIGNON A, HECQ JH, GLAGANI F, VOISIN P, COLLARD F ET GOFFART A. (2012).
8. COOPER J. E. KENDIG E. L., BELCHE S. M. (2011). Assessment of bisphenol A released from reusable plastic, aluminium and stainless steel water bottles. *Chemosphere*, 85(6), (943-947).
9. D'ORSI, A. (2017). Pour en finir avec les déchets plastiques. *Relations*, (790), (35-37).
10. Davis, A., Sims, D., & Sims, D. (1983). *Weathering of polymers*. Springer Science & Business Media.
11. De Pompignan, N., & Albanel, C. (2014). *Océan alerte rouge: chroniques d'un désastre annoncé*. Editions L'Harmattan.
12. DJEMACI, B. (2011). Recyclage des déchets à travers un système de consigne: Cas des bouteilles en plastique en Algérie. In *Colloque international francophone, «Le développement durable: débats et controverses»*, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
13. DJEMACI, B. (2012). *La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité (Doctoral dissertation)*.
14. DJEMACI, B., & CREAM, M. K. (2013). *L'impact social et environnemental du secteur informel des déchets solides en Algérie*.

15. DJEMACI, B., & ZAÏD-CHERTOUK, M. A. (2011). La gestion intégrée des déchets solides en Algérie. Contraintes et limites de sa mise en oeuvre. Working Paper CIRIEC, (4), (3-66).
16. Godine, D., ... & Wilson, L. (2013). Evaluating the accuracy of sampling to estimate central line–days: simplification of the National Healthcare Safety Network surveillance methods. *Infection control and hospital epidemiology*, 34(3), 221-228.
17. GORDON, D.M. 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.
18. Gu, Y. (2000). Meshless local Petrov–Galerkin (MLPG) method in combination with finite element and boundary element approaches. *Computational Mechanics*, 26(6), 536-546.
19. Gübitz, G. M., & Paulo, A. C. (2003). New substrates for reliable enzymes: enzymatic modification of polymers. *Current opinion in biotechnology*, 14(6), 577-582
20. HAMMER, JORT, KRAAK, MICHEL H.S ET PARSONS, JOHN R. (2012). Plastics in the marine environment: The darkside of a Modern Gift. Review of environmental contamination and toxicology. Springer Science+Business Media, Vol. 220.
21. Holland, B. J., & Hay, J. N. (2002). The thermal degradation of PET and analogous polyesters measured by thermal analysis–Fourier transform infrared spectroscopy. *Polymer*, 43(6), 1835-1847.
22. Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
23. LABONTE, J., & GUTIERREZ, C.( 2017). Véganisme et zéro-déchet. [https://www.question-animale.org/sites/default/files/Gutierrez\\_et\\_Labonte-Veganisme\\_et\\_ZeroDechet.pdf](https://www.question-animale.org/sites/default/files/Gutierrez_et_Labonte-Veganisme_et_ZeroDechet.pdf)
24. LAUTRE, Y. (2020). Danger des plastiques: l'effet collatéral le plus dévastateur de la pandémie.
25. LEBRETON LCM, GREER SD AND BORRERO JC, (2012). Numerical modelling of floating debris in the world's oceans. *Mar Pollut Bull* 64(3): 653–661.
26. MOORE, CHARLES. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. s.l.: environmental research, Vol. 108.

27. MULLER, R.J, KLEEBERG, I. et DECKWER, W.D. 2001. Biodegradation of polyesters containing aromatic constituents. *Biotechnology*, Vol. 86.
28. Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 64(4), (861- 864).
29. Ratajczak Jr, R. E., Crawford, M., & Freeman, M. C. (1998). Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. *Ecological Monographs*, 68(3), 395-420.
30. 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.
31. SEFOUHI, L., KALLA, M., & AOURAGH, L. (2010). Etude pour une gestion durable des déchets -ménagers de la ville de Batna (Algérie). *Revue Francophone d'écologie industrielle*, (58-2), (11-15).
32. SIMON, N., & SCHULTE, M. L. (2017). En finir avec la pollution plastique mondiale: les arguments en faveur d'une convention internationale.
33. THOMPSON R.C; MOORE C.J; VOM SAAL F.S. et SWAN S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B:Biological Sciences*, 364, 2153-2166.  
[.https://www.congovirtuel.com/page\\_rapport\\_travaux/memoire\\_inbtp/memoire\\_massamb\\_a.pdf](https://www.congovirtuel.com/page_rapport_travaux/memoire_inbtp/memoire_massamb_a.pdf)

## Webographie

<https://www.cercle-recyclage.asso.fr/images/stories/politique-nationale/pdf/plastique.pdf>

<https://www.strid.ch/Pdf/pet.pdf>

[https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive\\_ied/pol\\_bref\\_1006\\_VF\\_0.pdf](https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/pol_bref_1006_VF_0.pdf)

[https://www.youtube.com/watch?v=bq6R\\_D3sSpw](https://www.youtube.com/watch?v=bq6R_D3sSpw)

<https://www.youtube.com/watch?v=OwWdsrHF4vg&list=PLUB3ce3x-OXK1SgQ5q-tSmKUENC21L9>

<https://www.cartierwomensinitiative.com/candidate/lorna-rutto>

<https://www.youtube.com/watch?v=PDVnGBaITLQ>

<https://knowledge.uclga.org/Impact-sur-l-environnement-et-sur-la-sante-humaine-de-la-combustion-des-dechets.html>

<http://www.parc-marin-iroise.fr/Qualite-de-l-eau/Macrodechets-en-Iroise/L-origine-des-macro-dechets-en-Iroise>

<http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/wp-content/uploads/2014/11/Familles-de-plastiques-et-usages.pdf>

<http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/fabrication-du-plastique/>

<https://www.youtube.com/watch?v=5PfRk16uOuU&t=2s>

[?https://www.plastic-pickup.fr/wp-content/uploads/2017/02/Expedition-MED-Rapport-D%C3%A9chets-c%C3%B4tiers-Atlantique-2016.pdf](https://www.plastic-pickup.fr/wp-content/uploads/2017/02/Expedition-MED-Rapport-D%C3%A9chets-c%C3%B4tiers-Atlantique-2016.pdf)

<https://www.consoglobe.com/top-10-dechets-aquatiques-plus-frequents-cg>

<https://www.youtube.com/watch?v=RZXcSvNnf8>

<https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/extrusion-de-films-feuilles-et-plaques-plastiques-713>

<https://www.wamda.com/fr/2017/08/le-recyclage-du-plastique-un-secteur-a-risque-pour-les-entrepreneurs-algeriens>

<https://environnement-entreprise.com/pourquoi-le-plastique-est-il-principalement-fabrique-a-partir-de-petrole/>

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state\\_plastics\\_WED\\_FR.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED_FR.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

<http://www.leparisien.fr/societe/pollution-en-mediterranee-le-plus-gros-des-dechets-plastiques-vient-de-france-07-06-2019-8088315.php>

<https://www.waterlogic.fr/blog/limpact-environnemental-des-bouteilles-en-plastique-jetable/>

<https://www.youtube.com/watch?v=EMSHP5jMLcg>

<https://www.citeo.com/le-mag/sopraloop-une-usine-la-pointe-du-recyclage-des-emballages-en-pet/>

<https://www.usinenouvelle.com/article/soprema-recycle-les-pet-complexes-en-isolants-pour-le-batiment.N866175>

[https://www.youtube.com/watch?v=S4HtH\\_hbzkY](https://www.youtube.com/watch?v=S4HtH_hbzkY)

<https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/chimie-fabrication-plastique-5-etapes-6227/>

<https://www.apivia-prevention.fr/la-presse-en-parle/matiere-plastique-pratique-mais-toxique/>

<https://www.natura-sciences.com/sante/plastiques-toxicite-sante787.html>

[https://fr.boell.org/sites/default/files/2020-03/Atlas%20du%20Plastique%20VF\\_0.pdf](https://fr.boell.org/sites/default/files/2020-03/Atlas%20du%20Plastique%20VF_0.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=VV35KWX0Euk>

<https://www.populationdata.net/pays/algerie/>

<http://www.ons.dz/>

<http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/wp-content/uploads/2014/11/Familles-de-plastiques-et-usages.pdf>

<https://reporterre.net/Le-plastique-une-menace-omnipresente-pour-la-sante>

# Annexes

**Annexe 1 : Questionnaire établi**

1. Informations générales concernant le ménage :

Nom (facultatif) :

Nombre de personne dans la famille\* :

Adresse et/ou localité\* :

Durée de la consommation\* : du ...../...../..... au ...../...../..... (Précisez la période en jours/mois /année durant laquelle vous fournissez les résultats ci-dessous).

2. Quelle est votre source d'eau potable destinée à la consommation (à boire directement)

Le robinet  La source  Le puits  Les bouteilles  Autres (précisez)

3. A l'intérieur des ménages, vous consommez l'eau des bouteilles :

quotidiennement  occasionnellement  Jamais

4. Répondez aux questions suivantes en remplissant les cases si vous utilisez l'eau en bouteilles uniquement :

Durant cette période de consommation, quel type de bouteille avez-vous utilisé, précisez leur(s) nombre(s) et

leur(s)marque (s) :

Bouteille de 0.5L  Nombre de bouteille  Marque

Bouteille de 1L  Nombre de bouteille  Marque

Bouteille de 1.5L  Nombre de bouteille  Marque

Bouteille de 5L  Nombre de bouteille  Marque

Bouteille de 6L  Nombre de bouteille  Marque

Bouteille de 10L  Nombre de bouteille  Marque

Autres : veuillez précisez

Capacité en Litres  nombre de bouteille  marque

5. Avez-vous une idée de l'origine du plastique des bouteilles d'eau minérale ?

oui  précisez  non

6. Avez-vous une idée de la quantité de déchets que produisent ces bouteilles dans l'environnement

oui  précisez combien  non

7. Les bouteilles vides sont-ils séparées des restes des déchets oui  non

8. Connaissez-vous le devenir de ce produit après consommation (en tant que déchet)

.....

9. Diriez-vous que les emballages plastiques d'eau embouteillée sont nuisibles pour l'environnement

Oui nuisible  non nuisible  je sais pas

10. Savez vous qu'un emballage de bouteille d'eau constitué de plastique traditionnel non recyclé, met environ 500 ans pour se dégrader dans l'environnement  oui non

\*Réponse obligatoire

Merci pour votre contribution

Annexe 2 : Calculs pour bouteilles sans bouchons

Table with 15 columns: Numéro, Bouteille 0,5 litre, Bouteille 1 litre, Bouteille 1,5 litre, Bouteille 2 litre, Bouteille 2,5 litre, Bouteille 3 litre, Bouteille 4 litre, Bouteille 5 litre, Marque, Nombre de personnes dans le ménage, Période de consommation (jours), Quantités de déchets (kg) dans le ménage, Quantités de déchets (g) par personne, Quantités de déchets (g) / Persone/jour, Quantités de déchets (g) Persone/jour, Quantités de déchets (g) Persone/jour. Rows include various bottle types like 'J&B', 'Korona', 'Bottle', etc.

Summary table with 2 columns: Paramètres statistiques (g/ P/J), Valeurs. It lists statistical data for two sets of bottles, including N, Minimum, Maximum, Somme, moyenne, Ecart-type, Variance, and Mediane.

Annexe 3 : Calculs poids des bouteilles avec bouchon

Table with 15 columns: Numéro, Bouteille 0,5 litre, Bouteille 1 litre, Bouteille 1,5 litre, Bouteille 2 litre, Bouteille 2,5 litre, Bouteille 3 litre, Bouteille 4 litre, Bouteille 5 litre, Marque, Nombre de personnes dans le ménage, Période de consommation (jours), Quantités de déchets (kg) dans le ménage, Quantités de déchets (g) par personne, Quantités de déchets (g) / Persone/jour, Quantités de déchets (g) Persone/jour, Quantités de déchets (g) Persone/jour. Rows include various bottle types like 'J&B', 'Korona', 'Bottle', etc.

45	12				Indice	4	7	126.36	42.95271428	34.93	1214122827	4451327428	0.02441921
46	6	2			Indice et Montreuil	3	7	367.7	61.53827142	122.666667	17.53822281	6392.27418	0.06232476
47		6			Indice et	4	7	368.16	64.12714286	148.26	21.14628271	7722.264286	0.07772284
48	12		1		Indice et Montreuil	3	7	571.28	72.84	176.426667	24.24666667	8886.333333	0.03998253
49		48			Indice	5	7	1058.84	184.2628271	271.868	28.85227142	14181.13827	0.01418139
50	6				Indice	5	7	184.78	27.11142827	37.848	6.42228271	1876.124286	0.01874284



Paramètres statistiques (g/P/J)	Valeurs
N	50
Minimum	3,661481481
Maximum	49,43
Somme	889,9706071
moyenne	17,79941214
Ecart-type	11,41271479
Variance	130,2500589
Mediane	13,9915
Paramètres statistiques (g) / J	Valeurs
N	50
Minimum	14,12285714
Maximum	227,6785714
Somme	3857,438523
moyenne	77,14877045
Ecart-type	52,59448472
Variance	2766,179823
Mediane	56,49142857

## Annexe 4 : résultats selon les différentes communes de Tlemcen

N	Commune	Population (2008)	P sans les 11% qui ne consomment pas du tout d'eau embouteillé	Quantité moyenne journalière par commune (gramme/an)	Quantité moyenne annuelle par commune (gramme/an)	Quantité moyenne journalière par commune (tonnes/an)	Quantité moyenne annuelle par commune (tonnes/an)
1301	Tlemcen	140 158	124 741	2125081,202	775654638,8	2,125081202	775,6546388
1302	Beni Mester	18 651	16 599	282787,208	103217330,9	0,282787208	103,2173309
1303	Aïn Tallout	10 286	9 155	155956,7434	56924211,36	0,155956743	56,92421136
1304	Remchi	46 999	41 829	712600,718	260099262,1	0,712600718	260,0992621
1305	El Fehoul	7 045	6 270	106816,5718	38988048,71	0,106816572	38,98804871
1306	Sabra	28 555	25 414	432952,0522	158027499,1	0,432952052	158,0274991
1307	Ghazaouet	33 774	30 059	512082,739	186910199,7	0,512082739	186,9101997
1308	Souani	9 513	8 467	144236,4865	52646317,58	0,144236487	52,64631758
1309	Djebala	8 369	7 448	126891,1128	46315256,16	0,126891113	46,31525616
1310	El Gor	8 539	7 600	129468,6596	47256060,74	0,129468666	47,25606074
1311	Oued Lakhdar	5 262	4 683	79782,65448	29120668,89	0,079782654	29,12066889
1312	Aïn Fezza	11 053	9 837	167586,0281	61168900,26	0,167586028	61,16890026
1313	Ouled Mimoun	26 389	23 486	400111,0736	146040541,8	0,400111074	146,0405418
1314	Amieur	13 150	11 704	199380,826	72774001,49	0,199380826	72,77400149
1315	Aïn Youcef	13 234	11 778	200654,4374	73238869,64	0,200654437	73,23886964
1316	Zenata	3 890	3 462	58980,3356	21527822,49	0,058980336	21,52782249
1317	Beni Snous	11 318	10 073	171603,9687	62635448,58	0,171603969	62,63544858
1318	Bab El Assa	10 147	9 031	153849,2199	56154965,26	0,153849222	56,15496526
1319	Dar Yaghmouracene	6 331	5 635	95990,87524	35036669,46	0,095990875	35,03666946
1320	Fellaoucene	8 781	7 815	133137,8732	48595323,73	0,133137873	48,59532373
1321	Azalls	7 527	6 699	114124,6751	4165506,4	0,114124675	41,655064
1322	Sebaa Chioukh	4 634	4 124	70260,89336	25645226,08	0,070260893	25,64522608
1323	Terny Beni Hdiel	5 799	5 161	87924,66996	32092504,54	0,08792467	32,09250454
1324	Bensekrane	13 845	12 322	209918,4438	76620231,99	0,209918444	76,62023199
1325	Aïn Nehala	6 704	5 967	101646,3162	37100905,4	0,101646316	37,1009054
1326	Hennaya	33 356	29 687	505745,0062	184596927,3	0,505745006	184,5969273
1327	Maghnia	114 634	102 024	1738085,293	634011132,1	1,738085293	634,4011321
1328	Hammam Boughrara	11 444	10 185	173514,3858	63332750,8	0,173514386	63,3327508
1329	Souahla	22 245	19 798	337279,5798	123107046,6	0,33727958	123,1070466
1330	MSirda Fouaga	5 693	5 067	86317,49372	31505885,21	0,086317494	31,50588521
1331	Aïn Fetah	7 352	6 543	111471,3181	40687031,1	0,111471318	40,6870311
1332	El Aricha	6 673	5 939	101176,2929	36929346,92	0,101176293	36,92934692
1333	Souk Tlata	2 756	2 453	41786,58224	15252102,52	0,041786582	15,25210252
1334	Sidi Abdelli	18 222	16 218	276282,6929	100843182,9	0,276282693	100,8431829
1335	Sebdou	39 800	35 422	603449,192	220258955,1	0,603449192	220,2589551
1336	Beni Ouarsous	12 110	10 778	183612,3044	67018491,11	0,183612304	67,01849111
1337	Sidi Medjahed	7 164	6 376	108620,8546	39646611,91	0,108620855	39,64661191
1338	Beni Boussaid	13 182	11 732	199866,0113	72951094,12	0,199866011	72,95109412
1339	Marsa Ben M'Hidi	6 212	5 529	94186,59248	34378106,26	0,094186592	34,37810626
1340	Nedroma	32 498	28 923	492735,9759	179848631,2	0,492735976	179,8486312
1341	Sidi Djilali	6 697	5 960	101540,1819	37062166,39	0,101540182	37,06216639
1342	Beni Bahdel	2 801	2 493	42468,87404	15501139,02	0,042468874	15,50113902
1343	El Bouhi	8 705	7 747	131985,5582	48174728,74	0,131985558	48,17472874
1344	Honalne	5 408	4 813	81996,31232	29928654	0,081996312	29,928654
1345	Tienet	4 493	3 999	68123,04572	24864911,69	0,068123046	24,86491169
1346	Ouled Riyah	4 329	3 853	65636,47116	23957311,97	0,065636471	23,95731197
1347	Bouhlou	6 347	5 649	96233,46788	35125215,78	0,096233468	35,12521578
1348	Beni Khellad	6 933	6 170	105118,4233	38368224,51	0,105118423	38,36822451
1349	Aïn Ghoraba	5 068	4 511	76841,21872	28047044,83	0,076841219	28,04704483
1350	Chetouane	47 600	42 364	721713,104	263425283	0,721713104	263,425283
1351	Mansourah	49 150	43 744	745214,266	272003207,1	0,745214266	272,0032071
1352	Beni Semiel	4 704	4 187	71322,23616	26032616,2	0,071322236	26,0326162
1353	Aïn Kebira	3 665	3 262	55568,8766	20282639,96	0,055568877	20,28263996
somme selon 2008		949 194	844 783	14391717,4	5252976849	14,3917174	5252,976849
selon 2015		949 135	844 730	14390822,84	5252850335	14,39082284	5252,850335

## Annexe 5 : résultats selon la wilaya de Tlemcen

Wilaya	Population (2015)	P sans les 11% qui ne consomment pas du tout d'eau embouteillé	Quantité moyenne journalière par habitant (g/hab/j) wilaya	Quantité moyenne annuelle de la wilaya (gramme/an)	Quantité moyenne journalière de la wilaya (tonne/an)	Quantité moyenne annuelle de la wilaya (tonnes/an)
Tlemcen	949135	844730	14390822,84	5252650335	14,39082284	5252,650335

## Annexe 6 : estimations pour l'Algérie

Pays	Population (2020)	P sans les 11% qui ne consomment pas du tout d'eau embouteillé	Quantité moyenne journalière (g/hab/j)	Quantité moyenne annuelle du pays (gramme/an)	Quantité moyenne journalière (tonne/hab/j)	Quantité moyenne annuelle du pays (tonnes/an)
Algérie	43 820 839	39 000 547	664 413 314	242510859519	664,4133138	242510,8595

## Annexe 7 : Résultats des 22 consommateurs à faible utilisation d'eau embouteillé selon le poids des bouteilles avec et sans bouchon

résultats sans bouchons										
N	Bouteille (L)	Marque	Nombre de P	Période de consommation (J)	Quantités de déchets (g) dans le ménage	Quantité de déchet (g)/J	Quantité de déchet (g)/Personne	Quantité de déchet (g)/ Personne/jour	Quantité de déchet (g)/ Personne/année	Quantité de déchet (T)/ Personne/année
22	1	mansourah	5	30	85,67	2,85566667	17,134	0,571133333	208,4636667	0,000208464
somme	22				1884,74	62,82466667	376,948	12,56493333	4586,200667	0,004586201
moynne					85,67	2,85566667	17,134	0,571133333	208,4636667	0,000208464
résultats avec bouchons										
N	Bouteille (L)	Marque	Nombre de P	Période de consommation (J)	Quantités de déchets (g) dans le ménage	Quantité de déchet (g)/J	Quantité de déchet (g)/Personne	Quantité de déchet (g)/ Personne/jour	Quantité de déchet (g)/ Personne/année	Quantité de déchet (T)/ Personne/année
22	1	mansourah	5	30	98,86	3,295333333	19,772	0,659066667	240,5593333	0,000240559
somme	22				2174,92	72,49733333	434,984	14,49946667	5292,305333	0,005292305
moynne					98,86	3,295333333	19,772	0,659066667	240,5593333	0,000240559

## Résumé

*Une enquête écologique est réalisée sur les quantités des déchets plastiques générées par les ménages suite à leur utilisation des eaux embouteillées, entre la fin du mois de janvier et la mi-mars 2020, dans les différentes communes de la ville de Tlemcen. 80 ménages tirés au hasard ont permis de faire des estimations des quantités de déchets à l'échelle des communes, de la ville de Tlemcen et de la wilaya et d'acquérir des informations sur les connaissances, les attitudes et certaines pratiques de la population à l'égard du déchet produit. Les premiers résultats laissent apparaître que 89% de la population échantillonnée utilisent dans leur consommation l'eau embouteillée dont 46% utilisent exclusivement l'eau embouteillée et 43% l'utilisent de manière occasionnelle. La moyenne journalière de déchets générés (bouteille de plastique avec bouchon) par ménage est de 80,44g pour une moyenne journalière de 18,4g/hab/j. Selon nos estimations, la ville de Tlemcen peut générer jusqu'à 1140 tonnes/an de déchets des bouteilles d'eau en plastique par an. Quant à la wilaya de Tlemcen, la production est de 5691 tonnes/an et à l'échelle de tout le pays, elle peut atteindre 262 753 tonnes/an. Un grand nombre de citoyens ignorent l'origine, les dégâts environnementaux potentiels et les possibilités de recyclage des déchets bouteilles d'eau qu'ils génèrent.*

**Mots –clés :** bouteilles d'eau, déchets, plastique, valorisation, Tlemcen, Algérie

## ملخص

لقد تم إجراء تحقيق بيئي على كميات النفايات البلاستيكية الناتجة عن استخدامات المياه المعبأة من طرف الأسر، وذلك بين نهاية شهر يناير ومنتصف شهر مارس 2020، في بلديات مختلفة من مدينة تلمسان. 80 أسرة مأخوذة بطريقة عشوائية سمحت لنا بالقيام بتقديرات لكميات النفايات على مستوى بلديات مدينة تلمسان؛ و الولاية واكتساب معلومات حول المعارف و التصرفات و بعض الممارسات التي تخص السكان فيما يتعلق بالنفايات المنتجة. تظهر النتائج الأولى أن 89% من السكان المستهدفين بالدراسة يستخدمون في احتياجاتهم المياه في زجاجات بلاستيكية، منهم 46% تستخدم الزجاجات البلاستيكية كمصدرها الوحيد، و 43% تستخدمهم احيانا. المتوسط اليومي من النفايات المتولدة (زجاجة بلاستيكية مع سدادة) عن كل أسرة هو 80.443 جرامًا. لمتوسط 18.4 جم / للفرد / في اليوم. حسب تقدير اتنا، يمكن ان تولد مدينة تلمسان حتى 1140 طنًا سنويًا من النفايات من زجاجات المياه البلاستيكية، أما عن ولاية تلمسان تبلغ كمية النفايات 5691 طنًا سنويًا، وعلى الصعيد الوطني يمكن أن تصل إلى 262753 طنًا سنويًا. الغالبية العظمى من المواطنين تجهل الأصل، والضرر البيئي المحتمل وإمكانات إعادة تدوير نفايات زجاجات المياه البلاستيكية التي يخلفونها.

**الكلمات المفتاحية:** زجاجات مياه، نفايات، بلاستيك، استعادة، تلمسان، الجزائر

## Abstract

*An ecological survey is carried out on the quantities of plastic waste generated by households following their use of bottled water, between the end of January and mid-March 2020, in the various municipalities of the city of Tlemcen. 80 households drawn at random made it possible to make estimates of the quantities of waste at the scale of the municipalities, the city of Tlemcen and the wilaya and to acquire information on the knowledge, attitudes and certain practices of the population in with regard to the waste produced. The first results show that 89% of the sampled population use bottled water for their consumption, 46% of which use bottled water exclusively and 43% use it occasionally. The average daily waste generated (plastic bottle with stopper) per household is 80.44g for a daily average of 18.4g / person / day. According to our estimates, the city of Tlemcen can generate up to 1140 tonnes / year of plastic water bottle waste per year. As for the province of Tlemcen, production is 5,691 tonnes / year and nationwide it can reach 262,753 tonnes / year. The vast majority of citizens are unaware of the origin, the potential environmental damage and the possibilities of recycling the waste bottled water they generate.*

**Keywords:** water bottles, waste, plastic, recovery, Tlemcen, Algeria