

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université a. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés
Laboratoire des huiles cevital

Mémoire EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie chimique

Présenté par

-BEKKA Lamia.

-DAOUDI Kamilia.

Thème

Evolution de certains paramètres physico-chimique de l'huile de soja au cours du raffinage (CEVITAL)

Soutenue le / /2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
Mme BOURAS Kahina	MCA	Université de Béjaia	Président
Mme BELAID Taous	MCA	Université de Béjaia	Examineur
Mme HACHEMAOUI Aziza	MCA	Université de Béjaia	Encadrant

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nos plus sincères, remerciements s'adressent tout d'abord au Dieu le tout puissant pour nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour mener à terme ce présent travail.

*En premier lieu, on tient à remercier notre encadrant **M^{eme} Hachemaoui** d'avoir accepté de dériquer ce travail, sans oublier sa confiance et ses encouragements.*

Ainsi que nous remercions tous les membres de jury qui assisteront à notre soutenance et d'examiner notre travail.

*L'ensemble du personnel de Cevital pour leur soutien et leur gentillesse particulièrement **M^{eme} Amghar** et **Mr Bakouri**, sans oublier les membres du laboratoire de la raffinerie des huiles pendant toute la période du stage.*

Enfin nos remerciements sont dressés plus particulièrement à nos familles et nos amis(es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider tout au long des années.

Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail
accompagné d'un profond amour.*

A celle qui m'a tout donné, sans rien demander.

A toi qui as tout laissé pour moi, Merci maman.

*A celui qui a sacrifié toute sa vie pour me guider et
m'assister.*

A l'homme le plus cher à moi, merci papa.

*Je vous remercie du fond du cœur, pour tout ce que vous
avez fait pour moi,*

*Je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le faible
témoignage de leurs efforts et de leurs sacrifices.*

*A mon cher unique frère **Sofiane**.*

*A mes chères sœurs **Lydia** et **Souhila** ainsi que leurs époux
Abdleghani et **Halim** et leurs petits-enfants **Adame** ;
Abdleghafour ; **Djamila** ; **Oweis** ; **Younes** sources de bonheurs
et de joie.*

*A tous mes amis particulièrement, **Houda** et **Hanane***

*A mon très cher et aimable binôme **Lamia**, A tous ceux qui
ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail.*

Kamília.

Dédicaces

J'ai l'honneur de dédie ce travail

A

*Mes très chers parents pour leur amour, sacrifice et Soutiens
tout au long de ma vie et auxquels je ne rendrai jamais assez.*

A mon frère Madjid, Noureddine, Mohand said et Lamine ;

A ma sœur Lydia et ses filles Lynda Alicia, Dihia et Maria que

j'aime profondément ;

A mes chères amies avec lesquels j'ai partagé des moments

inoubliables ; Kamilia, Houda, Hanane, Siham ;

*Enfin, mes dédicaces vont à toute personne qui m'aime de près et
de loin.*

Lamia.

- ❖ **Liste des figures**
- ❖ **Liste des tableaux**
- ❖ **Liste d'abréviation**
- ❖ **Introduction**

Partie théorique

Chapitre I : Généralité sur les corps gras

I.1. Définition des corps gras.....	03
I.2. Classification des corps gras	03
I.2.1. les corps gras d'origine végétale.....	03
I.2.2. Les corps gras d'origine animale.....	03
I.3. Composition d'un corps gras.....	04
I.3.1. Les triglycérides	04
I.3.2.les acides gras	04
I.3.3.les phospholipides.....	05
I.3.4.Insaponifiables.....	05
I.4.Propriétés des corps gras.....	05
I.4.1.Les propriétés physiques.....	05
I.4.2.Les propriétés chimiques.....	07
I.5. Rôles biologiques et nutritionnels des corps gras	08

Chapitre II : Etude de la matière première

II.1. Obtention de l'huile brute.....	10
II.2. Huile de soja.....	10
II.2.1. Définition.....	10
II.2.2. Origine.....	11
II.2.3. Composition de l'huile de soja.....	11
II.2.3.1. Teneur en acide gras.....	11
II.2.3.2. Teneur en insaponifiable.....	12
II.2.4. Principaux paramètres physico-chimique de l'huile de soja.....	13
II.2.5. Obtention de l'huile brute de soja.....	13

II.2.6. Valeur nutritionnelle de l'huile de soja	14
II.2.7. Quelques huiles végétales commercialisées en Algérie et leurs compositions.....	15

Chapitre III : Raffinage des huiles

III.1. Introduction	16
III.2. Objectif du raffinage.....	16
III.3.Types de raffinage.....	16
III.3.1. Raffinage chimique.....	17
III.3.2 Raffinage physique.....	17
III.3.3. Le dégommeage enzymatique.....	18
III.4. Différentes étapes du raffinage.....	18
III.4.1. Démucilagination.....	20
III.4.2. Neutralisation.....	20
III.4.3. Lavage	22
III.4.4. Séchage	22
III.4.5. Décoloration	22
III.4.5. Désodorisation	24

Partie pratique

Chapitre I : présentation de l'unité

I.1. Présentation du complexe CEVITAL.....	26
I.1.1. Historique	26
I.1.2. Implantation.....	26
I.1.3. Activités et missions.....	27
I.1.4. Présentation de la raffinerie d'huile	27
I.1.5. Approvisionnement en matière première	27
I.1.6. Traitement des déchets.....	28
I.1.7. Contrôle de qualité	28

Chapitre II : matériels et méthodes

II.1 Objectif	30
---------------------	----

II.2. Echantillonnage.....	30
II.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	31
II.3.1. Analyses physiques	31
II.3.1.1. Densité	31
II.3.1.2. Couleur	32
II.3.1.3. Humidité	33
II.3.1.4 Impuretés.....	34
II.3.2. Analyses chimiques.....	35
II.3.2.1. Acidité.....	35
II.3.2.2 Traces de savon	36
II.3.2.3. Indice de peroxyde.....	37
II.3.2.4 Indice d'iode	38
II.3.2.5. Phosphore	39
II.3.2.6. Chlorophylle	40
II.4. Détermination des pertes en huile dans les eaux de lavage et analyse des pâtes de neutralisation.....	41

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Analyses physico-chimique de l'huile brute de soja.....	43
III.2. Suivi de l'évolution de l'acidité de l'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage.....	43
III.3. Suivi de l'évolution de la Couleur au cours des différentes étapes de raffinage	46
III.4. Evolution du taux de chlorophylle au cours des différentes étapes de raffinage.....	48
III.5. Evolution des traces de savon au cours du raffinage.....	49
III.6. Les pertes en huile dans l'eau de lavage	50
III.7. Evaluation de l'acidité des pâtes de neutralisation	51
❖ Conclusion	52
❖ Références bibliographique	
❖ Résumé	

Liste des figures

Partie théorique :

Figure II.1 : La plante de soja et ses graines.....	10
Figure II.2 : Composition de la graine de soja.....	11
Figure II.3 : Procédé d'extraction de l'huile brute de soja.....	14
Figure II.4 : Différentes huiles commercialisés en algérie.....	15
Figure III.1 : Schéma de principe du raffinage chimique des huiles végétales.....	17
Figure III.2 : Schéma de principe de raffinage physique des huiles végétales.....	18
Figure III.3 : Etapes du Raffinage chimique.....	19
Figure III.4 : Schéma représentatif de deux étapes de démulcination et neutralisation.....	21
Figure III.5 : Schéma représentatif de deux étapes de lavage et séchage.....	22
Figure III.6 : Schéma représentatif du procédé de la décoloration.....	23
Figure III.7 : Schéma représentatif de la filtration d'huile décolorée.....	24
Figure III.8 : Procédé de la désodorisation de l'huile colorée.....	25

Partie pratique :

Figure I.1 : Situation géographique du complexe CEVITAL.....	26
Figure I.2 : Organigramme de Cevital.....	29
Figure II.1 : Lovibond.....	33
Figure III.1 : Evolution de l'acidité de l'huile de soja au cours de raffinage.....	45
Figure III.2 : Evolution de la coloration rouge et jaune pour l'huile de soja au cours de raffinage.....	47
Figure III.3 : Evolution de chlorophylle de l'huile de soja au cours du raffinage.....	48
Figure III.4 : Evolution de trace de savon pour l'huile de soja au cours de raffinage.....	50

Liste des tableaux

Partie théorique :

Tableau I.1 : Points de fusion de quelques AG	06
Tableau I.2 : Points d'ébullition de certains AG.....	07
Tableau II.1 : Composition en acide gras de l'huile de soja	12
Tableau II.2 : Composition en insaponifiable de l'huile de soja	12
Tableau II.3 : Principaux paramètres physico-chimiques de l'huile de soja	13
Tableau II.4 : Différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie.....	15

Partie pratique :

Tableau II.1 : Types d'analyses effectuées sur les échantillons d'huile de soja.....	31
Tableau III.1 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'huile brute de soja.....	43
Tableau III.2 : Résultat de l'acidité d'huile de soja au cours du raffinage.....	44
Tableau III.3 : Evolution de la couleur de l'huile de soja au cours du raffinage.....	46
Tableau III.4 : Taux de chlorophylle d'huile de soja au cours de raffinage.....	48
Tableau III.5 : Résultats d'analyse des traces de savon de l'huile de soja au cours du raffinage	49
Tableau III.6 : Résultats d'analyse des pertes en huile dans les eaux de lavage.....	50
Tableau III.7 : Résultats de l'acidité des pâtes de neutralisation.....	51

Liste des abréviations

AG : Acide gras.

AGL : Acide Gras Libre.

AGS : Acide gras saturé.

CG : Corps gras.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

M1 : Mélangeur n° 01.

MG : Matière grasse.

NaOH : La soude.

NE : Norme Entreprises.

PL : Phospholipides.

Ppm : Partie par million.

S1 : Séparateur n°01.

S2 : Séparateur n°02.

S3 : Séparateur n°03.

S4 : Séparateur n°04.

TAG : Triacycle glycérole.

TG : Les triglycérides.

Introduction

INTRODUCTION

Depuis l'apparition de l'homme sur terre, il a utilisé les corps gras dans l'état où ils se trouvaient après leurs extractions des matières végétales oléagineuses (fruits, noyaux, graines, et fèves), ainsi que des tissus adipeux des animaux terrestres ou marins [1]. Les corps gras alimentaires comprennent les huiles et les graisses d'origine animale ou végétale, ils jouent un rôle nutritionnel important dans l'alimentation humaine. D'ailleurs ils nous apportent des lipides très riches en calories, en vitamines liposolubles et en sels minéraux [2].

La transformation des graines en huile commerciale met en œuvre une succession d'étapes de trituration des graines (broyage, décorticage, aplatissage, cuisson, séchage, pressage et extraction par hexane), exercé dans des unités de transformation appelées "huileries" afin d'aboutir à un produit brut suivi par un raffinage qui consiste en une série d'opérations qui présentent chacune ses objectifs. Il existe plusieurs types de raffinages dont le choix se fait en fonction de la nature de l'huile, de sa qualité et des objectifs visés [3].

L'huile de soja est huile alimentaire la plus consommée à travers le monde. Elle provient de l'extraction de la fève de soja, une plante légumineuse. Les principaux pays producteurs d'huile de soja sont les Etats-Unis, le Japon et la Chine. Ce dernier est le premier à planter le soja [2]. Il contient un fort taux d'acides gras polyinsaturés, d'acides linoléiques et α -linoléiques qui sont indispensables à l'organisme humain. Par ailleurs, l'huile de soja contient des acides gras saturés, mono insaturés, vitamines, minéraux.....etc. [2]. L'huile de soja brute extraite des graines de soja nécessite, pour une huile comestible, le passage obligatoire par le traitement de raffinage. Différents procédés peuvent être utilisés pour ce traitement. Nous examinerons dans ce mémoire, le procédé le plus couramment utilisé et le plus fiable pour obtenir une huile de bonne qualité. Ce procédé est le raffinage chimique.

Le raffinage a pour but de maintenir ou d'améliorer les caractères organoleptiques (goût et odeur neutres, limpidité, couleur jaune clair), nutritionnels et la stabilité des corps gras. Pour ce faire, il met en œuvre plusieurs étapes pour éliminer des composés indésirables (gommes, acides gras libres, pigments, composés odorants volatils) et les contaminants potentiellement présents dans les matières premières [4]. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail qui a pour

but le suivi de l'évolution de certains paramètres physico-chimiques de l'huile de soja aux cours des différents étapes de raffinage au niveau de la raffinerie du complexe CEVITAL sis à Bejaia.

Notre mémoire est subdivisé en deux parties ; dans la première partie, nous présenterons une synthèse bibliographique sur les corps gras, le soja comme matière première et les différentes étapes de procédé de raffinage. La seconde partie est consacrée à la partie pratique dans laquelle, nous présenterons le principe et le mode opératoire des différentes analyses physico-chimiques effectuées sur l'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage. Enfin nous présenterons les différents résultats obtenus et leurs interprétations.

Partie
Théorique

Chapitre I

Généralités sur les corps gras

I.1. Définition des corps gras

Les corps gras (CG) sont des biomolécules constituant un groupe de composés dont la nature chimique est extrêmement variée, elle se compose de Carbone (C), Hydrogène (H) et d'Oxygène (O). Les CG sont des esters naturels, formés à partir d'acides gras (AG) et alcool ou d'amine. Ces biomolécules sont différentes selon leurs origines, compositions, et leurs rôles dans l'organisme [1-3].

Sont caractérisés par leurs insolubilités dans l'eau et leurs solubilités dans les solvants organiques tels que l'hexane, l'éther éthylique, chloroforme, ... [4].

I.2. Classification des corps gras

On peut classer les CG selon leur origine végétale ou animale.

I.2.1. Les corps gras d'origine végétale

Graines oléagineuses (arachide, colza, maïs, coton, etc.), pulpe de certains fruits oléagineux (fruit de palme, olive).

Selon le degré de siccativité (oxydation des insaturations des acides gras contenus dans des liants), les corps gras d'origine végétale peuvent être classés comme suit [5] :

- Les corps gras siccatifs : huile de lin, de bois de chine, d'abrasin et de tournesol ;
- Les corps gras demi siccatifs : huile de coton, de sésame, de maïs, de colza et de soja ;
- Les corps gras non siccatifs : huile d'olive, d'arachides de ricins et d'amandes.

I.2.2. Les corps gras d'origine animale

Les corps gras d'origine animale (tissus adipeux des animaux) peuvent provenir du porc (saindoux), du boeuf (suif), du cheval (huile de cheval), des poissons et mammifères marins (huiles de foie de morue) et de la vache (beurre) [3].

Les CG sont classés, non pas en fonction de leurs sources, mais selon leurs consistances : état durs ou solides à la température ambiante +15 °C, état fluide à la température ambiante [6].

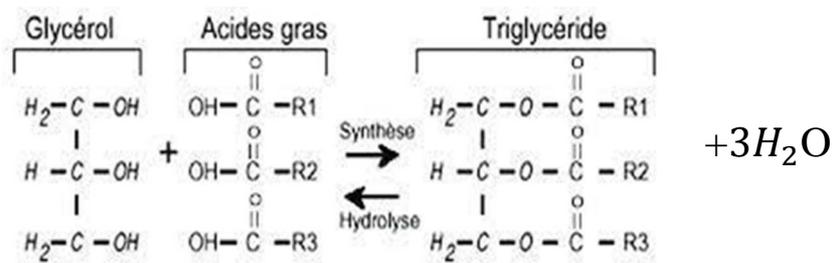
I.3. Composition d'un corps gras

Les corps gras sont des mélanges complexes constitués en pourcentage massique de [7] :

- 97 à 99 % de triglycérides ou acylglycérols
- 1 à 2 % d'acides gras libres, de phospholipides, mono et di glycérides
- 0,5 à 1 % de composés mineurs : colorants, hydrocarbures, stérols, vitamines et alcools.

I.3.1. Les triglycérides

Les triglycérides (TG), sont constitués d'une molécule du glycérol et de trois molécules d'acides gras. Le glycérol est formé d'une chaîne de trois atomes de carbone comportant chacun un groupement hydroxyle (-OH). Ces derniers entrent en réaction avec le groupement carboxyle (-COOH) des acides gras pour former des esters. On obtient alors ce qu'on appelle Les triglycérides. La réaction de synthèse et d'hydrolyse de TG suit la réaction suivante :



I.3.2. les acides gras

Les acides gras (AG) ce sont des acides organiques faibles qui possèdent qu'une seule fonction acide organique (carboxyle) par molécule et sont formés de carbone à nombre presque toujours pair, généralement compris entre 4 et 30. Ils peuvent être saturés ou insaturés [8-9] :

➤ Acides gras saturés

Les AGS ne représente que des liaisons carbonique simple, ils sont solide à température ambiante. Ils ont pour formule générale $C_n H_{2n} O_2$ ou $CH_3-(CH_2)_n -COOH$.

➤ Acides gras insaturés

Ce sont des acides gras qui comportent une ou plusieurs doubles liaisons dans la chaîne carbonée. Les principaux acides gras insaturés sont :

- Acide oléique C18: 1; $CH_3 - (CH_2)_7 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$;
- Acide linoléique C18: 2; $CH_3 - (CH_2)_4 - CH=CH - CH_2 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$;

- Acide linoléique C18: 3; $CH_3 - CH_2 - CH=CH - CH_2 - CH=CH - CH_2 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$.

I.3.3. Les phospholipides

Les phospholipides ou phosphatides, Ce sont des diesters d'acides gras et de glycérol dont la troisième fonction alcoolique est liée à un acide phosphorique qui lui-même peut être associé à une base alcoolique azotée ou un acide aminé. Ce sont les constituants principaux des membranes biologiques [10].

I.3.4. Insaponifiables

Les insaponifiables sont des composés qui ne participent pas à la réaction de saponification; ils sont peu solubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques des corps gras [11], on rencontre des substances qui présentent des propriétés biologiques (stéroïdes et tocophérols), et pigments (caroténoïdes et chlorophylle), des carbones et des alcools. la teneur des corps gras en ces produits est faible ($\ll 1\%$).

I.4. Propriétés des corps gras

On distingue deux propriétés :

I.4.1. Les propriétés physiques

Les principales caractéristiques physiques des corps gras sont :

- **Densité**

Les acides gras ont une densité inférieure à celle de l'eau (densité de référence), la densité des huiles végétales varie de 0,915 à 0,964, en général elle dépend de nombre d'insaturation et de l'état d'oxydation des huiles [12].

- **Solubilité**

Tous les acides gras dont le nombre de carbone est supérieur à 8 sont insolubles dans l'eau et sont généralement solubles dans les solvants organiques tels que l'éther, le chloroforme et le benzène [13].

- **La viscosité**

La viscosité d'un CG augmente avec le poids moléculaire et diminue avec l'augmentation du nombre d'insaturation (doubles liaisons) et de la température [14].

- **Point de fusion**

C'est le point de fondation qui permet d'apprécier le degré de pureté des corps gras. Les huiles à l'état naturel ne présentent jamais un point de fusion mais une zone de fusion [14]

Le point de fusion de quelques acide gras sont donnée dans le tableau ci-dessous I.1 :

Tableau I.1 : Points de fusion de quelques AG [15]

AG	Point de fusion
Acide palmitique	63,1°C
Acide stéarique	69,6°C
Acide oléique	13,4°C
Acide linoléique	-5,0°C
Acide α - linoléique	-11,0°C

- **Point de fondation**

Le point de fondation augmente avec l'augmentation de la longueur de la chaîne carbonée, les doubles liaisons influencent peu [16]. Le tableau I.2 indique le point d'ébullition de quelques acides gras.

Tableau I.2 : Points d'ébullition de certains AG [17].

AG	Point d'ébullition
Acide gras saturé :	
Acide myristique C14	127 °C
Acide palmitique C16	148 °C
Acide stéarique C18	166 °C
Acide gras insaturé :	
Acide oléique C18 :1	165 °C
Acide linoléique C18 :2	164 °C
Acide linoléique C18 :3	163 °C

I.4.2. Les propriétés chimiques

Les corps gras ont des propriétés chimiques qui dépendent des glycérides et des acides gras qui les constituent.

- **Hydrogénation**

C'est l'une des modifications principales effectuées sur les huiles. Au cours de cette opération, l'hydrogène s'additionne aux doubles liaisons des acides gras en présence de catalyseurs cela augmente le point de fusion convertissant une huile liquide en une graisse semi solide qui résiste à l'oxydation [13].

- **L'interestérification**

L'interestérification correspond à la modification de la structure glycéridique des corps gras par réarrangement moléculaire des acides gras sur le glycérol. Ceci entraîne des modifications importantes du comportement à la fusion d'un corps gras sans modifier la nature de ses acides gras, seule leur distribution sur le glycérol étant changée. L'interestérification permet ainsi une meilleure maîtrise de la qualité à la fois fonctionnelle et nutritionnelle des matières grasses [18].

- **Saponification**

Elle permet de transformer en savons solubles (sodique ou potassique) la totalité des acides gras présents dans une matière grasse [19]. Selon la réaction suivante :



- **Oxydation**

Les principaux facteurs déterminant la durée de vie des lipides sont les réactions d'oxydation, ces réactions entraînent la formation de composés volatils d'odeur désagréable.

Les substrats de ces réactions sont principalement les acides gras insaturés.

Ils s'oxydent en général plus vite lorsqu'ils sont libres et insaturés. Les acides saturés ne s'oxydent qu'à une température supérieure à 60°C, tandis que les acides polyinsaturés s'oxydent même lors de l'entreposage des aliments à l'état congelé [20].

- **Hydrolyse ou acidification**

L'acidification est le résultat d'une hydrolyse partielle ou totale des triglycérides qui donne des acides gras libres, elle entraîne la diminution du pH des corps gras, cette hydrolyse conduit à la formation d'acides gras libres préjudiciables à la qualité du corps gras. Ce phénomène qui nécessite la présence d'eau ou tout simplement d'humidité ne s'observe pratiquement jamais sur les corps gras raffinés, il peut cependant intervenir sur les corps gras brutes, et ceci explique l'acidité libre des huiles brutes vierges. Le phénomène d'hydrolyse est de nature chimique ou enzymatique (action de lipases) [21-22].

1.5. Rôles biologiques et nutritionnels des corps gras

Dans l'organisme, les lipides ont quatre fonctions principales :

- **Réserve d'énergie** : stockés sous forme de TG dans les tissus adipeux ; les lipides constituent ainsi une réserve énergétique mobilisable (1g de lipides donne environ 9,3 Kcal, par contre les hydrates de carbone (les sucres) fournissent 4Kcal).

- **Rôle structural** : les AG servent à la synthèse d'autres lipides, notamment les phospholipides qui forment les membranes autour des cellules et des organelles. La composition en acides gras

de ces phospholipides donne aux membranes des propriétés physiques particulières (élasticité, viscosité).

● **Rôle de messager** : les acides gras sont les précurseurs de plusieurs messagers intra et extracellulaires. Par exemple, l'acide arachidonique est le précurseur des eïcosanoïdes, hormones intervenant dans l'inflammation et la coagulation sanguine.

● **Rôle de transport de vitamines** : les corps gras alimentaires véhiculent quatre vitamines liposolubles : A, D, E et K [24].

Chapitre II

Etude de la matière première « soja »

II.1. Obtention de l'huile brute

La plupart des huiles végétales sont issues de plantes oléagineuses. Parmi ces plantes, on cite : l'arachide, l'olivier, le colza, le ricin, le soja et le tournesol. En général toutes les graines contiennent de l'huile. Puisque les plantes sont une source importante pour les humains dans divers domaines tels que la médecine, les industries pharmaceutiques, les chimies industrielles, les industries alimentaires et autres. Pour cela, des huiles végétales sont extraites de ces graines pour être utilisées dans l'un de ces domaines.

Dans notre travail on s'intéresse au soja comme matière première d'où on extrait l'huile brute.

II.2. Huile de soja

II.2.1. Définition

L'huile de soja est une huile alimentaire, c'est la plus consommée à travers le monde. Elle provient de l'extraction de la fève de soja.

L'huile de soja est fluide et d'une couleur jaune plus ou moins foncé suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Elle a une saveur assez prononcée d'haricot qui s'atténue peu à peu. Elle est riche en acides gras polyinsaturés et notamment en acide gras essentiel alpha-linoléique [2].

La richesse de l'huile de soja en lécithine la rend précieuse pour la reconstitution des cellules nerveuses et cérébrales, sa bonne digestibilité en fait une bonne remplaçante de l'huile d'olive pour ceux qui ne peuvent la tolérer [27].



Figure II.1 : La plante de soja et ses graines.

II.2.2. Origine

Le soja s'écrit aussi « soya » est une plante annuelle (dont le cycle de vie, de la germination à la production de graines dure une seule année) de la famille des légumineuses. Il existe également d'autres appellations dont le haricot oléagineux (glycine max) ou encore le pois chinois puisque cette plante est originaire de l'Asie de l'Est.

D'un point de vue historique, cette plante constitue une ressource économique depuis environ 5000 ans. Elle est cultivée pour ses graines, riches en protéines et en huile. Le soja est utilisé dans l'alimentation humaine mais aussi animale. L'huile alimentaire est extraite du soja et son usage est habituellement réservé à l'assaisonnement et la cuisson sans fumée mais également utilisée dans l'industrie agroalimentaire.

La graine de soja contient en moyenne : 30 à 40% de protéines, 20% de lipides, 35% de glucides dont 20% de fibres, 5% de minéraux et vitamines.

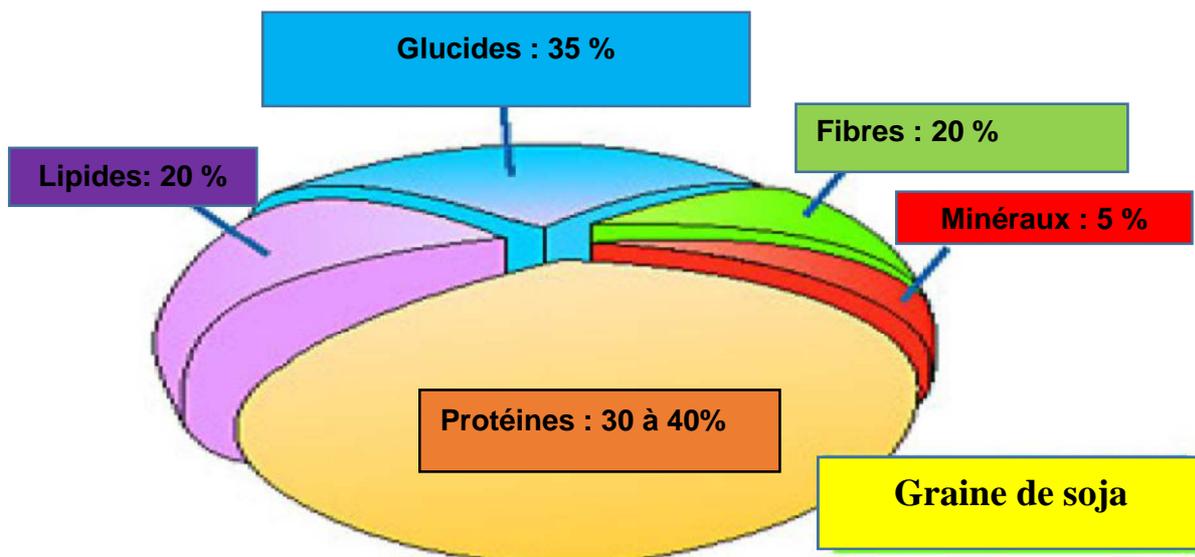


Figure II.2 : Composition de la graine de soja.

II.2.3. Composition de l'huile de soja

II.2.3.1. Teneur en acide gras

La teneur en acide gras insaturés de l'huile de soja étant très élevée, les molécules de triglycérides contiennent au moins deux acides gras insaturés [2] comme le montre le tableau suivant :

Tableau II.1 : Composition en acide gras de l'huile de soja [28].

Acide gras	Pourcentage (%)
Saturé :	
C < 14	< 0.1
Acide myristique C ₁₄ : 0	<0.5
Acide palmitique C ₁₆ : 0	7-14
Acide stéarique C ₁₈ : 0	3-5.5
Acide arachidique C ₂₀ : 0	<0.6
Acide behénique C ₂₂ : 0	<0.5
Acide lignocérique C ₂₄	<0.5
Insaturé	
Acide palmétoleique C ₁₆ : 1	<0.5
Acide oléique C ₁₈ : 1	18-26
Acide linoléique C ₁₈ : 2	50-57
Acide linoléique C ₁₈ : 3	5.5-10

II.2.3.2. Teneur en insaponifiable

La partie insaponifiable de l'huile de soja représente 1.6% dans l'huile brute mais uniquement 0.6 à 0.7 % dans l'huile raffinée. Elle se compose essentiellement de stérols (250 à 418 mg/ 100g) et de tocophérols (80 à 167 mg/ 100g).

Tableau II.2 : Composition en insaponifiable de l'huile de soja [15].

Insaponifiable 0.5 à 1.6%	
-Cholestérol (en % de stérols totaux)	< 1
-Teneur en stérol (en mg/100 g de corps gras)	325-515
-Teneur en α -tocophérol (en % des tocophérols totaux)	5-10

II.2.4. Principaux paramètres physico-chimique de l'huile de soja

Les principaux paramètres physico-chimiques de l'huile de soja sont donnés dans le tableau II.3 :

Tableau II.3 : Principaux paramètre physico-chimique de l'huile de soja [29].

Paramètre	Valeur
-Densité à 20°C	0.921-0.924
-viscosité à 20°C (Pa.s)	53-58
-Indice de réfraction à 20°C	1.473-1.477
-Indice d'iode (g d'iode /100g de corps gras)	125-128
-Indice de saponification (mg de KOH/g de corps gras)	188-195

II.2.5. Obtention de l'huile brute de soja

Le soja a une faible teneur en huile (environ 20 %). L'extraction de cette dernière se fait alors par un solvant qui se mélange avec les flocons à contre-courant. Le solvant le plus utilisé est l'hexane en raison de sa basse température d'évaporation (63 à 69°C), sa stabilité élevée et le meilleur rendement d'extraction.

La phase de préparation des graines (nettoyage, décorticage, broyage et laminage) est la première étape de l'extraction, ainsi les flocons obtenus peuvent subir une hydrolyse enzymatique ou un chauffage pour faciliter l'opération. Après extraction de l'huile brute, l'hexane sera ensuite séparé par distillation et récupéré par condensation afin d'être réutilisé. Les résidus d'extraction (tourteaux et farines) sont utilisés pour l'alimentation animale, Tandis que l'huile brute destinée à l'alimentation humaine sera ensuite purifiée. Le procédé d'extraction de l'huile brute de soja est représenté dans la figure II.3 :

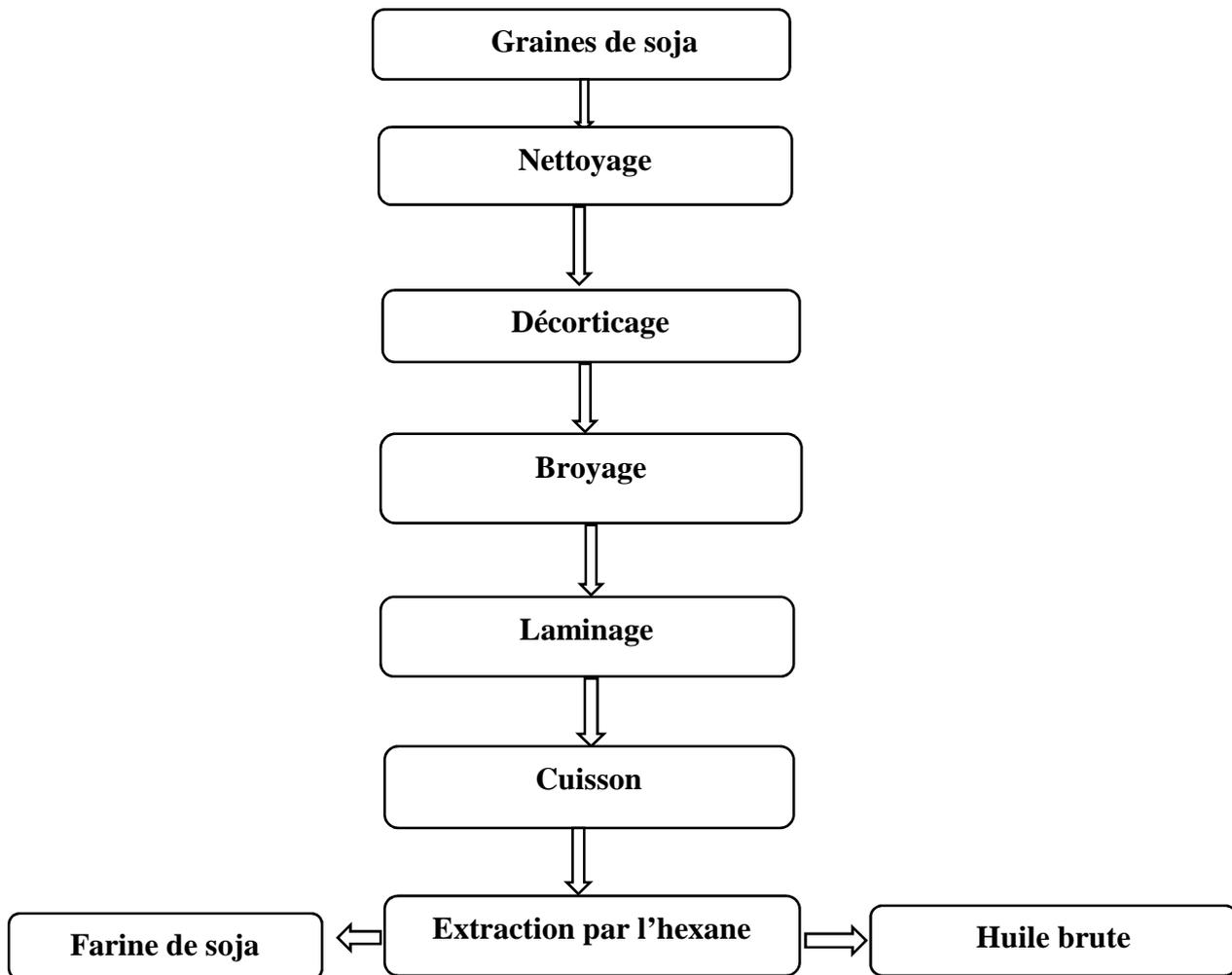


Figure II.3 : Procédé d'extraction de l'huile brute de soja [30].

II.2.6. Valeur nutritionnelle de l'huile de soja

L'huile de soja est une huile végétale, riche en acides gras essentiels et pauvres en cholestérol. C'est une huile de table excellente par sa teneur en acide linoléique qui la rend fragile à la chaleur. C'est une bonne source de vitamines, elle est naturellement protégée à l'oxydation par la vitamine E qu'elle contient [31].

Les produits à base de soja ont une haute qualité nutritive puisqu'ils apportent à la fois :

- Des acides gras insaturés, dont les omégas (3), en partie inclus dans la lécithine à qui facilite leur assimilation ;
- Des protéines avec l'ensemble des acides aminés essentiels, méthionine et cystéine étant les plus limités (comme toute légumineuse mais de manière moins importante que la plupart) ;

- De nombreux minéraux dont le phosphore, le (Mg, Fe, Zn, Cu, Mn) qui font défaut dans beaucoup de rations alimentaires ;
- Des vitamines notamment E et du groupe B (B1, B2, B6, B9) [31].

II.2.7. Quelques huiles végétales commercialisées en Algérie et leurs compositions

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



Figure II.4 : Différentes huiles commercialisés en Algérie.

Les différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie sont représentées dans le tableau II.4 suivant :

Tableau II.4 : Différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie.

Marque	Nature de l'huile
Huile ELIO	80% soja, 20% tournesol
Huile Afia	95% soja, 5% maïs
Huile HULOR	100% soja
Huile BONAL	100% soja
Huile LYNOR	90% soja ,10% palme
Huile SAFIA	100% soja
Huile LABELLE	100%soja

Chapitre III

Le raffinage des huiles

III.1. Introduction

Les huiles issues des matières végétales oléagineuses (fruits, noyaux, graines) sont mélangées et désignées sous le terme général « huiles brutes ». La plupart des huiles brutes doivent être débarrassées des impuretés qu'elles renferment par le procédé de raffinage afin d'améliorer leur conservation, leur goût, leur aspect et leur digestibilité. Le raffinage est l'ensemble des opérations qui servent à transformer l'huile brute en un produit comestible en éliminant les impuretés qui le rendent impropre à la consommation. Il permet d'obtenir une qualité conforme aux exigences des différents utilisateurs (qualités organoleptiques et chimiques satisfaisantes), on élimine les composés nuisibles à leur qualité (gommes, acide gras libre, pigments) [8].

III.2. Objectif du raffinage

Le raffinage a pour but :

- D'éliminer les constituants mineurs de l'huile, tels que les acides gras libres (AGL), les phospholipides (PL) et les pigments, les produits d'oxydation, etc.
- D'éliminer les contaminants, tels que des traces de métaux ou de solvants, des pesticides qui peuvent provenir des pratiques culturales, de l'environnement, ou encore des conditions de stockage des graines oléagineuses [32].
- D'améliorer des caractéristiques organoleptiques tel que : la couleur, l'odeur et les produits indésirables pour avoir un niveau de pureté et de stabilité [33].

III.3. Types de raffinage

Pour obtenir la qualité de l'huile exigée, trois procédés de raffinage sont mis en œuvre :

- ✓ Le raffinage chimique ;
- ✓ Le raffinage physique ;
- ✓ Le dégommeage enzymatique ;

III.3.1. Raffinage chimique

Le raffinage chimique autrement dit « raffinage classique » est le procédé le plus couramment utilisé, il s'effectue par deux méthodes différentes :

- ✓ Raffinage chimique à chaud (c'est un procédé qui est destiné pour l'huile de soja)
- ✓ Raffinage chimique à froid (c'est le procédé qui est destiné pour l'huile de tournesol)

Le raffinage chimique permet de raffiner les corps gras même s'ils ont subi un début de dégradation. Le traitement par la soude permet d'éliminer aussi les résidus de phospholipides laissés par le dégommeage et réaliser un premier blanchiment par la destruction de certains pigments et d'autres constituants secondaires (traces métalliques), ce qui facilite les opérations ultérieures (décoloration et désodorisation) [34].

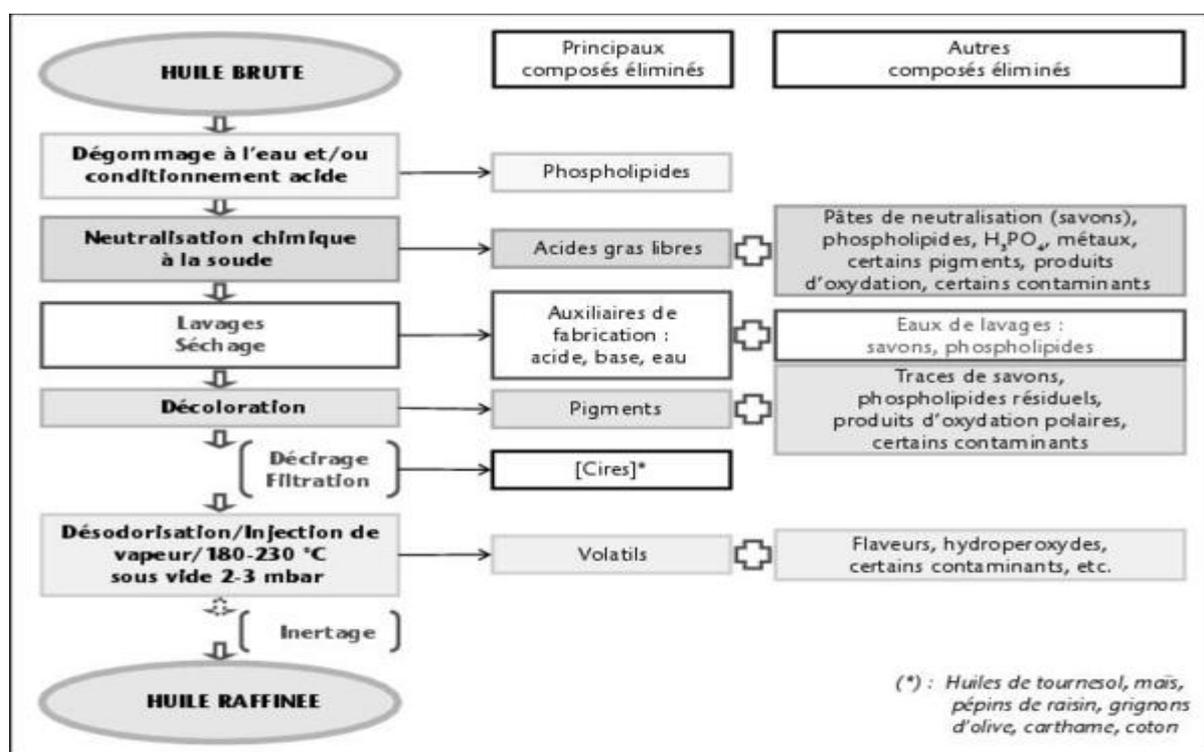


Figure III.1 : Schéma de principe du raffinage chimique des huiles végétales [35].

III.3.2. Raffinage physique

Raffinage physique ou « distillation neutralisante » C'est la neutralisation des corps gras par un entraînement à la vapeur sous vide il est parfaitement mis au point dans le domaine des graisses d'origine animale et dans celui des huiles concrètes (palme, palmiste et coprah) [34].

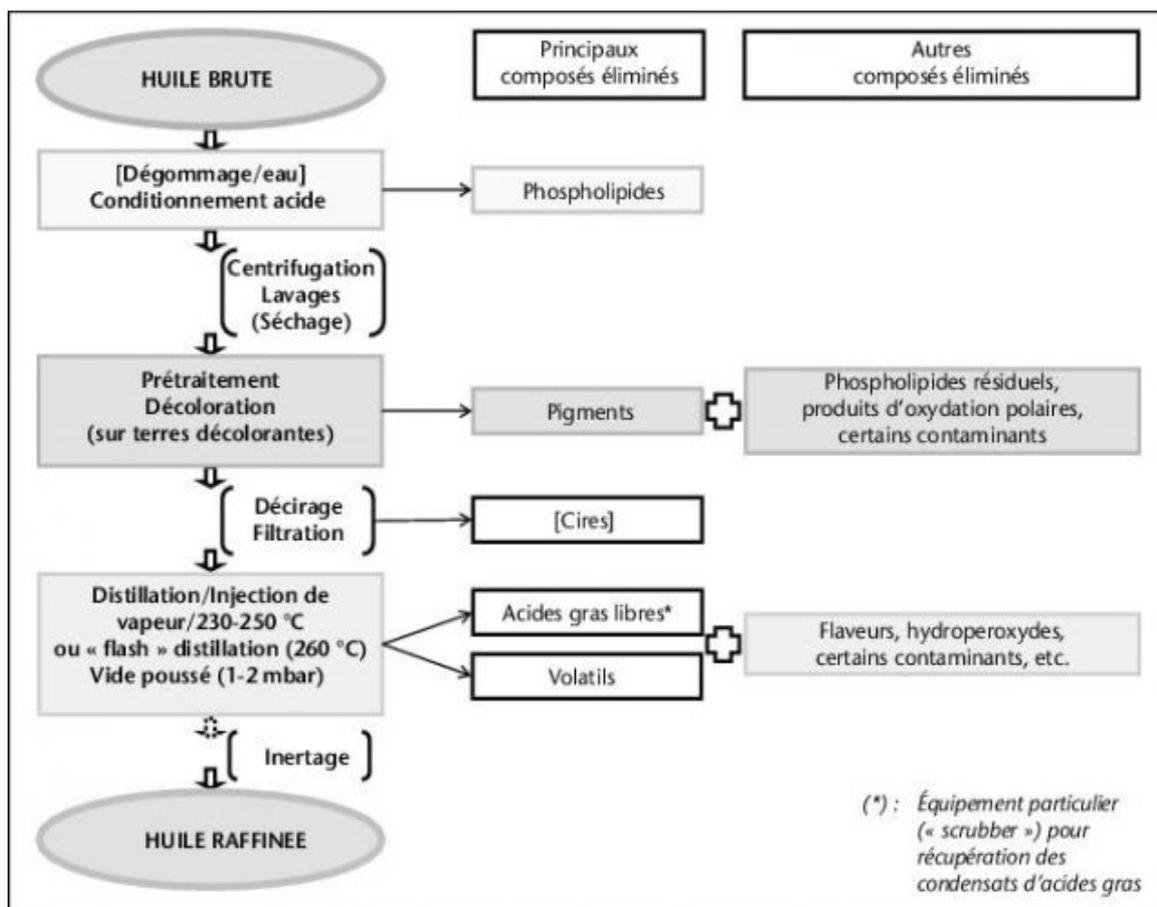


Figure III.2 : Schéma de principe de raffinage physique des huiles végétales.

III.3.3. Le dégommeage enzymatique

Le procédé enzymatique est fondé sur l'hydrolyse des phosphatides par la phospholipase qui catalyse la dissociation de l'ester d'acide gras [34].

III.4. Différentes étapes du raffinage

Le procédé utilisé pour le raffinage de l'huile de soja au niveau de «CEVITAL» est le raffinage chimique à chaud, afin de satisfaire les besoins du consommateur qui désire avoir une huile claire, limpide, neutre, sans goût et sans odeur.

Pour améliorer ces caractéristiques, il faut faire le raffinage qui comprend tout ou une partie des opérations suivantes : la démulcination, la neutralisation, le lavage, le séchage, la décoloration et la désodorisation [33].

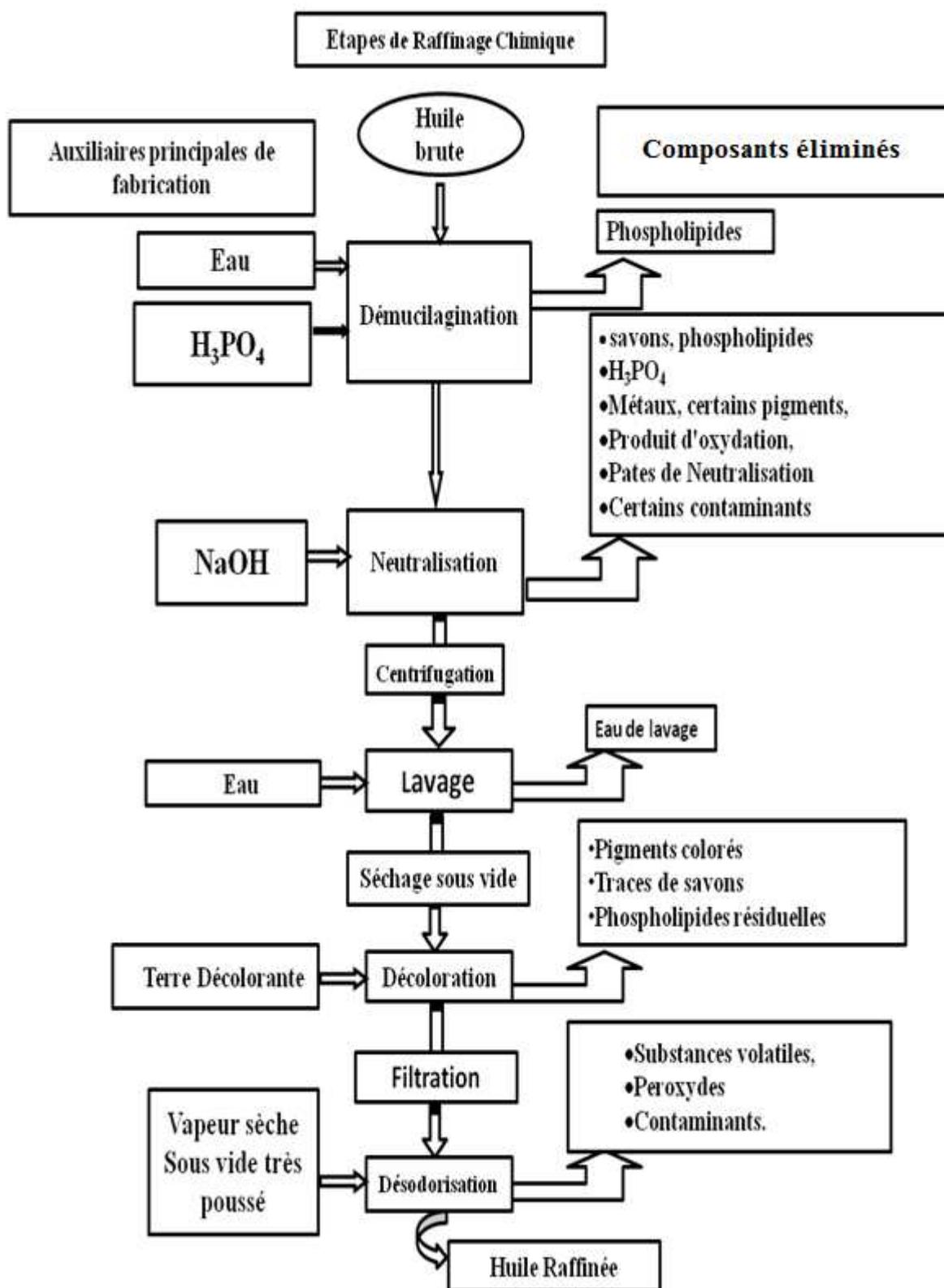


Figure III.3 : Etapes du Raffinage chimique.

III.4.1. Démucilagination

La démucilagination ou le dégomme est une opération indispensable pour une huile de qualité, car elle consiste à éliminer de l'huile brute les composés susceptibles de devenir insolubles par hydratation (phospholipides). La présence de phospholipides dans les huiles brutes entraîne des inconvénients [33] :

- Les phospholipides en présence d'eau forment des précipités dits de « mucilages » qu'il n'est pas possible d'admettre dans une huile livrée à la consommation.
- De nombreux essais ont montré qu'une huile raffinée mal débarrassée de ses phospholipides s'acidifie, s'oxyde et prend rapidement un goût désagréable.
- Les phospholipides sont souvent liés à des métaux lourds catalyseurs d'oxydation.

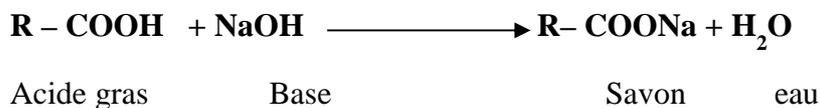
Le dégomme consiste à hydrater rapidement ou lentement les phospholipides et les matières mucilagineuses dans le but de réduire leur solubilité dans l'huile et ainsi faciliter leur élimination. La technique consiste à disperser dans l'huile brute chauffée à 60°C, 1 à 3% d'acide phosphorique. Après un brassage durant 20 min le mélange est chauffé à 90°C et reçoit un ajout de 2 à 3% d'eau avant d'être brassé à nouveau pendant 20 min pour permettre l'hydratation des phospholipides. Le mélange ensuite est refroidi jusqu'à 50°C pour insolubiliser les phosphatides avant leur séparation par centrifugation [33]. La démucilagination à l'acide phosphorique donne une élimination complète des phospholipides.

III.4.2. Neutralisation

La neutralisation par des solutions alcalines vise essentiellement à éliminer les acides gras libres sous forme de savon appelés communément « pâtes de neutralisation ». Ces AGL donnent un mauvais goût et nuisent à la conservation de l'huile [34]. Le traitement par des solutions alcalines permet d'éliminer aussi les résidus de phospholipides laissés par le dégomme et réalise un premier blanchiment par la destruction de certains pigments ou leur absorption par la phase aqueuse [34].

L'opération de neutralisation consiste à chauffer l'huile de 85 à 90°C ensuite additionnée la soude (NaOH). Le mélange d'huile et la soude passe dans un mélangeur rapide avant d'être

envoyé vers la séparation centrifuge .Afin d'assurer la séparation de l'huile neutralisée et des pâtes de neutralisation .La neutralisation est réalisée selon la réaction suivante :



La quantité de soude à ajouter est calculée sur la base du taux d'acides gras libres de l'huile à traiter [36]. Pour déplacer l'équilibre dans le sens d'une neutralisation complète, il est nécessaire d'employer un léger excès de soude mais s'il est mal dosé, il peut entraîner des pertes importantes par la saponification des TAG. La réaction est appelée "saponification parasite" qui diminue également le rendement de l'opération. Pour éviter la réaction parasite, la neutralisation en continue présente l'avantage de ne laisser l'huile et la soude en contact que pendant un temps très court. Le but n'est pas seulement d'obtenir une huile parfaitement neutralisée avec un minimum d'entraînements d'huile dans les « soaps stocks », mais aussi de laisser le moins possible de savon dans l'huile neutralisée pour éviter les émulsions au cours du lavage [34].

Schématiquement l'implantation de la neutralisation à la soude est représentée dans la figure III.4 :

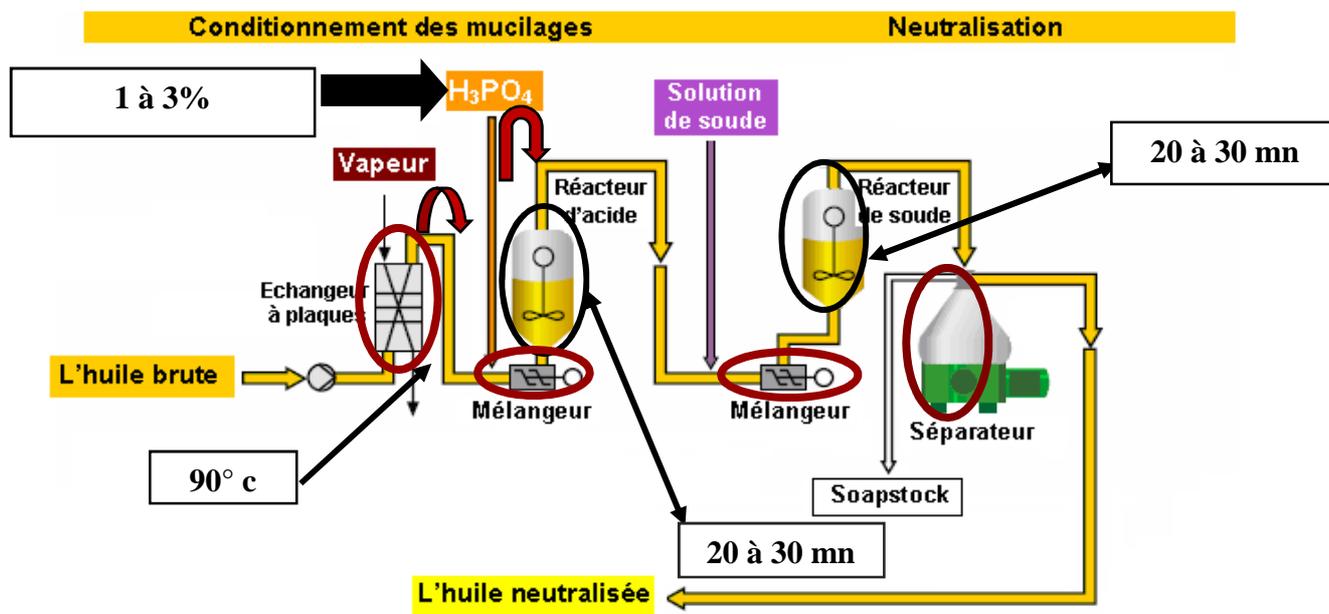


Figure III.4 : Schéma représentatif de deux étapes de démulcination et neutralisation.

III.4.3. Lavage

Le lavage est l'opération qui permet d'éliminer les substances alcalines (savon et soude en excès) présentes dans l'huile à la sortie du séparateur, ainsi que les dernières traces de métaux, De phospholipides et autres impuretés (voir la figure III.5) [33]. Un à deux lavages à l'eau chaude (90°C) permet d'éliminer la quasi-totalité des traces de savons résiduels.

III.4.4. Séchage

L'humidité présente dans l'huile lavée est éliminée avant l'opération de décoloration car elle peut provoquer un colmatage rapide des filtres surtout en présence de savon. L'huile neutralisée sortant de lavage à une température 90°C est pulvérisée dans une tour verticale maintenue sous une pression de 30 à 60 bars [33] (voir la figure III.5) :

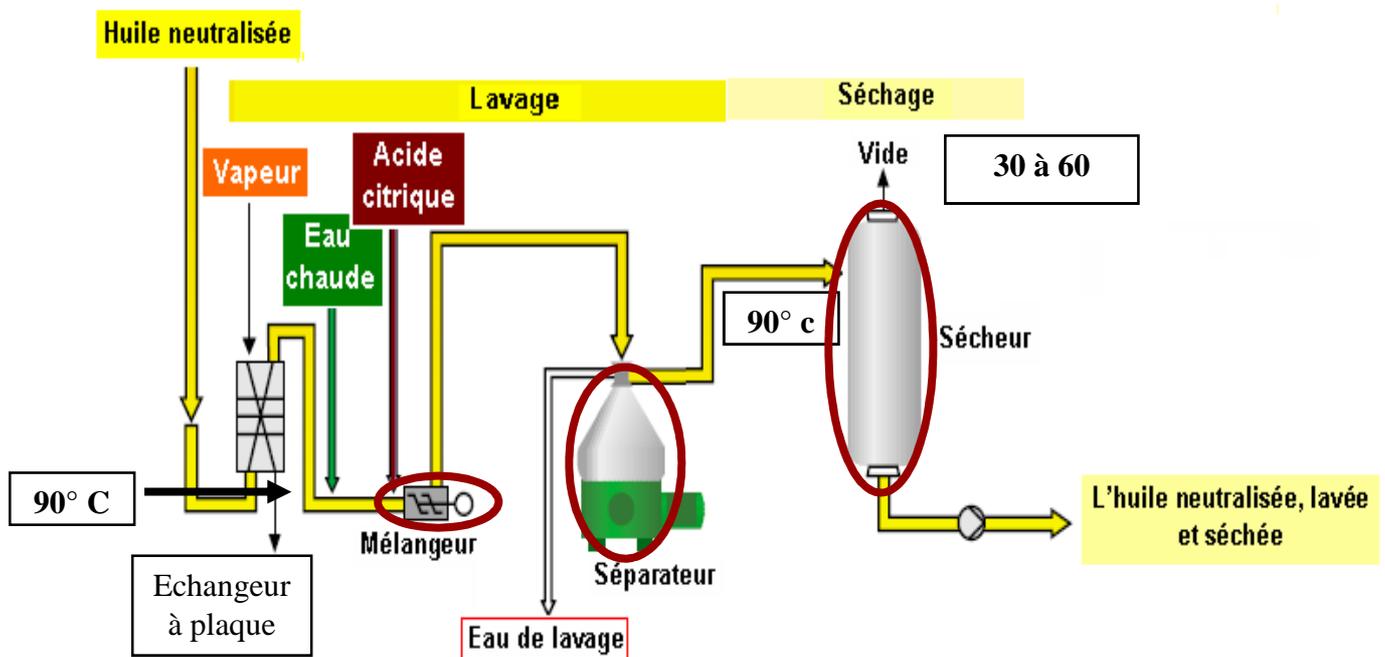


Figure III.5 : Schéma représentatif de deux étapes de lavage et séchage.

III.4.5. Décoloration

Cette opération vise à éliminer les pigments colorés (caroténoïdes et chlorophylle). Cette opération se fait à l'aide de terres décolorantes ou de charbons actifs, dans des conditions de température suffisante (80 -115°C).

Dans les réacteurs à décoloration, des serpentins de vapeur sont implantés pour créer un barbotage qui a pour but d'éliminer des pigments présents dans l'huile afin qu'ils soient facilement adsorbés [36].

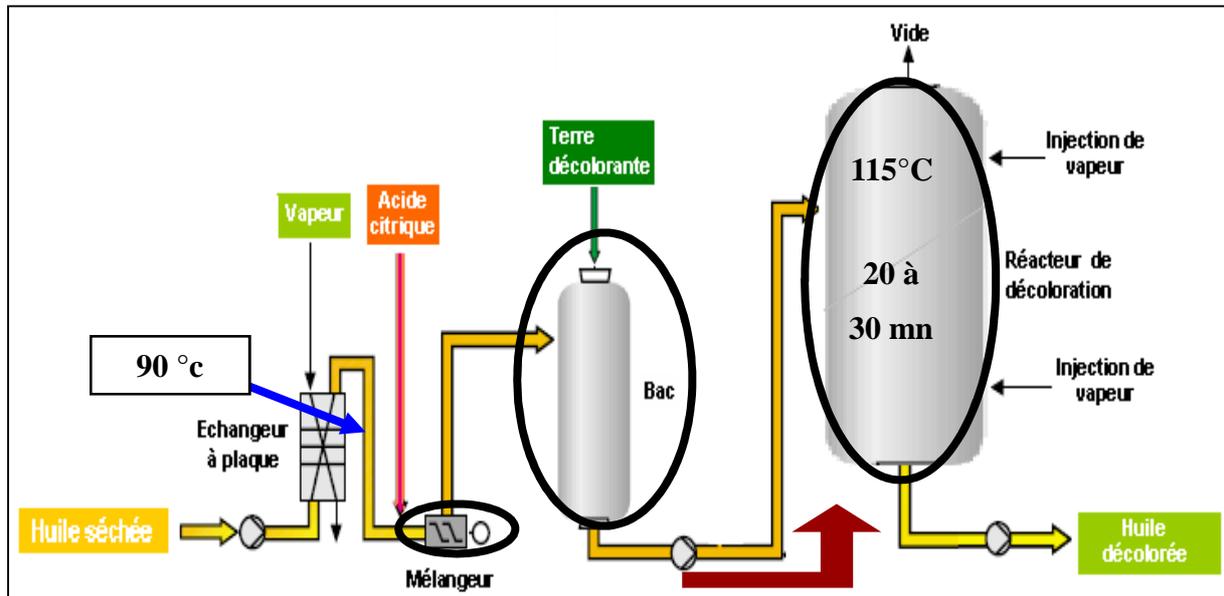


Figure III.6 : Schéma représentatif du procédé de la décoloration.

La terre est additionnée à l'huile, le mélange est chauffé à 90°C sous pression réduite après Contact de quelques minutes, le mélange est envoyé pour se séparer par filtration est réalisée par des filtres automatiques de type NIAGARA.

Cette filtration consiste à séparer la phase de l'huile de celle de la terre décolorante .Elle est réalisée par des filtres ayant des pores qui empêchent le passage des matières solides en permettant l'écoulement du liquide seulement [37].

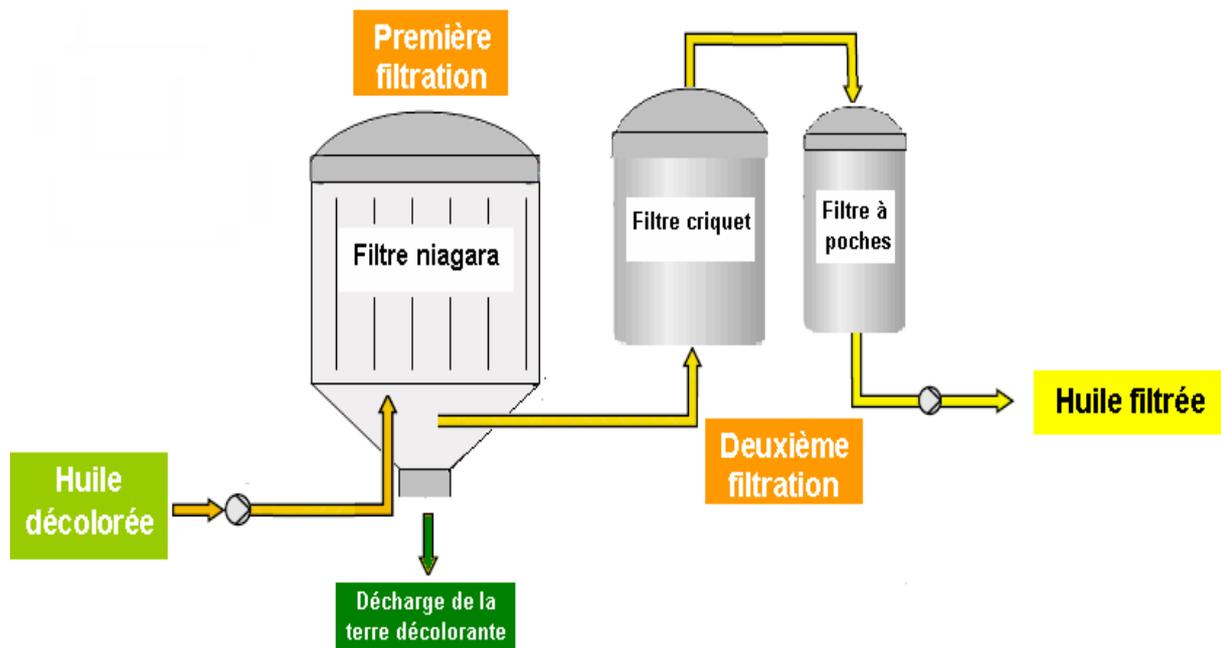


Figure III.7 : Schéma représentatif de la filtration d'huile décolorée.

III.4.5. Désodorisation

La désodorisation est la dernière étape du raffinage, elle consiste à éliminer les substances odorantes telles que les composés aromatiques (aldéhydes, cétones et hydrocarbures) qui donnent une odeur et une saveur désagréables à l'huile, ainsi que les acides gras libres encore présents dont certains sont très sensibles à l'oxydation [37]. Ces substances sont relativement volatiles, et peuvent être éliminés en dégagant de la vapeur ou de l'azote. Ainsi, la désodorisation est effectuée sous vide pour faciliter le dégagement de ces composants volatils éviter l'oxydation et l'hydrolyse de l'huile, et tirer le maximum de profit de la vapeur. Après désodorisation, l'huile est refroidie et stockée [35].

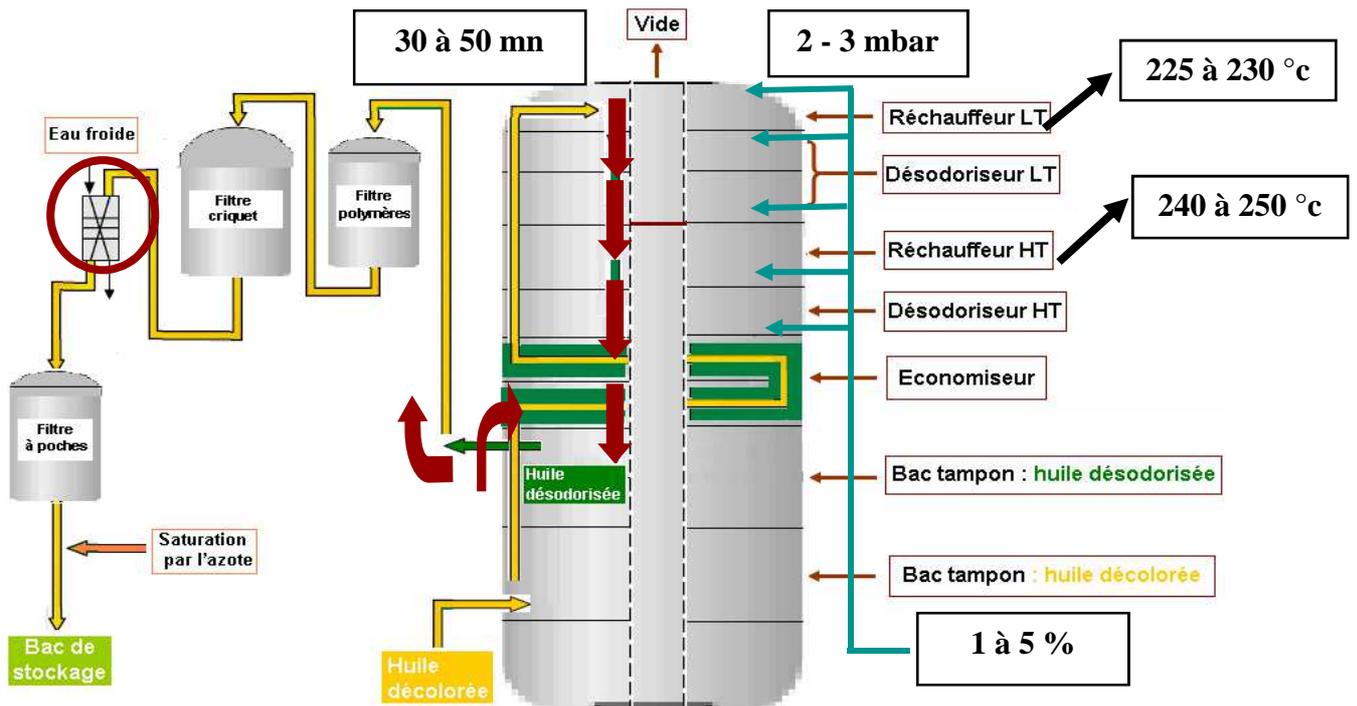


Figure III.8 : Procédé de la désodorisation de l'huile colorée.

Partie pratique

Chapitre I

Présentation de l'unité

I.1. Présentation du complexe CEVITAL

I.1.1. Historique

Créé en Mai 1998, CEVITAL (abréviation de l'expression " c'est vital ", avec sa phonétique), est le leader du secteur agroalimentaire en Algérie et parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie du marché. Elle a été créée par des fonds privés avec une raison sociale « société par action "s.p.a" » d'un capital total de 970,000,000,00 DA. Lancé en Mai 1998. Le complexe Cevital regroupe plusieurs unités de production : une raffinerie d'huile, une raffinerie de sucre, une margarinerie, une unité de conditionnement d'eau minérale, une unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraichissantes sans alcool, une conserverie, des silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire. A débuté son action par la mise en bouteille et conditionnement le 12 décembre 1998. En février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie d'huile ont débuté, cette dernière est devenue fonctionnelle le 14 août de la même année.

I.1.2. Implantation

Le complexe Cevital s.p.a est implanté dans l'enceinte portuaire de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m². CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à s'imposer dans le marché national en offrant une large gamme de produits de qualité.



Figure I.1 : Situation géographique du complexe CEVITAL.

I.1.3. Activités et missions

Le groupe CEVITAL vise à enrichir le marché national en huile, margarine et sucre dont le but est de satisfaire la demande nationale grâce à ses divers projets réalisés qui se présentent comme suit :

- ✓ Raffinage d'huile.
- ✓ Conditionnement d'huile.
- ✓ Production de margarine.
- ✓ Fabrication de l'emballage.
- ✓ Raffinerie de sucre.
- ✓ Stockage des céréales.

Les différentes huiles de «CEVITAL» disponibles sur le marché sont :

- ✓ FLEURIAL : 100% tournesol commercialisée depuis août 1999.
- ✓ SOYA : 100% Soja commercialisée depuis septembre 1999.
- ✓ CANOLA : 100% colza commercialisée depuis fin septembre 1999.
- ✓ OLEOL 2 : 60% tournesol et 40% soja.
- ✓ ELEO 3 : 55% tournesol ,40% soja et 5% olive.
- ✓ FRIDOR : fraction tournesol + ODF (Oléine Doublement Fractionnée) selon la saison.
- ✓ OLIVIA : 100% huile d'olive raffinée.

I.1.4. Présentation de la raffinerie d'huile

La raffinerie du complexe CEVITAL est entièrement automatisée, c'est l'une des plus modernes au monde, elle comprend un équipement de raffinage INSOFT, composé de deux chaînes de raffinage A et B d'une capacité de production très importante (800 tonnes /jour), et une autre chaîne C, la 1000 tonne.

I.1.5. Approvisionnement en matière première

L'approvisionnement en huiles brutes utilisées dans la fabrication des différents produits se fait par bateaux de gros tonnage avec des quantités de 3000, 6000 et 9000 tonnes de certains pays tels que la Malaisie, l'Indonésie, l'Ukraine, l'Argentine, la Chine et les USA.

Les huiles brutes sont stockées dans des bacs de capacité de 47000 tonnes.

I.1.6. Analyses des déchets

➤ Décomposition de la pâte

Le traitement des soaps stocks a pour but de récupérer les huiles acides et d'évaluer les pertes en huile.

➤ Traitement des eaux

Elle a pour but le traitement des eaux de lavage du raffinage avant de les déverser dans la nature, ainsi que celles destinées à la chaudière.

Pour les déchets qualifiés d'huile acides ou d'acides gras libres, ils sont aux producteurs de savon, de peinture, etc.

I.1.7. Contrôle de qualité

Le contrôle de qualité se fait de l'arrivée de la matière première (huile brute) jusqu'à la commercialisation du produit fini. Des prélèvements sont effectués à l'arrivée du bateau d'huile brute et à différentes étapes du raffinage jusqu'à l'obtention d'une huile finie et pendant conditionnement. Pour cela, le complexe Cevital est doté de quatre laboratoires dont :

- ✓ Deux laboratoires pour les huiles.
- ✓ Un laboratoire pour la margarine.
- ✓ Un laboratoire pour le sucre.

Un certificat de conformité est délivré par le directeur du laboratoire et la confirmation de commercialisation est remise au directeur commercial, chaque jour.

Les différentes directions et services de «CEVITAL», sont schématisés dans l'organigramme suivant :

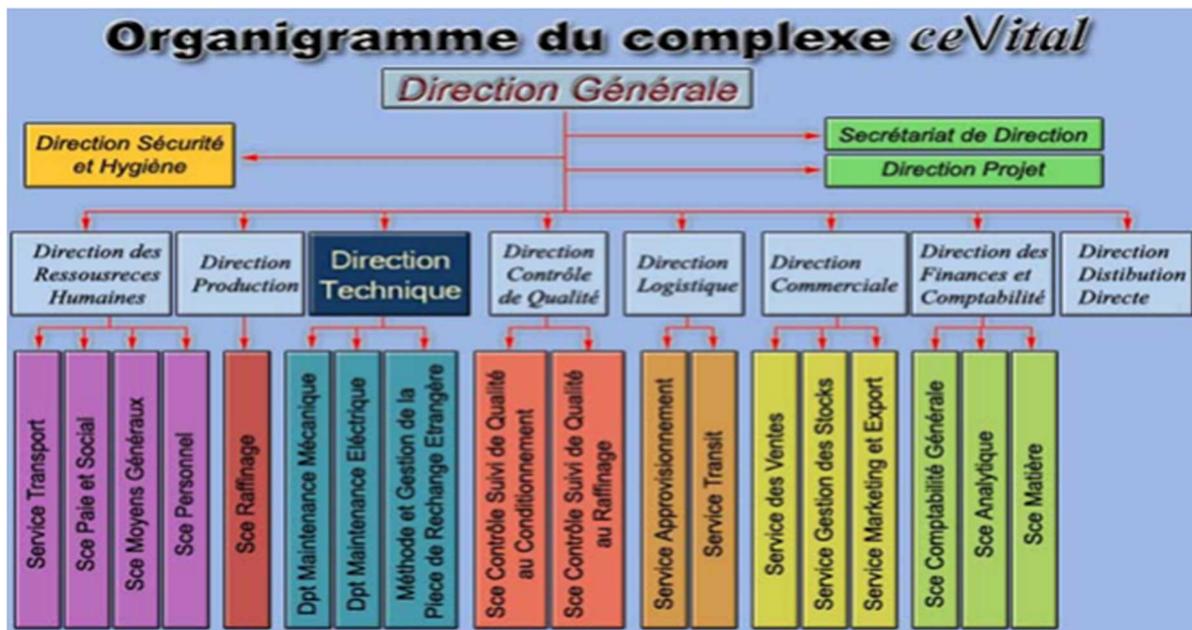


Figure I.2 : Organigramme de Cevital.

Chapitre II

Matériels et méthodes

II.1. Objectif

La présente étude a pour objectif le suivi des différentes analyses physico-chimiques de l'huile de soja lors des différentes étapes du raffinage : de l'huile brute jusqu'à l'huile finie. Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de la raffinerie des huiles du complexe Cevital.

II.2. Echantillonnage

Les échantillons utilisés dans ce travail sont constitués de l'huile de soja. Le prélèvement des échantillons a été effectué à partir des bacs de stockages pour l'huile brute, par contre pour l'étude des différents paramètres, le prélèvement des échantillons a été effectué au niveau des différents séparateurs à savoir : la neutralisation, la décoloration et la désodorisation de l'atelier raffinage du complexe Cevital. Donc, les prélèvements s'effectuent sur :

- L'huile brute de soja dans le bac de stockage ;
- L'huile neutralisée ;
- L'huile décolorée ;
- L'huile désodorisée.

Le tableau ci-dessous illustre les points de prélèvement et toutes les analyses physico-chimiques effectuées sur l'huile de soja.

Tableau II.1 : Types d'analyses effectuées sur les échantillons d'huile de soja aux différentes étapes de raffinage.

Echantillon	Point de prélèvement	Analyse
Huile brute	La sortie de bac du stockage	Acidité, couleur, densité, humidité, impureté, phosphore, chlorophylles, indice de peroxyde, indice d'iode
Huile neutralisée		Acidité ;
Mélangeur	M2	Trace de savon ;
Séparateur	S1	Trace de savon ;
Laveur	S4	
Sécheur	Sécheur	Chlorophylle.
Huile décolorée	Sortie du la décoloration	Acidité, Couleur, chlorophylle,
Huile désodorisée	Sortie de la désodorisation	Acidité, couleur , chlorophylle.

II.3. Méthodes d'analyses physico-chimiques

II.3.1. Analyses physiques

II.3.1.1. Densité

1. Définition

La densité relative d'une huile à 20°C est le quotient de la masse dans l'atmosphère d'un certain volume de cette huile à une température T°C par la masse de même volume à 20°C.

2. Mode opératoire

- Mettre environ 200 ml d'huile à analyser dans une éprouvette de 250 ml.
- Tremper le flacon d'huile dans le densimètre et attendre jusqu'à ce qu'il se stabilise.
- Lire la valeur sur le densimètre.

3. Expression des résultats

$$\text{Densité à } 20^{\circ}\text{C} = D_{T_2} = D_{T_1} + 0,00069 (T_1 - T_2)$$

Où :

D_{T_1} : La densité lue directement sur le densimètre à une température T_1

D_{T_2} : La densité à une température T_2 qui est égale à 20°C .

T_1 : La température lue sur le thermomètre.

T_2 : 20°C .

II.3.1.2. Couleur**1. Définition**

La couleur joue un rôle important dans l'évaluation de la qualité d'un aliment. En effet, elle est liée aux principaux constituants qui sont déterminés à leur maximum d'absorption. Les chlorophylles et les caroténoïdes sont les principaux pigments rencontrés dans l'huile, et qui peuvent être affectés par de mauvaises conditions d'entreposage et aussi par le processus d'oxydation.

2. Principe

La détermination de la couleur se fait par la méthode la plus couramment utilisée à l'aide d'un appareil appelé colorimètre « LOVIBOND » qui consiste à comparer la couleur de l'échantillon à un jeu de verre coloré en jaune et en rouge, dont la superposition permet de réaliser une couleur identique à celle de l'échantillon.



Figure II.1 : Colorimètre Lovibond.

3. Mode opératoire

Verser l'échantillon à analyser dans la cellule du Lovibond, puis déterminer la couleur correspondante en faisant la comparaison avec les lames de couleur standard. La lecture se fait par le réglage de deux faces jusqu'à l'obtention de la même couleur des deux côtés, ensuite, il faut lire sur la planche les valeurs du jaune et du rouge.

4. Expression des résultats

Les résultats s'expriment en termes de nombre d'unités jaune et rouge nécessaires pour l'obtention de la couleur correspondante.

II.3.1.3. Humidité

1. Définition

C'est la perte en masse que l'huile subit après chauffage à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 2 heures dans l'étuve, exprimée en pourcentage massique.

2. Principe

Le principe est basé sur la détermination du poids de l'huile avant et après séchage à l'étuve. Toute diminution du poids après séchage indique la présence d'humidité.

3. Mode opératoire

- Peser environ 20g de l'échantillon dans une capsule préalablement séchée (P1).
- Chauffer la capsule contenant la prise d'essai dans l'étuve pendant deux heures à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Refroidir dans un dessiccateur et peser le poids de l'huile.

4. Expression des résultats

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{(P_0 - P_1)}{M} * 100$$

P0 : est le poids du cristalliseur avec la matière grasse avant étuvage.

P1 : est le poids du cristalliseur avec la matière grasse après étuvage.

M : est la masse de la prise d'essai.

II.3.1.4. Impuretés**1. Définition**

Les impuretés sont des substances autres que l'eau et les solvants, elles ne correspondent ni aux glycérides, ni aux acides gras et ni même aux insaponifiables, ce sont des matières insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques tels que l'hexane.

2. Principe

Le principe consiste à traiter le produit par un excès de solvant puis filtrer la solution et laver les résidus avec le même solvant (hexane) ensuite sécher à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à une masse constante.

3. Mode opératoire

- Peser à 0.001g près environ 20g d'échantillon dans une fiole de 250 ml.
- Additionnée de 200 ml d'hexane, et boucher la fiole.
- Agiter puis laisser porter à 20°C pendant 30 mn à 1 heure.
- Verser le contenu de la fiole sur un papier filtre et laver le avec 50 ml d'hexane.

- Sécher le papier filtre à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et le refroidir dans un dessiccateur.
- Peser le papier filtre.

4. Expression des résultats

$$\text{Impuretés (\%)} = \frac{P_1 - P_0}{M} * 100$$

M : masse en gramme de la prise d'essai.

P₀ : masse en gramme du filtre séché.

P₁ : masse en gramme du filtre et des impuretés.

II.3.2. Analyses chimiques

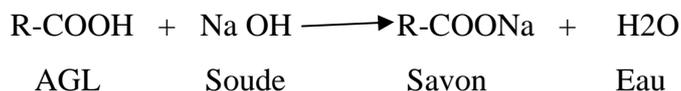
II.3.2.1. Acidité

1. Définition

L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres dans la matière grasse (huile), elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique.

2. Principe

Le principe de cette analyse consiste à mettre en solution une quantité connue d'huile dans l'alcool puis à effectuer un titrage des acides gras libres, par une solution de NaOH (0.1N) à chaud en présence de phénophtaléine selon la réaction suivante :



3. Mode opératoire

- Préparer dans un erlenmeyer une solution de 75 ml d'alcool neutralisé (éthanol + quelques gouttes de phénophtaléine, neutralisé avec de NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose).

- Ajouter 10g d'huile à analyser, faire dissoudre en portant sur une plaque chauffante, puis procéder à un deuxième titrage des acides gras libres par NaOH à 0.1N jusqu'à apparition de la couleur rose persistante (10 secondes) noter ensuite le volume de la chute de la burette.

4. Expression des résultats

$$\text{Acidité \%} = \frac{N * V * M}{10 * P}$$

Avec ;

M : masse molaire d'acide oléique = 282g/mol.

N : normalité de NaOH à 0.1N.

P : poids de la prise d'essai.

V : volume de NaOH utilisé pour le titrage en ml.

II.3.2.2. Traces de savon

1. Définition

C'est la teneur en oléate de sodium dans l'huile, qui est soluble dans l'acétone avec 3 à 4 % d'eau exprimée en partie par million (ppm) ; elle est déterminée pour apprécier l'efficacité des séparateurs.

2. Principe

On procède à une séparation d'huile à analyser en deux fractions une supérieure dite légère (R-COONa) et une inférieure qui est l'huile.

3. Mode opératoire

- Préparer dans une éprouvette graduée 48,5 ml d'acétone, compléter jusqu'à 50ml avec de l'eau distillée.

- Verser la solution dans un ballon à fond plat puis ajouter 1 à 2 gouttes de bromothymol et neutraliser le mélange avec du NaOH, suite au changement de la couleur (devient bleu), procéder à un deuxième titrage par du HCl acétonique jusqu'au virage de la couleur au jaune.

4. Expression des résultats

$$\text{Traces de savons (ppm)} = \frac{\text{Eq} \cdot \text{N} \cdot \text{V} \cdot 1000}{P}$$

Ts : Traces de savon en ppm.

Eq : Equivalent gramme d'oléate de sodium = 304 g.

N : Normalité de HCL a cétonique (0,01N).

V : Volume de HCL a cétonique en ml (chute de la burette).

P : Masse de la prise d'essai en g.

II.3.2.3. Indice de peroxyde

1. Définition

C'est le nombre de milliéquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme d'acide gras, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. Sa détermination renseigne sur le degré d'oxydation de l'huile.

2. Principe

Consiste à un traitement d'une quantité d'huile en solution dans l'acide acétique et le chloroforme par une solution d'iodure de potassium (KI), le titrage d'iode libéré se fait par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré selon la réaction suivante :



3. Mode opératoire

- Peser 5g d'huile à 0.01g près dans un erlenmeyer.
- Ajouter 12ml de chloroforme et 18ml d'acide acétique puis incorporer à cette solution 1ml d'iodure de potassium (KI).
- Agiter la solution et mettre à l'abri de la lumière pendant une minute puis ajouter 75ml d'eau distillée et agiter vigoureusement en présence d'empois d'amidon.

- Titrer avec le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N et parallèlement effectuer un essai à blanc jusqu'à décoloration totale de la solution.

4. Expression des résultats

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante

$$\text{Indice de peroxyde} = \frac{N \cdot (V_1 - V_0) \cdot 1000}{P}$$

Avec ;

V_0 : volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'échantillon à blanc en ml.

V_1 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'échantillon en ml.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium 0,01N.

P : prise d'essai en gramme.

II.3.2.4. Indice d'iode

1. Définition

L'indice d'iode est le nombre en gramme d'iode fixé par 100g de corps gras.

2. Principe

Cette réaction d'addition est utilisée pour déterminer l'insaturation des corps gras.

3. Mode opératoire

- Introduire la prise d'essai exactement pesée dans un flacon de 300 à 500ml bouché, préalablement lavé et séché.
- Faire dissoudre dans 15ml de tétrachlorure de carbone.
- Puis ajouter 25ml de réactif de Wijs.
- Agiter légèrement et placer le flacon à l'obscurité pendant une heure.
- Ajouter ensuite 20ml d'iodure de potassium à 10% avec 150 ml d'eau.

- Enfin agiter et titrer l'iode libéré avec le thiosulfate de sodium à 0,1N en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon.

- Faire en parallèle un essai à blanc dans les mêmes conditions.

4. Expression des résultats :

$$\text{Indice d'iode} = \frac{(V_0 - V_1) * 1.269}{P}$$

Avec ;

V_0 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc en ml.

V_1 : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour titrer l'excès d'iode en ml.

N : normalité de thiosulfate de sodium.

P : prise d'essai en gramme.

II.3.2.5. Phosphore

1. Définition et principe

Chauffer l'huile démulcinée avec l'oxyde de zinc et la filtrer pour éliminer la matière organique, ensuite utiliser l'eau distillée et HCl concentré, et porter à l'ébullition afin d'éliminer toute matière non phosphatidique puis neutraliser l'acidité du milieu avec KOH. Pour permettre au spectrophotomètre de détecter la teneur en phosphatide,

2. Mode opératoire

Peser 3g d'huile dans une capsule, ajouter 0,5g d'oxyde de zinc chauffer dans un four à moufle (600°C) pendant 24 heures, après refroidissement ajouter 5ml de HCl concentré plus 5ml d'eau distillée, chauffer jusqu'à ébullition puis laisser refroidir, filtrer la solution dans une fiole de 100ml, neutraliser ensuite par une solution de KOH 50 %, il y'aura formation d'un précipité, ajouter quelques millilitre d'HCl concentré jusqu'à obtention d'une solution limpide, et amener à 100ml par l'eau distillée. Mettre au bain marie bouillant pendant 15mn, laisser refroidir, faire un essai à blanc exactement dans les mêmes conditions, lire l'absorption à 650nm.

3. Expression des résultats

Déduire de la courbe d'étalonnage la teneur en phosphore de la solution étudiée puis la teneur en phosphore de l'huile en tenant compte du poids d'huile mis en œuvre.

$$\text{Phosphores (\%)} = \frac{10*(A-B)}{w*v}$$

A : quantité de phosphore de l'échantillon en mg.

B : quantité de phosphore de la solution de l'essai à blanc.

W : quantité de la prise d'essai.

V : volume de la solution final (10ml).

II.3.2.6. Chlorophylle**1. Définition**

Cette méthode est utilisée pour déterminer la teneur en pigments chlorophylliens dans l'huile végétale neutralisée et blanchie, et non pas à l'huile hydrogénée, désodorisée ainsi qu'au produit finis.

2. Mode opératoire

- Remplir la cuve d'huile chauffée au voisinage de 30°C.
- Lire l'absorbance d'huile par rapport au tétrachlorure de carbone dans la cuve témoin à 630, 670 et 710 nm.

3. Expression des résultats

Les chlorophylles sont exprimées en partie par million (ppm) selon la relation suivante :

$$\text{Chlorophylles (ppm)} = \frac{[A670 - (A630 + A710)/2]}{0.0964*L}$$

Avec ;

A : l'absorbance à la longueur d'onde indiquée.

L : la longueur de la cuve en centimètre.

II.4. Détermination des pertes en huile dans les eaux de lavage et analyse des pâtes de neutralisation

a. Perte en huile dans les eaux de lavage

Le but est de déterminer les pertes d'huile entraînée par les eaux de lavage lors du lavage.

1. Mode opératoire

Un volume d'eau de lavage est versé dans une éprouvette de 100 ml. Quelques gouttes d'acide sulfurique (H_2SO_4) sont ajoutées dans le but de favoriser la séparation des deux phases et casser les émulsions. Le volume de chaque phase est ensuite noté.

2. Expression des résultats

Les pertes d'huile dans les eaux de lavage sont données par la formule suivante :

$$\text{Pertes en MG (\%)} = \frac{V \text{ MG} \times 100}{V \text{ Total}}$$

V MG : Volume (ml) de matière grasse.

V Total : Volume (ml) d'eau de lavage.

Le pourcentage de matière grasse dans l'eau ne doit pas dépasser les 5 %.

b. Analyse des pâtes de neutralisation

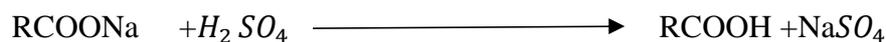
Elle nous permet de déterminer les pertes d'huile au cours de la neutralisation de l'huile brute.

1. Définition

Exprime en pourcentage d'acide gras libre (acide oléique) par rapport à la matière sèche.

2. Principe

Décomposition des savons par un acide fort (H_2SO_4 ou HCL), lavage de la matière sèche, centrifugation et titrage des acides gras libres par une solution de NaOH à 1N



3. Mode opératoire

- Peser 50 à 80 gr de pâtes de neutralisation dans un bêcher de 1000ml puis ajouter 400 ml d'eau chaude et 100 ml d'éthanol.
- Mettre sous chauffage et agitation jusqu'à dissolution complète et décomposer avec précaution jusqu'au virage rouge du méthyle orange en utilisant du H_2SO_4 à 20%
- Mettre le contenu du bêcher dans une ampoule à décanter de 500 ou de 1000 ml et soutirer les eaux acide.
- Laver avec de l'eau salé chaude jusqu'à PH neutre des eaux de lavage.
- Récupérer la matière grasse dans un bêcher, chauffer à 60°C et centrifuger pendant 5 mn à 3000 Tr/mn.

Peser 3 à 5 gr de matière grasse à 0.01gr près dans un bêcher de 250 ml et ajouter 70 ml d'éthanol neutralisé au rose avec du NaOH à 1N en présence de phénol phtaléine jusqu'à apparition d'une teinte rose persistante pendant 10sec.

Expression des résultats :

$$\text{Acidité} = \frac{N * V * 282}{10P} \%$$

N : normalité de NaOH (1N).

V : volume dépensé pour le titrage.

P : prise d'essai en grammes.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Analyses physico-chimique de l'huile brute de soja

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'huile brute (huile réceptionnée) sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.1 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'huile brute de soja.

Analyse	Résultats	NE
Densité à 20°C	0,919	0,919 -0,925
Impuretés insolubles(%)	0,038	0,5 max
Humidités	0,052	0,5 max
Couleur Lovibond (1P)		
Jaune (J)	48	J= 50
Rouge (R)	4,7	R= 5
Chlorophylle (ppm)	8,53	9 ppm
Acidité (%)	1,24	1,25
l'indice de peroxyde IP (meqO ₂ / kg)	7,2	10 Max
le taux de phosphore (ppm)	120	200 ppm
l'indice d'iode	130	124-139

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus effectuées sur l'huile de soja brute montrent que la densité à 20°C, le taux d'impuretés, l'indice de peroxyde IP, taux de chlorophylle, le taux de phosphore, l'indice d'iode, la couleur, l'acidité et le taux d'humidité sont conformes aux normes de l'entreprise. Ceci reflète la bonne qualité de l'huile de soja brute utilisée pour le raffinage (traitements effectués sur les graines, opération d'extraction, bonnes conditions de stockage de l'huile,...etc.).

III.2. Suivi de l'évolution de l'acidité de l'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage

Les résultats d'analyse de l'acidité de l'huile de soja pendant les différentes étapes de raffinage sont représentées dans le tableau III.2 :

Tableau III.2 : Résultat de l'acidité d'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage.

Huile Analyse	Huile Brute	Huile Neutralisée	Huile Lavée	Huile Séchée	Huile Décolorée	Huile Désodorisée
Acidité (%)	1,24	0,08	0,07	0,05	0,18	0,02
Normes (max)	1,25	0,03-0,08	/	/	/	0,12

D'après les résultats d'analyses effectuées sur des différents huiles analysées, les valeurs d'acidité sont conformes aux normes et ne dépassent pas ainsi les seuils fixées par l'entreprise et ceci est pour toutes les étapes du raffinage .Cela nous renseigne sur la bonne qualité de l'huile brute importée et sur le bon déroulement du procédé de raffinage.

L'évolution de l'acidité de l'huile de soja aux différentes étapes de raffinage est représentée sur la figure III.1 :

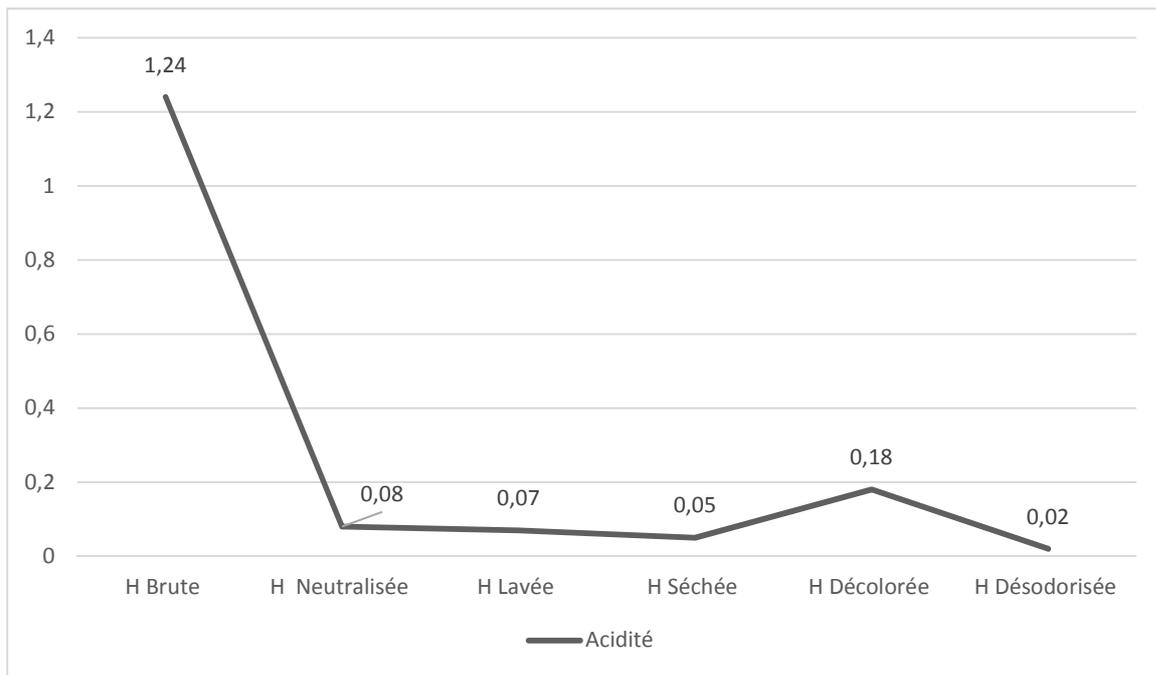


Figure III.1 : Evolution de l'acidité de l'huile de soja au cours de raffinage.

D'après la figure III.1 l'acidité de l'huile brute est un peu élevée, mais toujours conforme aux normes ISO 660, (1,25 Max), Ceci est dû à la présence d'acides gras libres issus de l'hydrolyse des triglycérides, et qui seront neutralisés au cours du raffinage. On remarque une diminution considérable d'acidité qui passe de 1.24 % pour l'huile brute à 0.05 % de l'huile séchée, ce qui peut être expliquée par la neutralisation des acides gras libres par la soude au cours de l'étape de la neutralisation.

Ensuite nous constatons une légère augmentation de l'indice d'acidité de l'huile de soja après l'opération de la décoloration (0.18 %). Ceci est dû à l'effet de la terre décolorante qui est active avec de l'acide chlorhydrique (HCL) (l'ajout de l'acide permet l'augmentation de la surface d'adsorption).

Enfin, pour l'huile désodorisée l'acidité atteint une valeur de 0,02% qui est conforme à la norme de l'entreprise (0,12). Cette diminution de l'acidité peut être expliquée par la transformation d'une partie des acides gras libres de l'état liquide à l'état volatil sous l'effet de la température (230-260°C) et aspiration par le vide.

III.3. Suivi de l'évolution de la Couleur au cours des différentes étapes de raffinage

Les résultats d'analyse de la couleur d'huile de soja pendant les différentes étapes de raffinage sont représentées dans le tableau III.3 :

Tableau III.3 : Evolution de la couleur de l'huile de soja au cours du raffinage.

Analyse Huile	Coloration			
	Rouge (R)	Normes max	Jaune (J)	Norme max
Huile brute	4,7	5	48	50
Huile décolorée	3,5	6	40	45
Huile désodorisée	1,1	1,2	10	12

D'après les résultats d'analyses consignés dans le tableau ci-dessus, on constate que les valeurs de la coloration rouge et jaune sont conformes aux normes adoptées par l'entreprise, en commençant par l'huile désodorisée, résultat d'un bon déroulement des différentes étapes de raffinage.

L'évolution de la coloration rouge et jaune d'huile traitée aux différentes étapes du raffinage est représentée par la figure III.2 :

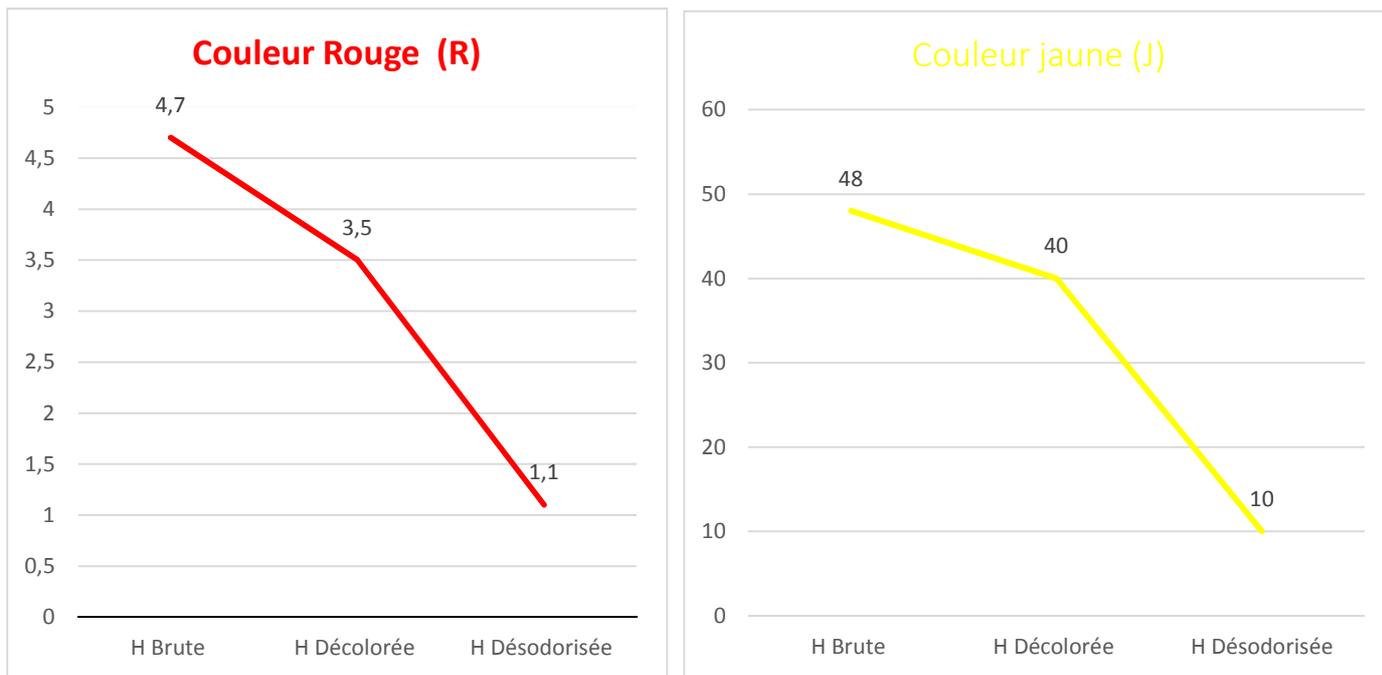


Figure III.2 : Evolution de la coloration rouge et jaune pour l'huile de soja au cours de raffinage.

On analysant les deux courbes illustrées dans la figure ci-dessus, relatives aux colorations rouge et jaune ,on remarque que la couleur de l'huile brute est conforme à la norme interne de l'entreprise, que ce soit pour le rouge ou pour le jaune.

Pour l'huile décolorée, les résultats montrent une diminution de la couleur de (4,7/48) pour l'huile brute jusqu'au (3,5/40) après décoloration. Cette diminution est due à l'élimination des pigments colorés (caroténoïdes et chlorophylles) qui ont été adsorbés par la terre décolorante et la séparation des pigments est nécessaire pour assurer aux huiles une longue conservation. Cette intensité continue à diminuer après la désodorisation pour atteindre (1,1/10), ceci est lié à la décomposition des pigments sous l'effet de la température qui donne des substances volatils et qui seront aspirées avec les acides gras libres par le vide de la colonne de désodorisation.

III.4. Evolution du taux de chlorophylle au cours des différentes étapes de raffinage

Les résultats d'analyse du taux de chlorophylle de l'huile de soja pendant les différentes étapes de raffinage sont représentées dans le tableau :

Tableau III.4 : Taux de chlorophylle d'huile de soja au cours de raffinage

Huile Analyse	Huile Brute	Huile Séchée	Huile Décolorée	Huile Désodorisée
Chlorophylle (ppm)	8,53	8	0,04	00
Normes Max	9 ppm	/	<0,05 ppm	00 ppm

D'après les résultats du tableau III.4, on remarque que l'ensemble des valeurs obtenues sont conformes aux normes adoptées par l'entreprise que ce soit pour l'huile brute ou pendant le procédé de raffinage, ceci nous renseigne sur la bonne qualité de notre l'huile brute ainsi que l'efficacité du raffinage.

L'évolution de la chlorophylle d'huile traitée aux différentes étapes du raffinage est représentée dans la figure III.3 :

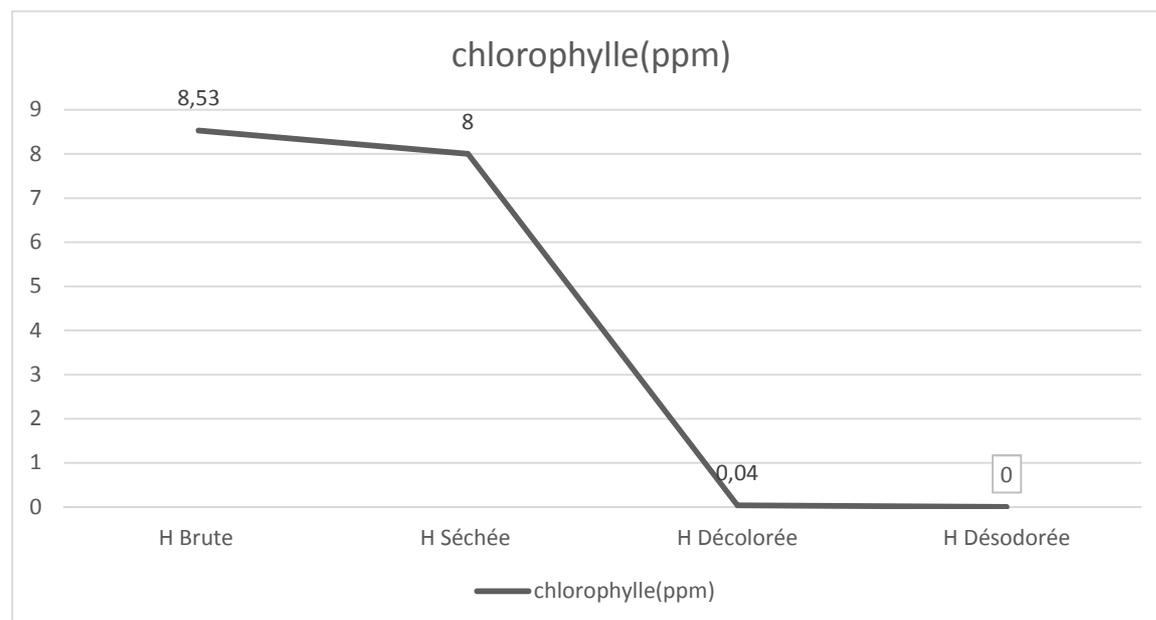


Figure III.3 : Evolution de chlorophylle de l'huile de soja au cours du raffinage.

D'après les résultats de la figure III.3, on remarque que le taux de chlorophylle diminue au fur à mesure qu'on avance dans le procédé pour s'annuler après la désodorisation. Une élimination importante s'observe au niveau de la décoloration, cela est dû à leur adsorption par la terre décolorante. En effet, cette diminution s'explique par l'augmentation du rapport terre/l'huile ; par conséquent, l'augmentation de la quantité de la terre décolorante utilisée, s'accompagne de l'augmentation du taux d'adsorption. L'élimination totale de chlorophylle ce fait au niveau de la désodorisation sous l'effet de la chaleur et du vide.

III.5. Evolution des traces de savon au cours du raffinage

La détermination de la teneur en trace de savon formé à l'étape de neutralisation pour l'huile de soja indiquée dans le tableau III.5 :

Tableau III.5 : Résultats d'analyse des traces de savon de l'huile de soja au cours du raffinage.

Huile	Huile Neutralisée	Huile Lavée	Huile Séchée	Huile Décolorée	Huile Désodorisée
Analyse					
Trace de savon (ppm)	972	98	86	00	00
Norme	<1000 ppm	<100ppm	<70ppm	00	00

D'après les résultats obtenue, on remarque que les valeurs des traces de savon dans les étapes de neutralisation, lavage et séchage sont inférieure aux normes d'entreprise. les valeurs obtenue lors de l'étape de décoloration et de désodorisation montre l'absence des traces de savon.

Une teneur en savons trop faible pourrait signifier que la zone de séparation s'est déplacée vers la phase lourde et qu'il y a risque de perte d'huile dans les « pâtes » alors qu'une teneur trop forte peut perturber les opérations de lavage en créant des émulsions [35].

L'évolution des traces de savon de l'huile de soja traitée aux différentes étapes du raffinage est représentée par la figure III.4 :

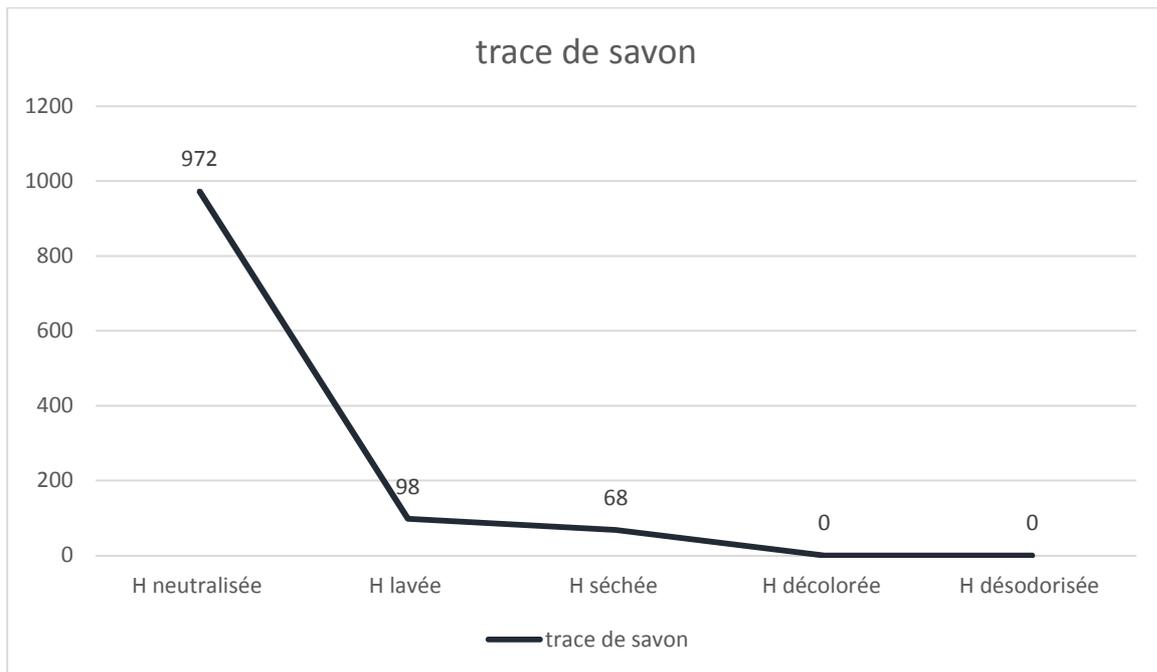


Figure III.4 : L'évolution de trace de savon pour l'huile de soja au cours de raffinage.

D'après les résultats d'analyse de la figure, on remarque que les valeurs de traces de savon diminue à partir de la neutralisation jusqu'au séchage pour s'annuler après la décoloration, cela peut expliquer par l'ajout de l'acide citrique qui réagit avec les savons on donnant un sel facilement éliminable.

L'absence des traces de savon après l'étape décoloration est expliquée par la bonne séparation des deux phases d'huile savon par la centrifugation et l'adsorption sur la terre décolorante.

III.6. Les pertes en huile dans l'eau de lavage

Les résultats des pertes d'huile dans les eaux de lavage montrés dans le tableau III.6 :

Tableau III.6 : Résultats d'analyse des pertes en huile dans les eaux de lavage.

	Echantillon	Résultat	NE
	Analyse		
Eau de lavage	Pertes en MG (%)	0,07	1,5 max

Les pertes de l'huile dans les eaux de lavage sont des pertes inévitables. D'après ces résultats, on constate que ces pertes entraînées dans les eaux de lavage sont négligeables (0,07%), ce qui traduit l'efficacité du traitement dans l'étape de lavage.

III.7. Evaluation de l'acidité des pâtes de neutralisation

Les résultats de l'acidité des pâtes de neutralisation des pertes d'huile dans les eaux de lavage montrés dans le tableau III.7 :

Tableau III.7 : Résultats de l'acidité des pâtes de neutralisation.

	Echantillon	Résultat	NE
Pates de neutralisation	Acidité (%)	54	>50

D'après ce résultat, on constate que l'acidité des pâtes de neutralisation est conforme au norme de l'entreprise.

Conclusion

Conclusion

L'industrie des corps gras représente un investissement important vu la diversité des produits commercialisés à partir de l'exploitation des matières premières importées.

Durant notre stage effectué au niveau du complexe «CEVITAL», nous avons eu l'occasion d'assister et de suivre les différentes étapes de raffinage de l'huile de soja, ainsi que d'effectuer des analyses physico-chimiques de l'huile de soja de l'état brut à l'état final, en faisant des prélèvements après chaque étape du raffinage, sans oublier l'évaluation des pertes en huile au cours du raffinage.

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenues montrent une conformité aux normes de l'entreprise. On peut conclure que cette conformité est obtenue grâce au contrôle régulier qui s'effectue au niveau du laboratoire à chaque étape du raffinage, ainsi qu'à certaines techniques acquises par expérience des techniciens de la raffinerie, sans oublier le matériel sophistiqué dont elle dispose. L'évaluation des pertes en huiles durant le lavage, nous a permis de constater que ces pertes sont inévitables, mais l'entreprise a installé un système de recyclage de ces huiles. Ces huiles sont ensuite introduites dans l'huile brute.

Notre stage nous a permis d'acquérir des connaissances dans le domaine des corps gras, leurs technologies de production et de transformation à l'échelle industrielle ainsi que les traitements obligatoires que subissent les huiles avant leur consommation. Ce stage nous a permis également de constater la prise de conscience de l'entreprise CEVITAL du concept qualité, vu la conformité de la plupart des produits analysés, chose qui doit devenir l'une de leurs principales préoccupations afin de faire face à la concurrence à laquelle elles sont confrontées.

En perspectives :

- Il serait judicieux que l'entreprise CEVITAL puisse, dans le cadre de la prise de conscience écologique, mettre en place des emballages recyclables ou composables afin de générer moins de déchets et contribuer à préserver un environnement sain et durable.
- Enfin dans le but de réduire le coût des importations de l'huile brute il serait souhaitable de songer à l'implantation locale des graines et de développer des unités de triturations.

*Référence
bibliographique*

Référence

- [1] : denise J .1992. raffinage des corps gras .in: « manuel des corps gras ». tome 2. éd tec et loc-lavoisier. paris.
- [2] : platon. J.F raffinage de l'huile de soja, americansoybean association U.S.A, (1988).
- [3] : pagès-xatart-parès, X. (2008). technologies des corps gras (huiles et graisses végétales) Paris: institut national de la recherche agronomique.
- [4] : pagès X., morin O., birot c., gaud m., fazeuilh s., et gouband m. 2010. raffinage des huiles et corps gras et élimination des contaminants .ocl. 17. 2 : (86- 99)
- [5] : lipides et nutrition humaines : analyses des données récentes sur les corps gras alimentaire, 1982.les presses de l'université aval, québec
- [6] : dupin H.1992 : alimentation et nutrition humaine, publiée par esf editeur.
- [7] :cossut, J « les corps gras : entre tradition et modernités », dess qualampa, université des sciences et technologie de lille (2002)
- [8] : françois.l.1974 : les industries des corps gras : biochimie, extraction, raffinage, nuisances et réglementation. paris, loisir.
- [9] : mhtadji-lamballais, C. 1989. les aliments. ed malonie. p94-102.
- [10] :https://www.ecoledesmetiers.fr/sites/default/files/ressources/fichiers/201907/corps_gras.pdf.
- [11] : olle, M. (2002). analyse des corps gras. techniques de l'ingénieur. analyse et caractérisation 5,p3325. 1-P3325. 15.
- [12] :graille,J .(2003).lipides et corps gras alimentaires.tec&doc .londres -paris-nowyork.
- [13] : borg, J. et reber, A. (2004).biochimie métaboliques, édition : ellipses,marketing, p.75-79.
- [14]:<http://www.yumpu.com/fr/document/read/18228202/les-corps-gras-entre-tradition-et-modernite-pfeda-page-d>
- [15] : pouzet, A. « manuel des corps gras », technique et doc, paris. p787, (1992)
- [16]: gil, A. guiu, G. grange, P. montes, M. « preparation and characterisation of micro porosity of silica-alumina pillared clays », journal of physical chemistry N° (99) pp301-312. (1995)

[17] : Sadaoui. K. L'optimisation des paramètres de décoloration des huiles végétales soja et tournesol. Mémoire de master université de Bejaia, Algérie 2017.

[18] : influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile de grignon d'olive assistée par micro-ondes. Mémoire magister. Université mouloud mammeri tizi ouzou. Faculté des sciences, département de chimie.

[19] : linden, G. et lorient, D. biochimie agro-industrielle, valorisation alimentaire de la production agricole, 2ème édition, technique et documentation. lavoisiner, paris, (1994) 297-301

[20] : linden G ; miclo L. (2003). biochimie alimentaire. 5ème édition de l'abrégé : dunod, paris.

[21] : marlen, F et elisabeth, V. (2001). biochimie des aliments, édition : doin ,p .79.

[22] : frenot M ; et vierling E. (2001). biochimie des aliments : diététique du sujet bien portant. 2eme édition : doin éditeur. pp : 79-94.

[23] :chibane zehira &hideur nabila , effet de la température de friture sur la stabilité thermo-oxydative de l'huile « elio »,université de tizi Ouzou

[24] : adrian J., potus J., poifait a. méthode physicochimiques générale. In : introduction a l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Paris : Tec.Doc Lavoisier, 1998 :47-51

[25] : dehouche, K et amzal, W< suivi du procédé d'hydrogénation au niveau de l'entreprise de CO-G-B «La Belle»>. université de bejaia, mémoire d'ingénieur

[26] :graille,J. Les corps gras alimentaires : aspects chimiques, biochimiques et nutritionnelles. In : les lipides et gras alimentaires. ed. lavoisiner. paris,(2003) 225

[27] : mémoire de benhamou karim, evaluation de la quantité des huiles de bains de friteuses des fastfood de la ville d'azeffoune (2016-2017).

[28] : fao. (1990). utilisation des aliments tropicaux, légumineuses tropicales.organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. rome. (76P)

[29] : karlesking A ,1992 : t 1.principaux constituants chimique des corps gras, propriétés chimique des corps gras in manuel des corps gras .ed lavoisier :95p,358p.

[30]: costa J., mafra I., amaral J.S and oliveira m.b.p.p. 2010. monitoring genetically modified soybean along the industrial soybean oil extraction and refining processes by polymerase chain reaction techniques. Food Research International .Vol. 43: 302 .

[31] : edgardo R.et al. 2006. soja, propiedades nutricionales y su impcto en la salud. 1ére ed. buenos Aires : Grup q s.a. sociedad argentina de nutricion. ISBN : 987-23125-0-8

[32] : bertoli C-F., feith M., Idiger J., et turini m. 2010. les lipides. in : « science et technologie des aliments : principes de chimie des constituants et de technologie des procédés ». p 105 - 203.

[33] : denise, J. « le raffinage des corps gras », edition beffrois(1983).

[34] : aissani, C. et h. ait annane. evaluation de pertes en huile de soja a la neutralisation au cours du raffinage chimique. mémoire de master université de bejaia, algérie 2013

[35] : xavier pages. ocl vol.17N° 2 mars-avril 2010, ierg, institut des corps gras ,11rue gaspard -monge ,33600 pessac, france (article disponible sur le site <http://www.ocl-journal.org> ou <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2010.0302..p86..p87>

[36] : cevital. (2010).document fournis par cevital.le procédé du raffinage enzymatique.

[37] : cheftel J.C et cheftel H ,1977. les principaux systèmes biochimiques alimentaires comportement au cours des traitements in introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. ed tec & doc, lavoisier, paris : p. 252-254

Résumé

L'huile brute de soja contient des substances indésirables et des impuretés qui sont nocive a la santé, d'où la nécessité de les éliminer par un raffinage chimique qui se déroule en plusieurs étapes.

L'objectif de ce travail est le contrôle et le suivi de certains paramètres physico-chimiques de l'huile de soja de l'état brut à l'état final, au cours du processus du raffinage chimique, ainsi que l'évaluation des pertes en huile particulièrement dans les eaux de lavage.

Les résultats obtenus, ont montrés leurs conformités aux normes fixées par l'entreprise, ce qui traduit le bon suivi et l'efficacité des traitements appliqués aux différentes étapes du raffinage.

Mots clés

Huile végétale, soja, raffinage, analyses physico-chimiques.