

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريريج

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département Génie de l'environnement

## MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

**En** : Génie de l'environnement

**Spécialité** : Génie des procédés de l'environnement

**Par** : - Belhadad Fateh

- Latamna Sami

- Beldjillali Mouhamed-El Amine

## Sujet

# Fabrication de savon

Soutenu publiquement, le 03/05/2023, devant le jury composé de :

Messis,A

Prof

Univ-BBA

Président

Bekri,S

MAB

Univ-BBA

Examineur

Maghraoui,N

MAA

Univ-BBA

Encadrant

Boubatra,M

MCB

Univ-BBA

Co-Encadrant



## **REMERCIEMENTS**

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier "ALLAH" le tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour réaliser ce présent travail comme Il devrait. Nous voudrions remercier Nos parents qui nous toujours encouragés et soutenu durant toute la durée de nos études.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à notre encadreur de mémoire madame Maghraoui Nadjah et Boubatra Mustapha pour avoir accepté nous encadrer, pour ses directions et ses conseils avisés.*

*Nous voudrions remercions l'ensemble de notre jury de mémoire, qui a bien voulu examiner ce travail : Pr. Messis,A et Dr, Bekri,S et Tous les enseignements de : Génie des procédés de l'environnement  
Enfin, Nos remerciements l'ensemble des personnes ayant, contribué de loin ou du près au bon déroulement de mes travaux.*

## Dédicaces

Je tiens à remercier ALLAH le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté, la patience et ma guidé à franchir une étape cruciale dans ma vie académique. Ce fut un long chemin plein d'épreuves mais couronnée du succès que je dédie :

*À celui qui a dit un jour que tu ne serais pas misérable tant que je serai vivant, et que je suis à elle, et si elle refuse, contre son gré je l'amènerai, à mon premier amour et mon héros éternel, qui m'a appris que le succès ne vient qu'avec de la patience et de la persévérance mon père :*

BELDJILLALI NACER-ELDINNE

*Aux mains pures qui ont enlevé les épines de l'échec de mon chemin, à celle qui a tracé mon avenir avec des lignes de confiance et d'amour, à ma grande supportrice et la guerrière pour laquelle je suis reconnaissante tant que je vivrai ma mère :*

RIGHI GHANIA

Et aussi mon frère et ma sœur

BELDJILALLI IMED EL-EDDINE , DOUNIA-ZED

Et mes amis :

GHANOU , MAHDI , BARI , KAKO , AKO , NASSIM , CHAKIB , ANOUAR , WAIL ,  
DAHIM

*À ceux avec qui j'ai partagé les rires, la tristesse et le stress, pour ceux qu'ont fait passernos jours difficiles en moments de plaisanterie, mes chers amis :*

*BELALMI NOUR EL IMEN , BENHCEN AMINA*

*À toutes les personnes qui m'ont aidée à franchir de nouveaux horizons dans ma vie.*

BELDJILALLI MOUHAMED EL-AMINE

## **Dédicaces**

Je tiens à remercier ALLAH le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté, la patience et ma guidé à franchir une étape cruciale dans ma vie académique. Ce fut un long chemin plein d'épreuves mais couronnée du succès que je dédie :

*À celui qui a dit un jour que tu ne serais pas misérable tant que je serai vivant, et que je suis à elle, et si elle refuse, contre son gré je l'amènerai, à mon premier amour et mon héros éternel, qui m'a appris que le succès ne vient qu'avec de la patience et de la persévérance mon père :*

**BELHADAD IBRAHIM**

*Aux mains pures qui ont enlevé les épines de l'échec de mon chemin, à celle qui a tracé mon avenir avec des lignes de confiance et d'amour, à ma grande supportrice et la guerrière pour laquelle je suis reconnaissante tant que je vivrai ma mère :*

**NORA BEN-ENIA**

Et aussi mon frère et ma sœur

**MERIEM, KENZA ET DOUNIA**

Et mes amis :

**AYMEN NOUARI ET IBRAHIM MESAAD**

*À ceux avec qui j'ai partagé les rires, la tristesse et le stress, pour ceux qu'ont fait passerons jours difficiles en moments de plaisanterie, mes chers amis :*

**BELALMI NOUR EL IMEN, BENHCEN AMINA**

*À toutes les personnes qui m'ont aidée à franchir de nouveaux horizons dans ma vie.*

**BELHADAD FATEH**

## Dédicaces

Je tiens à remercier ALLAH le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté, la patience et ma guidé à franchir une étape cruciale dans ma vie académique. Ce fut un long chemin plein d'épreuves mais couronnée du succès que je dédie :

*À celui qui a dit un jour que tu ne serais pas misérable tant que je serai vivant, et que je suis à elle, et si elle refuse, contre son gré je l'amènerai, à mon premier amour et mon héros éternel, qui m'a appris que le succès ne vient qu'avec de la patience et de la persévérance mon père :*

LATAMNA EL BAKHOUCHE BEN SALAH

*Aux mains pures qui ont enlevé les épines de l'échec de mon chemin, à celle qui a tracé mon avenir avec des lignes de confiance et d'amour, à ma grande supportrice et la guerrière pour laquelle je suis reconnaissante tant que je vivrai ma mère :*

MADANI MEBARKA

Et aussi mes frères

LATAMNA ANTRE, LATAMNA BILAL, LATAMNA YOUSEF

Et mes amis :

NADJIB, SEIF, ZIADE, AKRAM, BADIS

*À toutes les personnes qui m'ont aidée à franchir de nouveaux horizons dans ma vie.*

***LATAMNA SAMI***

## Liste des figures

Figure 1 Schéma de précipitation ou de relargage. (SPITZ, 2009) .....	6
Figure 2 Production du savon (G. Holtzinger, 2015) .....	8
Figure 3 Quelques formes de bactéries (antibio-responsable, 2020) .....	13
Figure 4 Structure de bactérie (antibio-responsable, 2020) .....	14
Figure 5 L'effet du savon sur les virus (antibio-responsable, 2020) .....	16
Figure 6 Dispositif de L'hydro distillation. (PIOCHON M, 2008) .....	17
Figure 7 Molécule d'huile - graphique de Jeff Welter (FRANÇAIS, 2015) .....	20
Figure 8 Des fûts et cuves plastiques des huiles. (Salvatore manco, 2018) .....	25
Figure 9 Collecte des huiles alimentaires de friture usagées (Salvatore manco, 2018) .....	26
Figure 10 Schéma du traitement des huiles de frites usagées. (SAIDI .A et al, 2019) .....	27
Figure 11 Filtration des l'huile de friture .....	29
Figure 12 Dispositif utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle du <i>camomille</i> .....	33
Figure 13 Montage de chauffage à reflux .....	35
Figure 14 Processus de relargage .....	35
Figure 16 Filtration de le savon obtenez .....	36
Figure 17 La pâte du savon est versée dans un moule .....	36
Figure 18 Le banc Kofler .....	37
Figure 19 Un milieu de culture (PCA) a été préparé .....	39
Figure 20 Introduit la main dans les boîtes de Pétri préparées .....	39
Figure 21 l'huile essentielle de la camomille .....	42
Figure 22 Le savon obtenez .....	43
Figure 23 Le pH Pour notre savon obtenu .....	44
Figure 24 Axe de pH .....	44
Figure 25 Photos du test pouvoir moussant en milieu acide .....	46
Figure 26 photos du test pouvoir moussant en milieu salin .....	47
Figure 27 Avant le lavage des mains avec du savon .....	48
Figure 28 Après le lavage des mains avec du savon .....	48

## **Liste des tableaux**

Tableau 4 Caractéristiques de l'huile essentielle de <i>Camomille</i> .(Laurain-Mattar et a, 2020) ..	18
Tableau 5 Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile végétale (FRANÇAIS, 2015) ..	20
Tableau 6 caractéristiques physico chimiques de notre l'huile de friture .....	40
Tableau 7 Caractéristiques physico-chimiques du savon synthétisé.....	47

## Liste des abréviations

**A%** : Acidité exprimée en pourcentage

**CHCl** : concentration de la solution titrée d'acide chlorhydrique, en mol/L.

**Is** : indice de saponification ;

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

**m**: masse de corps gras analysée, en g.

**N** : Normalité de NaOH (0,1 N)

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

**R** : rendement en huile essentielle en pourcentage (%).

**PH** : poids de l'huile essentielle en gramme.

**PP** : poids de la biomasse végétale en gramme.

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

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

**VE** : volume versé à l'essai, en ml.

**VT** : volume versé au témoin, en ml.



## SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1

### Etude bibliographique

#### I.1 Partie 1 : Saponification

I.1.1 Histoire.....	3
I.1.2 Définition .....	3
I.1.3 Les conditions de saponification .....	3
I.1.3.1 Saponification à chaud .....	3
I.1.3.2 Saponification à froid.....	4
I.1.4 La réaction de saponification.....	4
I.1.5 Relargage .....	5
I.1.6 La composition des savons.....	5
I.1.7 La production industrielle du savon.....	6
I.1.8 Mécanisme de nettoyage du savon .....	7
I.1.8.1 La mousse.....	6
I.1.9 Facteurs affectant l'efficacité du savon.....	8
I.1.9.1Types de savon.....	8
I.1.9.2 La température.....	8
I.1.9.3Le temps .....	8
I.1.9.4La concentration .....	9
I.1.9.5L'eau.....	9
I.1.9.6Le type de surface .....	9
I.1.9.7La longueur de la chaîne alkyle .....	9

I.1.10 Types de savon.....	9
----------------------------	---

## **I.2 Partie 2 : Savon médical**

I.2.1 Bactérie .....	10
I.2.1.1 Bactéries pathogènes.....	10
I.2.1.2 Formes de les bactéries .....	11
I.2.1.3 Structure des bactéries.....	11
I.2.1.4 L'effet des facteurs physiques-chimique sur les bactéries.....	12
I.2.1.4.1 La température .....	12
I.2.1.4.2 Le Ph .....	12
I.2.1.4.3 La pression osmotique.....	12
I.2.1.4.4 La lumière.....	12
I.2.2 Le désinfectant à savon médical.....	13
I.2.2.1 Comment le savon fait-il pour neutraliser un virus.....	13

## **I.3 Partie 3 : Les huiles essentielles**

I.3.1Méthodes d'extraction .....	14
I.3.1.1 L'hydro-distillation.....	14
I.3.1.2 L'Expression à froid .....	15
I.3.2Caractéristiques .....	15
I.3.3Propriétés et indications thérapeutiques .....	16

## **I.4 Partie 4 : L'huile végétal**

I.4.1Définition .....	17
I.4.2 Structure schématique .....	17
I.4.3 Caractéristiques physico-chimiques des huiles non usagées .....	18
I.4.4 Les huiles végétales dans la cosmétique et la friture .....	18
I.4.4.1 Cosmétique.....	18
I.4.4.2 La friture .....	19

## **I.5 Partie 5 : Procédé de friture**

I.5.1Définition .....	19
I.5.2Types de friture .....	19
I.5.2.1Friture plate .....	19

I.5.2.2 Friture profonde .....	19
I.5.3 Impact des huiles de friture usagée .....	20
I.5.3.1 Sur l'environnement .....	20
I.5.3.2 En réseaux d'assainissements et les stations d'épurations .....	20
I.5.4 Collecte .....	21
I.5.5 Traitement .....	23
I.5.6 Méthode de recyclage .....	24
I.5.6.1 Recyclage chimique.....	24
I.5.6.2 Raffinage .....	25
I.5.6.3 Production de biodiesel.....	26
I.5.6.4 Fabrication de produits dérivés .....	26

## **Matériels et méthodes**

### **II.1 Partie 1 : L'huile de friture**

II.1.1 Filtration des l'huile de friture .....	27
II.1.2 Analyse d'huile de friture.....	27
II.1.2.1 Indice de saponification .....	27
II.1.2.1 Indice d'acide et l'acidité.....	28
II.1.2.2 Indice de peroxyde.....	28

### **II.2 Partie 2 : Extraction de l'huile essentielle de la camomille**

II.2.2 L'hydro-distillation.....	29
II.2.3 Calcul du rendement .....	29

### **II.3 Partie 3 : Synthèse du savon**

II.3.1 Savon solide.....	29
II.3.2 Le relargage.....	30
II.3.3 Filtration .....	30
II.3.4 Moulage et séchage.....	31
II.3.5 Réglage de PH.....	31

### **II.4 Partie 4 : Étude des propriétés du savon obtenu**

II.4.1 Détermination du point de fusion.....	31
II.4.1.1 Détermination du Ph.....	32
II.4.1.2 Détermination de l'alcali libre caustique.....	32
II.4.1.3 Détermination du pouvoir moussant du savon dans différents milieux.....	32

II.4.1.4 En milieu acide.....	32
II.4.1.5 En milieu salin.....	33
II.4.1.6 Analyse microbiologique.....	33

## **Résultats et discussions**

### **III.1 Partie 1 : L'huile de friture**

<b>III.1.1</b> Analyse des l'huile des fritures .....	35
---	----

### **III.2 Partie 2 : Extraction de l'huile essentielle de la camomille**

III.2.1 Calcul du rendement.....	36
----------------------------------	----

### **III.3 Partie 3 : Synthèse du savon**

III.4 Étude des propriétés du savon obtenu.....	37
III.4.1 Détermination du point de fusion.....	37
III.4.2 Détermination du pH.....	38
III.4.3 Détermination de l'alcali libre caustique.....	39
III.4.4 Détermination du pouvoir moussant de savon dans différents milieux.....	39
III.4.4.1 En milieu acide.....	39
III.4.4.2 En milieu salin.....	40
Conclusion générale.....	41
Références bibliographiques.....	42
Résumé.....	43

# **Introduction générale**

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Le recyclage de l'huile de cuisson usagée pour la fabrication d'un savon antibactérien à base d'huile de camomille est un concept important qui vise à maximiser l'utilisation des ressources et à préserver l'environnement. L'huile de camomille est un ingrédient efficace dans la lutte contre les bactéries et apaise la peau, ce qui en fait un composant idéal pour la fabrication d'un savon antibactérien. (Laurain-Mattar et al, 2020)

La fabrication de savon à base d'huile de camomille à partir d'huile de cuisson usagée est une étape importante dans le recyclage et la préservation de l'environnement. En réutilisant l'huile usagée, nous pouvons réduire les déchets et éviter la pollution de l'eau et du sol grâce à une élimination responsable.

Le processus de recyclage de l'huile de cuisson usagée pour la fabrication de savon en général comprend plusieurs étapes. Tout d'abord, l'huile usagée est collectée et filtrée pour éliminer les impuretés et les résidus. Ensuite, l'huile filtrée est chauffée et une petite quantité d'alcali est ajoutée pour faciliter le processus de saponification.

La fabrication d'un savon antibactérien à base d'huile de *camomille* par l'huile de friture usagée offre une opportunité de renforcer le concept global du développement durable et de la protection de l'environnement. Un équilibre peut être atteint entre la consommation et la préservation des ressources naturelles, ce qui contribue à la préservation de l'environnement et à la réduction de son impact négatif. (Faurie et al, 2016)

Dans cette étude, nous examinerons le processus de recyclage de l'huile de cuisson usagée pour la fabrication de savon en utilisant l'huile de *camomille* comme ingrédient principal. Nous analyserons les effets environnementaux de ce processus et évaluerons son efficacité en tant que moyen de préserver les ressources naturelles et d'améliorer la santé publique. Nous étudierons également les propriétés du savon produit et sa capacité à lutter contre les bactéries et à prendre soin de la peau.

Cette étude constitue une étape importante pour élargir notre connaissance du recyclage de l'huile de cuisson usagée et de son utilisation dans la fabrication de produits sains et

## Introduction générale

---

respectueux de l'environnement. Les résultats, basés sur des preuves scientifiques, contribueront à stimuler l'intérêt pour le recyclage et encourageront les individus et les communautés à prendre des mesures concrètes pour préserver l'environnement et réaliser un développement durable.

Ce sujet sera abordé à travers une étude expérimentale et une analyse de données.

# **Etude bibliographique**



## Chapitre I : Etude bibliographique

### I.1 Partie 1 : Saponification

#### I.1.1 Histoire

Selon les rapports des historiens, le savon est apparu il y a plus de 4500 ans, et bien sûr, il n'était pas composé des mêmes ingrédients utilisés aujourd'hui. Les Sumériens, un peuple de Mésopotamie, le fabriquaient sous forme de pâte à base de graisse animale et de carbonate de potassium, comme le suggèrent certains papyrus égyptiens. Cependant, il n'était pas utilisé pour l'hygiène quotidienne, mais plutôt pour blanchir les cheveux ou traiter les maladies de la peau. À l'époque de l'Égypte ancienne, les gens frottaient leur corps avec du bicarbonate de soude naturel, appelé "natron", mélangé à une pâte de cendres et d'argile.

En effet, dès l'an 2000 avant J.-C., les Sumériens fabriquaient une pâte faite d'huile, d'argile et de cendres qui ressemblaient à un savon mou. Mais ce n'est qu'à partir du II<sup>ème</sup> siècle après J.C. que les Romains l'utiliseront pour se laver. Les Arabes ont développé cette industrie en y ajoutant des cendres de plantes maritimes contenant de la soude. Au IV<sup>ème</sup> siècle, une pâte de cendres et de graisse animale appelée "sapo" d'origine gallo-romaine a été découverte. (HISTORY, 2022)

#### I.1.2 Définition

Le savon est le produit obtenu par la réaction chimique appelée "saponification" entre une graisse ou un corps gras animal ou végétal et de la soude ou de la potasse caustique. La saponification se produit lorsque la graisse est mélangée avec la soude ou la potasse caustique, produisant ainsi du savon et de la glycérine. Le type de graisse utilisé et le choix entre la soude ou la potasse caustique déterminent le type de savon obtenu, soit un savon dur avec de la soude ou un savon mou avec de la potasse caustique. Le savon est couramment utilisé pour le nettoyage et le blanchissage, et ses propriétés moussantes et émulsifiantes en font un ingrédient important dans de nombreux produits de soins personnels et de nettoyage. (SPITZ, 2009) .

#### I.1.3 Les conditions de saponification :

Il y'a deux types de saponification qu'on peut utiliser :

##### I.1.3.1 Saponification à chaud :

Le procédé de fabrication de savon à chaud (température comprise entre 80°C et 100°C) est

similaire au procédé à froid, mais le savon n'a pas besoin de mûrir comme dans le procédé à froid car la saponification complète a lieu pendant la cuisson.

Le séchage du savon nécessite que des heures.(CAWST, 2014)

### **I.1.3.2 Saponification à froid :**

Le procédé de fabrication de savon à froid (température comprise entre 20°C et 40°C) nécessite malgré son nom l'utilisation de chaleur. Le mélange de la base et de l'eau génère de la chaleur et les huiles, surtout celles qui sont solides comme le saindoux ou le beurre, doivent être dissoutes dans le liquide en premier lieu. Pour réussir le procédé à froid, il est important que le mélange de base et d'eau soit à la même température que les huiles. Une fois que le mélange est fait et versé dans un moule, il est enveloppé dans une serviette pour maintenir la chaleur, ce qui favorise le processus de saponification, qui transforme les graisses en savon. Les mesures de base et de graisse doivent être précises pour éviter un excès d'hydroxyde dans le savon, qui peut irriter ou brûler la peau ou rendre le savon trop mou et gras.

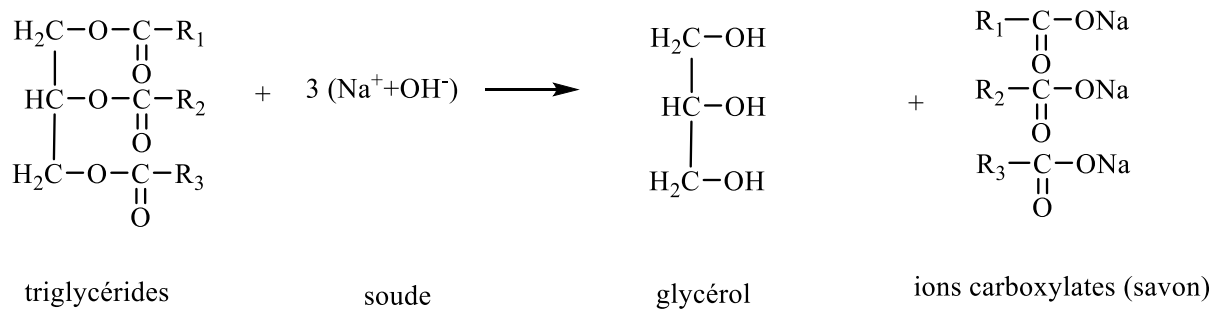
Le savon produit nécessite plusieurs semaines de séchage.(CAWST, 2014)

### **I.1.4 La réaction de saponification :**

La saponification est une réaction chimique qui se produit entre un corps gras et une base en milieu alcalin, appelée aussi hydrolyse basique. Lorsque la base, telle que la soude caustique NaOH ou la potasse caustique KOH, est ajoutée au corps gras ou à l'huile végétale, la réaction provoque la rupture de la liaison ester de glycérol et acides gras. Les ions carboxylates à longues chaînes carbonées et l'alcool glycérol sont les produits formés. Cette réaction chimique peut être accélérée par l'augmentation de la température et l'utilisation d'un agitateur pour maintenir une émulsion homogène du mélange de soude et d'ester.

La saponification est une réaction exothermique qui produit du savon, largement utilisé pour ses propriétés de nettoyage et d'émulsification dans de nombreux produits de soins personnels et de nettoyage. (CAUBERGS, L, 2006) .

L'équation de réaction de la saponification peut s'écrire :



Où R est une chaîne d'atomes de carbones et d'hydrogènes.

En clair, cela donne :

Soit : acide gras + NaOH => glycérine + savon dur.

Soit : acide gras + KOH => glycérine + savon mou.

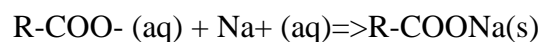
### I.1.5 Relargage

Le relargage est la deuxième étape dans le processus de création du savon (Figure 1). Elle permet de séparer le savon de l'eau en excès, qui se combine à la solution salée.

Pour fabriquer du savon solide, il faut le plonger dans une solution saturée de chlorure de sodium (NaCl). Les ions carboxylates présents dans le savon réagissent avec les ions sodium de cette solution saturée, ce qui entraîne une réaction appelée relargage.

Cette réaction permet de récupérer une substance plus soluble que le solvant initial après la précipitation d'une autre substance plus dense et plus soluble qui remplace le solvant initial. En conséquence, un précipité se forme, ce qui conduit à la création de savon solide. (SPITZ, 2009).

Voici la précipitation qui a lieu :



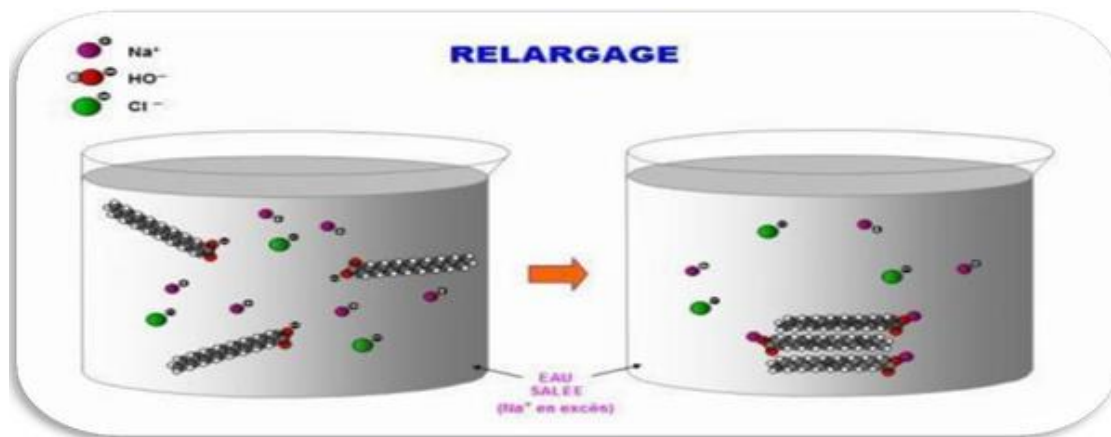


Figure 1 Schéma de précipitation ou de relargage. (SPITZ, 2009)

### I.1.6 La composition des savons

Le savon est produit en combinant des matières grasses telles que les huiles et les beurres, de la lessive telle que la soude ou le potassium et de l'eau, mais après la saponification, le produit final est transformé en carboxylates de sodium, en eau et en glycérine, ce qui rend le savon de base entièrement biodégradable. (CAUBERGS, L, 2006)

La composition la plus importante du savon :

#### ➤ La matière grasse

En général, les matières grasses représentent environ les deux tiers du volume total du savon. Bien que, théoriquement, il soit possible d'utiliser n'importe quelle huile ou graisse, dans la pratique, leur choix est relativement limité en raison de considérations économiques, techniques et chimiques.

#### ➤ L'hydroxyde de sodium (NaOH)

La lessive la plus utilisée pour fabriquer du savon est la soude. Elle permet de produire des savons solides et est facilement disponible dans le commerce, sous forme de blocs, de poudre, de paillettes ou de liquide.

#### ➤ L'hydroxyde de potassium (KOH)

La lessive de potasse est utilisée pour fabriquer des savons "mous" qui sont facilement solubles dans l'eau.

Elle est principalement utilisée dans la fabrication de savons liquides et de shampooings. Cette lessive est un produit courant dans la nature, car les arbres et les plantes assimilent naturellement le potassium en grande quantité.

C'est pourquoi nos ancêtres utilisaient des cendres végétales et de l'eau bouillante pour faire leur lessive.

### ➤ **L'eau**

C'est le milieu dans lequel se fait la réaction entre le corps gras et la lessive.

## I.1.7 **La production industrielle du savon**

### ➤ **Premier stade : Décoloration et épuration des matières premières :**

Un blanchiment physique des corps gras (huile d'olive) avec une terre (Argile : 75%  $Al_2O_3$ ) décolorante. Elle a la propriété de fixer les impuretés. (Figure 2)

### ➤ **Deuxième stade : Saponification En chaudrons :**

- **Empattage** : On porte à ébullition le mélange [NaOH (KOH) + huile (graisses)] en chauffant avec les tuyaux en Cu dans lesquels circule la vapeur (Figure 2).
- **Epinage-Cuisson-Relargage** : On débarrasse la pâte de l'excès d'eau, des impuretés de matières grasses et de la glycérine en arrêtant l'ébullition.
- **Cuisson** : Le savon contenant encore des matières grasses qui n'ont pas réagi, on chauffe à nouveau en rajoutant KOH (NaOH) plusieurs fois et en laissant décanter (précipitation par effet de gravité) à chaque fois pour séparer le savon des " lessives ".
- **Liquidation** : il faut faire bouillir une dernière fois le Savon produit en arrosant à l'eau pure pour précipiter au fond du chaudron les dernières matières

étrangères et colorants qui vont former le corps gras.

- **Troisième et quatrième stades** :Cristallisation ; Coulage... Moulage (mise en forme) et impression de la marque, ... découpage, séchage Ces dernières étapes varient d'entre les différents procédés et ce, selon la viscosité de la pâte obtenue (de son % eau). Le passage du savon de l'état liquide à l'état solide se fait en conséquence de la perte d'une partie de son eau ; il y a solidification contrôlée de la pâte par refroidissement.
- Ensuite, la pâte dure passe dans des boudineuses (ou autres dispositifs de mise en forme) où elle est compressée pour faire une pâte homogène. Elle est finalement mise en forme en passant à travers une matrice.( G. Holtzinger,2015)

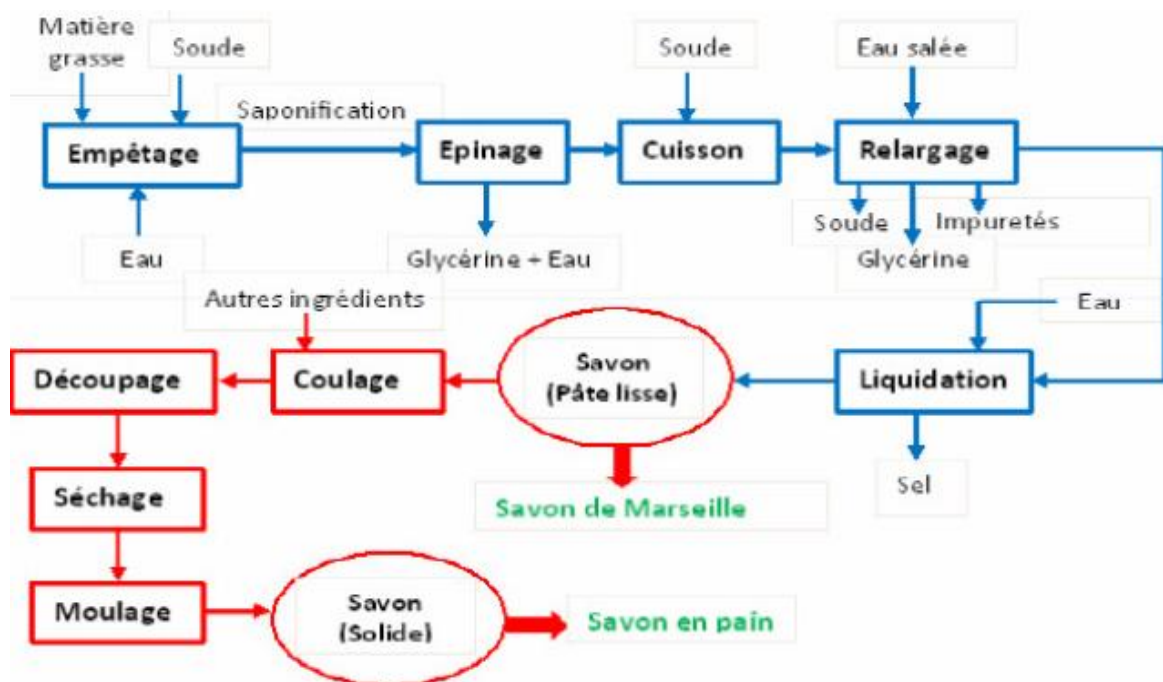


Figure 2 Production du savon (G. Holtzinger, 2015)

### I.1.8 Mécanisme de nettoyage du savon

Le lavage des mains avec du savon permet de se débarrasser des virus et de prévenir leur

propagation, comme c'est le cas avec le COVID-19.

Les molécules de savon sont amphiphiles, ce qui signifie qu'elles ont une partie qui aime l'eau et une partie qui aime le gras.

Lorsque nous nous l'avons les mains avec du savon, la partie lipophile du savon se lie aux matières grasses de la saleté et forme des micelles, des petites boules qui emprisonnent la saleté.

La partie hydrophile du savon, quant à elle, se retrouve à l'extérieur des micelles et est évacuée avec l'eau lorsque nous rincions nos mains.

Cela permet d'éliminer les virus et de se débarrasser des particules de saleté, laissant nos mains propres et protégées.(quaidbulles, 2020)

## **I.1.8.1 La mousse**

La formation de mousse lorsqu'on utilise du savon n'est pas directement liée à son action nettoyante.

La mousse est créée par l'agitation de l'eau, qui piège de l'air entre les molécules de savon. Ces bulles d'air sont ensuite entourées par une membrane de savon qui les empêche de se disperser ou de s'évaporer rapidement.

Cela est dû à la partie lipophile du savon qui cherche à s'échapper et qui forme cette membrane autour des bulles d'air. Ainsi, la mousse du savon est essentiellement une conséquence physique de l'interaction entre le savon, l'eau et l'air, et n'a pas directement d'effet sur son pouvoir nettoyant. (quaidbulles, 2020)

## **I.1.9 Facteurs affectant l'efficacité du savon**

Plusieurs facteurs influencent l'efficacité du savon en tant que nettoyant d'une manière plus scientifique, notamment :

### **I.1.9.1 Le type de savon**

Les savons diffèrent dans leur composition et leur concentration, ce qui affecte leur capacité à dissoudre les graisses et les huiles efficacement. Un savon contenant une plus grande proportion de graisses et d'huiles naturelles peut être plus efficace pour éliminer les graisses et

les huiles très sales. (Levrau, 2006)

### **I.1.9.2 La température**

La température affecte l'efficacité du savon, car le savon fonctionne mieux à des températures plus élevées. La chaleur active le savon et accélère sa réaction avec les graisses et les huiles. (Levrau, 2006)

### **I.1.9.3 Le temps**

Le savon nécessite du temps pour réagir avec les graisses et les huiles présentes à la surface, il est donc important de maintenir le savon à la surface pendant un certain temps pour augmenter son efficacité en tant que nettoyant. (Levrau, 2006)

### **I.1.9.4 La concentration**

Une concentration excessive de savon affecte son efficacité en tant que nettoyant, car une concentration élevée de savon peut laisser des résidus à la surface qui sont difficiles à éliminer. En revanche, une concentration faible de savon peut laisser des zones non couvertes à la surface. (Levrau, 2006)

### **I.1.9.5 L'eau**

La qualité et la nature de l'eau utilisée affectent l'efficacité du savon. Une eau propre permet au savon de fonctionner de manière plus efficace, alors qu'une eau contenant des impuretés et des minéraux peut affecter l'efficacité du savon. (Levrau, 2006)

### **I.1.9.6 Le type de surface**

Le type de surface nettoyée affecte l'efficacité du savon. La surface peut être plus ou moins absorbante, ce qui peut affecter la capacité du savon à dissoudre les graisses et les huiles. (Levrau, 2006)

### **I.1.9.7 La longueur de la chaîne alkyle**

Si la longueur de la chaîne alkyle est supérieure à 18, le savon devient très solide et cela crée une difficulté à transporter la fonction carboxyle de la molécule elle-même dans l'environnement aqueux. (Levrau, 2006)



### I.1.10 Types de savon

Il existe plusieurs types et formes de savon, parmi les plus importants  
:(ATOL, 2014)

#### ➤ **Savon solide**

Fabriqué à partir d'huiles et de graisses contenant des niveaux élevés d'acides gras saturés qui se saponifient avec de l'hydroxyde de sodium.

#### ➤ **Savon mou**

Un savon semi-liquide fabriqué en saponifiant des matières grasses avec de l'hydroxyde de potassium.

#### ➤ **Savon commercial**

Fabriqué à partir des graisses les moins chères, ainsi que des meilleures graisses comestibles utilisées dans la fabrication de savon de toilette de luxe.

Les graisses elles-mêmes produisent un savon très dur, donc insoluble, qui ne produit pas suffisamment de mousse et est donc généralement mélangé à de l'huile de noix de coco.

#### ➤ **Savon solide insoluble**

L'huile de noix de coco elle-même produit un savon solide qui ne se dissout pas dans l'eau douce, mais qui se décompose dans l'eau salée et est donc utilisé comme savon de mer.

#### ➤ **Savon transparent**

Contient de l'huile de ricin et de l'huile de noix de coco de haute qualité, ainsi que des graisses.

#### ➤ **Savon à raser**

Un savon mou contenant du potassium et du sodium pour l'acide stéarique qui produit une mousse durable.

## I.2 **Patrie 2 : Savon médical**

### I.2.1 **Bactérie**

La bactérie est un micro-organisme ubiquiste, unicellulaire et sans noyau (procaryote) dont le génome est constitué d'ADN.

Celui-ci consiste en un seul chromosome, et on note éventuellement la présence de plasmides (petit morceau d'ADN circulaire). L'ensemble des bactéries forme le règne des eubactéries.

Certaines bactéries peuvent être pathogènes. Chez l'Homme, les symptômes d'une infection bactérienne sont similaires à ceux observés lors d'une infection virale (éruption cutanée, toux, écoulement nasal, larmoiement, fatigue, nausées, fièvre et douleurs musculaires).

Parfois, elles sont mortelles. Les infections bactériennes peuvent être traitées avec des antibiotiques. (sanytol, 2023)

## **I.2.1.1 Bactéries pathogènes**

Certaines bactéries se sont révélées mortelles pour l'humanité, entraînant des millions de décès. Voici une liste non exhaustive de quelques-unes des plus célèbres : (aquaportail, 2018)

- *Mycobacterium tuberculosis*, aussi appelé bacille de Koch, l'agent qui cause la tuberculose.
- *Yersinia pestis*, responsable de la peste .
- *Staphylococcus aureus*, le staphylocoque doré, à l'origine de nombreuses intoxications alimentaires.
- *Vibrio cholerae*, qui induit le choléra.
- *Neisseria meningitidis*, principale cause de méningite bactérienne.

## **I.2.1.2 Formes des bactéries**

Voici quelques formes de bactéries :(antibio-responsable, 2020)

- Les cocci : ce sont des bactéries sphériques qui peuvent être regroupées en chaînes (streptocoques), en grappes (staphylocoques) ou en amas (Figure 3).
- Les bacilles : ce sont des bactéries en forme de bâtonnets allongés.

- Les spirilles : ce sont des bactéries en forme de spirales ou de courbes.
- Les vibrios : ce sont des bactéries en forme de virgules.
- Les spirochètes : ce sont des bactéries en forme de spirales flexibles.
- Il existe également d'autres formes de bactéries, mais celles-ci sont parmi les plus courantes.(antibio-responsable, 2020)

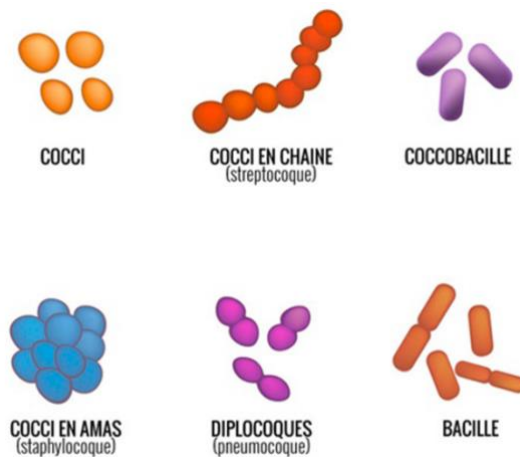


Figure 3 Quelques formes de bactéries (antibio-responsable, 2020)

### I.2.1.3 Structure des bactéries

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires qui ont une structure cellulaire de base composée d'une membrane plasmique, d'un cytoplasme, d'un ADN circulaire et de ribosomes (Figure 4).

Certaines bactéries peuvent également avoir une capsule protectrice, des pili ou des flagelles pour se déplacer.(antibio-responsable, 2020)

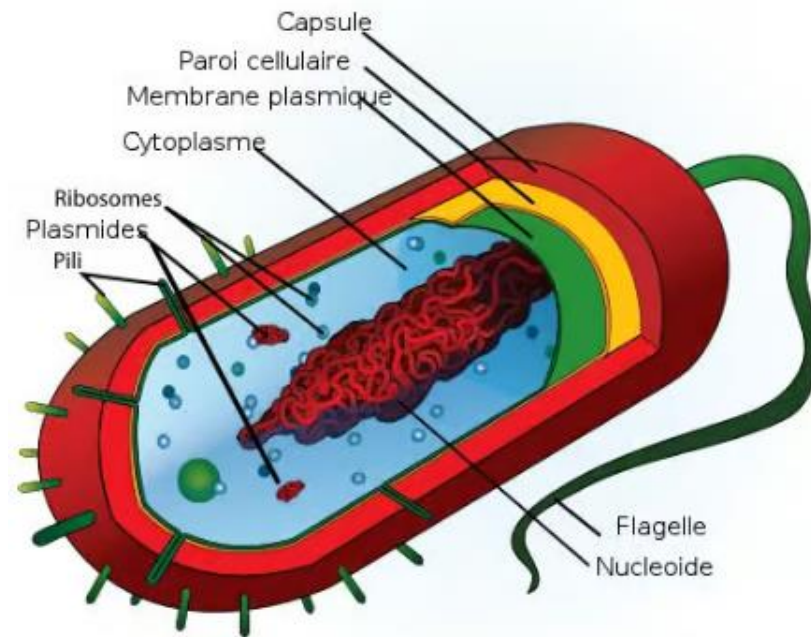


Figure 4 Structure de bactérie (antibio-responsable, 2020)

#### I.2.1.4 L'effet des facteurs physico-chimiques sur les bactéries

Les bactéries sont affectées par plusieurs facteurs physiques tels que la température, le pH, la pression osmotique et la lumière. (biologiemarine, s.d.)

##### I.2.1.4.1 La température

La température est un facteur clé qui affecte la croissance et la survie des bactéries. Les bactéries peuvent être classées en fonction de leur température de croissance optimale en mésophiles, thermophiles et psychrotrophes. (biologiemarine, s.d.)

##### I.2.1.4.2 Le pH

Le pH est également un facteur important qui peut affecter la croissance bactérienne. Les bactéries ont une plage de pH optimale pour la croissance, généralement entre 6,5 et 7,5. Des valeurs de pH extrêmes peuvent inhiber ou tuer les bactéries.

##### I.2.1.4.3 La pression osmotique

La pression osmotique, qui est la pression exercée par les solutés dans une solution, peut également affecter la croissance bactérienne. Les bactéries peuvent être classées en fonction de leur tolérance à la pression osmotique, telles que les halophiles et les non-halophiles.

(biologiemarine, s.d.)

#### **I.2.1.4.4 La lumière**

La lumière peut également affecter la croissance des bactéries, en particulier les bactéries photosynthétiques qui ont besoin de lumière pour effectuer la photosynthèse.

Cependant, la lumière peut également endommager les bactéries, en particulier les rayons UV.

Les bactéries peuvent également développer une résistance à ces substances chimiques au fil du temps. (biologiemarine, s.d.)

### **I.2.2 Le désinfectant à savon médical**

Le désinfectant à savon médical est un type de savon contenant des ingrédients spéciaux qui aident à nettoyer la peau et à tuer les microbes.

Il est principalement utilisé dans le domaine médical et de la santé pour nettoyer les mains et le corps avant les chirurgies ou d'autres procédures médicales. Le désinfectant pour savon médical est caractérisé par sa composition antibactérienne, champignons, virus et autres germes, il comprend des composants tels que la chlorhexidine, l'alcool, le triclosan, l'atrylène, le chlorure de béguidène, Le désinfectant au savon médical peut également être utilisé à la maison pour maintenir l'hygiène de la peau et prévenir les maladies infectieuses. (Le Mercier,1998)

#### **I.2.2.1 Comment le savon fait-il pour neutraliser un virus**

En effet, l'explication réside dans la structure de la molécule virale. Les virus sont protégés par une enveloppe lipidique ou une couche grasse. Les molécules de savon agissent en rompant cette enveloppe protectrice et en formant des micelles (Figure 5).

Une fois que l'enveloppe lipidique est perturbée, le virus devient inactif et essentiellement neutralisé.

En d'autres termes, il perd son pouvoir infectieux et n'est plus capable de provoquer une infection. (quaidesbulles, 2020)

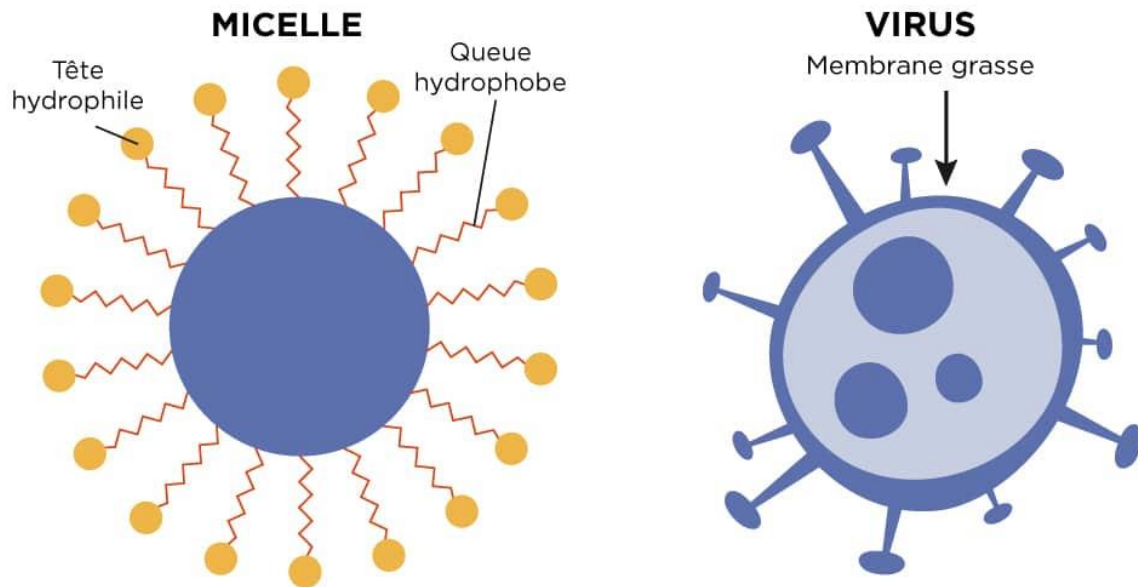


Figure 5 L'effet du savon sur les virus (antibio-responsable, 2020)

### I.3 Partie 3 : Les huiles essentielles

La définition retenue pour une huile essentielle, similaire à celle de la norme ISO 9235 et adoptée par la commission de la pharmacopée européenne, est la suivante :

Une huile essentielle est un produit odorant, généralement composé de manière complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie.

Elle peut être obtenue par entraînement à la vapeur d'eau, distillation sèche ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage.

L'huile essentielle est souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique qui n'entraîne pas de changement significatif dans sa composition.(AFNOR, 1986)

#### I.3.1 Méthodes d'extraction

L'extraction d'huile végétale est un processus utilisé pour obtenir l'huile à partir de différentes plantes et graines.

Il existe plusieurs méthodes couramment utilisées pour extraire l'huile végétale, en voici quelques-unes :

##### I.3.1.1 L'hydro-distillation

C'est le procédé le plus ancien et le mieux adapté pour extraire les essences des

végétaux aromatiques. La méthode est basée sur la distillation des composés volatils et de l'eau simultanément à une température inférieure à 100°C sous pression atmosphérique normale (Figure 6).

En conséquence, les produits aromatiques sont entraînés par la vapeur d'eau sans subir d'altérations majeures.

Il existe précisément trois différents procédés utilisant ce principe :

L'hydro distillation, l'hydro diffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau. (PIOCHON M, 2008)

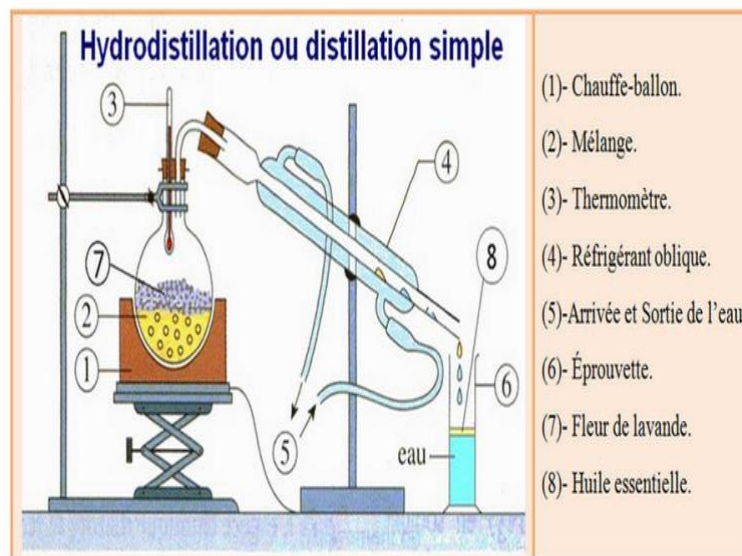


Figure 6 Dispositif de L'hydro distillation.(PIOCHON M, 2008)

### I.3.1.2 L'Expression à froid

L'expression à froid est exclusivement réservée aux matières premières de la famille des Hespéridés, où l'essence se trouve dans des petites glandes de l'épicarpe des agrumes communément appelé « zeste ».

Cette technique consiste à dilacérer mécaniquement l'écorce du fruit pour en recueillir, de diverses manières, les essences contenues dans les sacs oléifères. (PIOCHON M, 2008)

### I.3.2 Caractéristiques

Huile essentielle de *Camomille* liquide limpide, incolore à jaune pâle, odeur fraîche et cinéolée évoquant une odeur d'eucalyptus plus terreuse ou amère. (Laurain-Mattar et a, 2020).

**Tableau 1** Caractéristiques de l'huile essentielle de *Camomille*. (Laurain-Mattar et a, 2020)

Autres appellations	Chamaemelumnobile (L.) All.
Organes producteurs	sommités fleuries.
Famille botanique	Astéracées.
Origines	France idéalement, Hongrie, Belgique, Italie...
Rendement	0,4 à 1 %
Densité	0,890 à 0,920 à 20 °C.
Indice de réfraction à 20 °C	1,435 à 1,452.
Pouvoir rotatoire à 20 °C	- 2° / + 6°.
Des esters terpéniques (80-90 %)	Angélate d'isobutyle (35 %), d'isoamyle (15 %), etc
Des cétones	Pinocarvone (4 %, idéalement pas plus de 5 %)
D'autres composants en faibles quantités	Comme les monoterpénol

### I.3.3 Propriétés et indications thérapeutiques

La composition biochimique très complexe de la *camomille* permet le traitement de tous les troubles tels que

- Antibactérien
- Antioxydants
- Antalgique
- Préanesthésiante
- Anti-inflammatoire
- Antiprurigineuse
- Antifongique



- Antiparasitaire
- Diurétiques
- Antifluorocarbones
- Faiblesse
- Etomac
- Hypoallergénique
- Apaisant

Aucune contre-indication n'est connue aux doses physiologiques, mais il faut cependant veiller à bien respecter les doses ainsi que les précautions générales relatives aux HE.(Laurain-Mattar et al, 2020).

## **I.4 Partie 4 : L'huile végétal**

### **I.4.1 Définition**

Les huiles végétales sont des lipides qui sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques tels que l'hexane, l'éther et le chloroforme. Elles sont principalement composées d'esters de glycérol et d'acides gras, qui peuvent varier en termes de longueur de chaîne, de saturation et de structure chimique.

Les oléagineux sont des plantes cultivées pour leur contenu en huile, qui est utilisée dans diverses applications industrielles et culinaires. Les exemples que vous avez cités, tels que l'arachide, l'olivier, le colza, le ricin, le soja et le tournesol, sont parmi les oléagineux les plus couramment cultivés dans le monde.

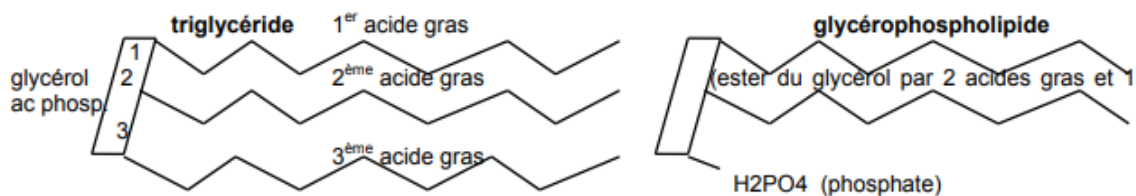
Ils sont tous cultivés pour leur huile riche en acides gras insaturés, qui peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé.

Jatropha curcas est une autre plante oléagineuse qui est de plus en plus cultivée pour sa teneur en huile. Elle est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud, mais est maintenant cultivée dans de nombreuses régions tropicales du monde pour sa production d'huile. L'huile de Jatropha est utilisée comme biocarburant et pour la production de savon et d'autres produits cosmétiques.(Cahuzac-Picaud, 2010)

### **I.4.2 Structure schématique**

Les huiles alimentaires contiennent des molécules (ou éléments), appelées acides gras, dans des proportions qui varient selon leur origine.

Ces acides gras sont groupés par trois sous forme de sortes de "peignes" à 3 dents longues comme des cheveux, dans des lipides simples appelés les triglycérides. Ce sont des esters naturels d'un alcool gras le glycérol. (FRANÇAIS, 2015)



Ces acides gras :

- sont de longueur variable (12 à 24 atomes de carbone)
- ont des formes chimiques variables : certains présentent des liaisons entre carbone saturées ; mono-insaturées ; poly-insaturées

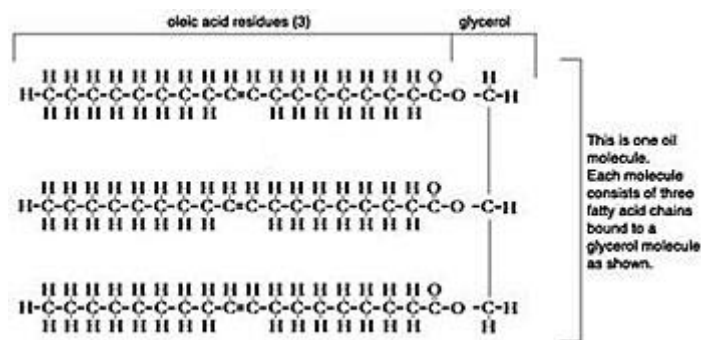


Figure 7 Molécule d'huile - graphique de Jeff Welter (FRANÇAIS, 2015)

### I.4.3 Caractéristiques physico-chimiques des huiles non usagées

Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile végétale (indice de réfraction, densité, viscosité, indice d'acide, indice de saponification, indice d'iode et la teneur en eau) sont données dans le tableau suivant : (FRANÇAIS, 2015)

Tableau 2 Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile végétale (FRANÇAIS, 2015)

Caractéristiques physico-chimiques	Huile végétale
Indice de réfraction	1.4746

Densité (g/cm <sup>3</sup> )	0.919
Viscosité cinématique (mm <sup>2</sup> /s)	57.290
Indice d'acide (mgNaOH/g)	0.775
Indice de saponification (mgNaOH/kg)	133.00
Indice d'iode (gI <sub>2</sub> /100g)	129.70

#### I.4.4 Les huiles végétales dans la cosmétique et la friture

Il existe sur le marché différentes marques d'huiles végétales quel que soit utilisées pour :

##### I.4.4.1 Cosmétique

Les huiles naturelles comme l'huile d'amande douce, d'argan, coco, jojoba, avocat...etc, sont en effet utilisées depuis longtemps comme alliées beauté en raison de leurs nombreuses propriétés bénéfiques pour la peau et les cheveux.

Elles contiennent des vitamines, des acides gras essentiels et d'autres composés nutritifs qui peuvent aider à hydrater, nourrir et protéger la peau et les cheveux. (Ternisien)

##### I.4.4.2 La friture

Les l'huiles utiles pour faire les aliment permet être soja, tournesol, palme et maïs...etc. Aujourd'hui, le procédé de friture absorbe la majorité des huiles alimentaires produites dans le monde et des produits frits sont consommés sur tous les continents.

Ces dernières décennies, l'évolution de nos modes de vie (éloignement du lieu de travail, restauration hors du foyer, alimentation déstructurée...) a contribué à la diversification des produits frits tant dans la restauration collective ou rapide que dans l'industrie agroalimentaire. (Gornay)

## I.5 Partie 5 : Procédé de friture

### I.5.1 Définition

L'opération de friture est l'un des plus anciens procédés d'élaboration des aliments. Elle peut être réalisée à la poêle en présence de peu ou dans un grand volume de matières grasses.

(Julien Gornay, 2006)

Elle se fait en fonction de la température entre 150 et 180 °C. (Michel Faraguna et al, 1999)

## **I.5.2 Types de friture**

Il existe deux types de friture, lesquels se différencient par le rapport  $R$  entre la surface ( $S$ ) du bain mesuré en  $\text{dm}^2$  et le volume ( $V$ ) d'huile exprimé en  $\text{m}^3$ .  $R$  a donc les dimensions d'une surface spécifique. Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques des différents types de friture.

### **I.5.2.1 Friture plate**

Ce type de friture consiste à mettre en contact une partie de la surface de la matrice alimentaire humide, ou à faible teneur en eau, avec une faible quantité de matière grasse. La friture plate (à usage ménager) se réalise dans une poêle. (Nadia Pamela Gladys Pamboutobi .2015)

### **I.5.2.2 Friture profonde**

Elle peut être définie comme une cuisson par immersion dans une huile ou une matière grasse comestible à une température au-dessus du point d'ébullition de l'eau. C'est un procédé rapide de transfert simultané de chaleur et de matières.

La friture profonde reste une opération complexe à cause des deux transferts de matière de direction opposée au sein du matériau pour les produits à base d'amidon, de l'eau et quelques solutés s'échappent du produit et l'huile entre dans l'aliment. Parfois, même de la matière grasse peut s'échapper du produit vers le bain d'huile. (Francis Courtois et al, 2012)

## **I.5.3 Impact des huiles de friture usagée**

L'impact sur l'environnement peut être défini comme l'effet, sur une période donnée et dans un espace spécifique, d'une activité humaine sur un élément de l'environnement dans son sens global, par rapport à la situation probable en l'absence de la réalisation du projet.

### **I.5.3.1 Sur l'environnement**

#### **➤ Air**

Effectivement, les huiles de friture usagées peuvent avoir un impact sur la qualité de l'air si

elles sont mal gérées.

Lorsque ces huiles sont mélangées avec d'autres déchets ménagers et incinérées à l'air libre, elles peuvent produire des émissions polluantes.

L'incinération de ces mélanges peut entraîner la libération de substances nocives telles que les particules fines, les gaz toxiques et les composés organiques volatils (COV).

Ces émissions peuvent contribuer à la pollution atmosphérique et avoir des effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement. Par conséquent, il est important de gérer correctement les huiles de friture usagées en les recyclant ou en les éliminant de manière appropriée, conformément aux réglementations locales en matière de déchets. (Faurie et al, 2016)

#### ➤ **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.

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, bien qu'elle soit naturellement non nocive, peut causer les effets suivants :

- ✓ En raison de sa densité inférieure à celle de l'eau, elle flotte à la surface et forme une couche ou une pellicule imperméable qui empêche l'oxygène de pénétrer, ce qui peut suffoquer la flore et la faune aquatique.
- ✓ Une partie de cette huile adhère aux branchies et à la peau des poissons, perturbant ainsi leur mode de vie. (Faurie et al, 2016)

### **I.5.3.2 En réseaux d'assainissements et les stations d'épurations**

En raison de leur solidification à température ambiante, les graisses causent des problèmes d'obstruction dans les réseaux d'assainissement. De plus, ces dépôts graisseux créent des zones anaérobies où se développent des micro-organismes générant deux types de composés :

- L'hydrogène sulfuré, hautement toxique pour le personnel des égouts, dangereux pour l'environnement et extrêmement inflammable. En effet, les sulfates et le soufre élémentaire peuvent être réduits en H<sub>2</sub>S. Ce processus, connu sous le nom de sulfatoréduction, est effectué par des micro-organismes appartenant à différents genres tels que Desulfovibrio, Desulfotomaculum et Desulfomonas. On note également des problèmes d'odeurs causés par la libération de l'hydrogène sulfuré (odeur d'œuf pourri).
  
- L'acide sulfurique, très corrosif et responsable de la dégradation des matériaux et des infrastructures.

En ce qui concerne le traitement biologique, un film graisseux peut se former à la surface de la structure, réduisant ainsi les échanges entre l'effluent et l'air et empêchant une bonne oxygénation du milieu. Cela peut entraîner une diminution de l'activité des bactéries aérobies, par exemple, lors du processus de nitrification.

Enfin, l'apport de lipides engendre une augmentation non négligeable de la charge polluante en STEP, puisque 35 % de la DCO d'un effluent type (hors rejet industriel) serait composé de déchets graisseux. (Centre du développement industriel, 1993)

#### 1.5.4 Collecte

La logistique de collecte des huiles végétales usagées varie en fonction des entreprises qui produisent ces produits. En effet, la majorité de ces huiles provient des établissements de restauration. Cependant, la qualité des huiles usagées varie en fonction du type de restaurant dont elles proviennent.

En termes de logistique, le processus de collecte est divisé en deux étapes :

- Cueillette et stockage pour partie des centres qui ont utilisé des huiles végétales dans leur activité.
  
- La collecte et le transport des déchets jusqu'aux entrepôts chargés de leur traitement.

En règle générale, Pour les particuliers et les petits producteurs, certaines déchetteries

collectent ces huiles alimentaires dans des conteneurs regroupement.



**Figure 8 Des fûts et cuves plastiques des huiles.(Salvatore manco, 2018)**

Les camions équipés d'un système de pompage embarqué se branchent directement sur la cuve du client et remplissent les cuves situées dans le camion (Figure 9).

Après avoir pompé les huiles dans une ou plusieurs cuves, les déchets collectés sont ensuite tracés à l'aide d'étiquettes attachées à chaque cuve. Ils sont ensuite transportés vers des installations de valorisation.(Salvatore manco, 2018)

L'un des facteurs essentiels du processus de collecte est la séparation des huiles usagées. Cela facilite les étapes du processus de recyclage et permet également d'obtenir des produits de meilleure qualité.

Une fois les huiles usées collectées et déposées au centre de traitement, une présélection est effectuée avant la vidange en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques telles que l'acidité et les peroxydes. Les produits de meilleure qualité remplissent les conditions suivantes :



Figure 9 Collecte des huiles alimentaires de friture usagées (Salvatore manco, 2018)

### I.5.5 Traitement

Le traitement des huiles de friture usagées collectées comprend plusieurs étapes qui visent à éliminer les impuretés et à purifier l'huile pour la réutiliser ou la recycler. Voici les principales étapes du processus de traitement :

#### ➤ Filtration

Les huiles collectées sont d'abord filtrées pour éliminer les matières les plus volumineuses. Ensuite, elles subissent un traitement à l'eau chaude pour clarifier complètement l'huile à traiter (Figure 10).

#### ➤ Décantation et filtration

Les huiles et les graisses collectées sont séparées de l'eau et des impuretés lors de la décantation.

Ensuite, elles sont pompées et soumises à une seconde filtration et à une nouvelle décantation pour éliminer davantage d'impuretés. Les huiles obtenues à chaque nouvelle décantation deviennent de plus en plus pures. (SAIDI .A et al, 2019)

#### ➤ Purification

L'huile la plus impure est traitée dans un réacteur à température avec une agitation continue. Cela entraîne l'évaporation de l'eau éventuellement encore présente dans l'huile. Cette eau est



ensuite éliminée via un condensateur.

Après ces étapes, l'huile est prête à être réutilisée ou recycler selon le cas. Le traitement des huiles usagées est important pour réduire les impacts environnementaux négatifs associés à leur élimination inappropriée. (SAIDI .A et al, 2019)

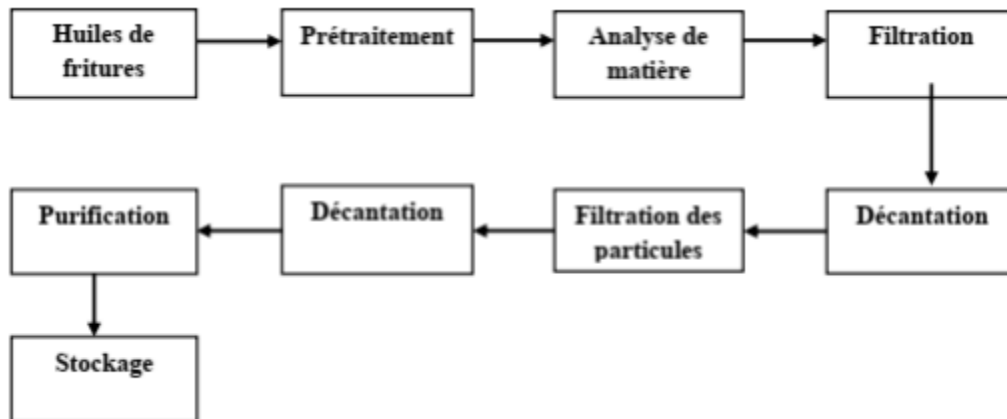


Figure 10 Schéma du traitement des huiles de frites usagées.(SAIDI .A et al, 2019)

### I.5.6 Méthode de recyclage

Il existe différentes méthodes de recyclage des huiles, notamment :

#### I.5.6.1 Recyclage chimique

Cette méthode consiste à traiter les huiles usagées avec des produits chimiques pour les transformer en produits utiles. Les huiles peuvent être raffinées et purifiées pour être réutilisées dans diverses applications industrielles. Le recyclage chimique permet de récupérer des produits pétrochimiques à partir des huiles usagées.(Scalabrino, 2015)

#### I.5.6.2 Raffinage

Les huiles usagées peuvent être soumises à un processus de raffinage pour éliminer les contaminants et les impuretés. Ce processus comprend souvent des étapes de filtration, de décantation, de distillation et de désodorisation. Les huiles raffinées peuvent ensuite être utilisées dans diverses industries, telles que l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique ou l'industrie chimique.(Ait Kad et al, 2013)

#### I.5.6.3 Production de biodiesel

Les huiles usagées peuvent être transformées en biodiesel par un processus de trans-

esterification. Les contaminants sont éliminés, et les huiles sont mélangées avec de l'alcool (comme le méthanol) et un catalyseur pour produire du biodiesel. Le biodiesel ainsi obtenu peut être utilisé comme carburant pour les véhicules diesel.(Kalfaoui et al, 2012)

#### **I.5.6.4 Fabrication de produits dérivés**

Les huiles usagées peuvent être utilisées comme matière première pour la fabrication de divers produits dérivés. Par exemple, elles peuvent être transformées en savon, en lubrifiants ou en produits de nettoyage. Cette méthode permet de donner une nouvelle utilité aux huiles usagées et de réduire la demande de matières premières vierges.(SaadoudiHadjer, 2022)

# **Matériels et méthodes**

## Chapitre II : Matériels et méthodes

### II.1 Partie 1 : L'huile de friture

#### II.1.1 Filtration de l'huile de friture

Après avoir fourni des échantillons de l'huile de friture utilisée par les restaurants, nous avons commencé à travailler en laboratoire en filtrant l'huile alimentaire usagée.

Au début, nous nous sommes débarrassés des plus gros matériaux, en utilisant le filtre.

Après cela, nous nous sommes débarrassés des plus petits matériaux en filtrant avec de la gaze.

Enfin, après filtration, nous mettons l'huile sur le point d'ébullition de l'eau afin que les gouttelettes d'eau s'évaporent. Après ce processus, nous mettons l'huile dans une bouteille pendant 24 heures, puis nous l'utilisons.



Figure 11 Filtration des l'huile de friture

#### II.1.2 Analyse d'huile de friture

##### II.1.2.1 Indice de saponification

C'est la quantité d'hydroxyde de sodium en mg nécessaire pour saponifier 1g de cette substance.

Mode opératoire :

- Introduire dans un bécher 10 ml de solution de corps gras.
- Ajouter 25 ml de solution de NaOH alcoolique.
- Mettre au bain-marie bouillant pendant 45 à 60 min.
- Ajouter 2 ou 3 gouttes de phénolphtaléine.
- Doser l'excès de NaOH par la solution titrée d'acide chlorhydrique 0.1 N en agitant
- Constamment jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine.

$$Is = (VT - VE) * cHCl * 40 / m$$

Soit :

Is : indice de saponification ;

VT : volume versé au témoin, en ml.

VE : volume versé à l'essai, en ml.

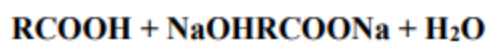
cHCl : concentration de la solution titrée d'acide chlorhydrique, en mol/L.

40 : (g/mol) masse molaire de NaOH.

m : masse de corps gras analysée, en g.

### II.1.2.2 Indice d'acide et l'acidité

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 phénolphtaléine 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 phénolphtaléine (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 :

$$A \% = \frac{M \cdot V \cdot N}{m} \cdot 10$$

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)

### II.1.2.3 Indice de peroxyde

C'est le nombre de milliéquivalents d'oxygène par kilogramme de produit. Par un traitement du corps gras en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium, ensuite un titrage de l'iode libéré par une solution titrée de thiosulfate de sodium.

Mode opératoire :

- 2g de l'échantillon a été solubilisé dans 10ml de chloroforme.
- 15ml 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.
- 75ml d'eau distillée a été ensuite ajoutée toute on 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)
- Réaliser un essai à blanc.

L'indice de peroxyde a été calculé selon la formule suivante :

$$IP = \frac{N \cdot (v - v_0)}{P} \cdot 1000$$

Soit :

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.

## II.2 Partie 2 : Extraction de l'huile essentielle de la camomille

### II.2.1 L'hydro-distillation

La valorisation des huiles alimentaires usagées est un processus visant à donner une nouvelle utilité à ces huiles plutôt que de les jeter (Figure 12).

Voici quelques méthodes courantes de valorisation des huiles alimentaires usagées :

- Un alambic est généralement utilisé pour l'hydro-distillation. Il se compose d'une cuve inférieure, d'un col de cygne et d'un réfrigérant. Assurez-vous que l'alambic est propre et en bon état de fonctionnement.
- Placez les fleurs de *camomille* séchées dans la cuve inférieure de l'alambic. Assurez-vous de ne pas surcharger la cuve, car cela peut affecter l'efficacité de l'extraction.
- Ajoutez de l'eau dans la cuve inférieure de l'alambic, en quantité suffisante pour couvrir les fleurs de *camomille*. La quantité d'eau utilisée dépendra de la capacité de l'alambic et de la quantité de matière première utilisée.
- Placez l'alambic sur une source de chaleur et chauffez doucement l'eau. L'eau va commencer à bouillir, créant de la vapeur qui va passer à travers les fleurs de camomille.
- La vapeur d'eau chargée d'huile essentielle traverse le col de cygne de l'alambic et entre dans le réfrigérant, où elle se refroidit et se condense. La condensation forme un mélange d'eau et d'huile essentielle.

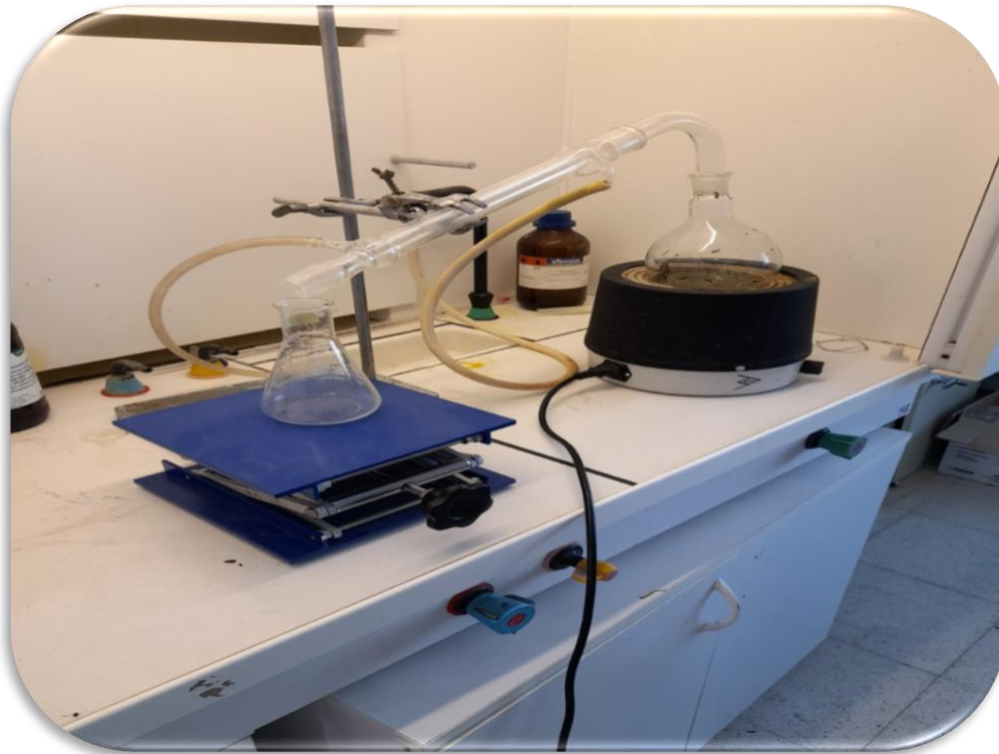


Figure 12 Dispositif utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle du *camomille*

### ➤ Séparation de l'huile essentielle

Le mélange d'eau et d'huile essentielle est collecté dans un récipient. Étant donné que l'huile essentielle est insoluble dans l'eau, elle va flotter à sa surface.

La séparation de l'huile essentielle de l'eau peut être effectuée à l'aide d'un entonnoir de séparation.

L'huile essentielle de *camomille* obtenue peut ensuite être filtrée pour éliminer les impuretés éventuelles et stockée dans des flacons en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur, pour préserver sa qualité.

### II.2.2 Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la biomasse végétale traitée. (AFNOR, 1986)

Il est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R = (PH / PP) \times 100$$

R : rendement en huile essentielle en pourcentage (%).



PH : poids de l'huile essentielle en gramme.

PP : poids de la biomasse végétale en gramme.

### II.3 Partie 3 : Synthèse du savon

Le savon est le produit de la réaction d'une saponification. Au cours de cette réaction, des corps gras (graisses ou huiles) sont hydrolysés en milieu alcalin par une base, généralement de la potasse (KOH) ou de la soude (NaOH), à une température comprise entre 80 et 100 °C.

La température élevée sert à accélérer la réaction de saponification. La saponification des corps gras produit du glycérol et un mélange de carboxylates (de sodium ou de potassium) qui constitue le savon.

#### II.3.1 Savon solide

Il s'agit de la description d'une réaction de saponification pour produire du savon.

Mode opératoire :

- Dans un ballon de 250 ml, on a placé un barreau aimanté pour agiter le mélange (Figure 13).
- On a ajouté 20 ml d'huile de friture, glycérine, une solution de NaOH, 20 ml d'éthanol et l'huile de *camomille* à 95°.
- Le réfrigérant à eau est mis en place pour refroidir le mélange.
- On a chauffé à reflux le mélange réactionnel durant 30 minutes.



Figure 13 Montage de chauffage à reflux

### II.3.2 Le relargage

Au bout de 30 min, on arrête le chauffage et on laisse refroidir. On verse alors le mélange dans un bécher contenant environ 100 ml de solution froide de chlorure de sodium à 20%.



Figure 14 Processus de relargage

### II.3.3 Filtration

Sur Büchner On filtre le mélange obtenu sur un filtre Büchner (Figure 16) et on rince le savon à l'eau distillée froide plusieurs fois afin d'éliminer l'excès de NaOH.



Figure 15 Filtration de le savon obtenez

### II.3.4 Moulage et séchage

La pâte du savon est versée dans un moule, puis mise à sécher pour la durcir pendant plusieurs jours.



Figure 16 La pâte du savon est versée dans un moule

### II.3.5 Réglage de pH

Après le séchage du savon, nous le faisons tourner. Nous avons ajouté de Stearic acide jusqu'à pH 8.

L'acide stéarique joue deux rôles principaux où il réside à un pH plus faible et recueille le

savon et mieux.

## II.4 Partie 4 : Étude des propriétés du savon obtenu

### II.4.1 Détermination du point de fusion

Le banc Kofler est une plaque constituée d'un alliage métallique recouvert d'un acier anticorrosion. L'alimentation électrique permet le chauffage d'une des extrémités à environ 260°C. L'autre extrémité n'est pas chauffée, il s'établit donc un gradient de température le long de la plaque.

On note la température à laquelle la pâte de savon devient complètement transparente, cette température constitue le point de fusion.(Demirdjian, 2005)

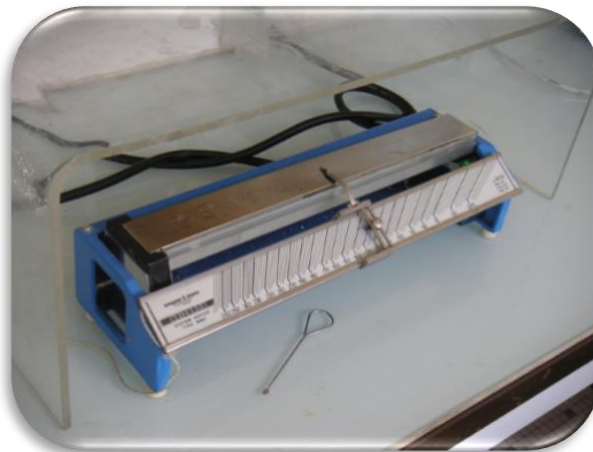


Figure 17 Le banc Kofler

#### II.4.1.1 Détermination du pH

Pour la mesure du pH, on prépare une solution aqueuse par l'ajout de 0,5 g de savon synthétique et 150 ml d'eau distillée. L'ensemble est soumis à une agitation constante pendant 2 minutes.

Utiliser le Ph mètre pour mesurer le ph.

#### II.4.1.2 Détermination de l'alcali libre caustique

On dissout 5 gramme de savon au réfrigérant ascendant dans 100 ml d'alcool à 60 % et l'on précipite à l'aide d'un excès de solution neutre à 10 % de chlorure de baryum. Sans filtrer le précipité qui s'est formé, on titre alors goutte à goutte et en agitant constamment, par l'acide chlorhydrique en présence de phénolphtaléine.

### **II.4.1.3 Détermination du pouvoir moussant du savon dans différents milieux**

Le pouvoir moussant du savon dans différents milieux est estimé par la mesure de taux de mousse formée dans chaque milieu (acide, salin) par rapport à un témoin (eau distillée) selon la formule suivante :

#### **II.4.1.4 En milieu acide**

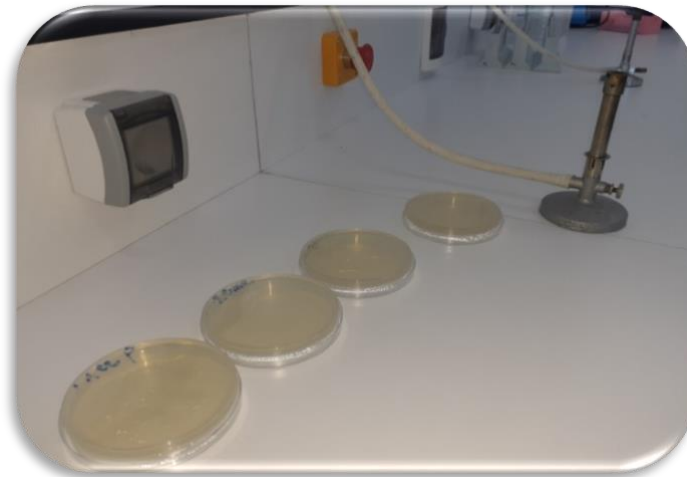
On prépare une solution savonneuse (S) par la dissolution de 3 g de savon dans 100 ml d'eau distillée dans un tube à vis, on ajoute goutte à goutte 1 ml d'une solution d'acide chlorhydrique (1mmol/l) à 2 ml de la solution S. On bouche le tube, on agite vigoureusement en position horizontale pendant 15 secondes environ. Après 5 min au repos, on mesure la hauteur de mousse.

#### **II.4.1.5 En milieu salin**

Dans un tube à vis, on ajoute goutte à goutte 1 ml d'une solution saline de NaCl (30%) à 2 ml de la solution S. On bouche le tube, on agite vigoureusement en position horizontale pendant 15 secondes environ. Après 5 min de repos, on mesure la hauteur de mousse.

#### **II.4.1.6 Analyse microbiologique**

- Un milieu de culture (PCA) a été préparé (Figure 19).
- Les boîtes de Pétri ont été remplies avec ce milieu de culture après refroidissement.
- Nous avons introduit nos mains sales dans les boîtes de Pétri préparées pour le premier prélèvement (Figure 20).
- Nous avons lavé nos mains sales pendant 1 minute et 30 secondes avec de l'eau du robinet.
- Nous avons séché nos mains à l'air libre, puis nous les avons introduites à nouveau dans une autre boîte de Pétri remplie de milieu de culture pour le deuxième prélèvement.
- Les boîtes de Pétri "ensemencées" ont été placées dans une étuve réglée à 30°C pendant 24 heures (durée d'incubation).
- À la fin de cette période, nous avons dénombré les colonies.



**Figure 18** Un milieu de culture (PCA) a été préparé



**Figure 19** Introduit la main dans les boîtes de Pétri préparées

## **Résultats et discussions**

### III Chapitre : Résultat et discussions

#### III.1 Partie 1 : Analyse d'huile de friture

Le tableau suivant résume le calcul des caractéristiques physico chimiques de l'huile de friture :

**Tableau 3 caractéristiques physico chimiques de notre l'huile de friture**

Echantillons	L'huile de friture	Norme
Acidité(%)	0.0823	<0.05
Indice de saponification	170	<190
Indice de peroxyde	2.1	<1

Tout à fait, l'indice d'acide est utilisé pour évaluer le degré de détérioration d'une huile par hydrolyse, c'est-à-dire la décomposition des lipides en acides gras libres en présence d'eau. Les acides gras libres augmentent l'acidité de l'huile et peuvent être formés pendant la cuisson ou le stockage prolongé.

L'huile pure, qui n'a pas subi de processus de cuisson ou de stockage prolongé, a généralement une faible acidité. En revanche, les huiles usagées contiennent des acides gras libres formés par l'hydrolyse des triglycérides pendant la cuisson répétée ou le stockage prolongé. Par conséquent, ces huiles usagées ont une acidité plus élevée par rapport à l'huile pure.

L'indice de saponification est une autre mesure importante qui est utilisée pour évaluer la qualité d'une huile. Il indique la quantité d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier complètement une certaine quantité d'huile. Un faible indice de saponification indique que l'huile contient principalement des acides gras à chaîne longue, tandis qu'un indice de saponification élevé indique une plus grande proportion d'acides gras à chaîne courte et de glycérol.

En ce qui concerne l'indice de peroxyde, il mesure le degré d'oxydation d'une huile. Les peroxydes sont formés pendant l'oxydation des acides gras insaturés présents dans l'huile. Lorsque l'indice de peroxyde d'une huile augmente, cela indique une plus grande quantité de peroxydes présents, ce qui suggère une oxydation plus importante. Dans le cas des huiles



usagées, l'indice de peroxyde dépasse généralement la valeur de l'indice de peroxyde des huiles fraîches, ce qui indique qu'elles ont subi une oxydation significative pendant la friture répétée.

En résumé, les indices d'acide, de saponification et de peroxyde sont tous des mesures utilisées pour évaluer la qualité et la détérioration d'une huile. Un faible taux d'acidité, un indice de saponification bas et un indice de peroxyde faible sont généralement associés à une huile de bonne qualité et non oxydée.

## **III.2 Partie 2 : Extraction de l'huile essentielle de la camomille**

### **III.2.1 Calcul du rendement**

Le rendement d'extraction calculé est de l'ordre de 0,3%, en fonction de la matière végétale fraîche

Le rendement des métabolites secondaires varie d'une famille botanique à une autre, d'une espèce à une autre, et même entre les plantes de la même espèce.

De plus, cette variation de la teneur en huiles essentielles peut être influencée par plusieurs facteurs tels que la zone géographique de récolte, le climat, le stade de développement de la plante et la saison.

Ces facteurs environnementaux et biologiques peuvent avoir un impact significatif sur la production et la composition des huiles essentielles. Par exemple, les plantes cultivées dans des régions différentes peuvent être exposées à des climats et des sols distincts, ce qui peut influencer la concentration et la composition des composés aromatiques produits.

De même, le stade de développement de la plante au moment de la récolte peut jouer un rôle dans la quantité et la qualité des huiles essentielles extraites.

Il est important de prendre en compte ces variations naturelles lors de la production et de l'utilisation des huiles essentielles, car elles peuvent avoir un impact sur leurs propriétés aromatiques, thérapeutiques et autres utilisations.

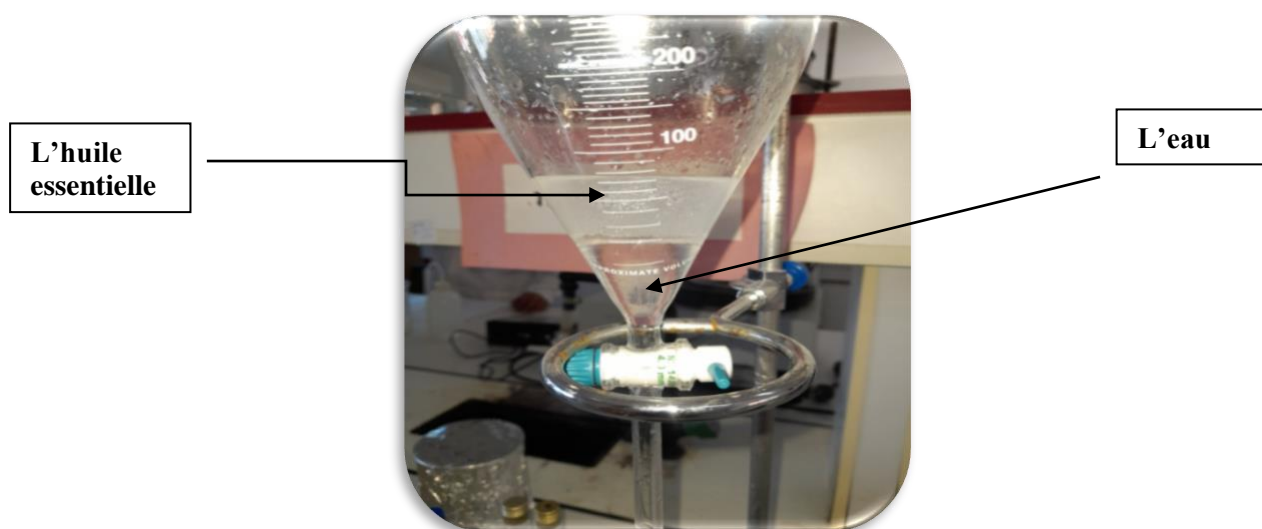


Figure 20 l'huile essentielle de la camomille

### III.3 Partie 3 : Synthèse du savon

Effectivement, la réaction de saponification est généralement considérée comme une réaction lente à température ambiante. Cependant, en augmentant la température du mélange réactionnel, on peut accélérer la vitesse de réaction. Le chauffage à reflux est une technique couramment utilisée en laboratoire pour chauffer un mélange réactionnel de manière contrôlée.

Effectivement, l'éthanol peut jouer un rôle d'émulsifiant dans le contexte de la réaction de saponification entre l'huile d'olive, la glycérine et la solution aqueuse de NaOH.

Lors de l'étape du relargage de la réaction de saponification, la solution obtenue, qui contient le savon formé, est versée dans une solution aqueuse de chlorure de sodium froide. Le chlorure de sodium (sel) a un effet précipitant sur le savon, ce qui signifie qu'il favorise la formation de particules solides de savon à partir de la solution.

Il est important de noter que les temps de durcissement peuvent varier en fonction de la composition spécifique du savon, de la quantité d'eau présente et d'autres facteurs environnementaux.

Il est recommandé de suivre les instructions spécifiques du processus de fabrication du savon que vous utilisez pour obtenir les meilleurs résultats.



Figure 21 Le savon obtenez

### III.4 Étude des propriétés du savon obtenu

#### III.4.1 Détermination du point de fusion

Le point de fusion déterminé pour notre savon synthétisé est de  $210^{\circ}\text{C}$ , le point de fusion des savons se situe généralement entre  $200^{\circ}\text{C}$  et  $250^{\circ}\text{C}$ . )wikipedia(

Cette plage peut varier en fonction des acides gras utilisés pour la synthèse du savon, de leur longueur de chaîne carbonée, de leur degré de saturation et d'autres variables.

#### III.4.2 Détermination du pH

Pour notre savon obtenu, le pH déterminé est de 8.27 à  $20^{\circ}\text{C}$ , qui est un pH basique.

En effet, la peau humaine a un pH d'environ entre 4.5 et 5.5, ce qui la rend relativement acide.

D'un autre côté, le pH moyen des savons est évalué à 10, ce qui les rend alcalins. Sur le plan théorique, il semble logique de croire qu'une substance aussi alcaline puisse être irritante pour la peau. Ainsi, la question du pH des savons reste encore en suspens.

Il est bien connu que certains savons à base de dérivés du pétrole ont un pH compris entre 7 et 5.5. Cependant, ces savons ont un pouvoir détergent très puissant qui peut assécher la peau, ce qui les rend moins "doux" pour la peau.

L'incorporation de la glycérine dans notre savon synthétisé, ainsi que sa teneur en huiles neutres, permet un nettoyage en douceur tout en respectant le film hydrolipidique de la peau.

La glycérine est un agent hydratant qui aide à maintenir l'hydratation de la peau, tandis que les huiles neutres contribuent à adoucir et à nourrir la peau.

Cela dit, il convient de noter que chaque personne peut réagir différemment aux produits et que la sensibilité de la peau peut varier d'une personne à l'autre. Par conséquent, il est recommandé de tester un nouveau savon sur une petite zone de la peau avant une utilisation généralisée, afin de vérifier s'il convient à votre type de peau et de minimiser les risques d'irritation.



Figure 22 Le pH Pour notre savon obtenu

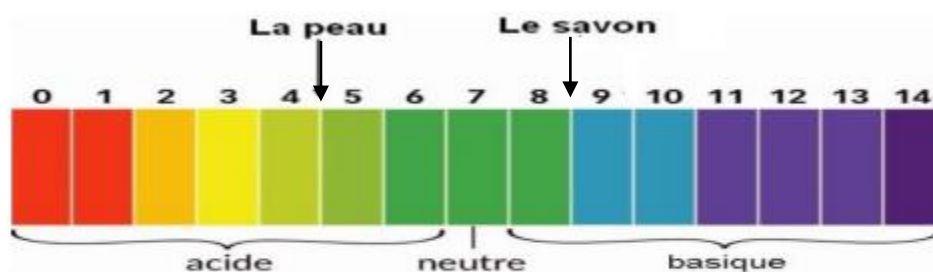


Figure 23 Axe de pH

### III.4.3 Détermination de l'alcali libre caustique

La teneur en alcali caustique libre déterminée dans notre savon est de 0,28 %. Cette valeur indique une présence minimale de soude caustique dans le produit final.

Dans notre protocole, nous parvenons à éliminer la soude en effectuant plusieurs rinçages successifs à l'eau distillée

En se référant aux normes ISO 684-1974, notre savon peut généralement être classé dans la deuxième catégorie des savons ménagers, avec une teneur en alcali caustique libre inférieure ou égale à 0,3 %.

Grâce à cette faible teneur en alcali caustique libre détectée dans notre savon, il est prévisible qu'il ne provoque pas d'irritation sur une peau normale.

### **III.4.4 Détermination du pouvoir moussant de savon dans différents milieux**

#### **III.4.4.1 En milieu acide**

L'ajout de la solution savonneuse dans un milieu acide (B) a conduit à la formation d'un précipité blanc et aucune formation de mousse n'a été observée par rapport au témoin(TM). Le taux de formation de mousse calculé (TM) est de 0% par rapport au témoin(A) (Figure 25).

Ces résultats indiquent que l'ajout de la solution savonneuse dans le milieu acide (HCl) a provoqué la formation d'un précipité blanc et n'a pas entraîné la formation de mousse, contrairement au témoin.

Par conséquent, la composition du savon a réagi avec le milieu acide et a entraîné la formation d'un précipité plutôt que la formation de mousse.

L'action détergente d'un savon est liée à sa solubilité dans l'eau, c'est-à-dire son pouvoir moussant. Donc un milieu acide n'est pas favorable à l'action du savon obtenu.



Figure 24 Photos du test pouvoir moussant en milieu acide

#### III.4.4.2 En milieu salin

Le pouvoir moussant du savon dans un milieu salin (C) (NaCl) a été considérablement réduit par rapport à l'eau distillée. Le taux de formation de mousse calculé (TM) est de 33.33% par rapport au témoin(A) (Figure 26).

Ces résultats indiquent que la présence d'un milieu salin, tel que le chlorure de sodium (NaCl), a un impact négatif sur la formation de mousse du savon.

Le sel peut interagir avec les molécules de savon, réduisant ainsi leur capacité à former une mousse abondante.

Par conséquent, le pouvoir moussant du savon est significativement diminué en présence de sel par rapport à l'eau distillée, ce qui peut avoir des implications sur son efficacité en tant qu'agent nettoyant dans des conditions salines.

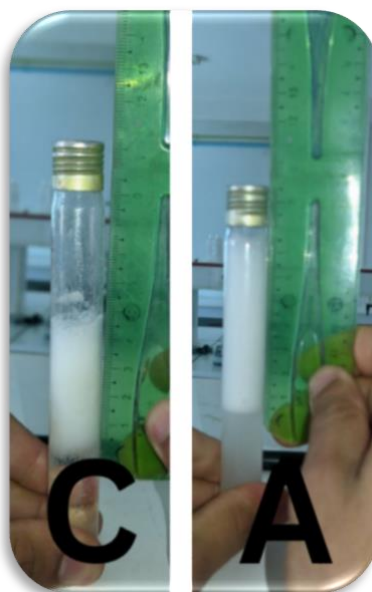


Figure 25 photos du test pouvoir moussant en milieu salin

Le tableau, ci-dessous récapitule les caractéristiques physico-chimiques du savon synthétisé

Tableau 4 Caractéristiques physico-chimiques du savon synthétisé.

<b>Point de fusion</b>	<b>210°C</b>
<b>pH</b>	<b>8.27</b>
<b>Alcali libre caustique</b>	<b>0.28%</b>
<b>Taux de mousse en milieu acide</b>	<b>0%</b>
<b>Taux de mousse en milieu salin</b>	<b>33.33%</b>

### III.4.5 Analyse microbiologique

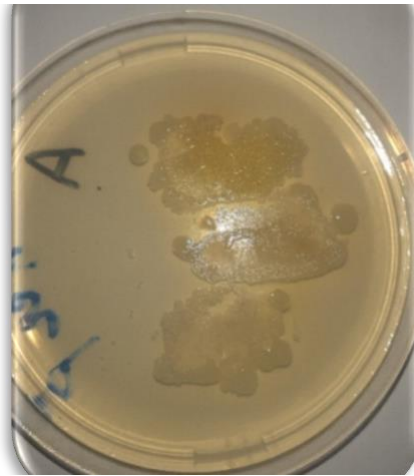
D'après les résultats de cette étude, avant le lavage des mains, les échantillons analysés présentaient une forte concentration de colonies de bactéries(A) (Figure 27), de champignons et d'autres microorganismes, et plus de 500 colonies étaient surveillées. Cela indique la présence de gros germes sur les mains avant le lavage.

Cependant, après s'être lavé les mains avec du savon(B) (Figure 28), le nombre de colonies a considérablement diminué. Seulement 80 colonies ont été observées sur le savon d'essai, ce qui indique une réduction significative des micro-organismes sur les mains.

Ces résultats indiquent que le savon testé pour son efficacité antibactérienne, où nous avons

été en mesure d'éliminer environ 80% des bactéries sur les mains.

Il est important de noter que ces résultats sont basés sur cette étude spécifique et peuvent varier selon les conditions expérimentales et les souches bactériennes spécifiques testées. Cependant, ils fournissent des indications encourageantes de l'efficacité antibactérienne des deux savons étudiés dans cette expérience.



**Figure 26 Avant le lavage des mains avec du savon**



**Figure 27 Après le lavage des mains avec du savon**



## **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

A l'issue des recherches scientifiques sur la fabrication de savons désinfectants à base d'huile de camomille et d'huile de friture recyclée, on peut déduire certains points clés :

Il a été confirmé que le savon désinfectant à base d'huile de camomille et d'huile de friture recyclée est efficace contre les germes et les bactéries. Selon les résultats, plus de 80 % des bactéries ont été éliminées après l'utilisation du savon.

Cette formule faite d'huile de camomille et d'huile de friture recyclée a des propriétés antibactériennes et nettoyantes, ce qui en fait un bon choix pour la fabrication de produits d'hygiène.

L'industrie du savon désinfectant utilisant de l'huile de camomille et de l'huile de friture recyclée permet de recycler les ressources et de préserver l'environnement, où l'huile de friture usée est exploitée plutôt que éliminée comme déchet.

Ce savon désinfectant fait d'huile de camomille et d'huile de friture recyclée peut être utilisé dans une variété d'applications, y compris l'hygiène personnelle et la désinfection des surfaces et des outils.

De plus, le savon désinfectant à base d'huile de camomille et d'huile de friture recyclée peut avoir un impact positif sur la santé publique. Grâce à ses propriétés antibactériennes, le savon désinfectant peut réduire la transmission et les maladies infectieuses. L'utilisation régulière de savon désinfectant est un élément essentiel du maintien de l'hygiène personnelle et de la prévention des maladies.

En outre, l'industrie du savon désinfectant utilisant de l'huile de camomille et de l'huile de friture recyclée est une occasion de promouvoir une économie durable et la durabilité environnementale. Au lieu d'éliminer l'huile de friture utilisée comme déchet, elle est exploitée et transformée en un produit précieux qui peut être utilisé dans la vie quotidienne.

Par conséquent, le savon désinfectant à base d'huile de camomille et d'huile de friture recyclée peut être considéré comme une option idéale pour maintenir la santé et l'hygiène personnelle, tout en contribuant à la préservation et à la durabilité de l'environnement. Ces résultats peuvent être une indication de la recherche et du développement futurs dans l'industrie du savon et des produits connexes

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- ✚ AFNOR, 1986. Huiles essentielles. Recueil de normes françaises. Edition Tec&Doc Lavoisier. 2e édition.
- ✚ Ait Kadi, L., &Ghanes, M. (2013). Etude du processus de raffinage de l'huile végétale en vue de la valorisation des déchets générés (Doctoral dissertation).
- ✚ Antibio-responsable. (2020). Qu'est-ce qu'une bactérie ? Consulté le 07 2022, sur antibio-responsable:<https://www.antibioresponsable.fr/bacteries/classification/#:~:text=Les%20bact%C3%A9ries%20sont%20des%20micro,hollandais%2C%20qui%20inventa%20la%20microscopie>.
- ✚ aquaportail. (2018, 03 27). *Bactérie pathogène*. Récupéré sur aquaportail: <https://www.aquaportail.com/definition-8857-bacterie-pathogene.html>
- ✚ ATOL. (2014). LA FABRICATION DU SAVON. *Aspects techniques, économiques et sociaux*, p. 46.
- ✚ biologiemarine. (s.d.). *Paramètres influant la croissance microbienne*. Récupéré sur biologiemarine: <http://www.biologiemarine.com/micro/param.htm>
- ✚ Cahuzac-Picaud, M. (2010). Les huiles végétales, intérêt diététique et gastronomique. *Phytothérapie*, 8(2), 113-117.
- ✚ CAUBERGS, L, 2006. La fabrication du savon : Aspects techniques, économiques et sociaux. Ed ATOL, Leuvensestraat 5/1, 3010 Leuven, Belgique.
- ✚ CAWST. (2014, août). Récupéré sur CAWST : [www.cawst.org](http://www.cawst.org)
- ✚ Demirdjian, H. (2005, mars 21 ). Utilisation du banc Kofler pour mesurer une température fusion. Récupéré sur CultureSciences-Chimie: <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-experimentale/techniques-d-analyse/utilisation-du-banc-kofler-pour-mesurer-une>.
- ✚ Donnez 1993 : La production du savon. Centre du développement industriel, Bruxelles, Belgique. p. 1-50.
- ✚ Faurie et al, 2016 : Mémoire de master, Impact des huiles alimentaires usagées sur l'environnement et Essai de Leur valorisation .Département des sciences biologiques En vue de l'obtention du : Diplôme de Master II académique en Biologie Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. P14.
- ✚ Francis Courtois, Aman Mohammad Ziaififar, Isabelle Trezzani, Gilles Trystram, friture profonde : les interactions huile-produit, vol 19, n°2, mars-avril 2012, page 89.

- ✚ FRANÇAIS, I. (2015). *Les huiles végétales*. J LAMBERT .
- ✚ Gornay, J. (s.d.). transformation par voie thermique de triglycérides et d'acides gras.
- ✚ G. Holtzinger, Les produits d'hygiène moussants, Ed. Edilivre, 2015, p. 87
- ✚ 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*.
- ✚ HISTORY, S. &. (2022). soaps detergents history. Consulté le 2022, sur cleaninginstitute: <https://www.cleaninginstitute.org/understanding-products/why-clean/soaps-detergents-history>
- ✚ Julien Gornay, transformation par voie thermique de triglycérides et d'acides gras. Application à la valorisation chimique des déchets lipidiques, thèse de doctorat, institut national polytechnique de lorraine, 31 octobre 2006 ; page 24.
  
- ✚ Kalfaoui, A., & Mouada, S. (2012). Régénération des huiles végétales en vue de leur utilisation comme biodiesel (Doctoral dissertation).
- ✚ Laurain-Mattar, D., Couic-Marinier, F., & Marchand, J. (2020). Huile essentielle de Camomille romaine. *Actualités Pharmaceutiques*, 59(595-596), 53-56.
- ✚ Le Mercier, M. L. (1998). Etude des bactéries d'origine entérique dans les sédiments marins.
- ✚ Levrau, C. (2006). Compréhension et modélisation des mécanismes de lubrification lors du tréfilage des aciers inoxydables avec des savons secs. Levrau, C. (2006). Compréhension et modélisation des mécanismes de lubrification lors du tréfilage des aciers inoxydables avec des savons secs (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure des Mines de Paris)., École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- ✚ Loïc Ternisien, guide : les huiles végétales, page 13.
- ✚ Michel Faraguna, Michel Muschert, modules de technologie culinaire, tome 1 et 2, éditions bpi, août 1999, page 464 ; 465 ; 466.
- ✚ Maisonbrico. (2022, 02 13). maisonbrico. Récupéré sur ou-jeter-l-huile-friture-ou-commentrecycler: <https://www.maisonbrico.com/reduire-ses-dechets/ou-jeter-l-huile-friture-ou-commentrecycler,19887.html>
- ✚ Maisonbrico. (s.d.). Récupéré sur ou jeter l'huile friture ou commentrecycle: <<https://www.maisonbrico.com/reduire-ses-dechets/ou-jeter-l-huile-friture-ou-commentrecycler,19887.htm>
- ✚ Nadia Pamela Gladys Pambou-tobi, influence des conditions de friture profonde sur

les propriétés physicochimiques de la banane plantain musa aab “harton” : étude du vieillissement des huiles et modélisation des transferts de matière au cours du procédé, université de lorraine, thèse de doctorat, 5 juin 2015, page 40 ; 42 ; 65.

- ✚ PIOCHON M., 2008. Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémisynthèse. Université de Québec.
- ✚ Quaidibulles. (2020, juin 30). Pourquoi le savon, ça lave? Récupéré sur quaidibulles:<https://www.quaidibulles.ca/2020/06/30/pourquoi-le-savon-ca-lave/#:~:text=Les%20mol%C3%A9cules%20du%20savon%20ont,mati%C3%A8res%20graisseuses%20de%20la%20salet%C3%A9>.
- ✚ SaadoudiHadjer, A. R. (2022). Savon à base d'huile de friture usagée (Doctoral dissertation, faculté des sciences et de la technologie univbba).
- ✚ SAIDI .A et SALMI N. I 2019: Mémoire de master, Approche d'étude sur les perspectives de la valorisation des huiles alimentaires usagées, Spécialité : Écologie Fondamentale et Appliquée Université des Frères Mentouri Constantine 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, p 5.
- ✚ Salvatore manco 2018 : Tesi di laurea ; optimisation de la collecte des huiles alimentaires usagées et valorisation biodiesel ; p 19.
- ✚ Scalabrino, G. (2015). Modifications catalytiques d'huiles végétales pour des applications en matériaux polymères (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard-Lyon I).
- ✚ SPITZ, L, 2009. Soap manufacturing technology, AOCS Press, Urbana (Ill.), , 474 p.
- ✚ Ternisien, L. (s.d.). guide : les huiles végétales.
- ✚ wikipedia. (s.d.). Savon. Consulté le avril 23, 2023 , sur wikipedia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Savon#:~:text=Le%20point%20de%20fusion%20des,obtenu%20est%20transparent%2C%20non%20laiteux>.

## Résumé :

Cette étude vise à explorer la fabrication de savon antibactérien en utilisant de l'huile de camomille et de l'huile de cuisson recyclée. L'huile de camomille est connue pour ses propriétés antibactériennes et apaisantes pour la peau, tandis que l'huile de cuisson recyclée est considérée comme un choix respectueux de l'environnement. Les étapes de base de la fabrication de ce type de savon comprennent la préparation de l'huile de camomille en infusant des fleurs de camomille dans de l'huile d'olive pure pendant plusieurs semaines, la purification de l'huile de cuisson recyclée en éliminant les impuretés, puis la préparation du savon en utilisant une base de savon prête à l'emploi ou en le fabriquant à partir de zéro en utilisant de la soude caustique et des huiles grasses. Cette étude vise également à évaluer l'efficacité du savon produit dans la lutte contre les bactéries et la réduction de la propagation des infections. On pense que cette stratégie durable de fabrication de savon contribuera à promouvoir l'hygiène personnelle et à préserver l'environnement.

## Summary:

This study aims to explore the production of antibacterial soap using chamomile oil and recycled cooking oil. Chamomile oil is known for its antibacterial and soothing properties for the skin, while recycled cooking oil is considered an environmentally friendly choice. The basic steps involved in manufacturing this type of soap include preparing chamomile oil by infusing chamomile flowers in pure olive oil for several weeks, purifying the recycled cooking oil by removing impurities, and then preparing the soap using either a ready-made soap base or by making it from scratch using caustic soda and fatty oils. This study also aims to evaluate the effectiveness of the produced soap in combating bacteria and reducing the spread of infections. It is believed that this sustainable soap manufacturing strategy will contribute to promoting personal hygiene and preserving the environment.

## ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف صناعة الصابون المضاد للبكتيريا باستخدام زيت البابونج وزيت الطهي المعاد تدويره. يتميز زيت البابونج بخصائصه المضادة للبكتيريا والمهدئة للبشرة، في حين يعتبر زيت الطهي المعاد تدويره خيارًا صديقًا للبيئة. تتضمن الخطوات الأساسية لصناعة هذا النوع من الصابون تحضير زيت البابونج وتنقية زيت الطهي المعاد تدويره، ثم إعداد الصابون باستخدام قاعدة الصابون الجاهزة أو من الصفر باستخدام الصودا الكاوية والزيوت الدهنية. تهدف الدراسة أيضًا إلى تقييم فعالية الصابون المنتج في مكافحة البكتيريا والحد من انتشار العدوى. يُعتَقَد أن هذه الاستراتيجية المستدامة لصناعة الصابون ستساهم في تعزيز النظافة الشخصية والحفاظ على البيئة.