

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : DE TECHNOLOGIE

Département : GENIE DES PROCÉDES

Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Filière : GENIE DES PROCÉDES

Spécialité : GENIE CHIMIQUE

## Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème :

**Analyse comparative du raffinage de l'huile brute de soja:  
étude de qualité et conformité aux normes industrielles au  
niveau de LABELLE.**

Présenté par : *BOUKHECHEM Feriel*

*MEDHKOUR Chahinez Cherifa*

Encadrant : *LAGUEL Selma*

*MAB*

*université BM - Annaba*

## Jury de Soutenance :

MOUMENI Ouarda	MCA	Université BM - Annaba	Président
LAGUEL Selma	MAB	Université BM - Annaba	Encadrant
LOUNIS Manel	MAB	Université BM - Annaba	Examineur

Année Universitaire : 2023/2024

# *Dédicace*

Je dédie ce travail ;

À la reine de mon cœur, ma sœur et ma meilleure amie, ma chère **MAMAN** : qui a été toujours à mes côtés pour m'aider et m'encourager, et qui a attendu avec impatience ce jour pour être fière de moi : Mama mon soleil, ma vie, et mon seul véritable amour  
merci pour tout.

À mon cher **PERE** : Je vous remercie d'avoir répondu à toutes mes exigences tout au long de mes études et pour l'éducation que vous m'avez prodiguées avec tous les moyens, merci papa.

À ma seule armée dans cette vie mes frères : **REDHA, NABIL, et FAROUK.**

A mes très chers sœurs **SONIA, et AYA.**

A mon petit cœur que j'attends avec impatience mon bébé **SANAD.**

A toute ma famille petite et grande ;

À mes grands-parents : **AMAR et HASSINA** Que Dieu vous bénisse tous les deux,  
vous protège pour nous et prolonge votre vie inshallah.

A mon oncle : **BABI**, mes tantes **KARIMA et HOUDA** et les petites princesses

**HADIL, ROUDAINA, et YASMINE.**

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

**FERIEL**

# *Dédicace*

Je tiens à rendre ce petit travail à ceux qui, quels que soient les mots utilisés, je ne pourrais jamais leur faire part de mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect :  
mon cher *PERE*.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable *MERE*.

A mes chères frères *AYOUB, ABDOU* et *MOHAMED*. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A mon adorable amie *KAWTHER*, merci pour vos encouragements, votre amour ainsi que pour les moments inoubliables qu'on vécu ensemble.

A ma chère *GRAND-MERE*. Symbole de courage et source de sagesse en souhaitant  
longue vie

A mes chers oncles *SABRY* et *HAMDI* et ma tante *HAMIDA*, qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études

Sans oublier ma chère binôme *FERIEL*, pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

A tous ceux qui me sont chers, je dis je vous aime de tout mon cœur pour la vie.

**CHAHINEZ CHERIFA**

# *Remerciement*

الحمد لله

Nous remercions Dieu tout-puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la force pour accomplir ce modeste travail.

Nos remerciements vont aussi à notre encadrante Mme **LAGUEL**, pour avoir accepté de nous encadrer et de nous diriger, et pour nous avoir permis de bénéficier de ses conseils éclairés tout au long du développement de notre travail.

Nous tenons aussi à remercier toute l'équipe CGS-LABELLE d'Annaba

Nous tenons également à adresser nos remerciements à ;

Dr, **MOUMENI**, qui a accepté de présider notre soutenance.

Dr, **LOUNIS**, pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

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

## ملخص

زيت فول الصويا الخام هو زيت نباتي طبيعي. فهو مصنوع من فول الصويا، ويجب أن يخضع لعملية تكرير إلزامية قبل استهلاكه، لأن كمية الشوائب التي يحتوي عليها يمكن أن تكون ضارة بصحة الإنسان.

الهدف من هذه الدراسة التي تم إجراؤها في شركة "لابيل" هو قياس ومقارنة ومراقبة تطور المعلمات الفيزيائية والكيميائية خلال المراحل المختلفة للتكرير الكيميائي للزيت. من الزيت الخام الى الزيت منزوع الرائحة (الحموضة، قيمة البيروكسيد، الفوسفاتيدات، اللون والرطوبة) من اجل ضمان الحصول علي زيت نهائي بجودة امنة ومتوافق مع المعايير مع الحفاظ على خصائصه الغذائية والحسية. وتسلسل النتائج المتحصل عليها الضوء على استقرار وسهولة العملية الكيميائية مما يدل على فعالية المراقبة والمعالجات المطبقة في المراحل المختلفة لعملية التكرير.

**الكلمات المفتاحية:** فول الصويا، زيت فول الصويا، التكرير الكيميائي، المعايير الفيزيائية والكيميائية، تركيا، الولايات المتحدة.

## **Abstract**

Crude soybean oil is a natural vegetable oil. Made from soybeans, it must undergo a mandatory refining process before being consumed, because the amount of impurities it contains can be harmful to human health.

The aim of this study carried out within the CGS-LABELLE company is to measure, compare and monitor the evolution of physicochemical parameters during the different stages of chemical refining for the two oils, from raw oil to deodorized oil. (acidity, peroxide value, phosphatides, color and humidity), in order to ensure a finished oil of safe quality and in compliance with standards, while preserving its nutritional and organoleptic properties.

The results obtained highlight the stability and ease of the chemical process, which indicate the effectiveness of the monitoring and treatments applied in the different stages of the refining process.

**Key words :** soybeans, soybean oil, chemical refining, physicochemical parameters, Turkey, United States.

## **Résumé**

L'huile brute de soja est une huile végétale de nature, élaborée à partir des graines de soja. Elle doit être soumise à un processus de raffinage obligatoire avant d'être consommée, car la quantité d'impuretés qu'elle renferme peut-être néfaste pour la santé humaine.

Le but de cette étude menée au sein de l'entreprise CGS-LABELLE est de mesurer, comparer et de suivre l'évolution des paramètres physicochimiques lors des différentes étapes de raffinage chimique pour les deux huiles, de l'huile brute à l'huile désodorisée (acidité, indice de peroxyde, phosphatides, couleur et humidité), afin d'assurer une huile finie de qualité salubre et conforme aux normes, tout en préservant ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques.

Les résultats obtenus mettent en évidence la stabilité et la facilité du processus chimique, qui indiquent l'efficacité du suivi et des traitements appliqués dans les différentes étapes du processus de raffinage.

**Mot clés :** soja, huile de soja, raffinage chimique, paramètres physico-chimiques, Turquie, Etats-Unis.

## Liste des figures

<b>FIGURE 1 : FORMULE DEVELOPPEE D'AGS</b> .....	4
<b>FIGURE 2 : FORMULE DEVELOPPEE D'AGI</b> .....	5
<b>FIGURE 3 : COMPOSITION PANORAMIQUE DES CORPS GRAS ET IMPORTANCE RELATIVE DES PRINCIPALES CLASSES DE COMPOSES</b> .....	6
<b>FIGURE 4 : LES CORPS GRAS SAPONIFIABLES</b> .....	7
<b>FIGURE 5 : LA PLANTES ET LES GRAINES DE SOJA</b> .....	11
<b>FIGURE 6 : LA COMPOSITION DE LA GRAINE DE SOJA</b> .....	12
<b>FIGURE 7 : LES ETAPES DE L'EXTRACTION DE L'HUILE DE SOJA</b> .....	14
<b>FIGURE 8 : LA QUANTITE ANNUELLE PRODUITE DE L'HUILE DE SOJA</b> .....	16
<b>FIGURE 9 : RAFFINAGE DES HUILES PAR VOIE CHIMIQUE</b> .....	19
<b>FIGURE 10 : DEGOMMAGE DE L'HUILE BRUTE DE SOJA</b> .....	20
<b>FIGURE 11 : NEUTRALISATION DE L'HUILE DEGOMMEE</b> .....	21
<b>FIGURE 12 : LAVAGE DE L'HUILE NEUTRALISEE</b> .....	22
<b>FIGURE 13 : SECHAGE DE L'HUILE LAVEE</b> .....	23
<b>FIGURE 14 : DECOLORATION DE L'HUILE LAVEE ET SECHEE</b> .....	24
<b>FIGURE 15 : DESODORISATION DE L'HUILE DECOLOREE</b> .....	25
<b>FIGURE 16 : ENTREPRISE " LABELLE " ET SA SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'ENTREPRISE</b> ...	31
<b>FIGURE 17 : SCHEMA DE L'ENTREPRISE</b> .....	32
<b>FIGURE 18 : ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE</b> .....	33
<b>FIGURE 19 : LES QUATRE ECHANTILLONS D'HUILE AU COURS DU RAFFINAGE CHIMIQUE</b> .....	35
<b>FIGURE 20: DETERMINATION DE L'ACIDITE</b> .....	37
<b>FIGURE 21 :DETERMINATION DE L'IP</b> .....	39
<b>FIGURE 22 : DETERMINATION DE LA COULEUR AVEC LE COLORIMETRE LOVIBOND</b> .....	41
<b>FIGURE 23 : DETERMINATION DE L'HUMIDITE</b> .....	42
<b>FIGURE 24: EVOLUTION DE L'ACIDITE D'HUILE BRUTE DE SOJA PROVENANT DES ETATS UNIS ET TURQUIE AU COURS DU RAFFINAGE</b> .....	45
<b>FIGURE 25 : EVOLUTION DE L'INDICE DE PEROXYDE D'HUILE BRUTE PROVENANT DES ETATS UNIS ET LA TURQUIE AU COURS DES ETAPES DU RAFFINAGE</b> .....	47
<b>FIGURE 26 : EVOLUTION DE TAUX DES PHOSPHATIDES DES HUILES DE SOJA PROVENANT DES ÉTATS-UNIS ET LA TURQUIE AU COURS DES ETAPES DE RAFFINAGE</b> .....	48
<b>FIGURE 27 : EVOLUTION DE L'HUMIDITE D'HUILE DE SOJA PROVENANT DES ETATS UNIS ET LA TURQUIE AU COURS DES ETAPES DU RAFFINAGE</b> .....	50

<b>FIGURE 28 :</b> EVOLUTION DE LA COULEUR D’HUILE DE SOJA D’ETATS UNIS AU COURS DES ETAPES DE RAFFINAGE.....	51
<b>FIGURE 29 :</b> HUILE FINIE D’ORIGINE AMERICAINE .....	52
<b>FIGURE 30 :</b> EVOLUTION DE LA COULEUR D’HUILE DE SOJA DE LA TURQUIE AU COURS DES ETAPES DE RAFFINAGE.....	52
<b>FIGURE 31 :</b> HUILE FINIE D'ORIGINE TURQUE.....	53

## Listes des tableaux

<b>TABLEAU 1 : NOMENCLATURE DES ACIDES GRAS SATURES .....</b>	<b>4</b>
<b>TABLEAU 2 : NOMENCLATURE DES ACIDES GRAS INSATURE .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLEAU 3 : COMPOSITION CHIMIQUE REPRESENTATIVE DES GRAINES DE SOJA.....</b>	<b>11</b>
<b>TABLEAU 4 : LES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DU SOJA.....</b>	<b>12</b>
<b>TABLEAU 5 : COMPOSITION EN NUTRIMENTS POUR 100G DE SOJA.....</b>	<b>12</b>
<b>TABLEAU 6 : COMPOSITION EN ACIDES GRAS DE L'HUILE DE SOJA.....</b>	<b>15</b>
<b>TABLEAU 7 : CONSTITUANTS MINEURS DE L'HUILE DE SOJA .....</b>	<b>15</b>
<b>TABLEAU 8: INFORMATIONS SUR LES ECHANTILLONS ET PRELEVEMENTS.....</b>	<b>36</b>
<b>TABLEAU 9 : NORMES APPLIQUEES A TOUS LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES ECHANTILLONS D'HUILES .....</b>	<b>43</b>

## Liste des abréviations

**AGS** : acide gras sature.

**AGI** : acide gras insaturé.

**AG** : acide gras.

**°C** : degré Celsius.

**KOH** : hydroxyde de potassium.

**NaOH** : hydroxyde de sodium.

**Kcal** : kilo calories.

**KJ** : kilo joule.

**g** : gramme.

**Cm** : centimètre

**M** : mètre.

**Mm** : milli mètres.

**MT** : million tonnes.

**Kg** : kilo grammes.

**Mg** : magnésium.

**Fe** : fer.

**Zn** : zinc.

**CGS** : corps gras du Seybouse.

**ENCG** : l'entreprise national de corps gras.

**EPE** : Entreprise publique économique.

**SPA** : société par action.

**ISO** : International Standard Organisation.

**M<sup>2</sup>** : mètre cares.

**T** : tonnes.

**J** : jours.

**L** : litre.

**PET** : Polyéthylène téréphtalate

**ML** : milli litre.

**N** : normalité.

**AGL** : Acide gras libre

**Meq d'O<sub>2</sub>/Kg** : milliéquivalents d'oxygène peroxydique lié par kilogramme

**Min** : minute

**IP** : indice de peroxyde

**HcL** : L'acide chlorhydrique

**CG** : corps gras

**TG** : triglycéride

# Sommaire

ملخص.....	- 1 -
ABSTRACT.....	- 2 -
RESUME.....	- 3 -
LISTE DES FIGURES.....	- 4 -
LISTES DES TABLEAUX.....	- 6 -
LISTE DES ABREVIATIONS.....	- 7 -
INTRODUCTION GENERALE.....	1

## CHAPITRE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.....	3
1 GENERALITES SUR LES CORPS GRAS.....	3
1.1 DEFINITION DES CORPS GRAS.....	3
1.2 DEFINITION DES ACIDES GRAS.....	3
1.2.1 Les acides gras saturés (AGS).....	4
1.2.2 Les acides gras insaturés (AGI).....	4
1.3 COMPOSITION DES CORPS GRAS.....	5
1.4 CLASSIFICATION DES CORPS GRAS.....	6
1.5 PROPRIETES DES CORPS GRAS.....	7
1.5.1 Propriétés physiques.....	7
1.5.2 Propriétés chimiques.....	8
1.5.2.1 Les propriétés liées à la fonction carboxyle.....	8
1.5.2.2 Les propriétés liées aux doubles liaisons.....	9
1.6 VALEURS NUTRITIONNELLES DES CORPS GRAS.....	10
2 LA GRAINE DE SOJA.....	10
2.1 HISTORIQUE ET ORIGINE DE SOJA.....	10
2.2 DEFINITION ET DESCRIPTION.....	10
2.3 COMPOSITION DE LA GRAINE.....	11
2.4 PRODUCTION MONDIALE.....	12
2.5 VALEUR NUTRITIONNELLE DU SOJA.....	12

2.6	PRODUITS ALIMENTAIRES A BASE DE SOJA .....	13
3	L'HUILE DE SOJA.....	13
3.1	EXTRACTION DE L'HUILE DE SOJA.....	14
3.2	COMPOSITION DE L'HUILE DE SOJA.....	15
3.2.1	Composition en acides gras et autres constituants .....	15
3.3	PRODUCTION MONDIALE DE L'HUILE DE SOJA .....	16
4	RAFFINAGE DE L'HUILE DE SOJA .....	16
4.1	MATIERE PREMIERE .....	16
4.2	DEFINITION ET ROLE DU RAFFINAGE.....	16
4.3	LES CONSTITUANTS ELIMINES AU COURS DU RAFFINAGE .....	17
4.4	LES TYPES DE RAFFINAGE.....	18
4.4.1	Le raffinage physique (désacidification).....	18
4.4.2	Le raffinage enzymatique.....	18
4.4.3	Le raffinage chimique .....	19
4.4.3.1	Les étapes de raffinage chimique .....	20
4.5	AVANTAGES DU RAFFINAGE CHIMIQUE.....	25
	CONCLUSION .....	25
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	27

## **CHAPITRE 2 : PARTIE EXPERIMENTALE**

	INTRODUCTION.....	30
1	PRESENTATION DE L'ENTREPRISE LABELLE .....	30
1.1	CAPACITE DE PRODUCTION .....	32
1.2	ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE .....	32
1.3	LES DIFFERENTES UNITES DE L'ENTREPRISE.....	33
2	PARTIE EXPERIMENTALE.....	35
2.1	MATERIELS ET METHODES.....	35
2.2	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES EFFECTUEES SUR LES HUILES .....	35
2.2.1	Echantillonnage.....	35
2.2.2	Analyses chimiques .....	36
2.2.3	Analyses physiques .....	40

3	RESULTATS ET DISCUSSION .....	43
3.1	NORMES DE PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES APPLIQUEES PAR L'ENTREPRISE A L'ENSEMBLE DES ECHANTILLONS D'HUILES .....	43
3.2	EFFETS DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES HUILES DE SOJA AU COURS DU RAFFINAGE CHIMIQUE.....	44
3.2.1	Effets de l'acidité .....	44
3.2.2	Effets de l'indice de peroxyde .....	46
3.2.3	Effets des phosphatides.....	48
3.2.4	Effets de l'humidité.....	49
3.2.5	Effets de la couleur .....	51
	CONCLUSION .....	53
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	54
	CONCLUSION GENERALE .....	56

**INTRODUCTION**  
**GENERALE**

### INTRODUCTION GENERALE

Les corps gras alimentaires jouent un rôle crucial dans notre alimentation car ils contiennent une grande quantité d'acides gras essentiels, de vitamines et de minéraux. Il s'agit d'huiles et de graisses provenant de plantes ou d'animaux. Cependant, près de la moitié des corps gras utilisés dans le monde proviennent des huiles d'origine végétale, qui peuvent être extraites des graines ou des fruits de la plante oléagineuse.

La graine de soja est l'oléagineux le plus couramment utilisé à l'échelle mondiale et les produits qui en découlent font désormais partie des produits agroalimentaires les plus répandus à l'échelle mondiale. Effectivement, malgré une présence discrète du commerce du soja dans les médias, le soja et ses coproduits jouent un rôle essentiel dans le développement de l'élevage et l'approvisionnement de nombreuses entreprises [1].

La production d'huile commerciale consiste en une série d'étapes de trituration des graines, effectuées dans des unités de transformation, afin d'obtenir un produit brut. Ensuite, il y a un raffinage, qui consiste en une série d'opérations qui ont chacune leurs propres objectifs. Différents raffinages existent, dont le choix dépend de la nature de l'huile, de sa qualité et des objectifs visés. Dans cette situation, l'objectif du raffinage est de supprimer les acides gras libres, les produits d'oxydation, les arômes désagréables, les colorants, les produits toxiques (comme les pesticides et les glycosides), ainsi que les phospholipides et les métaux (comme le fer et le cuivre) qui sont généralement liés à des organiques [2,3].

Nous avons réalisé notre stage au sein de CGS-LABELLE, où nous avons conduit diverses analyses physico-chimiques sur les huiles brutes de soja en provenance des États-Unis et de la Turquie à différentes étapes de leur raffinage, ainsi que sur les huiles finies de l'industrie LABELLE. De plus, nous avons procédé à des comparaisons entre ces deux types d'huiles, en évaluant différents paramètres conformément aux normes ISO9001 version 2000 suivies par l'entreprise.

Notre travail est structuré en deux chapitres distincts :

Dans le premier chapitre, nous avons examiné les corps gras, le processus de raffinage de la graine de soja et la production de son huile. Nous avons analysé également les différentes étapes du raffinage de l'huile de soja, les divers types de raffinage, ainsi que leur impact sur les propriétés des huiles résultantes.

Le deuxième chapitre est dédié aux analyses physico-chimiques réalisées au sein du laboratoire chimique de l'entreprise (l'acidité, l'indice de peroxyde, les phosphatides, la couleur, et

l'humidité) ainsi qu'à l'évolution des différents résultats obtenus tout au long du processus de raffinage.

**CHAPITRE 1**  
**REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

## INTRODUCTION

Les matières grasses constituent, en effet l'une des ressources énergétiques principale en alimentation humaine. A côté de l'aspect énergétique, les graisses sont aussi vectrices de vitamines liposolubles, d'acides gras essentiels et autres constituants mineurs, bénéfiques pour notre santé.

Comme les acides gras sont source d'énergie, le soja est considéré l'une des principales cultures au niveau mondial, Comme une excellente source de protéines et de vitamines. En supplément l'huile de soja, qui est également connu par sa richesse en bienfaits et aussi pour son utilisation dans de nombreux domaines tels que la peintures et comme base pour diverses encres.

Le premier chapitre est une recherche bibliographique se compose de trois parties ;

- La première partie concerne les corps gras, sa composition, ses propriétés, et les valeurs nutritionnelles.
- La deuxième partie traite de manière extensive la graine de soja, et son huile.
- Finalement, la troisième partie est consacré pour les étapes de raffinage de l'huile de soja, les types de raffinage, et son effet sur les huiles.

## 1 GENERALITES SUR LES CORPS GRAS

### 1.1 DEFINITION DES CORPS GRAS

Les Corps gras sont diverses matières fluides ou concrètes, plus ou moins colorées, onctueuses, inflammables, susceptibles à l'état concret de se liquéfier sous l'action de la chaleur, peu ou point solubles dans l'eau et dans l'alcool, et formant des savons avec les alcalis.

Les corps gras sont d'origine végétale ou animale [4].

### 1.2 DEFINITION DES ACIDES GRAS

Les acides gras sont des groupes carboxyliques composés de carbones ramifiés ou linéaires, contenant plus de quatre atomes de carbone saturés.

Ils se distinguent par la longueur de la chaîne qui varie de 4 à 32 atomes, ainsi que par le nombre de doubles liaisons entre ces atomes de carbones [5].

### 1.2.1 Les acides gras saturés (AGS)

Les acides gras saturés se distinguent par une chaîne aliphatique (linéaire) où les atomes de carbone sont reliés par des liaisons simples C-C. Leur formule générale est  $H_3C-(CH_2)_n-COOH$ , où n représente un nombre entier supérieur ou égal à 2 [5]. Leur formule développée donne :

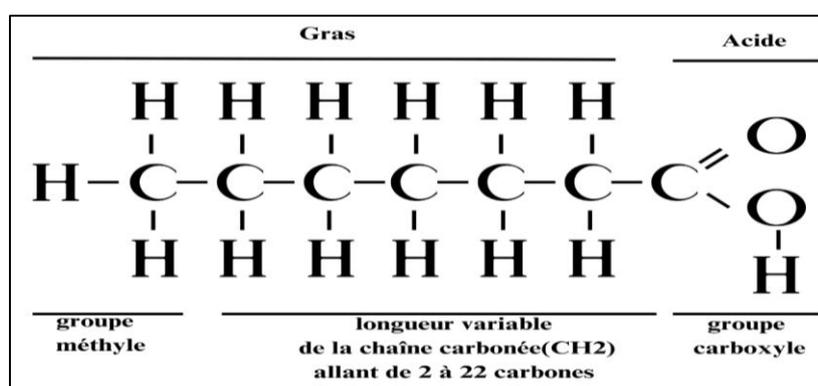


Figure 1 : formule développée d'AGS

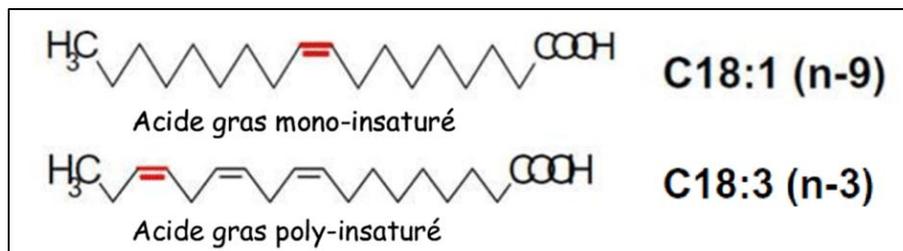
Tableau 1 : nomenclature des acides gras saturés

Nombre de carbones	Nom usuel	Nom chimique international	Symbole	Formule chimique semi-développée
16	Acide palmitique	Acide hexadécanoïque	C16 :0	$H_3C-(CH_2)_{14}-COOH$
18	Acide stéarique	Acide octodécanoïque	C18 :0	$H_3C-(CH_2)_{16}-COOH$
20	Acide arachidique	Acide eicosanoïque	C20 :0	$H_3C-(CH_2)_{18}-COOH$
22	Acide béhénique	Acide docosanoïque	C22 :0	$H_3C-(CH_2)_{20}-COOH$

### 1.2.2 Les acides gras insaturés (AGI)

Les acides gras insaturés se distinguent par la présence, dans leur chaîne aliphatique (linéaire), de doubles liaisons C=C entre les atomes de carbone. On distingue deux types d'acides gras insaturés : les mono-insaturés (une seule double liaison) et les polyinsaturés (deux doubles liaisons).

liaisons ou plus) [5]. La formule développée des acides gras mono-insaturés et polyinsaturé est la suivante :



**Figure 2 :** formule développée d'AGI.

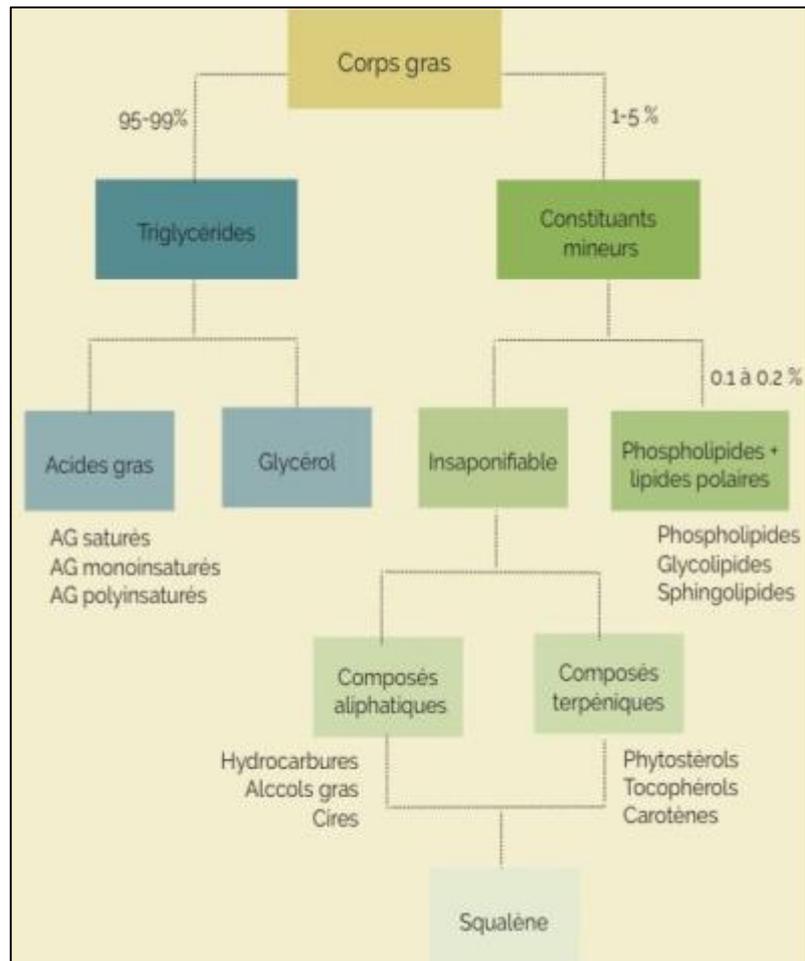
**Tableau 2 :** nomenclature des acides gras insaturé

Nombre de carbones	Nom usuel	Nom international	Nomenclature physiologique
<b>Acide gras mono -insaturé</b>			
<b>16</b>	Acide palmitoléique	Acide 9Z-hexadécénoïque	C16 :1 ω-7
<b>18</b>	Acide oléique	Acide 9Z-octadécénoïque	C18 :1 ω-9
<b>Acide gras poly-insaturé</b>			
<b>18</b>	Acide linoléique	Acide 9Z,12Z-octadécadiénoïque	C18 :2 ω-6
<b>18</b>	Acide α-linolénique	Acide 9Z,12Z,15Z-octadécatriénoïque	C18 :3 ω-3

## 1.3 COMPOSITION DES CORPS GRAS

Les substances grasses (huiles ou graisses) sont composées de divers composants, dont un aperçu est présenté dans la figure 3.

Les triglycérides sont majoritaires (95-99%) : Les triglycérides sont composés de glycérol (3-5%) et d'acides gras (90-95%), D'autres composants sont présents dans la nature en faibles quantités : les phospholipides (0,1-0,2%) et les composés dits insaponifiables appartenant à la fraction non glycéridique, représentés principalement par les stérols, les tocophérols et les tocotriénols (0,1-3%), les caroténoïdes, alcools terpéniques, squalène et composés phénoliques. [6].



**Figure 3 :** Composition panoramique des corps gras et importance relative des principales classes de composés.

## 1.4 CLASSIFICATION DES CORPS GRAS

Les lipides ont été classés de différentes manières.

**a) En fonction de l'origine :** Les corps gras peuvent être d'origines très différentes :

- *D'origine animale :* Le lait, la crème, le beurre, les fromages, les viandes et les poissons consommés...
- *Origine végétale :* On peut identifier les huiles et les margarines parmi les graisses d'origine végétale.

**b) En fonction du point de fusion :** Les huiles et les graisses sont généralement distinguées par leur point de fusion.

- Les huiles sont des corps gras liquides à une température de 15 °C.
- Les graisses sont plus ou moins solides à une température de 15°C ; elles sont également appelées « concrètes ».

En ce qui concerne la composition chimique, les corps gras alimentaires sont principalement composés de lipides. Ces lipides peuvent être divisés en deux catégories : les saponifiables (à base d'acides gras) et les insaponifiables (à base d'isoprène) [7].

Nous savons qu'une division rationnelle peut être établie entre différents corps gras, les uns sont saponifiables et que quelques autres ne le sont pas. D'autre part, parmi les corps gras saponifiables, les uns fournissent la glycérine, tandis que d'autres n'en donnent point.

Enfin les acides gras se divisent en acides volatils et en acides fixes ; nous aurons encore là un moyen de classement qui nous sera fort utile dans notre étude. Nous aurons donc [8] :

- **Corps gras saponifiables**

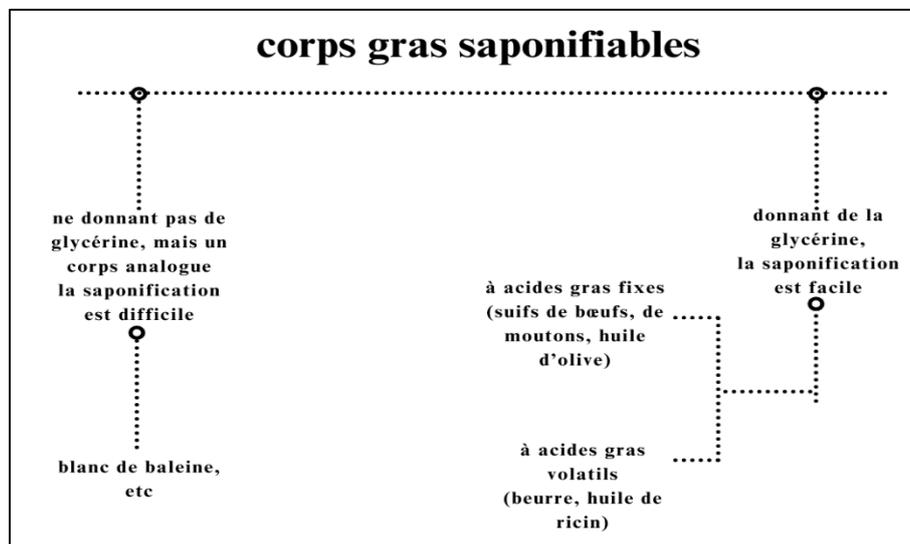


Figure 4 : les corps gras saponifiables

- **Corps gras non saponifiables** : cholestérine, castorine, etc [8].

## 1.5 PROPRIETES 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 [9].

### 1.5.1 Propriétés physiques

- **La solubilité**

Dépend de la longueur et du degré d'insaturations de la chaîne carbonée, et elle peut varier en fonction de la présence d'une ou plusieurs insaturations [10].

- **À la température ambiante**

Les huiles sont fluides tandis que les graisses sont concrètes, ce qui s'explique par la différence de composition en acide gras. Les acides gras insaturés à bas point de fusion sont présents dans les premières, tandis que les acides gras saturés solides sont présents dans les secondes. Ainsi, elle est influencée par le taux d'insaturation et la longueur de la chaîne, qui augmentent avec l'augmentation de la chaîne et diminuent avec l'augmentation du nombre de doubles liaisons. Les huiles se fondent à environ 10 °C, le beurre à environ 20 °C et les graisses à environ 40 °C [11].

- **La Densité**

Ils ont une densité moindre que celle de l'eau. Les corps gras neutres ont une densité comprise entre 0,900 et 0,940, tandis que les acides gras minéraux ont une densité comprise entre 0,900 et 1,000 [12].

- **Le Point d'ébullition**

La température à laquelle un acide gras ébullit est liée à la longueur de la chaîne de carbone. En revanche, le nombre de liaisons doubles n'a aucun impact sur ce paramètre [13].

- **L'état et apparence**

Les corps gras purs sont blancs, mais ils peuvent être plus ou moins colorés en jaune ou en brun foncé. Les corps gras végétaux sont toujours composés de chlorophylle. [7]

- **La viscosité**

S'accroît avec le poids moléculaire et diminue lorsque l'insaturation augmente [7].

- **La conductibilité électrique**

Toutes les huiles sont bonnes conductrices d'électricité, sauf l'huile d'olive [7].

### 1.5.2 Propriétés chimiques

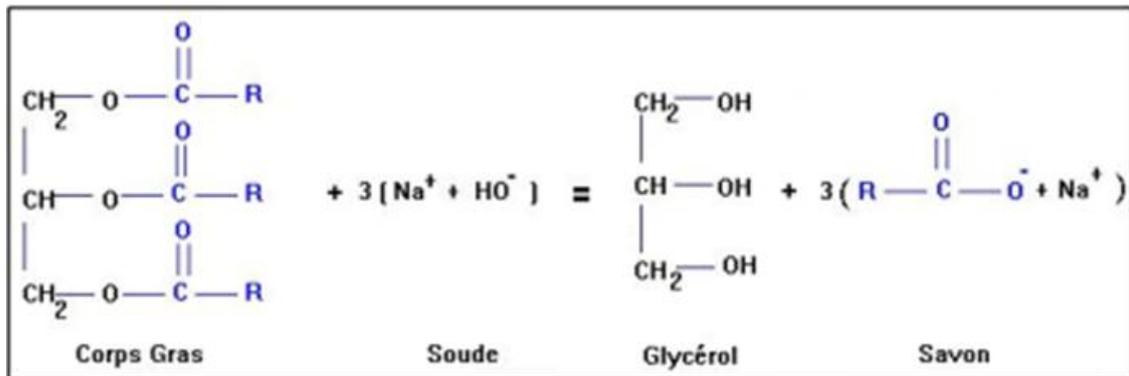
Les propriétés chimiques des glycérides sont principalement influencées par celles des acides gras qui les composent.

#### 1.5.2.1 Les propriétés liées à la fonction carboxyle

- **Hydrolyse et saponification**

L'hydrolyse des triglycérides permet la libération d'un ou plusieurs A.G.

L'acide sulfurique peut être utilisé pour la réaction ou par voie enzymatique. L'hydrolyse alcaline par KOH ou NaOH est utilisée pour la saponification, ce qui entraîne la création de savons contenant des cations monovalents ou bivalents : les savons naturels sont des sels de sodium.



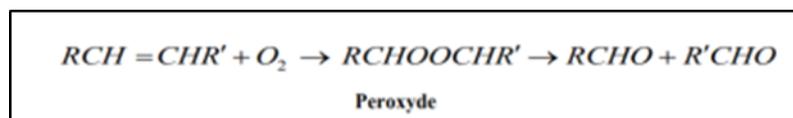
### 1.5.2.2 Les propriétés liées aux doubles liaisons

- **Hydrogénation**

En présence de catalyseurs (nickel finement divisé), l'hydrogénation se produit en utilisant un courant d'hydrogène, ce qui saurait les doubles liaisons des A.G insaturés des triacylglycérols. On utilise cette réaction dans l'industrie alimentaire afin d'optimiser la préservation des graisses.

- **Oxydation**

Est d'autant plus significative qu'il existe des liaisons doubles. Le processus d'oxydation des corps gras débute toujours par la création de peroxydes instables qui se décomposent rapidement pour former des composés oxygénés volatils à chaîne courte : les aldéhydes et les cétones. Ces substances sont à l'origine de l'odeur et du goût désagréables propres au processus de rancissement.



- **Fixation des halogènes**

Au niveau de la température habituelle, l'iode se fixera sur la ou les doubles liaisons, créant ainsi un dérivé halogéné de l'acide gras insaturé (2 atomes d'iode par liaison double). On utilise cette réaction pour déterminer la part d'acides gras insaturés d'une matière grasse. En réalité, cela consiste à évaluer la capacité des acides gras à rancir : plus il y a de modifications sur l'acide gras, plus il serait sensible à l'oxygène [7].

### 1.6 VALEURS NUTRITIONNELLES DES CORPS GRAS

Trois principales sources d'énergie pour l'homme sont les protéides, les glucides et les lipides. La valeur énergétique des lipides est la plus élevée : 9 Kcal (37.7 kJ/g) contre 4 Kcal (16.7 kJ/g) pour les protéides et les glucides. Les lipides sont également considérés comme une source d'acides gras essentiels. Les corps gras jouent également un rôle crucial dans le transport et le stockage de certaines vitamines liposolubles (A, D, E, K), ainsi que dans la formation des membranes cellulaires, la production d'hormones, la protection contre le froid et la santé du système nerveux, entre autres. Il est également riche en vitamine B9 (renouvellement cellulaire), ce qui est très bénéfique pour les femmes enceintes pour le développement du bébé, et pour les enfants en développement, ainsi que pour les individus en phase de convalescence) et une source de vitamine B1 (pour le fonctionnement du cœur, l'énergie et le système nerveux). Il renferme également : de la vitamine C, du fer, du zinc, du calcium, ainsi que des isoflavones, des composés antioxydants actuellement très étudiés dans la lutte contre le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose et les signes de la ménopause [14].

## 2 LA GRAINE DE SOJA

### 2.1 HISTORIQUE ET ORIGINE DE SOJA

L'histoire du soja en tant qu'aliment humain a commencé bien plus tôt, il y a peut-être 2 000 ans en Chine, vers la fin de la dynastie Shang [15].

### 2.2 DEFINITION ET DESCRIPTION

Le soja est une plante herbacée légumineuse, annuelle, à tiges dressées, de 80 à 90 cm de haut, et peut atteindre 1,20 à 1,50 m dans de bonnes conditions. Les feuilles sont alternes, composées et trifoliées, avec des pétioles de 10 à 15 cm de long. Les fleurs sont très petites, en forme de papillon et leur couleur varie du lilas au violet foncé. Leur calice est gampétal à cinq lobes pointus ; la corolle est un papillon à dix étamines biflores (ç étamines fusionnées et 1 étamine libre ; l'ovaire unique libre contient deux à cinq ovules) ;

Les graines sont de couleurs variées : jaunes, rouges, brunes, noires, vertes, panachées : leur forme est plus ou moins ovale ou ronde leur diamètre est de 4 à 7 mm ; Comme pour toutes les légumineuses, les racines présentent des nodules, mais chez le soja, la taille des bosses est très visible [16].



**Figure 5 :** La plantes et les graines de soja

### 2.3 COMPOSITION DE LA GRAINE

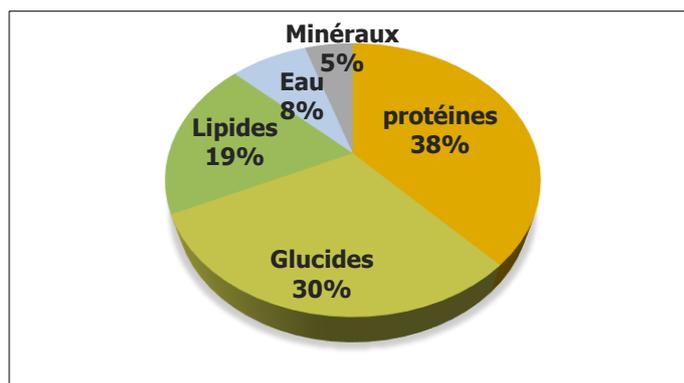
Le soja est une excellente source de protéines et d'acides aminés à haute valeur nutritionnelle., De plus, le soja contient près de 20 % de lipides et d'huile de soja [17], elle contient également une grande quantité de vitamines hydrosolubles (B1, B2), de vitamines liposolubles A, D et E, ainsi que de minéraux tels que le magnésium, le fer et le phosphore.

La composition du soja peut varier légèrement selon la variété et les conditions de culture. Grâce à la sélection, on peut obtenir des variétés ayant une teneur en protéines comprise entre 40 et 45 % et une teneur en lipides comprise entre 18 et 20 %.

Une augmentation de 1 % de la teneur en protéines est généralement associée à une diminution de 0,5 % de la teneur en lipides [18].

**Tableau 3 :** composition chimique représentative des graines de soja

Partie de la graine	Poids de la graine entière %	% base matière sèche			
		Protéines N x 6.25	Lipides	Glucides (yc. Fibres)	Cendres
<b>Cotylédon</b>	90	43	23	43	5
<b>Pellicule</b>	8	9	1	86	4.3
<b>Hypo cotyle</b>	2	41	11	43	4.4
<b>Graine entière</b>	100	40	20	35	4.9



**Figure 6 :** la composition de la graine de soja

## 2.4 PRODUCTION MONDIALE

La production mondiale du soja en 2009 est de 255.02 MT [19], et pour la saison 2023/24 devrait augmenter de 4,9 % par rapport à la saison précédente, passant de 378,2 à 396,7 Mt. Les principaux producteurs sont :

**Tableau 4 :** les principaux pays producteurs du soja

Pays	Etats-Unis	Brésil	Argentine	Chine
<b>Pourcentage de production(%)</b>	34%	25.3 %	18%	6.8%

## 2.5 VALEUR NUTRITIONNELLE DU SOJA

En raison de sa riche teneur en acides aminés essentiels, le soja peut être utilisé à la place de la viande [20]. Une portion (60 g) de soja sec couvre une partie importante des besoins quotidiens en fibres, ce qui équivaut à 2 kg de légumes verts [21]. Le tableau 5 présente la composition de 100 g de soja [22].

**Tableau 5 :** composition en nutriments pour 100g de soja

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 ne contient pas de cholestérol et a un rôle dans la réduction du cholestérol grâce aux isoflavones et aux phytostérols [21]. Certaines études ont montré que la consommation régulière de soja peut aider à prévenir certaines maladies, comme l'ostéoporose et le cancer [23]. De plus, les tocophérols et la lécithine de soja ont des propriétés antioxydants [24].

Le soja contient également des composés indésirables tels que : le facteur inhibiteur de la trypsine, l'hémagglutinine qui est un inhibiteur de croissance du goitre qui perturbe la fonction thyroïdienne et l'acide pythique qui empêche l'absorption des minéraux essentiels (Mg, Fe et Zn) [25].

### 2.6 PRODUITS ALIMENTAIRES A BASE DE SOJA

Les aliments à base de soja sont extrêmement nombreux et très diversifiés. Ils peuvent être classés comme suit [26] :

- ✚ Le lait de soja et ses produits dérivés.
- ✚ La farine de soja ainsi que ses composés.
- ✚ L'huile de soja ainsi que les dérivés (tourteaux).
- ✚ Le soja en tant que légume.
- ✚ Condiments fabriqués à partir de soja fermenté.
- ✚ Produits de confiserie
- ✚ Le soja en tant que café.

### 3 L'HUILE DE SOJA

L'huile de soja présente une texture fluide d'un jaune plus ou moins foncé en fonction de la nature des graines et des méthodes d'extraction utilisées. Elle est fraîche et a une saveur d'haricot assez forte qui s'atténue progressivement. Elle contient une grande quantité d'acides gras polyinsaturés, en particulier d'acides gras  $\alpha$  linoléiques. On l'utilise pour les assaisonnements. Elle est très utile pour la reconstruction des cellules nerveuses et cérébrales en raison de sa teneur en lécithine. Les lécithines jouent en effet un rôle dans le transport des esters de cholestérol, des sels biliaires et des lipoprotéines. Les huiles de soja sont conseillées pour les individus atteints de nervosité et de diabète. Le fait qu'il soit facilement digeste en fait une excellente alternative à l'huile d'olive pour ceux qui ne peuvent pas la tolérer [1].

### 3.1 EXTRACTION DE L'HUILE DE SOJA

Toutes les cellules et graines végétales contiennent une certaine quantité de lipides, en plus des glucides et protéines, pour leur garantir une bonne croissance dans des conditions parfaites. Cependant, les graisses et huiles se trouveront en quantités suffisantes pour assurer leur germination et croissance au cours des premiers jours de leur plantation [27].

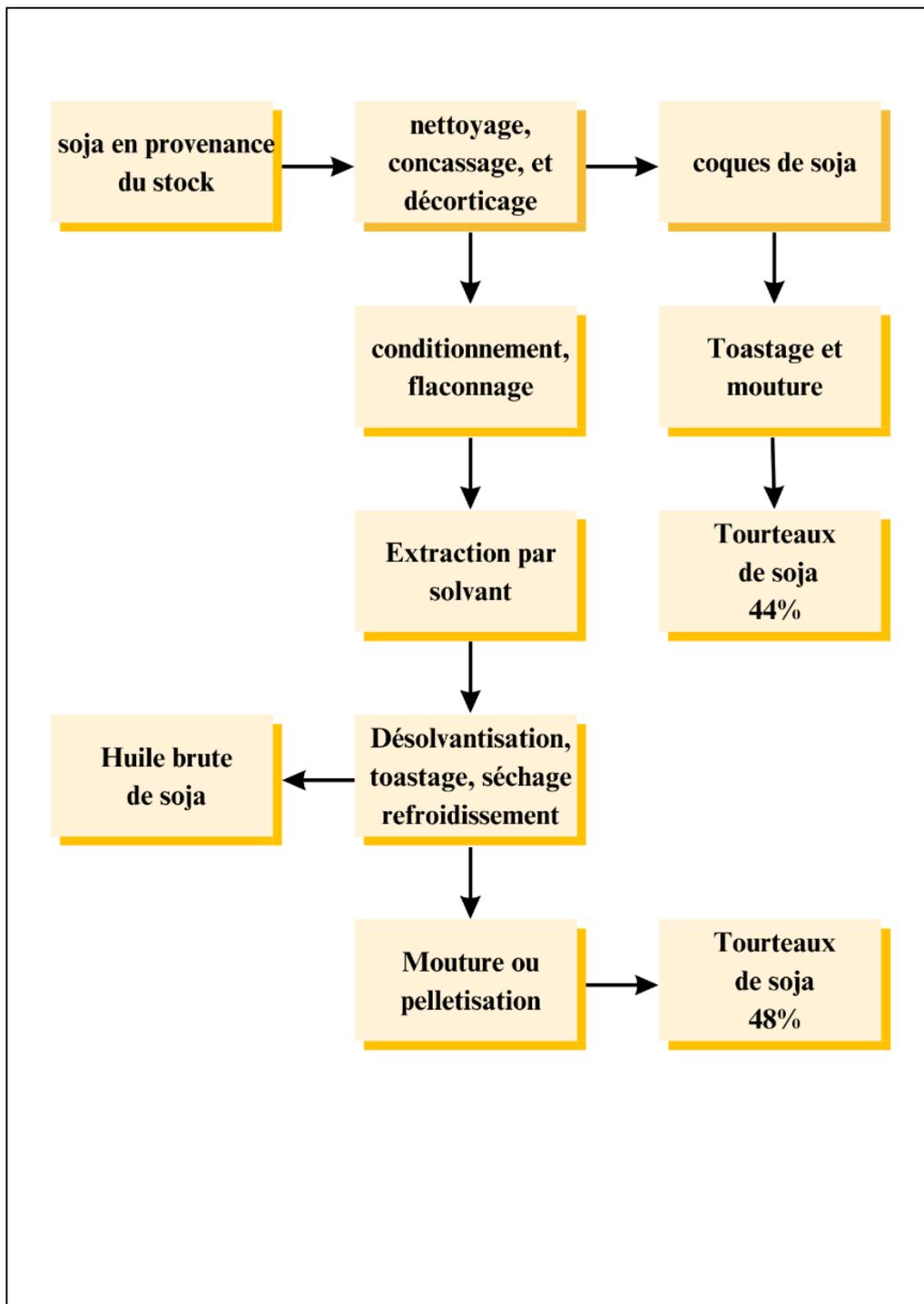


Figure 7 : les étapes de l'extraction de l'huile de soja

## 3.2 COMPOSITION DE L'HUILE DE SOJA

### 3.2.1 Composition en acides gras et autres constituants

La teneur en acides gras dans l'huile de soja est présentée dans le tableau 6 [28].

**Tableau 6** : composition en acides gras de l'huile de soja

Acides gras	Symboles	Pourcentages en poids (%)
Laurique	12 :0	4.5 %
Mirystique	14 :0	4.5 %
Palmitique	16 :0	11.6 %
Stéarique	18 :0	2.5 %
Oléique	18 :1	21.1 %
Linoléique	18 :2	52.4 %
Linoléinique	18 :3	7.1 %

En plus des acides gras l'huile de soja contient des constituants mineurs qui sont cités dans le tableau 7 [25].

**Tableau 7** : constituants mineurs de l'huile de soja

Nature	Composé
Lipides	Phosphatides hydratables et non hydratables Glycérides partielles Acides gras libres
Glucidique	Sucres libres et glycolipides
Ions métalliques	Fer (Fe), cuivre (Cu), Calcium, Magnésium
Pigments colorants	Caroténoïdes, chlorophylle et autres pigments
Produits oxydés	Aldéhydes, cétones, peroxyde
Autres	Composés odorants Matières insaponifiables (hydrocarbonés, alcools triterpéniques, stérols) Tocophérols.

### 3.3 PRODUCTION MONDIALE DE L'HUILE DE SOJA

La production mondiale en huile de Soja de la saison 2023/24 est présentée dans l'histogramme ci-dessous [29].

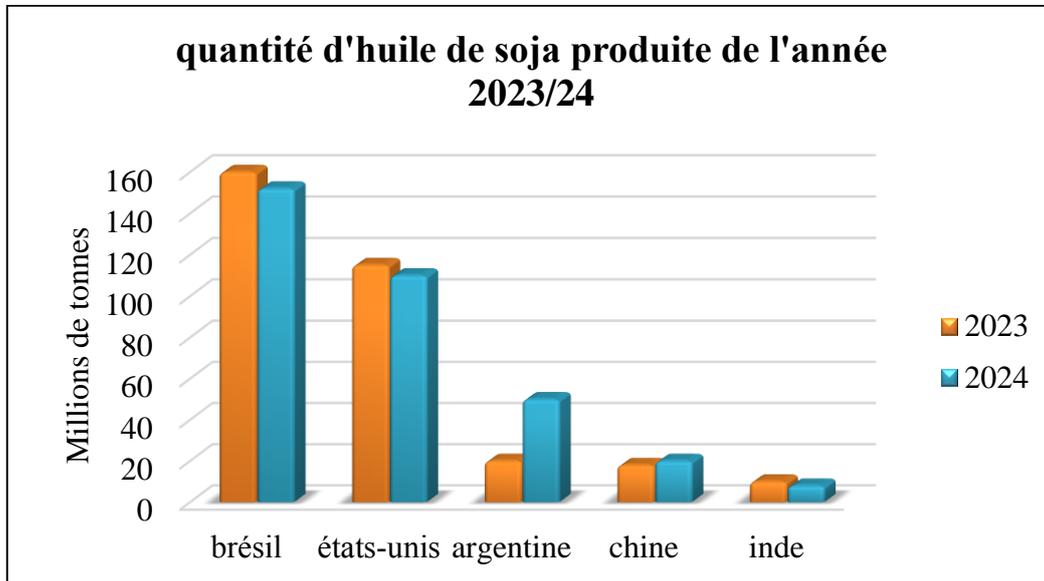


Figure 8 : la quantité annuelle produite de l'huile de soja

## 4 RAFFINAGE DE L'HUILE DE SOJA

### 4.1 MATIERE PREMIERE

Suite à un arrivage de matière première sous forme liquide en provenance de différents pays (TURQUIE, Brésil, USA, Italie...), Un échantillon est adressé aux laboratoires d'ALGER pour faire les analyses préliminaires qui confirment l'absence des rayons radioactifs.

Unité d'ANNABA débute le stockage de l'huile brute dans les bacs, les analyses au niveau du laboratoire chimique doivent être dans les normes pour commencer le raffinage.

### 4.2 DEFINITION ET ROLE DU RAFFINAGE

Les huiles brutes obtenues contiennent un certain nombre d'impuretés indésirables, qui contribuent à leur mauvaise conservation et à leur goût et à leur odeur désagréable.

Le processus de raffinage vise à éliminer les acides gras libres, les produits d'oxydation, les arômes désagréables, les colorants, les produits toxiques (tels que les pesticides, les glycosides), les phospholipides et les métaux (tels que le fer et le cuivre) présents à l'état de traces.

Cependant, il permet également une conservation maximale quantitative (évitant les pertes de nutriments) et qualitative (évitant les destructions).

Ainsi, le processus de raffinage consiste à éliminer au mieux les composés nocifs précédents afin d'obtenir une huile avec les meilleures qualités organoleptiques et chimiques possibles [6].

### **4.3 LES CONSTITUANTS ELIMINES AU COURS DU RAFFINAGE**

Les différents constituants éliminés au cours de raffinage, parmi eux on cite :

#### **a) Les acides gras libres**

Ils proviennent de réaction d'hydrolyse enzymatique qui se produit dans les huiles brutes soit au cours de leur obtention, soit au cours de leur stockage. L'élimination des acides gras libres s'effectue soit par voie chimique, soit par voie physique. C'est l'opération la plus importante du raffinage [30].

#### **b) Les glycérides partielles**

Ils sont considérés comme des agents émulsifiants gênants pouvant entraîner des pertes importantes lors de centrifugation. Ils entraînent la formation de mousse au cours des fritures, et ils sont éliminés au cours de la neutralisation [31].

#### **c) Les phospholipides**

Ils ont des propriétés tensioactives et émulsifiantes qui gênent les étapes du raffinage. Ils sont éliminés au cours de la déémulsionnement et du lavage avec l'eau [31].

#### **d) Les colorants**

Les colorants d'origine oxydative sont responsables de la couleur brune de certaines huiles, ils sont éliminés au cours de la neutralisation et de la décoloration [31].

#### **e) Hydrocarbures**

Les huiles brutes contiennent généralement des traces d'hexane qui sont issues des solvants utilisés pour l'extraction. Ces traces d'hexane sont éliminées lors de la désodorisation [31].

#### **f) Stérols**

Il s'agit de molécules complexes à plusieurs cycles avec une fonction alcool, dont le principal représentant est le cholestérol. Ils sont retrouvés soit à l'état libre ou combiné avec un acide gras. Une partie de ces stérols est entraînée à la vapeur lors de la désodorisation [31].

### **g) Tocophérols**

Ce sont des antioxygènes. La teneur en tocophérols dans une huile de soja brute est de l'ordre de 150 à 280 mg pour 100 g d'huile. Après raffinage, la teneur se situe à 90 à 150 mg pour 100 g d'huile avec une répartition de : Alpha tocophérol 10 %, beta tocophérol 3 %, gamma tocophérol 63 %, delta tocophérol 24 %. Une partie des tocophérols disparaît au cours du raffinage surtout lors de la désodorisation [31].

### **h) Composés métalliques**

Les plus gênants sont le fer et surtout le cuivre, puissants catalyseurs d'oxydation. Leur élimination s'effectue au cours de la neutralisation à la soude [31].

## **4.4 LES TYPES DE RAFFINAGE**

Selon la nature d'huile brute, différents procédés peuvent être utilisés : physique, chimique et dégomme enzymatique.

### **4.4.1 Le raffinage physique (désacidification)**

Il consiste en un entraînement à la vapeur d'eau et une distillation sous vide des acides gras libres. Cette opération est généralement conduite sur huile brute dégomme à l'eau, prétraitée à l'acide phosphorique ou citrique, traitée sur terre décolorantes. Il suit les mêmes étapes du raffinage chimique, à part la neutralisation [32]. La différence fondamentale entre les deux processus chimique et physique est l'élimination des acides gras libres par la soude caustique dans le cas du raffinage chimique et par entraînement à la vapeur au cours du raffinage physique. Le type de raffinage appliqué sur une huile brute est choisi selon l'origine, la qualité et la composition de l'huile brute.

### **4.4.2 Le raffinage enzymatique**

Ce type de raffinage consiste à utiliser l'enzyme au cours de la neutralisation, qui joue un rôle d'un catalyseur qui favorise la transformation des phospholipides non hydratés en phospholipides hydratés en lyso-phospholipides, insolubles dans l'huile, peuvent être éliminés par centrifugation. Les étapes du raffinage enzymatique sont : Neutralisation, Décoloration et désodorisation [32]. Et parmi ces enzymes on cite : Lipases, Phospholipases, Caroténoïde oxygénases, Polyphénol oxydases, Protéases.

### 4.4.3 Le raffinage chimique

On utilise le processus de raffinage chimique pour les huiles douces (soja) afin de diminuer leur sensibilité à l'oxydation. Les acides gras libres, la plupart des phospholipides et d'autres impuretés sont éliminés à l'étape de neutralisation avec des solutions de bases, le plus souvent de la soude [33]. Il comporte les étapes qui sont : Démucilagination, Neutralisation, lavage et séchage, décoloration Désodorisation.

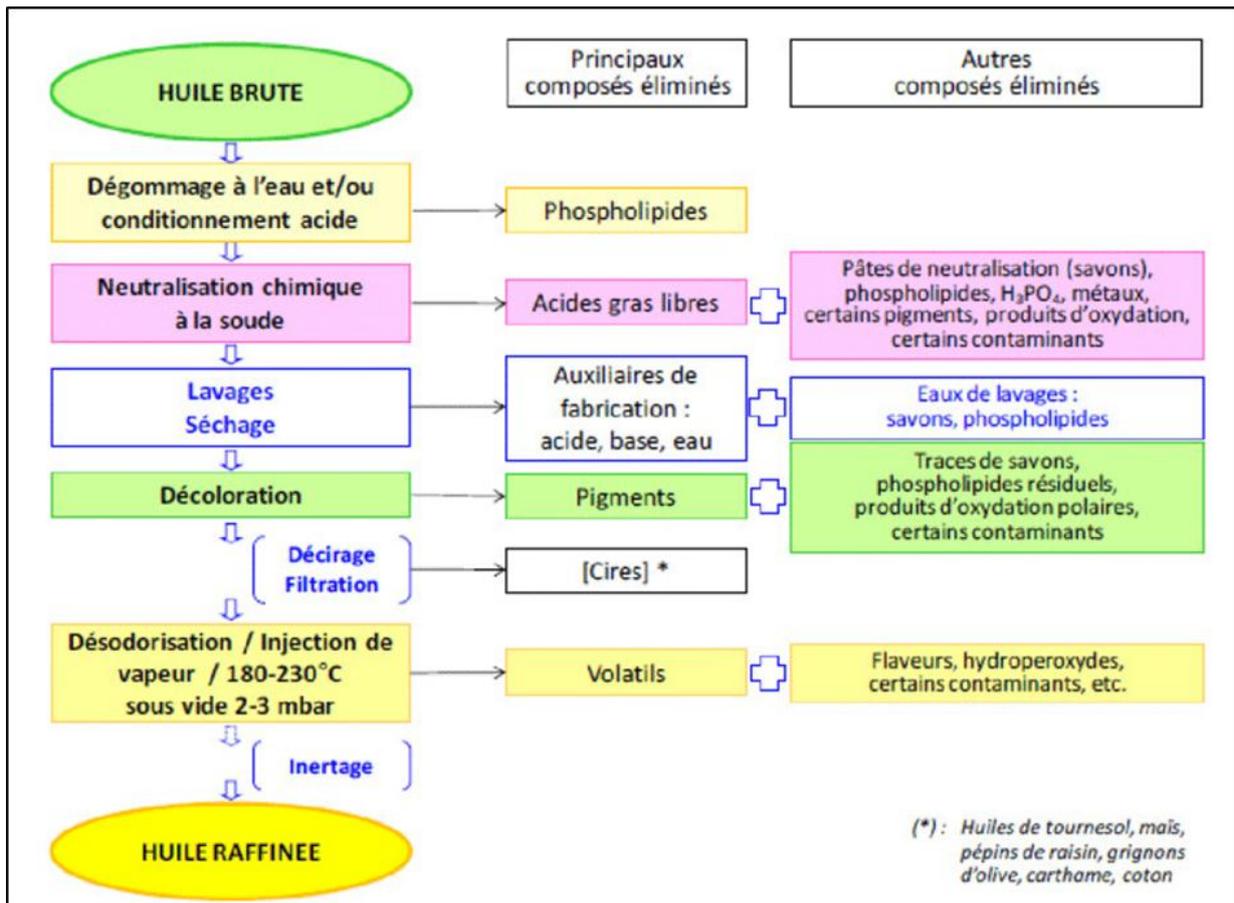


Figure 9 : Raffinage des huiles par voie chimique.

#### 4.4.3.1 Les étapes de raffinage chimique

Au niveau de la raffinerie CGS La Belle –Annaba- utilise le raffinage chimique qui comporte quatre étapes qui sont :

##### A. Démucilagination / dégomme

Le dégomme ou la démucilagination consiste à éliminer de l'huile brute les composés Susceptibles de devenir insolubles par hydratation où D'être éliminés avec la phase aqueuse.

En général, seules les huiles extraites contiennent 2 à 4 fois plus de phospholipides que les huiles pressées [34]. Que le procédé utilisé soit ou non de la physico-chimie, les trois principes de base du procédé sont résumés. Comme suit :

- Élimine les phospholipides en formant des micelles.
- Hydrate rapidement les phospholipides.
- Éliminer les phospholipides non hydratés par traitement acide [35].

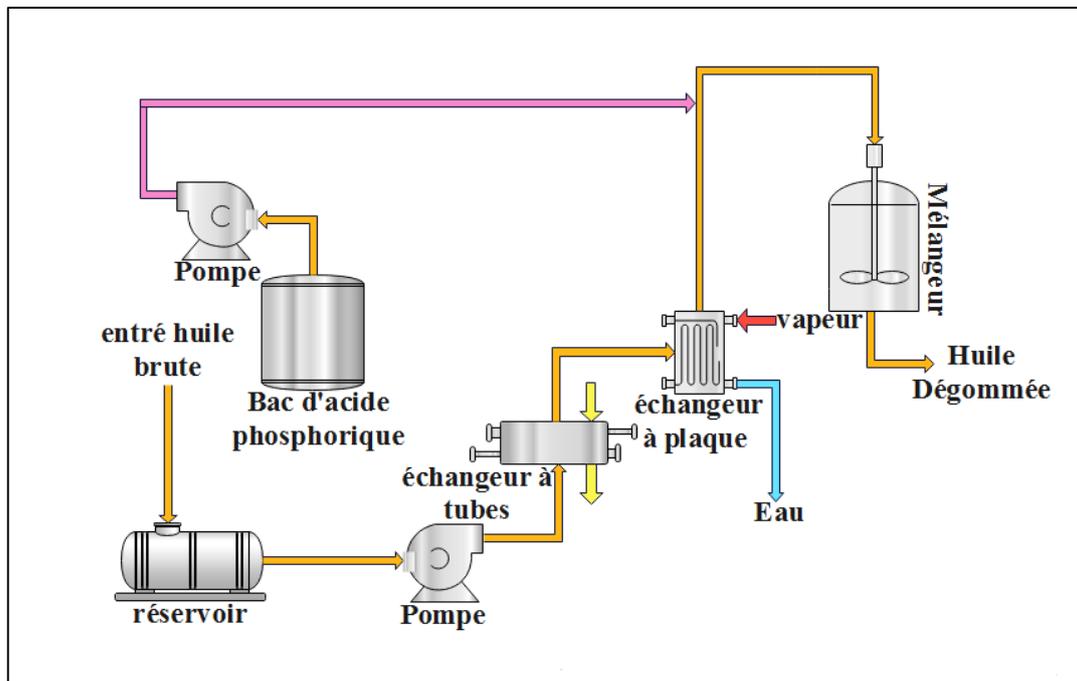
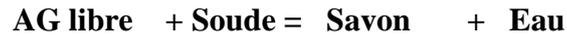
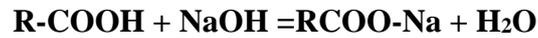


Figure 10 : dégomme de l'huile brute de soja

**B. Neutralisation**

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) [30]. L'huile est ensuite lavée à l'eau pour éliminer les résidus d'alcali et de savon, puis déshydraté sous vide [36].

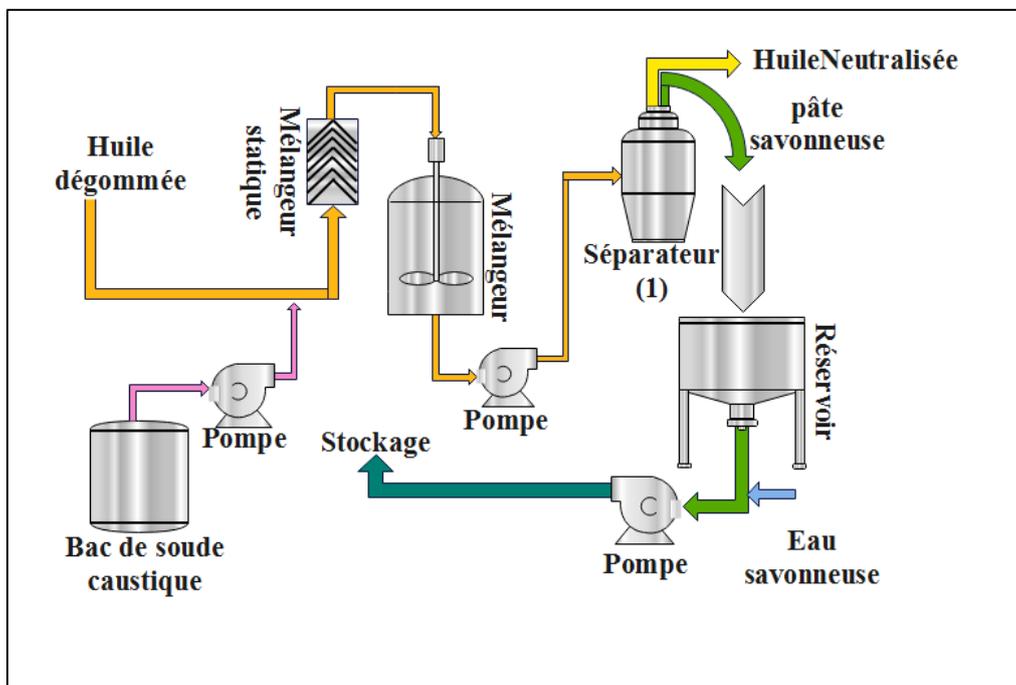


Figure 11 : Neutralisation de l'huile dégommée

**C. Lavage et séchage**

Processus de lavage : Cette opération permet élimine les savons résiduels et la soude en excès présents dans l'huile sortant de la centrifugeuse, ainsi que les traces de métaux et des phospholipides. 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 [36].

Processus de 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 [34].

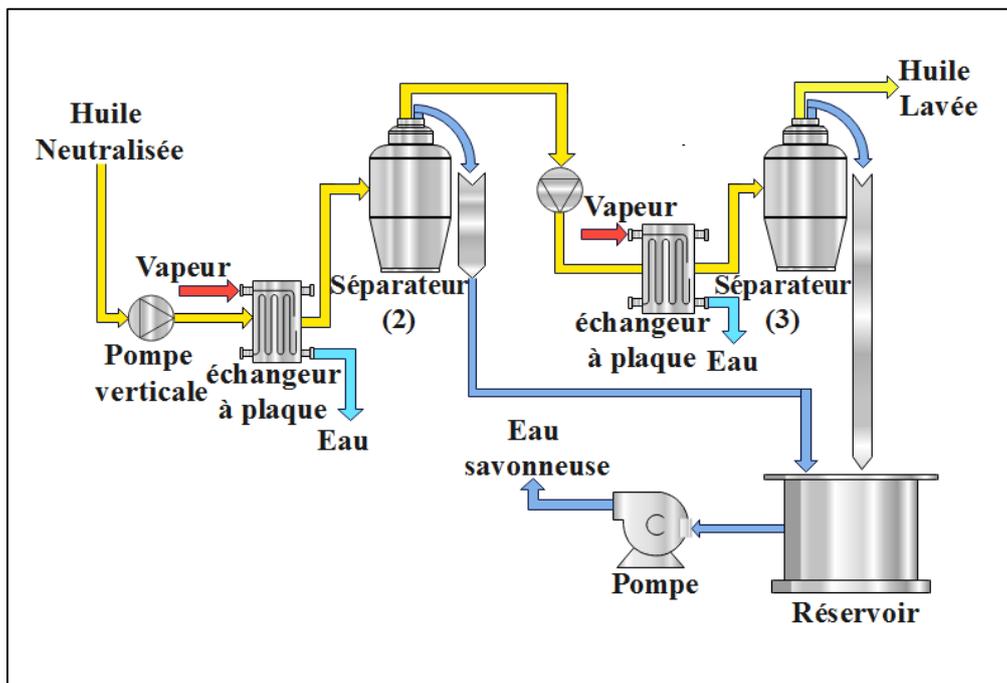


Figure 12 : Lavage de l'huile neutralisée

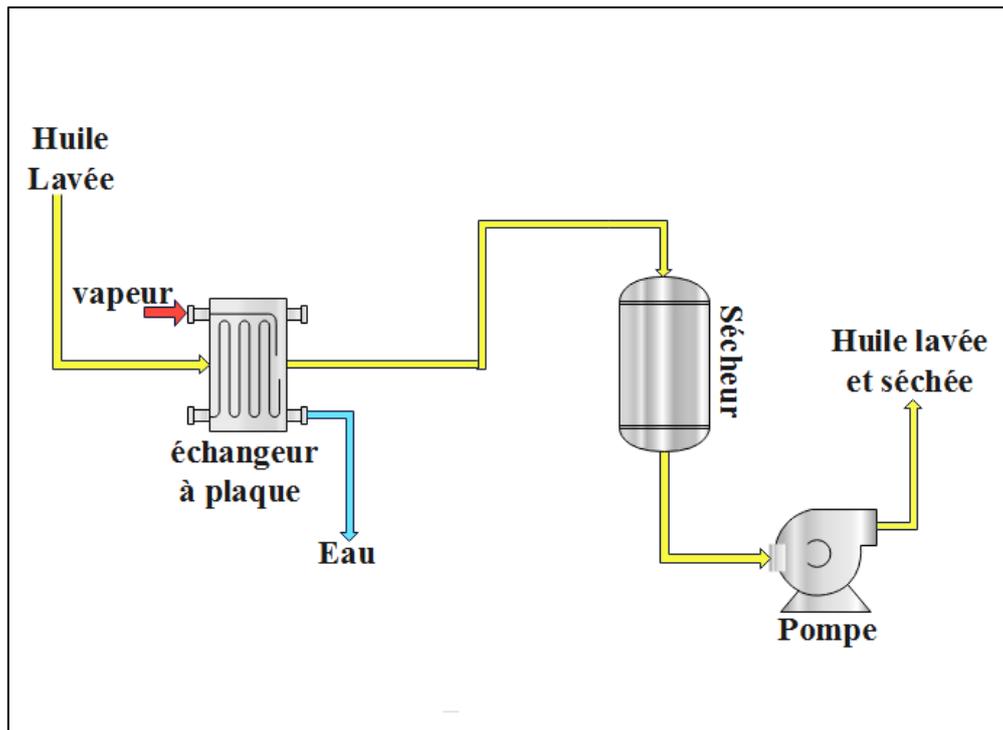


Figure 13 : Séchage de l'huile lavée

#### D. Décoloration

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 du stockage ultérieur [37]. La décoloration vise à éliminer ces pigments que la neutralisation n'a que très partiellement détruit, elle fait intervenir un phénomène physique d'adsorption sur la terre décolorante ou sur le charbon actif [38].

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 [36]. Ces derniers fonctionnent généralement de manière autonome, sans nécessiter une intervention manuelle constante. Ils sont équipés de mécanismes de nettoyage automatique qui éliminent les particules capturées pendant le processus de filtration, assurant ainsi un fonctionnement continu et une performance optimale.

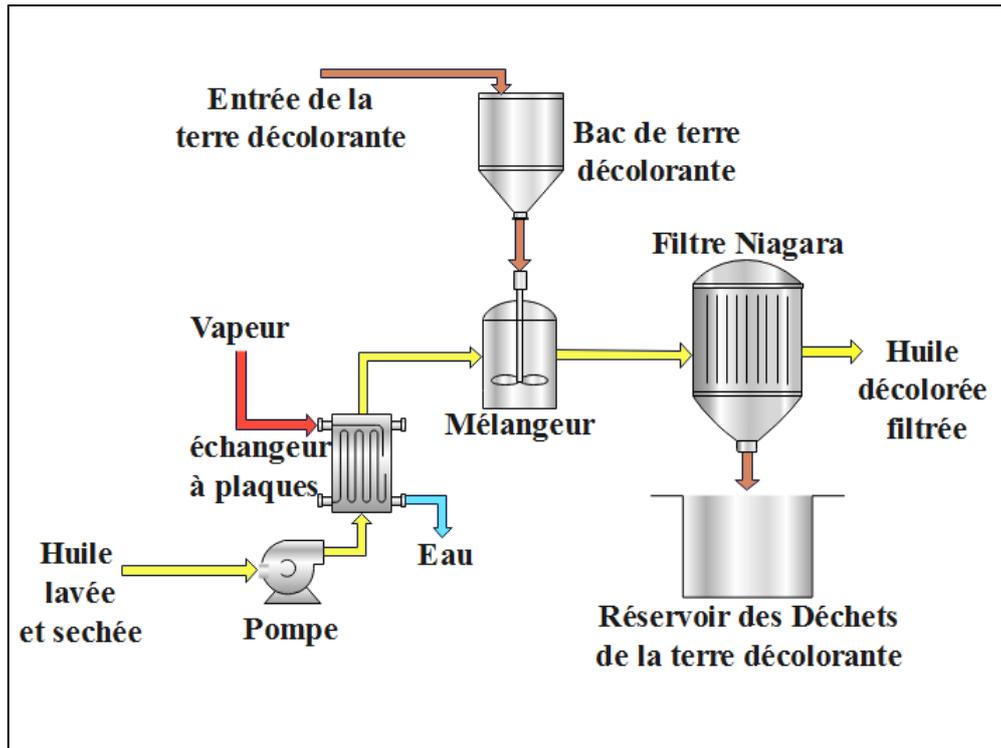


Figure 14 : Décoloration de l'huile lavée et séchée

### E. Désodorisation

Elle est destinée à éliminer les produits odorants présents dans les huiles brutes. 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 aldéhydes, cétones responsables du goût et d'odeurs désagréables de l'huile soient entraînés par la vapeur, après désodorisation l'huile doit être refroidie [2].

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 [39].

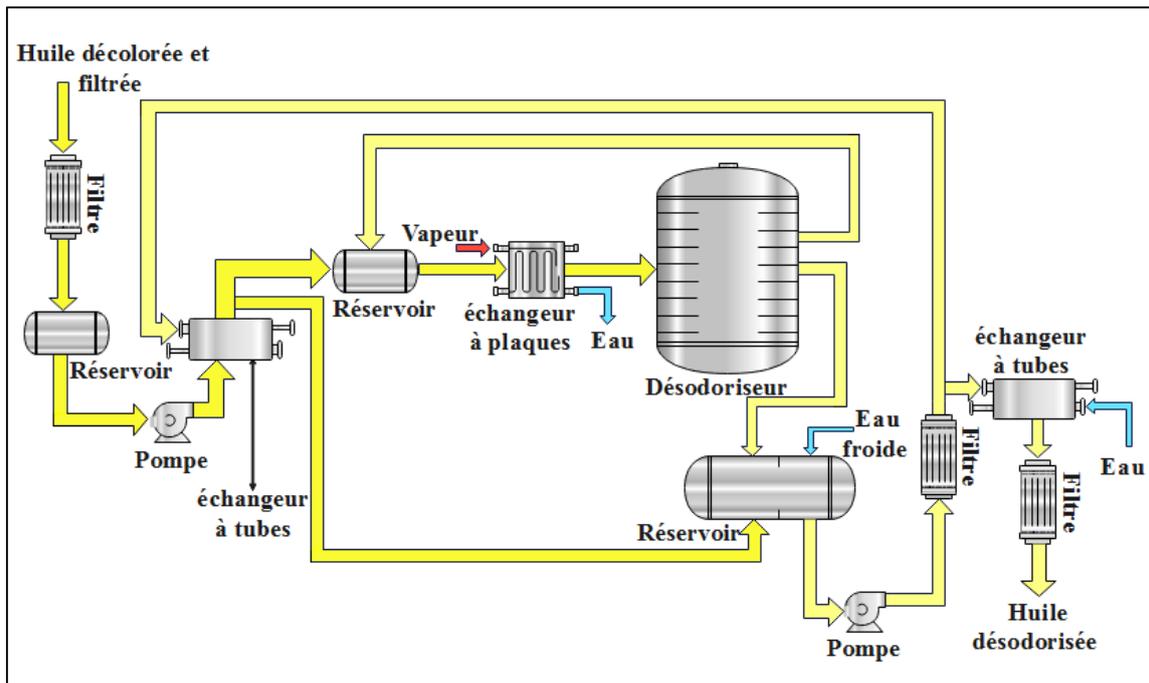


Figure 15 : Désodorisation de l'huile décolorée

#### F. L'huile finie

Il reste au niveau des réservoirs pendant 15 à 30 jours, on le conditionnement, des analyses de vérification de la stabilité des caractères physicochimiques, est faite, afin d'assurer une garantie d'un an. Si un ou plusieurs paramètres sont hors normes, on fait le recyclage dans l'étape qui correspond à l'anomalie. et concernant le conditionnement et le stockage doit permettre une excellente conservation jusqu'au moment de l'emploi.

### 4.5 AVANTAGES DU RAFFINAGE CHIMIQUE

- Permet de raffiner les huiles même lorsqu'elles commencent à se dégrader.
- La neutralisation à la soude facilite la décoloration et la désodorisation et consomme donc moins de terre décolorante.
- Capable de récupérer l'huile acide de la pâte neutralisée.

### CONCLUSION

En conclusion, ce chapitre nous a permis de plonger dans le monde des corps gras, en mettant particulièrement l'accent sur la graine de soja et son dérivé, l'huile de soja. Nous avons exploré l'origine de la graine de soja ainsi que la composition de l'huile de soja, mettant en lumière ses différents composants et leurs rôles dans la nutrition. De plus, nous avons examiné en détail le processus de raffinage de l'huile brute de soja, en passant par chaque étape et en expliquant les

différents types de raffinage. Cette exploration approfondie nous a permis de mieux comprendre l'importance de la graine de soja et de son huile dans notre vie quotidienne, que ce soit dans notre alimentation ou dans de nombreux produits que nous utilisons. En résumé, ce chapitre nous a fourni un aperçu complet et instructif du monde des corps gras, en mettant en lumière l'importance de la graine de soja et de son huile dans divers aspects de notre vie moderne.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : COSSUT, J., DEFRENNE, B., DESMEDT, C., FERROUL, S., GARNET, S., ROELSTRAETE, L., VIDAL, D. (2002). Les corps gras : Entre tradition et modernité. Projet du dess qualimapa, Université des Sciences et Technologies de Lille, France.
- [2] : MOHTADJI-LAMBALLAIS, C. (1989). Les aliments. France : Maloine.
- [3] : JAMIL, S., DUFOUR, J. -P. G. et DEFFENSE, E. M. J. (1998). Method of degumming a fatty substance and fatty body so obtained: 1-7.
- [4] : FRITSCH, J. (1931). Fabrication et raffinage des huiles végétales.
- [5] : BELKACEM, L. (2017). Cours lipides : Structure et propriétés des acides gras.
- [6] : MORIN, O., PAGES-XATART-PARES, X. (2012). Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 19(2), 63-75.
- [7] : REZAK HADDA, Y. (2022-2023). Cours Hydro-Bromatologie. 5ème Année Pharmacie. P 14.
- [8] : MARTIN, L. H. (1869). Des Corps Gras naturels et artificiels. Considérations chimiques, physiologiques et médicales. C. Coulet.
- [9] : TOUITOU, P. Y. (2006). Biochimie : structure des glucides et lipides. Faculté de médecine Pierre et Marie Curie, Université de Paris.
- [10] : BRADA S. (2009). Les lipides : structure, propriétés et applications technologiques. Académie de Montpellier, p 5.
- [11] : 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.
- [12] : WURTZ, A. (1868). Traité élémentaire de chimie médicale comprenant quelques notions de toxicologie et les principales applications de la chimie. (Vol. 1). V. Masson et fils.
- [13] : FREROT, M., VIERLING, E. (2001). Biochimie des aliments : L'extraction d'huile de soja (2e édition). Doin, pp. 79-97.

## Références Bibliographiques

- [14] : Rome : Food and Agriculture Organization (FAO). (1977). Le rôle des graisses et huiles alimentaires en nutrition humaine. Rapport d'une consultation mixte d'experts, Rome, 21-30 Septembre 1977.
- [15] : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (1990). Utilisation des aliments tropicaux : graines oléagineuses tropicales. Italie.
- [16] : LI, Y., GRANDOUNET, L. (1912). Le soja : sa culture, ses usages alimentaires, thérapeutiques, agricoles et industriels. A. Challamel.
- [17]: DEBRUYNE, I. (2004). Soybean oil processing: quality criteria and flavor reversion. *Oil Mill Gazetteer*, 110, pp .10-11.
- [18] : BERK, Z. (1993). Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja (Vol. 97). Food Agriculture Org.
- [19] : FAO. (2012). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- [20] : COSSERAT, M. (2007). Le soja : une petite graine de grand intérêt. *EchoBio*, 20.
- [21]: LIVERNAIS-SAETTEL, J. (2002). USDA Nutrient Database.
- [22]: TYAGI, V. K., VASISHTHA, A. K. (1996). Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. *Journal of the American oil chemists' society*, 73(4), 499-506.
- [23]: MESSINA, M. (1999). Soja : conséquence d'une information manipulée. In 3ème symposium international sur le soja. pp. 5-6.
- [24]: CAHOON, E. B. (2003). Genetic enhancement of soybean oil for industrial uses: prospects and challenges.
- [25] : PLATON J.F. (1988). Raffinage de l'huile de soja. *American Soybean Association* N°19. P 1-30
- [26]: MORAD, N. A., AZIZ, M. A., ZIN, R. M. (2006). Process design in degumming and bleaching of palm oil. *Engineering, Environmental Science, Agricultural and Food Sciences*.
- [27] : MUSTAPHA, A., STAUFFER, C. (2013). Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie Que sont-elles ? Comment fonctionnent-elles ?

## Références Bibliographiques

---

[28]: WAHNON, R., S. MOKADY and U. COGAN (1988). technology of production of edible flours and protein products from soybeans. Proc. 19th. World Congress I.S.F. Internat. Soc. For Fat Research, Tokyo.

[29] : <https://www.3trois3.com/>, 3trois3 (Page consultée le 02/04/2024) Le site de la filière porc.

[30] : MADOU, KHITHER. (2022). Les lipides. Université Ferhat Sétif 1.

[31] : Organisation de coopération et de développement économiques. (2001). La biotechnologie au service de la durabilité industrielle. France.

[32] : BAUER, W. J., BADOUD, R., LÖLIGER, J. (2010). Science et technologie des aliments : principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. PPUR Presses polytechniques.

[33] : DENISE, J. (1983). Le raffinage des corps gras. Westhoek.

[34] : RUIZ MENDEZ, V. (1999). Raffinage physique. Grasas y Aceites, 50(1-2), 1-15.

[35] : ADRIAN, J., POTUS, J., POIFFAT, A., DAUVILLIER, P. (1998). Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires.

[36] : FRANÇOIS, R. (1974). Les industries des corps gras : biochimie, extraction, raffinage, nuisances et réglementation. Technique et documentations [sic] ; PIC Perfectionnement industriel des cadres.

[37] : HELME, J. P. (1984). Soybean oil refining. Paris : Ed. ASA. USB.

[38] : HENRI, C., JEAN-CLAUDE, C. (1977). Graisses et huiles. In Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments (7e éd., Tome 2). Paris, France : Lavoisier.

**CHAPITRE 2**  
**PARTIE EXPERIMENTALE**

### INTRODUCTION

La graine de soja, une légumineuse d'une importance fondamentale dans le domaine agricole et alimentaire, occupe une place prépondérante dans l'industrie alimentaire mondiale. Reconnue pour sa richesse en protéines de haute qualité, en acides gras essentiels et en divers nutriments bénéfiques pour la santé, la graine de soja constitue une source nutritionnelle de premier plan pour l'homme et les animaux. Son huile, issue du pressage de ces graines, est largement utilisée dans la cuisine et l'alimentation humaine en raison de ses propriétés nutritionnelles et de sa polyvalence culinaire. En tant que source végétale majeure d'acides gras insaturés, l'huile de soja est reconnue pour ses bienfaits sur la santé cardiovasculaire et son rôle crucial dans une alimentation équilibrée. Ainsi, l'exploration et l'analyse méticuleuses des caractéristiques physico-chimiques de l'huile de soja revêtent une importance capitale pour garantir sa qualité et sa sécurité alimentaire à travers le monde.

L'objectif primordial de cette recherche réside dans la supervision méticuleuse des propriétés physico-chimiques de l'huile de soja, prélevée à partir de sources diverses telles que les États-Unis et la Turquie, à chaque étape cruciale de son processus de raffinage, allant de sa forme brute à sa maturation finale. Ce suivi exhaustif s'opère au sein des installations du laboratoire affilié à l'unité de raffinerie d'huile de l'entreprise Labelle, assurant ainsi la conformité absolue du produit final en vue de sa consommation.

Par ailleurs, une analyse comparative rigoureuse entre les spécimens d'huile de soja en provenance des États-Unis et de la Turquie a été menée, scrupuleusement en accord avec les normes internationalement établies.

### 1 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE LABELLE

La Société des Corps Gras Seybouse Labelle d'Annaba, plus connue sous le nom de "CGS Seybouse Labelle", émerge comme une entité issue de la reconfiguration de l'entreprise nationale des Corps Gras, l'ENCG. Cette transition s'opère avec une prise de participation majoritaire, à hauteur de 70% du capital, par la Sarl Agro Groupe DAHMANI.

L'histoire de cette raffinerie d'huile remonte à mars 1958, lors de sa fondation par les établissements CRESPO, avec une capacité initiale de 30 tonnes par jour. Suite à sa nationalisation en 1965, elle devient partie intégrante de l'entreprise agroalimentaire SOGEDIA

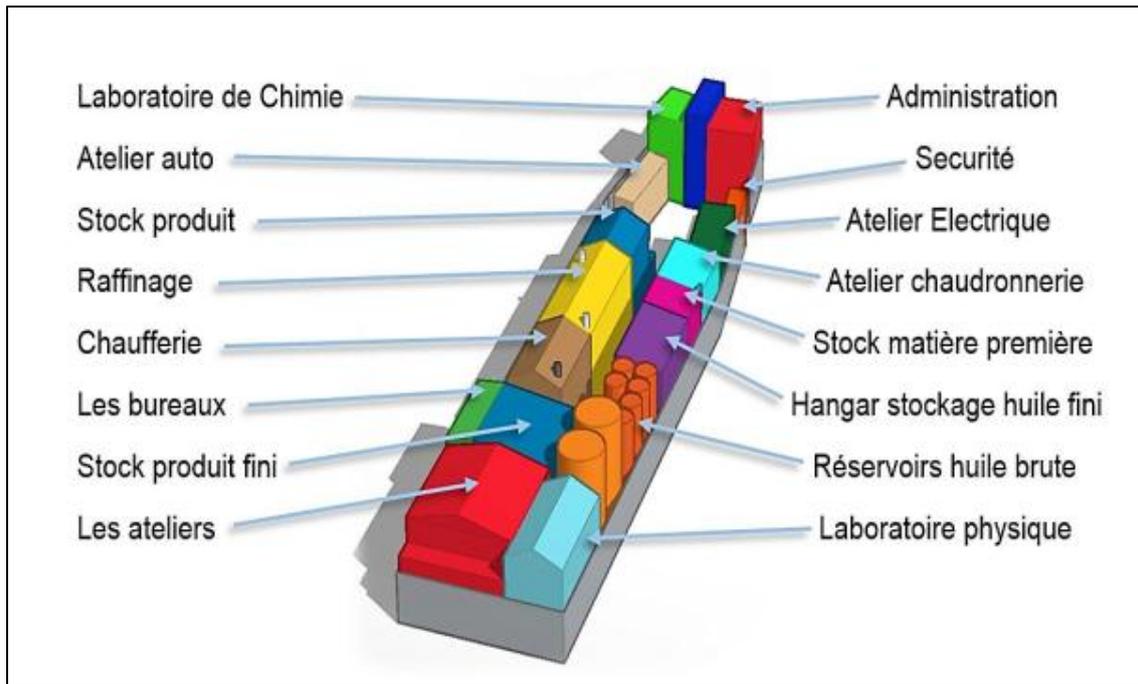
jusqu'en 1982, avant de rejoindre l'EPE / SPA ENCG dans le cadre de la restructuration de cette dernière. Lors de la filialisation de l'ENCG le 27 octobre 1997, cette unité adopte le nom d'EPE / SPA « CORPS GRAS SEYBOUSE », devenant ainsi une filiale du groupe ENCG.

À compter du 1er avril 2006, « le groupe Labelle » acquiert une participation de 70% du capital, lui conférant ainsi le statut d'actionnaire majoritaire. Cette acquisition entraîne également un changement de dénomination de la filiale qui est rebaptisée : CORPS GRAS SEYBOUSE Labelle.

Implantée dans le périmètre urbain de l'avant-port d'Annaba (Voir figure 1), l'entreprise s'étend sur une superficie de 10 806 m<sup>2</sup>, bénéficiant ainsi d'une position stratégique au cœur de la région [1].



**Figure 16** : Entreprise " LABELLE " et sa situation géographique de l'entreprise



**Figure 17** : schéma de l'entreprise

## 1.1 CAPACITE DE PRODUCTION

La capacité de production initiale de l'usine était de 30 tonnes par jour, rendue possible grâce aux nouvelles installations de raffinage continu. En 1975, cette capacité a été augmentée à 100 tonnes par jour, reflétant ainsi une expansion significative des opérations. Toutefois, en 1997, la capacité de production est revenue à 80 tonnes par jour, avant de retrouver son niveau de 100 tonnes par jour en 1999. Depuis lors, cette capacité est restée inchangée jusqu'à ce jour, témoignant de la stabilité et de la pérennité des opérations de la société [1].

Atelier de raffinage des huiles 100 tonnes / jour.

- Atelier de Soufflage de bouteilles en PET 5 litre Produits conditionnés.
- Huiles en bouteille Pet 5 litres 100 T/j.
- La CGS Annaba est approvisionnée en huiles brutes par bateau, un pipe d'acier relie le port aux Bacs de stockage de l'usine d'une capacité de 5500 tonnes.
- Capacité de stockage des huiles produits finis de 1300 tonnes.

## 1.2 ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE

L'organigramme de cette entreprise offre une représentation visuelle de sa structure organisationnelle, illustrant les relations hiérarchiques, les responsabilités et les flux de communication entre les différentes unités et départements. Dans cette optique, nous présentons

ci-dessous l'organigramme de l'entreprise LABELLE, offrant ainsi un aperçu clair de sa configuration interne et de la répartition des rôles au sein de l'organisation.

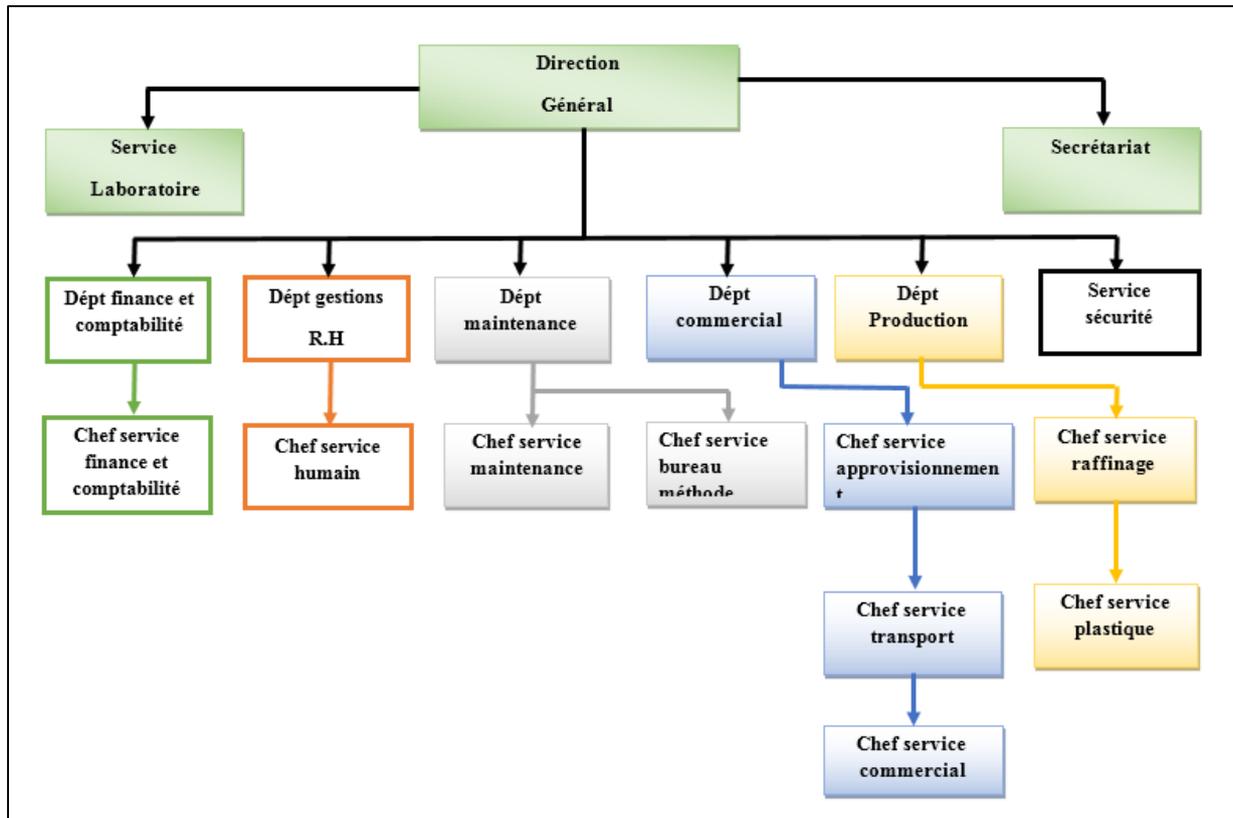


Figure 18 :organigramme de l'entreprise

### 1.3 LES DIFFERENTES UNITES DE L'ENTREPRISE

- **L'unité de raffinage**

L'unité principale de l'industrie Labelle réside dans son processus de raffinage. Cette phase cruciale englobe une série d'étapes complexes comprenant la neutralisation, le lavage, le séchage, la décoloration et la désodorisation. Ces processus peuvent être réalisés tant par des méthodes physiques que chimiques, visant à purifier et à affiner l'huile de manière à garantir sa qualité optimale avant d'être mise sur le marché [1].

- **Laboratoire chimique**

L'objectif primordial des analyses effectuées au sein du laboratoire de l'entreprise réside dans la vérification rigoureuse de la qualité des huiles produites, en utilisant une gamme de techniques de chimie analytique, qu'elles soient instrumentales ou non. Ces analyses exhaustives englobent plusieurs paramètres essentiels, notamment : l'acidité, l'humidité, l'indice de peroxyde, le taux de phosphatides, la couleur [1].

- **L'unité de plastique**

L'huile raffinée est conditionnée dans des bouteilles de 5 litres fabriquées à partir d'une matière plastique de Polyéthylène Téréphtalate (PET), reconnue pour sa transparence qui permet la diffusion de la lumière. Cette caractéristique met en valeur la clarté et la couleur de l'huile, offrant ainsi une présentation esthétique et attrayante aux consommateurs. Avant le début de la production des bouteilles d'huile, une machine automatique appelée souffleuse est utilisée pour façonner ces récipients selon un processus de fabrication appelé soufflage. Une fois les bouteilles soufflées obtenues, elles sont acheminées par un convoyeur à air comprimé vers la station de remplissage des bouteilles [1].

- **L'unité de conditionnement**

Le conditionnement de l'huile raffinée chez Labelle est entièrement automatisé pour les bouteilles de 5 litres. Les bouteilles vides sont automatiquement orientées à l'aide d'un redresseur de bouteilles vers une remplisseuse rotative, puis dirigées vers une capsuleuse. Ensuite, elles passent par une étiqueteuse dateuse, puis sont regroupées par une fardeleuse avant d'être dirigées vers la palettisation manuelle pour le stockage. Ce processus automatisé garantit une efficacité et une précision maximales tout au long de la chaîne de conditionnement, assurant ainsi la qualité et la conformité des produits finaux avant leur distribution [1].

- **Laboratoire physique**

Le laboratoire physique sert à [1] :

- a) **Contrôle Du Volume niveau remplisseuse :**

Ce contrôle doit se faire une fois par équipe.

- ✓ Prendre un récipient au hasard de la chaîne de remplissage en état de marche, graduée,
- ✓ Transvaser le contenu de l'huile dans une éprouvette
- ✓ Après égouttement du récipient, lire et noter le volume.

Le volume est considéré comme conforme, lorsqu'il est dans les normes ;

Bidons 5 litres ; 5000 ml  $\pm$  10 ml

- b) **Contrôle de l'étanchéité sur dispositif AUSTROPLAN**

Ce contrôle doit se faire une fois par équipe.

- ✓ Remplir un récipient d'huile,
- ✓ Le récipient est positionné goulot vers le bas sur l'appareil de contrôle d'étanchéité,
- ✓ Un papier témoin de dimension 15 x15mm, est placé sous le goulot,

- ✓ Laisser ainsi le récipient pendant deux (2) heures.

Le récipient est considéré comme étanche si aucune tache d'huile n'apparaît sur le papier.

### c) Contrôle de l'aspect visuel du fardeau

Ce contrôle doit se faire une fois par équipe.

La chaîne de conditionnement en état de marche :

- ✓ Vérifier les étiquettes (centrage, ou autres défauts).
- ✓ Vérifier l'exactitude de la date.
- ✓ Vérifier la conformité du bouchonnage.

## 2 PARTIE EXPERIMENTALE

### 2.1 MATERIELS ET METHODES

La réalisation d'analyses physico-chimiques joue un rôle essentiel dans de nombreux domaines scientifiques et industriels, permettant de caractériser les propriétés et les composants des substances étudiées. Ces analyses reposent sur des protocoles opératoires rigoureux et normalisés, adaptés à chaque méthode utilisée. Dans ce contexte, il est primordial d'examiner en détail les procédures mises en œuvre pour garantir la fiabilité et la reproductibilité des résultats obtenus.

### 2.2 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES EFFECTUEES SUR LES

#### HUILES

#### 2.2.1 Echantillonnage

L'échantillonnage consiste à prélever des échantillons d'huile de soja à la raffinerie "LABELLE" aux différentes étapes du processus de raffinage chimique.



**Figure 19** : les quatre échantillons d'huile au cours du raffinage chimique.

Ci-dessous est présenté un tableau décrivant les différentes catégories d'échantillons ainsi que les points où ils ont été prélevés.

**Tableau 8:** Informations sur les échantillons et prélèvements.

<b>Echantillon</b>	<b>Point de prélèvement</b>
Huile brute	La sortie du bac du stockage
Huile neutre	Au niveau du séparateur S1
Huile lavée et séchée	Le prélèvement se fait à partir d'une vanne placée sur la conduite qui est acheminée l'huile vers le bac de réception d'huile
Huile décolorée	le prélèvement s'effectue après l'opération de décoloration à partir d'une vanne
Huile désodorisée	Sortie de désodoriseur

### 2.2.2 Analyses chimiques

#### A. Détermination de l'acidité (ISO9001,2000)

##### Définition

L'indice d'acide est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de sodium (NaOH) nécessaires pour neutraliser les acides gras libres contenus dans un gramme de matière grasse [2]. Tandis que l'acidité d'un corps gras est le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement en acide oléique [3].

On peut exprimer la relation entre l'acidité et l'indice d'acide par la relation suivante ;

$$\text{Acidité} = \frac{\text{indice d'acide}}{2}$$

##### Principe

Selon la réaction suivante, on neutralise les acides gras libres présents dans l'huile en utilisant une base (solution de soude NaOH) en présence d'un indicateur coloré phénolphthaléine.



**Acides gras + soude caustique → savon + eau**

### *Mode opératoire*

- Bien homogénéiser l'échantillon
- Prélever 10g dans une éprouvette
- Les verser dans un erlenmeyer
- Rincer l'éprouvette par trois fois son volume d'alcool à 96° neutralisé
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine
- Agiter ce mélange énergiquement.
- Titrer l'acidité au moyen de la soude (NaOH 0.35 N dans le cas huile brute et 0.035N dans le cas huile finis) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose.



**Figure 20:** détermination de l'acidité

### **B. Détermination de l'indice de peroxyde (ISO9001,2000) [4]**

#### **Définition**

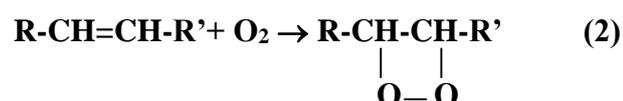
Le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif de peroxyde présents dans un kilogramme de produit est connu sous le nom d'indice de peroxyde d'un corps gras, qui oxyde l'iodure de potassium avec libération d'iode. Le niveau d'oxydation de l'huile est indiqué par l'indice de peroxyde, qui est exprimé en Meq d'O<sub>2</sub>/Kg d'huile. Lorsque certains éléments (lumière, eau, chaleur, présence de métaux...) sont présents, les huiles peuvent subir une oxydation. Lors de cette oxydation, des peroxydes (ou hydroperoxydes) sont produits en fixant une molécule d'oxygène sur le carbone.

On utilise l'indice de peroxyde pour évaluer la qualité des peroxydes présents dans une matière grasse. On définit les peroxydes en fonction de leur capacité à libérer l'iode de l'iodure de potassium dans des milieux acides.

### Principe

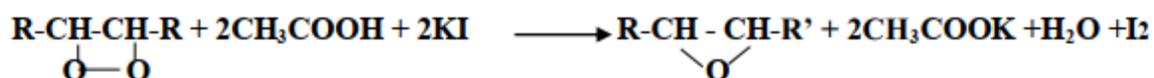
Pour traiter l'huile en solution, on utilise une solution d'iodure de potassium (KI) en ajoutant de l'acide acétique et du chloroforme. Une solution de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) à (0.01N) est utilisée pour identifier l'iode libéré en présence d'empois d'amidon, comme indicateur coloré par la réaction suivante

- Réaction de formation de peroxyde



**Acides gras insaturés → peroxydes**

- Réaction d'iodure de potassium en milieu acide : (3)



- L'iode libéré est titré par le thiosulfate de sodium :



**Iode libéré + Thiosulfate de sodium → Iodure de sodium**

### Mode opératoire

- Peser 10 grammes d'huile dans un flacon bouché à l'émeri,
- Ajouter 20 ml de mélange acide acétique et chloroforme (3 parties et 2 parties) et 0.5 ml de la solution saturée d'iodure de potassium
- Agiter 1min après laisser reposer pendant 5 minutes à l'obscurité.
- Ajouter 60ml d'eau distillée et emplois d'amidon.
- Titrer par la solution de thiosulfate de sodium N/100.
- Faire un essai à blanc (témoin) si ce témoin n'est pas nul ou presque nul changer le réactif.



**Figure 21** :Détermination de l'IP

### *Calcul*

$$\text{INDICE DE PEROXYDE} \left( \frac{\text{meq}}{\text{kg}} \right) = \frac{(V_2 - V_1) * 10}{P}$$

Où ;

$V_2$  : volume titré de la prise d'essai

$V_1$  : volume titré essai à blanc

P : prise d'essai

### **C. Détermination des phosphatides (ISO9001,2000) [5]**

#### **Définition**

Les phosphatides sont des mélanges complexes d'acides gras, de glycérol, d'acide phosphorique et aussi, dans certains cas, de bases alcooliques azotées ou d'acides aminés.

Grâce à leur faible solubilité dans l'acétone, ils peuvent être facilement précipités et dosés par gravimétrie.

#### **Principe**

Les phosphatides sont dosés en fonction de leur insolubilité dans un solvant comme l'acétone. La prise d'essai est traitée avec de l'acétone, puis la solution obtenue est filtrée, puis le filtre et le résidu sont lavés avec le même solvant. Le filtre est séché à l'étuve avant d'être pesé après avoir refroidi.

### *Mode opératoire*

- Dissoudre 25g d'huile dans 200ml d'acétone soit p ce poids, laisser reposer 2 heures de temps au moins à 4°C
- Filtrer sur le filtre taré
- Laver à l'acétone jusqu'à ce que l'acétone de lavage ne contienne plus de corps gras,
- Sécher à 100 – 105°C
- Peser soit P1 le poids des phosphatides.

### *Calcul*

$$\text{phosphatides (\%)} = \frac{P1 \cdot 100}{P}$$

Où ;

P1 : poids des phosphatides

P : poids de la prise d'essai.

### **2.2.3 Analyses physiques**

#### **A. Détermination de la couleur (ISO9001,2000) [4]**

##### **Définition**

La couleur est un élément clé pour évaluer la qualité d'un élément. Effectivement, la teinte d'un aliment est fréquemment associée à sa maturité, à la mise en œuvre adéquate ou défectueuse d'un traitement technologique, à une mauvaise condition d'entreposage ou à un début de détérioration. L'instrument utilisé pour évaluer la couleur est connu sous le nom de « LOVIBOND » ; (il s'agit d'un colorimètre).

##### **Principe**

La détermination de la couleur repose sur une comparaison entre la couleur de la lumière transmise à travers une couche de graisse liquide et la couleur de la lumière provenant toujours de la même source transmise à travers les lames colorées standardisées. Ces lames colorées standardisées sont composées de trois couleurs : Jaune (J), Rouge (R) et Bleu (B).

##### **Mode opératoire**

En allumant le colorimètre, on observe à travers le monoculaire deux zones ayant la même intensité de couleur. Ensuite, on verse dans la cellule l'échantillon de l'huile à analyser et on

place la cellule dans le colorimètre. Par le monoculaire, on observe l'apparition de deux zones qui n'ont pas la même intensité de couleur : l'une blanche et l'autre colorée. On détermine immédiatement la couleur de l'échantillon en essayant d'apporter à la zone blanche la même couleur que celle de l'échantillon, en utilisant les trois séries de couleurs. Le résultat se donne en mentionnant le nombre d'unités jaune, rouge et bleu.



**Figure 22** : détermination de la couleur avec le colorimètre LOVIBOND

### **B. Détermination de l'humidité (ISO9001,2000) [4]**

#### **Définition**

C'est la perte en masse subie par l'échantillon après chauffage. Elle est exprimée en pourcentage de masse.

#### **Principe**

La notion d'humidité repose sur la mesure du poids de l'échantillon avant et après le séchage à l'étuve. Toute baisse du poids indique la présence d'humidité.

#### **Mode opératoire**

- Peser 20g de l'échantillon.
- Chauffer l'échantillon dans une étuve à 106° pendant 2 heures de temps.
- Laisser refroidir au dessiccateur pendant une heure.



**Figure 23** : Détermination de l'humidité

*Calcul*

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{(M_1 - M_2) * 100}{P}$$

Où ;

P : le poids de la prise d'essai

M<sub>1</sub> : le poids en gramme du b cher avec la prise d'essai avant la dessiccation

M<sub>2</sub> : le poids en gramme du b cher avec la prise d'essai après la dessiccation.

### 3 RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 NORMES DE PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

##### APPLIQUEES PAR L'ENTREPRISE A L'ENSEMBLE DES ECHANTILLONS D'HUILES

L'entreprise s'engage à maintenir des normes rigoureuses en ce qui concerne les paramètres physico-chimiques de tous les échantillons d'huiles qu'elle traite. Ces normes sont élaborées en conformité avec les réglementations en vigueur ainsi que les standards de l'industrie.

**Tableau 9 :** Normes appliquées à tous les paramètres physico-chimiques des échantillons d'huiles

Paramètres Physico-chimiques		Huile Brute	Huile Neutralisée	Huile Lavée et Séchée	Huile Décolorée	Huile désodorisée
Acidité (%)		≤ 0.2	[0.04 – 0.08]	≤ 0.10	≤ 0.12	≤ 0.10
L'humidité (%)		Max 1	[0.50 – 0.70]	≤ 0.08	Néant	Néant
La couleur	J	Max 50	/		≤ 9	≤ 4
	R	Max 5			≤ 0.9	≤ 1
	B	00.00			/	/
Indice de peroxyde (Meqd'O <sub>2</sub> /kg CG)		Max 15	/			≤ 5
Les phosphatides (%)		≤ 0.23				Néant

### 3.2 EFFETS DES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DES HUILES DE SOJA AU COURS DU RAFFINAGE CHIMIQUE

#### 3.2.1 Effets de l'acidité

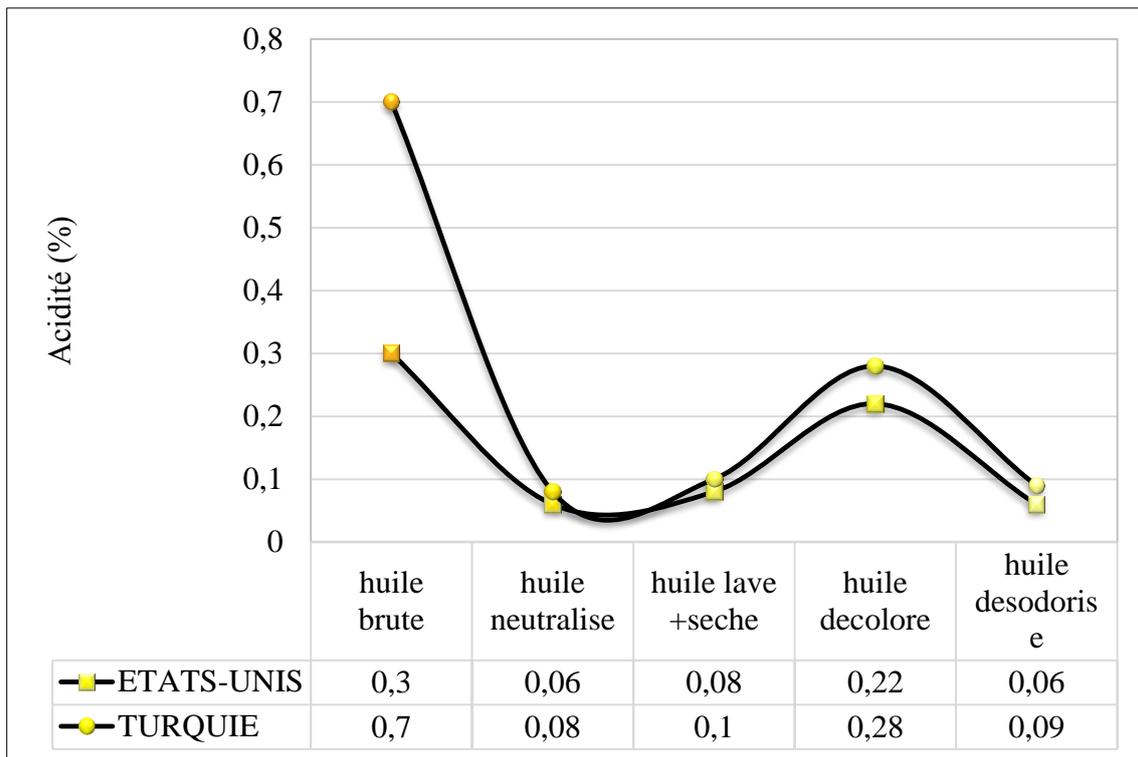
La teneur en acidité d'une huile permet de mesurer son niveau d'altération hydrolytique ; elle révèle le processus d'hydrolyse des triglycérides. La réaction entre la molécule de TG et une molécule d'eau lors de l'hydrolyse produit un AGL et un diacylglycerol [6], Ainsi les AGL sont formés lors de l'hydrolyse à la suite de la scission de la molécule de TAG.

D'après BONNEFIS (2005) [7], les AGL ont une tendance à s'oxyder beaucoup plus rapidement, en particulier lorsqu'ils sont insaturés, C'est la raison pour laquelle l'acidification est associée à l'oxydation.

La majorité des huiles brutes sont soumises à des variations de température pendant un certain temps dans des hangars de stockage et/ou dans les cales des navires lors du transport avant d'être raffinées. La principale raison des pertes de qualité des huiles brutes et raffinées pendant le stockage est l'auto-oxydation ou la rancidité oxydative, C'est pourquoi L'indice d'acide permet donc de juger de leur état de détérioration [8] ; donc moins grande sera l'acidité et meilleure sera la qualité de l'huile [9].

En revanche, il est important de noter qu'une acidité trop faible d'une huile alimentaire peut encourager la prolifération de micro-organismes nuisibles dans l'huile, ce qui accroît le risque de maladies d'origine alimentaire. De plus, cette acidité peut avoir un goût fade et peu prononcé, car les acides gras libres contribuent à la saveur de l'huile.

Les résultats de l'acidité obtenus dans notre étude sont présentés dans la Figure 24 :



**Figure 24:** Evolution de l'acidité d'huile brute de soja provenant des Etats unis et Turquie au cours du raffinage

Selon les résultats, il est constaté que l'acidité de l'huile brute est de 0,3% pour l'huile américaine et de 0,7% pour l'huile turque, ce qui ne respecte pas la norme ISO 9001 ( $\leq 0.2\%$ ). Cela peut être attribué à un mauvais déroulement des opérations de trituration (extraction et stockage des graines et de l'huile).

On peut dire aussi que la présence d'acides gras libres dans l'huile brute à son origine explique également son acidité élevée. L'acidité du mélangeur diminue en raison de la neutralisation d'une grande partie des acides gras libres par l'intégration de la soude caustique (phénomène de saponification).

L'acidité de l'huile neutralisée augmente après la décoloration, ce qui est causé par la transformation des savons encore présents dans l'huile après le lavage en AGL sous l'effet de la terre décolorante [10].

Les paramètres de désodorisation ont probablement réduit l'acidité après désodorisation à 0,06% pour l'huile américaine et à 0,09% pour l'huile turque. Cette diminution est due à l'entraînement des acides gras libres par la vapeur d'eau sous l'effet du vide et de la température élevée (250°C) [11].

Pour les produits finis, on observe une constance dans le paramètre d'acidité étudié.

### 3.2.2 Effets de l'indice de peroxyde

Selon ROLLAND (2004) [12], on peut mesurer en temps réel l'oxydation d'un CG en utilisant l'indice de peroxyde. C'est pourquoi, il est l'un des critères employés pour évaluer la qualité des huiles.

Les peroxydes, qui sont les premiers produits d'oxydation, sont des composés chimiquement instables. Ces groupes d'atomes ont pour objectif de stabiliser leur énergie en arrachant un proton d'une molécule d'AG [7].

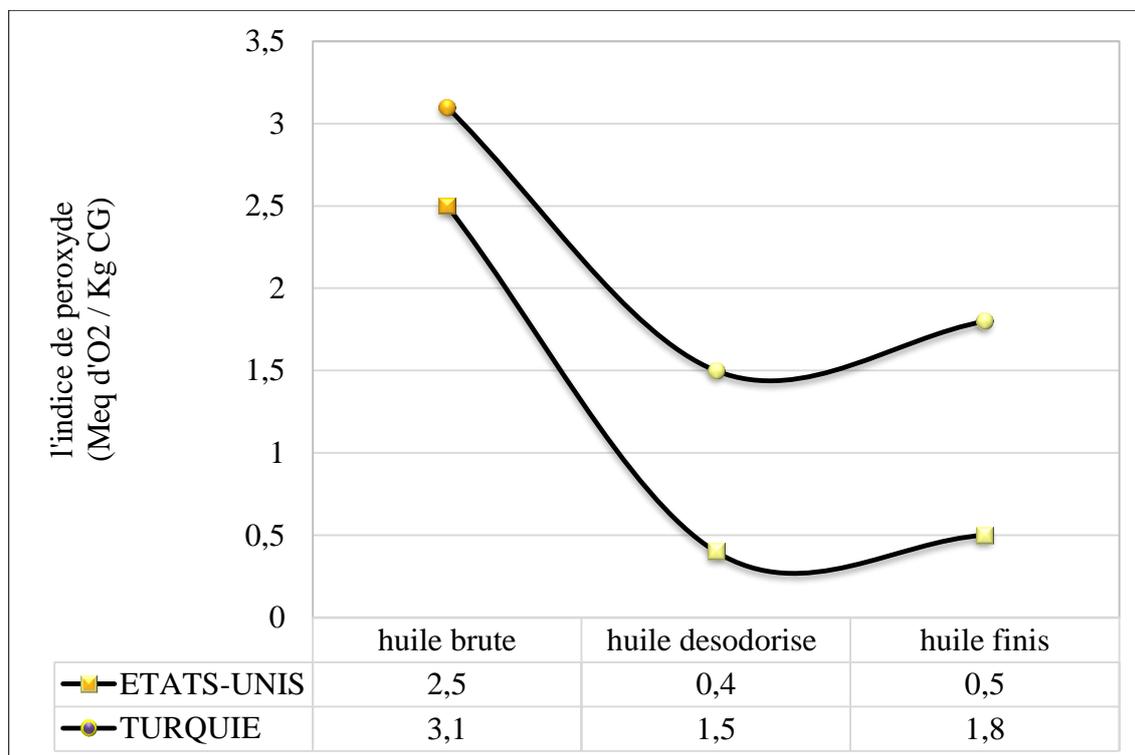
Une valeur élevée de cet indice indique que le CG est rance [13]. Plus l'indice de peroxyde est élevé, plus la matière est oxydée [14].

Les conditions de stockage sont parmi les facteurs qui rendent les huiles rances, ces dernières sont généralement distribuées en vrac à partir de tonneaux, dans des conditions de conservation et d'entreposage précaires où le produit est constamment exposé à l'oxygène de l'air et à la lumière, tous ces facteurs favorisent l'oxydation des corps gras. Ce qui les rend inadaptés à la consommation humaine.

Contrairement lorsque l'indice de peroxyde faible cela pourrait s'expliquer également par une faible teneur de ses échantillons en pigments [14].

Un indice de peroxyde trop bas dans l'huile végétale alimentaire n'est pas nécessairement un signe de bonne qualité. Effectivement, une faible valeur d'indice de peroxyde peut indiquer que l'huile a déjà subi une oxydation avancée et que les peroxydes se sont décomposés en d'autres composés toxiques, comme des aldéhydes.

Les résultats obtenus de l'indice de peroxyde des deux huiles lors des différentes étapes de raffinage sont illustrées dans la figure ci-dessous ;



**Figure 25 :** Evolution de l'indice de peroxyde d'huile brute provenant des Etats unis et la Turquie au cours des étapes du raffinage

Les résultats obtenus montrent une diminution continue de l'indice de peroxyde pour les deux huiles ; on constate que l'IP de l'huile brute turque est plus élevée de celle de l'huile brute provenant des États-Unis cela peut être due aux conditions de récolte, et de stockage, mais on trouve que les deux valeurs sont Très éloignées des normes de l'entreprise, ce qui s'explique par le fait que les deux huiles sont neuves.

Selon (CILLARD et CILLARD, 2006) [15], L'oxydation des huiles débute après la cueillette des graines et se poursuit pendant le stockage. Les composés peroxydés instables sont les premiers produits formés la composition des hydro-peroxydes produits varie en fonction de la nature des acides gras oxydés : acides mono, di ou polyinsaturés.

Quand une huile n'est pas conservée correctement, elle peut se dégrader de différentes façons, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation, ce qui la rend impropre à la consommation.

À cause de l'élimination des résidus de peroxyde aux cours des différentes étapes de raffinage, une teneur très faible en indice de peroxyde est observée (0.50 meqO<sub>2</sub>/Kg CG et 1.80 meqO<sub>2</sub>/Kg

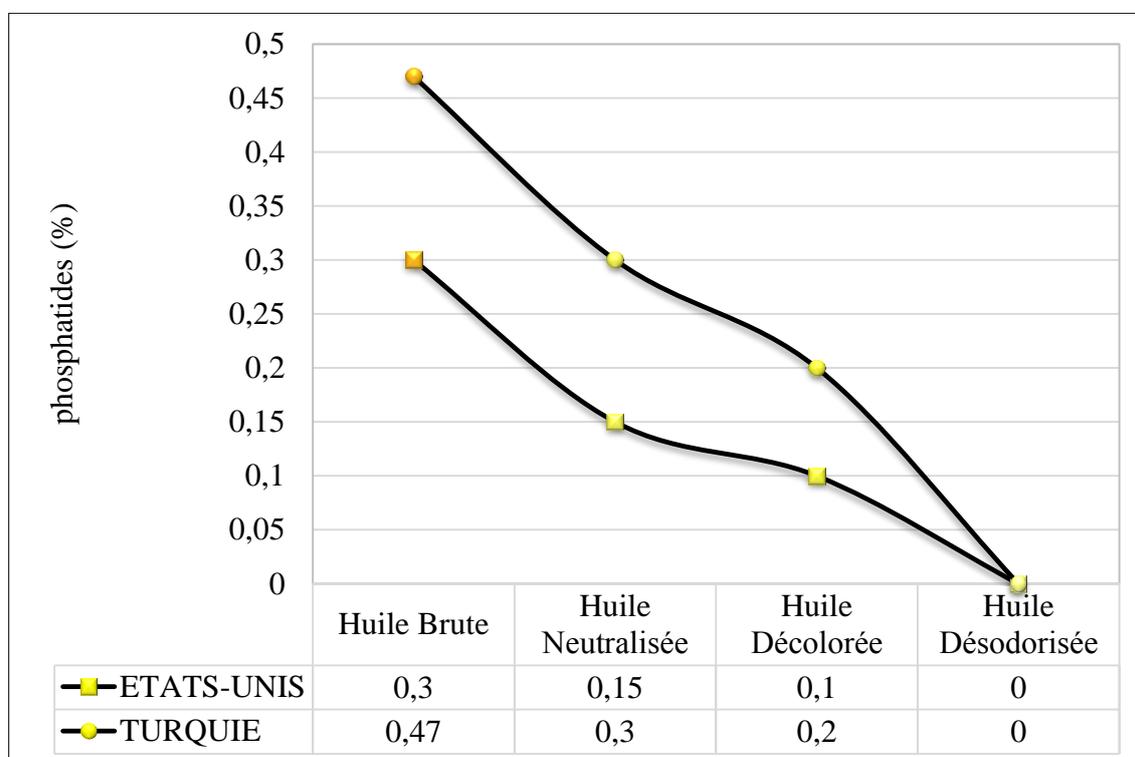
CG) respectivement pour l'huile américaine et l'huile turque, Cela ne démontre que l'efficacité du procédé de raffinage et des équipements employés.

La conformité des résultats aux normes aurait l'avantage d'une bonne conservation de l'huile raffinée. Après tous, les résultats toujours restent aux normes.

### 3.2.3 Effets des phosphatides

Il n'est pas recommandé d'avoir une huile riche en phosphatides, car la présence des phospholipides donne à l'huile un goût désagréable [5].

Les résultats obtenus d'après les analyses de la teneur en phosphore sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 26 :** Evolution de taux des phosphatides des huiles de soja provenant des États-Unis et La Turquie au cours des étapes de raffinage

D'après la figure, on observe une baisse significative de la teneur en phosphore lors du processus de raffinage de l'huile brute de soja.

La majorité des phospholipides sont éliminés pendant la démucilagination grâce à l'action de l'acide phosphorique, qui transforme les phospholipides non hydratables en phospholipides hydratables [16].

Il est possible de dire que l'acide phosphorique remplit deux fonctions simultanées :

- Une diminution du taux de phosphore en éliminant les phospholipides non hydratables.
- Une augmentation du phosphore lorsque des quantités d'acide en excès sont ajoutées.

Lors de la décoloration, la quantité de phosphore diminue jusqu'à 0,10% et 0,20% pour les deux huiles grâce à la fixation de la terre décolorante, et les valeurs sont toujours aux normes.

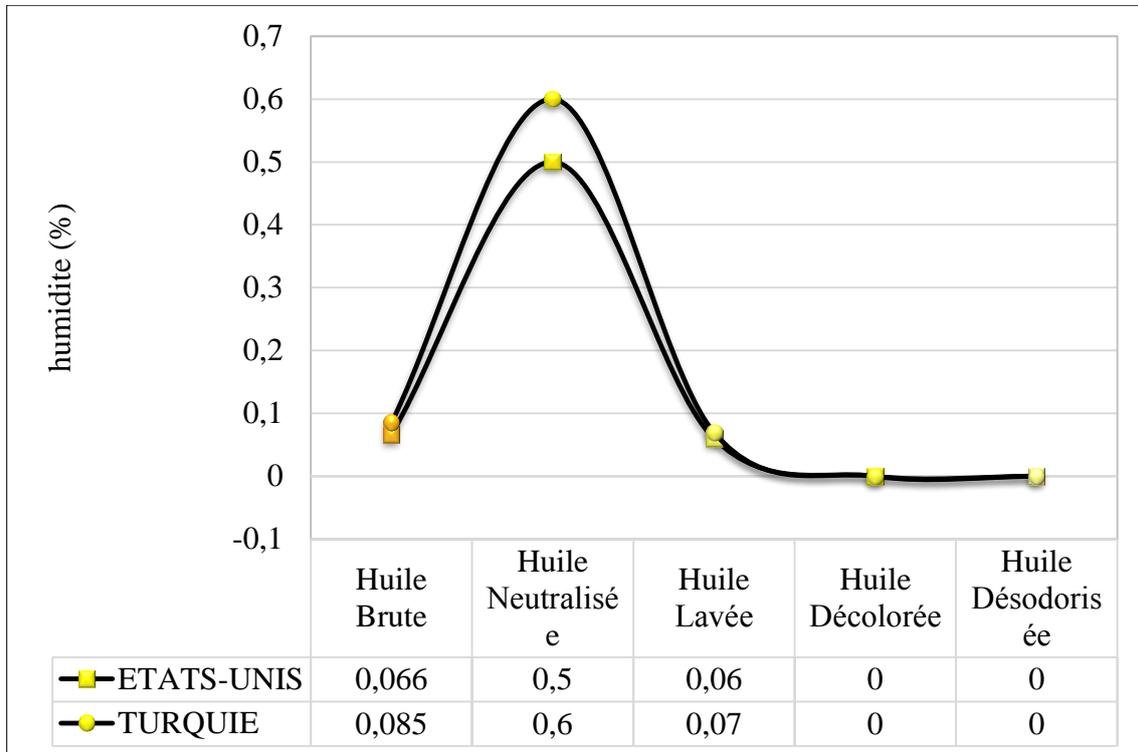
La désodorisation se produit après l'élimination complète sous l'effet de la température élevée (245°C) qui provoque la destruction thermique des phospholipides au cours de la phase.

### **3.2.4 Effets de l'humidité**

La teneur en humidité des graisses et des huiles joue un rôle essentiel dans leur qualité, car elle a un impact non seulement lors des opérations de raffinage des huiles, mais également lors de leur stockage. L'eau peut provoquer des réactions d'hydrolyse et diminuer la stabilité des acides gras libres à l'auto-oxydation, ce qui peut entraîner des saveurs de rance [17].

Les normes du Codex alimentarius de 1992 [18] stipulent que les huiles raffinées fraîches ne doivent pas renfermer d'eau. Au cours du processus technologique, en particulier à l'étape de désodorisation, l'huile brute est débarrassée de son humidité.

Les résultats de test d'humidité de l'huile de soja des différents échantillons (l'huile brute, neutralisée, lavée, décolorée et désodorisée), sont élucidés dans le graph ci-dessous :



**Figure 27 :** Evolution de l'humidité d'huile de soja provenant des Etats unis et la Turquie au cours des étapes du raffinage

D'après les résultats, l'humidité de l'huile brute de soja provenant des États-Unis et de la Turquie (0,066% et 0,085 %) respecte les normes en raison des conditions de stockage favorables dans les bacs.

La réaction de saponification entraîne une augmentation de l'humidité de l'huile neutralisée, ce qui entraîne la formation d'Ester et d'eau. En raison de l'efficacité du séchage sur l'huile lavée dans le processus, le taux d'humidité (légèrement présent) diminue.

L'importance du séchage réside dans le fait que l'humidité de l'huile désactive la terre décolorante, ce qui provoque un colmatage des filtres.

La température à laquelle l'huile sort du lavage est de 90 °C. Elle est pulvérisée sous vide pour sécher l'humidité présente dans le processus de décoloration est minime. On peut dire aussi que 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 [19].

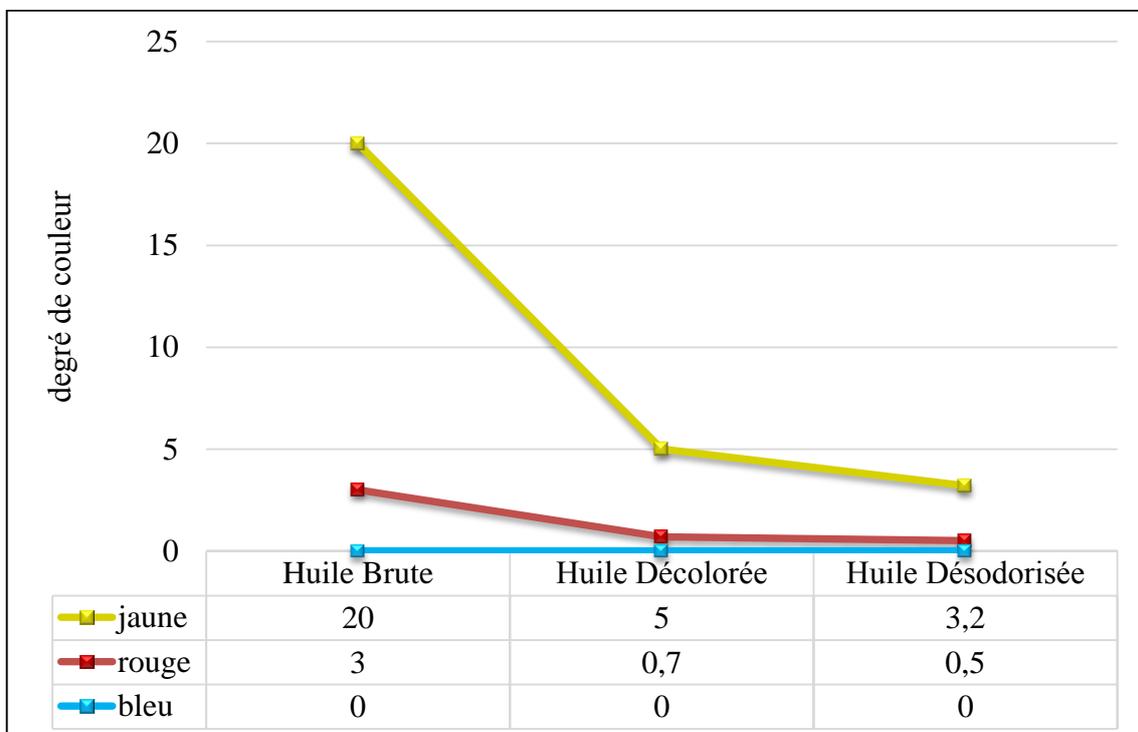
L'humidité est négligeable pour les deux huiles au niveau de la désodorisation pour la conservation et pour éviter le rancissement, On peut aussi affirmer que l'humidité présente dans certaines huiles peut aider à leur dégradation en créant une mousse blanche sur le dessus des bouteilles. Elle peut entraîner la rouille si l'emballage est fabriqué à partir de matériaux métalliques. De plus il est important de ne pas avoir d'humidité dans les huiles, L'explosion de l'huile lors de son utilisation dans les opérations de friture peut entraîner des incendies, ce qui représente une menace pour la santé humaine.

### 3.2.5 Effets de la couleur

Les paramètres organoleptiques utilisés pour évaluer la stabilité de la qualité d'un aliment sont principalement basés sur la couleur. Lors de la conservation, il est possible que des modifications se produisent, en particulier si les conditions de l'entreposage ne sont pas maîtrisées. De cette manière, les réactions de détérioration se manifestent par une modification de la couleur de l'aliment mal conservé [12].

Les différentes couleurs des corps gras naturels sont causées par la présence de petites quantités de matières étrangères tels que les pigments colorés [20].

Les figures ci-dessous montrent la nette différence entre les couleurs des deux huiles :



**Figure 28** : évolution de la couleur d'huile de soja des états unis au cours des étapes de raffinage.



Figure 29 : Huile finie d'origine américaine

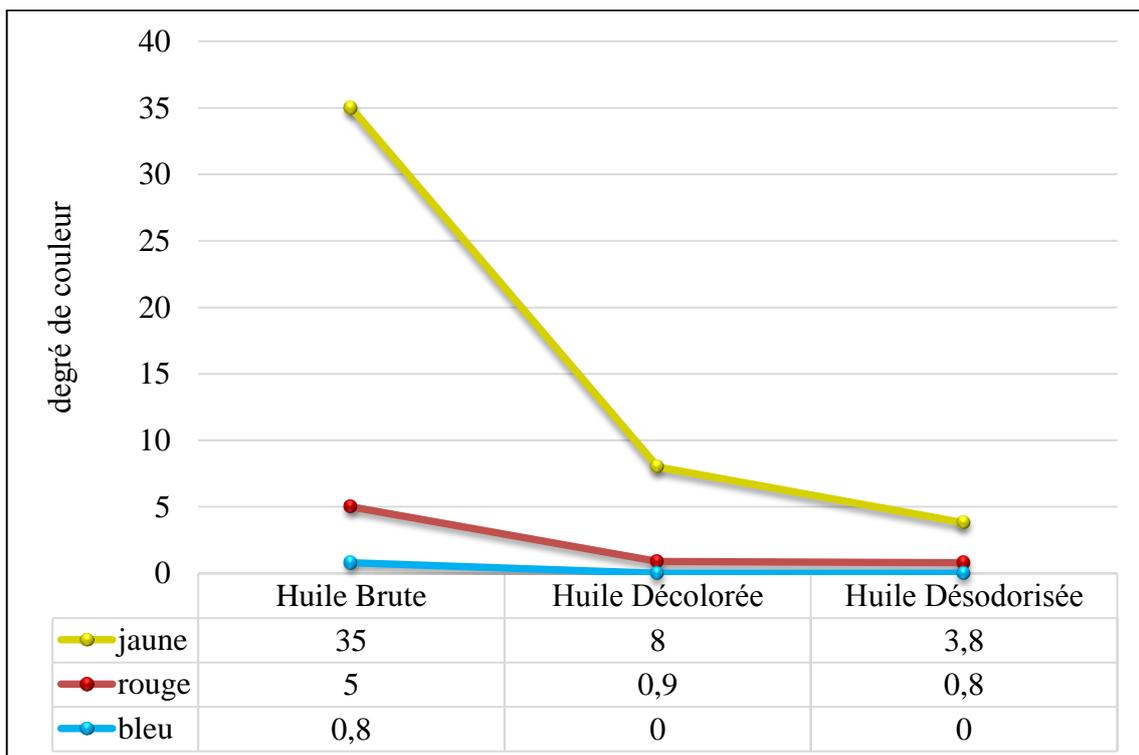


Figure 30 : évolution de la couleur d'huile de soja de la Turquie au cours des étapes de raffinage



**Figure 31** : huile finie d'origine turque

En comparant les couleurs obtenues avec les normes, il est évident que l'huile brute turque n'est pas conforme à la norme ISO 9001 et cela revient à sa richesse en pigments colorés.

Selon les figures, on observe une baisse de la couleur rouge et jaune pendant le processus de raffinage, tandis que la couleur de l'huile neutralisée diminue légèrement, ce qui s'explique par l'impact de la soude caustique sur certains pigments [21]. La couleur de l'huile décolorée diminue considérablement en raison du phénomène d'adsorption des pigments colorés sur la terre décolorante. Après la désodorisation, la couleur diminue considérablement en raison de la décomposition des pigments colorés sous l'effet de la haute température, ce qui entraîne la production de substances volatiles qui seront aspirées avec les acides gras libres par le vide [21,10].

## CONCLUSION

En conclusion du processus de raffinage, il est observé que tous les paramètres finaux des deux huiles sont conformes aux normes de l'entreprise, ce qui prouve leur validité. L'huile américaine, avec quelques variations dans certains résultats, est d'excellente qualité par rapport à celle de turc, qui est de qualité moyenne.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : manuel entreprise

[2] : NOVIDZRO, K.M., WOKPOR, K., FAGLA, B.A., KOUDOUVO, K., DOSTE, K., OSSEYI, E., KOUMALGO, K.H. (2019). Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*, International journal of biological and chemical science, 13(4), 2360-2373.

[3] : HOUMBA, G.N.R., GANDONOU, C.B., HOUSSOU, A.P., CAPO-CHICHI, M., HOUNGBEME, A., Gbaguidi, F. (2016). Evolution des caractéristiques physico-chimiques de la graine et de l'huile de pourghère (*Jatropha curcas*) en fonction du degré de maturité des fruits. Internatinal journal of biological and chemical sciences, 10(2), 599-608. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.12>.

[4]: ABERBOUR, N., BOUGHANEM, S. (2022). Etude des paramètres physico-chimiques permettant l'élimination des phospholipides non hydratables dans l'huile brute de soja au cours de la démulcination au niveau de CO.G.B.la belle. (Doctoral dissertation, Université A. MIRA - Bejaïa).

[5]: BENSEGHIER, K., KHAMED, O. (2014). Huiles Alimentaire de graines *Pinus pinea* Extraction et Caractérisation physique-chimique (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).

[6]: BAILEY, A. E. (1951). Industrial oil and fat products.

[7] : BONNEFIS, C. (2005). Effets biologiques des peroxydes et approche de la participation des aliments composés à leur apport chez le chien et le chat (Doctoral dissertation).

[8] : DIAKITE, K., DIAGOURAGA, S., DIAWARA M., FANE, M. (2022). Etude des paramètres physico-chimiques des huiles de graine de coton produites en zone CMDT au Mali : study of the physicochemical parameters of cottonseed oils produced in the CMDT zone in Mali, International journal of biological and chemical sciences, 16(3), 1320-1330.

[9] : KOITA, N.Y.S., YALCOUYE, B., TOLOFOUDYE, A. (2019). Etude de la composition physicochimique et de la qualité des huiles de coton produites à koutiala. Revue Scientifique Biannuelle de l'Université de Ségou, 1(1), 1-7.

## Références bibliographiques

- [10] : BERTOLI, C., JURG, L., WERER. (2001). Science alimentaire : Lipides. Université de Lausanne.
- [11] : KARTIKA, I. A. (2005). Nouveau procédé de fractionnement des graines de tournesol (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique (Toulouse)).
- [12] : AISSOUN, K., BENNOUR, L. (2022). Effet de l'exposition au soleil sur les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de soja raffinée « elio » (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [13] : FRENOT, M., VIERLING, E. (2002). Biochimie des aliments : diététique du sujet bien portant. Wolters Kluwer France.
- [14] : M'BAYE, B. K., Alouemine, S. O., Lô, B. B., BASSENE, E. (2011). Etude physico-chimique des huiles consommées en Mauritanie. Science Lib Editions Mersenne, 4, 2111-4706.
- [15] : CILLARD, J., CILLARD, P. (2006). Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. Oléagineux, corps gras, lipides, 13(1), 24-29.
- [16] : CHOUKRI, A., KINANY, M. A., GIBON, V., TIRTIAUX, A., JAMIL, S. (2001). Improved oil treatment conditions for soft degumming. Journal of the American Oil Chemists' Society, 78(11), 1157-1160.
- [17] : BEZZAZI, C. (2019). Influence Des Parametres Affectant La Synthèse De Biodiesel Obtenu A Partir Des Huiles Végétales Usagées.
- [18] : Programme mixte FAO-OMS sur les normes alimentaires. Commission du codex alimentarius (Ed.). (1993). Codex alimentarius : Graisses, huiles et produits dérivés (Vol. 8). Food Agriculture Org.
- [19] : OLLIVON, M., PERRON, R., KARLESKIND, A. (1992). Propriétés physiques des corps gras. Manuel des corps gras. Paris : Lavoisier, 433-442.
- [20] : DECHAMBRE, A. (1864). Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales (Vol. 2). Asselin.
- [21] : CHEPTEL, J. C., CHEFTEL, H., BESANÇON, P. (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments.

**CONCLUSION  
GENERALE**

### CONCLUSION GENERALE

Le stage effectué au sein du complexe CGS-Labelle a été une occasion précieuse pour approfondir nos connaissances sur le fonctionnement des industries agro-alimentaires, en mettant l'accent sur le processus de raffinage des huiles et la fabrication d'une huile de haute qualité, sûre et agréable à consommer pour les consommateurs.

La cible principale de notre travail était de surveiller la qualité physico-chimique des huiles de soja en provenance des États-Unis et de la Turquie, en tant que matières premières susceptibles de contenir des composés indésirables pouvant altérer la qualité du produit final.

L'absence de la teneur en humidité dans les deux huiles finies permet d'abaisser l'activité de l'eau et d'assurer un bon stockage des graines.

L'huile de soja présente des teneurs relativement faibles en acidité (0.08% et 0.11% de l'huile américaine et l'huile turque respectivement) et en indice de peroxyde (0.5 Meq O<sub>2</sub>/Kg de l'huile américaine et 1.80 Meq O<sub>2</sub>/Kg de l'huile turque) ; ce qui les permet de mieux résister à l'oxydation.

Une teneur élevée en phosphatides n'est pas souhaitable dans une huile. En effet, les phosphatides confèrent à l'huile un goût désagréable. Ils sont généralement diminués par le raffinage à l'état de traces au cours des opérations de démuléination et de neutralisation.

Certaines inconformités sont trouvées (couleur) mais elles ont été très vite corrigées. La non-conformité de certaines analyses, est due à la perturbation de certains paramètres de raffinage (temps de séjours, la température, le vide, et l'injection de vapeur direct...etc.), tout ça montre que certaines opérations du raffinage n'ont pas été bien maîtrisées mais l'entreprise prend quelques corrections pour régler cette instabilité (recyclage, l'ajout de certains produits...etc.)

On élimine les composés indésirables d'huile brute, grâce aux différentes étapes du processus de raffinage, à savoir la neutralisation (phospholipides, les acides gras libres), et les pigments colorés dans la décoloration, et les composés odorants (désodorisation).

## Conclusion Générale

---

Les résultats d'analyses (acidité, humidité, indice de peroxyde, phosphatides, et la couleur) effectuées sur les deux huiles témoignent la conformité aux normes de l'ISO, cela est la preuve de l'application des bonnes pratiques de fabrication par l'entreprise au cours du processus grâce aux matériels sophistiqués dont qu'elle dispose, et le contrôle effectué à chaque étape du raffinage.

En perspective, d'autres analyses peuvent être effectuées, à savoir (l'indice de saponification, indice de l'iode, indice de réfraction, la densité, la viscosité). Et cela pour mieux optimiser le processus de raffinage à fin d'avoir un bon rendement et une bonne qualité d'huile.

On peut en déduire que l'usine fabrique une huile raffinée de qualité saine et conforme aux normes (ISO9001). Ce respect de la conformité prouve que l'unité réalise un raffinage dans les meilleures conditions grâce à des méthodes élaborées par les ingénieurs de la raffinerie, en plus du matériel sophistiqué qu'elle possède.

Nous pouvons alors conclure que Ce stage ne nous a pas seulement permis d'acquérir et d'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques dans le domaine des corps gras et leurs technologies de production et de transformation, mais aussi il nous a permis d'acquérir des connaissances approfondies sur le raffinage des huiles végétales et sur les différentes analyses effectuées, et d'autres parts d'avoir une idée sur la vie professionnelle.

