

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



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

Mémoire

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

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

Présenté par

MAHTOUT Amine

MERABET Yasmina

Thème

**Suivi de la qualité de l'huile de soja et évaluation des pertes au cours
du raffinage (CEVITAL)**

Soutenue le 04/07/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
IKKOUR Kahina	MCA	Université de Bejaia	Présidente
BELAID Taous	MCA	Université de Bejaia	Examinatrice
HACHEMAOUI Aziza	MCA	Université de Bejaia	rapporteuse
HAMITRI Mourad			Co-encadrant

Année Universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

A l'occasion de la réalisation de ce mémoire, je tiens à remercier Madame **HACHEMAOUI Aziza.**, Maître de conférences (A) à l'Université des sciences technologiques de Bejaia, qui nous a encadrés tout au long de ce mémoire, Monsieur **HAMITRI Mourad** qui nous a encadrés aussi au sein de CEVITAL.

J'adresse tous nos remerciements aux examinatrices, qui ont accepté d'évaluer ce mémoire.

Enfin, Je remercie ardemment à cette occasion *l'Université de Bejaia* qui a contribué à notre formation.

DÉDICACES

Je dédié ce travail :

A mes parents, pour leur patience et leur support affectifs.

A mes deux frères : **Samir** et **Hakim**.

A mes chères sœurs à qui je souhaite tout le bonheur du monde :

Nassima, Samia et Nabila

A mes meilleurs amis Fares, Yanis, Youcef, Idir et Azzeddine

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

A ceux qui sont chers à moi

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

A ma collègue et toute sa famille

Amine

DÉDICACES

Je tiens en premier lieu à remercier le dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et la patience pour mener ce travail à terme.

Je dédie ce modeste travail à :

Ceux qui j'ai tant aimés avec beaucoup d'affection et que je suis fière de les avoir comme parents, OMAR et GHANIA aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour ma reconnaissance et ma profonde affection. Je ne saurais vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi, et ce que vous faites jusqu'à présent. Que Dieu vous garde et vous accorde longue vie.

La mémoire de ma chère grande mère qu'il repose en paix

A mes très chères sœur AYDA et SARA et à mon cher frère LATIF

A mon oncle HAFID qui me soutient toujours

A toute ma famille petite et grande et à toutes mes amies

A mon collègue et toute sa famille

Yasmina

Liste des abréviations

AGS : Acide Gras Saturé.

AGI : Acide Gras Insaturé.

MG : Matières Grasses.

PET : Poly-éthylène Téréphtalate.

SPA : Société par action.

A : Absorbance.

W : Quantité de prise d'essai.

Ce : Coefficient d'entraînement.

VMG : Volume de matière grasse.

PPM : Partie par million

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Numéros	Titres	Pages
I.1	Points de fusion et d'ébullition de quelques acides gras.	06
I.2	Composition de l'huile de soja en AG.	12
I.3	Valeurs nutritives du soja.	13
III.1	Les points de prélèvement et les analyses physico-chimiques effectuées.	27
III.2	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'huile brute de Soja.	41
III.3	Résultats d'analyses l'huile neutralisée.	42
III.4	Résultats d'analyses de l'huile lavée.	43
III.5	Résultats d'analyses de l'huile séchée.	44
III.6	Résultats d'analyses de l'huile décolorée.	44
III.7	Résultats d'analyses de l'huile désodorisée	45
III.8	Résultats d'analyses physico-chimiques de l'huile conditionnée.	46

Listes des tableaux aux annexes

1	Types de laboratoires du complexe Cevital	60
2	La variation de l'acidité des pâtes en fonction de la température.	62
3	La variation de l'acidité des pâtes en fonction de la concentration de la soude.	62
4	La variation de l'acidité des pâtes en fonction de temps de séparation.	62
5	La variation de taux de la matière grasse en fonction de la température	63
6	La variation de taux de la matière grasse en fonction de taux d'humidité.	63
7	Les valeurs des paramètres pour des faibles pertes en huile aux différentes étapes au cours du raffinage.	63

Liste des figures

Listes des figures

Numéros	Titres	pages
I.1	Structure d'un acide gras saturé et insaturé.	03
I.2	Structure d'un triglycéride.	04
I.3	Structure d'un phospholipide.	04
I.4	Composition d'un corps gras.	05
I.5	La plante de soja.	09
I.6	Les graines de soja.	09
I.7	La composition des graines de soja.	10
II.1	Les étapes du procédé de raffinage d'huile de soja.	15
II.2	Procédé de démulcination et de neutralisation.	17
II.3	Séparateur centrifuge de type WESTFALIA.	17
II.4	Procédé de décoloration.	20
II.5	Principe de filtration.	21
II.6	Diagramme des étapes de décomposition des pâtes de neutralisation.	24
III.1	Colorimètre LOVIBOND.	29
III.2	Les étapes de décomposition des pâtes de neutralisation.	37
III.3	Schéma de principe d'extraction au sohxlet	40
III.4	Evolution de l'acidité au cours des différentes étapes de raffinage.	47
III.5	Evolution des traces de savon au cours du raffinage.	48
III.6	Evolution de la couleur au cours du raffinage.	48
III.7	Effet de la température sur les pertes en huile	50
III.8	Effet de la température sur l'acidité des pâtes de neutralisation : [NAOH] :16°Be, temps de séparation : 1400 s	50
III.9	Effet de la température sur le coefficient d'entraînement.	51

Numéros	Titres	page
III.10	Effet de la concentration sur les pertes en huile : Temps de séparation : 1400s, T de neutralisation : 95°C	52
III.11	Effet de la concentration de la soude sur l'acidité des pâtes de neutralisation : Temps de séparation : 1400s, T de neutralisation : 95°C	52
III.12	Effet de la concentration de la soude sur le coefficient d'entraînement : Temps de séparation : 1400s, T de neutralisation : 95°C	53
III.13	Effet de temps de séparation sur les pertes en huile : [NAOH] : 16°Be, T de neutralisation : 95°C,	54
III.14	Effet de temps de séparation sur l'acidité des pâtes de neutralisation : [NAOH] : 16°Be, T de neutralisation : 95°C,	54
III.15	Effet de temps de séparation sur le coefficient d'entraînement : [NAOH] : 16°Be, T de neutralisation : 95°C	55
III.16	Effet de la température sur perte en huile dans les eaux de lavage.	55
III.17	Effet de l'humidité de la terre sur les pertes à la décoloration	56

Les figures aux annexes

Numéros	Titres	Pages
1	La situation géographique du complexe Cevital	58
2	La terre décolorante et le charbon actif	61
3	Les étapes de décoloration	61
4	Les étapes de la décomposition des pâtes de neutralisation	62

Tables des matières

Table de matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Aperçu général sur les corps gras et le soja.....	3
I.1 Généralités sur les corps gras.....	3
1. Définition des corps gras	3
2. Origines des corps gras.....	3
3. Compositions des corps gras.....	3
4. Propriétés physique des corps gras.....	5
5. Propriétés chimiques des corps gras.....	6
6. Propriétés nutritionnelles.....	8
I.2 Etude de la matière première.....	8
1. Histoire et origine du soja.....	8
2. Définition de soja.....	9
3. Composition de la graine de soja.....	10
4. Obtention de l'huile à partir des graines de soja.....	10
5. Huile de soja.....	11
Chapitre II : Le procédé de raffinage de l'huile.....	14
II.1 Principe de raffinage des huiles.....	14
1. Introduction.....	14
2. But de raffinage.....	14
3. Types de raffinage.....	14
4. Raffinage chimique.....	14
5. Raffinage physique.....	21
6. Raffinage enzymatique.....	22
7. Processus de décomposition des pâtes de neutralisation au niveau de CEVITALE.....	22
II.2 Évaluation des pertes en huile au cours de raffinage.....	24
1. Evaluation des pertes en huile à la neutralisation.....	24
2. Evaluation des pertes en huiles au niveau des eaux de lavages.....	25
3. Evaluation des pertes en huile à la décoloration (la terre décolorante).....	25
4. Evaluation des pertes en huile à la désodorisation.....	25
Chapitre III : Partie expérimentale.....	26
III.1. Matériels et méthodes.....	26

1. Objectifs.....	26
2. Echantillonnage.....	26
3. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	27
3.1 Analyses physiques.....	27
3.2 Analyses chimiques.....	31
4. Détermination des pertes dans les pâtes de neutralisation et les eaux de lavage.....	36
4.1 Pertes dans les pâtes de neutralisation.....	36
4.2 Pertes dans les eaux de lavage.....	37
4.3 Pertes dans la terre décolorante.....	38
III.2- Résultats et discussions.....	40
1. Analyse physico-chimique de l'huile de soja brute.....	40
2. Analyse physico-chimique de l'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage.....	42
2.1 L'huile neutralisée.....	42
2.2 Huile lavée.....	42
2.3 Huile séchée.....	43
2.4 Huile décoloré.....	44
2.5	Huile
désodorisée.....	45
2.6 Huile conditionnée.....	45
3. Suivi de l'évolution de quelques paramètres physico-chimique de l'huile de soja au cours du procédé de raffinage.....	46
3.1 Evolution de l'acidité.....	46
3.2 Evolution des traces de savons.....	47
3.3	Evolution de la
couleur.....	48
4. Evaluation des pertes en huile au cours du raffinage de l'huile soja.....	49
4.1 Evaluation des pertes en huile à la neutralisation.....	49
4.2 Evaluation des pertes en huile au cours du lavage.....	55
4.3 Evaluation des pertes en huile à la décoloration.....	56
Conclusion générale.....	57
Annexes.....	58

Références bibliographiques.....	64
Résumé.....	68

Introduction générale

Introduction générale

Les matières grasses constituent, en effet l'une des ressources énergétiques principale en alimentation humaine. A côté de l'aspect énergétique, les graisses sont aussi des vecteurs de vitamines liposolubles, d'acides gras essentiels et autres constituants mineurs, bénéfiques pour notre santé [1].

La graine de soja est, du point de vue du tonnage, l'oléagineux le plus utilisé au monde et les produits qui sont dérivés de sa transformation appartiennent aujourd'hui sans conteste à la gamme des produits agroalimentaires les plus internationalisés. En effet, bien que le commerce du soja ne tienne qu'une place discrète dans les médias, le soja et ses coproduits occupent une position importante dans le développement de l'élevage et l'approvisionnement de multiples entreprises [2].

A l'heure actuelle, l'huile de soja vient en première position mondiale parmi les huiles végétales plus de 50 % en masse de la production mondiale d'oléagineux. La production majoritaire se trouve aux Etats-Unis avec 42%, puis 24 % au Brésil, 16 % en Argentine et 9 % en Chine [3] bien que l'utilisation de l'huile de soja remonte à l'antiquité, son ascension au premier rang mondial est relativement récente.

Les huiles brutes obtenues par pressage et extraction des graines oléagineuses sont des huiles qui ne peuvent pas être consommées tel qu'elles sont à cause de leurs goûts, leurs odeurs et leurs couleurs désagréables. Pour obtenir une huile pure, stable et comestible, cette huile brute nécessite le passage obligatoire par le procédé de raffinage.

Dans ce cas le raffinage a pour but, d'éliminer les acides gras libres, les produits d'oxydation, les arômes désagréables, les colorants, les produits toxiques (tels que pesticides, glycosides). Mais également les phospholipides ainsi que les métaux (tels que fer et cuivre) présents à l'état de traces et généralement liés à des composés organiques [4]. Le raffinage chimique est le procédé le plus couramment utilisé, il comprend la démucilagination, la neutralisation, le blanchiment et la désodorisation.

Notre stage pratique effectué au niveau du complexe Cevital de Bejaia a pour objectifs :

- ✓ L'analyse physico-chimique de l'huile de soja à différentes étapes de raffinage et cela dans le but d'un contrôle de qualité.
- ✓ L'évaluation des pertes en huile au cours du procédé de raffinage, plus précisément à l'étape de neutralisation, au lavage et à la décoloration.

- ✓ L'optimisation des paramètres influençant sur les pertes en huile au cours de la neutralisation à savoir la température de la neutralisation, la concentration de la soude et le temps de séparation afin de minimiser les pertes d'huile autrement dit d'augmenter le rendement.

Notre manuscrit est composé de trois chapitres : le premier chapitre sera consacré à donner un aperçu générale sur les corps gras et l'huile de soja comme matière première étudiée. Dans le deuxième chapitre, nous présenterons le procédé de raffinage des huiles au niveau du complexe Cevital. Dans le troisième chapitre, nous décrivons la méthodologie du travail et les méthodes d'analyse effectuées. Le quatrième chapitre englobe l'ensemble des résultats expérimentaux obtenus avec interprétation. Enfin notre travail se termine par une conclusion générale qui résume les principaux résultats obtenus.

Chapitre I :
Aperçu général sur les corps gras et
le soja

Chapitre I : Aperçu général sur les corps gras et le soja

I.1. Généralités sur les corps gras

Les corps gras sont des complexes organiques entrant dans la composition de tous les êtres vivants, ces composés constitués principalement de lipides, sont retrouvés dans les tissus végétaux (tel que le soja, le tournesol et le colza) et aussi dans les tissus animaux.

1. Définition des cors gras

Un corps gras brut, tel qu'on le rencontre à l'état naturel, est constitué par trois groupes essentiels de produits : les lipides environ 99 %, les phosphatides et les insaponifiables [4]. Les corps gras possèdent des propriétés analogues tel que : insolubilité dans l'eau et solubilité dans les solvants organiques (benzène, chloroforme...) [5]. Ils peuvent être liquides ou solides à la température ambiante suivant leurs compositions chimiques, et ils ont un rôle nutritionnel important [6].

2. Origines des corps gras

Il existe trois origines de corps gras :

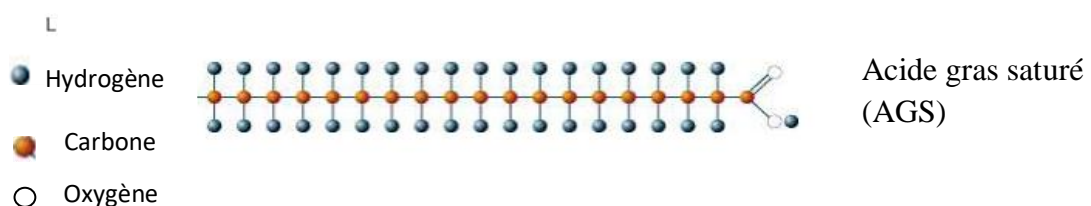
Les matières grasses d'origine animale (beurre, gras de bœuf, saindoux, graisse de bœuf...)

- ✓ Les matières grasses d'origine végétale fluides (huiles olives, soja, colza...), et les huiles végétales semi fluides ou concrètes (coprah, huile de palme).
- ✓ Les matières grasses mixtes : assemblage de graisses en 2 parties (margarine avec graisse d'origine végétale + graisse de poisson) [7].

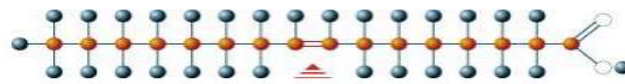
3. Compositions des corps gras

3.1 Acides gras libre

Les acides sont des monoacides aliphatique, à chaîne hydrocarbonée, linéaire à nombre paire d'atomes de carbones. Ils sont soit saturés ou insaturés [8-9]. La figure 1 représente la structure d'un acide gras.



Lorsqu'il comporte une double liaison, il est dit « monoinsaturé »



Acide gras insaturé (AGI)

Figure I.1 : Structure d'un acide gras saturé et un acide gras insaturé [10]

3.2 Triglycérides

Ce sont des composés obtenus par estérification des fonctions alcool du glycérol par des acides gras, on distingue des mono, des di et des triacylglycérols. Ils peuvent se différencier par la nature et la position des acides gras estérifiés [11]. La figure 2 représente la structure d'un triglycéride.

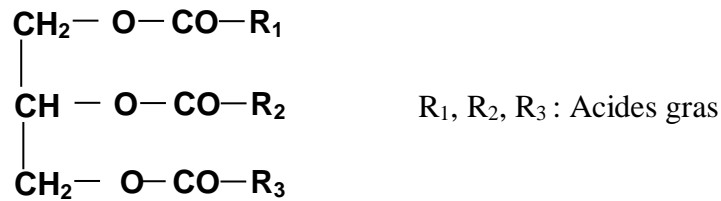


Figure I.2 : Structure d'un triglycéride [7]

3.3 Phospholipides

Une molécule de phospholipide (figure 3) est constituée de glycérol au quel sont fixés les acides gras, un phosphate et un sucre ou une amine [13]. En raison de leurs polarité (hydrophilie liée à la fonction amine et lipophilie liée aux acides gras), ils jouent un rôle majeur des constituants des interfaces membranaires et d'émulsifiants. On désigne sous le terme « phospholipides » l'ensemble des : glycérophospholipides.

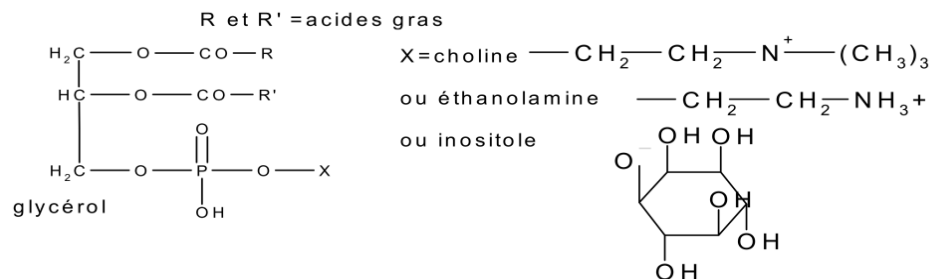


Figure I.3 : Structure d'un phospholipide [7]

3.4 Insaponifiables

La saponification est un critère de classification des lipides. Les insaponifiables tels que les stérols les cires, les vitamines liposolubles (tel que A, K, D et E) et les pigments (tel que les caroténoïdes et chlorophylle) sont des composés solubles dans les solvants organiques, mais très peu solubles dans l'eau. La proportion d'insaponifiable contenue dans un corps gras dépend de son origine biologique, des traitements qu'il a subit, ainsi que de la nature du solvant d'extraction [14].

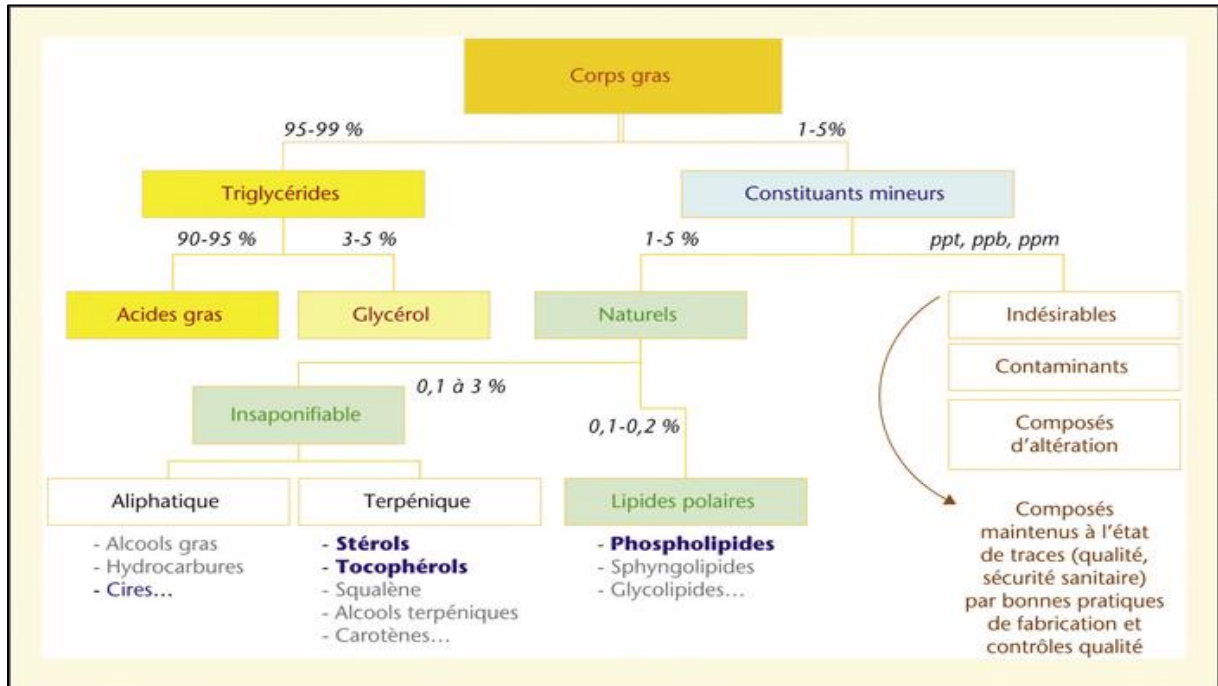


Figure I.4 : Composition d'un corps gras [16]

4. Propriétés physique des corps gras

Les principales caractéristiques physiques des corps gras sont :

4.1 Densité

La densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un autre corps pris comme référence. Pour les liquides et les solides, le corps de référence est l'eau pure à 4 °C. La densité des huiles végétales varie de 0,915 à 0,964, tandis que celle des huiles des corps gras animaux varie de 0,866 à 0,933. En générale, la densité dépend de nombre d'insaturation et de l'état d'oxydation des huiles.

4.2 Point de fusion

Le point de fusion ou l'état physique des acides gras dépend de deux critères : la longueur de la chaîne et le taux d'insaturation. Le point de fusion augmente avec l'augmentation de la longueur de la chaîne et diminue avec l'augmentation de nombre de doubles liaisons [19]. Les huiles fondent vers 10°C, le beurre à 20°C et les graisses vers 40°C [20].

4.3 Point d'ébullition

Le point d'ébullition augmente avec l'augmentation de la longueur de la chaîne carbonée, les doubles liaisons influencent peu [21]. Le point de fusion et le point d'ébullition de quelques acides gras sont donnés dans le Tableau suivant :

Tableau I.1 : Point de fusion et point d'ébullition de quelques acides gras

Symbole	Nom	Point de fusion	Point d'ébullition
C ₁₄ : 0	Acide myristique	+ 53,9 °C	127 °C
C ₁₆ : 0	Acide palmitique	+ 63,1 °C	148 °C
C ₁₈ : 0	Acide stéarique	+ 69,6 °C	166 °C
C ₁₈ : 1	Acide oléique	+13,4 °C	165 °C
C ₁₈ : 2	Acide linoléique	- 5,0 °C	164 °C
C ₁₈ : 3	Acide linoléique	- 11,0 °C	163 °C

4.4 Solubilité

La solubilité des acides gras varie selon deux paramètres, la longueur de la chaîne carbonée et la présence ou non d'une ou plusieurs insaturations (l'acide butyrique à 4 carbones solubles dans l'eau, la solubilité baisse progressivement et les acides gras sont insolubles dans l'eau à partir de 10 carbones) [20].

5. Propriétés chimiques des corps gras

5.1 Oxydation

L'oxydation des lipides est une cause majeure de la dégradation des aliments lors de la fabrication et de la conservation. Elle affecte les acides gras insaturés présents dans les huiles et les graisses, la conséquence de l'oxydation des lipides est l'apparition d'odeurs et de saveurs désagréables (rancissement) [22].

5.2 Hydrogénation

L'hydrogène s'additionne aux doubles liaisons des acides gras insaturés. C'est un procédé visant à rendre les huiles semi solides ce qui augmente le point de fusion ainsi que la résistance à l'oxydation. En plus de la saturation des doubles liaisons, cette réaction peut provoquer une isomérisation [9].

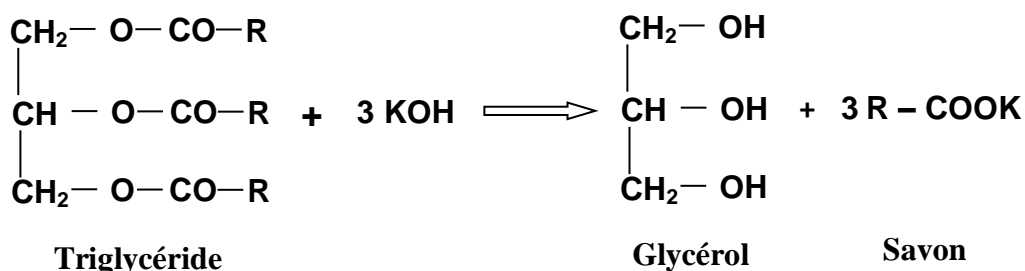
5.3 Estérification

C'est la formation des esters à partir des acides carboxyliques et des alcools, l'estérification directe est une réaction équilibrée et catalysée par des acides protoniques forts [9], comme le montre la réaction suivante :



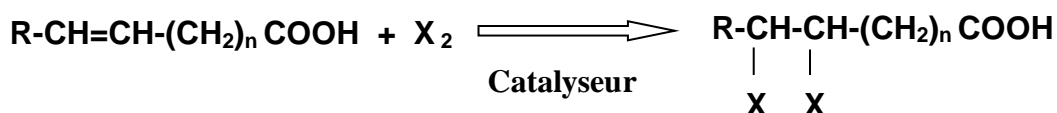
5.4 Saponification

Les acides gras réagissent avec un hydroxyde alcalin (soude ou potasse) pour obtenir un sel alcalin d'acide gras (savon) et de glycérol [23].



5.5 Halogénéation

Les halogènes tels que l'iode, le brome et le chlore se fixent bien sur les doubles liaisons (l'iode se fixe lentement tandis que les autres se fixent rapidement sur les doubles liaisons) [24] par la réaction suivante :



6. Propriétés nutritionnelles

6.1 Intérêt énergétique

Les lipides sont présents dans la plupart des aliments naturels ou transformés, ils jouent un rôle important dans les qualités organoleptiques de ces aliments, ils ont un intérêt nutritionnel évident aussi bien au point de vue quantitatif que qualitatif. Ce sont eux qui ont le plus fort rendement calorique (en moyenne 1g de graisse produit 9 cal) [25].

6.2 Les acides gras essentiels et leurs rôles biologiques

Il y'a trois acides gras poly-non saturés dont l'organisme a un besoin fondamental pour sa croissance. L'acide linoléique, acide linoléique et l'acide arachidonique, ils jouent un rôle important dans le transport et le métabolisme du corps gras, ainsi que dans le maintien de la fonction et de l'intégrité des membranes cellulaires [26].

6.3 Les tocophérols et leurs rôles biologiques

Les tocophérols sont au nombre de 4 (α , β , γ et δ -tocophérols). Ils jouent le rôle d'antioxydants naturels ce qui explique pourquoi les huiles végétales résistent bien au phénomène de rancissement. Parmi les tocophérols, l' α - tocophérol ou vitamine E est doté de l'effet antioxydant le plus puissant [27].

6.4 Utilisation des phospholipides

Les propriétés précédentes font que les phospholipides sont très employés dans de nombreuses industries et qu'ils entrent dans la fabrication de produits alimentaires (chocolat, margarine, ajoutés à la pâte à pain « < 4% » pour servir à produire un pain sans gluten, ils améliorent l'élasticité du pain et de toutes les pâtes au four), utilisés aussi dans l'industrie pharmaceutique et de cosmétique [26].

I.2. Etude de la matière première

1. Historique et origine du soja

Pendant des siècles, le soja a joué un rôle fondamental dans l'alimentation des populations asiatiques de l'Est, et plus particulièrement en Chine. La chine a été citée en premier lieu comme

le centre d'origine de l'espèce ou il faisait partie des cinq graines sacrées avec le blé, le riz, l'orge et le millet, Ce n'est qu'au début du 19^{em} siècle que les populations d'Europe occidentale ont reconnu l'importance du soja. Maintenant le soja est devenu un aliment très demandé dans le monde, que ça soit pour les humains ou pour les rations des animaux et pour les huiles comestibles en raison de sa forte teneur en protéines et en huile [28-29].

2. Définition du soja

2.1 La plante

Le soja (*Glycine max* (L.) Merrill) appartient à la famille des Fabacées, sous-famille des Faboideae, tribu des Phaseoleae, sous tribu des Glycininae, genre *Glycine*, La plante est d'origine asiatique, elle présente plus de 1200 variétés, elle a une hauteur de 20 à 180 cm , avec des feuilles larges et une tige poilue, à maturité elle produit des gousses de 2 à 3 graines , Cette plante a la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à ses nodosités [30-33].



Figure I.5 : La plante de soja

2.2 La graine

Comme chez les autres légumineuses, la graine se compose essentiellement d'une enveloppe lisse (la coque) et d'un embryon. Sa taille varie généralement entre 5 et 10 mm de diamètre et son poids (selon les variétés) oscille entre 50 et 400 mg. La forme de la graine varie selon les cultivars [34].



Figure I.6 : les graines de soja.

3. Composition de la graine de soja

Les graines de soja apportent des fibres et des protéines de bonne qualité, leurs compositions est la meilleure parmi toutes les légumineuses, car elles contiennent tous les acides aminés essentiels et la digestibilité de ses protéines est de 98 % [35-36].

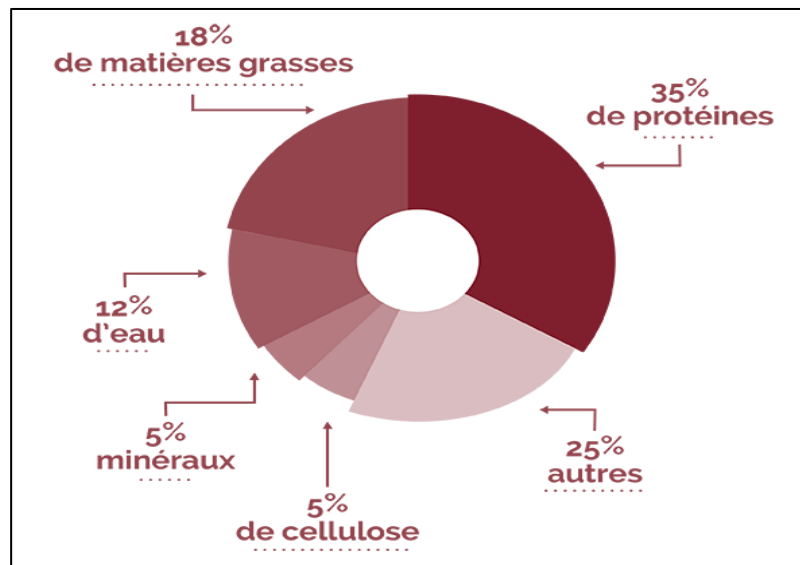


Figure I.7 : Compositions des graines de soja

4. Obtention de l'huile à partir des graines de soja

La trituration est l'une des opérations unitaires nécessaires pour transformer les graines en huile brute de soja et en farine pour l'alimentation humaine ou en tourteaux pour l'alimentation du bétail. Plus de 130 millions de tonnes de soja par an sont triturées mondialement. Il existe deux types extraction :

- *Procédé d'extraction par presses continue*

- *Procédé d'extraction par solvant*

4.1 Extraction par presses continues

Le procédé d'extraction par presse continue comprend les étapes suivantes :

A. Nettoyage

Les graines doivent être bien nettoyées, elles subissent d'abord un dépoussiérage par un courant d'air. Puis le nettoyage se poursuit par un tamisage et un passage sur des électroaimants.

B. Broyage – laminage

Cette opération a pour but de réduire les graines entières en des fractions de granulométrie optimale. Elle s'effectue sur des broyeurs lamineurs à cylindres lisses ou cannelés [37].

C. Cuisson

Cette opération assure la préparation de la pâte en vue d'en faciliter la sortie de l'huile. De plus, ce traitement thermique (90 à 100°C) favorise la destruction de certaines substances thermolabiles qui sont dans la graine et nuisent à la qualité de l'huile et du tourteau [38].

D. Pression proprement dit

La pression s'effectue dans des presses à vis en continu. Elle permet de séparer, d'une part, l'huile et d'autre part, un résidu solide appelé tourteau [39].

4.2 Extraction par solvant

La première étape de ce procédé d'extraction consiste à transformer les graines en flocons placés dans un extracteur par percolation à écran de vapeur, ensuite le solvant est percolé à travers un « lit » de flocons de soja, de façon à dissoudre l'huile. Le mélange d'huile et de solvant (miscella) sort de la partie inférieure du lit à travers une plaque perforée (trouée). L'huile de soja brute est obtenue après élimination de l'hexane du miscella [40]. Le solvant le plus utilisé est l'hexane.

5. Huile de soja

5.1 Composition de l'huile de soja

La principale différence de l'huile de soja par rapport aux autres huiles végétales, se situe au niveau de la forme d'insaturation et de la présence d'acide linoléique (C18:3) en quantité appréciable. Cet acide gras étant très sensible à l'oxydation, il conviendrait d'éviter au maximum le contact de l'huile avec l'oxygène de l'air.

Tableau I.2 : Composition de l'huile de Soja en acide gras [42]

Acide gras			Teneur (% massique)
Saturés	Acide L'aurique	C 12	Trace
	Acide Myristique	C 14	<0,5
	Acide Palmitique	C 16	7 à 12
	Acide Stéarique	C 18	2 à 5,5
	Acide Arachidique	C 20	1,0
	Acide Béhénique	C 22	0,5
	Total		10 à 19
Insaturés	Acide Palmitoléique	C16 :1	<0,5
	Acide Oléique	C18 :1	20 à 50
	Acide Linoléique	C18 :2	35 à 60
	Acide Linoléique	C18 :3	2 à 13
	Acide Eicosénoïque	C20 :1	1,0
	Total		81 90

5.2 Valeur nutritionnelle de soja

Les graines de soja constituent une des meilleures sources de protéines avec une teneur moyenne de 34,5 g/100 g.

L'huile de soja est une huile 100 % végétale, riche en acides gras essentiels et pauvres en cholestérol. C'est une huile de table excellente par sa teneur en acide linoléique qui la rend fragile à la chaleur. C'est une bonne source de vitamines, elle est naturellement protégée à l'oxydation par la vitamine E qu'elle contient [6].

Plusieurs études ont indiqué qu'une prise régulière de nourriture à base de soja peut aider à empêcher quelques maladies, telles que l'ostéoporosis et les cancers (cancer de sein) comme les tocophérols et la lécithine ont un pouvoir antioxydant [45-46].

Tableau I.3 : Valeur nutritive du soja

	Soja sec, cru (100 g)
Eau	8,54
Protéines	36,49
Matières grasses (lipides)	19,94
Glucides	30,16
Fibres	15,1
Calories	446
Vitamines	C

Chapitre II :
Le procédé de raffinage de l'huile

Chapitre II : Le procédé de raffinage de l'huile

II.1. Principe de raffinage des huiles

1. Introduction

Les huiles brutes obtenues par le procédé du pressage et d'extraction des graines oléagineuses sont des huiles qui ne peuvent pas être consommées tels qu'elles sont, en raison de leurs goûts, leurs odeurs et leurs couleurs désagréables. Pour obtenir une huile pure, stable et comestible, les industriels font recours à la technique du raffinage. Le raffinage constitue une étape clé dans la technologie de production des huiles végétales [40]. Il consiste à éliminer de nombreuses substances indésirables comme impuretés (pigments, pesticides...) et de certains composés gênants (phospholipides et acides gras libres...) qui permet d'obtenir une qualité conforme aux exigences des différents utilisateurs : alimentation humaine, animale, cosmétique [41].

2. But de raffinage

- ✓ Le raffinage a pour but d'éliminer les substances qui donnent à l'huile un aspect trouble, une odeur et un goût désagréables [42].
- ✓ Protéger les triglycérides de la dégradation au cours du processus
- ✓ Il permet, en effet l'obtention des huiles neutres non peroxydées, peu colorées et désodorisées et une garantie d'innocuité [40].
- ✓ Préserver le contenu en vitamines
- ✓ Minimiser les pertes en triglycérides
- ✓ D'assurer la qualité et la sécurité sanitaire des huiles afin de fournir aux consommateurs une huile de qualité, exempte d'impuretés et de contaminants et qui répond aux exigences réglementaires

3. Types de raffinage

Le type de raffinage appliqué sur une huile brute est choisi selon l'origine, la qualité et la composition de l'huile brute. Plusieurs processus sont utilisés pour le raffiner, parmi eux on note le procédé chimique, le procédé physique et enzymatique. Chacun de ces procédés à ces propres spécificités [43].

3.1. Raffinage chimique

Ce type de raffinage concerne les huiles douces comme l'huile de soja et de tournesol, c'est le procédé le plus pratique, classique et le plus fiable pour obtenir une huile de bonne qualité.

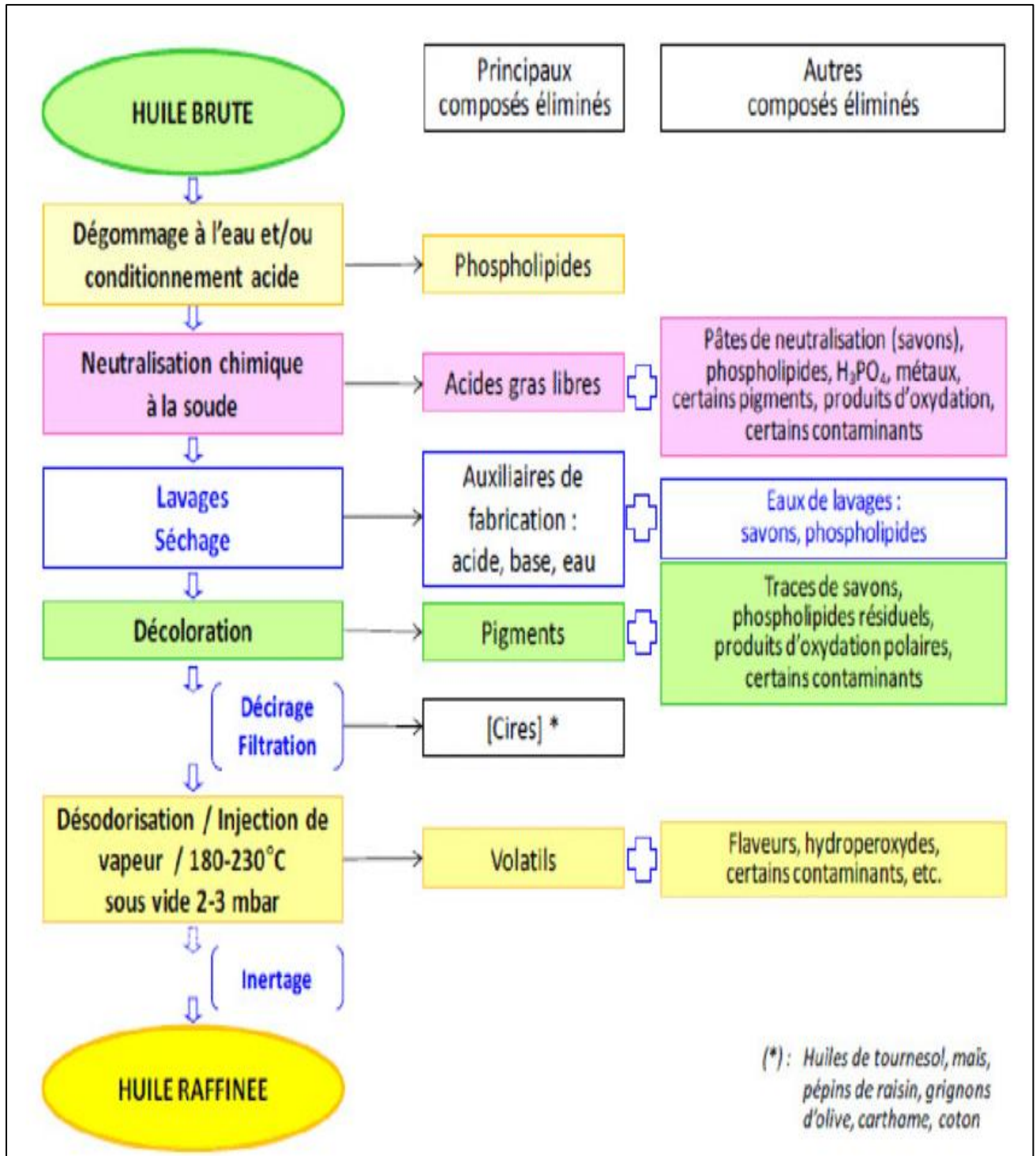


Figure II.1 : Les étapes du procédé de raffinage d'huile de soja au niveau de Cevital

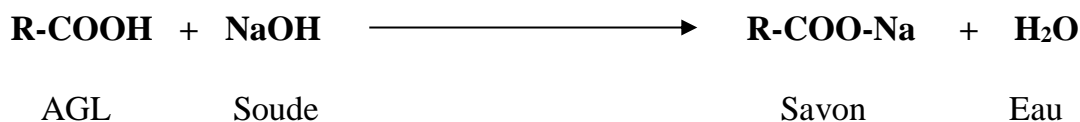
A. Démucilagination ou dégomme

La démucilagination, consiste à élimination des phospholipides ou mucilages (qui précipitent en présence d'eau) qu'il n'est pas possible d'admettre dans une huile livrée à la consommation, aussi élimination des phospholipides non hydratables, cette opération se fait sous l'action de l'acide phosphorique (H₃PO₄) ou l'acide citrique à une température de 70°C, dans le but de réduire leur solubilité dans l'huile et ainsi faciliter leur élimination. En effet, la présence de composés phosphoriques dans l'huile neutralisée provoque la formation d'émulsion au lavage (perte d'huile anormale), formation de mousse au séchage (perte d'huile dans le vide), désactivation de la terre décolorante et colmatage des filtres [44] également le dégomme elle sert à éliminer aussi les sucres libres et glycolipide...

Il existe différents types de protocole de dégomme : le dégomme à l'eau, le dégomme à l'acide ou à sec, le dégomme enzymatique et le dégomme micellaire... [45]

B. Neutralisation

C'est l'étape la plus importante et la plus délicate où s'effectue l'élimination des acides gras libres. L'huile est portée à 80-90°C puis agitée avec la soude (NaOH). Les acides gras libres responsables de l'acidité et de l'oxydabilité de l'huile, passent dans la phase aqueuse sous forme de savons caustique insolubles dans l'huile selon la réaction suivante :



Elle conduit aussi à la formation d'une phase aqueuse émulsionnée dite pâte de neutralisation [46], à l'aide d'un mélangeur centrifuge ensuite elle passe directement vers le séparateur auto-débourbeur assurant la séparation de l'huile (la phase légère) et des pâtes de neutralisation (phase lourde) en réglant la contre pression de 1,5 à 2 bars. Le séparateur permet, grâce à son système de débouillage, d'évacuer les solides contenus dans le bol sans arrêt du séparateur et sans perte d'huile.

B.1 But de la neutralisation

- Éliminer les acides gras libre qui donne aux huiles un mauvais gout mauvais et nuisent à sa conservation [47].

- Débarrasser l'huile de la quasi-totalité des phospholipides, et éliminer les traces de savons qui sont des catalyseurs d'oxydation.
- Destruction d'un grand nombre de pigments et de composés colorés [41].

Il est possible de coupler démulcination et neutralisation. Dans ce cas, phospholipides et savons sont séparés en une seule étape de centrifugation. Les deux opérations sont effectuées en continu à 80°C environ [47].

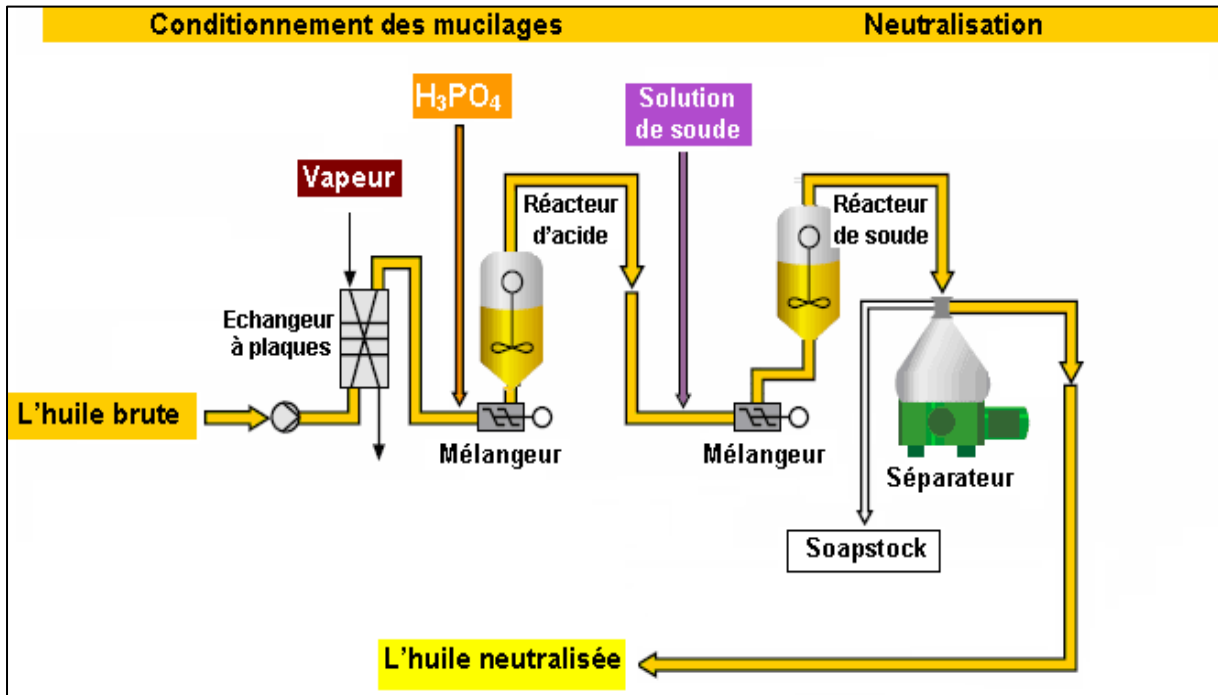
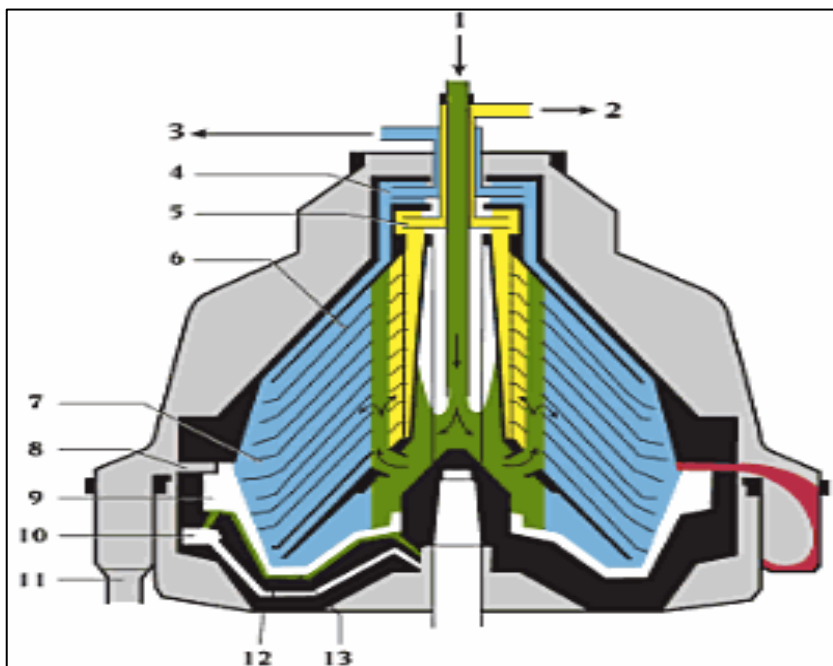


Figure II.2 : Procédé de démulcination et neutralisation



- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Alimentation | 8. Ouïe de débouillage |
| 2. Refoulement de la phase légère | 9. Piston |
| 3. Refoulement de la phase lourde | 10. Vanne piston |
| 4. Turbine centripète phase lourde | 11. Sortie des pâtes |
| 5. Turbine centripète phase légère | 12. Canal d'eau |
| 6. Assiettes d'ouverture | |
| 7. Chambre à pâtes | 13. Canal de fermeture |

Figure II.3 : Séparateur centrifuge type WESTFALIA.

B.2 Paramètres influençant la neutralisation

B.2.1 Température

La température est un facteur important de la neutralisation, la réaction de saponification de l'huile est caractérisée par sa lenteur ce qui peut causer la saponification de l'huile neutre et pour cela dès le début du raffinage, l'huile brute doit être portée de la température ambiante (température de stockage) à une température qui avoisine 90°C. En effet, une température élevée pendant l'ajout de la soude caustique peut augmenter la saponification de l'huile neutre et réduire le rendement en huile raffinée.

B.2.2 Temps de séjour

Comme son nom l'indique c'est le temps nécessaire pour séparer les deux phases légères qui contiennent de l'huile neutre et la phase lourde composée de pâte de neutralisation, et il varie d'une huile à l'autre selon sa qualité et la quantité des impuretés qu'elle contient [48].

B.2.3 Concentration de la solution de soude

La soude caustique ajoutée est de concentration variante entre 16-20 Be° selon la qualité de l'huile brute, il faut respecter cet intervalle car si on le dépasse on a la possibilité de produire une saponification partielle des triglycérides composants de l'huile brute. Cette réaction, appelée « saponification parasite », est totalement nuisible puisqu'elle augmente en grande mesure les pertes et doit donc être évitée et diminuer en conséquence le rendement d'huile.

Si la concentration de la soude est inférieure à 16 °Be, les acides gras risquent de ne pas être tous neutralisés et donc avoir une mauvaise qualité de l'huile neutre. En effet, seules les huiles à très faible acidité peuvent être neutralisées par des solutions très diluées.

Des études comparatives ont montré que des solutions caustiques plus diluées élimineraient davantage de phosphore ; par conséquent, les huiles brutes à teneur élevée en phosphore sont mieux raffinées avec des solutions caustiques diluées, mais si elles deviennent

trop diluées, des caractéristiques difficiles de séparation des émulsions se développent. Pour cette raison, des solutions caustiques diluées ou de faibles concentrations sont recommandées pour les huiles de soja [49].

B.2.4 Pression

La contre pression est un élément aussi important et qu'il faut contrôler tout au long de l'opération de neutralisation, l'intervalle de variation de pression est limité entre 1 bar à 2 bars. Car si on dépasse cette limite de 2 bars on a risque du passage d'huile dans la pâte de neutralisation ; et si on n'atteint pas la pression d'un bar on a risque de passage d'une grande quantité des savons dans l'huile neutralisée.

Bien que l'essentiel des pertes d'un raffinage se situe au niveau de la centrifugeuse de séparation des pâtes de neutralisation, il faut toujours conseiller de contrôler l'acidité du lot à raffiner à l'entrée de l'atelier, pour ajuster l'addition de soude [49].

C. Lavage

Le lavage a pour but d'éliminer les substances alcalines (savon et soude en excès) ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et d'autres impuretés.

L'huile neutralisée est chauffée à une température de 80 à 90°C sur un échangeur de chaleur, ensuite de l'eau douce chaude à une température de 85°C à 95°C à un rapport de 6 à 8% du débit d'huile puis on procède au mélange des deux composants au moyen d'un mélangeur statique afin d'assurer le lavage d'huile. Ensuite le mélange est envoyé dans un séparateur assurant la séparation des deux phases (huile, eau) en réglant la contre pression de 1,5 à 2 bars. L'huile sortante du premier lavage est de nouveau chauffée à une température de 80°C-90°C et est mélangée à l'eau chaude d'une température de 85°C-95°C à un rapport de 4 à 7% du débit d'huile au moyen d'un mélangeur centrifuge afin d'effectuer un second lavage. De l'acide citrique (0,1%) est aussi ajouté pour réduire la teneur résiduelle en savon puis envoyé dans un séparateur assurant la séparation des deux phases en réglant la contre pression de 1,5 à 2 bars.

D. Séchage

L'huile sortant du séparateur du deuxième lavage à une température de 90°C est envoyée dans un bac sous vide de 20 à 30 mm Hg par pulvérisation où l'humidité présente dans cette l'huile sera éliminée (é vaporée et aspirée par le vide) avant l'opération de décoloration car elle

peut augmenter son acidité qui se traduit par la dégradation de l'huile [50] et aussi provoqué le colmatage rapide des filtres.

E. Décoloration

Cette opération vise à éliminer les pigments et autres matières colorantes dissous dans l'huile et préjudiciable à sa bonne conservation. Cette opération se fait à l'aide de terres décolorantes ou de charbons actifs [51].

La décoloration permet également l'exclusion d'autres impuretés résiduelles tels les phosphatides, les produits d'oxydation, les glycolipides, les traces de métaux, savon, pesticides, contaminants et hydrocarbures polycycliques aromatique.

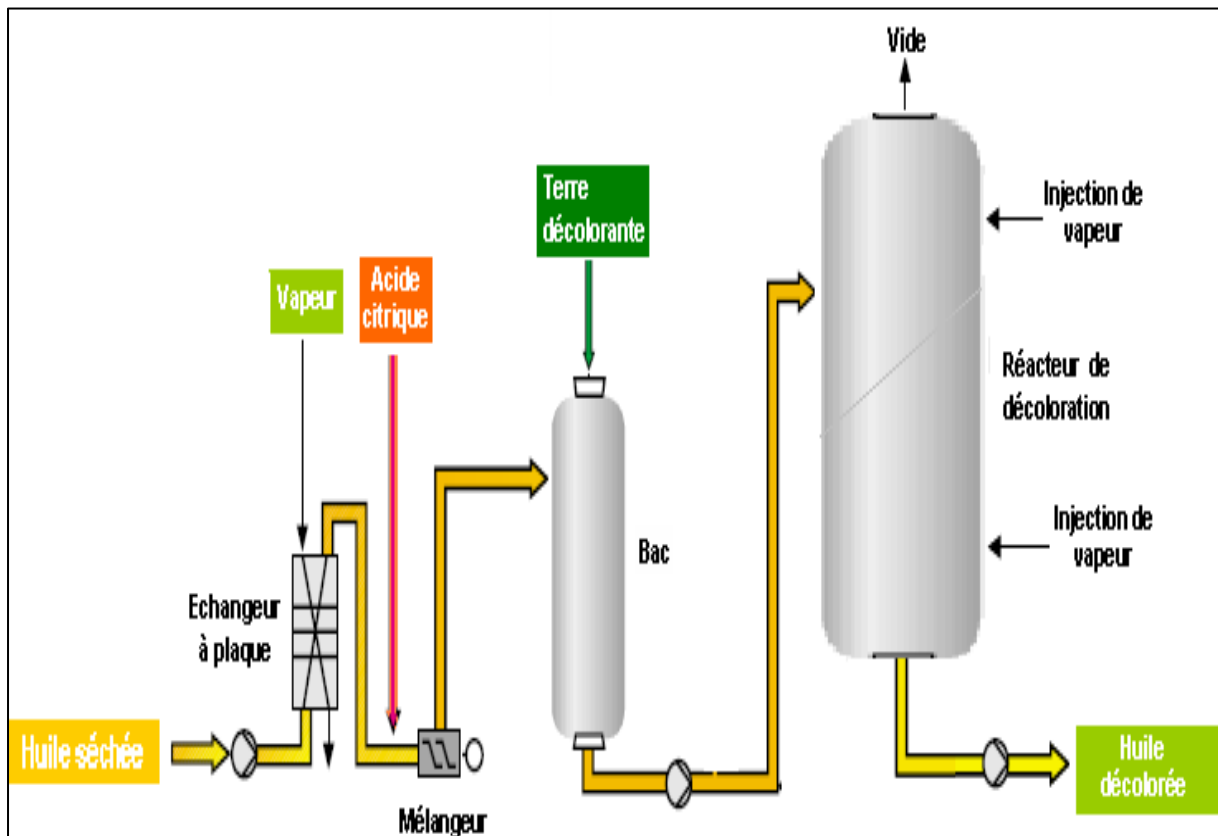
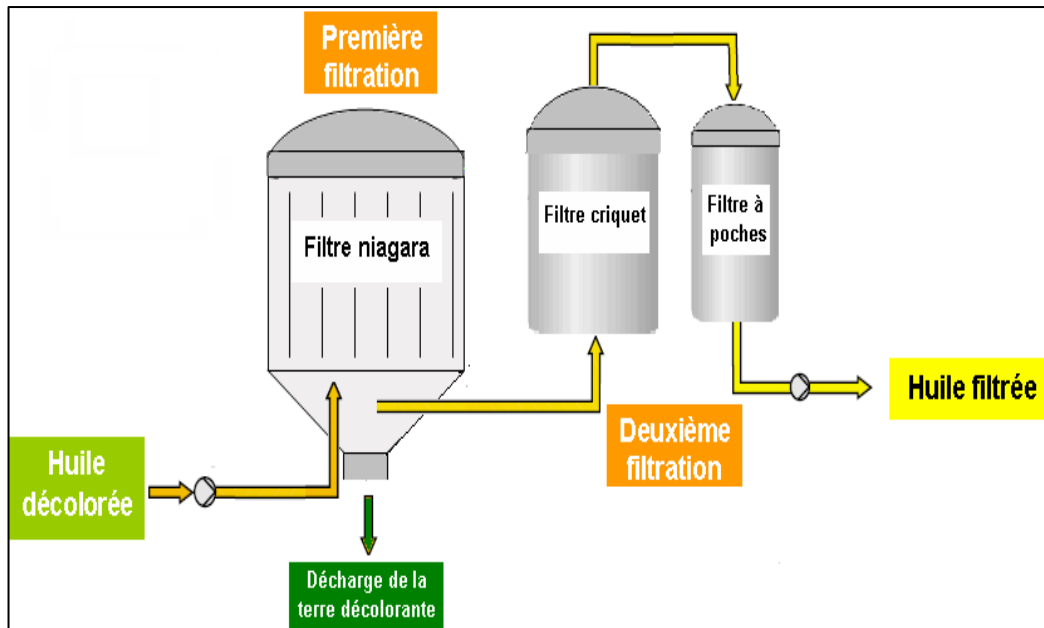


Figure II.4 : Procédé de Décoloration

La séparation de l'huile décolorée de la terre usée s'effectue par filtration, les parois du filtre poreuses peuvent être constituées d'empilage (filtre à sable), de feutre (papier filtre), de tissage (filtre métallique) l'essentiel est qu'il existe dans la matière des pores de diamètre suffisant pour empêcher le passage des matières solides tout en permettant l'écoulement du liquide. L'huile filtrée est envoyée vers le bac tampon dont la température est de 95°C.

Figure II.5 : Principe de la filtration



F. La désodorisation

La dernière étape du raffinage est « la désodorisation » qui s'effectue dans une colonne composée de plusieurs plateaux, dans laquelle on réalise une distillation de l'huile pour séparer cette dernière des substances volatiles indésirables responsables du goût et d'odeurs comme les aldéhydes et les cétones [52].

La désodorisation consiste à envoyer un courant de vapeur sèche dans l'huile maintenue sous un vide très poussé à des températures élevées de l'ordre de 240°C, afin que les produits volatils soient entraînés par la vapeur et en les récupérant sous forme d'un distillat et l'huile pure sous forme de produit fini.

Après désodorisation, l'huile est refroidie, toujours sous vide avant d'être filtrée et soumise à une injection d'azote afin de la protéger de l'oxydation [53].

3.2 Raffinage physique

Le raffinage physique des huiles brutes supprime les inconvénients de la neutralisation par la soude. Il s'agit en fait d'un entraînement à la vapeur des acides gras, sous vide poussé, à une température supérieure à 235°C. Ce type de raffinage est utilisé dans le cas des huiles à haute teneur en acides gras libres et à faibles teneurs en phosphatides telle que les huiles l'aurique, et l'huile de palme. Malheureusement, cette technique consomme beaucoup

d'énergie. Par ailleurs, les huiles produites peuvent être parfois de moins bonne qualité surtout lorsqu'il s'agit d'huiles réputées difficiles à raffiner comme celles de colza et de soja.

3.3 Raffinage enzymatique

Il est nouvellement appliqué par rapport aux deux autres. Il se diffère par le non utilisation de produits chimiques mais d'une enzyme telle que la «Lecitase ultra» qui est responsable d'éliminé de la lécithine. Ce procédé présente plus d'avantages en termes de coût, d'énergie et de protection de l'environnement avec un meilleur rendement [54].

4. Processus de décomposition des pâtes de neutralisation au niveau de Cevital

Le processus de décomposition des pâtes a été effectué au niveau d'une section située à proximité de la raffinerie du complexe Cevital comme suit :

4.1 Neutralisation

La neutralisation à la soude des huiles végétales brutes fournie comme sous-produit une pâte de raffinage appelée « SOAPSTOCK » qui se compose principalement d'un mélange de savon sodique, d'huile neutre entraînée, d'eau et des impuretés telles que les mucilages, phospholipides et des composants organiques divers. Il se présente comme une pâte à peu près fluide à la température ambiante et sa couleur varie entre un brun foncé et un jaune verdâtre suivant l'huile dont il provient.

Le soap stock est soumis à un traitement qui le rend stable, non fermentant et facile à manier. Dans le but qu'il soit traité avec un acide inorganique (H_2SO_4) qui transforme les savons sodiques en acides gras et carbonise une partie des impuretés. Le produit ainsi obtenu est une huile acide composée d'acide gras, d'huile neutre, de substances colorantes et d'une petite quantité d'impuretés. L'acidité de cette huile variera selon la proportion d'huile neutre et d'impuretés qu'elle contient.

4.2 Homogénéisation et saponification

La pâte de raffinage (neutralisation) est aux environs de 90°C est pompée à partir de la neutralisation continue ou discontinue vers un bac homogénéiseur de la section de décomposition des Soap stocks. Il s'agit d'une cuve cylindrique équipée d'un serpentin de chauffage, d'injection de vapeur vive, d'un agitateur d'huile et d'un indicateur de températures. La température de l'appareil est maintenue à l'aide d'une vanne thermostatisée. La saponification utilisée après homogénéisation qui permet la saponification totale d l'huile neutre et les plus important les phospholipides

4.3 Décomposition

Le Soap stock est mélangé intimement dans un mélangeur statique avec de l'eau et de l'acide sulfurique concentré, afin d'accélérer l'attaque des savons sodiques par l'acide inorganique. On utilise souvent le H_2SO_4 et en excès car en même temps il est plus économique pour cette application.

- Le fonctionnement de la scission pâte est toujours fortement perturbé par la présence des phosphatides. Lorsque la concentration des pâtes provient à la sortie de séparateur de neutralisation est plus élevés que 30 -40%, l'eau du premier lavage est ajoutées aux pâtes pour le rendre plus fluide et leurs assurer une bonne «pompabilité ».
- Il faut éviter de travailler toujours en dosant des excès d'acide sulfurique, car ce dernier fait réduire la durée de vie des appareils et perturbe le traitement des eaux résiduaire.

4.4 Décantation

Le mélange quitte le réacteur à agitation par gravité et s'écoule vers un des trois décanteurs. Dans ces derniers, la réaction entre l'acide et le soap stock est complétée par une légère injection de vapeur vive pendant 4 heures. Le mélange se sépare en deux phases : de l'huile acide et de l'eau acide.

A. Décanteur 1

Dès que l'huile acide déborde vers le second décanteur, l'eau acide constituant la couche inférieure dans le premier décanteur, peut être évacuée par la pompe pour être mélangée au soap stocks entrant. Tout excès d'eau s'écoule vers un bac séparateur.

B. Décanteur 2

Dans le deuxième séparateur, l'huile acide est soumise à un lavage à l'eau chaude à environ 90°C pour éliminer les dernières traces de H_2SO_4 . Le mélange est décanté et la couche inférieure d'eau légèrement acide est dirigée vers un bac séparateur.

Le mélangeur à agitation et les deux décanteurs 2 et 3 sont raccordés à un système de ventilation forcée pour éliminer les vapeurs résultantes de la réaction entre le soapstock et l'acide sulfurique.

4.5 Stockage

L'huile acide est acheminée vers des réservoirs de stockage final par la pompe ou éventuellement recyclés vers un des décanteurs 1,2 ou 3.L'excès d'eau acide est envoyé au bac

séparateur ou les matières grasses entraînées peuvent être décanté. Avant d'être évacué, les eaux acides passent à travers un dernier décanteur. Un robinet sur la tuyauterie de liaisons permet la récupération des huiles acides décantées par débordement et aspiration par une pompe.

Les étapes du processus de décomposition des pâtes de neutralisation sont résumées ci-dessous :

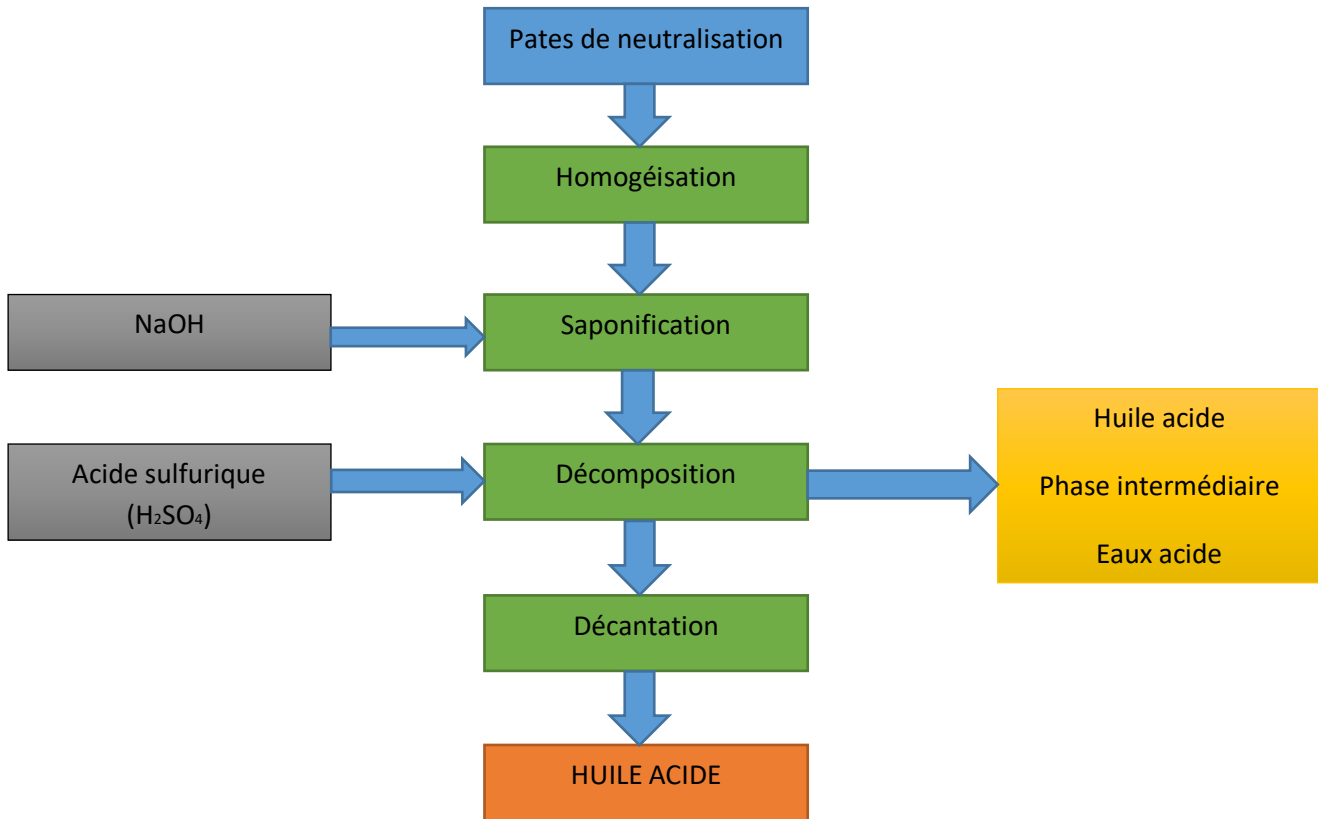


Figure II.6: Diagramme des étapes de décomposition des pâtes de neutralisation

II.2. Évaluation des pertes en huile au cours de raffinage

1. Evaluation des pertes en huile à la neutralisation

Les pertes à la neutralisation sont évaluées principalement sur les pâtes de neutralisation, durant l'étape de neutralisation ou elles sont formées.

Outre les savons formés par la neutralisation des acides gras libres de l'huile brute, les savons stocks contiennent, pour l'essentiel, des phospholipides et de l'huile brute entraînée. Après dilution, ils sont traités à l'acide, ce qui provoque la transformation des savons en acides

gras. Pour que la réaction soit la plus rapide et la plus complète possible, elle est conduite à 90°C.

Le traitement des pâtes de neutralisation a pour but de récupérer les huiles acides et d'évaluer les pertes en huile. Si les pertes étaient nulles, les acides gras formés devraient avoir une acidité de près de 100 %. Or il n'en est rien du fait que la phase grasse surnageant contient aussi des phospholipides et de l'huile neutre entraînée [49].

2. Evaluation des pertes en huiles au niveau des eaux de lavages :

Ce sont les traces de l'huile restées dans les eaux de lavage au niveau des séparateurs dans l'étape du lavage, se sont évaluées à partir l'analyse des eaux de lavage. Ces pertes sont exprimées en pourcentage de la matière grasse présente dans l'eau.

3. Evaluation des pertes en huile à la décoloration (la terre décolorante) :

Les pertes en huile sont évaluées à partir des huiles résiduelles contenues dans les terres décolorantes usées. Elles correspondent donc à l'huile extraite des terres usées à l'aide du Soxhlet. Ces pertes sont exprimées en pourcentage de matière sèche de terre neuve mise en œuvre en 24 heures.

4. Evaluation des pertes en huile à la désodorisation

Les pertes à la désodorisation sont déterminées par bilan matière compte tenu de la complexité d'une évaluation directe. Des compteurs massiques placés en amont et en aval des opérations de décoloration et de désodorisation permettent de connaître la perte globale de ces deux opérations. Grâce à ces compteurs nous pouvons évaluer la quantité d'huile neutre utilisée ainsi que la quantité d'huile raffinée produite par jour. Ainsi les pertes à la désodorisation sont estimées par une différence entre la perte globale et la perte à la décoloration en 24 heures.

A partir de ces données on peut déterminer le rendement R pendant l'étape de décoloration / désodorisation :

$$R = \frac{\text{Huile raffinée produite}}{\text{Huile neutre mise en oeuvre}} * 100$$

Chapitre III :

Partie expérimentale

Chapitre 3 : Partie expérimentale

III-1 Matériels et méthodes

1. Objectifs

Le présent travail effectué au niveau du complexe Cevital a pour objectif :

- le suivi des différentes analyses physico-chimiques de l'huile de soja lors des différentes étapes du raffinage : de l'huile brute jusqu'à l'huile finie.
- L'évaluation des pertes en huile au cours du raffinage : à la neutralisation, au lavage et à la décoloration.

2. Echantillonnage

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

- *L'huile brute de soja dans le bac de stockage*
- *L'huile neutralisée et pâte de neutralisation*
- *L'huile lavée et l'eau de lavage*
- *L'huile séchée*
- *L'huile décolorée et la terre usée*
- *L'huile désodorisée*
- *L'huile conditionnée*

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

Tableau III.1 : Les points de prélèvement et les analyses physico-chimiques effectuées.

Échantillons	Points de prélèvements	analyses
Huile brute	Sortie de bac de stockage	Acidité, indice de peroxyde, impuretés, humidité, densité, indice de réfraction, traces de savon, couleur.
Huile neutralisée	Mélangeur Séparateur	Acidité, traces de savon.
Huile lavée	Sortie de lavage 2	Acidité, traces de savon.
Huile séchée	Sortie du sécheur	Acidité, humidité, couleur, densité, indice de peroxyde, traces de savon, aspect
Huile Décolorée	Sortie de la décoloration	Acidité, traces de savon, humidité, impuretés, couleur, indice de peroxyde, densité, indice de réfraction, aspect.
Désodorisation (huile finie)	Sortie de la désodorisation	Acidité, couleur, indice de peroxyde, densité, indice de réfraction, aspect.
Pate de neutralisation	Sortie de la centrifugeuse	Décomposition.
Conditionnée	Bacs de stockages	Acidité, couleur, indice de peroxyde, humidité, impuretés, traces de savons, aspect, gout, odeur.

3. Méthodes d'analyses physico-chimiques

3.1. Analyses physiques

A. Densité

A.1 Définition

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

A.2. Mode opératoire

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

A.3. Expression des résultats

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

Où :

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

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

T_1 : La température lue sur le thermomètre.

T_2 : 20°C.

B. Couleur

B.1. Définition

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

B.2. Principe

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



Figure III.1. : Colorimètre LOVIBOND

B.3. Mode opératoire

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

B.4. Expression des résultats

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

C. Humidité

C.1. Définition

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

C.2. Principe

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

C.3. Mode opératoire

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

C.4. Expression des résultats

$$\text{Humidité (\%)} = \frac{(P1 - P0)}{M} * 100$$

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

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

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

D. Impuretés

D.1. Définition

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

D.2. Principe

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

D.3. Mode opératoire

- Peser à 0.001g près environ 20g d'échantillon dans une fiole de 250 ml
- Additionnée de 200 ml d'hexane, et boucher la fiole.
- Agiter puis laisser porter à 20°C pendant 30 mn à 1 heure.
- Verser le contenu de la fiole sur un papier filtre et laver le avec 50 ml d'hexane.
- Sécher le papier filtre à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et le refroidir dans un dessiccateur.

- Peser le papier filtre.

D.4. Expression des résultats

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

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

P₀ : masse en gramme du filtre séché.

P₁ : masse en gramme du filtre et des impuretés.

3.2. Analyses chimiques

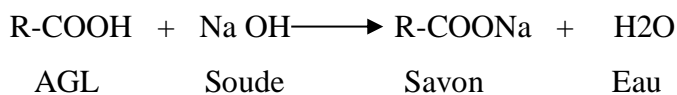
A. Acidité

A.1. Définition

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

A.2. Principe

Le principe de cette analyse consiste à mettre en solution une quantité connue d'huile dans l'alcool puis à effectuer un titrage des acides gras libres, par une solution de NaOH (0,1N) à chaud en présence de phénophtaléine selon la réaction suivante :



A.3. Mode opératoire

- Préparer dans un erlenmeyer une solution de 75 ml d'alcool neutralisé (éthanol + quelques gouttes de phénophtaléine, neutralisé avec de NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose).
- Ajouter 10g d'huile à analyser, faire dissoudre en portant sur une plaque chauffante, puis procéder à un deuxième titrage des acides gras libres par NaOH à 0,1N jusqu'à apparition de la couleur rose persistante (10 secondes) noter ensuite le volume de la chute de la burette.

A.4. Expression des résultats

$$\text{Acidité \%} = \frac{N * V * M}{10 * P} * 100$$

Avec ;

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

N : normalité de NaOH à 0,1N

P : poids de la prise d'essai.

V : volume de NaOH utilisé pour le titrage.

B. Traces de savon

B.1. Définition

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

B.2. Principe

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

B.3. Mode opératoire

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

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

B.4. Expression des résultats

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

Ts : Traces de savon en ppm.

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

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

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

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

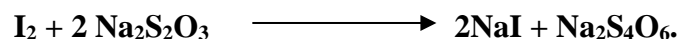
C. Indice de peroxyde

C.1. Définition

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

C.2. Principe

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



C.3. Mode opératoire

- Peser 5g d'huile à 0,01g près dans un erlenmeyer.
- Ajouter 12ml de chloroforme et 18ml d'acide acétique puis incorporer à cette solution 1ml d'iodure de potassium (KI).
- Agiter la solution et mettre à l'abri de la lumière pendant une minute puis ajouter 75ml d'eau distillée et agiter vigoureusement en présence d'empois d'amidon.
- Titrer avec le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N et parallèlement effectuer un essai à blanc jusqu'à décoloration totale de la solution.

C.4. Expression des résultats

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

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

Avec ;

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

V_1 : volume de thiosulfate de sodium utilisé en ml.

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

P : prise d'essai en gramme

D. Indice d'iode

D.1. Définition

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

D.2. Principe

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

D.3. Mode opératoire

- Introduire la prise d'essai exactement pesée dans un flacon de 300 à 500ml bouché, préalablement lavé et séché.
- Faire dissoudre dans 15ml de tétrachlorure de carbone.
- Puis ajouter 25ml de réactif de Wijs.
- Agiter légèrement et placer le flacon à l'obscurité pendant une heure.
- Ajouter ensuite 20 ml d'iodure de potassium à 10% avec 150 ml d'eau.
- Enfin agiter et titrer l'iode libéré avec le thiosulfate de sodium à 0,1N en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon
- Faire en parallèle un essai à blanc dans les mêmes conditions.

D.4. Expression des résultats :

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

Avec ;

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

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

N : normalité de thiosulfate de sodium.

P : prise d'essai en gramme.

E. Phosphore

E.1. Définition et principe

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

E.2. Mode opératoire

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

E.3. Expression des résultats

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

$$\text{Phosphores (\%)} = \frac{10 \cdot (A - B)}{w \cdot v} * 100$$

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

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

W : quantité de la prise d'essai.

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

F. Chlorophylle

F.1. Définition

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

F.2. Mode opératoire

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

F.3. Expression des résultats

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

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

Avec ;

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

L : la longueur de la cuve en centimètre.

4. Détermination des pertes dans les pâtes de neutralisation et les eaux de lavage :

4.1 Détermination des pertes en huile dans les pâtes pates de neutralisation

A. Définition

Ces pertes sont des pertes causées par les entraînements d'huiles dans les pâtes de neutralisation qui sont formées par le contact de la soude avec l'huile brute.

B. Principe

Cette analyse a pour but de déterminer la quantité de la matière grasse éliminée (l'huile acide) et l'acidité de la pâte.

C. Mode opératoire

Peser 80g de la pâte de neutralisation dans un bécher de 1000 ml, puis ajouter 400 ml d'eau chaude, mettre sous chauffage avec agitation en même temps on ajoute graduellement 100 ml d'éthanol, d'acide sulfurique(H_2SO_4) et de méthyle orange jusqu'à dissolution complète et décomposition avec précaution jusqu'à l'apparition d'un virage rouge. Mettre le contenu du bécher dans une ampoule à décanter de 500 ml et soutirer les eaux acides. A la fin, laver avec de l'eau salée chaude jusqu'à pH neutre des eaux de lavage, récupérer l'huile acide dans des tubes, puis centrifuger à 3000 tours/ 5minutes. Peser 5 g d'huile dans un erlenmeyer qui contient déjà 75 ml d'alcool et quelque goutte de phénolphtaléine puis chauffer, titrer avec la soude (NaOH) à 1N jusqu'à l'apparition d'une couleur rose persistant



Figure III.2 : Les étapes de la décomposition des pâtes de neutralisation

D. Expression des résultats

$$\text{Perte à la neutralisation} = C_e \cdot \text{Acidité neutralisée}$$

Avec,

C_e : Coefficient d'entraînement = 100/ Acidité des pâtes.

Acidité de la pâte neutralisée = Acidité d'huile - Acidité de l'huile lavée.

4.2 Détermination des pertes en huile dans les eaux de lavage

A. Définition

Les pertes d'huile sont des quantités d'huiles entraînées par les eaux de lavage après neutralisation.

B. Principe

Les eaux de lavage entraînent une quantité notable d'huile neutre. Des échantillons d'eau de lavage doivent être prélevés régulièrement pour un contrôle visuel de la quantité de matière grasse entraînée (après décantation naturelle, ou mieux, après centrifugation).

C. Mode opératoire

Verser un volume d'eau de lavage, dans une éprouvette de 100 ml, ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique qui favorise la séparation des deux phases et casser les émulsions, après lire le volume de l'anneau jaune qui représente la phase d'huile.

D. Expression des résultats

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

Avec,

Perte en MG (%) : Perte en matière grasse en pourcentage.

VMG : Volume en ml de la matière grasse

V Total : Volume en ml d'eau de lavage

4.3 Détermination des pertes en huile dans la terre décolorante usée

A. Définition

C'est une opération qui consiste à déterminer les pertes d'huile dans la terre décolorante après son utilisation dans l'étape de la décoloration.

B. Principe

La matière grasse entraînée dans la terre décolorante est extraite par l'hexane dans les conditions opératoires bien décrites.

C. Mode opératoire

Peser 25 g de terre usée dans une cartouche d'extraction, ensuite cette dernière est placée dans un tube d'extraction. Un ballon (séché et pesé à vide) contenant 400 ml d'hexane est

connecté à l'équipement d'extraction. Après 4 heure d'extraction, le solvant (hexane) est récupéré, ensuite le ballon est de pesé de nouveau.

D. Expression des résultats

$$\mathbf{MGET\% = (mF - mV)/P_E*100}$$

Où :

MGET % : Pourcentage de la matière grasse entraînée dans la terre usée.

P_E : Prise d'essai en g de la terre usée.

mV : Masse du ballon vide en g.

mF :Masse du ballon avec la matière grasse en g.

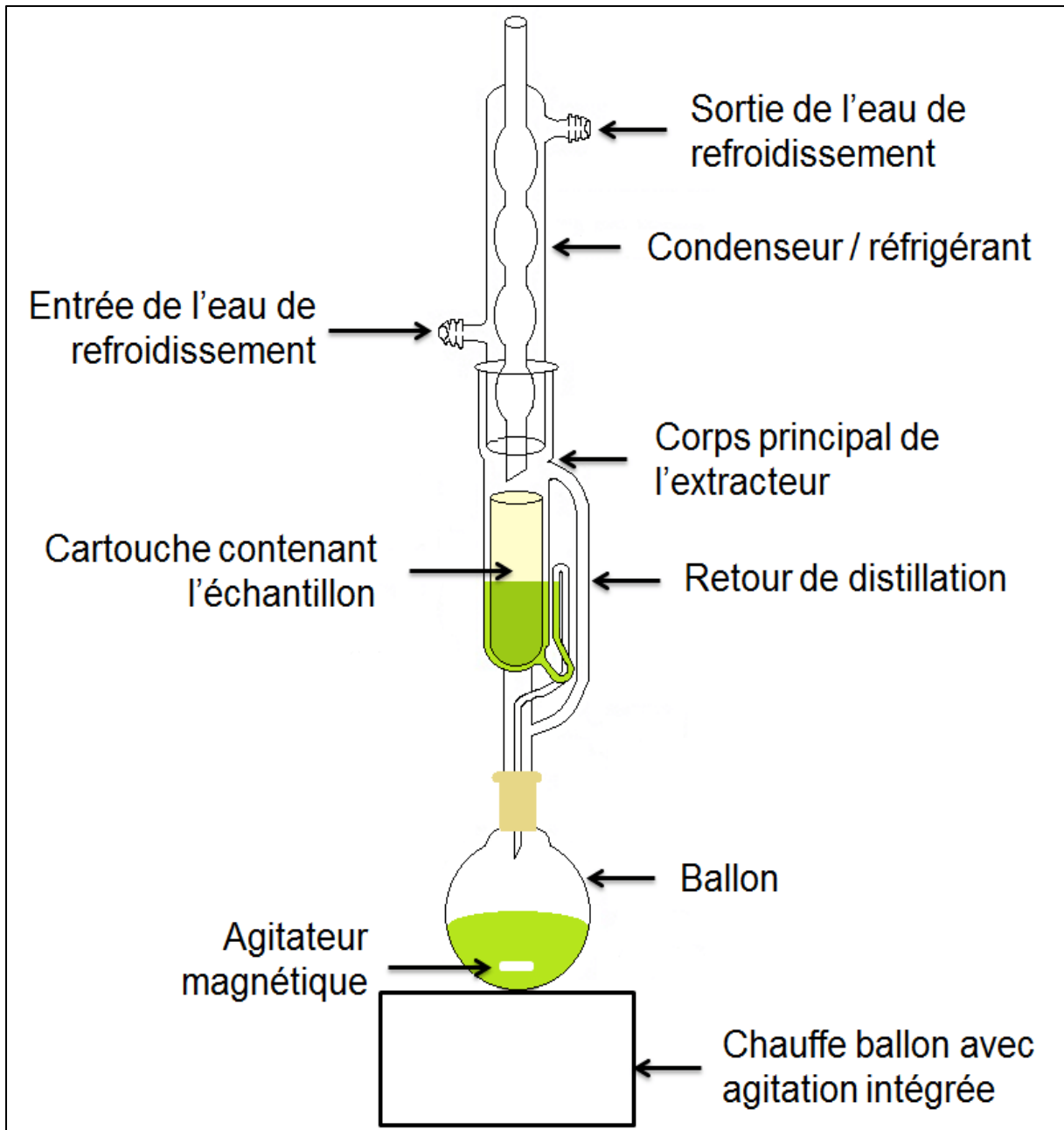


Figure III.3 : Schéma de principe d'extraction au SOHXLET

III.2 Résultats et discussions

Les huiles importées par Cevital subissent plusieurs analyses de contrôle de qualité de conformité à la réception et pendant les différentes opérations du raffinage. Les résultats de ces analyses doivent être conformes aux normes de l'entreprise et aussi aux normes de l'organisation internationale de normalisation (ISO).

1. Analyse physico-chimique de l'huile de soja brute

Les résultats des analyses physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, l'humidité, couleur, le taux d'impuretés, les phosphatides, l'indice de réfraction et la densité) effectuées sur l'huile brute de soja sont résumés dans le tableau III.2. Ces résultats montrent que ces analyses sont conformes aux normes de l'entreprise. Cela est dû au bon déroulement du procédé de trituration des graines de soja et aussi aux bonnes conditions de stockage au niveau de Cevital.

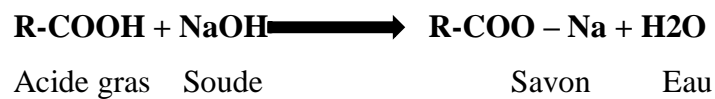
Tableau III.2 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'huile brute de Soja.

Paramètres	Essais		Moyenne	Normes
Acidité (%)	Essai 1	0,5	0,54	<2
	Essai 2	0,56		
	Essai 3	0,56		
I p (meq/Kg)	Essai 1	4,7	3,9	10 max
	Essai 2	2,5		
	Essai 3	4,5		
Humidité (%)	Essai 1	0,33	0,336	<0,5
	Essai 2	0,38		
	Essai 3	0,3		
Couleur (R, J)	Essai 1	1,4/25	R= 1,467, J=25	R=2,5 J=25
	Essai 2	1,7/25		
	Essai 3	1,3/25		
Impuretés(%)	Essai 1	0,91	0,43	<0,5
	Essai 2	0,24		
	Essai 3	0,15		
Phosphatides(%)	Essai 1	0,25	0,15	0,23
	Essai 2	0,12		
	Essai 3	0,08		
IR à 40°C	Essai 1	1,45652	1,4656	1,466-1,470
	Essai 2	1,466		
Densité à 20°C	Essai 1	0,92	0,9185	0,918-0,923
	Essai 2	0,917		

2. Analyse physico-chimique de l'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage

2.1 L'huile neutralisée

L'acidité d'une huile est un paramètre qualitatif important dans l'industrie, étant donné que la teneur en acides gras libres a un effet direct sur la stabilité de l'huile végétale [55]. En effet, l'acidification réduit la qualité et la valeur marchande de l'huile et engendre une baisse de productivité [56]. L'élimination de ces acides gras libre s'effectue au cours de l'étape de la neutralisation par l'ajout de soude caustique qui va engendrer la formation du savon suivant la réaction suivante :



En parallèle, cette réaction de saponification des acides gras libres engendre la contamination de l'huile par des traces de savon qui seront éliminés au cours du lavage.

Les résultats d'analyse de l'acidité et les traces de savon de l'huile neutralisé sont représentées dans le tableau IV.2. On constate une diminution remarquable de l'acidité de l'huile de soja au cours de la neutralisation (0,54 à 0,052%). Par contre on constate une contamination importante de l'huile par les traces de savon.

Tableau III.3 : Résultats d'analyses l'huile neutralisée.

Paramètres	Essais		Moyennes	Normes
Acidité (%)	Essai 1	0,04	0,052	0,2
	Essai 2	0,055		
	Essai 3	0,06		
Traces de savon (ppm)	Essai 1	130,3	129,6	500
	Essai 2	128,4		
	Essai 3	130,1		

2.2 Huile lavée

La présence des traces de savon importantes dans l'huile peuvent provoquer des émulsions au cours des opérations ultérieures [49]. C'est pour cela que l'huile subit un 2 lavage successif par de l'eau chaude pour éliminer ces traces de savons et la soude résultante de la

neutralisation. Les principaux résultats d'analyses de l'huile lavée sont représentés dans le tableau III.4.

Tableau III.4 : Résultats d'analyses de l'huile lavée.

Paramètres (1 Lavage)	Essais		Moyenne	Normes
Acidité (%)	Essai 1	0,08	0,06	0,2
	Essai 2	0,05		
	Essai 2	0,05		
Traces de savons (ppm)	Essai 1	83,45	84,183	200
	Essai 2	75,67		
	Essai 3	83,46		
Paramètres (2 lavage)	Essais		Moyenne	Norme
Acidité (%)	Essai 1	0,08	0,06	0,2
	Essai 2	0,05		
	Essai 3	0,05		
Traces de savon (ppm)	Essai 1	10,2	9,5	30
	Essai 2	8,9		
	Essai 3	9.4		

D'après ces résultats, On remarque une diminution importante des traces de savons dans l'huile lavée après de deuxième lavage. On constate également que le taux des traces de savons dans l'huile lavée (9,5 ppm) est beaucoup plus inférieur à la norme de l'entreprise (30 ppm). Ces résultats confirment la bonne séparation des pâtes de neutralisation et la réussite de l'étape de lavage.

2.3 Huile séchée

Le but principal de l'opération de séchage est l'élimination ou au moins la diminution des traces d'eau ou l'humidité présente dans l'huile lavée. Les résultats obtenus sont exprimés dans le tableau III.5.

Tableau III.5 : Résultats d'analyses de l'huile séchée.

Paramètres	Essais		Moyenne	Norme
Acidité (%)	Essai 1	0,06	0,056	0,2
	Essai 2	0,05		
	Essai 3	0,06		
Humidité (%)	Essai 1	0,01	0,01	0,05 max
	Essai 2	0,02		
	Essai 3	0,01		
Impuretés (%)	Essai 1	0,23	0,22	<1
	Essai 2	0,24		
	Essai 3	0,22		

D'après ces résultats, on constate un faible taux d'humidité (0,01%) ce qui confirme la réussite de l'opération de séchage. Après séchage, on constate également, une diminution du taux d'impureté car une partie d'impuretés sont éliminée avec les pâtes de neutralisation.

2.4 Huile décolorée

Dans cette étape l'huile subit une opération de décoloration qui a pour but d'élimination des pigments colorés par adsorption par la terre décolorante. Les principaux résultats d'analyse de l'huile décolorée sont regroupés dans ce tableau III.6.

D'après les résultats obtenus, on constate une diminution importante de la couleur de l'huile de (14 à 10) pour le jaune et de (1,27 à 0,92) pour le rouge, grâce au phénomène d'absorption des pigments colorés par la terre décolorante.

Tableau III.6 : Résultats d'analyses de l'huile décolorée.

Paramètres	Essais		Moyenne	Normes
Acidité (%)	Essai 1	0,07	0,068	0,2
	Essai 2	0,07		
	Essai 3	0,065		
Couleur (R, J)	Essai 1	0,87/10	R=0,92/J=10,47	R=1,2/J=12
	Essai 2	0,95/10.4		
	Essai 3	0,95/11		

2.5 Huile désodorisée

Le but de cette étape est essentiellement basé sur l'élimination des odeurs indésirables proviennent d'huile, et aussi l'élimination des matières volatiles sous l'effet de la température très élevée qui avoisine les 200 °C. Les résultats de la désodorisation de l'huile sont exprimés dans le tableau III.7. Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent qu'elles sont conformes aux normes de l'entreprise.

Tableau III.7 : Résultats d'analyses de l'huile désodorisée.

Paramètres	Essais		Moyenne	Norme
Acidité (%)	Essai 1	0,03	0,038	0,12 max
	Essai 2	0,04		
	Essai 3	0,04		
I p (meq/Kg)	Essai 1	0,6	0,5	1 max
	Essai 2	0,4		
	Essai 3	0,5		
Couleur (R, J)	Essai 1	R=0,83/J=9,2	R=0,85/J=9,2	R=1,2/ J=12
	Essai 2	R=0,88/J=9,5		
	Essai 3	R=0,85/J=8 ,9		
Impuretés (%)	Essai 1	0	0	Absence
Odeur/Gout	Caractéristique			Caractéristique
Aspect	Bon			Bon

2.6 Huile conditionnée

Après l'étape de la désodorisation, l'huile obtenu est un produit fini prêt à être consommé en toute sécurité. L'huile va directement à la section de conditionnement où elle sera mise en bouteille de 1, 2 et 5 litres. Les résultats des analyses sur l'huile conditionnée sont présentés dans ce tableau III.8.

D'après ces résultats, nous constatons que l'huile finie obtenue, répond aux normes de l'entreprise, en terme de qualité physico-chimique et cela pour la totalité des caractéristiques étudiées, avec une légère augmentation de l'indice de peroxyde par rapport à l'huile

désodorisée, qui est due au contact de l'huile avec l'oxygène dans les bacs de stockage et les circuits de remplissage, mais cette valeur reste dans la norme.

Tableau III.8 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'huile conditionnée.

Paramètres	Moyenne	Normes
Acidité (%)	0,037	0,12 max
I p (meq/Kg)	0,58	1 max
Humidité (%)	0,02	0,2
Couleur (R, J)	R=0,9/J=9,5	R=2/J=16
Impuretés (%)	0	0,05
Traces de savon (ppm)	0	0,005
Aspect	Limpide	Limpide
Gout	Spécifique	Spécifique
Odeur	Bon	Bon

3. Suivi de L'évolution de quelques paramètres physico-chimique de l'huile de soja au cours du procédé de raffinage

3.1 Evolution de l'acidité

La figure III.4 illustre l'évolution de l'acidité de l'huile de soja au cours des différentes étapes de raffinage. D'après cette figure, on constate une diminution importante de l'huile après la neutralisation, puis une légère augmentation de l'acidité après le lavage due à la décomposition des traces de savon résiduelles par l'ajout de l'acides citrique (0,1%) et libération d'acides gras libres suivant la réaction suivante :



En plus, on constate une légère augmentation de l'acidité après décoloration due à l'effet de la terre décolorante (terre décolorante activée par HCL). Enfin, on note une légère augmentation de l'acidité de l'huile désodorisée suite à l'entraînement des AGL sous l'effet de la température (230-260) et l'aspiration par le vide.

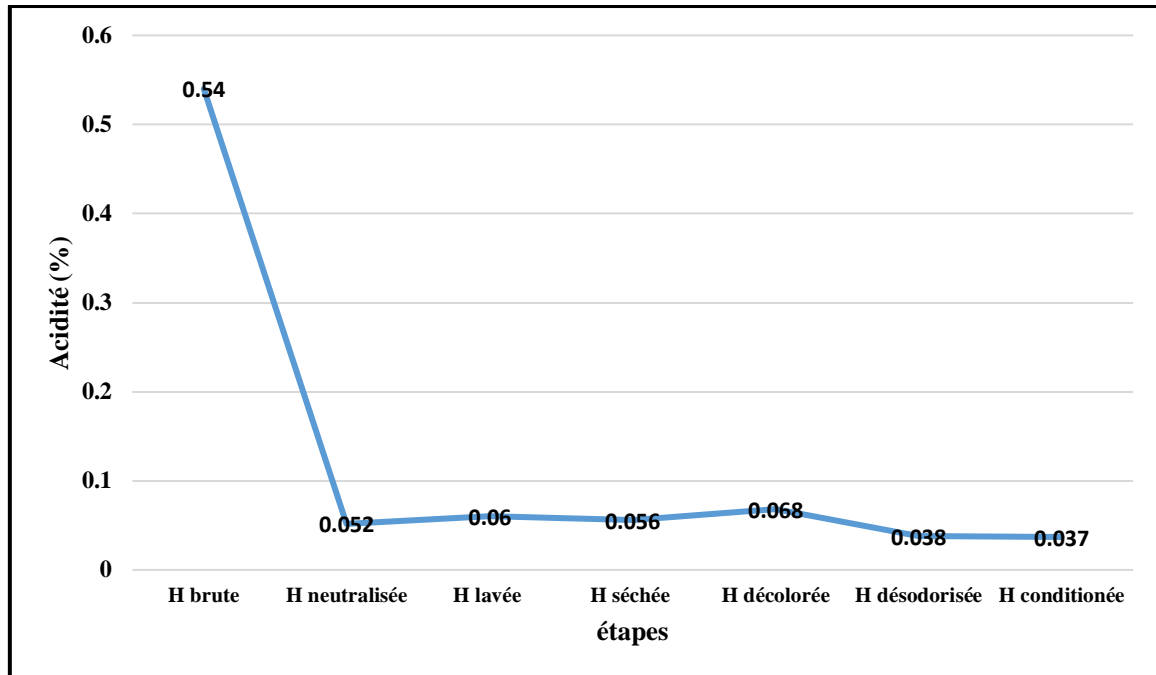


Figure III.4 : Evolution de l'acidité au cours des différentes étapes de raffinage.

3.2 Evolution des traces de savons

L'évolution des traces de savon est représentée sur la figure III.5. D'après ces résultats on constate une diminution du taux des traces de savon de l'huile neutralisée pour s'annuler totalement à la fin du raffinage.

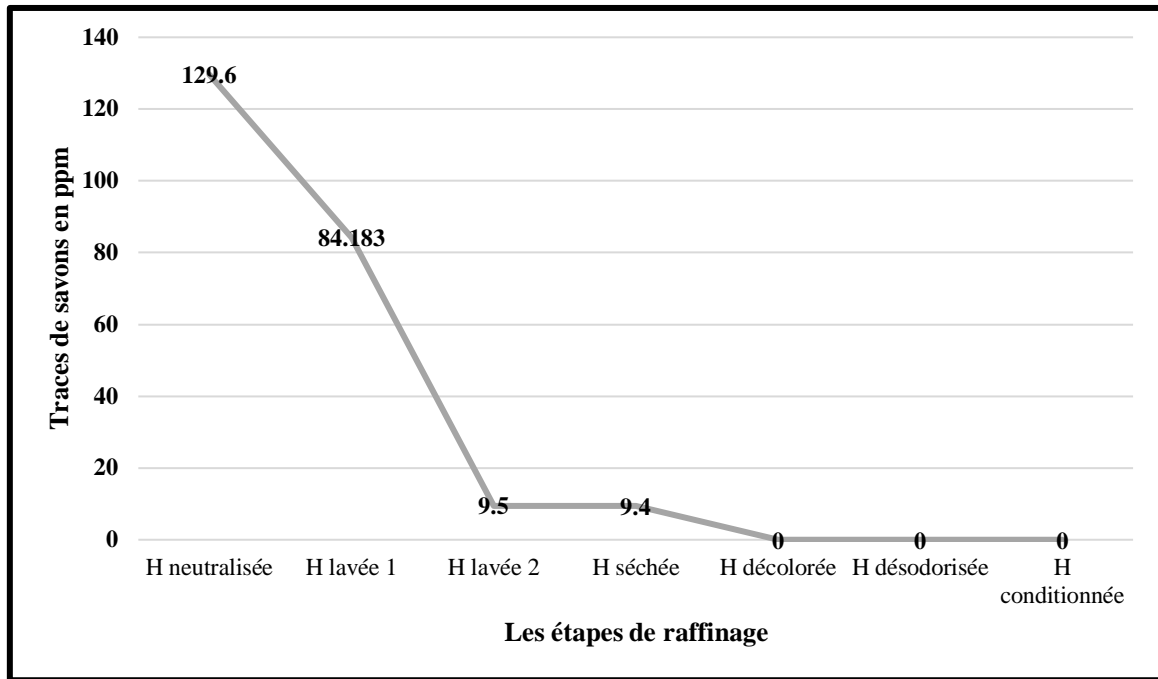


Figure III.5 : Evolution des traces de savon au cours du raffinage.

3.3 Evolution de la couleur

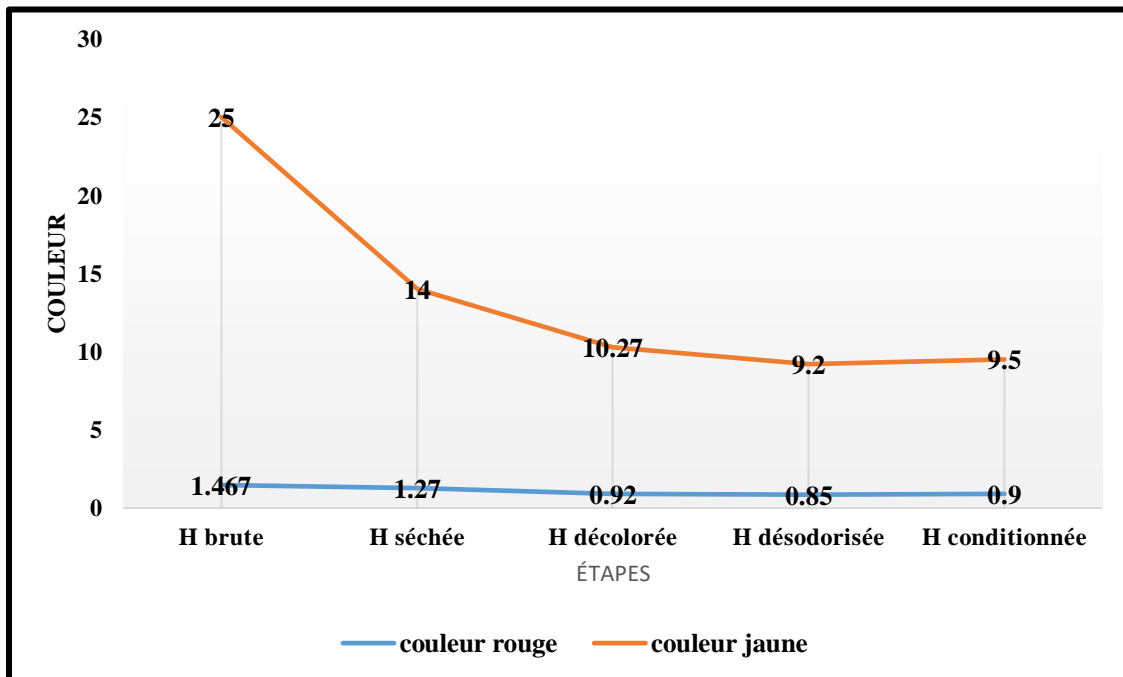


Figure III.6 : Evolution de la couleur au cours du raffinage.

D'après la figure III.6 qui illustre l'évolution de la couleur rouge et jaune de l'huile de soja au cours du raffinage, on constate une diminution progressive de la couleur au cours des différentes étapes de raffinage. Une première décoloration partielle s'observe après l'étape de démulagination et neutralisation qui permet de déduire certaines matières colorées d'origine oxydatifs, responsable de la couleur brunâtre de l'huile. Une deuxième décoloration s'effectue durant la décoloration (élimination des pigments colorés par adsorption par la terre décolorant). Enfin une dernière décoloration s'opère au cours de désodorisation suite à une décomposition thermique des pigments colorés sous l'effet de la température qui donne des substances volatile qui seront aspirées avec les AGL par le vide de la colonne de désodorisation.

4. Evaluation des pertes en huile au cours du raffinage de l'huile soja

Dans cette deuxième partie de notre travail, nous avons essayés d'évaluer les pertes en huile au cours du procédé de raffinage, particulièrement, au cours de l'étape de neutralisation, le lavage et la décoloration.

4.1 Evaluation des pertes en huile à la neutralisation

Dans cette partie, nous allons examiner l'effet de la température de la neutralisation, le temps de séparation et la concentration de la soude sur les pertes en huile au cours de la neutralisation. Notons que les pertes à la neutralisation peuvent être également prédites à partir de l'acidité des pâtes de neutralisation et le coefficient d'entraînement CE. En effet, plus l'acidité des pâtes de neutralisation est supérieurs à 50%, moins sont les pertes en huile, et plus le coefficient d'entraînement est faible moins sont pertes en huile.

A. Effet de la température de la neutralisation

D'après les figures III.7, III.8, III.9, on constate que le minimum de perte en huile (0,745%) est enregistré à la température 95°C ce qui correspond à une meilleur acidité des pâtes de neutralisation (65,46%) et un faible coefficient d'entraînement (1,53). Donc pour un minimum de perte, il nécessaire de fixer la température de la neutralisation à 95°C.

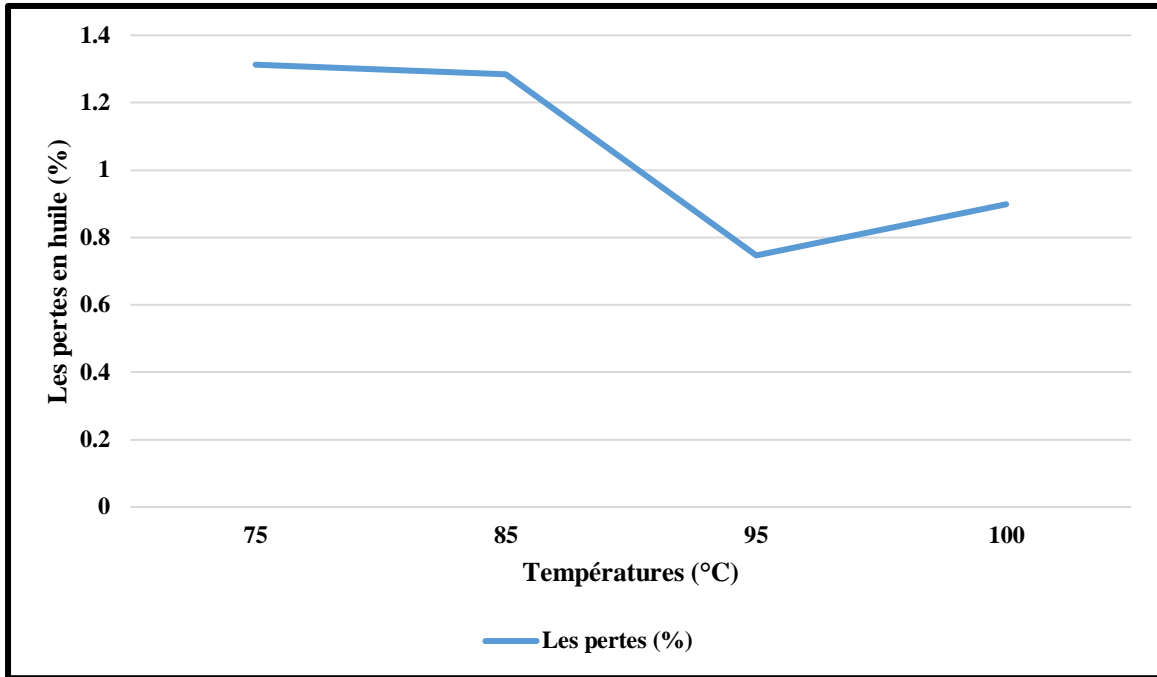


Figure III.7 : Effet de la température sur les pertes en huile.

[NAOH] :16°Be, temps de séparation : 1400 s

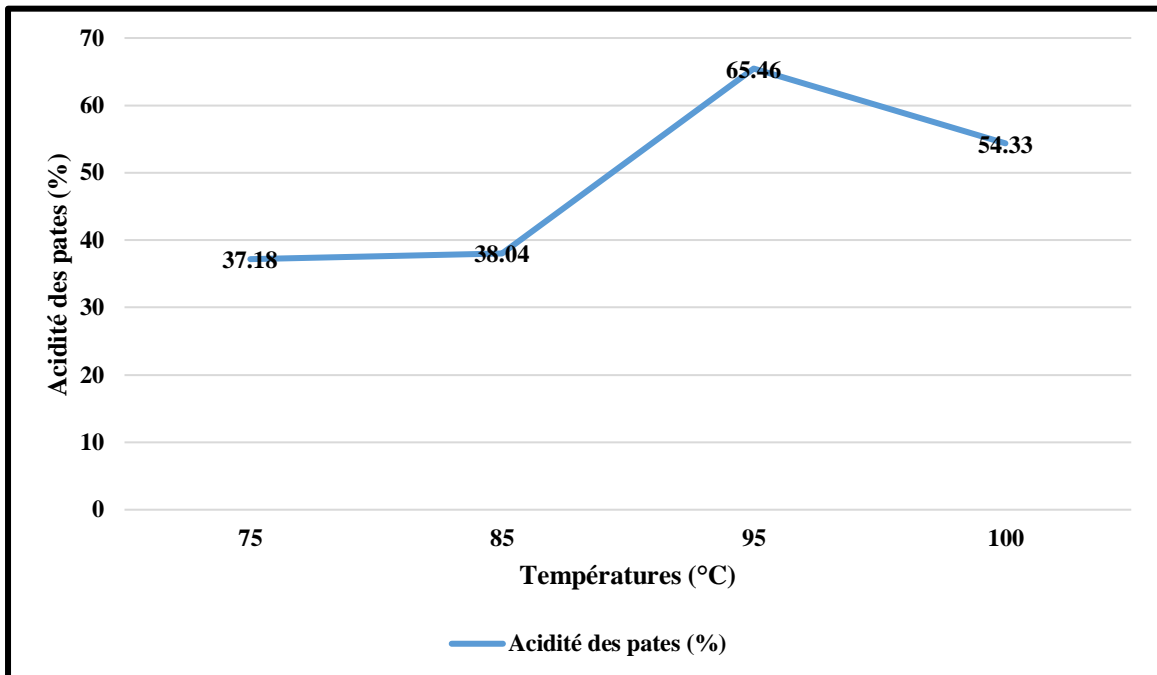


Figure III.8: Effet de la température sur l'acidité des pâtes de neutralisation :

[NAOH] :16°Be, temps de séparation : 1400 s

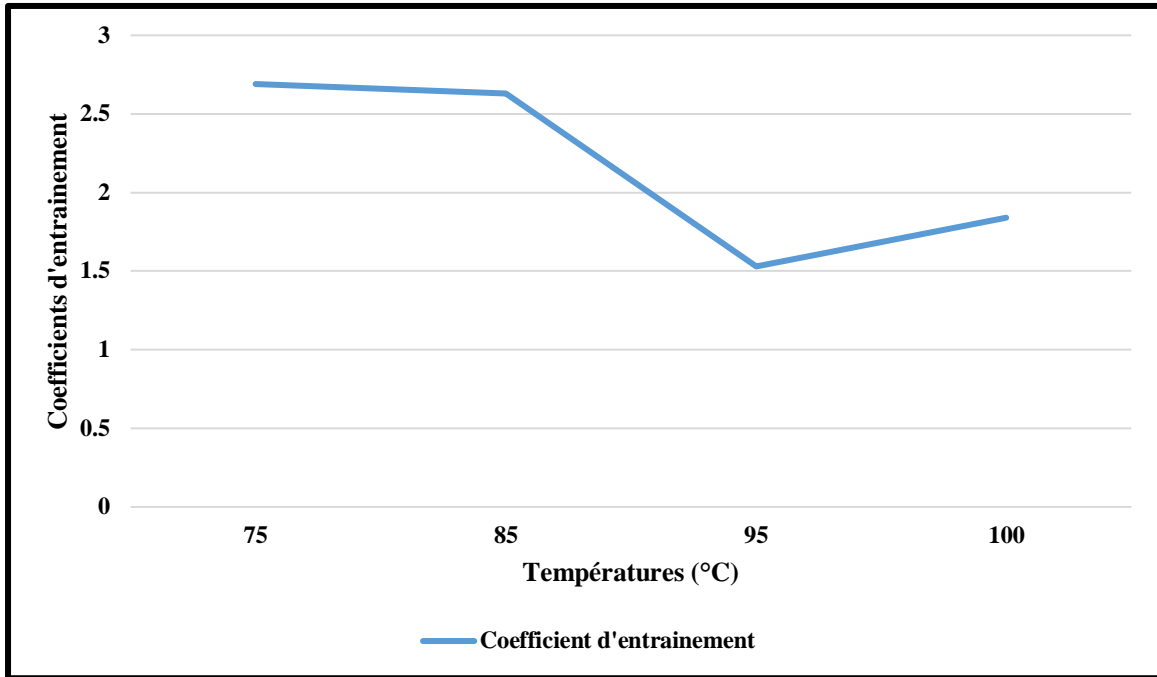


Figure III.9 : Effet de la température sur le coefficient d'entraînement.

[NAOH] : 16 °Be, temps de séparation : 1400 s

B. Effet de concentration de la soude

Les résultats obtenus montrent que le minimum de perte en huile (0,60%) est enregistré à la concentration 16 °Be (figure III.10), ce qui correspond à une meilleure acidité des pâtes de neutralisation (81%, figure III.11) et un faible coefficient d'entraînement (1,23, figure III.12). Donc pour un minimum de perte, il est nécessaire de fixer la concentration de la soude à 95°C.

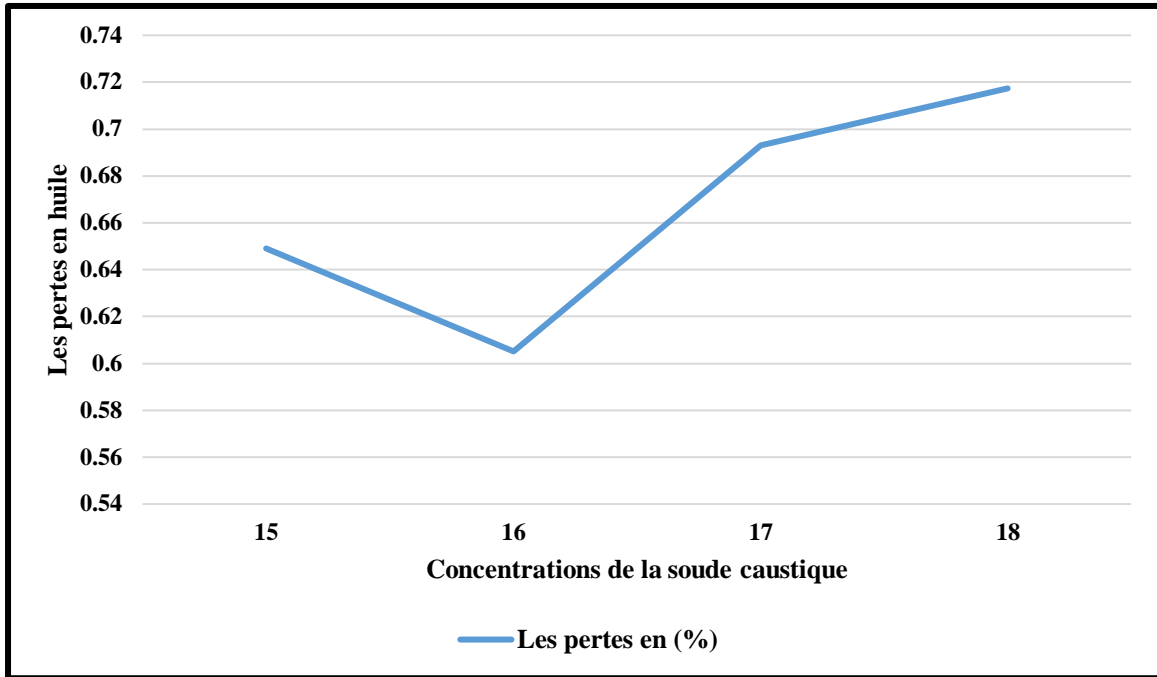


Figure III.10: Effet de la concentration sur les pertes en huile:

Temps de séparation : 1400s, T de neutralisation : 95°C

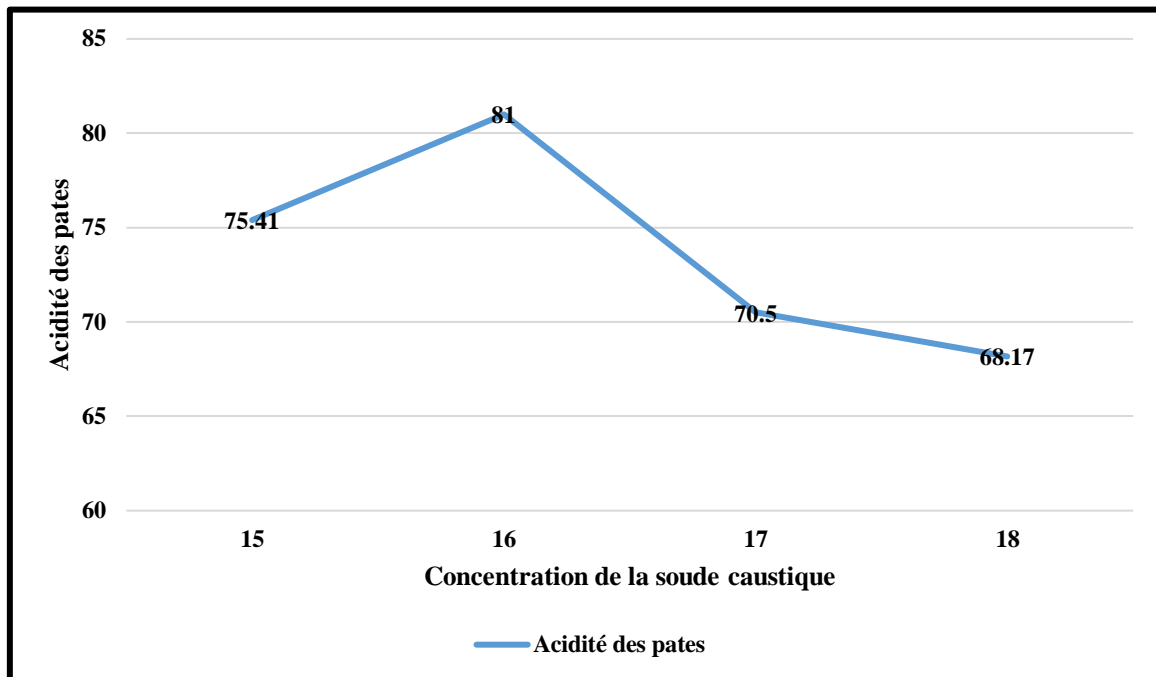


Figure III.11: Effet de la concentration de la soude sur l'acidité des pâtes de neutralisation :
Temps de séparation : 1400s, T de neutralisation : 95°C

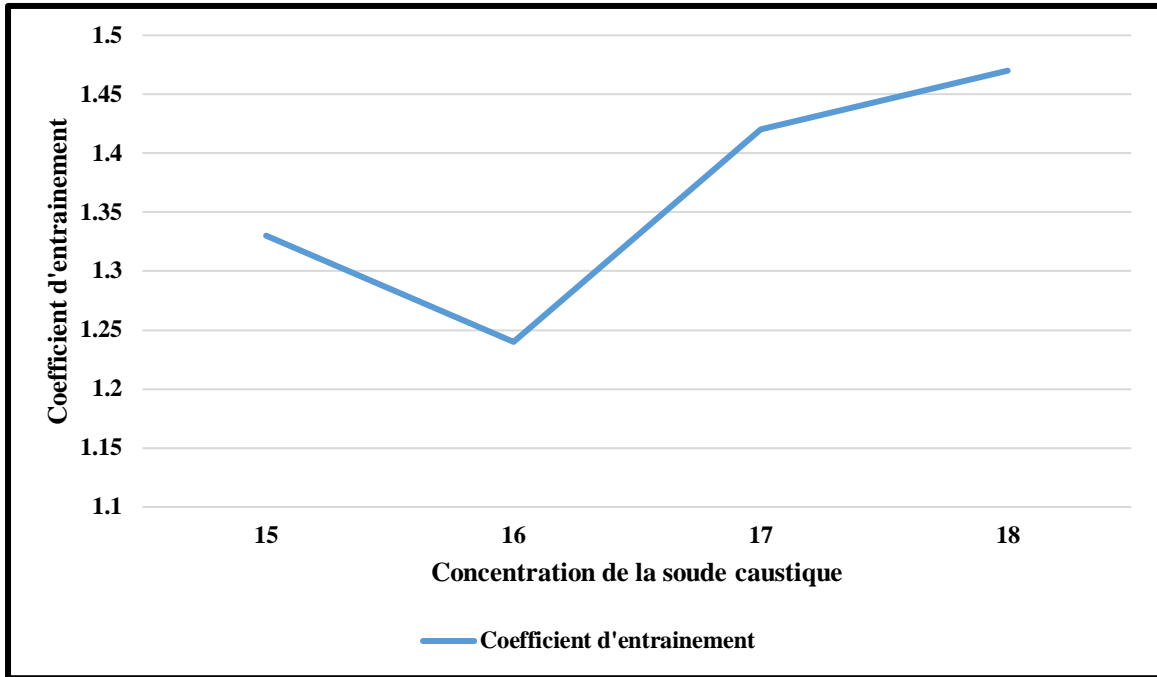


Figure III.12 : Effet de la concentration de la soude sur le coefficient d'entrainement : Temps de séparation : 1400s, T de neutralisation : 95°C

C. Effet du temps de séparation

L'effet du temps de séparation est illustré sur les figures III.13, III.14, III.15. On constate que le minimum de perte (0,74%) est observé à 900 secondes, ce qui correspond à une acidité maximale des pâtes (65,7%) et un coefficient d'entrainement de 1,52. Nous pouvons conclure que le minimum de perte est obtenu pour un temps de séparation de 900 secondes.

Donc pour réduire les pertes en huile à la neutralisation il nécessaire de fixer :

- ✓ La température de neutralisation à 95°C.
- ✓ La concentration de la soude à 16°Be.
- ✓ Le temps de séjours à 900 s.

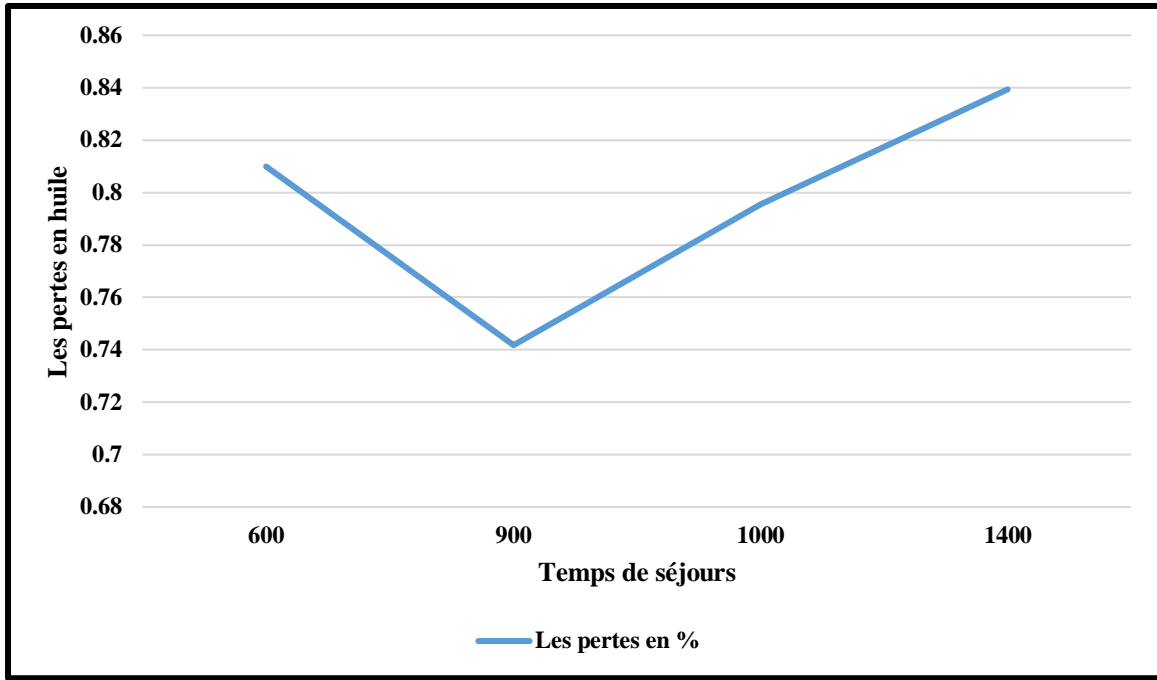


Figure III.13 : Effet de temps de séparation sur les pertes en huile :

[NAOH] : 16°Be, T de neutralisation : 95°C,

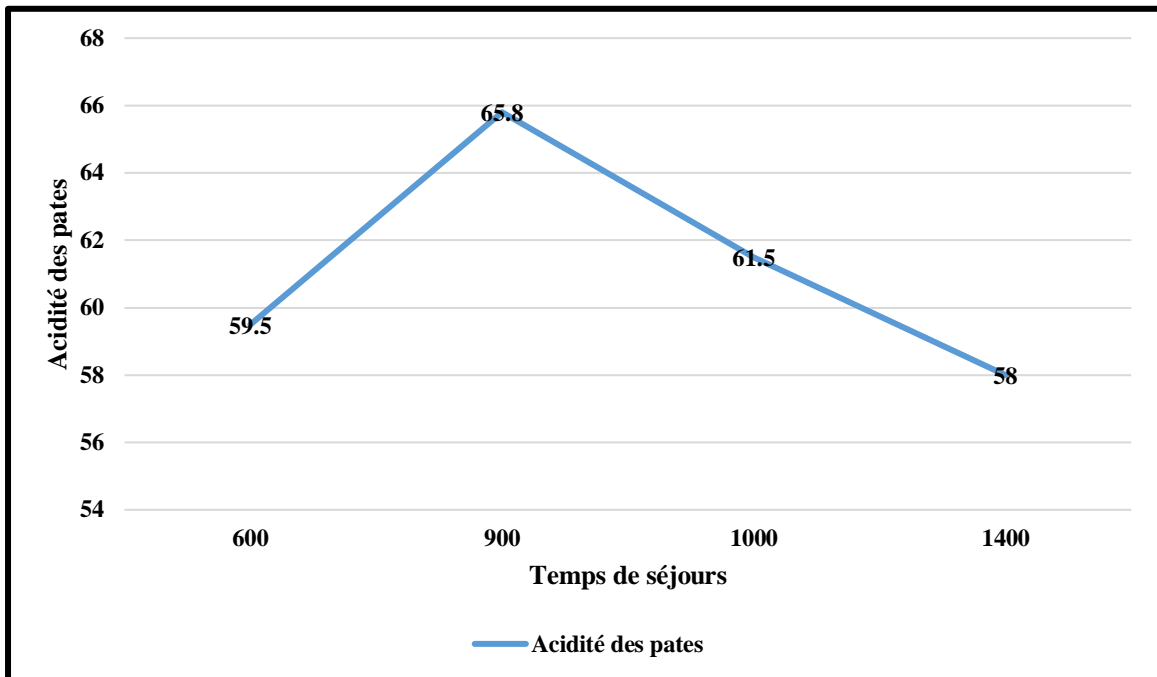


Figure III.14 : Effet de temps de séparation sur l'acidité des pâtes de neutralisation :

[NAOH] : 16°Be, T de neutralisation : 95°C,

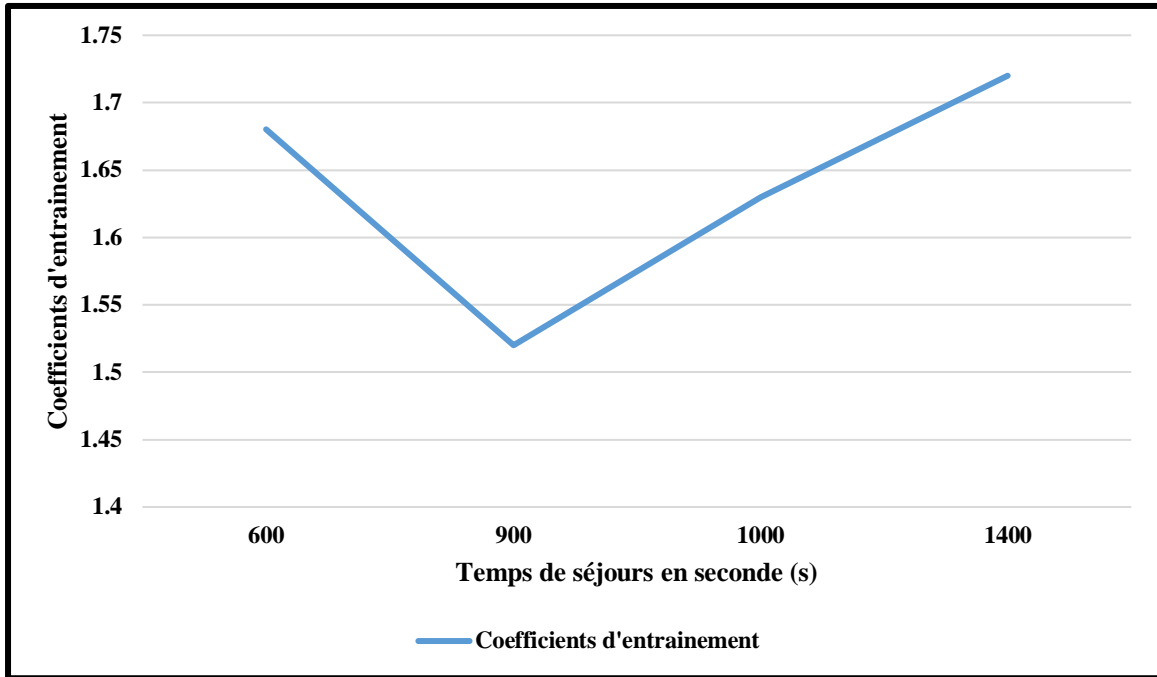


Figure III.15 : Effet de temps de séparation sur le coefficient d'entrainement :

[NAOH] : 16°Be, T de neutralisation : 95°C,

4.2 Evaluation des pertes en huile au cours du lavage

Dans cette partie de notre travail, nous avons examiné l'effet de la température des eaux de lavage sur les pertes en huile. Les résultats obtenus sont représentés sur la figure III.16.

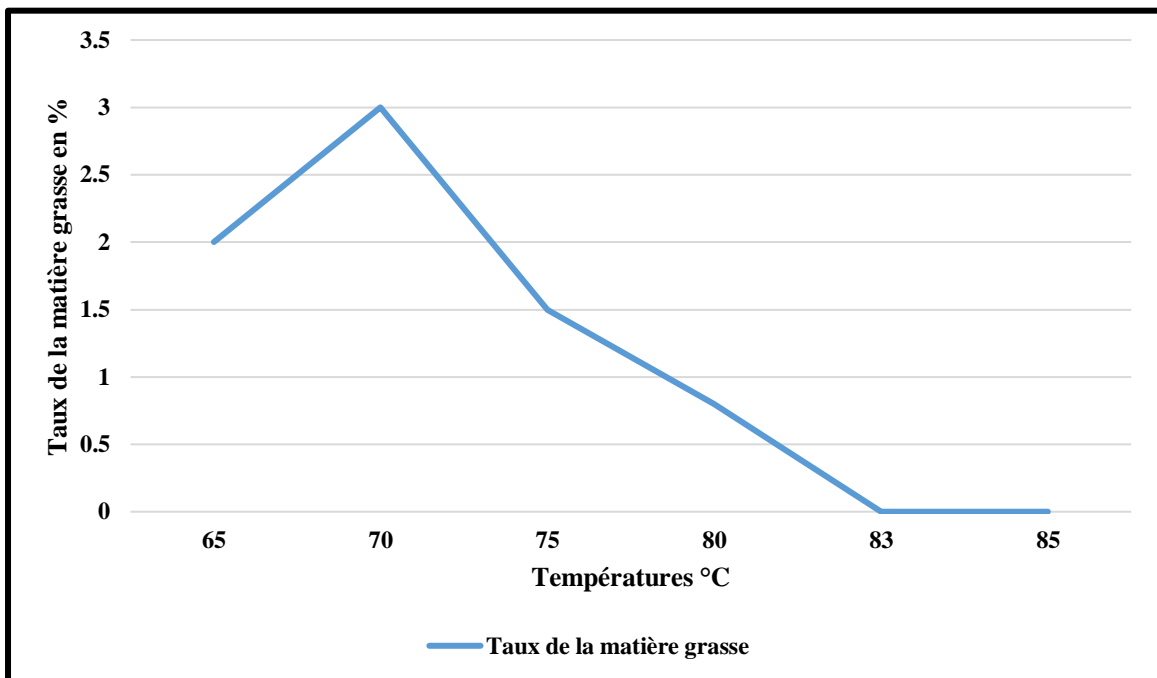


Figure III.16 : Effet de la température sur perte en huile dans les eaux de lavage.

D'après ces résultats, On remarque que les pertes en huile diminuent avec l'augmentation de la température des eaux de lavage : ces pertes s'annulent pour des températures entre 83-85°C.

4.3 Evaluation des pertes en huile à la décoloration

Dans cette partie de notre travail, nous allons examiner l'effet de l'humidité sur les pertes à la décoloration. Les résultats obtenus sont représentés sur la figure III.17.

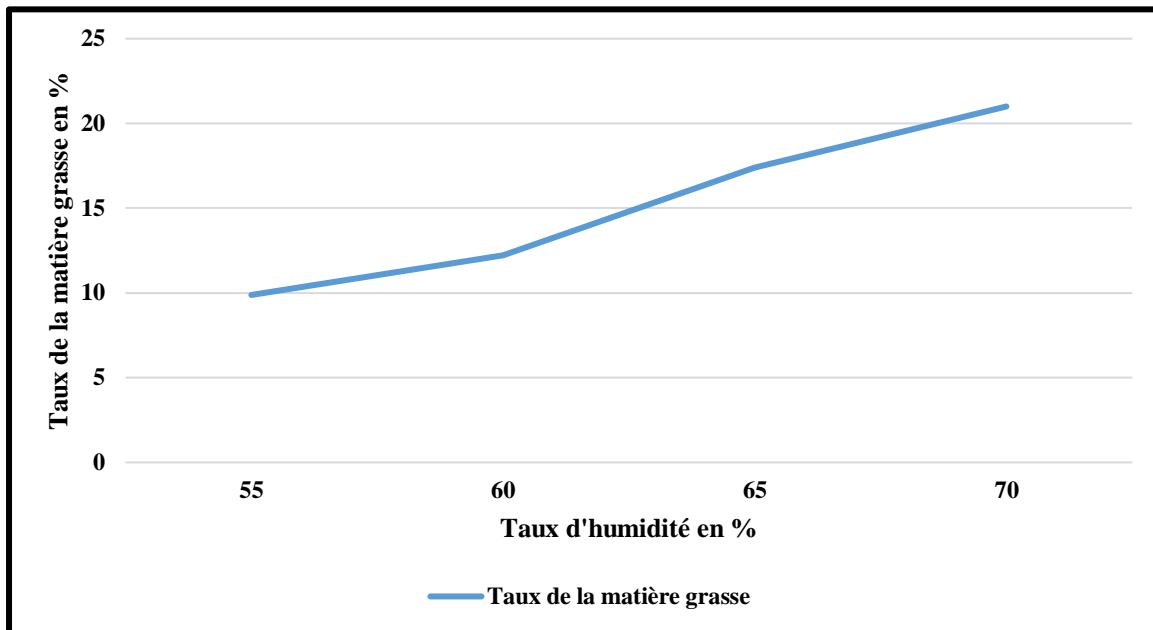


Figure III.17 : Effet de l'humidité de la terre sur les pertes à la décoloration.

On constate que les pertes dans la terre augmentent avec l'augmentation du taux humidité : ces pertes atteignent une valeur de 21% pour un taux d'humidité de 70%. Donc, pour une faible perte dans l'étape de la décoloration dans les terres usées, nous devons maintenir le taux d'humidité inférieur à 55%.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le traitement d'une huile de soja brute en vue de sa commercialisation et sa consommation se fait par élimination des substances indésirables au cours d'une succession d'étapes bien précise qui portent le nom du « processus du raffinage ». Ce dernier a pour but d'éliminer le maximum possible d'impuretés et des composés indésirables.

Le stage pratique que nous avons effectué au niveau du complexe Cevital, nous a permis :

1. D'assister au procédé de raffinage de l'huile de soja et d'effectuer des analyses physico-chimiques sur l'huile brute ainsi que sur l'huile au cours des différentes étapes de raffinage : l'huile neutralisée, lavée, séchée, décolorée, désodorisée et conditionnée. Les résultats obtenus ont montré que ces analyses (acidité, humidité, chlorophylle, phosphore, traces de savons, indice de peroxyde, indice de iode, indice de réfraction, couleur, impuretés, aspect, odeur et de goût) sont conformes aux normes de l'entreprise.
2. De suivre l'évolution de quelques paramètres (acidité, couleur, trace de savon) au cours de raffinage. Les résultats obtenus montrent le bon déroulement du procédé de raffinage.
3. D'évaluer les pertes en huile au cours de la neutralisation (dans les pâtes de neutralisation), du lavage (dans les eaux de lavage) et la décoloration (dans les terres décolorantes usées).
4. D'optimiser les paramètres influençant sur les pertes en huile au cours de la neutralisation à savoir la température de la neutralisation, la concentration de la soude et le temps de séparation. Les résultats obtenus montrent que pour minimiser les pertes d'huile autrement dit d'augmenter le rendement, il est nécessaire de fixer :
 - *La température de neutralisation à 95°C.*
 - *La concentration de la soude à 16°Be.*
 - *Le temps de séparation à 900 s.*

Enfin, le stage que nous avons effectué au niveau du complexe Cevital de Bejaia, nous a permis d'améliorer nos connaissances sur le fonctionnement des industries agro-alimentaires, particulièrement sur le raffinage des huiles et la production d'une huile stable, parfaitement agréable à la consommation et ne présentant aucun danger pour le consommateur.

Annexes

Annexes

1. Présentation du complexe Cevital

1. Historique

Le complexe industriel agroalimentaire Cevital est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, est le plus grand complexe agroalimentaire privé en Algérie et présent également à l'international et la troisième entreprise algérienne par le chiffre d'affaires créé par l'entrepreneur Issad REBRAB en 1998 (début des travaux de réalisation : 08 Mai 1998) avec une raison sociale « Société Par Actions » au capital privé de 68,760 milliards de DA.

Le complexe de production se situe au niveau du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m² et comporte un complexe de raffinage, une margarinerie et une unité de conditionnement.

2. Implantation

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

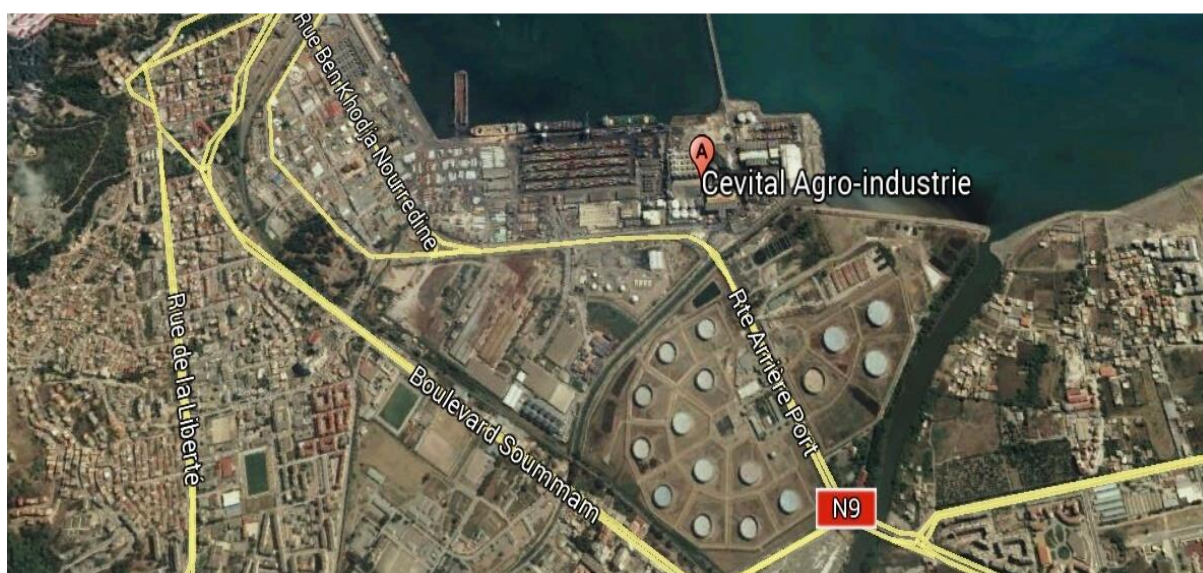


Figure 1 : Situation géographique du complexe Cevital.

3. Activités et missions

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

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

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

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

4. Présentation de la raffinerie d'huile

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

5. Approvisionnement en matière première

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

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

6. Traitement des déchets

- Décomposition de la pâte

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

➤ **Traitement des eaux**

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

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

7. Contrôle de qualité

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

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

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

Les principaux laboratoires du complexe CIVITAL sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Types de laboratoires du complexe Cevital.

Deux laboratoires pour les huiles	Laboratoire de la raffinerie : Il a pour tâche le suivi permanent du procès de raffinage par des analyses physico-chimiques.
	Laboratoire de conditionnement : Il est destiné au contrôle physico-chimique de la matière première (huile brute) à son arrivée au port et des produits finis. En réalité le contrôle se fait aux différents stades, de l'arrivée de l'huile brute jusqu'à la commercialisation de l'huile raffinée.
Un laboratoire pour la margarine	Conçu pour le contrôle physico-chimique de la margarine.

Un laboratoire pour le sucre	Il est destiné au suivi des différents paramètres physico-chimique du sucre.
Un laboratoire de microbiologie	Conçu pour l'analyse du sucre, margarine, et produits laitiers destinés à sa fabrication (crème, lait...).



Figure 2 : la terre décolorante et le charbon actif

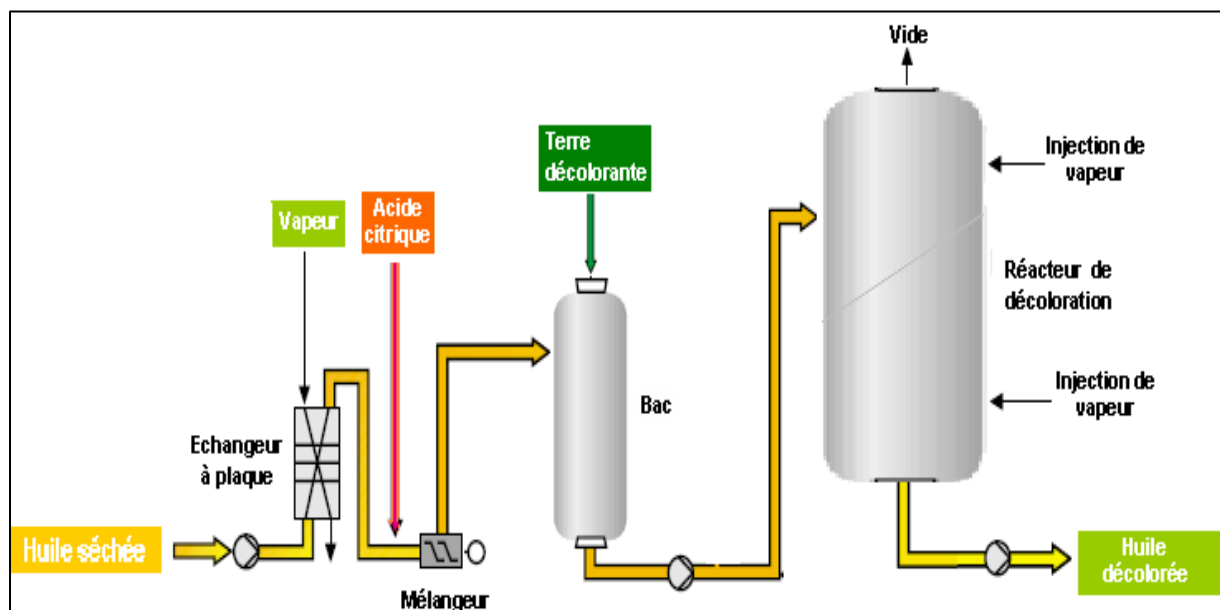


Figure 3 : les étapes de la décoloration

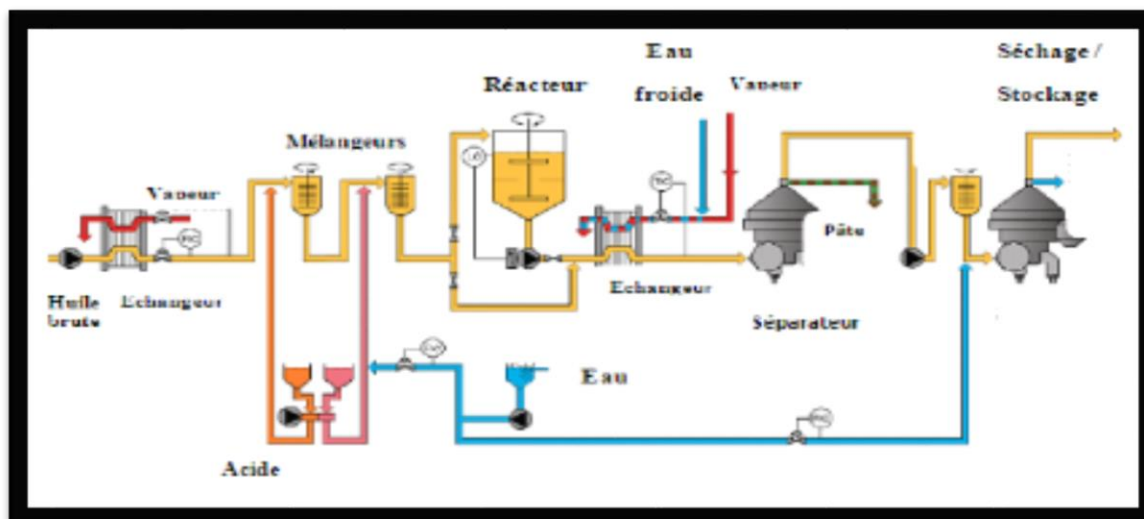


Figure 4 : Les étapes de la décomposition des pâtes de neutralisation.

Tableau 2 : la variation de l'acidité des pâtes en fonction de la température.

Températures (°C)	75	85	95	100
Acidité de la pâte (%)	37,18	38,04	65,46	54,33

Tableau 3 : la variation de l'acidité des pâtes en fonction de la concentration de la soude.

Concentration de la soude en °Be	15	16	17	18
Acidité des pâtes en %	75,41	81	70,5	68,17

Tableau 4 : la variation de l'acidité des pâtes en fonction de temps de séparation.

Le temps en (s)	600	900	1000	1400
L'acidité des pâtes	59,5	65,8	61,5	58

Tableau 5 : la variation de taux de la matière grasse en fonction de la température.

Températures (°C)	70	75	80	83	85
Taux de la matière grasse (%)	3	1,5	0,8	traces	traces

Tableau 6 : la variation de taux de la matière grasse en fonction de taux d'humidité.

Taux d'humidité (%)	55	60	65	70
Taux de la matière grasse (%)	9,88	12,23	17,38	21

Tableau 7 : les valeurs des paramètres pour des faibles pertes en huile aux différentes étapes au cours du raffinage.

Etapes	paramètres	Valeurs
Neutralisation	Température	95°C
	Temps de séjours	900 s
	Concentration de la soude	16°Be
Lavage	Température	80-85°C
Décoloration	Humidité de la terre usée	55%

Bibliographie générale

Bibliographie générale

- [1] : TRÉMOLIÈRES J, SERVILLE Y, JACQUOT R. Corps gras. In : Manuel d'alimentation humaine. Tome 2. Paris: ESF, 1984, p.221.
- [2] : Vanuxeem. M. et Vidal, D (2002). Les Corps Gras: Entre Tradition et Modernité. Gestion de la Qualité Nutritionnelle et Marketing des Produits Alimentaires.
- [3] : Erikson & Wiedermann, LH. Huile de soja: méthodes de traitement et utilisation actuelles, 1989.
- [4] : François R .1974. Les industries des corps gras : biochimie-extraction-raffinage- nuisances Et réglementation .paris : Lavoisier. 431p.
- [5] : Mohtadji-Lamballais C. (1989). Les aliments. Edition : Maloine. Paris. 203p.
- [6] : F.Poisson et L. Nacre. Corps gras alimentaires, aspects chimiques, biochimique et nutritionnels. In lipides et corps gras alimentaires. Ed.Tec et Doc, Lavoisiner, (2003).
- [7]: Couet, C. 1998: Biology of the Neonate, 74:416-429.
- [8] : Cheftel J C et Cheftel H. (1977). Introduction à la biochimie et technologie des aliments ED. Tec doc, Lavoisier, Paris, T1. 240-300,381p.
- [9] : TOUITOU Y. 2006: Biochimie : structure des glucides et lipides. P31-33-34-35.
- [10] : HUOT A.2009 : Les graisses alimentaires, origine, catégorie, rôle et conseils alimentaires : P 2-3.
- [11] : WEIL J.H. 2001 : Structure des lipides .In «Biochimie générale». Éd 9. Dunod, Paris: P 267.
- [12] : STRYER L. BERG J.M. Et TYMOCZKO J.L. 2003 : Lipides et membranes cellulaires. In «Biochimie». Éd 5, Paris : P322.
- [13] : SOULIER J. Et FARINES M.1992 : Principaux constituants chimiques des corps gras. In «Manuel des corps gras». Tome 1.Tec et Doc. Lavoisier, Paris : P95.
- [14] : HEBERT E. 1982 : Biochimie cours et exercices. Edition méral. Deug PCEM pharmacie : P 62-63.
- [15] : FOLLY P. 2000 : Catabolisme de la chlorophylle b : structure, mécanismes et synthèse. Institut de chimie organique, thèse. Doc. Science naturel. n°1287. Suisse : P 7.
- [16] : GUIGNARD J.L. 2000 : Bases de l'autotrophie végétale .In «Biochimie végétale». Éd. 2. Dunod, Paris: P8.
- [17] : MARLEN, F ET ELISABETH, V. (2001). Biochimie des aliments, édition : Doin, p. 79.
- [18] : BERRADA S. 2009 : Les lipides : structure, propriétés et applications technologiques. Académie de Montpellier : P 5.
- [19] : VILLIERE A. et GENOT C. 2006: Approche physico-chimique et sensorielle de l'oxydation des lipides en émulsions. Vol. 13. n° 2-3: P 152.

- [20] : KARLESKIND A. 1992: Propriétés chimiques des corps gras. In «Manuel des corps gras». Tome1. Tec et Doc. Lavoisier, Paris: P 329-330.
- [21] : LOUISOT, P. (1980). Biochimie générale et médicale, édition: SEPMP, p. 141-279.
- [22] : KRAUSE, M.V et HUNSCHER, M.A. (1978). Nutrition et diétothérapie, édition : HRX, Montréal : p .147.
- [23] : DILMI-BOURAS, A : (2004). Biochimie alimentaire, édition : Office des publications Universitaires : p. 36-7.
- [24] : ASIEDU J.J., (1991). La transformation des produits agricoles en zone tropicale. Ed Wageningen. Paris, France. (335P).
- [25] : NEWKIRK R., PH. D. (2010). SOJA Guide de l'industrie de l'alimentation animale. Première édition. Institut international du Canada pour le grain. 1-53p.
- [26] : RASOLOHERY C. Etude des variations de la teneur en isoflavones et de leur composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [Glycine max (L.)Merrill]. [En ligne].Thèse de doctorat : Qualité et Sécurité des Aliments. Toulouse: Institut National Polytechnique, 2007, 143p.
- [27] : VAUGHAN J.G. and GEISSLER C.A. 2009: other oil producing plants. In « Food plants ». Oxford university. New York: P 30.
- [28] : Landy P. 1938 : Le commerce et l'industrie du soja. In « Annales de Géographie ». Tome 47. n°265: P 9.
- [29] : LIPIETZ A. 2007 : Du soja et de quelques autres plantes « agro-industrielles» : P3.
- [30] : POUZET A. Sources et monographies des principaux corps gras. In : KARLESKIND A. Manuel des corps gras. Tome 1. Paris : Tec et Doc-Lavoisier, 1992, p.131.136.
- [31] : LIVERNAIS-SAETTE L. 2002 : le soja.
- [32] : COLLOMB V. et MAYOR M. 2007 : Le soja, la reine des légumineuses. Haute école de santé Genève. Filière Diététique : P 1-2-3.
- [33] : 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.
- [34] : SETH S., AGRAWAL Y.C., GHOSH P.K., JAYAS D.S. and SINGH B.P.N. 2007 : oil extraction rates of soya bean using isopropyl alcohol as solvent. Biosystems engineering. Vol. 97: P 209-210.
- [35] : ALAIS C., LINDEN G. et NICLO L. (2004). Biochimie alimentaire. Ed DUNOD. (250P).
- [36] : SETH S., AGRAWAL Y.C., GHOSH P.K., JAYAS D.S. and SINGH B.P.N. 2007 : oil extraction rates of soya bean using isopropyl alcohol as solvent. Biosystems engineering. Vol. 97: P 209-210.

- [37] : Debruyne I.(2001).Transformation et aspects industriels, technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire 6030. pp. 1 – 12
- [38] : BERK Z. 1992 : the soybean. In «Technology of production of edible flours and protein products from soybeans». FAO agricultural services bulletin. n°97.
- [39] : BUCK D.F. 1981 : Antioxydants in Soya Oil. JAOCS: P 275.
- [40] Kovari K. (2000). Physical refining of sunflower oil. OCL, N°4, vol07, p 305 -308.
- [41] François R. Les industries des corps gras. Ed Lavoisier : Paris, 1974. PP : 32-138.
- [42] Belhaine A. (2017). Thèse doctorat : synthèse de nouveaux matériaux silicates pour la dépollution des eaux. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem. Algérie. 104p.
- [43] DUMONT M. J. and NARINE S.S. 2007 : Soapstock and deodorizer distillates from north American vegetable oils review on their characterization, extraction and utilization. Food Research International. Vol. 40: P 958.
- [44] HALOUANE.S Mémoire d'évaluation des pertes en huile de soja à la neutralisation au cours du raffinage chimique au niveau de CO.G.B.Labelle(Bejaïa), 2016. p 14.
- [45] Dijkstra, A.J., 1998, Degumming revisited, Oléagineux Corps gras Lipides, 5 : 367- 370.
- [46] Campbell A. E.J. 1983. Sunflower oil. Journal of American Oil chemist's Society. 60:387392.
- [47] KAYNAK G, ERSOZ M, KARA H. Investigation of the properties of oil at the bleaching unit of an oil refinery. In: *Journal of Colloid and Interface science*, 2004, Vol.280, n°.01, p.131-138.
- [48] O'Brien R. D.(2009). Fat and oils, formulating and processing for applications. Taylor & Francis Group.pp. 8-10.
- [49] Denise J. (1992). Raffinage Des Corps Gras .In: « Manuel Des Corps Gras ». Tome 2. éd Tec et Doc-Lavoisier. Paris.pp77.
- [50] SELADJI W. Décoloration d'une huile végétale de colza par différentes terres activées. Mémoire d'ingénieur. Université de Tlemcen, 2004.
- [51] HELME J .P, 1984. Influence des techniques sur la qualité des produits alimentaires dans les industries des corps gras : p .33- 35-40-42-125.

[52]BAOUCHE.K et BENMEDDOUR.C Mémoire Evaluation des caractéristiques physicochimiques des huiles végétales (soja et tournesol) au cours du raffinage enzymatique(Cevital), 2010, p 9.

[53] Morin O et Pagès X. (2002). L'industrie des corps gras in additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. In: Multon J-L. Edition: Tec et docLavoisier. Paris, pp. 627-650.

[54] Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), 2001. La biotechnologie au service de la durabilité industrielle. France.

[55] Sadoudi R.(2014). Consequences metabolique de la consommation de l'huile de tournesol thermooxydee chez le rat blanc.These de doctorat des Sciences Agronomique.technologie alimentaire et Nutrition humain.(150p).

[56] Hubert Domonhédó., David Cros., Léfi Nodichao .,et Norbert Billotte.(2017). Corneille Ahanhanzo. Centre de Recherches Agricoles Plantes Pérennes (CRAPP). Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. BP 1 Pobè (Bénin). Enjeux et amélioration de la réduction de l'acidité dans les fruits mûrs du palmier à huile, *Elaeis guineensis* Jacq.pp.55-65.

Résumé

Résumé

La production des huiles alimentaires ne cesse d'augmenter pour répondre à l'accroissement de la demande de ces produits. L'huile de soja est surtout destinée à l'alimentation humaine. Son contenu riche en acides gras et les vitamines essentiels, contribue au bon équilibre nutritionnel de notre alimentation.

Le présent travail réalisé au niveau du complexe Cevital a pour objectif la caractérisation et le suivi de l'évolution des paramètres physicochimiques lors des différentes étapes de raffinage chimique à partir de l'huile brute jusqu'à l'huile désodorisée (acidité, humidité, indice de peroxyde, la couleur, les traces de savons,) et aussi d'évaluer les pertes d'huile au cours du raffinage. Les résultats ont montrés que pour atteindre un bon rendement d'huile, on doit contrôler trois points essentiels :

- 1- La température d'huile et le temps de séparation et la concentration de la soude caustique pour la neutralisation.*
- 2- La température au lavage.*
- 3- Le taux d'humidité de la terre usée pour la décoloration.*

Les résultats des paramètres physicochimiques obtenus sont conformes aux normes internationales, ce qui est synonyme d'un bon suivi et l'efficacité des traitements appliqués à différentes étapes de raffinage.

Mots clés : Soja, raffinage chimique, analyses physico-chimiques, les pertes en huile, acidité, les traces de savons.