

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA – Bejaïa

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département Biologie Physico-Chimique
Spécialité : Pharmacotoxicologie



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme
MASTER
Thème

**Suivi du contrôle de qualité des huiles de soja et colza
au niveau du complexe agro-alimentaire « CEVITAL »**

Présenté par :

Benmamas Alycia et Boussoufa Tinhinane

Soutenu le : 9 juillet 2024

Devant le jury composé de :

M ^{me} . SADAOUI .K	MCA	Présidente
M ^{me} . BELHAMEL.C	MCB	Examinatrice
M ^{me} . AGUERSSIF.N	MCB	Encadrante
M ^{me} . BENGHANEM .N	MCA	Co-encadrante
M. BEZZI.Z	Ingénieur	Co-Encadrant externe

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers Dieu Tout-Puissant pour nous avoir guidés tout au long de notre parcours.

À tous nos professeurs, de l'école primaire jusqu'à l'université, nous adressons nos remerciements les plus sincères. Votre passion pour l'enseignement, votre patience et votre dévouement ont été les pierres angulaires de notre éducation. Vous avez ouvert nos esprits, nourri notre curiosité et forgé notre caractère.

Nous tenons également à remercier profondément toute l'université, ainsi que notre département de biologie physico-chimique. Chaque membre de cette grande famille académique a joué un rôle essentiel dans notre parcours. Votre soutien, vos ressources et votre encouragement ont été inestimables.

*À notre promotrice, **Madame AMAR KHODJA- AGUERSSIF Nadia** et à nos Co-promoteurs, **Madame BENGHANEM-BECHEUR Nacera** et **Monsieur BEZZI Zahir**. Nous vous adressons nos plus sincères remerciements. Votre soutien indéfectible, votre sagesse et vos précieux conseils ont été inestimables. Vous avez été des guides exceptionnels, nous aidant à surmonter les défis et à atteindre nos objectifs. Votre engagement envers notre réussite restera à jamais gravé dans nos mémoires.*

Nous exprimons notre profonde gratitude aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

Enfin, nos remerciements les plus profonds vont à nos parents et à nos proches. Votre amour inconditionnel, votre soutien et vos sacrifices ont été les fondations sur lesquelles nous avons construit notre succès. Vous avez cru en nous même dans les moments où nous doutions de nous-mêmes. Ce diplôme est autant le vôtre que le nôtre.

À tous ceux qui ont contribué à notre réussite, de près ou de loin, merci. Votre impact sur nos vies est incommensurable et votre soutien nous a permis de réaliser nos rêves !!!!.

MERCI À TOUTES ET À TOUS

Table des matières

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

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1. Généralités sur Les huiles végétales	4
I.1.1. Définition des huiles végétales.....	4
I.1.2. Classes des huiles végétales.....	4
I.1.3. Composition chimique des huiles végétales.....	4
I.1.4. Acides gras	5
I.1.4.1. Définition et nomenclature	5
I.1.4.2. Classification.....	5
I.1.5. Obtention des huiles végétales	7
I.1.5.1. Préparation des graines.....	10
I.1.5.2. Extraction des huiles	11
I.1.6. Caractéristiques des quelques huiles	15
I.1.7. Paramètres physico-chimiques	16
I.1.7.1. Paramètres chimiques :.....	16
I.1.7.2. Paramètres physiques	16
I.1.8. Altération des huiles durant le stockage.....	18
I.1.8.1. Altération biologique.....	18
I.1.8.2. Altération chimique.....	18
I.2. Raffinage chimique à chaud de l'huile au niveau de CEVITAL.....	19
I.2.1. Définition du raffinage :.....	19
I.2.2. Etapes de raffinage :.....	20
I.2.2.1. Dégommage (démucilagination).....	20
I.2.2.2. Neutralisation	21
I.2.2.3. Décoloration.....	22
I.2.3.4. Désodorisation	24

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation du complexe CEVITAL	28
II.1.1. Implantation du complexe CEVITAL	29
II.1.2. Présentation de la raffinerie d'huile.....	29
II.1.3. Echantillonnage	30
II.2. Méthodes d'analyses.....	30
II.2.1. Analyses chimiques	31
II.2.1.1. Détermination de l'indice d'acide.....	31
II.2.1.2. Détermination de la teneur en phosphore.....	32
II.2.1.3. Détermination des traces de savon.....	33
II.2.1.4. Détermination de l'indice de peroxyde	34
II.2.2. Analyses physiques	35
II.2.2.1. Détermination de l'humidité et des matières volatiles.....	35
II.2.2.2. Détermination de la chlorophylle.....	36
II.2.2.3. Détermination de la couleur	36

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1. Résultats d'analyses physico-chimiques au cours du raffinage	39
III.1.1. Huiles brutes de colza et soja	39
III.1.2. Huiles neutralisées de soja et colza	41
III.1.3. Huiles décolorées de soja et colza	42
III.1.4. Huiles désodorisées de soja et colza.....	42
III.2. Evolution des paramètres physico-chimiques des huiles soja et colza au cours du raffinage chimique à chaud	43
III.2.1. Evolution de l'acidité au cours des différentes étapes du raffinage.....	43
III.2.2. Evolution de la teneur en phosphore au cours des différentes étapes du raffinage	45
III.2.3. Evolution de la teneur en chlorophylle au cours des différentes étapes du raffinage	46
III.2.4. Evolution de la couleur au cours des différentes étapes du raffinage	46
III.2.5. Evolution des traces de savon au niveau du séparateur et du laveur pour l'huile neutralisée (soja et colza)	48
Conclusion	51
Références bibliographiques	49
Résumé.....	

Liste des tableaux

Tableau I : Caractéristiques physiques de quelques huiles alimentaires	17
Tableau II : Les analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles de soja et de colza.....	30
Tableau III : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles brutes	40
Tableau IV : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles neutralisées .	41
Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles décolorées	42
Tableau VI : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles désodorisées.	43

Liste des figures

Figure 1 : Formation de triacylgcérides.	5
Figure 2 : Structure d'un acide gras saturé et un acide gras insaturé.....	7
Figure 3 : Quelques exemples de graines oléagineuses.	8
Figure 4 : (a)-Plante du soja, (b)-Gousse verte de soja, (c)- Graines de soja.	9
Figure 5 : (a)-Plante du colza, (b)-Gousse verte de colza, (c)-Graines de colza.	10
Figure 6 : Principe d'extraction par fluides supercritiques	13
Figure 7 : Représentations schématique d'une presse à vis.....	14
Figure 8 : Schéma représentatif de l'étape de neutralisation	22
Figure 9 : Schéma représentatif de l'étape de décoloration.....	23
Figure 10 : Schéma représentatif de l'étape de désodorisation	25
Figure 11 : Situation géographique du complexe CEVITAL.	29
Figure 12 : Evolution de l'acidité au cours des différentes étapes du raffinage chimique à chaud de l'huile de soja et de colza.	44
Figure 13 : Evolution de la teneur en phosphore au cours des différentes étapes du raffinage.	45
Figure 14 : Évolution de la chlorophylle au cours des différentes étapes du raffinage.	46
Figure 15 : Évolution de la couleur jaune au cours des différentes étapes du raffinage.....	47
Figure 16 : Évolution de la couleur rouge au cours des différentes étapes du raffinage.	47
Figure 17 : Évolution des traces de savon pour l'huile neutralisée de soja et de colza au niveau du séparateur et du laveur.....	48

Liste des abréviations

A : Acidité.

AGL: Acides gras libres.

AOCS: American Oil Chemist's Society.

ISO : International Standards Organisation.

IUBCBN : International Union of Biochemistry Commission on Biochemical Nomenclature.

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry

IP : Indice de peroxyde.

TS : Trace de savon.

N : Normalité.

NaCl : Chlorure de sodium.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

Na₂S₂O₃: Thiosulfate de sodium.

Na₂S₄O₆: Tétrathionate de sodium.

HCl : Chlorure d'hydrogène.

KOH : Hydroxyde de potassium.

Ppm : Parties par million.

Meq O₂/Kg : Milli équivalent d'oxygène actif par kilogramme.

Introduction

Les huiles végétales, extraites des graines de diverses plantes, constituent une composante essentielle de l'alimentation humaine depuis des millénaires. Leur diversité se manifeste par leurs états physiques variés, étant liquides ou solides à température ambiante en fonction de leur degré de saturation. Parmi les principales huiles, on trouve celles de palme, d'olive, de palmiste, de soja, de colza, de tournesol, d'arachide et de coton (**Jun, 2016**). Ces huiles jouent plusieurs rôles importants, notamment comme source d'énergie métabolique (biocarburants), d'acides gras essentiels, de tocophérols et de vitamines liposolubles. En outre, leur composition en acides gras permet des applications non-alimentaires, telles que la production d'acides azélaïque et pélargonique utilisés en cosmétique et dermatologie, dérivés principalement de l'acide oléique des huiles d'olive, de colza et de tournesol (**Goebel et al., 1957**). Par conséquent, les huiles végétales ne se limitent pas à un rôle nutritionnel mais présentent également un potentiel significatif dans divers domaines industriels et de santé. Elles sont également impliquées dans la production de bioplastiques, de lubrifiants écologiques et même dans des applications médicales innovantes, parmi ces applications médicales on peut citer l'utilisation de l'huile de lin riche en acides gras oméga-3, pour ses propriétés anti-inflammatoires, montrant ainsi leur polyvalence et leur importance dans une économie durable.

Les huiles peuvent s'oxyder et développer des odeurs et saveurs désagréables au cours de leur production, stockage et utilisation. Le traitement industriel de l'huile brute vise à éliminer partiellement les acides gras libres et les contaminants pouvant déclencher des réactions d'oxydation (**Chow, 2008**). À l'état brut, les huiles contiennent des antioxydants naturels, des composés mineurs comme les alcools triterpéniques, les stérols, les tocophérols (vitamine E) et les composés phénoliques, qui préservent leur qualité (**Wolf, 1992**). Cependant, ces huiles contiennent également des substances contaminantes telles que les phospholipides et les pigments colorés. L'élimination de ces composés est essentielle pour garantir un produit conforme aux réglementations alimentaires.

Pour garantir cette conformité, le processus de raffinage est indispensable. Ce processus utilise des technologies avancées pour éliminer les contaminants comme les phospholipides et les acides gras libres (**Wolf, 1992**). Les techniques de raffinage ont évolué pour obtenir des huiles de haute qualité répondant aux exigences de diverses utilisations, qu'elles soient alimentaires pour l'homme, pour l'animal ou pour des applications cosmétiques (**Ayari Dj, 2021**).

Dans le but de surveiller et de contrôler les paramètres physico-chimiques des huiles végétales de soja et de colza à différents stades de leur raffinage chimique à chaud (huile brute,

dégommée, décolorée et désodorisée), nous avons réalisé un stage pratique au sein du complexe CEVIAL de Bejaia. Ce stage nous a permis d'acquérir une expertise approfondie sur les méthodes analytiques employées pour évaluer la qualité des huiles à chaque étape du processus de raffinage.

Le mémoire est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre, de nature théorique, traite des généralités sur les corps gras, il présente également les différentes étapes du raffinage chimique à chaud effectuées au sein de CEVITAL, en mettant l'accent sur le raffinage chimique à chaud des huiles de soja et de colza. Le deuxième chapitre introduit le complexe CEVITAL et décrit les diverses méthodes d'analyse utilisées à chaque étape du processus de raffinage chimique à chaud de ces huiles.

Enfin, le troisième chapitre est consacré à la présentation et à la discussion des résultats obtenus au cours de cette étude.

Chapitre I

Synthèse Bibliographique

I.1. Généralités sur Les huiles végétales

I.1.1. Définition des huiles végétales

Les huiles végétales sont des matières grasses obtenues à partir des graines de plantes et sont utilisées depuis des millénaires dans la culture humaine. Leur état, liquide ou solide à température ambiante, dépend de leur degré de saturation. Parmi les principales huiles, on trouve celles de palme, d'olive, de soja, de colza et de tournesol. Chimiquement, elles sont composées de triglycérides, où les trois groupes hydroxyles du glycérol sont estérifiés par des acides gras (Jun, 2016).

Les huiles végétales sont des matières premières essentielles pour diverses industries en raison de leurs compositions complexes. Leur utilisation est variée : elles sont utilisées dans l'alimentation (cuisson, sauces), les biocarburants, l'oléochimie verte, les produits de nettoyage et les produits cosmétiques (Terre Inovia, 2019).

I.1.2. Classes des huiles végétales

On distingue plusieurs classes d'huiles et de graisses alimentaires :

➤ **Huiles végétales fluides** : liquides à température ambiante, comme l'huile d'arachide, de colza, de germe de maïs, de tournesol, de soja et d'olive.

➤ **Huiles végétales concrètes** : solides à température ambiante, comme les huiles de coprah et de palme.

➤ **Huiles et graisses d'origine animale** : provenant d'animaux terrestres, telles que le saindoux (graisse de porc), le suif (graisse de bœuf ou de mouton), l'huile de cheval et la graisse d'oie (Uzzan, 1992).

I.1.3. Composition chimique des huiles végétales

Une huile végétale contient plus de 99 % de lipides, sans glucides ni protéines, et très peu voire pas du tout de cholestérol. Le reste, soit environ 1 %, est constitué de vitamines et d'antioxydants liposolubles. Elle se compose de deux parties distinctes : une partie saponifiable qui comprend les acides gras saturés et insaturés, qui sont les principaux constituants, ainsi que d'autres composants (appelés constituants mineurs) que l'on peut regrouper en grandes familles telles que les phosphatides, les cérides, et d'autres constituants insaponifiables contenant des stérols, des tocophérols, des alcools, de la glycérine, des caroténoïdes, des polyphénols et des flavonoïdes (Stefanoudaki et al., 2011).

Les huiles végétales sont une source renouvelable importante, composées principalement d'acides gras présents sous forme libre ou estérifiée avec du glycérol, formant ainsi des monoacylglycérols, des diacylglycérols et des triacylglycérols. Les triacylglycérols représentent généralement de 95 % à 98 % des huiles végétales, les 2 % à 5 % restants étant des composés mineurs (Cert et al., 2000).

Dans la nature, les acides gras sont généralement sous forme triesters entre les acides gras et du glycérol selon la **Figure 1** ;

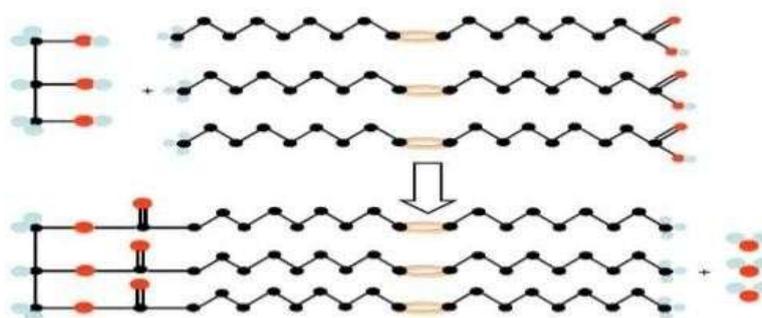


Figure 1 : Formation de triacylgcérides (Cert et al., 2000).

En rouge : l'atome d'oxygène ; en bleu : l'atome hydrogène ; en noir : l'acide gras ; en orange : la double liaison.

I.1.4. Acides gras

I.1.4.1. Définition et nomenclature

Les acides gras sont des composés organiques composés d'une chaîne aliphatique hydrophobe avec une fonction acide carboxylique. Deux types de nomenclature sont utilisés pour désigner les acides gras :

➤ La nomenclature systématique, qui provient des travaux conjoints de l'IUPAC et de l'IUBCBN, recommande de numéroter les atomes de carbone de la molécule en commençant par celui du groupement carboxyle, toujours noté 1, tandis que les autres carbones sont numérotés en ordre (Makhdar, 2021).

➤ Une autre méthode de désignation, utilisée par les nutritionnistes, est appelée la "nomenclature oméga", qui classe les acides gras insaturés en séries.

I.1.4.2. Classification

Les acides gras peuvent exister sous forme cis ou trans, selon la position et la structure spatiale de leurs doubles liaisons. Ils sont classés selon la longueur de la chaîne carbonée et selon la saturation (Harwood et al., 2000).

➤ **Selon la longueur de la chaîne carbonée** : On trouve quatre types :

- a. Acides gras volatils : Contenant 2 à 4 atomes de carbone.
- b. Acides gras à chaîne courte : 6 à 10 atomes de carbone.
- c. Acides gras à chaîne moyenne : 12 à 14 atomes de carbone.
- d. Acides gras à chaîne longue : Plus de 16 atomes de carbone.

➤ **Selon la saturation** : On trouve deux types :

Les acides gras saturés : les plus couramment rencontrés à l'état naturel incluent l'acide laurique (C12:0), palmitique (C16:0) et stéarique (C18:0). L'huile de coprah, par exemple, est une source riche en acide laurique (44 à 52 %) et contient également 13 à 19 % d'acide myristique (C14:0). L'acide palmitique se trouve dans pratiquement toutes les graisses végétales et animales, notamment dans l'huile de palmiste (44 %) et le beurre de cacao (25 %). De même, l'acide stéarique est largement présent dans la plupart des huiles végétales (1 à 5 %) ainsi que dans le beurre de cacao (35 %) (**Figure 2**).

Les acides gras insaturés : Ils sont classés en acides gras mono insaturés qui présentent une seule double liaison dans leur structure carbonée, et les acides gras polyinsaturés, qui en possèdent plusieurs. Parmi les acides gras monoinsaturés les plus courants, on peut citer l'acide oléique (C18:1 ω -9) et le palmitoléique (C16:1 ω -7), présents dans diverses huiles végétales et animales. Les acides gras polyinsaturés les plus importants dans les huiles végétales sont ceux comportant 18 atomes de carbone ou plus. Parmi eux, on trouve les acides linoléique (C18:2) et α -linoléique (C18:3), appartenant respectivement aux séries ω -6 et ω -3 (**Figure 2**) (**Touitou, 2006**).

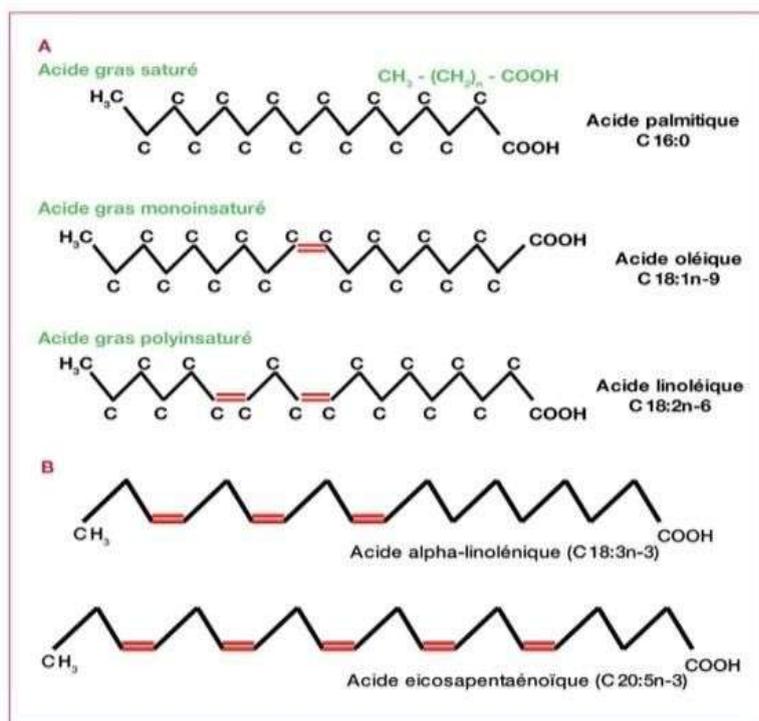


Figure 2 : Structure d'un acide gras saturé et un acide gras insaturé (Touitou, 2006).

I.1.5. Obtention des huiles végétales

On peut obtenir de l'huile à partir de divers aliments, notamment des céréales (comme le maïs et le canola) et des plantes de la famille des oléagineux dont les graines ou les fruits sont riches en lipides et dont la culture permet de produire des huiles à usages alimentaires et/ou industriels. De nos jours, ce marché regroupe une très large variété d'espèces. Il existe en effet une centaine de plantes permettant de produire des corps gras. Cependant, seules 9 d'entre elles (palme, coco, cacao, colza, tournesol, lin, ricin, soja et olive) représentent aujourd'hui plus de 95% de la production mondiale. Le développement d'une filière en particulier repose sur des choix stratégiques, étroitement liés aux caractéristiques de la culture concernée, ainsi qu'à sa composition et à l'extractibilité de son huile. En fonction de ces différentes propriétés, l'extraction de l'huile peut avoir un intérêt limité ou se révéler industriellement très rentable (Makhdar, 2021).

Les oléagineux regroupent deux grandes familles : les fruits oléagineux (olive, palme, coprah, avocat, pépins de raisin...) et les graines oléagineuses (lin, colza, coton, tournesol, soja...) (Figure 3). Seules ces dernières seront traitées dans ce document. Un grand nombre d'entre elles proviennent de plantes annuelles, cultivées spécifiquement pour leur contenu en huile (colza, lin, ricin, tournesol...). D'autres sont au contraire issues d'arbres fruitiers (noix, noisettes, amandes...), mais leur transformation ne concerne qu'une très faible part du marché mondial des huiles végétales.

Les graines récoltées peuvent avoir des propriétés très différentes (taille, structure, dureté, composition en acides gras...) et se distinguent notamment par leur teneur en huile. Ce paramètre définit en grande partie le procédé d'extraction qui sera employé. Les graines à faible teneur en huile, comme le soja et le coton (environ 20 %), subissent généralement une simple extraction par solvant. Au contraire, pour les graines plus riches en huile, telles que le colza (40 %), le tournesol (40 %) et le lin (35 %) l'extraction se fait en deux étapes : un pressage mécanique suivi d'une extraction par solvant (**Laurine, 2008**).

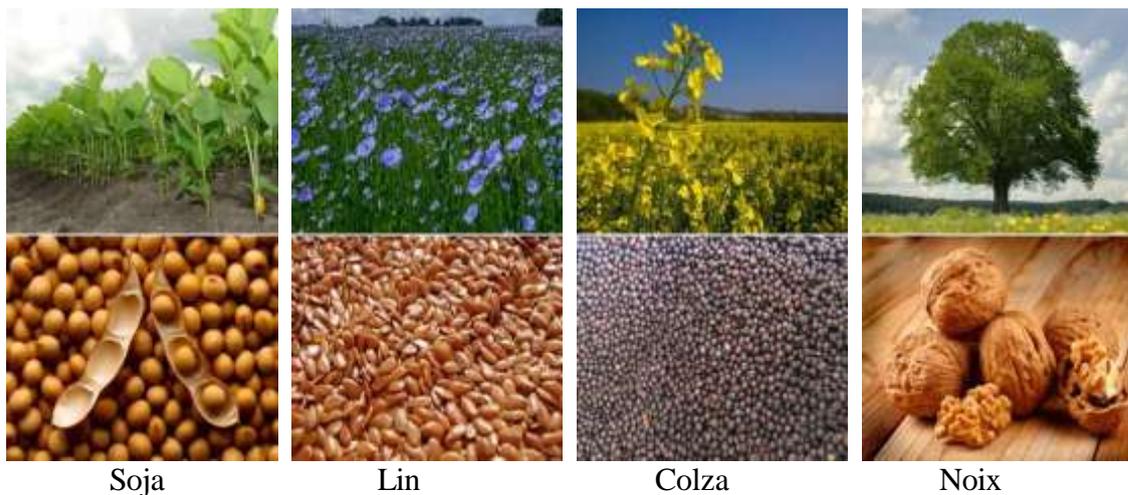


Figure 3 : Quelques exemples de graines oléagineuses.

☞ Soja

- **Définition**

Le soja [*Glycine max (L.) Merr.*] est une plante annuelle pouvant atteindre jusqu'à 1,50 mètre de hauteur dans des conditions favorables. Elle possède des feuilles composées et trifoliées et produit des fleurs papilionacées dont la couleur varie du lilas pâle au violet foncé. Les graines de soja sont ovales ou arrondies, mesurent de 4 à 7 millimètres de diamètre et présentent une couleur variable. Comme toutes les légumineuses, le soja a la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à une symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium*, ce qui enrichit le sol en nutriments (**Shurtleff, 2011**).



Figure 4 : (a)- plante du soja, (b)- gousse verte de soja, (c)- graines de soja.

- **Composition**

L'huile de soja se distingue des autres huiles végétales principalement par son type d'insaturation et par sa teneur notable en acide linoléique (C18 :3). Cet acide gras est extrêmement sensible à l'oxydation, ce qui nécessite de minimiser au maximum l'exposition de l'huile à l'oxygène de l'air.

L'huile brute de soja est caractérisée par son taux d'humidité, d'impuretés, de phosphatides et d'acides gras libres, ainsi que par sa couleur, ses caractéristiques d'oxydation et ses traces métalliques (**Groselj, Vracko, 2008**).

- ☞ **Colza**

- **Définition**

Le colza [*Brassica napus L.*] est une plante annuelle et herbacée pouvant atteindre une hauteur de 70 à 170 cm. Les jeunes fleurs de la plante bourgeonnent et, une fois fécondées, des gousses allongées se forment. Ces gousses contiennent de petites graines rondes de couleur brun-noir. Il existe deux variétés principales de colza : le colza d'été et le colza d'hiver. La période de récolte du colza se situe au mois de juillet. La plante de colza est largement cultivée en Europe, au Canada et en Chine (**Karleskind, 1992**).

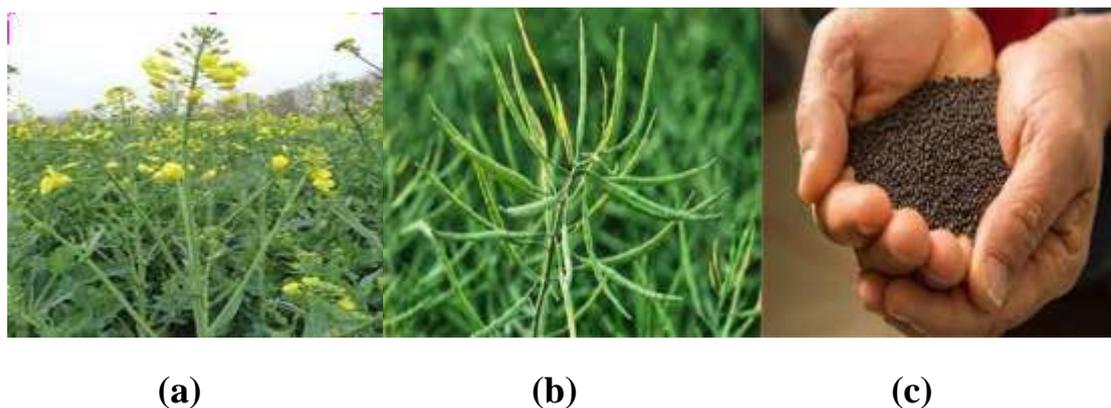


Figure 5 : (a)-plante du colza, (b)-gousse verte de colza, (c)-graines de colza.

- **Composition**

En plus des triacylglycerols, l'huile de colza contient des tocophérols (8- 115.9 mg\100 mg); des phytostérols (459-5000 mg\100 g), des polyphénols (0- 148.7 mg\100 mg) et d'autres micronutriments, qui contribuent à ses divers bienfaits pour la santé (adipokines) (**Sun et al., 2015; Georgouli et al., 2016**).

I.1.5.1. Préparation des graines

La préparation des graines est cruciale pour garantir la qualité de l'huile et faciliter son extraction. Une préparation adéquate améliore le rendement en huile, comme le montrent les pratiques. Elle comprend plusieurs sous-étapes essentielles (**Devillers et al., 2010**) :

Récolte

La récolte des graines oléagineuses doit être effectuée à maturité, en prenant en compte le niveau d'humidité optimal des graines pour chaque espèce. Les recommandations varient selon les types de graines : environ 14 à 16 % pour le soja, 8 à 11 % pour le tournesol, et environ 9 % pour le colza. Respecter ces niveaux d'humidité est essentiel pour garantir la qualité des graines et optimiser l'extraction de l'huile (**Gagnon, 2021**).

Nettoyage

Le nettoyage minutieux des graines est essentiel pour éviter que les impuretés ne se retrouvent dans le tourteau, ce qui pourrait altérer sa qualité. En éliminant ces impuretés, le nettoyage contribue à améliorer la qualité de l'huile et du tourteau. Cette opération permet également de se débarrasser des graines toxiques, des particules métalliques, de la terre et des pierres, qui pourraient endommager les équipements de trituration et affecter le rendement en huile. Un nettoyage efficace garantit non seulement la pureté du produit final, mais protège

également les machines de transformation contre les dommages potentiels (Devillers et al., 2010).

Décorticage et dépelliculage

La préparation de certaines graines implique souvent le décorticage et le dépelliculage avant de pouvoir procéder à l'extraction de l'huile. Ces étapes sont cruciales pour enlever les coques et les pellicules qui entourent les graines, améliorant ainsi l'efficacité de l'extraction. Étant donné les variations d'épaisseur, de dureté et d'adhérence des enveloppes des différentes graines, des équipements spécifiques sont nécessaires pour chaque type de graine à décortiquer et à dépelliculer. Ces machines doivent être adaptées aux caractéristiques particulières de chaque graine pour garantir un décorticage et un dépelliculage efficaces, minimisant ainsi les pertes et optimisant le rendement en huile (Devillers et al., 2010).

Broyage et tamisage

L'objectif de cette étape est de réduire la taille des fruits ou des graines oléagineuses pour faciliter le pressage ou l'extraction par solvant. Un broyeur à cylindres cannelés est souvent utilisé pour cette préparation mécanique en huilerie. Les cannelures sur les cylindres permettent d'engager les produits et d'obtenir la granulométrie souhaitée. Un dispositif spécial assure une alimentation uniforme des produits sur toute la longueur des cylindres et permet de régler le débit de manière appropriée. Cette uniformité de broyage est importante pour garantir une extraction optimale de l'huile, en maximisant la surface de contact des graines avec les solvants ou les presses et en assurant une efficacité maximale du processus d'extraction (Gagnon, 2021).

Conditionnement thermique de la graine :

Le conditionnement thermique est essentiel pour optimiser l'extraction d'huile des graines par pressage. Avant d'être pressées, les graines broyées sont chauffées, parfois même cuites dans un environnement humide, puis séchées. Ce processus prépare les graines pour le pressage en favorisant la séparation efficace de l'huile de la matière sèche. Le chauffage facilite cette extraction en rendant l'huile plus fluide et donc plus accessible. Le conditionnement thermique avant le pressage améliore la qualité de l'extraction en maximisant le rendement en huile et en assurant une meilleure qualité du produit final.

I.1.5.2. Extraction des huiles

L'extraction des huiles se fait principalement par deux techniques : le pressage mécanique et l'extraction par solvant, choisies en fonction de la teneur en huile des graines. Le

pressage mécanique est souvent utilisé pour les graines à haute teneur en huile, tandis que l'extraction par solvant est préférée pour les graines à faible teneur en huile, car elle permet d'extraire un maximum d'huile résiduelle. Récemment, de nouvelles techniques innovantes ont été développées, telles que l'utilisation du CO₂ supercritique, qui offre une extraction efficace sans résidus chimiques, et l'extraction assistée par ultrasons, qui améliore le rendement en brisant plus efficacement les cellules des graines (**Dunford, 2004**). Ces méthodes augmentent l'efficacité et la qualité de l'extraction des huiles, répondant ainsi aux exigences croissantes de l'industrie.

I.1.5.2.1. Extraction par solvant

Parmi les méthodes utilisant des solvants organiques, on peut citer la macération et l'extraction par Soxhlet. La macération consiste à immerger les graines broyées dans un solvant pendant une période prolongée, permettant ainsi la dissolution des huiles dans le solvant. L'extraction par Soxhlet, quant à elle, utilise un appareil spécifique qui permet un contact continu entre le solvant et les graines, assurant une extraction plus complète et efficace des huiles (**Fine et al., 2013**).

a. Macération

Cette méthode d'extraction, utilisée principalement pour isoler des molécules actives telles que les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins, implique l'utilisation d'un solvant organique et d'une matière végétale placés dans un extracteur. Les molécules actives se concentrent dans le solvant par des lavages successifs, permettant une extraction progressive des composés d'intérêt. Bien qu'adaptée aux huiles en raison de son faible impact sur leur qualité et de sa simplicité d'utilisation, cette méthode présente l'inconvénient d'être lente, nécessitant entre 24 et 72 heures pour compléter le processus. De plus, elle entraîne une perte de solvant due à l'évaporation après la filtration de l'extrait, ce qui peut rendre le procédé moins efficace et plus coûteux. Toutefois, la macération reste une technique précieuse pour l'extraction de composés délicats et thermosensibles.

b. Soxhlet

La méthode d'extraction par Soxhlet est souvent utilisée comme référence dans les études comparatives des techniques d'extraction. Le principe de cette méthode repose sur l'échange continu entre la matière à extraire et un solvant pur. La matière végétale est placée dans une cartouche de cellulose, qui est ensuite insérée dans le corps de l'extracteur. Le solvant est ajouté au bas de l'extracteur et chauffé à ébullition. Lorsqu'il bout, le solvant s'évapore, se

condense dans un condenseur, puis retombe dans la cartouche, solubilisant ainsi les composés d'intérêt.

Cette technique permet un contact prolongé et efficace entre le solvant et la matière à extraire, garantissant une extraction exhaustive. Malgré sa simplicité et son faible coût, la méthode Soxhlet présente quelques inconvénients, notamment un temps d'extraction prolongé et la nécessité d'une quantité importante de solvant. Pour améliorer son efficacité, elle peut être combinée avec des techniques telles que les micro-ondes et les ultrasons, qui accélèrent le processus d'extraction et réduisent la consommation de solvant (Evard, 2007).

I.1.5.2.2. Extraction par fluide supercritique

L'extraction par CO₂ supercritique, réalisée à des températures de 31-50°C et des pressions de 74-330 bars, offre une alternative efficace à l'extraction par solvant traditionnel. Cette méthode présente des avantages significatifs, notamment en créant un environnement sans oxygène qui empêche l'oxydation des produits. La nature non polaire du CO₂ limite la solubilité des composés polaires (Benaissi, 2013). Pour améliorer la solubilité des produits polaires, on peut utiliser des co-solvants polaires à faible concentration tels que l'eau, le méthanol, l'éthanol ou l'acétone. Par exemple, un mélange méthanol-eau est particulièrement efficace pour extraire les composés phénoliques.

La mise en œuvre de l'extraction par CO₂ demande une maîtrise des états des solvants (Figure 6) :

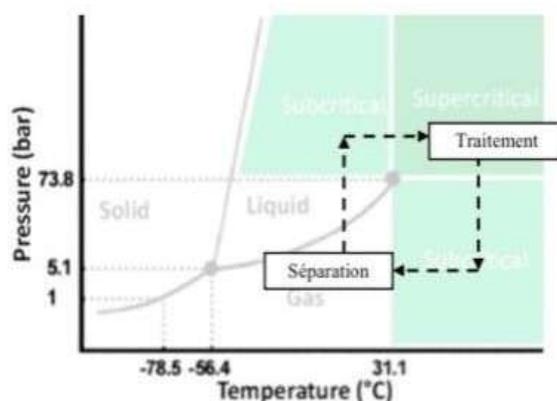


Figure 6 : Principe d'extraction par fluides supercritiques (Benaissi, 2013).

I.1.5.2.3. Extraction par micro-ondes

L'extraction assistée par micro-ondes inclut des techniques telles que l'extraction par solvant assistée par micro-ondes (MAE) et l'hydrodistillation par micro-ondes sous vide (VMHD). Cette méthode utilise les radiations électromagnétiques pour chauffer le matériau et faciliter l'extraction des composés désirés. Grâce à une énergie contrôlable et ajustable

instantanément, le processus d'extraction est accéléré, tout en préservant les composés thermolabiles (Makhdar, 2001).

Les paramètres influençant cette méthode comprennent la puissance des micro-ondes, la fréquence, la température initiale et les propriétés du matériau. Une fréquence plus basse favorise une meilleure pénétration des micro-ondes dans le matériau végétal, ce qui conduit à un rendement d'huile plus élevé (Makhdar, 2021).

I.1.5.2.4. Extraction assistée par ultrasons (EAU)

L'extraction assistée par ultrasons (EAU) offre l'avantage de réaliser des extractions à température ambiante et sur des durées très courtes, préservant ainsi les composés thermolabiles. Son principe repose sur la destruction des parois cellulaires grâce aux fréquences d'ultrasons, facilitant ainsi la pénétration du solvant au cœur de la matière et augmentant le rendement d'extraction. Les ultrasons génèrent des cycles d'expansion et de compression des cellules, formant des bulles qui, lorsqu'elles se développent excessivement près des parois cellulaires, provoquent leur explosion, permettant ainsi l'extraction des composés souhaités (Makhdar, 2021).

I.1.5.2.5. Extraction par la pression mécanique

L'extraction par pression mécanique se divise en deux catégories principales : la pression mécanique à la presse hydraulique et la pression à l'expeller.

A l'échelle industrielle, le pressage se fait à l'aide de presses à vis continues (Figure 7).

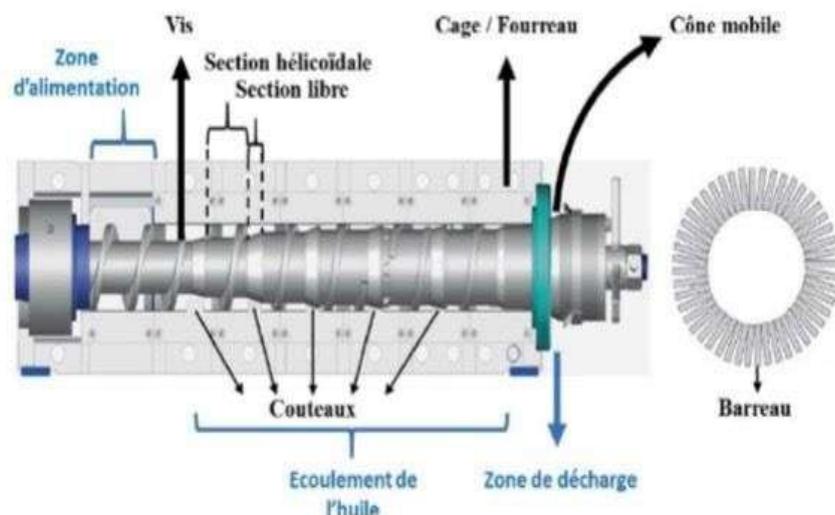


Figure 7 : Représentations schématique d'une presse à vis (Gagnon et al., 2021).

I.1.5.2.5.1 Pression mécanique à la presse hydraulique

L'extraction par pression à froid est une méthode traditionnelle qui permet d'obtenir une huile très proche de son état naturel. Les graines ou les fruits sont d'abord broyés, puis pressés à froid ou légèrement chauffés. La pression est appliquée en deux étapes : une première phase à basse pression suivie d'une relaxation, puis une seconde compression à pression plus élevée. Cependant, cette méthode est ancienne et implique un travail discontinu avec des phases de manutention lourdes (**Pagres, Xatart p, 2008**).

I.1.5.2.5.2 Pression mécanique à l'expeller (ou presse à vis sans fin)

Dans cette méthode, les matières sont d'abord chauffées à des températures comprises entre 90 °C et 120 °C, puis soumises à une pression mécanique. La compression se produit alors que la matière avance dans une cage de presse grâce à une vis sans fin et à un système d'obstruction qui ralentit la sortie du tourteau. L'huile extraite est ensuite raffinée à travers un processus en plusieurs étapes, incluant la filtration ou la centrifugation, le blanchiment et la désodorisation, pour garantir sa pureté et sa qualité (**Head et al., 1995**).

I.1.6. Caractéristiques des quelques huiles

Les caractéristiques des huiles dépendent largement de leurs compositions en acides gras. Ces compositions influencent les propriétés nutritionnelles et les applications culinaires des différentes huiles. On peut citer :

Huiles riches en acides gras saturés et en acide oléique : L'huile d'olive, par exemple, contient environ 14 % d'acides gras saturés et 81 % d'acide oléique.

Huiles riches en acides gras polyinsaturés : L'huile de soja, avec environ 58 % d'acides gras polyinsaturés. Sa composition typique inclut 50 à 60 % d'acide linoléique, 20 à 30 % d'acide oléique et 5 à 9 % d'acide linoléique.

Huiles présentant une composition intermédiaire : L'huile de colza, qui contient environ 33 % d'acides gras polyinsaturés, 60 % d'acide oléique et 7 % d'acides gras saturés (**Khaoula, 2019**).

Ces compositions influencent les propriétés nutritionnelles et les applications culinaires des différentes huiles.

I.1.7. Paramètres physico-chimiques

I.1.7.1. Paramètres chimiques :

- **Indice d'iode**

L'indice d'iode représente le nombre de grammes d'iode fixés par 100 grammes de corps gras. Il indique le degré d'insaturation de l'huile, c'est-à-dire le nombre de doubles et triples liaisons présentes. Plus l'huile est insaturée, plus son indice d'iode est élevé. Un faible indice d'iode, caractéristique des huiles saturées, favorise une combustion efficace (**Daho, 2008**).

Cependant, un indice d'iode trop bas peut entraîner des performances à froid peu satisfaisantes pour une utilisation en tant que carburant.

- **Indice de saponification**

L'indice de saponification représente la quantité de potasse, exprimée en milligrammes, nécessaire pour saponifier un gramme de corps gras (**Daho, 2008**).

- **Indice d'acide**

L'indice d'acide reflète la "fraîcheur" d'une huile et correspond à la quantité d'hydroxyde de potassium (en milligrammes) nécessaire pour neutraliser tous les acides gras libres présents dans un gramme d'huile. Cet indice est déterminé par un titrage acide/base en retour, où le corps gras réagit avec un excès connu de potasse alcoolique (**Daho, 2008**).

- **Indice de peroxyde**

L'indice de peroxyde permet d'évaluer le niveau d'oxydation d'une huile. En général, plus une huile est insaturée, plus elle est susceptible de s'oxyder. Par conséquent, l'indice de peroxyde augmente avec le degré d'insaturation de l'huile. Des recherches suggèrent qu'il existe une plage d'indice de peroxyde pour certaines huiles où l'indice de cétane, un paramètre important pour évaluer la qualité de combustion dans les moteurs, augmente proportionnellement à l'indice de peroxyde (**Daho, 2008**).

I.1.7.2. Paramètres physiques

- **Masse volumique**

La masse volumique des huiles végétales est légèrement supérieure à celle du gazole, avec une différence d'environ 10 %. Bien que cela ait peu d'impact sur le fonctionnement du moteur ou du brûleur, il est crucial de prendre en compte cette différence de densité lors du

réglage du débit de carburant. De plus, la variation de la densité en fonction de la température doit également être considérée. Les corrélations suivantes sont fournies respectivement pour le gazole et l'huile de colza (**Khoula, 2019**).

$$\rho = 835 - 0.74 \cdot (T - 20) \quad \rho = 916 - 0.67 \cdot (T - 20)$$

T : température du combustible (°C)

- **Viscosité**

La viscosité d'un fluide, qui dépend largement de sa nature et de sa température, est un élément essentiel à considérer. Les huiles végétales et le gazole se comportent comme des fluides newtoniens, c'est-à-dire que leur viscosité reste constante à un taux de cisaillement donné. La viscosité de ces fluides varie en fonction de la température selon une relation de type puissance :

$$\mu = AT^B$$

Où A et B sont des constantes, μ est la viscosité en milli pascal-seconde (mPa.s) et T est la température en degrés Celsius (°C)

- **Volatilité**

Les caractéristiques de volatilité des carburants sont déterminées par leur courbe de distillation, leur tension superficielle et leur point éclair (**Daho, 2008**).

L'ensemble des paramètres physiques de certaines huiles végétales est présenté dans le tableau 1 suivant :

Tableau I : Caractéristiques physiques de quelques huiles alimentaires (**Khaoula, 2019**).

Huile	Point de fusion (°C)	Densité (Kg/L)	Viscosité (Pa/s)
Huile de tournesol	-15	0.94	66
Huile de maïs	-18 à -10	0.90	65-72
Huile de soja	-15	0.91	57-76
Huile de colza	< 2	0.91	98

I.1.8. Altération des huiles durant le stockage

Le problème de l'altération des huiles alimentaires constitue un défi majeur dans l'industrie des corps gras. En effet, il est bien connu que l'oxydation des huiles entraîne généralement des conséquences indésirables, nuisant aux qualités organoleptiques et nutritionnelles. Dans des conditions extrêmes, cette oxydation peut même conduire à la formation de substances toxiques.

Ces altérations peuvent engendrer d'importantes pertes tant sur le plan alimentaire que sur le plan économique. Parmi les altérations courantes survenant pendant le stockage des huiles, on distingue principalement l'acidification et le rancissement dû à l'oxydation, qui altèrent la saveur. On peut citer :

I.1.8.1. Altération biologique

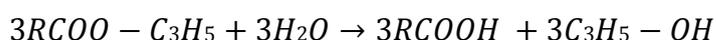
Les micro-organismes sont souvent introduits dans un environnement à travers divers vecteurs tels que l'atmosphère environnante, les équipements de traitement non stérilisés, les emballages, le contact humain et même les insectes. Leur activité entraîne généralement la production d'enzymes génératrices d'acides gras, de produits d'oxydation, d'aldéhydes et de cétones. Ces réactions se traduisent par des altérations visibles telles que des changements d'apparence, de texture et de saveur des produits, ainsi que la possible formation de substances toxiques. Un exemple couramment étudié est celui de l'altération provoquée par *Aspergillus flavus* (Gossa et Mekchiche, 2014).

I.1.8.2. Altération chimique

Les facteurs d'altération chimique sont induits par deux phénomènes (Dandjouma et al., 2008) :

I.1.8.2.1. Phénomène d'acidification (d'hydrolyse)

En présence de lipases, qu'elles soient endogènes ou exogènes, les lipides peuvent subir une hydrolyse pour se décomposer en glycérols et en acides gras libres. Cette réaction d'hydrolyse des lipides est de deux types et peut être représentée de manière globale comme suit (Cortesi et al., 2000) :



Hydrolyse enzymatique : Les lipases sont les enzymes responsables de l'hydrolyse des lipides, ce processus se produit principalement dans les huiles brutes pendant le stockage et le transport de la matière première.

Hydrolyse spontanée : L'hydrolyse des lipides se produit pendant le stockage et le traitement thermique des huiles, favorisée par la présence d'acides gras libres et par le taux d'humidité. Cette hydrolyse est généralement accompagnée d'oxydation, car les acides gras libres s'oxydent environ 10 fois plus rapidement que les triglycérides.

I.1.8.2.2. Phénomène d'oxydation

L'altération des matières grasses et de leurs dérivés peut se produire sous l'action de l'oxygène ou d'un oxydant chimique, englobant différentes transformations. Ces altérations comprennent (Duong, 2018) :

L'oxydation par l'oxygène de l'air : Les acides gras insaturés, en particulier, sont les substrats principaux de cette réaction. Ils s'oxydent plus rapidement à l'état libre. Cette réaction, connue sous le nom de réaction d'autocatalyse des huiles et des graisses, peut être accélérée par des facteurs tels que la lumière, l'activité de l'eau et la température.

L'oxydation chimique : Cette réaction se produit en présence d'un oxydant puissant tel que le permanganate de potassium (KMnO_4), notamment dans le cas des huiles végétales. Elle peut survenir pendant le traitement et la conservation des huiles.

Il est important de noter que d'autres substances non saturées présentes dans les huiles, telles que les vitamines A et E, les caroténoïdes et certains hydrocarbures, peuvent également subir des oxydations secondaires similaires.

I.2. Raffinage chimique à chaud de l'huile au niveau de CEVITAL

I.2.1. Définition du raffinage :

Le raffinage est un processus de purification pour éliminer les composés indésirables comme les phospholipides, cires, composés soufrés, solvant résiduels et l'eau. Dans le but d'avoir une huile fini sûr à consommer (Johnson, 2010).

Au fil du temps, de nombreux procédés de raffinage des huiles ont été développés à savoir le raffinage chimique, le raffinage physique .et également le raffinage enzymatique. Cependant le raffinage chimique à chaud demeure la méthode la plus couramment utilisée (Vierling, 2008).

I.2.2. Etapes de raffinage :

Le raffinage des huiles comprend plusieurs étapes essentielles comme la démulcination (dégommage), la neutralisation, la décoloration et la désodorisation (**Bauer et al., 2010 ; Berk, 1993**) :

I.2.2.1. Dégommage (démulcination)

- **Principe**

C'est la phase d'ouverture du processus de raffinage, visant à éliminer les phospholipides et d'autres substances indésirables, telles que les mucilages (glycérides liées à l'acide phosphorique et à une base azotée), le phosphore et d'autres impuretés présentes dans les huiles extraites (**Halouane, 2016**). Cette étape est essentielle pour prévenir les problèmes potentiels lors de processus de raffinage notamment :

➤ L'oxydation de l'huile (réaction de l'huile avec l'oxygène) peut engendrer une odeur désagréable provoquant ainsi l'altération de sa qualité et de son arôme.

➤ La formation excessive de mousse pendant le séchage peut être dû à un excès d'agents tensioactifs ou une agitation trop vigoureuse, ce qui peut compromettre le processus de séparation et de purification de l'huile.

➤ Le colmatage du filtre survient lorsque des particules solides ou des impuretés obstruent le passage à travers le filtre, réduisant ainsi son efficacité de filtration et pouvant entraîner des problèmes de qualité de produit final.

➤ La formation d'émulsions par la présence des phospholipides, peut entraîner des problèmes lors de l'étape de désodorisation (**Dijkstra, 2013**).

- **Procédé**

Le processus commence par le soutirage de l'huile brute à l'aide d'une pompe. Ensuite, l'huile brute passe à travers des filtres à brosse pour éliminer les déchets solides. Une fois filtrée, l'huile est chauffée dans un échangeur jusqu'à atteindre une température comprise entre 75 et 85°C à ce stade, l'acide citrique est injecté à des concentrations et dosages spécifiques. Le mélange d'huile chauffée et d'acide est ensuite agité à grande vitesse dans un mélangeur. Enfin, le mélange est envoyé dans un réacteur pour un temps de séjour ou le mélange reste en contact. Ce processus vise à améliorer la qualité de l'huile brute en éliminant les impuretés, rendant ainsi l'huile plus adaptée.

I.2.2.2. Neutralisation

- **Principe**

La neutralisation est la première étape du raffinage, visant à éliminer les acides gras libres par l'action de la soude caustique (**Denise, 1992**). Ces acides gras libres, souvent appelés pâte de neutralisation, sont transformés en savon selon la réaction suivante :



- **Procédé**

Le processus de neutralisation comporte plusieurs étapes clés, chacune jouant un rôle crucial dans l'élimination des impuretés de l'huile (**Figure 8**) :

Traitement initial : L'huile est d'abord traitée dans un bac de contact pour éliminer les mucilages.

Mélange avec la soude caustique : L'huile est ensuite mélangée avec de la soude caustique, ce qui déclenche une réaction chimique essentielle à la neutralisation.

Réaction chimique : Le mélange réactif est introduit dans le processus en respectant des concentrations et des dosages précis. Il est ensuite soumis à un mélangeur avant d'être dirigé vers un réacteur pour une durée déterminée.

Extraction et séparation : Après extraction par pompage, le mélange est centrifugé pour séparer l'huile neutre de la pâte à savon.

Lavage : Le processus de lavage est crucial pour éliminer les résidus alcalins, tels que le savon et la soude en excès, ainsi que les traces de métaux, de phospholipides, et d'autres impuretés restantes après la réaction chimique. L'huile neutralisée est traitée avec de l'eau chaude à une température de 90 à 95 °C. Pour éviter la formation d'une émulsion due à une forte concentration en savon, la phase légère est soigneusement agitée avec de l'eau chaude pour laver l'huile et éliminer tout résidu de savon (**François, 1974**).

Ce processus assure que l'huile devient plus pure et mieux adaptée à ses utilisations finales.

Remarque

Il est essentiel de déterminer au préalable l'acidité de l'huile brute en laboratoire afin de calculer la quantité appropriée de soude caustique à utiliser. CEVITAL commercialise la pâte de neutralisation, qui est adaptée aussi bien aux besoins des produits cosmétiques qu'à ceux de

l'industrie, notamment la peinture.

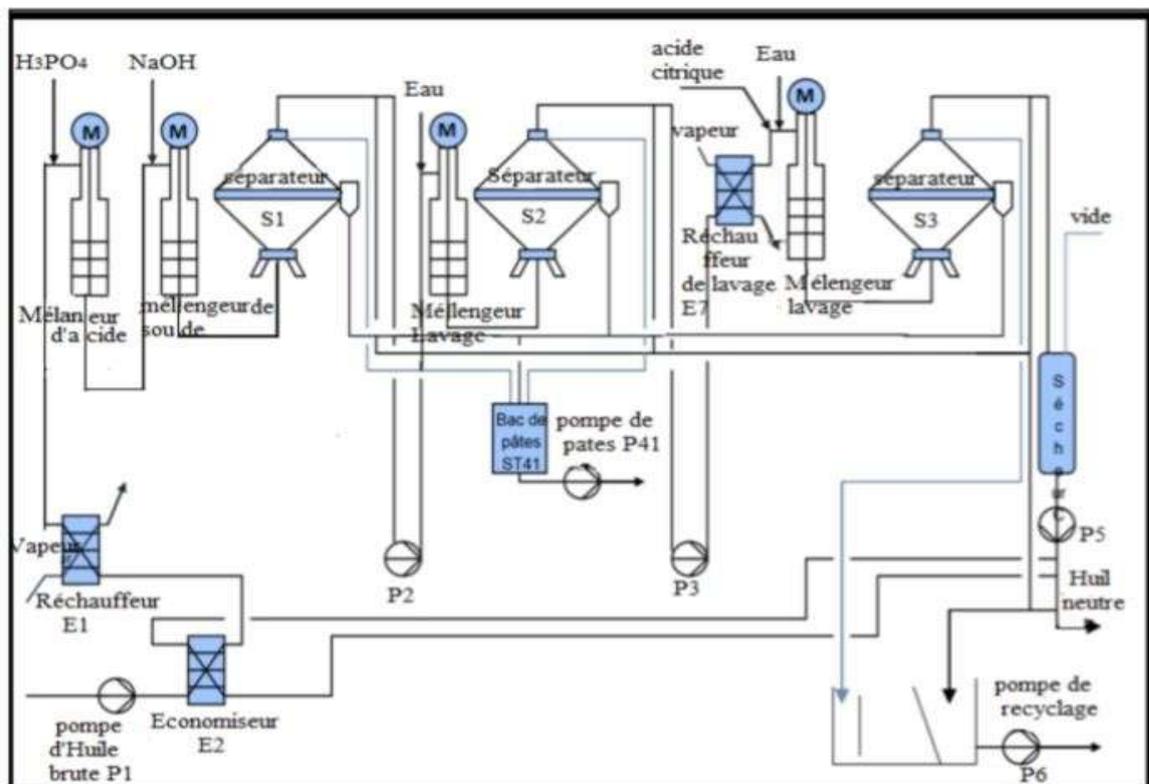


Figure 8 : Schéma représentatif de l'étape de neutralisation (CEVITAL 2014).

I.2.2.3. Décoloration

- **Principe**

La décoloration est la deuxième étape du raffinage, visant ainsi à éliminer les peroxydes et les pigments colorés de l'huile, tels que la chlorophylle, qui n'ont été que partiellement neutralisés. Ce processus se fait par adsorption sur des terres décolorantes (Pages, Xatar-Pares, 2012).

La décoloration se divise en deux étapes principales :

Étape de séchage : Cette étape vise à éliminer complètement l'humidité présente dans l'huile neutralisée, car la terre décolorante devient inactive en présence d'eau. Le séchage s'effectue dans un réacteur équipé d'un système de vapeur directe et sous vide (Graille, 2003).

Étape de filtration : Après avoir introduit la terre décolorante et laissé l'huile en contact avec celle-ci pendant un certain temps, il est crucial de retirer entièrement la terre pour obtenir une huile pure. Trois types de filtres sont utilisés dans cette opération : les filtres Niagara, les filtres Crickets et les filtres à poches (Cossut, 2002).

- **Procédé**

L'huile neutralisée est d'abord séchée à l'aide d'un sécheur sous vide pour éliminer toute trace d'humidité. Ensuite, elle est pompée et chauffée via un échangeur de chaleur jusqu'à atteindre une température de 105°C (**Figure 9**).

1. **Injection de la terre décolorante** : La terre décolorante est ajoutée à l'huile, et le mélange (huile et terre active) est transféré dans un réacteur sous vide et extrait à l'aide d'une pompe.

2. **Filtration** : Le mélange subit trois filtrations successives en utilisant trois types de filtres :

☞ **Filtres Niagara** : Utilisés pour éliminer la terre décolorante.

☞ **Filtres à crickets** : Effectuent une deuxième filtration pour assurer une meilleure pureté.

☞ **Filtres à poches de 10 microns** : Réalisent une filtration fine pour éliminer les plus petites particules restantes.

Après ces filtrations, l'huile décolorée est dirigée vers des bacs de stockage en vue de la dernière étape du raffinage, la désodorisation.

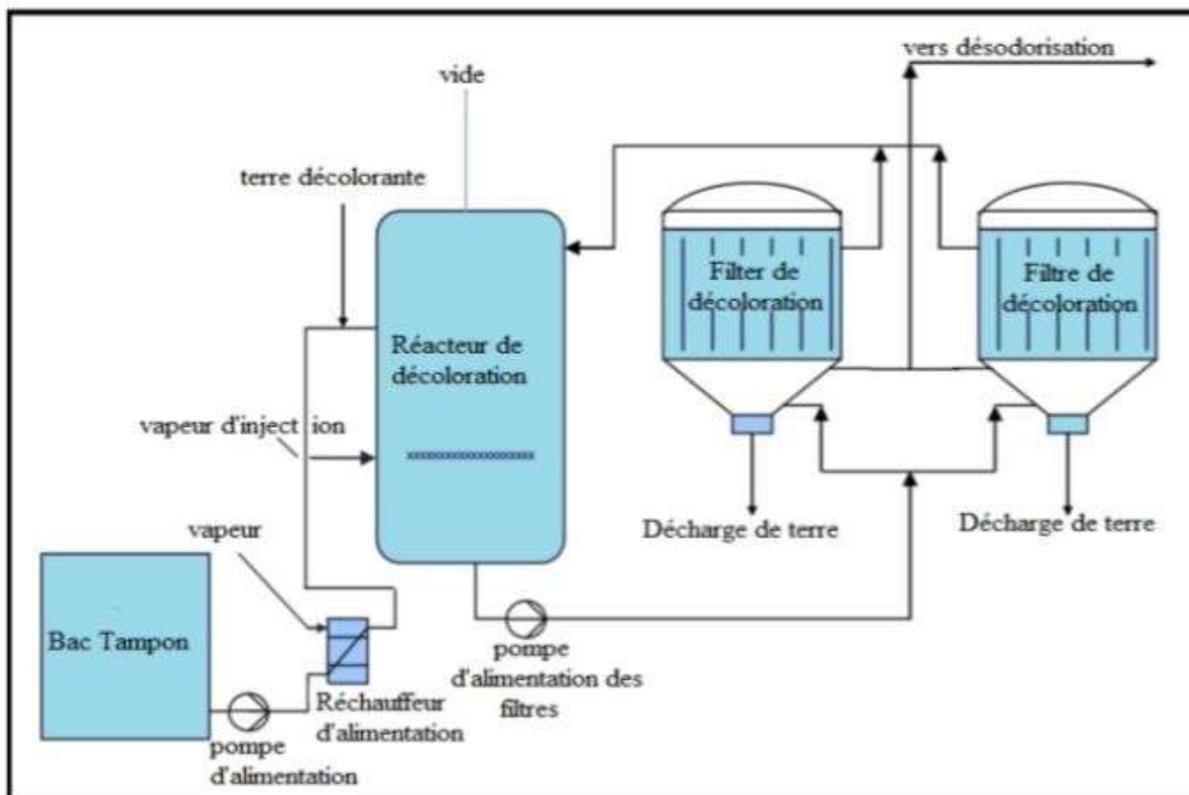


Figure 9 : Schéma représentatif de l'étape de décoloration (CEVITAL 2014).

I.2.3.4. Désodorisation

- **Principe**

La désodorisation est la dernière étape du raffinage, visant principalement à éliminer les saveurs, les odeurs indésirables et les impuretés restantes (**Adrian, Potus, 1995**). Cette étape se déroule en deux opérations :

Distillation : Cette opération s'effectue à l'aide d'une colonne de désodorisation dotée de plusieurs plateaux. Son objectif est d'éliminer les composés volatils responsables des odeurs indésirables et d'obtenir une huile pure. Les composés tels que les aldéhydes et les acides gras sont récupérés sous forme de distillat, tandis que l'huile pure est obtenue comme produit final.

Filtration : Cette étape consiste à purifier l'huile désodorisée en éliminant les impuretés formées dans la colonne. Trois types de filtres sont utilisés à savoir les filtres de polymères, filtres à Crickets et les filtres à poches.

- **Procédé**

L'extraction de l'huile décolorée commence par son transfert, à l'aide d'une pompe, vers un bac de tampon. Ensuite, elle est préchauffée à travers deux économiseurs. La vapeur sèche est ensuite injectée dans l'huile sous vide et à haute température, généralement maintenue entre 220 et 240°C, et l'huile est agitée dans le désodoriseur pendant environ deux heures (**Figure 10**).

Après cette étape, l'huile est refroidie en passant par un autre économiseur avant de retourner au bac de tampon. Elle est ensuite extraite à nouveau à l'aide d'une pompe et soumise à une série de filtrations :

Première filtration : Utilise des filtres polymères pour éliminer les polymères formés dans la colonne.

Seconde filtration : Utilise des filtres à crickets pour assurer une pureté supplémentaire.

Dernière filtration : Utilise des filtres à poches, connus sous le nom de filtration de sécurité, pour éliminer les dernières impuretés.

Enfin, de l'azote est ajouté pour maintenir la qualité de l'huile raffinée, qui est ensuite dirigée vers des bacs de stockage (**Devillers, 2010**).

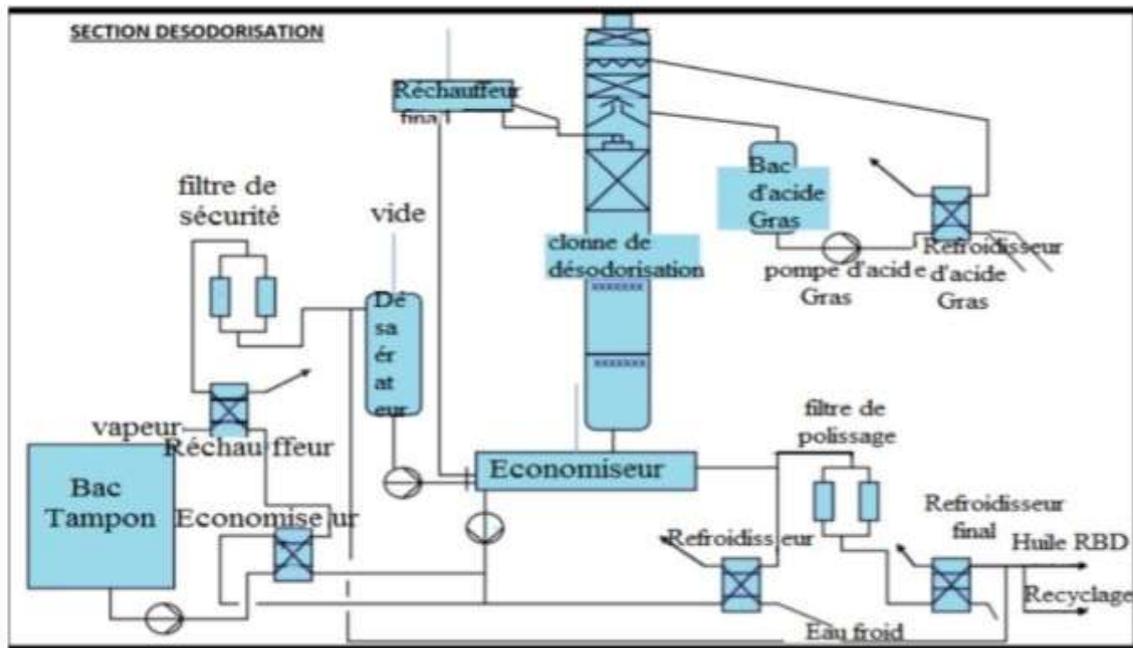


Figure 10 : Schéma représentatif de l'étape de désodorisation (CEVITAL 2014).

- **Emballage du produit fini**

Le produit fini est soigneusement emballé pour garantir sa préservation et faciliter son transport du lieu de production au consommateur final. Chez CEVITAL, un système d'emballage bien structuré est mis en place pour répondre aux différentes demandes du marché. Quatre lignes d'emballage sont dédiées spécifiquement à cette tâche :

Deux lignes pour les bouteilles de cinq litres : Ces lignes sont conçues pour manipuler de grands volumes, assurant ainsi une efficacité optimale et une rapidité dans le processus d'emballage.

Une ligne pour les bouteilles de deux litres : Cette ligne est spécialisée dans le conditionnement de bouteilles de taille moyenne, souvent demandées par les consommateurs pour leur praticité et leur facilité de manipulation.

Une ligne pour les bouteilles d'un litre : Cette ligne est dédiée aux plus petites bouteilles, adaptées à une consommation plus modérée et souvent préférées pour un usage domestique quotidien.

Chaque ligne d'emballage est équipée de technologies avancées pour assurer une fermeture hermétique des bouteilles, préservant ainsi la qualité et la fraîcheur du produit. De plus, des mesures rigoureuses de contrôle de la qualité sont en place pour garantir que chaque bouteille remplie respecte les normes de sécurité alimentaire et de qualité imposées par les réglementations internationales.

Enfin, un étiquetage précis est effectué sur chaque bouteille pour fournir au consommateur toutes les informations nécessaires, telles que la composition, la date de production, la date de péremption, et les instructions de conservation. Ce processus d'emballage permet non seulement de préserver l'intégrité du produit, mais aussi d'assurer une traçabilité complète du produit depuis l'usine jusqu'au point de vente.

Chapitre II

Matériel et méthodes

L'évaluation de la qualité des huiles de soja et de colza revêt une importance fondamentale dans l'industrie alimentaire. Dans cette section de cette étude, nous présenterons la méthodologie employée par CEVITAL pour garantir un contrôle rigoureux de la qualité des huiles de soja et de colza. Cette partie inclura les procédures d'échantillonnage et les tests analytiques des paramètres physicochimiques tels que l'acidité, la couleur, la teneur en phosphore, la teneur en chlorophylle, la teneur en traces de savon, l'indice de peroxyde et l'humidité.

II.1. Présentation du complexe CEVITAL

Créé en 1998 avec des capitaux privés, CEVITAL occupe une place prépondérante dans l'industrie agroalimentaire en Algérie. Ce complexe industriel est spécialisé dans la production de margarine et le raffinage des huiles végétales, telles que l'huile de tournesol, l'huile de colza, l'huile de soja et l'huile de maïs. Grâce à son expertise et à son engagement envers la qualité, CEVITAL répond efficacement aux besoins variés du marché, fournissant des produits de haute qualité largement utilisés pour la cuisson et la friture.

Les huiles les plus populaires et largement consommées en Algérie incluent celles de tournesol, de soja et de colza. Les graines de ces huiles sont importées en grande quantité par voie maritime depuis des pays producteurs tels que l'Ukraine, la Malaisie et l'Argentine. Cette importation massive garantit un approvisionnement stable et permet à CEVITAL de maintenir une production continue et fiable.

Le processus de traitement des huiles brutes chez CEVITAL est rigoureux et spécifique à chaque type d'huile. Les huiles fluides, telles que le soja, le tournesol, le colza et le maïs, subissent à la fois un raffinage physique et chimique pour éliminer les impuretés et améliorer la qualité du produit final. En revanche, les huiles hydrogénées sont uniquement soumises à un raffinage physique, ce qui répond aux exigences spécifiques de ce type d'huile.

CEVITAL propose une gamme diversifiée de marques pour satisfaire les préférences variées des consommateurs. Parmi ces marques, on trouve FLEURIAL, une huile 100 % tournesol commercialisée depuis août 1999, réputée pour sa pureté et sa légèreté. FRIDOR, quant à elle, est une combinaison variable de tournesol et d'oléine doublement fractionnée, offrant une alternative polyvalente pour diverses applications culinaires. ELIO, un mélange de soja et de tournesol, se distingue par sa composition équilibrée et ses qualités nutritionnelles.

Ainsi, CEVITAL, grâce à son infrastructure moderne, son savoir-faire technique et son engagement envers l'excellence, joue un rôle essentiel dans l'approvisionnement en huiles

végétales de qualité en Algérie. Ses produits, issus de procédés de raffinage avancés, garantissent une satisfaction optimale des consommateurs, consolidant ainsi la position de CEVITAL comme un acteur clé de l'industrie agroalimentaire.

II.1.1. Implantation du complexe CEVITAL

CEVITAL est implanté dans la ville côtière de Bejaia, en Algérie, à 3kilomètres au sud-ouest du centre-ville, à environ 280 kilomètres à l'est d'Alger. Cette localisation stratégique permet à CEVITAL de consolider et d'étendre sa position sur le marché nationale et internationale, facilitant à la fois l'importation des matières premières et l'exportation des produits finis.

La figure 11 ci-dessous montre la situation géographique du complexe CEVITAL :



Figure 11 : Situation géographique du complexe CEVITAL.

II.1.2. Présentation de la raffinerie d'huile

Le raffinage des huiles consiste à transformer l'huile brute en un produit comestible en éliminant les impuretés qui pourraient affecter sa qualité. Les huiles naturelles contiennent divers composés, dont certains, comme les vitamines, sont bénéfiques, tandis que d'autres, tels que les gommes, les acides gras libres, et les phospholipides, peuvent altérer leur qualité. Le processus de raffinage vise à éliminer les éléments indésirables, tels que l'acidité, la couleur, l'odeur et la saveur, afin d'obtenir une huile répondant aux normes de qualité organoleptique et chimique requises pour la consommation humaine.

Au sein de CEVITAL, les huiles de soja et de colza subissent un processus de raffinage chimique à chaud, garantissant une élimination efficace des impuretés tout en maintenant une production à grande échelle. De plus, l’huile de soja est également soumise à un raffinage enzymatique, ce qui permet de préserver ses qualités nutritionnelles tout en respectant des normes environnementales strictes. Ces procédés de raffinage sont essentiels pour assurer que les huiles produites répondent aux standards de qualité les plus élevés, garantissant ainsi une consommation sûre et agréable pour les consommateurs.

II.1.3. Echantillonnage

Des prélèvements sont effectués sur les huiles de soja et de colza tout au long du processus de raffinage, grâce au travail des laborantins. Les échantillons sont prélevés à partir d'une ligne de production, la ligne C, dédiée au raffinage chimique à chaud, capable de traiter jusqu'à 1500 tonnes par jour. Les analyses physico-chimiques de ces échantillons sont réalisées à différentes étapes du raffinage chimique à chaud, permettant ainsi de contrôler et d'assurer la qualité des huiles à chaque phase du processus.

Tableau II : Les analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles de soja et de colza.

Sites d'extraction	Echantillon	Analyses
Bac du stockage	Huile brute	<ul style="list-style-type: none"> • Acidité • Couleur • Chlorophylle • Phosphore
<ul style="list-style-type: none"> • Mélangeur • Séparateur • Laveur • Sécheur 	Huile neutralisée	<ul style="list-style-type: none"> • Acidité • Analyse de savon • Analyse de l’humidité et matières volatiles • Phosphore
Bac du stockage	Huile décolorée	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorophylle • Couleur • Acidité
Bac du stockage	Huile désodorisée	<ul style="list-style-type: none"> • Acidité • Indice de peroxyde • Couleur

II.2. Méthodes d’analyses

Les méthodes d’analyse des huiles de soja et de colza au laboratoire de CEVITAL se divisent en deux catégories principales : les analyses physiques et les analyses chimiques.

II.2.1. Analyses chimiques

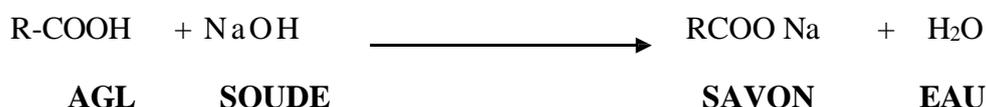
II.2.1.1. Détermination de l'indice d'acide (ISO 660 4^{ème} édition mars 2020)

- **Définition**

L'acidité, ou indice d'acide, représente la quantité en milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) requise pour neutraliser les acides gras libres présents dans un gramme de graisse corporelle, en particulier dans les huiles de soja et de colza, exprimée en équivalent acide oléique.

- **Principe**

Le principe consiste à neutraliser les acides gras présents dans l'huile à l'aide d'une base (soude caustique), en présence de phénolphtaléine comme indicateur, selon la réaction suivante



- **Mode opératoire**

- Dans un erlenmeyer, verser 75 ml d'alcool éthylique préalablement neutralisé avec NaOH et phénolphtaléine.
- Ajouter 10 g d'huile à analyser, puis chauffer le mélange pendant une minute pour accélérer la réaction.
- Titrer avec une solution de NaOH à 0,1N jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante.

- **Expression des résultats**

$$A\% = \frac{N \times V \times EG}{10 \times p} \times 100$$

Avec :

A% : Acidité d'huile en %.

N : Normalité de NaOH (0,1N).

V : Volume de NaOH dépensé pour le titrage.

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

EG : Equivalent gramme de l'acide gras en laquelle l'acidité est exprimée.

II.2.1.2. Détermination de la teneur en phosphore (AOCS, 1992)

- **Définition**

Cette méthode consiste à incinérer l'échantillon avec de l'oxyde de zinc pour déterminer la teneur en phosphore ou en phosphatides. Après l'incinération, la teneur en phosphore est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre, permettant une quantification précise de la concentration en phosphore dans l'échantillon.

- **Principe**

La méthode consiste en la calcination de l'huile en présence d'oxyde de zinc, ce qui transforme le phosphore organique en phosphore minéral sous forme de phosphate de zinc. Cette transformation est suivie par un dosage spectrophotométrique du complexe formé par l'addition de molybdate. Ce dosage permet de déterminer avec précision la quantité de phosphore présente dans l'échantillon.

- **Mode opératoire**

- Mesurer environ 3 grammes d'huile de colza ou de soja, préalablement dans une capsule en platine, et ajouter 0,5 gramme d'oxyde de zinc.
- Chauffer (calciner) à 600°C dans le four pendant une durée de deux heures, puis laisser refroidir.
- Incorporer 5 ml de HCl concentré et 5 ml d'eau distillée, puis porter à ébullition avant de laisser refroidir à nouveau.
- Filtrer la solution dans une fiole de 100 ml, puis ajouter quelques gouttes du KOH à 50% jusqu'à ce qu'un trouble soit visible pour neutraliser la solution.
- Ajouter quelques gouttes de solution de HCL pour neutraliser la solution, puis compléter jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée.
- Prélever 100 ml de la solution préparée et les transférer dans une fiole de 50 ml, ensuite incorporer avec précision 8 ml de sulfate d'hydrazine et 2 ml de molybdate de sodium, par la fin ajuster le volume à 50 ml à l'aide d'eau distillée.
- Mettre la solution finale dans une cuve en verre de 1 cm de diamètre et mesurer l'absorbance de l'échantillon par le spectrophotomètre.

- **Expression des résultats**

La concentration des traces de savon (TS), exprimée en parties par million (ppm), est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Y = 5,7994 * x + 0,0125$$

D'où

$$x = \frac{Y - 0,0125}{5,7994} \times \frac{1}{p \times 10000}$$

Avec

Y= L'absorbance.

X= La quantité de phosphore en ppm.

P= La masse de la prise d'essai (3g).

II.2.1.3. Détermination des traces de savon (AOCS,1997)

- **Définition**

Cette méthode est utilisée pour déterminer les traces de savon, exprimées en parties par million (ppm), dans les échantillons. Elle évalue la teneur en oléate de sodium présente dans l'huile afin de mesurer l'efficacité des séparateurs.

- **Principe**

La méthode repose sur la neutralisation des savons en présence de bleu de bromophénol à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N, selon la réaction suivante :



- **Mode opératoire**

➤ Mettre environ 40 grammes de l'huile (soja ou colza) préalablement pesée dans un ballon de 250 ml soigneusement nettoyé, puis ajouter 50 ml d'acétone neutralisé jusqu'à obtenir une couleur jaune verdâtre par l'addition de la solution de HCL à 0,01 N.

➤ Agiter vigoureusement, puis transférer la solution préparée dans une ampoule à décanter.

➤ Laisser la solution reposer et récupérer la phase acétonique bleue ou verdâtre dans le même bécher.

➤ Procéder au titrage avec la solution de HCL à 0,01 N jusqu'à l'apparition d'un virage jaune.

- **Expression des résultats**

$$TS = \frac{Eq \times V \times N \times 1000}{P}$$

Avec :

Eq : Equivalent gramme d'oléate de sodium (304 grammes).

V : Volume de HCL à 0,01 N en ml.

N : Normalité de HCL (0,01 N).

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

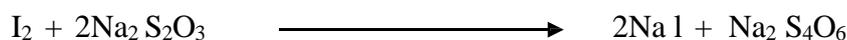
II.2.1.4. Détermination de l'indice de peroxyde (ISO,2017)

- **Définition**

Cette méthode a pour objectif de quantifier l'oxygène actif, exprimé en milléquivalents par kilogramme de corps gras, durant la réaction d'oxydation avec l'iodure de potassium et la libération subséquente d'iode.

- **Principe**

Le processus implique à traiter une prise d'essai (l'huile de soja ou colza) en solution dans l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium, suivie d'un titrage de l'iode libéré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium selon la réaction suivante :



- **Mode opératoire**

➤ Prendre 5 grammes d'huile dans un flacon, verser 12 ml de chloroforme et 18 ml d'acide acétique, puis incorporer 1 ml de solution saturée d'iodure de potassium.

➤ Boucher immédiatement, agiter une minute, puis laisser dans l'obscurité à une température entre 15 et 25°C pendant une autre minute.

➤ Incorporer 75 ml d'eau distillée et 1 ml de solution d'amidon.

➤ Utiliser la solution de thiosulfate de sodium pour titrer jusqu'au virage du bleu à l'incolore, puis effectuer un essai à blanc dans les conditions identiques.

- **Expression des résultats**

$$IP = \frac{(V1 - V0) \times N \times 1000}{M}$$

Avec :

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

V0 : Volume de thiosulfate de sodium en ml utilisé pour le blanc.

V1 : Volume de thiosulfate de sodium en ml utilisé pour l'essai.

N : Normalité de thiosulfate de sodium (0,01N).

M : Masse de la prise d'essai en gramme (5 grammes).

II.2.2. Analyses physiques

II.2.2.1. Détermination de l'humidité et des matières volatiles (ISO 2016)

- **Définition**

Cette méthode consiste à déterminer la perte de masse de l'huile en la pesant avant et après son passage à l'étuve. La différence de masse après chauffage permet de quantifier le pourcentage de matières volatiles présentes dans l'huile.

- **Principe**

L'échantillon est homogénéisé, puis pesé, suivi d'un étuvage. La perte de poids est ensuite exprimée en pourcentage de matières volatiles.

- **Mode opératoire**

➤ Peser 20 grammes dans un cristalliseur qui à été préalablement séché, refroidi dans un dessiccateur et pesé à vide.

➤ Placer le cristalliseur contenant le corps gras dans l'étuve environ une heure, puis le laisser refroidir dans le dessiccateur.

➤ Peser l'échantillon, puis répéter les opérations de séchage et de refroidissement toutes les 15 minutes jusqu'à ce que le poids reste constant.

- **Expression des résultats**

$$\text{Humidité et matières volatiles (ppm)} = \frac{(P1 - P2) \times 100}{m}$$

Avec :

P1 : Poids du cristalliseur avec la matière grasse (colza ou Soja) avant étuvage.

P2 : Poids du cristalliseur avec la matière grasse (colza ou soja) après étuvage.

m : Masse de la prise d'essai en grammes.

II.2.2.2. Détermination de la chlorophylle (AOCS,1989)

- **Définition**

Cette technique permet de mesurer la concentration de pigments chlorophylliens présents dans l'huile végétale. Les résultats sont exprimés en parties par million (ppm).

- **Principe**

La concentration de chlorophylle est évaluée via une méthode spectrophotométrique.

- **Mode opératoire**

➤ Remplir la cuve en quartz avec du tétrachlorure de carbone et lire son absorbance à 400 nm.

➤ Rincer la cuve et la remplir avec de l'huile chauffée à environ 30°C.

➤ Lire les absorbances de l'huile par rapport au tétrachlorure de carbone à 630, 670 et 710 nm.

- **Expression des résultats**

$$\text{Chlorophylle (ppm)} = \frac{[A_{670} - (A_{630} + A_{710})/2]}{0,1086 \times L}$$

Avec :

A : Absorbance à la longueur d'onde indiquée.

L : Longueur de la cuve (1cm).

II.2.2.3. Détermination de la couleur (ISO,1998)

- **Définition**

L'évaluation de la qualité d'un aliment est fortement influencée par sa couleur, qui découle de l'absorption maximale de ses constituants essentiels. Les principaux pigments comme les chlorophylles présentes dans l'huile, sont sensibles aux mauvaises conditions de stockage et à l'oxydation.

- **Principe**

La couleur est mesurée avec un colorimètre appelé LOVIBOND utilisant deux lames colorées jaune et rouge, il est utilisé pour comparer la couleur de la lumière à travers une huile avec celle de la lumière à travers des lames colorées standardisées.

- **Mode opératoire**

- Mettre un échantillon d'huile dans une cuve en verre de LOVIBOND, puis l'insérer dans le colorimètre.

- Identifier la couleur de l'échantillon en comparant sa couleur à celle des lames de couleur standard.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en unités de couleur, spécifiquement le nombre d'unités jaunes et rouges nécessaires pour reproduire la couleur observée dans l'échantillon d'huile. Ces unités permettent de quantifier la teinte exacte de l'huile, facilitant ainsi la comparaison entre différents échantillons. La précision des mesures garantit une évaluation objective et reproductible de la qualité de l'huile, essentielle pour le contrôle de la qualité et l'optimisation des conditions de stockage et de production.

Chapitre III
Résultats et Discussion

L'objectif de cette étude est de surveiller et de contrôler les propriétés physico-chimiques de l'huile de soja et de colza tout au long de leur processus de raffinage, depuis la matière première jusqu'au produit final. Cette surveillance implique la réalisation d'une série d'analyses au laboratoire de la raffinerie d'huile du complexe CEVITAL. Les paramètres mesurés comprennent la stabilité oxydative (indice de peroxyde IP), l'acidité (A), la couleur, la teneur en chlorophylle, les traces de savon TS, le phosphore et l'humidité. Ces analyses permettent de produire des huiles qui répondent aux préférences des consommateurs, en étant saines, transparentes, légèrement colorées et ayant un goût neutre. En garantissant la qualité à chaque étape du raffinage, nous assurons que les huiles finales sont conformes aux normes industrielles et réglementaires, tout en satisfaisant les exigences de sécurité alimentaire et de goût.

III.1. Résultats d'analyses physico-chimiques au cours du raffinage

Les tableaux 3 à 6 présentent les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles de soja et de colza à différents stades du raffinage chimique à chaud. Ces résultats incluent des mesures de plusieurs paramètres clés tels que l'acidité, l'indice de peroxyde, la couleur, la teneur en chlorophylle, les traces de savon, le phosphore et l'humidité. Chaque tableau offre une comparaison détaillée des variations de ces paramètres depuis l'état brut des huiles jusqu'à leur état final raffiné. Cette comparaison permet de mieux comprendre les effets des différentes étapes du processus de raffinage sur la qualité et les propriétés des huiles.

III.1.1. Huiles brutes de colza et soja

L'ensemble des résultats obtenus concernant l'acidité, la couleur, Le taux de chlorophylle, le taux de phosphore lors de l'analyse des échantillons d'huiles brutes de soja et colza sont rassemblés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau III : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles brutes (soja et colza)

Paramètres		Soja	Norme ISO	Colza	Norme ISO
Taux de Phosphore (ppm)		198±0051	250	193±0,032	250
Acidité (%)		0,93±0,05	1,25 Max	1,65±0,055	2 Max
Couleur (1 puce)	Jaune	69±0,04	50	50±0,031	50
	Rouge	4,1±0,014	5	2±0,04	6
Taux de Chlorophylle (ppm)		7,8±0,038	8	42±0,051	50

L'acidité est un indicateur clé de la qualité et de la fraîcheur des huiles. D'après les résultats obtenus, les huiles brutes de soja et de colza produites à partir de graines importées répondent aux normes de qualité établies, avec une acidité de 0,93 % pour l'huile de soja et de 1,65 % pour l'huile de colza. Nous observons également une présence notable de phosphore sous forme de phospholipides, avec des taux mesurés de 198 ppm pour l'huile de soja et de 193 ppm pour l'huile de colza. Bien que ces niveaux soient élevés, ils restent en dessous des seuils fixés par les normes de l'entreprise et seront principalement réduits lors de l'étape de dégommage pour éviter la formation de gommages.

De plus, la chlorophylle et la couleur sont des indices de qualité importants pour les huiles brutes. Les résultats obtenus pour la couleur montrent des valeurs de jaune 69 et rouge 4,1 pour l'huile de soja, ainsi que jaune 50 et rouge 2 pour l'huile de colza. En ce qui concerne la chlorophylle, les résultats indiquent que les huiles étudiées sont conformes aux normes ISO, avec des niveaux de 7,8 ppm pour l'huile de soja et de 42 ppm pour l'huile de colza.

Ces résultats permettent de conclure que les huiles brutes de soja et de colza sont conformes aux exigences de l'entreprise. Cette conformité initiale est essentielle pour produire une huile de consommation de haute qualité.

III.1.2. Huiles neutralisées de soja et colza

Les résultats obtenus pour l'acidité, la teneur en traces de savon (TS), l'humidité et le taux de phosphore lors de l'analyse des échantillons d'huiles neutralisées de soja et de colza sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous. Ces paramètres sont essentiels pour évaluer l'efficacité du processus de neutralisation et la qualité des huiles à ce stade.

Tableau VI: Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles neutralisées (soja et colza)

Paramètres	Niveau d'extraction	Soja	Norme ISO	Colza	Norme ISO
Acidité (%)	HM	0,11±0,02	0,2	0,12±0,025	[0,08–0,2]
Teneur en traces de savon (TS) en ppm	HSp	921±0,061	<1000	942±0,059	<1000
	HL	47±0,014	50	68±0,0135	70 Max
Teneur en Humidité (ppm)	HS	0,01	< 0,05	0,02	< 0,05
Teneur en Phosphore (ppm)		1,2±0,052	5	12	70±0,054

HM : Huile au niveau du mélangeur

HSp : Huile au niveau du séparateur

HL : Huile au niveau du laveur

HS : Huile au niveau du sécheur

D'après les résultats obtenus, l'acidité au niveau du mélangeur de l'huile neutralisée (soja et colza) est de 0,11 % pour l'huile de soja et 0,12 % pour l'huile de colza celles-ci sont conformes aux normes de l'entreprise, cela suggère que l'étape de neutralisation s'est bien déroulée et les paramètres du processus sont correctement ajustés. En cas de non-conformité il est possible d'ajuster le dosage de la soude (NaOH) afin d'obtenir une valeur d'acidité conforme aux normes établies. Les résultats obtenus pour les traces de savon au niveau des séparateurs et des laveurs étaient de 921 ppm et 47 ppm pour l'huile de soja, 942 ppm et 68 ppm pour l'huile

de colza respectivement. Nous avons constaté que les huiles neutralisées de soja et de colza respectent les normes ISO, après le processus de séparation, des traces de savon subsistent mais leur concentration diminue notablement lors de lavage. Le séchage à haute température de l'huile séparée et lavée permet d'éliminer l'humidité et les matières volatiles démontrant ainsi l'efficacité de l'opération de séparation, lavage et séchage.

III.1.3. Huiles décolorées de soja et colza

Les résultats relatifs à l'acidité, la couleur et le taux de chlorophylle des échantillons d'huiles de soja et colza après la décoloration sont regroupés dans le tableau 5 ci-dessous :

Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles décolorées (soja et colza).

Paramètres		Soja	Norme ISO	Colza	Norme ISO
Acidité (%)		0,22±0,005	0,2 Max	0,25±0,006	0,2 Max
Couleur (1puce)	Jaune	70±0,048	-	70±0,039	-
	Rouge	6,5±0,019	-	6,2±0,015	-
Teneur en Chlorophylle (ppm)		0,09±0,0035	≤ 0,05	0,08±0,0037	≤ 0,05

Les résultats indiquent une réduction graduelle de la couleur de l'huile tout au long des différentes étapes du procédé physique utilisé (l'évaluation de la chlorophylle). Ce phénomène peut être expliqué par l'adsorption sur la surface de la terre décolorante activée où les composants colorés sont progressivement éliminés.

L'acidité des huiles décolorées a légèrement augmentée (0,22 % pour l'huile de soja et 0,25 % pour l'huile de colza) par rapport à celle de l'huile neutralisée, cette variation est attribuable à l'effet de la terre décolorante activée qui non seulement élimine les pigments mais peut aussi provoquer une légère augmentation de l'acidité en raison des réactions chimiques sur sa surface.

III.1.4. Huiles désodorisées de soja et colza

Les résultats obtenus pour l'acidité, la couleur, l'indice de peroxyde et le taux de chlorophylle lors de l'analyse des échantillons d'huiles de soja et de colza après la

désodorisation sont regroupés dans le tableau 6 ci -dessous :

Tableau VI : Résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur des huiles désodorisées.

Paramètres		Soja	Norme ISO	Colza	Norme ISO
Acidité (%)		0,05±0,001	0,3 Max	0,08±0,0011	[0,03–0,08]
Couleur (1puce)	Jaune	8±0,012	≥ 12	11±0,01	≥ 12
	Rouge	0,9±0,009	≥ 1,2	1±0,0089	≥ 1,2
Indice de peroxyde (meq O ₂ /Kg)		0,2	10 Max	0,1	10 Max
Chlorophylle (ppm)		0	0	0	0

D'après les résultats obtenus, l'acidité a considérablement diminué pour l'huile décolorée de soja et de colza, cela s'explique par l'élimination des acides gras libres sous l'effet de température élevée (240° C) et leur évacuation par aspiration sous vide. L'indice de peroxyde (indicateur de fraîcheur de l'huile) est extrêmement faible pour les deux huiles (soja et de colza) ce qui résulte de la destruction des peroxydes à haute température, et également la diminution de la couleur et la teneur nulle en chlorophylles sous l'effet thermique ce qui entraîne une décoloration notable de l'huile, la rendant plus claire. Tous ces paramètres sont conformes aux normes ISO, garantissant ainsi que la qualité de l'huile finie est excellente.

III.2. Evolution des paramètres physico-chimiques des huiles soja et colza au cours du raffinage chimique à chaud

III.2.1. Evolution de l'acidité au cours des différentes étapes du raffinage

L'évolution de l'acidité au cours des différentes étapes du raffinage montre les changements progressifs des niveaux d'acidité observés pendant les diverses phases de traitement et de purification de l'huile de soja et de colza. Ces étapes comprennent la neutralisation, la décoloration et la désodorisation. Le processus de raffinage a pour objectif d'éliminer les impuretés afin d'améliorer la qualité et de prolonger la durée de conservation de l'huile.

Les résultats obtenus pour l'acidité des huiles de soja et de colza au cours des différentes étapes du raffinage sont présentés dans la figure 12 ci-dessous.

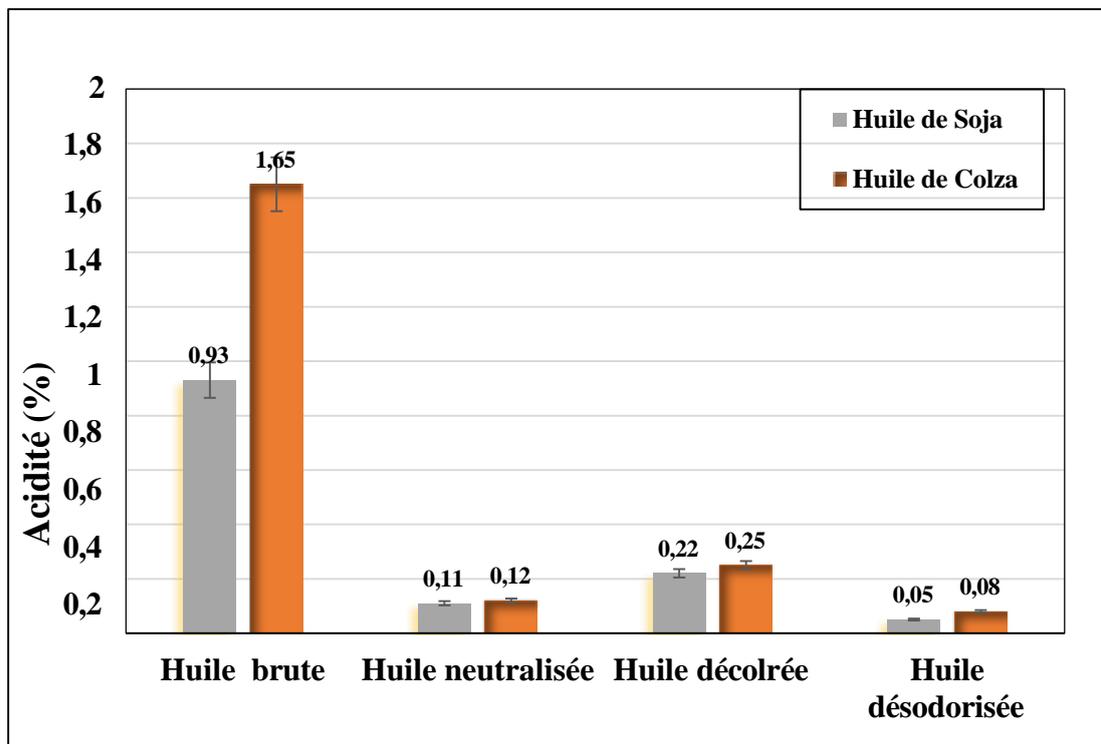


Figure 12 : Evolution de l'acidité au cours des différentes étapes du raffinage chimique à chaud de l'huile de soja et de colza.

D'après les résultats obtenus on observe une réduction significative de l'acidité passant de 0,93 % à 0,11 % pour l'huile de soja et de 1,65 % à 0,12 % pour l'huile de colza à la fin du processus de raffinage. Ce phénomène s'explique par la neutralisation des acides gras libres par la soude les transformant en savons qui sont ensuite retirés, diminuant ainsi l'acidité de l'huile. Par la suite une légère augmentation de l'acidité est notée, atteignant 0,22 % pour le soja et 0,25 % pour le colza lors de la décoloration. Cette hausse est due à l'effet de la terre décolorante qui non seulement adsorbe les pigments mais aussi réagit avec les résidus de savon, libérant des acides gras libres. Au cours de la dernière étape du raffinage (la désodorisation) une diminution de l'acidité à 0,05 % pour le soja et 0,08 % pour le colza est observée. Cela est attribué à la transformation des acides gras libres de leur état liquide à un état volatil sous l'effet de la chaleur (245°C) et leur aspiration sous vide, cette étape implique le chauffage de l'huile sous vide pour volatiliser et éliminer les composés responsables des odeurs et des saveurs indésirables, y compris les acides gras libres.

III.2.2. Evolution de la teneur en phosphore au cours des différentes étapes du raffinage

L'évolution de la teneur en phosphore dans l'huile de soja et de colza se réfère aux changements dans la concentration de phosphore présente dans ces huiles au cours des différentes étapes de leur production, pour assurer une déphosphoration efficace garantissant ainsi des huiles raffinées, claires adaptées à la consommation humaine.

Les résultats obtenus de la teneur en phosphore pour l'huile de soja et de colza au cours des différentes étapes du raffinage sont représentés dans la figure 13 ci-dessous.

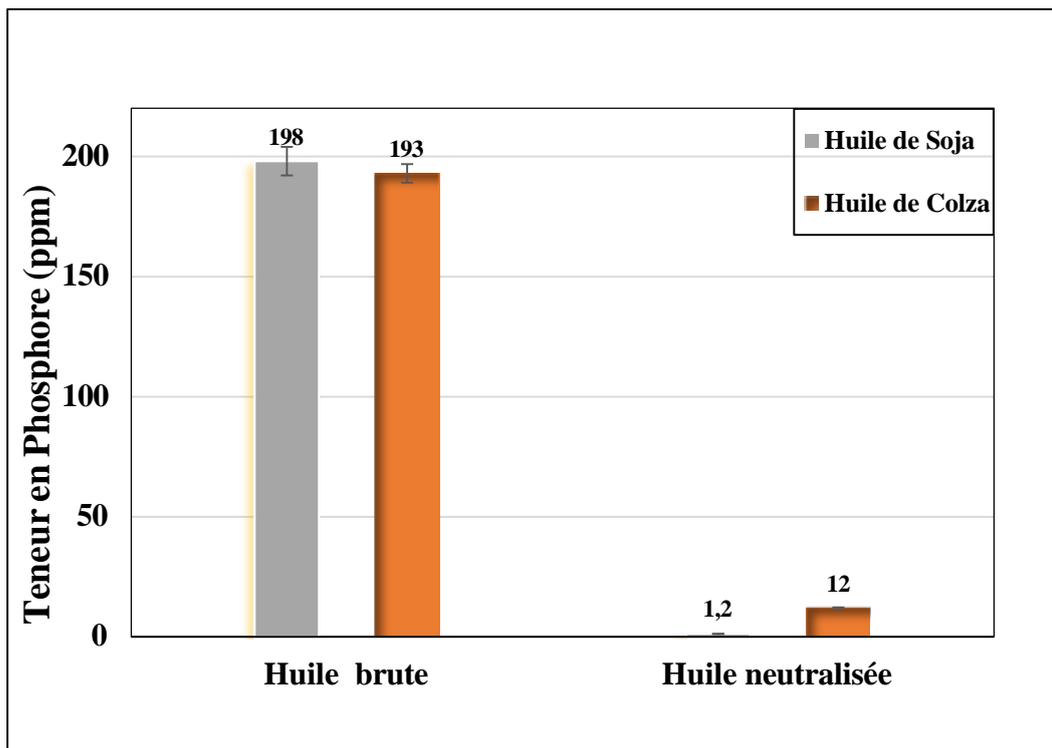


Figure 13 : Evolution de la teneur en phosphore au cours des différentes étapes du raffinage.

Selon les résultats on constate que la teneur en phosphore dans l'huile brute de soja est initialement de 198 ppm tandis qu'elle est de 193 ppm dans l'huile brute de colza. Lors des premières étapes de raffinage (lavage et séparation) les concentrations de phosphore diminuent progressivement pour atteindre les valeurs de 1,2 ppm dans l'huile de soja et 12 ppm dans l'huile de colza grâce à l'opération de séchage, par la suite la réduction du taux de phosphore continue au cours de la décoloration de ces huiles jusqu'à son élimination presque complète lors de la désodorisation.

III.2.3. Evolution de la teneur en chlorophylle au cours des différentes étapes du raffinage

L'évolution de la chlorophylle tout au long des étapes de raffinage de l'huile de soja et de colza est un processus par lequel la chlorophylle présente dans l'huile brute est progressivement réduite jusqu'à son élimination complète dans les produits finis, pour garantir la qualité et la stabilité des produits finis.

Les résultats obtenus de la teneur en chlorophylles pour l'huile de soja et de colza au cours des différentes étapes du raffinage sont présentés dans la figure 14 ci-dessous.

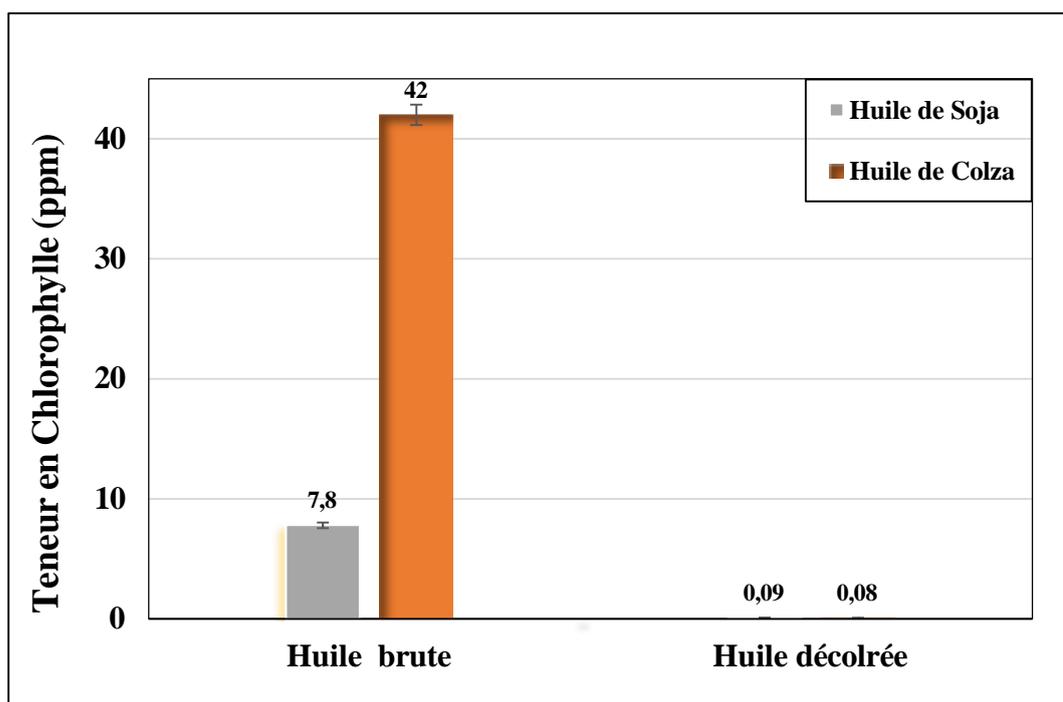


Figure 14 : Évolution de la chlorophylle au cours des différentes étapes du raffinage.

D'après ces résultats, une différence significative apparaît entre la teneur en chlorophylle de l'huile brute de soja (7,8 ppm) et celle de colza (42 ppm) pourrait s'expliquer par les variations dans les procédés agricoles et les conditions environnementales, après ces huiles brutes subissent une réduction significative de leur teneur en chlorophylles à 0,09 ppm pour le huile de soja et à 0,08 ppm pour le huile de colza, lors de l'étape de décoloration, de plus le constat de la suppression complète de la chlorophylle pour les deux huiles (soja et colza) lors de la phase de désodorisation à l'aide de la température élevée (245°C).

III.2.4. Evolution de la couleur au cours des différentes étapes du raffinage

L'évolution de la couleur au cours des différentes étapes de raffinage pour l'huile de colza et de soja est le processus de transformation de la couleur initiale des huiles brutes en une

couleur plus claire et plus stable, résultant de l'élimination des pigments naturels, des composés aromatiques et des impuretés qui pourraient altérer la qualité et la durabilité du produit final.

Les résultats obtenus de la couleur pour l'huile de soja et de colza au cours des différentes étapes du raffinage sont présentés dans les figures 15 et 16 ci-dessous.

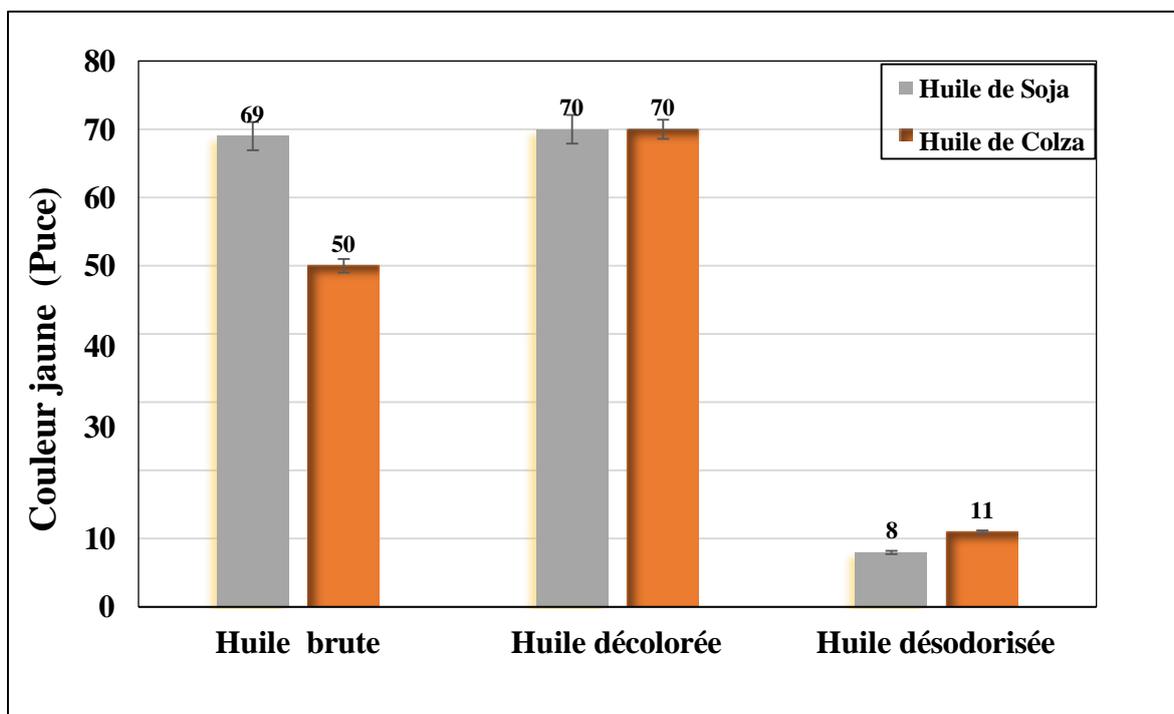


Figure 15 : Évolution de la couleur jaune au cours des différentes étapes du raffinage.

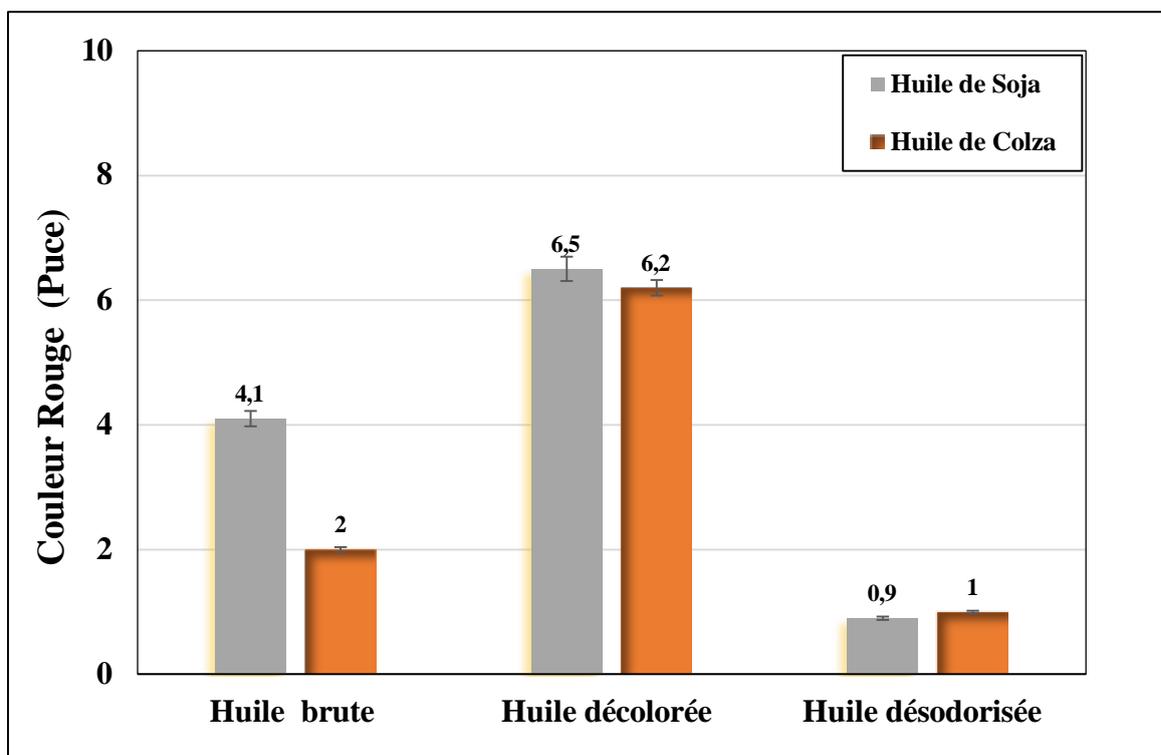


Figure 16 : Évolution de la couleur rouge au cours des différentes étapes du raffinage.

Selon les résultats obtenus, on observe la présence de pigments naturels tels que les caroténoïdes dans les huiles brutes de soja (jaune 69 et rouge 4,1) et de colza (jaune 50 et rouge 2), au fur et à mesure du processus de raffinage ces pigments responsable de la couleur initiale sont généralement éliminés ce qui entraîne un éclaircissement de la couleur de ces huiles (soja et colza) à jaune 8 et rouge 0,9 pour l'huile de soja et à jaune 11 et rouge 1 pour l'huile de colza, suite à la désodorisation donnant ainsi des huiles de soja et colza de couleur plus claire et uniforme.

III.2.5. Evolution des traces de savon au niveau du séparateur et du laveur pour l'huile neutralisée (soja et colza)

L'évolution des traces de savon dans le séparateur et le laveur pour l'huile neutralisée de soja et de colza implique les mécanismes de séparation et de lavage qui varient en fonction des propriétés chimiques de ces huiles ainsi que les spécificités du processus de neutralisation.

Les résultats obtenus de la teneur en traces de savon pour l'huile neutralisée de soja et de colza au niveau du séparateur et du laveur sont représentés dans la figure 17 ci-dessous.

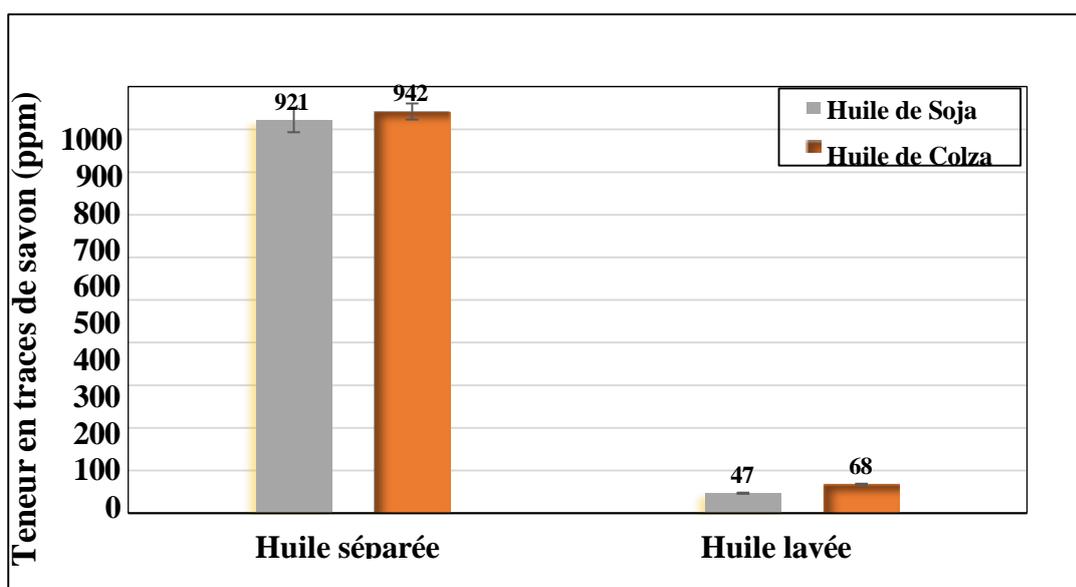


Figure 17 : Évolution des traces de savon pour l'huile neutralisée de soja et de colza au niveau du séparateur et du laveur.

D'après les résultats, on constate que la formation des traces de savons pour l'huile de soja et de colza lors de la neutralisation découle de la réaction de saponification entre les acides gras de ces huiles et la soude, ces résultats révèlent une concentration significative de traces de savon dans les huiles séparées, avec des niveaux de 921 ppm pour l'huile de soja et 942 ppm pour l'huile de colza, après le processus de lavage la quantité de savon diminue

considérablement, atteignant des niveaux de 47 ppm pour l'huile de soja et de 68 ppm pour l'huile de colza. Ces résultats permettent d'améliorer la qualité et la pureté de l'huile de soja et de colza.

Conclusion

Dans le contexte de l'industrie des corps gras, le suivi technique effectué lors de notre stage au complexe agro-alimentaire CEVITAL a été enrichissant à plusieurs égards. En effet, nous avons découvert que la production d'huiles raffinées implique des étapes essentielles telles que le dégommage, la neutralisation, la décoloration et la désodorisation. Chacune de ces étapes joue un rôle important dans l'élimination des impuretés et des substances indésirables, assurant ainsi la production d'huiles pures et de haute qualité pour la consommation humaine.

Nous avons également appris que le suivi rigoureux de la qualité est essentiel pour garantir la sécurité alimentaire et pour mieux comprendre l'importance de la traçabilité dans l'industrie des corps gras. Au cours de ce stage, nous avons suivi attentivement le processus de raffinage chimique à chaud de l'huile de soja et de colza. Nous avons participé au contrôle de qualité de ces huiles, en évaluant des paramètres physico-chimiques tels que l'acidité, la teneur en phosphore, la teneur en chlorophylle, la couleur, l'humidité, l'indice de peroxyde et les traces de savon, afin d'assurer la qualité des produits finis.

Par ailleurs, nous avons réalisé des analyses chimiques et physiques en utilisant des normes et des méthodes spécifiques pour chaque type d'analyse. Les résultats obtenus ont souligné l'efficacité des techniques analytiques sur les deux huiles comme les résultats d'acidité passant de 0,93 % à 0,05 % pour l'huile de soja et de 1,65 % à 0,08 % pour l'huile de colza et les résultats de la teneur en chlorophylle des huiles brutes qui subissent une réduction significative à 0,09 ppm pour l'huile de soja et à 0,08 ppm pour l'huile de colza. Ces résultats ont démontré que l'huile raffinée de soja et de colza produite par cette entreprise est de haute qualité et parfaitement conforme aux normes exigées. Cela renforce la position de CEVITAL en tant que leader dans le secteur agroalimentaire.

Ce stage nous a non seulement permis d'acquérir des connaissances pratiques précieuses, mais il a également renforcé notre engagement envers une carrière axée sur l'excellence et l'innovation dans l'industrie agroalimentaire.

Perspectives

L'étude des huiles de soja et colza et leurs effets potentielle sur la santé humaine, notamment en termes de toxicité et effet pharmacologique.

Références bibliographiques

A

Adrian J, Potus J, FRAGNER. (1995). *La science alimentaire de A à Z. Ed. Tec. et Doc., Lavoisier. Paris (477P).*

Ayari D. (2021). *Etude des effets toxiques des huiles végétales oxydées sur la physiologie et le métabolisme cellulaire des lapins. Université 8Mai 1945 Guelma.*

B

Badeyl, Jolibert F. (2010). *Huiles végétales, guide d'aide à l'application des Meilleures Technologies Disponibles (MTD).Institut des corps gras (ITERG).73 p.*

Bauer, Werner J, Badoutr, Loliger J. (2010). *(Science et technologie des aliments, Principe de chimie des constituants et de technologie des procédés. Ed Lausanne : presse polytechniques et universitaire romandes. (720P).*

Benaissi K. (2013) « *Le CO2 supercritique appliqué à l'extraction végétale* », *Techniques de l'ingénieur, vol. CHV 4 015, p. 21.*

Berk Z. (1993). *Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja. Ed FAO. Rome. (192P).*

C

Cert A, Moreda W, pérez-Camino MC. (2000). *Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oil .J.Chromaogr.A.881(1-2) :P131-148.*

Charles A, Den G. (1997). *Abrégé de Biochimie alimentaire. 4eme Edition : Masson, Paris, 225- 232.*

Chow. (2008). *Biological Effects of Oxidized Fatty Acids. CRC Press. Taylor & Francis group. Third edition : 855-878.*

Cossut J, Defrenne B, Desmedt C, Ferroul S, Garnet S, Roelstraete L, Vanuxeem M, Vidal D. (2002). *Les corps gras : Entre tradition et modernité, Dess Qualimapa (Gestion de la Qualité Nutritionnelle et Marketing des Produits Alimentaires), Institut Agro- Alimentaire de Lille, Université des Sciences et Technologies de Lille, Institut d'Administration des Entreprises de Lille, 21-64.*

Coresti N , Rovellini P, Fedeli E.(2000). *Cultivars : technologie et qualité des huiles d'olive olivae,81,26-35.*

D

Daho T. (2008). *Contribution a l'étude des conditions optimales de combustion des huiles végétales dans les moteurs diesel et sur les brûleurs : cas de l'huile de coton. thèse de doctorat, université de ouagadougou, p48-54.*

Dandjouma AA, Tchiegang C, Parmentier M. (2008). *Evolution de quelques paramètres de qualité physico-chimique de l'huile de la pulpe des fruits de *Canarium schweinfurthii* Engl au cours du stockage. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2(3), 254.*

Deng Q, Yu X, Xu J, Wang L, Huang F, Huang Q, Ma, F. (2014). *Effects of endogenous and exogenous micronutrients in rapeseed oils on the antioxidant status and lipid profile in high-fat fed rats, Lipids in health and disease, 13(1), 198.*

Denise. (1922). *Raffinage de corps gras. In manuels des corps gras tom. Edtec & doc. Paris :lavoisier .(789 P).*

Denise J. (1992). *Raffinage des corps gras. In Manuel des corps gras. Ed. Tec et doc Lavoisier, Volume 2: 789-881.*

Devillers PH, Thébault J, Mathellier B, Jadeau L, Labaump, Joly X, Bosque F, Badey I, Jolibert F. (2010). *Huiles végétales, guide d'aide à l'application des Meilleures Technologies Disponibles (MTD). Institut des corps gras (ITERG).73 p.*

Dijkstra AJ. (2013). *Edible Oil Processing from a Patent Perspective. Ed springer New York Heidelberg Dordrecht. London. (140P).*

Dunford NT. (2004) .*Utilization of supercritical fluid technology for oil and oilseed processing.dans: Nutritionally Enhanced Edible Oil Processing., AOCS Publishing, Champaign, Illinois, USA, pp 100-116.*

Duong,S. (2018). *Modélisation de la dégradation de l'huile dans un turboréacteur. Thèse de Doctorat. Sorbonne université, P37-38.*

E

Evard J, Pages-Xatrat-Pares X, Argenson C , Morin O (2007).*Procédé d'obtention et compositions nutritionnel des huiles de tournesol, olive et colza .Cah. Nutr. Diét. 42 :1S13-1S23.*

F

Fine F, Vian MA, Tixier ASF, Carre P, Pages X, Chemat F. (2013). « Les agro- solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses », Oilseeds and fats, Crops and Lipids, vol. 20, no 5, p. A502 .

Francois R. (1974). Les industries des corps gras. Ed Tec et Doc, Lavoisier. Paris. (431 P).

G

Gagnon Y. (2021). Etude de l'extraction des huiles végétales en milieu aqueux assistée par des tensioactifs. Thèse de Doctorat. Université de Technologie de Compiègne, P40-42-43.

Georgouli K, Del Rincon JM, Koidis A. (2017). Continuous statistical modelling for rapid detection of adulteration of extra virgin olive oil using mid infrared and Raman spectroscopic data, Food Chemistry, 217, 735-742.

Goebel CG, Brown AC, Oehlschlaeger HF, Rolfes RP. (1957). Method of making azelaic acide.

Gossa, F, Mekchiche K. (2014). Extraction et caractérisation physico-chimique des huiles des graines de conifèresa .Mémoire d'ingénieur, université kasdi Merbah– Ouargla,p52.

Gotor AA, Rhazi L. (2016). Effects of refining process on sunflower oil minor components : A review, OCL, 23(2), D207.

Graille J. (2003). Lipides et corps gras alimentaires. Edition Tec et Doc Lavoisier Paris :P 23- 336.

Groselj N, Vracko M, Pierna JAF, Baeten V, Novic M. (2008). The use of FT-MIR spectroscopy and counter-propagation artificial neural networks for tracing the adulteration of olive oil, Acta Chimica Slovenica 55(4) :935-941

H

Halouane S (2016). Evolution des pertes en huile de soja a la neutralisation au cours du raffinage chimique au niveau de CO.G.B. Labelle (Béjaia), Mémoire master .P 14.

Head SW, Swetman AA, Hammonds TW, Gordon A, Southwell KH, Harris R.(1995). Small scale vegetable oil extraction. Chatham: Natural Resources Institute.

Harwood J ,Aparicio R (2000). Handbook of olive oil :Analysis and properties , An Aspen publication , Aspen Publishers ,Maryland 1-531.

J

Johnson LA. (2010). Recovery, refining, converting and stabilizing edible fats and oils, in food lipids : chemistry , nutrition, and biotechnology, C.C.Akoh and D.B.Min , Editors., CRC press, p.187-228.

Jun Liu Z. (2016). Développement d'un procédé pour l'époxydation et la carbonatation des huiles végétales, application à l'huile de coton.

K

Khaoula B. (2019). Application de la spectroscopie irtf a l'étude des huiles alimentaires. Thèse de doctorat. Université 8 mai 1945 guelma, algérie, p5.

L

Laurine B. (2008). Thèse présentée pour l'obtention du grade de Docteur de l'UTC Spécialité : Génie des Procédés Industriels et Développement Durable.

Luyangi F, Kaale E, Manyanga V. (2017). Development of a qualitative near infrared Screening Method for Quality Consistency Assessment of Virgin Sunflower Oil, Spectral Analysis Reviews, 5(3), 25-36.

M

Makhdar N. (2021). Etude et valorisation du Zizyphus lotus (L). Desf : composition, formulation et activité antioxydante. Thèse de Doctorat. Université Hassan 1er Centre d'études Doctorales, Maroc, p16-23.

O

Ok S. (2017). Detection of olive oil adulteration by low-field NMR relaxometry and UV- Vis spectroscopy upon mixing olive oil with various edible oils, Grasas y Aceites, 68(1), 173.

P

Pages, Xatar-Pares X. (2012). Technologies des corps gras (huile et graisses végétales). Université Claude Bernard Lyon 1 agence comptable SCE facturier. Ed Technique de l'ingénieur. Paris. 1-19p.

Pal US, Patra RK, Sahoo NR, Bakhara CK, Panda MK. (2015). Effect of refining on quality and composition of sunflower oil, Journal of food science and technology, 52(7), 4613-4618.

Pasquet V. (2019). La fabrication des huiles végétales : de nombreuses étapes accidentogènes Face au Risque, p 8.

Platon JF. (1988). Raffinage de l'huile de soja, american Soybean Association U.S.A.

S

Shurtleff B, Aoyagi A. (2011). History of Fermented Black Soybeans. Karleskind A. (1992). Manuel des corps gras, tome II, édition Lavoisier.Paris. P1560- 1578.

Stefanoudaki E, Koutsaftakis A, Harwood JL. (2011). Influence of malaxation conditions on characteristic qualities of olive oil, Food Chemistry, 127(4), 1481-1486.

Stefanoudaki E, Koutsaftakis A, Harwood JL. (2011). Influence of malaxation conditions on characteristic qualities of olive oil, Food Chemistry, 127(4), 1481-1486.

T

Terre Inovia.(2019). Données statistique récoltes des graines oléagineuses. Touitou Y.(2006). Biochimie :structure des glucides et lipides.P31-33-34-35

U

Uzzan A, Dupin H, Jean Louis C, Malewiak MI, Leynoud Rouaud C, Berthier AM. (1992). Les corps gras in Alimentation et nutrtrion humaine. Ed ESF.P 887, 906, 907,1248.

V

Vieillard B, Jean L. (1988). Platonisme et interprétation de Platon à l'époque moderne.

Vierling E. (2008). Aliments et boisson : filières et produits. Troisième édition, CRDP d'Aquitaine. France. (281P).

W

Wolf J. (1992). Manuel d'analyse des corps gras, Edition Azoulay- Paris. P 245.

X

Xu J, Liu X, Gao H, Chen C, Deng Q, Huang Q, Huang F. (2015). (Optimized rapeseed oils rich in endogenous micronutrients protect high fat diet fed rats from hepatic lipid accumulation and oxidative stress, Nutrients, 7(10), 8491-8502.

Xu J, Zhou X, Deng Q, Huang Q, Yang JE. (2011). Rapessed oil fortified with micronutrients reduces atherosclerosis risk factors in rats fed a high-fat diet, Lipids in health and disease, 10(1), 96.

Z

Zhang L, Yuan Z, Li P, Wang X, Mao J, Zhang Q, Hu C. (2017). Targeted multivariate adulteration detection based on fatty acid profiles and Monte Carlo one-class partial least squares, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 169, 94-99.

Normes

AOCS official methode ca-55(1992). Corps gras d'origine animale et végétale. Détermination de taux de phosphore.

AOCS Recommended Practice cc 17-5. (1997). Corps gras d'origine animale et végétale. Détermination des traces de savon.

ISO 15305, (1998). Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de la couleur.

ISO 660 4^{ème} édition mars, (2020). Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice d'acide.

ISO 662, (2016). Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles.

ISO, (2017). Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice de peroxyde.

Résumé

Au cours de notre stage au sein du complexe agroalimentaire CEVITAL, nous avons suivi le processus de raffinage de différentes huiles, chaque huile requiert un traitement particulier pour éliminer les substances indésirables et maintenir sa qualité. Les analyses physico-chimiques ont permis d'identifier les variations et de résoudre les problèmes potentiels. Les résultats ont démontré que les niveaux de phosphore et d'acidité respectaient les normes, tout comme les traces de savon. Le processus de décoloration et de désodorisation a atténué la couleur et l'odeur des huiles, et le taux de chlorophylle étaient conformes après la désodorisation. CEVITAL accorde une importance capitale au contrôle de qualité pour garantir que les huiles produites répondent aux attentes des consommateurs.

Mots clés : Raffinage, les Huiles de soja et colza, Analyses Physico-Chimique (Acidité, Phosphore, Traces de Savon), Neutralisation, Décoloration, Désodorisation.

Abstract

During our internship at the CEVITAL agro-food complex, we followed the refining process of various oils. Each oil requires a specific treatment to remove undesirable substances and maintain its quality. Physicochemical analyses were conducted to identify variations and resolve potential problems. The results showed that the levels of phosphorus and acidity met the standards, as did the soap traces. The decolourisation and deodorization processes reduced the color and odor of the oils, and the chlorophyll levels were compliant after deodorization. CEVITAL places great emphasis on quality control to ensure that the oils produced meet consumer expectations.

Key words: Refining, Oils, Physico-Chemical Analysis, Acidity, Phosphorus, Traces of soap, Neutralisation, Decolourisation, Deodorisation.

ملخص:

خلال فترة تدريبنا داخل مجمع الأغذية الزراعية سيفيتال، قمنا بدراسة عملية تكرير الزيوت المختلفة، كل زيت يتطلب معالجة خاصة للتخلص من المواد غير المرغوب فيها والحفاظ على جودته. أتاحت التحليلات الفيزيائية والكيميائية تحديد الاختلافات وحل المشكلات المحتملة. وأظهرت النتائج أن مستويات الفوسفور والحموضة تفي بالمعايير، وكذلك آثار الصابون. أدت عملية التبييض وإزالة الروائح الكريهة إلى تقليل لون ورائحة الزيوت، وكانت مستويات الكلوروفيل ثابتة بعد إزالة الروائح الكريهة. نحن نولي أهمية كبيرة لمراقبة الجودة للتأكد من أن الزيوت المنتجة تلبية توقعات المستهلكين.

الكلمات المفتاحية: التكرير، الزيوت، التحاليل الفيزيائية والكيميائية، الحموضة، الفوسفور، آثار الصابون، المعادلة، إزالة اللون، إزالة الروائح.