

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A. MIRA – BEJAIA



Faculté de Technologie  
Département de Génie des Procédés



# ***MEMOIRE DE FIN DE CYCLE***

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie des Procédés

**Option**

*Génie chimique*

**Thème**

**Caractérisation physico-chimique de l'huile de soja au cours du raffinage au sein du complexe agroalimentaire CEVITAL**

**Présenté par:**

M<sup>elle</sup> ABDOUNE Massilia

M<sup>elle</sup> ADNANI Chahinez

**Membres du jury:**

M<sup>me</sup> L.ZAIDI

Maître de conférences

Présidente

M<sup>me</sup> S.BENMAHDJOUR

Maître de conférences

Examinatrice

M<sup>me</sup> H. TIGHIDET

Maître de conférences

Encadrant

***2021-2022***

## **REMERCIEMENTS**

*Nous commencerons par remercier et rendre grâce à Dieu le tout puissant pour nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bon terme ce travail.*

*Nous tenons à témoigner notre profonde gratitude et adressons nos vifs remerciements à Dr. H. TIGHIDET qui a suivi notre travail avec beaucoup de rigueur et d'efficacité. Merci pour ses précieux conseils, sa disponibilité et son soutien.*

*Nous remercions les membres du jury pour nous faire l'honneur d'examiner notre travail, notamment Dr. L. ZAIDI et Dr. S. BENMAHDJOUR.*

*Nos vifs remerciements vont également à Mr. M. HAMITRI, Mme. J. TERKI, Mr. BOUCHETA, Mr. ANIS et Mr. OUAHAB pour nous avoir accueillies au sein du laboratoire de production au niveau de CEVITAL ET pour avoir suivi notre travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent également à toute l'équipe travaillant à CEVITAL.*

*Nous remercions le chef du département de Génie chimique et tous les enseignants.*

*Enfin, nos chaleureux remerciements sont adressés à nos chers parents qui nous ont toujours encouragées dans nos études, et qui nous poussent chaque jour à aller de l'avant.*

*Tous les membres de nos familles sont associés à ces remerciements.*

*Un grand merci à tous ceux et celles ayant contribué de près comme de loin à l'aboutissement de ce modeste travail.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère ...*

*A mon père, école de mon enfance, qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager à me donner aide et protection.*

*Que dieu les garde et les protège.*

*A mes très chères sœurs : Nabila et son mari Zahir, et Radia, je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite. Mercie pour vos conseils, votre encouragement et votre soutien moral.*

*A mes chers frères : Hakim, Habib, Hemimi et Djgurtha : en reconnaissance de l'aide physique qu'ils m'ont apporté.*

*A mon beau-frère halim et sa femme kafia, qui me manque tellement, que de bonheur et de réussite dans ta vie.*

*A la petite princesse Noursine et le petit ange mayassine : je vous souhaite une vie plein de joie et de réussite.*

*A tous le reste de la famille, que j'aime tendrement, que dieu nous garde unis et soudés*

*A ma collègue : chahinez, une copine avec qui j'ai partagée des moments inoubliables, ainsi qu'à sa famille ;*

*A tous les personnes, qui ont participé à l'élaboration de ce mémoire, qu'elles trouvent ici ma profonde sympathie et toute ma reconnaissance.*

*A tous mes amis, mes chères camarades et toutes les personnes qui m'aime et me souhaite le bonheur de la vie.*

*Enfin à toute ma promotion master 2 génie chimique*

*2021/2022*

*Massilia*

*Je dédie le fruit de mes 17 ans d'études*

*A MON TRES CHER PERE*

*De tous les pères, tu es le meilleur*

*Tu es été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités*

*Humaines, ta persévérance et perfectionnisme.*

*En témoignage de brut d'années de sacrifices, de sollicitudes,*

*D'encouragement et de prières.*

*Pourriez vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et*

*Tous de vos efforts.*

*En ce jour, j'espère réaliser l'un de tes rêves.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma  
reconnaissance*

*Et mon profond amour.*

*Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.*

*AMA TRES CHERE MERE*

*SOURCE Inépuisable De tendresse, de patience et de sacrifice .ta  
prière*

*Et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie.*

*Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande*

*Affection et ma profonde reconnaissance j'espère ne jamais te  
décevoir,*

*Ni trahir ta confiance et tes sacrifices.*

*Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorde santé, longue vie et  
bonheur*

*A Mon cher frère Said Je t'adore infiniment que Dieu vous protège  
pour nous*

*A Ma chère sœur djadja , pour la joie et la bonne humeur que tu  
procures dans nos vies, je t'adore infiniment que Dieu vous protège  
pour nous.*

*A « y.d » Depuis que je t'ai connu, tu n'as cessé de me soutenir et de  
m'épauler. Tu me voulais toujours le meilleur, tu as partagé avec moi  
les meilleurs moments de ma vie au moment les plus difficiles de ma  
vie tu étais toujours à mes cotés je remercie le bon dieu qui a croisé nos  
chemins.*

*À mes grands parents, présents ou partis, j'espère qu'ils sont fiers de  
moi.*

*A ma chère tante Souad et mes cousine Siham Tassadite Chahinez  
Assia*

*A tout ma famille, A tous mes amis, mes chères camarades Hanane nawel Amina*

*Djadja Salim Rafik*

*À ma partenaire de travail massilia, je n'aurai pas pu être plus ravie  
d'avoir partagé ce travail avec toi*

*A toutes les personnes qui m'aime et mesouhaite le bonheur de la vie*

*MERCI*

# *Sommaire*

## Sommaire

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

### Chapitre I: Présentation du complexe agroalimentaire CEVITAL

1.1.Présentation et historique de l'entreprise CEVITAL.....	3
1.2. Activités et mission de CEVITAL.....	4
1.3. Présentation de la raffinerie d'huile.....	5
1.4. Conditionnement .....	5
1.5. Traitement des déchets .....	6
1.7. Commercialisation.....	6
1.8. Gamme de production du complexe CEVITAL.....	6
1.8.1. Quelques huiles produites par CEVITAL.....	6
1.8.2. Margarines .....	7
1.9. Organigramme du complexe CEVITAL .....	7

### Chapitre II : Généralités sur les corps gras

II.1. Définition des Corps gras.....	10
II.2. Définition des acides gras .....	10
II.2.1. Acides gras saturés (AGS) .....	11
II.2.2. Acides gras insaturés (AGI) .....	11
II.3. Classification des corps gras .....	12
II.4. Composition et classification des corps gras .....	12
II.4.1. Lipides.....	12
II.4.1.1. Lipides simples.....	12
II.4.1.2. Lipides complexes.....	13
II.4.1.3. Pigments .....	13
II.5. Propriétés des corps gras.....	14
II.5.1. Propriétés physiques.....	14
II.5.2. Propriétés chimiques .....	15
II.5.2.1. Propriétés dues au groupement carboxyle (COOH).....	15
II.5.2.2. Propriété dues aux doubles liaisons .....	15

II.6. Valeurs nutritionnelles des corps gras .....	16
--	----

### Chapitre III: Raffinage de l'huile de soja

III.1. Graine de soja .....	17
III.1.1. Origine et historique du soja .....	17
III.1.2. Définition et description .....	17
III.1.3. Production mondiale .....	18
III.1.4. Composition de la graine .....	19
III.1.5. Valeur nutritionnelle du soja.....	20
III.1.6. Produits alimentaires à base de soja.....	20
III.2. Huile de soja .....	21
III.2.1. Composition d'huile de soja .....	21
III.2.1.1. Composition en acide gras .....	21
III.2.1.2. En insaponification .....	22
III.2.1.3. En phosphatides .....	22
III.2.2. Obtention de l'huile de soja à partir des graines de soja.....	23
III.2.2.1. Nettoyage .....	24
III.2.2.2. Séchage des graines .....	24
III.2.2.3. Décorticage .....	24
III.2.2.4. Aplatissage .....	24
III.2.2.5. Extraction.....	24
III.2.2.6. Séchage de l'huile .....	25
III.3. Raffinage de l'huile de soja .....	25
III.3.1. Définition du raffinage.....	25
III.3.2. But du raffinage .....	25
III.3.3. Différents types de raffinage.....	26
III.3.4. Etapes du raffinage chimique de l'huile de soja.....	26
III.3.4.1. Démucilagination / Dégommage .....	26
III.3.4.2. Neutralisation .....	28
III.3.4.3. Lavage.....	29
III.3.4.4 : Séchage .....	30
III.3.4.5 : Décoloration (blanchiment) .....	30
III.3.4.6. Wintérisation ou décirage .....	31
III.3.4.7. Désodorisation .....	31

III.3.5. Cas pratique du raffinage chimique d'huile de soja au niveau de CEVITAL Spa ...	32
III.3.5.1. Dégommage et neutralisation .....	32
III.3.5.2. Lavage et séchage .....	33
III.3.5.3. Décoloration et filtration.....	34
III.3.5.4. Désodorisation .....	35
III.3.6. Comparaison entre l'huile brute et raffinée .....	36
III.3.7. Avantages et inconvénients du raffinage.....	37
III.3.7.1. Avantages.....	37
III.3.7.2. Inconvénients .....	37

## Chapitre V: Résultats et discussion

V.1. échantillonnage .....	38
V.2. Analyses effectuées.....	38
V.2.1. distinction visuelle .....	39
V.2.2. analyse chimique .....	39
V.2.2.1. détermination de l'acidité.....	39
V.2.2.2. dosage du phosphore .....	40
V.2.2.3. détermination des traces de savon.....	41
V.2.2.4. indice de peroxyde.....	42
V.2.3. Analyse physique .....	43
V.2.3.1. détermination de la couleur .....	43
V.2.3.2. détermination de l'humidité .....	43
V.2.3.3 détermination de la chlorophylle.....	44
V.1. Analyse de l'acidité .....	45
V.2. analyse des traces de savon.....	46
V.3. analyse du couleur .....	47
V.4. analyse de la teneur en chlorophylle.....	49
V.5. analyse de la teneur en phosphore .....	50
V.7. analyse de l'indice de peroxyde.....	51
V.8. analyse de l'humidité.....	52
Conclusion générale .....	53
Références bibliographiques... ..	54

**Liste des abréviations**

**A** : acidité.

**AG** : acide gras.

**AGL** : acide gras libre.

**AGS** : acide gras saturée.

**AGI** : acide gras insaturée.

**Ca** : Calcium.

**CG** : corps gras.

**CPO** : crude palm oil (huile brut de palm).

**Cm** : centimètre.

**Cu** : Cuivre.

**°C** : degré Celsius.

**DIE** : documentation interne de l'entreprise.

**éq** : équivalent.

**Fe** : fer

**JC** : Jésus-Christ.

**g** : gramme.

**HBO** : hydrogen bean oil (huile de soja hydrogénée).

**HPO** : hydrogen palm oil (huile de palme hydrogénée).

**I<sub>2</sub>** : iode

**KI** : iodure de potassium.

**Kj** : kilo joule.

**m** : mètre.

**M** : mélangeur.

**Max** : maximum.

**Mbar** : millibar.

**Mg** : milligramme.

**Mg** : magnésium.

**Min** : minute.

**ml** : millilitre.

**N** : normalité.

**O<sub>2</sub>** : oxygène.

**ODF** : oléine doublement fractionnée.

**Ppm** : partie par million.

**%** : pourcentage.

**R** : rouge

**ROOH** : hydroperoxyde.

**SPA** : société par action.

**Zn** : zinc.

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1 :</b> Quelques informations à propos du CEVITAL.....	03
<b>Tableau I.2 :</b> laboratoires du complexe CEVITAL.....	07
<b>Tableau II.1:</b> Quelques acides gras saturés.....	11
<b>Tableau II.2 :</b> Exemples des acides gras mono-insaturé (AGMI) .....	11
<b>Tableau II.3:</b> Exemples des acides gras polyinsaturés .....	11
<b>Tableau II.4:</b> Point d'ébullition de certains acides gras.....	14
<b>Tableau III.1 :</b> Compositions du germe et des cotylédons de soja en AG (%)......	19
<b>Tableau III.2 :</b> Composition en nutriments pour 100g de soja.....	20
<b>Tableau III.3 :</b> Compositions de l'huile de soja en acide gras.....	21
<b>Tableau III.4 :</b> Les constituants mineurs de l'huile de soja.....	22
<b>Tableau III.5 :</b> Composition en insaponifiable de l'huile de soja en mg/100g d'huile .....	22
<b>Tableau III.5 :</b> Constantes physiques et chimiques de l'huile de soja.....	23
<b>Tableau III.7:</b> Composition moyenne de l'huile de soja brute et celle raffiné.....	37
<b>Tableau V.1 :</b> Types d'analyses effectuées sur les échantillons d'huile de soja.....	38
<b>Tableau V.2 :</b> Analyses effectuées sur l'huile de soja .....	39
<b>Tableau V.3 :</b> Résultats d'analyse de l'acidité des échantillons d'huile de soja.....	46
<b>Tableau V.4 :</b> Teneur de traces de savon des échantillons d'huile de soja .....	47
<b>Tableau V.5 :</b> Les valeurs de la couleur des différents échantillons.....	49
<b>Tableau V.6:</b> Teneur en chlorophylle des échantillons d'huile de soja .....	50
<b>Tableau V.7 :</b> Teneur en phosphore des échantillons d'huile de soja.....	52
<b>Tableau V.8 :</b> Résultats de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de soja .....	53
<b>Tableau V.9 :</b> Résultats d'analyse de l'humidité de l'huile de soja .....	54

Liste des figures

**Figure I.1** : Photo de l’usine CEVITAL prise à Bejaïa fin de 2021 ..... 03

**Figure I.2** : Organigramme du complexe CEVITAL ..... 09

**Figure II.1** : Structure des acides gras ..... 10

**Figure II.2** : La réaction chimique de formation d’un triglycéride ..... 12

**Figure II.3** : Composition des corps gras et importance relative des principales classes du .. 13

**Figure III.1**: Plante, gousse verte et graine de soja ..... 18

**Figure III.2** : Production mondiale de soja ..... 18

**Figure III.3** : Composition de la graine de soja ..... 19

**Figure III.4** : Etapes de l’extraction de l’huile de soja ..... 23

**Figure III.5** : Etage de conditionnement des mucilages ..... 27

**Figure III.6** : Neutralisation continue à la soude ..... 28

**Figure III.7** : Lavage continu. .... 29

**Figure III.8** : Séchage ..... 30

**Figure III.9** : Diagramme général de raffinage d’huile..... 32

**Figure III.10**: Démucilagination et neutralisation à chaux (DIE)..... 33

**Figure III.11** : Lavage et séchage des huiles neutralisées..... 34

**Figure III.12** : Décoloration de l’huile séchée (DIE)..... 35

**Figure III.13** : Filtration de l’huile décolorée ..... 35

**Figure III.14** : Désodorisation de l’huile décolorée (DIE) ..... 36

*Introduction*

*générale*

## Introduction générale

Les corps gras alimentaires sont des éléments essentiels dans notre alimentation. Ils sont consommés par l'homme depuis les temps les plus anciens. Ils comprennent les huiles et les graisses d'origine animale ou végétale [1]. Ces corps gras ont un rôle sur le plan énergétique et métabolique mais beaucoup d'entre eux sont intéressants par leur rapport en acides gras essentiels et fournissent à l'organisme des vitamines liposolubles importantes comme les vitamines A, D, E et K [2]. Les lipides sont les dérivés naturels des acides gras condensés avec les alcools ou les amines. Ils sont d'origine animale ou végétale et parmi les lipides d'origine végétale, nous pouvons citer les huiles fluides, liquides à température de 15°C (soja, tournesol, colza) [3].

Le soja est parmi les plantes oléagineuses cultivées dans le monde. C'est une source importante d'huile. Les plus grands producteurs sont les Etats-Unis, le Brésil et l'Argentine. Le principal domaine d'application de l'huile de soja est l'alimentation humaine (assaisonnement, fabrication de la margarine...) [4]. La différence entre les diverses huiles réside dans les qualités des acides gras qui les composent. L'huile de soja constitue également une meilleure source de vitamine E connue pour ces propriétés antioxydants [5].

Les huiles végétales brutes contiennent un certain nombre de constituants mineurs et même de contaminants qu'il faut éliminer [6]. Afin de fournir au consommateur un produit d'aspect engageant, au goût neutre et résiste l'oxydation, une technologie relativement récente appelée « raffinage » a été mise en œuvre [7]. Ce traitement a pour but d'éliminer une grande partie des composés indésirables (les mucilages, les acides gras libres, les pigments colorés...etc.). En Algérie, le raffinage chimique et physique des huiles est le procédé le plus pratiqué jusqu'à aujourd'hui. Et parmi ces huiles, on distingue l'huile de soja qui comprend trois étapes : neutralisation, décoloration et désodorisation.

L'objectif de notre étude consiste à réaliser un suivi des différentes étapes du raffinage chimique d'huile de soja, ainsi qu'une évolution des paramètres physico-chimiques au cours des opérations de traitement de cette huile. La partie pratique de ce travail a été réalisée au sein du complexe agroalimentaire CEVITAL.

Le manuscrit est structuré comme suit :

- Une introduction générale dans laquelle les traits essentiels et les objectifs fixés seront cités.
- Un premier chapitre portera sur une présentation globale du complexe agroalimentaire CEVITAL : sa localisation, son historique, ses activités, ses objectifs, ses différentes unités ainsi que sa production.
- Le second chapitre sera consacré aux acides gras. Dans cette partie sera donné les différents types des acides gras, leur composition et leur classification, leurs propriétés chimiques et physiques ainsi que leurs valeurs nutritionnelles.
- Un troisième chapitre sera dédié à l'huile de soja, principal composant de notre étude. Il sera développé tout ce qui concerne la graine de soja et les étapes de raffinage de l'huile préparée à partir de cette matière première.
- Ce travail sera clôturé par une conclusion générale.

*Chapitre I :*  
*Présentation du*  
*complexe*  
*agroalimentaire*  
**CEVITAL**

## Chapitre I

### Présentation du complexe agroalimentaire CEVITAL

#### 1.1 Présentation et historique de l'entreprise CEVITAL :

CEVITAL, l'abréviation de l'expression « c'est vital » est la première société par action privée dans l'industrie de raffinage des huiles sur le marché algérien, créée par l'entrepreneur Isaad Rebrab en 1998 [8] et la troisième entreprise algérienne par le chiffre d'affaire [9]. Le groupe CEVITAL est le leader du secteur agroalimentaire en Afrique [10].



Figure I.1 : Photo de l'usine CEVITAL prise à Bejaïa fin de 2021.

Tableau I.1 : Quelques informations à propos du CEVITAL [11] :

<b>Création</b>	1998
<b>Fondateur</b>	Isaad Rebrab
<b>Forme juridique</b>	SPA
<b>Activités</b>	Industrie agroalimentaire Service et manufactures Construction Distribution Industriels primaires
<b>Effectif</b>	18 000 (2018).
<b>Site web</b>	<a href="http://www.cevital.com">www.cevital.com</a>
<b>Chiffre d'affaire</b>	4 milliards de dollars (2015)

## 1.2. Activités et mission de CEVITAL :

Le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement le 12 décembre 1998. Le 17 février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont été entamés. Elle est devenue fonctionnelle le 14 août 1999 [12].

Les principales activités du complexe concernent la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présentent comme suit :

- raffinage des huiles avec une capacité de production de 1800 tonnes/jour ;
- conditionnement des huiles ;
- production de margarines avec une capacité de 600 tonnes/jour ;
- fabrication d'emballages Poly-Ethylène- Téréphtalique (PET) ;
- raffinage du sucre avec une capacité de production de 1600 tonnes/jour ;
- stockage de céréales ;
- minoterie et savonnerie en cours d'étude ;
- eau minérale et boissons ;
- station d'épuration des eaux usées ;
- station de traitement des pâtes de la neutralisation ;

Ces activités sont organisées sous forme de structures (unités) indépendantes, permettant une gestion souple et décentralisée. L'entreprise se dévoue au développement de la production tout en assurant la qualité et le bon conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Les objectifs visés par CEVITAL sont [13]:

- ✓ l'extension de la distribution de ses produits sur tout le territoire national ;
- ✓ l'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes ;
- ✓ l'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses ;
- ✓ la modernisation de ses équipements industriels et de ses modes de gestion pour améliorer sa productivité ;
- ✓ le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

### 1.3. Présentation de la raffinerie d'huile :

La raffinerie de complexe CEVITAL est entièrement automatisée. C'est l'une des plus modernes au monde. Elle est composée de deux chaînes de raffinage A et B de marque ALFA LAVAL (Suède) d'une capacité de plus de 400 tonnes chacune (800 t/j) et d'une ligne C de 1500 t/j, de marque DE SMET (Belgique) [14].

Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huiles comestibles, tel que : le colza, le tournesol, l'olive, le soja,... Chaque type d'huile a des spécifications propres et requiert par conséquent un procédé de traitement et des paramètres opératoires spécifiques. Mais en général, les huiles brutes issues de la pression et de l'extraction des graines oléagineuses ont une acidité de plus de 0,5% et contiennent : des mucilages, des impuretés, de l'humidité, des pigments colorés et des matières odoriférantes. Les éléments indésirables sont éliminés par plusieurs opérations [15].

Différentes huiles brutes sont traitées par CEVITAL :

- ❖ **Huiles fluides** : nécessitent un raffinage physique et chimique (soja, tournesol, colza, mate).
- ❖ **Huiles hydrogénées** : subissent uniquement un raffinage physique :
  - HBO : hydrogen bean oil (huile de soja hydrogénée).
  - HPO : hydrogen palm oil (huile de palme hydrogénée).
  - CPO : crude palm oil (huile brut de palm).
  - ODF : oléine doublement fractionnée.
  - STEARINE : huile destinée à la margarine.

### 1.4. Conditionnement :

Quatre chaînes de conditionnement sont disponibles :

- Deux pour les bouteilles de 5 litres (2. 5L).
- Une pour les bouteilles d'un litre (1L).
- Une pour les bouteilles de 2 litres (2L).

La matière utilisée pour les emballages est le P.E.T. La préforme est soufflée (par type 5L, 2L et 1L) par une souffleuse (forme). Les emballages vides obtenus sont orientés

automatiquement vers une remplisseuse rotative, puis vers une bouchonneuse. Les étapes suivantes sont l'étiqueteuse, dateuse et enfin la palettiseuse (afin d'être stockés).

### **1.5. Traitement des déchets :**

Les déchets engendrés par les différentes opérations de production et de raffinement sont traités au niveau du complexe, qui compte une station d'épuration pour eau. Quant aux déchets, qualifiés d'huiles acides ou d'autres composants, ils sont revendus aux producteurs de savons, de peintures, de mastics, ... Partant du principe « tout se transforme », les déchets seront utilisés prochainement dans le cadre de l'extension du complexe pour la production du savon de ménage, du savon de toilette et des aliments pour bétail.

### **1.6. Les unités de stockage :**

La raffinerie dispose des unités de stockage suivantes [16] :

- Huile brute 45 000 Tonnes.
- Huile raffinée 20 000 Tonnes.
- Huile conditionnée 1200 Tonnes, correspondant à deux jours de production de la raffinerie.
- Stock pour pièces de rechange.

### **1.7. Commercialisation :**

Un immense budget est consacré à la publicité pour amener une grande quantité de commerçants des différentes wilayas du pays à se faire agréer par CEVITAL et pour gagner la confiance du consommateur, qui devient de plus en plus exigeant. CEVITAL, présente maintenant dans toutes les régions du pays, tente de rapprocher au maximum ses produits du consommateur en offrant le meilleur rapport qualité prix.

### **1.8. Gamme de production du complexe CEVITAL :**

#### **1.8.1. Quelques huiles produites par CEVITAL :**

Le complexe CEVITAL depuis sa création a lancé jusqu'à ce jour plusieurs produits [17] :

- ❖ FLEURIAL : 100% huile de tournesol commercialisé depuis aout 1999.
- ❖ SOYA : 100% huile de soja commercialisé depuis septembre 1999.
- ❖ CANOLA : 100% huile de colza commercialisé depuis fin septembre 1999.
- ❖ OLEOL 2 : 60% huile de tournesol et 40% huile de soja.

- ❖ ELEO 3 : 55% huile de tournesol, 40% huile de soja et 5% huile d'olive.
- ❖ FRIDOR : fraction huile de tournesol (25%) +huile de soja (25%) + ODF (Oléine Doublement Fractionnée (50% selon la saison).
- ❖ OLIVIA : 100% huile d'olive raffiné.
- ❖ Canda : 100% huiledede colza.

### 1.8.2. Margarines :

- ❖ Margarine la parisienne : 100% végétale a base d'huile hydrogénée et d'huile végétale raffinée.
- ❖ Rania : margarine 100% végétale, présentée en plaquette de 250g et en barquette hermétiques de 400g.
- ❖ Mâtina : mélange de margarine et beurre.
- ❖ Graisse végétale : pour les exigences des professionnels et industriels.
- ❖ Medina : smen 100% végétale.

Pour Contrôler la qualité des produits, le complexe CEVITAL est doté de cinq (05) laboratoires présenté en tableau I.2

**Tableau I.2** : Laboratoires du complexe CEVITAL [18].

<b>Deux laboratoires pour les huiles</b>	Laboratoire pour la raffinerie: dans laquelle on suit le procédé du raffinage par des analyses physico chimiques.
	Laboratoire de conditionnement : il est destiné au contrôle physico-chimique du produit fini
<b>Un laboratoire pour la margarine</b>	Conçu pour l'analyse des margarines
<b>Un laboratoire pour les sucres</b>	Il est destiné à suivre le procédé de raffinage du sucre
<b>Un laboratoire de microbiologie</b>	Conçu pour les analyses microbiologiques du sucre et de la margarine

### 1.5. Organigramme du complexe CEVITAL :

Le complexe CEVITAL est structuré selon l'organigramme suivant [19] :

- Direction générale
- Direction exploitation

- Direction HSE
- Direction ressources humaines
- Direction finances et comptabilité
- Direction système information
- Direction marketing
- Direction commerciale
- Direction stratégie et planification
- Direction approvisionnements
- Direction logistique
- Direction transit

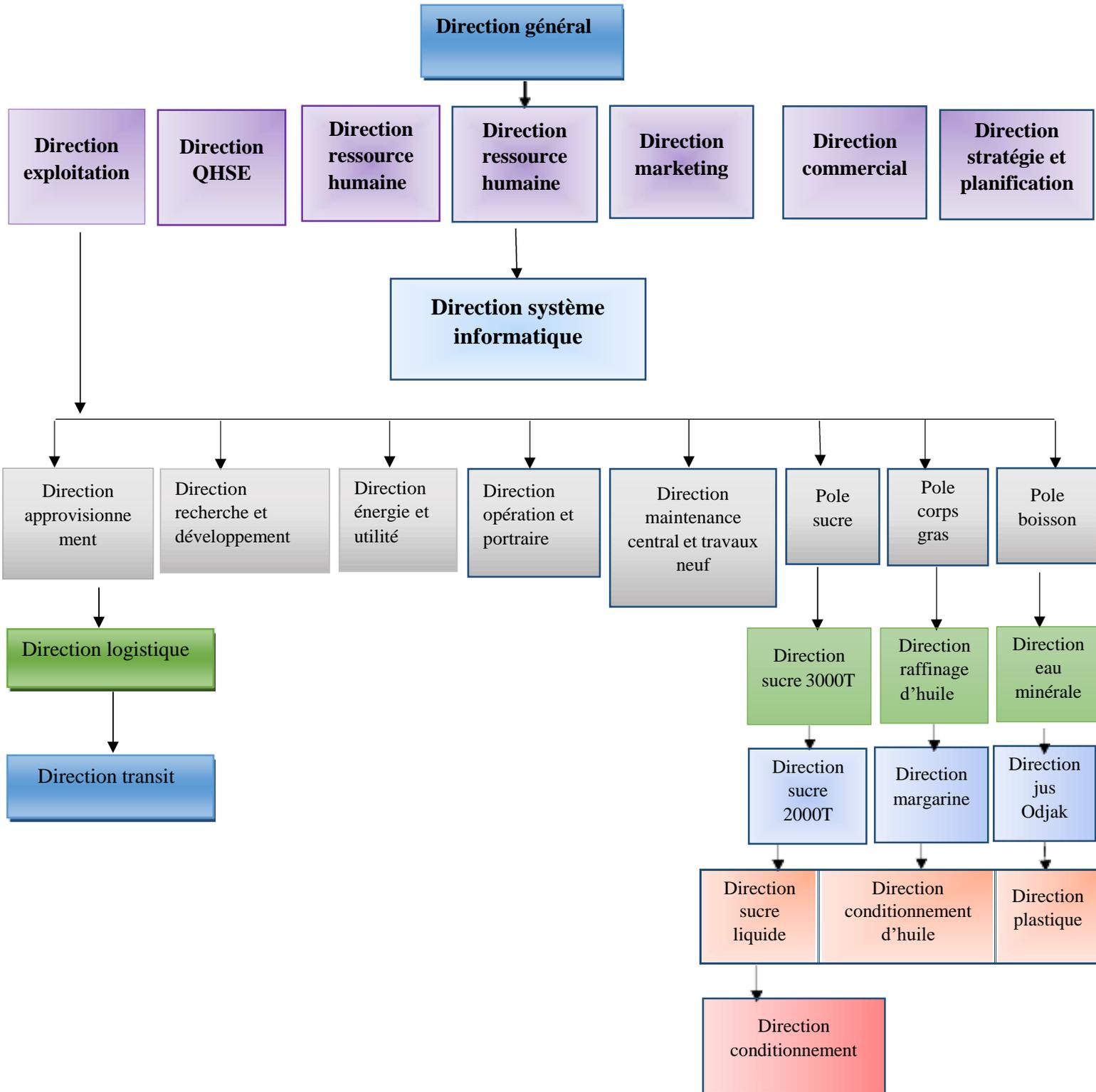


Figure I.2 : Organigramme du complexe CEVITAL.

***Chapitre II :***  
***Généralités sur les***  
***corps gras***

## Chapitre II

### Généralités sur les corps gras

#### II.1. Définition des Corps gras :

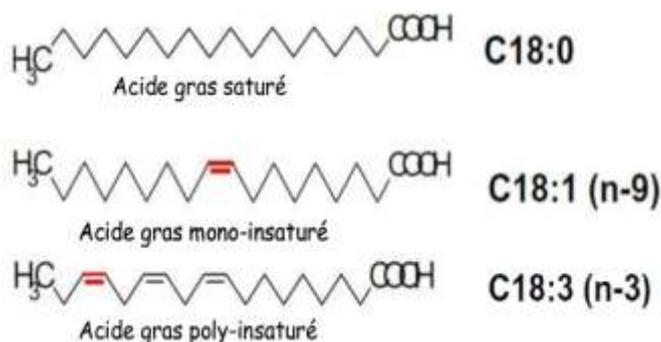
Les corps gras sont des lipides simples et des substances organiques naturelles ou élaborés. Ils font partie d'un ensemble complexe de composés organiques, présents principalement dans les tissus de membranes végétaux mais aussi peuvent être dans des animaux comme le poisson. Ils sont composés majoritairement de triglycérides et trois autres acides gras. Les corps gras sont caractérisés par leur insolubilité dans l'eau et leur toucher onctueux. Ils sont solubles dans les solvants organiques (éther, benzène) et ont une densité plus faible que celle de l'eau.

Les corps gras sont des ensembles complexes constitués en masse de :

- 97 à 99 % de triglycérides ;
- 1 à 2 % d acides gras libres, de phospholipides, mono et di glycérides ;
- 0,5 a 1 % de composés mineurs[20] : colorants, hydrocarbures, stérols, vitamines, alcools .Ils sont considérés comme produit de haute importance en raison de leurs apports nutritifs et énergétique.

#### II.2. Définition des acides gras :

Les acides gras sont des groupements carboxyliques faits d'une chaîne ramifiée ou linéaire de plus de quatre carbones saturés. Les acides gras se distinguent selon la longueur de leurs chaînes d'atomes de carbone (de 4 à 32) et le nombre de doubles liaisons entre les atomes de carbones qu'ils contiennent [21].



**Figure II.1:** Structure des acides gras.

**II.2.1. Acides gras saturés (AGS) :**

Toutes les quatre liaisons dans ce cas sont totalement engagées avec d'autres atomes de carbone ou hydrogène. En d'autres termes, leurs caractéristiques chimiques ne peuvent plus accepter d'hydrogène. On présente quelques acides gras saturés dans le tableau II.1 :

**Tableau II.1 :** Quelques acides gras saturés.

Nombre d'atomes de carbone	Nom commun	Symbole	Structure
12	Acide laurique	12 :0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14	Acide myristique	14 :0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16	Acide palmitique	16 :0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
18	Acide stéarique	18 :0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$

**II.2.2. Acides gras insaturés (AGI) :**

Ils présentent un manque d'atomes d'hydrogène sur deux carbones ce qui permet d'avoir une double liaison ou plusieurs (jusqu'à six doubles liaisons par chaîne). On distingue deux modèles : acides mono-insaturés et acides polyinsaturés (Tableau II.2 et II.3) [22].

**Tableau II.2 :** Exemples des acides gras mono-insaturés (AGMI).

Nombre d'atomes de carbone	Nom commun	Symbole	structure
16	Acide palmitoléique	16 :1 9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
18	Acide oléique	18 :1 9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
24	Acide nervonique	28 :1 15	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$

**Tableau II.3 :** Exemples des acides gras polyinsaturés.

Nombre d'atome de carbone	Nom commun	Symbole	Structure
18	Acide linoléique	16 :19	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
18	Acide gamma – linoléique	18 :19	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
20	Acide arachidonique	28 :1 15	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$

### II.3. Classification des corps gras :

Ils peuvent être classés en deux types selon leur origine végétale ou animale :

- Origine végétale : c'est des acides gras qui sont extraits à partir de différentes graines oléagineuses (colza, soja, tournesol, ..) et de pulpes de certains fruits (olive, amande, ..).
- Origine animale : c'est des acides gras qui se trouvent dans les tissus adipeux des animaux (porc : saindoux, bœuf : suif, cheval ; huile de cheval, poissons et mammifères marines : huile de foie de morue, vache : beurre) [23].

Selon leur consistance, les acides gras se trouvent en trois états : fluide, solide et concrète

### II.4. Composition et classification des corps gras :

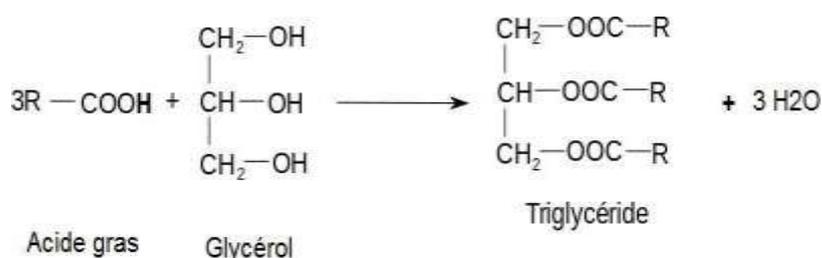
#### II.4.1. Lipides :

Ce sont les composants fondamentaux des matières vivantes. Ce sont des esters qui se forment à partir de l'alcool en présence de l'acide gras. Ils jouent un rôle énergétique. Ils sont caractérisés par leurs insolubilités dans l'eau (hydrophobes). Ce dernier est un monoacide aliphatique avec une chaîne carboxylique linéaire à nombre pair de carbone. On distingue deux types de lipides [24] :

##### II.4.1.1. Lipides simples :

➤ **Glycéride** : C'est des composants obtenus par estérification de l'alcool triatomique. On trouve des mono, des di et des triacylglycérols. La différence entre eux c'est la nature et la position des acides gras estérifiés [25].

➤ **Triglycérides** : C'est le constituant majoritaire d'une huile ou graisse. C'est le résultat de combinaison de trois acides gras et le glycérol par estérification [26].



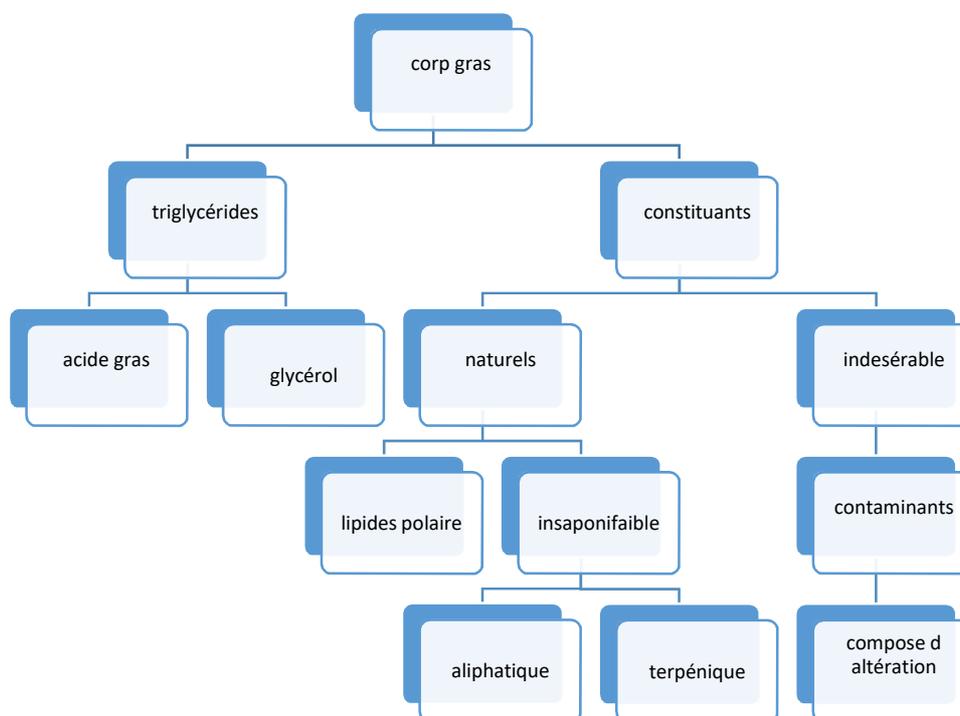
**Figure II.2** : La réaction chimique de formation d'un triglycéride.

➤ **Cérides** : c'est des esters de hauts poids moléculaires. Ils se forment à partir de combinaison entre des acides gras et des mono-alcools et sont insolubles dans l'eau. Il existe plusieurs types des cérides, parmi eux les cires naturelles [27].

#### II.4.1.2. Lipides complexes [28-30]:

On trouve les :

- Phospholipides
- Sphingolipides
- Insaponifiables



**Figure II.3:** Composition des corps gras et importance relative des principales classes du composé [31].

#### II.4.1.3. Pigments [32-34]:

On trouve :

- Caroténoïdes
- Chlorophylle
- Tocophérols

## II.5. Propriétés des corps gras :

Les acides gras sont caractérisés par certaines propriétés physiques et chimiques, qui ont une influence sur les caractères des aliments. Ces propriétés sont liées à la structure glycéridique et à la nature des acides gras [35].

### II.5.1. Propriétés physiques :

- **Solubilité** : Elles sont déterminées par la longueur et le degré d'insaturations de la chaîne carbonée, elle varie selon la présence d'une ou plusieurs insaturations [36].
- **Point de fusion** : Les huiles sont fluides et les graisses sont concrètes à températures ambiantes, cela tient à la différence de composition en acide gras. Les premières sont riches en acides gras insaturés à bas point de fusion et inversement, les secondes renferment des acides gras saturés solides. Par conséquent, elle dépend du taux d'insaturation et de la longueur de la chaîne qui augmente avec l'augmentation de la chaîne et elle diminue avec l'augmentation du nombre de doubles liaisons. Les huiles fondent vers 10 °C, le beurre à 20 °C et les graisses vers 40 °C [37].
- **Densité** : Leur densité est inférieure à celle de l'eau. la densité des corps gras neutres varie entre 0,900 et 0,940, et pour les acides gras minéraux varie entre 0,900 et 1,000 [38].
- **Point d'ébullition** : la température d'ébullition d'un acide gras est en relation avec la longueur de la chaîne de carbone. Par contre le nombre de doubles liaisons n'a aucune influence sur ce paramètre [39].

**Tableau II.4:** Point d'ébullition de certains acides gras :

Acide gras saturés	Point d'ébullition	Acides gras insaturés	Point d'ébullition
Acide myristique	127°C	Acide oléique	165°C
Acide palmitique	148°C	Acide linoléique	164°C
Acide stéarique	166°C	Acide linoléique	163°C

## II.5.2. Propriétés chimiques :

### II.5.2.1. Propriétés dues au groupement carboxyle (COOH) :

- **Saponification :**

C'est une réaction lente mais totale qui se passe dans un milieu basique. Il s'agit de l'hydrolyse du corps gras par une base forte (NaOH), qui produit des ions carboxylate du sodium et du glycérol, c'est-à-dire des sels ioniques d'acides gras, qui constituent le composant déterminant du savon sous une phase condensée [40].

- **Hydrolyse :**

La réaction d'hydrolyse consiste à transformer un triglycéride en acides gras en présence d'eau ou d'enzymes lipolytiques. La réaction est catalysée par la présence de lipases et permet de reformer trois acides gras libres et une molécule de glycérol [41].

- **Transésterification :**

C'est une réaction organique dans laquelle le groupe organique « R » d'un ester est échangé avec un autre groupe organique « R' » d'un alcool selon un mécanisme appelé alcoololyse, par réarrangement intra et intermoléculaire des acides gras sur glycérol [42].

### II.5.2.2. Propriété dues aux doubles liaisons :

- **Réaction d'addition avec des halogènes (I<sub>2</sub>) :**

A partir de cette propriété, on peut déterminer l'indice d'iode qui correspond à la quantité de I<sub>2</sub> fixée, et aussi déduire le nombre de doubles liaisons. Cette réaction permet de fixer les molécules d'iode à partir de double liaison : comme l'éthylène et l'acétylène qui peuvent donner la naissance à des produits d'addition [43].

- **L'oxydation :**

C'est une réaction chimique qui se déroule entre les lipides insaturés et l'oxygène. C'est aussi la cause majeure de la dégradation des aliments lors de la fabrication et de la conservation. L'oxydation des lipides provoque l'apparition d'odeurs et de saveurs désagréables [44].

- **L'hydrogénation :**

Dans certaines huiles, les acides gras polyinsaturés présents naturellement sont des acides instables car ils sont très sensibles à la chaleur et à la lumière. La sensibilité est due à la

présence d'une double liaison dans leur formule chimique. Avec le processus d'hydrogénation en phase hétérogène qui utilise le nickel comme catalyseur et en ajoutant deux atomes d'hydrogène, la double liaison se transforme en simple liaison comme acides gras saturés en perdant leur double liaison. Ceci rend les huiles plus stables, plus solides et permet aussi de les conserver beaucoup plus longtemps et d'éviter ainsi le rancissement des huiles végétales. C'est le principe de fabrication des margarines, du végétalien ou d'autres corps gras solides. Ce processus présente des conséquences sur notre organisme : problèmes cardiovasculaires, augmentation importante de la synthèse du cholestérol, risque de développer du diabète, apparition d'hypertension, ... [45].

#### **II.6. Valeurs nutritionnelles des corps gras :**

L'homme obtient son énergie de trois principales sources : les protides, les glucides et les lipides. Ce sont les lipides qui offrent la plus forte valeur énergétique : 9 Kcal (37.7 kJ/g) contre 4kcal (16.7 kJ/g) pour les protides et glucides. On estime aussi que les lipides représentent une source des acides gras essentiels. Les corps gras servent aussi de transport et de stockage de certaines vitamines liposolubles (A, D, E, K) et aussi jouent un rôle essentiel dans la composition des membranes des cellules, la fabrication des hormones, la protection contre le froid ou la bonne santé du système nerveux, entre autres. C'est aussi une source de vitamine B9 (renouvellement cellulaire, très intéressant pour les femmes enceintes pour le développement du fœtus, et chez les enfants en croissance, ainsi que pour les personnes convalescentes) et source de vitamine B1 (fonction cardiaque, énergie, système nerveux). Il contient aussi: de la vitamine C, du fer, du zinc, du calcium, et des isoflavones, des composés antioxydants actuellement très étudiés dans la lutte contre le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose et les symptômes de la ménopause [46].

***Chapitre III :***  
***Raffinage de***  
***l'huile de Soja***

## Chapitre III

### Raffinage de l'huile de soja

#### III.1. Graine de soja :

##### III.1.1. Origine et historique du soja :

La première indication historique situe l'émergence du soja comme culture vivrière dans le nord-est de la Chine entre 1700 à 1100 avant JC. Au 16<sup>ème</sup> siècle, le soja était utilisé en Birmanie, en Inde, en Indonésie, au Japon en Corée, en Malaisie, aux Philippines au Népal, en Thaïlande et au Vietnam. Les premières traces du soja en Europe proviennent d'Angleterre en 1790.

Les premières utilisations du soja aux Etats-Unis remontent à 1765 dans l'actuel état de Géorgie. Le soja était cultivé et transformé pour fabriquer des produits destinés à l'exportation, tels que la margarine qui avait gagné en popularité en Europe et aux Etats-Unis. Le soja a continué à être utilisé dans l'occident pour son huile, principalement dans la fabrication de produits alimentaires transformés. En 1917 vint la découverte du soja utilisé pour l'alimentation du bétail, ce qui a conduit à la croissance de l'industrie de transformation du soja ainsi qu'à ces utilisations actuelles pour ses protéines et son huile.

Avant 1956, la majorité de la production mondiale du soja était produite en Asie. Toutefois, le centre de la production mondiale de soja est transféré vers l'ouest. Les Etats-Unis ont élargi leur production et dans les années 1970 ont fourni les deux tiers des besoins en soja dans le monde. Au début des années 1970, l'Amérique latine a commencé à s'ériger comme une région importante de production de soja. En 1974, la production du Brésil a dépassé celle de la Chine et en 1975 la production totale de l'Amérique latine, avec des principaux producteurs le Brésil et l'Argentine, a dépassé celle de l'Asie [47].

##### III.1.2. Définition et description :

Le soja est une plante légumineuse herbacée, à tiges annuelles, dressées, de 80-90 centimètres de hauteur, pouvant atteindre de 1m20 à 1m50 dans de bonnes conditions. Les feuilles sont alternes, composées, trifoliolées, à pétiole long de 10 à 15 centimètres. Les fleurs sont très petites, papilionacées, à couleur variant de lilas pâle au violet foncé. Leur calice est gamosépale à cinq divisions aigues ; la corolle est papilionacée et les dix étamines sont

didelphes (ç étamines soudées et 1 libre) ; l'ovaire libre et uniloculaire renferme de deux à cinq ovules.

Les graines sont de couleur variable : jaune, rouge, brun, noir, vert, panaché : leur forme est plus au moins ovale ou arrondie ; elles ont de 4 à 7 millimètres de diamètre.

A la racine se trouvent des nodosités comme chez toutes les légumineuses, mais chez me soja, la grosseur des protubérances est très accentuée [48].

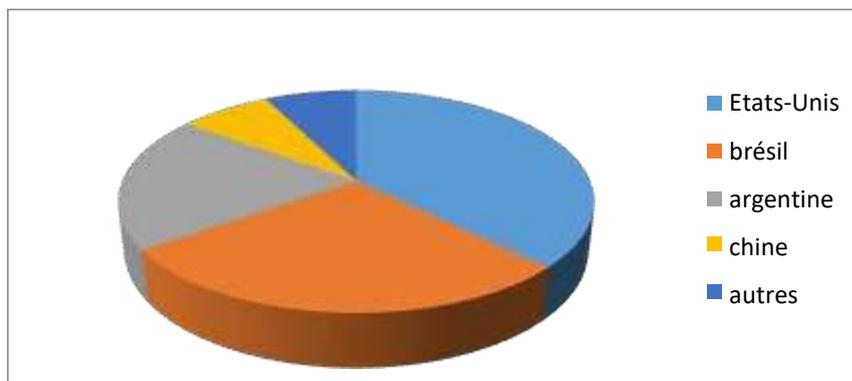


**Figure III.1:** Gousse verte et graine de soja.

### III.1.3. Production mondiale [49]:

La production mondiale du soja en 2009 est de 255.02 MT (figure III.2). Les principaux producteurs sont :

- Etats-Unis (34%),
- Brésil (25.3%),
- Argentine (18%),
- Chine (6.8%)



**Figure III.2 :** Production mondiale de soja [49].

### III.1.4. Composition de la graine :

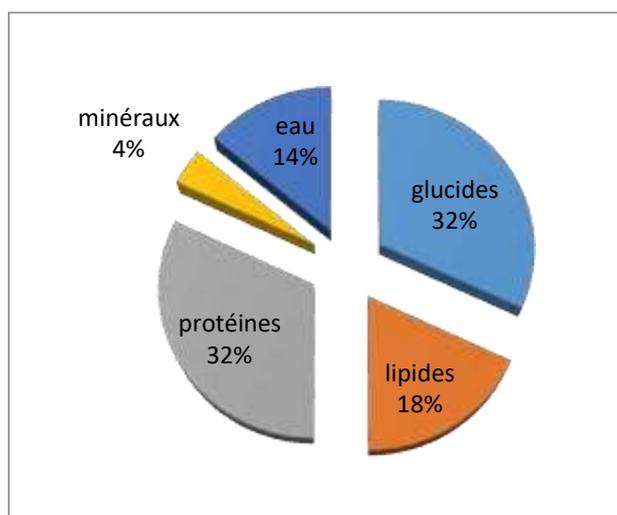
La graine de soja apporte des fibres et des protéines de bonne qualité. Leur composition est la meilleure parmi toutes les légumineuses car elles contiennent tous les acides aminés essentiels (tableau III.1) et la digestibilité de ses protéines est 98 % [50-51]. La graine de soja contient 18 à 20% de lipides sous forme d'acide gras saturés, mono et polyinsaturés, mais ces derniers sont bien plus élevés que les acides gras mono insaturés [51].

**Tableau III.1** : Compositions du germe et des cotylédons de soja en AG (%) [52].

Acide gras	Germe	Cotylédons
Acide palmitique	15-20	11-15
Acide stéarique	2-5	2-5
Acide oléique	5-10	20-30
Acide linoléique	40-50	45-55
Acide $\alpha$ -lénoléique	20-25	5-9

La teneur en glucides dans la graine de soja est basse par rapport à d'autres légumineuses [51]. En effet, elle contient de 30 à 35 % de sucres dont les sucres solubles ne représentent que 10 % des sucres totaux [52].

La graine de soja contient aussi des tocophérols, des caroténoïdes [53] et des minéraux tels que le potassium, le magnésium et le calcium, ainsi que des oligoéléments tel que le fer, le Zinc et le Cuivre [54]. a figure III.3 représente la composition de la graine de soja.



**Figure III.3** : Composition de la graine de soja [55].

### III.1.5. Valeur nutritionnelle du soja :

Grace à sa teneur élevée en acides aminés essentiels, le soja peut remplacer la viande [56]. Une portion de soja sec (60g) couvre une bonne partie des besoins journaliers en fibres alimentaires ce qui est équivalent à 2 kg de légumes verts [51]. Le tableau III.2 représente la composition de 100g de soja.

**Tableau III.2:** Compositions en nutriments pour 100 g de soja [57].

Nutriments	Soja cru	Soja cuit
Eau	8.54	62.55
Energie (kcal)	416	173
Protéine (g)	36.49	16.64
Lipides totaux (g)	19.94	8.97
Glucides (g)	30.16	9.92
Fibres totaux	9.31	6

Le soja est exempt de cholestérol et joue un rôle hypocholestérolémiant grâce sa composition en isoflavones et aux phytostérols [51].

Plusieurs études ont indiquées qu'une prise régulière de nourriture à base de soja peut aider à empêcher quelques maladies, telles que l'ostéoporose et les cancers (cancer de sein) [58]. En outre, les tocophérols et la lécithine du soja ont un pouvoir antioxydant [59].

Le soja contient aussi des composées indésirables tels que : le facteur inhibiteur de la trypsine, l'hémagglutinine qui est un inhibiteur de la croissance, les goitrigènes qui dérèglent la fonction thyroïdienne et l'acide pythique qui bloque l'absorption des minéraux essentiels (Mg, Fe et Zn) [60].

### III.1.6. Produits alimentaires à base de soja :

Les produits alimentaires à base de soja sont très nombreux et très variés. On peut les classer ainsi [61]:

- ✓ Le lait de soja et ses dérivés.
- ✓ La farine de soja et ses dérivés.
- ✓ L'huile de soja et les sous-produits (tourteaux).
- ✓ Le soja comme légume.
- ✓ Produits condimentaires à base de soja fermenté.

- ✓ Produits de confiserie.
- ✓ Le soja comme café.
- ✓ Ferments à base de soja.

### III.2. Huile de soja :

Les graines de soja contiennent de 13 à 22 % d'huile, 18% dans la plupart des cas. Elle peut être extraite partiellement par pression (les chinois en retirent jusqu'à 17% de la graine) ou en totalité par l'éther ou éther de pétrole [62].

#### III.2.1. Composition d'huile de soja :

L'huile de soja contient des acides gras saturés (palmitique et stéarique) et des acides gras insaturés (oléique, linoléique et lénoléique) [63].

##### III.2.1.1. Composition en acide gras :

La composition majeure en acide gras de l'huile de soja est donnée dans le tableau III.3.

**Tableau III.3** : Composition d'huile de soja en acide gras [64].

Type d'acide gras	Pourcentage %
Acide palmitique (C16 :0)	11.5
Acide stéarique (C16 :0)	4.0
Acide oléique (C18 :1, sic)	25.0
Acide lénoléique (C18 :2, sic : sic)	51.5
Acide lénoléique (C18 :3)	7.5
Acide arachidique (C20 :0)	0.5

Les constituants mineurs de l'huile de soja, dont certains doivent être obligatoirement éliminés durant le raffinage, sont regroupés dans le tableau III.4.

**Tableau III.4** : Les constituants mineurs de l'huile de soja [64-65].

Nature du composant	Composés
Lipidique	Phosphatides hydratables et non hydratables – glycérides partiels –acides gras libres
Glucidique	Sucres libres et glycolipides.
Ions métallique	Fer – cuivre – calcium – magnésium.

Pigments colorants	Caroténoïdes – chlorophylle.
Produits oxydés	Aldéhydes – cétones – peroxyde.
Autres	Composés odorants - Matières insaponifiables (hydrocarbonés, alcools, stérols).

L'huile de soja contient aussi une fraction d'insaponifiables, principalement les tocophérols et les stérols, ainsi qu'une quantité mineure de caroténoïdes [66].

### III.2.1.2. En insaponification :

La partie insaponifiable de l'huile de soja présente 1,6% dans l'huile brute et de 0,6 à 0,7% dans l'huile raffinée. Elle se compose essentiellement de stérols et de tocophérols comme le montre dans le tableau III.5.

**Tableau III.5:** Composition en insaponifiable de l'huile de soja en mg/100g d'huile [67].

Insaponifiable 0,5 à 1,6%			
Stérols (en mg/100g)			
Composition de stérols (en% des stérols totaux)	250-418	Hydrocarbures (mg/100g)	80-167
Cholestérol	<1	Tocophérols (mg/100g)	
Brassicastérol	-	Composition des tocophérols (en % des tocophérols totaux)	
Compassrérol	19-23	Alpha-tocophérol	
Stigmastérol	17-19	Beta-tocophérol	5-10
$\beta$ Sitostérol	47-59	Gamma-tocophérol	
$\Delta$ 5 Avinastérol	2-4	Delta-tocophérol	2-3
$\Delta$ 7 Stigmastérol	1-3	tocophérols	44-60

### III.1.2.3. En phosphatides :

Ils se présentent dans l'huile sous deux formes :

- Hydratable : ce sont en particulier la phosphatidylcholine (30%) et la phosphatidyléthanolamine (30%).
- Non hydratables : se sont des sels de calcium et de magnésium des acides phosphatidiques et des phosphatidylinositol (40%) [68].

Les principales constantes physiques et chimiques de l'huile de soja sont regroupées dans le tableau III.6 :

Tableau III.6 : Constantes physiques et chimiques de l'huile de soja : [67]

Propriété	Valeur
D <sub>20</sub>	0.921-0.924
V <sub>20</sub>	935-1033 m pa s <sup>-1</sup>
N <sub>d</sub> <sup>20</sup>	1.473-1.477
I <sub>I</sub>	125-128(mg d'I <sub>2</sub> /100g d'huile)
I <sub>S</sub>	188-195 (mg KOH/g d'huile)

Avec :

D<sub>20</sub> : Densité à 20°C ;

V<sub>20</sub> : Viscosité à 20°C ;

N<sub>d</sub><sup>20</sup> : indice de réfraction à 20°C ;

I<sub>I</sub> : Indice d'iode ;

I<sub>S</sub> : Indice de saponification.

**III.2.2. Obtention de l'huile de soja à partir des graines de soja:**

Par trituration, les graines sont transformées en huile de soja et en tourteaux pour l'alimentation du bétail. Le traitement des graines de soja qui sont dites pauvres en huile (15 - 20 %), est constitué de : Nettoyage, séchage des graine, maturation, décortilage, aplatissage, extraction et séchage de l'huile (Figure III.4) [69].

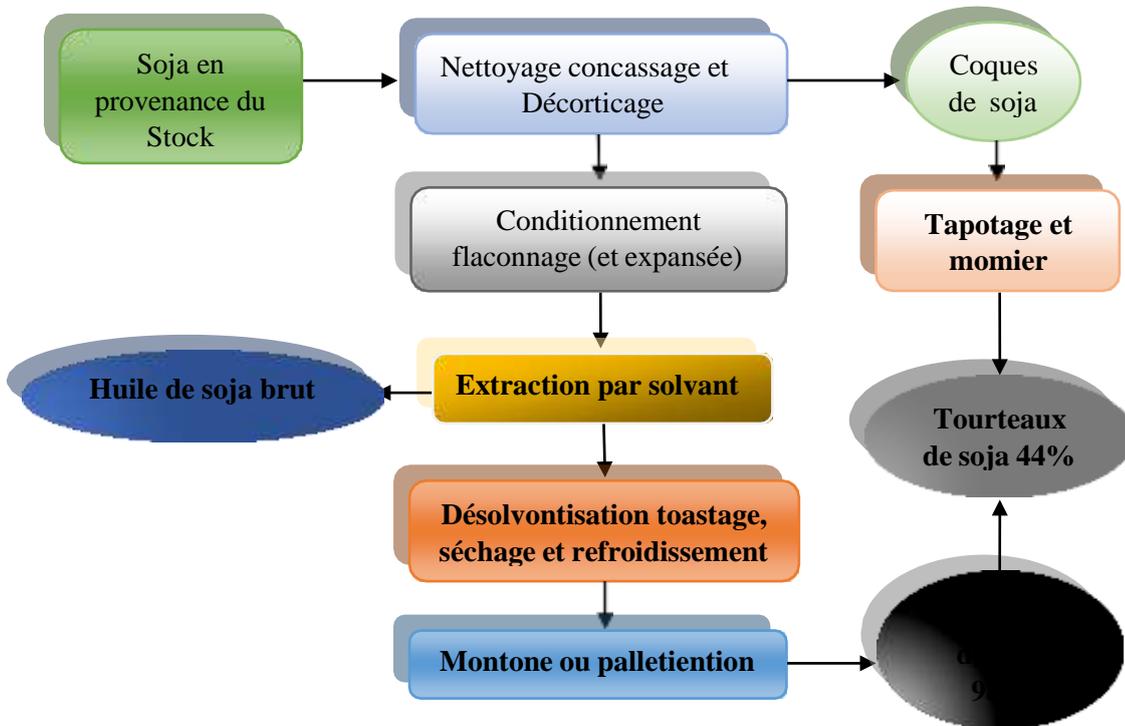


Figure III.4 : Etapes de l'extraction de l'huile de soja [70].

**III.2.2.1. Nettoyage :**

Les graines sont soit stockées par l'agriculteur à la ferme, soit transportées aux silos de l'usine. La tâche la plus dure consiste à transporter la récolte d'un lieu de stockage à un autre sans trop nuire à l'état de la graine. Les graines doivent être bien nettoyées : elles subissent d'abord un dépoussiérage par un courant d'air, puis le nettoyage se poursuit par un tamisage et un passage sur des électroaimants [71].

**III.2.2.2. Séchage des graines :**

Il est indispensable que la partie non grasse ne comporte pas une humidité atteignant 15 %. Un séchage est aussi nécessaire pour le décortilage. Pour le soja, on sèche à niveau de 10 % puis la graine séchée est stockée dans un silo où elle séjourne 1 à 3 jours. Sans cette maturation qui permet l'équilibrage de l'humidité, les coques se séparent mal au décortilage [69].

**III.2.2.3. Décortilage :**

L'intérêt du décortilage est d'éliminer les matières sans valeur pour l'alimentation animale, mais surtout de faciliter les traitements ultérieurs. Le décortilage sera réalisé en fonction de la matière protéique et de l'huile contenue dans la graine pour arriver à avoir un tourteau à 44, 48 ou 50 % de matières PROFAT (Protein Fat, Protéines + matières grasses). Pour le soja, la coque se sépare facilement ; l'amande et la coque constituent des mélanges qu'il faut dissocier avec des tamis. Le concassage grossier se fait sur des concasseurs à 4 cylindres cannelés [69].

**III.2.2.4. Aplatissage :**

Le concassage est suivi d'un aplatissage sur cylindres lisses. Une température de 65°C est nécessaire pour avoir l'état thermoplastique indispensable pour fournir des flocons qui ne s'effritent pas. Cette température servira d'ailleurs de source de chaleur pour l'extracteur qui, doit travailler à plus de 52°C pour des raisons de sécurité mais aussi parce que l'extraction est meilleure à chaud qu'à froid [69].

**III.2.2.5. Extraction :**

L'exaction de l'huile est effectuée d'abord par pression et ensuite au moyen de solvants. La matière première est pressée dans des presses à vis, en continu, et l'on obtient d'une part l'huile brute et d'autre part un résidu solide ou tourteau qui contient encore 10 à 20 % d'huile.

Le tourteau subit ensuite une extraction au moyen d'un solvant; l'hexane. Le tourteau préalablement broyé, et le solvant circulent à contre courant dans l'extracteur. Le mélange solvant-huile ainsi obtenu est débarrassé du solvant par distillation. Le tourteau déshuilé, qui ne contient plus que 1 % d'huile est imprégné aussi de solvant qui sera éliminé par chauffage. Le solvant est récupéré pour de nouvelles utilisations et les tourteaux sont utilisés pour l'alimentation animale [71].

#### **III.2.2.6. Séchage de l'huile :**

Il est souhaitable de sécher l'huile pour avoir moins de 0,1 % d'humidité. Il se fait toujours par pulvérisation de l'huile chauffée à 80 - 90°C dans une enceinte sous un vide de l'ordre de 50 mmHg [69]. Les moyens employés pour le séchage et le stockage des graines, ainsi que les procédés de trituration sont susceptibles d'introduire dans les corps gras bruts des substances contaminants qu'ils faut éliminer pour livrer à la consommation humaine un aliment parfaitement conforme à la réglementation relative aux produits alimentaires [72].

### **III.3. Raffinage de l'huile de soja :**

#### **III.3.1. Définition du raffinage :**

C'est des ensembles d'opérations et des traitements en série faits pour améliorer les caractéristiques d'un produit et de fabriquer, à partir d'un composé brut, un produit commercial en éliminant toutes les impuretés et en abaissant la teneur des acides gras, qui le rendent impropre à la consommation afin de répondre aux normes imposées par les organismes responsables de la salubrité des aliments [73].

#### **III.3.2. But du raffinage :**

Le but de raffinage est de purifier les huiles brutes végétales. En effet, ces dernières présentent une certaine acidité libre (provoquée par une légère hydrolyse des triglycérides), une couleur peu agréable à l'œil, donc peu commerciales et elles contiennent des produits secondaires qui sont extraits au même temps que les huiles (lécithine, stérols...etc.). Enfin elles peuvent contenir certains métaux lourds (Fe, Cu).

Le raffinage a pour but d'éliminer tout ou une partie de ces composés plus ou moins indésirables afin d'obtenir des huiles commerciales ayant de bonnes qualités organoleptiques. [72].

### III.3.3. Différents types de raffinage :

On distingue 3 grands types de raffinage :

- ✓ Raffinage chimique.
- ✓ Raffinage physique.
- ✓ Raffinage enzymatique.

Dans le cas du raffinage chimique, la neutralisation de l'huile brute avec des solutions basiques comme la soude, permet d'éliminer le phosphore, l'impureté et les acides gras libérés. Il est largement utilisé, à un certain désavantage parce que:

- ✓ La procédure est assez coûteuse.
- ✓ La perte par saponification des triglycérides peut être élevée, spécialement pour les huiles à haute teneur en acides gras libres, grandes consommatrices de soude.
- ✓ La procédure demande beaucoup de temps.
- ✓ De grandes quantités d'énergie sont consommées.
- ✓ Les déchets liés aux différentes étapes doivent être traités [73].

Le raffinage physique tend maintenant à l'emporter sur son homologue chimique. C'est un procédé très utilisé dans l'industrie à cause de son rendement très élevé qui est non coûteux. Le plus important est que ce raffinage physique ne prend pas du temps pour éliminer l'acide gras libéré et l'impureté. Une distillation neutralisante élimine ces composés indésirables.

Le raffinage enzymatique est une nouvelle méthode qui se déroule en milieu enzymatique. la solution enzymatique est mélangée à la pâte avant le raffinage et/ou pendant le raffinage, de façon à accentuer et accélérer lors du raffinage l'enzyme utilisé est une phospholipase (Lecitase Ultra). Cette enzyme est capable de convertir les phospholipides hydratés et non hydratés en lyso-phospholipides qui seront éliminés avec les mucilages [74].

### III.3.4. Etapes du raffinage chimique de l'huile de soja:

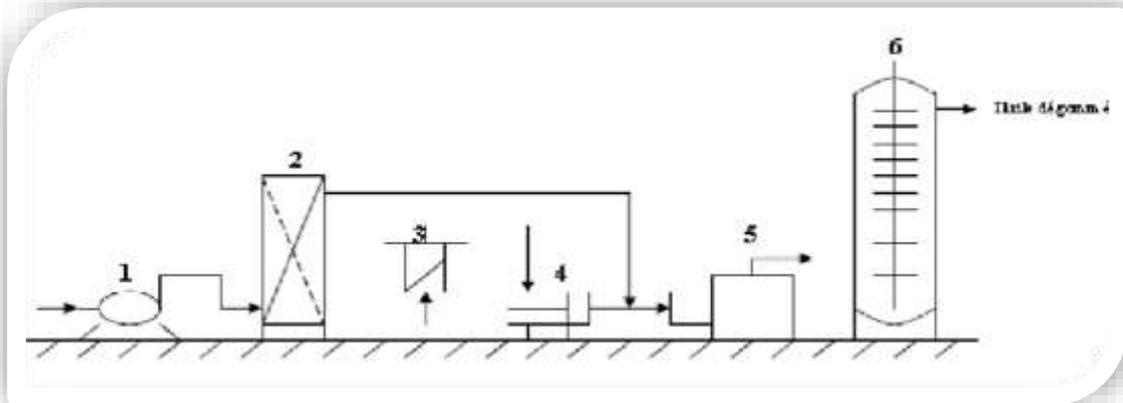
#### III.3.4.1. Démucilagination / Dégommage :

Cette opération consiste à éliminer une faible quantité de produit dont l'ensemble désigne sous le nom « mucilage » et comprend surtout des phospholipides (phosphatides) [75]. L'huile brute est portée à une température de 80°C avec de l'eau (2 à 3%) additionnée de l'acide phosphorique (0,1 à 0,3%) (Figure III.5). Les deux phases ainsi obtenues sont séparées par centrifugation. La présence de phospholipides dans l'huile provoque certains

inconvénients et qui ont une action nuisible, tant au cours du raffinage que pour la conservation de l'huile ou son utilisation.

- ✓ Il est prouvé qu'une huile mal dégommée s'acidifiée, s'oxyde et prend rapidement une saveur forte et amère [75].
- ✓ L'élimination incomplète de composés phosphorés provoque toute une série de difficultés tout au long de tout le processus de raffinage :
- ✓ Emulsion avec des pertes de l'huile dans le lavage;
- ✓ Formation des mousses au séchage;
- ✓ Colmatage rapide des filtres;
- ✓ Désactivation de la terre décolorante [76].

En général, toutes les huiles contiennent à la fois des phosphatides hydratables et non hydratables. La proportion de ces derniers est plus élevée dans le cas de soja (5 à 10%) que dans le cas de tournesol. Dans le cas de soja, il est préférable de procéder à une première démulcination pour récupérer la lécithine qui constitue un sous produit [75].



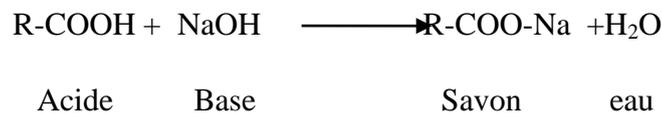
**Figure III.5 :** Etage de conditionnement des mucilages.

- 1- Pompe d'alimentation
- 2- Echangeur huile/ vapeur
- 3- Débitmètre à acide phosphorique ( $H_3PO_4$ )
- 4- Pompe doseuse à acide phosphorique
- 5- Mélangeur rapide
- 6- Contacteurs

### III.3.4.2. Neutralisation :

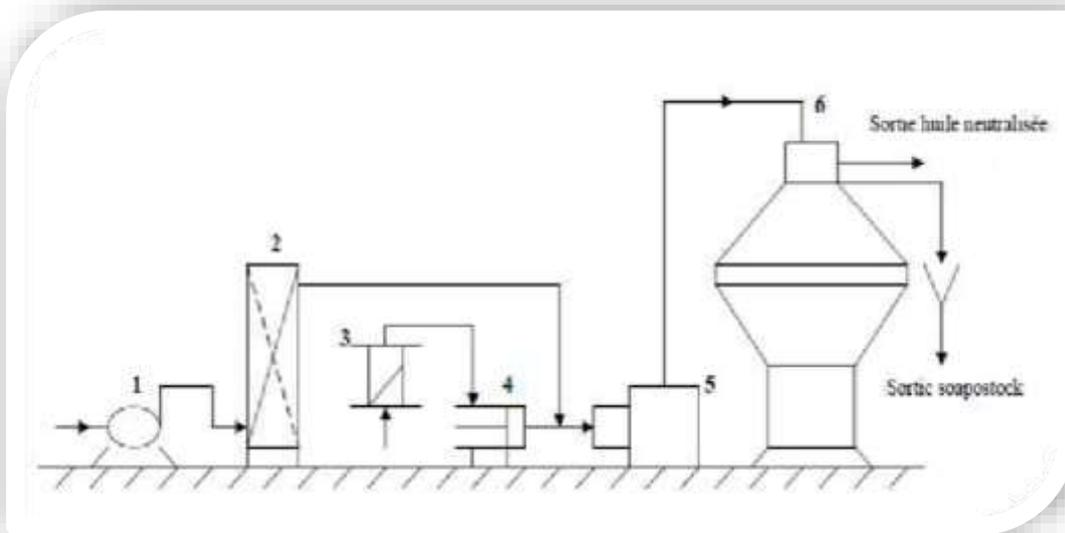
C'est l'étape la plus importante et la plus délicate où s'effectue l'élimination des acides gras libres, qui risquent de donner à l'huile un goût désagréable. La neutralisation s'effectue le plus souvent par addition de soude qui transforme les acides gras libres en savon que l'on sépare ensuite par centrifugation en même temps que les autres impuretés [76]. La soude joue également un rôle de décoloration partielle [77]. L'huile est portée à 80-90°C puis agitée avec la soude (NaOH).

Les acides gras libres responsables de l'acidité et l'oxydabilité de l'huile, passent dans la phase aqueuse sous forme de savons et sont éliminés lors de la centrifugation qui suit. D'autres impuretés (phospholipides résiduels, une partie des colorants) sont enlevées également avec la partie aqueuse alcaline.



La solution de la soude est ajoutée avec précaution pour ne pas exercer la saponification des triglycérides (saponification parasite) [75].

L'huile est ensuite lavée à l'eau pour éliminer les résidus d'alcali et de savon, puis déshydratée sous vide [78].



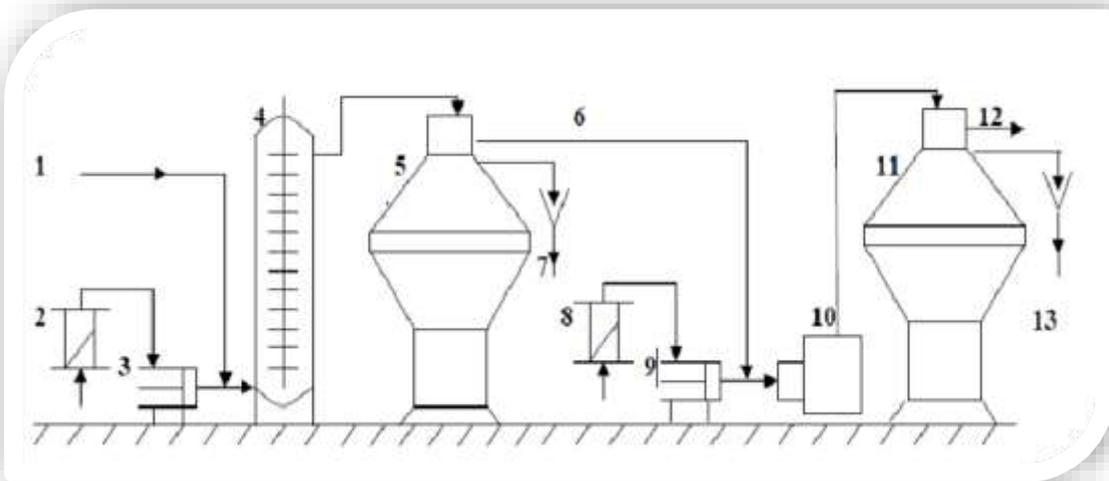
**Figure III.6 :** Neutralisation continue à la soude.

- 1- Pompe d'alimentation en huile dégommée
- 2- Echangeur huile/vapeur

- 3- Débitmètre à soude
- 4- Pompe doseuse à soude
- 5- Mélangeur statique
- 6- Séparateur centrifuge

### III.3.4.3. 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 [76]. Le lavage est plus efficace lorsqu'il est effectué en deux stades : il est préférable d'utiliser de l'eau décalcifiée et la plus chaude possible à 90°C pour éviter l'encrassement des bols par dépôt de savon et phosphate de calcium [76].



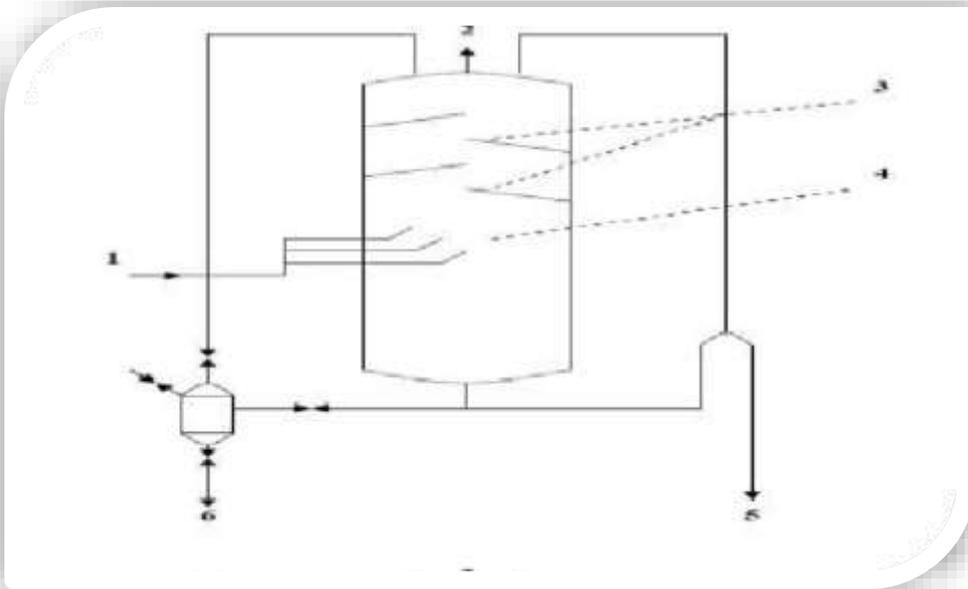
**Figure III.7 :** Lavage continu.

- 1- Alimentation en huile neutre
- 2- Débitmètre à eau
- 3- Pompe doseuse
- 4- Contacteur
- 5- Séparateur centrifuge 1
- 6- Sortie d'huile de première lave
- 7- Sortie de l'eau de lavée résiduaire
- 8- Débitmètre à eau
- 9- Pompe doseuse
- 10- Mélangeur statique

- 11- Séparateur centrifuge 2
- 12- Sortie d'huile lavée
- 13- Sortie d'eau résiduaire

#### III.3.4.4 : Séchage

L'humidité présente dans l'huile lavée est éliminée avant l'opération de décoloration car elle peut provoquer le colmatage rapide des filtres. L'huile neutralisée sortant du lavage à une température de 90°C est séchée sous vide par pulvérisation dans une tour verticale [76].



**Figure III.8 :** Séchage.

- 1- Arrivée de l'huile lavée
- 2- Collectage au système de vide
- 3- Chicanes
- 4- Gicleurs
- 5- Sortie de l'huile séchée
- 6- Système de prise d'échantillon sous vide

#### III.3.4.5 : Décoloration (blanchiment)

Cette opération vise à éliminer les pigments et autres matières colorantes dissous dans l'huile et préjudiciable à sa bonne conservation. Cette opération se fait à l'aide de terres décolorantes Ou de charbons actifs [77].

Les huiles démulcinées, neutralisées ont également acquis une teinte plus ou moins foncée due à la présence de pigments colorés qui peuvent accentuer cette teinte au cours de stockage ultérieur [75]. La décoloration vise à éliminer ces pigments que la neutralisation n'a que très partiellement détruit et fait intervenir un phénomène physique d'adsorption sur la terre décolorante ou sur le charbon actif [77]. 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 séparé par filtration est réalisée par des filtres automatiques de type NIAGARA [72]. C'est la séparation de la phase de l'huile de celle de la terre décolorante chargée de pigments. Elle est réalisée par des filtres ayant des pores qui empêchent le passage des matières solides en permettant l'écoulement du liquide seulement [78].

#### **III.3.4.6. Wintérisation ou décirage :**

C'est une opération appliquée à certaines huiles végétales qui consiste à un refroidissement lent suivi d'une filtration à basses températures [72] pour retirer les cires ; qui rendront les huiles troubles pendant le stockage réfrigéré [79]. Sur le plan commercial, les huiles wintérisées présentent l'avantage de ne pas figer en hiver [62].

#### **III.3.4.7. Désodorisation :**

La désodorisation se fait par un entraînement à la vapeur d'eau des flaveurs indésirables, à 200-250°C à l'abri de l'air sous vide poussé. La désodorisation permet donc d'éliminer les traces de produits volatils qui donneraient à l'huile un fruité désagréable ou un goût de rance [80]. Elle est destinée à éliminer les produits odorants présents dans les huiles brutes [81].

La désodorisation consiste à envoyer un courant de vapeur sèche au travers de l'huile portée à environ 200°C et maintenue sous vide afin que les produits volatils comme les aldéhydes et les cétones responsables du goût et d'odeurs désagréables de l'huile soient entraînés par la vapeur. Après désodorisation l'huile doit être refroidie [71]. A la fin de cette opération, on ajoute un antioxydant tel que l'acide citrique qui a le rôle de complexant des traces de métaux [78].

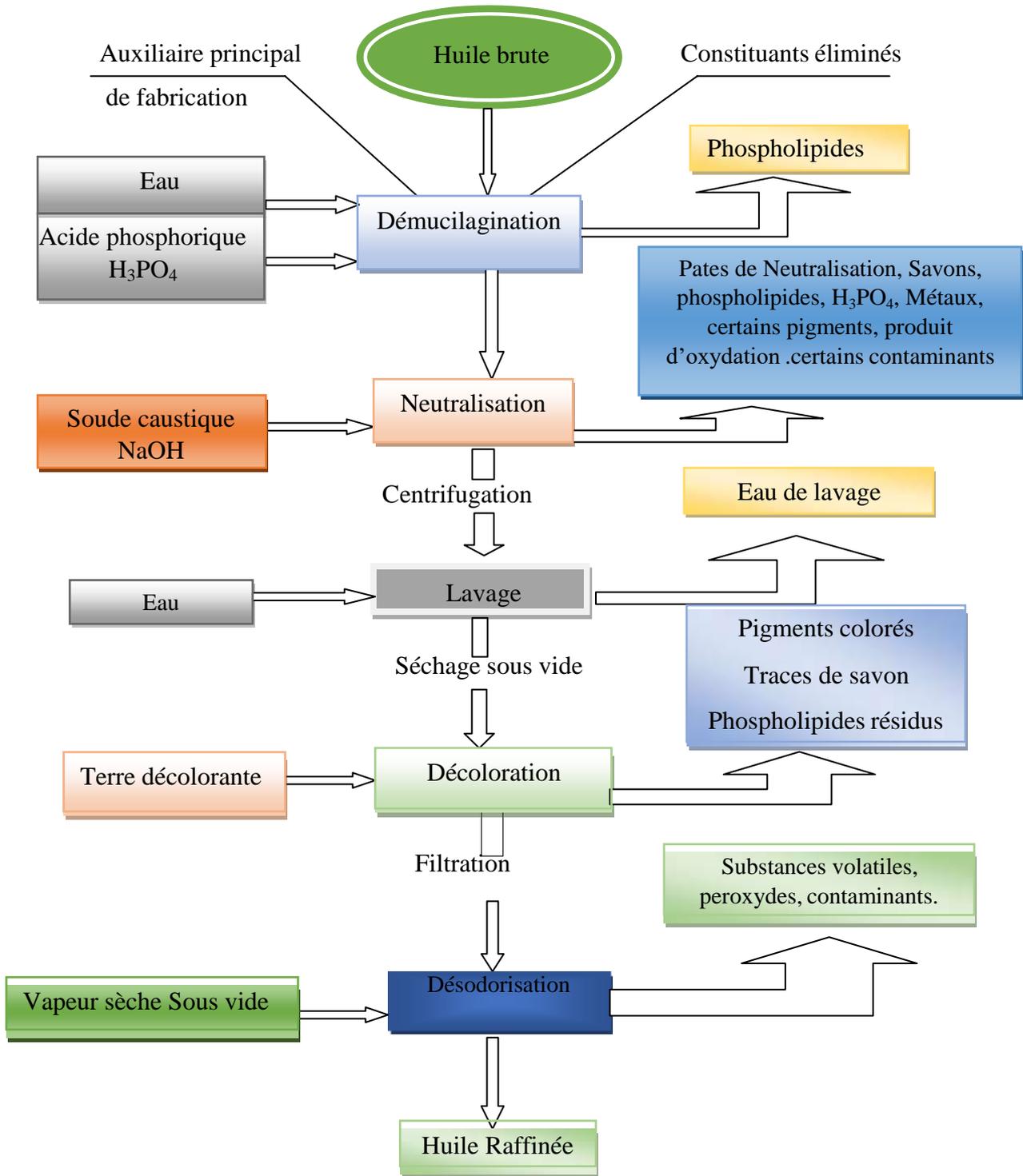


Figure III.9 : Diagramme général de raffinage d'huile.

III.3.5. Cas pratique du raffinage chimique d'huile de soja au niveau de CEVITAL Spa :

III.3.5.1. Dégommage et neutralisation :

L'huile de soja est pompée du bac de stockage vers la section de neutralisation à chaud puis chauffée à une température de 90 à 95°C.

Le mélange d'huile avec l'acide citrique s'effectue au niveau du mélangeur M1. Après un court contact, le mélange est introduit dans un réacteur où s'effectue le brasage pendant un temps de 20-30 mn pour que l'acide citrique rentre en réaction avec les phospholipides non hydratés et le converti en phospholipides hydratés éliminés aisément avec l'eau (figure III.10).

Le mélange huile de soja/acide critique ou acide phosphorique/ soude passe dans un mélangeur (M2), après dans le deuxième réacteur pendant 20 à 30 min. Enfin, le mélange subit une séparation dans les séparateurs dans le but de séparer entre les deux phases : Phase légère : huile neutralisée et phase lourde : la pate de neutralisation (trace de savon, phospholipides, métaux lourds, etc...).

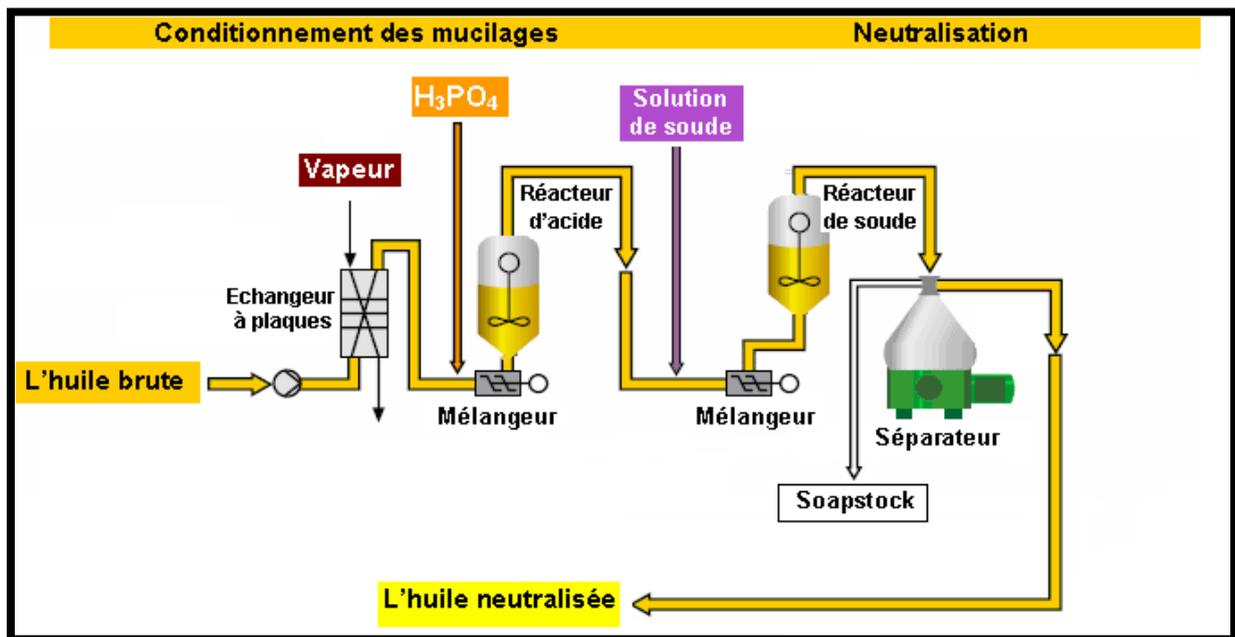


Figure III.10 : Déémucilagination et neutralisation à chaud (DIE)

### III.3.5.2. Lavage et séchage :

L'huile neutralisée est acheminée vers le réchauffeur-laveur (90 à 100°C°) où elle est réchauffée et lavée avec de l'eau chaude et on injecte de l'acide critique afin d'éliminer l'excès de soude et les traces de savon. Ensuite le mélange passe dans séparateur afin de séparer entre les deux phases : Phase légère : l'huile humide et phase lourde : l'eau de lavage, trace de savon. Puis dans un sécheur pour éliminer l'humidité. Le séchage est effectué sous

vide (50-60 mbar) et à une température de 90 à 100°C dans le but d'obtenir une huile neutralisée et lavée (figure III.11).

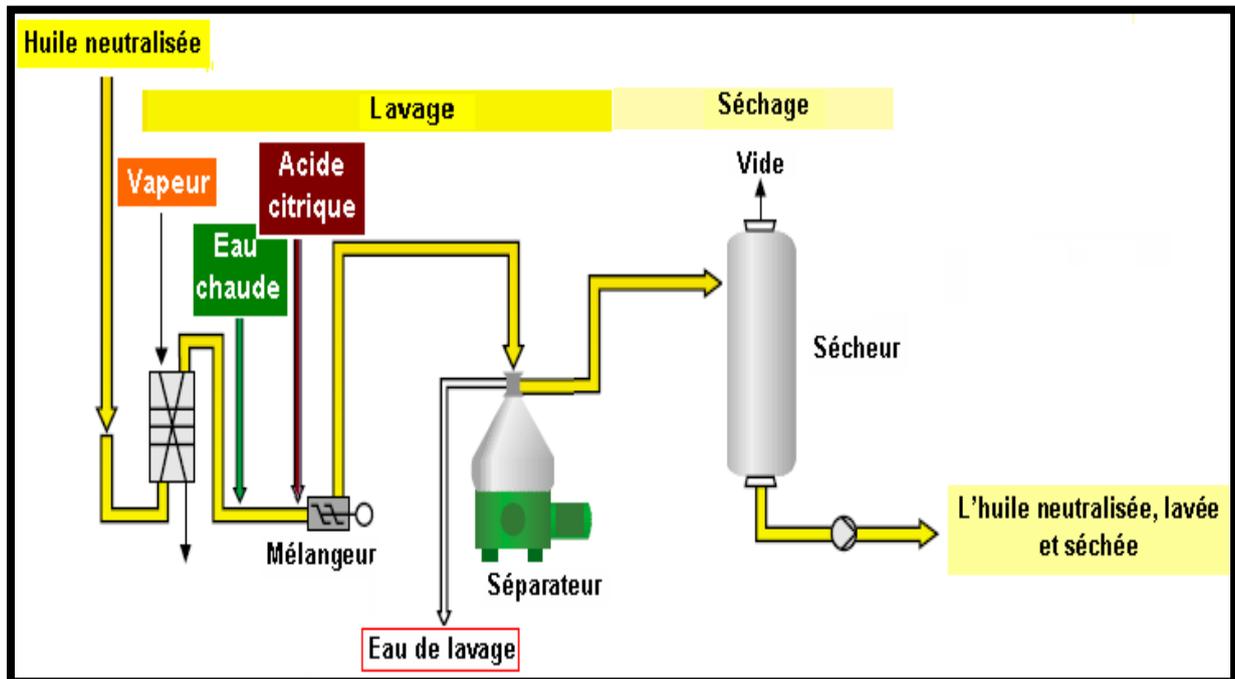


Figure III.11 : Lavage et séchage des huiles neutralisées.

### III.3.5.3. Décoloration et filtration :

L'huile sortante du lavage et séchage va subir un premier chauffage à l'aide d'un échangeur de chaleur à une température de 100°C.

Afin de casser les traces de savons, on injecte une solution d'acide citrique. Après un mélange rapide, de l'huile passe dans un bac où elle sera mélangée avec la terre décolorante mesurée grâce à une pompe doseuse qui se trouve en haut de l'appareil. Le mélange ainsi homogénéisé entre dans un décolorateur (réacteur) maintenu sous un vide de 0,5 à 0,6 bars et d'une température de 105°C assurée grâce à des serpentins où elle circule la vapeur.

La suspension huile/terre décolorante passe dans des filtres Niagara qui fonctionnent en alternance pour la débarrasser des terres décolorantes.

L'huile sortante des filtres Niagara entre dans un bac intermédiaire grâce à une pompe : l'huile passe par des filtres à criquets puis par des filtres à poches pour capter d'éventuels grains de terre (figure III.12 et III.13).

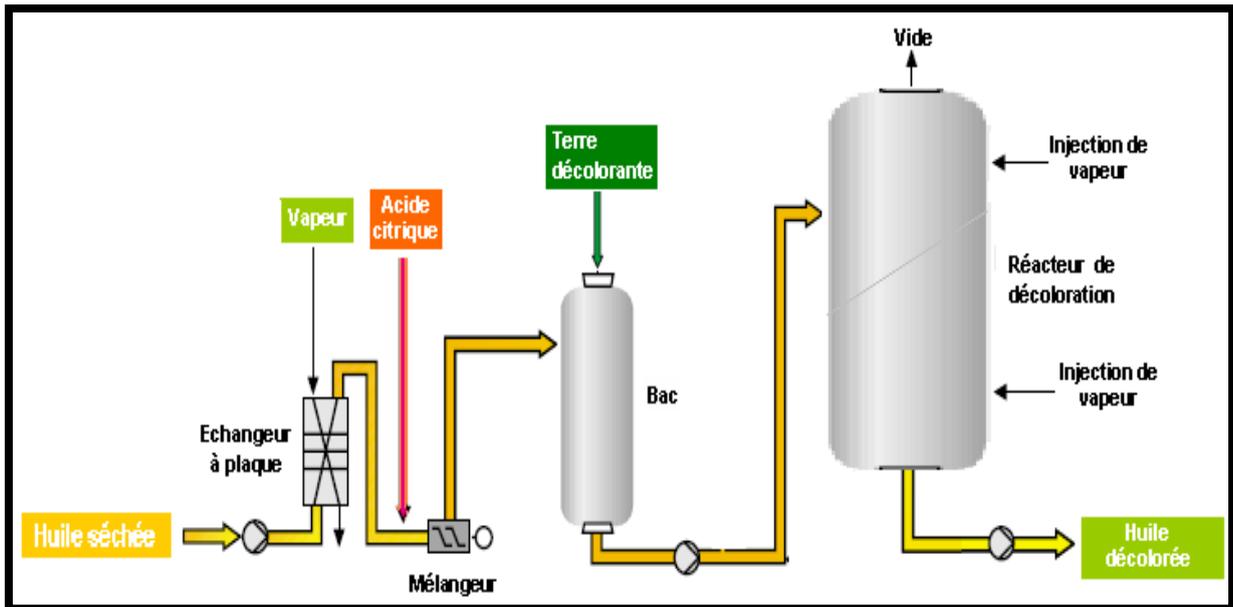


Figure III.12 : Décoloration de l'huile séchée (DIE).

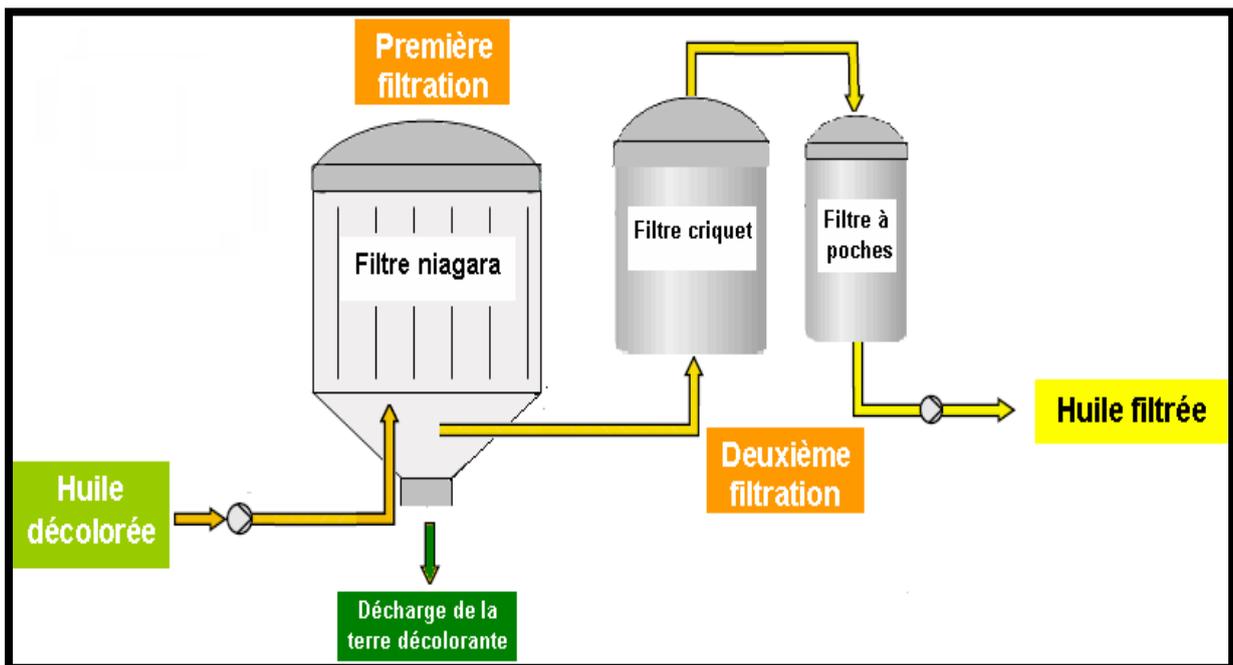


Figure III.13 : Filtration de l'huile décolorée.

#### III.3.5.4. Désodorisation :

L'huile décolorée est envoyée vers la section de désodorisation (figure III.14) où elle entre dans un économiseur de vapeur ou elle atteint les 190°C. Cette dernière entre ensuite dans un réchauffeur à vapeur pour atteindre cette fois les 240-245°C. L'huile ainsi chauffée rentre dans la colonne de désodorisation qui est sous un vide de 2-3 mbar pour assurer l'évacuation

des substances volatiles (aldéhydes, cétones) et des AGL qui sont récupérés par des AG déjà refroidis. L'huile désodorisée est filtrée à poche et refroidie à 30-40°C à l'aide d'un refroidisseur à plaque.

Enfin l'huile raffinée est acheminée vers des bacs de stockage spécifique puis vers l'unité de conditionnement.

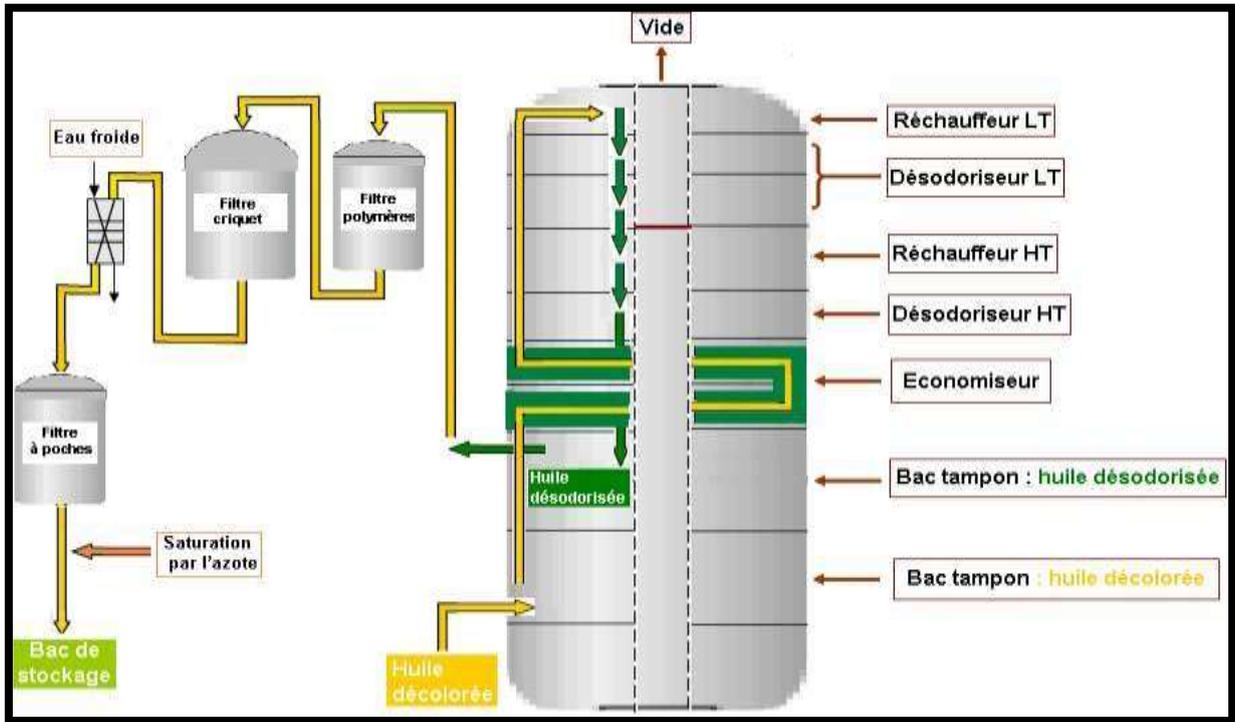


Figure III.14 : Désodorisation de l'huile décolorée (DIE).

### III.3.6. Comparaison entre l'huile brute et raffinée :

La composition de l'huile de soja brute et raffinée n'est pas la même par rapport à plusieurs constituants, le Tableau III.7 suivant le confirme.

Tableau III.7 : Composition moyenne de l'huile de soja brute et celle raffinée [82].

Composées	Huile brut	Huile raffinée
Triglycérides (%)	95-97	99
Phosphatides (%)	1,5-2,5	0,003-0,045
Substances insaponifiables (%)	1,6	0,3
Stérols (%)	0,33	0,13
Tocophérols (%)	0,15-0,21	0,11-0,18

Hydrocarbures (squaléne) (%)	0.014	0,010
Acides gras (%)	0,3-0,7	<0,05
Métaux	Traces	Traces
Fer (ppm)	1-3	0,3
Cuivre (ppm)	0,03-0,05	0,02-0,06

### III.3.7. Avantages et inconvénients du raffinage :

#### III.3.7.1. Avantages :

- Elimination des résidus des pesticides pouvant être contenus dans les huiles brutes [83].
- Elimination de toutes les substances indésirables du point de vue de la stabilité de l'huile tel que : les traces métalliques, les savons, les composés d'oxydation...
- Elimination des AGL par une étape de neutralisation à la soude NaOH et faciliter la désacidification jusqu'au-dessous de 0,5%
- Elimination des contaminations telles que des solvants d'extraction (hexane)

#### III.3.7.2. Inconvénients

- Formation de nouveaux composés indésirables par hydrolyse, oxydation ou isomérisation [83].
- Perte d'huile par entraînement dans les patentes de neutralisation, dans les eaux de lavage et dans les terres décolorantes [84].
- Problèmes écologiques (pollution due aux produits chimiques et au traitement des eaux de lavage) [85].
- Consommation d'énergie plus importante, ainsi que les produits chimiques tels que la soude et l'acide citrique.

*Chapitre IV :*  
*Techniques*  
*utilisées et résultats*

## Chapitre IV

## Techniques utilisées et résultats

## IV.1. Echantillonnage :

Au cours de ce travail, nous avons déterminé les caractéristiques physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, densité relative, taux d'impuretés, couleur, traces de savon, phosphore, chlorophylle, etc) de l'huile de soja brute et de l'huile au cours des étapes de raffinage. Pour cela, différents échantillons ont été prélevés au niveau de l'atelier de raffinage de CEVITAL à différents stades du processus.

Quatre échantillons représentatifs ont été prélevés pour chaque analyse sur une ligne de raffinage de 1000 tonnes/jour.

Le tableau ci-dessous illustre le type des échantillons, les points de prélèvement ainsi que les analyses effectuées.

**Tableau IV.1:** Types d'analyses effectuées sur les échantillons d'huile de soja.

Echantillon	Point de prélèvement	Analyse
Huile brut	La sortie du bac du stockage	Acidité, couleur, humidité, phosphore, chlorophylles, indice de peroxyde
Huile neutralisé		
• Mélangeur	M <sub>2</sub>	Acidité ;
• Séparateur	S <sub>1</sub>	Trace de savon ;
• Laveur	S <sub>2</sub>	Trace de savon ;
• Sécheur	Sécheur	Humidité, phosphore, trace de savon
Huile décolorée	Sortie de la décoloration	Couleur, chlorophylle, phosphore.
Huile désodorisée	Sortie de la désodorisation	Acidité, phosphore, couleur

## IV.2. Analyses effectuées :

Les différentes analyses effectuées sur l'huile de soja au cours du procédé du raffinage sont résumé dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2** : Analyses effectuées sur l'huile de soja.

Type d'analyse	Objectifs
Distinction visuelle	Distinction du type d'huile brut à analyser
Analyse physique	Détermination de la : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couleur</li> <li>• Humidité</li> <li>• Impuretés</li> <li>• Densités</li> <li>• Teneur en chlorophylle</li> </ul>
Analyse chimique	Détermination de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidité</li> <li>• Indice de peroxyde</li> <li>• Traces de savon</li> <li>• phosphore</li> </ul>
Taux de pertes	Teneur des eaux de lavage en huile

**IV.2.1. Distinction visuelle :**

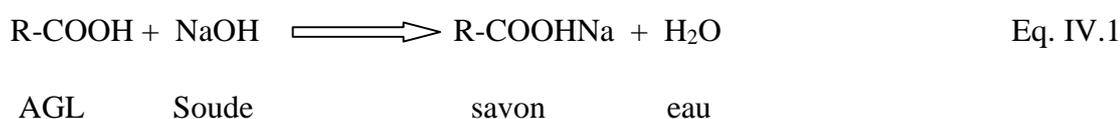
Avant de faire les analyses physico-chimiques, une distinction visuelle sur l'huile brute est effectuée. Elle permet de connaître : la couleur, la présence de mousse et de sédiments.

**IV.2.2. Analyses chimiques :****IV.2.2.1. Détermination de l'acidité :****❖ Définition :**

C'est le pourcentage d'acide gras libre dans la matière grasse (huile). Elle est exprimée en pourcentage d'acides gras.

**❖ Principe :**

Neutraliser les acides gras libres présents dans l'huile par une solution de soude en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine) selon la réaction suivante :



❖ **Mode opératoire :**

Introduire dans un erlenmeyer 75 ml d'alcool éthylique neutralisé avec du NaOH en présence de la phénophtaléine jusqu'à coloration rose. Ensuite, peser 10 g d'huile et chauffer le mélange pendant une minute pour améliorer la réaction et enfin, titrer par une solution du NaOH 0,1N jusqu'à avoir une coloration rose persistante.

❖ **Expression des résultats :**

$$A(\%) = \frac{\text{ض*ن*م}}{\square\square*P} \quad \text{Eq. IV.2}$$

A% : acidité d'huile en pourcentage (%) ;

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

N : normalité de NaOH ;

V : volume de NaOH nécessaire pour la neutralisation (chute de burette) ;

P : le volume d'essai en g.

**IV.2.2.2. Dosage du phosphore :**

❖ **Principe :**

L'huile et les phosphatides qu'elles contiennent sont calcinées en présence du Zinc. Le phosphore organique est transformé en phosphate du Zinc qui est ensuite dosé par la méthode minérale : dosage calorimétrique du phosphomolybdate. C'est la méthode la plus sensible qui convient particulièrement au dosage des traces de phosphores dans les huiles raffinées.

❖ **Mode opératoire :**

Peser plus au moins 3 à 3,2 g d'huile dans une capsule. Ajouter 0,5 g d'oxyde de Zinc calciné à 600°C pendant 2 heures. Après refroidissement, ajouter 5 ml de HCl concentré plus 5 ml d'eau distillée. Chauffer jusqu'à ébullition, laisser refroidir, filtrer la solution dans une fiole de 100 ml et neutraliser par une solution 50 % de KOH. Un précipité va se former auquel il faudra ajouter quelques ml de HCL concentré jusqu'à obtention d'une solution limpide et amener à 100 ml avec de l'eau distillée.

Pipeter 10 ml de cette solution dans une fiole de 50 ml, ajouter 8 ml de sulfate d'hydrazine et 2 ml de molybdate de sodium et amener à 50 ml avec l'eau distillée. Mettre au bain marie bouillant pendant 15min, laisser refroidir et faire un essai à blanc exactement dans les mêmes conditions. Lire alors l'absorbance dans un spectrophotomètre UV/visible à 650 nm.

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

❖ **Expression des résultats :**

$$\text{Phosphore (\%)} = \frac{A - B}{P} \times V \quad \text{Eq. IV.3}$$

- A : quantité de phosphore de l'échantillon ;
- B : quantité de phosphore de la solution à blanc ;
- P : poids de la prise d'essai (g) ;
- V : volume de la chute de la burette.

**IV.2.2.3. Détermination des traces de savon :**

❖ **Définition :**

C'est la teneur en oléate de sodium présent dans l'huile, exprimé en partie par million (ppm). Elle est déterminée pour apprécier l'efficacité des séparateurs.

❖ **Principe :**

L'alcalinité du savon est libérée dans l'acétone en présence de bleu de bromophénol comme indicateur coloré. Elle est ensuite titrée par HCl acétonique à 0,01N.

❖ **Mode opératoire :**

Dans une éprouvette, mettre 48,5 ml d'acétone ajustée à 50 ml de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de bleu de bromophénol. La solution obtenue doit être de couleur jaune. Dans le cas où elle est bleu ou verte, titrer avec HCl acétonique 0,01N jusqu'à coloration jaune. Peser 10 g d'huile à analyser dans cette solution, agiter puis laisser décanter pendant quelques secondes jusqu'à ce que l'émulsion se sépare en deux couches. Récupérer la couche supérieure qui sera colorée en bleu en présence de savon. Titrer avec HCl acétonique 0,01N jusqu'à virage vers la couleur jaune.

❖ **Expression des résultats :**

$$Ts \text{ (ppm)} = \frac{V \times N \times Eq}{P} \quad \text{Eq. IV.4}$$

- Ts : traces de savon en ppm ;
- Eq : équivalent gramme d'oléate de sodium= 304 g ;
- N : normalité de HCl acétonique ;

V : volume de HCl en ml (chute de la burette) ;

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

**IV.2.2.4. Indice de peroxyde :**

❖ **Définition :**

C'est le nombre de milliéquivalents grammes d'oxygène actifs par kilogramme de corps gras oxydant l'iodure de potassium (KI), avec libération d'iode. Cet indice nous renseigne sur le degré d'oxydation et d'altération des matières grasses.

❖ **Principe :**

Il consiste à un traitement d'une quantité d'huile en solution dans l'acide acétique et le chloroforme par une solution titrée en thiosulfate de sodium.

- L'iode libéré est titré en thiosulfate de sodium



❖ **Mode opératoire :**

Mettre 5 g d'huile dans un erlenmeyer. Ajouter 12 ml de chloroforme et 18 ml d'acide acétique puis mélanger (0,5g dans 1ml d'iodure de potassium (KI)). Agiter et mettre à l'abri de la lumière pendant une minute puis ajouter 75 ml d'eau distillé et quelques gouttes d'amidon comme indicateur coloré. En présence des peroxydes, on remarquera une couleur marron ou brune puis on titre avec une solution thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) à 0,01N, jusqu'à décoloration totale de la solution et parallèlement effectuer un essai à blanc les mêmes conditions

L'indice de peroxyde s'exprime en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogrammes d'échantillon.

❖ **Expression et résultats :**

$$IP = \frac{V_1 - V_0 \times N}{P} \text{ meq.O}_2/\text{kg MG} \quad \text{Eq. IV.6}$$

IP : indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent gramme d'oxygène par kilogramme ;

V<sub>0</sub> : volume en ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,1N) utilisé pour l'essai a blanc ;

V<sub>1</sub> : volume en ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,1N) utilisé pour l'essai avec l'échantillon ;

P : prise d'essai d'huile (5g) ;

N : normalité de la solution de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  utilisé (0,01N).

### IV.2.3. Analyses physiques :

#### IV.2.3.1. Détermination de la couleur :

##### ❖ Définition :

La couleur joue un rôle important dans l'évaluation de la qualité d'un aliment. Effectivement, elle est liée aux principaux constituants qui sont déterminées 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.

##### ❖ Principe :

La détermination de la couleur se fait par la méthode la plus couramment utilisée à l'aide d'un appareil appelé colorimètre « LOVIBOND ». Il 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.

##### ❖ 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 cotés, ensuite, lire sur planche les valeurs du jaune et du rouge.

##### ❖ Expression des résultats :

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

#### IV.2.3.2. Détermination de l'humidité :

##### ❖ Définition :

C'est la perte en masse qu'un échantillon d'huile subira après un chauffage à  $103^\circ\text{C}$  exprimée en pourcentage en masse.

❖ **Principe :**

Chauffage d'une prise d'essai à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles et détermination de la perte en masse pendant 4 heures.

❖ **Mode opératoire :**

- Prendre une prise d'essai de 10 g de l'huile analyser ;
- Sécher dans une étuve pendant une heure à une température de  $103^\circ\text{C} \pm 2$  ;
- Refroidir dans un dessiccateur ;
- Peser le poids de cette huile.

❖ **Expression des résultats :**

$$H(\%) = \frac{(P_0 - P_1) \times 100}{M} \quad \text{Eq. IV.7}$$

H : humidité (%)

$P_0$  : poids du bécher avec l'huile avant étuvage (g) ;

$P_1$  : poids de bécher après étuvage ;

M : masse de la prise d'essai (g).

**IV.2.3.3 Détermination de la chlorophylle :**❖ **Définition :**

La chlorophylle est présente dans toutes les plantes qui réalisent une photosynthèse. La chlorophylle se caractérise par la couleur verte que prennent les plantes qui en contiennent (elle absorbe toutes les couleurs sauf le vert, qui reste donc visible). C'est grâce à elle que les plantes parviennent à capter l'énergie solaire.

❖ **Mode opératoire :**

Remplir la cuve d'huile chauffée au voisinage de  $30^\circ\text{C}$  puis lire l'absorbance d'huile par rapport au tétrachlorure de carbone dans la cuve témoin à 630, 670 et 710 nm.

❖ **Expression des résultats :**

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

$$\text{Chlorophylle (ppm)} = (A_{670} - (A_{630} + A_{710})/2) / 0.0964 L \quad \text{Eq. IV.8}$$

Avec : A : absorbance à la longueur d'onde indiquée ;

L : longueur de la cuve en cm.

### IV.3. Résultats des analyses effectués :

#### IV.3.1 Analyse de l'acidité :

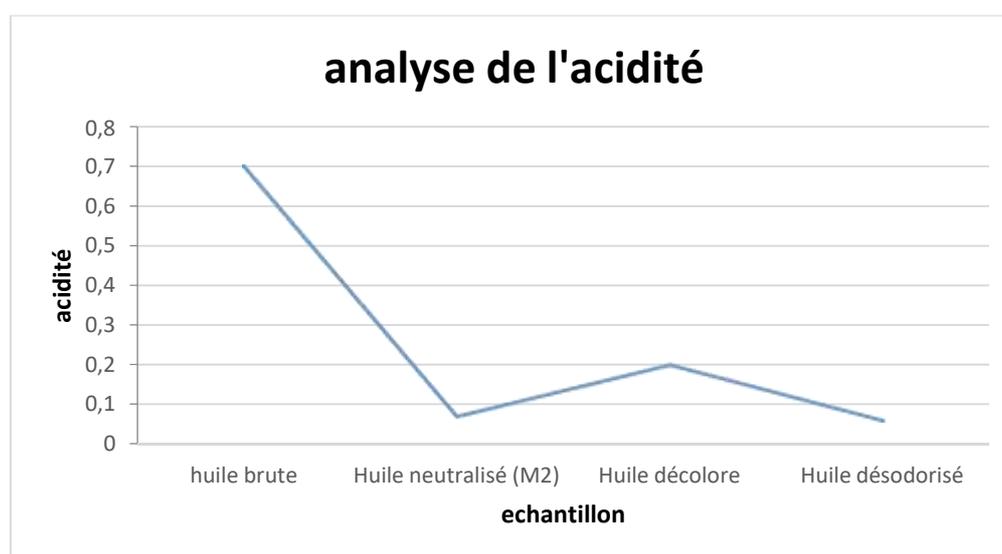
Les analyses de l'acidité des différents échantillons d'huile de soja sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3** : Résultats d'analyses de l'acidité des échantillons d'huile de soja.

Echantillon	Acidité (%)					Normes ISO (660, 1996)
	E1	E2	E3	E4	Moyenne	
Huile brute	0,7	0,68	0,72	0,70	0,70	02 % Max
Huile neutralisée (M2)	0,056	0,07	0,08	0,08	0,07	0,12 % Max
Huile décolorée	0,2	0,22	0,18	0,20	0,20	0,2% Max
Huile désodorisée	0,08	0,07	0,05	0,05	0,06	0,12% Max

Les différentes valeurs d'acidité enregistrées après les différentes étapes de raffinage sont conformes aux normes en vigueur fixées par l'entreprise. Néanmoins, une légère augmentation est observée pour l'huile décolorée.

La figure IV.1 montre les différentes valeurs de l'acidité après chaque étape de raffinage.



**Figure IV.1** : Evolution de l'acidité d'huile de soja au cours du raffinage.

L'huile brute à son origine contient une acidité élevée, ceci est dû à la présence des acides gras libres.

D'après la figure IV.1, l'acidité de l'huile brute diminue après être passée par les différentes étapes du raffinage. Néanmoins, une légère augmentation est enregistrée après décoloration pour atteindre la valeur de 0,06 %.

La baisse de l'acidité de l'huile brute de 0,7 % à 0,07 % après neutralisation est probablement due au bon déroulement des opérations de trituration (extraction et stockage des graines et de l'huile). Quant à la diminution de l'acidité au niveau du mélangeur, celle-ci est due à la neutralisation d'une grande partie des acides par l'ajout de la soude caustique (phénomène de saponification). Après la décoloration, l'acidité augmente pour l'huile neutralisée et ceci est provoqué par la transformation des savons encore présents dans l'huile après lavage en AGL sous l'action de la terre décolorante.

La baisse du taux d'acidité après désodorisation est probablement due à l'entraînement des acides gras libres par le vapeur d'eau sous l'effet du vide et de la température élevée (250 °C).

#### IV.3.2. Analyse des traces de savon :

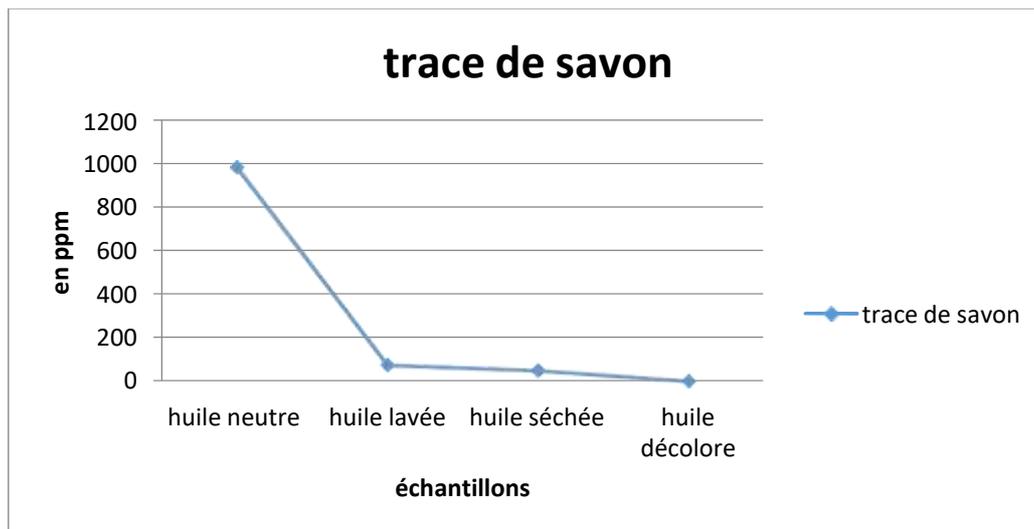
La teneur en traces de savon des différents échantillons d'huile de soja est représentée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.4 :** Teneur de traces de savon des échantillons d'huile de soja

Echantillon	Résultats en (ppm)				Moyenne	Norme A.O.C.S (1989)
	E1	E2	E3	E4		
<b>Huile neutre</b>	1064	1003	942	912	980	< 1000
<b>Huile lavée</b>	76	70	70	76	73	70
<b>Huile séchée</b>	55	50	45	45	49	50
<b>Huile décolorée</b>	00	00	00	00	00	00

Une lecture rapide des résultats du tableau ci-dessus montrent que la teneur en traces de savon (980 ppm) de l'huile neutre (avant lavage) et de l'huile lavée répond aux normes fixées par CEVITAL. Tandis que l'huile séchée présente une teneur légèrement supérieure à la norme. Quant à l'huile décolorée, celle-ci présente une teneur en traces de savon nulle.

La figure IV.2 présente l'évolution des teneurs en traces de savon des échantillons d'huile de soja issues des différentes étapes de traitement de raffinage.



**Figure IV.2:** Evolution de la teneur en traces de savon des différents échantillons d'huile de soja.

La valeur importante de la teneur des traces de savon de l'huile neutre (avant lavage et après séparation des soaps stocks) est importante. Cela est probablement dû à la persistance d'une quantité de savon formée après saponification des acides gras libres que le séparateur des phases lourde et légère n'a pas pu éliminer.

La diminution de la teneur en traces de savon notée après lavage peut être expliquée par la solubilité de ces dernières dans les eaux de lavage.

Le processus de séchage permet de diminuer cette propriété par le biais de la température et du vide. Les traces de savon demeurent après le séchage avec des quantités faibles qui peuvent être aisément éliminées par l'ajout de l'acide citrique qui transforme les traces de savon en sel.

L'absence totale de traces de savons est observée après décoloration et ceci revient, d'une part, à l'ajout de l'acide citrique qui agit sur les savons en filtres et d'autres part, à l'adsorption d'une partie de ces savons par les macro-pores de la terre décolorante.

#### **IV.3.3. Analyse de la couleur :**

Les valeurs de la couleur des différents échantillons sont représentées dans le tableau IV.5.

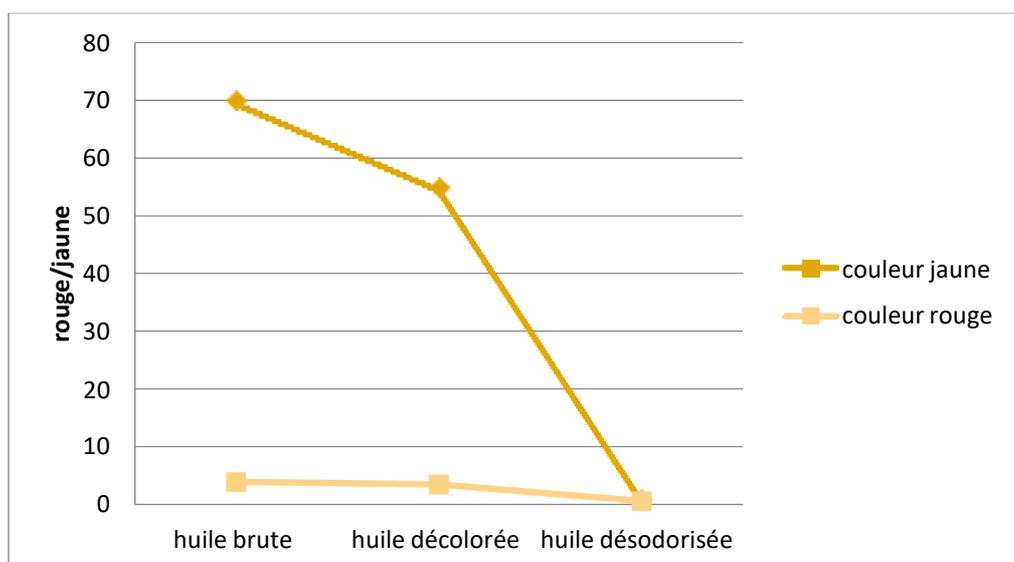
Les valeurs de la couleur jaune et rouge sont respectivement 70 et 3,9. Elles sont non conformes à la norme de l'entreprise et cela revient à sa richesse en pigments colorés. La

couleur de l'huile décolorée (J=52, R=2,86) est plus foncée que celle de l'huile désodorisée (J=5, R=0.5) et ces valeurs répondent aux normes de l'entreprise.

**Tableau IV.5 :** Résultats d'analyse de la couleur d'huile de soja.

Echantillon	Résultats en (jaune, rouge)					Norme ISO (15305, 1998)
	E1	E2	E3	E4	Moyenne	
<b>Huile brute</b>	J=71 R=3.8	J=69 R=4	J=70 R=3.9	J=70 R=4.2	J=70 R=3.9	J= 50 R= 5
<b>Huile décolorée</b>	J=50 R=3.5	J=50 R=2.5	J=50 R=2	J=55 R=3.5	J=52 R= 2.86	- -
<b>Huile désodorisé</b>	J=1.1 R=0.4	J=0.9 R=0.5	J=1 R=0.7	J=1 R=0.8	J=5 R=0.6	J= 12 R=1.2

La figure IV.3 regroupe les valeurs de l'évolution de la couleur des échantillons d'huile de soja après différentes étapes de traitement de raffinage.



**Figure IV.3 :** Evolution de la couleur des différents échantillons d'huile de soja.

Les couleurs rouge et jaune diminuent durant le raffinage. La couleur de l'huile neutralisée diminue légèrement et cela est dû à l'effet de soude sur certains pigments.

Une diminution remarquable est observée pour l'huile décolorée et désodorisée. La première est due au phénomène d'adsorption des pigments colorés sur la terre décolorante et la deuxième à la décomposition des pigments colorés sous l'effet de la haute température qui donnent des substances volatiles qui seront aspirées avec les acides gras libres, par le vide.

#### IV.3.4. Analyse de la teneur en chlorophylle :

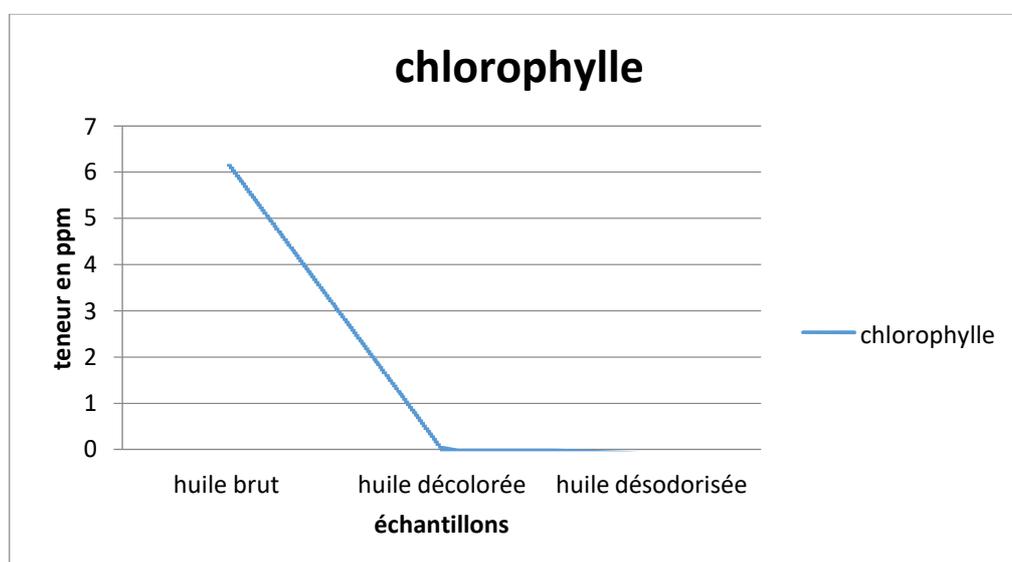
Les résultats de la teneur en chlorophylle durant les étapes de raffinage sont présentés dans le tableau IV.6.

**Tableau IV.6:** Teneur en chlorophylle des échantillons d'huile de soja.

Echantillon	Teneur en chlorophylle (ppm)					Norme
	E1	E2	E3	E4	Moyenne	
Huile brute	6,5	6,8	5,7	6	6,25	09
Huile décolorée	0,09	0,11	0,08	0,10	0,095	0,05
Huile désodorisée	0	0	0	0	0	0

La teneur en chlorophylle de l'huile brute (6,25 ppm) est conforme à la norme (09 ppm). Cependant, l'huile décolorée présente une valeur supérieure à la norme de l'entreprise (0,05ppm). Concernant l'huile désodorisée, la teneur en chlorophylle présente une valeur nulle qui répond à la norme.

La figure IV.4 montre l'évolution de la chlorophylle d'huile de soja au cours du raffinage.



**Figure IV.4 :** Evolution de la chlorophylle des différents échantillons d'huile de soja.

Une diminution légère de la teneur en chlorophylle est remarquable après décoloration. La cause est liée au phénomène d'adsorption (adsorption de la chlorophylle par la terre décolorante).

Une diminution importante de la teneur en chlorophylle après séchage, dû à l'effet de la neutralisation sur les pigments colorés.

#### IV.3.5. Analyse de la teneur en phosphore :

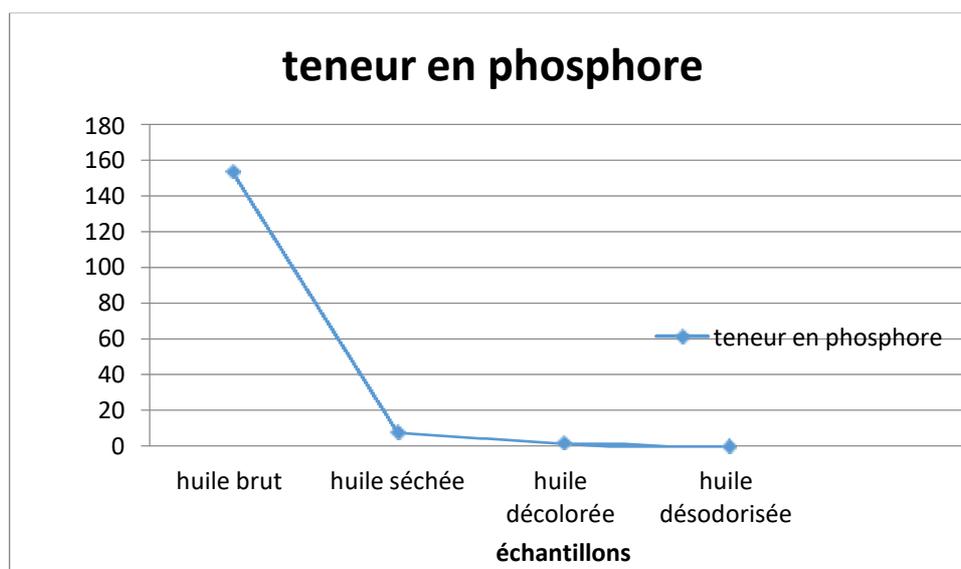
La teneur en phosphore des différents échantillons d'huile de soja est présentée dans le tableau IV.7.

**Tableau IV.7:** Teneur en phosphore des échantillons d'huile de soja

Echantillon	Teneur de phosphore (ppm)					Normes A.O.C.S (2001)
	E1	E2	E3	E4	Moyenne	
<b>Huile brute</b>	138	148	154	176	154	250 ppm
<b>Huile séchée</b>	7	8	6	10	7,75	5 ppm
<b>Huile décolorée</b>	02	1,75	0	03	02	02 ppm
<b>Huile désodorisée</b>	0	0	0	0	0	0

La teneur en phosphore de la majorité des échantillons d'huile est conforme à la norme, sauf pour l'huile séchée où on remarque une légère augmentation qui est sans conséquence majeure pour le reste du raffinage puisque on procède à un point en acide citrique dans cette étape.

La figure IV.5 montre l'évolution de la teneur en phosphore d'huile de soja au cours du raffinage.



**Figure IV.5 :** Evolution de la teneur en phosphore de l'huile de soja au cours du raffinage.

L'élimination d'une grande partie des phospholipides s'opère durant la démulcination par l'action de l'acide citrique ou l'acide phosphorique qui transforme les phospholipides non hydratés en phospholipides hydratés. L'acide agit comme élément chélateur pour les métaux lourds (Ca, Cu, Fe, Mg).

La réduction de la teneur en phosphore se poursuit lors de la décoloration jusqu'à 50 ppm par la fixation de la terre décolorante. L'élimination totale se poursuit à la désodorisation sous l'effet de la température élevée (240°C) responsable de la destruction thermique des phospholipides.

#### IV.3.5. Analyse de l'indice de peroxyde :

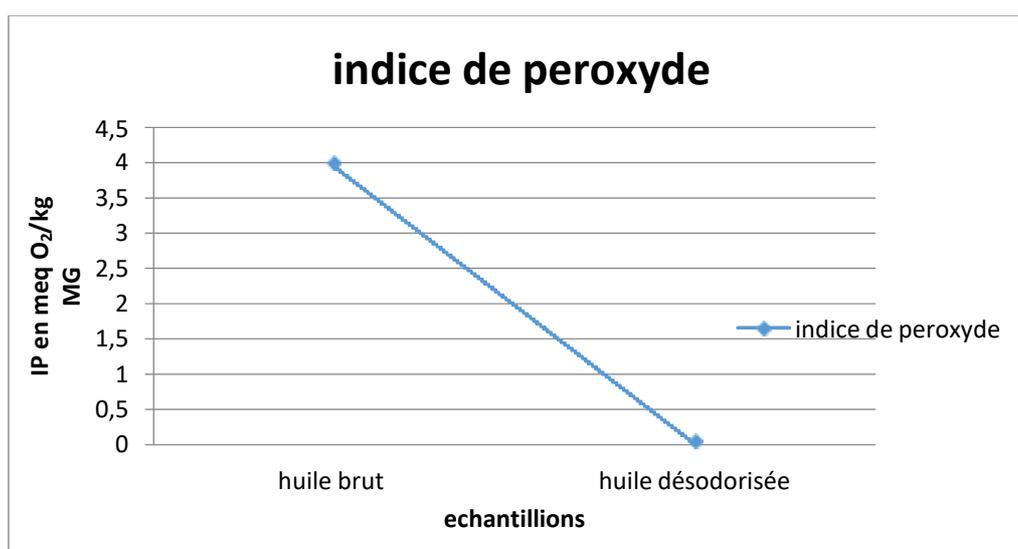
L'analyse de l'indice de peroxyde des différents échantillons d'huile de soja est représentée dans le tableau IV.8.

**Tableau IV.8 :** Résultats de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de soja.

Echantillon	Indice de peroxyde (méq O <sub>2</sub> / Kg MG)					Norme ISO (396, 2007)
	E1	E2	E3	E4	Moyenne	
<b>Huile brute</b>	4,5	3,8	4,6	4	4,22	15 Max
<b>Huile désodorisée</b>	0,2	0	0	0	0.06	01Max

L'indice de peroxyde de l'huile brute et désodorisée répond à la norme de l'entreprise.

La figure IV.6 montre l'évolution de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de soja.



**Figure IV.6 :** Evolution de l'indice de peroxyde de l'huile de soja au cours du raffinage.

Une diminution de l'indice de peroxyde de l'huile de soja durant le raffinage est observée. L'absence d'altération de matière grasse (oxydation des acides gras libres) au niveau de l'huile brute pourrait s'expliquer par la non formation de composés peroxydés à partir des radicaux libres instables (AGL).

L'indice de peroxyde est très faible après désodorisation et cela est dû à la destruction des peroxydes par la terre décolorante et aussi à l'effet de la haute température lors de la désodorisation.

**IV.3.7. Analyse de l'humidité :**

Les résultats du test d'humidité de l'huile de soja des différents échantillons (l'huile brute, séchée, décolorée et désodorisée) sont élargis dans le tableau IV.9.

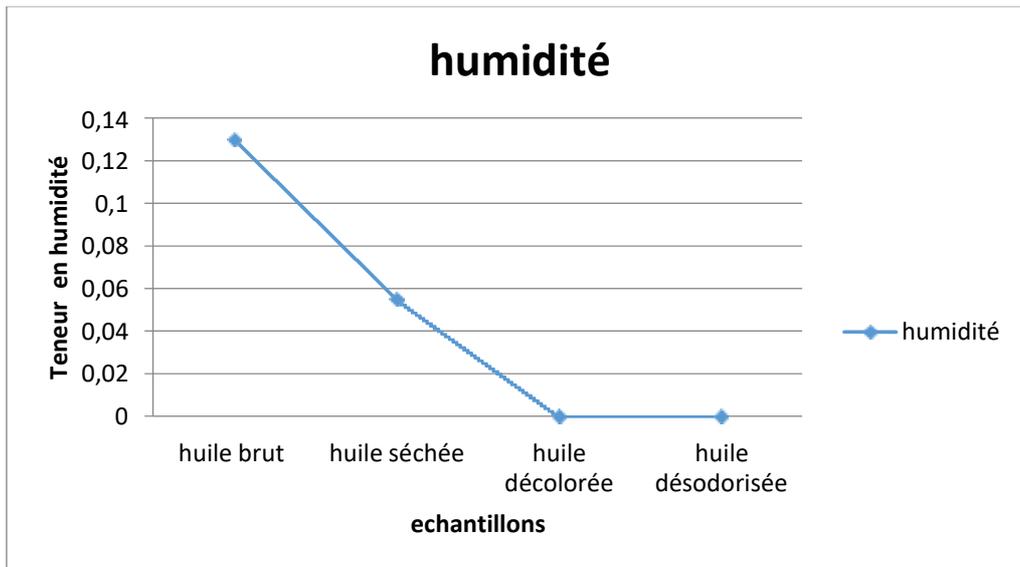
**Tableau IV.9 :** Résultats d'analyse de l'humidité de l'huile de soja.

Echantillon	Résultats en %					Norme ISO, (662, 1998)
	E1	E2	E3	E4	Moyenne	
Huile brute	0,08	0,11	0,018	0,15	0,13	0,2 Max
Huile séchée	0,05	0,06	0,05	0,07	0,055	< 0,05
Huile décolorée	0	0	0	0	0	0
Huile désodorisée	0	0	0	0	0	0

Nous constatons que le taux d'humidité est conforme à tous les niveaux du raffinage (l'huile séchée, décolorée et désodorisée). Cela est dû probablement aux bons paramètres du raffinage et aux stabilités des conditions de production.

La figure IV.7 montre l'évolution de l'humidité au cours de raffinage. Nous remarquons une diminution de la teneur en humidité après séchage et cela est dû à l'effet de la température et du vide (90°C et 60 mb) que l'huile subie durant toutes les étapes du raffinage.

L'absence de l'humidité pour l'huile décolorée et l'huile désodorisée est probablement due à la rétention d'eau par la terre décolorante et l'aspiration des gouttelettes d'eau par le vide de la colonne de désodorisation.



**Figure IV.7 :** Evolution de la teneur en humidité des échantillons d'huile de soja.

*Conclusion*  
*générale*

## Conclusion générale

Durant notre stage effectué au niveau du complexe « CEVITAL », nous avons pu suivre de près le processus de raffinage d'huile de soja en déterminant un ensemble de paramètres physicochimiques et également étudier l'évolution de ces derniers au cours de différentes étapes de traitement.

A partir des résultats des analyses (acidité, traces de savon, couleur, chlorophylle, teneur en phosphore, indice de peroxyde et l'humidité), nous pouvons affirmer qu'elles répondent aux normes utilisé par l'entreprise. Cependant, certaines valeurs non conformes sont trouvées (traces de savon) mais elles ont été très vite corrigées.

La conformité des résultats témoignent de l'application des bonnes pratiques de fabrication par l'entreprise au cours du processus grâce aux compétence du personnel de l'unité et le matériels sophistiqués dont elle dispose et le contrôle effectué à chaque étape du raffinage.

Ce stage ne nous a pas seulement permis d'acquérir et d'approfondir nos connaissances théorique et pratique dans le domaine des corps gras et leurs technologies de production et de transformation, mais aussi de connaître à l'échelle industrielle, les traitements obligatoires et indispensables que subissent les huiles avant leur consommation.

En perspectives, d'autres analyses peuvent être effectués à savoir : l'indice de saponification, l'indice d'iode, l'indice de réfraction, la quantification des acides gras trans et la viscosité, et cela pour mieux optimiser le processus de raffinage afin d'avoir un bon rendement et une bonne qualité d'huile.

*Références*

*bibliographiques*

## Références bibliographiques

- [1] : Uzzan A., Trémolieres J., Serveille Y., Jacquot B., Dupin H. (1980). Corps gras in aliments. Edition ESF : p. 212-238.
- [2] : Darbre G. (1982). Nutrition et santé alimentation. Édition Delta et SPES, Paris : p. 88.
- [3] : Dilmi-Bouras A. (2004). Biochimie alimentaire. Édition Office des publications universitaires : p. 36-72.
- [4] : Roche J. (2005). Composition de la graine de tournesol (*Helianthus annuus* L.) sous l'effet conjugué des contraintes agri-environnementales et des potentiels variétaux. Thèse de doctorat. Université de Toulouse : p. 16.
- [5] : Alais C., linden G., Miclo L. (2008). Lipides. In : « Biochimie alimentaire » . 6<sup>eme</sup> édition de l'abrégée : p. 53-72.
- [6] : Gibon V., Tirtiaux A. (1998). Un raffinage S.O.F.T. Oliagineux, corps gras lipides : p. 371-377.
- [7] : Raffinage des corps gras, éd : beffois, Ddunckerque. P 53-55.
- [8] : « Issad Rebrab, le milliardaire qui dérange » [archive], sur LeMonde, 6 juin 2016.
- [9] : « CEVITAL : troisième en Algérie » [archive], sur Liberté, 23 avril 2014.
- [10] : « Projets de CEVITAL en Italie : La BA autorise le transfert de capitaux » [archive], El Watan, 27 janvier 2015.
- [11] : « Algérie : Malik Rebrab propulsé à la tête de CEVITAL » [archive], sur Jeune Afrique, 12 mai 2019.
- [12] : « Issad Rebrab : Le chiffre d'affaires de CEVITAL passera à 25 milliards de dollars à L'horizon 2025 » [archive], sur Algérie Focus, 4 décembre 2014.
- [13] : Bouchama K., Amer A. (2009). Modélisation sous forme d'un Job Shop Multicritère Partiellement Flexible de l'Atelier de production des huiles de CEVITAL-Bejaia. Thèse de doctorat. Université de Bejaia : p. 7-8.
- [14] : Kebbiche S. (2018). Raffinage des huiles végétales de soja et de tournesol. Mini-projet licence. Université de Bejaia: p. 2.

- [15] : Bounceur A., Nammasse M. (2002). Gestion optimale des silos à céréale de l'entreprise CEVITAL. Rapport de stage. Université de Béjaia.
- [16] : « Unités de stockage de CEVITAL ». [Archive] sur CEVITAL.
- [17] : Haddad R., Roumaine Y. (2017). Suivi de l'évolution des paramètres physico-chimique de l'huile de soja au cours du raffinage chimique à chaud au niveau du complexe CEVITAL. Mémoire de fin de formation : p. 4.
- [18] : CEVITAL .2007 : les huiles et la nutrition [archive].El khabar 5 mai 2016
- [19] : Mehalli Z., Merzouki F. (2017). Mesure de la satisfaction client : Cas de l'huile ELIO de CEVITAL. Mémoire de master. Université de Mouloud Mammeri - Tizi Ouzou.
- [20] : Ollé M. (2002). Analyse des corps gras. Article universitaire Vol. 1 : p. 3325.
- [21] : Bourre J. M. (2003). Diététique du cerveau, la nouvelle donne. Editions Odile Jacob, Paris : p. 127-128.
- [22] : Nathalie Breuleux –Jacquesson. (2007). Dites non au cholestérol. Alpen Edition Pastor, Monaco : p. 38-40.
- [23] : De BRUNETON Jean. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4e ed : p142- 143 -156....174
- [24] : Uccian E. (2022). « Corps gras ». Encyclopaedia Universalis.
- [25] : Cheftel J. C., Cheftel H. (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, Vol. 1 : p. 243-246.
- [26] : Weil J. H. (2001). Structure des lipides. In « Biochimie générale ». Ed. 9. Dunod, Paris : p. 267.
- [27] : Poisson J. P., Narce M. (2003). Corps gras alimentaires : aspect chimiques, biochimique et nutritionnels. In « Lipides et corps gras alimentaires ».Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p.1-2, 17, 36.
- [28] : Leonora R., Yechezkel L. (1968). Progress in phytochemistry. Ed. Pergamon Press. Vol. 1.

- [29] : Herbert E. (1988). Biochimie cours et exercices. Edition méral. Deug PCEM pharmacie : p. 62-63.
- [30] : Didier F. (2011). Huiles végétales : teneurs en matières insaponifiables, Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- [31] : Odile M , Xavier .(2012) Huiles et corps gras végétaux ; ressource fonctionnelles et intérêt nutritionnel ,64p.
- [32] : Sjursnes B. J., Kvittinegn L., Schmid R. (2015). Normal and reversed-phase thin layer chromatography of green leaf extracts. J. Chem. Educ. Vol. 92, 1: p. 193-196.
- [33] : Guignard J. L. (2000). Bases de L'autotrophie végétale. In «Biochimie végétale ». Ed. 2 Dunod, Paris: p. 8.
- [34] : Bucci L. R. (Année). Nutrition Applied to Injury Rehabilitation and Sports Medicine, Ed CRC Press LLC.
- [35] : Touitou Y. (2006). Biochimie : structure des glucides et lipides. Cour extrait à partir la faculté médecine PIERRE et MARIE CURIE Université Paris-VI : p.31-35.
- [36] : Brada S. (2009). Les lipides : structure, propriétés et applications technologiques. Académie de Montpellier : p. 5.
- [37] : Villon A. M. (1980). Les corps gras: huiles, beurres, graisses, suifs, cire, pétrole, vaseline. Publications scientifiques, industrielles et agricoles, de la maison Eugène LACROIX Paris, Vol.45 : p. 8.
- [38] : Wurtz A. (1865). Traité élémentaire de chimie médicale: comprenant quelque notion de toxicologie et les principales applications de la chimie à la physiologie, à la pathologie, à la pharmacie et à l'hygiène. Université Paris Sud, 208 561. Vol. 2.
- [39] :M. Frénot et E .Vierling (2001). Biochimie des aliments ; L'extraction d'huile de soja .2 éme édition Doin, P 79-97.
- [40] : Patrick B. (1999). Le Savon de Marseille, Barbentane. Éditions Equinoxe, coll. « Carrés de Provence » : p. 129.
- [41] : Henri D., Jean-Louis C., Marie-Irene M., Catherine Leyaud-R, (Année). Alimentation et nutrition humaines, esf éditeur 17, Paris.

- [42] : Anita B. (2018). *Transesterification: Process, Mécanisme, and Applications*. Ed. Nova Science Publishers, Paris.
- [43] : Lauro. (2008). *Les lipides*. Éditeur American Lung Association .Chapitre 3 : p. 25.
- [44] : Villiere A., Genot C. (2006). *Approche physico-chimique et sensorielle de l'oxydation des lipides en émulsions. Oléagineux, corps gras ,lipides .Vol.13 : p. 152.*
- [45] : Louis M., Jean-Louis S. (Année). *Manuel de nutrition pour le patient diabétique*. Elsevier masson : p. 250.
- [46] : Organisation mondiale de la santé : *Le rôle des graisses et huiles alimentaires en nutrition humaine*, Rome (1981).
- [47] : William Shurtleff and Akiko Aoyagi . (2004). *History of World Soybean Production and Trade. A Chapter from the Unpublished Manuscript, History of Soybeans and Soyfoods, 1100 B.C. to the 1980s*, p. 1.
- [48] : Li-Yu-Ying, Grandvoininet L. (1912). *Le soja : sa culture, ses usages alimentaires, thérapeutique. Agricoles et industriels*. Vol. 74 (112) : p. 9-10.
- [49] : FAO. (2012). *Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture*.
- [50] : Collomb V., Mayer M. (2007). *Le soja : la reine des légumineuses*. Haute école de santé Genève. Filière Diététique : p. 1-3.
- [51] : Livernais-Saettel (2002). *Source : USDA Nutriment Database*.
- [52] : Rasolohery C. (2007). *Etude des variations de la teneur en isoflavones et de leur composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [Glycine max (L.) Merrill]*. Thèse doctorat. Université de Lille. Service commun de la documentation. Bibliothèque universitaire de Sciences Humaines et Sociales. p. 25.
- [53] : Gravotto G., Boffa L., Mantegna S., Perego P., Avogadro M., Cintas P. (2008). *Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. Ultrasonics Sonochemistry*. Vol. 15: p. 1.
- [54] : Berk Z. (1992). *The soybean*. In « *Technologie of production of edible flours and protein products from soybeans* ». FAO agricultural services bulletin. N°97.

- [55] : ALAIN Lipietz, NATALIE GANDAIS-RIOLLET (16 mars 2007). Soja et de quelques autres plantes agroindustriels. p. 3.article.
- [56] : Cosserrat M. (2007). Le soja : une petite graine de grand intérêt. EchoBio : p.20.
- [57] : Buck D. F. (1981). Antioxydants in soya Oil. JAOCS : p. 275.
- [58] : Messina M. (1999). Soja : conséquence d'une information manipulée. 3<sup>ème</sup> symposium international sur le soja : p. 5-6.
- [59] : Cahoon E. B. (2003). Genetic Enhancement of Soybean Oil for Industrial Uses: prospects and Challenges. 6(1&2): 11-13. ©2003 AgBioForum.
- [60] : Platon, J. F. 1988. Raffinage de l'huile de soja. *American Soybean Association* N°19: P 3-30.
- [61] : Norazlan, Morad and Abd- Aziz, Mustafa Kamal and Mohd-Zin, Rohani (2006). Process design in degumming and bleaching of palm oil. Centre of lipids engineering and applied Research: p. 9-45.
- [62] : Yoshida H., Hirakawa Y., Murakami C., Mizushina Y., Yamade T. (2003). Variation in the content of tocopherols and distribution of fatty acids within soya bean seeds (*glycine max L.*). *Journal of food composition and analysis*. Vol. 16: p. 430.
- [63] : Pouzet A. (1992). Raffinage des corps gras. In: Manuel des corps gras . Tome 1, Tec Doc Lavoisier, Paris: p. 131-136.
- [64] : Platon. J. F. (2007). Raffinage de l'huile de soja. ASA, USB : p. 30.
- [65] : Mustapha, A., Stauffer C. (2002). Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie. *American Soybean Association*. N°23: p. 4-20.
- [66] : Laisney J. (1992). Obtention des corps gras. In Manuel des corps gras. Volume 1. Ed. Tec et doc. Lavoisier : p. 695-768.
- [67] : Mohtadji-Lambillais (1989). Les aliments. Ed. Maloine, Paris : p. 87-103.
- [68] : Sdriban R. (1988). L'industrie des corps gras (Faur L) in Les industries agricoles et alimentaires. Ed Tec et Doc Lavoisier, Paris : p. 265-284.
- [69] : OUIKILI K ET SEKHSOKH S.2011.Asservissement /régulation du débit de la soude nécessaire à la neutralisation des grignons ou de soja .école supérieure de FES ,43 p.

- [70] : Severac E. (2010). Valorisation enzymatique des huiles végétales. Biologie végétale. INSA de Toulouse : p. 75-77.
- [71] : De l'OCDE : Organisation De Coopération et De Développement Economiques (2001). Les biotechnologies au service de la durabilité industrielle ; ED OCDE : p. 103.
- [72] : Cossut J. (2002). Les corps gras : Entre tradition et modernité. Projet de recherche. DESS en QUALIMAPA. Université de Lille (France) : p. 111.
- [73] : Francois R. (1974). Les industries des corps gras, édition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p. 32-192.
- [74] : Denise J. (1982). Raffinage des corps gras. Westhoek editions, Les éditions des Beffrois, Dunkerque, France, p. 31-881
- [75] : Helme J. P. (1984). Influence des techniques sur la qualité des produits alimentaires dans les industries des corps gras. p. 33-125.
- [76] : Cheftel J. C., 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.
- [77] : Graille J. (2003). Lipides et corps gras alimentaires. Edition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p. 23-366.
- [78] : Apfelbaum M., Forra C., Nillus P. (1999). Aliments diététiques et technologies Particulières, lipides d'assaisonnement in Diététique et nutrition. Ed. Masson, Paris : p. 459-336.
- [79] : Ericksson D. R., Wiendermann L. H. (1989). Huile de soja - Méthodes de traitement et utilisations actuelles. American Soybean Association: p. 1-21.
- [80] : Xavier, Morin O., Birot C., Goud M., Faeuilh S., Gouband M. (2010). Science et technologie des aliments. Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. Presses polytechniques et universitaires Romandes : p. 163-179.
- [81] : ROGER Francois. (1974). Les industries des corps gras : biochimie- extraction-raffinage-nuisances et réglementions. Tec et Doc, Lavoisier, Paris : p. 431.
- [82] : Beal D., Berta J., Bougnoux P., J.M, Laloux I., Ledoux M., Legrand P., Quignadboulange A., Schemitt B., Sebdio J. L. (2005). Risques et bénéfices pour la santé des

corps gras apportent par les aliments recommandation. Edition AFSSA : agence française de sécurité sanitaire des aliments.

## Résumé

L'huile brute de soja est une huile de nature végétale. Extraite à partir des graines de soja, il contient des impuretés qui sont nocives à la santé qui doivent être éliminés au cours du raffinage, pour pouvoir être consommée. Ce présent travail réalisé au niveau du complexe agroalimentaire CEVITAL de Bejaia a pour objectif de suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques lors des différentes étapes de raffinage chimique à partir de l'huile brute jusqu'à l'huile fini (désodorisée) ainsi obtenues (acidité, traces de savon, couleur, chlorophylle, indice de peroxyde, phosphore ...etc.). Les résultats illustrent une conformité aux normes de l'entreprise qui révèlent que le procédé chimique est stable et facile à mettre en œuvre, ce qui traduit le bon suivi et l'efficacité des traitements appliqués à différentes stades du raffinage.

**Mots clés :** Soja, raffinage, l'huile de soja, paramètres physico-chimiques.

## Abstract

Crude soybean oil is a vegetable oil. Extracted from soybeans, it contains impurities which are harmful to health which must be removed during refining, to be able to be consumed. This present work carried out at the level of the CEVITAL complex of Bejaia aims to follow the evolution of the physico-chemical parameters during the different stages of chemical refining from crude oil to finished oil (deodorized) thus obtained (acidity, traces of soap, color, chlorophyll, peroxide index, phosphorus ,etc.). The results illustrate compliance with the company's standards which reveal that the chemical process is stable and easy to implement, which reflects the good monitoring and effectiveness of treatments applied at different stages of refining.

**Key words:** Soya, refining, soybean oil, the physico-chemical parameters.

## تلخيص

زيت فول الصويا الخام هو زيت نباتي. مستخلص من فول الصويا يحتوي على شوائب ضارة بالصحة يجب إزالتها أثناء التكرير من أجل استهلاكها. يهدف هذا العمل المنفذ على مستوى مجمع CEVITAL في بجاية إلى متابعة تطور مؤشرات فيزيوكيميائية عبر مراحل مختلفة من الخام إلى الزيت النهائي بدون رائحة وذو ذوق جيد الذي يتم التأكد على جودة الزيت بمختلف التحاليل المتمثلة في: (قياس نسبة الصابون ، اللون ، الكلوروفيل ، مؤشر البيروكسيد ، الفوسفور ، إلخ). توضح النتائج الامتثال لمعايير الشركة التي تكشف أن العملية الكيميائية مستقرة وسهلة التنفيذ ، مما يؤكد المراقبة الجيدة لفعالية الزيت و مردوديته.

الكلمات المفتاحية : الصويا , التكرير , زيت الصويا , المؤشرات الفيزيوكيميائية .