

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Sciences Alimentaires

Spécialité de Sciences des corps gras



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Analyses physico-chimiques et propriétés
antioxydantes de quelques huiles alimentaires**

Présenté par :

CHEGRA Samira & GUERBOUB Lynda

Soutenu le : 17 Septembre 2020

Devant le jury composé de :

Mr CHIKHOUNE Amirouche	MCA	Président
Mr BACHIR BEY Mostapha	MCA	Encadreur
Mme TAFININE Zina	MCA	Examinatrice

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

D'abord, et avant tous je tiens à remercier **ALLAH EL KARIM** de m'avoir donné la force, la patience et la volonté pour réaliser ce travail

« **Merci Dieu tout puissant** »

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères et les plus profonds à notre promoteur **DR BACHIR BEY M** qui nous a encadré tout au long de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également au président du jury **CHIKHOUNE AMIROUCHE** qui nous a fait l'honneur de présider le jury et à l'examinatrice **TAFININE ZINA** d'avoir accepté d'examiner notre travail

Je remercie également le responsable du laboratoire des Biochimie Alimentaire de département Sciences Alimentaires de nous avoir accueilli.

Dédicaces

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

♥ *A mes chers parents pour leur amour, soutien et encouragements durant toutes mes années d'études, que Dieu les protège, mes frères Hicham , Massi , mes sœurs Chafika, Nina ♥ tout ma famille ♥ a mes oncles et mes tentes , mes grands-parents . Mes très chères amies chacune avec son nom et toutes personnes contribuées a la réussite de ce travail qui m'a supporté durant la vi ♥*

A ma binôme Lynda avec qui j'ai partagé les dur et les bon souvenirs.

SAMIRA

Dédicaces

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

Je dédie ce modeste travail à mes parents, pour leur soutien, encouragement durant toutes mes années d'études que le dieu les gardes à moi .A mes sœurs, mes frères.

A mes amies ♥ chacune avec son nom.

A ma binôme Samira ♥

LYNDA

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre I : Huiles végétales	
1. Généralités sur les huiles végétales	2
2. Composition des huiles végétales en acides gras	2
3. Extraction des huiles végétales	3
3.1. Huiles végétales brutes	3
3.2. Huiles végétales raffinées	4
3.3. Huiles végétales vierges	5
4. Domaines d'utilisation des huiles végétales	5
Chapitre II : Huiles alimentaires	
1. Généralités sur les huiles alimentaires	7
2. Généralités sur les huiles alimentaires étudiées	7
2.1. Huile de soja	7
2.1.1 Description botanique et origine de la plante	7
2.1.2 Composition chimique de l'huile de soja	7
2.1.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique.....	8
2.2. Huile d'arachide	9
2.2.1 Description botanique et origine de la plante	9
2.2.2 Composition chimique de l'huile d'arachide	9
2.2.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique.....	10
2.3. Huile de lentisque	10
2.3.1 Description botanique et origine de la plante	10
2.3.2 Composition chimique de l'huile de lentisque	11
2.3.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique.....	11
2.4. Huile de nigelle	12
2.4.1 Description botanique et origine de la plante	12
2.4.2 Composition chimique de l'huile de nigelle.....	13
2.4.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique.....	13
2.5. Huile d'amande	14
2.5.1 Description botanique et origine de la plante	14
2.5.2 Composition chimique de l'huile d'amande	14
2.5.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique.....	14

2.6. Huile de sésame	15
2.6.1 Description botanique et origine de la plante	15
2.6.2 Composition chimique de l'huile de sésame	16
2.6.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique.....	17

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériels.....	18
2. Analyses physico-chimiques	19
2.1 Indice de peroxyde	19
2.2 Indice d'acide	20
2.3 Indice réfraction.....	21
2.4 Extinction spécifique dans l'Ultraviolet.....	21
2.5 Dosage des chlorophylles et des caroténoïdes.....	22
2.5.1 Dosages des chlorophylles	22
2.5.2 Dosages des caroténoïdes	23
2.6 Mesure de l'activité antioxydante	23
2.6.1 Extraction	23
2.6.2 Mesure l'activité anti-radicalaire (DPPH)	23

Chapitre IV : Résultats et discussion

1 Indice de peroxyde	25
2 Indice d'acide	27
3 Indice réfraction.....	28
4 Extinction spécifique dans l'Ultraviolet	29
5 Dosages des chlorophylles	31
6 Dosages des caroténoïdes	31
7 Mesure de l'activité antioxydante	33

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de NORmalisation

AG : Acide gras

AGL : acide gras libre

COI : conseil oléicole internationale

DPPH: Radical 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl.

E : Extinction spécifique

IA : indice d'acide

IP : indice de peroxyde

IR : Indice de réfraction

ISO : International Standard Organisation

meq : milliéquivalent

TQ : thymoquinone

UV : Ultra-violet

Listes des figures

Figure 1. Composition des corps gras et importance relative des principales classes de composés	3
Figure 2. Gousse verte du soja	7
Figure 3. Composition de noyau d'arachide	9
Figure 4. Indice de peroxyde de six huiles alimentaires étudiées	25
Figure 5. Absorbances à 232 nm et à 270 nm des huiles alimentaires analysées.....	30
Figure 6. Présentation graphique des chlorophylles.....	31
Figure 7. Présentation graphique des caroténoïdes	32
Figure 8. Activité antiradicalaire des extraits de six huiles étudiées exprimées en pourcentage d'inhibition du radical DPPH.....	33

Liste des tableaux

Tableau I. Composition de l'huile de soja en acide gras	8
Tableau II. Constituants mineurs de l'huile de soja	8
Tableau III. Composés mineurs de l'huile d'arachide.....	10
Tableau IV. Composition en acides gras d'huile de fruit de <i>Pistacia lentiscus</i>	11
Tableau V. Composition des graines de <i>Nigella sativa</i>	12
Tableau VI. Composition en acides gras de l'huile de <i>Nigella sativa</i> d'Arabie.....	13
Tableau VII. Composition chimique globale des graines de sésame	16
Tableau VIII. Composition en acide gras de l'huile de sésame	17
Tableau VIII. Présentation des échantillons des huiles étudiées	18
Tableau X. Produits chimiques et les réactifs utilisés.....	19
Tableau XI. Indices de peroxyde des huiles alimentaires analysées	26
Tableau XII. Indices d'acide des six huiles alimentaires analysées et la norme <i>Codex Alimentarius</i>	28
Tableau XIII. Indices de réfraction des six huiles alimentaires et leurs classifications selon Ollé.....	39

Introduction

Introduction

Le marché mondial des oléagineux a connu un développement considérable au cours des dernières années dans le but d'obtenir des huiles végétales (**Cuvelier et al., 2012**), avec une augmentation continue de la population et du développement économique, la demande et la consommation de ses huiles de haute qualité ne cesse d'augmenter (**Teixeira et al., 2018**) en raison de leur rôle important dans la protection de la santé et la prévention des maladies (**Yang et al., 2018**).

L'oxydation des huiles végétales ou les lipides dans les aliments en générale pose de sérieux problèmes pour l'industrie alimentaire qui utilise de plus en plus des acides gras hautement insaturés très susceptibles à l'autoxydation. L'oxydation des lipides est une réaction entre les lipides et l'oxygène, elle forme des hydroperoxydes en 1ère phase d'autoxydation suivie par une phase de propagation du phénomène. Les hydroperoxydes sont instables et donnent des réactions secondaires produisant ainsi des alcools, acides, aldéhydes, cétones etc (**Sohn et hshima, 2011**); elle entraîne donc des altérations qualitatives (rancissement), nutritionnelles (perte en vitamines) voir même une toxicité due aux produits issus de la peroxydation lipidique (peroxydes, aldéhydes).

Au revanche, la présence des antioxydants telle que les pigments caroténoïdes, les tocophérols (vitamine E) et les composés phénoliques (CP) (**Schmidt et Pokornný, 2005**) permet de garder la qualité des huiles et de minimiser la génération et l'accumulation des composées indésirables (**Li et al., 2018**).

L'objectif de notre travaille est d'étudier la qualité de quelques huiles alimentaires (huile de soja, huile d'amande, l'huile de lentisque, huile d'arachide, huile de nigelle et l'huile de sésame), par le suivi des paramètres physico –chimiques, définir la teneur des chlorophylles et les caroténoïdes et de mesurer l'activité antioxydant (activité antiradicalaire DPPH).

L'étude est subdivisée en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre est consacré pour donner des généralités sur les huiles végétales.
- ✓ Le deuxième chapitre concerne l'étude de quelques huiles alimentaires
- ✓ Le troisième chapitre porte sur l'expérimentation qui consiste à l'analyse physico-chimique, ainsi qu'à l'évaluation de l'activité antioxydante de ces huiles.
- ✓ Le quatrième chapitre consiste au traitement des résultats et leurs discussions.

Chapitre I
Huiles végétales

Chapitre I : Huiles végétales

1. Généralités sur les huiles végétales

Les huiles végétales sont des composants essentiels de notre alimentation quotidienne, elles assurent tout d'abord une fonction nutritionnelle et fonction technologique

La fonction nutritionnelle : Les huiles contribuent à l'apport d'énergie, sont des sources d'acides gras indispensables, et participent à l'apport et au transport de vitamines liposolubles (E, D et pro-A) et d'autres constituants d'intérêt nutritionnel comme des phytostérols ou des composés phénoliques. Elles contribuent à la qualité organoleptique des produits, leur apportant une texture onctueuse, crémeuse, fondante, un aspect brillant et une saveur spécifique (Cuvelier et Maillard, 2012)

La fonction technologique : Les huiles sont utilisées comme moyens de transfert de chaleur en cuisson (exemple des huiles de friture), agents d'enrobage ou comme supports d'arômes et de colorants lipophiles (Cuvelier et Maillard, 2012)

Ces huiles végétales, du fait de leur richesse en acides gras mono- et/ou polyinsaturés, sont sujettes à des réactions chimiques telles que l'isomérisation et l'oxydation des acides gras (Cuvelier et Maillard, 2012)

2. Compositions des huiles végétales en acides gras

Un corps gras (huile ou graisse) est composé d'une grande variété de constituants (Figure 1) ; les triglycérides sont très largement majoritaires (95-99 %), ils sont composés de glycérol (3-5 %) et d'acides gras (90-95 %), d'autres constituants sont naturellement présents en faible quantité, des lipides à caractère polaire tels que les phospholipides (0,1-0,2 %) et des composés dits insaponifiables appartenant à une fraction non glycéridique (0,1 à 3 %) principalement représentés par les stérols et les tocophérols et les tocotriénols mais contenant également des caroténoïdes, des alcools terpéniques, du squalène, des composés phénoliques, etc (Morin *et al.*, 2012).

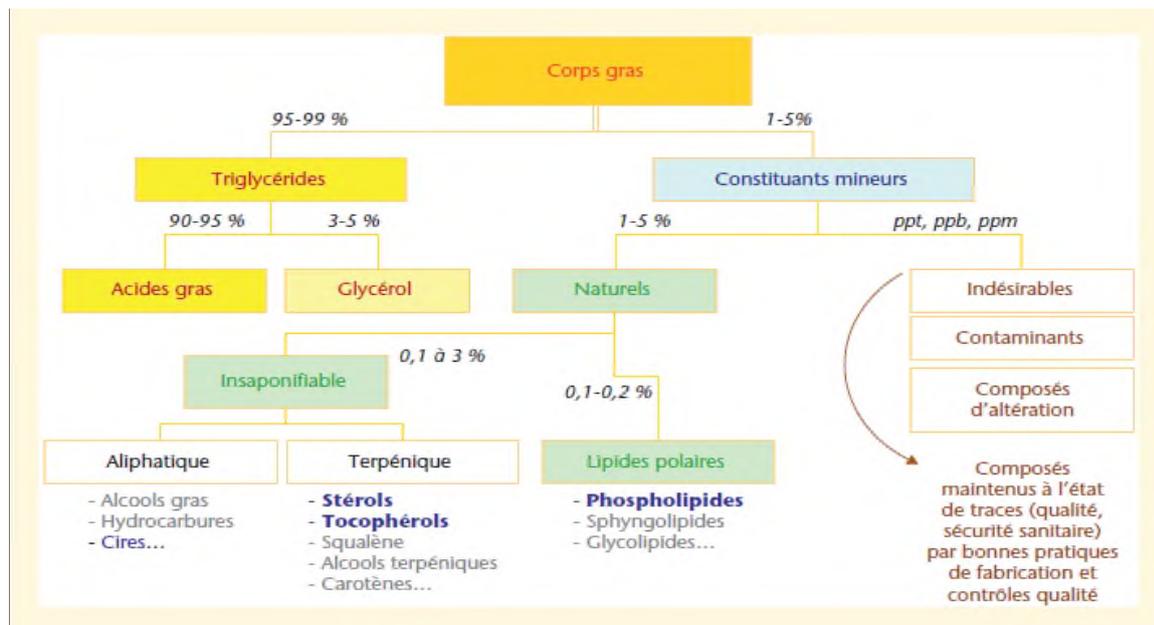


Figure 1. Composition des corps gras et importance relative des principales classes de composés (Morin *et al.*, 2012)

3. Extractions des huiles végétales

3.1 Huiles végétales brutes

Les huiles végétales brutes résultant du mélange entre l'huile de pression et l'huile d'extraction subissent ensuite un traitement de raffinage plus ou moins poussé selon les débouchés envisagés afin d'éliminer les impuretés, les contaminants éventuels, et de garantir des spécifications physico-chimiques et organoleptiques adaptées aux besoins des utilisateurs en aval (usages alimentaires, techniques, biocarburant) (Régis, 2016).

Les huiles végétales brutes sont produites au cours du procédé de trituration des graines oléagineuses. Cette opération, comporte trois étapes principales (Evrard *et al.*, 2007 ; Bauer *et al.*, 2010; Fine *et al.*, 2013).

a) **La préparation des graines** : Les graines oléagineuses sont tamisées en utilisant de tamis rotatifs afin d'éliminer les impuretés qui pourraient affecter la qualité des huiles et des tourteaux et complexifier les opérations unitaires à venir. Un chauffage à 60 °C puis un aplatissage de ces graines au travers de deux cylindres sont ensuite réalisés pour favoriser la libération de l'huile au cours des étapes de pression et d'extraction. Cette étape d'aplatissage est importante puisque l'huile contenue dans une graine non ou mal aplatie ne pourra pas être extraite. Les flocons obtenus sont cuits entre 80 et 100 °C pour but

d'inactiver certaines enzymes, et de dégradation les composés entourant les zones de stockage des lipides et amélioration ainsi l'efficacité du pressage.

- b) **Extraction mécanique** : Le passage de ces flocons cuits au travers d'une presse continue à vis permet d'extraire environ 50% de l'huile initialement contenue dans les graines. Les matières solides potentiellement contenues dans cette huile sont alors retirées par tamisage, filtration ou décantation. Le gâteau ou écailles de pression, qui contient encore entre 15 et 20 % d'huile, est ensuite granulé pour faciliter la percolation du solvant lors de l'étape d'extraction.
- c) **L'extraction par solvant** : L'épuisement du gâteau se déroule dans un extracteur fonctionnant en continu par immersion ou par percolation et dans lequel de l'hexane circule à contre-courant. Le solvant qui s'est continuellement enrichi en huile au cours de l'extraction, est alors distillé tandis que le marc est désolvanté par évaporation de l'hexane dans un désolvant.

Les huiles brutes de pression et d'extraction sont ensuite mélangées puis raffinées afin de fournir aux consommateurs une huile de qualité, exempte d'impuretés et de contaminants, et qui répond aux exigences réglementaires (**Régis et al., 2016**).

3.2 Huiles végétales raffinées

L'huile raffinée est obtenue par extraction du fruit ou de la graine, suivie d'une opération de raffinage. Le raffinage est un procédé qui permet de produire une huile aux qualités organoleptiques modifiées : flaveur (goût et odeur) neutre, coloration peu intense. Il permet également d'éliminer un certain nombre de composés indésirables ainsi que les contaminants potentiels des huiles (résidus de pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques, métaux lourds, mycotoxines).

Le raffinage a pour objectif de « maintenir ou améliorer les caractères organoleptiques et la stabilité des corps gras ». Il comprend la succession des opérations suivantes : démulgation ou dégomme, désacidification ou neutralisation, décoloration, désodorisation (**Cahuzac-Picaud, 2010**)

_ **Dégomme** : Cette opération, qui consiste en l'ajout d'acide et/ou d'eau aux huiles brutes, permet d'éliminer les 0,2 à 1,8 % de phospholipides qu'elles contiennent. Ainsi, de 0,1 à 0,3 % d'acide phosphorique. Après mélangeage, centrifugation et séchage des gommages formés, la lécithine est récupérée afin d'être valorisée.

_ Neutralisation : La neutralisation permet d'extraire les acides gras libres dans les huiles brutes, les teneurs des acides gras libres dans les huiles brutes varient entre 0,3 et 5 %. Cette étape du procédé consiste à ajouter une solution de soude, dont la concentration dépend de l'acidité de l'huile, aux mélanges issus de la démulcination. Après mélangeage et centrifugation, les pâtes de neutralisation formées sont lavées à l'eau à plusieurs reprises avant d'être séchées sous vide.

_ Décoloration : Dans un décolorateur contenant de l'huile à 90–110 °C sont introduits de 0,2 à 2 % d'agents d'adsorption tels que les terres décolorantes. Après une mise en contact de 30 min sous agitation et sous vide poussé, l'huile est refroidie puis filtrée afin d'en extraire les pigments encore présents.

_ Désodorisation : Les composés volatils contenus dans l'huile sont enlevés par entraînement à la vapeur d'eau sous vide très poussé (**Régis *et al.*, 2016**)

3.3 Huiles végétales vierges

L'huile vierge est obtenue uniquement par des procédés mécaniques, clarifiée exclusivement par des moyens physiques et ne peut avoir subi ni traitement chimique ni aucune opération de raffinage. Elle est donc obtenue par pression du fruit ou de la graine, suivie d'une ou de plusieurs étapes mécaniques permettant de séparer l'huile des fractions solide et aqueuse. Cette séparation fait essentiellement appel au pressage et à la centrifugation.

L'huile vierge est un produit naturel possédant une couleur et une saveur caractéristiques du fruit ou de la graine dont elle est extraite (**Cahuzac-Picaud, 2010**).

4 .Domaines d'utilisation des huiles végétales

Les huiles végétales sont utilisées comme une source biologique renouvelable, pour la fabrication des biodiesels qui peuvent être utilisés comme biocarburant non toxique, bénéfique pour l'environnement (**Ramadhas *et al.*, 2004**).

- **Dans le domaine alimentaire** : les huiles végétales est largement utilisée dans nos produits alimentaires pour la cuisson, la friture et assaisonnement, son application augmente de jour en jour mais certaines huiles végétales ne sont pas à la hauteur des normes pour répondre à la satisfaction des consommateurs en termes de leurs propriétés physico-chimiques ou pour la texture et la stabilité des produits alimentaires (**Ahmad *et***

al., 2010). Parmi les huiles les plus utilisées on trouve l'huile d'olive il considéré le produit naturel précieux qui fournit une saveur excellente et unique et des avantages nutritionnel importantes le plus utilisé dans les pays de la région méditerranéenne (*Chatzilazarou et al.*, 2006).

- **Le domaine pharmaceutique:** les huiles obtenues à partir des sources végétales sont utilisées comme ingrédient principale dans les formulations pharmaceutiques, dans la fabrication de nombreux types de formulations, les suspensions, les préparations liposomales ... pour toute voie d'administration (*Van Hoogevest et al.*, 2014), car ce sont des composées naturelles qui ne posent pas de problèmes aux patient donc les chercheurs cherchent à l'amélioration de ce domaine par l'utilisation de ses composés naturels bénéfique pour la santé humaine.
- **Le domaine cosmétique :** L'industrie cosmétique cherche à produire des produits innovants pour répondre aux exigences des consommateurs, alors il se tourne vers la nature pour l'orientation, l'inspiration et comme une source de nouveaux composés. Elle a mis l'accent sur les applications cosmétiques à base des huiles comme matières premières, car ce sont des ressources renouvelables le plus souvent extraites de diverses parties de plantes de plusieurs espèces végétales; se sont populairement inclus comme ingrédients dans les produits cosmétiques en raison de leur composition élevée en acides gras saturés et insaturés en raison de leur influence bénéfique sur la peau. Les huiles végétales est de plus en plus utilisé comme composants de produits cosmétiques. Grace à ses propriétés antioxydantes huiles végétales peuvent fournir à la peau une protection contre les espèces réactives d'oxygène, améliorer les propriétés photoprotectrices des écrans solaires, elles peuvent aussi prévenir la perte d'eau par la peau et présentent également des actions biologiques anti-cancérogènes et anti-inflammatoires, elles peuvent être aussi utilisées pour les cheveux (*Vermaak et al.*, 2011; *Pinto et al.*, 2018).

Chapitre II
Huiles
ALIMENTAIRES

Chapitre II : Huiles alimentaires

1. Généralités sur les huiles alimentaires

Les ressources mondiales en matière grasse proviennent pour 74% des graines et fruits oléagineux. Ce fait justifie l'importance des huiles végétales comme ressources alimentaires utilisées par l'homme pour satisfaire ses besoins nutritionnels (**Gunstone , 2001; Ollivier, 2003**)

Les huiles sont des corps gras liquides à la température de 15°C, alors que les graisses sont plus ou moins solides à cette température (**Barka, 2016**).

Les huiles alimentaires sont extraites à partir d'une source végétale, ils sont obtenus par extraction des graines oléagineuses (sésame, soja, colza, tournesol, arachide, etc.), ou à partir d'extraction des fruits oléagineux comme l'huile de coprah, olive, palme (**Uzzan, 1984**).

Les huiles alimentaires sont des huiles végétales utilisées en cuisine comme huiles de cuisson, ou pour des fritures. Ce sont donc, des aliments importants qui apportent chacune des nutriments très bénéfiques à la santé humaine (**Ayouaz et Benmamas, 2017**).

2. Généralités sur les huiles alimentaires étudiées

2.1 Huile de Soja

2.1.1 Description botanique et origine de la plante

Le soja, *Glycine max (L.)*, est une plante d'origine asiatique appartenant à la famille des *Fabacées* (Figure 2), est une légumineuse qui pousse jusqu'à une hauteur de 120–180 cm. Les producteurs mondiaux du soja sont les USA, le Brésil, l'Argentine, la Chine et l'Inde (**Tengnäs et Nilsson, 2003**).



Figure 2. Gousse verte du soja (**BARKA, 2016**)

2.1.2 Composition chimique de l'huile de soja

Les triglycérides constituent plus de 95% des composés lipidiques de l'huile de soja, les autres composés sont les phospholipides et les diacylglycérols (**Karlesking, 1992**).

La matière huileuse est composée d'acide linoléique, d'acide oléique, d'acide palmitique, d'acide -linoléique avec des acides gras saturés de 9–22% (**Rizzo et Baroni, 2018**).

Tableau I. Composition de l'huile de soja en acide gras (**Platon, 1988**).

Type d'acide gras	Quantité %
Acide linoléique (C 18:2)	51, 5
Acide oléique (C 18:1)	25, 0
Acide palmitique (C 16:0)	11, 5
Acide linoléique(C 18:3)	7.5
Acide stéarique (C 18:0)	4, 0
Acide arachidique (C 20:0)	0, 5

Tableau II. Constituants mineurs de l'huile de soja (**Platon, 1988**).

Nature	Composés
Lipidique	Acides gras libres
Glucidique	Sucres libres et glycolipides
Ions métalliques	Fer, cuivre, calcium, magnésium
Pigments	Caroténoïdes, chlorophylle et autres pigments
Produits oxydés	Aldéhydes, cétones, peroxydes
Autres	Tocophérols.
	Matières insaponifiables (hydrocarbures, alcools tri terpéniques, stérols)
	Composés odorants

2.1.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique

L'huile de soja est recommandée pour les assaisonnements elle contient de la lécithine et des gammas et delta tocophérols (antioxydants), sa richesse en lécithine la rend précieuse pour la reconstitution des cellules nerveuses et cérébrales, sa bonne digestibilité en fait une bonne remplaçante de l'huile d'olive pour ceux qui ne peuvent la tolérer (**Cossut et al., 2002**).

Dans l'industrie du soja, après l'extraction de l'huile, une fraction constante est utilisée pour la production de fourrage pour le bétail (**Rizzo et Baroni, 2018**).

Les acides gras du soja sont très sensibles à l'oxydation, il conviendrait donc d'éviter au maximum le contact de l'huile avec l'oxygène de l'air (**Platon, 1988**).

2.2 Huile d'arachide

2.2.1 Description botanique et origine de la plante

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.), est populairement connue sous le nom de cacahuète, c'est une légumineuse appartenant à la famille des *Fabacées*. L'arachide est la culture majeure dans les pays asiatiques et africains, est une annuelle qui mesure environ 30 à 50 cm de hauteur, les feuilles sont alternes et pennées avec quatre folioles (deux paires opposées ; pas de foliole terminale), chaque foliole mesure 1 à 7 cm de long et 1 à 3 cm de large. Les fleurs d'arachide sont portées en grappes axillaires au-dessus du sol. Après les fleurs ont été pollinisées, une tige courte et épaisse à la base de la fleur, appelée gynophore (Suchoszek-Lukaniuk *et al.*, 2011).

Les producteurs mondiaux d'arachide comprennent la Chine, l'Inde, les États-Unis, le Nigéria, l'Indonésie, Myanmar, Sénégal, Soudan, Argentine et Vietnam (El-Hamidi et Zaher, 2018).

Pour les graines d'arachides elles se développent dans des gousses, contenant généralement d'une à trois graines, ne se développent que sous terre. Chaque graine est recouverte d'un mince tégument papyracé (Suchoszek-Lukaniuk *et al.*, 2011).

La graine d'arachide est très nutritive, sa composition est représentée dans la figure suivante :

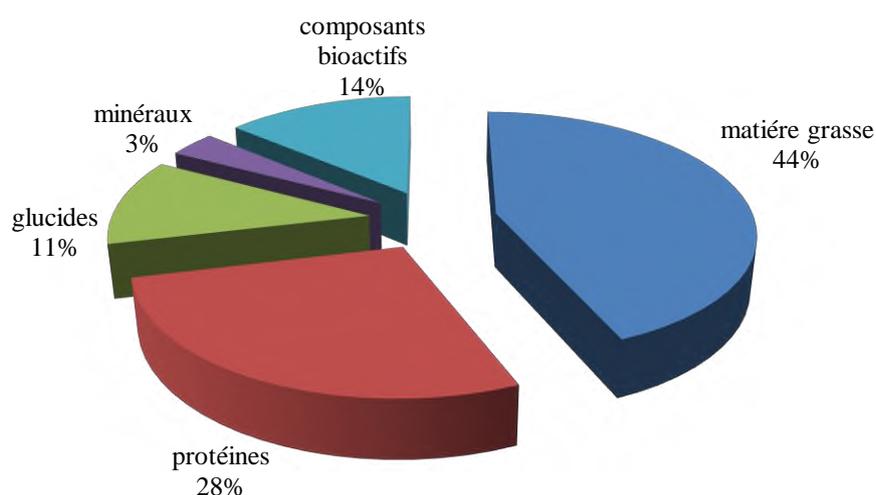


Figure 3. Composition de graine d'arachide (Wang *et al.*, 2016).

2.2.2 Composition chimique d'huile d'arachide

L'huile d'arachide est riche en acide oléique mono insaturé suivi d'acide linoléique di-insaturé suivi d'acide gras palmitique saturé. Le niveau haut d'acides gras polyinsaturés dans l'huile d'arachide le rend très sensible au rancissement et aux mauvais goûts (Alagirisamy, 2016).

Tableau III : Composition chimique de l'huile d'arachide (Alagirisamy, 2016).

Type d'acide gras	Quantité %
Acide oléique (C 18:1)	43% - 55%
Acide linoléique (C 18:2)	30% - 32%
Acide palmitique (C 16:0)	2% - 4%
Acide stéarique (C 18:0)	1% - 2%
Acide arachidique (C 20:0)	2% - 3%

Les antioxydants naturels dans l'huile d'arachide sont des tocophérols, le tableau suivant représente les composés mineurs de l'huile d'arachide.

Tableau IV. Composés mineurs de l'huile d'arachide (El-Hamidi et Zaher, 2018)

Composées	Stérol	Tocophérols	Alpha-tocophérol	Bêta-tocophérol	Gamma-tocophérol	Delta-tocophérol
Teneur	0.09-0.3%	130 à 1300 mg / kg	48 à 373 mg / kg	0 à 140 mg / kg	88 à 389 mg / kg	0-22 mg / kg

2.2.3 Utilisations et intérêt nutritionnel et thérapeutique

Les produits dérivés d'arachides sont l'huile, le tourteau, la pâte d'arachide, le beurre d'arachide et les graines elles-mêmes.

L'huile d'arachide est utilisée en cuisine, car elle est très stable, et résiste bien à la cuisson, même à haute température.

Le tourteau de graines d'arachide est riche en protéines (55-60 %) et est utilisé comme complément alimentaire ou dans la préparation des aliments de sevrage. Il est aussi utilisé dans la préparation des pains et d'autres aliments.

Le beurre d'arachide ou beurre de cacahuètes est une pâte à tartiner faite à base de graines d'arachides.

2.3. Huile de lentisque

3.3.1 Description botanique et origine de la plante

Pistacia lentiscus L. est un arbuste ou arbre appartenant à la famille des *Anacardiaceae*, largement distribué dans les écosystèmes «extrêmes» du bassin méditerranéen. Il prospère sur différents types de sols et est capable de tolérer et d'accumuler du sel, il tolère également de longues périodes de rayonnement solaire élevé et températures élevées. Toutes les parties de cette plante ont une longue tradition dans la médecine et il est

considéré comme l'espèce la plus couramment utilisée traditionnellement parmi environ 20 espèces du genre *Pistacia* (Azib *et al.*, 2019).

Les graines de *Pistacia lentiscus* L. constituent environ 10 à 15% de la pulpe comestible et sont généralement jetés comme déchets après extraction de la pulpe. L'huile transformée à partir des graines constitue 7-15% du poids des graines entières (Brahmi *et al.*, 2020).

2.3.2 Composition chimique de l'huile de lentisque

Les principaux composants des huiles essentielles des feuilles de *P. lentiscus* sont : le myrcène (33,46%) et l' α -pinène (19,20%), tandis que le limonène (18,26%) et l' α -pinène (20,46%) étaient les principaux composants des huiles essentielles de fruits de *P. lentiscus* (Bouyahya *et al.*, 2018).

La composition en acide gras de l'huile de lentisque sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau V. Composition en acides gras d'huile de fruit de *Pistacia lentiscus* (Saidi *et al.*, 2009).

Acides gras	Quantité %
Oléique (C18 :1)	50
Palmitique (C16 :0)	27.2
Linoléique (C18 :2)	19.3
Palmitoléique (C16 :1)	1.7

3.3.4 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique

L'huile de *Pistacia lentiscus* L. est utilisée au niveau international comme médicament traditionnel pour ses propriétés thérapeutiques telles que son antifongique, antibactérien et antioxydant (Negro, 2014).

En Algérie, les feuilles de *P. lentiscus* L sont utilisées pour traiter diverses maladies telles que l'asthme, l'ulcère, la diarrhée, l'inflammation, eczéma, infections de la gorge et diabète, la réduction du cholestérol total, LDL cholestérol et des triglycérides. (Bouyahya *et al.*, 2018)

Elle est aussi utilisée aussi dans le domaine alimentaire comme arômes dans les boissons (Negro, 2014)

Le mastic obtenu à partir de la tige administré par voie orale était très efficace pour prévenir les lésions gastriques, donc il a un effet gastro protecteur (**Balan et al., 2007**), il est aussi utilisé comme édulcorant, carminatif, stimulant (**De Pooter et Schamp, 1991**)

2.4 Huile de Nigelle

2.4.1 Description botanique et origine de la plante

Nigella sativa est une dicotylédone appartient à la famille *Renonculaceae*, genre *Nigella* espèce *Sativa*, est une plante herbacée annuelle avec des fleurs qui sont principalement blanches, jaunes, roses, bleu clair ou lavande avec des pétales de 5 à 10. Elle est généralement cultivée entre novembre et avril et la germination dure environ 10-15 jours après semer des graines.

Le temps de floraison et de fructage de la plante est de janvier à avril (**Mohebbati et al., 2020**).

Elle pousse principalement dans diverses parties du sud de l'Europe et certaines parties de l'Asie (la Syrie, la Turquie, l'Arabie saoudite, le Pakistan et l'Inde), les pays méditerranéens et est également cultivée dans le nord du Maroc.

Les graines de nigelle sont de petite taille généralement (1-5 mm), elles ont un goût aromatique et amer, ces graines sont connues sous le nom de «Al-HabbaAl-Sauda» et «Al-Habba Al-Barakah» en arabe et noir cumin ou graines noires (black cumin ou black seeds) en anglais (**Kooti et al., 2016**)

Au Moyen-Orient, le Nord l'Afrique et l'Inde, il a été utilisé traditionnellement pendant des siècles pour le traitement de l'asthme, de la toux, de la bronchite, des maux de tête, rhumatismes, fièvre, grippe et eczéma et pour ses activités antihistaminiques, antidiabétiques et anti-inflammatoires (**Burits et Bucar, 2000**).

Les graines de *N. sativa* sont utilisées pour guérir les troubles gastro-intestinaux ainsi que les affections cutanées ou respiratoires (**Gharby et al., 2015**)

Les graines de *Nigella sativa* contiennent des protéines, une grande quantité d'huiles fixes, d'huile essentielle (volatile) ; elle contient la thymoquinone (TQ), avec ses dérivés tels que la thymohydroquinone et le thymol, les minéraux, les vitamines comme le calcium, magnésium (1 à 4%), les saponines (0,013%), et les alcaloïdes (0,01%) des glucides (**Benkaci et al., 2007; Al-Gayyar et al., 2016; Bordoni et al., 2019**).

Tableau VI. Composition des graines de *Nigella sativa* (Ansari, 1988 ; Aljassir, 1992)

Constituant	Quantité %
Lipides	30 – 35
Protéines	16 – 21
Glucides	20-33
Vitamines	4,5 - 6,5
Sels minéraux	3,7 – 8
Thymoquinone	27,8 – 57

2.4.2 Composition chimique d'huile de nigelle

L'huile de nigelle contient des composées majeures qui sont les acides gras fixes insaturés (Alsubaibani, 2018; Mazaheri *et al.*, 2019), il contient aussi la thymoquinone jusqu'à 50% et les antioxydants.

D'autre part d'huile de nigelle contient les composées mineures qui sont les acides gras saturés (18,1 %), cette huile contient aussi des vitamines et minéraux.

Tableau VII. Composition en acides gras de l'huile de *Nigella sativa* d'Arabie (Al-Jassir, 1992).

Acide gras	AG (%)
Acide linoléique C 18:2	59,34
Acide oléique C 18:1	23,58
Acide stéarique C 18:0	2,28
Acide lignocérique C 24:0	1,080 ± 0,012
Acide myristique C 14:0	0,90 ± 0,08
Acide palmitoléique C 16:1	0,30 ± 0,01

2.4.3 Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique

L'huile de *N. sativa* est connue par son activité antioxydante, suite à plusieurs études qui ont montré que les monoterpènes, y compris le pcyène, l' α -thujène, le γ -terpinène, le carvacrol, l' α -pinène, la thymoquinone et la β -pinène, les principaux composants de cette huile ont une forte activité antioxydante (Kazemi, 2014).

Dans le domaine pharmaceutique, l'huile de nigelle a des effets théologiques et pharmacologiques grâce à la thymoquinone TQ, en augmentant la cellule T et les réponses immunitaires (Azizi *et al.*, 2019), aussi inhibent la peroxydation lipidique non enzymatique dans les liposomes des effets anti-inflammatoires utilisés aussi pour le traitement de la peau (l'eczéma, l'acné et problème de la peau sèche (Burits et Bucar, 2000).

2.5 Huile d'amande

2.5.1 Description botanique et origine de la plante

L'amande, scientifiquement connu sous le nom de *Prunus dulcis* appartient à la famille *Rosaceae*, sous-genre *Amygdalus*, est une espèce d'arbres à noix tels que pêches, prunes et cerises, de 4 à 12 mètres de hauteur avec des feuilles vertes simples, et des fleurs blanches ou rose, à fleurir au printemps en raison de ses faibles besoins de refroidissement hivernal et de sa réponse rapide à la croissance températures, il peut vivre plus de 100 ans (**Wijeratne et al., 2006**).

Les plus cultivés dans le monde, sont les pays méditerranéens et d'autres régions chaudes Californie, l'Asie centrale – le Moyen-Orient (**Askın et al., 2007; Kodad et al., 2014**)

Le noyau d'amande contient principalement des lipides (52,2%), acides gras monoinsaturés et polyinsaturés des protéines (20%), glucides (20,4 %), 4,4 % de sucres solubles dans l'eau (**Li et al., 2020**)

2.5.2 Composition chimique d'huile d'amande

L'huile d'amande est une huile extraite à partir de noyau de couleur jaune largement utilisée pour la production de produits cosmétiques et alimentaires, jusqu'à présent la qualité d'huile d'amande est liée à la qualité du noyau (taille, forme, double, etc.), et les différentes utilisations des amandes nécessitent des noyaux ayant une composition spécifique, selon chaque produit (**Kodad et al., 2008**).

L'huile d'amande est principalement composée d'acides gras mono et di insaturés. Les principaux acides gras qui apparaissent dans l'huile d'amande sont l'acide oléique (50–80%), linoléiques (11–37%), palmitique (5–16%) (**Rabadán et al., 2017**).

Les composants mineurs, sont les stérols ou les tocophérols (**Maestri et al., 2015**), les stérols de l'huile d'amande sont presque entièrement composés de β -sitosterol (95% des stérols totaux pour les acides gras : acide stéarique (1–4%) , l'acide linoléique à 0,1% (**Rabadán et al., 2017**).

2.5.3 Utilisation et l'intérêt nutritionnel et thérapeutique

L'utilisation de l'huile d'amande à augmenter dans le monde suite à ses avantages il est utilisé dans divers domaines ; pour le domaine pharmaceutique, la réduction du cancer du côlon et les maladies cardiovasculaires, liées à l'augmentation de lipoprotéines à haute densité (HDL), également utilisées pour traiter la constipation effets inflammatoires et anti-hépatotoxiques (**Lardos, 2006 ; Esfahlan et al., 2010; Zeeshan, 2010**).

Dans le domaine alimentaire, l'amande est utilisée pour la consommation humaine suite à sa valeur nutritive élevée en lipides ce qui constitue une source calorique, consommée comme écrou entier ou utilisée dans divers confiseries et chocolats, il ne contribue pas à la formation de cholestérol, en raison de leur niveau élevé d'acides gras insaturés (**Kodad et al., 2008**), ou la consommation non humaine, ses composants jetés sont destinés à l'alimentation des animaux, utilisés comme aliment pour le bétail (**Rabadán et al., 2017**).

L'huile d'amande est utilisée dans le domaine cosmétique pour le traitement de la peau et les cheveux.

2.6 Huile de Sésame

2.6.1 Description botanique et origine de la plante

Le sésame (*Sesamum indicum L*) est une plante annuelle, de la famille des *Pedaliaceae*, est l'une des matrices oléagineuses importantes avec une production mondiale annuelle supérieure à 4 millions tonnes (**Capellini et al., 2019**).

Cette plante est cultivée aux zones chaudes et semi-chaudes, mais l'amélioration des cultivars appropriés a conduit à sa culture dans la plupart des régions du monde (**Gholinezhad et al., 2020**). Environ 96 % de sa production se produit en Asie et en Afrique, les 4 % restants se produisent dans les Amériques et en Europe (**Choi et al., 2020**), les grandes régions qui produisent le sésame dans le monde sont distribuées comme suite : L'Asie, la Méditerranée et l'Afrique du Sud. Chine, Inde, Myanmar, Soudan, Éthiopie, Nigéria, Le Mexique et le Guatemala (**Ji et al., 2020**).

Les graines de sésame sont utilisées dans le domaine alimentaire dans la préparation de divers aliments en confiserie, y compris les pains, craquelins, sauces (Tahini) issues de broyage des graines de sésame avec ajout de l'eau de nombreux aliments peuvent contenir des sources cachées de sésame, provenant de la graine ou de l'huile (**Appel et al., 2018**), ses graines sont très nutritives, elles sont riches en matières grasses et d'autre part elles contiennent des protéines, des phénols, des phytostérols, des vitamines (en particulier les vitamines du groupe E et B), ainsi que les minéraux (**Parsaeian et al., 2020**)

Tableau VIII. Composition chimique globale des graines de sésame (Bhat, 2014).

Constituants	Composition (%)
Humidité	6-7
Protéines	20-28
Huile	48-55
Sucres	14-16
Fibres	6-8
Minéraux	5-7

2.6.2 Composition chimique d'huile de sésame

L'huile de sésame est composé d'une grande partie des acides gras qui sont d'acides gras mono et polyinsaturés insaturés (80 -85 %), y compris l'oléique et acide linoléique, et (15-20%) acides gras saturés, acide palmitique et acide stéarique .

Les composés mineurs sont des matières non vérifiables comme les ligans (0,2 à 0,4 %), les tocophérols, les phytostérols et les phénols sesamol, sesamin, et sesamol, la vitamine E, provitamine A (Parsaeian *et al.*, 2020).

L'huile de sésame est une huile végétale comestible produite à partir de graines de sésame possède plusieurs nutriments bénéfiques et une saveur distincte (Choi *et al.* 2020), elle est considérée comme huile de qualité supérieure en raison d'une forte teneur en acide gras (~ 85%) et la présence d'antioxydants (comme sesamin, sesamol et tocophérols) (You *et al.*, 2019).

La composition en acides gras de l'huile de sésame est représenté dans le tableau suivant :

Tableau VIII. Composition en acide gras de l'huile de sésame (Parsaeian, 2020).

Constituants	Nom d'acide gras	Composition %
acides gras insaturés	Acide l'oléique	32,7 - 53,9
	acide linoléique	29.9-45.6
Acides gras saturés	Acide palmitique	8.3-14.6
	acide stéarique	3.4-6.8

2.6.3. Utilisation et intérêt nutritionnel et thérapeutique

L'huile de graines de sésame est utilisée dans le domaine alimentaire comme huile de cuisson grâce à son arôme significatif, et elle peut être employée pour la salade, assaisonnement, la soupe (**Ji et al., 2018**), aussi utilisée comme matière première pour la production de certains matériaux comme la margarine .

Plusieurs études ont démontré que l'huile de sésame a une résistance à la détérioration oxydative par rapport à d'autres huiles comestibles, et il est très efficace dans le traitement des blessures (**Boudjou, 2008**).

Dans le domaine pharmaceutique, promouvoir l'appétit anti-inflammatoire, réduise les lipides plasmatiques, l'hérisme, et le stress oxydatif (**Tunde-Akintunde et al., 2004**), effet sur le cancer (présence de tocophérols), la fonction du foie et la tension artérielle (présence de lignine) (**El-Hamidi et Zaher, 2018**).

Chapitre III
MATÉRIELS ET
METHODES

Chapitre III : Matériel et méthodes

L'objectif de cette étude est la détermination des caractéristiques physico-chimiques (indices d'acide, de peroxyde, et de réfraction, extinction spécifique dans l'ultraviolet), dosage des composés bioactifs (composés phénoliques, chlorophylles et caroténoïdes) et la mesure de l'activité antioxydants de six huiles alimentaires (huile de soja, huile d'arachide, huile d'amande, huile de sésame, huile de lentisque, huile de nigelle).

Donc, Ce chapitre est réparti en deux volets, le premier volet traite le matériel utilisé : la présentation des huiles à analysées, les produits chimiques, les réactifs utilisés, et l'appareillage utilisé. Tandis que le second volet décrit les différentes méthodes d'analyses utilisées.

III. 1 Matériels

- **Matière première**

Les six huiles alimentaires étudiées ainsi que leurs caractéristiques sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau X. Présentation des échantillons d'huiles étudiées

Huile	Méthode d'extraction	Origine	Utilisation
Soja	Raffinage chimique	Les graines sont achetées à bejaia et pressées par l'entreprise	Domaine alimentaire : friture, assaisonnement
Arachide	Fraichement préparées en utilisant une extraction à froid, ont été procurées une entreprise EFPMPB (Entreprise de fabrication des produits et matériel parapharmaceutique, Bejaia).		<ul style="list-style-type: none"> • Domaine alimentaire • Domaine cosmétique • Domaine pharmaceutique
Amande			
Sésame			
Lentisque			
Nigelle			

- **Produits chimiques et réactifs**

Les caractéristiques des produits chimiques et les réactifs utilisés sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau XI. Produits chimiques et les réactifs utilisés

Produit chimique	Formule chimique	Masse molaire (g /mol)
Hydroxyde de potassium	KOH	56,11
Ethanol	CH ₅ OH	46,07
Phénolphthaléine	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	318,32
Chloroforme	CHCl ₃	119,38
Acide acétique	C ₂ H ₄ O ₂	60,05
Iodure de potassium	KI	166,00
Thiosulfate de sodium	Na ₂ S ₂ O ₃	248,17
Amidon	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	Si n=1 : M=162
Hexane	C ₆ H ₁₄	86,18
Méthanol	CH ₃ OH	32,04
2,2-Diphenyl-1picrylhydrazyl	C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆	394,32
Réactif de Folin-Ciocalteu	H ₃ PW ₁₂ O ₄₀ (acide phosphotungstique)	2880,05
	H ₃ PMo ₁₂ O ₄₀ (acide phosphomolybdique)	1825,25
Carbonate de sodium	Na ₂ CO ₃	105,99

III.2 Analyses physico-chimiques

III. 2. 1 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par un kilogramme de corps gras (me/Kg d'huile) (AFNOR, 2015), qui permet d'estimer la quantité des peroxydes présent dans une matière grasse.

➤ **Principe**

Une prise d'essai d'huile en solution dans un mélange d'acide acétique et de chloroforme est traitée par une solution d'iodure de potassium. L'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon comme un indicateur coloré selon la réaction suivante (Pardon *et al.*, 2007)



➤ Mode opératoire

Une masse de 0.5g d'huile à été peser dans un erlenmeyer, avec ajout de 7.5 ml de mélange chloroforme - acide acétique , et l'ajoute de 0.25ml de la solution d'iodure de potassium saturé, après agitation du mélange , laisser reposer pendant 5min à l'abri de la lumière , ensuite ajout de 7.5ml d'eau distillée et 2 gouttes d'empois d'amidon, enfin titrage de l'iode libéré avec la solution thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) à 0.01N jusqu'à la disparition de la couleur.

Réaliser un témoin qui ne doit pas contenir de l'huile

➤ Expression des résultats

Indice de peroxyde est donné par la formule suivante :

$$\text{IP (meqg/kg)} = \text{N} \cdot (\text{V1} - \text{V0}) \cdot 1000 / \text{P}$$

IP: Indice de peroxyde en mg O₂ /Kg

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01 N)

V1 : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour le titrage (ml)

V0 : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'essai à blanc (ml)

P : Poids de la prise d'essai (g).

III .2.2 Indice d'acide

Une masse de 0.5g d'huile à analyser à été pesé dans un erlenmeyer, avec l'ajout de 12.5 ml d'éthanol ainsi que 2 gouttes de phénophtaléine, après une agitation ce mélange est titré avec une solution alcoolique d'hydroxyde de sodium (NaOH) (0,1 N), jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante quelques secondes.

➤ Principe

Il consiste à une neutralisation des acides gras par une base (solution de NaOH) en présence de phénophtaléine comme un indicateur coloré selon la réaction suivante.



➤ Mode opératoire

Peser 0.5g d'huile à analyser dans un erlenmeyer, ajouter 12.5 ml d'éthanol avec 2 gouttes de phénophtaléine, après une agitation ce mélange est titré avec une solution

alcoolique d'hydroxyde de sodium (NaOH) (0,1 N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante quelques secondes.

➤ **Expression des résultats**

L'indice d'acide (IA) est déterminé selon la formule de (Wolff, 1968) suivante :

$$IA = (V1 - V0) \cdot 56,1 / P$$

Où :

IA : Indice d'acide

V1 : Volume en ml de la solution de KOH utilisé pour l'échantillon

V0 : Volume en ml de la solution de KOH utilisé pour le blanc

56,11: Masse molaire, exprimée en g/mole, d'hydroxyde de potassium.

P : Masse en gramme de la prise d'essai

III. 2. 3 Indice réfraction

L'indice de réfraction d'une huile est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée passant de l'air à huile à une température donnée (**Lion, 1955**).

➤ **Principe**

Suivant le réfractomètre utilisé, soit mesurer directement l'angle de réfraction, soit observer la limite de réflexion totale, l'huile étant maintenue dans les conditions d'isotropisme et de transparence.

➤ **Mode opératoire**

Quelques gouttes de l'huile à analyser ont été étalées sur la lame bien nettoyée du réfractomètre, ensuite le cercle de la chambre sombre et claire est réglé dans la moitié et effectuer la lecture des résultats (**NF ISO 6320, 1996**).

III. 2. 4 Extinction spécifique dans l'Ultraviolet

La spectrométrie ultraviolette est basée sur le pouvoir que possèdent certaines substances d'absorber l'énergie lumineuse. Les produits d'oxydation des huiles ont des spectres caractéristiques dans l'UV.

Les produits primaires d'oxydation des lipides contenant des doubles liaisons conjuguées peuvent être quantifiés par spectrométrie UV. L'oxydation des acides gras polyinsaturés s'accompagne d'un déplacement des doubles liaisons qui passent de la position malonique à la position conjuguée.

➤ Principe

Cette méthode consiste à déterminer les absorbances à 232 et 270 nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydroperoxydes et des produits secondaires (Alais *et al.*, 2003).

➤ Mode opératoire

L'absorbance, exprimée comme extinction spécifique, est déterminée selon la méthode décrite par le COI (1996).

Peser 0.1g d'huile dans un erlenmeyer, ajouter 10ml d'hexane et remplir la cuve avec la solution obtenue ensuite mesurer les extinctions, en utilisant comme référence hexane aux longueurs d'ondes 270 et 232.

➤ Expression des résultats

$$E = A\lambda / C \times L$$

Où

E : Extinction spécifique à la longueur d'onde λ .

A λ : Densité optique à la longueur d'onde λ .

C : Concentration de la solution en g/100ml.

L: Longueur de la cuve en centimètre (1cm)

III.2 .5 Dosage des chlorophylles et des caroténoïdes

III.2.5.1 Dosages des chlorophylles

Le Protocole décrit par Minguez-Mosquera *et al.* (1991), est adopté pour estimer la teneur en chlorophylles. Dans une fiole jaugée de 25 ml, peser 2g d'huile ajouter 10ml du cyclohexane, après agitation, lire l'absorbance à la longueur d'onde (670).

Les teneurs en chlorophylles sont déterminées par la formule suivante :

➤ **Expression des résultats**

Les teneurs en chlorophylles sont déterminées par la formule suivante :

$$\text{Chlorophylles (mg/kg)} = A_{670} \cdot 10^6 / 613 \cdot 100 \cdot T$$

Où,

A: Absorbance à une longueur d'onde 670nm.

T: Trajet optique (1cm).

613 : Coefficient d'extinction spécifique appliquée pour la phéophytine

III.2.5.2 Dosages des caroténoïdes

Les carotènes présents dans la phase hexanique sont dosés par spectrophotométrie à 450 nm qui correspond au maximum d'absorption de la β - carotène (**Dymie et al., 1981**)

Un échantillon de 2 g d'huile est ajusté à 10 ml avec du cyclohexane dans une fiole jaugée, après agitation l'absorption est mesurée à 470nm.

➤ **Expression des résultats**

$$\text{Caroténoïdes (mg/kg)} = A_{470} \cdot 10^6 / 2000 \cdot 100 \cdot T$$

A470 : Absorbance à la longueur d'onde 470.

2000 : Extinction spécifique de la lutéine.

T : Trajet optique (1cm).

III.6. Mesure de l'activité antioxydant

III.6.1 Extraction

La méthode adoptée est basée sur l'extraction liquide-liquide décrite par Pirisi *et al.* (2000). Une masse de 3 g d'huile est solubilisée dans un mélange constitué de 3ml de l'hexane et 3 ml du méthanol 80%, une agitation pendant 2 min avec l'agitateur, le mélange est centrifugé (3000 rpm/5 min).

Enfin, Les deux solvants se séparent et la phase méthanolique est récupérée.

III.6.2 Mesure l'activité anti-radicalaire (DPPH)

Le radical libre DPPH• (2,2-Diphényl-1-Picrylhydrazyl) est utilisé pour déterminer la capacité antioxydants des extraits phénoliques. Ce dernier présente une absorption spécifique à 517 nm qui lui confère une couleur violette. Lorsque le DPPH• est réduit en DPPH-H sa couleur disparaît et devient jaune (**Gordon, 2001**). La technique au DPPH• s'effectue à

température ambiante ce qui permet de préserver les molécules testées de l'éventuelle dégradation thermique.

➤ **Mode opératoire**

La capacité antioxydant des huiles est estimée suivant la méthode décrite par **Salta et al. (2009)**, Un volume de 0,1 ml d'extrait est additionné de 1 ml de la solution DPPH. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 30 min et la décoloration par rapport au témoin contenant le DPPH et le solvant d'extraction est mesuré à 517 nm (**Turkmen et al., 2006**).

➤ **Expression des résultats**

L'activité antiradicalaire est exprimée en pourcentage d'inhibition par rapport au témoin selon la formule suivante

$$\% \text{ d'inhibition} = [(Abs_t - Abs_e) / Abs_t] \cdot 100$$

Où,

Abs_t: Absorbance du témoin

Abs_e: Absorbance de l'extrait

Chapitre IV
RESULTATS ET
DISCUSSION

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Les six huiles alimentaires (huile de sésame, huile d'amande, huile de nigelle, huile de lentisque, huile de soja et huile d'arachide), sont soumises à des examens physico-chimiques afin de vérifier leur qualité et leur pureté et déterminer leur activité antioxydante.

Dans cette partie, nous allons exposer les résultats relatifs aux analyses physico-chimiques établies sur chaque huile.

IV. 1. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent d'oxygène par kg d'huile, est un moyen de mesurer l'oxydation lipidique (Ryan *et al.*, 1998), il est utilisé pour évaluer l'état de conservation d'une matière grasse, en effet les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs (UV, eau, enzyme, trace de métaux,...) (Chavanne, 1986).

L'attaque des huiles par l'oxygène conduit à des dégradations organoleptiques et fonctionnelles, affectant directement la qualité des huiles (M'baye, 2012), les premiers composés formés au cours de l'oxydation sont les peroxydes ou les hydroperoxydes, ensuite ces composés subissent d'autres réactions pour donner des aldéhydes, des cétones et des acides qui sont responsables du défaut de rance de l'huile (Satue *et al.*, 1995).

Donc, cet indice permet d'apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative de l'huile (Ollé, 2002).

Les résultats obtenus de l'indice de peroxyde des six types d'huiles sont représentées dans la figure suivante :

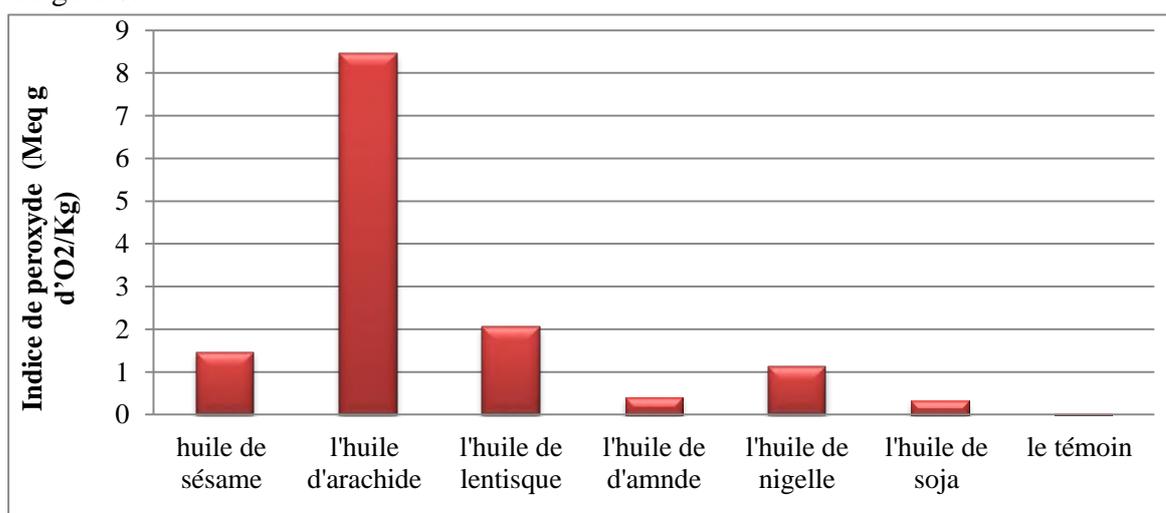


Figure 4. Indice de peroxyde de six huiles alimentaires étudiées

D'après les résultats obtenus nous remarquons que l'indice de peroxyde exprimé en meq d'O₂/Kg n'est pas le même pour les six huiles alimentaires analysées, l'huile d'arachide a une valeur élevée par rapport aux autres huiles, suivie par l'huile de lentisque, huile de sésame, huile de nigelle, huile d'amande et en fin l'huile de soja, ces résultats traduits par la peroxydation d'huile d'arachide plus que d'autres huiles.

Selon la norme **ISO 3960 (2007)**, l'indice de peroxyde ne doit dépasser 10 Meq g d'O₂/Kg, le tableau suivant regroupe les valeurs de l'indice de peroxyde des huiles alimentaires analysées.

Tableau XI. Indices de peroxyde des huiles alimentaires analysées

Huiles	IP (Meq g d'O ₂ /Kg)	Norme ISO 3960 (2007)
Arachide	8.46	10 Meq g d'O ₂ /Kg
Lentisque	2.06	
Sésame	1.46	
Nigelle	1.12	
Amande	0.40	
Soja	0.32	

Les valeurs de l'indice de peroxyde de six huiles analysées sont inférieures à la norme (la valeur inférieure à 10Meq de peroxydes/kg d'huile).

D'après les résultats précédents, l'huile la plus oxydée est l'huile d'arachide avec une valeur de 8.46 Meq g d'O₂/Kg tandis que l'huile d'amande et l'huile de soja sont les moins oxydés avec des valeurs de 0.40, 0.32 Meq g d'O₂/Kg, respectivement.

La différence de la valeur de l'indice de peroxyde entre les six huiles peut être s'expliquer comme suite

Les huiles qui sont plus insaturées sont oxydées plus rapidement que les huiles moins insaturées, et l'huile d'arachide est la plus oxydée, cette peroxydation détruit les acides gras de l'huile, et conduit à l'obtention de composés très toxiques (**Deymie et al., 1981; Lamboni et al., 2005**), l'oxydation de l'huile commence de la récolte des grains est continue pendant le stockage. Cette oxydation est due aux conditions de fabrication et qui peuvent provoquer une oxydation des acides gras insaturés entraînant ainsi leur diminution (**kandji, 2001**).

Lorsqu'une huile n'est pas soumise à de bonnes conditions de conservation, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation, dans ce cas, elle devient impropre à la consommation.

IV. 2. Indice d'acide

L'acidité renseigne principalement sur l'altération des triglycérides à la suite d'une hydrolyse chimique ou enzymatique. Les acides gras libres non oxydés présentent un intérêt nutritionnel quasiment équivalent aux mêmes acides gras sous forme glycéridique (Aubret *et al.*, 2003).

Autrement dit, l'indice d'acide est une mesure des acides gras libres présents dans l'huile. Les acides gras se trouvent sous la forme de triglycérides, cependant, au cours de la transformation des acides gras peuvent avoir hydrolysé en acide gras libre. Plus l'IA trouvé, plus le niveau des AGL qui se traduit par une diminution de la qualité de l'huile (Monika *et al.*, 2013).

Tableau XII. Indices d'acide des six huiles alimentaires analysées et la norme **Codex Alimentarius**

Huile	Indice d'acide	Codex Alimentarius (Huiles raffinées)	Codex Alimentarius (Pression à froid)
Soja	0.44	≤0.6mg KOH/g huile	-----
Sésame	0.67	-----	≤4.0mg KOH/g huile
Arachide	1.604		
Lentisque	1.51		
Amande	0.78		
Nigelle	2.87		

D'après les résultats obtenues, nous remarquons une différence des indices d'acide des six huiles analysées, l'huile de nigelle avec une grande valeur suivie par l'huile de lentisque, après l'huile d'arachide, en suite l'huile d'amande, l'huile de sésame et enfin l'huile de soja avec une faible valeur.

Selon la norme (*Codex Alimentarius*), l'indice d'acide pour les huiles raffinées est inférieur ou égale à 0.6mg KOH/g huile.

L'huile de soja est une huiles raffinée son indice d'acide est fixé à 0.44mg KOH/g huile elle est inférieure à la norme cela implique que l'huile est conforme à la norme.

D'autre part, selon la norme *Codex Alimentarius*, la valeur d'indice d'acide des huiles obtenues par pressage à froid est inférieur ou égale à la valeur de 4.0mg KOH /g huile, et

d'après les résultats obtenues, on remarque que les 5 huiles alimentaires étudiées extraites par pressage à froid ont un indice d'acide inférieur à la valeur décrite par la norme.

IV.3. Indice de réfraction

L'indice de réfraction représente un critère de pureté, il dépend de la composition chimique des huiles et de la température (**Karleskind, 1992**).

L'indice de réfraction « **IR** » des huiles varie en fonction de leurs insaturations, il croît avec le degré d'insaturation des acides gras contenus dans les matières grasses.

Selon la norme **ISO 6320-15-03 (2003)**, l'intervalle de l'indice de réfraction de l'huile est de 1,458-1,47

Ollé (2002) a proposé une classification des huiles en fonction de leur composition en acide gras majoritaire (acide oléique, acide linoléique, acide linoléique) et leur indice de réfraction.

- ✓ Huile riche en acide oléique **1,468 < IR < 1,472**
- ✓ Huiles riches en acide linoléique **1,471 < IR < 1,477**
- ✓ Huiles riches en acide linoléique **1,480 < IR < 1,523**

En se référant au classement des huiles végétales donné par **Ollé., (2002)**, les huiles alimentaires analysées sont classées dans le tableau suivant :

Tableau XIII : Indices de réfraction des six huiles alimentaires et leurs classifications selon Ollé

Huile	Indice de réfraction	Classification (Ollé, 2002)
Soja	1.4730	Huile riche en acide linoléique 1,471<R<1,477
Sésame	1.4705	Huile riche en acide oléique 1,468<R<1,472
Amande	1.4685	Huile riche en acide oléique 1,468<R<1,472
Arachide	1.4685	Huile riche en acide oléique 1,468<R<1,472
Lentisque	1.4695	Huile riche en acide oléique 1,468<R<1,472
Nigelle	1.4710	Huile riche en acide linoléique 1,471<R<1,477

D'après les résultats, les valeurs des indices de réfraction obtenues sont dans l'intervalle de la norme établies par **ISO 6320-15-03 (2003)** qui est de 1,458-1,47.

IV.4. Extinction spécifique dans l'ultraviolet

Les extinctions spécifiques mesurées par spectrophotométrie est de déterminer les coefficients d'absorption spécifique dans le domaine de l'ultraviolet qui nous renseigne sur la possibilité de détérioration d'huile par le phénomène d'oxydation.

Les réactions d'isomérisation aboutissent à la formation de diènes et de triènes conjugués qui absorbent la lumière dans le domaine UV entre 232nm et 270 nm (**Yadav, 2004**)

En effet, les diènes conjugués et les produits primaires d'oxydation des acides gras se forment par réarrangement des doubles liaisons du radical alkyle des acides gras polyinsaturés, qui lorsqu'ils ont une structure diénique conjuguée tel que l'hydroperoxyde linoléique, absorbent la lumière au voisinage de 232 nm. Les triènes conjugués (dans le cas de la présence d'acides gras à trois doubles liaisons) et les produits secondaires d'oxydation tels que les aldéhydes et cétones α - insaturés, absorbent la lumière vers 270 nm. La détermination

des absorbances au voisinage de 232 nm et au voisinage de 270 nm permet de détecter et d'évaluer les quantités des produits d'oxydation (Wolff, 1968).

Plus la valeur d'extinction à $\lambda=232$ nm est forte, plus l'huile est peroxydée, de même plus l'extinction à $\lambda=270$ nm est forte, plus elle est riche en produits d'oxydation secondaires et traduit une faible aptitude à la conservation (Boucekif, 1991).

Les absorbances à 232 nm et à 270 nm des huiles alimentaires analysées sont représentés dans la figure suivante :

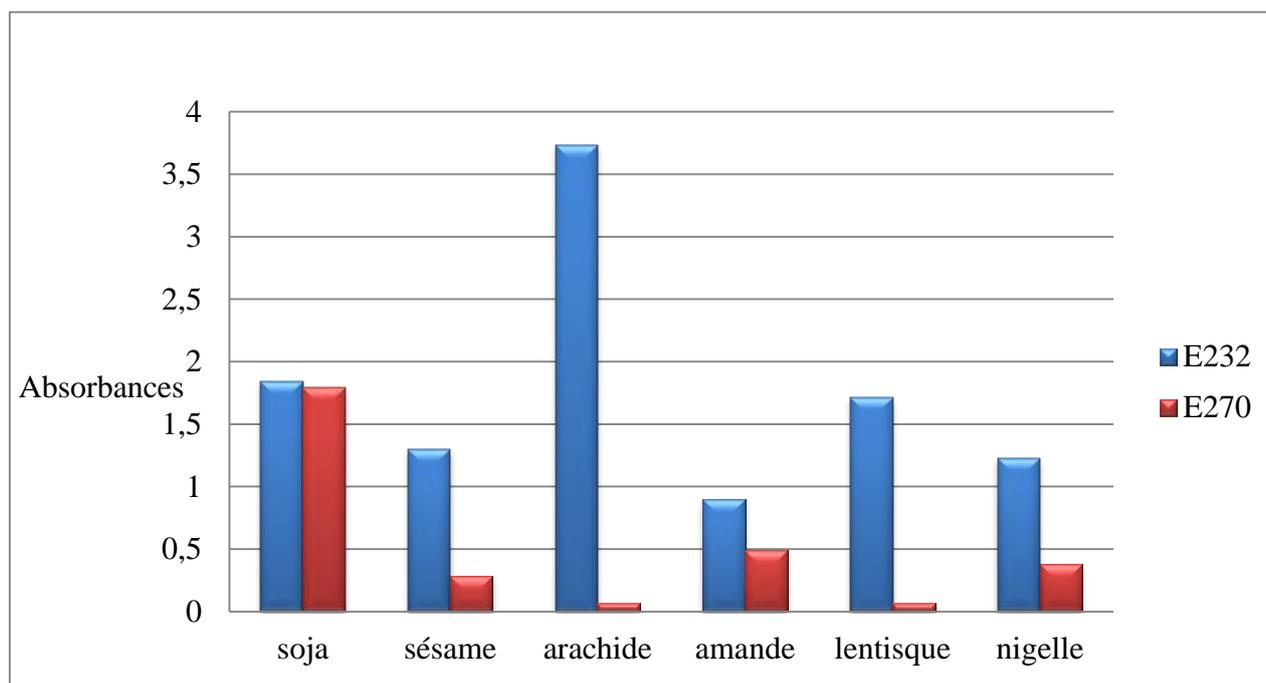


Figure 5. Absorbances à 232 nm et à 270 nm des huiles alimentaires analysées

D'après les présentations graphiques des extinctions des huiles alimentaires analysées nous remarquons que :

L'extinction de l'huile de nigelle à $\lambda=232$ nm est forte que leur extinction à $\lambda=270$ nm, qui s'explique par la peroxydation de cette huile, c'est le même cas pour l'huile de lentisque, huile d'arachide, l'huile d'amande, et l'huile de sésame.

L'extinction de l'huile de soja à $\lambda=232$ nm est moins forte que leur extinction à $\lambda=270$ nm, qui traduit par la composition de cette huile en produits d'oxydation secondaires et renseigne à la faible aptitude à la conservation.

IV.5. Détermination des chlorophylles

Pour estimer la teneur en chlorophylles, nous avons utilisé la méthode décrite par Minguez-Mosquera *et al.* (1991), mesurer l'absorbance des échantillons des huiles à la longueur d'onde de 670 nm, les résultats obtenus sont exprimés dans la figure suivante :

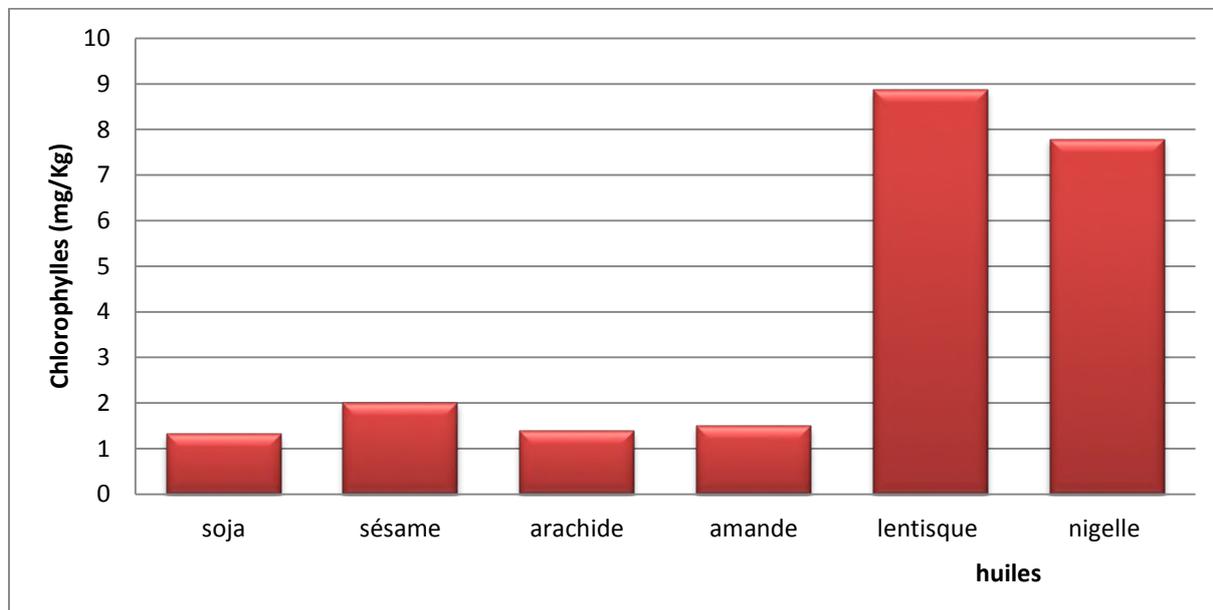


Figure 6. Teneurs en chlorophylles des huiles étudiées

D'après les résultats obtenus, l'huile de lentisque a donné une teneur plus importante en chlorophylle (8.858mg/Kg), suivie par l'huile de nigelle (7.781 mg/Kg), après l'huile de sésame, en suite huile d'amande, en fin huiles de soja et d'arachide avec une faible teneur en chlorophylles.

La chlorophylle est liée aux phénomènes oxydatifs par leurs actions catalytiques, pro-oxydantes en présence de la lumière et antioxydants à l'obscurité (**Grati, 1999**).

IV.6 Détermination des caroténoïdes

Les caroténoïdes sont déterminés par spectrophotométrie à 450 nm qui correspond au maximum d'absorption de la β - carotène (**Dymie *et al.*, 1981**)

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure suivante :

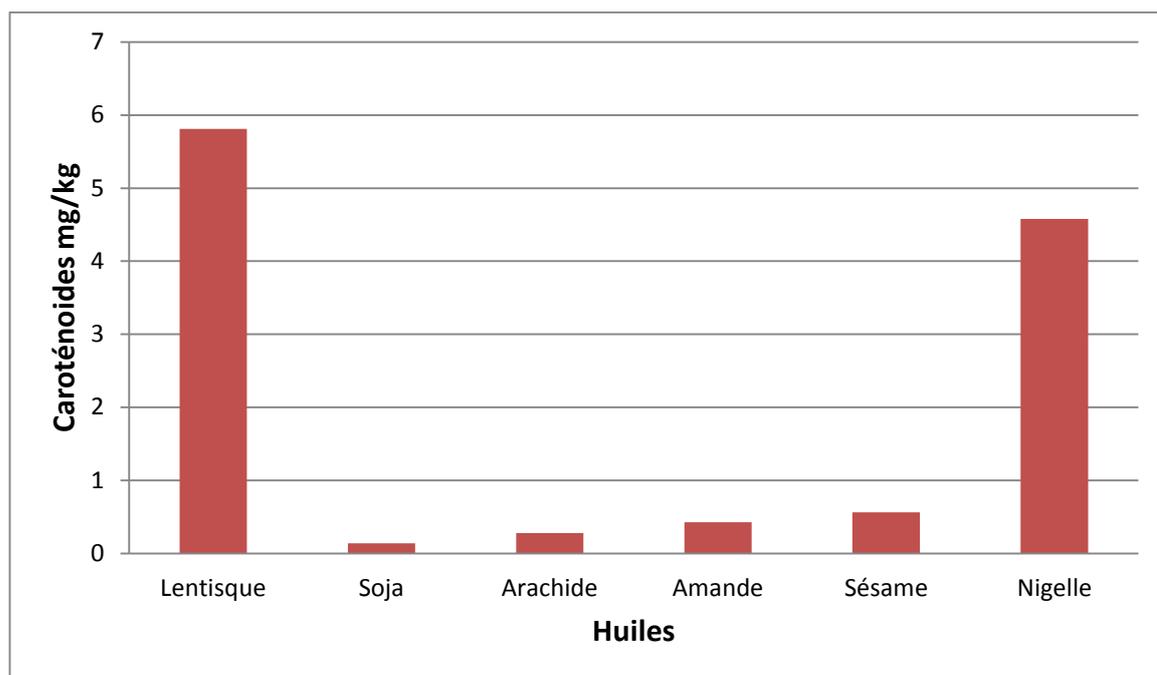


Figure 7. Teneurs en caroténoïdes des huiles étudiées

Les caroténoïdes sont impliqués dans les mécanismes d'auto-oxydation et de photo-oxydation. En effet, les caroténoïdes sont des inhibiteurs très efficaces de la photoxydation induite par les pigments chlorophylliens (**Grati, 1999**).

Nos résultats montrent que l'huile de lentisque a donné toujours la teneur la plus importante en caroténoïdes (5.81mg/g), suivie par l'huile de nigelle (4.58mg/g), tandis que les huiles de soja, huile de sésame, huile d'arachide, et huile d'amande ont des teneurs faible en ce pigment.

La teneur en ce pigment dépend du stade de maturité du fruit, du processus d'extraction et des conditions du stockage (**Ramdanet-Mörsel, 2003**).

La chlorophylle et les caroténoïdes sont des paramètres de qualité importants parce qu'ils se corrèlent avec la couleur, qui est un attribut de base pour la qualité d'une huile. Leur grandeur dépend de différents facteurs, tels que la maturité du fruit, les conditions climatiques, le type de sol et les procédures d'extraction (**El Harfi et al., 2015**).

IV.7. Mesure de l'activité antioxydant

Selon Almela et al. (2006) et Obeid et al. (2007), la quantification et l'identification des polyphénols des extraits végétaux sont considérées comme la première étape vers l'évaluation de la capacité antioxydante.

Le radical DPPH est généralement l'un des composés le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (Bozin *et al.*, 2008).

Le test DPPH permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire d'extraits végétaux, Il mesure la capacité d'un antioxydant à réduire le radical chimique DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) par transfert d'un hydrogène. Le DPPH, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle.

La réduction du DPPH est facilement mesurée par spectrophotométrie à 517 nm. La réaction sera plus ou moins rapide selon la nature de l'antioxydant, et la quantité de DPPH-H formée dépendra de la concentration en antioxydant.

Les résultats de la capacité antioxydante totale des six huiles alimentaires exprimées en pourcentage d'inhibition du radical DPPH

Les résultats obtenus sont représentées dans le graphe suivant :

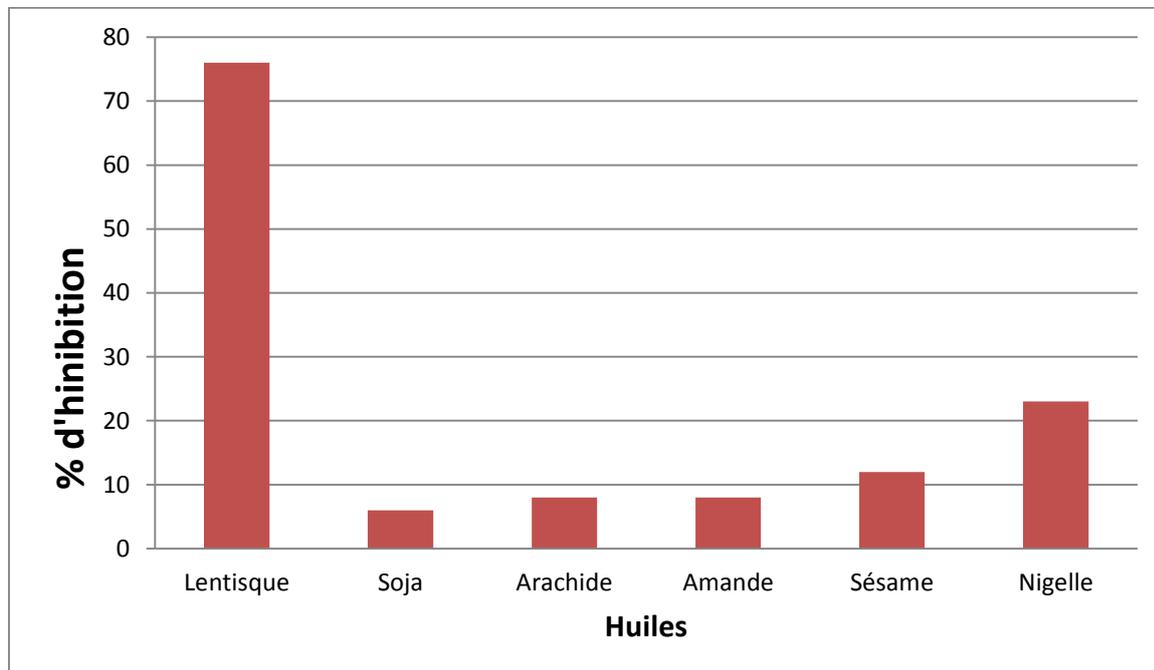


Figure 8. Activité antiradicalaire des extraits de six huiles étudiées exprimées en pourcentage d'inhibition du radical DPPH

La neutralisation du radical DPPH est utilisée afin d'évaluer la capacité antioxydante des composés naturels. Les molécules anti-oxydantes peuvent neutraliser les radicaux libres DPPH• et les convertir en d'autres composés plus stables, ce qui induit une diminution de l'absorbance à 517 nm (**Williams *et al.*, 1995; Espin *et al.*, 2000**)

L'extrait d'huile végétale qui renferme la teneur en composés phénolique la plus élevée présente l'activité anti radicalaire la plus importante.

L'extrait d'huile de nigelle exerce la meilleure activité anti radicalaire et inhibe 76% du radical DPPH•, alors que la capacité antiradicalaire de l'huile de lentisque à une inhibition de 23%, en suite l'huile de sésame qui inhibe 12% du radical DPPH•, et l'huile d'amande et d'arachide inhibent 8% du radical DPPH•, en fin l'huile de soja avec faible activité antiradicalaire qui inhibe 6% du radical DPPH•, Cette faible activité peut être due à ses faibles teneurs en polyphénols totaux et en ortho-diphénols.

Conclusion

Conclusion

L'alimentation joue un rôle important pour notre organisme, c'est une source d'énergie, les opinions sur le rôle des aliments dans la santé humaine ont considérablement changé même si l'objectif clé pour prévenir les carences et les maladies est une alimentation équilibrée mais une excellente nutrition, une bonne qualité alimentaire est encore mieux afin de promouvoir la santé et de réduire le risque de maladies, parmi ses aliment on trouve les huiles végétales. L'évolution de la politique nutritionnelle sur le rapport lipidique a permis de mettre en avant la notion de « qualité de lipides » au lieu de la « quantité de lipides », en effet plusieurs études ont été réalisées ses dernières année pour contrôler la qualité des huiles ,cette qualité est menacée par l'oxydation qui est un phénomène complexe , plusieurs facteurs influencent et accélèrent cette réaction qui sont la présence d'oxygène, la lumière, la durée de conservation, la composition, et la chaleur. D'autre part la présence des antioxydants inhibe la peroxydation et protège la qualité des huiles.

Au cours de notre études nous avons analysé six huiles alimentaires déférents qui sont huile de soja, amande, arachide, lentisque, nigelle, et sésame par le suivie des paramètres physico chimique, les résultats trouvé montre que :

- Augmentation de l'indice de peroxyde signifie la formation des peroxydes, donc l'huile est plus peroxydée.
- L'huile de nigelle avec la plus grande valeur pour l'indice d'acide cela est justifié par la maturation de la graine e l'augmentation des acides gras libres
- L'indice de réfraction et l'extinction spécifique est dans la norme pour les six huile analysées.
- La teneur en chlorophylles et les caroténoïdes est élevé dans l'huile de lentisque ce qui implique une activité antioxydante élevé (76%).

D'après tous les résultats obtenus on conclut que l'huile alimentaire analysée répond à norme, ils sont considérés comme une source d'antioxydants.

Nos objectifs été d'améliorer la qualité de l'huile de soja par un mélange des huiles, mais malheureusement avec les conditions actuelles (Corona et le confinement), elles nous ont empêché de réaliser la suite de travail.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- **Ahmad, A., MobinSiddique, B., Hakimi Ibrahim, M., Hena, S., Rafatullah, M., & Omar A. K, M. (2010).** Physico-chemical properties of blends of palm olein with other vegetable oils. *Grasas y Aceites*, 61(4), 423–429.
- **Alaisc.,Jindin g. &miclo l. (2003).** biochimie alimentaire. ed. dunod.
- **Al-Gayyar, M. M. H., Hassan, H. M., Alyoussef, A., Abbas, A., Darweish, M. M., & El-Hawwary, A. A. (2016).** Nigella sativa oil attenuates chronic nephro toxicity induced by oral sodium nitrite: Effects on tissue fibrosis and apoptosis. *Redox Report*, 1–11.
- **Al-Jassir, M.S. (1992).** Chemical composition and micro flora of black cummin (*Nigella sativa L.*) seeds growing in Saudi Arabia. *Food Chem.*, 45: 239–242.
- **Alsuhaibani, A. M. A. (2018).** Effect of *Nigella sativa* again stcisplatin induced nephro toxicity in rats. *Italian Journal of Food Safety*, 7(2).
- **Ansari A., Hassan S., Kenne L., Atta U.R., &Wehler J. (1988).** Structural studies on a saponin isolated from *Nigella sativa*. *Phyto chemistry* (27), p. 3977-3979.
- **Appel, M. Y., Nachshon, L., Elizur, A., Levy, M. B., Katz, Y., & Goldberg, M. R. (2018).** Evaluation of the basophil activation test and skin pricktesting for the diagnosis of sesame food allergy. *Clinical & Experimental Allergy*, 48(8), 1025 1034.
- **Ayouaz Sabrina, Benmamas Fatima, (2017).** Etude de la viscosité de quelques produits de CEVITAL. Mémoire de Master en Sciences Alimentaires. Université Abderrahmane Mira. Bejaïa. P 5-7
- **Azib, L., Debbache-Benaida, N., Costa, G. D., Atmani-Kilani, D., Saidene, N., Ayouni, K., Atmani, D. (2019).** *Pistacia lentiscus L.* leaves extract and its major phenolic compounds reverse aluminium-induced neurotoxicity in mice. *Industrial Crops and Products*, 137, 576–584.
- **Azizi, F., Ghorat, F., Hassan Rakhshani, M., & Rad, M. (2019).** Comparison of the Effect of Topical Use of *Nigella Sativa* Oil and Diclofenac Gel on Osteoarthritis Pain in Older People: A Randomized, Double-blind, Clinical Trial. *Journal of Herbal Medicine*.

B

- **Balan, K.V., Princea, J., Hana, Z., Dimasb, K., Cladarasc, M., Wychea, J.H, Sitarasd, N.M., Pantazis, P. (2007).** Anti proli ferative activity and induction of

apoptosis in human colon cancer cells treated in vitro with constituents of a product derived from *Pistacia lentiscus L. var. chia*. *Phyto medicine*, 14, PP. 263–272.

- **BARKA Amel, (2016)**. Evaluation des indices de nature physico-chimique de quelques huiles alimentaires de friture et impact sur la santé du consommateur. Mémoire de Master en Science Alimentaires. Université de Tlemcen. P 9.
- **Benkaci–Ali, F., Baaliouamer, A., Meklati, B. Y., & Chemat, F. (2007)**. Chemical composition of seed essential oils from Algerian *Nigella sativa* extracted by microwave and hydrodistillation. *Flavour and Fragrance Journal*, 22(2), 148–153.
- **Bhat, K. V., Kumari, R., Pathak, N., & Rai, A. K. (2014)**. Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability. *Pharmacognosy Reviews*, 8(16), 147.
- **Bordoni, L., Fedeli, D., Nasuti, C., Maggi, F., Papa, F., Wabitsch, M., ... Gabbianelli, R. (2019)**. Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of *Nigella sativa* Oil in Human Pre-Adipocytes. *Antioxidants*, 8(2), 51.
- **Boucekif M, (1991)**, Evolution quantitative et qualitative de l’huile d’olive au cours de la maturation et du stockage. Thèse d’ingénieur d’états en technologie des I.I.A. et nutrition humaine : Institut National Agronomique ; ALHARRACH (ALGER). P.34.
- **Bouyahya, A., Chadon Assemian, I. C., Mouzount, H., Bourais, I., Et-Touys, A., Fellah, H., Bakri, Y. (2019)**. Could volatile compounds from leaves and fruits of *Pistacia lentiscus* constitute a novel source of anticancer, antioxidant, anti parasitic and antibacterial drugs? *Industrial Crops and Products*, 128, 62–69.
- **Brahmi, F., Haddad, S., Bouamara, K., Yalaoui-Guellal, D., Prost-Camus, E., de Barros, J.-P. P., Lizard, G. (2020)**. Comparison of chemical composition and biological activities of Algerian seed oils of *Pistacia lentiscus L.*, *Opuntia ficusindica (L.) mill.* And *Arganiaspinosa L.* Skeels. *Industrial Crops and Products*, 151, 112456.
- **Burits, M., & Bucar, F. (2000)**. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, 14(5), 323–328.

C

- **C.O.I. 1996**. Conseil Oléicole International. Analyse spectro photo métrique dans l’ultraviolet. Conseil Oléicole international/ T20/Doc19 6 juin 1996, Madrid.Espagne
- **Capellini, M. C., Chiavoloni, L., Giacomini, V., & Rodrigues, C. E. C. (2019)**. Alcoholic extraction of sesame seed cake oil: Influence of the process conditions

on the physic chemical characteristics of the oil and defatted meal proteins. Journal of Food Engineering, 240, 145–152.

- **Chatzilazarou, a., Gortzi, o., Lalas, s., Zoidis, e., Tsaknis, j. (2006).** Physicochemical changes of olive oil and selected vegetable oils during frying. Journal of Food Lipids, 13(1), 27–35.
- **Choi, J.-Y., Moon, K.-D. (2020).** Non-destructive discrimination of sesameoils via hyperspectral image analysis. Journal of Food Composition and Analysis, 90, 103505.
- **Codex alimentarius, (1993).** Annexe V, avant-projet de norme pour les huiles végétales portant un nom scientifique. Compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actualité en chimie n° 270: 108-115
- **Cossut J., Defrenne B., Desmedt C., Ferroul S., Garnet S., Roelstraete L., VanuxeemM.,Vidal D., (2002).** Les corps gras : Entre tradition et modernité. Dess Qualimapa (Gestion de la Qualité Nutritionnelle et Marketing des Produits Alimentaires), Institut Agro-Alimentaire de Lille Université des Sciences et Technologies de Lille, Institut d'Administration des Entreprises de Lille, pp 21-64.
- **Cuvelier ME, Maillard MN. (2012).** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. 19(2) : 125-132.

D

- **De Pooter, H.L., Schamp, N.M. (1991).** Essential Oils from the Leaves of Three *Pistacia* Species Grown in Egypt. Flavour and fragrance journal, 6, PP. 229-232.
- **Dymie B., Multon M.L .et Simon D. (1981).** Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Ed: Lavoisier, N°4, P.249. dys function in diabetes mellitus; A review. Journal of Ethno pharmacology

E

- **El-Hamidi, Zaher, (2018).** Production of vegetable oils in the world and in Egypt: an overview. P1-9

F

- **F. Fine et al. (2013).** Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses. 20(5) A502, page 1 de6

G

- **Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., Roudani, A., Boulbaroud, S., Ibrahimi, M.,Charrouf, Z. (2015).** Chemical investigation of *Nigella sativa L.* seedoilproduced in Morocco. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 14(2), 172–177.

- **Gholinezhad, E., Darvishzadeh, R., SiavashMoghaddam, S., & Popović-Djordjević, J. (2020).** Effect of mycorrhizal inoculation in reducing water stress in sesame (*Sesamum indicum L.*): The assessment of agrobio chemical traits and enzymatic antioxidant activity. *Agricultural Water Management*, 238,106234.
- **Gunstone F.D. (2001),** Yields of oil seeds and of oils and fats. *Inform*, 12, 1093-1096.
- **Gutierrez, F et Izquierdo, R. (1994).** Les critères de qualité applicable aux l'huile d'olive: Méthodes d'analyse physico-chimique et organoleptique. *Cours international*, P.123-156

I

- **ISO 3960, (2007),** Norme pour les huiles végétales portante un non spécifique. Détermination de l'indice de peroxyde.

J

- **J. Régis, (2016).** Impact de la trituration et du raffinage sur la teneur en micronutriments des huiles végétales de colza, soja et tournesol.23(3) D302, page 1 de 5
- **Ji, J., Liu, Y., Shi, L., Wang, N., & Wang, X. (2018).** Effect of roasting treatment on the chemical composition of sesame oil. *LWT*.

K

- **kandji N.A., (2001).** Étude de la composition chimique et de la qualité d'huiles végétales artisanales consommées au Sénégal. Thèse de doctorat en pharmacie, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- **Karleskind, A., (1992).** Manuel des corps gras, tome II, édition Lavoisier. Paris .P 1560-1578.
- **Karlesking, A. (1992).** Les plantes oléagineuses in Manuel des corps gras. Tome 1. Ed Lavoisier .Paris 131
- **Kazemi, M. (2014).** Phytochemical Composition, Antioxidant, Anti-inflammatory and Antimicrobial Activity of *Nigella sativa L.* Essential Oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(5), 1002–1011.
- **Kodad, O., & Sociasi Company, R. (2008).** Variability of Oil Content and of Major Fatty Acid Composition in Almond (*Prunu samygdalus Batsch*) and Its Relationship with Kernel Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(11), 4096–4101.

- **Kooti, W., Hasanzadeh-Noohi, Z., Sharafi-Ahvazi, N., Asadi-Samani, M., & Ashtary-Larky, D. (2016).** Phyto chemistry, pharmacology, and therapeutic uses of black seed (*Nigella sativa*). *Chinese Journal of Natural Medicines*, 14(10), 732–745.

L

- **L. Boudjou.** Caractéristiques physicochimiques de l’huile de grain de sésame : étude comparative avec l’huile d’olive. Mémoire de Master. Université de Bejaia. 2018.
- **Li, J., Liu, J., Sun, X., & Liu, Y. (2018).** The mathematical prediction model for the oxidative stability of vegetable oils by the main fatty acids composition and thermo gravimetric analysis. *LWT*, 96, 51–57.
- **Li, Z., Srikanth Bhagavathula, A., Batavia, M., Clark, C., Abdulazeem, H. M., Rahmani, J., & Yin, F. (2020).** The effect of almonds consumption on Blood pressure: A system aticre view and dose-responsemeta-analysis of randomized control trials. *Journal of King Saud University - Science*.
- **Lion Ph, (1955),** Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris

M

- **M. Cahuzac-Picaud.(2010).** Les huiles végétales, intérêt diététique et gastronomique. 8:113–117
- **M’baye B. K., Alouemine S. O., Lô B. B., Bassene E., (2012).** Étude de l’effet de la température sur les huiles alimentaires en mauritanie : dosage des indices de peroxyde *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 19: 26 – 33.
- **Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2019).** A Comprehensive Review of the Physicochemical, Quality and Nutritional Properties of *Nigella Sativa* Oil. *Food Reviews International*, 121.
- **Michel P,Sandrine G. (2004).** De nouveaux procédés d’extraction des huiles pour des produits finis de haute qualité. 11(6) : 377-380.
- **Minguez-Mosquera M.I., Rejano L., Gandul B., Higinio A. et Carido J. (1991).** Color pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of American Oil Chemist’s Society*, 68: 332-336
- **Mohebbati, R., & Abbasnezhad, A. (2020).** Effects of *Nigella sativa* on endothelial
- **Morin O, (2012).** Pagès-Xatart-Parès X. Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. 19(2) : 63-75.

N

- **Negro, C., De Bellis, L., & Miceli, A. (2014).** Chemical composition and antioxidant activity of *Pistacia lentiscus* essential oil from Southern Italy (Apulia). *Journal of Essential Oil Research*, 27(1), 23–29.

- Norme française, I.S.O. 6320, (1996).

O

- Ollivier D. (2003). Recherche d'adultération dans les huiles végétales: application à la qualité des huiles vierges et notamment de l'huile d'olive. 10 (4), 315-332.

P

- Parsaeian, M., Shahabi, M., & Hassanpour, H. (2020). The integration of image processing and artificial neural network to estimate four fatty acid contents of sesame oil. LWT, 109476.
- Pinto, F., de Barros, D. P. C., & Fonseca, L. P. (2018). Design of multi functional nano structure de lipide carriers enriched with α -tocopherol using vegetable oils. Industrial Crops and Products, 118, 149–159.
- Pirisi F. M., Cabras P., Falqui Cao C., Migliorini M. et Muggelli M. (2000). Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil. 2. Reappraisal of the Extraction, HPLC Separation, and Quantification Procedures. – J. Agr. Food Chem, 48: 1191-1196.
- Platon, J. F. (1988). Raffinage de l'huile de soja. American Soybean Association N°19. P 3-30

R

- Rabadán, A., Álvarez-Ortí, M., Gómez, R., Pardo-Giménez, A., & Pardo, J. E. (2017). Suitability of Spanish almond cultivars for the industrial production of almond oil and defatted flour. Scientia Horticulturae, 225, 539–546.
- Ramadhas, A., Jayaraj, S., Muraleedharan, C. (2004). Use of vegetable oils as I.C. engine fuels—A review. Renewable Energy, 29(5), 727–742.
- Rizzo, G., & Baroni, L. (2018). Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. Nutrients, 10(1), 43.
- Ryan D. & Robards K. (1998). Phenolic compounds in olives. Analyst, 123, 31-44.

S

- Saidi Y. Hasnaoui F. et Hasnaoui B., (2009). Production potentiality in fruits, biomass, oil, essential oil and medicinal properties of the mastic tree (*Pistacia lentiscus*) in Kroumirie, N-W Tunisia. EFI Proceeding No. 57, 2009.
- Satue M.T., Huang S.W. et Frankel E.N. (1995). Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability of refined, bleached, and deodorized olive oil. Journal of American Oil Chemist's Society

- **Schmidt S., Pokorony J. (2005).** Potentiel application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids- a review. *Journal of Food Science*, 23, 93-102.
- **Suchoszek-Łukaniuk, K., Jaromin, A., Korycińska, M., &Kozubek, A. (2011).** Health Benefits of Peanut (*Arachishypogaea L.*) Seeds and Peanut Oil Consumption. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 873–880.

T

- **Teixeira, M. R., Nogueira, R., & Nunes, L. M. (2018).** Quantitative assessment of the valorisation of used cooking oils in 23 countries. *Waste Management*, 78, 611–620.
- **Tunde-Akintunde, T. Y., Akintunde, B. O. (2004).** *Some Physical Properties of Sesame Seed.* *Biosystems Engineering*, 88(1), 127–129.
- **Turkmen N., Sari F.et Velioglu Y.S. (2006).** Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, 99: 835-841

U

- **Uzzan A. (1984).** Propriétés et emploi des huiles et graisses. In « Manuel d'alimentation humaine » JACQUOT.R, et al. Tome 2, Edition : ESF, Paris. PP : 226-23

V

- **Van Hoogevest, P., &Wendel, A. (2014).** The use of natural and synthetic phospholipids as pharmaceutical excipients. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116(9), 1088–1107.
- **Vermaak, I., Kamatou, G. P. P., Komane-Mofokeng, B., Viljoen, A. M., & Beckett, K. (2011).** African seed oils of commercial importance — Cosmetic applications. *South African Journal of Botany*, 77(4), 920–933.

W

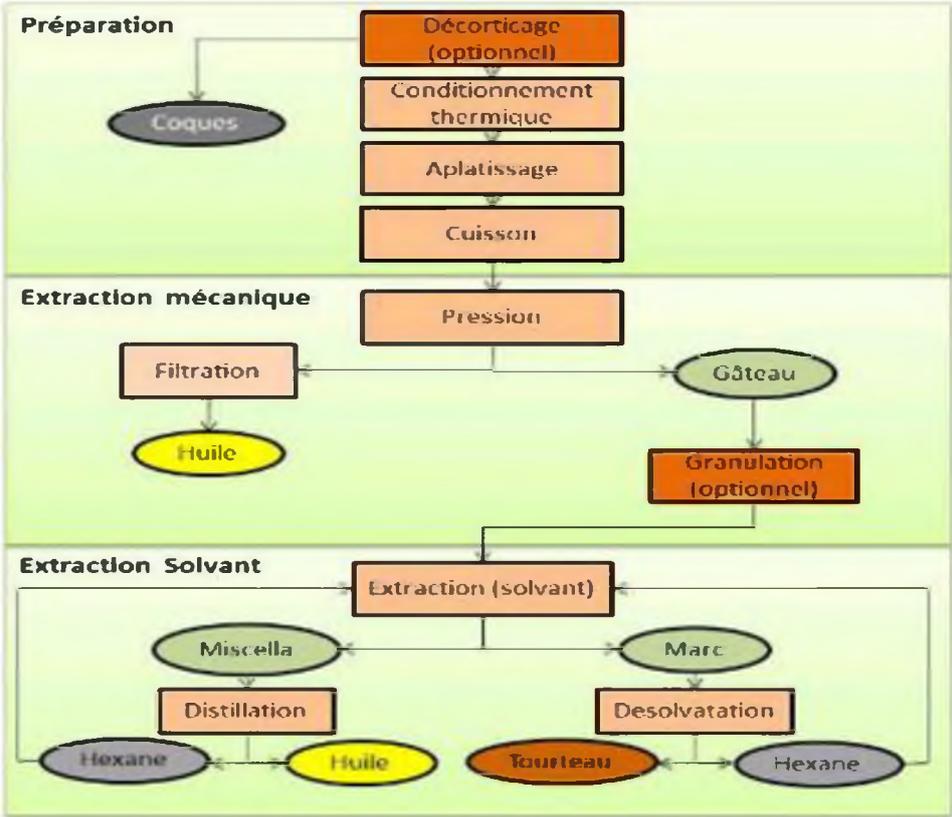
- **Wang, Q., Liu, L., Wang, L., Guo, Y., & Wang, J. (2016).** Introduction. *Peanuts: Processing Technology and Product Development*, 1–22.
- **Wijeratne, S. S. K., Abou-Zaid, M. M., Shahidi, F. (2006).** Antioxidant Polyphenols in Almond and Its Co products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2), 312–318.
- **Wolff J.P ;(1968).** Méthodes générales d'analyse ; dosage des produits d'oxydation. Ed
- **Wolff, (1968).** Manuel d'analyse des corps gras. Ed. Azoulay, Paris.

Y

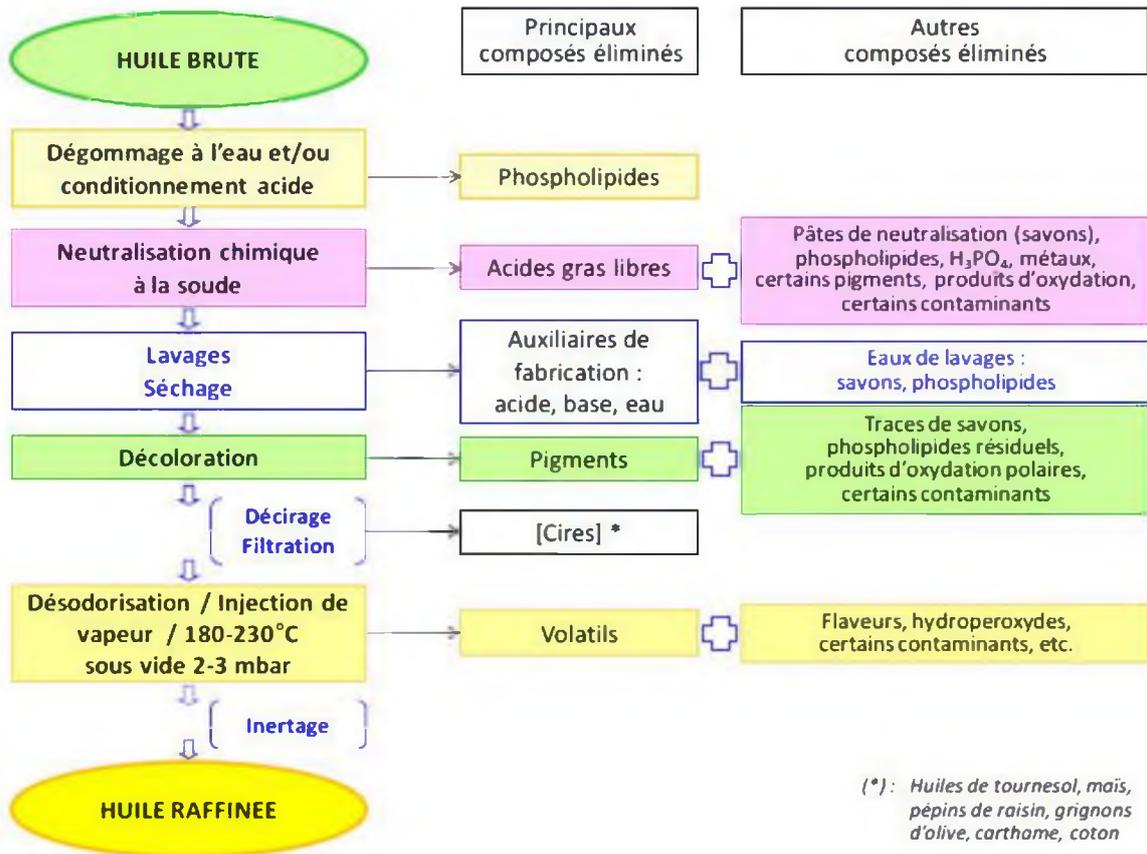
- **Yadav M.K., Chaudasama C.D.et Jasra R.V. (2004).** Isomerisation of α pinene using modified montmorillonite clays,*J.Mol. Catal. A Chem.*, 216 : 51-59

- **Yang, R., Zhang, L., Li, P., Yu, L., Mao, J., Wang, X., & Zhang, Q. (2018).** A review of chemical composition and nutritional properties of minor vegetable oils in China. *Trends in Food Science & Technology*, 74, 26–32.
- **You, J., Zhang, Y., Liu, A., Li, D., Wang, X., Dossa, K., Zhang, X. (2019).** Transcriptomic and metabolomic profiling of drought-tolerant and susceptible sesame genotypes in response to drought stress. *BMC Plant Biology*, 19(1).

Annexes



Annexe 1 : Opérations unitaires du procédé de trituration (Source : F. Fine et al., 2013).



Annexe 2: Raffinage des huiles par voie chimique (Source : Devillers et al., 2010).

Résumé

La dégradation des huiles par l'oxygène est la cause majeure de la détérioration de sa qualité pendant le stockage et le traitement, de nombreux efforts sont observés ces dernières années dans le domaine agroalimentaire afin de contrôler leurs qualités. L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité de six huiles alimentaires (soja, amande, lentisque, nigelle, arachide, sésame) par le suivi des paramètres physico-chimiques (l'indice d'acide, indice de peroxyde, indice de réfraction, l'extinction spécifique, dosage des caroténoïdes et des chlorophylles). Les résultats obtenus ont permis de déduire que les six huiles alimentaires analysées sont conformes à la norme. La différence entre les valeurs trouvées des huiles analysées peut être expliquée par la présence des antioxydants, la composition des huiles, la maturation des graines, la conservation.

Mots-clés : huiles alimentaires, antioxydants, analyses physico-chimiques, agroalimentaire

Abstract

The degradation of oils by oxygen is the major cause of the deterioration of its quality during storage and processing, many efforts have been observed in recent years in the food industry to control their qualities. The objective of our work is to evaluate the quality of six edible oils (soybean, almond, mastic, black seed, peanut, sesame) by monitoring the physicochemical parameters (acid number, peroxide index, index refraction, specific extinction, determination of carotenoids and chlorophylls). The results obtained made it possible to deduce that the six edible oils analyzed comply with the standard. The difference between the values found for the oils analyzed can be explained by the presence of antioxidants, the composition of the oils, the ripening of the seeds, and storage.

Keywords: edible oils, antioxidants, physico-chemical analyzes, oxygen, food industry