

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département de: Sciences Alimentaire
Filière : Sciences Alimentaire
Option : Sciences des corps gras



Réf :.....

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

MASTER

Thème

**Etude de la stabilité de l'huile de soja au cours
des fritures répétées au niveau de CO.GB la
Belle**

Présenté par :

Nom et prénom & Nom et prénom

Soutenu le : **xx Juin 2022**

Devant le jury composé de :

M. Chikhoun Amirouche	MCA	President
Mme. Bouarroudj Khalida	MCB	Encadreur
Melle. Medouni Sonia	MCA	Examineur
M. Addar Meziane.		Invité

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Nous tenons à remercier le bon DIEU tout puissant, de nous avoir donné le courage, patience et volonté pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos meilleurs remerciements et notre profonde gratitude à notre encadreur Mme BOUAROUJ KHALIDA, d'avoir proposé et accepté de nous encadrer, et pour ces orientations, ces conseils et ces encouragements,

Mes remerciements s'adressent également et surtout à le responsable de service du raffinage M^r: ADDAR MEZIANE et toutes les personnes du laboratoire.

Pour leur remarque, leur conseil et leurs encouragements.

Mes remerciements aux membres du jury pour leur patience.

A tous ceux qui de loin ou de près ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma souveraine de mon cœur ma chère maman : qui a été toujours à mes côtés pour m'aider et m'encourager, et qui a attendu avec impatience les fruits de sa bonne éducation à la source de l'amour et de la tendresse : maman, mon soleil, ma vie, le seul véritable amour.

A mon cher père : je vous remercie pour l'éducation que vous m'avez prodigué avec tous les moyens, et au prix de tous les sacrifices que vous avez consenti à mon égard. Merci papa.

A mes très chères sœurs : Siham et Saida, je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite. Merci pour vos conseils, votre encouragement et votre soutien moral

A mes chers frères : Ali et Moussa, je vous adore infiniment que dieu vous protège pour nous.

A la petite princesse Khadidja : je te souhaite une vie pleine de joie et de réussite.

A ma binôme Ines et toute sa famille.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

AHLEM



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ma souveraine de mon cœur ma chère maman : qui a été toujours à mes côtés pour m'aider et m'encourager, et qui a attendu avec impatience les fruits de sa bonne éducation à la source de l'amour et de la tendresse : maman, mon soleil, ma vie, le seul véritable amour.

A mon cher père : je vous remercie pour l'éducation que vous m'avez prodigué avec tous les moyens, et au prix de tous les sacrifices que vous avez consenti à mon égard. Merci papa.

A mes très chères sœurs : Siham et Saida, je vous souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite. Merci pour vos conseils, votre encouragement et votre soutien moral

A mes chers frères : Ali et Moussa, je vous adore infiniment que dieu vous protège pour nous.

A la petite princesse Khadidja : je te souhaite une vie pleine de joie et de réussite.

A ma binôme Ines et toute sa famille.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

AHLEM



Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
I	Production de graine de soja en tonnes	2
II	Composition de l'huile de soja en acide gras (% en poids)	3
III	Composition en insaponifiables de l'huile de soja	4
IV	les principaux produits de dégradation des huiles de friture et leurs effets physiopathologiques.	18
V	les caractéristiques portées sur l'étiquette de l'emballage de l'huile < La Belle >	21
VI	Conditions expérimentales des essais de fritures	22
VII	Rapport frite sur volume d'huile	23

Liste des abréviations

AGL : Acide Gras Libre

AG : Acide Gras

MG : Matière grasse

C.O.G.B : Corps Gras de Bejaia.

ISO: International Standards Organization

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Ip : indice de peroxyde.

Is : indice de saponification.

IA : Indice d'acide

Ppm : Partie par million

g : Gramme

méq : Milliéquivalent.

M : Masse molaire.

T/J : Tonne par jour.

TG : Triglycéride

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Aspect général de la plante de soja et le fruit qui est une gousse qui contient les graines	1
2	Diagramme général de raffinage d' huile	8
3	Composition chimique du tubercule de pomme de terre .	12
4	Friteuse électrique et frites	13
5	Présentation des échantillons des huiles de friture à analyser .	14
6	Colorimètre Lovibond (photo originale)	18
7	Taux d'acidité des échantillons d'huiles du soja étudiés en fonction de friture	29
8	Indice de peroxyde des échantillons d'huiles du soja étudiés en fonction de nombre de friture	31
9	Détermination de la coloration des échantillons d'huiles du soja étudiés en fonction de nombre de friture	33
10	Évolution de la teneur en chlorophylle en fonction de nombre de friture	34
11	Évolution de la teneur en caroténoïdes en fonction du nombre de fritures.	35

Introduction

Introduction

Introduction

Les huiles végétales jouent un rôle essentiel dans notre alimentation. En plus de leur rôle énergétique et métabolique, ces huiles sont intéressantes grâce à leur apport en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles, elles contribuent également à la qualité organoleptique des produits, en leur apportant une texture onctueuse, crémeuse, fondante, un aspect brillant et une saveur spécifique. De plus, elles assurent des fonctions technologiques, en particulier comme moyens de transfert de chaleur en cuisson (huiles de friture), agents d'enrobage et de démoulage ou encore comme supports d'arômes et de colorants lipophiles (**Cuvelier et Maillard, 2002**).

La production mondiale des huiles végétales a atteint plus de 100 millions de tonnes dont près de 80% sont destinées à l'alimentation humaine comme les huiles de cuisine, les margarines et les produits dérivés. Ces huiles sont majoritairement extraites de quatre plantes à savoir le soja, le tournesol, le colza et le palme, et d'autres encore, extraites du coton, des noix et des olives.

En Algérie, les huiles végétales principalement les huiles de cuisine, sont en grande partie importées à l'état brut, de ce fait, elles doivent être traitées avant leur utilisation, par des traitements de purification et de raffinage, la qualité des produits obtenus dépend essentiellement de la qualité des matières premières, du procédé de fabrication, de l'emballage mais également des conditions de stockage.

L'huile de soja est l'une des matières grasses la plus consommée au monde, elle a une saveur douce et une odeur légère et agréable, sa couleur est entre le jaune pâle et le jaune orangé, c'est une huile extraite de la graine de soja par trituration. Elle constitue également une meilleure source de vitamine E connue pour ses propriétés antioxydantes (**Frenot et Vierling, 2001**). Elle est aussi utilisée dans la production du biodiesel (**Faostat, 2017**).

L'utilisation des huiles végétales pour la friture des aliments est extrêmement répandue dans les préparations culinaires, et ce au niveau ménager, restauration ainsi qu'à l'échelle industrielle.

Introduction

La friture est l'un des plus anciens procédés d'élaboration des aliments, que ce soit à la maison, ou bien dans l'industrie de la restauration qui fournit une alimentation savoureuse dans une période relativement courte.

L'étude de la valeur nutritionnelle et de la toxicité des huiles chauffées au cours des fritures est un sujet qui suscite un regain d'intérêt par de nombreux chercheurs. Les altérations que subissent les huiles au cours de la friture se traduisent par une modification des caractéristiques organoleptiques et une diminution de la valeur nutritionnelle, dont on peut craindre la toxicité pour l'organisme humain.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail, qui porte sur l'étude de la stabilité de l'huile de table (La Belle), en évaluant les caractéristiques physicochimiques de cette huile suite aux fritures répétées.

La première partie de ce manuscrit consiste en une synthèse bibliographique sur le Soja, la friture ainsi que l'altération des huiles, la deuxième partie est consacrée à l'expérimentation, où les indices de qualité de l'huile, le dosage des pigments ainsi que la détermination de la couleur ont été réalisés sur les dix échantillons d'huile de soja au cours des dix fritures effectuées.

Table de matière

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale 01

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Généralité sur Le Soja

<i>I.1. Structure et caractéristique du Soja</i>	03
<i>I.2. Composition de la graine</i>	03
<i>I.3. Production mondiale</i>	04
<i>I.4. L'huile de soja</i>	04
<i>I.4.1. Composition chimique de l'huile de soja</i>	05
<i>I.5. Technologie d'obtention de l'huile de soja brute</i>	06
<i>I.5.1. Nettoyage</i>	06
<i>I.5.2. Séchage des graines</i>	07
<i>I.5.3. Le décorticage</i>	07
<i>I.5.4. Aplatissage</i>	08
<i>I.5.5. Extraction</i>	08
<i>I.5.6. Séchage de l'huile</i>	08
<i>I.6. Raffinage de l'huile</i>	09
<i>I.6.1. Définition de raffinage</i>	09
<i>I.6.2. But de raffinage</i>	09
<i>I.6.3. Étapes de raffinage</i>	10
<i>I.6.3.1. Dégommeage</i>	10
<i>I.6.3.2. Neutralisation</i>	10
<i>I.6.3.3. Lavage</i>	11
<i>I.6.3.4. Séchage</i>	11

<i>I.6.3.5. Décoloration</i>	<i>11</i>
<i>I.6.3.6. Désodorisation</i>	<i>11</i>

Chapitre II : Friture et Altération des huiles

<i>II.1. Définition de la friture</i>	<i>12</i>
<i>II.1.1. Types de friture</i>	<i>12</i>
<i>II.2. Intérêts de la friture</i>	<i>12</i>
<i>II.3. Choix des huiles de friture</i>	<i>13</i>
<i>II.4. Procédés de friture</i>	<i>13</i>
<i>II.4.1. Traitements pré friture</i>	<i>13</i>
<i>II.4.2. Au cours de la friture</i>	<i>13</i>
<i>II.4.3. Traitement post-friture</i>	<i>14</i>
<i>II.5. Conséquences des fritures sur les propriétés des corps gras</i>	<i>14</i>
<i>II.5.1. Modification au sein de l'aliment</i>	<i>14</i>
<i>II.5.2. Modification au sein de l'huile</i>	<i>15</i>
<i>II.6. Altération des huiles végétales</i>	<i>15</i>
<i>II.6.1. Produits de dégradation des huiles de friture</i>	<i>16</i>
<i>II.6.1.1. Composés Volatils</i>	<i>16</i>
<i>II.6.1.2. Composés non volatils</i>	<i>16</i>
<i>II.6.1.3. Composés polaires</i>	<i>16</i>
<i>II.6.1.4. Les composés non polaires</i>	<i>16</i>
<i>II.6.2. Effets physiopathologique des produits de dégradation des huiles de friture</i>	<i>17</i>
<i>II.6.2.1. Effets sur les maladies cardiovasculaires</i>	<i>17</i>
<i>II.6.2.2. Effets sur le foie et les reins</i>	<i>17</i>
<i>II.6.2.3 Effets sur la mortalité</i>	<i>18</i>

Etude Expérimentales

Matériel et méthodes

I. Présentation du complexe « CO.G.B » la Belle	19
I.1. Les activités de l'entreprise	20
I.2. Potentiel de production	21
I.3. Les principaux produits de l'entreprise	21
II. Objectif de l'étude	22
II.1. Conduite expérimentale	22
II.2. Choix de l'huile	22
II.3. Choix de l'aliment à frire	22
II.4. Procédure de friture	23
II.5. Échantillonnage	24
III. Méthodes d'analyses physico-chimiques	25
III.1. Détermination de l'acidité	25
III.2. Détermination de l'indice de peroxyde	26
III.3. Détermination de la couleur	28
III.4. Analyses des pigments colorées	29
III.4.1. Détermination de chlorophylle	29
III.4.2. Détermination de la β- carotène	29

Résultats et discussions

I. Détermination de l'acidité	31
II. Détermination de l'indice de peroxyde indice physique	32
III. Détermination de la couleur	33
IV.4. Analyses des pigments colorées	35
IV.4.1. Chlorophylle	35
IV.4.2. β- carotène	36
<i>Conclusion et perspective</i>	37
<i>Références bibliographique</i>	
<i>Annexe</i>	
<i>Résumé</i>	

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

Généralité sur Le Soja



I.1. Structure et caractéristique de soja

Le soja (*Glycina max*) est une plante largement cultivée pour ses graines oléagineuses qui fournissent la principale huile alimentaire consommée dans le monde (**Livernais-Saettel, 2002**). D'origine asiatique, le soja est utilisé dans l'alimentation humaine depuis plus de trois millénaires sous forme de produits traditionnels (tonyu, tofu), la culture du soja s'est développée en Amérique (États Unis, Brésil, Argentine...) et plus récemment en Europe (**Chevalier et al., 2016**).

Le soja est une plante annuelle de la grande famille des légumineuses (figure 1), ces fleurs, en forme de papillon sont petites de couleur mauve, insérées près de la tige. A l'issue de la floraison et de la nouaison, se développe une gousse contenant, selon les cultivars, entre une et quatre graines. Comme chez les autres légumineuses, la graine se compose essentiellement d'une enveloppe lisse (la coque) et d'un embryon, sa forme varie de sphérique à allongée et plate selon les cultivars (Berk, 1993), sa taille et son poids oscillent généralement entre 5 et 10 mm de diamètre et entre 50 et 400 mg respectivement selon les variétés (**Pouzet, 1992**).

Les graines de soja renferme une grande quantité des protéines, de glucides, de lipides, de vitamines A et B, de potassium, de calcium, de magnésium, de zinc et de fer (**Pouzet, 1992**).



Figure 01: Aspect général de la plante de soja et le fruit (Escalante-ten et Maiga, 2012).

I.2. Composition de la graine

Les graines de soja sont particulièrement riches en protéines (30 à 40%) qui fournissent tous les acides aminés essentiels. C'est en effet l'une des graines la plus riche en protéines du monde végétal, et ses protéines sont pratiquement les seules du règne végétal à pouvoir se comparer aux protéines animales (**Labat, 2013**). Par ailleurs, la graine de soja renferme des lipides (22%), caractérisés par l'absence de cholestérol, avec un faible apport en acides gras saturés (15 % des acides gras totaux), et une majorité d'acides gras insaturés (85 % des acides gras totaux, dont 7 %

d'acides gras polyinsaturés oméga-3. Enfin, la graine de soja est une source de fibres (environ 20%), et apporte des quantités intéressantes de minéraux tel que le potassium et le fer avec des teneurs respectives de 515 mg/100 g et de 5,4 mg/100 g ainsi que des vitamines du groupe B et la vitamine E (Boislève 2010 ; Chevalier *et al.*, 2016).

En plus de ces composés, les graines renferment des teneurs notable en soflavones, des polyphénols a propriétés antioxydantes et phyto-hormonales (Boislève 2010).

I.3. Production mondiale

La Chine a été le plus grand producteur et exportateur de soja au monde au cours de la première moitié du 20ème siècle (Qiu et Chang., 2010), ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale "les années 50" que la culture du soja à grande échelle a commencé aux États-Unis. Aujourd'hui, le Midwest des États-Unis produit environ la moitié de l'offre mondiale de soja (Garden-Robinson et Ericson., 2006). De nos jours, le soja est largement cultivé dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde entier (Brink et Belay., 2006).

Tableau I: Production de graine de soja en tonnes (Source FAOSTAT (FAO))

Pays	2014	2016	2017
Etats-unis	106 877 870	116 920 300	119 518 490
Brésil	86 760 520	96 394 820	114 599 168
Argentine	53 397 715	58 799 258	54 971 626
Chine	12 155 173	12 791 955	13 152 688
Inde	10 374 000	13 159 000	10 981 000
Paraguay	9 975 000	9 163 030	10 478 000
Union européenne	1 859 126	2 473 742	2 667 769
Monde	306 207 046	38 508 753	352 643 548

I.4. Huile de soja

L'huile de soja est fluide et d'un jaune plus ou moins foncé suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Fraîche, elle a une saveur assez prononcée de haricot qui s'atténue peu à peu. C'est une huile 100 % végétale, riche en acides gras polyinsaturés (AGPI) et notamment en acide gras essentiel (AGE), tel l'acide α -linoléinique et pauvre en cholestérol, c'est une bonne source de

vitamine, elle est naturellement protégée de l'oxydation par la vitamine (E) qu'elle contient (Poisson et Nacre, 2003). Elle est recommandée pour les assaisonnements (Cossut *et al.*, 2002).

I.4.1. Composition chimique de l'huile de Soja

a) En Acide gras

L'huile de soja est une huile très digeste de grande qualité, elle renferme les vitamines A, E, K et les phytostérols (Labat, 2013). Elle est pauvre en acides gras mono-insaturés et saturés, elle se caractérise par sa richesse en acides gras polyinsaturés totalisant 54 à 72% des lipides totaux (Lecerf, 2011). Parmi ces acides gras polyinsaturés, l'acide linoléique (ω_6) et α -linoléique (ω_3) qui font partie des principaux acides gras essentiels pour l'organisme (Ward et Singh, 2005). La composition moyenne de l'huile de soja en acides gras est illustrée dans le Tableau I.

Tableau II: Composition de l'huile de soja en acide gras (% en poids) (Claude, 2012)

Acide Gras	% en poids
Acide palmitique 16 :0	8-13
Acide stéarique 18 :0	2-5
Acide oléique 18 :1 (n-9)	17-26
Acide linoléique 18 :2 (n-6)	50-62
Acide linoléique 18 :3 (n-3)	4-10
Acide arachidique 20:0	< 1

b) En Insaponifiables

La partie insaponifiable de l'huile de soja représente 1,6 % dans l'huile brute et entre 0,6 à 0,7% dans l'huile raffinée. Elle se compose essentiellement de stérols et de tocophérols (tableau II) avec des valeurs respectives comprises entre 250-418 mg/100 d'huile et 80-167 mg/100g d'huile (Karleskind, 1992).

Les phosphatides se présentent dans l'huile sous deux formes : Hydratables, ces formes contiennent un groupe fortement polaire, ce sont en particulier la phosphatidylcholine et la phosphatidyléthanolamine (Juan et Rodriguez, 1999), et Non hydratables, ce sont des sels de

calcium et de magnésium des acides phosphatidiques et des phosphatidylinositols (Debruynne, 2001).

Tableau III: Composition en insaponifiables de l'huile de soja (Pouzet, 1992)

Insaponifiables : 0.5-1.6%			
Stérol (en mg/100 g)	250-418	Tocophérols (en mg/100g)	80-167
Composition des stérols : (en % des stérols totaux)		Composition des tocophérols : (en % des tocophérols totaux)	
Cholestérol	0	Alpha tocophérol	5-10
Brassicastérol	-	Beta tocophérol	2-3
Campestérol	19-23	Gamma tocophérol	44-6
Stigmastérol	17-19	Delta tocophérol	30-43
B Sitostérol	47-59	Tocotriénols	-
$\Delta 5$ Avenastérol	2-4		
$\Delta 7$ stigmastérol	1-3		
$\Delta 7$ Avenastérol	1-2		
Ergostérol	<3	Alccols triterpéniques (en mg/100 g)	

I.5. Technologie d'obtention de l'huile de Soja brute

Les graines de Soja sont transformées en huile de soja et en tourteaux par trituration, ces produits sont destinés essentiellement pour l'alimentation du bétail. Le traitement des graines de soja qui sont dites pauvres en huile (15 -20 %) passe par plusieurs étapes a savoir : le nettoyage, séchage des graine, maturation, décorticage, aplatissage, extraction et séchage de l'huile (Laisney, 1992)

I.5.1. Nettoyage

Les graines sont soit stockées par l'agriculteur à la ferme, soit transportées aux silos de l'usine, la tâche la plus dure consiste à transporter la récolte d'un lieu de stockage à un autre sans trop nuire à l'état de la graine. Les graines doivent être bien nettoyées, elles subissent d'abord un dépoussiérage par un courant d'air. Puis le nettoyage se poursuit par un tamisage et un passage sur des électroaimants (**Mohtadji- Lamballais, 1989 ; Mustapha et Stauffer, 2002**).

I.5.2. Séchage des graines

Il est indispensable que la partie non grasse ne comporte pas une humidité atteignant 15 %. Un séchage est aussi nécessaire pour le décortilage. Pour le soja, on sèche à niveau de 10 % puis la graine séchée est stockée dans un silo où elle séjourne 1 à 3 jours. Sans cette maturation qui permet l'équilibrage de l'humidité, les coques se séparent mal au décortilage (**Laisney, 1992**).

I.5.3. Décortilage

L'intérêt principal de cette étape est de faciliter les traitements ultérieurs, elle permet également d'éliminer les matières sans valeur pour l'alimentation animale. Le décortilage sera réalisé en fonction de la matière protéique et de l'huile contenue dans la graine pour arriver à avoir un tourteau de 44, 48 ou 50 % de matières PROFAT (Protéin Fat, Protéines + matières grasses). Pour le soja, la coque se sépare facilement, l'amande et la coque constituent des mélanges qu'il faudra dissocier avec des tamis. Le concassage grossier se fait sur des concasseurs à 4 cylindres cannelés (**Laisney, 1992**).

I.5.4. Aplatissage

Le concassage est suivi d'un aplatissage sur cylindres lisses. Une température de 65°C est nécessaire pour avoir l'état thermoplastique indispensable pour fournir des flocons qui ne s'effritent pas. Cette température servira d'ailleurs de source de chaleur pour l'extracteur qui doit travailler à plus de 52°C pour des raisons de sécurité mais également pour optimiser l'extraction qui est meilleure à chaud qu'à froid (**Laisney, 1992**).

I.5.5.Extraction

L'extraction de l'huile est effectuée en premier lieu par pression et ensuite au moyen de solvants. La matière première est pressée dans des presses à vis, en continu, et l'on obtient d'une part l'huile brute et d'autre part un résidu solide ou tourteau qui contient encore 10 à 20 % d'huile. Le tourteau subit ensuite une extraction au moyen d'un solvant (l'hexane). Le tourteau préalablement broyé, et le solvant circulent à contre-courant dans l'extracteur. Le mélange solvant-huile ainsi obtenu est débarrassé du solvant par distillation. Le tourteau déshuilé, qui ne contient plus que 1 % d'huile est imprégné aussi de solvant qui sera éliminé par chauffage. Le solvant est récupéré pour de nouvelles utilisations et les tourteaux sont utilisés pour l'alimentation animale (**Mohtadji-Lamballais, 1989**).

I.5.6. Séchage de l'huile

Il est souhaitable de sécher l'huile pour avoir moins de 0,1 % d'humidité, il se fait toujours par pulvérisation de l'huile chauffée à 80 - 90°C dans une enceinte sous un vide de l'ordre de 50 mm de mercure (Laisney, 1992). Les moyens employés pour le séchage et le stockage des graines, ainsi que les procédés de trituration sont susceptibles d'introduire dans les corps gras bruts des substances contaminantes qu'il faudra éliminer afin d'obtenir un aliment conforme à la réglementation relative aux produits alimentaires destinés à la consommation (Denise, 1992).

I.6. Raffinage de l'huile**I.6.1 Définition du raffinage**

Le raffinage consiste à faire subir à l'huile un certain nombre de traitements pour le transformer en un produit commercial, tant par son aspect que par ses qualités organoleptiques (**Denise, 1992**).

Le raffinage permet d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et la stabilité des corps gras alimentaires. Il comprend une série d'opérations ayant pour objectif l'élimination des composés indésirables, responsables des goûts, des odeurs spécifiques des huiles brutes et de leur mauvaise conservation (**Xavier et al., 2010**).

I.6.2. But et étapes du raffinage

L'objectif principal du raffinage d'une huile est de réduire son contenu en éléments mineurs non triglycéridique (phospholipides, métaux, acides gras libres, savons, pigments, produit d'oxydation...) qui ont un effet néfaste sur sa qualité en terme de stabilité oxydative. Il convient par ailleurs de ne pas endommager la fraction triglycéridique et de conserver un maximum de constituants reconnus comme bénéfiques (tocophérols, stérols etc.) (**Bauer et al., 2010**).

Le processus de raffinage est une suite d'opérations qui comprend essentiellement les étapes schématisées dans la **Figure 03**

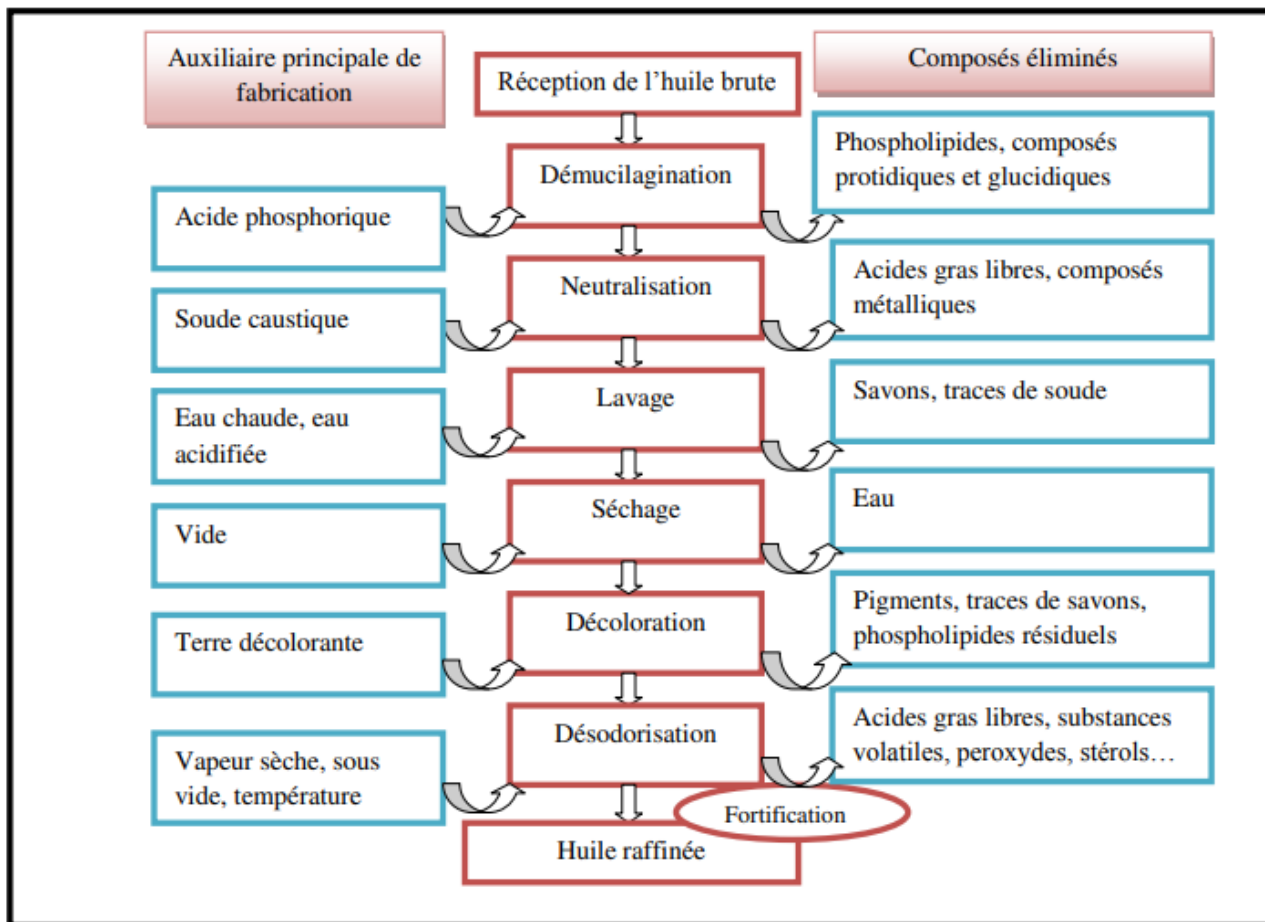


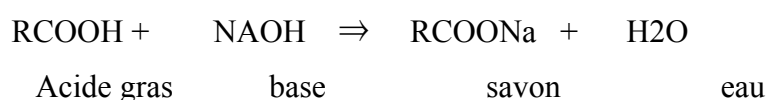
Figure 03: Diagramme général de raffinage d'huile (Devilleerset al, 2010)

I.6.3.1. Dégommage (démucilagination)

A pour but d'éliminer les phospholipides et les substances mucilagineuses (protéines et autres impuretés colloïdales) par précipitation en présence d'eau, parce qu'elles réduisent l'activité des terres décolorantes et le rendement de la filtration, ainsi que l'élimination partielle des phospholipides responsables de la coloration brune et du goût indésirable (**Bauer et al., 2010**).

I.6.3.2. Neutralisation

Cette étape permet essentiellement d'éliminer les acides gras libres, par transformation en savons (pâtes de neutralisations) selon la réaction :



Les AGL sont extraits au cours de la neutralisation, cette étape consiste en l'ajout d'une solution de soude dont la concentration dépend de l'acidité de l'huile au mélange issu du dégommage (**Jennifer et al., 2016**).

I.6.3.3. Lavage

Cette opération consiste en l'élimination de substances alcalines ainsi que certains pigments colorés et les dernières traces de métaux présents dans l'huile après neutralisation. Le lavage est plus efficace lorsqu'il est effectué en deux fois : le premier avec une solution aqueuse de NaCl à 8-10% chauffée à la température de 95°C, le second avec de l'eau chaude à 80-85°C (**Karleskind, 1992**).

I.6.3.4. Séchage:

L'huile lavée devient humide ce qui provoque une augmentation de l'acidité. Il est donc nécessaire de procéder au séchage. Cette opération se fait dans un sécheur sous vide à une température de 85° à 90°C (**Karleskind, 1992**).

I.6.3.5. Décoloration

La décoloration élimine les impuretés telles que les pigments, savons, gommes, métaux pro-oxydants et les produits de décomposition des peroxydes qui sont soit dissous soit dans la suspension colloïdale (**Monteiro, 2013**). Cette étape est réalisée par un brassage du mélange huile et de la terre décolorante (généralement de nature siliceuse) à 90-110°C et sous vide léger. Ces impuretés sont adsorbées à la surface de la terre décolorante, qui sera éliminée par passage dans un filtre (**Evon, 2008**).

I.6.3.6 Désodorisation

La désodorisation se fait par un entraînement à la vapeur d'eau des flaveurs indésirables, à 200-250°C à l'abri de l'air sous vide poussé. La désodorisation permet donc d'éliminer les traces de produits volatils qui donneraient à l'huile un fruité désagréable ou un goût de rance (**Cossut et al .,2002**).

Chapitre II

Fritures et Altérations des huiles



II.1. Définition de la friture

La friture est un mode de cuisson dont l'huile est utilisée comme vecteur de chaleur pour cuire l'aliment à des températures supérieures au point d'ébullition de l'eau (entre 155 et 190°C) (**Saguy et Dana, 2003**). Certains aliments se prêtent bien à la friture avec changement d'aspect (doré, croustillance, nouvelles saveurs), ces changements résultent de la réaction de l'huile chauffée et la surface des aliments. La friture permet la déshydratation et la cuisson des aliments riches en eau (fruits, légumes, viandes et poisson, racine et tubercules) ce qui se traduit par la formation d'une croûte (**Bouchon, 2009 ; Gonde et Morin, 2012**).

II.1.1. Types de fritures

a) Friture plate

La friture plate correspond à la cuisson d'un aliment avec un petit volume d'huile dans une grande surface en présence d'air. L'oxydation thermique est maximale, mais l'huile n'est utilisée qu'une seule fois, comme dans le cas de la cuisson d'un steak (**Fredot, 2005**).

Dans le cas de la friture plate, l'huile atteint une température intermédiaire entre celle de l'aliment et de la surface chauffante. Elle limite l'adhésion de l'aliment, augmente la surface de contact qui participe aux transports de chaleur et sert de milieu d'extraction de la vapeur (**Graille, 2003**).

b) Friture profonde

La friture par immersion profonde est réalisée par immersion forcée ou par flottaison de l'aliment dans un grand volume d'huile. La masse d'huile constitue alors une réserve potentielle de chaleur qui pourra être utilisée pour la déshydratation et la cuisson rapide de l'aliment (**Graille, 2003**).

Elle se différencie de la friture plate par un plus faible contact du corps gras avec l'air, un grand volume du corps gras et une réutilisation du bain d'huile pour plusieurs opérations de friture (**Linden et Lorient, 1994**).

II.2. Intérêts de la friture

La friture est principalement utilisée pour réaliser des transformations qui augmentent la digestibilité des aliments en facilitant leur trituration et leur assimilation dans le tractus (Coagulation des protéines et de l'amidon) ; la palatabilité des aliments par le développement de textures, couleurs et saveurs ; la stabilisation de matières premières ou aliments par

l'abaissement de la teneur en eau du matériau et l'inactivation des micro-organismes. Suivant l'application envisagée le procédé de la friture pourra être intégré : dans les opérations de cuisson ; dans les opérations de stabilisation des aliments (pasteurisation, déshydrations, formulation) ; et aussi dans les opérations de séchage non conventionnel (**Graille, 2003**).

II.3. Choix des huiles de fritures

Toutes les huiles ne sont pas adaptées pour la friture. Le choix du type ou du mélange d'huiles utilisées dépendra essentiellement de la sensibilité à la thermo-oxydation et du bénéfice nutritionnel, mais également de la perception et l'acceptabilité du produit frit par le consommateur (odeur, texture, arrière-gout) (**Stockwell, 1988**).

Les huiles ou matières grasses végétales riches en acides gras mono-insaturés et faibles en C18 :2 et C18 :3 sont aujourd'hui privilégiées pour la friture, ainsi que les huiles d'olive de Palme, Tournesol, Coprah, et Arachide sont naturellement riches en acides gras monoinsaturés, mais aussi les huiles de Soja et de Colza, riches en acides gras polyinsaturés et notamment en C18:3 sont utilisées en friture après hydrogénation partielle (**Stockwell, ,1988**)

La composition en acide gras n'est pas le seul facteur qui influe sur la qualité et la stabilité des huiles comestibles ou celles de friture (**Gertz et Kochhar, 2001**).

II.4. Procédés de friture

II.4.1. Traitements pré friture

Lors de pré-cuisson d'un aliment, la déshydratation de sa surface augmente sa porosité et donc sa capacité à absorber l'huile. Pour un même format de découpe, une pomme de terre crue absorbera moins d'huile qu'une pomme de terre précuite, peu importe le mode de cuisson ou de blanchiment (à l'eau ou à l'huile). De plus, les pommes de terre ayant subi une double cuisson à l'huile (pré friture suivie de la friture finale) auront une teneur en gras davantage élevée (**Ziaifar et Aman Mohammad, 2008**).

II.4.2. Au cours de la friture

a) Température de friture

Pour assurer un bon transfert de chaleur, un brunissement rapide et un temps d'opération plus court, les températures de cuisson recommandées se situent entre 155 °C et 180 °C (311 °F et 356 °F). À ces niveaux, la température de friture n'influence pas

l'absorption d'huile. Des températures supérieures à 200 °C (400 °F) doivent être évitées afin de réduire la dégradation de l'huile et la formation d'acrylamide. Et des températures trop basses (moins de 140 °C) augmenteront la durée de la friture et par conséquent l'absorption d'huile par la pomme de terre (**Ziaifar et Aman Mohammad, 2008 ; Delagoutte et Christian, 2007**).

b) Ratio frite/huile

Le ratio frite/huile doit être maintenu inférieur à 1 poids de frites pour 6 poids d'huile. Ceci permet de maintenir la température de l'huile à des niveaux de friture supérieure à 130°C lors de l'immersion des aliments (**Rossell, 2001**).

II.4.3. Traitement post-friture

L'égouttage rapide et mécanique (par secousses) des aliments à leur sortie du bain de friture élimine une bonne partie de l'huile contenue à leur surface et influence leur teneur finale en gras. De fait, cette action réduit la quantité d'huile qui pourrait être absorbée au cours du refroidissement des aliments frits (**Ziaifar et Aman Mohammad, 2008**).

II.5. Conséquences des fritures sur les propriétés des corps gras

L'immersion des aliments dans le bain de friture provoque des transformations physico-chimiques qui sont à l'origine de la formation d'une croûte dorée et croustillante à leur surface, ces transformations peuvent se produire au sein de l'aliment ou bien dans l'huile elle-même (**Vitrac et al., 2003**).

II.5.1. Modifications au sein de l'aliment

Plusieurs changements se produisent dans l'aliment pendant la friture, tel que :

- la perte en eau qui engendre la libération des composés colorés dans le bain de friture et permet ainsi de le cuire à l'intérieur, cette perte est estimée à 57% pour les pommes de terre frites et 74% pour les chips (**Vierling, 2003 ; Fredot, 2012**) ;
- la rétention d'une grande quantité de matière grasse responsable d'une augmentation de sa valeur énergétique. La teneur en lipides dépend de la nature du corps gras utilisé et de la température du bain de friture ainsi que de la forme des frites utilisées : elle est de l'ordre de 12 à 19% pour les pommes de terre frites allumettes et de 36 à 47% pour les pommes de terre

chips (**Vierling, 2003 ; Fredot, 2012**).

- la libération des lipides dans le bain de friture : le passage est important s'il s'agit de frites précuites surgelées qui contient 6% de lipides au départ, on retrouve des AGL qui seront sensibles à l'altération (**Vierling, 2003**) ;

le développement a la surface d'une couleur plus foncée et d'une texture plus ferme (ou croûte), ainsi que la saveur et l'arôme frit (**Gupta, 2005**).

II.5.2. Modifications au sein de l'huile

Selon **Vierling. (2003)**, plus de 500 produits apparaissent dans le bain de friture, la plupart d'eux se trouvent à l'état de traces. Une diminution des composés fragiles de l'huile a été également enregistrée, cette diminution touche tous particulièrement les acides gras essentiels ainsi que la vitamine E (les tocophérols) qui est réduite à plus de 50% lors d'un chauffage à 177°C pendant 8 heures.

Les huiles subissent également de nombreuses modifications organoleptiques et physico-chimiques au fur et à mesure de leur utilisation, tels que : le changement de la couleur du bain de friture qui devient brun ; l'augmentation de l'acidité, la viscosité ainsi que l'indice de réfraction, et une diminution du poids et du volume de l'huile frite.

II.6. Altération des huiles végétales

En présence d'eau, d'oxygène et des températures élevées (160- 180°C), l'huile subit un grand nombre de réactions chimiques complexes (**Vitrac et al., 2003**).

L'utilisation des corps gras comme fluide dit « caloporteur » pour frire, cuire ou rôtir des aliments s'accompagne de réactions dites « thermo-oxydatives » qui vont conduire à la formation de produits d'altération modifiant ainsi les caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles du corps gras. En effet, le corps gras est porté à plus de 150°C et est simultanément en contact avec l'air, l'aliment et l'eau, autant de « réactifs » biochimiques qui vont agir sur les acides gras constitutifs par oxydation, hydrolyse, polymérisation, isomérisation et généralement par un couplage de toutes ses réactions chimiques (**Dobarganes, 1998**).

Le niveau de dégradation de l'huile va dépendre de nombreux paramètres : température, durée de chauffage, mode de chauffage, nombre de cycles d'utilisation, composition de l'huile, volume d'huile, nature des matériaux, texture et teneur en eau des aliments frits, filtration du bain et addition de systèmes antioxydants ou anti-mousse (**Barrera-Arellano,**

2002).

II.6.1 Produits de dégradation des huiles de fritures

II.6.1.2. Composés volatils

La quasi totalité des composés volatils sont issus de l'oxydation des acides linoléique et linolénique, la majeure partie de ces composés est constituée d'aldéhydes, mais d'autres familles chimiques peuvent exister : alcanes, alcools, cétones et alkyl-furannes. La proportion et la nature des composés volatils générés dans chaque processus d'oxydation des acides gras dépendent de la composition des huiles et des conditions d'oxydation (Villiere et Genot, 2006).

II.6.1.3. Composés non volatils

Ce sont des composés qui restent dans les bains de friture, peuvent être absorbés par les aliments et donc être consommés (Grandgirard, 1992).

II.6.1.3. Composés polaires

Selon Farhoosh et al. (2010), la teneur des huiles de fritures en composés polaires est inférieure à 25%. On trouve les acides gras libres, mono et di glycérides, acides oxydés, triglycérides oxydés, di et polymères d'acides oxydés, di et polymères et triglycérides oxydés.

II.6.1.4. Les composés non polaires

Ce sont des composés qui se forment dans le bain d'huile par hydrolyse et cyclisation sous l'effet de la température élevée. Parmi ces composés : les dimères et polymères d'acide gras, les monomères et dimères cyclique et les acides gras *trans* (Lecerf, 2008)

a) Monomères cycliques

Ils sont formés par cyclisation d'une molécule d'acide gras comportant au moins deux doubles liaisons conjuguées. Des quantités non négligeables de monomères cycliques se forment à des températures très élevées (220°-240°C) dans les huiles contenant l'acide α -linoléique comme l'huile de soja. Les monomères cycliques d'acides gras sont considérés comme les composés les plus toxiques formés pendant les fritures profondes vu qu'ils sont aisément absorbés par la muqueuse intestinale (Gray, 1992 ; Romero et al., 2006).

Les monomères cycliques ne sont présents qu'en très faible quantités dans les corps gras (de 0.1 à 0.5 % des acides gras d'huiles de friture). Cependant, ils sont classés parmi les composés les plus nocifs retrouvés dans les corps gras chauffés. Des études ont montré que les monomères cycliques formés à partir de l'acide linoléique sont beaucoup plus toxiques que ceux formés à partir de l'acide linoléique (**Combe et Grandginard, 1992**).

b) Acides cyclique

Ils se forment par cyclisation d'une molécule d'acide gras et comprennent plus d'une double liaison conjuguée. Ces composés proviennent aussi de l'acide linoléique mais uniquement à des températures très élevées (> à 200°C) (**Grandginard et Julliard, 1983**).

c) Polymères thermiques

Ils se forment par pontage carbone-carbone ou par liaison éther entre deux acides gras appartenant ou non à des triglycérides différents. Ce sont essentiellement des dimères, mais aussi des trimères, ou des polymères supérieurs (**Dobarganes, 1998**).

Le fait que les polymères soient très peu absorbés au niveau intestinal, a conduit à penser que leurs effets physiologiques étaient négligeables, en dehors d'un effet possible sur le transit intestinal (**Combe et Grandginard, 1992**).

II.6.2. Effets physiopathologique des produits de dégradation des huiles de friture

II.6.2.1. Effets sur les maladies cardiovasculaires

L'utilisation répétée des huiles de fritures peut augmenter la concentration des acides gras trans. Certaines études montrent qu'il existe une corrélation positive entre la consommation d'acide gras trans d'origine végétale et l'apparition des maladies cardiovasculaires (**Saguy et Dana, 2003**).

II.6.2.2. Effets sur le foie et les reins

Les composés polaires formés dans les huiles de friture dégradées, entraînant l'augmentation du volume du foie et des reins, ceci est dû à l'implication de ces deux organes dans le mécanisme de détoxification (**Marquez Ruiz et al.,1995 ; SaariCsally,1997**).

En plus d'une hypertrophie du foie, la présence de cellules binucléés au niveau des foies de rats ayant consommé de l'huile oxydée, a été également observée (**Sunhez-Munizet al., 1998**).

II.6.2.3.Effets sur la mortalité

Selon **Combe et Grandginard. (1992)**, la consommation de doses élevées de monomères cycliques peut conduire à la mortalité chez des rats.

Selon **Causeret (1982)**, la mortalité est due à l'administration de la fraction de monomères cycliques, car elle est beaucoup plus toxique que la fraction polymères et c'est essentiellement l'acide linoléique qui est incriminé dans la formation de ces composés.

les principaux produits de dégradation des huiles de friture et leurs effets physiopathologiques après leur ingestion sont illustrés dans la **Tableau IV** ci-dessous.

Tableau IV: les principaux produits de dégradation des huiles de friture et leurs effets physiopathologiques (**Boatella et al., 2000**).

Produits de dégradation	Concentration	Effets toxiques
Hydroperoxyde	Faible	<ul style="list-style-type: none"> • Disfonctionnement enzymatique de la muqueuse intestinale. • Induction de la prolifération cellulaire du colon.
Epoxydes, triglycérides et acides gras oxydés	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> • Hypertrophie hépatique. • Disfonctionnement des enzymes hépatiques.
Les composés secondaires	Moyenne élevée	<ul style="list-style-type: none"> • Hépatotoxicité, mutagenocité.
Monomères cycliques oxydés	Moyenne faible	<ul style="list-style-type: none"> • Retardement de la croissance et mortalité
Dimères et oligomères non oxydés	Moyenne élevés (à 200°C et faible teneur en O ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Diarrhées.
Dimères oxydés	Prédominant (T° élevée avec aération)	<ul style="list-style-type: none"> • Retardement de la croissance
Oligomères oxydés	Prédominant (temps et avec aération)	<ul style="list-style-type: none"> • Retardement de la croissance
Oxystérols variables	<ul style="list-style-type: none"> • athérogénocité 	<ul style="list-style-type: none"> • Cytotoxicité et mutagenocité
Acides gras trans (AGT)	<ul style="list-style-type: none"> • Moyenne faible 	<ul style="list-style-type: none"> • Risques de maladies cardiovasculaires

Etude expérimentale

I. Présentation de complexe « CO.G.B » la belle

Le groupe Lesieur Afrique a lancé les travaux de réalisation de la raffinerie savonnerie de Bejaia, en 1942. C'est donc en cette année qu'est née la société des corps gras de Bejaia. Suite aux effets de la seconde guerre mondiale, les travaux de cette raffinerie n'ont pu être achevés qu'en 1948, année de son entrée en activité et son rattachement à la société de l'Afrique du nord(SI.A.N). En 1982 a été créée l'entreprise nationale des corps gras(E.N.C.G) à l'issue de la restauration organique de l'entreprise mère : société de gestion et des projets de développement des industries alimentaires (SO.G.DI.A), la création du projet du complexe revient à la décision 76 /03IH83 du 23 Mai 1976. L'E.N.E.C.G a accédé au statut de d'entreprise autonome en 1989 et, est devenue la société par action spa- E.N.C.G réparties en cinq filiales : Alger ; Oran ; Bejaia ; Annaba et Maghnia. Ce n'est qu'en 1998 que l'unité de Bejaia se privatise et prend le nom de CO.G.B la belle /SPA.

La direction de l'unité se compose de 5 départements qui sont différents les uns des autres, et chacun de ces départements a son propre fonctionnaire et ses propres services.(ANNEXE 1).

I.1. Les activités de l'entreprise

- Fabrication de l'huile végétale
- Fabrication de margarine de table, de feuilletage et pâtisserie;
- Fabrication de produits végétale aromatisés

Fabrication de savon de ménage et de toilette

- Fabrication de graisse végétale à usage industriel, de glycérine, d'acides gras dessillés et du savon industriel.

I.2. Potentiel de production Raffinage d'huile: 530 Tonnes /j

- Production savon de ménage: 150 Tonnes/ j
-
- Production savon de toilette 10 Tonnes/ j
- Production Glycérine: 50 Tonnes / j
- Production Acides Gras Distillés: 20 Tonnes / j
- Production Margarines: 80 Tonnes/ j

I.3. Les principaux produits de l'entreprise

L'entreprise est spécialisée dans la fabrication des corps gras suivants :

- **Usage alimentaire** : Huile de table et Margarine
- **Usage domestique** : Savonnette. Savon de ménage
- **Usage industriel** : Savon industriel type lubrification et Acide gras distillé pour peinture, détergent....
- **Usage pharmaceutique** : Glycérine codex

I. Objectif de l'étude

Le but de notre étude expérimentale consiste à évaluer la stabilité de l'huile de soja au cours de 10 friture répétée, à un traitement thermique de 180°C.

Les essais de fritures ont été effectués à l'échelle domestique et les différents indices physico-chimiques ont été analysés au niveau du laboratoire du raffinage de C.O.G.B/ La Belle spa Bejaïa, Algérie.

II. Conduite expérimentale

II.1. Choix de l'huile

Notre choix a porté sur l'huile «La Belle »; c'est une huile largement utilisée en raison de sa disponibilité et de son coût raisonnable en usage dans notre pays. Cette huile est produite dans la raffinerie « CO.G.B La Belle»; elle est destinée à l'assaisonnement et à la friture et existe en formats 1 litre, 2 litres et 5 litres. Les caractéristiques portées sur l'étiquette de l'emballage sont portées dans le tableau suivant :

Tableau V: les caractéristiques portées sur l'étiquette de l'emballage de l'huile < La Belle >

Dénomination	Composition	Conseil d'utilisation
« LaBelle »	100% soja, antioxydant (E321- E330	_ Conserver à l'abri de la chaleur et de la lumière. _ Utilisée pour assaisonner, cuire, frire, dorer.

II.2. Choix de l'aliment à frire

L'aliment choisi pour ces essais de friture est la pomme de terre. C'est un aliment de large utilisation en friture domestique et collective ; il est facile à découper en différentes formes géométriques, La composition chimique de la pomme de terre est portée dans **la Figure 04** :

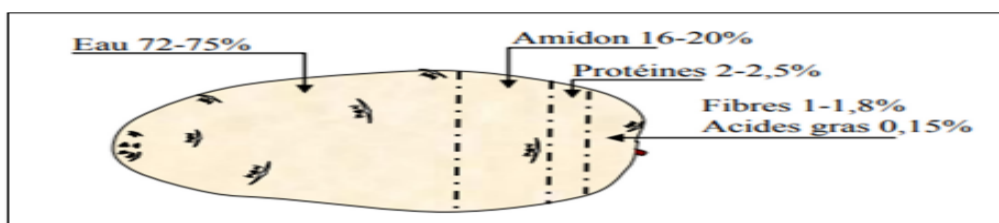


Figure 04 : Composition chimique du tubercule de pomme de terre (BOUFARES, 2012).

II.3. Procédure de friture



Figure 05 : Friteuse électrique et frites

Afin de garder la même température au cours des 10 fritures pour chaque rapport, on a choisi le mode de chauffage électrique par l'utilisation d'une friteuse de marque «SEB»; d'une contenance de 4 litres, cette friteuse comporte un couvercle amovible un disjoncteur thermique, un thermostat réglable et un panier de capacité de 2 Kg de frite fraîche (figure 05).

Les conditions expérimentales fixées durant toute notre expérimentation et le rapport quantité de frites/l'huile du bain sont portées dans les tableaux suivants:

Tableau VI: Conditions expérimentales des essais de fritures

Mode de friture	Friture profonde
Nombre de friture	10
Température	180°
Volume de l'huile initialement utilisé	3L
Rapport initiale pomme de terre/huile	1500g/ 3L
Forme des tranches de la pomme de terre	Bâtonnet
Volume d'huile prélevé pour l'analyse	50ml
Nombre d'échantillons analysés	10

Tableau VII: Rapport frite sur volume d'huile

Nombre de fritures	volume d'huile (ml)	Quantité de frite (g)
1	3000 ml	1500 g
2	2950 ml	1350 g
3	2900 ml	1200 g
4	2850 ml	1050 g
5	2800 ml	900 g
6	2750 ml	750 g
7	2700 ml	600 g
8	2650 ml	450 g
9	2600 ml	300 g
10	2650 ml	150 g

II.4. Échantillonnage

Après chaque friture réalisée , nous laissons l'huile refroidir à une température ambiante ,un échantillon de volume de 50ml d'huile est prélevé et mise aussitôt dans des tubes à essai , Les échantillons prélevés apparaissent sur la photographie suivante :

**Figure 06 :** Photo des échantillons des huiles de friture à analyser

III. Méthodes d'analyses

Pour évaluer la stabilité et le degré de la résistance de l'huile «LaBelle » au cours de la friture répété, l'acidité, indice de peroxyde, Indice de la couleur, la teneur en chlorophylle, la teneur en β -carotène, ont été évaluées sur les huiles à l'état frais et sur les huiles prélevés à différent temps de ce traitement thermique.

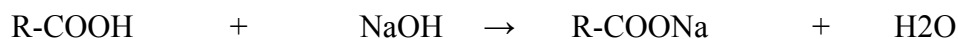
III.1. Détermination de l'acidité:

Définition

C'est le pourcentage d'acides gras libres exprimés conventionnellement selon la matière du corps gras : en acide oléique, acide palmitique et en acide uréique.

Principe

Neutraliser les acides gras libres présents dans l'huile par une solution de soude en présence d'un indicateur coloré phénolphthaléine selon la réaction suivante: [NE.1.2.43.1985]



Mode opératoire

On pèse 10 g d'huile, et on introduit 75 ml d'alcool éthylique neutralisé en présence de phénolphthaléine. Après on chauffe et on agite le mélange pendant une minute jusqu'à dissolution de l'huile. on titre par une solution de NaOH à 0,0356 N jusqu'à une coloration rose permanente

Expression de résultats

$$A\% = (V.N.M) / (10.m)$$

Soit :

A : acidité exprimée en pourcentage.

M : La masse molaire d'acide adapté pour l'expression utilisée ($M = 282\text{g/mol}$ pour l'acide oléique).

N : La normalité de NaOH (0.0365 N).

V : Volume de NaOH nécessaire pour la neutralisation.

m : La masse de la prise d'essai

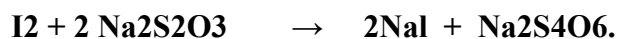
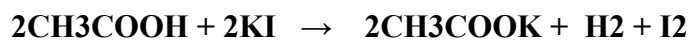
III.2. Détermination de l'indice de peroxyde :

Définition

C'est la quantité de produit présente dans l'échantillon exprimée en milliéquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme de corps gras oxydant l'iodure de potassium. Cet indice nous renseigne sur le degré d'oxydation et d'altération des matières grasses

Principe

Il consiste à un traitement d'une quantité d'huile en solution dans l'acide acétique et le chloroforme par une solution 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 : (ISO 3960 Quatrième édition 2007)



Mode opératoire

On pèse 2 g d'huile et ajoutons 10 ml de chloroforme et 15 ml d'acide acétique puis incorporons dans cette solution 1 ml d'iodure de potassium KI. On ajoute 75 ml d'eau distillée et remuer vigoureusement en présence d'amidon. Après titrage avec du thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,02 N jusqu'à l'apparition d'une couleur transparente et en même temps effectuer un test à vide (sans huile).

Expression de calcul :

$$\text{IP (még g O}_2\text{/ Kg MG)} = (\text{N} \cdot (\text{V}_1 - \text{V}_0) \cdot 1000) / \text{P}$$

Soit :

V0 : volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'essai a blanc en ml.

V1 : volume de thiosulfate de sodium utilisé en ml.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium 0,002 N

P : prise d'essai en gramme.

IP : indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse.

III.3. Détermination de la couleur

Principe :

La détermination de la couleur est effectuée par un colorimètre Lovibond constitué de deux séries de verres colorés : jaune et rouge, la couleur de l'huile est comparée à une couleur obtenue grâce à la superposition de ces verres colorés.

Mode opératoire :

On verse l'huile à analyser dans une cellule en verre de cinq pouces que nous plaçons dans le Colorimètre, la couleur de l'échantillon est déterminée par une meilleure comparaison possible avec les lames de couleurs standards.



Figure 07 : Colorimètre Lovibond (photo originale)

III.4. Analyses des pigments colorés

III.4.1. Détermination de chlorophylle :

Principe :

La méthode consiste à mesurer l'absorbance de la chlorophylle à 670 nm, d'un échantillon d'huile en solution dans le cyclohexane. (MINGUEZ-MOSQUERE et al ., 1991)

Mode opératoire :

On pèse 7.5 g d'huile , et l'introduire dans une fiole de 25 ml , on ajuste avec du cyclohexane jusqu' à trait de jauge, puis on agite pendant 10 min.

On mesure sur l'appareil spectrophotomètre l'absorbance de la chlorophylle a 670 nm.

Expression de résultats :

La teneur en chlorophylle est déterminée comme suit :

$$\text{Teneur en chlorophylle a (mg /kg)} = A_{670} \cdot 10^6 / 613.100.d$$

Soit :

A₆₇₀ : Absorbance à la longueur d'onde 670 nm

d : épaisseur de la cuve en cm (1 cm)

III.4.2. Détermination de la β - carotène :

Principe :

L'absorbance de nos solutions est lue à une longueur d'onde de 455 nm contre un blanc constitué du tétrachlorure de carbone. La teneur en β -carotène, de nos échantillons, est déterminée comme suit : (MINGUEZ-MOSQUERE et al ., 1991)

$$\text{Teneur en B-carotène a (mg/Kg)} = A_{455} \cdot 10^6 / 2590 \cdot 100 \cdot d$$

D'où

A₄₅₅ : Est la valeur de l'absorbance lue à une longueur d'onde de 455 nm ;

2590 : extraction spécifique de β -carotène.

d : Est l'épaisseur de la cuve (1 cm).

Résultats et discussion

I. Détermination de l'acidité

L'indice d'acidité est utilisé afin de mesurer le degré d'altération hydrolytique d'une huile ; elle permet de mettre en évidence une hydrolyse. Il s'agit de mesurer la quantité d'AGL dans une matière grasse alimentaire. Elle est souvent exprimée en quantité d'acide oléique. Elle nous renseigne principalement sur l'altération des TG suite à une hydrolyse chimique ou enzymatique dans des conditions propices (ADRIAN *et al.*,1998).

La figure 10, illustre les résultats de l'acidité des échantillons d'huiles étudiés en fonction des fritures.

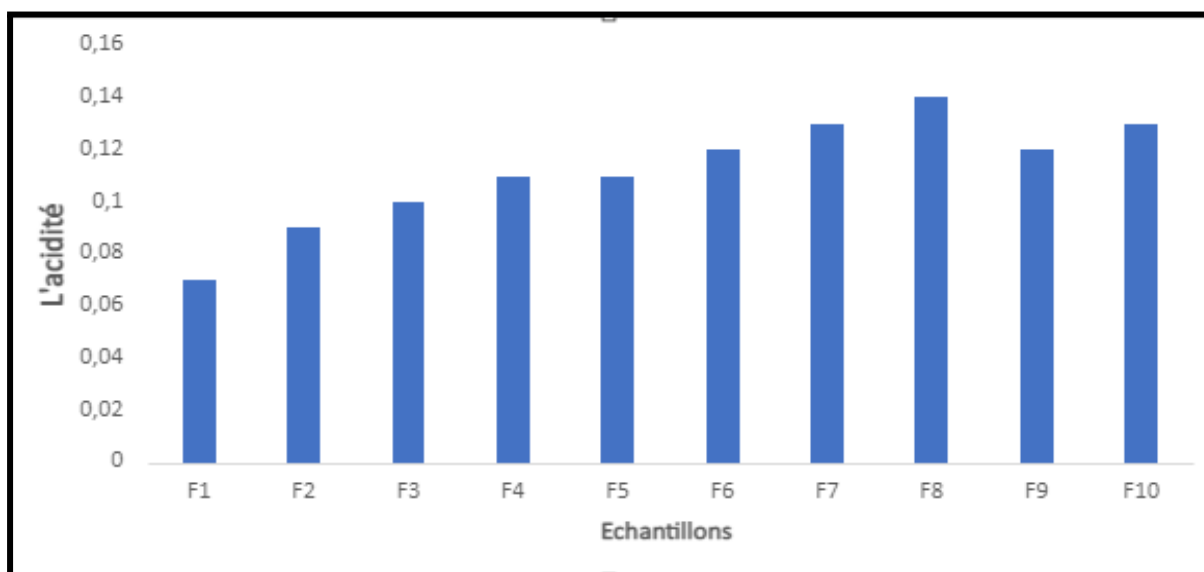


Figure 08 : Taux d'acidité des échantillons d'huiles du soja étudiés en fonction des fritures

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que l'indice d'acide évolue d'une manière progressive au cours de la friture, les valeurs de l'indice d'acide augmentent de 0,01% après chaque friture. A partir de la 8ème friture l'huile atteint un taux maximal de l'acidité avec une valeur de 0,14 %. Ces résultats restent inférieurs à la norme algérienne (NA-1169-1990), qui exige une valeur de l'acidité inférieure à 0,20%.

Cette augmentation d'indice d'acide est due probablement à l'oxydation des acides gras insaturés sous l'influence du traitement thermique, de la lumière ainsi que de l'oxygène (TCHIEGANG *et al.*, 2004) .

Les échantillons d'huiles analysés présentent des indices d'acide proches de ceux obtenus par (HAMOUCHEET SANAT. 2015) ; ayant analysé une huile de la marque« Elio » dont les valeurs d'indice d'acidité sont de 0,110%,et ceux rapportés par (BOURICHA et

CHERIEF. 2015) pour une huile de la marque « Fleurial », pour lesquelles les valeurs enregistrées sont de 0,093%.

L'acidification d'une huile alimentaire dépend de nombreux paramètres, tel que le type de raffinage adopté, la qualité des graines oléagineuses, les conditions de stockage de ces Graines ainsi que leur conditionnement, mais également de mode d'extraction et du transport de l'huile brute, etc.

II. Indice de peroxyde

D'après ROLLAND. (2004), la mesure de l'oxydation d'un corps gras en temps réel se fait par la mesure de l'indice de peroxyde. Cet indice correspond au nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de lipide susceptible d'oxyder l'iodure de potassium.

La figure 11 illustre les résultats correspondant à l'évolution de l'indice de peroxyde en fonction du nombre de friture avec libération d'iode.

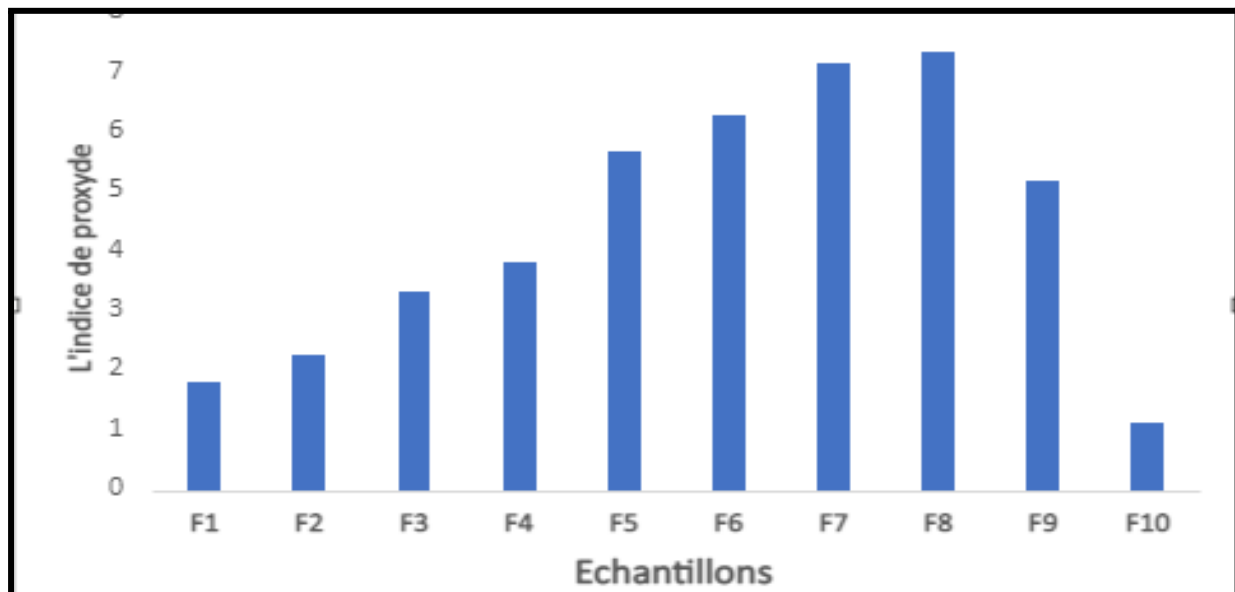


Figure 09 : Indice de peroxyde des échantillons d'huiles du soja étudiés en fonction de nombre de friture

Les indices de peroxyde de nos échantillons d'huiles augmentent puis diminuent avec l'avancée de la friture. L'indice de peroxyde augmente au cours des fritures répétées par la formation des produits primaires d'oxydation. Néanmoins, la valeur de cet indice peut diminuer suite à la décomposition des hydroperoxydes pour former les produits secondaires d'oxydation (GERTZ, 2008).

La cinétique de l'indice de peroxyde constatée dans notre étude pourrait être découpée en trois phases séquentielles :

a) La première phase débute de la 1^{ère} à la 4^{ème} friture

Durant cette phase, l'indice de peroxyde note une augmentation, au cours de laquelle la valeur de cet indice passe de 1,82 meqO₂/kg à la première friture à 2,24 meqO₂/kg à la deuxième friture, et elle atteint une valeur de 3,82 meqO₂/kg au bout de la quatrième friture, ces résultats montrent une légère augmentation de cet indice entre les deux premières frites, en revanche on note un accroissement de cet indice entre la deuxième et la quatrième friture.

La progression de la valeur de l'indice de peroxyde au cours de cette phase, est probablement due à la formation des peroxydes à partir des AGI, qui est influencée par plusieurs paramètres tel que l'oxygène de l'air et la chaleur, etc.

b) La deuxième phase de la 4^{ème} à la 8^{ème}

Cette phase est marquée par une augmentation plus intense de la valeur de l'indice de peroxyde qui passe de 3,82 meq d'O₂/kg (quatrième friture) jusqu'à 7,33 meq d'O₂/kg (huitième friture), cette augmentation est d'autant plus intense entre la quatrième jusqu'à la sixième friture, puis elle tend à se stabiliser en quelque sorte entre la septième et la huitième friture avec des indices de 7,17 à 7,33 meq d'O₂/kg respectivement.

Au cours des fritures, les réactions d'oxydation vont s'accroître, ce qui donne naissance à des produits secondaires d'oxydation, tels que les aldéhydes et les cétones responsables du goût de rance (VITRAC *et al.*, 2003); la formation de ces composés se traduit dans notre cas par la stabilité de l'indice de peroxyde.

c) La troisième phase : de la 8^{ème} à la 10^{ème} friture

À partir de la 8^{ème} friture, on note une diminution nette de l'indice de peroxyde en passant de 7,33 meq O₂/kg jusqu'à 1,13 meq O₂/kg à la 10^{ème} friture.

Cette diminution peut être expliquée par la disparition des peroxydes, qui laissent place aux produits secondaires d'oxydation qui sont les dérivés volatiles ou non volatiles.

PERRIN. (1992), rapporte que la scission des radicaux alcoyles conduit à la formation de nombreuses molécules volatiles, telles que les hydrocarbures, les alcools, les acides carboxyliques, les cétones et les aldéhydes. Ils sont responsables de l'odeur particulière de la friture, plus de 200 composés ont été répertoriés.

III. Détermination de la couleur

Les résultats de la détermination de la couleur de nos échantillons d'huiles au cours des fritures sont présentés dans la figure 12.

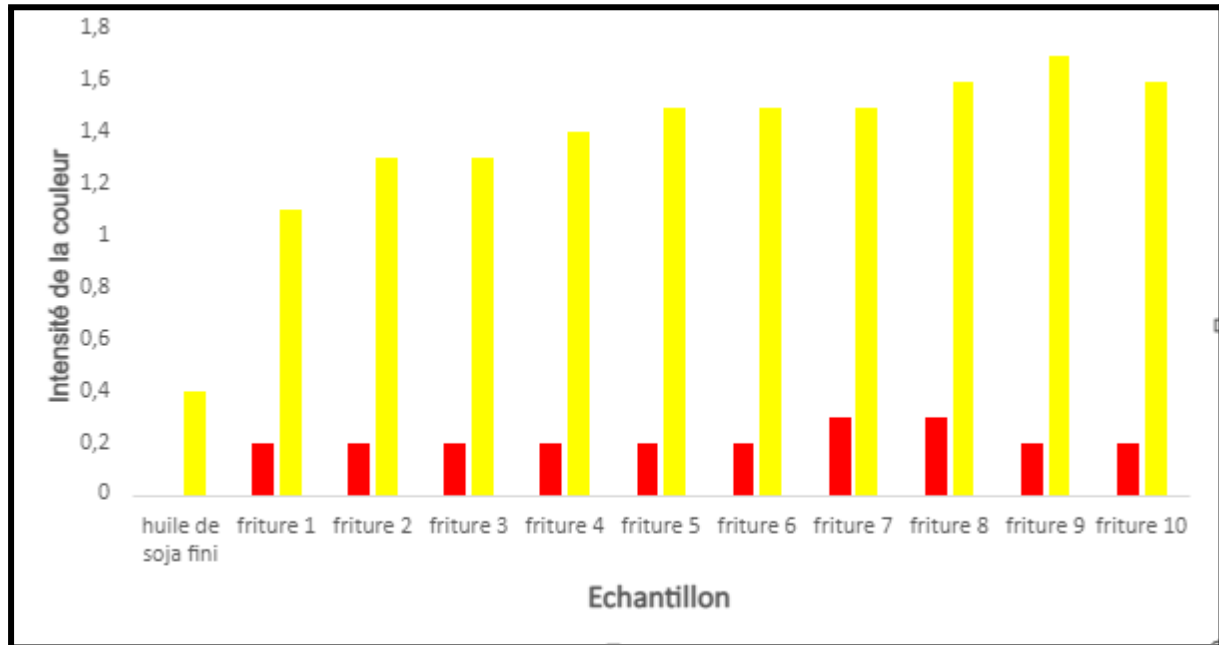


Figure 10 : Détermination de la coloration des échantillons d’huiles du soja étudiés en fonction des fritures répétées.

Au cours des différentes fritures, la couleur rouge reste stable de la première à la sixième friture avec une valeur de 0,2, d'autre part on note une légère augmentation de l'intensité de cette couleur de la septième à la huitième friture avec une valeur de 0,3, puis elle tend à diminuer et à se stabiliser à partir de la neuvième jusqu'à la dixième friture (0.2), en revanche, l'intensité de la couleur jaune augmente avec le nombre de fritures, sa valeur varie de 1,1 à 1,7. Plus l'huile s'oxyde plus la couleur jaune s'intensifie.

Le changement de l'intensité de la couleur des huiles utilisées en friture est le résultat du déroulement des réactions d'oxydation, de polymérisation, de carbonisation et de brunissement (PAUL et MITTAL, 1997).

Ainsi, l'assombrissement des huiles des bains de friture peut être dû à la dégradation du β -carotène, à la transformation des phénols et les tocotriénols et une augmentation des acylglycérols polymérisés absorbant en UV (PETERSEN et al., 2013).

En effet, l'indice de couleur augmente avec le prolongement du temps et de l'augmentation de la température de friture (OGANE et al., 2016).

De nombreux auteurs (CHEN *et al.*, 2013 ; WENSTRUP *et al.*, 2014) ont suggéré que la couleur est un paramètre important dans l'évaluation de la qualité d'une huile de friture. En effet, la couleur est un indicateur, utilisé dans les industries alimentaires pour une surveillance rapide de la qualité des huiles des fritures (AHMADTARAMZI et KARIMAH, 2015).

La couleur des huiles est essentiellement liée à la présence des chlorophylles, de la phéophytine ainsi que des caroténoïdes (GANDULROJAS et MINGUEZ- MOSQUERA, 1996).

IV. Dosage des pigments

IV.1. Chlorophylles

Les résultats du dosage de la chlorophylle (figure 13), montre que les teneurs en chlorophylles sont très proches, presque stable au cours des fritures. L'huile fraîche (n'ayant pas subi de friture) contient 0.316 mg/kg de chlorophylle, cette valeur est presque la même durant les fritures répétées.

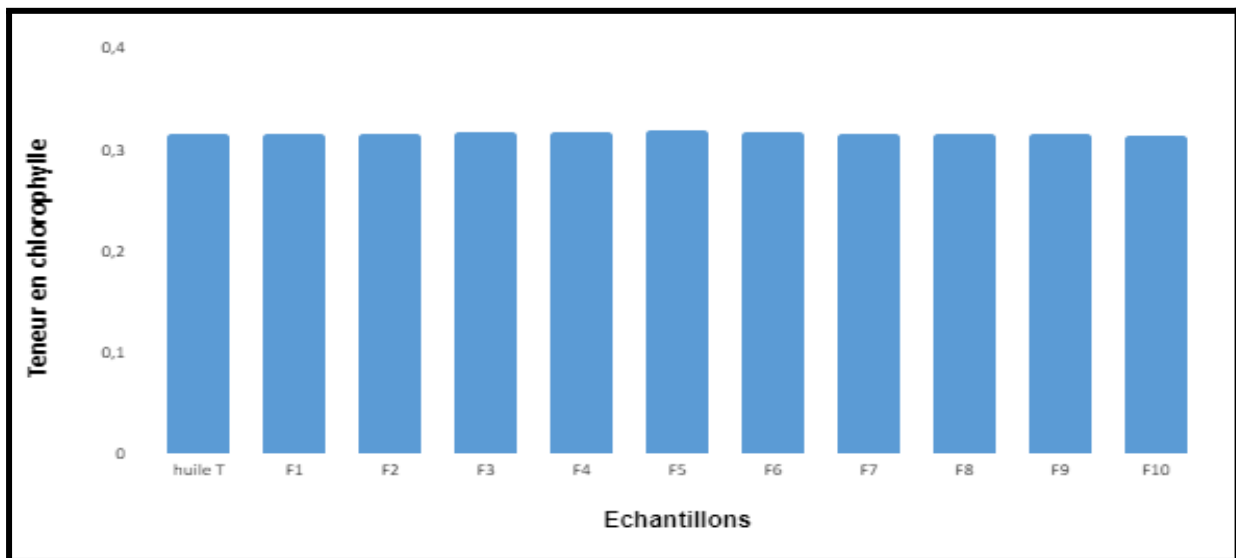


Figure 11 : Évolution de la teneur en chlorophylle en fonction de nombre de friture

Nous constatons que les résultats du dosage de la chlorophylle suivent ceux de la détermination de la couleur jaune.

La teneur en chlorophylle est un paramètre très important à considérer notamment pour la qualité organoleptique et la stabilité d'une huile. La chlorophylle (pigment jaune) est présente à un degré moindre, dans les huiles de soja. Ce pigment et ces dérivés sont dotés d'un

pouvoir photosensibilisateur, alors qu'à l'obscurité il possède une activité antioxydante. C'est l'une des raisons pour laquelle il est conseillé de conserver les huiles alimentaires, tel que l'huile de soja à l'abri de la lumière.

IV.2. β-carotène

La figure 14 illustre les résultats du dosage duβ-carotène au cours des fritures.

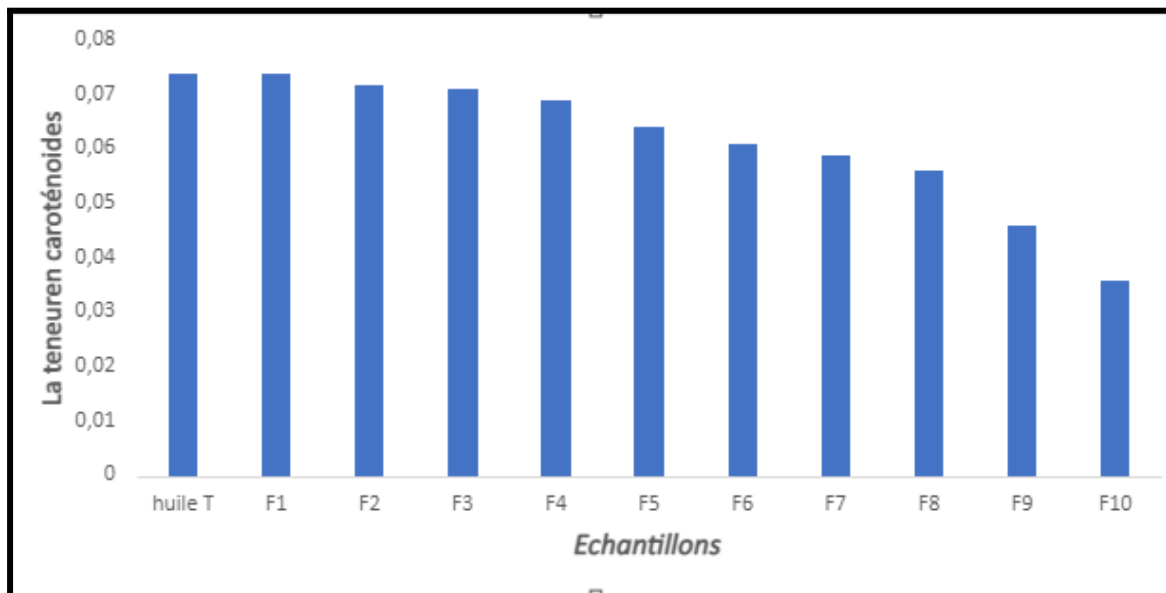


Figure 12 : Évolution de la teneur en caroténoïdes en fonction du nombre de fritures.

Les échantillons analysés, montrent que la teneur en caroténoïdes est inversement proportionnelle aux nombres de fritures. Elle diminue rapidement avec l'avancement de ce processus ; à la première friture, la valeur enregistrée est de 0.074 mg/kg, alors qu'à la dixième friture, cette teneur n'est que de 0,036 mg/kg

Cette perte en carotènes durant les cycles de fritures est cohérente, compte tenu de la sensibilité de ce pigment à la chaleur. En effet, des recherches ont montré que les pigments caroténoïdes sont facilement dégradés en présence de la lumière et de températures élevées (MARTY et BERSET 1988 ; MINGUEZ-MOSQUERA et JAREN-GALAN., 1995).

Les caroténoïdes sont des pigments qui attribuent à l'huile sa couleur particulière. Ils possèdent des propriétés anti-oxydantes et confèrent à l'huile sa stabilité. Selon Tanouti *et al.* (1994),les caroténoïdes sont recherchés dans les huiles végétales en raison de leurs effets positifs sur la stabilité.

Conclusion Et Perspective

Cette étude a été réalisée au niveau de l'unité «COGB-Labelle». L'objectif de ce travail était consacré à l'évaluation de la stabilité thermo-oxydative, de l'huile végétale « La Belle » 100 % soja, disponible sur le marché algérien, au cours des dix fritures répétées menées à une température de 180°C. .

La détermination et le suivie des indices chimiques des huiles étudiées après chaque friture a montré, une augmentation continue de l'acidité au cours des fritures répétées, en revanche ces valeurs restent inférieurs à la norme algérienne (*NA-1169-1990*), qui exige une valeur de l'acidité inférieure à 0,20%. D'autre part, l'indice de peroxyde a enregistré une augmentation continue de la première (1,82 meq d'O₂/kg) à la septième friture (7,17 meq d'O₂/kg), et une nette diminution de cet indice a été noté à partir de la huitième (7,33 meq d'O₂/kg) jusqu'à la dixième friture (1,13 meq d'O₂/kg).

Les résultats de la détermination de l'intensité de la couleur des bains de fritures, ont révélé une augmentation de la couleur jaune tout au long des fritures répétées, ces résultats suivent ceux du dosage des chlorophylles, par contre, la couleur rouge a noté une stabilité lors de fritures répétées ce qui est en adéquation avec la dégradation du β-carotène, avec un changement de la couleur de l'huile à partir de la cinquième friture.

En s'appuyant sur ce résultat, nous sommes tenté de suggérer la possibilité d'une prolongation de cette huile au-delà des dix fritures recommandées. Cependant, l'altération et le changement de couleur des derniers bains de fritures et des frites préparées, fait qu'il serait raisonnable de respecter les consignes d'utilisation de ces huiles en fritures, compte tenu d'une part de leur carence en molécules anti-oxydantes et leur richesse en acides gras polyinsaturés, très sensibles aux réactions d'altération thermo oxydatives.

Il serait judicieux de compléter cette étude en utilisant d'autres analyses tel que:

- La détermination de l'indice de saponification et de l'indice d'iode ;
- Le dosage d'autres composés polaires ;
- le profile en acide gras des huiles au cours des fritures répétées ;
- la détermination de la teneur en α -tocophérol (vitamine E) à l'aide de la chromatographie haute performance (HPLC)

Références bibliographiques :

A

- **ABDULKARIM S.M., LONG K., LAI O.M., MUHAMMAD S.K.S. et GHAZALI H.M. (2007).**Frying quality and stability of high-oleic *Moringaoleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry*, (105). pp: 1382 – 1389.
- **AHMAD-TARMIZI A.H. et ISMAIL R. (2014).** Comparison of the frying stability of standard palm olein. *J. palm olein specil quality Am. Oil Chem. Soc.*, 85, pp: 245-251.

B

- **BAUER W.J., BADOUD R., LOLIGER J. and ETOURNAUD A. (2010).** *Sciences technologie des aliments*. 1ère Édition.
- **BRANGER A., RICHER M.M., et ROUSTEL (2009).** *Alimentation, processus technologiques et contrôles*. Educagri. p145
- **BERK Z. (1993),** *Technologie de production de farine alimentaire et de protéique issus du Soja*, Bulletin des services agricoles de la FAO, 97, Rome/Italie, 133 p.
- **BEN TAKAYA I. and HASSOUNA M. (2007).** Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alpha-tocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 14(1): 60-67.
- **BRINK, M., BELAY, G.(200)6.** *Céréales et légumes secs*. Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- **BONNEFIS C.S. (2005).** Effets biologiques des peroxydes et approche de la participation des aliments composés à leur apport chez le chien et le chat. Thèse de doctorat. Université Paul-Sabatier de Toulouse, France.
- **BARRERA-ARELLANO D, RUIZ-MENDEZ V, RUIZ-MEBDEZ G, DOBARGANES C. (2002).** Loss of And formation of degradation compounds at frying temperatures in oils differing in degree of unsaturation and natural antioxidant content. *J Sci Food Agric* ;82:1696-1702.

C

- **CAHOON E.B.(2003).**Genetic Enhancement of Soybean Oil for Industrial Uses: Prospects and Challenges. AgBioForum.Vol.6 (1 et 2),11p.
- **CLAUDE. L. (2013).** Les lipides, Nutrition et santé. Edition Tec & Doc. Paris, p : 25.
- **CHEN W.A., CHIU C.P., CHEUNG W.C., HSU C. K., et KUO M.I. (2013).**Total Polar Compounds and Acid Values of Repeatedly Used Frying Oils Measured by Standard and Rapid Methods. Journal of Food and Drug Analysis, Vol. 21(1), pp: 58-65.

D

- **DENISE J. (1992).**Raffinage des corps gras. In : Manuel des corps gras. Edition : Tec &Doc, Lavoisier, Paris. pp : 789-842.
- **DENISE. J.(1982):** Raffinage des corps gras. Westhoek, P. 31 – 197-789- 881.
- **DOBARGANES C. (1998).**Formation and analysis of high molecular-weight compounds in frying fats and oils.OCL; 5:41-47.
- **DOBARGANES M.C. et MARQUEZ-RUIZ G. (1998).** Dimeric and higher oligomeric triglycerides. In: Perkins, E.G., Erickson, M.D. (Eds.), deep frying. Chemistry, Nutrition and Practical Applications. AOCS Press, Illinois. PP: 89-111.
- **DELAGOUTTE. C, (2007).** Huiles de friture et dangers. La Cuisine Collective, n° 205.

E

- **EVON, P.(2008).** Nouveau procédé de bioraffinage du tournesol plante entière par fractionnement thermo-mécano-chimique en extrudeur BI-VIS : étude de l'extraction aqueuse des lipides et de la mise en forme du raffinage en agromatériaux par thermomoulage.Institut National Polytechnique De Toulouse. Thèse de doctorat.

F

- **FRENOT M. et VIERLING E. (2001).** Biochimie des aliments : Diététique du sujet bien portant. 2ème Edition. Doin éditeur. pp : 79-97.
- **FAOSTAT, Bilans.** Alimentaire (ancienne méthodologie et population) : Production quantité groupes de produits : huile de soja sur FAO. Org (consulté le 6 mars 2017), (1961-2013).

G

- **GARDEN-ROBINSON, J.,(2006).** Questions and Answers soy foods, North Dakota State University. Food Storage Guide.
- **GONDE P, MORIN O. (2012).** Optimisation du choix de l'huile en friture industrielle : l'exemple Mc Caïn. OCL ; 19(2) : 96-100. doi : 10.1684/ocl.2012.0447.
- **GRANDGIRARD A. (1992).** Transformation des lipides au cours des traitements thermiques. Effets nutritionnels et toxicologiques. In : Aspects nutritionnel des constituants des aliments. Influence Des technologies Lavoisier, Ed. Tec&Doc, pp 49-63.
- **GRAY J.I. and MONAHAN F .J.(1992).** Measurement of lipide oxidation in meat and meat products. Food Science and Technology, 3 :315-318.
- **GRANDGIRARD A. et JULLIARD (1987).** Influence de divers paramètres sur la dégradation des huiles végétales au cours du chauffage : nature de l'huile, température et durée de chauffage. RECG, N° 34. PP: 213.

I

- **IZBAIM D., BOUAZZA F., MOUDDEN A., TAIFI N., et ABOUDAUD I. (2010).** L'utilisation des ultrasons pour l'évaluation de l'huile de friture. 10ème Congrès Français d'Acoustique, Lyon.

J

- **JACQUES B. BOISLEVE (2010) .** www.Sante-vivante.fr
- **J.F. PLATON, RAFFINAGE DE L'HUILE DE SOJA,** American Soybean Association : http://pmb.sicac.org/opac_css/doc_num.php?explnum_id=937

- **JENNIFER REGIS 1 , FLORENT JOFFRE 2 et FREDERIC FINE 1 .(2016).** Impact de la trituration et du raffinage sur la teneur en micronutriments des huiles végétales de colza, soja et tournesol,302:3-5
- **JULIETTE COSSUT & al.(2002).** Les corps gras : Entre tradition et modernité. 111p, projet réalisé dans le cadre de DESS en QUALIMAPA.. Université des sciences et technologies de Lille- Institut agroalimentaire de Lille.

K

- **KARLESKIND A. (1992).** Propriétés chimiques des corps gras. In «Manuel des corps gras ». Tome1. Tec ET Doc. Lavoisier, Paris : P 329-33.
- **KPOVIESSI D.S., GEORGE C., ACCROMBESSI., KOCHOOH C., MOHAMED M., SOUMANAU et MOUDACHIROU M. (2004).** Propriétés physico chimiques et compositions de l'huile non conventionnelle de pourghère (jatropha-curca) de différentes régions du Bénin, (7). pp : 1007 – 1012.

L

- **LEGER C.L. (2005).** Risques et bénéfiques pour la santé des acides Trans apportés par les aliments. Rapport afssa : agence française de sécurité sanitaire des aliments. p17.
- **LERAY C. (2013).** Les lipides : nutrition et santé. Edition : Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
pp : 13-33.
- **LAISNEY, J. (1992).** Obtention des corps gras. In Manuel des corps gras. Volume 1. Ed. Tec et doc. Lavoisier. P. 695-768.
- **LIVERNAIS-SAETTEL L, (2002).** Le soja. © Copyright L. Livernais-Saettel. Site hébergé par MaVille Online.
- **LECERF J. M.(2008).** Quel est l'impact connu et possible des modes de cuisson sur la survenue des cancers?. Service de nutrition; Institut Pasteur de Lille.

M

- **MOHTADJI, LAMBALLain. (1989).** les corps gras Un: les aliments. Paris, moloine, 93p.
- **MUSTAPHA, A. ET STAUFFER, C. 2002.** Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie. American Soybean Association. N°23:p. 4-20.
- **MOHTADJI, LAMBILLAIS.(1989)** Les aliments. Ed Maloine, Paris.P87-94-102-103.ISBN : 2224018894 .
- **MONTEIRO e SILVA,S., 2013.**On the physical refining of edible oils for obtaining high quality products. Ghent University Faculty of Bioscience Engineering. Doctoral thesis.
- **MARQUEZ-RUIZ M.,TASIIOUAMARGARI et DOBARGANE M.C.(1995).**Quantitation and distribution of altered fatty acids in fringfats.J.A.O.C.S; Vol.72; n°10
- **MARQUEZ-RUIZM., TASIIOULAMARGARI et DOBARGANEM.C.(1995).**Quantitation and distribution of altered fatty acids in fringfats.J.A.O.C.S; Vol.72; n°10

N

- **NDIAYE B., FALL M., SAAR S.O., DIOP A., et DIOP Y.M. (2009).** Etude de la qualité des huiles végétales alimentaires artisanales consommées au Sénégal. In : Transformation, conservation et qualité des aliments : nouvelle approche de lutte contre la pauvreté. Edition des archives contemporaines. p194.

P

- **POUZET.A :** raffinage des corps gras. In : Manuel des corps gras Tom 1, éd tec doc Paris, Lavoisier, 1992.320 p.
- **PERKINS E.G. (1996).** Nutrition and practical application. Edition: Deep frying chemistry, AOCS Press, Champaign, pp : 160 – 182.
- **PAUL S. et MITTAL G.S. (1997).** Regulating the use of degraded oil/ fat in deep-fat/oil food frying. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 37, pp: 635–662.

Q

- **QIU. L.J. et R.Z. CHANG.(2010).**The origin and history of soybean, in : Singh, G. (Ed.),cheese : The soybean: botany, production and uses, CABI, pp.1-2.

R

- **RASOLOHERY C. A.(2007),** Étude des variations de la teneur en isoflavones et de leur composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [Glycine max (L.) Merrill, Thèse de Doctorat à l'Ecole doctorale des Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries, Toulouse, 141p.
- **RAHMANI M.(1989).** Photo oxydation des huiles d'olive : influence de la composition chimique. Rev Fr. Corps gras, N°36 (9/10), p. 355-360.
- **ROLLAND H. (2004).** Antioxydants naturels végétaux, OCL VOL. 11 N° 6.
- **ROMERO.,BASTIDAS.and SANCHEZ-MUNIZ F.J.(2006).**Cyclic fatty acid monomer formation indomestic frying of frozen foods in sunflower oil and high oleic acid sunflower oil without oilreplenishment.Food and Chemical Toxicology,44: 1674-1681.

S

- **SIRET C. (2004).** Les composants chimiques des produits alimentaires. Dans : Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés. F 1 010, 19p.
- **SHURTLEFF W. and AOYAGI A. 2007.**History of Soy Lecithin. In History of Soybeans and Soyfoods.Soyinfo Center,1p.
- **SAGUYLS. and Dana D. (2003).** Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects.Food Chemistry, 50: 143-152.
- **SAARICSALLANY A.(1997).**Lipid oxidation research analyzes degradation compounds in vegetable oils.Food science and nutrition

T

- **TCHIEGANG, C.A., NGO OUM, M.A, DANDJOUA,A. B.,KAPSEU,C.(2004).** Qualité et stabilité de l'huile extraite par pressage des amandes de Ricinodendron

heudelotii (Bail.) Pierre ex Pax pendant la conservation a température ambiante. Journal of Food Engineering,62 ,69-77.

U

- **UZZAN A. (1984).** Propriétés et emploi des huiles et graisses. In : Manuel d'alimentation humaine.

V

- **VIERLING E. (2003).** Aliments et boissons : Filières et produits. 2èmeEdition : Doin,éditeur. pp : 187-208.

W

- **WASSEF W. et NAWAR N. (1996).** Lipids. In: Food chemistry. 3ème édition: Owen R. Fennema. pp : 225 – 304.

Z

- **ZIAIFAR. A.M, (2008).** Oil absorption during deep-fat frying : mechanisms and important factors, Industries des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), Thèsedoctorale, p :155.

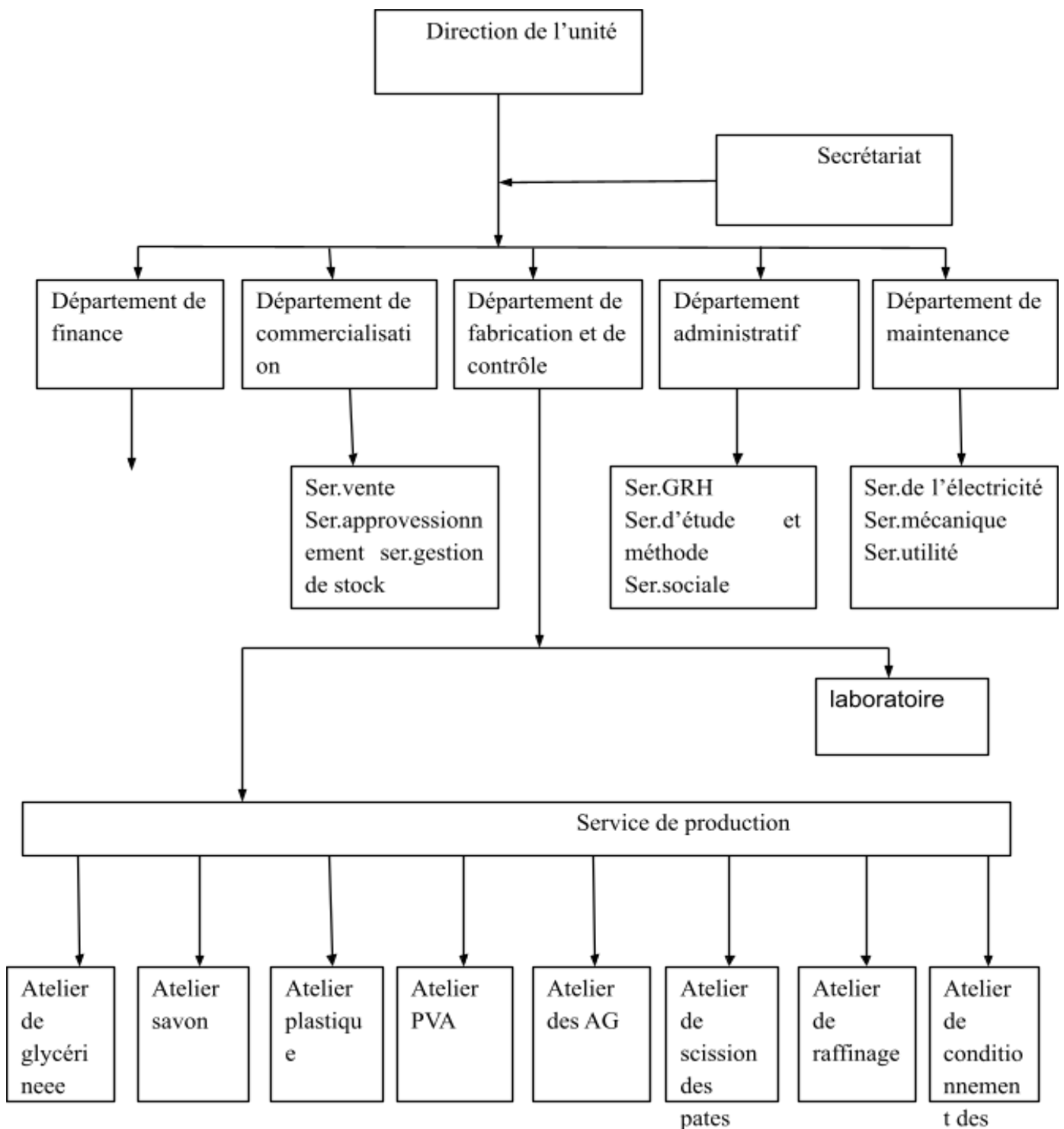


Figure 1: structure organisationnelle de C.O.GB la Belle

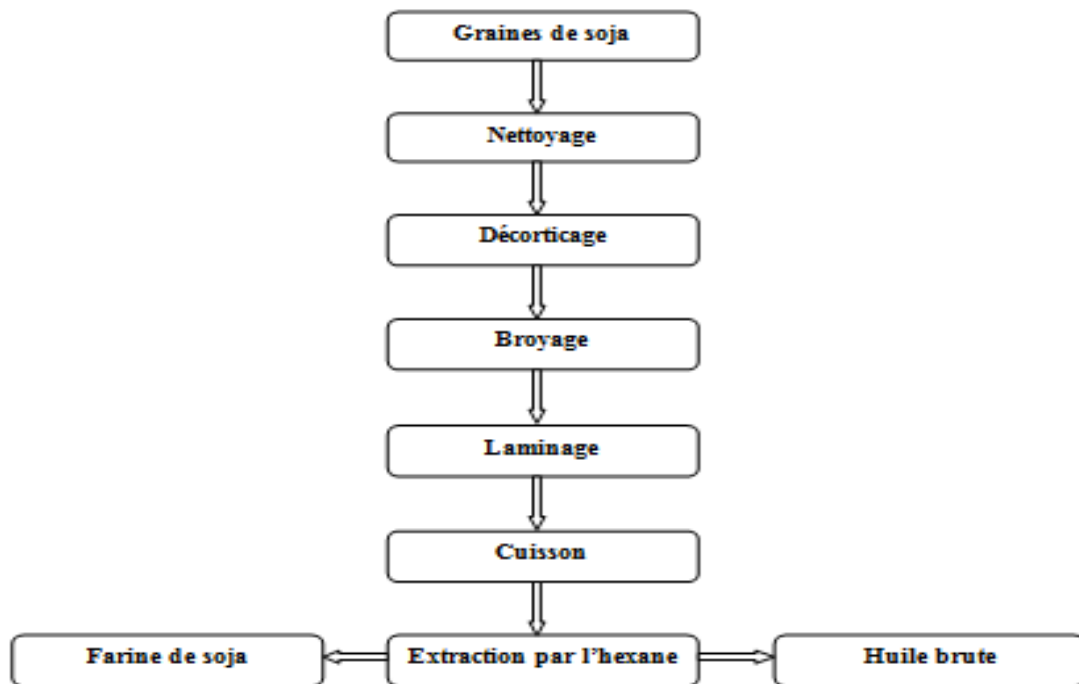


Figure : Étapes d'extraction de l'huile de soja brute. (Mustapha et Stauffer, 2002).

Résumé

Notre étude porte sur l'huile alimentaire raffinée commercialisée "La Belle" 100% soja. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des dix fritures répétées sur cette huile par le suivi des paramètres physico-chimiques (indice d'acide, indice de peroxyde, dosage des pigments et l'intensité de la couleur) à une température de 180°C.

Les huiles alimentaires soumises à de fortes températures subissent des dégradations. La qualité est l'aspect le plus important dont dépendent leurs caractéristiques physico-chimiques. Les résultats obtenus ont montré que le nombre maximum d'utilisation de l'huile de friture est de cinq fois.

L'analyse qualitative de cette huile après 10 cycles de friture, montre que ses constituants se dégradent en formant de nouveaux composés, ce qui se traduit par l'élévation de l'indice de peroxyde et d'acidité jusqu'à 7,33 meq d'O₂/kg et 0,14 % respectivement, la dégradation du β-carotène, ainsi que le changement de la couleur de l'huile à partir de la cinquième friture.

Mots clés : Huile alimentaire, friture, analyses physico-chimiques.

Summary

Our study relates to the refined edible oil marketed "La Belle" 100% soya. The objective of this study is to evaluate the impact of ten repeated fryings on this oil by monitoring the physico-chemical parameters (acid index, peroxide index, pigment dosage and color intensity) at a temperature of 180°C.

Edible oils subjected to high temperatures undergo degradation. Quality is the most important aspect on which their physico-chemical characteristics depend.

The results obtained showed that the maximum number of uses of frying oil is five times.

Qualitative analysis of this oil after 10 frying cycles shows that its constituents degrade by forming new compounds, which results in an increase in the peroxide and acidity index up to 7.33 meq. of O₂/kg and 0.14% respectively, the degradation of β-carotene, as well as the change in the color of the oil from the fifth frying.

Keywords: Edible oil, frying, physico-chemical analyses.