

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



Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés
Laboratoire des Procédés membranaires et des Techniques de Séparation et de
Récupération

Mémoire EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

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

Présenté par

REDOUANE Nesrine Et OUDJEDOUB Nesrine

Thème

Etude et suivie du processus de fabrication des huiles alimentaire : formulation

Soutenue le 03/07/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Université	Rôle
KACHBI ABDELMALEK	Université de Béjaia	Président
SELLAMI FERHAT	Université de Béjaia	Examineur
SENHADJI OUNISSA	Université de Béjaia	Encadrante

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nos remerciements vont tout d'abord à Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et la patience tout au long de ce travail.

Nous tenons à présenter nos remerciements les plus sincères à notre promotrice : Professeur O. SENHADJI pour ces conseils et ses orientations.

Nos remerciements vont aussi vers les membres du jury, qui ont accepté d'évaluer notre travail.

Nous adressons nos vifs et sincères remerciements à l'équipe du la salle de contrôle et laboratoire de raffinage des huiles au niveau du complexe CEVITAL.

Dédicaces

Je dédise ce travail à mes parents pour leur soutien et leurs encouragements sans faille tout au long de mon parcours scolaire mais aussi personnel. Aucun mot ne serait exprimer tout mon amour et toute ma gratitude, merci pour vos sacrifices le long de ces années merci pour vos présence rassurante, et si j'en suis arrivé là s'est grâce a vous. J'espère le bon dieu les gardes, les combles de santé et une longue vie.

A mon père pour sa patiente avec moi et son encouragement

A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère que le bon ALLAH vous garde en bonne santé

A ma grand-mère

A mes chers frères Amine, Ridha, Karim et Hakim

A ma belle sœur

A ma binôme Nesrine

A mes très chères copines

Et a tout mes amis.

Nesrine OUDJEDOUB

Dédicaces

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes moments les plus durs

Et à ceux qui je dois tant d'amour

A mon très cher papa NADIR et à ma très chère maman SAMIA

Aucun mot ne serait exprimer tout mon amour et toute ma gratitude

*Je suis arrivé là grâce à vous j'espère le bon dieu les gardes, les combles de
santé et leur préserve une longue vie*

A mon petit frère adoré ALI

A mes grands parents

A ma tante Sabrina

A ma famille paternelle et maternelle

*A une personne si cher à mes yeux que j'aurai aimé partager cette joie au près
de moi*

A ma binôme Nesrine

A mes très chères copines

LYNDA, SARA, TINHINANE, MOUNIRA, LYTECIA, HALIMA

Et à tout mes amis.

Nesrine REDOUANE

Liste Abréviations

% : Pourcentage.

A : Absorbance.

AG : Acide gras.

AGL : Acide gras libre.

A.O.C.S : American Oil Chemists' Society

C : Colza.

I.S.O : International System Organisation.

még : Milliéquivalent.

mbar : Millibar.

Max : Maximum

P : Pouce.

ppm : Partie par million.

S : Soja.

Spa : Société par action.

T : Tournesol

TG : Triglycéride

T/J : Tonne par jour.

MnT : Million de tonnes

MnHa : millions de tonnes par hectare.

NDF : Fraction soluble dans un détergent neutre.

ADF: Fraction soluble dans un détergent Acide.

Liste des figures

Figure 1 : Les triglycérides d'acide gras [8].....	4
Figure 2 : Structure des acides gras [8].	4
Figure 3 : Structure d'un phospholipide [5].	5
Figure 4 : Structure de la β - carotène [12].....	6
Figure 5 : La réaction de saponification [10].	8
Figure 6 : Réaction d'estérification [10].	9
Figure 7 : Réaction d'hydrogénation catalytique d'un triglycéride Industriellement, elle est utilisée pour obtenir des margarines à partir de certaines huiles consommables [10].	9
Figure 8 : La plante de soja [26].....	10
Figure 9 : la graine de soja [27].	11
Figure 10 : Procédé d'extraction de l'huile brute de soja [40].	13
Figure 11: La plante de tournesol [37].	15
Figure 12 : Evolution de la production mondiale de tournesol [39].....	15
Figure 13 : Photographies du colza (a : Plante, b : Graines) [22].....	18
Figure 14 : Schéma représentatif de l'étape de neutralisation des huiles [57].	23
Figure 15 : Schéma représentatif de l'étape de décoloration des huiles [57].	24
Figure 16 : Schéma représentatif de l'étape de désodorisation des huiles [57].....	25
Figure 17 : Schéma représentatif de la Section de neutralisation à froid des huiles [57].....	27
Figure 18 : Section de blanchiment [57].	28
Figure 19 : Schéma représentatif de la section désodorisation des huiles [57].	29
Figure 20 : Mode d'action de la Lecitase Ultra [67].	30
Figure 21 : Les étapes du raffinage enzymatique des huiles de soja et de tournesol [57].	33
Figure 22 : Organigramme du complexe CEVITAL.....	34
Figure 23 : photo de lovibond	40
Figure 24 : dosage d'acidité	41
Figure 25 : photo de spectrophotomètre UV- visible.	42
Figure 26 : photo de la chromatographie phase gazeuse (CPG).....	45
Figure 27 : Histogramme représentatif de l'acidité des trois témoins	50
Figure 28 : Histogramme représentatif de la chlorophylle des trois témoins	51
Figure 29 : Histogramme représentatif de la couleur des trois témoins	51
Figure 30 : Histogramme représentatif d'acidité pour les différents mélanges d'huiles.....	52
Figure 31 : Histogramme représentatif de la chlorophylle des différents mélanges d'huiles.....	52
Figure 32 : Histogramme représentatif de la couleur des différents mélanges huiles	53
Figure 33 : Chromatogramme du témoin (soja)	56
Figure 34 : Chromatogramme du témoin (tournesol).....	56

Figure 35 : Chromatogramme du témoin (colza)	57
Figure 36 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Colza).....	57
Figure 37 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Colza).....	58
Figure 38 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Soja).....	58
Figure 39 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Soja).....	59
Figure 40 : Chromatogramme du mélange binaire (Colza, Soja).....	59
Figure 41 : Chromatogramme du mélange binaire (Colza, Soja).....	60
Figure 42 : Chromatogramme du mélange ternaire (T sol, soja, colza)	60
Figure 43 : Chromatogramme du mélange ternaire (T sol, soja, colza).....	61

Liste des tableaux

Tableau 1 : Point de fusion et point d'ébullition de quelques acides gras [17].	7
Tableau 2 : Rôles nutritionnel, sensoriel et technologique des lipides [22].	9
Tableau 3 : Composition moyenne des graines de soja entières [28].	11
Tableau 4 : Composition en acide gras de l'huile de soja [29].	12
Tableau 5 : Constituants mineurs de l'huile de soja [35].	12
Tableau 6 : Composition des acides gras de l'huile de tournesol [2].	17
Tableau 7 : Composition de l'huile de colza par les composés insaponifiables [2].	19
Tableau 8 : Composition de l'huile de colza en acides gras [2].	19
Tableau 9 : les points de points de prélève et les analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles.	38
Tableau 10 : Programme cas de l'ancien modèle :	46
Tableau 11 : Programme cas de nouveau modèle :	46
Tableau 12 : Norme de qualité l'huile CEVITAL de l'huile soja, tournesol et colza	48
Tableau 13 : Résultats des analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des trois huiles de base (tournesol, soja, colza).	49
Tableau 14 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (tournesol/colza).	49
Tableau 15 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (tournesol/soja).	49
Tableau 16 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (colza/soja)	49
Tableau 17 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (tournesol/soja/colza)	50
Tableau 18 : Principaux résultats de l'analyse chromatographique des différentes huiles	54
Tableau 19 : représentatif des prix des mélanges de l'huile pour 1 litre :	62

Les normes

Détermination de la couleur (ISO 15305.1998).

Détermination de l'acidité (ISO 660, 1996).

Détermination des chlorophylles (AOCS, 1989).

Détermination d'Indice de peroxyde (ISO 3960, 2007).

Table de Matière

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I	4
GENERALITE SUR LES CORPS GRAS ET LES HUILES ALIMENTAIRES	4
I. 1. Les corps gras :	3
I.1.1. Définition :	3
I.1.1.2. Origine des corps gras :	3
I.1.1.3. Composition d'un corps gras :	3
I.1.1.3.1. Constituant majeurs :	3
I.1.3.1.1. Triglycérides :	3
I.1.3.1.2. Les acide gras :	4
I.1.3.2. Constituant mineurs :	5
I.1.3.2.1. Phospholipides (composé phosphoré) :	5
I.1.3.2. 2. Constituants insaponifiables :	5
I.1.4. Propriété des corps gras :	6
I.1.4.1. Propriété physique :	6
I.1.4.1.1. Point de fusion :	6
I.1.4.1.2. Point d'ébullitions :	7
I.1.4.1.3. Densité :	7
I.1.4.1.4. Viscosité :	8
I.1.4.1.5. Solubilité	8
I.1.4.2. Propriété chimique :	8
I.1.4.2. 1'hydrolyse :	8
I.1.4.2.2. Saponification :	8
I.1.4.2.3. Estérification :	8
I.1.4.2.4. Hydrogénation :	9
I.1.4.2.5. Oxydation :	9
I.2. Généralité sur les huiles alimentaires :	10
I.2.1. L'huile de soja :	10
I.2.1.1. Définition de l'huile de soja :	10
I.2.1.2. Origine de l'huile de soja :	10

I.2.1.2.1. La plante :	10
I.2.1.2.2. La graine :	10
I.2.1.3. Composition de la graine de soja :	11
I.2.1.4. Composition de l'huile de soja :	11
I.2.1.4.1. Composition en acide gras :	11
I.2.1.4.2. Autres constituants :	12
I.2.1.5. Extraction de l'huile brute de soja :	13
I.2.1.6. Les valeurs nutritionnelles de l'huile de soja :	14
I.2.2. L'huile de tournesol :	14
I.2.2.1. Définition :	14
I.2.2.2. Les caractéristique de la plante de tournesol :	14
I.2.2.3. Production mondiale :	15
I.2.2.4. Les caractéristique de la graine :	16
I.2.2.5. Composition de la graine :	16
I.2.2.5.1. Constituants de la coque :	16
I.2.2.5.2. Constituants de l'amande :	16
I.2.2.6. Composition de l'huile de tournesol :	17
I.2.2.6.1. Composition chimique en corps gras :	17
I.2.2.7. Les valeurs nutritionnel le l'huile de tournesol	18
I.2.3. L'huile de colza :	18
I.2.3.1. Définition de l'huile de colza :	18
I.2.3.2. Composition de l'huile de colza :	19
I.2.3.2.1 Composition de l'huile de colza en acides gras :	19
I.2.3.3. Les valeurs nutritionnelles de l'huile de colza	20
CHAPITRE II	21
Procédé de fabrication des huiles alimentaires	21
II.1. Définition du raffinage :	21
II.2. But et Objectifs du raffinage :	21
II.3. Types de raffinage :	21
II.3.1. Raffinage chimique :	22
II.3.1.1. Raffinage à chaud pour l'huile de soja et colza :	22
II.3.1.2. Raffinage à froid de l'huile de tournesol :	25
II.3.1.3. Raffinage enzymatique :	29
II.3.1.3.1. Définition du dégomme enzymatique :	29

II.3.1.3.2. Avantage du raffinage enzymatique :	30
II.3.1.3.3. La Lecitase Ultra :	30
II.3.1.3.4. Le processus de la démulagination enzymatique :	31
II.3.1.3.5. Séchage	32
II.3.1.3.6. Décoloration :	32
II.3.1.3.7. Désodorisation :	32
PARTIE PRATIQUE	34
CHAPITRE I	35
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	35
I.1. Historique :	34
I.2. Organigramme du complexe CEVITAL :	34
I.3. Rôles des différentes sous unités:	35
I.4. Activités et missions :	36
I.5. Présentation de la Raffinerie	36
I.6. Présentation de lieu de conditionnement :	36
I.7. les différentes huiles brutes raffinées :	37
I.8. Quelques huiles produites par CEVITAL spa :	37
CHAPITRE II	38
MATERIELS ET METHODES	38
II. Control des différents produits	38
II. 1. Méthodes d'analyses physico-chimiques	39
II.2. Analyses effectuées au cours de raffinage :	39
II.2.1. Analyse physique :	39
II.2.2. Analyse chimique :	40
II.2.3. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) :	44
CHAPITRE III	48
RESULTATS ET DISCUSSIONS	48
Chapitre III	48
Résultats et discussions	48
III.1. Etude de la qualité physicochimique	48
III.3. Etude éco-économique :	62
CONCLUSION GENERALE	64

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Les corps gras alimentaires sont des substances importantes de notre alimentation vu leur richesse en acides gras essentiels, en vitamines et en sels minéraux. Ces matières comprennent des huiles et des graisses d'origine végétale ou animale [1].

Les huiles d'origine végétale représentent pratiquement la moitié des corps gras utilisés dans le monde, elles peuvent être extraites des graines ou des fruits de plantes oléagineuses.

Parmi ces huiles, on trouve celles de Tournesol, de Soja et du Colza qui proviennent des graines de plantes ayant subi des opérations de pressage et d'extraction pour donner des huiles brutes. Ces dernières qui doivent subir par la suite différents traitements pour arriver à des huiles raffinées prêtes à la consommation..

Le raffinage des huiles est un procédé d'amélioration des caractéristiques d'une huile qui comprend une série de traitements : dégomme, neutralisation, lavage, séchage, décoloration et désodorisation. Ce traitement a pour but d'éliminer une grande partie des composés indésirables (les mucilages, les acides gras libres, les pigments colorés,...) afin de garantir aux consommateurs un produit de qualité qui répond aux normes imposées [2].

Pour notre projet de fin d'étude de Master, nous nous sommes intéressées aux huiles alimentaires produites et commercialisées par la plus grande entreprise spécialisée dans ce domaine en Algérie qui est l'entreprise **CEVITAL** et qui se trouve sur le territoire de la ville de Bejaia.

Le travail mené dans cette étude a concerné en premier lieu le suivi du processus de fabrication et de contrôle des huiles alimentaires produites par CEVITAL. En deuxième lieu et afin de formuler une huile mélange ayant les meilleures caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles, nous avons préparé différents mélanges des trois huiles de base (Tournesol, Soja, Colza) et avons déterminé leurs caractéristiques. Nous avons aussi réalisé une étude économique pour compléter le travail, l'objectif étant d'élaborer un nouveau produit d'un bon rapport qualité/ prix.

Ce présent manuscrit est scindé en deux parties :

Partie théorique : qui est dédiée à la recherche bibliographique, nous l'avons divisée en deux chapitres :

- Le premier chapitre comporte des généralités sur les corps gras et les huiles alimentaires.

- Le deuxième chapitre présente les procédés de fabrication des huiles alimentaires.

Partie pratique : comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre concerne la présentation du complexe **CEVITAL**.
- Le deuxième chapitre englobe la mise en œuvre expérimentale (matériel et méthodes).
- Le troisième chapitre comprend les résultats et l'interprétation des résultats obtenus de ce travail.

Une conclusion générale est présentée à la fin de ce manuscrit et qui récapitule les résultats les plus concluants de cette étude.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I
GENERALITE SUR LES CORPS GRAS ET
LES HUILES ALIMENTAIRES

I. 1.Les corps gras :

I.1.1. Définition :

Les corps gras sont des composés organiques constitués essentiellement de lipide (triglycérides, esters, acides gras et glycérols), ils se trouvent à l'état naturel sous forme solide (graisses) ou liquide (huiles) [3], ils possèdent des propriétés analogues : insolubles dans l'eau et soluble dans les solvants organique tel que l'éther et benzène [4].

I.1.1.2. Origine des corps gras :

Les corps gras sont soit d'origine animale ou végétale. On distingue les huiles végétales fluides (olive, tournesol, soja), les huiles végétales semi solides ou concrètes (coprah, huile de palme), les huiles d'origine animal (saindoux, baleine) et ainsi que les corps gras élaborés (beurres et margarines) [5].

I.1.1.3. Composition d'un corps gras :

Les corps gras sont composés d'une grande variété de constituants, et ils sont classés selon deux fractions, la fraction saponifiable représente 98 à 99% et insaponifiable de 1 à 2%.

Les huiles végétales sont essentiellement constituées de triglycérides. D'autre composées existent naturellement en plus faibles quantités, sont appelés constituants mineurs, comme les phospholipides, les stérols, les tocophérols (Vitamine E) [6].

I.1.1.3.1. Constituant majeurs :

I.1.3.1.1. Triglycérides :

Ils sont des triesters formés par une combinaison entre le glycérol et l'acide gras [7].Il existe deux types de triglycérides : les triglycérides homogènes formés lorsqu'une molécule de glycérol est lié à trois molécules d'un même acide gras, par contre les triglycérides mixtes sont composés d'au moins de deux acides gras différents [8].

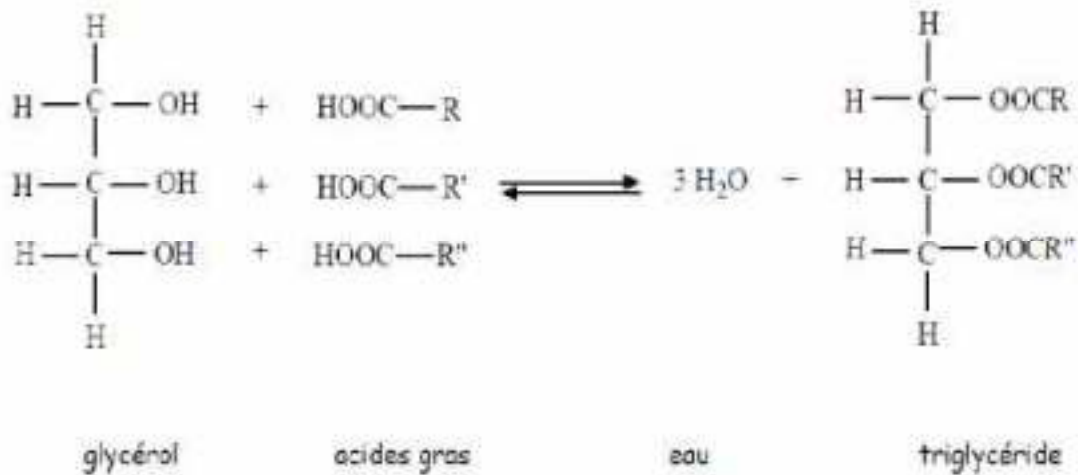


Figure 1 : Les triglycérides d'acide gras [8]

I.1.3.1.2. Les acide gras :

Les acides gras sont des composés organiques de structure générale RCOOH, formés d'une chaîne de carbone liée à des hydrogènes et des oxygènes [8].



Figure 2 : Structure des acides gras [8].

Il existe trois groupes d'acides gras différents :

- Les acides gras saturés : sont composés d'une chaîne hydrocarbonée liée uniquement par ses liaisons simple de formule générale CH₃-(CH₂)_n-COOH [2].
- Les acides gras mono insaturé : ils possèdent une seul double liaison de formule H₃C-(CH₂)_n-HC=CH-(CH₂)_p-COOH [2].
- Les acides gras polyinsaturés : ils possèdent plusieurs doubles liaisons. Il existe deux familles d'acides gras polyinsaturées appelés famille des ω₃et famille des ω₆ [9].

I.1.3.2. Constituant mineurs :

I.1.3.2.1. Phospholipides (composé phosphoré) :

Les phospholipides sont des constituants naturels des huiles végétales. Ce sont des glycérols estérifiés en 1 et 2 par des acides gras et en 3 par un phosphate. Ils sont des lipides amphiphiles, constitués d'une partie hydrophobe et une partie hydrophile, cette dernière facilite leur élimination par hydratation [9].



Figure 3 : Structure d'un phospholipide [5].

I.1.3.2. 2. Constituants insaponifiables :

Appelé constituants non glycérides, ils ne participent pas à la réaction de saponification, parmi ces insaponifiables on cite :

- **Les stérols :**

Un stérol est un composé organique constitué de plusieurs cycles liés et d'un groupe d'hydroxyle. Le minimum d'atomes de carbone qu'il peut contenir est 27. Le plus connu des stérols est le cholestérol [10].

- **Les cires :**

Ce sont des esters d'acide gras et d'alcool mono hydrique (alcool gras principalement et parfois alcool α méthylique) [10].

- **Les vitamines :**

Les huiles végétales sont riches en vitamines liposolubles comme la vitamine E. La vitamine E de fonction anti-oxydante se trouve en petites quantités dans les huiles végétales. [11].

- **Les pigments :**

Les principaux pigments colorés présents dans l'huile végétale sont :

A. Les caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles largement réponsus dans la nature, environ six cents caroténoïdes naturels actuellement distingués [12].

Parmi les caroténoïdes, on distingue le carotène qui est un terpène, de couleur orange, ce pigment est nécessaire pour la photosynthèse. Généralement, il se trouve sous forme α et β carotène, tel que ce dernier est le plus réponsu, sa structure présente deux cycles terminaux liés par une chaîne carbonée, illustré dans la figure suivante :

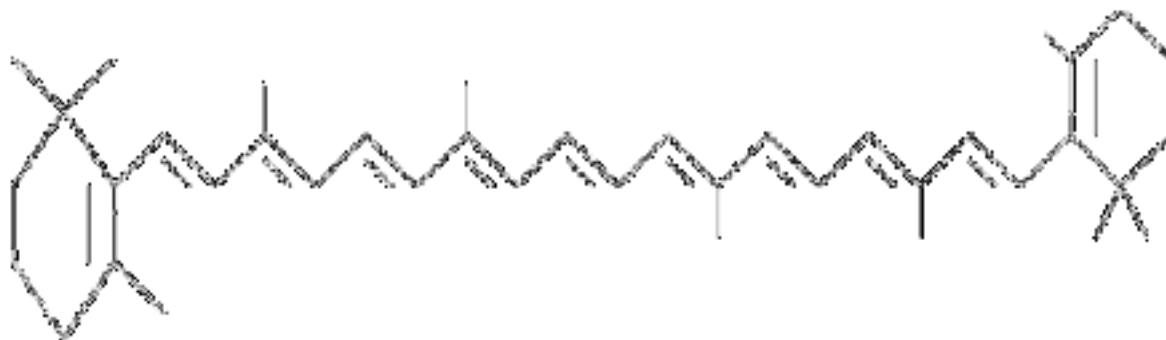


Figure 4 : Structure de la β - carotène [12].

B. Chlorophylles :

Les chlorophylles sont caractérisées par un atome de magnésium complexé au centre, responsable de la couleur verte des composés qui le constituent [13].

Ces pigments verts qui joue un rôle biologique primordial dans la photosynthèse, et ont un effet négatif sur les huiles végétales, pour cela il faut les éliminer [14], [15].

I.1.4. Propriété des corps gras :

Les corps gras possèdent certaines propriétés physico-chimiques qui influent sur les caractéristiques des aliments

I.1.4.1. Propriété physique :

I.1.4.1.1. Point de fusion :

Le point de fusion des acides gras est d'autant plus élevé que la chaîne aliphatique est longue. La présence de doubles liaisons abaisse le point de fusion pour un même nombre de carbone [16].

I.1.4.1.2. Point d'ébullitions :

Le point d'ébullition augmente avec l'augmentation de la longueur de la chaîne carbonée, les doubles liaisons influencent peu sur ce dernier [17]. Le point de fusion et le point d'ébullition de quelques acides gras sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Point de fusion et point d'ébullition de quelques acides gras [17].

Symbole	Nom	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)
C ₁₄ :0	Acide myristique	+53.9	127
C ₁₆ :0	Acide palmitique	+63.1	148
C ₁₈ :0	Acide stéarique	+69.6	166
C ₁₈ :1	Acide oléique	+13.4	165
C ₁₈ :2	Acide linoléique	-5.0	164
C ₁₈ :3	Acide linoléique	-11.0	163

I.1.4.1.3. Densité :

La densité est définie comme étant le rapport de la masse volumique de l'huile par la masse volumique d'eau distillée (on prend le même volume d'huile et d'eau distillée) [10].

Elle est toujours inférieure à 1 tel que La densité des huiles végétales varie de 0,915 à 0,964 en général, elle dépend de l'insaturation et de l'état d'oxydation des huiles [18].

I.1.4.1.4. Viscosité :

La viscosité des acides gras et des triglycérides est liée à leurs structures, à la longueur de la chaîne et à leur saturation. Elle augmente avec le poids moléculaire et diminue avec l'augmentation de l'insaturation. La viscosité des huiles est relativement très élevée [19].

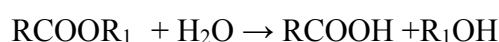
I.1.4.1.5. Solubilité

Les lipides sont insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques, la solubilité des huiles végétales et des graisses varie avec le nombre d'atome de carbone et le nombre de double liaison pour les glycérides [10].

I.1.4.2. Propriété chimique :

I.1.4.2. 1'hydrolyse :

L'hydrolyse conduit à libérer un ou plusieurs alcools et acides carboxyliques constitutifs d'un corps gras, la réaction se fait comme suit [10] :



Ester eau acide Carboxylique alcool

I.1.4.2.2. Saponification :

La saponification se fait par l'action d'ion hydroxyde OH⁻ sur un ester.

Dans le cas de triglycéride, elle transforme en ion savon soluble (sel de Sodium ou sel de Potassium) la totalité d'acide gras (ion carboxylate issu de l'acide carboxylique constitutif de l'ester) selon la réaction ci-dessous [10] :



Figure 5 : La réaction de saponification [10].

I.1.4.2.3. Estérification :

C'est la formation des esters à partir des acides carboxyliques et des alcools, l'estérification directe est une réaction équilibrée et catalysée par des acides protoniques forts [20] comme le montre la réaction suivante :



Figure 6 : Réaction d'estérification [10].

I.1.4.2.4. Hydrogénation :

L'hydrogénation dite catalytique, transforme les huiles insaturées en graisses. L'hydrogène s'additionne aux doubles liaisons des acides gras en présence de catalyseur, suivant la réaction ci dessous :

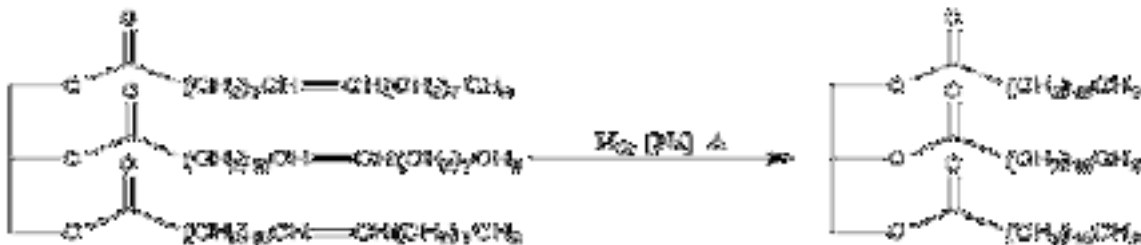


Figure 7 : Réaction d'hydrogénation catalytique d'un triglycéride Industriellement, elle est utilisée pour obtenir des margarines à partir de certaines huiles consommables [10].

I.1.4.2.5. Oxydation :

L'oxydation des lipides est une cause majeure de la dégradation des aliments lors de la fabrication et de la conservation. Elle affecte les acides gras insaturés présents dans les huiles et les graisses, la conséquence de l'oxydation des lipides est l'apparition d'odeurs et de flaveurs désagréables (rancissement) [21].

Tableau 2 : Rôles nutritionnel, sensoriel et technologique des lipides [22].

Nutritionnel	Fournisseur de calorie (37-38Kj /g). Véhicule de vitamines liposolubles : la Vitamine A, D, E, et K. Source d'acide gras essentiel.
Sensoriel	Véhicule d'arômes liposolubles. Tendreté. Lubrifiant. Brillant.
	Moyen de transfert de la chaleur lors de la friture.

Technologique	Lubrification. Modification et contrôle de la viscosité. Barriere contre l'humidité, l'oxygène et les microbes. Agent structurant des aliments riches en graisses, comme la margarine et le beurre
---------------	---

I.2. Généralité sur les huiles alimentaires :

I.2.1. L'huile de soja :

I.2.1.1. Définition de l'huile de soja :

L'huile de soja est fluide et d'une couleur jaune plus ou moins foncée suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Fraiche, elle a une saveur assez prononcée d'haricot qui s'atténue peu à peu. Elle est riche en acide gras polyinsaturés et notamment en acide gras essentiel alpha linoléique. Elle est recommandée pour les assaisonnements [23].

I.2.1.2. Origine de l'huile de soja :

I.2.1.2.1. La plante :

La plante est d'origine asiatique, elle présente plus de 1200 variétés, elle a une hauteur de 20 à 180 cm [24], avec des feuilles larges et une tige poilue, à maturité elle produit des gousses de 2 à 3 graines [35]. Cette plante a la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à ses nodosités [26].



Figure 8 : La plante de soja [26].

I.2.1.2.2. La graine :

Les graines ont une forme sphérique à ovale (on a des graines sèches qui sont utilisées pour l'extraction de l'huile, et des graines fraîches pour la consommation comme légume) [27].



Graine fraîche

Graine séchée

Figure 9 : la graine de soja [27].

I.2.1.3. Composition de la graine de soja :

Elle constitue une excellente source de protéines de haute valeur nutritive et d'acides aminés. Elle contient presque 20% en masse de lipides avec l'huile de soja et les phospholipides comme composants les plus importants, comme le montre le tableau 3.

Tableau 3 : Composition moyenne des graines de soja entières [28].

Composants	Graines entières Sèches (%)	Graines décortiquées (%)
Huile	18	20
Protéines	37	38
Cendres	5	5
Phospholipides	2	2
Humidité	11	9
Glucides	27	26
Total	100	100

I.2.1.4. Composition de l'huile de soja :

I.2.1.4.1. Composition en acide gras :

La teneur en acide gras dans l'huile de soja est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Composition en acide gras de l’huile de soja [29].

Composition en acide gras de l’huile de soja [29].

Acide gras	Symbole	Pourcentage 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	48.7
Linoléique	18 :3	7.1

I.2.1.4.2. Autres constituants :

L’huile de soja contient des constituants mineurs qui sont cités dans le tableau5

Tableau 5 : Constituants mineurs de l'huile de soja [35].

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

I.2.1.5. Extraction de l'huile brute de soja :

Le soja a une faible teneur en huile (environ 20 %). L'extraction de cette dernière se fait alors par un solvant qui se mélange avec les flocons à contre-courant. Le solvant le plus utilisé est l'hexane en raison de sa basse température d'évaporation (63 à 69°C), sa stabilité élevée et le meilleur rendement d'extraction [31].

La phase de préparation des graines (nettoyage, décorticage, broyage et laminage) est la première étape de l'extraction [32], ainsi les flocons obtenus peuvent subir une hydrolyse enzymatique ou un chauffage pour faciliter l'opération. Après extraction de l'huile brute, L'hexane sera ensuite séparé par distillation et récupéré par condensation afin d'être réutilisé [33].

Les résidus d'extraction (tourteaux et farines) sont utilisés pour l'alimentation animale, tandis que l'huile brute destinée à l'alimentation humaine sera ensuite purifiée [4]. Le procédé d'extraction de l'huile brute de soja est schématisé dans la **figure10**

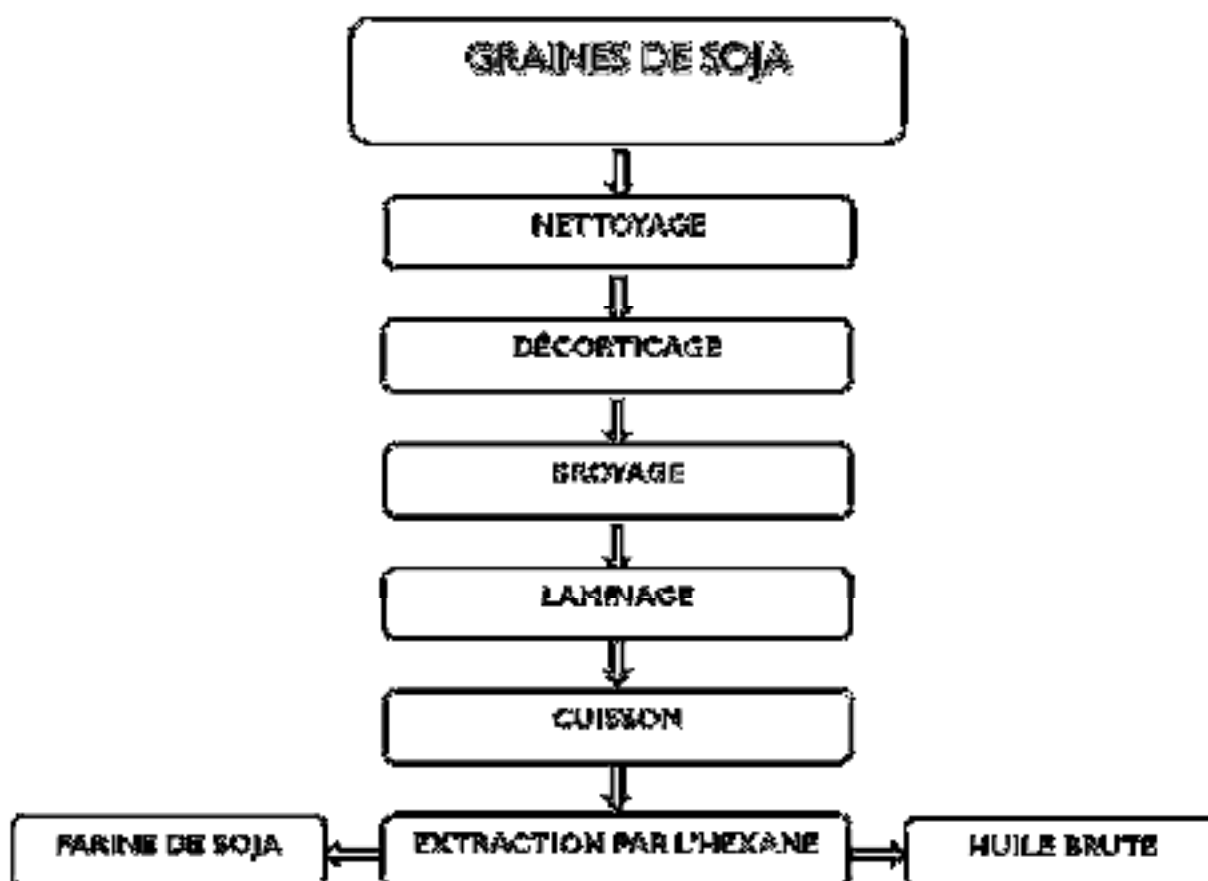


Figure 10 : Procédé d'extraction de l'huile brute de soja [40].

I.2.1.6. Les valeurs nutritionnelles de l'huile de soja :

L'huile de soja est une huile 100 % végétale, riche en acides gras polyinsaturés essentiels et pauvres en cholestérol. C'est une huile de table excellente par sa teneur en acide linoléique qui la rend fragile à la chaleur. C'est une bonne source de vitamines, elle est naturellement protégée à l'oxydation par la vitamine E qu'elle contient [41].

I.2.2. L'huile de tournesol :

I.2.2.1. Définition :

Le tournesol est une plante oléagineuse annuelle dont le nom scientifique, *Helianthus annuus* Linnaeus, Il provient des mots grecs Hélios et Anthos qui signifient respectivement « soleil » et « fleur ». Le tournesol est donc, en quelque sorte la « fleur du soleil » (sunflower en langue anglaise), appartient à la famille des Astéracées [36].L'appellation tournesol provient de sa tendance à se tourner vers le soleil d'est en ouest tout au long de la journée.

L'huile de tournesol est de couleur jaune pale, sans gout, sa teneur en acide gras insaturé est élevée sauf pour quelques-uns comme : l'acide linoléique (C18 :2) qui est produit sous un climat tempéré, sa teneur varie entre 60 et 70%, l'acide oléique (C18 :1) sa teneur environ 20% et l'acide linoléique (C18 :3) de teneur inferieur a 1% [36].

Le tournesol est une plante appréciée grâce a ses propriétés anti-oxydantes, généralement l'huile de tournesol et utilisée dans l'alimentation humaine et dans l'industrie [37].

I.2.2.2. Les caractéristique de la plante de tournesol :

Le tournesol est une plante résistante de forte taille, et facile a cultiver. Il se produit par pollinisation, il nécessite une langue saison pour atteindre la maturité (son cycle commence en avril ou mai jusqu'au septembre ou octobre), et il s'adapte a différents types de sols qu'ils soient sablonneux ou argileux, cependant il ne supporte pas le sel.

Cette plante est tolérante à la sécheresse, l'humidité et le gel, se développe à partir d'une graine pour devenir une plante qui dépasse les 2 mètres en haut [37].

Le tournesol se compose de 03 parties essentielles :

- Le capitule.
- L'appareil végétatif.
- Le système racinaire.



Figure 11: La plante de tournesol [37].

I.2.2.3. Production mondiale :

En 2016/2017 la production mondiale de tournesol atteint un nouveau record a46 MnT, Les emblavements ont fortement progresse en Russie (+6%) et Ukraine (+10%) ou le tournesol a remplace une partie des blés n'ayant pas pu être sèmes à l'automne dernier en raison de conditions trop sèches. Les conditions ayant ensuite été bonnes la production atteint 13,2 MnT en Ukraine et 10,4 MnT en Russie, bien la des précédents records. En Argentine la conjoncture est favorable au tournesol ouune forte hausse des surfaces est attendue (+36%) a 1,7 MnHa

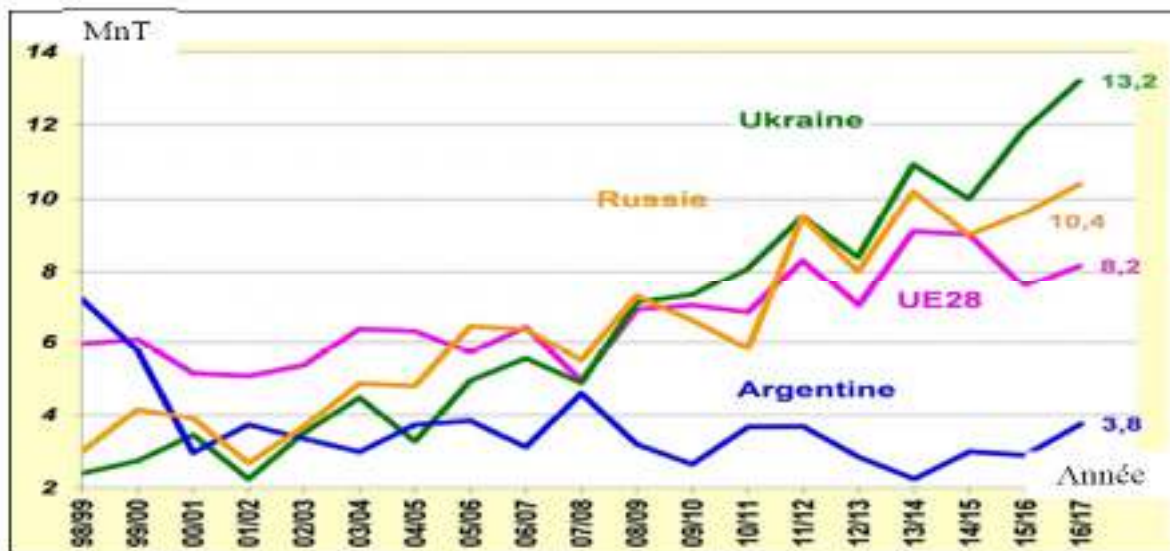


Figure 12 : Evolution de la production mondiale de tournesol [39].

I.2.2.4. Les caractéristique de la graine :

La graine de tournesol est en réalité un akène, fruit sec indéhiscent situe dans l'inflorescence. Elle est constituée d'un embryon recouvert d'un tégument séminal constituant l'amande et d'un péricarpe non soude (coque) [40].

La dimension de l'akène varie comme suit : de 7 a 25 mm de longueur et de 4 a 13 mm de largeur. Leur poids est compris entre 30 à 80 g pour 1000 graines.

Elle produit une huile alimentaire d'excellente qualité due à une proportion élevée d'acides gras polyinsaturés, une quasi absence de substances toxiques [40], Les graines de tournesol sont une source de matières premières recherchées par l'industrie pour l'alimentation humaine [41].

I.2.2.5. Composition de la graine :

La graine est constituée de la coque contenant a l'intérieur de l'amande séparée par un fin tégument blanchâtre localise entre la coque et l'amande [42], [43].

I.2.2.5.1. Constituants de la coque :

La coque représente 18 a 35% du poids total de la graine [2], elle est constituée essentiellement de la matière sèche MS de 50 a 73% (les fibres, la cellulose et la lignine) et de 20 d'hémicellulose [44].

Les protéines et les huiles de la coque représentent une faible variété dont leur valeurs sont respectivement 10% et de 2a 3%, en revanche, elle est très riche en constituants pariétaux peu digestibles, elle contient 85% de la fraction NDF, 90% de la fraction ADF et de95% de la fraction ADL (lignine) [45].

I.2.2.5.2. Constituants de l'amande :

L'amande est généralement composée d'une membrane diaphane, un endosperme et une embryon contenant deux cotylédons, ou ses cellules sont comblées des globules d'huile et des corpuscules protéiques, elle est considérée l'un des réservoirs les plus importants pour les stocks nécessaire au développement de l'embryon [46], [47].

L'amande contient environ 98% de la totalité de l'huile qui est moins sensible a la dégradation par oxydation par rapport a une huile qui a une teneur élevée en acide linoléique polyinsaturé [48].

Les lipides et les protéines sont essentiellement les deux types de substances de réserves dans la graine de tournesol dont [47] :

A. Réserve protéique : Les protéines stockées représentent une source importante d'azote, d'acide amine et d'énergie pour la germination du futur embryon [49].

B. Reserve lipidique : Les lipides de réserve constituent une réserve d'énergie et ils sont riches de carbone nécessaire au développement de l'embryon [47].

I.2.2.6. Composition de l'huile de tournesol :

I.2.2.6.1. Composition chimique en corps gras :

A. Constituant majeurs :

Comme toutes les huiles végétales, l'huile de tournesol est constituée majoritairement de triglycérides (97 a 98%), et elle est classée parmi les huiles hautement polyinsaturées grâce a sa richesse en acide linoléique C18 :2 (62 -70%) et en acide oléique C18 :1 (15 – 25%) [2], cette composition particulière possède l'avantage de donner à l'huile une excellente résistante aux températures élevées comme en cas de friture par exemple.

La composition en acide gras est donnée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Composition des acides gras de l'huile de tournesol [2].

Acide gras	Nature	Acide gras totaux (%)
Acide palmitique	C16 :0	5-7
Acide palmitoléique	C16 :1	≤ 0,4
Acide stéarique	C18 :0	4-6
Acide oléique	C18 :1	15-25
Acide linoléique	C18 :2	62-70
Acide linolénique	C18 :3	≤ 0,2
Aide arachidique	C20 :0	<1
Acide gadoléique	C20 :1	<0.5
Acide béhénique	C22 :0	0

B. Constituant mineurs :

La variété restante de la composition de l'huile de tournesol est représentée par les tocophérols (vitamine E) qui ont des propriétés anti oxydantes, les phytostérols et qui ont des propriétés hypocholestérolémiantes et les hydrocarbures (squalane).

L'huile de tournesol contient des teneurs élevées en tocophérols (l' α -tocophérol représente 80% de tocophérol de l'huile) et en phytosterols qui est représentée par betasitostérol avec 60%, comme elle contient aussi des hydrocarbures a faible quantité [50].

I.2.2.7. Les valeurs nutritionnel le l'huile de tournesol

Apport d'énergie et de nutriments : acides gras tel que l'acide linoléique qui doit obligatoirement être fourni par l'alimentation car le métabolisme est incapable de le synthétisée. Il est dit « essentiel » pour cette raison l'huile de tournesol constitue une excellente source d'acide linoléique [51].

Il exerce une action remarquable de manière générale dans toutes les maladies cardiovasculaires et vitamines liposolubles qui présentent des propriétés anti-oxydantes responsables de la stabilité oxydative de l'huile [41].

C'est une huile de couleur claire, un bon goût et bonne odeur pour cette raison on l'utilise sur tout en cuisine et dans les salades.

I.2.3. L'huile de colza :

I.2.3.1. Définition de la plante de colza :

Le colza *Brassica napus* L. est une plante annuelle et herbacée qui atteint une hauteur de 70 à 170 cm. Les fleurs de la plante jeune bourgeonnent et dès qu'elles ont été fécondés, des couses allongés se forment. Ces dernières contiennent de petites graines rondes brun-noir. Il existe deux variétés différentes de colza : le colza d'été et le colza d'hiver. Sa période de récolte est au mois de juillet [52].

La plante de colza est largement cultivée en Europe, au Canada et en Chine [22].



Figure 13 : Photographies du colza (a : Plante, b : Graines) [22].

I.2.3.2. Composition de l'huile de colza :

La graine de colza est constituée de 40-45% d'huile. Cette huile est constituée de triglycérides qui contiennent des acides gras mono-insaturé à longue chaîne ((20 :1) et (22 :1) en position 1 et 3). Elle est constituée aussi des autres composés insaponifiables (tels que les stérols, tocophérol,...). La composition de l'huile de colza en composés insaponifiables est détaillée dans le **tableau7**.

Tableau 7 : Composition de l'huile de colza par les composés insaponifiables [2].

Insaponifiable de 0.7à 1.8%			
Stérols (en mg/100 g)		Tocophérols en mg/100g	
Composition des stérols (en % des stérols totaux)	540-580	Compositiondes tocophérols en% des tocophérols totaux).	60-87
Cholestérol	<4	Alpha tocophérol	25-38
Brassica	13-17	béta tocophérol	0-5
Compestrol	28-40	gamma tocophérol	62-70
		Delta tocophérol	0-6

I.2.3.2.1 Composition de l'huile de colza en acides gras :

Les acides gras mono-insaturés à longue chaîne carbonée, l'acide eicosénoïque (C 20:1) et l'acide érucique (C 22:1) caractérisent les huiles de colza. Les acides oléique et linoléique présentent environ 80% du total des acides gras de l'huile de colza érucique.

La proportion des acides gras principaux de l'huile de colza est indiquée dans le **tableau8**.

Tableau 8 : Composition de l'huile de colza en acides gras [2].

Nature d'acide gras	Teneur total %
Acide palmitique (C 16:0)	3 – 4
Acide stéarique (C 18:0)	1 - 2
Acide oléique (C 18:1)	9 – 16
Acide linoléique (C 18:2)	11 – 16
Acide linoléique (C 18:3)	7- 12
Acide arachidique (C 20:0)	/

Acide eicosénoïque (C 20:1)	7- 13
Acide érucique (C 22 : 1)	41 – 52

I.2.3.3. Les valeurs nutritionnelles de l'huile de colza

La richesse de l'huile de colza en acides gras mono-insaturés garantit la stabilité de cette graisse à des températures élevées. Les acides gras polyinsaturés sont d'oméga 3 à 7 % et d'oméga 6 à 17 %. Cette huile renferme 33% d'acides gras polyinsaturés, 60% d'acide oléique et 7% d'acides gras saturés [53].

CHAPITRE II

Procédé de fabrication des huiles alimentaires.

II.1. Définition du raffinage :

Le raffinage constitue une étape clé de la technologie de production des huiles, il permet d'obtenir une qualité conforme aux exigences des différents utilisateurs : alimentation humaine, animale, cosmétique. Le raffinage est un processus technologique qui consiste à faire subir à l'huile brute un certain nombre de traitement Il comprend une série d'opérations ayant pour objectif l'élimination des composés indésirables, responsables des goûts, des odeurs spécifiques des huiles brutes et de leur mauvaise conservation [54].

Il permet d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et la stabilité des corps gras alimentaires.

II.2. But et Objectifs du raffinage :

Le raffinage a pour objectif d'éliminer les produits indésirables tels que :

- Les produits d'oxydation et de décomposition (les phospholipides, les métaux, les résidus d'herbicides et de pesticides, autres produits mineurs).
 - Réduire le niveau de la couleur.
 - Préserver le contenu en vitamines.
 - Minimiser les pertes en triglycérides.
 - Protéger les triglycérides de la dégradation au cours du processus
- Et pour avoir un produit d'un bon niveau de pureté et de stabilité.
- Il convient par ailleurs de ne pas endommager la fraction triglycéridique (polymérisation, transisomérisation, etc.) et de conserver un maximum de constituants reconnus comme bénéfiques (tocophérols, tocotriénols, stérols, etc.) [55].

II.3. Types de raffinage :

Il existe 3 grands types de raffinage :

- Le raffinage chimique : élimine les acides gras libres et la plupart des phospholipides et d'autres impuretés par une étape de neutralisation à la soude ; la distillation neutralisante élimine les composés indésirables par distillation sous vide.
- Le raffinage physique : les AGL sont éliminés par distillation à température élevée.
- Le raffinage enzymatique : c'est une nouvelle méthode qui utilise des enzymes pour transformer les phospholipides non hydratés et hydratés en lyso-phospholipides pouvant être éliminés par centrifugation [56].

II.3.1. Raffinage chimique :

II.3.1.1. Raffinage à chaud pour l'huile de soja et colza :

a. Dégommage et neutralisation :

L'huile brute de soja ou colza est pompée du bac de stockage vers la section de neutralisation à chaud, puis chauffée à une température de (90 à 95°C). Le mélange d'huile avec de l'acide citrique s'effectue au niveau du mélangeur M₁, après un court contact, le mélange est introduit dans un réacteur où s'effectue le brasage pendant un temps de (20-30) min pour que l'acide citrique rentre en réaction avec les phospholipides non hydratés et les convertit en phospholipides hydratés éliminés aisément avec l'eau. Le mélange huile de soja (colza) /acide citrique ou acide phosphorique /soude passe par le premier séparateur dans le but de séparer l'huile (phase légère) des pâtes de neutralisation (phases lourde) par centrifugation. La phase lourde est envoyée vers les bacs des pâtes puis vers la section décomposition appelée section 24 pour la récupération des huiles acides et déterminer les pertes en huile. L'huile séparée subit alors un prélavage et passe au séparateur S₂ pour éliminer les traces de savon et l'eau de lavage [57].

b. Lavage et séchage :

L'huile neutralisée est acheminée vers le réchauffeur-laveur à une température de 90 à 100°C et une pression sous un vide de 50 à 60 mbar où elle est réchauffée et lavée avec de l'eau et de l'acide citrique afin d'éliminer l'excès de soude. Ensuite le mélange passe par un dernier séparateur S₃ afin d'éliminer les eaux de lavage. Ensuite dans un sécheur pour éliminer l'humidité. Le séchage est effectué sous vide (62-65 mbar) et à une température de 90 à 100°C qui est orientée vers un décanteur ou un florentin où la quantité d'huile entraînée est récupérée tandis que les eaux de lavage seront envoyées vers la section d'épuration. [57].

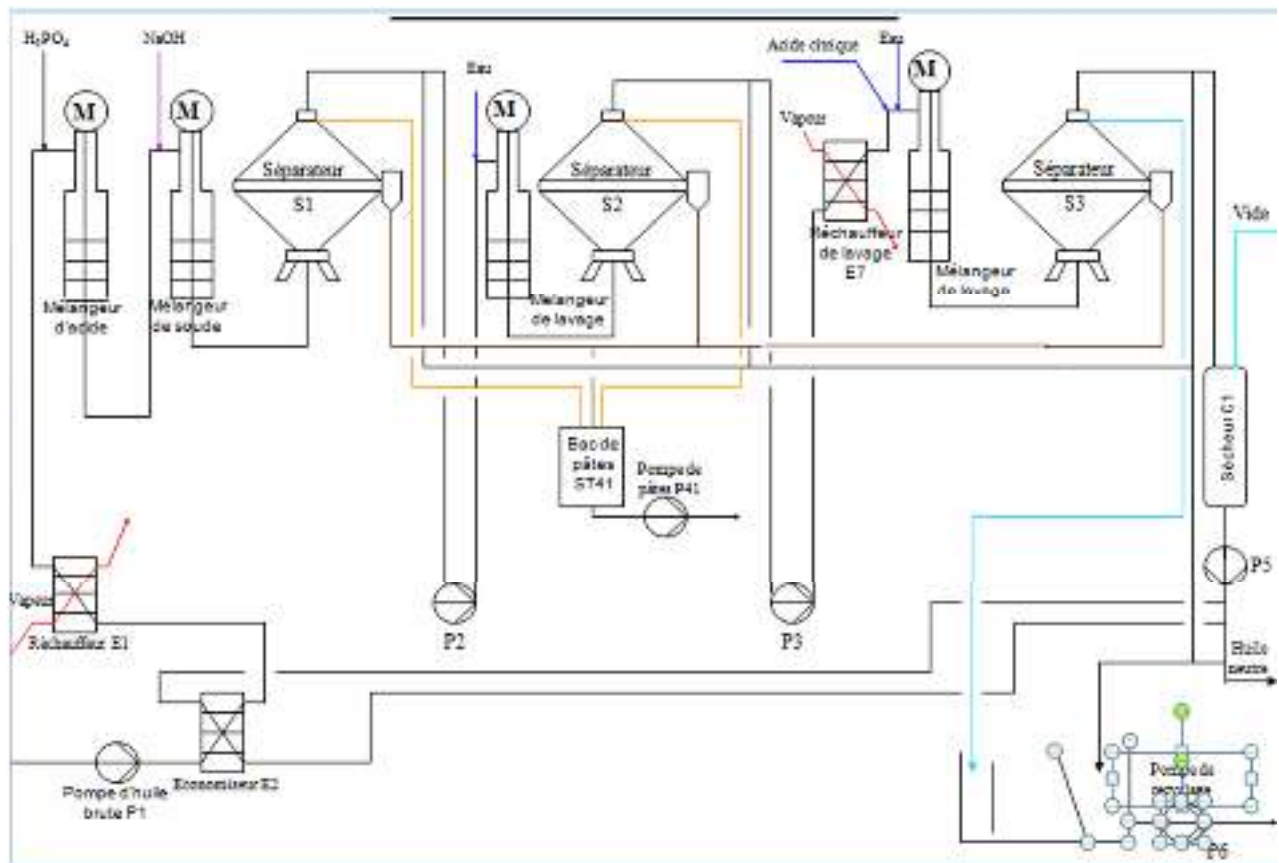


Figure 14 : Schéma représentatif de l'étape de neutralisation des huiles [57].

c. Décoloration et filtration :

L'huile sortante du lavage et séchage va subir un premier chauffage dans un économiseur (huile neutralisée /huile désodorisée) à une température de 100 °C, afin de casser les traces de savons, on injecte une solution d'acide citrique après un mélange rapide de l'huile passe dans un bac où elle sera mélangée avec la terre décolorante grâce à une pompe doseuse qui se trouve en haut de l'appareil. Le mélange ainsi homogénéisé entre dans un décolorateur (réacteur) maintenu sous un vide de 50 à 60 mbar, et d'une température de 105°C maintenue grâce à des serpentins où elle circule la vapeur.

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

L'huile sortante des filtres Niagara entre dans un bac intermédiaire grâce à une pompe : l'huile passe par des filtres à criquets puis par des filtres à poches pour capter d'éventuels grains de terres [57].

Vu l'instabilité de l'huile à la phase de décoloration, sa protection contre les excès thermiques et l'oxydation devient alors impératif.

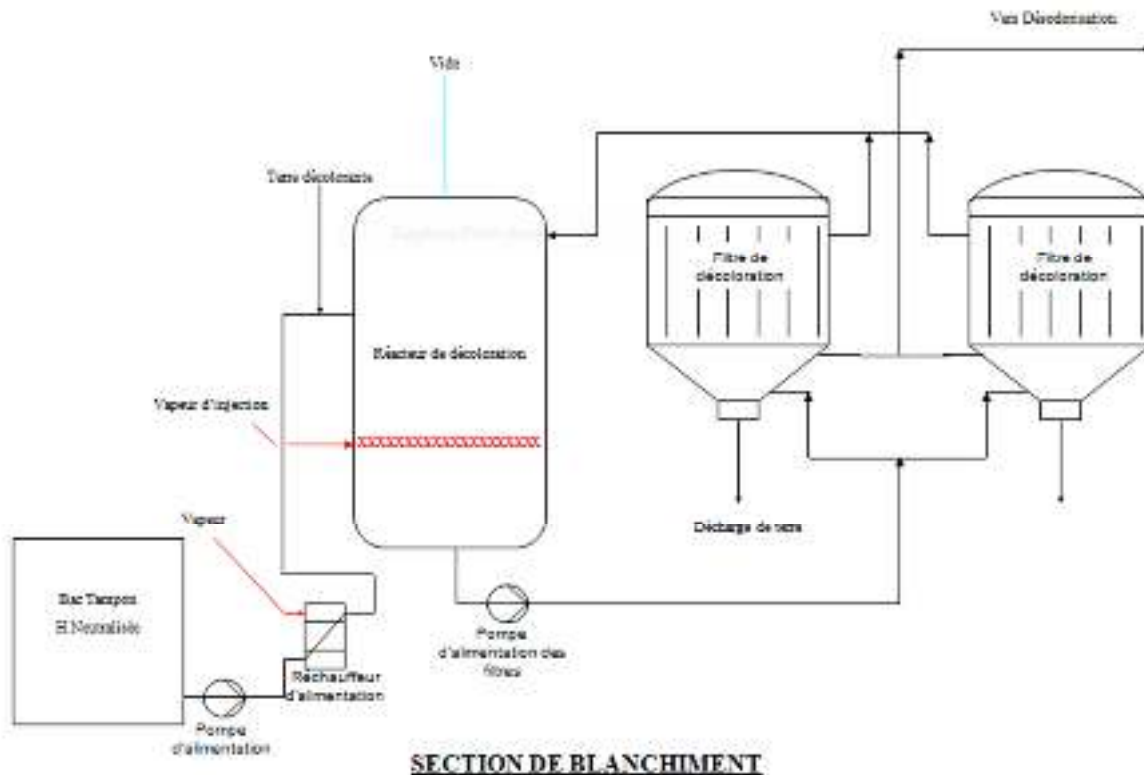


Figure 15 : Schéma représentatif de l'étape de décoloration des huiles [57].

d. Désodorisation :

L'huile décolorée est envoyée vers la section de désodorisation, où elle entre dans un économiseur de vapeur où elle atteint les 190°C. Cette dernière entre ensuite dans un réchauffeur à vapeur pour atteindre cette fois les 240-245°C. L'huile ainsi chauffée rentre dans la colonne de désodorisation qui est sous un vide de 2-3 mbar pour assurer l'évacuation des substances volatiles (aldéhydes, cétones) et des AGL qui sont récupérés par condensation en haut de la colonne grâce à un système de pulvérisation par des AG déjà refroidis. L'huile désodorisée par des filtres à poche et refroidie à 30-40°C à l'aide d'un refroidisseur à plaque. Enfin l'huile raffinée est acheminée vers des bacs de stockage spécifique puis vers l'unité de conditionnement [57].

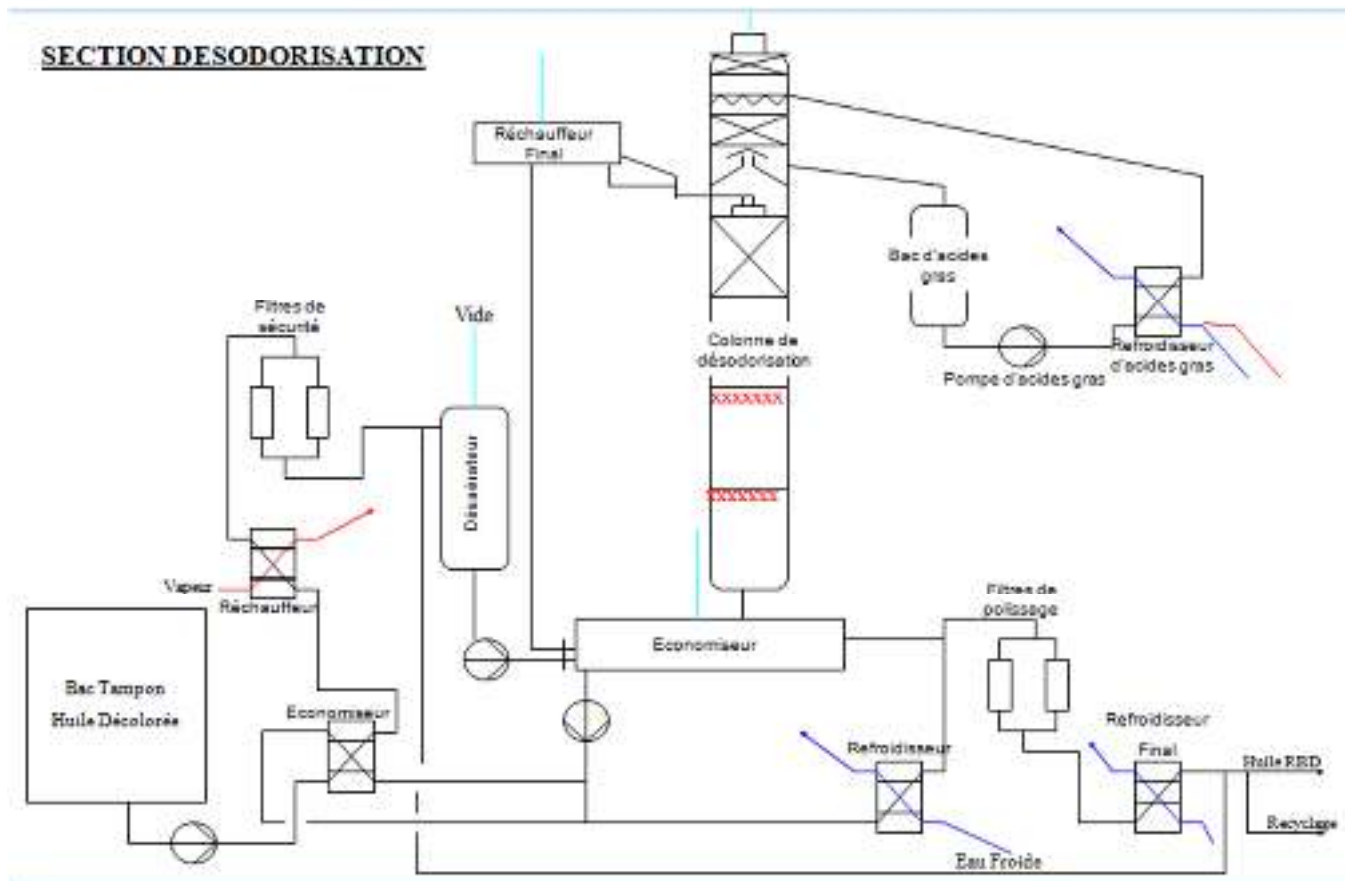


Figure 16 : Schéma représentatif de l'étape de désodorisation des huiles [57].

II.3.1.2. Raffinage à froid de l'huile de tournesol :

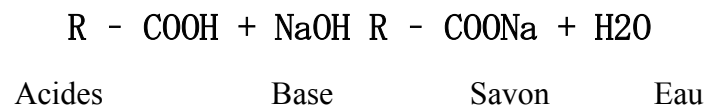
a. La démucilagination :

Les phospholipides présents dans l'huile brute, sont des substances naturelles provenant des graines végétales, qu'il est important d'enlever totalement de l'huile pour qu'elle reste limpide.

Elle consiste à l'élimination des phospholipides, cette première étape est nécessaire afin d'éviter l'émulsion causée par le mélange de l'eau avec ces phospholipides lors de la neutralisation qui provoque un colmatage au niveau des filtres des installations industrielles. Ces impuretés empêchent aussi la désodorisation ultérieure de l'huile neutralisée [58].

b. La neutralisation :

La neutralisation par les bases (soude caustique ou potasse) élimine les acides gras libres sous formes de savons appelés communément « pâtes de neutralisation » ou « soap stocks » selon la réaction suivante:



c. Neutralisation à la soude :

La neutralisation par la soude est un traitement de l'huile par un excès léger de la soude pour s'assurer de la transformation totale de l'acide gras libre en savon [59]. La soude doit être ajoutés par précaution afin d'éviter la saponification parasite.

En plus de l'élimination des acides gras libres, la neutralisation permet d'épurer l'huile des phospholipides, des traces des métaux, et des produits dégradés par oxydation [58].

d. Décirage :

Appeler aussi Winterrisation, c'est une étape de purification complémentaire qui a pour but d'éliminer les cires naturelles solubles à 40°C. La présence de ces cires nuit à la présentation du produit, d'où la nécessité de refroidir l'huile à 5°C pour assurer la cristallisation de ces cires pendant 4 à 5 heures. Ces cires qui seront après séparées de l'huile par centrifugation et filtration [60].

e. Lavage et séchage :

Après la neutralisation, un seul lavage n'est pas suffisant pour éliminer les substances alcalines (excès de soude) et les traces des métaux présentes dans l'huile à la sortie du séparateur.

Le lavage est très efficace lorsqu'il est effectué en deux stades avec une eau décalcifiée et chaude à 90°C. L'eau doit représenter 7 à 15 % du volume de l'huile traitée [61].

L'humidité présente dans l'huile lavée, doit être éliminée car elle peut provoquer un colmatage des filtres [2].

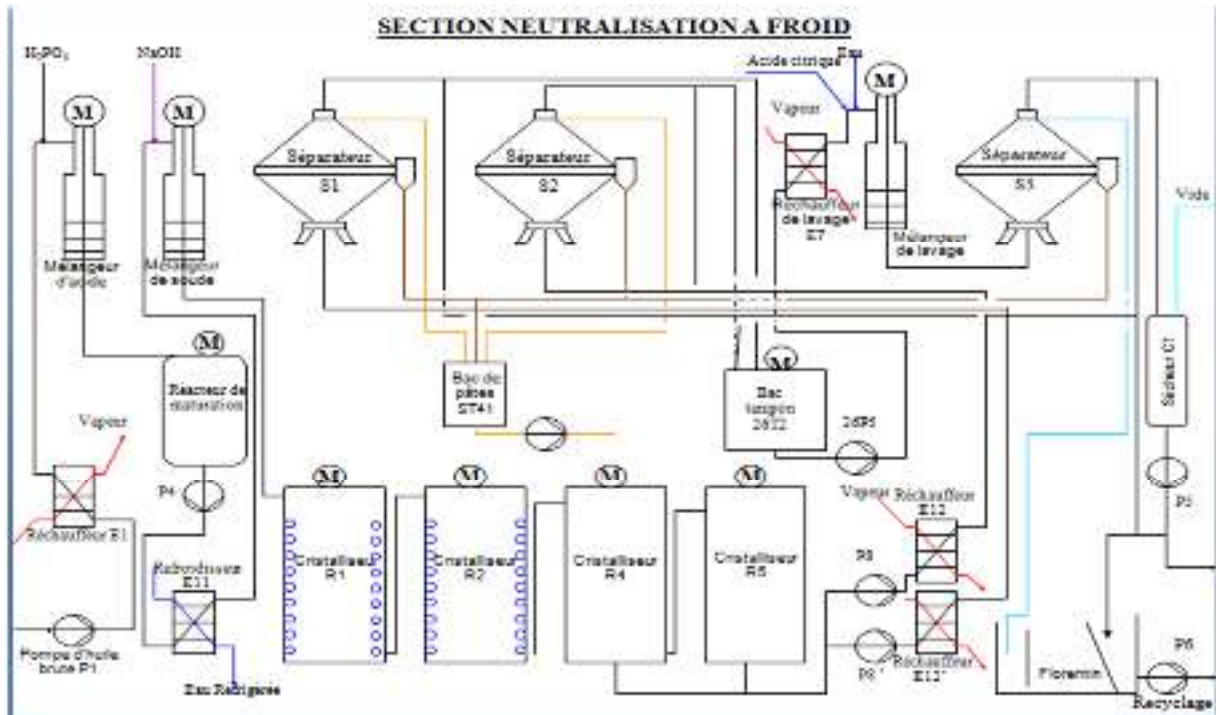


Figure 17 : Schéma représentatif de la Section de neutralisation à froid des huiles [57].

f. Décoloration :

Le blanchiment a pour objet d'éliminer les pigments colorés indésirables (chlorophylle et caroténoïdes), on utilise généralement des matières adsorbant comme certaines terres décolorantes (terres activées ou le charbon actif) pendant 20 minute [61].

La séparation de l'huile de la terre chargée en pigments se fait par filtration [58].

Outre l'élimination des colorants, la décoloration permet d'éliminer d'autres impuretés résiduelles : les phosphatides, produits d'oxydations, glycolipides, traces de métaux, savons, pesticides, contaminants et hydrocarbures polycycliques aromatiques [62].

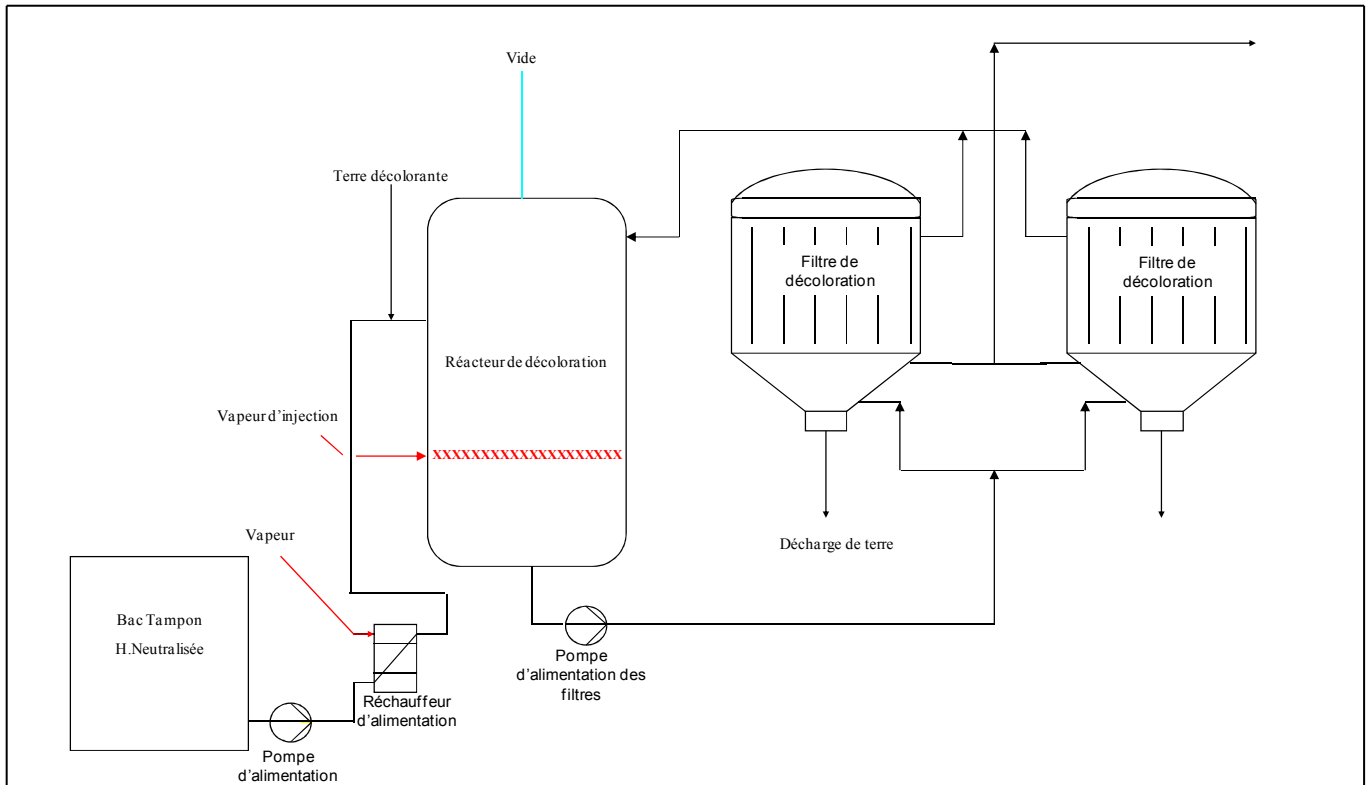


Figure 18 : Section de blanchiment [57].

g. Désodorisation :

La désodorisation se fait par distillation sous vide poussé (< 5 mbar) à une température de 185 à 265°C, avec entrainement à la vapeur. La désodorisation permet d'éliminer les traces des produits volatiles de saveurs indésirables, les pigments colorés et certains pesticides et contaminants de l'environnement ainsi les composés odorants [63].

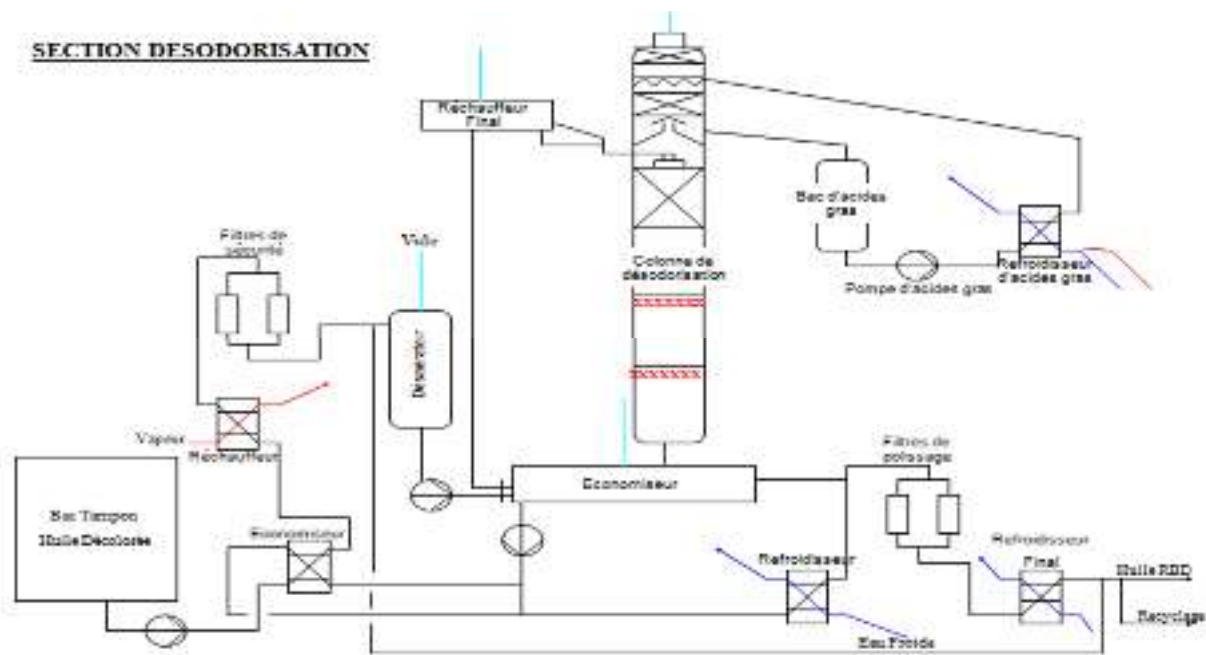


Figure 19 : Schéma représentatif de la section désodorisation des huiles [57].

h. Refroidissement :

A l'étape de refroidissement, l'huile passe par un échangeur de chaleur en ajoutant de l'acide citrique pour avoir une meilleure conservation.

Le refroidissement de l'huile se fait entre 40 et 50°C, ensuite elle est dirigée au conditionnement [64].

II.3.1.3. Raffinage enzymatique :

Le raffinage enzymatique est une nouvelle méthode qui utilise des enzymes pour transformer les phospholipides non hydratés et hydratés en lyso-phospholipides pouvant être éliminés par centrifugation.

L'huile subit plusieurs étapes de raffinage avant qu'elle soit comestible et conservable.

Le dégommeage traditionnel ne peut garantir une faible teneur en phospholipides exigée par le raffinage chimique, pour cela le dégommeage enzymatique est le plus indiqué [65].

II.3.1.3.1. Définition du dégommeage enzymatique :

La démuçilagination enzymatique est un type de procédé physique performant, dans le quel une enzyme est utilisée pour le dégommeage des huiles végétales brutes. Elle consiste à

transformer les phospholipides non hydratables en phosphatide hydratables et les lécithines en lysolécithines [47].

L'enzyme utilisée est une phospholipase A1 (Lecitase Ultra) qui est capable de convertir les phospholipides hydratables et non hydratables en lyso-phospholipides qui seront éliminés avec les mucilages [47].

II.3.1.3.2. Avantage du raffinage enzymatique :

Le procédé du raffinage enzymatique présente un rendement plus élevé que le raffinage chimique. Il est également moins polluant (l'utilisation de produits chimiques en petites concentrations), plus respectueux de l'environnement et surtout facile à mettre en œuvre. Tout cela lui vaut la place du procédé le plus favorisé au niveau industriel [66].

II.3.1.3.3. La Lecitase Ultra :

C'est une phospholipase acide qui montre une activité maximale à pH = 5 et à une température de 50°C, elle transforme les phospholipides non hydratables en lyso-phospholipides hydratables pouvant être éliminés par centrifugation. L'enzyme peut identifier les phospholipides comme substrat pour les hydrolyser [67].

En Algérie Lecitase Ultra est adoptée par CEVITAL spa à partir de février 2007 pour la première fois, est une enzyme hydrolytique qui catalyse le déplacement du groupe acyle de la position 1 du phospholipide pour former un lyso-phospholipide et un acide gras [67].



Figure 20 : Mode d'action de la Lecitase Ultra [67].

L'enzyme hydrolyse, à l'interface, les phospholipides en libérant les acides gras dans la phase huile, rendant ainsi la molécule plus hydrophile. Cette dernière est éliminée par centrifugation dans la phase aqueuse [66].

II.3.1.3.4. Le processus de la démulcination enzymatique :

➤ Chauffage :

L'huile brute, pompée depuis le bac de stockage, passe à travers un filtre à brosse qui élimine les grosses impuretés, puis subit un chauffage à 70 °C à l'aide d'un échangeur de chaleur dans le but de mieux fluidiser l'huile brute et faciliter le dégommeage [57].

➤ L'ajout d'acide citrique :

L'huile brute ainsi chauffée, passe dans un réacteur-agitateur et à laquelle on ajoute de l'acide citrique à raison de 650 ppm et séjourne dans un bac de rétention pendant 15 à 30 mn dans le but de chélater les métaux (Mg^{2+} , Ca^{2+} ...) présents dans l'huile [66].

➤ Refroidissement :

Cette huile est ensuite pompée du bac pour passer à travers un refroidisseur dans le but d'amener l'huile à une température de 50-55°C, température optimale pour l'action de l'enzyme [66].

➤ Injection de la soude, de l'enzyme et de l'eau :

L'huile refroidie est additionnée de soude pour la ramener à un pH favorable à l'action de l'enzyme (4,5 à 5,5).

La lécithase Ultra est ajoutée au mélangeur à une concentration de 30 ppm pour former le complexe (huile brute-acide citrique-NaOH-eau-enzyme). En même temps, un passage d'eau de 1 à 3 % est nécessaire pour créer une interface de réaction entre l'huile et l'enzyme [66].

➤ Séjour dans les cristalliseurs :

Le mélange ainsi formé (huile brute-acide citrique-NaOH-eau-enzyme) est versé dans les cristalliseurs pour un temps de séjour d'environ 6 heures avec une légère agitation pour favoriser le contact et donner le temps à l'enzyme d'hydrolyser le maximum de phospholipide [57].

➤ Séparation :

Après le séjour dans les cristalliseurs, le mélange est chauffé à 70°C afin de détruire la lecitase Ultra. Ce mélange est séparé par centrifugation, et c'est à ce niveau que les gommes seront éliminées et acheminées vers la section de décomposition des déchets et l'huile séparée des mucilages (phase légère) passe à l'opération de séchage [57].

II.3.1.3.5. Séchage

L'humidité présente dans l'huile est éliminée avant l'opération de décoloration car elle peut provoquer un colmatage rapide des filtres, surtout en présence de savon [68]. L'huile est séchée par pulvérisation sous vide à environ 90°C [60].

II.3.1.3.6. Décoloration :

L'objectif de cette étape est l'élimination des pigments colorés de l'huile brute à l'aide d'une terre activée suivant un phénomène physique qui est l'adsorption. Elles sont ajoutées à l'huile à une température de 90 à 110°C sous agitation et sous un vide léger pour éviter l'oxydation.

Dans les réacteurs à décoloration, des serpentins de vapeur sont implantés pour créer un barbotage qui a pour but l'élimination des pigments présents dans l'huile afin qu'ils soient facilement adsorbés [57].

La séparation de la terre décolorante chargée de pigments de la phase d'huile est réalisée par filtration, à travers des filtres ayant des pores qui empêchent le passage de la matière solide en permettant l'écoulement du liquide seulement [68].

II.3.1.3.7. Désodorisation :

La désodorisation est la dernière étape du raffinage, elle consiste à envoyer un courant de vapeur sèche dans l'huile maintenue sous un vide très poussé à des températures élevées de l'ordre de 240°C, afin que les produits volatils comme les aldéhydes, les cétones, responsables de goût et odeurs désagréables de l'huile ainsi que des résidus de pesticides, de mycotoxines et d'acides gras libres soient entraînés par la vapeur [3].

Après désodorisation, l'huile est refroidie, toujours sous vide avant d'être filtrée et par la suite il y a injection d'azote afin de la protéger de l'oxydation [3].

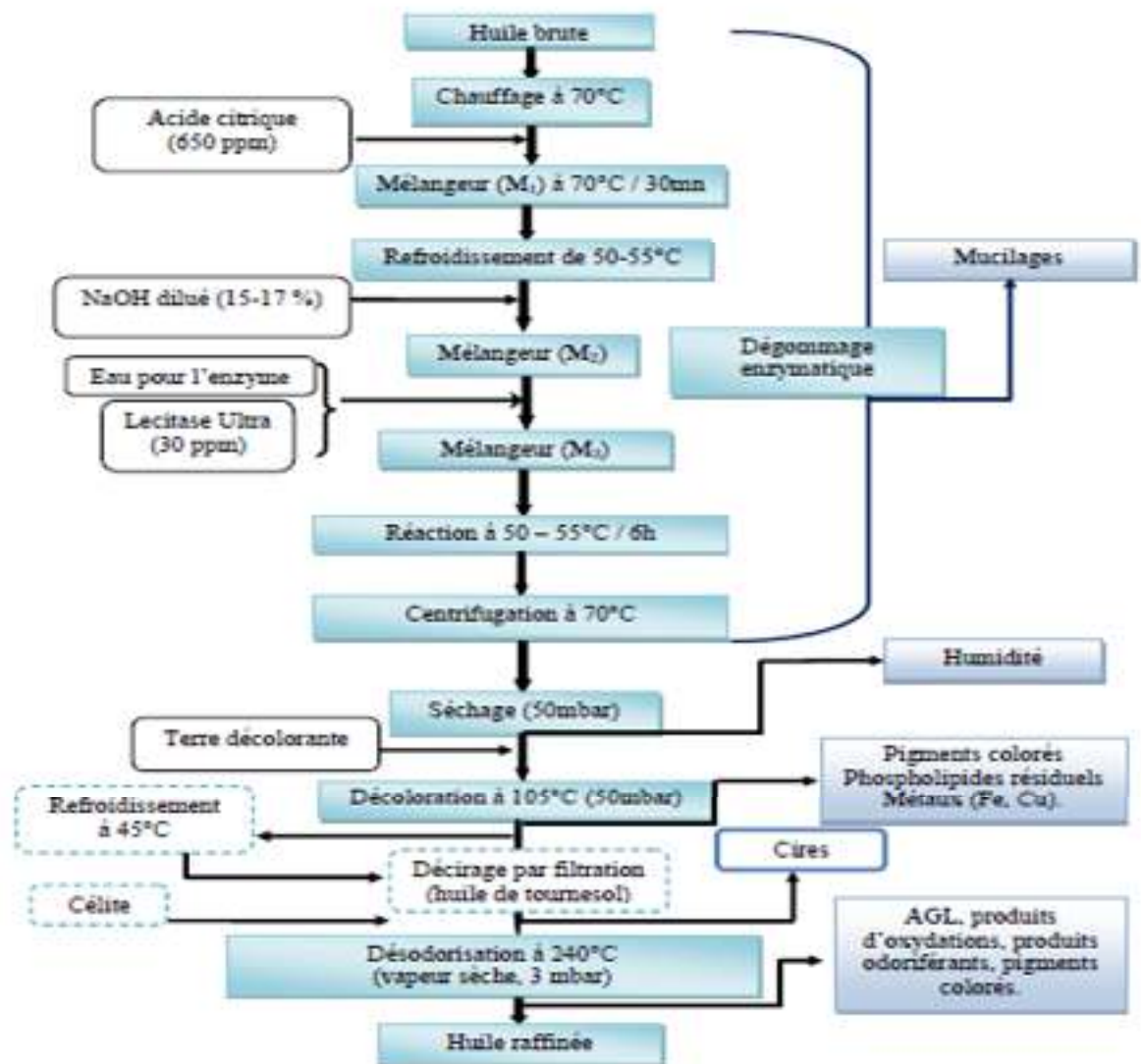


Figure 21 : Les étapes du raffinage enzymatique des huiles de soja et de tournesol [57].

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE I
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

I.1. Historique :

«CEVITAL» est parmi les entreprises agroalimentaires qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe au niveau du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m².

«CEVITAL» est la première société privée industrielle des corps gras, elle présente plusieurs activités dont la principale est le raffinage des huiles .Elle utilise une technologie très avancée dans ce procédé.

I.2. Organigramme du complexe CEVITAL :

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

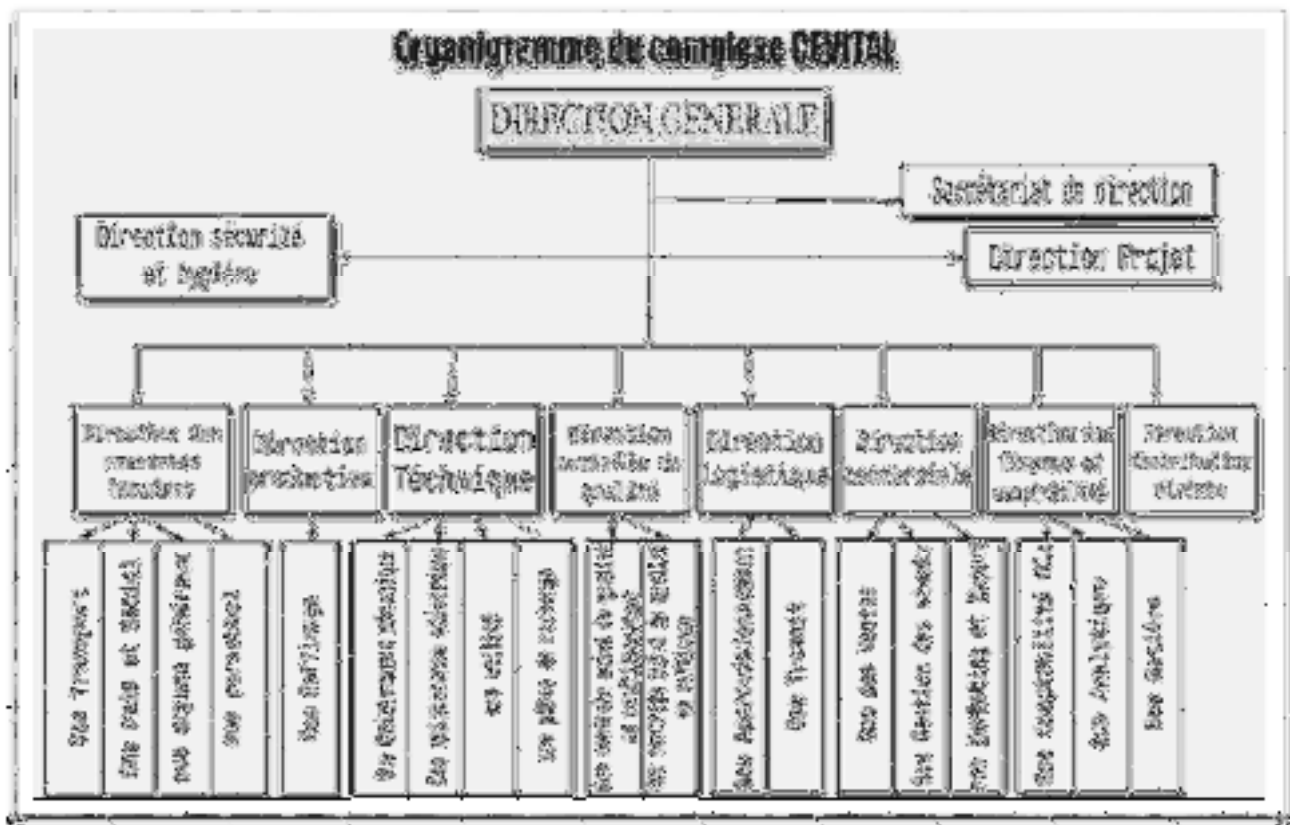


Figure 22 : Organigramme du complexe CEVITAL

I.3. Rôles des différentes sous unités:

➤ **Sous unités d'approvisionnement:**

Elle a pour rôle le stockage des huiles, et l'alimentation de la chaîne du raffinage. Pour le réapprovisionnement en matière première, CEVITAL s'approvisionne essentiellement en huile brute en fonction du marché demandeur fournisseur, les huiles les plus connues et plus consommées en Algérie sont l'huile de tournesol, soja, et de colza, elles sont importées par bateau (APROLOGUE, TAMGOUT) avec des quantités de 3000 tonnes, 6000 tonnes, et 9000 tonnes de certains pays producteurs tels que : Ukraine, Malaisie, Argentine.

La matière première est acheminée dans des pipes du bateau vers le complexe, et elle est stockée dans des bacs de 1000 tonnes, 9000 tonnes.

➤ **Sous unité du raffinage :**

Destiné au matériel du raffinage (tanks de stockage, séparateurs).

➤ **Sous unité de conditionnement:**

C'est le lieu de fabrication d'emballage, ainsi que la mise en bouteille de **1L**, **2L** et **5L** du produit fini.

➤ **Sous unité de décomposition de la pâte :**

Elle est conçue pour le traitement des déchets du raffinage (soap stock), afin de récupérer des sous-produits (huile acide) et d'évaluer les pertes en huile.

➤ **Sous unité d'épuration des eaux:**

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

➤ **Laboratoire de la raffinerie:**

Il a pour tâche le suivi permanent du procès du raffinage par des analyses physico-chimiques.

➤ **Laboratoire de conditionnement:**

Il est destiné au contrôle Physico-chimique et Microbiologique de la matière première (huile brute) à son arrivé au port, des produits finis ainsi que les produits laitiers destinés à la margarine (crème, lait...).

I.4. Activités et missions :

CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement en décembre 1998. En février 1999, les travaux du génie civil de la raffinerie ont débuté. Cette dernière est devenue fonctionnelle en Août 1999.

Objectif :

L'objectif du groupe «CEVITAL» est d'enrichir le marché national en différents produits « huile, margarine et sucre » dont le but est de satisfaire la demande nationale, grâce à ces divers projets réalisés qui se présentent comme suit :

- La raffinerie d'huile d'une capacité de production de 2100 tonnes/jour.
- La raffinerie de sucre d'une capacité de production de 6500 tonnes/jour.
- La margarinerie et huiles végétales d'une capacité de 600 tonnes/jour.
- Conditionnement.
- Fabrication de l'emballage et des bouchons.
- CEVITAL dispose aussi de silos de céréales, sucre blanc et sucre roux d'une capacité de 182 000 tonnes.
- Savonnerie en cours d'étude

I.5. Présentation de la Raffinerie :

La capacité de production de la raffinerie est de 2100T/j, pouvant passer après extension à 3000T/J. Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huiles comestibles tel que : le colza, le tournesol, l'olive, le soja...

La raffinerie est composée d'un laboratoire, une salle de commande et de 3 lignes de raffinage : ligne A, ligne B, ligne C

I.6. Présentation de lieu de conditionnement :

Il est disposé de 4 chaînes de conditionnement qui sont :

- deux chaînes pour 5L
- une chaîne pour 2L
- une chaîne pour 1L

I.7. les différentes huiles brutes raffinées :

Les différentes huiles brutes traitées par CEVITAL spa sont :

➤ **Les huiles fluides:**

Nécessitent un raffinage physique et chimique (soja, tournesol, colza, maïs).

➤ **Les huiles hydrogénées:**

Subissent uniquement un raffinage physique :

HBO : hydrogène bean oil (huile de soja hydrogénée).

HPO : hydrogène palm oil (huile de palme hydrogénée).

CPO : crude palm oil (huile brute de palme).

ODF : oléine doublement fractionnée.

STEARINE : huile destinée à la margarine.

I.8. Quelques huiles produites par CEVITAL spa :

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

- ❖ FLEURIAL : 100% tournesol commercialisé depuis août 1999.
- ❖ SOYA : 100% soja commercialisé depuis septembre 1999.
- ❖ CANOLA : 100% colza commercialisé depuis fin septembre 1999.
- ❖ OLEOL 2 : 60% tournesol et 40% soja.
- ❖ ELEO 3 : 55% tournesol ,40% soja et 5% olive.
- ❖ FRIDOR : fraction tournesol (25%) +soja (25%) + ODF (Oléine Doublement Fractionnée (50%) selon la saison.
- ❖ OLIVIA : 100% huile d'olive raffiné
- ❖ Elio : 55% tournesol+40%soja + 5% olive.
- ❖ Canda :100% colza.

CHAPITRE II
MATERIELS ET METHODES

II. Control des différents produits

Dans les industries alimentaires avant de faire passer les aliments au conditionnement ils doivent être traités et analysés.

Afin d'assurer un bon déroulement des étapes de «raffinage » et une bonne qualité d'huile raffinée, le complexe **CEVITAL** est doté de deux laboratoires : un laboratoire d'analyses physicochimiques qui à pour rôle d'assurer un suivi de contrôle de qualité du procédés du «raffinage», un laboratoire de conditionnement destiné à analyses de l'huile finie conditionnée et de la matière première (huile brute) à son arrivée.

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

Tableau 9 : les points de points de prélève et les analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles.

Echantillon	Point de prélèvement	Analyse
Huile brute	Sortie de la pompe (P1)	Acidité, indice de peroxyde, phosphore, densité, indice de réfraction, chlorophylles, couleur.
Huile au niveau de mélangeur 2 (M2)	Sortie de mélangeur	Acidité, les traces de savon.
Huile lavée	Sortie de séparateur (S1, S2, S3)	Acidité, les traces de savon.
Huile séchée	Sortie du sécheur	Traces de savon, l'humidité
Huile décolorée	Sortie de décoloration	Acidité, phosphore, humidité, impureté, la couleur, la chlorophylle, indice de peroxyde, trace de savon
Huile désodorisée	Sortie de désodorisation	Acidité, indice de peroxyde, humidité, impuretés, trace de savon, les phosphores, la couleur, aspect, gout, odeur.

Conditionnée	Stock	Acidité, couleur, indice de peroxyde, impuretés, trace de savon aspect, gout, odeur.
--------------	-------	--

II. 1. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Le travail que nous avons effectué dans le cadre du projet de fin d'étude master a été réalisé au niveau de la raffinerie d'huile du complexe CEVITAL. Cette étude a pour objet en premier lieu, la détermination des caractéristiques physico-chimique des trois huiles (soja, tournesol, colza) commercialisées par l'entreprise. En deuxième étape, la proposition de formulations de différents mélanges (binaires et ternaires) des 3 huiles, la détermination de leurs caractéristiques physico-chimique. La troisième étape de ce travail a concerné l'étude de l'apport de ces formulations sur le plan nutritionnel et économique.

II.2. Analyses effectuée au cours de raffinage :

Le raffinage des huiles végétales vise à fournir des huiles répondant aux attentes des consommateurs, il s'agit de proposer une huile saine, d'aspect limpide et brillant, peu colorée et de caractéristique organoleptique neutre. Pour les industriels de l'agroalimentaire, l'huile doit satisfaire aux exigences d'un cahier de charges exigeant une excellente qualité du produit demandé, ainsi qu'une traçabilité des lots, l'absence des contaminants et de composés indésirables, ainsi qu'une bonne stabilité au cours du temps.

II.2.1. Analyse physique :

➤ Détermination de la couleur (ISO 15305.1998) :

La mesure de la couleur de l'huile se fait par l'utilisation d'un (calorimètre Lovibond) qui est composé de deux séries de verres de couleur jaune et rouge.



Figure 23 : photo de lovibond

➤ **Principe :**

Cette analyse consiste à comparer la couleur de la lumière transmise à travers l'huile dans une cuve à face parallèle, à la lumière provenant toujours de la même source transmise à travers des lames colorées standardisées. A l'aide d'une monoculaire les verres et l'échantillon sont éclairés par la réflexion sur un bloc de carbonate de magnésium d'une lampe de 6W.

➤ **Mode opératoire :**

L'échantillon à analyser est versé dans une cellule de (5 pouces et 1/4 pour l'huile raffinée et 1 pouce pour l'huile brute), suivi de la détermination de la couleur au colorimètre, en faisant la comparaison avec les lames de la couleur standard. Les valeurs de la couleur sont données comme suit : XJ et YR.

X, Y : les valeurs déterminées par l'appareil (Lovibond).

J : La couleur jaune.

R : La couleur rouge.

II.2.2. Analyse chimique :

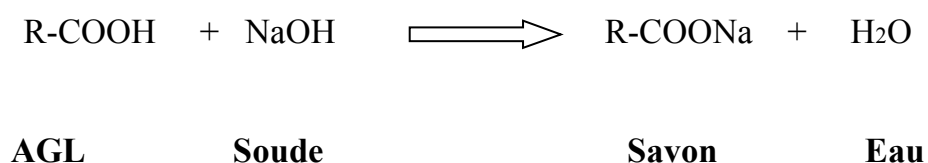
➤ **Détermination de l'acidité (ISO 660, 1996) :**

➤ **Définition :**

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

➤ **Principe :**

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



➤ **Mode opératoire :**

Introduire dans un erlenmeyer 75 ml d'alcool éthylique neutralisé avec du NaOH en présence de phénolphtaléine jusqu'à coloration rose, puis peser 10g d'huile, chauffer le mélange pendant une minute afin d'améliorer la réaction, titrer par une solution du NaOH à 0.1N jusqu'à avoir une coloration rose persistante.



Figure 24 : dosage d'acidité

➤ **Expression des résultats :**

$$\text{Acidité \%} = (\mathbf{M} \times \mathbf{N} \times \mathbf{V}) / (\mathbf{p} \times 10)$$

Avec :

A% : L'acidité d'huile en %.

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

N : la normalité du NaOH (0.1N).

V : le volume du NaOH nécessaire pour la neutralisation (chute de burette).

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

➤ **Détermination des chlorophylles (AOCS, 1989)**

➤ **Mode opératoire :**

La détermination des chlorophylles se fait par méthode spectrométrique, selon ce qui suit. Remplir la cuve d'huile chauffée à analyser au voisinage de 30°C, lire l'absorbance d'huile par rapport au tétrachlorure de carbone dans la cuve témoin à 630, 670 et 710 nm.



Figure 25 : photo de spectrophotomètre UV- visible.

➤ **Expression des résultats :**

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

$$\text{Chlorophylle (ppm)} = [A_{670} - (A_{630} + A_{710})/2] / 0.0964 L$$

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

L : La longueur de la cuve en centimètre.

➤ **Détermination d'Indice de peroxyde (ISO 3960, 2007) :**

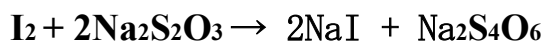
➤ **Définition :**

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

➤ **Principe :**

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

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



➤ **Mode opératoire :**

Mettre 5g d'huile dans un Erlenmeyer, ajouter 12ml de chloroforme plus 18ml d'acide acétique, puis mélanger le (KI) (0,5g dans 1ml), agiter et mettre à l'abri de la lumière pendant une minute, on ajoute 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'Amidon comme indicateur coloré, en présence des peroxydes on remarquera une couleur marron ou brune, puis on titre avec une solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.01N), et au moment où la couleur blanche apparaît on notera le volume du titrage.

L'indice de peroxydes s'exprime en milliéquivalents d'oxygènes actif par kilogrammes d'échantillon.

➤ **Expression des résultats :**

$$\text{Ip (még } \text{o}_2 / \text{ kg)} = [\text{N} \times (\text{V}_1 - \text{V}_0) \times 1000] / \text{P}$$

Ip : Indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent gramme par kilogramme.

V₀ : Volume en ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisé pour l'essai à blanc.

V₁ : Volume en ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0.1N) utilisé pour l'essai avec l'échantillon

P : Prise d'essai d'huile (5g).

N : Normalité de la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ utilisée (0.01N).

II.2.3. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) :

➤ **Définition :**

La chromatographie est un procédé physico-chimique de séparation d'un mélange homogène liquide ou gazeux.

➤ **Principe :**

Le principe repose sur l'équilibre de concentrations des composés présents entre deux phases en contact : la phase stationnaire et la phase mobile qui se déplace. La séparation est basée l'entraînement différentiel des constituants du mélange.

- La phase stationnaire est une phase qui reste en place, soit dans une colonne, soit sur une surface plane.
- La phase mobile est une phase qui se déplace sur ou à travers la phase stationnaire, entraînant l'analyte avec elle.
- L'elution est un processus au cours duquel les analytes sont entraînés à travers une phase stationnaire par le mouvement d'une phase mobile.

Présentation des esters méthyliques d'acide gras :

➤ **Mode opératoire :**

- Pesés 0.5g d'huile.
- Dissoudre dans 5 ml d'hexane.
- Ajouter 0.5 ml de la solution KOH méthanolique.
- Agitation 30 secondes.
- Centrifuger à 300tr/min pendant 5 minutes.
- Avec une pipette prélever 1 à 2 gouttes de surnageant (transparent).
- 2 gouttes dans un Vial + 1 ml d'hexane.
- Injection.



Figure 26 : photo de la chromatographie phase gazeuse (CPG).

➤ **Paramétrages GC : agilent technologiea : 6890 Network Gc**

- Colone : DB 23 Agilent
- Capillaire : 60 m de longueur. 0,25 mm de diamètre (pour l'ancien)
100 m de longueur. 0,20 un de diamètre (pour le nouveau)
- Flow Débit H₂C : gaz vecteur :
Pression : 14,84 pa
Débit : 1 ml/min
- Détecteur : FID Détecteur à ionisation de flamme
T[°]c : 250°
Débit H₂ : 40ml/min
Débit d'aire : 450 ml/min
Gaz N₂ : Débit 45 ml/ min
- Injecteur :
Volume d'injection : 1 ml
Four : Max : 325°C
Equilbration : 1 min

➤ **Programme :**

Tableau 10 : Programme cas de l'ancien modèle :

Cven romp	C/ min	Next°C	Hold min	Run time
Intial		130	1,00	1,00
Ramp 1	6,50	170	0,00	7,15
Ramp 2	2,75	215	12,00	35,51
Ramp 3	40,00	230	3,00	38,89
Ramp 4	0,00	0	0,00	
Ramp 5	0,00	0	0,00	
Ramp 6	0,00	0	0,00	
Post Run		50	0,00	38,89

Tableau 11 : Programme cas de nouveau modèle :

Cven romp	C/ min	Next°C	Hold min	Run time
Intial		100	3,00	3,00
Ramp 1	3,00	200	3,00	39,33
Ramp 2	3,75	212	6,00	49,33
Ramp 3	3,00	240	6,00	64,67
Ramp 4	0,00	0	0,00	
Ramp 5	0,00	0	0,00	
Ramp 6	0,00	0	0,00	
Post Run		50	0,00	38,89

Intel :

Injection : injection : dinision

Mode : split Gaz : H₂

T° c : 270

Pression : 14,84

Débit : 57,4

Split ration : 50 : 1

Four : 49,9 ml/l

Débit split : 45,9 ml/l

Gaz vecteur : 20ml/min pendants 2 min

CHAPITRE III
RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Etude de la qualité physicochimique

Pour cette étude, nous avons préparé 21 mélanges des trois huiles produites et commercialisées par CEVITAL. Nous avons effectué toutes les analyses physico-chimiques qui sont réalisées au niveau de l'entreprise pour définir la qualité de ces mélanges et la comparée à celle des huiles de base qui vont servir de référence.

III-1.1. Normes de qualité

Dans le tableau 12 nous résumons les normes de référence de qualité des huiles. Ces données sont importantes car elles servent de repère pour l'évaluation de la qualité des différentes huiles étudiées.

Tableau 12 : Norme de qualité l'huile CEVITAL de l'huile soja, tournesol et colza

Norme de qualité l'huile CEVITAL	
Huile soja, tournesol et colza	
Analyses	Huile finie
Acidité %	0.12 Max
Chlorophylle ppm	0.05
Aspect a 0°C pendant 5H30	Limpide
Indice de Peroxyde meq/kg	1 Max
Couleur 5P1/4 J R	J 12 / R 1.2
Odeur et saveur	Neutre
Température de stockage °C	Température ambiante

III-1.2. Caractéristiques des huiles de base

Après toutes les étapes de raffinage, les huiles sont directement envoyées vers l'atelier de conditionnement et la mise en bouteille. Les caractéristiques étudiées sont : l'indice d'acidité (IA), le taux de chlorophylle (CL), l'indice de peroxyde (IP), l'odeur (O), la saveur (S) et l'aspect (A).

Les résultats d'analyses physico-chimiques effectués pour les trois paramètres : Indice de peroxyde, odeur/saveur et aspect sur les trois huiles de base commercialisées et les différents mélanges d'huile (soja, colza et tournesol) préparés sont résumés dans les tableaux suivants.

Tableau 13 : Résultats des analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des trois huiles de base (tournesol, soja, colza)

Huile	Indice de peroxyde (meq/ kg)	Odeur / Saveur	Aspect
Soja	0	N	Claire
Tournesol	0	N	Claire
Colza	0	N	Claire

Tableau 14 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (tournesol/colza)

Tournesol (%)	Colza (%)	IP (meq/ kg)	Odeur Saveur	Aspect
80,00	20,00	0	N	Claire
60,00	40,00	0	N	Claire
50,00	50,00	0	N	Claire
40,00	60,00	0	N	Claire
20,00	80,00	0	N	Claire

Tableau 15 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (tournesol/soja)

Tournesol	Soja	I peroxyde (meq/ kg)	Odeur Saveur	Aspect
80,00%	20,00%	0	N	Claire
60,00%	40,00%	0	N	Claire
50,00%	50,00%	0	N	Claire
40,00%	60,00%	0	N	Claire
20,00%	80,00%	0	N	Claire

Tableau 16 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (colza/soja)

Colza	Soja	I peroxyde (meq/ kg)	Odeur Saveur	Aspect
80,00%	20,00%	0	N	Claire
60,00%	40,00%	0	N	Claire
50,00%	50,00%	0	N	Claire

40,00%	60,00%	0	N	Claire
--------	--------	---	---	--------

Tableau 17 : Résultats d'analyses physico-chimiques (IP, O/S, A) des mélanges d'huile (tournesol/soja/colza)

Tournesol	Soja	Colza	I peroxyde (meq/ kg)	Odeur Saveur	Aspect
80,00%	10,00%	10,00%	0	N	Claire
60,00%	20,00%	20,00%	0	N	Claire
50,00%	30,00%	20,00%	0	N	Claire
50,00%	20,00%	30,00%	0	N	Claire
40,00%	30,00%	30,00%	0	N	Claire
20,00%	40,00%	40,00%	0	N	Claire

Nous remarquons que les résultats obtenus de des analyse des paramètres indice de peroxyde, saveur, odeur et aspect répondent parfaitement aux normes de qualité et que l'opération de mélange n'affecte en rien ces paramètres.

III-1.2. Résultats des autres analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physicochimiques des paramètres IA, chlorophylle et couleur sont représentés sur les figures de 26 a 28 pour les huiles de références et de 29 a 31 pour les mélanges.

a. Caractérisations des huiles de référence (témoins)

➤ L'acidité

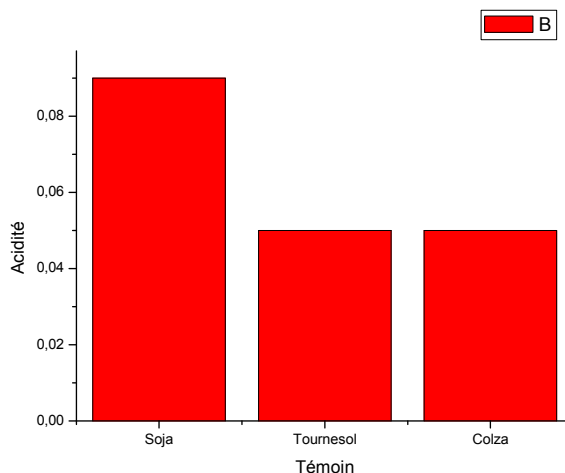


Figure 27 : Histogramme représentatif de l'acidité des trois témoins

➤ La chlorophylle

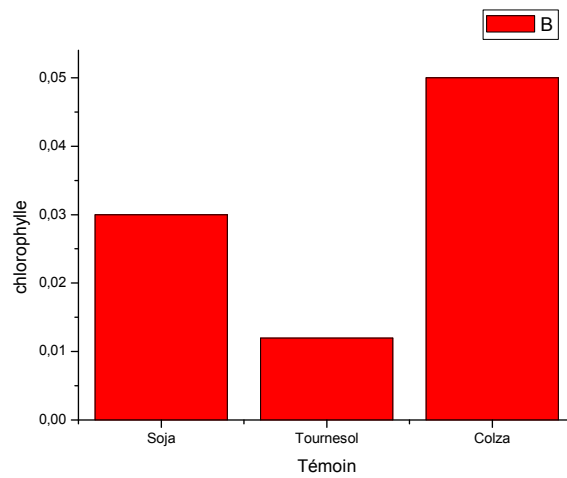


Figure 28 : Histogramme représentatif de la chlorophylle des trois témoins

➤ La couleur

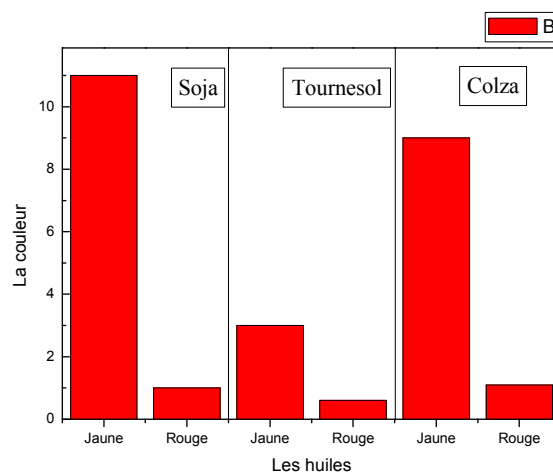


Figure 29 : Histogramme représentatif de la couleur des trois témoins

b) Caractérisations des huiles mélanges préparés

➤ **L'acidité**

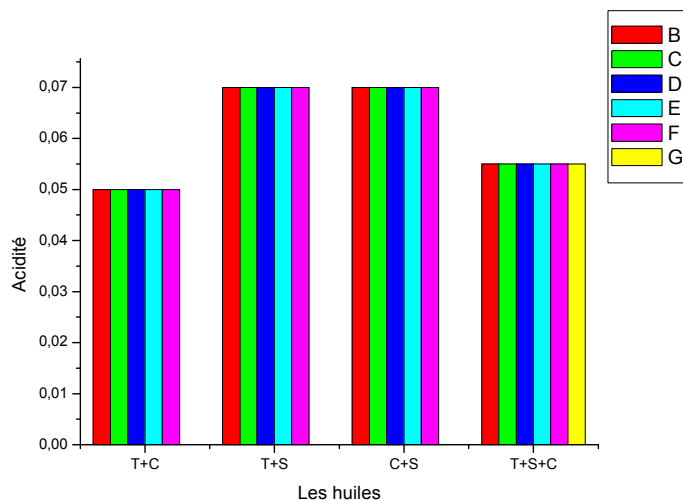


Figure 30 : Histogramme représentatif d'acidité pour les différents mélanges d'huiles

- Pour l'indice d'acidité : nous avons relevé que ce dernier peut être plus élevé pour les mélanges (T+S) et (C+S) mais répond toujours à la norme qui est de 0.12%

➤ **La chlorophylle**

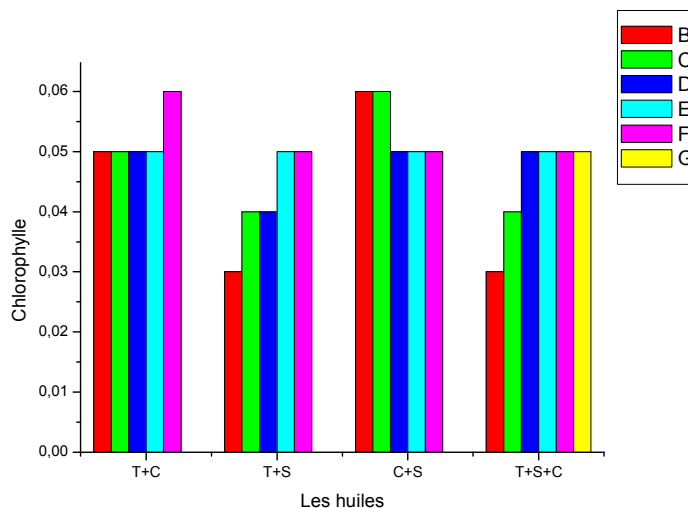


Figure 31 : Histogramme représentatif de la chlorophylle des différents mélanges d'huiles

- Pour La Chlorophylle nous avons notés que le mélange ((20%)T(80%)C) et (colza soja) des deux proportions (80%C (20%)S),((60%)C (40%)S) ont des valeurs qui dépasse largement la normes et cela et du à la perturbation de l'un des paramètres de décoloration (dosage de la terre, le temps de séjours, le vide de la colonne). .

➤ La couleur

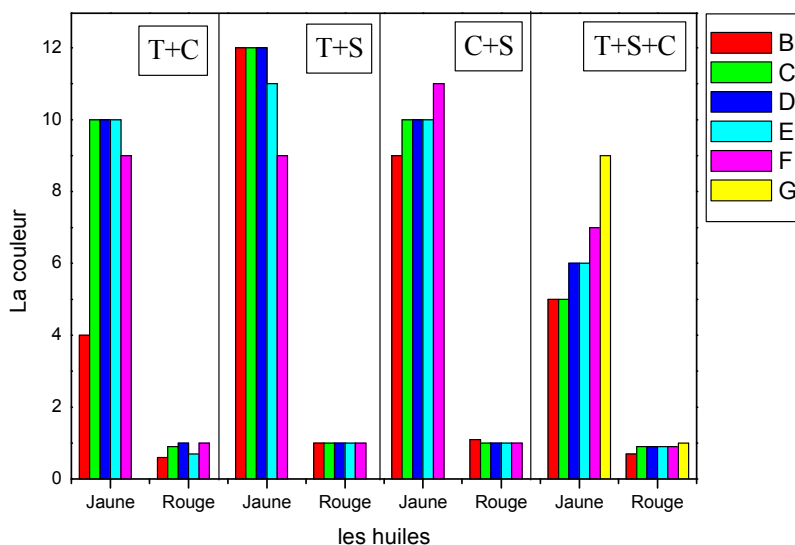


Figure 32 : Histogramme représentatif de la couleur des différents mélanges huiles

- En fin pour la couleur l'ensemble des mélanges répond parfaitement à la norme exigé par l'entreprise.

Les résultats obtenus de l'analyse des différents mélanges montrent que la formulation d'huile sont globalement conformes aux normes imposées :

- ❖ L'acidité = 0.12%
- ❖ Couleur = jaune 12, rouge 1.2
- ❖ Chlorophylle = 0.05 ppm
- ❖ I peroxyde = 1 meq/ kg

Conclusion

D'après les résultats de cette étude, nous constatons que l'huile finie obtenue, répond aux normes de l'entreprise, en terme de qualité physico-chimique et cela pour la totalité des caractéristiques étudiées, avec une légère augmentation de la chlorophylle pour certains mélanges. L'analyse de ce paramètre a subi quelques perturbations en rapport avec les paramètres de décoloration qui sont le dosage de terre, le temps de séjours, la température, le vide de la colonne de distillation.

III.2. Résultats de la détermination de la qualité nutritionnelle (rapport Oméga 6/ Oméga 3)

La qualité nutritionnelle des huiles est principalement basée sur le rapport entre les fractions en Oméga 6 et Oméga 3. Pour retrouver une alimentation équilibrée, il faut partir en quête des produits riches en oméga 3 et en consommer plus souvent. Le ratio Oméga 6/ Oméga 3 ne doit pas dépasser cinq.

Analyse par chromatographie phases gazeuse (CPG)

Pour quantifier les fractions en Oméga 6 et Oméga 3, des analyses sur les huiles de base et les mélanges formules ont été effectuées chromatographie en phase gazeuse (CPG). Les chromatogrammes obtenus sont représentés sur les figures de 32 à 42.

Les principaux résultats sont résumés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Principaux résultats de l'analyse chromatographique des différentes huiles

Les Huiles	Temps de rétention (min)	Area (%)	Attribution	Omega6/ Omega3
Tournesol	17,847 à 17,902	26,720	C ₁₈ :1	4,111
	18,628 à 19,014	59,30700+1,73584	C ₁₈ : 2	
	19,995	0,25095	C ₁₈ :3	
Soja	44,131 à 44,258	23,9187+1,41015	C ₁₈ :1	8,533
	46,410 à 47,553	52,32729+0,41891	C ₁₈ :2	
	48,558 à 48,950	0,46398+5,71735	C ₁₈ :3	
Colza	17,913 à 17,956	58,65960+2,81803	C ₁₈ :1	2,023
	18,569	19,66638	C ₁₈ :2	

	19,407	9,71934	C ₁₈ :3	
(80%)Ts/(20%) C	44,217 à 44,315 46,353 48,957	47,56058+2,37381 33,50615 6,83351	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	4,903
(50%) Ts /(50%) C	44,203 à 44,305 46,330 à 46,852 48,963	45,79985+2,38083 30,15149+1,72189 7,02973	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	4,534
(60%) Ts / (40%) S	44,093 à 44,675 46,289 48,921	34,77620+1,84964 41,30997 6,13131	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	6,737
(20%) Ts / (80%) S	44,141 à 44,260 46,386 48,924 à 49,187	30,77262+1,41408 51,48403 3,89969+0,38453	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	12,017
(60%) C / (40%) S	44,147 à 44,263 46,331 48,940 à 49,180	38,1467+2,12772 39,49084 7,3491+0,67989	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	4,918
(40%) C / (60%) S	44,126 à 44,256 46,338 48,947	30,88029+1,75433 40,46538 6,46953	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	6,254
(50%)T/(30%)S/(20%)C	44,144 à 44,269 46,438 48,963	24,25823+1,34141 53,59640 5,62950	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	9,520
(40%)C/(40%)S/(20%)T	44,128 à 44,251 46,325 48,930 à 49,191	36,08758+1,92458 43,15267 6,13770+0,59296	C ₁₈ :1 C ₁₈ :2 C ₁₈ :3	6,411

D'après les résultats de calcul du rapport (Omega 6/ Omega 3) on constate qu'en plus des huiles colza et tournesol pures, les meilleurs mélanges d'huile par rapport a la qualité sont :

(80%)Ts /(20%) C, (50%) Ts /(50%) C et (60%) C / (40%) S avec un rapport Omega3/Omega6 de 4,903; 4,534 et 4,918, respectivement.

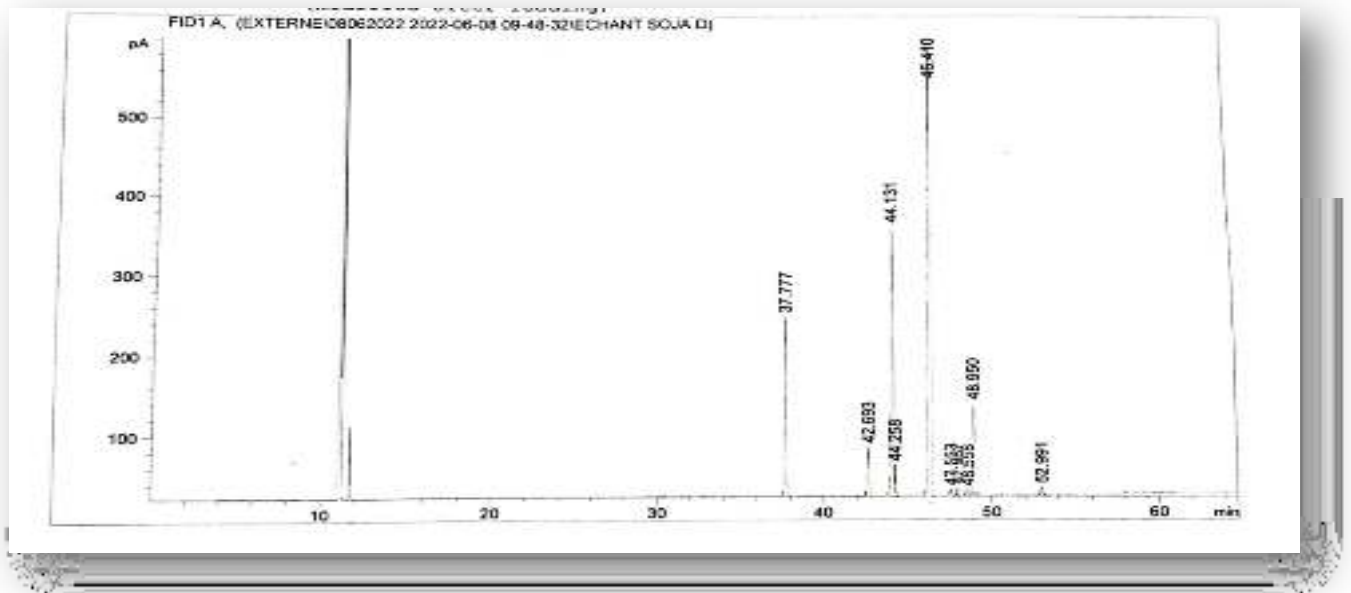


Figure 33 : Chromatogramme du témoin (soja)

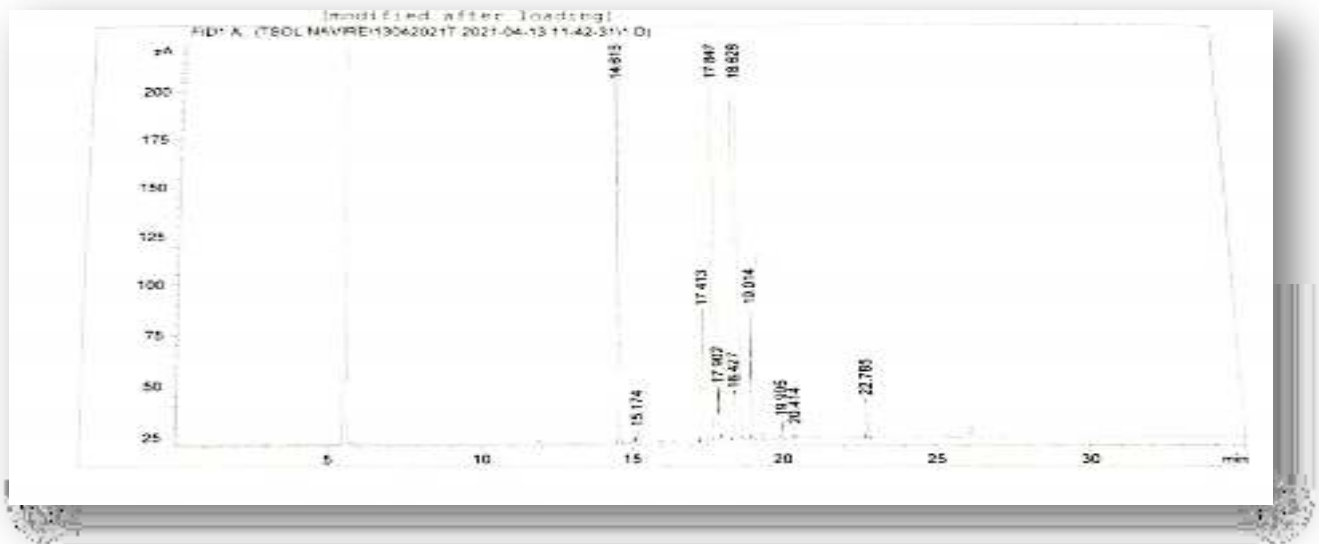


Figure 34 : Chromatogramme du témoin (tournesol)

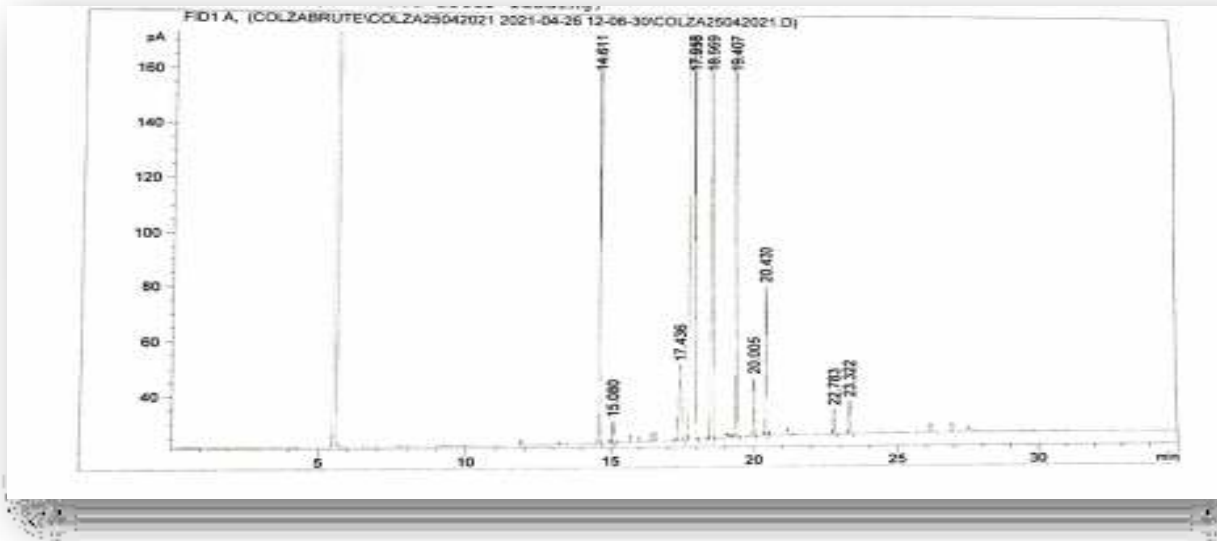


Figure 35 : Chromatogramme du témoin (colza)

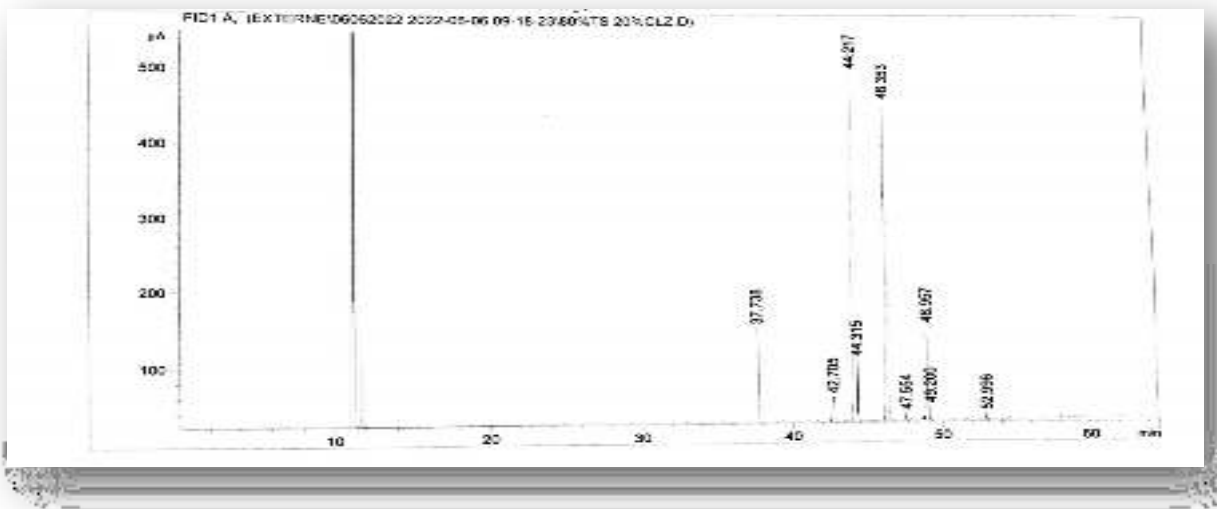


Figure 36 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Colza)

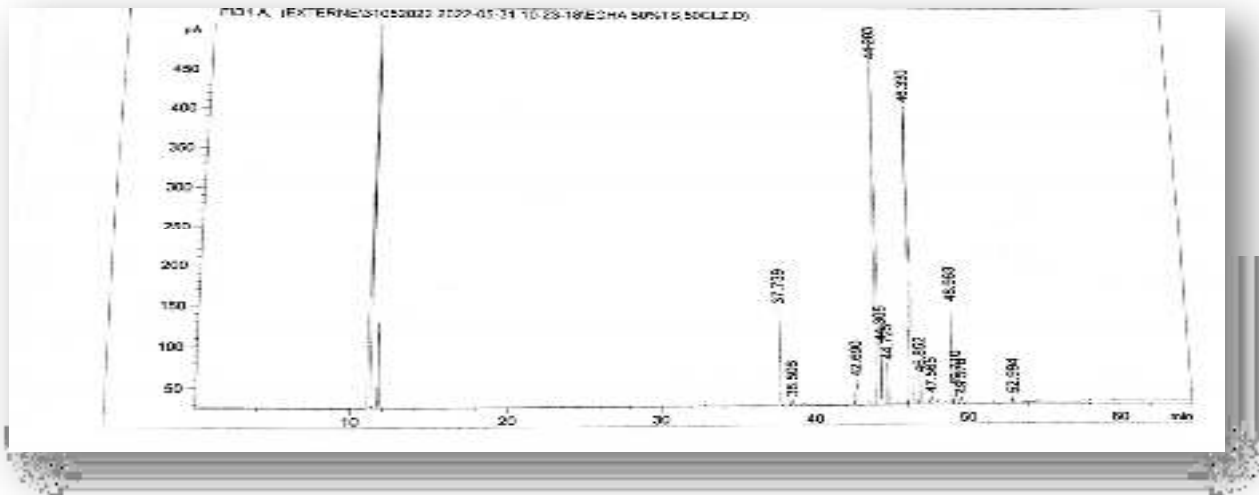


Figure 37 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Colza)

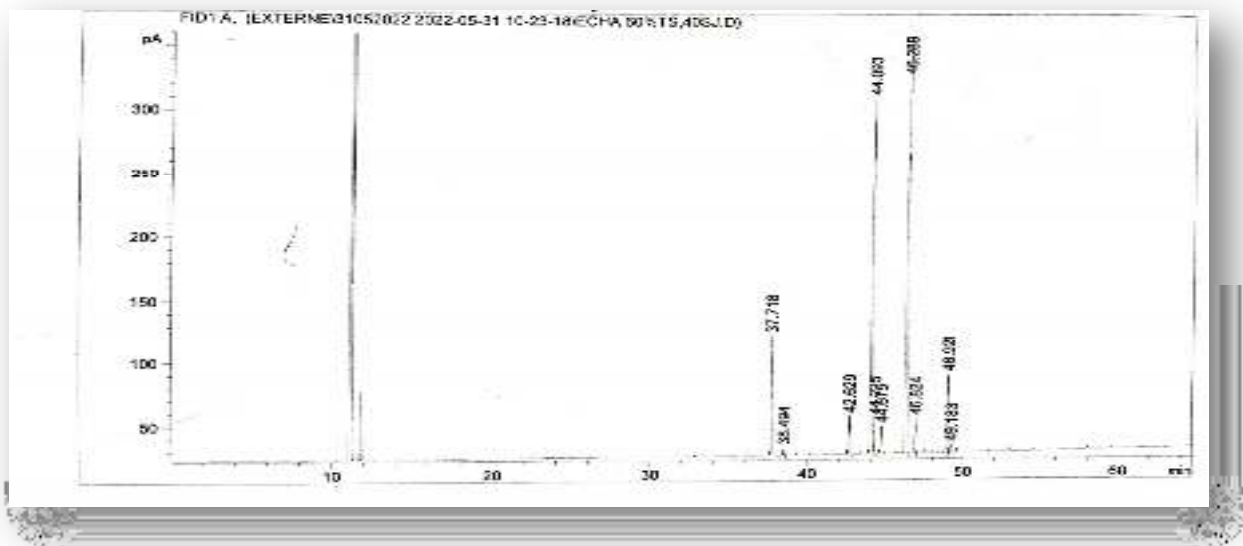


Figure 38 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Soja)

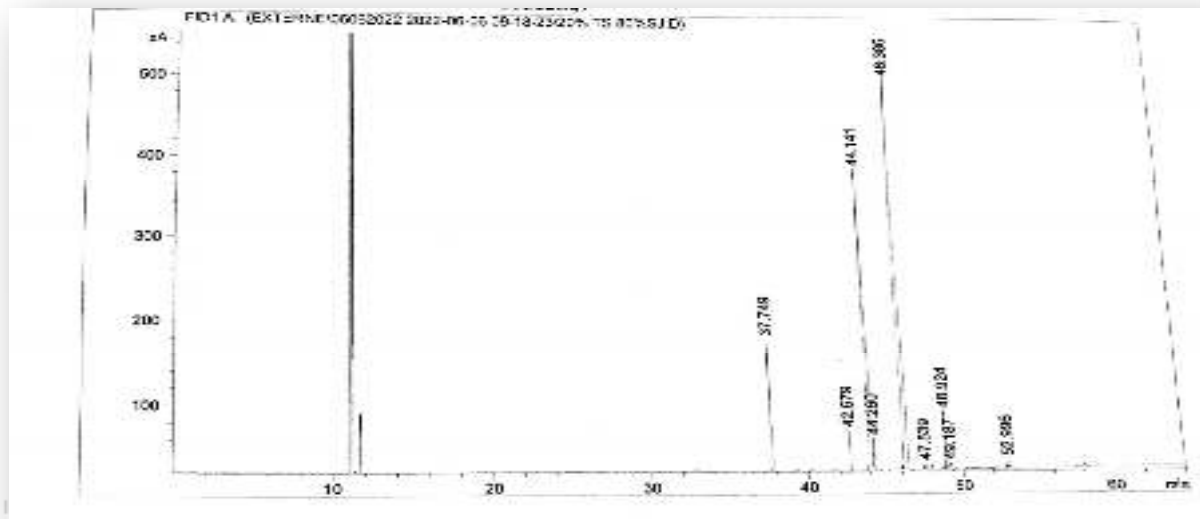


Figure 39 : Chromatogramme du mélange binaire (Tournesol, Soja)

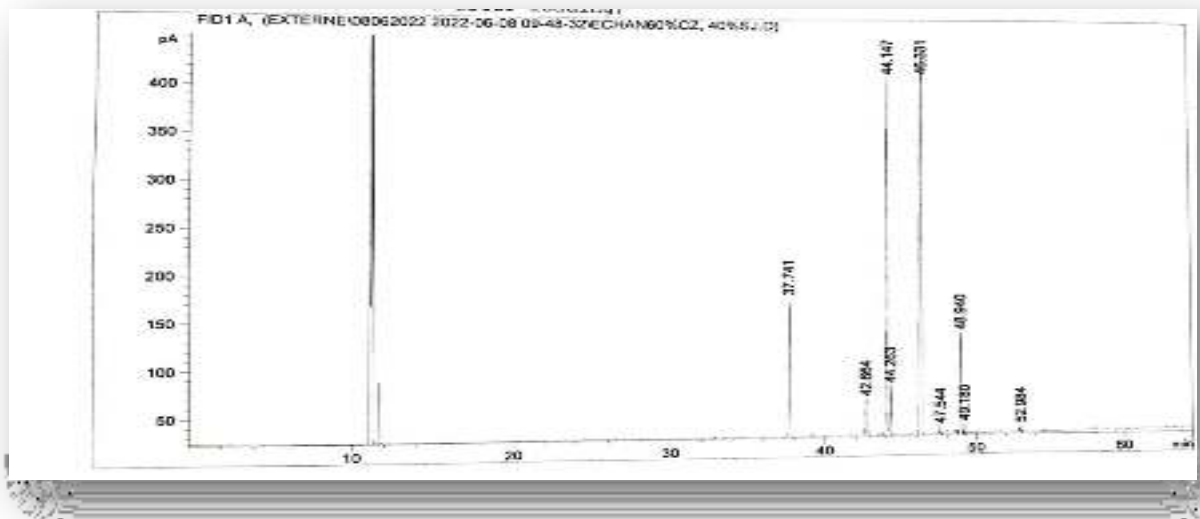


Figure 40 : Chromatogramme du mélange binaire (Colza, Soja)

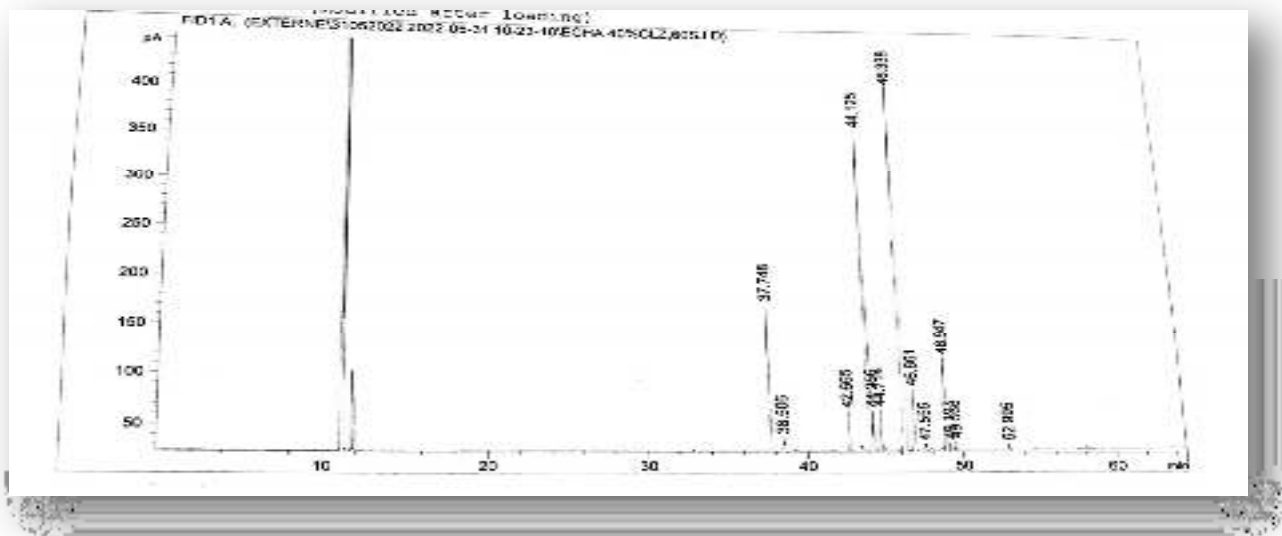


Figure 41 : Chromatogramme du mélange binaire (Colza, Soja)

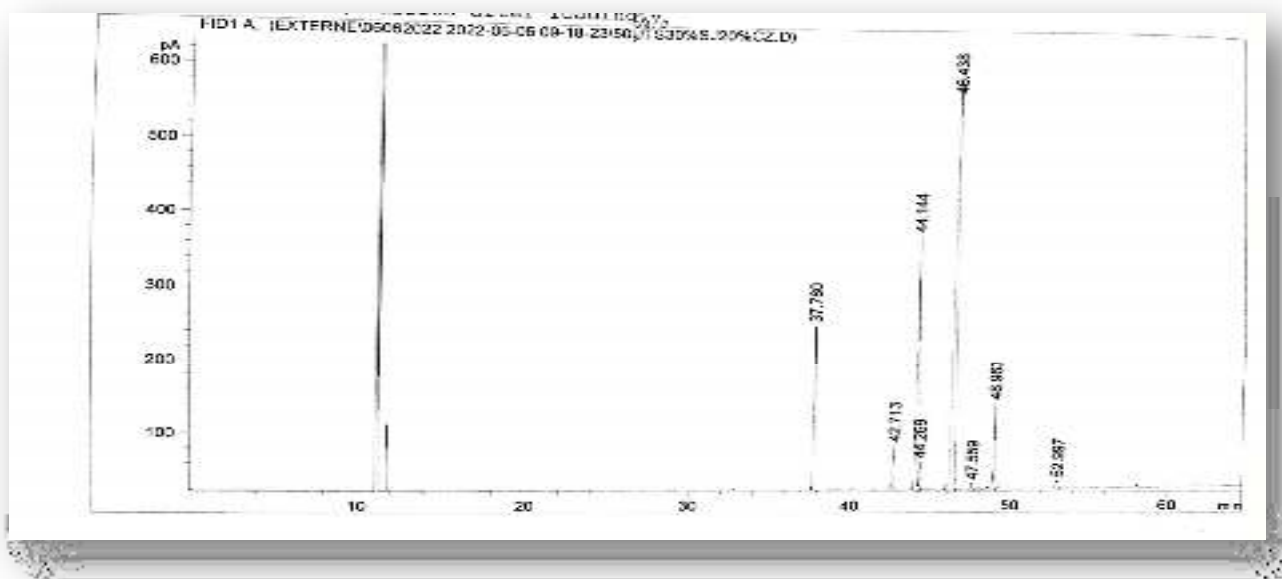


Figure 42 : Chromatogramme du mélange ternaire (T sol, soja, colza)

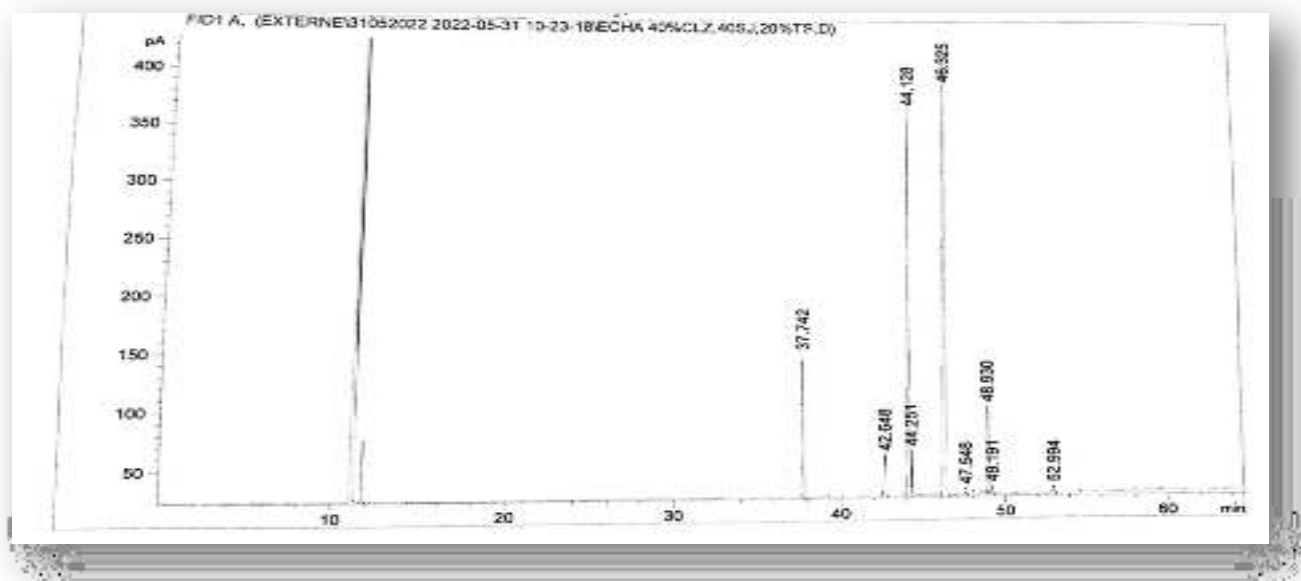


Figure 43 : Chromatogramme du mélange ternaire (T sol, soja, colza)

III.3. Etude éco-économique :

Afin de compléter cette étude, nous avons effectué un calcul du prix de vente des différentes huiles préparées et comparées a celles commercialisées actuellement.

-Le prix de l'huile de soja : 600DA pour 5 litres => 120DA pour 1 litre.

-Le prix de l'huile de tournesol : 1720DA pour 4 litres => 430DA pour 1 litre.

-Le prix de l'huile de colza : 1750DA pour 4 litres => 437,50 pour 1 litre.

Tableau 19 : représentatif des prix des mélanges de l'huile pour 1 litre :

Types de mélange	Pourcentage	Prix unitaire (1 litre)
Tournesol/Soja	80%T, 20%S	368.00DA
	60%T, 40%S	306.00DA
	50%T, 50%S	275.00DA
	40%T, 60%S	244.00DA
	20%T ,80%S	182.00DA
Tournesol/Colza	80%T, 20%C	430.15DA
	60%T, 40%C	430.30DA
	50%T, 50%C	430.37DA
	40%T, 60%C	430.45DA
	20%T, 80%C	430.60DA
Colza/Soja	80%C, 20%S	368.60DA
	60%C, 40%S	306.45DA
	50%C, 50%S	275.37DA
	40%C, 60%S	244.30DA
	20%C, 80%S	182.15DA
Tournesol/Soja/Colza	80%T, 10%S, 10%C	399.07DA
	60%T, 20%S, 20%C	368.15DA
	50%T, 30%S, 20%C	337.15DA
	50%T, 20%S, 30%C	368.22DA
	40%T, 30%S, 30%C	337.22DA
	20%T, 40%S, 40%C	306.30DA

D'après les résultats obtenus sur les différentes proportions de mélange , pour les trois mélanges sélectionnés nous avons les prix suivants:

- (80%)T/(20%) C avec un prix de 430.15 DA
- (50%) T /(50%) C avec un prix de 430.37 DA
- (60%) C / (40%) S avec un prix 306.45 DA

Ces prix sont a comparer a ceux des deux huiles de meilleures qualités qui sont données comme suit:

L'huile de tournesol avec 430DA le litre et celui de l'huile de colza a 430,75 DA le litre.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le principal objectif de ce travail est la formulation d'une nouvelle huile végétale par mélange des huiles actuellement produites et commercialisées par CEVITAL. Cette huile doit répondre au critère de base d'un bon rapport qualité/ prix.

L'étude menée a concerné en premier lieu le suivi du processus de fabrication et de control des huiles alimentaires produites par CEVITAL. En deuxième lieu la préparation et la caractérisation des différents huiles obtenus par mélange des trois huiles de base (Tournesol, Soja, Colza). Nous avons aussi réalisé une étude économique pour compléter le travail.

Les résultats obtenus de l'analyse des 21 formulations d'huile préparées ont montré que leurs caractéristiques physicochimiques sont conformes aux normes imposées.

Les résultats de l'analyse chromatographique et le calcul du rapport (Omega 6/ Omega 3) nous ont révélé que les meilleurs mélanges d'huile sont : (80%)Ts / (20%) C, (50%) Ts / (50%) C et (60%) C / (40%) S avec un rapport Omega3/Omega6 de 4,903; 4,534 et 4,918, respectivement.

Avec le critère économique du prix de vente de l'huile, le mélange (60%) C / (40%) S avec un prix 306.45 DA pour le litre est retenu comme meilleure huile qui puisse être commercialisée avec un gain de 130 DA par litre ou encore 650 DA pour 5 litres.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]: Trémoliers.J, Serville.Y, Et jacquot.R, « Corps gras .In:manuel d'alimentation humaine »,221p. Mémoire de master, Université de Béjaïa , (1984).
- [2]: Karleskind. A, ET Gras. A. f. p. l. é. d. c, « Manuel des corps gras: sous l'égide de l'Association Française pour l'Etude des Corps Gras », Technique ET Documentation. (1992).
- [3]: Uzzan. N, « Les corps gras », in Duppin H, CUQ J-L, Malewiak M-L, Leynaud-Rouaud C et Berthier A-M :Alimentation et nutrition humaine .Ed :ESF.Paris , 533p (1992a).
- [4]: Poisson .J.P, et Narce. M, Corps gras alimentaires : aspect chimiques, biochimiques et nutritionnels .In « Lipides et corps gras alimentaires », Tec ET Doc. Éd, Lavoisier, Paris : P 1-2-17-36. (2003).
- [5]: Couete. C, « Les lipides », 60p, (1998).
- [6]: Morin.O, Et Pagès.X.P, « Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. OCL, 19 (2) », 63-64p, (2012).
- [8]: Brisson. G.J, « Corps gras alimentaires et autres composés lipidiques : La signification des mots », Lipides et nutrition humaine. Ed : Les presses de l'université Laval. 10-12p, (1982).
- [9]: Siret. C, « Les composants chimiques des produits alimentaires » Dans Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés, F 1010, P19 (2004).
- [10]: Pierre. G et, Philippe-José Y, »Matière et énergie dans les systèmes : manuel de chimie –Biochimie alimentaire », p 103, p104 , p105 ,p106 ,p109 (2008).
- [11]: Leger .C.L, « La vitamine E : état actuel des connaissances, rôle dans la prévention cardio-vasculaire, biodisponibilité Oleagineux, Corps Gras, Lipides » Volume 7, Numéro 3, 258-65, Mai - Juin, Dossier : Les vitamines liposolubles (2000).
- [12]: Guillaume.J, Pierre.B, Sadasivam.K, « Nutrition et alimentation des poissons et crustacés », p 229 (1999).
- [13]: Degreyl.W.I, Effect of physical refining on selected minor components in vegetable oils, 6p, (1998).
- [14]: Folly. P, « Catabolisme de la chlorophylle b : structure, mécanismes et synthèse. Institut de chimie organique », thèse. Doc. Science naturel. n°1287. Suisse : 7p.(2000).
- [15]: Tanlow.k.s, Chong.C.L, Sci.J Food Agric, 66-479p. (1994).
- [16]: Hennen.G, « Biochimie, édition : Dunod », Paris : 135p, (2006).
- [17]: Marlen.F, Et Elisabeth.V, « Biochimie des aliments », Éd: Doin, 79p. (2001)

- [18]: Frenot.M et Vierling G. E, « Biochimie des Aliments. Dietetique du sujet bien portant » Éd :Doin editeurs, centre regional de documentation pedagogique d'aquitaine Bordeaux 297p.(2001).
- [19]: Kesous. « Biochimie structurale : les lipides ». Éd : OPE Alger. 1983. P 1994, L'huile de soja. (1987).
- [20]: Marlen.F Etelisabeth.V, « Biochimie des aliments », Éd: Doin, p79. (2001).
- [21]: Villiere.A, et Genot.C, « Approche physico-chimique et sensorielle de l'oxydation des lipides en émulsions ». Vol. 13. n° 2-3 : P 152. (2006).
- [22]: Graille.J, « Les corps gras alimentaires: aspects chimiques, biochimiques et nutritionnelles. In : les lipides et gras alimentaires ». Ed. Lavoisiner. Paris, p 225,(2003).
- [23]: Vaughan J.G, Et Geissler C.A. other oil producing plants. In « Food plants ». Oxford University. New York : P 30. (2009).
- [24]: Landy. P, Le commerce et l'industrie du soja. In « Annales de Géographie ». Tome 47. N°265 : 9p, (1939).
- [25]: Lipietz A. Du soja et de quelques autres plantes « agroindustrielles» : P3. (2007).
- [26]: Berk Z. the soybean «Technology of production of edible flours and protein products from soybeans», FAO agricultural services bulletin. N °97. (1992).
- [27]: Ignace.D, Transformation et aspects industriels, technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire, F 6030. P 1 – 12. (2001).
- [28]: Wahnou et al, Technology of production of edible flours and protein products from, (1988).
- [29]: Platon.R, Raffinage de l'huile de soja ASA, (1988).
- [30]: Seth. S, Agrawal.Y.C, Ghosh. P.K, Jayas. D.S, Et Singh B.P.N «oil extraction rates of soya bean using isopropyl alcohol as solvent», Biosystems engineering. Vol. 97: P 209-210. (2007).
- [31]: Blin.J, Dabat.M. H, Faugere. G, Hanff E, Et Weisman N, Opportunité de développement des biocarburants au Burkina Faso. (1996).
- [32]: Kashyap M.C., Agrawal Y.C., Ghost P.K., Jayas D.S, Sarkar B.C et Singh B.P.N. «Oil extraction rates of enzymatically hydrolyzed soybeans». Journal of Food Engineering .Vol. 81: P612. (2007).
- [33]: Carli M., Coelho Costa F. et Silva .O.Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales. CDU. Éd. 2: P 27. (2008).
- [34]: Poisson. F et. Nacre. L Corps gras alimentaires, aspects chimiques, biochimique

et nutritionnels. In lipides et corps gras alimentaires. Ed. Tec et Doc, Lavoisiner, (2003).

[35]: Philippe Evon.M , Nouveau procede de bioraffinage du tournesol, « etude de l'extraction aqueuse des lipides et de la mise en forme du raffinat en agromateriaux par thermomoulage ». These de doctorat, Universite de Toulouse, France (2008).

[36]: Barka.A, « Evaluation des indices de nature physico chimiques de quelques huiles alimentaires de friture et impact sur la sante de consommateur » (2016).

[37]: <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/tournesol>

[38] : Nathalie.G, « Esetimation et prevision oil world », SSP et terres Inovia. (2016).

[40]: van der Vossen.H. A, M. Mkamilo.G.S , Et Corbière.H, *Oléagineux: Prota.* (2007).

[41]: Roche.J, « Composition de la graine de tournesol (*Helianthus annuus* L), sous l'effet conjugué des contraintes agri-environnementales et des potentiels variétaux ». (2005).

[42]: Grompone. M.A. Sunflower oil. In : Shahidi F (Ed.), *Bailey's industrial Oil and Fat Products 6th ed (Volume 2: Edible Oil and Fat Products : Edible Oils)*. Hoboken (USA) :John Wiley & Sons, Inc., (2005).

[43]: Dreher.M.L, Roath.W, Holm.E.T, D'Appolonia.B Yield, Characteristics and Composition of Oil-Type Hybrid Sunflower Seed Grown in North Dakota. *J Am Oil Chem Soc*; 60:1876-7, (1983).

[44]: Connor.D.J. et Hall.A.J.,. Sunflower physiology. *In: Sunflower Technology and Production, Agronomy Monograph*, ed.A.A.Schneiter and A.A.Seiler, American Society of Agronomy, p.113-182 (1997).

[45]: Corinne. P, Frédéric.P, Alain. Q, Patrick.C « Impact du decorticage du tournesol sur la valeur nutritionnelle et l'interet economique des tourteaux en fabrication d'aliments composes », Article disponible sur le site (2012).

[46]: Corinne Peyronnet¹, Frédéric Pressenda², Alain Quinsac³, Patrick Carré⁴ Impact du decorticage du tournesol sur la valeur nutritionnelle et l'interet economique des tourteaux en fabrication d'aliments composes, Article (2012).

[47]: Kartika. N. « Nouveau procede de fractionnement des graines de tournesol : Expression et extraction enextrudeur bi-vis, purification par ultrafiltration de l'huile de tournesol ».These de Docteur Sciences des Agroressources de l'Institut National Polytechnique deToulouse (2005).

[48]: Jane.R Composition de la graine de tournesol (*Helianthus annuus*L).sous l'effet conjugue des contraintes agri-environnementales et des potentiels varietaux (2005).

[49]:Van der vossen.H.A.M, Mkamilo. G.S « Ressources vegetales de l'Afrique tropicale 14 : Oleagineux » (2007).

- [50]: Bernadette.D , « Interet nutritionnel des huiles de tournesols: Tournesol linoleique et tournesol a haute teneur en oleique » Article *in* OCL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids . November (2000).
- [51]: Pagés-xatart-parés. X, « technologies des corps gras (huiles et graisses végétales) », Techniques de l'ingénieur. (2008).
- [52]: [www.pistor.ch/graisses.Huile de soja p 28-39](http://www.pistor.ch/graisses.Huile%20de%20soja%20p%2028-39).
- [53]: Charles. A, Den. G, « Abrégé de Biochimie alimentaire ».4ème Edition Masson, Paris, pp 225-232. (1997).
- [54]: xavier, Morin O, Birot C, Goud M, Faeuilh S et Gouband M, « Raffinage des huiles et des corps gras et élimination des contaminants » p86-87. 00988-6,(2010).
- [55]: François, « les industries des corps gras : biochimie-extraction raffinage-nuisances et réglementions », Paris : Lavoisier : p431.ISBN 2-88020007-5.(1974).
- [56]: Subramanian R. and Nakajama M, «Membrane degumming of crude soybean and rapeseed oils». Jaocs. Vol. 74 : P971.(1997).
- [57] : CEVITAL2022.
- [58]: Tahraoui. S « decoloration d'une huile vegetale (huile de lin) par differentes bentonites actives », (2014).
- [59]: Makhoukhi. B, « Modification de la bentonite par divers sels organiques –Applications a la decoloration des huiles et a l'adsorption des colorants textiles », these de doctorat Universite de Tlemcen, Octobre (2008).
- [60]: Cousst. L, « le raffinage des corps gras », manuel des corps gras .tome 1. 190-199.
- [61]: Denise. J, « le raffinage des corps gras » .manuel des corps gras .tome 2. 225-230,(1992).
- [62]: François .R, « Les industries des corps gras : biochimie - extraction -raffinage - nuisances et réglementation », Paris. Lavoisie. 431 P. ISBN 2 - 88020 - 007 -5.(1974).
- [62]: Zschau. W, «Bleaching of fats et oil». European journal of lipid science and technology, N°08, vol103. p 505 – 508,(2001).
- [63]: Werner.J.Bauer, Raphaël Badoud,Jürg Löliger,Alain Etournaud « science et technologie des aliments : principe de chimie des constituant et de technologie des procedes » p 178 p179 (2010).
- [64]: Seladji .W, « decoloration d'une huile vegetale de colza pardifferentes terres activees », Memoire d'ingeniorat Universite de Tlemcen, Octobre (2004).
- [65]: Erickson.D et Widermann. L.H , « Huile de Soja, Methode de traitement et utilisation Actuelle » .ASA. (1989).

[66]: Munch .E, « Enzymatic Degumming Processes for Oils from Soya», Rape and Sun. Lipper Consulting. P 1-47. (2004).

[67]: Yang. J.-G, Wang,Y-H,Yang,B, Mainda.G et Guo.Y, « Degumming of vegetable oil by a new microbial lipase». food technol 44, pp.101-104.(2006).

[68]: Denise. J, « Raffinage des corps gras ». In : "Manuel des corps gras". Tome 2. Ed. Tec et Doc -Lavoisier, Paris. P. 789-881. ISBN : 2-85206-662-9. (1992).

Résumé :

Les huiles brutes contiennent un certains nombres de composés indésirables responsables du goût et de l'odeur désagréables et de la mauvaise conservation. Ces huiles doivent de ce fait subir un raffinage chimique, physique ou enzymatique pour leur donner la qualité correspondante aux usages alimentaires.

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'étude, nous nous sommes intéressés au suivi du processus du raffinage des huiles alimentaire produites au niveau de l'unité de production des huiles de CEVITAL de Béjaia. Nous avons par la suite, essayé de formuler une huile mélange des huiles actuellement produites et commercialisées par CEVITAL. Au terme de ce travail, nous sommes parvenues à une formulation optimisée par mélange des trois huiles de base (Colza, Soja et Tournesol) et répond aux critères de base de bonne qualité nutritionnelle et d'un bon rapport qualité / prix.

Abstract :

Crude oils contain a certain number of undesirable compounds, responsible for the unpleasant taste and odor and poor keeping quality. These oils must therefore undergo chemical, physical or enzymatic refining to give them the quality corresponding to food uses.

As part of this end-of-study dissertation, we were interested in monitoring the process of refining edible oils produced at the CEVITAL oil production unit in Béjaia. We then tried to formulate an oil blend of oils currently produced and marketed by CEVITAL. At the end of this work, we have arrived at an optimized formulation by mixing the three base oils (Rapeseed, Soybean and Sunflower) and meets the basic criteria of a good nutritional quality and a good quality/price ratio.