



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

N série:.....

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Envue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences

Biologiques

Spécialité : Toxicologie fondamentale et appliquée

THEME

Récupération des emballages des produits chimiques et leur exploitation agricole et domestique (bénéfices et risques)

Présentés Par :

Mr: DERBEL Takei Eddine

Mr: SOLTANA Azzouzi

Devant le jury composé de:

Président:	Mr. KIRAM Abderrazak.	M.A.A,	Université d'El Oued.
Examineur:	M ^{me} . LAOUFI Hayat.	M.A.A,	Université d'El Oued.
Promoteur:	M ^{me} . GUEMOUDA Messaouda.	M.C.B,	Université d'El Oued.

- Année universitaire 2018/2019 -

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

*A l'esprit de mon cher père mon dieu qui protéger
A ma très chère mère, qui me donne toujours
l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier
pour moi.*

*A ma femme, et mes enfants Bouchra et Med Taha
A tous mes frères et sœurs.*

*Pour l'équipe de laboratoire ADE et le Laboratoire
du contrôle de qualité pour ses aides et
encouragements.*

*A mes meilleurs amis ainsi tous mes amis de classe.
A Tous ceux que j'aime et je respecte.*

Softana Azzouzi

Dédicace

*Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience pour aller jusqu'au bout de parcours de mes études
J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :*

- À mon cher père qui m'a toujours soutenu et conseils dans ma vie*
- À ma chère mère qui a toujours été là pour moi, je la remercie pour ces encouragements et son soutien. Que dieu leurs accorde une longue vie*
- À ma future femme, À mes sœurs et leurs familles.*
- À Tous mes enseignants qui m'ont donné le savoir durant tout mon cursus, ainsi toute ma promotion toxicologie 2018/2019.*
- À mon binôme Azouzi, il m'a supporté tout le long de ce travail et à qui je souhaite tout le bonheur du monde et de la réussite.*
- Pour l'équipe de laboratoire ADE et le Laboratoire du contrôle de qualité pour ses aides et encouragements.*
- À mes meilleurs amis ainsi tous mes amis de classe, particulièrement : Bibi, Zouka, Hichem, Mohammed, Adel, Abdelhak, Faouzi, Salah.*
- Pour les travailleurs de BPFÀ Guemar, particulièrement : mr G.Salem, Bilal, Ahmed ,Abdou, Lakhidar, Saleh, Zinou, Boutalbi, Sami ,Tarek, Driss, Hassen , Saïd, Amine ,Abdellali, Tarik et Abbas.*

Derbal Taçei eddine

Résumé

De point environnemental la maîtrise de la gestion des déchets (déchets industriel) protège l'environnement et la santé humaine et diminuer le risque du danger par les polluants.

Le traitement des déchets et leur frais dans le cycle de récupération et le recyclage conduit à diminuer le risque et donne une valeur économique. La valorisation permet des économies de matière et d'énergie tout en diminuant les frais de traitement des déchets. Il est possible de valoriser, c'est-à-dire récupérer et de réutiliser de nombreux matériaux que l'on trouve dans les déchets pour fabriquer des nouveaux produits du même type ou d'un type différent. Dans ce travail, on a étudié les risques de l'utilisation des déchets industriel (emballages plastique) et les interactions entre le plastique qui est déjà utiliser par des produits chimiques et les nouveaux produits (Aliment, des eaux, des produits divers ...) stockés pour long durées surtout les produits traditionnels par les citoyens pour fournir et facilite le mode de vie par cette utilisation. Finalement on a montré qu'il existe des difficultés et des risques d'utilisation de ces emballages surtout de type Polypropylène malgré son utilisation industriel pour emballer les produits alimentaires.

Mots clés : Emballage plastique, déchets solides, matière plastique, l'eau de robinet, interaction contenu-contenant.

Summary

From an environmental point of view, the management of wastes (industrial wastes) protects the environment and human health and reduces the risk of danger by pollutants.

The treatment of waste and its expense in the recovery cycle and recycling leads to lower risk and gives higher economic value. The recovery saves material and energy while reducing the cost of waste treatment. It is possible to recover, that is, recover and reuse many materials found in the waste to make new products of the same type or of a different type. In this work, we studied the risks of the use of industrial waste (plastic packaging) and the interactions between the plastic that is already used by chemicals and the new products (food, water, various products ...) stored for long durations especially the traditional products by the citizens to provide and facilitates the way of life by this use.

Finally, it has been shown that there are difficulties and risks of using these packages, especially of polypropylene type, despite its industrial use for packaging food products.

Key words: Plastic packaging, solid waste, plastic material, tap water, content-containing interaction.

ملخص

من وجهة نظر بيئية، فإن إدارة النفايات (النفايات الصناعية) تحمي البيئة وصحة الإنسان وتقلل من خطر الملوثات.

تؤدي معالجة النفايات وحسابها في دورة الاسترداد وإعادة التدوير إلى تقليل المخاطر وتعطي قيمة اقتصادية. يوفر الاسترداد المواد والطاقة مع تقليل تكلفة معالجة النفايات. من الممكن استرجاع أي مواد موجودة في المخلفات واستعادتها وإعادة استخدامها لصنع منتجات جديدة من نفس النوع أو من نوع مختلف.

في هذا العمل، درسنا مخاطر استخدام النفايات الصناعية (الأوعية البلاستيكية) والتفاعلات بين البلاستيك الذي يحتوي من قبل على المواد الكيميائية والمنتجات المراد تخزينها من جديد (الغذاء والمياه ومنتجات مختلفة...) المخزنة لفترات طويلة وخاصة المنتجات التقليدية من قبل المواطنين لتوفير وتسهيل طريقة الحياة من خلال هذا الاستخدام.

أخيرًا، تبين أن هناك صعوبات ومخاطر في استخدام هذه العبوات، خاصة من نوع البولي بروبيلين، على الرغم من استخدامها الصناعي لتغليف المنتجات الغذائية.

الكلمات المفتاحية: الاوعية البلاستيكية، النفايات الصلبة، المواد البلاستيكية، ماء الصنبور، التفاعل المحتوي على المحتوى.

Table des matières

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé	I
Table des matières	III
Liste des figures	VI
Liste des tableaux	VIII
Liste des abréviations	IX

Introduction

Introduction.....	2
-------------------	---

Chapitre I: Déchets industriels

I. Définition.....	5
II. Classification des déchets industriels	5
II.1. Les déchets industriels spéciaux (DIS).....	5
II.2. Les déchets industriels banals (DIB)	6
II.3. Les déchets industriels inertes	6
III. Système des déchets industriels	6
III.1. Déchets et sous-produits.....	8
III.2. Déchets de la dépollution de l'eau et de l'air	8
III.3. Déchets associés à la vie du produit.....	8
III.4. Produits en fin de vie.....	9
III.5. Traitement des déchets	9
IV. Gestion des déchets.....	9
IV.1. Objectifs de la gestion des déchets	11
IV.2. Stratégies de gestion des déchets	12
V. Réglementation	13

Chapitre II Emballages plastique

I. Emballages plastiques.....	19
I.1. Introduction.....	19
I.2. Définition des matières plastiques	19
I.3. Constitution des matières plastiques	19
I.4. Familles de plastique et leurs usages	21
I.5. Formes commerciales des matières plastiques	22
I.6. Interaction contenant/contenu	23
I.7. Risques des matières plastiques	26
II. Valorisation des déchets industriels	28
II.1. Définition.....	29
II.2. Types de valorisation.....	29
II.3. Intérêts et objectifs de valorisation	32
II.4. Tri des emballages préalable au procédé de lavage/décontamination	33
II.5. Règles de tri selon la nature du danger	35
II.6. Règles de tri complémentaires.....	40
II.7. Positionnement des opérations de rinçage/lavage en vue de la décontamination	40
II.8. Obligation réglementaire	41

Chapitre III Matériels et méthodes

I. Présentation d'emballage et l'échantillon utilisé.....	45
II. Analyses physicochimiques	46
II.1. Paramètres organoleptiques.....	46
II.2. Paramètres physicochimiques.....	46
III. Enquête de la valorisation des déchets d'emballage plastiques	56

Chapitre IV Résultats et discussion

I. Les paramètres de la qualité de l'eau.....	58
I.1 Les paramètres physicochimiques	59
pH	59
Conductivité	60
Dureté.....	61
Alcalinité (TAC)	62
Bicarbonate.....	63
I.2. Les paramètres de pollution.....	64
Ammonium	64
Nitrite	65
Nitrate.....	66
Phosphore	67
I.3. Les paramètres toxiques	68
Aluminium	68
Le fluor.....	68
Cuivre	69
Zinc et Fer	69
Sulfate.....	70
II. Enquête de la valorisation des déchets d'emballage plastiques.....	70

Conclusion générale

Conclusion générale	73
---------------------------	----

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques.....	75
----------------------------------	----

Liste des figures

Figure 1. Processus d'émission des déchets aux différents stades	7
Figure 2. Stratégies de gestion de déchets.....	13
Figure 3. Schéma des différentes interactions possible entre contenant et son contenu	23
Figure 4. Schéma représentatif des facteurs influant sur la migration	25
Figure 5. L'exposition directe au substances chimiques et microplastiques.....	27
Figure 6. Priorité à la valorisation	32
Figure 7. Valorisation des déchets	33
Figure 8. Priorité à la valorisation des emballages plastiques.....	34
Figure 9. Modèles d'emballage plastique utilisé	45
Figure 10. Appareil de mesure, pH, conductivité électrique.....	48
Figure 11. le spectrophotomètre HI 83200 HANNA	51
Figure 12. Principe de fonctionnement de l'appareil HI83200	52
Figure 13. Etapes d'analyse spectrophotométrie de l'appareil HI83200	54
Figure 14. Valeurs de pH des échantillons d'eau étudiés.....	59
Figure 15. Conductivité électrique (CE) des échantillons d'eau étudiés	60
Figure 16. Valeurs de la dureté des échantillons d'eau étudiés.....	61
Figure 17. Valeurs de l'Alcalinité des échantillons d'eau étudiés	62
Figure 18. Valeurs du Bicarbonate des échantillons d'eau étudiés	63
Figure 19. Valeurs de l'Ammonium des échantillons d'eau étudiés.....	64
Figure 20. Valeurs du Nitrite des échantillons d'eau étudiés.....	65
Figure 21. Valeurs du Nitrate des échantillons d'eau étudiés	66
Figure 22. Valeurs du Phosphore des échantillons d'eau étudiés	67
Figure 23. Valeurs d'aluminium, cuivre, fluore, fer, Zinc (mg/l) des échantillons étudiés. ...	69
Figure 24. Valeurs du Sulfate des échantillons d'eau étudiés.....	68
Figure 25. NOMBRE DES institutions de la récupération des emballages plastiques dans la wilaya d'ElOUED (2001-2018).	71

Liste des Tableaux

Tableau 1: Les quantités des déchets en Algérie (GIZ, 2014; APS, 2016)	10
Tableau 2 : Classification des plastiques par famille de polymère	22
Tableau 3: Règles d'acceptation des emballages selon la nature du danger des substances contenues	36
Tableau 4: Fiche des analyses	58

Liste des abréviations

- °F : Le degré français de la température
- $\mu\text{S}/\text{cm}$: micro siemens par centimètres.
- BSD : Bordereaux de Suivi des Déchets
- CAP : (Certification d'Acceptation Préalable, certifiant du contrôle du type de déchet)
- CLP : Classification, étiquetage et emballage des substances et mélanges
- DAS : déchets d'activités de soin
- DBO5 : dégradation de matière organique pendant 5 min
- DEEE : déchets électroniques, électrique, électroménager
- DI : Déchets inertes
- DIB : Les déchets industriels banals
- DIS : Les déchets industriels spéciaux
- DTQD : Les Déchets Toxiques ou Dangereux en Quantité Dispersée
- EDTA Net : Ethylenediaminetetraacetic acide
- GIZ : Société allemande de coopération internationale (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)
- GPL : Gaz Pétrolier Liquéfier
- HACH : La marque de l'appareil spectrophotomètre.
- HI 83200 : référence de spectrophotomètre Hanna 83200
- L'ADE : Laboratoire Algérien des eaux de El-Oued
- PCB : Les polychlorobiphényles.
- PEHD : le polyéthylène haute densité
- PET : Le polyéthylène téréphtalate
- PP : Le polypropylène
- PS : Le polystyrène
- PVC : Polychlorure de vinyle
- TAC : Total autorisé de capture
- VCC : voltage courant contenu
- VHU : Véhicule hors usage

Introduction

Introduction

Le monde des déchets, aujourd'hui très technique, nécessite une bonne connaissance du domaine afin de mieux le gérer. Les classifications ont permis de structurer cette thématique industrielle nous permettons de distinguer les ordres ménagers, les plastiques, le verre, les papiers, les déchets industriels,... etc.

On a longtemps considéré les déchets comme des matériaux qui ne servent plus et qu'il faut jeter. Il existe quatre façons de se débarrasser des déchets ; les jeter, les enterrer, les brûler ou les composter (**Berg et al., 2009**).

L'évolution du gisement de déchets ainsi que la pression citoyenne a fait évoluer les réglementations en matière de déchets. De nombreux textes sont produits afin d'optimiser la gestion et la réduction des effets négatifs sur la santé humaine et l'environnement.

Ces dernières années, le déchet tend à devenir un produit de valeur, une matière première qui entre progressivement dans un cycle de récupération et de recyclage. Aussi du point de vue économique un déchet est défini comme étant un objet ou une matière dont la valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur, à un moment donné et dans un lieu donné. La valeur de nullité de la valeur du déchet reste toutefois relative, **Pongracz en 2002** explique cette relativité comme suit:

- Quand quelque chose perd sa fonction primaire pour un utilisateur, il deviendra déchet, cependant, les déchets des uns peuvent servir de matières premières secondaires pour la fabrication d'autres produits et même des biens pour d'autres personnes ou communautés.

- La nullité de la valeur des déchets est relative, l'état de l'art technologique et la localisation de sa génération.

La valorisation permet des économies de matière et d'énergie tout en diminuant les frais de traitement des déchets (**Faurie et al., 2006**). Il est possible de valoriser, c'est-à-dire récupérer et de réutiliser de nombreux matériaux que l'on trouve dans les déchets pour fabriquer des nouveaux produits du même type ou d'un type différent (**Berg et al., 2009**).

Depuis de nombreuses années, l'Algérie connaît un développement économique et démographique sans précédent, d'où la nécessité d'adaptation aux modes de consommation et

de production modernes. Les services actuels de gestion des déchets sont submergés par la quantité phénoménale et toujours croissante des différents types de déchets et les difficultés à l'éliminer (déchets ménagers, déchets hospitaliers, déchets industriels,...etc.). Les décharges existantes ne peuvent plus absorber le flux et répondre aux nouvelles exigences de gestion et de traitement des déchets.

La loi Algérienne N° 01-19 précise qu'un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou plus généralement, tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. Cette loi mentionne la responsabilité des producteurs de déchets ainsi que la promotion de la réutilisation et du recyclage. La loi introduit aussi une notion importante qui concerne l'éventuelle revalorisation du déchet qui peut alors soit être réutiliser, recycler, ou composter.

Parmi les différentes techniques de la valorisation on trouve le réemploi qu'est un nouvel emploi d'un déchet pour un usage analogue à celui de sa première utilisation. C'est en quelque sorte prolonger la durée de vie du produit avant qu'il ne devienne un déchet. Par exemple, les containers et les emballages plastiques des produits chimiques, à nouveau remplies par l'eau après les nettoyés pour l'utilisation domestique et agricole.

Dans ce contexte, on pose la question suivante : dans le cadre de valorisation des déchets d'emballage plastique, est ce qu'il y a des risques sur la santé publique et environnementale comme il y a des bénéfices économiques et environnementaux?

Pour répondre à cette question nous avons effectués ce travail qui basé sur une partie bibliographique sur les réglementations et le programme algérien de valorisation des déchets, des généralités sur les déchets industriels, et des généralités sur l'emballage plastique.

Une partie pratique dans laquelle nous avons montrés un exemple de réemploi de deux types d'emballage plastique, dans le résultat on a identifié les effets de nôtres emballages sur l'eau conservée dans lesquels, et de présenter les différents statistiques annuelles sur le développement de la valorisation des déchets d'emballage, et en fin une conclusion générale.

Chapitre I

Déchets industriels

I. Définition

Les déchets industriels sont les déchets provenant d'une activité à caractère industriel, commercial ou artisanal, et non assimilés à des déchets ménagers. Ils peuvent être inertes, dangereux ou non-dangereux (**G.R.D.D., 2007**).

II. Classification des déchets industriels

Ils sont classés, selon leurs caractères plus ou moins polluants en trois grandes catégories:

II.1. Déchets industriels spéciaux (DIS)

On appelle déchets industriels spéciaux, les déchets spécifiques potentiellement polluants pouvant contenir des éléments toxiques en quantités variables et présenter de ce fait des risques pour l'environnement s'ils ne sont pas traités ou stockés correctement (**ADME, 2009**).

Selon le guide de **CGEM (2012)**, les déchets dangereux sont des produits chimiques qui peuvent générer des nuisances pour l'homme ou son environnement. Ils peuvent présenter une ou plusieurs propriétés de danger énumérées ci-après, ce qui implique certaines précautions particulières. Les propriétés de danger, prises en compte, sont les suivantes :

- Explosif, c'est-à-dire fournissant une importante quantité d'énergie en un laps de temps très court (nitrates d'ammonium, perchlorates, ...).
- Comburant, c'est-à-dire pouvant entrer en réaction avec des produits avides d'oxygène (peroxydes, peracides, etc.).
- Facilement inflammable (solvants, combustibles divers, GPL).
- Irritant ou Nocif (produits lacrymogènes, en général).
- Corrosif (acides, bases).
- Toxique pour la reproduction/Cancérogène (pesticides chlorés, PCB, Dioxines, furanes...).

II.2. Déchets industriels banals (DIB)

C'est un ensemble de déchets non inertes et non dangereux générés par les entreprises tels que les ferrailles, les métaux non ferreux, papiers et cartons, verre, textiles, bois, plastiques, etc. L'absence de danger de ces déchets, ne doit pas minimiser leur coût de gestion, d'autant plus qu'ils sont généralement produits en plus grandes quantités que les déchets dangereux (CGEM, 2012).

II.3. Déchets industriels inertes

Tout déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction, ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique, ou biologique lors de leurs mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisance, susceptibles de nuire la santé et/ou l'environnement (JORADPN°77).

Selon le **Code de l'environnement (2019)**, un déchet inerte :

- Ne subit aucune modification physique, chimique, ou biologique importante
- Ne se décompose pas
- Ne brûle pas
- Ne produit aucune réaction physique ou chimique
- N'est pas biodégradable
- Ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine.

Les déchets inertes font donc partie des déchets non dangereux comme les briques, pierres, parpaings, béton, céramique, faïence, terre non polluée,etc.

III. Système des déchets industriels

La plupart des produits industriels sont issus de processus de plus en plus complexes. À l'origine, il y a toujours prélèvement de matières premières, d'eau et d'air et, à l'issue de chaque étape de la transformation, émission de sous-produits, d'eau et d'air plus ou moins pollués. De plus, chaque étape est consommatrice d'énergie. Au stade de sa consommation, le produit industriel, surtout lorsqu'il est complexe (cas de l'automobile, par exemple), est à son tour consommateur d'eau, d'air, d'énergie, de pièces de rechange, et tout cela contribue également à différentes formes de l'impact environnemental (Navaro, 2002).

Enfin, au stade ultime de son utilisation, le produit devient à son tour un déchet dont il faudra assurer la gestion. Une vision globale se doit donc d'aborder les problèmes posés à tous les stades de ce que l'on appelle le cycle de vie (Figure 1):

Création du produit ---> Utilisation du produit ---> Fin de vie du produit

On observe, dans la figure 1, que les déchets apparaissent à tous les stades du cycle de vie, avec des natures très variées. On peut classer ces déchets en cinq familles principales :

- A : déchets et sous-produits de la fabrication ;
- B : déchets de la dépollution de l'eau et de l'air ;
- C : déchets associés à la vie du produit ;
- D : produits en fin de vie ;

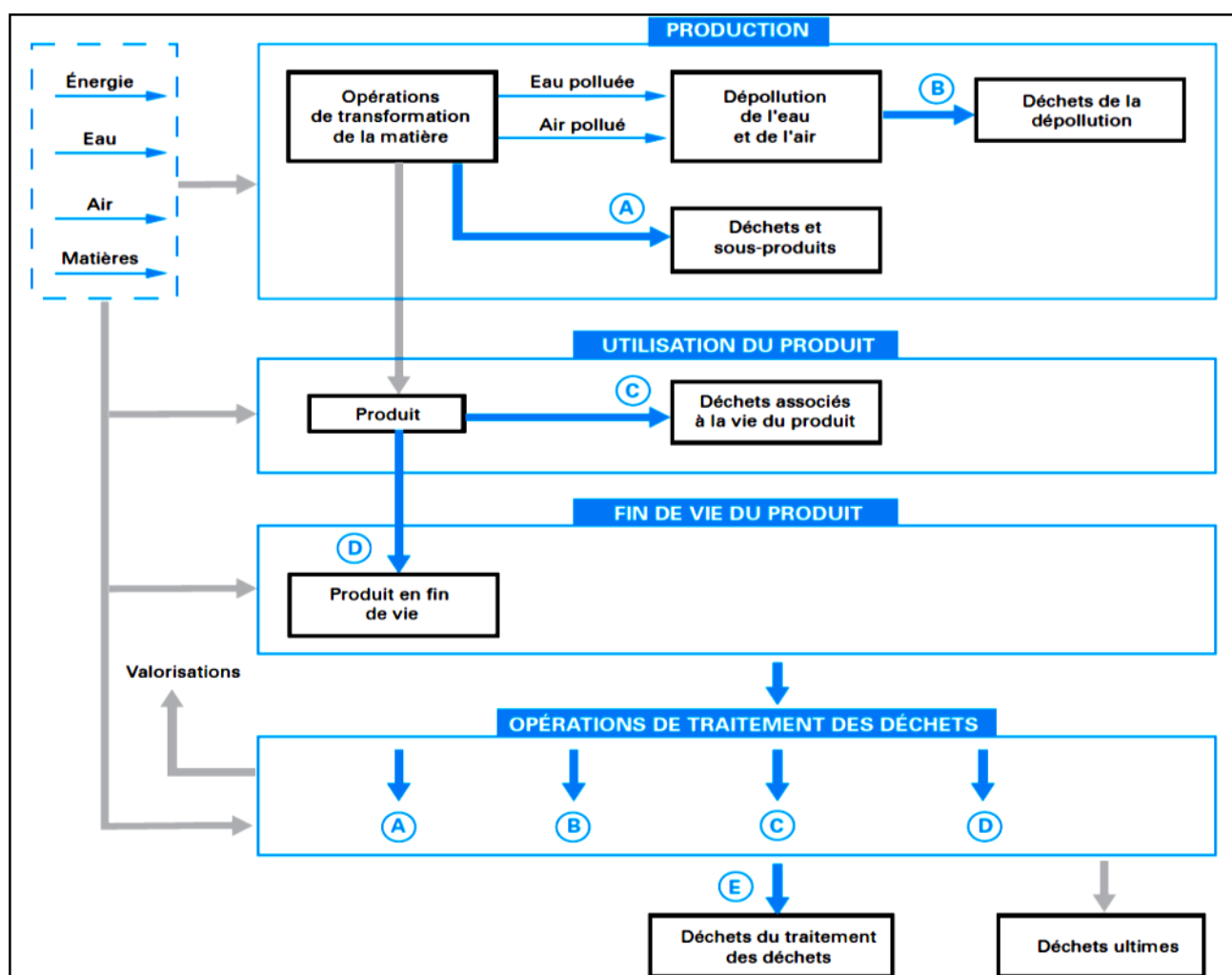


Figure 1. Processus d'émission des déchets aux différents stades

À la fin de ce cycle, une fraction de ces déchets sera valorisée sous des formes diverses et rejoindra les circuits de production, la fraction restante sera soit rejetée dans le milieu naturel lorsqu'il n'y a pas de risques d'impact, soit confinée avec le statut de déchet ultime.

III.1. Déchets et sous-produits

On trouve, dans cette catégorie, tous les déchets qui ont participé à l'élaboration des produits mais qui ne se retrouvent pas dans le produit final. Il s'agit des sous-produits de réaction chimique, des résidus de certains traitements (peinture, traitements de surface...), des emballages plus ou moins souillés, des matières enlevées à l'issue d'opérations mécaniques (usinage, moulage, polissage...). On classe généralement ces déchets en trois catégories : les déchets industriels spéciaux (DIS) ou dangereux, les déchets industriels banals (DIB) et les déchets inertes.

III.2. Déchets de la dépollution de l'eau et de l'air

L'eau et l'air, abondamment utilisés dans les fabrications industrielles, sont le plus souvent pollués par différents réactifs, ce qui rend inacceptable leur rejet, en l'état, dans le milieu naturel. Ces effluents font donc l'objet, avant rejet, de traitements de dépollution qui génèrent à leur tour de nouvelles catégories de déchets: poussières collectées par les filtres, boues de traitements chimiques, physico-chimiques ou biologiques, les cendres, les poussières, et les mâchefers résultant du traitement thermique de certains effluents et sous-produits. On parle couramment, à ce sujet, de déchets de la dépollution. Ces déchets sont actuellement parmi les plus préoccupants (HCSP, 2002).

III.3. Déchets associés à la vie du produit

L'accroissement qualitatif et quantitatif de la consommation conduit à cette importante famille de déchets. L'automobile en est un exemple significatif : pneumatiques, batteries usagées, filtres à huile et à air, déchets de la réparation automobile, huiles de vidange... C'est aussi le cas des déchets liés à la consommation alimentaire [emballages (verre, plastique, carton, métal)], des journaux, des médicaments, des produits de nettoyage et de bricolage. Au sein de ces déchets, une catégorie retient de plus en plus l'attention : il s'agit des déchets toxiques en quantité dispersée (DTQD) issus des particuliers, des artisans et autres activités : des imprimeries, teinturiers, photographes, laboratoires médicaux, et des établissements d'enseignement et de recherche.

III.4. Produits en fin de vie

En fin de vie, par usure, accident ou obsolescence, certains produits deviennent des déchets. C'est le cas, par exemple, des véhicules hors d'usage (VHU), des produits de démolition (déconstruction), des bâtiments d'habitation et des sites industriels ou bien encore des produits électroménagers (réfrigérateurs, micro-ondes, téléviseurs...), et informatiques (ordinateurs)(**HCSP, 2002**)

III.5. Traitement des déchets

Tous les déchets que nous venons d'énumérer font l'objet d'opérations de traitement, qu'il s'agisse d'en assurer la valorisation sous différentes formes ou bien encore de procéder à leur élimination. L'ensemble de ces opérations constitue les filières de traitement des déchets.

IV. Gestion des déchets

La gestion des déchets apparaît d'abord comme une question d'organisation et d'optimisation des techniques déjà connues, dont les effets sur l'environnement sont apparemment maîtrisés. Elle se présente ainsi moins comme un enjeu environnemental majeur que comme une question économique et de gestion.

1- Pour bien gérer ses déchets, il faut dans un premier temps procéder à un inventaire des différents gisements de déchets (**G.R.D.D., 2007**):

- Quels types de déchets génère l'entreprise ? : déchets dangereux ou non, déchets recyclables.

- En quelle(s) quantité(s) ?
- A quel(s) moment(s) ?
- Comment collecter ses déchets ?
- Comment trier ses déchets ?
- Est-ce qu'on peut valoriser ses déchets ?
- Quelles sont les méthodes de traitement de ses déchets ?

Depuis de nombreuses années, l'Algérie connaît un développement économique et démographique sans précédent, d'où la nécessité d'adaptation aux modes de consommation et de production modernes. Les services actuels de gestion des déchets sont submergés par la quantité phénoménale et toujours croissante des différents types de déchets et les difficultés à l'éliminer (déchets ménagers, déchets hospitaliers, déchets industriels,...etc.)(**Tableau 1**).

Les décharges existantes ne peuvent plus absorber le flux et répondre aux nouvelles exigences de gestion et de traitement des déchets. Nous pouvons résumer la situation de l'environnement concernant les déchets en Algérie comme suit (**Benabid, 2015**).

- Insuffisance de la législation concernant les déchets solides
- Absence d'un dispositif national pour la prise en charge des déchets
- Absence de politique de gestion des déchets proprement dite
- Absence de décharges contrôlées et de décharges réservées aux déchets industriels et spéciaux

Selon une étude de la **GIZ**, la quantité annuelle des déchets industriels en Algérie est estimée à 2 547 000 tonnes (**Tableau 1**), se répartissant en plusieurs catégories comme mentionné ci dessous :

- Déchets d'emballages et de plastique environ 1.2 million de tonnes/an
- Pneus usagés plus 1 millions d'unités/ an
- Déchets des huiles et des huiles lubrifiantes 110 000 tonnes/an
- Déchets électroniques, électriques et électroménagers 18000 tonnes/an

Tableau 1: Les quantités des déchets en Algérie (**GIZ, 2014; APS, 2016**).

Type de déchet		La quantité
Déchets ménagers et assimilés (DMA)		10.3 Mt (2012)
Les déchets industriels banals (DIB)		2550000 t/an (2011)
Les déchets industriels dangereux, anciennement appelés déchets industriels spéciaux (DIS)		330000 t/an (2011)
Les déchets inertes (DI)		11M t/an (2011)
Déchets d'activité de soins (DAS)		30000 t/an (2011)
Les déchets fermentescibles	déchets verts et agricoles	130000 t/an (2012)
	déchets de marchés	96000 t/an (2012)
Déchets des pneus usagés		≥ 1M d'unité/an
Déchets des huiles des lubrifiantes		110000 t/an
Les déchets (électronique, électrique, électroménager) (DEEE)		18000 t/an

IV.1. Objectifs de la gestion des déchets

Le code de l'environnement énonce les grands principes relatifs à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.

IV.1.1. Grands principes

Les dispositions ont pour objet :

- 1° De prévenir ou réduire la production et la nocivité des déchets, notamment en agissant sur la fabrication et sur la distribution des produits;
- 2° D'organiser le transport des déchets et le limiter en distance et en volume;
- 3° De valoriser les déchets par réemploi, recyclage ou toute autre action visant à obtenir à partir des déchets des matériaux réutilisables ou de l'énergie;
- 4° D'assurer l'information du public sur les effets pour l'environnement et la santé publique des opérations de production et d'élimination des déchets, ainsi que sur les mesures destinées à en prévenir ou à en compenser les effets préjudiciables.

Ces principes s'inscrivent en complément des principes généraux et notamment :

- 5° Le principe pollueur-payeur, selon lequel les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur;
- 6° Le principe de participation, selon lequel chacun doit avoir accès aux informations relatives à l'environnement, y compris celles relatives aux substances et activités dangereuses.
- 7° Toute personne a le droit d'être informée sur les effets préjudiciables pour la santé de l'homme et l'environnement du ramassage, du transport, du traitement, du stockage et du dépôt des déchets ainsi que sur les mesures prises pour prévenir ou compenser ces effets (GRDD, 2007).

IV.1.2. Obligations pour le producteur/détenteur de déchets

○Prévention: Toute personne qui produit ou détient des déchets, est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination conformément aux dispositions de la présente loi, dans des conditions propres à éviter les effets préjudiciables à la santé de l'homme et à l'environnement.

○Valorisation, tri: L'élimination des déchets comporte les opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitement nécessaires à la récupération des éléments et matériaux réutilisables ou de l'énergie, ainsi qu'au dépôt ou au rejet dans le milieu naturel de tous autres produits dans des conditions propres à éviter les nuisances.

○Transparence : Les producteurs, doivent justifier que les déchets engendrés, sont de nature à être éliminés dans des conditions prescrites. L'administration est fondée à leur réclamer toutes informations utiles sur les modes d'élimination et sur les conséquences de leur mise en œuvre.

Les entreprises qui produisent, éliminent, se livrent à des opérations de courtage ou de négoce des déchets, sont tenues de fournir à l'administration toutes informations concernant l'origine, la nature, les caractéristiques, les quantités, la destination et les modalités d'élimination des déchets qu'elles produisent, remettent à un tiers ou prennent en charge.

Toute personne qui remet ou fait remettre des déchets appartenant à certaines catégories (comme les déchets industriels spéciaux) à tout autre que l'exploitant d'une installation d'élimination agréée est solidairement responsable avec lui des dommages causés par ces déchets (GRDD, 2007).

IV.1.3. Catégories de déchets

Les déchets sont regroupés en trois grandes catégories :

- Les déchets agricoles.
- Les déchets ménagers et assimilés.
- Les déchets industriels

IV.2. Stratégies de gestion des déchets

En se plaçant sur un plan prospectif, la réflexion sur la gestion d'un déchet ne doit pas se limiter à la seule recherche d'une solution immédiate au problème posé par son existence. Sa production n'est pas toujours une fatalité et des voies stratégiques sont à explorer qui peuvent conduire à modifier profondément la nature du déchet et les quantités produites pour un procédé donné. Il s'agit là d'une attitude qui peut entraîner des modifications importantes tant au niveau du procédé que du produit. Cela explique que ces évolutions relèvent de la stratégie de l'entreprise au-delà de la seule préoccupation déchet.

Globalement, face à la nécessité de résoudre le problème de la gestion d'un déchet, les choix stratégiques sont au nombre de cinq (Figure 2) (Navaro, 2003).

Stratégie 1: Arrêt de la production ou de la diffusion du produit à l'origine du déchet

Stratégie 2: Optimisation des procédés et innovation technologique. Cette stratégie est le champ privilégié de ce qu'il est convenu d'appeler les technologies propres, sobres et économes. Le recours à l'automatisation et à des techniques de séparation performantes (membranes, résines échangeuses...) permet souvent de substantielles économies de fluides et de matières (réduction à la source), tout en évitant la production de déchets dangereux

(solvants, complexant...). Le développement des biotechnologies et des nanotechnologies s'inscrit dans cette évolution des outils de production, moins générateurs de déchets dangereux.

Stratégie 3: valorisation des déchets, en fonction de leur nature chimique, de leurs propriétés mécaniques, physico-chimiques ou thermiques, presque tous les déchets sont potentiellement valorisables. C'est cette stratégie qui se décline à travers toutes les filières de valorisation.

Stratégie 4: Rejet éco-compatible dans le milieu naturel. Il est possible, dans certains cas, de permettre le retour des déchets dans le milieu naturel sans pour autant perturber ce milieu et poser des problèmes de type écologique, écotoxique ou toxique. C'est en général le cas pour les déchets inertes mais aussi pour les sous-produits de la décomposition thermique de molécules organiques en composés simples comme l'eau et le gaz carbonique.

Stratégie 5: Stockage et confinement dans le milieu naturel : Il s'agit dans ce cas de l'enfouissement des déchets. C'est la traditionnelle mise en charge dans le contexte technique et réglementaire qui doit garantir l'innocuité du système au regard du milieu environnant.

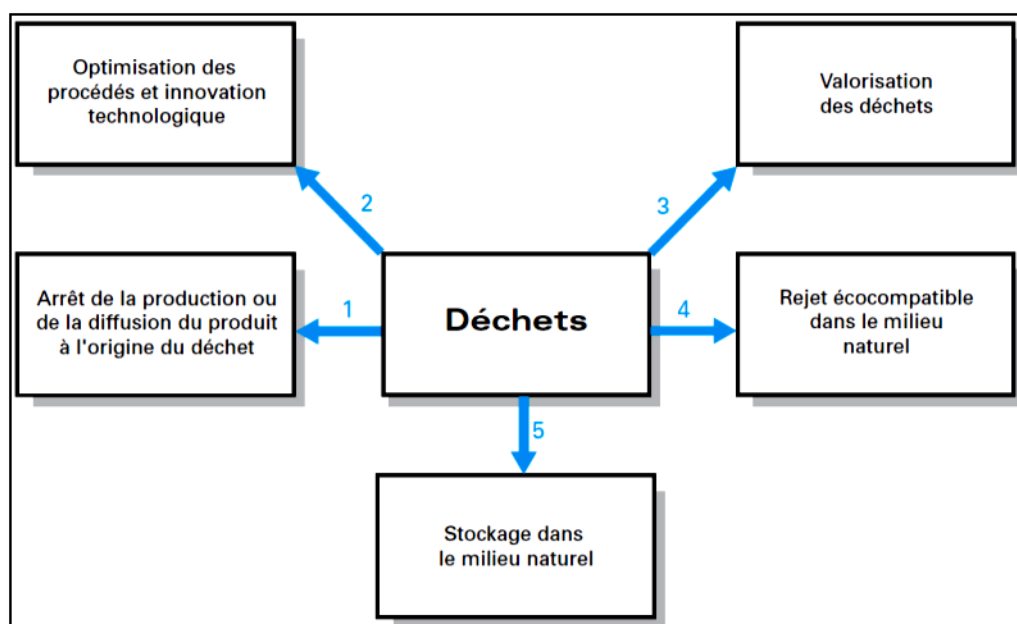


Figure 2. Stratégies de gestion de déchets

V. Règlementation

Le Président de la République, Vu la Constitution, notamment ses articles 122 et 126 ; Vu le décret présidentiel N° 98-158 du 19 Moharram 1419 correspondant au 16 mai 1998 portant adhésion, avec réserve, de la République algérienne démocratique et populaire, à la

convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination.

Article 1^{er} : La présente loi a pour objet de fixer les modalités de gestion, de contrôle et de traitement des déchets.

Art. 2 : La gestion, le contrôle et l'élimination des déchets reposent sur les principes suivants :

- La prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source;
- L'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets;
- La valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;
- Le traitement écologiquement rationnel des déchets;
- L'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques.

Art. 3 : Au sens de la présente loi on entend par :

- **Définition des déchets :** tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer (**Décret n°98-158**).

- **Déchets ménagers et assimilés :** tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

- **Déchets encombrants :** tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

- **Déchets spéciaux :** tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

- **Déchets spéciaux dangereux** : tous déchets spéciaux qui, par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

- **Déchets d'activité de soins** : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

- **Déchets inertes** : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement.

- **Générateur de déchets** : toute personne physique ou morale dont l'activité génère des déchets.

- **Détenteur des déchets** : toute personne physique ou morale qui détient des déchets.

- **Gestion des déchets** : toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations.

- **Collecte des déchets** : le ramassage et/ou le regroupement des déchets en vue de leur transfert vers un lieu de traitement.

- **Tri des déchets** : toutes les opérations de séparation des déchets selon leur nature en vue de leur traitement.

- **Traitement écologiquement rationnel des déchets** :

- Toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets.

- **Valorisation des déchets** : toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets. **Élimination des déchets** : toutes les opérations de traitement thermique, physico-chimique et biologique, de mise en décharge, d'enfouissement, d'immersion et de stockage des déchets, ainsi que toutes autres opérations ne débouchant pas sur une possibilité de valorisation ou autre utilisation du déchet.

- **Immersion des déchets** : tout rejet de déchets dans le milieu aquatique.

- **Enfouissement des déchets** : tout stockage des déchets en sous-sol.
- **Installation de traitement des déchets** : toute installation de valorisation, de stockage, de transport et d'élimination des déchets.
- **Mouvement des déchets** : toute opération de transport, de transit, d'importation et d'exportation des déchets.

Art. 4. - Les dispositions de la présente loi s'appliquent à tous les déchets au sens de l'art3 ci-dessus, à l'exception des déchets radioactifs, des effluents gazeux, des eaux usées, des explosifs déclassés, des épaves d'aéronefs et des épaves maritimes.

Art. 5. - Les déchets au sens de la présente loi sont classifiés comme suit :

- Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux.
- Les déchets ménagers et assimilés.
- Les déchets inertes.
- La nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, est fixée par voie réglementaire. (Décret exécutif N° 77, 15 décembre 2001, Journal officiel de la république algérienne) ^[4].

Décret exécutif n° 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

1. Substances : Les éléments chimiques et leurs composés tels qu'ils se présentent à l'état naturel ou tels qu'ils sont obtenus par tout procédé de production contenant éventuellement tout additif nécessaire pour préserver la stabilité du produit et toute impureté résultant du procédé, à l'exclusion de tout solvant pouvant être séparé sans affecter la stabilité de la substance ni modifier sa composition.

2. Préparations : Les mélanges ou solutions composés de deux substances ou plus.

3. Catégories de danger :

a) Très toxiques : substances ou préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en très petites quantités, entraînent la mort ou des risques aigus ou chroniques ;

b) Toxiques : substances et préparations qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou des risques aigus ou chroniques ;

c) Comburantes : substances ou préparations qui, au contact d'autres substances, notamment des substances inflammables, présentent une réaction fortement exothermique ;

d) Explosibles : substances ou préparations solides, liquides, pâteuses ou gélatineuses qui, même sans intervention d'oxygène atmosphérique, peuvent présenter une réaction

exothermique avec développement rapide de gaz et qui, dans des conditions d'essais déterminées, détonent, déflagrent rapidement ou, sous l'effet de la chaleur, explosent en cas de confinement partiel ;

e) Inflammables : substances ou préparations liquides, dont le point d'éclair est égal ou supérieur à 21°C et inférieur ou égal à 55°C.

Chapitre II

Emballages plastiques

I. Emballages plastiques

I.1. Introduction

A nos jours les pièces en matières plastiques peuplent notre vie quotidienne dans tous les domaines d'utilisation. La matière plastique remplace les autres matériaux à savoir, le métal, le carton, le bois, les verres, la céramique et autres matériaux. Qu'il s'agisse des châssis des fenêtres dans le bâtiment, des éléments de carrosserie et autres composants dans les domaines de l'automobile, de l'aéronautique et navale aussi les meubles, les appareils électroménagers, le matériel électrique, le matériel médical et les moyens de transport. L'utilisation des matériaux plastiques apportent des solutions de fabrications simples, de réalisations fiables et esthétiques suite à la diversité des procédés de mise en forme comme l'injection, l'extrusion et le thermoformage avec un prix de revient compétitifs, autant d'atouts qui concurrencent les autres matériaux tels que les métaux et le bois (**Hammami & Louati, 2016**).

I.2. Définition des matières plastiques

La matière plastique est définie comme une substance polymère d'origine organique ou semi-organique, contenant un grand nombre d'atomes (ou groupes) de carbone, oxygène, hydrogène ou azote.

Le plastique s'est imposé comme un matériau dominant dans plusieurs secteurs manufacturiers, que ce soit pour la production d'emballages, de textiles, de jouets, d'articles de sports, d'appareils électroménagers et électroniques, ou l'agriculture. Les plastiques sont aussi communément employés dans l'industrie des transports, de la construction (**Plastics Europe, 2015**).

I.3. Constitution des matières plastiques

La matière plastique utilisée par les industrielles sous plusieurs nuances et noms elle est constituée principalement d'un polymère, un adjuvant et un additif. Ces différents composés sont introduits dans le polymère de base pour améliorer les propriétés mécanique, physiques, chimiques et thermique (résistance aux chocs, résistance au courant électrique, résistance au vieillissement, résistance aux hydrocarbures). Les dosages des différents composants doivent être précis. L'action de la chaleur assure la transformation vers la matière première définitive (**Hammami & Louati, 2016**).

Les polymères sont mélangés avec d'autres substances (additifs) afin de générer des plastiques avec les propriétés souhaitées. Par exemple, des charges minérales ou des fibres servent à renforcer la structure. Des molécules halogénées ou phosphorées peuvent être utilisées comme retardateurs de flamme. Certains composés plastifiants augmentent la malléabilité du plastique, et des composés compatibilisant favorisent l'homogénéisation lorsque plusieurs polymères sont mélangés ensemble. Enfin, des composés antioxydants et des stabilisants sont également employés pour augmenter la durabilité du produit (**American Chemistry Council, 2017**).

I.3.1. Réactifs et produits de polymérisation (Québec, 2018)

- **Les monomères** : sont utilisés dans la synthèse des polymères. Des traces de monomères et d'oligomères peuvent subsister à la fin de la synthèse, et être retenus dans la matrice où ils sont généralement très solubles. Ils ont un potentiel de migration important, leur masse moléculaire étant souvent faible. Dans certains cas, des monomères seront néoformés par dégradation lors de la mise en œuvre du polymère.

- **Des catalyseurs ou des amorceurs** : sont également utilisés pour augmenter les rendements et les cinétiques de polymérisation. Ces substances à base de métaux et/ou de substances organiques sont susceptibles d'être présentes dans l'emballage.

- **produit de polymérisation** : des petites molécules peuvent être obtenues comme sous-produits de réaction. Ces derniers sont bien entendu toxiques et les industriels cherchent à l'éliminer par différents procédés. De même, des traces d'oligomères sont décelables, le trimère cyclique étant celui que l'on trouve en quantité la plus importante. Tel que les produits de dégradation lors de la synthèse du polymère, trace d'oligomère

I.3.2. Additifs des polymères

Ces composés sont ajoutés aux polymères pour améliorer ou modifier leurs propriétés comme la stabilité, la souplesse, la teinte.....etc.

Les additifs sont des matières ajoutées à un polymère, modifient ses propriétés ou ses caractéristiques.

Il existe une grande variété d'additifs pour une multitude de fonctions : développer ou étendre les propriétés des thermoplastiques, améliorer leur transformation, modifier leur aspect ou augmenter leur résistance à l'environnement extérieur.

Deux principales classes d'additifs sont à prendre en compte : les stabilisants et les adjuvants technologiques.

Les antioxydants: Les antioxydants sont ajoutés pour freiner les réactions d'oxydation, qui peuvent avoir lieu pendant l'extrusion, la mise en forme et lors de l'utilisation de la matière plastique.

Les stabilisants: Ces additifs permettent de conserver au cours du temps les propriétés physico-chimiques des polymères en réagissant à leur place. La fonction principale de ces additifs est d'empêcher ou de retarder les dégradations par oxydation de la structure chimique du polymère. Les stabilisants permettent d'inhiber, de réduire et de modifier la formation des radicaux afin d'augmenter la durée de vie du polymère .

On distingue deux principaux types de stabilisants utilisés pour inhiber l'oxydation: des donneurs d'hydrogène, et des composés facilitant la décomposition de groupements hydroperoxydés. Les antioxydants phénoliques appartiennent au groupe des donneurs d'hydrogène et ils sont les plus utilisés pour la stabilisation des polymères. Les antioxydants les plus communs sont les bisphénol A, 2,6-Bis(tert-butylhydrox toluène), Irganox, Isonox, Ultrinox, et Irgafos.

Les antis lumières : Ces additifs absorbent la lumière à la place du polymère (directement ou par transfert de l'énergie absorbée par le polymère) en empêchant la création de radicaux libres sur les chaînes macromoléculaires. Généralement, ces substances transforment l'énergie lumineuse en chaleur.

La structure de ces additifs est très ramifiée, ces molécules diffusent plus difficilement dans les matrices polymères que des molécules plus linéaires de masse équivalente comme les plastifiants.

I.4. Familles de plastique et leurs usages

On trouve plusieurs variétés de plastiques, qui peuvent être regroupées en trois catégories : les thermoplastiques, les thermodurcissables, et les élastomères. Le pétrole et ses dérivés ou le gaz naturel sont les produits de base de toute matière plastique. Les thermoplastiques fondent sous l'effet de chaleur et se solidifient sous l'effet d'un refroidissement. Pour les thermodurcissables, la transformation est irréversible. Une fois formé, le plastique ne se déforme plus.

Les plastiques de consommation courante sont faits à partir de polymères (molécules à base de carbone constituées d'un enchaînement répété d'une ou deux unités de base). Ceux-ci sont sélectionnés en fonction de leurs propriétés spécifiques. Le polyéthylène téréphtalate (PET) convient bien à l'emballage alimentaire car il est clair et possède d'excellentes propriétés barrières à l'oxygène et à l'humidité. Le polypropylène (PP) et le polyéthylène haute densité (HDPE) possèdent une bonne résistance aux acides et solvants et sont utilisés pour emballer les savons et détergents domestiques. Le polyvinyle chloré (PVC) se compare avantageusement aux autres polymères en termes de propriétés mécaniques et durabilité, et sa versatilité permet la fabrication d'objets ou d'emballages rigides ou flexibles. Le polystyrène (PS) peut quant à lui être utilisé sous forme rigide, lorsque la transparence est importante, ou expansée pour ses propriétés isolantes (**American Chemistry Council, 2017**). Les familles de polymères communément utilisés par l'industrie de l'emballage sont répertoriées au **tableau 2**.

Tableau 2 : Classification des plastiques par famille de polymère

	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	Autres
Nom	<i>Polyéthylène téréphtalate</i>	<i>Polyéthylène haute densité</i>	<i>Polyvinyle chloré</i>	<i>Polyéthylène basse densité</i>	<i>Poly-propylène</i>	<i>Poly-styrène</i>	<i>Plusieurs types</i>
Code	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Collecte sélective ^a	Accepté	Accepté	Accepté	Accepté	Accepté	Non-accepté ^b	Accepté
Prix de vente ^c	260	514	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

^a Selon la charte de matières recyclables publiée par Recyc-Québec.
^b En général. Le polystyrène est accepté dans la MRC d'Arthabaska, où a eu lieu cette étude.
^c Selon l'indice du prix des matières d'août 2016 pour les plastiques rigides (Recyc-Québec). Les montants sont en dollars canadiens par tonne métrique.

I.5. Formes commerciales des matières plastiques

La matière plastique première utilisée lors de sa mise en forme moyennant un des procédés peut être livrée sous une des formes suivantes :

- Granulés
- Poudre
- Résine
- Et des semi-produits (feuilles, films, pastilles, et fibres) (**Hammami & Louati, 2016**).

I.6. Interaction contenant/contenu

La mise en contact d'un contenu (denrée alimentaire) et d'un contenant (emballage), dans des conditions définies de temps, de température, de surface relative, peut aboutir à des transferts de matière, aussi faible soit-elle, des produits en présence, c'est-à-dire passage de substances d'un milieu à l'autre.

Les phénomènes d'échange entre le produit alimentaire et son emballage sont la résultante des interactions existant entre la matrice, l'emballage et son environnement.

Les principaux types d'interaction contenant/contenu sont les suivants (**figure 3**) :

- La sorption des constituants de l'aliment par l'emballage (ex : arômes)
- La perméation de substances d'un côté à l'autre des parois de l'emballage (constituants d'encre, de colles, de fongicides, ...) On accorde une importance particulière à la perméation de gaz (O₂ vers l'aliment, CO₂ vers l'extérieur de l'emballage).
- La migration de substances présentes dans le matériau d'emballage ^[7].

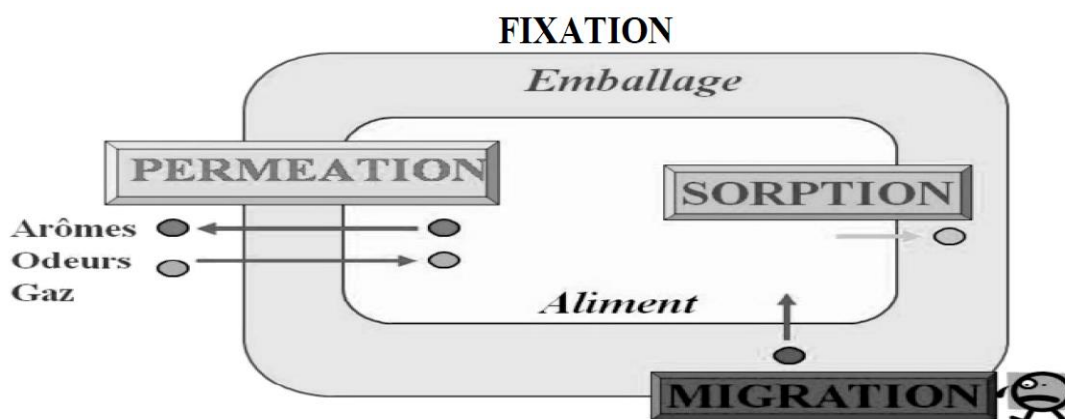


Figure 3. Schéma des différentes interactions possible entre contenant et son contenu (Konkol, 2004).

I.6.1. Perméation

La perméation se caractérise par le transfert de gaz à travers l'emballage, notamment l'O₂ vers l'aliment, le CO₂ vers l'extérieur de l'emballage et le passage des composés volatils de l'extérieur vers l'aliment. Ce phénomène doit être réduit afin d'éviter la prolifération des bactéries dans l'aliment, les pertes de carbonatation dans les boissons gazeuses, la perte des arômes ou de flaveur dans le produit fini. En effet, les propriétés organoleptiques des aliments résultent d'un équilibre entre les composés volatils qui sont susceptibles de se transférer du

produit vers l'extérieur (perte d'arômes) et les substances susceptibles de passer de l'extérieur vers l'aliment (contamination de produit) **(Feigenbaum & Barthelemy, 2006)**.

I.6.2. Sorption

La sorption est l'assimilation des constituants de l'aliment par la paroi l'emballage plastique suivie de leur pénétration dans le polymère. Le processus de sorption peut induire une perte des arômes de l'aliment et entraîner une modification structurale du polymère.

En effet, le vieillissement irréversible du polymère peut être induit par des modifications de la structure chimique des chaînes macromoléculaires et de son état physique.

Les phénomènes de sorption sont plus fréquents avec des composés lipophiles, cela est dû à la grande affinité pour la plupart des emballages qui sont aussi peu ou pas polaires (PE, PET, PS, PP). De plus, si le matériau plastique est recyclé ou réutilisé comme emballage destiné au contact alimentaire, les composés étrangers absorbés dans le polymère sont des éventuels migrants **(Sax, 2010)**

I.6.3. Migration

La migration correspond au transfert des constituants de l'emballage vers l'aliment. Il peut s'agir d'adjuvants technologiques (catalyseurs, plastifiant, anti-oxydants), de monomères résiduels, d'oligomères, de pigments, des solvants des encres d'impression et des produits néoformés ou des produits de dégradation.

La migration des constituants de l'emballage vers le produit conditionné est un autre type d'échange de matière qui constitue un problème de sécurité alimentaire **(Hoellinger, 1999)**.

La migration peut induire des problèmes de toxicité mais également des odeurs indésirables et c'est pourquoi elle est considérée comme un processus de contamination des aliments.

I.6.3.1. Type de migration

Il existe deux types de migration :

- Migration spécifique : quantité acceptable d'un constituant connu et bien identifié qui migre de l'emballage vers l'aliment, dans ce cas, on parle de migrant.
- Migration globale : donne des informations sur la masse de l'ensemble des substances qui migrent quelle que soit leur nature **(Hoellinger, 1999)**.

I.6.3.2. Facteurs d'influence sur la migration

Il existe des facteurs internes et des facteurs externes qui ont un effet direct sur la diffusivité des molécules présentes dans l'emballage (**Hoellinger, 1999**).

Les facteurs internes font référence à des propriétés inhérentes des molécules diffusantes et aux matériaux tels que la nature chimique des substances (monomères, additifs, néoformés) présentes dans les matières plastiques ainsi que l'état structural et la morphologie du polymère (**Figure 4**).

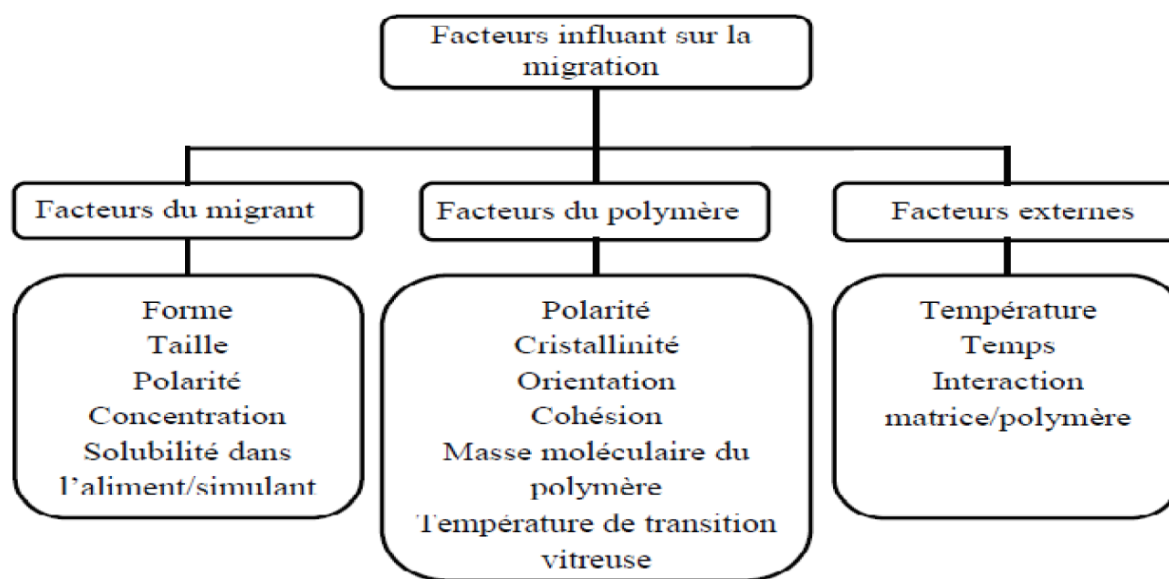


Figure 4. Schéma représentatif des facteurs influant sur la migration (**Hoellinger, 1999**).

• Facteurs du migrant

La migration dépend de la structure chimique du migrant tel que la forme, la taille, la polarité, la concentration du migrant ainsi que sa solubilité dans l'aliment ou dans le simulant. Le poids moléculaire et la structure chimique des migrants sont deux paramètres qui ont une influence directe sur la migration (**Konkol, 2004**).

Les migrants potentiels sont définie comme toute substance présente dans un matériau d'emballage peut migrer vers l'aliment les sources des migrants potentiels des emballages plastique sont :

- Les réactifs et produits de polymérisation.
- Les additifs des polymères.

- Les migrants qui n'appartiennent à aucune des catégories précédentes, et à caractère non prévisibles.

Les migrants potentiels à caractère non prévisibles: Ces substances présentes dans l'emballage ne sont pas introduites de façon délibérée. Ils peuvent provenir de plusieurs origines ^[11] :

- De la dégradation du polymère, de ses additifs, sous l'action de la lumière, de l'oxydation, d'une mise en œuvre à haute température prolongée, d'une hydrolyse

- Les polymères polaires nécessitent un séchage avant mise en œuvre) ou de la réactivité entre eux. Ils sont non prévisibles dans la mesure où ces réactions sont mal connues.

- De la perméation de substances venant de l'extérieur de l'emballage (projection involontaire de liquides sur l'emballage...).

- D'une pollution accidentelle la mise en œuvre (produits domestiques, essence, diluants, solvants, pesticides...). La migration dépend d'un certain nombre de paramètres dont il faut tenir compte pour prédire et évaluer la migration depuis un emballage donné.

• Facteurs du polymère

La migration dépend aussi des caractéristiques morphologiques et chimiques du polymère tel que la polarité, la cristallinité, l'orientation et la cohésion des chaînes moléculaires, la masse moléculaire du polymère, et de la température de transition vitreuse (Bacha & Campa, 2011).

• Facteurs externes

En outre, la migration dépend des facteurs externes tel que la température, le temps de stockage et des interactions contenant – contenu (Bacha & Campa, 2011).

I.7. Risques des matières plastiques

Plastique et santé : les coûts cachés d'une planète plastique

Les humains sont exposés à une grande variété de substances chimiques toxiques et de microplastiques par inhalation, ingestion et contact direct avec la peau tout au long du cycle de vie du plastique (Figure 5) (Centre International Environnemental LAW, 2013).

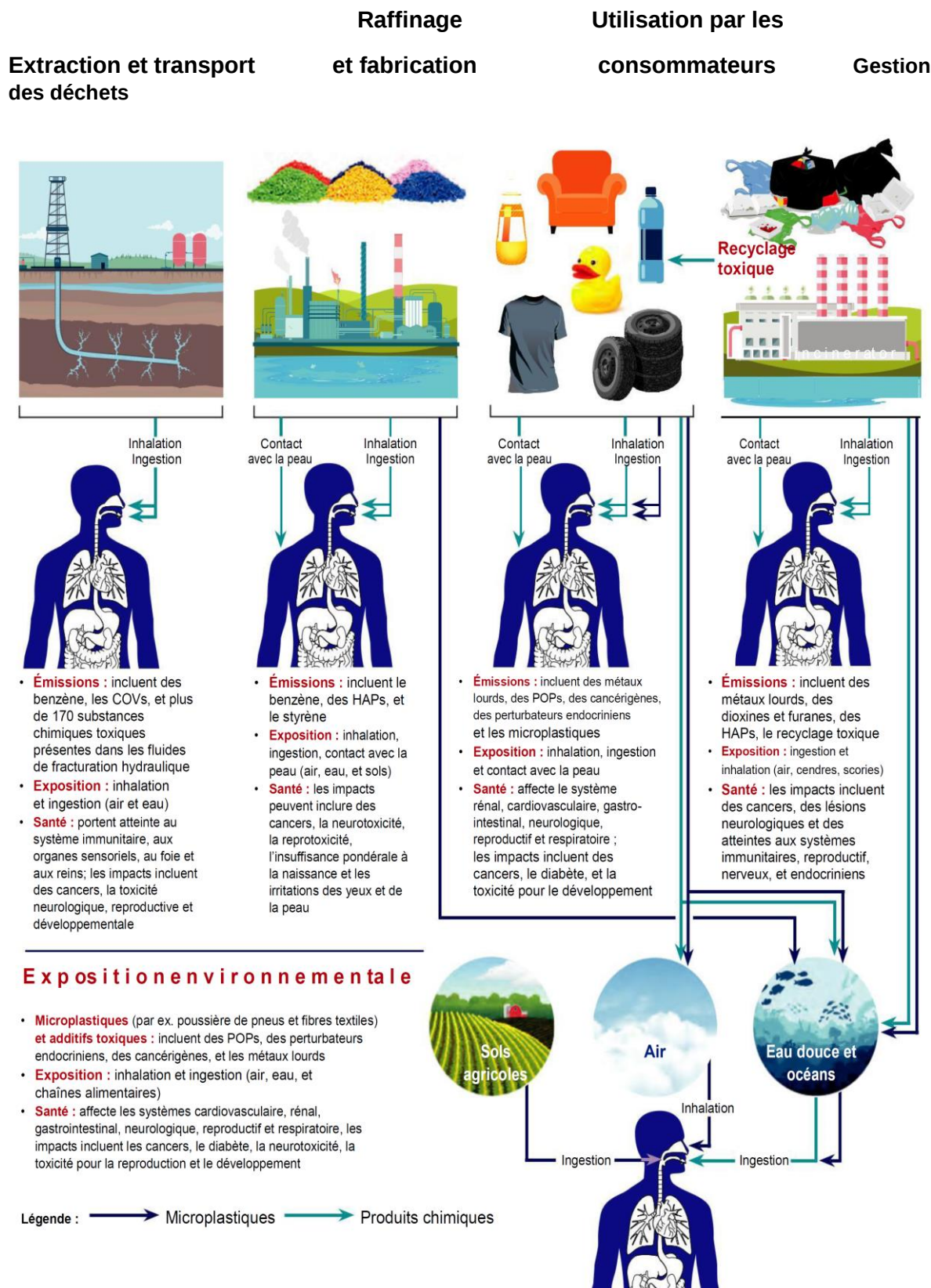


Figure 5. L'exposition directe aux substances chimiques et microplastiques

II. Valorisation des déchets industriels

Toute activité de production ou de consommation génère des déchets, qui sont souvent associés à la détérioration de notre environnement et a de multiples risques pour la santé humaine.

L'industrie en Algérie a une part de responsabilité majeure dans la pollution globale du pays, notamment l'industrie pétrochimique, chimique, métallurgique et de traitement des minerais.

L'industrie de production reste un moteur essentiel de la croissance économique et de la compétitivité, mais il est également reconnu qu'une réduction de la pollution et l'utilisation rationnelle des ressources et de l'énergie, constituent des impératifs de développement durable et rendent fréquemment les coûts unitaires des produits moins élevés (**Boucetta, 2016**).

Les nuisances de l'industrie sur l'environnement sont :

- Emission de vaste quantité de polluants dans l'atmosphère (l'industrie du ciment en Algérie est le plus grand producteur de poussière 10 % environ de la quantité de ciment produite était rejetée dans l'atmosphère sous forme de poussière générant une pollution d'environ 600.000 tonnes/an de poussière de ciment).

- Production des déchets solides industriels (la production de la fonte dans les hauts fourneaux est accompagnée par une production parallèle d'un produit solide (laitier du haut fourneau). Pour 1m³ du métal en fusion environ 280 à 340 kg de laitier est produit (**SAX, 2010**).

- Déversement dans les eaux des déchets toxiques et autres déchets organiques ainsi libérés dans la nature :

- * Annuellement plus de 220 millions de m³ d'eau usées chargés de : (plus de 55.000 tonnes de DBO₅, plus de 134.000 tonnes de matières en suspension et 8000 tonnes de matières azotées).

N'oublions pas les nuisances de l'industrie sur les ressources :

- L'exploitation des ressources naturelles telle que pratiquée actuellement n'est pas sans effets négatifs sur l'environnement :

- * Cicatrices dans le paysage (carrières et mines).

* Destruction du patrimoine forestier.

* Sur exploitation des ressources (extraction abusive des sables de mer).

Face aux nuisances causées par l'industrie sur l'environnement, l'inquiétude ne cesse de grandir ; et notre domaine le génie civil est appelé à jouer un rôle important dans la protection de la nature et l'environnement par l'utilisation des déchets solides dans la fabrication des matériaux de construction et dans la réalisation des structures (remblais et les assises de chaussées,) afin de limiter l'exploitation excessive des ressources naturelles et de diminuer la pollution atmosphérique.

Il faut signaler ici que notre pays, depuis la première conférence mondiale sur l'environnement organisée à Stockholm en 1972 a pris progressivement conscience de la nécessité à intégrer la dimension environnementale dans la démarche de planification du développement et d'utilisation durable des ressources naturelles du pays (Boucetta, 2016).

II.1. Définition

Tout traitement où utilisation des déchets qui permet de leur trouver un débouché ayant une valeur économique positive. Le terme général valorisation englobe réemploi recyclage et réutilisation Tout traitement où utilisation

II.2. Types de valorisation

Comme nous l'avons précédemment évoqué la valorisation consiste dans " le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie (loi du 13 juillet 1992).

Récupérer un déchet, c'est le sortir de son circuit traditionnel de collecte et de traitement. Par exemple, mettre des bouteilles ou des journaux dans un conteneur spécial, au lieu de les jeter à la poubelle. La récupération, qui suppose une collecte séparée ou un tri, se situe en amont de la valorisation qui consiste, d'une certaine façon, à redonner une valeur marchande à ces déchets. La valorisation s'effectue par divers moyens.

II.2.1. Le Recyclage

Le Recyclage est la réintroduction directe d'un déchet dans le cycle de production dont il est issu, en remplacement total ou partiel d'une matière première neuve. Par exemple, prendre des bouteilles cassées, les refondre, et en faire des bouteilles neuves.

II.2.2. Le Réemploi

C'est un nouvel emploi d'un déchet pour un usage analogue à celui de sa première utilisation. C'est, en quelque sorte, prolonger la durée de vie du produit avant qu'il ne devienne un déchet. Par exemple, la consigne des bouteilles, à nouveau remplies après leur nettoyage. On a par exemple aux Pays Bas la collecte des bouteilles en verre après utilisation, les gens sont payés s'ils ramènent ces bouteilles en magasin. Après les avoir récupéré on les nettoie et on incorpore une nouvelle fois le produit à l'intérieur pour ensuite le remettre en rayon (**Boucetta, 2016**).

II.2.3. Réutilisation

Consiste à utiliser un déchet pour un usage différent de son premier emploi, ou à faire, à partir d'un déchet, un autre produit que celui qui lui a donné naissance. Par exemple la réutilisation dans l'agriculture. Actuellement, au niveau agricole, on distingue deux grandes voies d'utilisation de déchets : d'une part, la " valorisation " des déchets en alimentation animale et, d'autre part, la valorisation des déchets sur sols agricoles (cultures essentiellement). La figure ci-dessous décrit le cycle sur lequel s'appuient ces deux types de valorisation agricole des déchets : on peut y observer, d'une part, le rôle fondamental de la valorisation agronomique (celle qui transite par le sol) et, d'autre part, " l'effet système " : la valorisation alimentaire produit des déjections qui sont valorisées en fertilisation de sol qui vont participer à la production de cultures destinées à l'alimentation... Cette méthode de réutilisation est extrêmement ancienne : depuis toujours, les hommes savent transformer un objet en un autre afin d'éviter les pertes (**Boucetta, 2016**).

II.2.4. La Régénération

Consiste en un procédé physique ou chimique qui redonne à un déchet les caractéristiques permettant de l'utiliser en remplacement d'une matière première neuve. C'est le cas, de la régénération des huiles usées ou des solvants, ou du papier qui est à la fois recyclé et régénéré par le désencrage (**Chimirec, 2016**).

On a par exemple la regrattière des solvants qui permet d'extraire les impuretés de la solution sol vantée par blanchiment, puis éventuellement de séparer entre eux les différents types de solvants par fractionnement. Ce procédé génère deux types de produits :

- Des solvants réutilisables dans un processus industriel identique ou non à celui de la première utilisation,
- Des déchets constitués des fractions non régénérables et des culots de régénération qui devront être détruits par incinération.
- Des tests préalables déterminent si un solvant est techniquement régénérable et évaluent en outre l'équilibre économique de l'opération.
- Enfin, une décantation prélavage peut être réalisée si le solvant utilisé est particulièrement chargé. Cette opération permet de recueillir des boues primaires, éliminées avec les culots de régénération.

II.2.5. Valorisation énergétique

Consiste à utiliser les calories contenues dans les déchets, en les brûlant et en récupérant l'énergie ainsi produite pour, par exemple, chauffer des immeubles ou produire de l'électricité. C'est l'exploitation du gisement d'énergie que contiennent les déchets. Nous aborderons un cas de valorisation énergétique plus tard dans notre dossier, nous verrons que des déchets peuvent nous permettre de créer de la chaleur et donc de l'énergie. La valorisation énergétique peut prendre 3 formes :

-l'incinération (comme dans l'expérience) avec récupération d'énergie sous forme de vapeur ou d'électricité

-La récupération du bio gaz produit dans les décharges -la méthanisation des déchets organiques et des boues de station d'épurations Cette valorisation énergétique est très intéressante : C'est une source d'énergie renouvelable tant que nous produirons des déchets, c'est une énergie dont le coût est faible et c'est une source d'énergie qui contribue à la réduction de l'effet de serre (**Boucetta, 2016**).

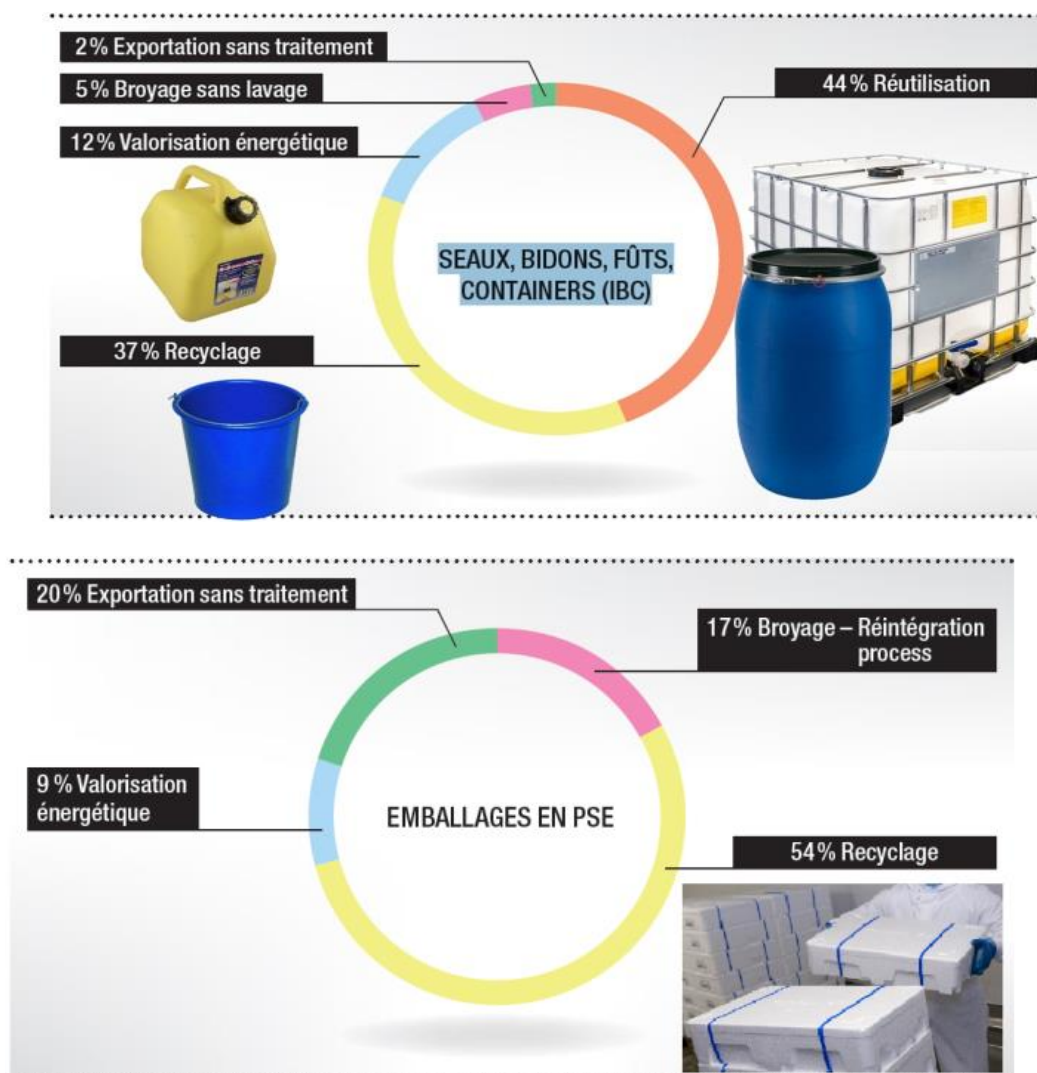


Figure 6. Priorité à la valorisation (Chimirec, 2016).

II.3. Intérêts et objectifs de valorisation

L'intérêt qui est porté de plus en plus à la valorisation des déchets et des produits industriels est lié à la fois à la crise de l'énergie, à la diminution des ressources mondiales en matières premières et enfin la législation qui devient très sévère concernant la protection de la nature et l'environnement. Les arguments peuvent être résumés en :

- Augmentation de la production.
- Le coût de stockage et de traitement est de plus en plus élevé.
- Une législation de plus en plus sévère (RECORD, 2016).
- Une meilleure gestion de la recherche.

La mise en œuvre concrète passe par un certain nombre de filières techniques (valorisation énergétique, en science des matériaux, et en agriculture), elles articulent autour des objectifs généraux qui sont représentés dans la **figure 7**.

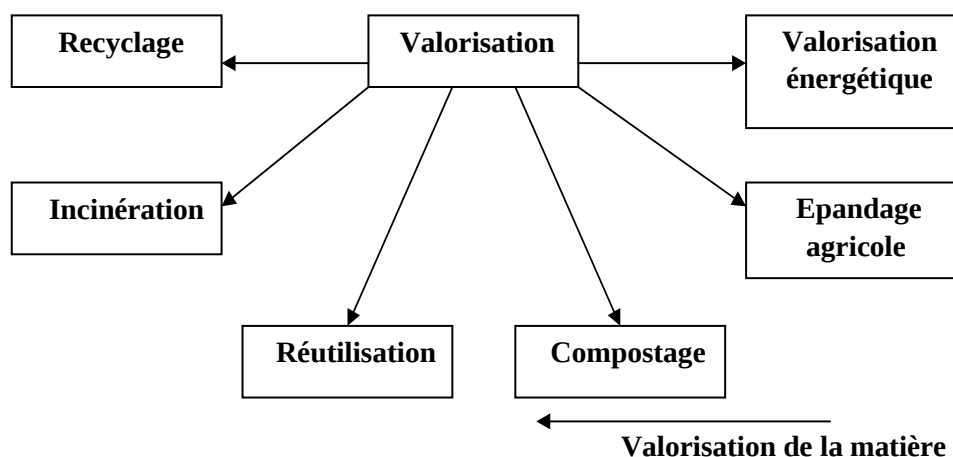


Figure 7. Valorisation des déchets (RECORD, 2016).

II.4. Tri des emballages préalable au procédé de lavage/décontamination

Les caractéristiques des déchets, leurs provenances, les modalités de collecte, de transport et d'entreposage, l'identité des entreprises concernées et la destination des déchets sont indiquées via le bordereau de suivi des déchets dangereux. Les règles d'acceptation sont précisées au producteur du déchet en amont de la signature du contrat. Une fois sur site, les déchets sont acheminés par bande transporteuse vers le premier broyeur. Les trieurs réalisent un tri visuel des emballages afin d'en extraire les non conformités. Pour les refus de tri, d'autres solutions sont proposées comme l'incinération ou la co-incinération (**Figure 8**).

Certains arrêtés d'exploitation, en France, définissent des règles sur l'acceptation des emballages. On peut distinguer deux voies de réglementation :

- l'arrêté établit une liste des déchets interdits. Les déchets interdits sont décrits, soit par la nature du danger selon l'étiquetage CLP soit directement certaines substances ou mélanges spécifiques (ex : solvants chlorés) (**RECORD, 2016**).

- l'arrêté établit une liste des déchets autorisés selon la nomenclature déchet.



Figure 8. Priorité à la valorisation des emballages plastiques

II.5. Règles de tri selon la nature du danger

Les règles d'acceptation des déchets selon le pictogramme de danger sont présentées dans **le tableau ci-dessous**. Ces règles sont issues d'un échange téléphonique avec un représentant de l'entreprise pour les trois premières entreprises et de la lecture de l'arrêté d'exploitation pour les trois dernières. Il est important de noter que ces règles d'acceptation selon la nature du danger peuvent être complétées soit dans l'arrêté soit par l'entreprise elle-même pour des raisons de procès **(RECORD, 2016)**.

Tableau 3: Règles d'acceptation des emballages selon la nature du danger des substances contenues

Nouveau pictogramme de danger	Type de danger	Emballage accepté pour lavage/décontamination en vue du recyclage					
		Sarp Industries	Chimirec	Remondis	Renov' embal	Duo emballage	Earth minded France
 SGH01 Explosif	Danger physicochimique	<i>Absence d'information</i>	<i>Absence d'information</i>	<i>Absence d'information</i>	Non	Non	Non
 SGH02 Inflammable	Danger physicochimique	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui (uniquement produits dans la liste des déchets autorisés)	Oui

 SGH03 Comburant	Danger physicochimique	Uniquement certains peroxydes	Non	Non sauf peroxydes 34	Oui sauf peroxydes	Oui (uniquement produits dans la liste des déchets autorisés) Peroxydes et perchlorates et solvants chlorés interdits	Oui sauf peroxydes et perchlorates
 SGH05 Corrosif	Danger physicochimique ----- Danger pour la santé humaine	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui (uniquement produits dans la liste des déchets autorisés)	Oui

 SGH06 Toxicité aigue	Danger pour la santé humaine	Non	Oui sauf phytosanitaires	Non	Non	T : Oui (Uniquement produits dans la liste des déchets autorisés) T+ : non	Non
 SGH07 Nocif ou irritant	Danger pour la santé humaine	Oui	Oui sauf phytosanitaires	Non	Oui	Oui (Uniquement produits dans la liste des déchets autorisés)	Oui

 SGH08 Danger pour la santé, CMR	Danger pour la santé humaine	Non sauf Xn et Xi	Oui sauf phytosanitaires	Non sauf Xn et Xi	Oui sauf T et T+	Oui (Uniquement produits dans la liste des déchets autorisés) T+ : non	Non sauf Xn et Xi
 SGH09 Dangereux pour l'environnement	Danger pour l'environnement	Oui	Oui sauf phytosanitaires	Oui	Oui sauf « dangereux pour l'environnement aquatique » avec les phrases de risques R 50, R51 et R 53	Oui (uniquement produits dans la liste des déchets autorisés)	Oui
-	-	Entretien	Entretien	Entretien	Arrêté d'exploitation	Arrêté d'exploitation	Arrêté d'exploitation

II.6. Règles de tri complémentaires

Les emballages suivants peuvent être refusés selon les industriels (pour des raisons de process ou via l'arrêté d'exploitation) (**RECORD, 2016**) :

- Emballages vides utilisés en second emploi pour le stockage de déchets dangereux (ex : huiles usagées)
- Emballages ayant contenu des substances peu ou pas miscibles à l'eau
 - Emballages ayant contenu des corps gras ou pâteux
 - Emballages ayant contenu des solvants organiques
- Emballages de produits ou déchets à risque infectieux ou provenant d'établissements de soins et de santé
- Emballages de produits radioactifs
- Emballages de produits lacrymogènes
- Emballages ayant contenu des colorants
- Emballages de déchets biologiques ou anatomiques
- Déchets contenant des polychlorobiphényles (PCB) ou polychloroterphényles (PCT)
- Emballage de phénols
- Emballages de produits à base de benzène
- Emballages sans étiquetage
- Emballages sans fiche de données de sécurité
- Emballage sans BSD
- Déchet sans avoir reçu un numéro préalable CAP (Certification d'Acceptation Préalable, certifiant du contrôle du type de déchet)
- Emballages contenant plus de 2% ou 5% en volume de produit (qu'il a servi préalablement à transporter).^[16]

II.7. Positionnement des opérations de rinçage/lavage en vue de la décontamination

Il faut distinguer le rinçage des emballages vides souillés qui est réalisé par le détenteur du déchet et les opérations de lavage visant à réduire à l'état de trace toute substance nocive

ou toxique présente dans l'emballage (substances transférées dans la matrice par adsorption et par absorption).^[16]

Pour rappel, les définitions retenues dans le cadre de cette étude sont les suivantes :

- **Rinçage** : Opération, réalisée par le détenteur du déchet, visant à supprimer toute trace, visible à l'œil nu, de substances ou mélanges dangereux contenus dans l'emballage.
- **Lavage** : Technique permettant de transférer les substances nocives ou toxiques présentes dans l'emballage vers une phase aqueuse. Le lavage peut être un moyen de décontamination.
- **Décontamination** : action visant à réduire à l'état de traces toute substance nocive ou toxique présente dans l'emballage. Cette notion implique la réalisation de tests permettant de confirmer l'efficacité de l'action de décontamination ; cette efficacité est déterminée par des seuils en concentration de substances résiduelles dans la matière plastique. La décontamination s'applique aussi bien aux substances contenues dans l'emballage (résidus) qu'aux substances ayant migré vers l'emballage par adsorption ou absorption.) (RECORD, 2016).

II.8. Obligation réglementaire

II.8.1. La responsabilité du producteur de déchets :

L'entreprise qui produit des déchets d'emballages (appelée détenteur final) est co-responsable de la gestion des déchets jusqu'à leur traitement final. Elle partage cette responsabilité avec les entreprises de la collecte à la valorisation. Elle doit également s'assurer que son prestataire a les autorisations nécessaires pour traiter des déchets d'emballage.

La directive, relative aux emballages et déchets d'emballages, impose aux fabricants d'emballages de prendre en compte la fin de vie de ces derniers lors de leur conception et vise à développer la valorisation des emballages usagés. Cette directive a été transposée dans le droit français par décrets qui ont depuis été intégrés dans le Code de l'environnement, l'article précise que les emballages plastiques industriels et commerciaux après usage doivent être réemployés ou faire l'objet d'une valorisation dans une société agréée par le préfet pour traiter des déchets d'emballages)(RECORD, 2016).

Les déchets doivent :

- être valorisés sur site s'il est agréé
- être cédés à une entreprise agréée
- ou à un intermédiaire pour la collecte.

Pour garantir leur valorisation après usage, la réglementation impose aux producteurs de déchets d'emballage un tri à la source et interdit de mélanger des déchets d'emballages avec des déchets qui ne pourraient pas être valorisés dans la même installation)(**RECORD, 2016**).

Partie pratique

Chapitre III

Matériels et méthodes

I. Présentation d'emballage et l'échantillon utilisé

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physicochimiques de l'eau de robinet conservée dans deux modèles d'emballages industriels des produits chimiques (solide et liquide), qui font partie de deux types de matière plastique différente (**Figure 9.**).



Figure 9. Modèles d'emballage plastique utilisé ; **A** : Emballage plastique de type PolyPropylène pour emballer le chlorure de calcium (CaCl_2), **B** : emballage plastique de type polyéthylène Haute Densité pour emballer le lauréth sulfate de sodium ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$).

* **Polyéthylène Haute Densité** : Le **plastique HDPE** est opaque, résistant aux chocs, imperméable à l'eau, à certains produits chimiques, au gaz et aux arômes. il est

principalement utilisé dans les secteurs de l'alimentation, du médical et de la chimie. Il entre dans la fabrication de réservoirs, d'équipements sportifs, de prothèses, de produits d'emballage et de plusieurs autres éléments.

*** PolyPropylène**

Le plastique PP est utilisé essentiellement dans l'industrie automobile et dans l'industrie alimentaire.

Méthode de travail

Après la récupération des emballages, on les nettoie par l'eau chaude et avec la pression de l'eau, par la suite on les met pour le séchage à l'abri de la lumière pour quelque jour. On remplit les deux types d'emballage (HDPE et PP) de l'eau de robinet au niveau de l'Université Echahid Hamma Lakhder.

L'échantillon d'eau témoin a été récupère de la même source du robinet et au même jour du remplissage (16/01/2019) que les deux échantillons à testé.

Après 3 mois de conservation de l'eau dans les deux types d'emballages, le prélèvement de l'échantillon pour l'analyses doit s'effectuées rapidement en transportant les échantillons dans des glacières afin d'éviter toute sorte de contamination. Les analyses physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE El Oued.

II. Analyses physicochimiques

II.1. Paramètres organoleptiques

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement

• Test de la couleur

La couleur a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles.

• Test de l'odeur et de la saveur

L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive. La saveur est décelée par dégustation qui exige à rincer la bouche avec l'eau distillée chaque dégustation.

II.2. Paramètres physicochimiques

II.2.1. Détermination du pH

Le potentiel hydrogène (ou pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+)

(appelés aussi couramment protons) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C :

- ✓ Une solution de $\text{pH} = 7$ est dite neutre ;
- ✓ Une solution de $\text{pH} < 7$ est dite acide ; plus son pH s'éloigne de 7 (diminue) et plus elle est acide ;
- ✓ Une solution de $\text{pH} > 7$ est dite basique ; plus son pH s'éloigne de 7 (augmente) et plus elle est basique.

- **Réactifs**

Solution tampon, eau distillée, eau à analyser.

- **Matériels**

Papier absorbant, pissette, bécher, appareil de mesure (**Figure 10.**)

- **Mode opératoire**

- ✓ Brancher l'appareil, installer les électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil ;
- ✓ Etalonner l'appareil avec la solution tampon et par la suite rincer l'électrode avec l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser ;
- ✓ Remplir le bécher avec l'eau à analyser ;
- ✓ Emerger l'électrode dans l'échantillon et mettre l'appareil en mode pH et appuyer sur la touche « READ », attendre le signal sonore, puis noter les valeurs du pH et de la température affichée.

II.2.2. Conductivité électrique

La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présents dans une solution.

Elle est exprimée en micro siemens par centimètres ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

- **Mode opératoire**

- ✓ Brancher l'électrode correspondant à la mesure, puis rincer cette électrode avec de l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser;
- ✓ Emerger l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon, mettre en mode conductivité;
- ✓ Appuyer sur la touche « READ » et la valeur s'affiche;



Figure 10. Appareil de mesure, pH, conductivité électrique

II.2.3. Dureté

La norme réalise ce dosage à un pH de 10 en présence de NET. L'EDTA va complexer d'abord les ions calcium du fait que le complexonate de calcium est plus stable que le complexonate de magnésium (**Norme NFT 90-003**).

• Mode opératoire

- ✓ Diluer les échantillons ayant une concentration totale en Ca et Mg > 3,6 mol/l (36°F).
 - ✓ A l'aide d'une pipette jauger introduite une prise d'essai E = 50 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml.
 - ✓ Ajouter 4 ml de solution tampon pH 10 et 3 goutte d'indicateur au noire. La solution doit se colorer rouge foncer ou violet et son pH = 10. Si le pH est inférieur à 10 ajouter la quantité de tampon nécessaire.
 - ✓ Doser immédiatement à l'aide de la solution d'EDTA en agitant constamment.
 - ✓ Verser cette solution rapidement au début puis lentement vers la fin du dosage dès que la couleur commencer à virer du rouge au violet –bleu. le dosage est Terminé lorsque la dernière nuance de rouge a disparu. la couleur ne doit plus changer par ajoute d'une goutte supplémentaire de solution d'EDTA.
 - ✓ Noter le volume versé V EDTA.
- Si le volume versé est inférieur à 2 ml. effectuer un autre dosage en prenant un volume plus grand d'échantillon.

○ Si le volume versé est supérieur à 20 ml effectuer un autre titrage avec un volume d'échantillon inférieur et en complément avec de l'eau distillée à environ 50 ml.

Une durée limite de 5 minutes et recommandée pour effectuer ce dosage afin de limiter la précipitation du carbonate de calcium au pH utilisée (**Norme NFT 90-003**).

• Expression des résultats

La concentration totale en calcium et magnésium par litre (mmol/L) est donnée par la formule suivante :

$$\frac{1000 C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{E}$$

- ✓ C_{EDTA} concentration molaire de solution EDTA.
- ✓ V_{EDTA} volume en ml de chute de burette.
- ✓ E volume en ml de la prise d'essai.

Le résultat de ces dosages titrimétriques est donné en mmol de cation /l d'eau. En considérant qu'une mole EDTA complexe une mole de cation. Ce résultat est donné à 0.02 mmol/L près soit 0.2 °F. Le degré français (°F) est une unité très utilisée dans le traitement des eaux.

- ✓ Sachant qu'un équivalent de calcium = 40g/mol/2 charge du calcium.
- ✓ 1mEq = 20mg = 50 °F et 1 °F = 4 mg

On peut établir la relation suivante **1 °F = 0.1 mmol/l**

Le raisonnement est le même pour les ions magnésium et cette relation peut donc s'appliquer aussi pour la dureté totale. À partir de la détermination de la dureté totale et la dureté calcique. On peut par différence déterminer la dureté magnésienne

II.2.4. Alcalinité (TAC)

Alcalinité d'une eau correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène (H^+) qui est due à la présence des ions hydrogénocarbonate (HCO_3^-) carbonate (CO_3^{2-}) et hydroxyde (OH^-). La **norme ISO 9963-1** définit différents types d'alcalinité.

• Mode opératoire

- ✓ Prélever les échantillons dans des bouteilles en verre propres d'un volume de 100ml

✓ Remplir la bouteille de sorte qu'il n'y ait plus d'air. L'idéal est d'analyser immédiatement après le prélèvement, sinon les échantillons doivent être conservés au froid pour éviter une nitrification

✓ A partir de la même prise d'essais, continuer à titrer avec la solution d'acide chlorhydrique jusqu'à avoir pH 4,5.

✓ Aux alentours de pH 4,5 ajouter l'acide goutte à goutte et attendre au moins 30 secondes pour atteindre l'équilibre. Noter le volume V_2 ml d'acide versé.

• Expression des résultats

La norme exprime les résultats d'alcalinité en mmol d'alcalinité capables de réagir avec les ions hydrogène par litre d'eau selon la formule suivante:

$$\text{Alcalinité} = \frac{c(\text{HCL}) \times V(\text{HCL}) \times 1000}{V_{\text{ech}}}$$

✓ $c(\text{HCl})$ = concentration en mol/l

✓ $V(\text{HCl})$ = volume en ml versé pour atteindre le pH recherché V_1 ml pour alcalinité composite

✓ V_2 ml pour alcalinité totale (TAC)

✓ V_{ech} volume de la prise d'essais (normalement 100 ml).

II.2.5. Bicarbonate (HCO_3^-)

• Le bicarbonate dans l'eau provient de la dissolution du gaz carbonique dans les sources naturelles (ISO 9963-1).

On calcule par la règle suivante :

• $\text{HCO}_3^- = \text{TAC en } ^\circ\text{F} \times 12,5$

• $\text{TAC en } ^\circ\text{F} = \text{TAC}(\text{HCO}_3^-) / 10$

II.2.6. Paramètres de pollution et paramètres toxiques

L'analyse de ces paramètres (toxiques et de pollution) s'effectue par la méthode spectrophotométrique, en utilisant l'appareil HI 83200 (HANNA INSTRUMENT 83200) en appliquant les normes algériennes pour les analyses des eaux destinées à la consommation humaine.

II.2.6.1. Principe d'utilisation d'un appareil multi mesure

HI 83200 est l'un des photomètres les plus versatiles sur le marché, et peut mesurer jusqu'à 36 paramètres fondamentaux dans le contrôle de la qualité des eaux. Comme tous les autres instruments de la même série, il fonctionne pendant de nombreuses heures grâce à des piles classiques de 9 V ou, si cela est nécessaire, avec un adaptateur 12 VCC. HI 83200 est un instrument précis, mais également très simple à utiliser : il suffit de mettre à zéro l'instrument avec l'échantillon, d'ajouter les réactifs et de lire la mesure directement sur l'écran. Pour plus de commodité, tous les paramètres de mesure avec le code numérique correspondant sont énumérés sur le masque frontal, le même que celui qui est utilisé sur l'écran au cours de l'analyse. Les réactifs Hanna sont pratiques et avantageux. (Catalogue HANNA Instrument)

II.2.6.2 Caractéristiques techniques

- Source lumineuse
- 4 lampes au tungstène avec bande étroite d'interférence @ 420/525/575/610 nm
- Détecteur lumineux
- 4 photocellules en silicone
- Alimentation 2 x 9V ou adaptateur 12 VCC
- Extinction automatique après 10 minutes d'inutilisation Environnement 0 à 50°C; HR max 95% sans condensation
- Dimensions/Poids 230x165x70mm/ 640 g (Catalogue HANNA Instrument)(**Figure 11.**).



Figure 11. Le spectrophotomètre HI 83200 HANNA

II.2.6.3 Méthode photométrie

Très utilisée les analyse des eaux potable et des eaux consommation humaine et des eaux usée. La méthode de mesure photométrique se base sur les notions susmentionné la couleur d'une substance est déterminer par procéder d'absorption et d'émission de rayonnements électromagnétique l'ion a mesuré contenu dans l'eau réagit sous l'action d'une ou autres substances (appelées réactif par une formation de couleur. L'intensité de cette coloration est directement liée à la concentration de la substance (l'ion).

Lorsqu'un faisceau lumineux d'une longueur d'onde spécifique (celle de la couleur complémentaire) d'une intensité I_0 et émis à travers l'échantillon coloré une partie du rayonnement est absorbée par les molécules de la substance analysée et un rayonnement d'intensité I plus faible que I_0 est transmis. La qualité du rayonnement absorbé appeler absorbance est donnée par loi de Beer-lambert (Catalogue officiel HANNA INSTRUMENT)

$$\text{Absorbance } A = - \frac{\log I_0}{I}$$

- I_0 = Intensités incidente des faisceaux lumineux.
- I = Intensités transmise du faisceau lumineux (après absorbance).

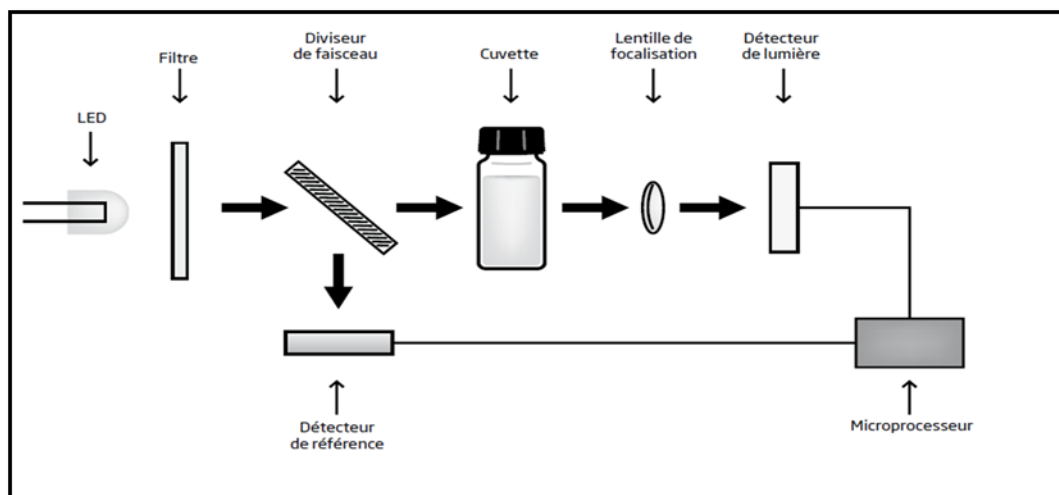


Figure 12. Principe de fonctionnement de l'appareil HI83200

II.2.6.4. Préparation de l'échantillon

Pour effectuer des mesures correctes il est nécessaire de prélever un échantillon représentatif et de réaliser rapidement voire immédiatement les mesures afin d'éviter des contaminations ou des réactions échantillon.

La présence de matières en suspension peut causer des interférences sur la mesure. Elles doivent être éliminées au moyen d'une filtration traitement au charbon actif.

La présence de bulle d'air peut fausser les résultats. Elles agissent comme des petites lentilles sur la lumière incidente .il convient de les éliminer par des petits mouvements rotatifs ou par légères tapotement sur les parois de cuvette de mesure.

Enfin il est important de veiller à un dosage précis de l'échantillon afin d'obtenir des mesures reproductibles et des résultats comparables. Les creux du ménisque doit se confondre exactement avec le repère de remplissage appliqué sur la cuvette indiquant le volume de l'échantillon nécessaire pour la mesure (Catalogue HANNA Instrument) (**Figure 13.**).

• Mode opératoire

Appuyer sur programme HACH : Sélectionner le programme qui correspond à chaque élément mesuré.

- ✓ Transférer 10 ml d'eau distillée dans une cuve (blanc).
- ✓ Transférer 10 ml de l'échantillon dans une autre cuve (l'échantillon préparé).
- ✓ Transférer le contenu d'une pochette de réactif dans la cuve de l'échantillon préparé.
- ✓ Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, en suite OK, une période de réaction va commencer.
- ✓ Lorsque la minuterie ralentie, essuyer l'extérieur du blanc et introduire dans le compartiment de cuve.
- ✓ Appuyer sur zéro, l'indication suivant apparaît sur l'écran 0,00 mg/l.
- ✓ Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et introduire dans le compartiment de cuve.
- ✓ Lire le résultat directement sur l'écran en mg/l (Norme Algérien)

Remarque: la préparation du blanc et de l'échantillon varie d'un dosage à un autre.

: Toutes les mesures des paramètres toxiques et de pollution dans notre travail sont effectuées en utilisant le même principe.

: La longueur d'onde est toujours traitée automatiquement par l'appareil de mesure (Il y a aucun moyen pour choisir la longueur d'onde manuellement).



Figure 13. Etapes d'analyse spectrophotométrie de l'appareil HI38200

II.2.6.5. Méthodes de dosage

- **Ammonium**

En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore pour les transformer en monochloramine (NH_2Cl) et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrométrie d'absorption moléculaire. La dose recherchée selon la norme **NA-1848**.

- **Nitrate**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique. La dose recherchée selon la norme **NA-1659**.

- **Nitrite**

La diazotation de l'amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrométrique. La dose recherchée selon la norme **NA-756**.

- **Fer**

Après oxydation en milieu acide, le fer est réduit à l'état ferreux et dosé par spectrométrie en utilisant la coloration rouge donnée par les sels ferreux avec la phénanthroline 1,10. La dose recherchée selon la norme **ISO-11885**.

- **Fluor**

Les ions Fluorure forment avec le zirconium et en présence d'ériochrome cyanine R, un complexe susceptible d'un dosage spectrométrique direct. La dose recherchée selon la norme

SDANDS.

- **Cuivre**

Les ions cuivreux en milieu neutre ou légèrement acide réagissent avec 2,9-diméthyl-1,10-phénanthroline (néocuproïne) pour former un complexe dans lequel deux molécules de néocuproïne sont liées à une molécule de cuivre. Le complexe est extrait par le chloroforme. La coloration jaune obtenue est susceptible d'un dosage spectrométrique. La dose recherchée selon la norme **ISO-11885**.

- **Sulfate**

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween 20 ou de polyvinylpyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre. La dose recherchée selon la norme Algérien.

- **Zinc**

Le zinc forme un complexe coloré bleu avec le 2-carboxy-2'-hydroxy-5'-sulfoformazyl benzène (zincon) à un pH de 9,0. La coloration suit la loi de Ber jusqu'à 5 mg/L. La dose recherchée selon la norme **ISO-11885**.

- **Aluminium**

Le dosage d'aluminium est effectué selon la norme **ISO-11885** comme suivant :

- Versez 50 ml d'échantillon dans un récipient.
- Ajouter un sachet des réactifs (1) et mélanger jusqu'à la dissolution complète.
- Ajouter un sachet des réactifs (2) et mélanger jusqu'à la dissolution complète, ceci représente l'échantillon.
- Remplissez deux cuvettes avec 10 ml de solution.
- Ajoutez un sachet de Chlorure de chaud dans une des deux cuvettes, rebouchez et mélanger jusqu'à la dissolution, ceci représente le blanc
- Placez cette cuvette dans la cellule des mesures et refermez le clapet
- Appuyez sur la touche de lecture.

- **Phosphore**

Le dosage effectué selon la norme **NA-2364**

- Sélectionnez la méthode de Phosphore dans l'appareil.
- Remplissez la cuvette avec 10 ml de l'échantillon et bouchez.
- Placez la cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet.
- Appuyez sur la touche ZERO. Lorsque l'instrument affichera « 0.0 », il est prêt pour la mesure.
- Ajoutez le contenu d'un sachet des réactifs, bouchez et ajoutez délicatement pendant une minute.
- Insérez la cuvette dans la cellule de mesure et fermez le clapet.
- Appuyez sur la touche TIMER.

III. recensement sur les entreprises du recyclage des déchets d'emballage plastiques

Des statistiques récoltées dans la wilaya d'El-oued sur le développement des petites entreprise consacré pour l'achat des déchets d'emballage plastiques et la vente du même produit destiner à la réutilisation dans le domaine agricole et domestique.

Chapitre IV

Résultats et discussion

Résultats et discussion

I. Les paramètres de la qualité de l'eau :

Les résultats de dosage des paramètres de la qualité de l'eau représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4: Fiche des analyses

Les paramètres	Ech 1 (polyéthylène HD)	Ech 02 (Polypropylène)	Ech Témoin
Odeur	Désagréable	Désagréable	Inodore
Gout	Désagréable	Désagréable	Acceptable
Couleur	Incolore	Jaune pâle	Incolore
PH	7.11	7.59	7.60
Conductivité f	4910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 230	4910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 230	4130 $\mu\text{S}/\text{cm}$
La dureté mg/lCaCO_3	2300	2300	1170
Ammonium NH_4^+	0.103 mg/l	0.188 mg/l	0.091
Nitrite NO_2^-	0.03 mg/l	0.03 mg/l	0 mg/l
Nitrate NO_3^-	63.5 mg/l	32.14 mg/l	26.481 mg/l
Phosphore PO_4^-	0.004 mg/l	0.005 mg/l	0 mg/l
Fer ⁺ Total	00 mg/l	00 mg/l	0 mg/l
Aluminium Al_3^+	0.02 mg/l	0.04 mg/l	0 mg/l
Zinc	00 mg/l	00 mg/l	0 mg/l
Cuivre	00 mg/l	0.30 mg/l	0 mg/l
Fluor	00 mg/l	0.11 mg/l	1.074 mg/l
Sulfate SO_4^{2-}	850 mg/l	950 mg/l	810.41 mg/l
Alcalinité (TAC)	85.56 mg/l	84.40 mg/l	113 mg/l
Bicarbonate (HCO_3^-)	105.60 mg/l	102.97 mg/l	137 mg/l

I.1 Les paramètres physicochimiques :

- pH

Les résultats obtenus par la mesure de pH représentés dans la **(Figure 14)**., nous permettent d'enregistrer des valeurs similaires entre l'échantillon de l'eau de robinet témoin et l'eau de robinet conservée dans l'emballage (Polypropylène (PP) avec une diminution des valeurs de pH dans l'eau de robinet conservée dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) où la valeur minimale est de 7,11 se trouve dans l'échantillon d'eau conservée dans (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD)), avec une valeur maximale de 7,60 dans l'échantillon témoin, ce qui marque un pH basique dans toutes les échantillons étudiés.

Le PH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou basiques, de (6 à 9), donc elle n'influe pas sur le pH de milieu récepteur mais les affluents industriels constituent un facteur très important dans la modification de la valeur de pH **(Rodier, 1996)**. C'est l'un des paramètres les plus importants pour l'évaluation de la qualité d'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau **(Rodier, 2009)**.

On constate que les valeurs de ph des deux échantillons de l'eau conservée dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) et l'emballage (Polypropylène (PP) sont inférieurs à la valeur de l'échantillon de l'eau de robinet témoin. De même que la valeur de l'échantillon de l'eau conservée dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) est inférieur à la valeur de l'échantillon d'eau conservée dans l'emballage (Polypropylène (PP)). les trois échantillons étudiés en se référant aux normes de l'OMS (pH compris entre 6,5 et 8,5) pour l'eau potable, tous les échantillons de nos eaux analysées sont recommandés à la consommation humaine.

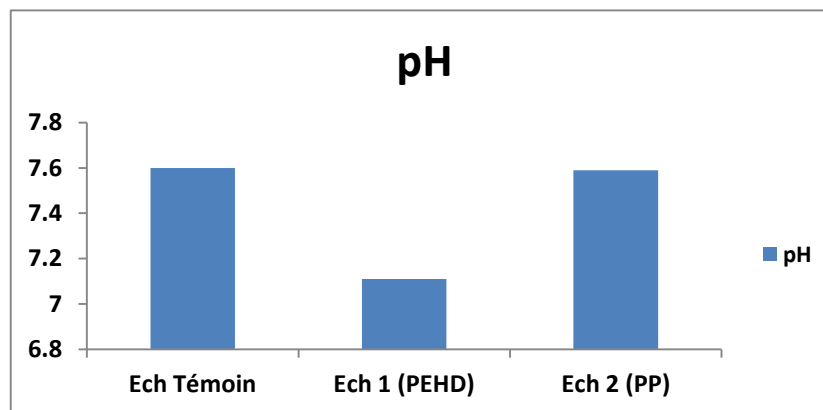


Figure 14. Valeurs de pH des échantillons d'eau étudiés

- **Conductivité**

La conductivité électrique de l'eau est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique (capacité de l'eau à permettre le passage d'un courant électrique). La conductivité électrique de l'eau est une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- ,.....) qui sont formées par la solution des sels minéraux dans l'eau. La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau est à ce titre un bon marqueur de l'origine d'une eau (**HCEFLCD, 2006**).

Les résultats obtenus par le mesure de la conductivité électrique représentés dans (**Figure 15**), qui nous permettent d'enregistrer une valeur moyenne minimale de 4130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans l'échantillon témoin, et de maximum de 4910 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les deux échantillons conservés dans l'emballage plastique (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) et (Polypropylène (PP)).

Les résultats obtenus indiquent que la conductivité dans les échantillons conservés dans l'emballage plastique est supérieure à la valeur de l'échantillon de l'eau de robinet témoin. Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (**DIB, 2009**). On constate les deux échantillons conservés dans l'emballage seront très riches en ions probablement due à l'interaction entre l'eau conservée et l'emballage. Nôtres valeurs enregistrées dépassent la norme algérienne fixée à 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**JORA, 2011**).

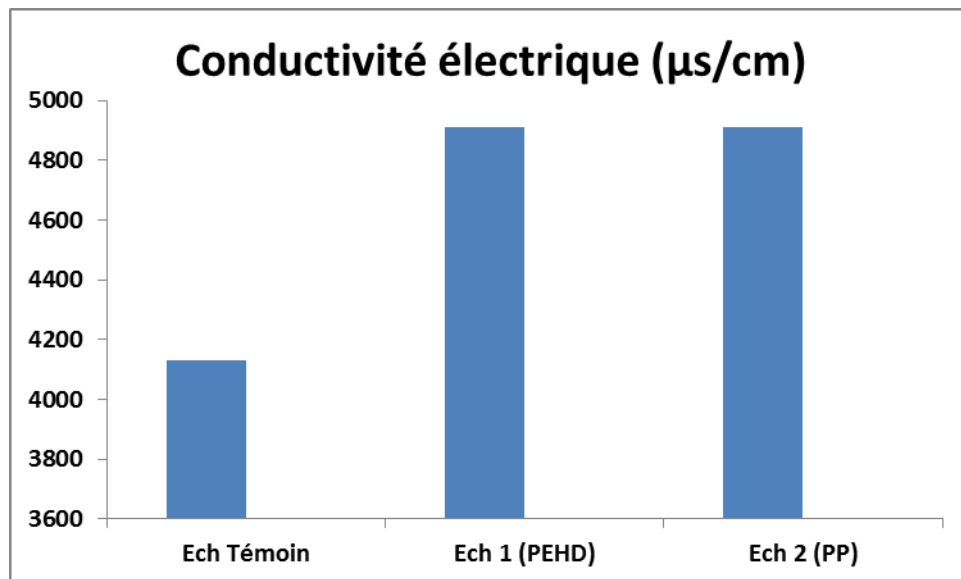


Figure 15. Conductivité électrique (CE) des échantillons d'eau étudiés

- **Dureté**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 (Rodier et al, 2009). En général, la dureté carbonatée est définie par la concentration dans l'eau des cations Ca^{2+} et Mg^{2+} qui sont associés aux anions de l'alcalinité (HCO_3^- et CO_3^{2-}). En général, l'eau qui présente une concentration de carbonate de calcium inférieure à 75 mg/L est considérée comme de l'eau douce; entre 75 et 150 mg/L, on parle d'eau à dureté moyenne; entre 150 et 300 mg/L, d'eau dure; et à plus de 300 mg/L, d'eau à dureté élevée (CFPTEP, 2015).

Concernant les données d'analyse de la dureté on a pu enregistrer des valeurs similaires dans les échantillons d'eau conservés dans l'emballage plastique de 2300 mg/l (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) et (Polypropylène (PP) qui été supérieure à la valeur enregistrée dans l'échantillon témoin (1170 mg/l CaCO_3) (Figure 16.). Les valeurs obtenues montrent que les deux échantillons conservés dans l'emballage sont similaires et supérieurs à celles dans l'échantillon témoin.

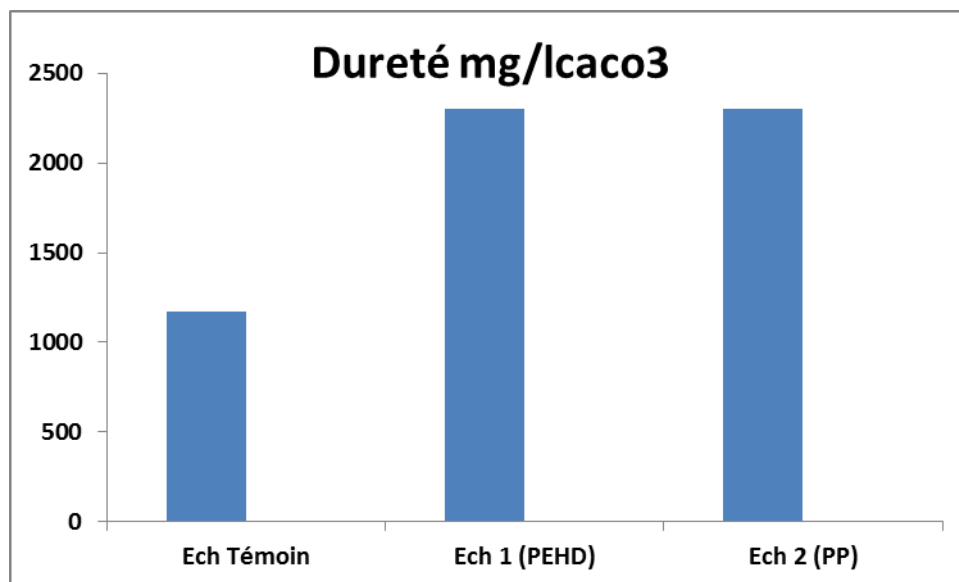


Figure 16. Valeurs de la dureté des échantillons d'eau étudiés

- **Alcalinité (TAC)**

A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes (**Rodier et al, 2009**).

Les mesures d'alcalinité donnent une forte valeur de 113 mg/l dans l'échantillon témoin et une faible valeur de 84,40 mg/l dans l'eau conservée dans l'emballage (Polypropylène (PP), une moyenne valeur de 85,56 mg/l dans l'eau conservée dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) (Figure 17.).

On constate que les valeurs de L'alcalinité (TAC) des deux échantillons de l'eau conservée dans l'emballage (PEHD) et l'emballage (PP) sont inférieures à la valeur de l'échantillon de l'eau de robinet témoin. On remarque aussi que la valeur trouvée dans l'échantillon d'eau conservée dans l'emballage (PEHD) est supérieure à la valeur d'échantillon de l'eau conservée dans l'emballage (PP). Elles sont inférieures à l'intervalle de limite (100 à 250 mg/l) selon les normes de l'OMS par contre le témoin qui a été supérieur aux normes.

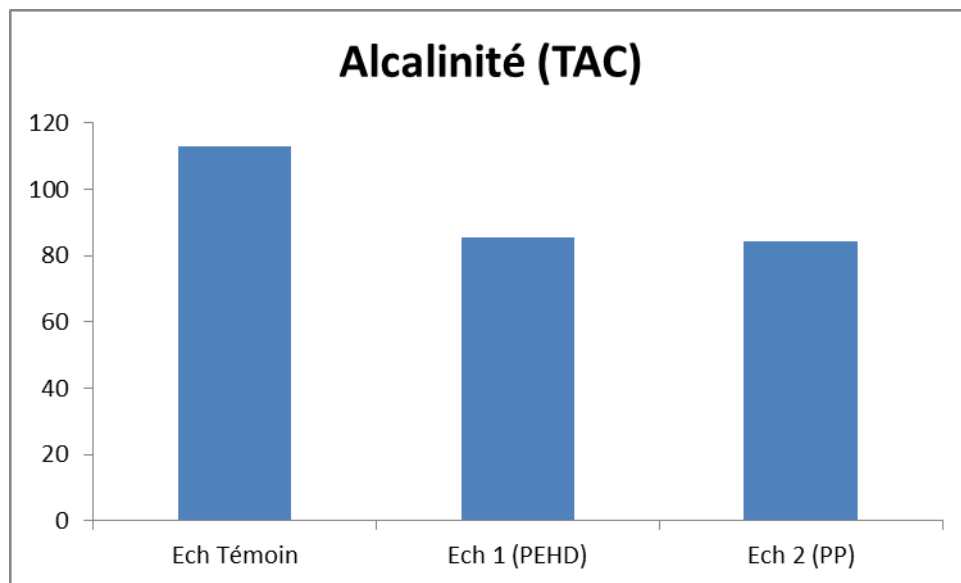


Figure 17. Valeurs de l'Alcalinité des échantillons d'eau étudiés

- **Bicarbonate (HCO_3^-)**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates ou bicarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{--}), d'ions hydroxydes (HO^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates (HSiO_3^{--}), phosphates (PO_3^{----}) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- , varie de 10 à 350 mg/L.

D'un point de vue minéralogique, les bicarbonates prédominent dans la composition de la plupart des eaux de surface. C'est la mesure du pH qui permet de déterminer la présence de ces éléments. Les bicarbonates sont trouvés en général entre 6,4 et 10,3 alors que les carbonates sont trouvés au-delà et en dessous de 6,4, les bicarbonates et les carbonates sont remplacées par du CO_2 libre.

Le dosage de Bicarbonate (HCO_3^-) montre qu'il existe une concentration faible de 102,97 mg/l dans l'échantillon conservé dans l'emballage (Polypropylène (PP) par apport au témoin qui enregistre une concentration élevée de (137mg/l), une moyenne valeur de 105.60, mg/l dans l'eau conservée dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) (**Figure 18**).

On enregistre des valeurs de Bicarbonate (HCO_3^-) des deux échantillons de l'eau conservée dans l'emballage (PEHD) et l'emballage (Polypropylène (PP) inférieur à la valeur de l'échantillon de l'eau de robinet témoin. Et la valeur trouvée dans l'échantillon (pehd) est supérieur à la valeur trouvée dans l'emballage (PP).

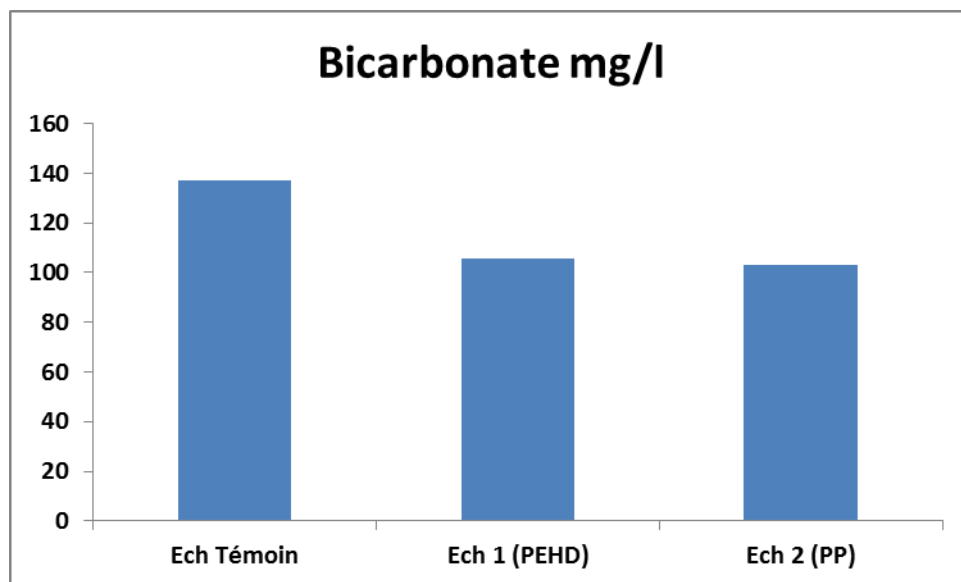


Figure 18. Valeurs du Bicarbonate des échantillons d'eau étudiés

I.2 Paramètres de pollution

- **Ammonium NH_4^+**

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes ; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniac (NH_3) (**GAUJOUR, 1995**).

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniac, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniac ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température (**RODIER, 1996**).

Les données de l'analyse d'Ammonium NH_4^+ , nous permettent de noter une valeur de 0,103 mg/l dans l'échantillon d'eau conservé dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) et de 0,188 mg/l dans l'échantillon conservé dans l'emballage (Polypropylène (PP), avec une valeur minimale de 0,091 mg/l dans l'échantillon témoin (Figure 19.). Les concentrations enregistrées dans les échantillons conservés dans l'emballage supérieures à la concentration trouvée dans le témoin. De même que, la concentration dans l'emballage PEHD est inférieure à celle dans l'emballage PP.

On constate que les valeurs d'Ammonium NH_4^+ de l'échantillon d'eau témoin et les deux échantillons (PP , PEHD) sont inférieurs à la valeur limite (0,5 mg/l) selon la norme NA (décrit 18. 23 mars 2011).

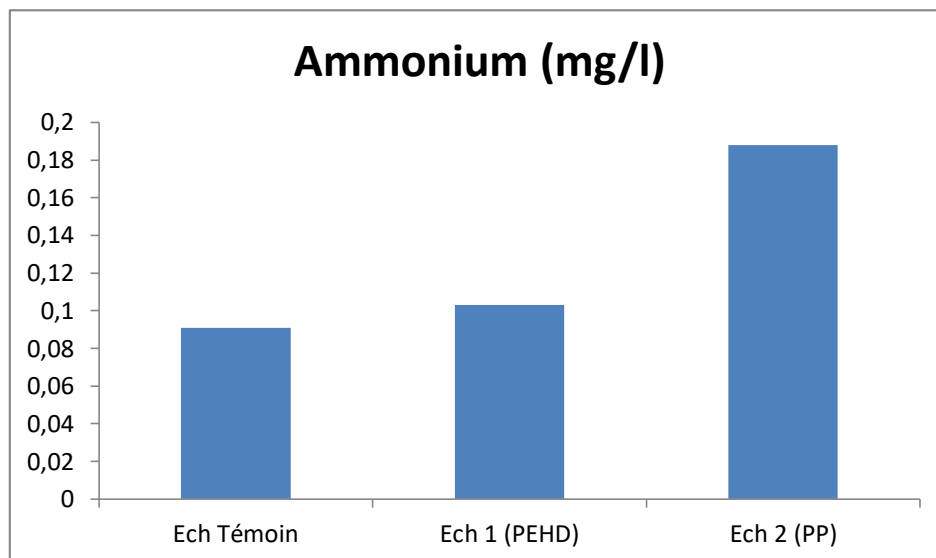


Figure 19. Valeurs de l'Ammonium des échantillons d'eau étudiés

- **Nitrite NO_2^-**

Le nitrite étant toxique pour l'organisme humain la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant (**Maiga, 2005**), Les nitrites sont les indicateurs de la pollution.

Les résultats d'analyse de Nitrite NO_2^- représentés dans (Figure 20.), montrent une valeur de 0.03 mg/l dans les deux échantillons conservés dans l'emballage (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD) et (Polypropylène (PP), avec une absence totale de nitrite dans l'échantillon témoin. Donc le nitrite dans les échantillons d'emballage supérieur à celui dans le témoin. et ses valeurs sont similaire dans les échantillons d'emballage, où sont inférieurs à la valeur limite (0,2 mg/l) selon la norme NA (décrit 18. 23 mars 2011).

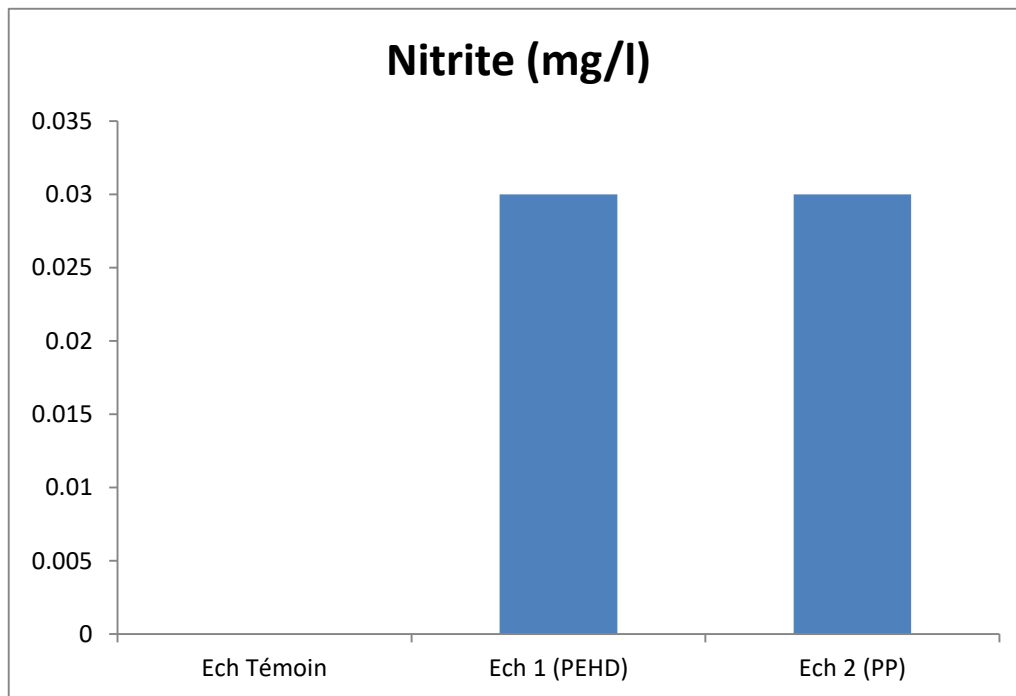


Figure 20. Valeurs du Nitrite des échantillons d'eau étudiés

- **Nitrate NO_3^-**

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+). Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (**LEPELTIE S., 2005**). Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L (**COULAIS J.M., 2002**).

Les résultats obtenus par la mesure de Nitrate NO_3^- sont représentés dans la figure (4), qui nous permettent de déterminer une valeur très élevée de 63,5 mg/l dans l'eau conservée dans l'emballage (PEHD) suivi par une valeur de 32,14 mg/l dans l'eau d'emballage (PP), et de faible valeur dans l'eau témoin de 26,481 mg/l (Figure 21.).

On enregistre que les valeurs de Nitrate NO_3^- des deux échantillons de l'eau conservée dans l'emballage sont supérieures à la valeur de l'échantillon de l'eau témoin. On remarque que la valeur d'échantillon d'eau conservée dans l'emballage (PEHD) est supérieure à celle dans l'eau conservée dans l'emballage (PP). La concentration dans l'eau témoin et d'emballage PP sont inférieures à la valeur limite (50 mg/l, Na, 2011) par contre l'échantillon PEHD est supérieur à la valeur limite.

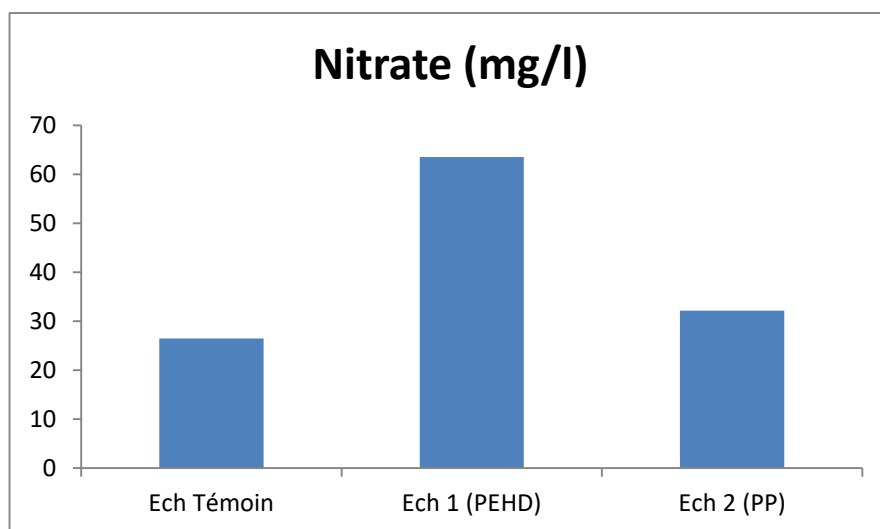


Figure 21. Valeurs du Nitrate des échantillons d'eau étudiés

- **Phosphore PO_4^-**

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine. (Ladjel et Bouchafer, 2004).

De très faibles valeurs sont tracées par la mesure des concentrations de Phosphore PO_4^- , où il y a une absence totale dans l'échantillon témoin et de 0,004 mg/l dans l'échantillon conservé dans l'emballage (Polyéthylène Haute Densité (PEHD)), et de 0,005 mg/l dans l'eau conservée dans l'emballage (Polypropylène (PP)) (Figure 22.).

Les valeurs trouvées dans l'eau conservée dans l'emballage (PEHD) et (PP) sont supérieures à la valeur de l'échantillon témoin (0 mg/l). La concentration du phosphore dans l'échantillon PEHD est inférieure à celle dans l'échantillon PP, qui est inférieure à la valeur limite (5 mg/l) décrite dans les NA2011.

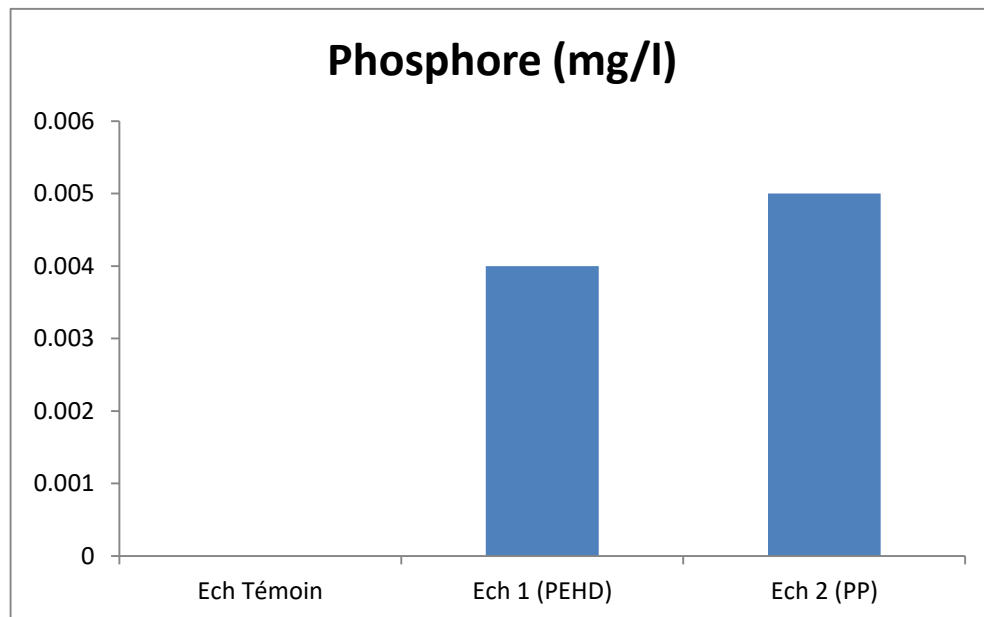


Figure 22. Valeurs du Phosphore des échantillons d'eau étudiés

I.3 Paramètres toxiques

- **Aluminium Al_3^+**

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH_3). **(Gaujourn, 1995).**

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température **(RODIER J. 1996).**

Concernant le dosage d'Aluminium Al_3^+ , nous avons notés que ce paramètre est absent dans l'échantillon témoin, avec une concentration de 0,02 mg/l dans l'échantillon (PolyÉthylène Haute Densité (PEHD)), et de 0,04 mg/l dans l'échantillon conservé dans l'emballage (Polypropylène (PP) (Figure 23.).

On constate que les valeurs d'Aluminium Al_3^+ des deux échantillons de l'eau conservée dans l'emballage (PEHD) et l'emballage (PP) qui a la valeur sont supérieures à celle dans le témoin. On remarque que la valeur d'échantillon de l'eau conservée dans l'emballage (PEHD) est inférieure à la valeur enregistrée dans l'échantillon d'eau conservée dans l'emballage (PP), selon les résultats trouvés on a pu révéler que les concentrations trouvées sont inférieures à la valeur limite (0.2 mg/l) selon la norme NA (décrit en 2011).

- **Fluor**

Le fluor qui appartient à la famille des halogènes est l'élément le plus électronégatif et par suite l'oxydant le plus puissant de la chimie.

Dans l'eau destinée à la consommation humaine la norme algérienne fixe une valeur guide de 1.5 mg/L. **(Rodier, 2009).** Le fluor est ses divers font partie de l'environnement humaine normal car ils sont largement réparties dans la nature et de ce fait présents à des concentrations variables.

On constate que la concentration est nulle pour l'eau conserver dans un emballage plastique PEHD par rapport le témoin qui a une concentration 1.074 mg/L. On a aussi observé une diminution de la concentration du Fluor dans l'échantillon de l'emballage plastique PP qui reste moins que la valeur limite des normes Algériens. Ces résultats confirment que les interactions entre les deux échantillons avec l'eau (Figure 23.).

- **Cuivre**

Le cuivre est présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydés ou sulfurés : à l'air. Les sels de cuivre. L'intoxication par les sels des cuivres d'origine accidentel les plus souvent sous traduit par syndrome digestive et hémolytique. **(Rodier, 2009)**. Selon les résultats obtenus par le dosage de cuivre, on a montré que ces paramètres se trouvent dans l'échantillon conservé dans l'emballage (Polypropylène (PP) avec une valeur de 0,30 mg/l. par rapport au témoin et l'échantillon 01 (PEHD) qui ont une concentration de 0 mg/L (Figure 23.). Ces résultats confirment qu'il y avait une interaction entre l'emballage plastique PP et l'eau conservé qui résulte l'apparition du cuivre, mais ça n'a pas dépassé les normes Algériens (2mg/L)

- **Zinc et Fer**

Il n'y avait aucune trace de ses éléments dans les trois échantillons de notre étude (PP, PEHD, Témoin) alors ils étaient négligés (Figure 23.).

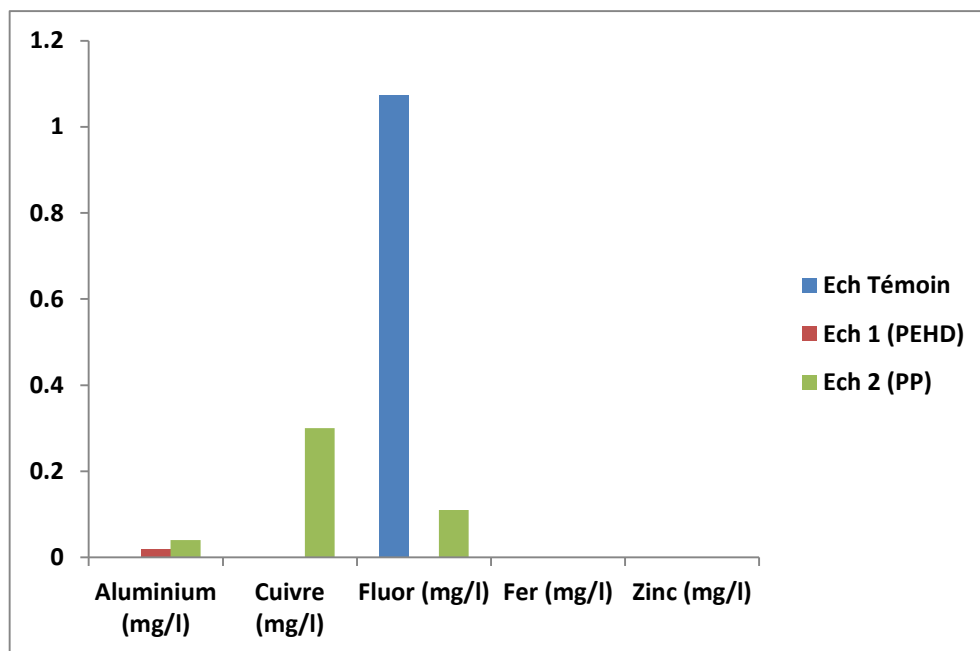


Figure 23. Valeurs d'aluminium, cuivre, fluore, fer, Zinc (mg/l) des échantillons étudiés.

- **Sulfate SO_4^{2-}**

La concentration en ion Sulfate SO_4^{2-} dans les eaux naturelles est très variable et pour l'eau destiné à la consommation humaine en raison susceptible d'introduire d'un gène surtout pour le gout, la corrosion. (Rodier, 2009).

Concernant le dosage SO_4^{2-} nous avons montrés que cette augmentation observée dans l'échantillon conservé au plastique du type PP par rapport le témoin et l'emballage PEHD et l'augmentation de plastique de type PEHD par rapport au témoin. Selon le résultat de valeur 950 mg/L qui dépassent la valeur limite des normes algériens (Figure 24.).

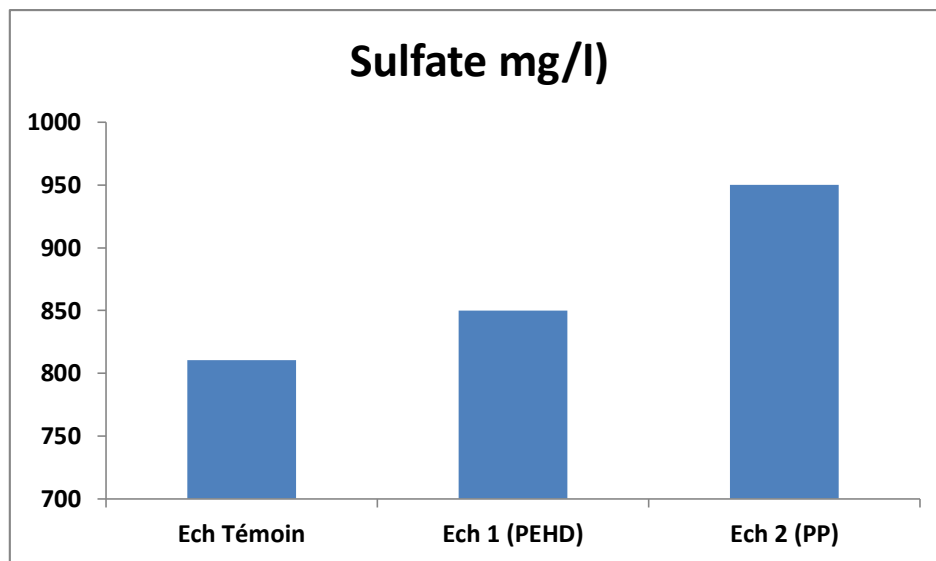


Figure 24. Valeurs du Sulfate des échantillons d'eau étudiés

II. Résultat sur le recensement des entreprises des déchets d'emballage plastiques

Les statistiques récoltées montrent un développement très important du nombre des institutions de recyclage des déchets dans la wilaya d'Eloued depuis l'année 2001 avec un nombre 2 institutions, pour atteindre à un nombre très élevé de 15 institutions en 2010, puis va diminuer jusqu'à 4 en 2016, en 2018 le nombre des institutions à retourner à l'augmentation jusqu'à 15 institutions.



Figure 25. Nombre d'entreprises de la récupération des emballages plastiques dans la wilaya d'El Oued (2001-2018).

Conclusion

Conclusion

L'évolution de l'industrie et l'augmentation des divers produits causé une augmentation des déchets (de tout les types) qui donnent des effets environnementaux néfastes et des risques sur la santé humaine. La valorisation et leur cycle de récupération et de recyclage des déchets (industriel) donne une nouvelle source de matière première des nouveaux produits dans l'industrie, et donne une valeur économique aux citoyens.

Nous avons étudié la matière plastique qui représente la majorité des déchets (emballages plastiques) dans le monde entier. Il y a des différents types de matière plastique chacune a des propriétés spécifiques, leurs interactions avec les produits emballés sont l'intérêt de ce travail.

On a montré dans ce travail l'effet de l'utilisation d'emballage plastique dans la vie agricole et domestique, que l'utilisation d'emballage de type PP (PolyPropylène) et PEHD (Polyéthylène Haute Densité) dans la conservation de l'eau de robinet n'entraîne pas des effets graves sur la qualité de l'eau, où tous les changements observés dans les mesures des paramètres pH, conductivité, turbidité, nitrite nitrate...etc, due à très longue durée de conservation. Nos résultats montrent l'apparition de l'aluminium dans les deux échantillons d'eaux conservées dans l'emballage PP et PEHD, avec une valeur d'aluminium dans l'emballage PP supérieur à celle dans l'emballage PEHD, de même que le cuivre se trouve uniquement dans l'emballage PP, avec une augmentation de la concentration du sulfate. Donc on peut conclure qu'il existe un risque d'utilisation d'emballage plastique qui traduit par l'apparition et l'augmentation des paramètres toxique comme le cuivre, sulfate, et l'aluminium, parmi les deux emballages utilisés le PP plus néfaste que le PEHD dans des conditions de plus faible température à l'ombre.

Perspective

Nous espérons que cette étude va être complétées par une autre étude par l'utilisation de ces emballages à haute température, et de faire d'autre essai en utilisant un produit solide.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- **Alain NAVARRO. (2003).**Approche systémique des déchets.p.20
- 2- **BACHA C. CAMPA. (2011).** «Evolution de la migration dans les constituants de l’emballage en poly éthylène téréphtalate ver l’eau des facteurs influençant et du potentiel toxique des migrants »,
- 3- **Benabid M., (2015).** Protection de l’environnement gestion des déchets solides. Université de Batna.
- 4- **BERG.LR, RAVEN.P.H, HASSENZAH.L.D.M. (2009).** Environnement. Edition : De Boeck, Bruxelles. 605-619.
- 5- **Boucetta S. Beldi H. Draredja B. (2016)** Seasonal variation of heavy metals in *Phorcus (Osilinus) turbinatus* (Gastropoda, Trochidae) in the eastern Algerian coast. *Global Veterinaria* 17(1):25-41.
- 6- **CFPTEP. (2015).** Recommandation pour la qualité de l’eau potable au Canada :<https://www.canada.ca/content/dam/hcsc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadiandrinking-water-quality-guideline-technical-document-ph-fra.pdf>. Consulté le 19/03/2018
- 7- **CGEM. (2012).** Déchets industriels, mieux connaître pour mieux gérer, Guides d’information.
- 8- **CHIMIREC. (2016).** Priorité à la valorization Collecte et valorisation des emballages industriels,
- 9- **Colin Jacob-Vaillancourt. (2018).***Caractérisation avancée et valorisation des plastiques mélangés postconsommation Étude de cas chez Gaudreau Environnement Inc. Maîtrise en génie civil Maitre ès sciences (M. Sc.)* Québec, Canada .
- 10- **COULAIS J .M. (2002).** Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Édition. des ateliers.
- 11- **Dib I., (2009).** *L’impact de l’activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien)*, Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l’ingénieur, département d’hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, p 127
- 12- **FAURIE. C, FERRA. C, MEDORI. P, DEREAX. J, HEMPTINNE. J.(2006).** Ecologie :Approche scientifique et pratique. 5ème édition. P 343-356.

- 13- **FEIGENBAUM, A., BARTHELEMY, E.(2006).** Evaluation sanitaire des matériaux en poly (éthylène téréphtalate) recyclés utilisés en tantque matériaux au contact des denrées alimentaires et de l'eau de boisson . Agence française desécurité sanitaire des aliments,p.61.
- 14- **GAUJOUS, D. (1995).** La pollution des milieux aquatique. aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.
- 15- **GIZ. (avril 2014)** Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie.
- 16- Guide régional des déchets dangereux, rapport 2007.
- 17- **Hammami, T. et Louati, H. (2016).** Introduction et généralités sur les matières plastiques. Repéré à <https://www.technologuepro.com/cours-procedes-mise-en-forme-matieresplastiques/chapitre-1-introduction-generalites-sur-matieres-plastiques.pdf>
- 18- **HCEFLCD. (2006).** Etude sur la pisciculture au barrage Almassira ; CR Dar Chafaai ; Cercle d'El BRouge, Province de Settat, Maroc.
- 19- **HCSP. (Mai 2002).** GESTION DES DECHETS Guide pour les établissements publics d'enseignement supérieur ou de recherche, Haut Conseil de la santé publique – La France
- 20- **HOELLINGER H. 1999.** connaissances sur une approche globale de l appréciation de l innocuité appliqué des migrants issu de matériaux au contact des denrées alimentaires édition afssa P43
- 21- **Jean Rodier. (2006)** L'analyse de l'eau, 8^{ème} édition de, DUNOD
- 22- **JORA, (2001).** Décret exécutive N° 77, 15 décembre 2001, Journal officiel de la république algérienne
- 23- **JORA, (2007).** Décret exécutif n° 07-144 du 2 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. Journal officiel de la république N° 34
- 24- **JORA, (2009).** Le décret exécutif n° 09-414. Journal Officiel de la République Algérienne N°75, décembre 2009, Alger : 10-15 20.
- 25- **KONKOL L.(2004).**Contaminants levels in recycled . PET plastic, These: Environment and Biotechnology. Victoria Australia p319.
- 26- **LAW, (2013).**Plastique et santé, les couts cachés d'une planète plastique, CIEL (centre international envirenmental)
- 27- **LEPELTIER S., (2005).** Un bon état écologique des eaux .

- 28- **Maiga. A. (2005).** *Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière*, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali.
- 29- **Pongracz, E.(2002).** Re-defining the concepts of waste and waste management, evolving the theory of waste management. Oulu university press.
- 30- **RECOD. (octobre 2016).** Recyclage des emballages plastiques ayant contenu des produits dangereux Conditions techniques et réglementaires Etat des connaissances sur les risques sanitaires
- 31- **REYENE M. (2002).** *Plastiques : polymers transformation et application*. EdsHermes ParisPP 1-3
- 32- **Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9 ème, édition, Ed. Dunod p.1579
- 33- **RODIER, J. (1996).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduelles, Eau de mer.6^{eme} édition: Dunod, Paris. 557-570p et 968-1079p.
- 34- **SAX, L.(2010).** Polyéthylène téréphtalate, May yield endocrine disruptors. Environmental Health Perspectives ,pp 445-448.
- 35- **Tahar Ali-boucetta. (2016).** Valorisation des déchets industriels et ménagers dans les BAP Editions universitaires européennes EUE, 12/2016/03/
- 36- **Tristan Turlan. (2013)** *Les déchets : collecte, traitement, tri, recyclage*. Thèse de doctorat, institut national polytechniques de lorraine ; DUNOD paris

Annexes