

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique
UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB – BLIDA-1

Faculté de technologie
Département de Génie des Procédés



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER EN SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Option : Gestion durable des déchets et procédés de traitement

Intitulé :

Recyclage et valorisation des huiles usagées de la cuisine

Réalisé par :
Moussaoui Anwar
Berber Zakaria

Encadré par: Mme. BOUTEMAK Khalida

Année universitaire 2021-2022

ملخص:

في عملنا هذا لقد حاولنا ما يلي :

- تحديد الخصائص (قيمة اليود، عدد البيروكسيد) من زيوته.
 - إظهار تأثير هذه الزيوت على مياه الصرف الصحي الملوثة من خلال إجراء بعض التحاليل على عينات معينة من هذه الأخيرة.
 - اقتراح تثمينها كصابون صلب وسائل.
- من النتائج التي تم الحصول عليها، يستنتج أن الصابون الذي تم الحصول عليه من هذه الزيوت هو على غرار تلك المستخدمة يوميا (صابون مرسيليا).

الكلمات المفتاحية: حماية البيئة -زيوت القلي -تحليل -التثمين -الصابون -الصابون سائل.

Résumé :

Dans notre travail nous avons essayé de :

- Déterminer les caractéristiques (indice d'iode, indice de peroxyde) de ses huiles
- Démontrer l'effet de ses huiles sur des eaux usées contaminé en effectuant des analyses sur certaine paramètres de ce dernier.
- Proposer de les valoriser comme savon solide et liquide

D'après les résultats obtenus, on conclut que le savon obtenu à partir de ces huiles est Semblable à celui utilisé quotidiennement (savon Marseille).

Mots clés : protection de l'environnement, huiles de friture, analyses, valorisation, savon, savon liquide.

Abstract :

In our work we tried to:

- Determine the characteristics (iodine value, peroxide value) of its oils
- Demonstrate the effect of its oils on contaminated wastewater by performing analyzes on certain parameters of the latter.
- Offer to upgrade them as solid and liquid soap

From the results obtained, it is concluded that the soap obtained from these oils is similar to that used daily (Marseille soap).

Key words: environmental protection, frying oils, analyzes, valorization, soap, liquid soap.

REMERCIEMENTS

Dieu le tout puissant, maître des cieux et des terres, merci de nous avoir donner la volante, le courage et la santé pour réaliser ce travail.

Nos remerciements les plus sincères vont à Mme.Boutemak Khalida, notre promotrice d'avoir accepté de diriger ce travail, pour ses précieux conseils, pour son aides et ses encouragements.

Nous remercions vivement, les membres du jury, d'avoir accepté de bien vouloir examiner ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à Mme Cherifa et toute l'équipe du laboratoire Leurs conseils, leurs orientations et leur patience pour mener à bien notre travail.

Nous remercions particulièrement le personnel qui travaille dans les fast-foods ou nous avons pris nous échantillons des huiles usagées, pour leurs accueils, leurs gentillesse et leurs collaborations.

Nous remercions le personnel qui travaille dans la station d'épuration des eaux usées de beni mered pour leurs précieuses aides.

Nous remercions le personnel qui travaille dans NAFTAL de chiffa de sa précieuse aide.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation et à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur amour et leur soutien tout au long de mes études et qui m'ont permis de devenir la personne que je suis.

A mon frère hamza et son épouse

A mes sœurs S.Moussaoui et M.Moussaoui

**A mes très chères amies :Djaber, Chemsou , Oussama , Kouider ,
Youcef, Riadh et Abdel Malek.**

A El hadj tahar hamza

A Alilouche kamel

A toute la promo de gestion durable de déchet promo 2020/2021 et à tous ce qui me connaissent de près ou de loin.

A mon binôme berber zakaria.

ANWAR

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur amour et leur soutien tout au

long de mes études et qui m'ont permis de devenir la personne que je suis.

A mon frère

A mes sœurs

A ma chère femme

A mes chères amies Chawki Bouamra et Mena Lotfi

A toute la promo de gestion durable de déchet promo 2020/2021 et à

tous ce qui me connaissent de près ou de loin.

A mon binôme Moussaoui Anwar.

ZAKARIA

Liste des figures

Figure 1 : Production mondiale des principales huiles végétales par rapport à la production globale 2011/2012.	07
Figure 2 : Différentes huiles commercialisées en Algérie	08
Figure 3 : Mesure du T et pH l'eau	18
Figure 4 : Mesure de MES de l'eau	19
Figure 5 : Détermination de DBO5 de l'eau.....	20
Figure 6 : Réacteur DCO	21
Figure 7 : Les différentes étapes de préparation	26
Figure 8 : Les différentes étapes de détermination de pH.....	27
Figure 9 : Les étapes de test d'humidité.....	28
Figure 10 : Détermination d'alcali libre	30
Figure 11 : Les étapes de l'analyse bactéricide	31
Figure 12 : Analyse du pH des usées comparée à la norme.....	32
Figure 13 : Analyse de DBO5 et DCO des eaux usées comparées aux normes.....	34
Figure 14 : Analyse des MES dans usées comparé à la norme.....	35
Figure 15 : Indice de peroxyde d'huile usée comparé à la norme.....	36
Figure 16 : Indice d'iode d'huile usée comparé à la norme.....	37
Figure 17 : Analyse de teneur en humidité de notre savon comparé à un témoin.....	38
Figure 18 : analyse du teneur en humidité	40
Figure 19 : Analyse du pouvoir moussant de notre savon comparé au témoin.....	41
Figure 20 : photo des colonies des savons avant et après lavage des mains.....	43

Figure 18 :

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les différentes étapes de la préparation des graines et leurs buts.....	4
Tableau 2 : Les différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie	9
Tableau 3 : Principales voies de formation d'espèces chimiques nouvelles.....	11
Tableau 4 : matériels utiliser pour la fabrication et les analyse du savon	24
Tableau 5 : représente les résultats des paramètres physico-chimiques mesurés dans l'eau usée prélevés à l'entrée de la station d'épuration Tizi-Ouzou et les normes de rejet dans la nature	33
Tableau 6 : résultats d'analyse d'indice de peroxyde de l'échantillon d'huile usée compare à la norme	37
Tableau 7 : résultats d'analyse de l'indice d'iode de l'échantillon d'huile usée compare à la norme	38
Tableau 8 : Teste de potentiel hydrogéné (pH) pour les deux savons	39
Tableau 9 : résultats de teneur en humidité de l'échantillon compare a un témoin	39
Tableau 10 : résultat du test d'alcali libre de notre savon et du témoin	42

Sommaire

Liste des abréviations

Remerciement

Dédicace

Liste des figures et des tableaux

Introduction	1
Partie1 : synthèse bibliographique.	
<i>Chapitre I : les huiles végétales.</i>	
<i>I. 1. Définition</i>	<i>3</i>
<i>I.2. Sources des huiles végétales.....</i>	<i>3</i>
<i>I.2.1. Préparation des grains et fruits</i>	<i>3</i>
<i>I.2.2. l'extraction.....</i>	<i>4</i>
<i>I.2. 3. Raffinage</i>	<i>5</i>
<i>I.3. Compositions et caractéristiques chimiques des huiles végétales</i>	<i>5</i>
<i>I.4. Les différents types d'huiles végétales.....</i>	<i>6</i>
<i>I.5. Les différentes utilisations des huiles végétales.....</i>	<i>6</i>
<i>I.6. Production et consommation des huiles végétales.....</i>	<i>6</i>
<i>I.6.1 Mondiale.....</i>	<i>6</i>
<i>I.6.2.Nationale.....</i>	<i>7</i>
<i>Chapitre II : les huiles végétales usagées et leurs impacts</i>	
<i>II. 1. Définition.....</i>	<i>10</i>
<i>II.2. L'huile de friture</i>	<i>10</i>
<i>II.2.1. Composition des huiles de fritures</i>	<i>10</i>
<i>II.2.2. Devenir des huiles de fritures</i>	<i>11</i>
<i>II.2.3. Classification des huiles de fritures</i>	<i>11</i>
<i>II.2.4. Aspects réglementaires.....</i>	<i>11</i>

Sommaire

Chapitre III. Les impacts des huiles de friture usagées

III. 1. Sur l'environnement	12
III.1.1. L'air	12
III.1. 2. Sol	12
III.1. 3. L'eau	12
III.1. 3.1. Les réseaux d'assainissements et les stations d'épurations	13
III. 2. sur l'économie	13

Chapitre IV : valorisation des huiles alimentaires usagées.

IV. 1.Définition de valorisation	14
IV.2. Différents types de valorisation	14
IV.2.1. Valorisation matière	14
IV.2.2. Valorisation énergétique	14
IV.2.3. Valorisation chimique	15
IV.2.4. Valorisation biologique	15
IV.3. Méthodes de valorisation des huiles alimentaires usagées (HAU)	15
IV.3.1. Biocarburants ou biodiesel	15
IV.3.2. Production de l'énergie	16
IV.3.3. En lipochimie (savon et détergents)	16

Sommaire

Partie2 : Expérimental

Matériels et méthode

Chapitre I : Analyse des eaux usées

I.1. les paramètres physiques	17
I.1.1. La température	17
I.1.2. le Ph	17
I.2. Les paramètres chimiques	18
I.2.1. Détermination MES (matières en suspension).....	18
I.2.2. Détermination DBO (Demande Biochimique en Oxygène).....	19
I.2.3. Détermination DCO (Demande chimique en oxygène).....	20

Chapitre II .Analyse de l'huile de friture..... 22

II.1. Détermination de l'indice de peroxyde.....	22
II.1. Détermination de l'indice d'iode.....	23

Chapitre III. Fabrication et analyse de savon 24

III.1. Fabrication de savon	24
III.2. Analyse de savon	26
III.2.1. Analyse physico-chimique	26
III.2.1.1. Mesure de pH.....	26
III.2.1.2. Détermination de la teneur en humidité.....	27
III.2.1.3. Détermination du pouvoir moussant.....	28
III.2.1.4. Détermination de la teneur en alcali libre.....	29
III.2.2. Analyse microbiologique.....	31
III.2.2.1. Analyse Bactéricide	31

Sommaire

Résultats et discussion

Chapitre I : Résultats des analyses des eaux usées	33
I.1. La température	33
I.1. Le pH.....	33
I.2. DBO et DCO	34
I.3. MES.....	35
Chapitre II .Résultats des analyses de l'huile de friture	37
II.1.Indice de peroxyde	37
II.1.Indice d'iode	38
Chapitre III. Résultats d'analyse du savon.....	39
III.1. pH	39
III.2. La teneur en humidité	39
III.3. Le pouvoir moussant.....	40
III.4. La teneur en alcali libre.....	42
III.5. Teste bactéricide.....	42
Conclusion	44

Références bibliographique

Annexes

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

Introduction :

Depuis longtemps, l'être humain cherche à survivre, la nourriture était sa première priorité et sa seule préoccupation où les huiles font un élément essentiel. Le siècle dernier, les huiles végétales ont progressivement remplacé les graisses animales comme source principale de graisse alimentaire, en effet les huiles végétales comptent plus de 70% de la production mondiale (20)..

Les huiles végétales jouent un rôle important dans notre alimentation quotidienne. Nous les consommons sous forme vierge, raffinée ou bien incluse dans de nombreux produits agroalimentaires. Durant cette dernière décennie, la demande et la consommation ne cessent d'augmenter sur le marché national et international en raison de la croissance démographique, de la variation d'utilisation de ces huiles qui devient de plus en plus large à cause du changement des habitudes quotidiennes du consommateur (restauration rapide dans des fast-foods) et aussi le mode de vie (éloignement de lieux de travail, de son foyer, etc) qui oblige la plupart des travailleurs et des étudiants à manger hors foyer, en particulier dans les fast-foods puisque leur pouvoir d'achat ne leur permet pas des repas dans des restaurants (25)..

Tous les jours, nous faisons de petits gestes sans être conscients de leurs influences sur l'environnement, comme jeter un papier dans la nature, une bouteille en plastique sur la plage ou bien verser l'huile usagée dans l'évier de cuisine. Nous devons prendre conscience du mal subit par la nature.

Actuellement, dans le cadre du développement durable et de la protection de l'environnement de nombreuses initiatives sont mises 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 et produits cosmétiques,... etc.).

Le but de notre travail est de proposer un procédé permettant de valoriser ces déchets alimentaires en fabriquant un savon à partir des huiles alimentaires usagées utilisable en complément du savon habituellement fabriqué avec des huiles végétales.

INTRODUCTION GENERALE

Notre travail est scindé en deux parties :

La première partie est la partie bibliographique relative à des généralités (caractéristiques, types, origine et utilisation des huiles végétales), nous avons donné un aperçu sur le devenir, les impacts environnementales et économiques des huiles après usage et les différents domaines de valorisation appropriée.

La deuxième partie qui est la partie expérimentale regroupe les matériel et méthodes suivi par les résultats et discussion, où nous montrerons :

- L'impact des huiles alimentaires usagées sur l'eau usée en effectuant des analyses (DBO, DCO, MES) .
- Les caractéristiques (indice d'iode, indice de peroxyde) de notre huile usée utilisée.
- Le procédé de valorisation et ces différentes étapes.
- Enfin réaliser des analyses sur le produit obtenu (savon) pour évaluer sa qualité.

Et à la fin , nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Partie

-I-

Synthèse bibliographique

Chapitre

-I-

Les huiles végétales

1.1. 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 **(10)**

1.2. Sources en huiles végétales :

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 **(22)**.

1.2.1. Préparation des graines et fruits :

Les graines ou les fruits subissent d'abord un dépoussiérage par un courant d'air puis nettoyage par tamisage. Avant le broyage, les graines sont préalablement décortiquées. Le broyage s'effectue sur des broyeurs lumineux à cylindres lisses ou cannelés **(40)**.

Les différentes étapes de la préparation des graines sont résumées dans le tableau 1

Tableau 1 : Etapes de préparation des graines et leurs buts (3).

Opérations	Buts
Dépoussiérage	<ul style="list-style-type: none"> ● Eliminer les poussières à l'aide d'un courant d'air
Lavage	<ul style="list-style-type: none"> ● Eliminer les additions mécaniques adhérentes à la matière première (terre, sable) ● Débarbouiller les micro-organismes
Séchage	<ul style="list-style-type: none"> ● Faciliter le décorticage ● Régler l'humidité des graines
Tamisage	<ul style="list-style-type: none"> ● Séparer ainsi les impuretés de grosse dimension, des poussières ● Obtention des lots homogènes
Décorticage	<ul style="list-style-type: none"> ● Eliminer les matières sans valeurs pour l'alimentation animale ● Faciliter les traitements ultérieurs
Broyage	<ul style="list-style-type: none"> ● Prévenir les processus d'oxydation ● Accélérer le processus de traitement ● Eviter les pauses durant le travail
Cuisson	<ul style="list-style-type: none"> ● Régler l'humidité des graines ● Accroître la plasticité des graines ● Augmenter la fluidité de l'huile ● Coaguler les fractions protéiques ● Désactiver les enzymes ● Détruire les micro-organismes

1.2.2. L'extraction :

Les huiles sont extraites des graines et fruits oléagineux par pression (extraction physique) ou par solvatisation (extraction chimique) (11).

➤ Par Pression (extraction physique)

Elle s'effectue avec une pression relativement élevée de 400 à 500 bars dans des presses continues (35). L'huile s'écoule ; le tourteau obtenu est constitué de fibres, de protéines, d'amidon mais aussi d'huile ; la proportion d'huile restante dans le résidu

est variable selon le produit, elle est de 5 à 15%. Sur le tourteau, on procède à une extraction de l'huile par solvant (34).

➤ **Par solvatisation (l'extraction chimique)**

Elle consiste à laver les écailles issues de la presse ou les graines pauvres en huile (flocons) par un solvant organique, ce qui épuise ces tourteaux en huile. Le solvant le plus utilisé est l'hexane car il dissout peu de mucilage, de gommes ou de pigments. Peu toxique, son point d'ébullition reste bas (7).

Les flocons sont chargés dans l'extracteur pour constituer des lits à travers lesquels le solvant circule. Les flocons entièrement extraits sont en contact avec l'hexane pur qui entre dans l'extracteur et les flocons encore pleins d'acide gras sont en contact avec la micelle grasse (solution d'huile brute dans l'hexane) juste avant qu'elle ne quitte l'extracteur. La température d'extraction est maintenue à 60°C pour accélérer la diffusion du solvant et abaisser la viscosité de la micelle. Ces deux paramètres améliorent l'extraction tout en réduisant l'huile résiduelle dans le flocon à moins de 1% (3).

Les huiles extraites par pression et celles extraites par solvant sont généralement mélangées et désignées sous le terme général « huiles brutes » (14).

I.2.3. Raffinage :

Le raffinage est un ensemble de traitements effectués sur l'huile brute, il a pour but de séparer de la matière noble, différentes « impuretés » ou composé « indésirables » afin d'obtenir une huile de la qualité requise pour un bon usage et une bonne conservation et permettre sa transformation ultérieure éventuelle dans l'industrie agroalimentaire. Il s'agit de fournir au consommateur une huile raffinée répondant à ses attentes (huiles limpide, peu colorée, plate de goût et stable). (3).

I.3. Compositions et caractéristiques chimiques des huiles végétales :

Les huiles végétales sont essentiellement constituées de triglycérides (99%), eux-mêmes composés d'acides gras et de glycérol ; le 1% restant se compose de phospholipides, de lipides complexes, de constituant non triglycéridique comme la vitamine E (tocophérol) et les phénols (54).

1.4. Les différents types d'huiles végétales :

Les huiles végétales sont multiples c'est à cause de leurs origines. De façon générale on trouve par ordre d'importance : soja, palme, colza, tournesol, cotonnier et arachide sont les plus disponibles par contre olive, carthame, coprah, amande, lin, maïs, courge, ricin, pistache, arganier, sésame, sont des espèces de moindre importance et sont des huiles de terroirs (9).

1.5. Les différentes utilisations des huiles végétales :

Les huiles végétales peuvent être de multiples usages : alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques et énergétique.

❖ Exemple

1. l'alimentation (friture et assaisonnement)
2. cosmétique (savon et détergent)
3. pharmaceutique (produit de beauté et de crème)
4. énergétique (production d'électricité et biocarburant)

1.6. Production et consommation des huiles végétales :

1.6.1 Mondiale :

La production mondiale d'huiles végétales a été de 156,3 millions de tonnes en 2012 avec une croissance de 30 % d'ici à 2020. Cette croissance proviendra des pays asiatiques (en l'occurrence Malaisie, Indonésie et la Chine), l'Argentine, l'Union européenne, le Brésil, le Canada, la Fédération de Russie et l'Ukraine.

L'huile de palme arrive en tête de la production mondiale globale (33%) devant l'huile de soja, de colza et de tournesol qui viennent avec des pourcentages voisins de la moitié des deux premières citées. (fig. 1).

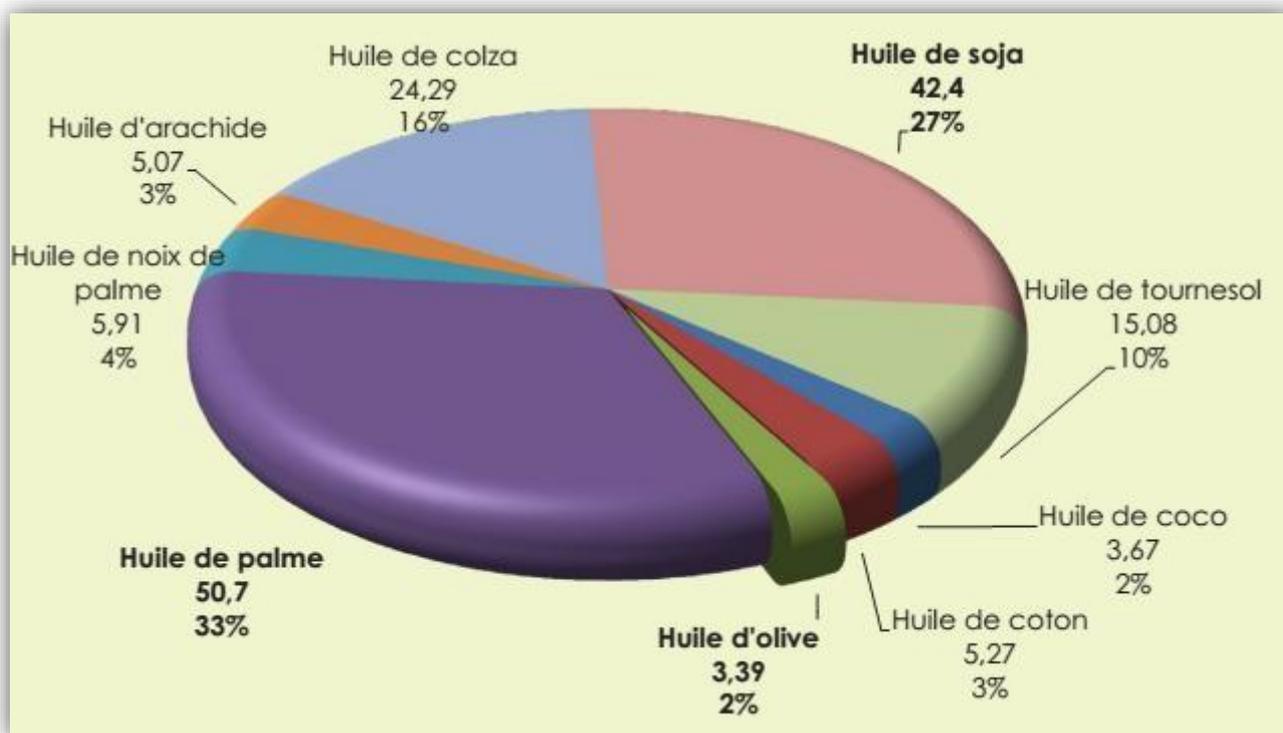


Figure 1 : Productions mondiales des principales huiles végétales par rapport à la production globale 2011/2012, (55).

Par contre la consommation totale d'huiles végétales qui avoisine les 140 millions de tonnes dont 113 millions pour l'alimentation humaine (81%) et Environ 15 % utilisée pour le biodiesel.

1.6.2. Nationale :

Après l'indépendance la consommation nationale en huiles végétales n'a pas cessé d'augmenter d'ailleurs.

En 2009, la consommation d'huiles végétales s'établissait à un peu plus de 12 kg/personne en Algérie contre 17 kg en Tunisie et 12 kg au Maroc. L'huile d'olive, produite traditionnellement ne représente que 13% de cette consommation. Elle est largement supplantée par l'huile de soja (49%), de tournesol (13%). de colza (7%) et d'arachide (5%). Au total, le marché intérieur représente environ 430 000 t. Par contre la production de graines oléagineuses reste marginale en raison des conditions climatiques et de la préférence accordée à la production des céréales. En conséquence, le colza, l'arachide et le tournesol qui sont les seuls oléagineux de graine cultivés restent cantonnés à quelques milliers de tonnes depuis des décennies.

➤ *Les huiles végétales commercialisées en Algérie :*

Il existe sur le marché Algérien différentes marques d'huiles végétales alimentaires, qu'elles soient pures (huile de soja et de tournesol) ou mélangées, celles-ci sont utilisées pour l'assaisonnement, la cuisson ou la friture (figure 2) (63).



Figure2 : Différentes huiles commercialisées en Algérie (56).

La composition chimique des huiles alimentaires fabriquées en Algérie est donnée dans le tableau 2 (57).

Tableau 2 : Les différentes marques des huiles alimentaires fabriquées en Algérie

MARQUE	NATURE DE L'HUILE
Huile ELIO	80% Soja, 20% Tournesol
Huile FLEURIAL	100% Tournesol
Huile AFIA	95% Soja, 5% maïs
Huile HUILOR	100% Soja
Huile BONAL	100% Soja
Huile LYNOR	90% Soja, 10% Palme
Huile SAFIA	100% Soja
Huile LABELLE	100% soja

Chapitre

-II-

Les huiles végétales usagées

et leur impacte

II. Les huiles végétales usagées et leurs impacts :

II.1. définition :

Les huiles alimentaires sont des huiles végétales utilisées en cuisine pour l'assaisonnement, la cuisson ou la friture (12).

La friture est l'un des procédés d'élaboration des aliments. Elle a été probablement inventée puis développée autour du bassin méditerranéen (52). 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) (26).

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., (53).

II.2. Les 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 (57). 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 (48). Un litre d'huile neuf utilisé génère environ 0,3 litre d'huiles usagées (57).

II.2.1. Composition des huiles de friture :

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 (25). Le tableau (3) donne la composition d'huile après utilisation :

Tableau 3 : Principales voies de formation d'espèces chimiques nouvelles (16).

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 - Di-glycérides

II.2.2. Devenir des huiles de friture :

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 déversée dans l'évier de cuisine ou dans la nature.

II.2.3. Classification des huiles de friture:

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.

II.2.4. Aspects réglementaires de ces huiles :

La réglementation sur les huiles de friture usagées selon l'article 3 du chapitre I des Dispositions générales de la loi n°01-19, du 12 décembre 2001 énonce :

Tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toute autre activité qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent pas être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

Tout générateur et/ou détenteur de déchets est tenu d'assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par les matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique.

Les générateurs et/ou les détenteurs des déchets spéciaux sont tenus d'assurer ou de faire assurer, à leur charge, la gestion de leurs déchets.

Ils peuvent à cet effet, décider de s'associer dans des groupements agréés chargés de remplir les obligations qui leur incombent.

II.3. L'impact des huiles de friture usagées :

II.3.1. Sur l'environnement :

II.3.1.1. L'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 qui peut engendrer des rejets atmosphériques polluants.

II.3.1.2. Le Sol :

Lorsqu'elles sont déversées dans la nature elles influencent le sol en modifiant sa composition chimique ce qui peut rendre ce sol non fertile à long terme (58).

II.3.1.3. L'eau :

L'huile est de nature non nuisible et provoque :

- L'huile 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, asphyxier alors la flore et la faune aquatique.
- Une partie de cette huile adhère aux branchies et à la peau des poissons ce qui perturbe leur mode de vie (58).

II.3.1.3.1. 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 (59).

II.3.2. 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.
- La décontamination d'un sol ou rivière touchée par ces huiles demande beaucoup d'argent (59).

Chapitre

~~-III-~~

valorisation des huiles usagées

III. Valorisation :

III.1. Définition :

La valorisation est un terme générique recouvrant le recyclage des matières organiques et non organique en produit énergétique, ou par la réutilisation dans plusieurs domaines (60).

III.2. Différents types de valorisation :

III.2.1. Valorisation matière :

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 de nouveaux produits du même type ou d'un type différent (5). Dans ce type de valorisation, on peut utiliser plusieurs techniques pour donner une deuxième vie aux déchets. Les procédés se résument comme suit :

- Recyclage : le ou l'un des matériaux du déchet, après transformation, devient la matière première d'un nouveau produit.
- Réemploi : le produit usagé, après réparation ou remise à l'état neuf, est à nouveau utilisé pour le même usage ou un usage différent.
- Régénération : le déchet, après transformation, retrouve les mêmes caractéristiques physico-chimiques et peut être utilisé comme une matière vierge

Il permet des économies de matière première et d'énergie tout en diminuant les frais de traitement des déchets (19).

III.2.2. Valorisation énergétique :

Valorisation énergétique désigne l'utilisation des déchets combustibles en tant que moyen de production d'énergie, par incinération directe, ou par tout autre procédé, mais avec récupération de la chaleur. La valorisation énergétique consiste à utiliser le pouvoir calorifique du déchet en le brûlant et en récupérant cette énergie sous forme de chaleur ou d'électricité (60).

III.2.3. Valorisation chimique :

Pour certains déchets, en complément de la valorisation énergétique et de la valorisation matière, les recherches portent aujourd'hui sur la valorisation chimique ou "recyclage matière première". Cette approche consiste, avec des traitements appropriés, à redonner les constituants de base, c'est-à-dire soit les monomères de départ, soit même le produit pétrochimique de base (le naphta ou pétrole raffiné et distillé). Les produits obtenus permettent une utilisation dans les mêmes conditions que les matières premières vierges. Pour les plastiques, la principale technique envisagée est celle de la dépolymérisation qui permet de séparer deux constituants de base du PET (seul plastique traitable aujourd'hui par dépolymérisation). (60)

III.2.4. Valorisation biologique

Ce mode de traitement s'adresse aux déchets organiques ou fermentescibles qui présentent la propriété d'être des substances biodégradables, c'est-à-dire qu'une action bactérienne, naturelle ou induite, les décompose assez rapidement en molécules simples. Cette dégradation peut se dérouler en milieu aérobie (présence d'oxygène) compostage, ou anaérobie (absence d'oxygène) méthanisation (36). à titre d'exemple :

Une tonne de fermentescibles après transformation, fournit 100 m³ de biogaz et 250 Kg de compost. (19).

III.3. Méthodes de valorisation des huiles alimentaire usagées(HAU) :

Depuis que les huiles alimentaires usagées ne peuvent plus être utilisées en alimentation animale, leur mode de valorisation privilégié est la lipochimie ou leur transformation en un produit à usage énergétique : biodiesel, combustible pour chaufferie, voire biogaz. Dans ce cas on constate que les HAU sont touchées seulement par deux types de valorisation : matière et énergétique. à titre d'exemple, nous citons quelque valorisation de ces huiles :

III.3.1. Biocarburants ou biodiesel :

Les huiles alimentaires usagées peuvent être valorisées comme biocarburants ou biodiesel car elles sont très riches en triglycérides et en acides gras libres (62).

Après filtrage et transformation chimique, les huiles et graisses de friture usagées peuvent être utilisées comme carburant pour faire tourner les moteurs de voitures voire même d'avions (Anonyme 8). Dans la pratique au Japon des bennes à ordures des bus publiques roulent au gaz des graisses ou des huiles alimentaires usagées **(43)**.

Cette valorisation offre un double avantage.

-Le 1^{er} avantage est la diminution de la pollution atmosphérique puisque la consommation d'une tonne de biodiesel permet d'économiser l'équivalent de 2,5 tonnes de CO₂ dégagé. **(25)**

Le 2^{em} avantage est d'économiser les ressources naturelles en minimisant les coûts de production des biocarburants classiques (1^{er} génération).

III.3.2. Production d'énergie :

Les huiles alimentaires usagées ou (huiles de fritures) peuvent aussi servir à la combustion dans la production d'électricité. Ce procédé consiste à utiliser le pouvoir calorifique des huiles et graisses de friture usagées en les brûlant et en récupérant cette énergie sous forme de chaleur ou d'électricité **(61)**.

Pour démontrer l'importance de l'huile de friture comme source d'énergie, la ville de Saint-Etienne en France a décidé dès juin 2016 d'éclairer le stade la nuit par de l'électricité produite de la combustion des huiles de fritures récupérées. Des points utilisent l'huile végétale pour la friture et cuisson des aliments.

III.3.3. Domaine Lipochimiques (savon et détergents):

Les huiles et graisses filtrées peuvent être utilisées dans la production de détergents et de lubrifiants. Cette filière de valorisation reste peu exploitée mais quelques organismes transforment les huiles usagées en détergents /savon ménage comme l'hôtel méridien au Cameroun **(62)**.

Au Brésil, des productions de savon arrivent jusqu'à 5000 tonnes par semaine, soit 5000 tonnes **(63)**

Matières premières :

Les huiles de fritures ont été collectées dans 3 fast-foods du centre-ville de **BLIDA** durant le mois de mars 2022 selon la méthode suivante :

Les fast-foods ont été choisis en raison de la très grande quantité d'huile utilisée chaque jour. Les huiles usagées (2L) pour chaque fast-food ont été mélangées, homogénéisées pour former la matière première de valorisation.

Des eaux usées ont été prélevées au niveau de l'entre de Station d'épuration des eaux usées de Beni Mered dans le but d'analyser quelques paramètres physicochimiques pour démontrer l'effet des huiles usagées sur l'environnement plus particulièrement sur l'eau (voir annexe 1).

I.1. Les paramètres physiques :

I.1.1. La température : (T°)

C'est un paramètre très important pour les analyses d'eau, car elle conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique.

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité qui favorisent l'autoépuration et accroît la vitesse de sédimentation (47).

I.1.2. Mesure du pH :

Les eaux usées sont alcalines, elles proviennent généralement des rejets domestiques (eau du savon, urine et ordures) (45).

Selon Rodier et al (2005) (45), le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans des phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température.

✓ **Mode opératoire pour la mesure du pH et la température :**

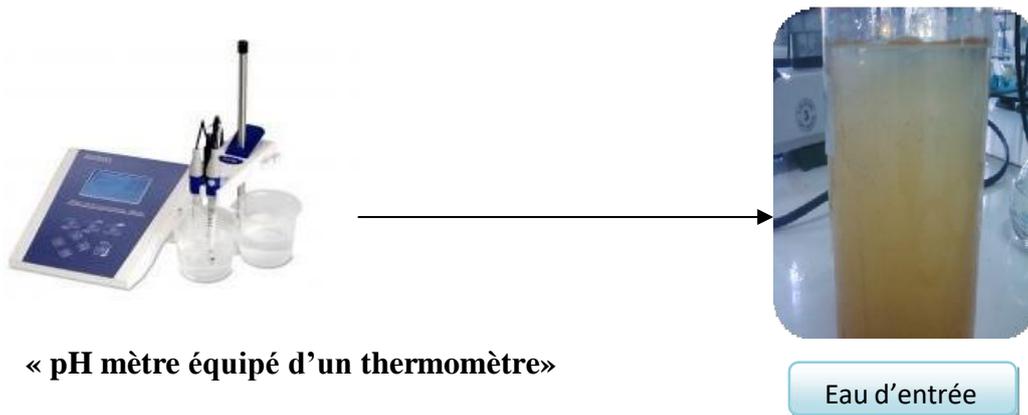


Figure 3 : Mesure du Température et PH d'eau

I.2. Les paramètres chimiques :

I.2.1. Détermination des matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures (19).

La connaissance de ce paramètre ainsi que le taux de résidu sec renseignent sur la charge des eaux en matières organiques.

✓ **Mode opératoire :**

-On prélève 25 ml d'échantillon à analyser et on le met dans un flacon.

L'analyse a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre type méthodes colorimétriques : DR/2000 à une longueur d'onde de l'ordre $\lambda = 810\text{nm}$.

On étalonne le spectrophotomètre avec 25 ml d'eau distillée (le blanc), ensuite on place les échantillons l'un après l'autre et on fait la lecture.

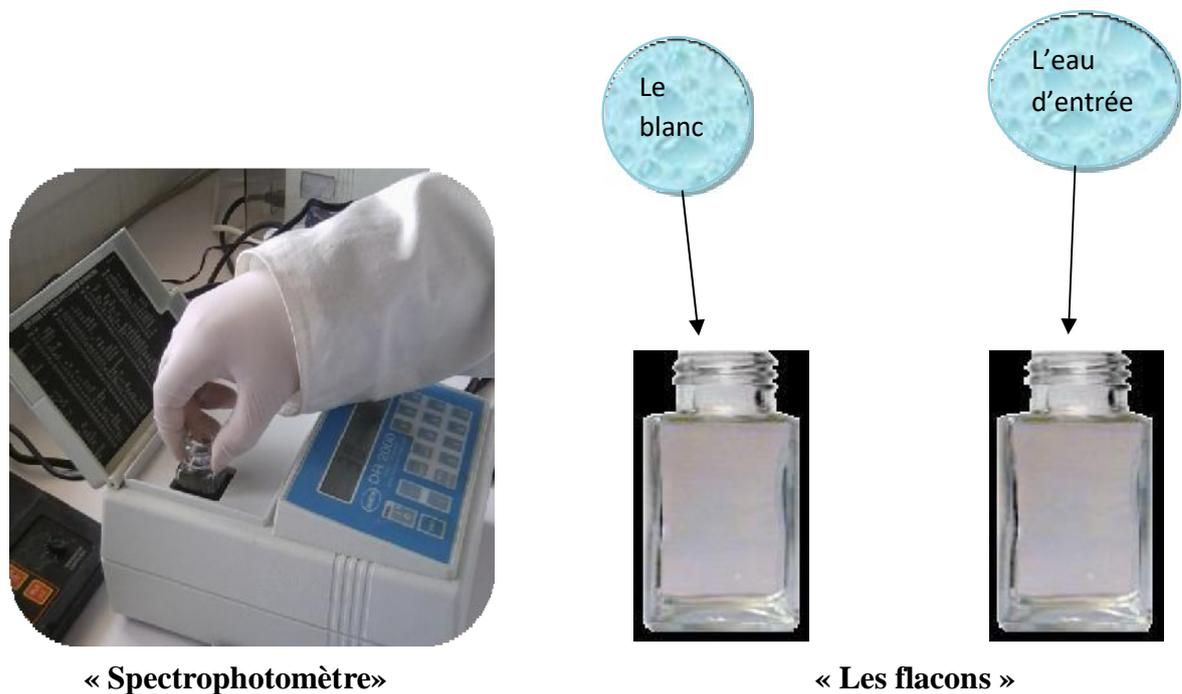
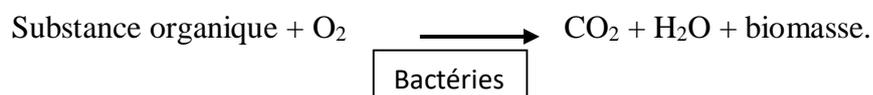


Figure 4: mesure des MES de l'eau

I.2.2. Détermination la demande biochimique en oxygène (DBO) :

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée en 5 jours par une biomasse pour décomposer les matières organiques. Elle est mesurée à partir d'un DBO mètre, et exprimée en mg d'O₂/ l l'échantillon est incubé dans l'enceinte thermo statée à 20°C en présence d'air. Les microorganismes présents, consomment l'oxygène en provenance du volume d'air situé au dessus de l'échantillon. La mesure de cette perte en oxygène est effectuée durant cinq jours par le principe hydrostatique (changement de niveau de mercure) (4).



L'effet principal d'un rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel correspond à la consommation d'oxygène qui en résulte. La détermination de la DBO₅ a donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets (21).

✓ Mode opératoire :

- Mettre en marche l'incubateur DBO tout en réglant le thermostat à 20°C, ensuite on prépare les flacons de DBO (ombrés), il faut les rincer à l'eau distillée puis met l'eau d'entrée pour être analysé.
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Placer dans l'incubateur pendant une heure pour permettre à l'échantillon d'atteindre la Température de 20°C.
- Placer du KOH dans les couvercles (le KOH permet de fixer le CO₂ dégagé).
- Placer les oxytop sur les flacons en les serrant bien.
- appuyer sur les boutons des oxytop pour une auto-programmation.
- L'échantillon est ainsi laissés dans le DBO mètre à température constante (20°C) et dans l'obscurité pendant 5 jours.
- Après 5 jours, on procède à la lecture.

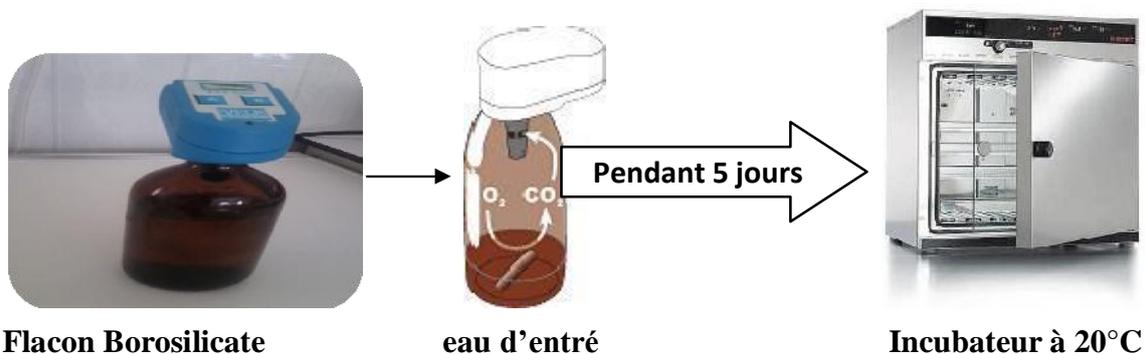


Figure 5: Détermination de DBO5 de l'eau

I.2.3. Déterminations de la Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O₂)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau (27).

✓ **Mode opératoire :**

On prépare :

- Un échantillon témoin avec 10ml de solution d'hydrogénophthalate de potassium (étalon).
- 10ml d'eau distillée.
- 10ml d'eau usée (entrée).
- On ajoute à chaque flacon 5 ml de dichromate de potassium, 15 ml d'acide sulfurique sulfate d'argent.
- On met ces derniers dans le réacteur à DCO pendant 2heures à 150°C.
- Après refroidissement on ajoute pour chaque flacon 45 ml d'eau distillée.
- Puis on titre le tout avec le sulfate de fer et d'ammonium.
- Puis on procède au calcul on utilisant la formule suivante :

$$DCO = \frac{8000 \cdot c (V1 - V2)}{V0}$$

Ou :

C : est la concentration en quantité de matière, exprimée en moles par litre de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₀ : est le volume, en millimètres, de la prise d'essai avant dilution.

V₁ : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

V₂ : est le volume, en millimètres, de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium.

8000 : est la masse molaire, en milligrammes par litre, de ½ d'O₂.



Figure 6 : « Réacteur DCO » (λ= 620nm).

Chapitre

-II-

Analyse de l'huile de friture

Les matériels utilisés dans ses analyses (voir annexe 2).

II.1. 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 des acides gras libre. 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 (méq) d'oxygène actif par kilogramme d'huile (32)

➤ Principe :

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. (8).

➤ Mode opératoire :

- 1 g 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 (0.002 N) pour les indices présumés inférieurs ou égaux à 12 et 0.01 N pour les indices présumés supérieurs à 12.

L'indice de peroxyde, exprimé 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.

V₀: représente le volume de titrage de l'essai à blanc en ml.

V : représente le volume du titrage en ml.

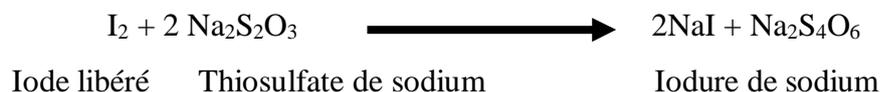
P : représente la masse de prise d'essai en gramme.

II.2. 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 (1)

➤ Principe :

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:

**➤ Mode opératoire :**

- 0.2 g d'huile, a été solubilisé dans 15 ml de tétrachlorure de carbone.
- 25 ml du réactif de Wijs a été ensuite ajouté.
- Le flacon a été maintenu fermé, agité, puis placé a l'abri de la lumière pendant une heure.
- 20 ml d'une solution a 10 % d'iodure de potassium et 150ml d'eau ont ensuite été ajoutées tout en agitant soigneusement.
- L'iode libéré a été enfin titré avec le thiosulfate de sodium (0.01 N) en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon

Les teneurs en indice d'iode sont calculées ainsi :

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

I_i: indice d'iode , **V₁** : Volume en millilitre de thiosulfate de sodium à 0.01 N utilise pour l'essai avec l'échantillon , **V₂** : Volume en millilitre de thiosulfate de sodium à 0.01 N utilisé pour l'essai a 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.

Chapitre

III

Fabrication et analyse du savon

III.1. Fabrication du savon:

➤ Tableau 4 : matériels utiliser pour la fabrication et les analyse du savon

	Fabrication	Analyses
Produits	<ul style="list-style-type: none"> - Eau distillé - Huile de friture usée - Alcalin (NaOH) (labo102) 	<ul style="list-style-type: none"> -Echantillons de notre savon et d'un savon industriel -Milieux de culture ou gélose PCA -Eau -Ethanol neutralisé -Phénolphtaléine -Acide sulfurique
Outils	<ul style="list-style-type: none"> -Récipient en inox. -Balance -verre de montre -Bécher -Spatule (en bois et en métal) - Thermomètre -Moule en bois -Couteau -Les gants, masque lunette et blouse pour la protection 	<ul style="list-style-type: none"> -Etuve -Dessiccateur -Coupelle -Boite de pétrie -Eprouvette -Papier PH -Pinceaux -Bec benzène -Balance de précision - Une râpeuse de légumes

Les savons sont fabriqués ou proviennent généralement d'une réaction chimique appelé saponification. La saponification est une réaction d'un corps gras avec un hydroxyde de sodium ou de potassium, les corps gras s'appellent des acides gras ou (ester), alors que l'hydroxyde de sodium (NaOH) et l'hydroxyde de potassium (KOH) sont réputés pour être des bases extrêmement fortes (64)

La réaction qui a lieu entre ces substances et (L'hydrolyse des corps gras) qui produit un glycérol et un mélange de carboxylates (de sodium ou de potassium) qui constitue un sel : le savon.

La réaction de saponification est la suivante:

- soit: acide gras + NaOH \longrightarrow glycérine + savon dur.
- soit : acide gras + KOH \longrightarrow glycérine + savon mou.

-alors on distingue 3 types de saponification :

- saponification à froid (voire annexe 3)
- saponification par semi-ébullition (voire annexe 3)
- saponification par ébullition complète (voire annexe 3)

➤ **Modes opératoire :**

La méthode utiliser et la saponification à froid parce que c'est la plus simple et la plus économique (ne nécessite pas beaucoup de matériel ni énergie) et aussi elle nous donne un produit de qualité puisque il préserve caractéristique.

On prépare :

- 400ml d'huiles de friture dans un bécher.
- 120 ml d'eau distillé.
- 60 g d'alcalin (KOH ou NaOH).
- Après avoir préparé le nécessaire on met l'eau distillée dans le récipient en inox.
- En suite dissoudre l'alcalin, il faut faire attention presque la réaction est exothermique la Température atteint 70 à 80 °C et dégage des gaz toxique.
- On laisse le mélange refroidir dans un bain marré ou attendre jusqu'à ce qu'il devient tiède 35 à 45 °C.
- On ajouter l'huile de friture, puis on mélanger le tous à l'aide d'une mixeur plongeant ou une spatule en bois jusqu'à ce qu'il commence à devenir lourd un peu pâteux.
- On laisse reposer pendant 5 à 10 mn, on verse dans un moule en bois ou en silicone.
- Laisse sécher pendant 24 h, démouler et couper avec un couteau en morceaux

.- après 4 semaines de séchage dans un endroit sec et frais le produit peut être utilisé son problème.



Figure 7 : les différentes étapes de la préparation

N.B : on a dilué le savon solide obtenu pour fabriquer un savon liquide (voir annexe 4).

III.2. Analyses des savons:

III.2.1. Analyse physico-chimique :

III.2.1.1. Le Potentiel Hydrogéné (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.

Puisque la peau humaine à un pH de 5,5 en moyenne et la majorité des savons sont basique >7

➤ **Mode opératoire:**

- On Prend un morceau du savon et on le mouille avec un peu d'eau neutre pH=7
- On frotte l'eau a l'aide d'un pinceau pour avoir de la matière
- On Prend un peu du papier pH et on le place sur l'endroit frotté par le pinceau
- Le papier se colore
- On Regarde sur la boîte papier pH la couleur qui correspond à celle du papier pour déterminer sa valeur

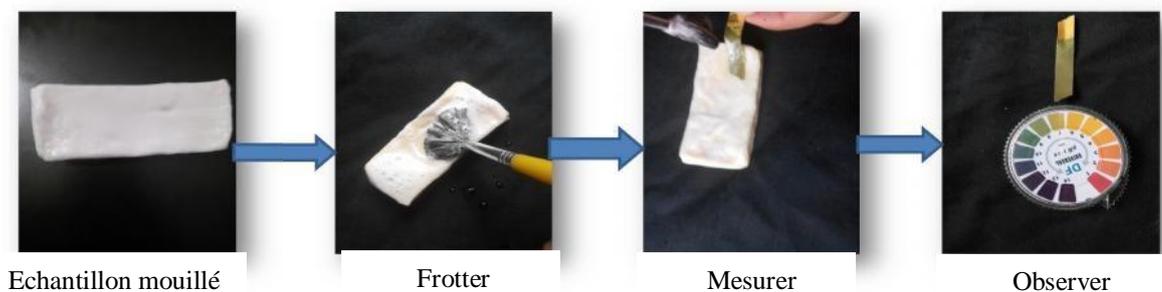


Figure 8 : Les différentes étapes de détermination de Ph

III.2.1.2 . Détermination la teneur en eau (humidité) (31):

L'eau dans une mixture de savon possède la fonction de diluer l'alcali (hydroxyde de sodium ou de potassium) et d'en disperser les molécules qui peuvent ainsi se déplacer et réagir plus aisément avec les molécules d'acides gras. Donc la teneur en eau est un caractère important à déterminer dans les savons.

➤ **Mode opératoire :**

- Une coupelle est pesée à vide dans une balance de précision
- Un échantillon de savon d'environ 10g à 0.01 près est ajouté (on a râpé pour que ce soit rapide à sécher)
- La coupelle est mise dans l'étuve à $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, en suite après 3h ressortie et laissée dans un dessiccateur pour refroidir

- La coupelle été pesé ensuite remis dans l'étuve pour 1h et si la différence entre les 2 peser à dépasser 0.01g l'opération est répéter jusqu'à ce que la différence serra inferieure a 0.01g. (32)

Les résultats d'humidité sont calculés en utilisant l'équation suivante :

$$H(\%) = \left(\frac{PF - P0}{PI - P0} * 100 \right)$$

H (%) : Taux d'humidité en pourcentage

P0 : poids en gramme, de la coupelle vide

PI : poids en gramme, de la coupelle et de la prise d'essai avant chauffage

PF : poids en gramme, de la coupelle et de la prise d'essai après chauffage.

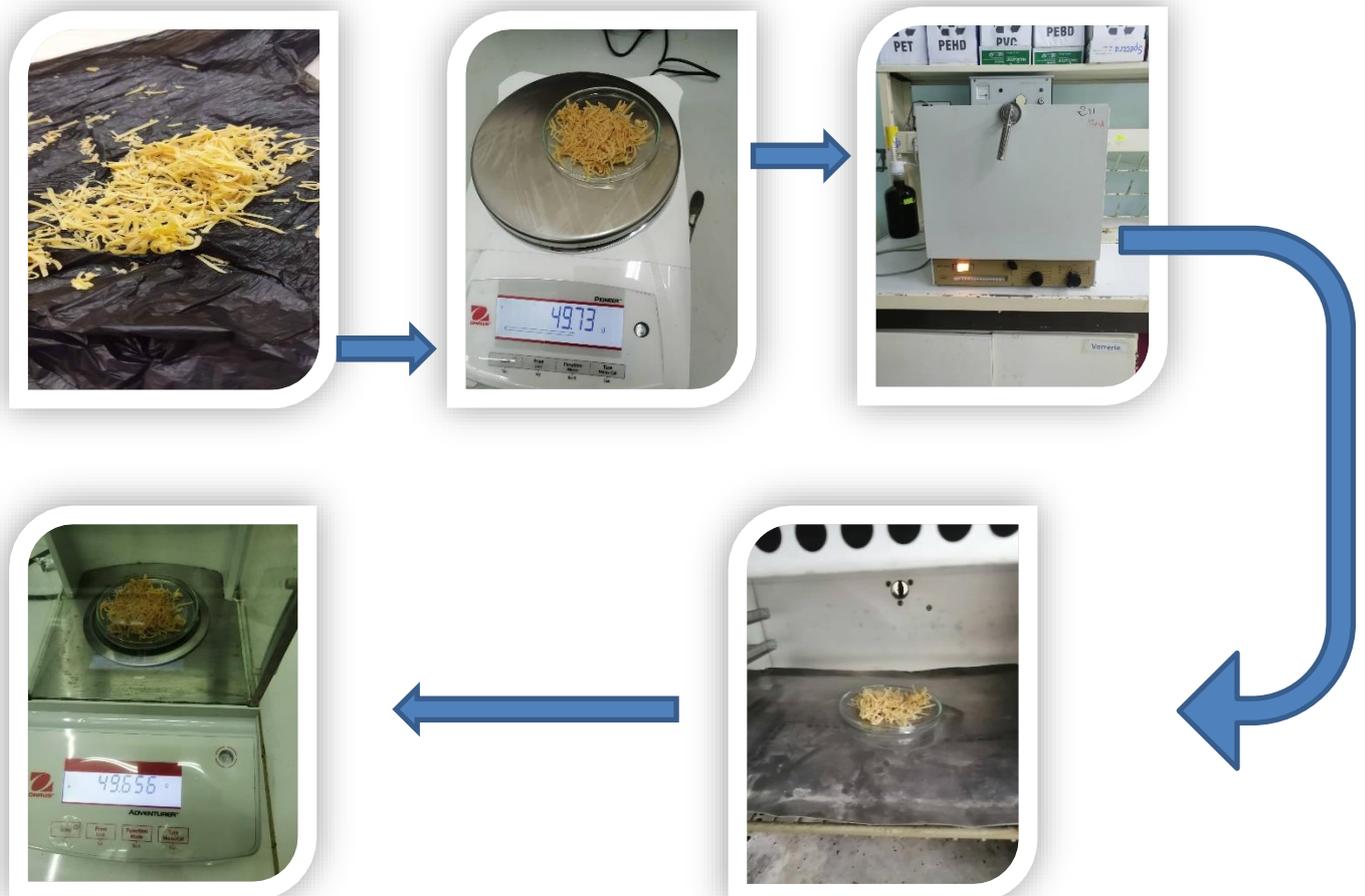


Figure 9 : les étapes de test d'humidité

III.2.1.3. Détermination du pouvoir moussant (volume de mousse):

Le pouvoir moussant des savons est une caractéristique importante qui nous renseigne sur l'efficacité de ce dernier et nous donne aussi une idée sur sa solubilité.

➤ **Principe :**

Faire agiter un échantillon de savon dans un volume d'eau jusqu'à dissolution complète.

➤ **Mode opératoire:**

- On pèse 0.25g de l'échantillon de savon dans une balance de précision.
- On le verse dans une éprouvette graduée qui contient 25ml d'eau
- On agite jusqu'à la dissolution complète du savon
- La lecture se fait à l'aide des graduations. **(50)**

III.2.1.4. Détermination de la teneur en alcali libre (29):

L'alcalinité se définit comme la capacité à neutraliser un acide. L'alcalinité des savons naturels est principalement associée aux hydroxydes. L'alcalinité totale varie généralement de 0,02 à 0,08 mg/L Elle représente l'alcali libre exprimé en grammes de NaOH pour 100 g de savon (%).

En général, les résultats sont exprimés en pourcentage massique soit en hydroxyde de sodium (NaOH), soit en hydroxyde de potassium (KOH), selon qu'il s'agit de savons sodiques ou potassiques. Ils peuvent aussi être exprimés en milliéquivalents par gramme. **(30)**.

➤ **Principe:**

L'alcalinité d'un échantillon de savon est déterminée par un titrage avec une solution d'acide sulfurique d'un savon dissout dans l'éthanol neutralisé en présence d'un indicateur coloré

(Phénolphthaléine). Au fur et à mesure du titrage, le pH diminue légèrement. Un premier point d'équivalence peut être observé aux environs de pH 8,3.

➤ **Mode opératoire:**

- Introduire la prise d'essai dans un erlenmeyer de 250 ml (l'échantillon été râper)
- Ajouter 75 ml d'éthanol neutralisé ;
- Agiter et chauffer le mélange jusqu'à dissolution complète du savon ;
- Titrer en présence de 3 gouttes de phénolphtaléine avec l'acide sulfurique 0,1 N Jusqu'à disparition de la teinte rose. Noter le volume V1 d'acide nécessaire.

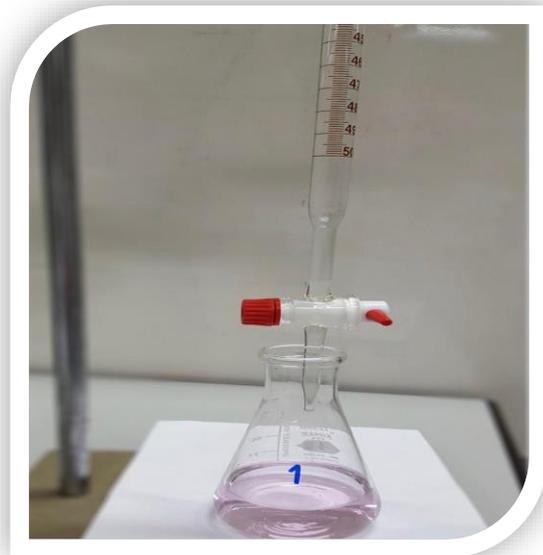
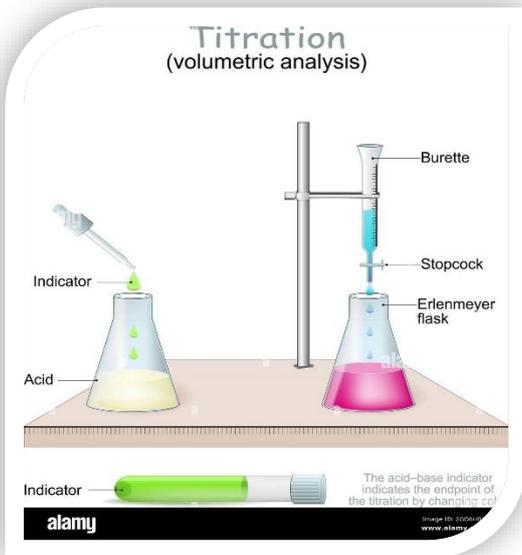


Figure 10 : détermination d'alcali libre

➤ **Expression des résultats:**

L'alcalinité libre exprimée en hydroxyde de sodium. Les résultats d'alcalinité sont calculés en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Alcali (\%)} = \frac{V \cdot N \cdot E_{q \text{ NaOH}}}{10 \cdot P_E}$$

Où :

V : volume de H₂SO₄ ;

N : normalité d' H₂SO₄ 0,1N ;

E_q : équivalent grammes NaOH = 40g ;

P_E : prise d'essai = 5g.

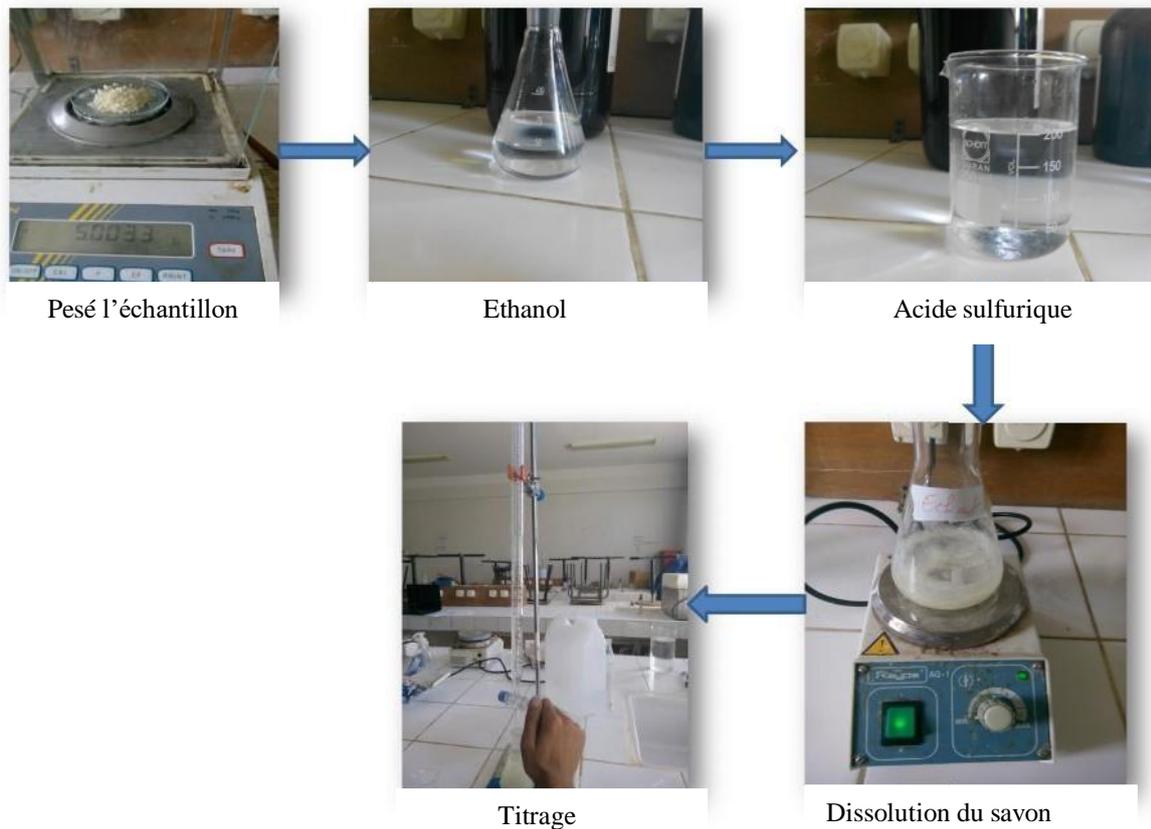


Figure 11: les étapes d'alcali libre

III.2.2. Analyse microbiologique :

III.2.2.1. Analyse de pouvoir d'effet bactériologique (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 (49).

➤ **Mode opératoire:**

- Un milieu de culture (PCA) a été préparé.
- On met la main non lavée dans le Pétrie qui se trouve au milieu de 2 bec benzène et attendre
- On fait le 1^{er} prélèvement.

- On lave les mains avec l'échantillon pendant 1.5mn a l'eau courante du robinet.
- On sèche les mains à l'aire libre et on passe au 2eme prélèvement.
- Les boites sont placés dans l'étuve a 30°C pendant 24h, ensuite on dénombre les colonies.

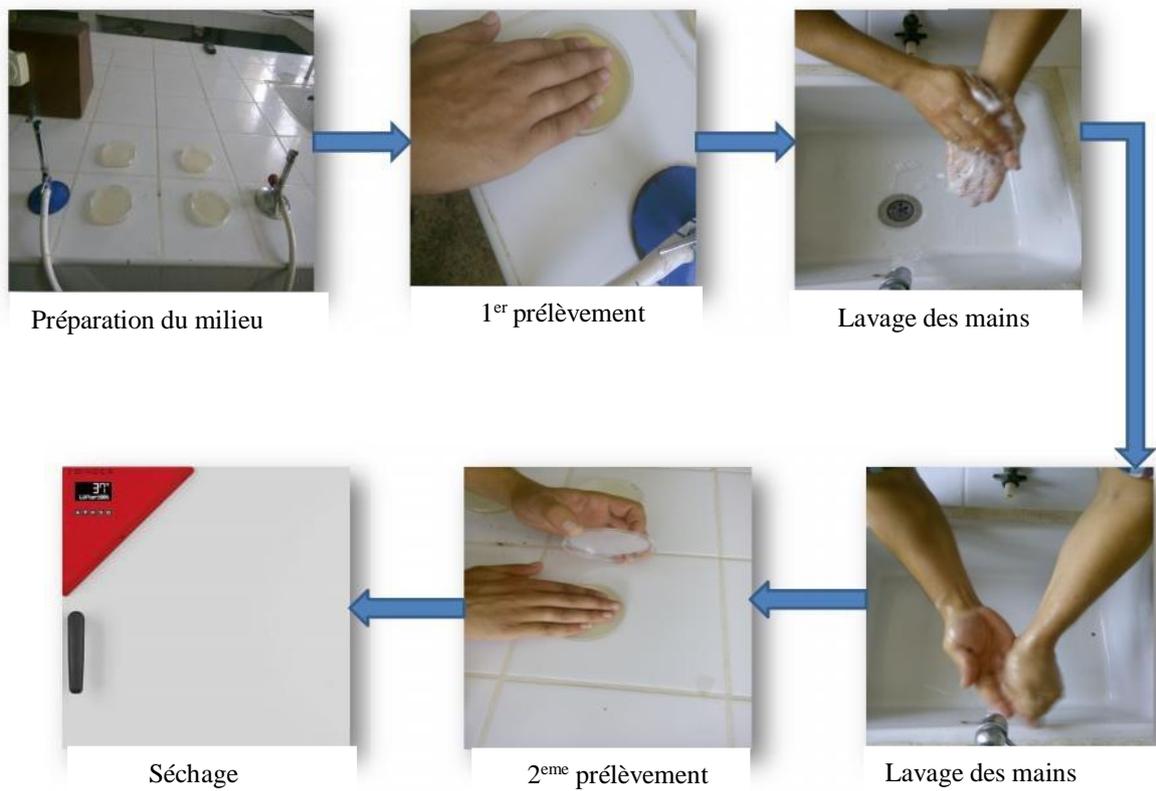


Figure 12 : les étapes de l'analyse bactéricide

Résultats et discussion

Chapitre

I.

Resultats des analyse de l'eau usée

1.1. Température :

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celui-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (13).

L'activité biologique décroît avec le froid, et la vitesse de nitrification est très ralentie aussi en dessous de 10°C (38).

Les résultats obtenus (Tableau 5) montrent que notre échantillon prélevé à l'entrée de la station d'épuration a une valeur de 21,2°C, cette valeur est comparée à la norme française des rejets des eaux dans la nature qui fixe la température maximale à 30°C. On trouve que la température de notre échantillon est inférieure à 30°C donc elle est dans la norme. Selon (45), une eau trop chaude ou trop froide peut donner lieu à des accidents surtout sur des jeunes plantes.

Le Tableau 5 : représente les résultats des paramètres physico-chimiques mesurés dans l'eau usée prélevés à l'entrée de la station d'épuration de beni mered et les normes françaises de rejet dans la nature :

Paramètre mesuré	Résultats	Norme de rejet dans le milieu naturel
Température c	27.8°C	< 30 °C
pH	7.98	Entre 5,5 — 8,5
DCO (mg d'O2/l)	461.6	300 mg/l
DBO5 (mg d'O2/l)	458	100 mg/l
MES (mg/l)	278	100 mg/l

1.2. PH :

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (24). Dans la nature, les bactéries peuvent croître dans une large plage de pH allant approximativement de 5 à 8. Cependant, leur croissance et leur activité optimales se situent aux environs d'un pH compris entre 7,5 et 8,5 (39).

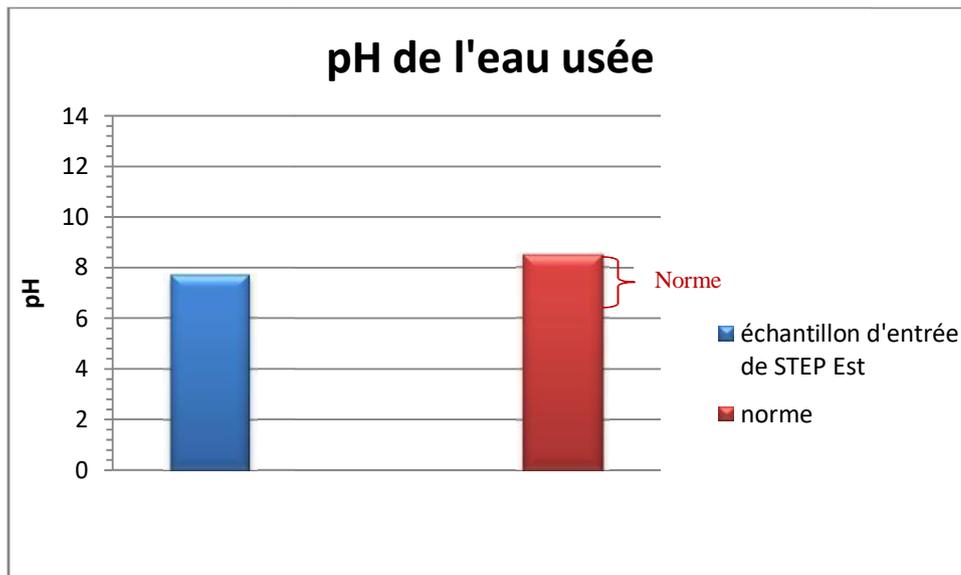


Figure 13 : Analyse du pH des eaux usées comparée à la norme

La valeur du pH des eaux usées de notre échantillon est de 7.9 (fig13). Cette valeur est conforme à la norme de rejet algérienne ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) (32).

1.3. DBO et DCO :

La demande chimique et biochimique en oxygène (DCO et DBO) sont exprimées en mg d'oxygène par litre, permettent l'évaluation des matières organiques et inorganiques contenues dans les eaux (6).

Les polluants organiques s'accumulent dans les tissus graisseux des animaux et sont ainsi transférés au niveau du foie (33).

Les produits organiques retrouvés dans l'eau extrêmement diversifiés, peuvent être en suspension, en solution ou former une phase différente (les huiles par exemple) (23).

La présence des matières organiques dans les eaux résiduaires représentent la principale forme de pollution pour l'environnement aquatique (51).

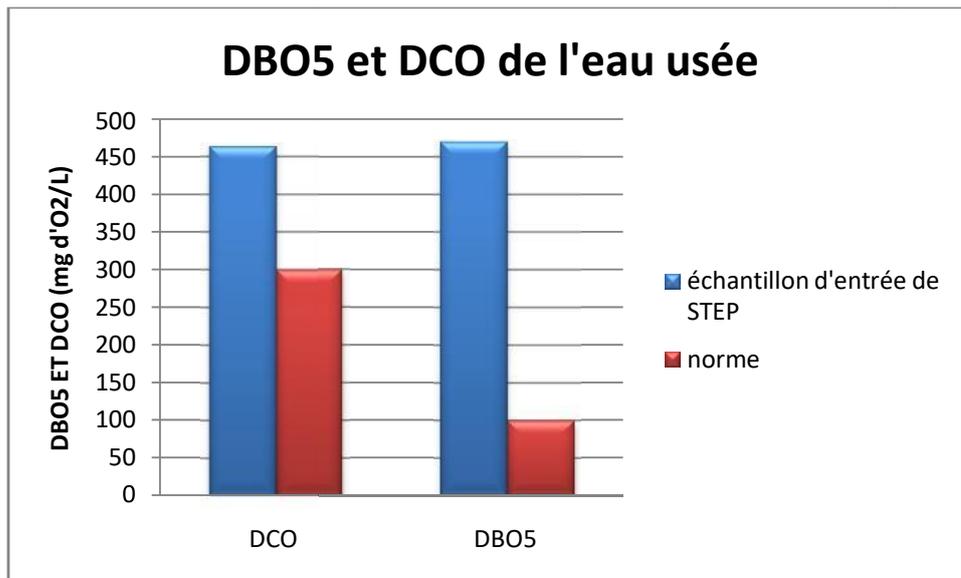


Figure 14 : Analyses de DBO5 et DCO des eaux usées comparées aux normes

Les résultats obtenus des analyses effectuées sur l'eau après un prélèvement dans la station montrent que la valeur de la DCO de notre échantillon est de 461.6 mg d'O₂/l et la valeur de la DBO est de 458 mg d'O₂/l (fig14), ces valeurs sont élevées par rapport à la norme qui est de 300 mg/l pour la DCO et 100 mg/l pour la DBO, ce qui est expliqué par la présence des différentes matières et produits pollués, dans cette eau où les huiles jouent un rôle sur l'augmentation de ces paramètres mesurés, puisqu'elles constituent une couche pelliculaire qui empêche les échanges gazeux air-eau ce qui augmente la demande chimique en oxygène qui provoque par la suite une inhibition de la dégradation de la matière organique, et l'asphyxie des êtres vivants aquatiques surtout dans des lacs où les eaux sont stagnées. donc ces eaux usées sont polluées par ces huiles suivant les normes de qualité des eaux de surface pour une valeur de rejet direct.

1.4. Les matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension représentent l'ensemble des particules minérales et organiques non dissoutes contenues dans les eaux usées (24). Les MES réduisent la luminosité des cours d'eau et limitent de ce fait l'activité biologique. Elles peuvent également nuire à la faune piscicole en se déposant sur les branchies. Présentes en grandes quantités, elles occasionnent des dépôts intempestifs (28).

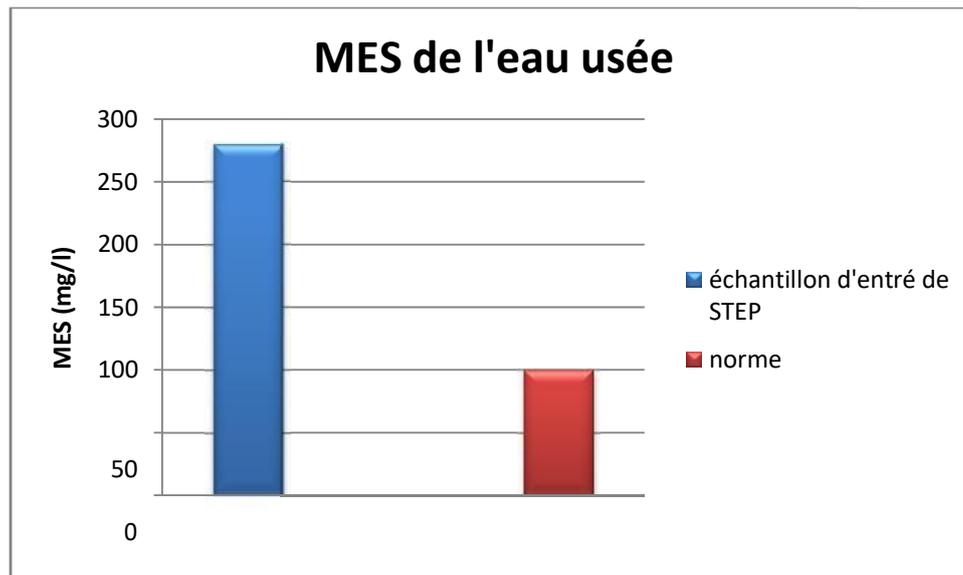


Figure 15 : analyse des mes dans l'eau usée comparé a la norme

Le résultat obtenu dans le tableau (5) montre que la valeur des MES de notre échantillon est de 276 mg/l. Cette valeur est élevée par rapport à la norme française des eaux usées destinées aux rejets directs dans la nature qui est de 100 mg/l (fig15). Cette augmentation s'explique par le mélange de cette eau avec plusieurs substances telles que les huiles de friture auxquelles les particules se collent. Donc ces huiles ont une influence sur l'eau.

Chapitre

-II-

**Résultats des analyses
des huiles de friture**

II.1. Indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde est le nombre de microgrammes d'oxygène actif pour un gramme de matière grasse (42). 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 (16). Lorsqu'une huile n'est pas soumise à de bonnes conditions de conservation ou à un bon traitement, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation. Elle devient ainsi impropre à la consommation. (41).

Tableau 6 : résultats d'analyse d'indice de peroxyde de l'échantillon d'huile usée compare à la norme :

	Huile raffinée fraîche	Huile usée (friture)
Indice de peroxyde	2 ou 3 meq/kg	7 meq/kg

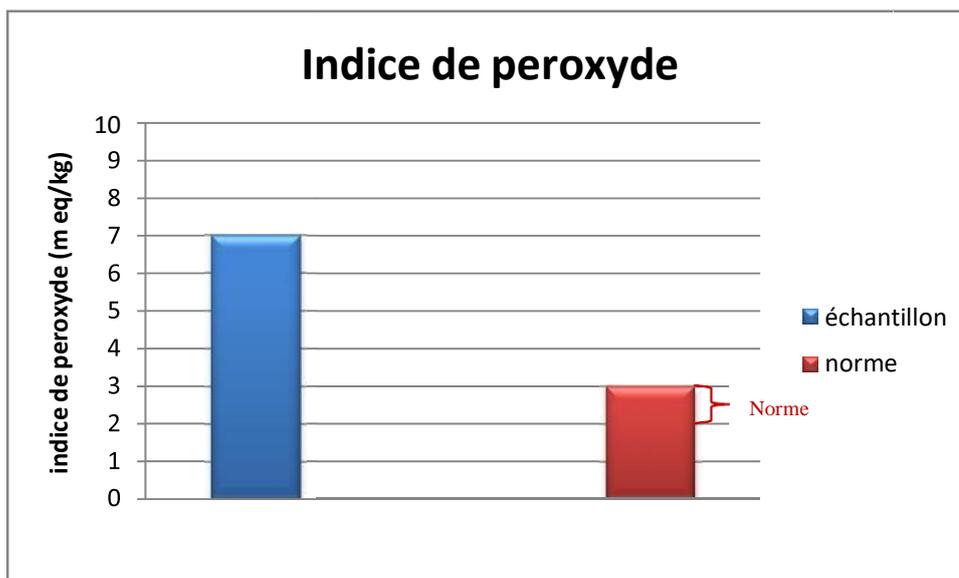


Figure 16 : indice de peroxyde d'huile usée compare à la norme

Les résultats du tableau (6) montrent que la valeur de l'indice de peroxyde de notre échantillon huiles de friture comparé à la norme des huiles fraîche sont différentes. Puisqu'elle est de 7 meq/kg pour notre échantillon et 2 ou 3 meq/kg pour la norme (fig16), cette augmentation s'explique par la présence des substances d'oxydation générées par la friture, la température. Donc cette huile est impropre à la consommation et elle est considérée comme déchet.

II.2. 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 (16). Un corps gras est plus sensible à l'oxygène lorsqu'il est constitué d'un nombre élevé de doubles liaisons.

➤ **Tableau 7 : résultats d'analyse de l'indice d'iode de l'échantillon d'huile usée compare à la norme :**

	Huile raffinée fraîche	Huile usée (friture)
Indice d'iode	110-140mg/100g	70mg /100g

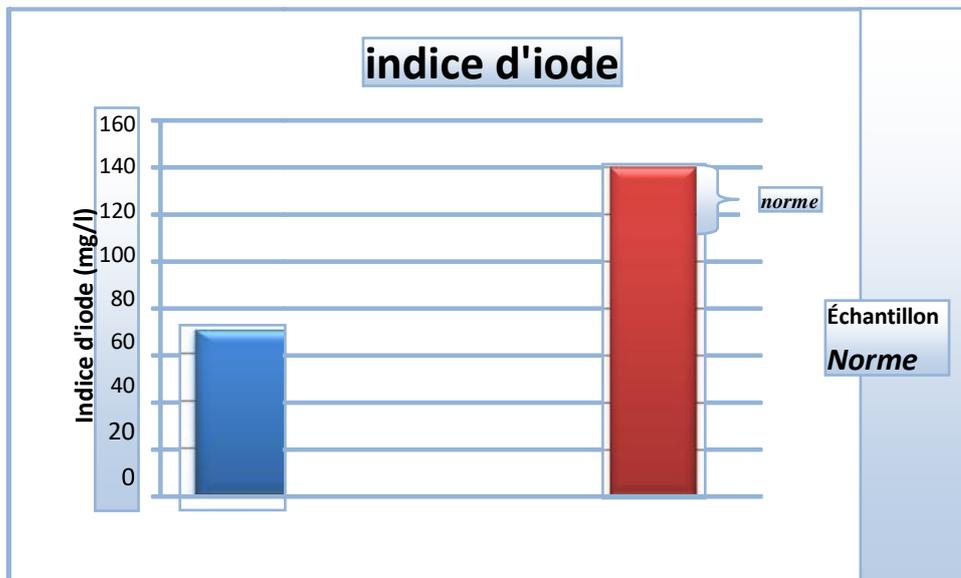


Figure17 : Indice d'iode d'huile usée compare à la norme

D'après les résultats obtenue dans le tableau (7) illustre dans la figure (17).On remarque qu'il y'a une diminution de la valeur de cette indice dans notre échantillon 70mg /100g par rapport à celle de la norme qui est de 110-140mg/100g. Cette diminution s'explique par l'utilisation excessive de cette huile qui à cause la rupture des doubles liaisons ce qui a provoqué la chute de cette indice. Donc notre huile est dégradée et devenue impropre à la consommation est on la considère comme déchet.

Chapitre

-III-

Résultats des analyses du savon

III.1. pH :

Les résultats obtenus pour le test de potentiel hydrogéné (pH) de notre échantillon et celui du témoin (savon industriel) sont présentés dans le tableau (8) suivant :

➤ **Tableau 8 : teste de potentiel hydrogéné (pH) pour les deux savons**

Types de savon	pH
Echantillon	9,4
Témoin (savon industriel)	7.8

D'après les résultats obtenus dans le tableau (8) on remarque que la valeur de pH de notre échantillon de savon (pH=9.4) voisine de celle du savon industriel (pH=7.8). Ces valeurs sont conformes à la norme des savons qui est fixée dans un intervalle de 7 à 10. Donc notre produit est bon .Un pH>7,5 donne des émulsions huile dans l'eau de grandes stabilités (46).

III.2. Humidité :

➤ **Tableau 9: résultats de teneur en humidité de l'échantillon compare a un Témoin :**

Type de savon	Poids des coupelles vide	Poids des coupelles + savon	Poids après chauffage pdt 3h	Poids Après le deuxième chauffage pdt 1h	Taux d'humidité (%)
échantillon	40,894g	50,894	49,663g	49,659g	12.35%
Savon industriel	34,991 g	45,003g	43,763g	43,755g	12.36%

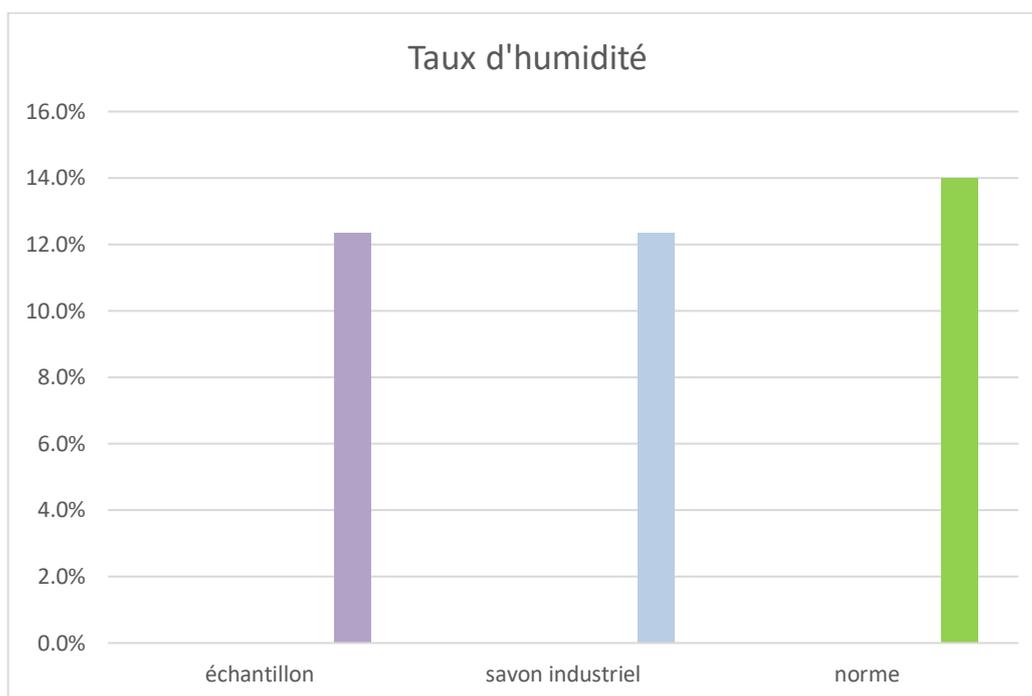


Figure 18 : analyse du teneur en humidité

Le savon préparé par le procédé à froid est composé essentiellement de sels sodiques, d'acides gras, d'eau et de glycérine. Le taux d'humidité de notre savon montre une valeur de 12.35% et celle de témoin 12.36% (fig18), les résultats sont presque identiques. (37) précise les valeurs d'humidité à 14%.

III.3. 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 qui est une mesure statique nécessite des volumes importants de solution de tensioactifs qui permet d'évaluer un volume de mousse initial et sa stabilité dans le temps.

Dans le cas des composés synthétisés à l'échelle du laboratoire, la méthode utilisée a été décrite par Garofalakis et Murray, et 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 (17).

Le pouvoir moussant est l'aptitude d'un tensioactif à pouvoir former une mousse stable et persistante. (46)



Figure 19: photos du teste pouvoir moussant de notre savon et d'un témoin

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 (15).

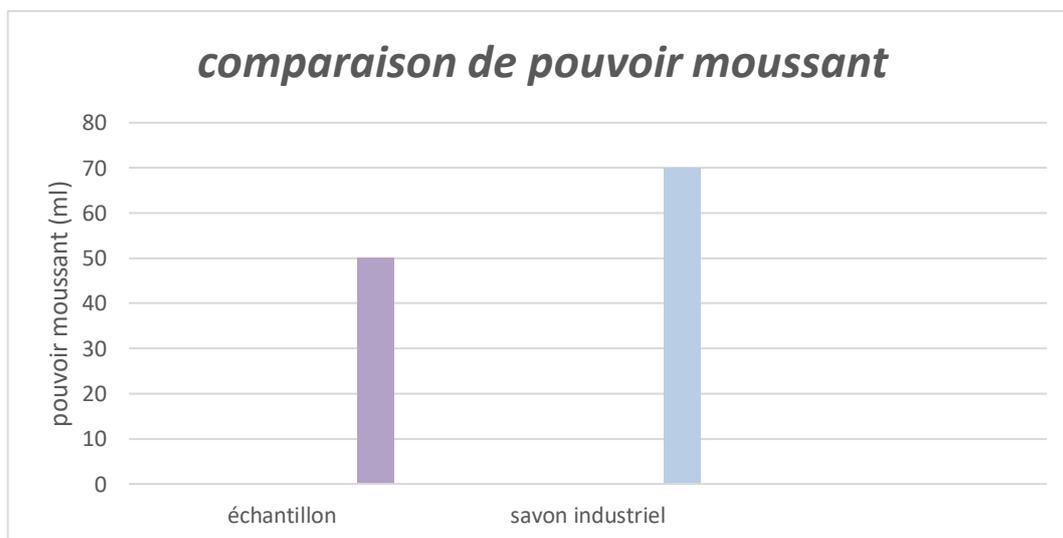


Figure 20 : analyse du pouvoir moussant de notre savon comparé a un témoin

Les résultats de test de pouvoir moussant (fig19) effectué sur notre savon et sur le témoin illustre dans (fig20) fait ressortir que le témoin présente un pouvoir moussant de 70 ml tandis que le savon fait avec les huiles de friture est de 50ml. Cette différence est due à l'ajout de tensions actives au témoin qui augmentent l'effet moussant des savons.

III.4. Teneur en alcali libre :

Le test de la teneur en alcali caractérise principalement les produits contenant des alcalins. La teneur en alcali libre mesure la quantité de bases libres OH. On le mesure par dosage par une solution titrée d'acide en présence de phénolphtaléine. Les résultats du test de l'alcali effectué sont montrés dans le tableau suivant. :

➤ **Tableau 10 : résultat du test d'alcali libre de notre savon et du témoin**

	L'alcali libre (%)
Echantillon	0.06%
Savon industriel	0.04%

On remarque que la teneur en alcali de notre savon est du 0.06% qui est proche de celle du témoin 0.04%. Ces valeurs se rapprochent des normes 0,02 et 0,08%.

III.5. Test bactéricide :

Parmi les tensioactifs anioniques lèsent la membrane cytoplasmique des cellules. A plus forte concentration, précipitent les protéines et les acides nucléiques, le savon présente un pouvoir antiseptique marqué, mais la plupart des auteurs semblent être d'accord pour considérer que ce pouvoir est principalement dû au fait de 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 typhique) (15).

Ce test sert à connaître l'efficacité de notre produit comparé à un témoin



Echantillon avant lavage des mains
avec empreinte de la main



Echantillon après lavage des mains



Témoin avant lavage des mains
avec empreinte de la main



Témoin après lavage des mains

Figure 21 : photo des colonies des savons avant et après lavage des mains

Les résultats de ce test (fig21) 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 ses colonies se diminuent pour atteindre 22 sur notre savon et 17 sur le témoin. Ces valeurs obtenues nous confirment que les bactéries ont été éliminées plus de 80% pour les deux, donc notre savon est conforme et efficace.

Conclusion

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion :

L'objectif de notre étude est d'essayer, tout d'abord, de donner des généralités sur les huiles végétales spécialement alimentaire, ensuite expliquer l'impact de ces huiles après usage sur l'environnement et l'économie. Enfin proposer un procédé de valorisation comme savon et évaluer sa qualité.

D'après les résultats de cette étude nous pouvons dire que :

- Les huiles de friture ont un impact sur l'environnement (l'eau spécialement), puisque les mesures des paramètres de pollution DBO et DCO effectuées sur des eaux usées contaminées, indiquent des valeurs considérablement loin des normes autorisées.
- Elles ont un indice d'iode et de peroxyde différents des huiles fraîches, c'est pour ça, elles sont considérées comme déchet.
- La valorisation de ces huiles usagées comme savon, à montrer qu'il présente le même aspect que le savon industriel (témoin) en raison de sa capacité bactéricide.
- Selon les normes ISO, et les tests de comparaison réalisés entre le savon industriel et le savon expérimenté, nous prouvons constaté que ce dernier est conforme et efficace.

Perspectives :

- Pour élargir l'utilisation de ce savon, des études poussées en chimie et en toxicologie sont à réaliser, puisque son utilisation actuelle est limitée.
- La filtration des huiles usagées peut se faire avec une centrifugeuse, pour avoir de meilleurs résultats.
- Sensibiliser les gens sur l'effet de ces huiles sur l'environnement.
- Donner plus d'importance à la collecte et encourager la valorisation de ses huiles dans les différents domaines.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- (1) : **Adrian J. et Jacquot R.**, (1998). Valeur alimentaire de l'arachide et de ses dérivés. Maison neuve et la rose, paris. p.274.
- (2) : **Allain E., Comeaux L., Gorlier P., Lemarchand S., Strat P., Merlot M. Et Nejman R.**, (1999). Soja. Ecole nationale supérieure de chimie de Rennes. P.1 -20.
- (3) **Atmani S., Zermani K.**, (2007). Analyses physico-chimiques de l'huile de tournesol à l'état brut et au cours du raffinage au niveau de CO.G.B « La Belle ».Mémoire de Fin de Cycle. Université Abderrahmane MIRA de Bejaia. p38.
- (4) : **Baumont S.**, (1997).Réutilisation des eaux usées épurées : risque sanitaire et faisabilité en île de France, 222p.
- (5) : **Berg.L-R, Raven.P.H, Hassenzahl.D.M.**,(2009). Environnement. Edition : De Boeck, Bruxelles. P 605-619.
- (6) : **BONTOUX J.**, (1993). Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, p166.
- (7) : **Boyeldieu J.**, (1991). Produire des graines oléagineuses et protéagineuses. Paris, éd. Tec et Doc, Lavoisier.p 106-119.
- (8) : **CEE N°2568/91.**, (1991). Détermination de l'indice de peroxyde. p29-30.
- (9) : **Charfaoui M.S.**,(2011). Les cultures oléagineuses : Enjeux et problématique. Portail Algériendes énergies renouvelables.
- (10) : **Chaib.F, khenfer A.**, (2013). Synthèse de biodiesel par la transestérification des huiles commercialisées. Mémoire master académique. Spécialité génie chimique. Université kasdi marbah, ouargla. p40.
- (11) : **Cheftel. J.C et Cheftel.H.**, (1977).Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, volume : 1, édition : Technique et documentation, Lavoisier, Paris. p 252-253.
- (12) : **Chekroun N.**,(2013). Détermination de la capacité antioxydant des huiles végétales : Huile Afia.,mémoire du master en chimie.,Université Abou Bakr Belkaid .,Tlemcen.72p.

Références bibliographiques

- (13) : **Chery L .,** (2006) . Qualité naturelle des eaux souterraines : Méthode de caractérisation des états de référence des aquifères français. Ed BRGM Orléans, France. p87.
- (14) : **Denise J.,** (1983). Le raffinage des corps gras, éd : beffois, Dunkerque. p 53-55.
- (15) : **Didouche Y.,**(2012).valorisation d'un déchet industriel impact écologique/économique. Thèse doctorat, chimie de matière et environnement, Boumerdes .p 110
- (16) : **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 national supérieur de l'industrie agro-alimentaire de Cameroun .Université de Ngaoundere. p52.
- (17) : **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
- (18) : **Faby J.A., Brissaud F.** (1997).L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau. p76.
- (19) : **Faurie. C, Ferra. C, Medori. P, Dereaux. J, Hemptinne. J.,** (2006). Ecologie : Approches scientifique et pratique. 5ème édition. p 343-356.
- (20) : **Food Authenticity** (1998), – Issues and Methodologies, F.A.I.M. Concerted Action, n° AIR3-CT94-2452, Eurofins Scientific, p 214-257.
- (21) : **Franck R.,** (2002). Analyse de l'eau (Aspects réglementaires et techniques). Ed, Collection Biologie technique. p360 .
- (22) : **Fridi K., Mazari M.,** (1997). Effet du stockage sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'arachide. Mémoire d'ingénieur Agronome, El Harrach, Institut National Agronomique. p78.
- (23) : **Gaujoux D.,** (1993). « La pollution des milieux aquatiques » Ed. Technique et Documentation, Lavoisier. p 97.
- (24) : **Gomella C., Guerree H.,** (1978). Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris. p262.
- (25) : **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.
- (26) : **Graille J.,** (2003). Lipides et corps gras alimentaires. Paris, Ed-TEC &DOC, Lavoisier. p469.
- (27) : **Grosclaude G.,** (1999). L'eau : usage et polluants. Edition INRA. p210.

Références bibliographiques

- (28) : **Houiller C et Oudart B.**,(1996). Guide de lecture de l'Arrêté ministériel Ed.Limoges. p71.
- (29) : **ISO 684**, (1974). Analyse des savons — Détermination de la teneur en alcali libre total
alcali libre total.
- (31) : **JORAD**, (1993) : Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 93-160 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels, 442p.
- (32) : **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.
- (33) : **Lacaze J-C.**, 1993. Dégradation de l'environnement côtier, conséquences écologiques. Ed Mission Paris Milan Barcelone Bonn : p 24-44.
- (34) : **Leggof A.**, (2003). Aliments dénaturés, raffinage des céréales, sucre, sels et huiles. In :www.biogassendi.com. (Mai 2014).
- (35) : **Linden G., Lorient D.**, (1994). Biochimie agro-industrielle. Paris, éd. Masson. p90-100.
- (36) : **Lopez. J.**, (2002). Les composts. Le courrier de l'environnement INRA. Document INRAMELS. p18.
- (37) : **Marc Donner.** (1993). La production de savon. Guide du CDI centre pour le développement industriel (convention de Lomé ACP/CEE).p43.
- (38) : **Martin G.**, (1979). Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris. p279.
- (39) : **Metahri M.**,(2012).élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse doctorat génie de procédés, UMMTO. p138.
- (40) : **Mohtadji C , Lamballais.**,(1989). Les aliments, édition, Lavoisier, Paris. p116-121.
- (41) : **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.
- (42) : **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.
- (43) : **Oliveira H.**(2009).10Questions sur les déchets en Île-de-France. Editions Technip,paris .p139.

Références bibliographiques

- (44) : **Ollier C.H et Poirie M.** (1983)., Les réseaux d'irrigation théorie et économie des arrosages. Ed.Technique et documentation,p 277.
- (45) : **Paliwal K., Karunaichamy K.S.T.K et Ananthavalli M.** (1998). Effect of swage water irrigation on growth performance, biomass and nutrient accumulation in *Hardwickia binata* under nursery conditions. Bioresource technology. p 66.- 105-111.
- (46) : **Poré J.**,(1992).Emulsions, microémulsion, émulsions multiples.Ed Techniques des industriesdes corps gras.Neuilly. p 20-75.
- (47) : **Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L.** (2005).L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris.8eme edition.p1383.
- (48) : **Rossell J.B.**, (2001).Frying, Woodhead Publishing Limited, Cambridge (England). 369 p.
- (49) : **Tanneur J. Michèle 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.
- (50) : **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.
- (51) : **Tomas O**, (1995), Metrologie des eaux résiduaires. Ed CE BEDOC. Sprl, Lieye. P23.
- (52) : **Varela G.**, (1998). Les graisses chauffées : contribution à l'étude de processus de la friture des aliments. Nut. Diet. N°25. p. 121 -124.
- (53) : **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.
- (54) : (2005). Groupe permanent d'étude des marchés de denrées alimentaires(GPEM/DA). Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, France.P28.
- (55) : (2013).Market olea. Le marché mondiale de l'huile d'olive.Ed AFIDOL.paris.
- (56) : (2012) .guide de contrôle des huiles de friture ministère du commerce république algérienne démocratique et populaire.
- (57) : (2007). Délégation régionale Franche-Comté et Association des Collectivités Comtoises pour la Maîtrise des Déchets et de l'Environnement.
- (58) : amélioré ta sante.com

Références bibliographiques

(59) : eco-city.com

(60) : actu-environnement.com

(61) : dictionnaire de l'environnement

(62) : saponification.afrikblog.com

(63) : www.woodrow.org

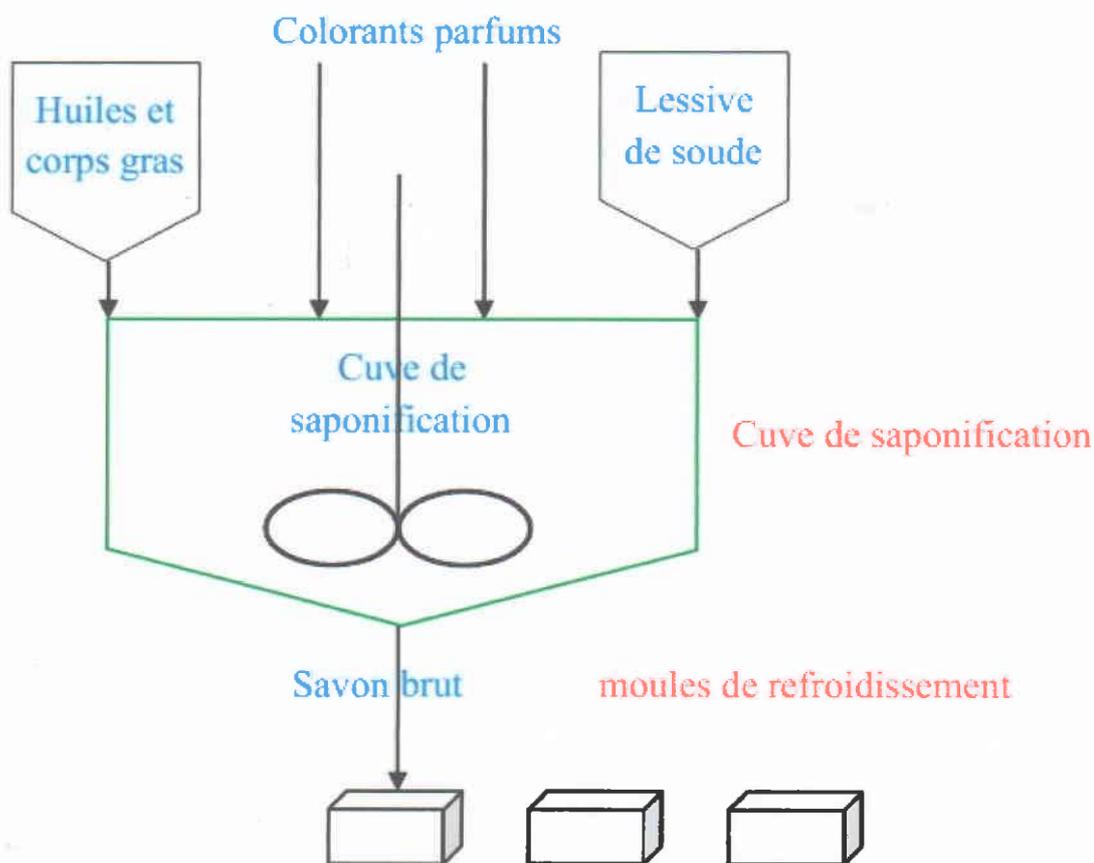
(64) : (2005). *Projet de Sciences au quotidien : Savons chimiques et naturels*.
Université de Bruxelles.

Annexes

Annexes

Annexe 1

- Les procédés de fabrication de savon :
- ❖ Procédé à froid

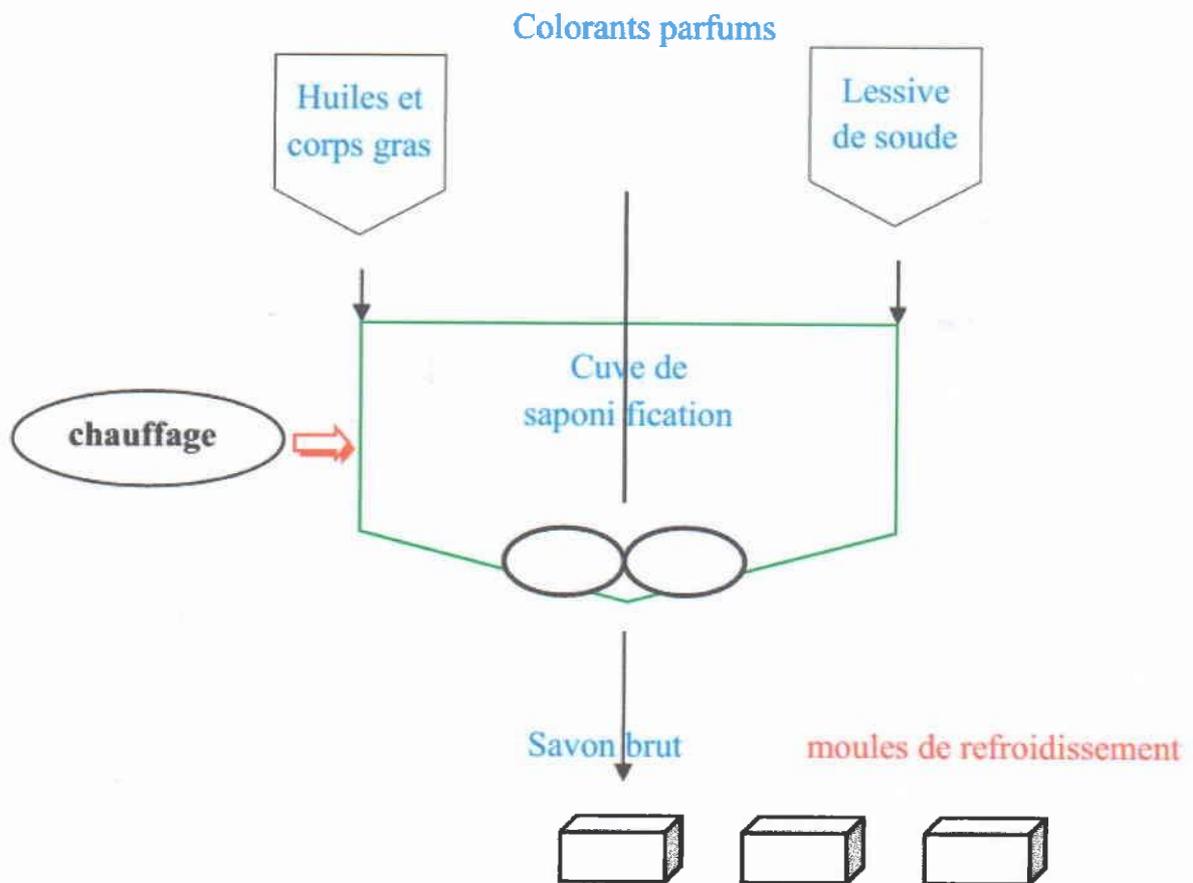


Fabrication du savon solide par le procédé à froid.

Le procédé à froid est le procédé en discontinu " par batch " le plus élémentaire. Il consiste à ajouter intégralement au corps gras contenu dans une cuve de saponification. La quantité de lessive de soude (à ± 32 % du poids) juste nécessaire pour assurer une saponification complète. Le mélange est maintenu sous agitation vigoureuse pendant une durée de 2 heures, et les colorants, parfums et additifs sont généralement ajoutés à ce stade le procédé ne comporte pas l'élimination des impuretés ni la séparation de la glycérine qui se forme. Le savon brut est soutiré dès que la masse du mélange s'épaissit, et versé tel quel dans des moules de refroidissement où le processus de saponification se poursuit pendant plusieurs jours. Le savon brut (teneur en acides gras : 58%) est ensuite démoulé, coupé en blocs et dirigé vers la ligne de finition. Il est conseillé de filtrer les acides gras pour éviter la formation d'impuretés. Le procédé requiert une grande maîtrise du processus de saponification (MarcDonner, 1993).

Annexes

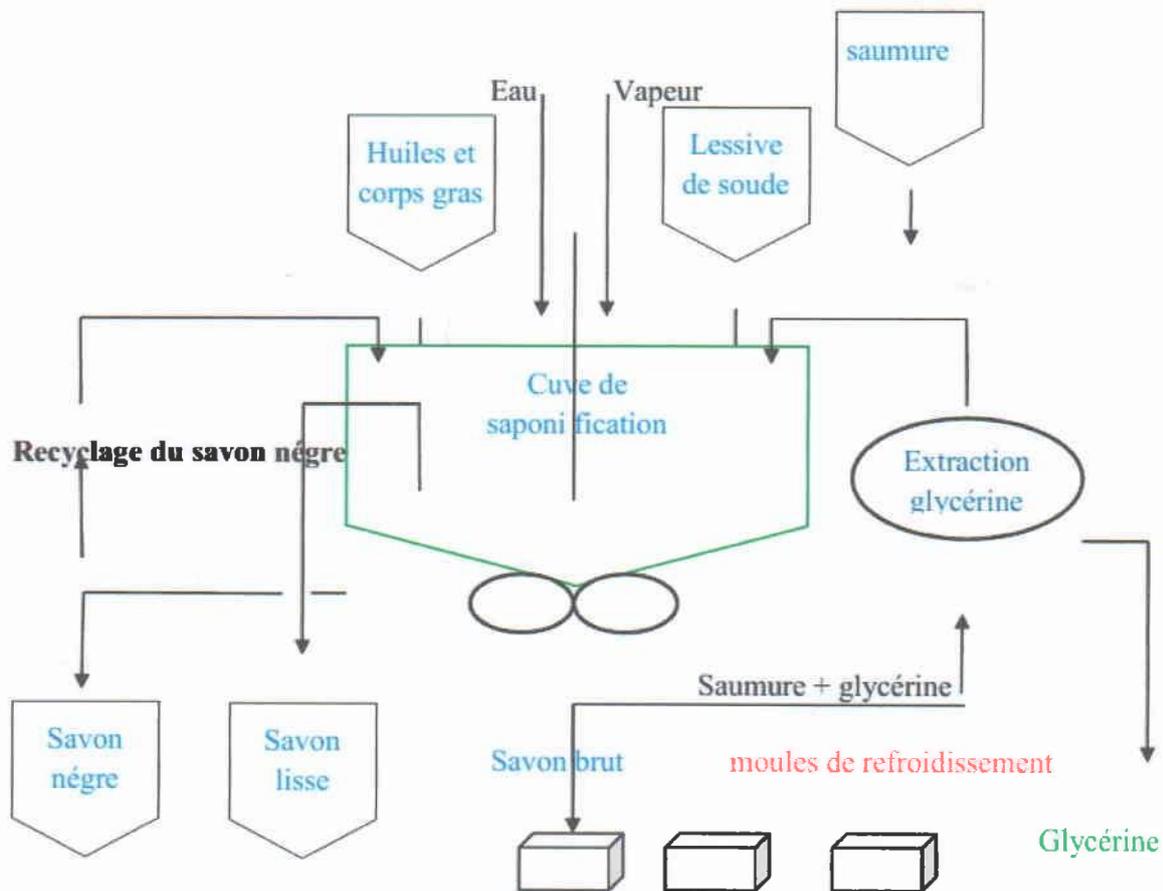
❖ Procédé par semi-ébullition :



Le procédé semi-ébullition se distingue du procédé à froid par le chauffage, par un système de tubulures, du mélange à saponifier à 70-90% pour accélérer et compléter la réaction de saponification. Les colorants, parfums et additifs sont ajoutés en fin de procédé pour éviter leur éventuelle évaporation. (Marc Donner, 1993).

Annexes

❖ Procédé par ébullition complète



Le procédé par ébullition complète se distingue du procédé par semi-ébullition par les diverses opérations d'extraction de la glycérine, de lavage et d'ajustage, qu'il comporte après saponification. La température avec laquelle le mélange est maintenu sous forte agitation, est généralement plus élevée (100%) permettant l'utilisation d'une gamme plus étendue de corps gras. Ce procédé présente une grande souplesse. Il permet de fabriquer une gamme étendue de savons, du savon de ménage courant au savon de toilette haut gamme. Par contre les contraintes de volume, d'investissement, de valorisation du sous-produit et de maîtrise de la technologie et des opérations limitent l'attrait du procédé et exigent une analyse détaillée de la variabilité économique et commerciale de tout projet basé sur ce type de technologie. (Marc Donner., 1993).

Annexes

ANNEXE 2

- **Les matériels utilisés dans les analyses de l'huile usagée**

TABLEAU : Matériels utiliser dans les analyses

Matérielle utiliser	
Produits utilisé	Outils
-Echantillon	
-Chloroforme	-flacons
-Acide acétique	-erlenmeyer
- Tétrachlorure de carbone	-burette
- Réactif de wijs	-pipette
-Empois d'amidon	- balance
-Thiosulfate de sodium	- agitateur magnétique
-Iodure de potassium	
-Eau distille	

Annexes

Annexe 3

- les analyses des eaux usées

Le TABLEAU : résume les matériels utilisés et la méthode d'analyse pour chaque paramètre de mesure :

paramètres physico-chimiques		
Paramètre à mesuré	Méthode d'analyse	Matérielles et produits utilisés
Température c	-Electrométrie	-l'eau d'entrée (échantillon)
pH		- béchers
MES	-Spectrophotomètre	- thermomètre
		- PH-mètre
		- flacons
		- Spectrophotomètre
		- réacteur DCO
DCO	- Iso 6060	-l'incubateur DBO
		- barreau magnétique
		- cupule
		- goulots
		- les oxy top
DBO	-Manométrie	Produits :
		-l'eau distillée
		-KOH
		-hydrogénophthalate de potassium
		- dichromate de potassium
		- acide sulfurique sulfate d'argent
		- sulfate de fer
	- sulfate d'ammonium	

Annexes

Annexe 4 :

• préparation du savon liquide

Pour 500ml de savon :

- 20 g de savon râper.
- 450 à 470 ml d'eau
- 1 Cc d'huile d'olive
- Un arôme naturel si on veut modifier son odeur

Mode opératoire :

Après avoir préparé les ingrédients cité au dessus :

- On mis l'eau dans une casserole et on le chauffe jusqu'a ébullition.
- On verse le savon râper et mélanger jusqu'à dilution
- On laisse le mélange se refroidir et l'agiter de temps en temps
- On ajoute une cuillère d'huiles d'olive en suite on mélange
- On peut ajouter un arome si on veut
- On laisse le tous refroidir 30mn a peu prés en suite le verse dans une bouteille.
- On l'agite toujours avant utilisation



Fabrication du savon liquide

