



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

# Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du : Diplôme de Master académique en Biologie  
Option : Protection des écosystèmes

## Thème

**VALORISATION DES HUILES DE FRITURES USAGEES  
EN SAVONNERIE**

**Réalisé par :**

M<sup>elle</sup> KARA Tassadit.

M<sup>elle</sup> KHOUAS Célia.

**Encadré par:**

M<sup>r</sup> SADOUDI Rabah.

**Jury:**

**Président :** M. MEZANI S

Maître de conférences à l'UMMTO

**Examineur :** M. LIMANE

Maître de conférences à l'UMMTO

Année universitaire

**2020-2021**

## Remerciements

Notre projet de Fin d'Etudes n'est nullement le fruit d'un travail personnel, d'une collaboration directe ou indirecte d'un certain nombre de personnes auxquelles nous tenons à présenter nos remerciements :

Nous tenons à remercier le bon DIEU tout puissant, de nous avoir donné le courage, patience et volonté pour accomplir ce travail.

Nous remercions l'équipe de l'entreprise IRIS ROYEL, pour nous avoir accueillis au sein de leur entreprise à Tizi-Ouzou, leurs orientations et leur patience pour mener à bien notre travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Monsieur SADOUDI .R. Maître de conférences A au département Sciences Agronomiques à l'UMMTO, pour tous les efforts qu'il a consenti tout au long de l'élaboration de ce modeste travail, ses encouragements, ses précieux conseils nous ont été d'une grande aide.

Nous voulons adresser nos plus vifs remerciements à M. LIMANE K. Maître de conférences à l'UMMTO pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de ce jury.

Nous tenons à remercier très sincèrement M. MEZANI S Maître de conférences à l'UMMTO d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à remercier M. METNA enseignant au département dans sciences Agronomiques à l'UMMTO, pour l'aide qu'il nous a apporté dans l'étude statistique des résultats.

Nous remercions également les responsables du laboratoire commun d'analyse physico-chimique de la faculté à l'UMMTO pour leur aide, leur soutien et le temps qu'ils ont bien voulu consacré en tenant compagnie au cours de notre travail expérimental.

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

# Dédicaces

## À mes parents:

*Je dédie ce projet de fin d'étude à mes chers parents **ALI, OURIDA, FATMA** et à mon cher époux **BOUALEM**.*

*J'espère être à la hauteur de ce que vous m'avez inculqué, tout en sachant que tout ce que je pourrai faire ne peut égaler ce que vous m'avez donné. Que Dieu, le Tout Puissant, vous garde et vous procure bonheur et santé.*



## À mes chères sœurs et frère:

**FAIROUZ, SIHAM, FATIMA et MADJID.**

*Pour leurs encouragements et leurs soutiens tout au long de ma formation.*



## À mes professeurs:

*Pour leur orientation et leurs conseils durant ma formation.*

*Aussi les enseignants qui m'ont encadré durant toute la période passée de mon cursus universitaire.*



## À mes très chères amies:

**CELIA, MANEL et SARAH**

*A ceux qui ont partagé ma joie et ma souffrance et aussi pour leur fidélité et leur amitié.*

*A mon binôme « **CELIA** »*

**TASSADIT**

# Dédicaces

À mes parents:

Je dédie ce projet de fin d'étude à mes chers parents **HAMID, MALIKA** et à mon cher fiancé **HAKIM**.

J'espère être à la hauteur de ce que vous m'avez inculqué, tout en sachant que tout ce que je pourrai faire ne peut égaler ce que vous m'avez donné. Que Dieu, le Tout Puissant, vous garde et vous procure bonheur et santé.



À mes chers soeurs et frère:

**YACINE, LYDIA, RAFIK, YANIS** et **LYNA**.

Pour leurs encouragements et leurs soutiens tout au long de ma formation.



À mes professeurs:

Pour leur orientation et leurs conseils durant ma formation.

Aussi les enseignants qui m'ont encadré durant toute la période passée de mon cursus universitaire.



À mes très chers amis:

**HIAM, YASMINE** et **MALIKA**

A ceux qui ont partagé ma joie et ma souffrance et aussi pour leur fidélité et leur amitié.

A mon binôme « **TASSADITT** »

**CELIA**

## Liste des tableaux

N°	Titre du tableau	Page
<b>I</b>	Principales voies de formation d'espèces chimiques nouvelles.	8
<b>II</b>	Quelques lieux générant des huiles alimentaires usagées dans la commune de TiziO-Ouzou (chef lieu).	19
<b>III</b>	Mesure du potentiel hydrogéné (ph) pour les deux savons.	33

## Liste des figures

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Collecte des huiles alimentaires de friture usagées	13
<b>2</b>	Séchage du savon après la réaction de saponification	15
<b>3</b>	Schéma de la fabrication du biodiesel	16
<b>4</b>	Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou	19
<b>5</b>	Les étapes de la détermination de pH	25
<b>6</b>	Les étapes de l'analyse bactéricide	26
<b>7</b>	Quantités annuelles en litres des HAU rejetées par les sites étudiés à la ville de Tizi-Ouzou.	27
<b>8</b>	Quantités annuelles en litres des HAU rejetées par les sites étudiés à la ville de Tizi-Ouzou	28
<b>9</b>	Quantités mensuelles en litres des huiles alimentaires usagées rejetées à la ville de Tizi-Ouzou	28
<b>10</b>	Quantités annuelles en litres des huiles alimentaires usagées rejetées à la ville de Tizi-Ouzou.	28
<b>11</b>	Les différents modes d'élimination des huiles alimentaires usagées à la ville de Tizi-Ouzou.	29
<b>12</b>	Acidité d'huile usée compare à l'huile fraîche	30
<b>13</b>	Indice de peroxyde d'huile usée compare à l'huile fraîche	31
<b>14</b>	Indice d'iode d'huile usée compare à une huile fraîche	32
<b>15</b>	Photos du test pouvoir moussant	34
<b>16</b>	Analyse comparative du pouvoir moussant des deux échantillons de savons	34
<b>17</b>	Photos des colonies des savons avant et après lavage des mains	35

## Liste des abréviations

**A%** : Acidité exprimée en pourcentage

**AGL** : acides gras libres

**AGI** : acides gras insaturés

**CH<sub>4</sub>** : Méthane

**CO<sub>2</sub>** : dioxyde de carbone

**GRT** : Groupe de Recherche sur les Transports

**HAU** : huiles alimentaire usagées

**HGFU** : huiles et graisses de friture usagées

**H<sub>2</sub>S** : Hydrogène sulfuré

**I<sub>i</sub>** : indice d'iode.

**KOH** : hydroxyde de potassium

**IP** : indice de peroxyde

**Méq** : milliéquivalents

**MPS** : matière première secondaire

**N<sub>2</sub>** : Diazote

**Na** : Sodium

**NH<sub>3</sub>** : Ammoniac

**NaOH** : Hydroxyde de sodium

**PCA** : Plan de Continuité d'Activité (milieu de culture)

**ph** : Potentiel Hydrogéné

**STEP** : Station de traitement des eaux polluées

**WC** : Water Closet

## Sommaire

*Remerciement*

*Dédicace*

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

*Liste des abréviations*

*Résumé*

Introduction ..... 1

### Partie Bibliographie

**I. Généralités sur les déchets ..... 3**

Définition..... 3

    Typologie des déchets Selon leur nature..... 3

Gestion des déchets ..... 3

    Tri sélectif ..... 3

    Collecte et enfouissement ..... 4

    Incinération ..... 4

    Valorisation, recyclage et élimination ..... 4

Valorisation des déchets organiques ..... 4

**II. Huiles végétales..... 6**

    Définition ..... 6

    Sources ..... 6

    Différents types ..... 6

    Différentes utilisations ..... 6

**III. Huiles végétales usagées ..... 7**

    Définition ..... 7

    Les huiles de friture..... 7

    III. 2.1. Composition ..... 7

Devenir 8

    Classification..... 8

    Principaux corps gras de friture..... 8

**IV. Impacts des huiles de friture usagées..... 10**

    Introduction..... 10

    Impact sur l'environnement ..... 10

        Air ..... 10

        Sol..... 10

Eau.....	10
Impact sur le compostage.....	11
Impact sur les réseaux d'assainissements et station d'épuration (STEP).....	11
Impact sur l'économie.....	11
<b>V. Gestion des huiles de friture usagées.....</b>	<b>12</b>
Introduction.....	12
Aspect réglementaire.....	12
Collecte sélective.....	13
Valorisation des huiles.....	14
Voie chimique.....	14
Production oléo-chimique.....	14
Transestérification.....	16
Méthanisation.....	16

## **Partie Expérimentale**

### **Matériel et méthodes**

<b>I. Matériel et méthodes.....</b>	<b>18</b>
Objectif de l'étude.....	18
Présentation de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	18
Description de l'usine de valorisation des huiles de friture.....	20
Echantillonnage.....	20
Analyse de l'huile de friture.....	21
Détermination de l'acidité ( <i>ISO 3960,2007</i> ).....	21
Détermination de l'indice de peroxyde(IP).....	21
Détermination de l'indice d'iode.....	23
Analyses de savon fabriqué.....	24
Echantillonnage.....	24
Analyse physico-chimique.....	24
Potentiel hydrogène.....	24
Détermination de pouvoir moussant (volume de la mousse).....	25
Analyse microbiologique.....	18
Analyse de l'effet bactéricide( dénombrement de la flore totale).....	26.

### **Résultats et discussion**

<b>II. Résultats et discussion.....</b>	<b>27</b>
Résultats de l'enquête.....	27
Aperçu sur les quantités d'huiles alimentaires usagées (HAU) rejetées dans la ville de Tizi-Ouzou	27

Elimination des huiles alimentaire usagées (HAU) dans la ville de Tizi-Ouzou.....	29
Résultats d'analyses des huiles de friture .....	30
Acidité .....	30
Indice de peroxyde.....	30
Indice d'iode.....	31
Résultats d'analyses de savon .....	33
pH .....	33
Pouvoir moussant .....	33
III.4. Test Bactéricide.....	35
<b>IV. Conclusion .....</b>	<b>37</b>
<b>V. Références bibliographiques</b>	
<b>VI. Annexes</b>	

## Introduction

Les habitudes alimentaires de l'Algérien ont connu un changement brutal. Cette évolution est parallèle au changement du style de vie de la population. L'accroissement des populations et de l'urbanisation suivi de l'évolution des modes de consommations inspiré du modèle économique capitaliste ont conduit, durant ces dernières dizaines d'années, à une explosion de la quantité des déchets.

Au cours des dernières années, la contribution des huiles de friture à l'apport énergétique total des habitants ne cesse d'augmenter dans les pays du tiers monde, appelés pays en voie de développement. Ceci est principalement dû à la hausse de la consommation des produits frits, très populaires en raison de leur saveur souhaitable, la couleur et la texture croustillante (*DOBARGANES et MARQUEZ-RUIZ, 2003 ; ALADEDUNYE, 2009*).

Les huiles alimentaires usagées (huiles de friture) devenues impropres à la consommation, peuvent être triées à la source. Ces huiles et graisses rejetées à l'égout entraînent des nuisances non négligeables tant d'un point de vue environnemental (pollution des eaux de surface, dysfonctionnement des STEP, etc.) que du point de vue économique. En effet le coût de l'enlèvement des huiles et des graisses augmente au fur et à mesure que ces déchets s'écoulent dans le système d'assainissement.

Actuellement, dans le cadre du développement durable et de la protection de l'environnement, de nombreuses initiatives sont entreprises pour diminuer et valoriser les déchets de l'agro-industrielle comme les huiles alimentaires usagées qui possèdent un fort potentiel industriel en raison de leurs richesses en triglycérides et en acides gras libres. Les huiles de fritures peuvent être transformées en plusieurs produits (biocarburant, produits cosmétiques, produits de nettoyage, etc.).

Par souci de la protection de l'environnement contre cette pollution par les HAU qui touchent les écosystèmes terrestres et aquatiques, nous sommes intéressés dans le présent mémoire de fin de cycle à la valorisation des huiles alimentaires usagées effectuée par l'entreprise IRIS ROYEL. Cette entreprise suggère une solution à ces problèmes écologiques dus aux HAU en les valorisant en cosmétologie pour la fabrication d'un savon dont l'efficacité antibactérienne est testée dans notre étude, en plus de son pouvoir moussant.

Le présent document de mémoire s'articule autour de deux points : La première partie est consacrée à une étude bibliographique, où nous avons regroupé des généralités sur les déchets, les huiles alimentaires usagées, impact des huiles alimentaires usagées, et leur gestion. La deuxième partie qui est la partie expérimentale présente matériels et méthode, résultats et discussion :

- Enquête sur le terrain au niveau de la ville de Tizi-Ouzou sur les quantités générées des HAU (huiles de friture).
- Analyses de l'huile de friture usée.
- Analyses du savon produit à partir de ces HAU.

Partie

Bibliographique

# Généralités sur les déchets

## I. Généralités sur les déchets

### Définition

Selon le Code de l'Environnement un déchet est « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien, meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ». Autrement dit, tout élément qui est abandonné est un déchet. Ce n'est pas pour autant que cet élément est inutilisable, en l'état ou après modification.

Selon l'article L541 du 1 juillet 2003 à décembre 2010, seuls ceux qui sont qualifiés de déchets ultimes sont réellement inutilisables et doivent être stockés pour éviter des pollutions. (ANONYME, 2021<sub>a</sub>)

### Typologie des déchets Selon leur nature

Il existe plusieurs types de déchets classés selon leur nature. Les déchets solides, sont constitués par des débris combustibles et non combustibles tels que les papiers, cartons, bois, paille, briques, pierres et autres. Les déchets liquides, correspondent à tout rejet liquide (lixiviat, huiles et graisses usagées) véhiculant une certaine charge polluante (dissoute, colloïdale ou particulaire). Ces effluents recèlent des composants organiques ou chimiques nuisibles à l'environnement. (ANONYME, 2021<sub>b</sub>). Les déchets gazeux Sont habituellement constitués d'air contaminé par des composés organiques volatils, des poussières, des composés nitreux ou sulfurés, du dioxyde ou du monoxyde de carbone et/ou des métaux volatils. Certains effluents gazeux se présentent sous la forme d'une substance pure ou mélangée contenant très peu ou aucun air. C'est le cas notamment du méthane produit par la biodégradation anaérobie des déchets organiques. (ANONYME, 2021<sub>c</sub>)

### Gestion des déchets

Selon l'agence nationale des déchets (2019), la gestion des déchets est une opération qui permet de réduire leur potentiel polluant dans des conditions contrôlées. Cette réduction du potentiel polluant peut être accompagnée d'une valorisation de la matière ou de l'énergie contenue dans le déchet.

### Tri sélectif

Selon l'agence nationale des déchets (2019), le tri sélectif consiste à trier et à récupérer les déchets selon leur nature : métaux, papier, verre, organique, etc. Pour faciliter leur recyclage. Ils sont triés soit par ceux qui les produisent soit par des organismes spécialisés, en centre de tri. On l'appelle "Tri à la source" lorsqu'il est fait avant une collecte sélective en

porte à porte et "Tri par apport volontaire" lorsqu'il s'effectue à l'aide de conteneurs spécifiques situés en déchèterie ou sur la voie publique. (ANONYME, 2021<sub>d</sub>)

### **Collecte et enfouissement**

Selon *l'agence nationale des déchets (2019)*, ces deux opérations correspondent au ramassage des déchets en vue de leur transport vers une installation de traitement des déchets. Les installations d'élimination des déchets par stockage ne sont autorisées à accueillir que des déchets ultimes. (ANONYME, 2021<sub>e</sub>)

### **Incinération**

Selon *l'agence nationale des déchets (2019)*, l'incinération réduit le volume des déchets, détruit les microbes et les germes, et produit de l'énergie par la chaleur de la combustion ; environ 4/5 des résidus postcombustion peuvent être réutilisés. La valorisation énergétique permet de récupérer l'énergie issue de l'incinération. Mais les gaz de combustion des déchets restent polluants et dangereux pour la santé, car ils contiennent des dioxines, oxydes d'azote, oxydes de soufre, métaux lourds. (ANONYME, 2021<sub>e</sub>)

### **Valorisation, recyclage et élimination**

Selon *l'article L541 du 1 juillet à décembre 2010*, les déchets doivent être au préalable triés. La valorisation matière ou le recyclage permettent de réutiliser les matières premières. La valorisation organique ou compostage permet de produire du compost à partir de déchets organiques. L'élimination est toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie. (ANONYME, 2021<sub>e</sub>)

### **Valorisation des déchets organiques**

Les déchets organiques sont des déchets provenant de matières d'origine animale ou végétale. Les déchets organiques sont des déchets alimentaires, déchets verts, déchets agricoles, déchets issus des industries agroalimentaires ou de la restauration, et composent une grande partie des déchets ménagers. (ANONYME, 2021<sub>f</sub>)

Du fait de leurs teneurs importantes en matière organique et en éléments nutritifs essentiels au développement des cultures, ces matières pourront être utilisées en agriculture pour fertiliser les sols en remplacement des engrais minéraux. Elles présentent l'avantage d'être produites localement, à partir d'un matériau renouvelable.

Les déchets organiques issus de l'alimentation, qui peuvent être valorisés en compost via le compostage ou en biogaz par la méthanisation.

Le compost est le produit de la fermentation à l'air libre de la matière organique par l'action de micro-organismes. Les résidus organiques se transforment par ce procédé biologique en terreau noir, odorant et riche en humus. Le compost améliore et fertilise les sols, et est utilisé comme engrais pour la culture du gazon, des fleurs, des légumes et d'autres plantes. (ANONYME, 2021<sub>g</sub>).

La méthanisation est appelée également digestion anaérobie ou encore fermentation méthanique, est la transformation de la matière organique en biogaz, constitué essentiellement de méthane et de gaz carbonique. (ANONYME, 2021<sub>h</sub>).

# Huiles végétales

## **II. Huiles végétales**

### **Définition**

Les huiles végétales sont des substances insolubles dans l'eau, mais dans les solvants organiques constituées en majeure partie d'esters de glycérol et d'acides gras. Elles sont extraites des graines, des amandes et des fruits. Les oléagineux sont ceux qui servent à produire industriellement de l'huile et qui sont cultivés dans ce but. Parmi les plantes cultivées pour leur huile, en citant: l'arachide, l'olivier, le colza, le ricin, le soja et le tournesol, *Jatropha curcas*. En général toutes les graines contiennent de l'huile (*CHAIB et KHENFER, 2013*).

### **Sources**

Les procédés d'obtention des huiles diffèrent selon les matières premières qui peuvent être soit des graines oléagineuses (tournesol, soja) soit des fruits oléagineux (olive). Pour obtenir ces huiles deux étapes essentielles sont adoptées, la Préparation des graines et fruits, et l'extraction par pression ou par solvant (*FARID et MAZRI, 1997*).

### **Différents types**

Les huiles végétales sont multiples c'est à cause de leurs origines est d'une façon générale on trouve par ordre d'importance : soja, palme, colza, tournesol, cotonnier et arachide ce sont les plus disponibles par contre l'olive, le carthame, le coprah, l'amande, le lin, le maïs, la courge, le ricin, le pistache, arganier, sésame sont des espèces de moindre importance et sont des huiles de terroir (*CHERFAOUI, 2011*).

### **Différentes utilisations**

Les huiles végétales peuvent être de multiples usages : alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques et énergétique (*BLIN et GIRAND, 2011*). Elles sont utilisées dans l'alimentation (friture et assaisonnement), le cosmétique (savon et détergent), la pharmaceutique (produit de beauté et de crème) et en fin énergétique (production d'électricité et biocarburant).

# Huiles végétales usagées

### III. Huiles végétales usagées

#### Définition

Les huiles alimentaires sont des huiles végétales utilisées en cuisine pour l'assaisonnement, la cuisson ou la friture (*CHEKROUN, 2013*).

La friture est l'un des procédés d'élaboration des aliments. Elle a été probablement inventée puis développée autour du bassin méditerranéen (*VARELA, 1998*). Elle consiste à mettre en contact un matériau généralement humide avec une couche fine de matière grasse (friture plate) ou dans un grand volume d'huile (friture profonde) (*GRAILLE, 2003*).

La friture plate consiste à préparer certains aliments par cuisson en poêle en présence d'une petite quantité de matière grasse. Elle se caractérise par le fait que la matière grasse n'est utilisée qu'une seule fois, par contre en friture profonde, l'aliment est cuit dans un bain d'huile préalablement chauffé à des températures optimales comprises entre 160°C à 180°C.

Durant ces dernières décennies, l'évolution de nos modes de vie (éloignement du milieu de travail, restauration hors foyer...) a contribué à la diversification des produits de fritures comme les : pomme de terre frites, poissons ou poulets frits, chips, produits soufflés etc., (*VITRAC et al., 2003*).

#### Huiles de friture

On entend par huiles alimentaires usagées, les résidus de matières grasses, majoritairement d'origine végétale, utilisées lors des opérations de friture destinées à l'alimentation humaine, en industrie agroalimentaire et en restauration commerciale et collective, mais également par les particuliers. Plusieurs facteurs influencent le vieillissement de l'huile, ce qui rend difficile de déterminer le moment précis pour changer l'huile. Une huile usée est d'apparence foncée, épaisse ou visqueuse, peut contenir des dépôts et peut avoir une saveur âcre. Un litre d'huile neuf utilisé génère environ 0,3 litre d'huiles usagées (*ROSSELL, 2001*).

#### III. 2.1. Composition

Lorsque les huiles sont utilisées dans la friture, sous l'effet de l'eau contenue dans les aliments, de l'air et des aliments eux mêmes, l'huile chaude subit des transformations chimiques conduisant à la formation de composés polaires et diminution de composés d'intérêt nutritionnel, à l'apparition de composés volatils responsables d'odeurs désagréables et de composés non volatils toxiques à fortes doses. L'ensemble des réactions se résumant en trois grandes familles : oxydation, polymérisation et hydrolyse (*GORNAYE, 2006*).

Le tableau I donne la composition d'huile après utilisation.

**Tableau I** : Principales voies de formation d'espèces chimiques nouvelles  
(DOBARGANES, 1998).

Type d'altération	Origine	Composés formés
Oxydation	Oxygène de l'air	Monomères oxydés Dimères Composés volatiles
Thermique	Température du bain	Monomères cycliques Dimères non polaires
Hydrolyse	Eau des aliments	Acides gras libres Diglycérides

### **Devenir**

Une fois que l'huile de friture est devenue usée ce qui veut dire impropre à la consommation. Elle est considérée comme un déchet spécial et la plupart de temps elle est déversée dans l'évier de cuisine ou dans la nature.

### **Classification**

Le Décret exécutif n° 06-104 du 28 février 2006 de la loi Algérienne, classe les huiles de friture dans la catégorie des déchets spéciaux et postule le code 20.1.8.

### **Principaux corps gras de friture**

Les corps gras utilisés en friture sont des huiles ou des graisses végétales généralement raffinées, et ayant éventuellement subi une opération technologique post-raffinage du type hydrogénation ou fractionnement physique (EVRARD *et al.*, 2007).

Parmi les huiles végétales utilisées en friture, la plus courante aujourd'hui est l'huile de tournesol. Il existe deux huiles de tournesol issues de deux variétés de graines : l'huile de tournesol classique contenant plus de 60% d'acide linoléique W6 et l'huile de tournesol oléique ayant elle plus de 80% d'acide oléique W9 d'où une plus grande stabilité à l'oxydation et au chauffage (*KRISTOTT, 2003*).

Avec une teneur élevée en vitamine E, une origine non génétiquement modifiée, une saveur fruitée de graine, les huiles de tournesol sont des matières premières privilégiées pour la friture industrielle et ménagère. Elles constituent la base des mélanges spécifiques pour la friture vendus au consommateur et utilisés en restauration hors foyer. D'autres huiles oléiques ou linoléiques, telles que l'huile d'olive ou l'huile de pépin de raisin, peuvent avoir des applications en friture, mais leur typicité sensorielle ou leur coût en limite l'usage (*CARRE et al., 2003*).

# Impacts des huiles de friture usagées

## **IV. Impacts des huiles de friture usagées**

### **Introduction**

Une grande partie des huiles de friture s'échappe dans les tuyaux de drainage puis dans le réseau d'assainissement, causant ainsi des obstructions et des odeurs nauséabondes. Les coûts de débouchement des égouts deviennent alors un facteur financier majeur pour les structures concernées (restaurants et les municipalités).

La réduction de ces résidus à la source pourrait minimiser les coûts de traitement des eaux de manière significative.

Dans ce chapitre, nous évoquons les impacts des huiles de friture usagées sur l'environnement, le compostage, Sur les réseaux d'assainissements et station d'épuration (STEP) et sur l'économie.

### **Impact sur l'environnement**

#### **Air**

Les huiles de friture usagées n'ont pas beaucoup d'influence sur l'air sauf lorsque ces huiles sont mélangées ou jetées avec les déchets ménagers et incinérées à l'air libre, ce qu'il peut engendrer des rejets atmosphériques polluants.

#### **Sol**

La dégradation de l'huile dans le sol augmente la salinité et la variation de pH ce qui affecte directement ou indirectement la croissance des plantes. (*GONG, 2008*).

L'huile jetée dans les sols sableux, pénètre plus rapidement et plus profondément en raison de leur porosité, et endommage le système racinaire des plantes (*GONG, 2008*).

#### **Eau**

L'huile est de nature non nuisible, elle est moins dense par rapport à l'eau donc elle va flotter et rester à la surface en formant une sorte de couche ou pellicule imperméable qui empêche l'oxygène de pénétrer, ce qui asphyxie la flore et la faune aquatique. Une petite quantité de cette huile adhère aux branchies et à la peau des poissons, ce qui perturbe leur mode de vie.

### **Impact sur le compostage**

Est une opération durant laquelle des déchets organiques sont dégradés par des micro-organismes dans des conditions aérobies, en présence de l'oxygène, de l'air et d'humidité, et transformé en humus riche en éléments nutritifs délivrent aux racines des plantes de l'azote, du phosphore et tous les éléments nutritifs indispensables à la croissance des végétaux. Une fois que les huiles végétales usagées se trouvent dans les déchets cela endommage l'opération de compostage car elles nuisent au phénomène de fermentation lors du compost, puisqu'elles diminuent les échanges gazeux et ainsi altèrent l'activité des micro-organismes impliqués dans ce processus. (CHANTAL, 2000).

### **Impact sur les réseaux d'assainissements et station d'épuration (STEP)**

Le déversement des huiles usagées dans les égouts n'est pas aussi une solution puisque ces dernières causent une multitude de dégâts on distingue : Le fait que l'huile se mélange avec d'autres éléments chimiques comme les adoucissants ou des détergents engendre une couche gélatineuse qui bloque des résidus et les bactéries :

Ce qui engendre d'une part l'apparition des mauvaises odeurs et le risque d'apparition des cafards ou rongeurs dans la cuisine.

D'autre part il bouche les canalisations ce qui provoque des inondations par la suite. Perturbations du fonctionnement des stations d'épuration qui se fait avec un traitement bactérien aérobie donc ces dernières vont s'asphyxier (ANONYME, 2021<sub>i</sub>)

### **Impact sur l'économie**

Les impacts causés de ces huiles ne se limitent pas sur l'environnement seulement puisque tous les dégâts vont se refléter sur l'économie exemple, la réparation des canaux bouchés ou ruptures nécessitent des investissements, le processus de déshuilage dans les STEP consomme de l'énergie et *la décontamination d'un sol ou rivière touchée par ces huiles demande beaucoup d'argent* (ANONYME, 2021<sub>i</sub>)

# Gestion des huiles de friture usagées

## V. Gestion des huiles de friture usagées

### Introduction

Certains citoyens mettent leurs huiles de fritures usagées dans des bouteilles qui sont jetées dans le vide d'ordures, et ne peuvent pas être récupérées, elles seront incinérées avec le reste des déchets ménagers, alors qu'elles auraient pu être valorisées en produits éco-concepts. D'autres jettent tout simplement leurs huiles dans la nature. Ces huiles sont néfastes pour l'environnement et peuvent pénétrer dans le sol et polluer les nappes. Ce sont donc là des gestes à éviter à tout prix. (ANONYME, 2021<sub>i</sub>)

D'autres encore se débarrassent de leurs huiles dans les canalisations en les jetant dans les éviers, les WC ou les égouts, ce qui provoque un risque de boucher les propres canalisations puisque les graisses se figent, les huiles finiront dans une station d'épuration d'eaux usées, compliqueront très fortement son fonctionnement ou pollueront des cours d'eau même après la récupération des huiles par le processus de déshuilage où les eaux y sont laissées au repos, et l'huile et la graisse, vont flotter puis retirées vers les lits de séchage. (ANONYME, 2021<sub>i</sub>)

Ces quantités trop importantes d'huiles ne peuvent malheureusement pas être valorisées que comme source d'énergie pour l'incinération des déchets ménagers, donc pourquoi nous ne cherchons pas d'autres solutions qui permettent la valorisation de ces huiles de friture usagées sans causer des problèmes sur les réseaux d'assainissement et la station d'épuration ? Sachant qu'il existe des méthodes de valorisation mais avant tout faut collecter le maximum des huiles usagées au lieu de les jeter. (ANONYME, 2021<sub>i</sub>)

### Aspect réglementaire

Le recyclage des huiles alimentaires usagées demeure une activité inexploitée en Algérie, sur le plan réglementaire, il y'a un vide juridique concernant les textes régissant la classification de ce déchet.

Au niveau des stations d'épuration, ces huiles sont classées au même titre que les graisses provenant de la séparation huile/eaux usées comme des déchets spéciaux codifiés 19.8.7 conformément au décret exécutif n°06-104 du 29 moharram 1427 conformément au 28 février 2006 (annexe 1).

### Collecte Sélective

Les huiles usagées sont collectées dans de nombreux pays par des organismes indépendants afin de protéger l'environnement. (ANONYME, 2007;)

Après collecte, les huiles usagées issues de diverses sources sont mélangées entre elles et comprennent souvent des fractions solides et liquides aux températures d'entreposage courantes, elles contiennent fréquemment de l'eau et sont parfois contaminées par d'autres produits.

Après collecte, ces matières grasses sont débarrassées de l'eau et des éléments solides. Le produit ainsi obtenu est appelé Matière Première Secondaire (MPS). Elles peuvent ensuite être fractionnées selon leur point de fusion et éventuellement désodorisées. Lorsque la législation le permet, les matières grasses sont incorporées dans l'alimentation animale. Dans le cas contraire, cette Matière Première Secondaire sert de combustible, par exemple en cimenterie, voire de biocarburant pour les moteurs diesel (après transestérification) (GONG, 2008).

Les huiles et graisses de friture usagées doivent être stockées dans des récipients alimentaires comme des bouteilles en plastique pour être amenées au parc à conteneurs. De nombreux autres conteneurs existent encore dans les parcs. Les habitants déposent les récipients d'huile ou de graisse usagée dans un petit cabanon en métal, situé juste à côté des grandes citernes destinées aux HGFU. Par la suite, ce sont les employés du parc qui se chargeront de verser les huiles et les graisses dans les grandes citernes prévues à cet effet. Une fois les bulles remplies les collecteurs agréés vident les récipients par aspiration. Ce système de collecte est le plus répandu. (GONG, 2008).



Figure 1 : Collecte des huiles alimentaires de friture usagées

Les collecteurs s'engagent à : assurer un service fiable et régulier ; déposer des conteneurs consignés, propres, prêts à recevoir les huiles et graisses de cuisine ; enlever ces conteneurs et les acheminer vers un centre de traitement où les produits seront soit incinérés, soit transformés en Matière Première Secondaire (MPS) pour suivre ensuite des filières de valorisation. (GONG, 2008).

### **Valorisation des huiles**

Le secteur de valorisation des huiles alimentaires usagées était très peu exploité jusqu'en 2002 (AGBEZO, 2001). En effet, près de 80% des huiles usagées étaient détruites (par incinération) ou rejetées dans les égouts où elles créaient des problèmes de dysfonctionnement dans les stations d'épuration.

### **Voie chimique**

#### **1. Production oléo-chimique**

L'oléo-chimie ou la lipo-chimie correspond à l'ensemble des processus de transformations physico-chimiques et enzymatiques des huiles et corps gras d'origines animales et végétales.

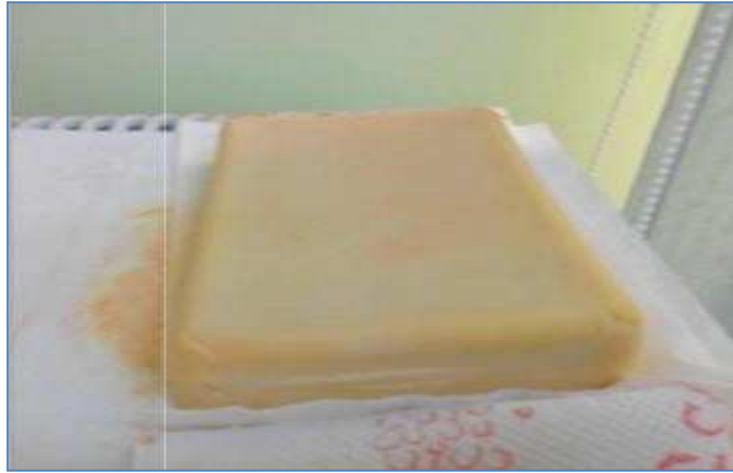
Basée sur des ressources naturelles renouvelables, l'oléo-chimie s'oppose donc à la pétrochimie dont elle emprunte cependant certaines voies, et représente une des réponses aux problèmes raréfaction des ressources fossiles et de durabilité. Les produits obtenus, composés de base, intermédiaires de synthèse ou molécules à haute valeur ajoutée, trouvent leurs dans une multitude de secteurs comme les biocarburants, les détergents, les cosmétiques, l'alimentation, les matériaux ou encore les lubrifiants.

Bien que développée essentiellement durant ces dernières décennies, au point d'être aujourd'hui omniprésente dans notre vie quotidienne, la lipo-chimie a pourtant une origine forte ancienne si l'on considère que le savon en est une des premières applications (BEN KADI et MEDJOU DJ, 2016).

Le savon est une matière utilisée pour le nettoyage. Il peut se présenter sous forme de bloc (pain), de poudre, de paillettes (lessives) et peut être vendu en solution (savon liquide). La différence entre un savon biologique et un savon chimique est que le premier est fait entièrement à partir de matières végétales ou animales, tandis que dans le second, divers agents chimiques sont ajoutés. Le savon chimique résulte d'une réaction chimique dite la saponification, qui est une transformation chimique au cours de laquelle un corps gras réagit avec de la soude ou de la potasse qui sont appelées les alcalis obtenus à partir des cendres de

plantes. Lors de la saponification, des corps gras (graisses ou huiles) sont hydrolysés en milieu alcalin par une base, généralement de la potasse ou de la soude, à une température comprise entre 80 et 100°C. L'hydrolyse des graisses produit du glycérol et un mélange carboxylates (de sodium ou de potassium) qui constituent le savon. (BEN KADI, et MEDJOU DJ, 2016).

La saponification des huiles de cuisson usagées (huiles de friture) est l'une des méthodes de valorisation de ces huiles qui do ne une solution des problèmes écologiques.



**Figure 2** : Séchage du savon après la réaction de saponification.

(BEN KADI, et MEDJOU DJ, 2016).

Il existe trois modes de fabrication du savon :

1. Le savon à froid est obtenu par une saponification effectuée à la température de fusion des graisses employées. Ce procédé n'utilise pas de source de chaleur, mais plutôt un système permettant de maintenir la température en milieu froid. Ce procédé consiste à ajouter graduellement une solution de soude sur un corps gras en agitant constamment et jusqu'à épuisement complet de la solution, le tout dans un système composé d'un bain de glace ou d'un bain d'eau salée permettant de maintenir la température entre 0 et 40 °C pour des mélanges inférieurs à 15 kg. Au-delà de 15 kg, il faut veiller à maintenir le mélange de corps gras et de solution de soude à température ambiante (24 à 30 °C). (MARIEL et ODEN , 2014).
2. Le savon mi-cuit est obtenu par une saponification effectuée à une température inférieure à l'ébullition.
3. Le savon cuit est obtenu par une saponification prolongée et nécessite plusieurs manipulations successives.

### V.4.1.2. Transestérification

La transestérification ou alcoolise est la réaction chimique qui permet d'obtenir le biodiesel ou c'est le passage d'état d'huile végétale à celui d'ester alkylique d'huile végétale usagée.

La transestérification est un procédé dans lequel les huiles végétales usagées sont mélangées à froid à un alcool (éthanol ou méthanol) en présence d'un catalyseur, qui est un acide ou une base au sens de Bronsted et/ou de Lewis. Si l'alcool est le méthanol on a une méthanolyse (figure 3), si l'alcool est l'éthanol on a une éthanolyse. Dans la réaction globale, 3 moles d'esters et une mole de glycérol sont produites à partir d'une mole de triglycéride. (FERNONDO et KARRQ PHERNONGEZ, 2007).

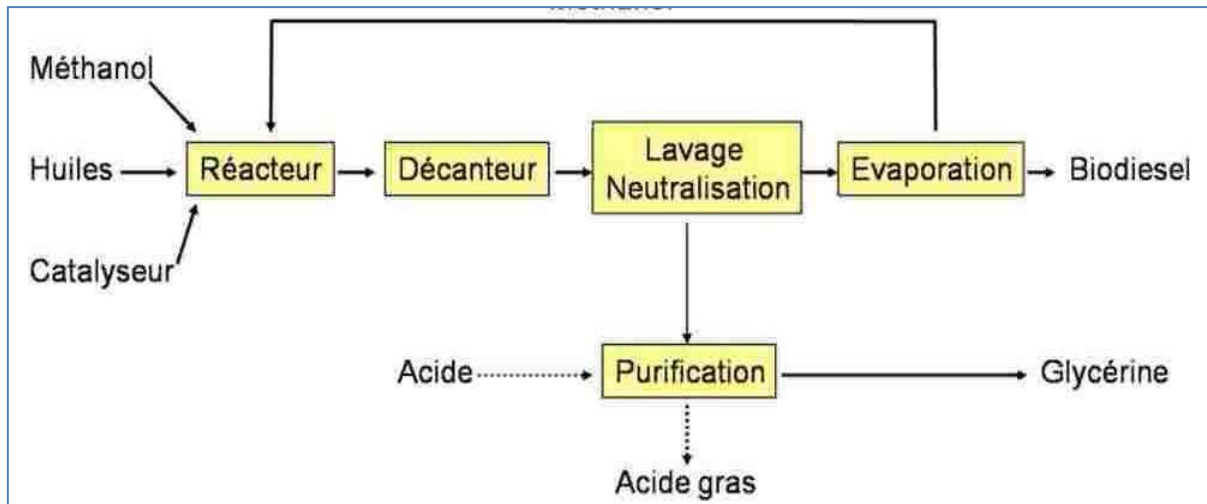


Figure 3 : Schéma de la fabrication du biodiesel.

### Méthanisation

La méthanisation, ou digestion anaérobie, est un processus basé sur la dégradation de la matière organique par des micro-organismes en absence d'oxygène et de lumière dans des cuves hermétiques (digesteurs) en milieu sec ou liquide. Cette transformation de la matière produit : du biogaz composé majoritairement de méthane ( $\text{CH}_4$ , 50 à 70%), de dioxyde carbone ( $\text{CO}_2$ , 20 à 50%) et d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Quelques gaz traces peuvent également être présents ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Du digestat, produit liquide ou solide composé de matières organiques non dégradées et de minéraux.

Le biogaz peut ensuite valoriser de différentes façons (production d'électricité, de chaleur, de carburant, injection sur le réseau GRT), tout comme le digestat qui est utilisé en compostage (*POQUET, 2013*).

Le potentiel méthanogène est le volume de méthane biogaz produit lors de la dégradation anaérobie en présence de bactéries d'un échantillon initialement introduit, exprimé dans les conditions normales de Température et de Pression (L'industrie agro-alimentaire produit d'importantes quantités de déchets fermentescibles).

Partie  
expérimentale

Matériel  
et  
méthodes

## **I. Matériel et méthodes**

### **Objectif de l'étude**

Notre étude s'articule autour de trois points : le premier consiste en une enquête menée sur les quantités d'huiles alimentaires raffinées consommées et des quantités des huiles rejetées après leur utilisation en fritures (dites huiles alimentaires usagées) par certains établissements de la restauration rapide (dits fast-foods) et des restaurants dans la ville de Tizi-Ouzou. Le deuxième objectif a trait à connaître les voies d'élimination de ces déchets. Enfin, le troisième objectif concerne la détermination des propriétés physicochimiques des échantillons d'huiles usagées récupérées par l'entreprise IRIS ROYEL dans laquelle ces déchets sont valorisés dans la production de savon de ménage ; des analyses ont été faites sur ce produit cosmétique.

#### **I.1.1. Réalisation de l'enquête sur terrain**

Cette partie de l'étude a été effectuée à la ville de Tizi-Ouzou. Un questionnaire a été préparé par nos soins puis remis aux responsables des établissements visités. Ce questionnaire permet d'estimer les quantités d'huiles de bain de friture usagées générées par chaque établissement (figure 4).

Nous avons effectué une enquête sur terrain dans les restaurants et les fast-foods de la ville de Tizi-Ouzou pour connaître les lieux générant les huiles de friture, les quantités des HAU consommées (journalières, mensuelles et annuelles), les quantités rejetées (journalières, mensuelles et annuelles) et le mode d'élimination.

#### **Présentation de la wilaya de Tizi-Ouzou**

La wilaya de Tizi-Ouzou est une wilaya algérienne située dans la région de la Grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. Elle est divisée administrativement en 67 communes et 21 daïras.

La wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur 2 992,96 km<sup>2</sup>. La population résidente telle qu'évaluée lors du recensement de 2008 est de 1 127 607 habitants. La densité atteint 381,21 habitants au km<sup>2</sup>.



**Figure 4:** Situation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Après les renseignements portés sur le questionnaire (voir l'annexe 5), on a dénombré les restaurants et les fast-foods où de grandes quantités d'huiles sont utilisées (tableau II).

**Tableau II :** Quelques lieux générant des huiles alimentaires usagées dans la ville de Tizi-Ouzou.

<b>Lieux</b> <b>Localité d'enquête</b>	<b>BD STTI</b>	<b>Fleuriste</b>	<b>Bastos</b>	<b>Hasnaoua</b>	<b>La Tour</b>	<b>Krim Belkacem</b>
<b>Fast-food</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Restaurant</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

### **Description de l'usine de valorisation des huiles de friture**

C'est une entreprise installée par M. Sofiane HANI, depuis l'année 2013. Elle est spécialisée dans la valorisation des huiles alimentaires usagées dans la production de savon. Ce produit est fabriqué à partir de ces déchets collectés dans divers établissements de la restauration situés à Tizi-Ouzou. Des usines sont implantées dans d'autres wilayas du pays ; son adresse à Tizi-Ouzou est : Lot Louggar Lot n°268 Section 68. Tizi-Ouzou.

### **Echantillonnage**

L'échantillon d'huile de bain de friture (huile alimentaire usagée, HAU) analysé dans notre étude a été prélevé le 01 / 06 / 2021 à l'entreprise, IRIS ROYEL. Cette dernière fabrique du savon de ménage à base des HAU collectées dans divers établissements de restauration.

Après homogénéisation du tank de stockage de l'huile, un échantillon d'huile a été prélevé (200ml) par nous-mêmes. L'échantillon de HAU a été introduit dans un flacon en verre transparent, bien fermé puis recouvert de papier aluminium afin d'éviter toute altération liée à l'effet de la lumière et de l'air ambiant. Cet échantillon a été ensuite transporté au laboratoire où il a fait l'objet d'une série d'analyses chimiques afin de déterminer les critères suivants : l'acidité, l'indice de peroxyde et l'indice d'iode.

## Analyse de l'huile de friture

### Détermination de l'acidité (ISO 3960,2007)

L'acidité d'une huile est exprimée conventionnellement en pourcentage d'acide gras Oléique ou palmitique prédominant dans le corps gras.

Cette méthode consiste à une neutralisation des acides gras par une base (solution de NaOH) en présence de phénolphaléine comme indicateur coloré.



Les étapes de cette manipulation se présentent comme suit :

- Peser 0.561g de KOH puis ajouter 100ml de l'eau distillée dans un bécher (solution de KOH).
- Dans un Erlen Meyer, fait introduire 2.5g de l'huile de friture.
- Ajouter 25ml d'Ethanol, porter à ébullition.
- Ajouter 3 gouttes de phénolphaléine (1%).
- Titrer avec la solution de KOH en agitant soigneusement le contenant de l'Erlen Meyer pendant le titrage.
- Arrêter le titrage quand la coloration rose persiste.
- Noter la chute de burette (volume de KOH).
- Suivre le même protocole pour la détermination de l'acidité de l'huile vierge.

Cet indice est calculé selon cette formule :

$$\mathbf{A \% = M.V.N / m.10}$$

Soit :

**A%** : Acidité exprimée en pourcentage

**M** : Masse molaire d'acide oléique (282 g/mol)

**N** : Normalité de NaOH (0,1 N)

**V** : Volume de NaOH nécessaire au titrage (mL)

**m** : Poids de la prise d'essai (g)

### Détermination de l'indice de peroxyde (IP)

L'indice de peroxyde permet d'évaluer la quantité de peroxydes présents dans un corps gras, ce qui renseigne sur le taux d'acides gras rances. Cet indice correspond à la teneur en oxygène actif du peroxyde présent dans le corps gras et susceptible d'oxyder l'iodure de potassium avec libération d'iode. L'indice de peroxyde est généralement exprimé en milliéquivalents (még) d'oxygène actif par kilogramme d'huile (JORADN°64,2011, AFNOR-

NFT60-22)

La prise d'essai en solution dans un mélange acide acétique et chloroforme est traitée par une solution d'iodure de potassium. L'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium.(CEE N°2568/91, 1991 ; GOUGAM et BAITECH,2003).

Les étapes de cette manipulation se présentent comme suit :

- 2g de l'échantillon a été solubilisé dans 10 ml de chloroforme.
- 15 ml d'acide acétique, puis 1 ml d'iodure de potassium ont ensuite été ajoutés.
- Le flacon a été aussitôt bouché, agité durant 1 minute et laissé durant 5 minutes à l'abri de la lumière à une température comprise entre 15 et 25°C.
- 75 ml d'eau distillée a été ensuite ajoutée tout en agitant vigoureusement et en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur.
- La solution a été titrée à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium (0.01N) pour les indices présumés supérieurs ou égaux à 12 et 0.002 N pour les indices présumés inférieurs à 12.
- Noter la chute de burette (volume de thiosulfate de sodium 0.01 N)
- Répéter le même protocole pour l'huile vierge.
- Réaliser un essai à blanc.

L'indice de peroxyde, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'échantillon a été calculé selon la formule suivante:

$$IP = \frac{N * (V - V_0)}{P} * 1000$$

**N**: représente la normalité de thiosulfate de sodium titrée utilisée.

**V<sub>0</sub>** : représente le volume de titrage de l'essai à blanc en ml.

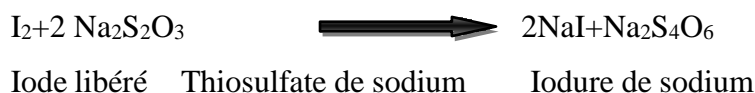
**V**: représente le volume du titrage en ml.

**P**: représente la masse de prise d'essai en gramme.

### Détermination de l'indice d'iode

L'indice d'iode est le nombre en gramme d'iode fixé par 100g de corps gras. Cette réaction d'addition est utilisée pour déterminer qualitativement l'insaturation des corps gras (ADRIAN *et al.*, 1998).

Le principe repose sur le traitement d'une prise d'essai d'une solution de mono chlorure d'iode dans un mélange forme du réactif de *Wijs* et de tétrachlorure de carbone. Cette réaction d'addition est utilisée pour déterminer quantitativement l'insaturation globale des chaînes grasses, après un temps donné de réaction, il y a réduction de l'excès d'iode par addition d'une solution d'iodure de potassium et de l'eau, puis titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium ( $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) selon la réaction suivante:



Les étapes de cette manipulation se présentent comme suit :

- Introduire 0.2g de l'huile de friture dans un flacon de 300 à 500 ml bouché.
- Ajouter 25 ml de réactif de *Wijs*, agiter et placer le flacon à l'obscurité pendant 1h.
- Ajouter 2 ml Iode de potassium (KI à 10%) puis ajouter 150 ml de distillée et agiter la solution.
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium (0.1N) en présence de quelques gouttes d'amidon.
- Noter le volume de thiosulfate de sodium (0.1N).
- Suivre le même protocole pour une huile vierge.
- Faire un essai à blanc.

Les teneurs en indice d'iode sont calculées ainsi:

$$\mathbf{Ii} = \frac{12.69 (V_2 - V_1)}{\mathbf{P}}$$

**Ii** : indice d'iode.

**V<sub>1</sub>** : Volume en millilitre de thiosulfate de sodium à 0.1N utilise pour l'essai avec l'échantillon.

**V<sub>2</sub>** : Volume en millilitre de thiosulfate de sodium à 0.1 N utilisé pour l'essai à blanc.

**P:** la prise d'essai exprime en gramme.

**12,69:** Masse d'iode correspondant à 1 ml de thiosulfate de Na pour 100 g de corps gras.

### **Analyses du savon fabriqué**

#### **Echantillonnage**

Les huiles de friture usagées collectées sont stockées dans des tanks ; elles sont ensuite valorisées dans cette entreprise pour en produire du savon de ménage. Un seul échantillon de savon brut est prélevé le 15.06.2021 (voir annexe 2).

Cet échantillon a été ensuite transporté au laboratoire où il a fait l'objet d'une série d'analyses physico-chimiques afin de déterminer les critères suivants : pH, pouvoir moussant ; et l'analyse microbiologique pour déterminer son pouvoir antibactérien.

#### **Analyse physico-chimique**

##### **I.6.2.1. Le Potentiel Hydrogène (pH)**

La principale préoccupation à propos du savon à l'heure actuelle est celle du pH, ce dernier sert à mesurer la concentration d'une solution aqueuse en ions  $H^+$ . Il permet de mesurer le degré d'acidité ou de basicité d'une solution et varie de 0 à 14.

Si le pH est :

- Supérieur à 7 la solution est dite basique
- Egal à 7 la solution est dite neutre.
- Inférieur à 7 la solution est dite acide.

Etant donné que la peau l'homme a un pH de 5.5 en moyenne, la majorité des savons sont fabriqués basique, leur pH est supérieur à 7 (*ANONYME, 2005<sub>k</sub>*).

Le mode opératoire de cette technique d'analyse se présente comme suite :

- On Prend un morceau de savon et on le mouille avec un peu d'eau de pH neutre (pH=7) ;
- On frotte le savon imbibé d'eau à l'aide d'un pinceau pour en extraire de la matière.
- On colle une bandelette de papier pH à l'endroit frotté du savon, puis le papier se colore.
- On visualise la couleur en le comparant aux couleurs standard affichées sur la boîte comme indiqué par la *figure 5*.

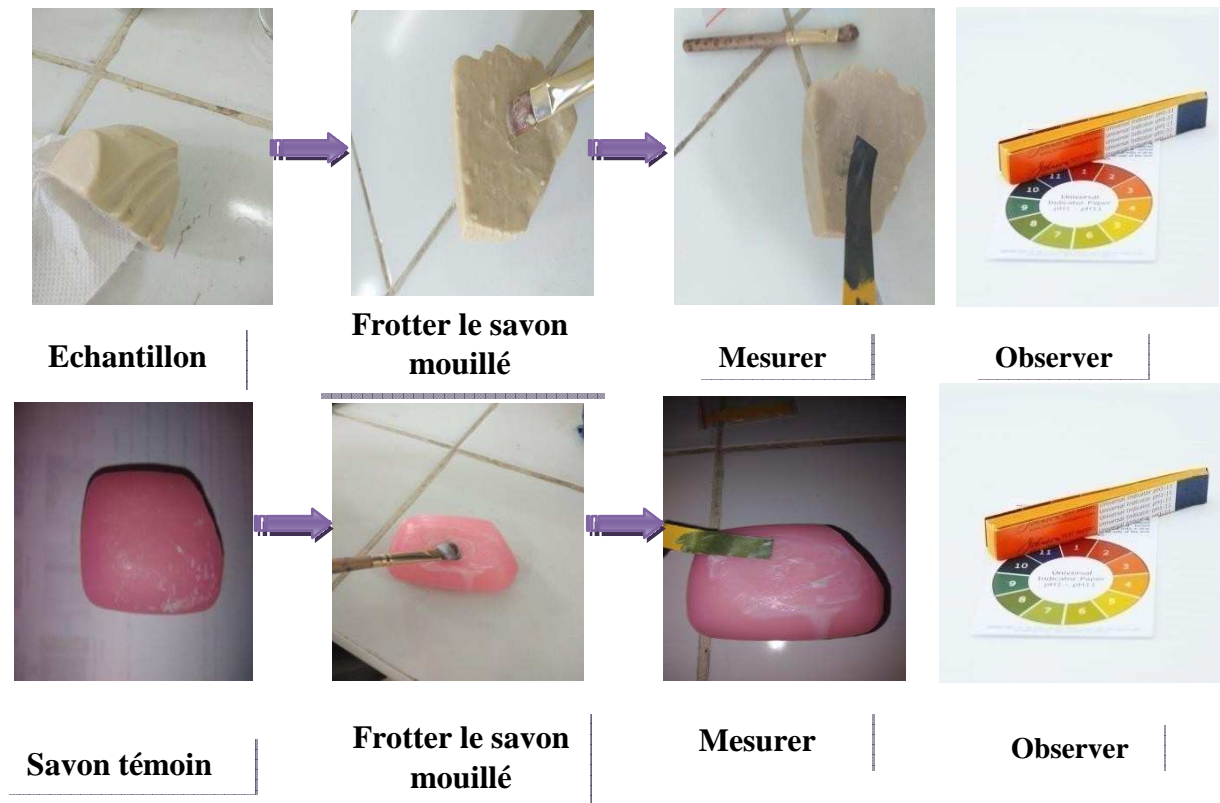


Figure 5 : Les étapes de la détermination de pH.

#### I.6.2.2. Détermination du pouvoir moussant (volume de mousse)

Le pouvoir moussant des savons est caractérisé par le volume de mousse obtenu dans des conditions expérimentales déterminées. L'évolution de ce volume de mousse durant les 5 min qui suivent sa formation est également donnée. (ISO/R 862, 1984).

La mesure de cet indice consiste à faire giter un échantillon de savon dans un volume d'eau jusqu'à sa dissolution complète. A cet effet, on pèse 0.25g de l'échantillon de savon dans une balance de précision, ensuite on le verse dans une éprouvette gradué qui contient 25 ml d'eau de pH=7, en fin agiter jusqu'à la dissolution complète du savon.

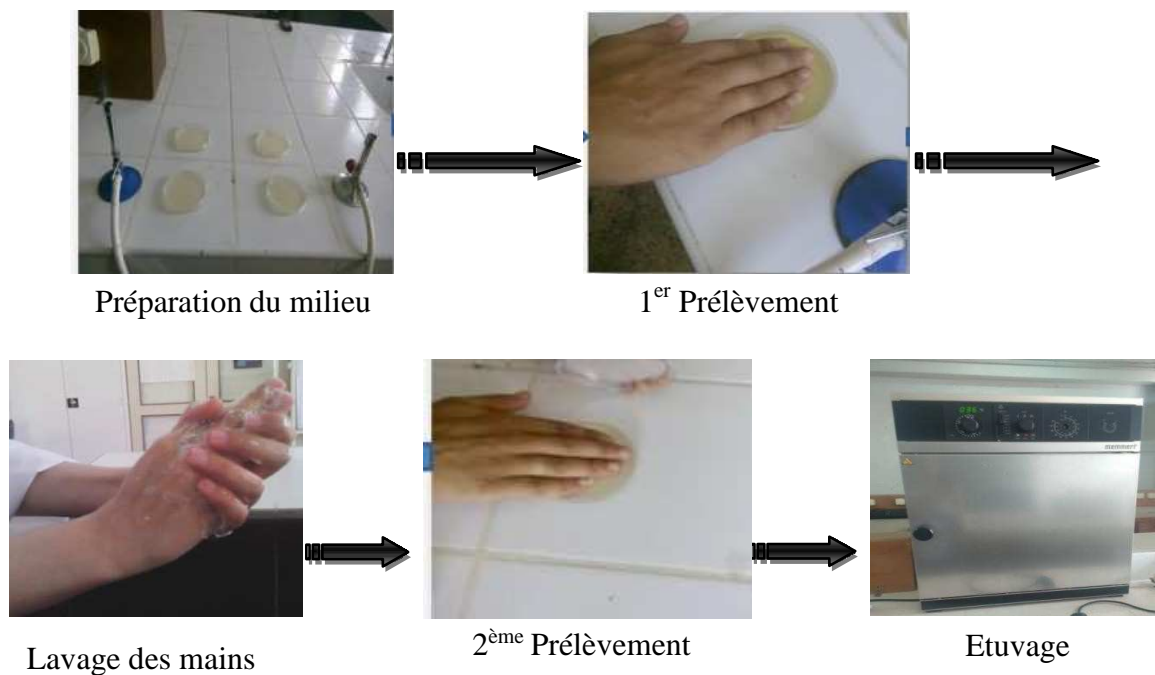
La lecture du volume du mousse se fait à l'aide des graduations de l'éprouvette. (TOGBE et BOISCI, 2014).

## Analyse microbiologique

### Analyse de l'effet bactéricide (dénombrement de la flore totale)

L'objectif de ce test est de vérifier l'efficacité des savons obtenus, de point de vue pouvoir antibactérien et d'étudier la rémanence du savon sur les mains (TANNEUR et MICHELE, 2006).

- un milieu de culture (PCA) a été préparé ;
- on verse dans des boites de Pétri après un temps de refroidisse ;
- on introduit « nos » mains sales dans les boites de Pétri préparées (1<sup>er</sup> prélèvement) ;
- on laver « nos » mains sales avec pendant 1minute 30 secondes à l'eau du robinet ;
- on sèche « nos » mains à l'air libre, et on les introduit à nouveau dans une autre boite de Pétri remplies de milieu de culture (2<sup>ème</sup> prélèvement) ;
- Les boites de pétri «ensemencées» sont mises à dans l'étuve réglée à 30°C pendant 24h (durée d'incubation) ;
- au terme de cette durée, on dénombre les colonies.



**Figure 6** : les étapes de l'analyse bactéricide

# Résultats et discussion

## II. Résultats et discussion

### Résultats de l'enquête

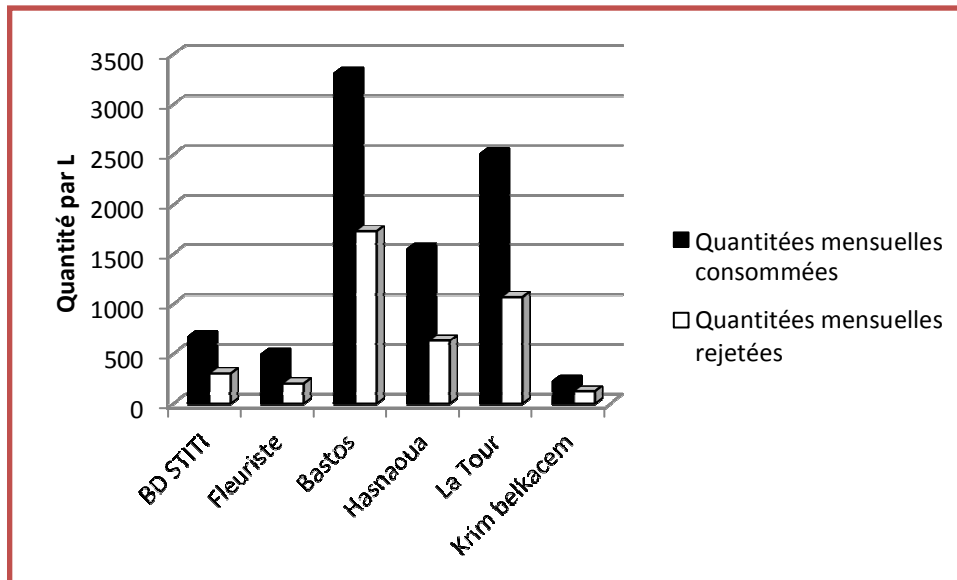
#### Aperçu sur les quantités d'huiles alimentaires usagées (HAU) rejetées dans la ville de Tizi-Ouzou

Au cours de notre enquête, nous avons visité 39 restaurants/ fast-foods qui sont situés au boulevard Stiti, et les zones dites le fleuriste, Bastos, Hasnaoua, la Tour et Krim Belkacem.

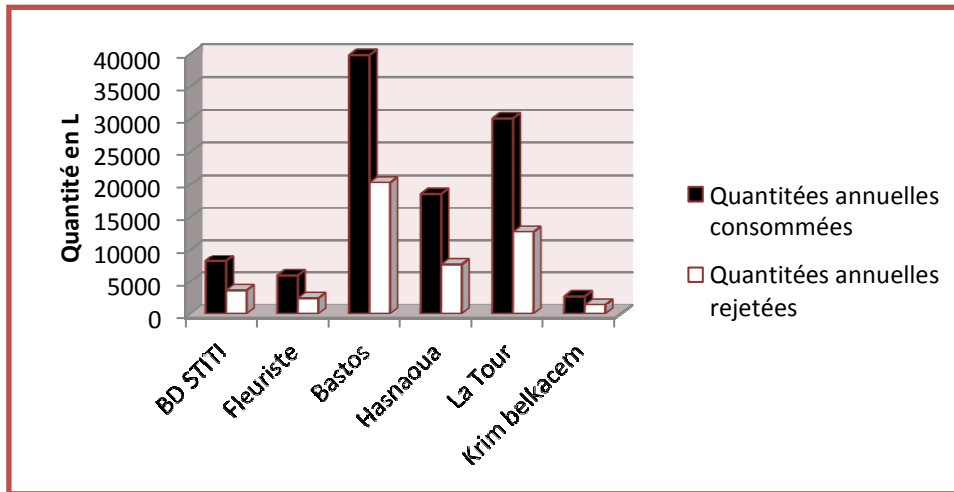
D'après les figures 7-10, les quantités mensuelles et annuelles des huiles consommées dans les sites étudiés à Tizi-Ouzou varient successivement de 225 à 3315 litres / mois et 2700 à 39792 litres /an ; les quantités mensuelles et annuelles rejetées des huiles varient de 120à 1727 litres /mois et 1440à 20340 litres / an successivement.

Les quantités des huiles rejetées sont non négligeables, elles augmentent en parallèle avec les quantités consommées. Le résultat de notre enquête fait apparaître une la quantité rejetée de 8760 litres /mois et 105132litres /an.

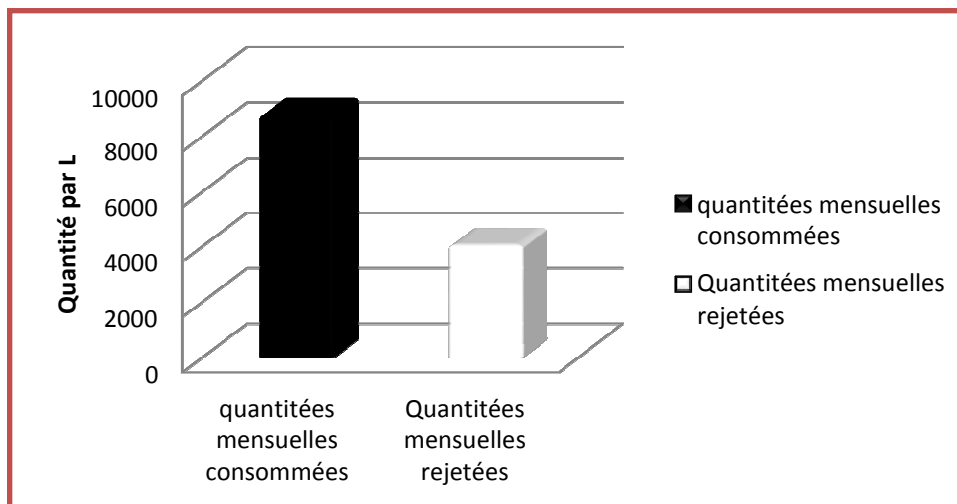
La quantité de huile fraîche est fortement consommée au sein de la restauration située dans les grandes agglomérations comme dans le cas de La Tour avec 3315 litres /mois et 39792 litres /an, ce qui traduit par une variété de restauration dont laquelle l'utilisation des huiles alimentaires destinées à la cuisson et surtout la friture. Les chiffres montrent que les quantités consommées sont proportionnellement liées au nombre d'habitants par chaque quartier.



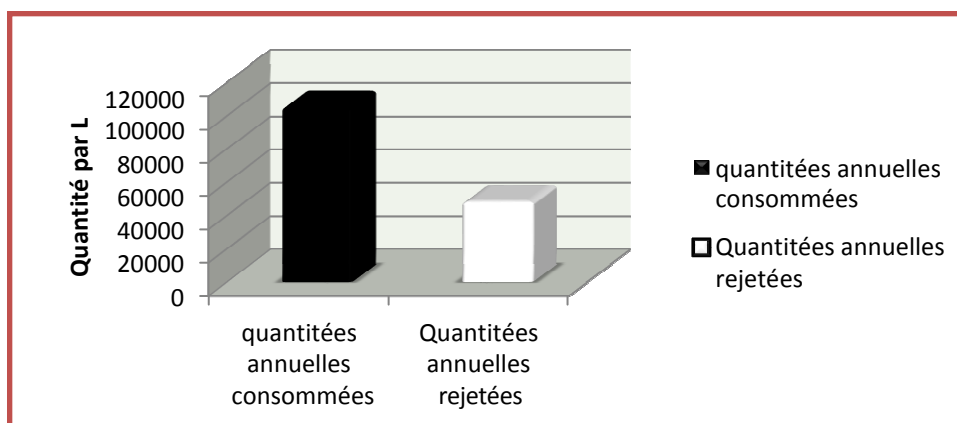
**Figure 7 :** Quantités mensuelles en litres des HAU consommées et rejetées par les sites étudiés de la ville de Tizi-Ouzou.



**Figure8 :** Quantités annuelles en litres des HAU consommées et rejetées par les sites étudiés de la ville de Tizi-Ouzou.



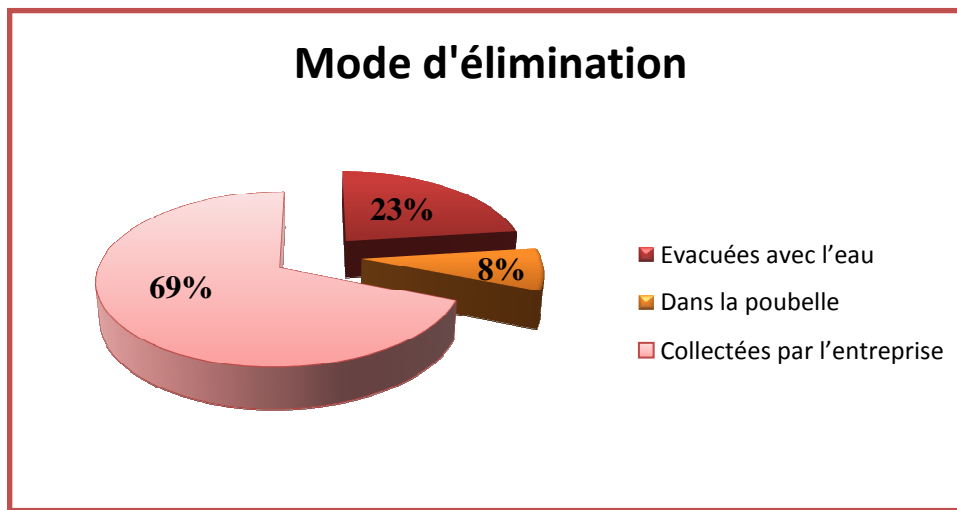
**Figure 9 :** Quantités mensuelles en litres des huiles alimentaires usagées consommées et rejetées à la ville de Tizi-Ouzou.



**Figure 10 :** Quantités annuelles en litres des huiles alimentaires usagées consommées et rejetées à la ville de Tizi-Ouzou.

### Elimination des huiles alimentaire usagées (HAU) dans la ville deTizi-Ouzou

La figure (11) représente les différents modes d'élimination des HAU au niveau de la ville de Tizi-Ouzou. Elle indique que le mode d'élimination le plus fréquent par les restaurants et les fast-foods se fait par récupération par des entreprises de collecte et de recyclage. Le recyclage permettant de donner une nouvelle vie en les valorisant dans diverses industries en d'autres produits est estimé à 69% ; 23% de ces HAU sont évacués avec de l'eau des éviers où sont déversées dans le réseau d'assainissement ; 8% sont introduites dans des bouteilles en plastiques et déposées dans les ponts de pré-collecte (bennes ou autres).



**Figure 11 :** Les différents modes d'élimination des huiles alimentaires usagées à la ville de Tizi-Ouzou.

Notre enquête, révèle que la quantité des HAU rejetée est considérée comme énorme en exploitant les chiffres obtenus à l'échelle de la ville de Tizi-Ouzou. Ces déchets provoquent un danger pour l'environnement par des nuisances qu'ils occasionnent, comme les mauvaises odeurs dues à la fermentation et la charge organique. Ceci détruit le cadre de vie des habitants de la wilaya, et aussi provoquent un dysfonctionnement de la station d'épuration sise dans la zone dite le pont de bougie par l'augmentation de la charge polluante ou encore le pouvoir colmatant important des eaux résiduaires évacuées vers les dispositifs d'assainissement.

Par souci de contribuer à la protection de l'environnement de cette pollution par les HAU qui touche les écosystèmes terrestres et aquatiques, l'initiative lancée par l'entreprise IRIS de valoriser ces HAU dans la production de savon est opportune. En effet, l'analyse du savon fabriqué à base de ce déchet es dans le but de déterminer l'efficacité de savon produit par l'entreprise.

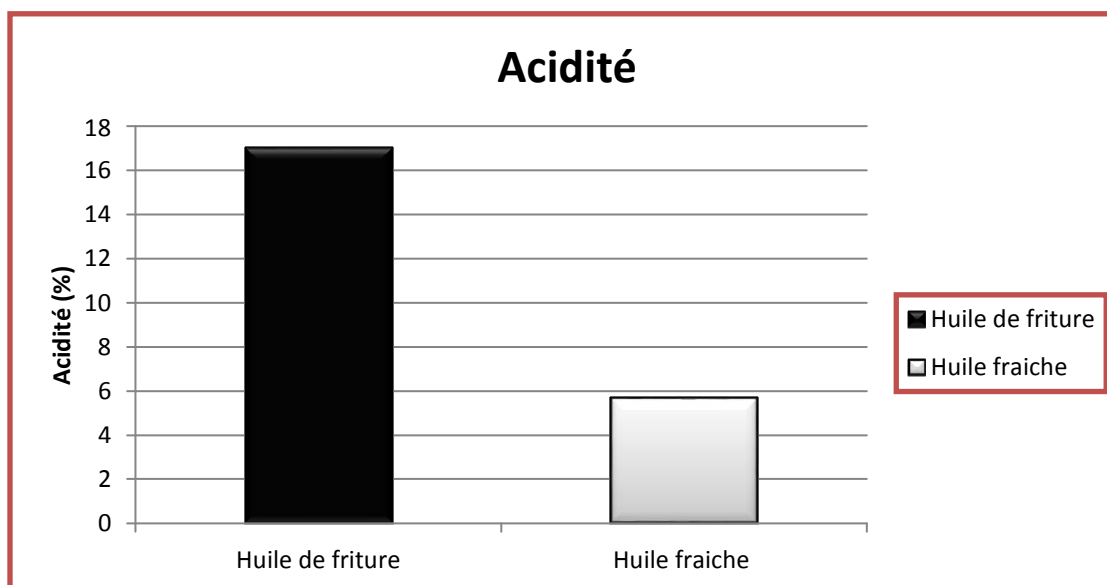
## Résultats des analyses des huiles de friture

### Acidité

L'acidité est le pourcentage d'acide gras exprimé conventionnellement en acides l'aurique pour les huiles de coprah et le palmiste, en acide palmitique pour l'huile de palme et en acide oléique pour la majeure partie des huiles.

L'acidité nous renseigne sur le taux d'acides gras libres (AGL) présents dans l'huile et permet d'estimer le degré d'altération hydrolytique (ETAL, 1998).

Les résultats obtenus pour l'indice d'acidité de notre échantillon et celui de l'huile fraîche sont présentés dans la *figure 12* suivant :



**Figure 12 :** Acidité d'huile usée comparé à l'huile fraîche

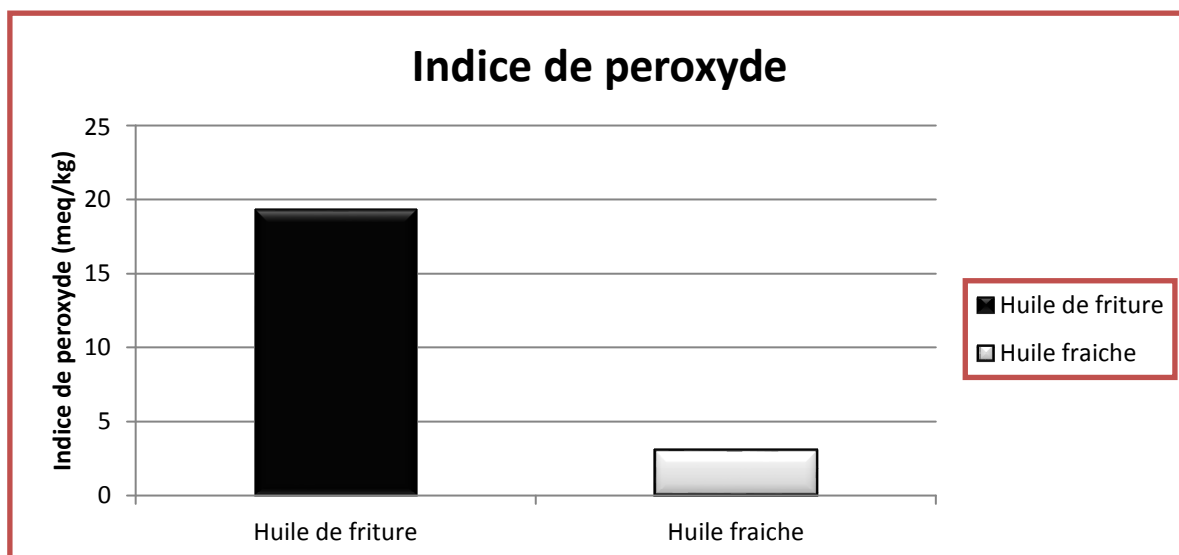
Les résultats montrent que la valeur d'acidité de notre échantillon huile de friture comparé à l'huile fraîche sont différentes puisqu'elle est 17.004% pour notre échantillon et 5.65% pour l'huile fraîche (*figure 12*).

Cette augmentation est expliquée par la présence d'eau dans le bain de friture apportée par l'aliment frit (pomme de terre) et les hautes températures appliquées (180°C). Ceci provoque les réactions d'hydrolyse des triglycérides contenues dans l'huile qui libèrent les AGL, augmentant ainsi leurs teneur dans le bain (WASSEF et NAWER, 1996 ; GERTZ et KOCHHAR 2001).

### Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de microgrammes d'oxygènes actifs pour un gramme de matière grasse (NJUSSA, 1999). Il permet d'apprécier le degré d'oxydation d'une huile. Cet indice permet de suivre l'état de conservation d'une huile ou l'état d'avancement

de l'oxydation (DJOM ,1993). Lorsqu'une huile n'est pas soumise à de bonne condition de conservation ou à un bon traitement, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le souvent par hydrolyse ou par oxydation. Elle devient ainsi impropre à la consommation. (NDEYE, 2001)



**Figure 13** : Indice de peroxyde d'huile utilisée comparé à l'huile fraîche

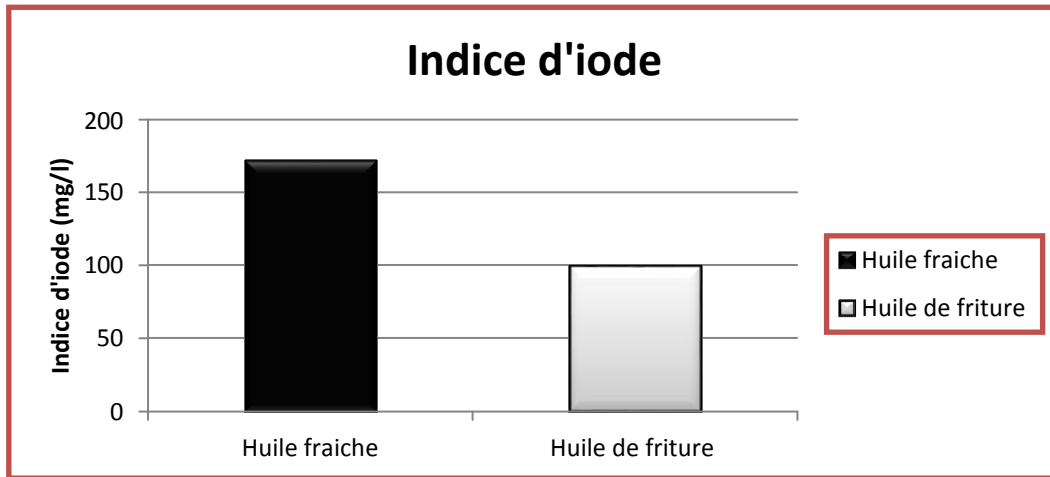
Les résultats montrent que la valeur de l'indice de peroxyde de notre échantillon huile de friture comparé à une huile fraîche sont différentes. Puisqu'elle est de 19.25 meq/kg pour notre échantillon et 3 meq/kg pour l'huile fraîche (*figure 13*) ;

Cette augmentation de l'indice de peroxyde au cours de la friture est expliquée par la formation des peroxydes (composés primaires) suite à l'exposition de l'huile à de hautes températures (180°C), en présence de l'air qui favorise les réactions de peroxydation (EL- SHAMI et AL, 1992 ; SAGUY et AL, 1998 ; WHITE et MILLER, 1988)

Cette peroxydation détruit les acides gras de l'huile et conduit à l'obtention de composés très toxiques (DEYMIE et AL, 1981 ; LAMBONI et AL, 2005). Donc cette huile est impropre à la consommation et elle est considérée comme déchet.

### Indice d'iode

L'indice d'iode est le nombre de grammes d'iode fixe sur les doubles liaisons de 100 grammes de matières grasses. Il exprime le degré d'insaturation d'un corps gras et par suite sa prédisposition à l'oxydation (DJOM, 1993). Un corps gras est plus sensible à l'oxygène lorsqu'il est constitué d'un nombre élevé de doubles liaisons.



**Figure14:** Indice d'iode d'huile utilisée comparé à l'huile fraîche

D'après les résultats présentés dans *la figure 14*, on remarque qu'il y'a une diminution de la valeur de cet indice dans notre échantillon qui est de 99.61mg /100g par rapport à celle de l'huile fraîche qui est de 170mg/100g.

(GERTZ, 2008) a rapporté que la diminution de cet indice est expliquée par la formation de produits d'oxydation lipidiques ou d'acides gras insaturés (AGI), ce qui diminue l'insaturation de l'huile. Donc notre huile est dégradée et devenue impropre à la consommation ; on la considère comme un déchet.

## Résultats d'analyses de savon

### pH

Les résultats obtenus pour le test de potentiel hydrogène (pH) de notre échantillon et celui du témoin (savon industriel) sont présentés dans le *tableau III*.

**Tableau III** : Mesure du potentiel hydrogène (pH) des deux savons.

Types de savon	pH
Savon test (échantillon)	8
Savon industriel (Témoin)	7

D'après les résultats portés dans ce tableau, on remarque que la valeur de pH du savon à base de HAU est proche de celle du savon industriel. Ces valeurs sont conformes à la norme des savons qui est fixée dans un intervalle de 7 à 10. Ainsi, le savon issu des HAU est jugé de bonne qualité.

### Pouvoir moussant

Il existe de nombreuses méthodes de détermination du pouvoir moussant d'un tensioactif. La plus connue est mesurée selon la méthode *Ross-Miles* utilisée en industrie ; c'est une mesure statique qui nécessite des volumes importants de solution de tensioactifs ; elle permet d'évaluer le volume de mousse initial formé et sa stabilité dans le temps.

Dans le cas des composés synthétisés à l'échelle du laboratoire, la méthode utilisée consiste à agiter verticalement un volume défini de la solution de tensioactifs dans un tube fermé puis à mesurer la hauteur de la mousse et sa décroissance au cours du temps (*figure 15*)(*EPOUNE LINGOME, 2011*).

Le pouvoir moussant est l'aptitude d'un tensioactif à pouvoir former une mousse stable et persistante (*PORE, 1992*).



Figure 15: photos du test pouvoir moussant

La mousse est généralement définie comme étant une dispersion de gaz dans un liquide de telle façon que sa densité approche celle du gaz. Le pouvoir moussant et la stabilité de la mousse dépendent de : la concentration en acides gras, de la nature des acides gras, de la température et le temps.

Elle est maximale entre 20 et 40°C pour les composés ayant une longueur de chaîne de 12 à 14 atomes de carbone (*DIDOUCHE, 2012*).

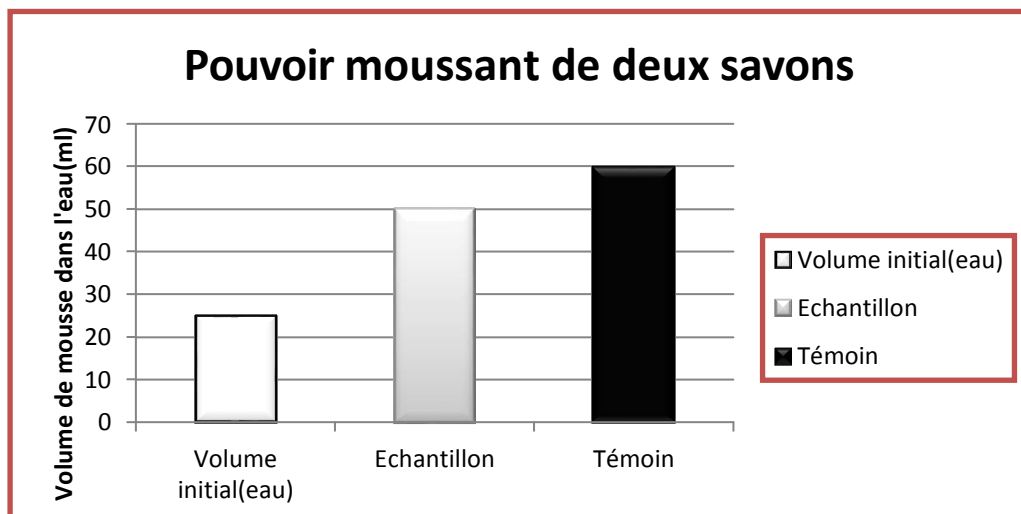


Figure 16 : Analyse comparative du pouvoir moussant des deux échantillons de savons.

Les résultats de test de pouvoir moussant (*figure 15*) effectué sur notre échantillon de savon et sur le témoin illustré dans (*figure 16*) fait ressortir que le témoin présente un pouvoir moussant de 60 ml, tandis que le savon fabriqué avec les huiles de friture usagées est de 50ml. Cette différence est due à l'ajout de tensions actifs au savon industriel (témoin) qui augmentent l'effet moussant des savons commercialisés.

#### **III.4. Test Bactéricide**

Les tensioactifs anioniques lysent la membrane cytoplasmique des cellules microbiennes. A plus fort concentration, ces molécules chimiques précipitent les protéines et les acides nucléiques. Le savon présente un pouvoir antiseptique marqué. Cependant, la plupart des auteurs s'accordent à dire que le pouvoir antiseptique des savons est principalement dû à sa grande capacité à éliminer les bactéries présentes sur les surfaces cutanées.

Cependant, cet effet n'est pas limité à ce point de vue, car le savon est un bon germicide pour certaines bactéries (Streptocoques, Pneumocoques, Méningocoques, Bacilles diphtériques et Bacille typique) (*DIDOUCHE,2012*).

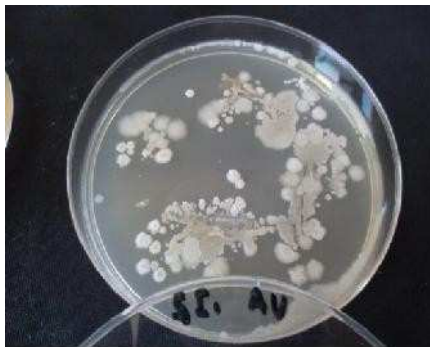
Ce test sert à connaître l'efficacité de notre produit comparé à un témoin (*figure 17*).



Echantillon avant lavage des mains



Echantillon après lavage des mains



Témoin avant lavage des mains



Témoin après lavage des mains

**Figure 17** : Photos des colonies des savons avant et après lavage des mains

Les résultats de ce test montrent que les colonies (bactéries, champignons, etc.) avant lavage des mains étaient élevées (+300 colonies) sur les deux. Après lavage des mains, on remarque que le nombre de colonies diminuent pour atteindre 22 sur le savon-test et 17 sur le savon témoin. Ces valeurs obtenues indiquent l'efficacité antibactérienne de ces deux savons ; les bactéries ont été éliminées à plus de 80% pour les deux. Ainsi donc, le savon fabriqué à partir de la valorisation des HAU est conforme et efficace.

## Conclusion

Les huiles alimentaires usagées sont considérées comme des déchets non dangereux, mais elles provoquent des nuisances s'elles sont rejetées dans la nature. Elles vont arriver jusqu'au réseau d'assainissement et créent un dépôt graisseux qui favorise la prolifération des micro-organismes générateurs de deux types de composés toxiques, tel que l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfurique.

Ces déchets graisseux finiront par arriver à la station d'épuration où ils causent des problèmes de colmatage des canalisations ainsi que l'apparition d'un film graisseux qui empêche les échanges entre l'effluent et l'air, ce qui réduit l'activité des bactéries lors du traitement biologique. Ainsi, ces huiles usagées doivent être récupérées pour subir un traitement spécifique et adapté pour éviter tout effet nocif sur l'environnement et la santé humaine.

Dans notre étude, nous avons réalisé une enquête sur terrain au niveau de restaurants et fast-food situés dans quelques quartiers au niveau de la ville de Tizi-Ouzou, afin d'estimer les quantités consommées, rejetées ainsi le mode d'élimination des huiles de friture usagées.

L'enquête montre qu'une grande quantité des Huiles Alimentaires Usagées(HAU) (64%), sont collectées par l'entreprise de collecte et de valorisation « IRIS ROYEL » et d'autres entreprises. Ensuite, nous avons étudié la qualité du savon produit à base des HAU collectées par cette entreprise.

Les échantillons d'HAU prélevés dans cette entreprise indiquent leur altération avancée. Ces huiles, impropres, à la consommation humaine, ont une acidité très élevée (17.004%), un indice de peroxyde élevé (19.25 meq/kg) et un indice d'iode inférieur (99.61mg/100g). Le savon fabriqué à base de ce déchet a un pH de 8, proche de celui du savon « standard » mesuré à 7.

De plus, le pouvoir moussant du savon fabriqué à base de déchet est proche de celui du savon commercial. L'effet bactéricide en est également proche.

Enfin, il est indispensable de porter ces différentes recommandations dans la perspective d'approfondir cette étude et par conséquent diminuer un tant soit peu le risque de pollution de l'environnement, il est intéressant d'organiser une collecte des huiles alimentaires usagées au niveau des villages,

- de sensibiliser les gens sur l'effet néfaste de ces huiles sur l'environnement,
- d'inciter les générateurs de ce déchet de se collaborer avec les entreprises de valorisation,
- de construire des baraques qui servent à la collecte des Huiles Alimentaires Usagées (HAU) auprès des endroits générant ces déchets.

## **Résumé**

Les huiles de friture usagées sont des déchets qu'il ne faudrait pas jeter dans l'évier des ménages ou industriel. Ce rejet pourrait causer divers problèmes. Les huiles alimentaires usagées (HAU) peuvent obturer les canalisations, induire la pollution des cours d'eau ou des nappes phréatiques, ou causer des problèmes de maintenance des stations d'épuration. Ainsi, la valorisation des HAU empêche toutes nuisances à l'environnement.

L'objectif de notre étude consiste à déterminer les propriétés d'un savon fabriqué à base d'HAU collectées et fabriquée à IRIS ROYEL. Ce savon est produit à partir d'huiles de friture usagées collectées dans des restaurants et fast-food de la ville de Tizi-Ouzou.

D'après les résultats de notre enquête, de grandes quantités d'HAU sont générées par les établissements de la restauration, une quantité de (64%) des huiles de friture usagées sont collectées par l'entreprise au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou, une quantité de (36%) des huiles de fritures sont rejetés directement dans l'environnement.

Le savon fabriqué est doté d'un pouvoir moussant et d'un effet bactéricide proche de ceux de savon commercialisé. Les valeurs obtenues sont respectivement de 50 ml Contre 60 ml Et 22 colonies de bactéries Contre 17 colonies de bactéries.

**Mots clés :** les huiles alimentaires usagées, valorisation, collecte, paramètres physico-chimiques, entreprise IRIS ROYEL, Tizi-Ouzou, environnement, savon écologique.

## **Références bibliographiques.**

**AFNOR- NFT60-220.** Détermination de l'indice de peroxyde. Association Française de Normalisation. AFNOR, Paris, France.

**AGBEZO D (2011).** Adaptation d'un moteur diesel à l'utilisation d'huile végétale pure (HVP) comme carburant : application au prototype « Flexy Energy ». Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Génie électrique, 52p.

**ALADEDUNYE F A- PRZYBYLSKI R., AM., J. (2009).** Degradation and Nutritional Quality Changes of Oil During Frying : Journal of the American Oil Chemists' Society 86, 149.

**ANONYME (2005<sub>k</sub>),** Projet de Sciences au quotidien : Savons chimiques et naturels. Université de Bruxelles.

**ANONYME (2007<sub>j</sub>),** Guide de recommandations à l'usage des conseillers des entreprises(2007), Gestion des eaux usées issues des métiers de bouche, CNIDEP (Centre National d'Innovation pour le Développement durable et l'Environnement dans les Petites entreprises).

**BENKADI A et -MEDJOUDJ S. (2016).** Mise en valeur des huiles de cuisson(huiles de fritures). Mémoire de master académique, Faculté des Sciences Appliquées Département de Génie des Procédés, Université Kasdi Merbah Ouragla-ouragla, p15.

**CARRE P., DARTENUC C-EVRARD J., JUDE A-LABALLETTE F., RAOUX R, etal. (2003)** Frying stability of rapeseed oils with modified fatty acid compositions. 11th International Rapeseed Congress, Copenhagen, 2:540-3

**CHAIB Fet KHENFER A.(2013).** Synthèse de biodiesel par la transestérification des huiles commercialisées. Mémoire de Master académique. Spécialité génie chimique. Université KASDI MARBAH d'Ouargla. P.40.

**CHANTAL B (2000).** Utilisation d'huile de friture à des fins agricoles. Faculté des sciences université de Sherbrooke. Canada, placid compositions. 11th International Rapeseed Congress, Copenhagen, 2:540-3.

**CHARFAOUI M.S. (2011).** Les cultures oléagineuses : Enjeux et problématique. Portail Algérien des énergies renouvelables.

**CHEKROUN N. (2013).** Détermination de la capacité antioxydante des huiles végétales : Huile Afia, mémoire du master en chimie., Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen. 72p

**DEYMIE B., MULTON J., - SIMON D. (1981).** Analyse et contrôle dans les industries agroalimentaires. Ed. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires.

**DJOM J. H. (1993).** Suivi de la palmisterie du processus de fabrication de l'huile de palme et contrôle de qualité des produits finis. Mémoire de fin d'étude. Ecole nationale supérieure de l'industrie agro-alimentaire de Cameroun. Université de Ngaoundere. p52. Paris : Technique et documentation ; APRIA.

**DIDOUCHE Y. (2012).** Valorisation d'un déchet industriel impact écologique/économique. Thèse doctorat, chimie de matière et environnement, Boumerdes. p 110

**DOBARGANES C., (1998).** Formation and analysis of high molecular-weight compounds in frying fats and oils. OCL, Vol. 5, n°1, p. 41-47.

**DOBARGANES et MARQUEZ-RUIZ, 2003.** Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, 6, 157 et de mesure du pouvoir antioxydant. Sci. Aliments. Vol. 16, p 219-245.

**EI-SHAMI S.M; ZAKISELEM - I; et EI-MALLAH, H. (1992).** Dielectric properties for Monitoring the quality of heated oil, American Journal Oil Chemist's and Society, 9 (69): 871-876.

**EPOUNE LINGOME C., (2011).** Nouveaux agro tensioactifs glycolipidiques: synthèse, propriétés physico-chimiques et application en polymérisation. thèse Pour l'obtention du diplôme de doctorat. Ecole Doctorale de Chimie de Lyon Spécialité Chimie. p271.

**ETAL. (1998).** Dielectric properties for Monitoring the quality of heated oil, American Journal Oil Chemist's and Society, 9 (69): 871-876.

**EVARD J., PAGES-XATARD-PARES X., ARGENSON C., MORIN O. (2007)**  
Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza. Cah Nutr Diét; 42: 1S13-1S23.

**Fernando S, Karra P Hernandez, R (2007).** Effect of incompletely converted soybean oil on biodiesel quality. *Energy*, p844–851.

**Fridi et Mazri.,1997.** Effet du stockage sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'arachide. Mémoire d'ingénieur Agronome, El Harrach, Institut National Agronomique. p78.

**GERTZ C. (2008).** Optimum deep frying, from the Food Industries Association of Austria, F.I.A.A. from June. pp: 125 – 135.

**GONG Z (2008).** Effects of vegetable oil residue after soil extraction on physical-chemical properties of sandy soil and plant growth. *Journal Of Environmental Sciences*.

**GORNAY J., (2006).** Transformation par voie thermique de triglycérides et d'acides gras, application a la valorisation chimique des déchets lipidiques. Thèse doctorat. Institut national polytechnique de lorraine école doctorale rp2e. p186.

**GOUGAM H, BAITECH R (2003).**Recueil des travaux pratiques.Chimie des corps gras. Boumerdes.

**GRAILLE J., (2003).** Lipides et corps gras alimentaires. Paris, Ed-TEC &DOC, Lavoisier. p469.**Vitrac et al, 2003).**

**Guide de recommandations à l'usage des conseillers des entreprises(2007),** Gestion des eaux usées issues des métiers de bouche, CNIDEP (Centre National d'Innovation pour le Développement durable et l'Environnement dans les Petites entreprises).

**ISO 3960, 2007** Norme pour les huiles végétales portant un non spécifique.  
Détermination de l'indice de peroxyde.

**JOHAN P (2013).** Définition d'un outil cartographique d'aide à la décision dans le domaine de la méthanisation. Mémoire de Master 2 Gestion de l'Environnement, Université Rennes Haute Bretagne,p6-8.

**JORAD.,(2011) :** Journal Officiel de la République Algérienne N°64, Méthode de détermination de l'indice de peroxyde des corps gras d'origine animale et végétale. p 27-30.

**KRISTOTT J. (2003)** High-oleic oils – how good are they for frying? *Lipid Technology*;3:29-32.

**MARTIAL G, Oden B (2014).** Technique améliorée de fabrication artisanale de savons et détergents. © CTA (Centre technique de coopération agricole et rurale) et ISF (coédition d'Ingénieurs Sans Frontières) Cameroun.p11-12

**NDEYE A. K. (2001).**Etude de la composition chimique et de la qualité d'huiles végétales artisanales consommées aux SENEGAL. Thèse pour l'obtention du grade de docteur en pharmacie. p68.

**NJUSSA M. (1999).** Etude des propriétés physico-chimiques des huiles végétales camerounaises. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du D.I.P.E.S.II. p50.

**POQUET J (2013)** Définition d'un outil cartographique d'aide à la décision dans le domaine de la méthanisation. Université Rennes 2 Haute Bretagne Mémoire en ligne. 73p.

**PORE J.,(1992).** Emulsions, microémulsion, émulsions multiples. Ed Techniques des industries des corps gras. Neuilly. p 20-75.

**ROSSELL J.B., (2001).** Frying, Woodhead Publishing Limited, Cambridge (England). 369 p.

**TANNEUR J. MICHELE M. L. (2006).** Etude de l'efficacité in vivo d'un savon chirurgical à base de chlorhexidine : Méthodes d'évaluation de l'efficacité d'un désinfectant. Thèse de doctorat de vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse, l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. p 48.

**TOGBE F et BIOSCI J.,(2014).** Évaluation du comportement de quelques savons traditionnels en solution aqueuse : Détermination de la concentration micellaire critique et de la température de Krafft. Journal of Applied Biosciences. p7493-7498.

**VITRAC O, RAOULT-WACK A-L., Trystram C., (2003).** Procédés de friture et Produits frits. In lipides et corps gras alimentaires. Ed Tech & Doc, Lavoisier, Paris. p231 -269.

**WASSEF. W ; et NAWAR. (1996).** Lipids. 3<sup>ème</sup> édition. Ed. Oven R Fennema: 225-237.

### **Webographie**

**ANONYME (2021<sub>a</sub>) :** définition d'un déchet. Disponible sur : <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/reduire-impacts/reduire-cout-dechets/quest-quun-dechet#:~:text=Selon%20la%20loi%20du%202015,'abandon%20%C2%BB%20> consulté le : 09.2021.

**ANONYME (2021<sub>b</sub>) :** Déchets liquide. Disponible sur : [https://www.dictionnaire-environnement.com/effluent\\_ID276.html?fbclid=IwAR1JmnNTb5t0BX2KIefRnQ2omz4ovF3NN3if91APO5\\_w\\_uNktGQp1Gbta8w](https://www.dictionnaire-environnement.com/effluent_ID276.html?fbclid=IwAR1JmnNTb5t0BX2KIefRnQ2omz4ovF3NN3if91APO5_w_uNktGQp1Gbta8w). Consulté le : 09.2021.

**ANONYME (2021<sub>c</sub>) :** Effluent gazeux. Disponible sur : <https://biomehdi.fr/gd/les-effluents-gazeux.htm> . Consulté le : 09.2021.

**ANONYME(2021<sub>d</sub>) :** Définition du tri-sélectif. Disponible sur : [https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/tri\\_selectif\\_ph4](https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/tri_selectif_ph4). Consulté le : 09.2021.

**ANONYME (2021<sub>e</sub>)** : Enfouissement, L'incinération et La valorisation et le recyclage.  
Disponible sur : <http://www.vedura.fr/environnement/dechets/dechets-menagers>. Consulté le : 09.2021.

**ANONYME (2021<sub>f</sub>)**: Déchets organiques. Disponible sur :

[Déchets organiques \(vedura.fr\)](http://www.vedura.fr/environnement/dechets/dechets-organiques) consulté le :09.2021

**ANONYME (2021<sub>g</sub>)** : Compostage. Disponible sur :

<http://www.vedura.fr/environnement/dechets/compost>. Consulté le : 09.202021.

**ANONYME (2021<sub>h</sub>)** : Définition de méthanisation. Disponible sur :

<http://www.vedura.fr/environnement/dechets/methanisation>. Consulté le : 09.2021.

Introduction de chapitre VI disponible sur le site :

<https://and.dz/site/wp-content/uploads/bulletin-de-veille-012019>. Consulté le : 09.2021.

**ANONYME (2021<sub>i</sub>)** : eco-city.com

## Annexes

### Annexe 1 : Code 19.8.7

Journal officiel de la république algérienne n° 13, décret exécutif n° 06-104 du 29 Moharrem

27 correspondants au 28 Février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.

CODE DU DECHET	DESIGNATION DU DECHET	CLASSE DU DECHET	CRITERES DE DANGEROUSITE
19.8.7	Mélanges de graisse et d'huile provenant de la séparation huile/ eaux usées contenant uniquement des huiles et graisses alimentaires	S	
19.8.8	Mélanges de graisse et d'huile provenant de la séparation huile/ eaux usées autres que ceux visés à la rubrique 19.8.7	SD	Nocive

### Annexe 2 :

Les étapes de la production de savons dans l'entreprise **IRIS ROYAL**

**Etape 1 :** les huiles collectées ont été verrées dans une grande citerne, et laisse reposé pendant 24h.

**Etape 2 :** verser une quantité de l'huile dans un agitateur.

**Etape 3 :** Ajouter de la soude caustique déjà préparée.

**Etape 4 :** Dissoudre le sel commercial dans l'eau et le verser dans l'agitateur.

**Etape 5 :** Ajouter carbonate de calcium.

**Etape 6 :** Bien agiter tout.

**Etape7 :** Etaler dans une surface et laisse sécher pendant 24h.

**Etape 8 :** Couper le savon en morceaux, puis le passer dans une boudineuse du savon et enfin l'emballage de savon.



1<sup>ère</sup> étape



2<sup>ème</sup> étape



3<sup>ème</sup> étape



4<sup>ème</sup> étape



5<sup>ème</sup> étape



6<sup>ème</sup> étape



7<sup>ème</sup> étape



8<sup>ème</sup> étape

Annexe 3

Tableau : Quantités consommées des huiles alimentaires dans la ville de Tizi Ouzou.

Lieu	Localité d'enquête	Quantité consommées par (L)			Totale	
		Journalière par 2jr	Mensuelle	Annuelle	Mensuelle	Annuelle
BD STITI	Fast-food	10	150	1800	675	8100
	Fast-food	8	120	1440		
	Fast-food	5	75	900		
	Fast-food	7	105	1260		
	Restaurant	4	60	720		
	Restaurant	6	90	1080		
	Restaurant	5	75	900		
Fleuriste	Fast-food	4	60	720	495	5940
	Fast-food	8	120	1440		
	Fast-food	4	60	720		
	Restaurant	10	150	1800		
	Restaurant	7	105	1260		
Bastos	Fast-food	15	225	2700	3315	39792
	Fast-food	17	255	3060		
	Fast-food	20	300	3600		
	Fast-food	16	240	2880		
	Fast-food	20	300	3600		
	Fast-food	25	375	4500		
	Restaurant	18	270	3252		
	Restaurant	15	225	2700		
	Restaurant	20	300	3600		
	Restaurant	25	375	4500		
	Restaurant	30	450	5400		

<b>Hasnaoua</b>	<b>Fast-food</b>	12	180	2160	<b>1545</b>	<b>18540</b>
	<b>Fast-food</b>	22	330	3960		
	<b>Fast-food</b>	19	240	2880		
	<b>Fast-food</b>	15	225	2700		
	<b>Restaurant</b>	20	300	3600		
	<b>Restaurant</b>	18	270	3240		
<b>La Tour</b>	<b>Fast-food</b>	20	300	3600	<b>2505</b>	<b>30060</b>
	<b>Fast-food</b>	24	360	4320		
	<b>Fast-food</b>	19	285	3420		
	<b>Fast-food</b>	24	360	4320		
	<b>Fast-food</b>	10	150	1800		
	<b>Restaurant</b>	20	300	3600		
	<b>Restaurant</b>	16	240	2880		
	<b>Restaurant</b>	19	285	3420		
	<b>Restaurant</b>	15	225	2700		
<b>Krim Belkacem</b>	<b>Fast-food</b>	5	75	900	<b>225</b>	<b>2700</b>
	<b>Restaurant</b>	5	75	900		
	<b>Restaurant</b>	5	75	900		
<b>Total</b>		<b>587</b>	<b>8760</b>	<b>105132</b>		

## Annexe 4

**Tableau : Quantités rejetées des huiles alimentaires usagées et leurs modes d'élimination dans la ville de Tizi Ouzou.**

Lieu	Localité d'enquête Et le mode d'élimination des huiles de friture	Quantité rejetées par (L)			Totale	
		Journalière par 2jr	Mensuelle	Annuelle	Mensuelle	Annuelle
<b>BD STITI</b>	Fast-food (collectées par l'entreprise)	5	75	900	<b>300</b>	<b>3600</b>
	Fast-food (collectées par l'entreprise)	4	60	720		
	Fast-food (collectées par l'entreprise)	1.5	22.5	270		
	Fast-food (Evacuées avec l'eau)	2.5	37.5	450		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	1	15	180		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	3	45	540		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	3	45	540		
<b>Fleuriste</b>	Fast-food (Evacuées avec l'eau)	1.5	22.5	270	<b>202.5</b>	<b>2430</b>
	Fast-food (Dans la poubelle)	2.5	37.5	450		
	Fast-food (collectées par l'entreprise)	1.5	22.5	270		
	Restaurant (Dans la poubelle)	5	75	900		

	Restaurant (collectées par l'entreprise)	3	45	540		
<b>Bastos</b>	Fast-food (collectées par l'entreprise)	8	120	1440	<b>1727</b>	<b>20340</b>
	Fast-food (collectées par l'entreprise)	9	135	1620		
	Fast-food (Evacuées avec l'eau)	12	180	2160		
	Fast-food (Evacuées avec l'eau)	10	150	1800		
	Fast-food (collectées par l'entreprise)	10	150	1800		
	Fast-food (Dans la poubelle)	8	120	1440		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	9	135	1620		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	7	105	1260		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	10	150	1800		
	Restaurant (Dans la poubelle)	15	225	2700		
	Restaurant (collectées par l'entreprise)	17	255	2700		
	<b>Hasnaoua</b>	Fast-food (Evacuées avec l'eau)	5	75		
Fast-food (collectées par l'entreprise)		7	105	1260		
Fast-food (collectées par l'entreprise)		9	135	1620		
Fast-food (collectées par l'entreprise)		6	90	1080		

	Restaurant <b>(collectées par l'entreprise)</b>	8	120	1440		
	Restaurant <b>(collectées par l'entreprise)</b>	7	105	1260		
<b>La Tour</b>	Fast-food <b>(Evacuées avec l'eau)</b>	10	150	1800	<b>1065</b>	<b>12780</b>
	Fast-food <b>(collectées par l'entreprise)</b>	12	180	2160		
	Fast-food <b>(collectées par l'entreprise)</b>	8	120	1440		
	Fast-food <b>(Dans la poubelle)</b>	9	135	1620		
	Fast-food <b>(collectées par l'entreprise)</b>	4	60	720		
	Restaurant <b>(collectées par l'entreprise)</b>	9	135	1620		
	Restaurant <b>(collectées par l'entreprise)</b>	6	90	1080		
	Restaurant <b>(collectées par l'entreprise)</b>	7	105	1260		
	Restaurant <b>(Evacuées avec l'eau)</b>	6	90	1080		
	<b>Krim Belkacem</b>	Fast-food <b>(Evacuées avec l'eau)</b>	2	30		
Restaurant <b>(Dans la poubelle)</b>		3	45	540		
Restaurant <b>(Evacuées avec l'eau)</b>		3	45	540		
<b>Total</b>		<b>269.5</b>	<b>4044.5</b>	<b>48150</b>		

## Annexe 5

# Un questionnaire sur les huiles de friture

### L'étude

Elle s'agit d'un recensement pour la collecte des huiles de fritures usagées dans les établissements de restauration, en Contribuant à l'assainissement de la ville à travers la réduction des rejets d'huiles usées et à la protection de l'environnement contre ces déchets.

*Q1 : Combien de litre de l'huile fraiche consommez vous par journée ?*

*Q2 : Changez-vous cette huile chaque jour ? Si non après combien de jours ?*

*Q3 : Est ce que vous respectez le nombre d'utilisations de cette l'huile ?*

*Q4 : Après utilisation vous faite quoi de ces huiles de fritures usagées ?*

*Q5 : Connaissez-vous des entreprises qui font la collecte de ces huiles ?*

*Q6 : Si oui êtes vous en contact avec ces entreprises ?*

*Q7: Si non, vous êtes intéressé par cette étude? (pas intéressé, intéressé) ? Aimerez vous que vous seriez en contact avec ces entreprise ?*

*Q8 : Vous faites quoi avec ces huiles après utilisation ?*

*Q 9 : Est-ce que vous les vendre aux entreprises de collecte des huiles de friture usées ? Si oui fait combien par litre ?*

*Q10 : Comment ce fait la collecte ? (chaque jour, chaque semaine, ou bien chaque mois ?*

*Q11 : D'après vous, les quantités que vous rejetez sont elle importantes ?*

## Annexe 6

### Acidité : Test de student

	Echantillon	Témoin
1	19,21%	5,65%
2	19,11%	6,78%
3	14,69%	4,52%
MOYENNE	17,00%	5,65%
Ecart type	20.7	6.52

### Indice de peroxyde : Test de student

	Echantillon	Témoin
1	16,5	2,5
2	22	3,5
Moyenne	19,25	3
Ecart type	13.61	2.21

### Indice d'iode : Test de student

	Echantillon	Témoin
1	100,251	170,68
2	102,789	171,31
3	96	
Moyenne	99,61	170,9975
Ecart type	61.77	120.9