

***République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia***

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Sciences Alimentaires

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Sciences des Corps Gras



Réf :

.....

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

MASTER

Thème

**Etude de la stabilité oxydative d'une huile alimentaire au
Cours de la friture**

Présenté par :

BOUCHERGUINE Zina & NASRI Ahlem

Soutenu le : 20 Septembre 2020

Devant le jury composé de :

Mme MEDOUNI S.

MCB

Présidente

Mme AIDLI A.

MAA

Promotrice

Mme CHOUGUI N.

MCA

Examinatrice

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciements



Nous remercions tout d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage et foi.

*Nous adressons en particulier nos remerciements à notre promotrice **M^{me} AIDLI Amel** qui nous a fait un grand honneur en dirigeant ce travail ainsi qu'en nous guidant tout au long de sa réalisation.*

Nos remerciements vont également :

***Mme MEDOUNI Sonia** pour l'honneur qu'elle nous fait de présider et à **M^{me} CHOUGUI Nadia** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à l'entreprise agroalimentaire **CEVITAL Spa**, en particulier à **Mr MAOUCH** pour son aide.*

Nous tenons à formuler notre gratitude et nos profondes reconnaissances à l'égard de nos parents pour leurs indéfectibles soutiens durant tout notre cursus.

Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*Aux deux être qui me sont les plus chers au monde mon père **EL-KHIERE** et ma mère **louiza** à qui je dois le mérite d'être arrivée là,
qu'ils trouvent l'expression de ma profonde
Gratitude et mon affection*

À mes très chères sœurs

IMANE** et **HOUDA

À mes très chers frères

AZZEDINE** et **SAMI

A toute ma famille en particulier

ALOUCHE

A tous mes amis

*chabha foufa nabila sisatilya cilya nacera lina sabrina mihou anaiss jiji
jamilâ koukou sara sam kati dal sara sosou dr ninou diya chacha*

A tous mes camarades de la promotion SCG 2019 /2020.

A ma camarade zina et toute sa famille

A tous ceux qui m'aiment

Ahlem.N

DÉDICACES

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail

À

*Mes très chers parents pour leurs conseils, leurs
sacrifices et surtout pour leurs*

*Soutiens tout au long de ma vie et auxquels je ne rendrai
jamais assez et que le*

Bon Dieu me les garde.

*Mon frère Fateh, sa femme Lamia et à ses deux
enfants Adem et Sara.*

*Mon deuxième frère Lamine à qui je souhaite la
réussite et une très belle vie.*

*Mes chères sœurs Fazia, Souad, Lamia, Mailka et
Sonia.*

*Ceux avec qui j'ai partagés les meilleurs moments de
ma vie*

Ma chère copine Dibia

ma camarade ,ma chère

Ahlem.

Tous ceux qui me connaissent et je connais.

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

I. Synthèse bibliographique

Chapitre I : soja et Huile

de soja

1. Soja.....	3
2. Composition de la graine de soja	3
3. Huile de soja.....	3
3.1. Composition en acide gras	3
3.2. Autres constituants	4
3.2.1. Monoacylglycérols et diacylglycérols.....	4
3.2.2. Phospholipides	4
3.2.3. Tocophérols.....	4
3.2.4. Pigments.....	5
3.2.5. Produits oxydés	5
3.2.6. Insaponifiables	5
4. Intérêt nutritionnelle de l'huile de soja.....	5
5. Raffinage d'huile de soja.....	5
5.1. Définition et but du raffinage	5
5.2. Etapes du raffinage de l'huile de soja.....	6
5.2.1. Dégommage	6
5.2.2. Neutralisation	6
5.2.3. Lavage	6
5.2.4. Séchage.....	6
5.2.5. Décoloration	7

5.2.6. Désodorisation..... 7

Chapitre II : Dattes

1. Palmier dattier 9

1.1. Systématique de *Phoenix dactylifera L*..... 9

2. Datte 10

2.1. Classification des dattes 10

2.2. Production de la datte en Algérie 11

2.3. Composition biochimique de la datte 11

3. Noyaux de datte..... 12

3.1. Composition biochimique du noyau de datte 12

3.2. Utilisation de la datte et de son noyau 13

Chapitre III : Oxydation et antioxydants

1. Radical libre 15

2. Oxydation..... 15

2.1. Type d'oxydation 15

2.1.1. Auto-oxydation 15

2.1.2. Photo-oxydation 17

2.1.3. Oxydation enzymatique..... 17

3. Antioxydants 17

3.1. Classe d'antioxydants..... 17

3.1.1. Antioxydants primaires 17

3.1.2. Antioxydants secondaires..... 18

3.1.3. Antioxydants naturels..... 18

3.1.4. Antioxydants synthétiques 22

Chapitre IV : Friture

1. Définition de la friture 24

1.1. Friture profonde..... 24

1.2. Friture plate 24

2. Choix d'huile de friture 24

3. Température du bain d'huile	24
4. Réactions de dégradation des huiles	25
4.1. Réaction d'hydrolyse.....	25
4.2. Réaction d'oxydation	25
4.3. Réaction de polymérisation.....	26
5. Stabilité oxydative.....	27

II. Partie expérimentale

Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal.....	28
1.1. Choix de la variété de datte	28
1.2. Présentation de la variété.....	28
1.3. Préparation de l'échantillon.....	28
1.3.1. Préparation des noyaux de datte.....	28
1.4. Choix de l'huile.....	29
2. Méthodes	29
2.1. Extraction des composés phénoliques.....	29
2.2. Dosage des polyphénols totaux	29
2.3. Evaluation du pouvoir de piégeage du radical DPPH*	30
2.4. Enrichissement de l'huile de soja.....	31
2.5. Procédure de friture	31
2.6. Etude de la stabilité oxydative aux cours de la friture.....	31
2.6.1. Acidité.....	31
2.6.2. Indice de peroxyde	32
2.6.3. Couleur de l'huile (ISO 15305, 1998).....	33

Résultats et discussion

1. Résultats.....	34
1.1. Composés phénoliques totaux de l'extrait de (ND).....	34
1.2. Activité anti radicalaire DPPH* de l'extrait de noyau de datte.....	34

1.3. Analyses physicochimiques de l'huile de soja	35
1.4. Paramètres organoleptiques de l'huile de friture.....	36
2.1. Acidité	38
2.2. Indice de peroxyde	38
2.3. Couleur.....	38
Conclusion.....	40

Annexes

Références bibliographiques

Résumé

- ❖ **AGPI** : Acide gras polyinsaturé
- ❖ **ANOVA** : Analyse des variances
- ❖ **BHA** : Hydroxyanysolebutylé
- ❖ **BHT** : Hydroxytolonebutylé
- ❖ **C1** : Concentration 1
- ❖ **DPPH** : Déphényl picryl –hydrazile
- ❖ **DAG** : Diacylglycérols
- ❖ **EAG** : Equivalent acide gallique
- ❖ **F1** : Friture 1
- ❖ **HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
- ❖ **HE** : Huile Enrichies
- ❖ **HT** : Huile Témoin
- ❖ **IC50** : Concentration inhibitrice de 50 % des radicaux
- ❖ **IP** : Indice de Peroxyde
- ❖ **ISO** : Organisation Internationale de l'organisation
- ❖ **L°** : Radical Alkyl
- ❖ **MS** : Matière sèche
- ❖ **MAG** : Monoacylglycérols
- ❖ **ND** : Noyau de Datte
- ❖ **O₂⁻** : Anion Superoxyde
- ❖ **OH°** : Radical Hydroxyl
- ❖ **PPM** : partie par million
- ❖ **PT** : polyphénols totaux
- ❖ **PG** : Gallate de propyle
- ❖ **PE** : Phosphatidyléthanolamine
- ❖ **PI** : Phosphatidylinositol
- ❖ **PS** : Phosphatidylsérine
- ❖ **PC** : Phosphatidylcholine
- ❖ **RL** : Radical Libre
- ❖ **ROO*** : Radicaux Peroxy
- ❖ **ROOH** : Hydro peroxyde
- ❖ **TAG** : Triacylglycérols
- ❖ **TBHQ** : Tert-butylhydroquinone

Liste des figures

Figure 01 : Etapes de raffinage par voie chimique et composés éliminés	08
Figure 02 : Palmier dattier <i>Phoenix dactylifera L</i>	09
Figure 03 : Présentation morphologique des dattes	10
Figure 04 : Transformation technologique et biotechnologique de la datte.....	14
Figure 05 : Structure chimique d'acides hydroxybenzoïques C1-C6(A) et d'acide hydrocinnamique C3-C6(B).....	19
Figure 06 : Structure de base des flavonoïdes.....	20
Figure 07 : Structure chimique des tanins condensés (A) et tannins hydrolysables (B)....	21
Figure 08 : Structures chimiques de α -, β -, γ - et δ -tocophérols	22
Figure 09 : Structures chimiques de β carotènes, lycopène	22
Figure 10 : Structures chimiques de BHA, BHT, TBHQ.....	23
Figure 11 : Hydrolyse des triglycérides	25
Figure 12 : L'initiation, propagation, et la fin de l'oxydation thermique de l'huile	26
Figure 13 : Formation de polymère acyclique à partir d'acide oléique lors de la friture....	27
Figure 14 : Photographie des dattes et noyaux de dattes.....	28
Figure 15 : Poudre de noyaux de datte	29

Liste des tableaux

Tableau I : Composition de l'huile de soja en acide gras **4**

Tableau II : Composition biochimique de la datte **12**

Tableau III : Composition du noyau de datte **13**

Tableau IV : Principales classes des flavonoïdes avec ces structures **20**

Tableau V : Les analyses physicochimiques de l'huile de soja raffinée..... **36**

Tableau VI : Observations notées lors des fritures avec l'huile de soja témoin et enrichi... **37**



Introduction

Les huiles alimentaires provenant d'une grande variété de source sont importantes pour la santé humaine et l'industrie alimentaire car elles rentrent dans la composition d'une grande variété de produits alimentaires et quelles sont un important moyen de cuisson (**Chen et al., 2011**). La qualité et la stabilité des huiles comestibles influencent leur acceptabilité et leur aptitude à la consommation. L'huile de soja parmi ces huiles contiennent une composition importante en acide gras polyinsaturé et monoinsaturé, elle assure des fonctions technologiques, en particulier comme moyens de transfert de chaleur en cuisson (exemple des huiles de friture) (**Chung et al., 2004 ; Cuvelier et Maillard, 2012**).

Pour prévenir la détérioration oxydative, les industriels utilisent l'hydroxyanisole butylé (BHA) et le butylhydroxytoluène (BHT) qui sont des antioxydants synthétiques additionnés dans les graisses et les aliments gras. Ils sont les plus utilisés depuis les années 1950. De plus, le BHA et le BHT sont présents en petites quantités dans de nombreux aliments commerciaux et constituent donc une petite fraction du régime alimentaire de nombreuses personnes. Cependant, ces composés ont révélé des effets néfastes sur la santé humaine y compris le cancer (**Botterweck et al., 2000**). Par conséquent, les aliments biologiques sont très demandés et l'importance de la recherche et de l'exploitation d'antioxydants naturels, a considérablement augmenté car, pour le grand public, le naturel est le meilleur (**Biacco et uccella, 2000**).

La stabilité des huiles contre l'oxydation est un indicateur important de leurs qualités et de leurs durées de conservation (**Walallowita et al., 2016**). Les composés à fonction phénolique présentent une activité antioxydante, L'intérêt pour des substances présentant ce type de propriété est loin d'être récent, puisqu'elles sont depuis longtemps exploitées dans l'industrie agroalimentaire en tant que conservateurs pour empêcher notamment le rancissement des matières grasses (les huiles, margarines) (**Hannebelle et al., 2004**).

Les composés phénoliques prennent une importance croissante, à cause de leurs effets bénéfiques sur la santé. Des études épidémiologiques ont montré les effets de la consommation des fruits et légumes à forte teneur en polyphénols agissant comme antioxydants naturels, favorisant des effets anti-inflammatoires, antiallergiques, antimicrobien et suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement de plusieurs maladies (cancer, cardiovasculaires, neurologiques, coronariennes). Ils sont également utilisés comme additifs dans l'industrie agroalimentaire (**Chira et al., 2008 ; Alahyane et al., 2019**).

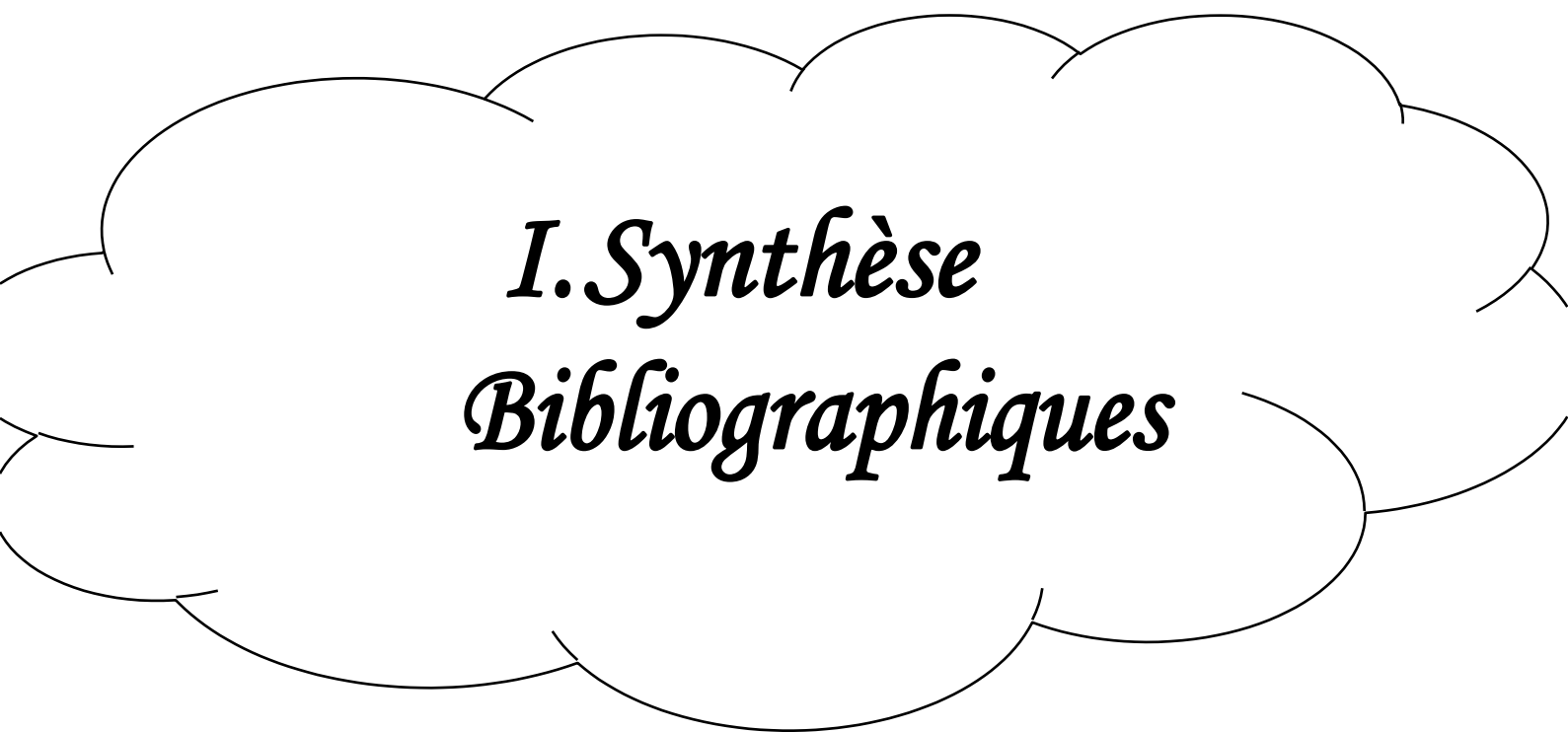
Les plantes sont les principales sources de composés phénoliques. Des études ont montré que le fruit de datte est intégré dans l'alimentation humaine quotidienne depuis des milliers d'années et constitue un élément essentiel du régime alimentaire des populations ses noyaux peuvent atteindre jusqu'à 10 à 15 % de poids totale de la datte. Ils sont caractérisés par leurs teneurs élevés en composants bioactifs (**Metoui *et al.*, 2019**).

Notre travail vise à exploiter les composés phénoliques, extraits à partir des noyaux de dattes, et de les incorporer dans l'huile de soja raffinée, produite par l'entreprise agroalimentaire Cevital Spa, afin d'étudier leur effet sur la stabilité oxydative au cours de la friture.

Cette étude est subdivisée en deux parties :

La plus grande partie est consacrée à une synthèse bibliographique qui porte sur des généralités sur l'huile de soja, le palmier dattier, l'oxydation et les antioxydants, et sur la friture.

Une petite partie expérimentale qui englobe, en première étape, l'extraction et le dosage des composés phénoliques totaux, ainsi que l'évaluation de leur activité antioxydante (antiradicalaire). En deuxième étape, l'enrichissement de l'huile de soja par l'extrait phénolique de poudre de noyaux de dattes et la réalisation d'une série de friture. Enfin, la troisième étape, concerne le développement des résultats.



*I. Synthèse
Bibliographiques*



Chapitre I

1. Soja

Le soja *Glycine max (L) Merrill* appartient à la famille des fabaceae, sous famille des papilionidés, ordre des rosacées et genre *Glycine*, originaire de la Chine. C'est une plante annuelle, herbacée, dressée et peut atteindre une hauteur de 1,5 m (**Dobarganes-Nodar et al., 2002**).

2. Composition de la graine de soja

La composition de soja est d'environ 40% de protéines, 20% de lipides, 17% de cellulose et d'hémicellulose, 17% de sucre, 5% des fibres brutes et 6% de cendres (**Dobarganes-Nodar et al., 2002**).

3. Huile de soja

L'huile de soja brute est extraite à partir des graines de soja, elle n'est pas comestible et nécessite obligatoirement un raffinage. L'huile brute est définie en termes d'humidité, impuretés, teneur en phosphatides et acides gras libres et couleur (**Platon, 1988**).

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 d'haricot qui s'atténue peu à peu. Elle est riche en acides gras polyinsaturés et notamment en acide gras essentiel alpha-linolénique (**Cossut et al., 2002**).

3.1. Composition en acide gras

L'huile de soja présente des triglycérides contenant au moins deux doubles liaisons dans sa chaîne carbonée, elle contient 12 à 15% d'acides gras saturés (principalement palmitique) et 85-88% d'acides gras insaturés (linoléique, et linoléique). Ces acides gras insaturés sont sensibles à l'oxydation, ce qui entraîne un mauvais goût et une réduction de la durée de conservation de l'huile (**Chen et al., 2012 ; Bastos et Draghi, 2016**). La composition en acides gras de l'huile de soja est représentée dans le tableau I ci-après :

Tableau I : Composition de l'huile de soja en acide gras (Yao *et al.*, 2020).

Type d'acide gras	Pourcentage %
Acide palmitique (C16 : 0)	10
Acide stéarique (C18 : 0)	4
Acide oléique (C18 : 1)	18
Acide linoléique (C18 : 2)	55
Acide linoléique (C18 : 3)	13

3.2. Autres constituants

3.2.1. Monoacylglycérols et diacylglycérols

- ❖ Les monoacylglycérols (MAG) sont des monoesters de glycérol dans lesquels l'un des groupes hydroxyle est estérifié avec des acides gras ;
- ❖ Les diacylglycérols (DAG) sont des esters du glycérol dans lesquels deux des groupes hydroxyles sont estérifiés avec des acides gras.

Selon **Chen et al. (2011)**, MAG et DAG sont également formés à partir de l'hydrolyse partielle des triacylglycérols.

3.2.2. Phospholipides

Possèdent des structures chimiques uniques contenant des groupes lipophiles et hydrophiles. Les phospholipides dans les huiles comprennent la phosphatidylcholine (PC) (30 %), la phosphatidyléthanolamine (PE) (30%), la phosphatidylsérine (PS) et le phosphatidylinositol (PI) une proportion de (40%) dans l'huile de soja (**Garrido et Juan, 1999 ; Chen et al., 2011**).

3.2.3. Tocophérols

Ce sont les principales vitamines solubles dans les huiles brutes, ce sont des mélanges des composés α -, β -, γ -, δ - tocophérols avec une teneur de (80 à 167 mg/100g) (**Pouzet, 1992 ; Cossut et al., 2002**).

3.2.4. Pigments

L'intensité de la couleur des huiles en vrac dépend principalement de la présence des pigments colorants tels que les caroténoïdes et les chlorophylles. Les huiles végétales à indice de couleur minimal sont considérées comme plus adaptées aux usages comestibles et industriels (Chen *et al.*, 2011).

3.2.5. Produits oxydés

Ils résultent de l'oxydation des lipides, tels que les hydroperoxydes lipidiques, aldéhydes, cétones et époxydes (Chen *et al.*, 2011 ; Cuvelier *et Maillard*, 2012).

3.2.6. Insaponifiables

La partie insaponifiable de l'huile de soja représente 1,6% dans l'huile brute mais uniquement 0,6 à 0,7% dans l'huile raffinée. Ils comprennent les stérols avec une teneur de (250 à 418 mg/100g), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les hydrocarbures (par exemple, les alcanes, les alcènes et le squalène) (Pouzet ,1999).

4. Intérêt nutritionnelle de l'huile de soja

L'huile de soja est une source d'oméga-3 et d'oméga-6, qui sont des acides gras essentiels, qui doivent être apportés par l'alimentation, c'est une huile qui ne contient pas de cholestérol, elle est pauvre en graisses saturées. Sa richesse en acides gras insaturés joue un rôle important dans la prévention contre des maladies coronariennes elle est riche en nutriments tels que les vitamines A, E, K et les phytostérols et des minéraux (4 %) comme le calcium et le fer (Bastos *et Draghi*, 2016).

5. Raffinage d'huile de soja

5.1. Définition et but du raffinage

Le raffinage a pour but de maintenir ou d'améliorer les caractères organoleptiques (goût et odeur neutres, limpidité et couleur jaune clair), nutritionnels et la stabilité des corps gras. Pour ce faire, il met en œuvre plusieurs étapes pour éliminer des composés indésirables (gommes, cires, acides gras libres, pigments, traces métalliques et composés odorants volatils) et les contaminants potentiellement présents dans les matières premières (Pages *et al.*, 2010).

5.2. Etapes du raffinage de l'huile de soja

L'huile de soja brute est inacceptable pour l'utilisation dans la plupart des produits alimentaires sans traitement, en raison de son odeur, de sa couleur foncée, de sa saveur désagréable et de sa forte teneur en acides gras libres. Il est donc nécessaire de procéder au raffinage de l'huile brute, qui met en œuvre plusieurs étapes : le dégommeage, la neutralisation, le lavage, le séchage, la décoloration et la désodorisation (**Pages et al., 2010**).

5.2.1. Dégommeage

C'est la première étape du raffinage d'huile comestible, devant avoir un effet d'élimination des phospholipides, des traces d'ions métalliques et d'autres matières mucilagineuses. Les phospholipides sont solubles dans l'huile mais sont rendus insolubles après hydratation. Ils sont tous deux hydratables et peuvent être éliminés par un procédé de dégommeage à l'eau. D'autres phospholipides tels que les sels de calcium ou de magnésium d'acide phosphatidique et de phosphatidyléthanolamine ne sont pas hydratables et nécessitent un dégommeage acide (**Ghazani et Marangoni, 2013**).

5.2.2. Neutralisation

Cette étape consiste à éliminer les acides gras libres de l'huile dégommeagée. Connue sous le nom de raffinage alcalin qui est la plus importante opération utilisée pour neutraliser les huiles végétales, obtenue entre les acides gras libre et la soude caustique (hydroxyde de sodium) pour former un savon l'opération est effectuée à 80 C° (**Ghazani et Marangoni, 2013**).

5.2.3. Lavage

L'huile provenant du raffinage caustique contient des traces de savon et d'hydroxyde de sodium, l'eau chaude à 80C° est ajoutée à l'huile et agitée pour les enlever (**Ghazani et Marangoni, 2013**).

5.2.4. Séchage

L'huile lavée est envoyée dans un séchoir sous vide à une température environs 90C° pour éliminer toute trace d'humidité (**Platon, 1988 ; Ghazani et Marangoni, 2013**).

5.2.5. Décoloration

Les huiles végétales sont généralement traitées avec la terre de blanchiment après raffinage alcalin ou physique. Son but fait référence au processus d'élimination des pigments de couleur (chlorophylle et les caroténoïdes) et d'autres impuretés telles que les traces de savons, les phospholipides et les ions métalliques ainsi que la décomposition catalytique du peroxyde avant la désodorisation (**Ghazani et Marangoni, 2013 ; Mohdaly et al., 2017**).

5.2.6. Désodorisation

La désodorisation est l'étape finale du raffinage, principalement destinée à éliminer les composés responsables des odeurs et saveurs indésirables. La désodorisation est un processus de distillation à la vapeur. En plus des composants aromatiques indésirables d'autres composants volatils tels que les acides gras libres résiduels, les aldéhydes, les cétones, les phytostérols, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les pesticides sont éliminés de l'huile sur la base de leur pression (80 Pa) de vapeur et de leur volatilité elle s'opère à une température comprise entre (160-260 C°) (**Ghazani et Marangoni, 2013**).

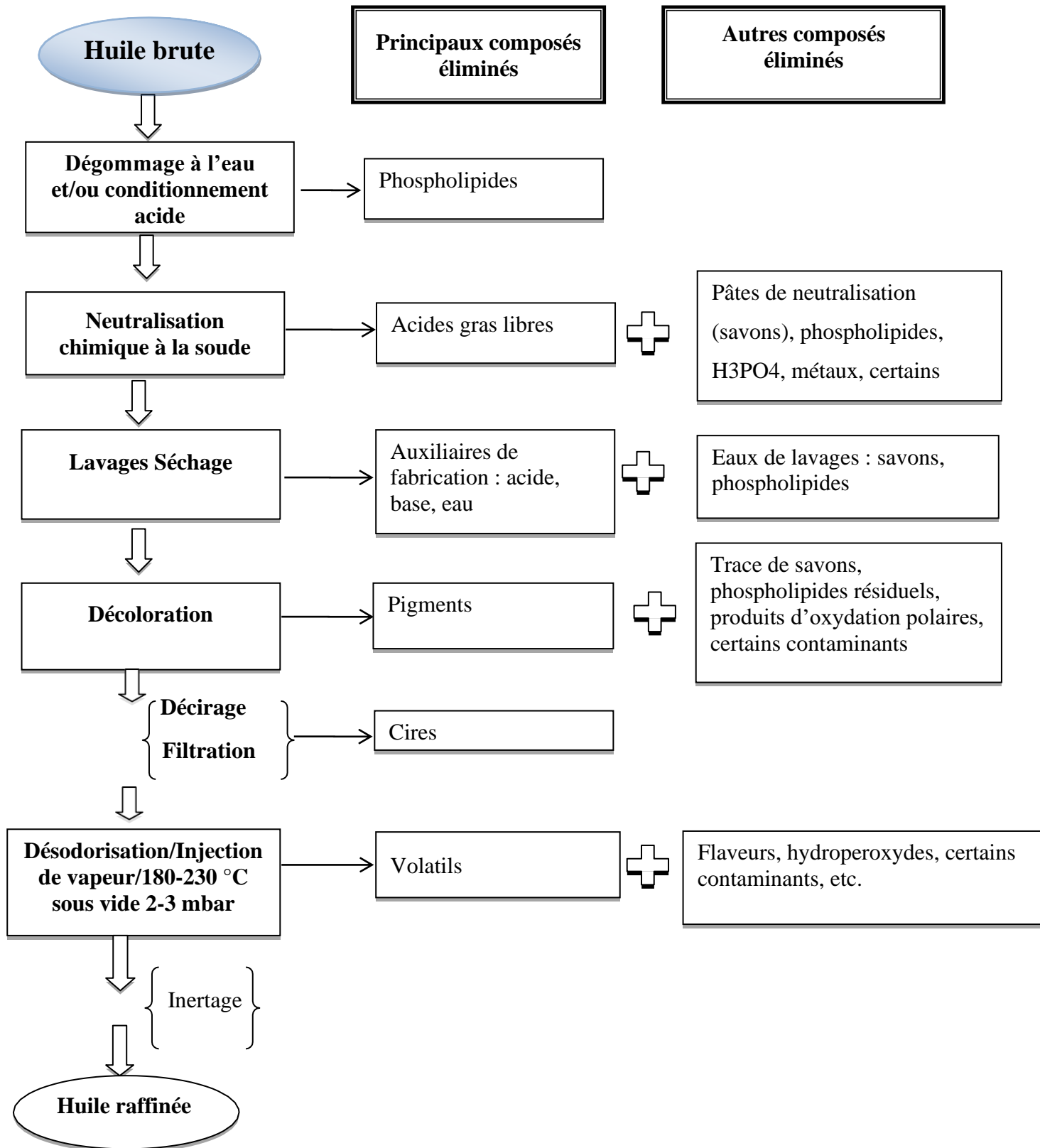


Figure 01 : Etapes de raffinage par voie chimique et composés éliminés (Pages *et al.*, 2010).



Chapitre II

1. Palmier dattier

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L est un arbre fruitier originaire des régions tropicales et subtropicales d'Asie de sud ou d'Afrique (Bellabaci, 1988). Il est connu comme « arbre de vie » en raison de sa résistance, un apport d'eau limité et ses multiples qualités d'usage. Il pourrait être utilisé pour les générations à venir en raison de sa valeur nutritionnelle, sanitaire et économique remarquable, en plus de ses avantages esthétiques et environnementaux. Sa présence crée un microclimat permettant le développement des cultures sous-jacentes (Acourene *et al.*, 2014).

1.1. Systématique de *Phoenix dactylifera* L

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous selon Al-Alawi *et al.* (2017). Dans la **figure 02** est représentée une photographie du palmier dattier.

Embranchement : Angiosperme

Classe : Monocotylédone

Ordre : Palmales

Famille : Araceae

Genre : *Phoenix*

Espèce : *Phoenix dactylifera* L.



Figure 02 : Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L.

2. Datte

Selon **Boujnah et Harrak, (2012)**. La datte est une baie de forme allongée, oblongue ou arrondie, ayant une seule graine, communément appelée noyau (**figure 03**). Elle est constituée de deux parties :

- Une partie non comestible de la datte, formée par la graine ou le noyau ;
- Une partie comestible dite chair ou pulpe qui est constituée de :
 - ❖ Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
 - ❖ Un mésocarpe généralement charnu qui est constitué de 80% de sucres et de 20% de fibres diététiques, protéines, lipides et cendres ;
 - ❖ Un endocarpe qui est une membrane parcheminée, de texture fibreuse entourant le noyau.

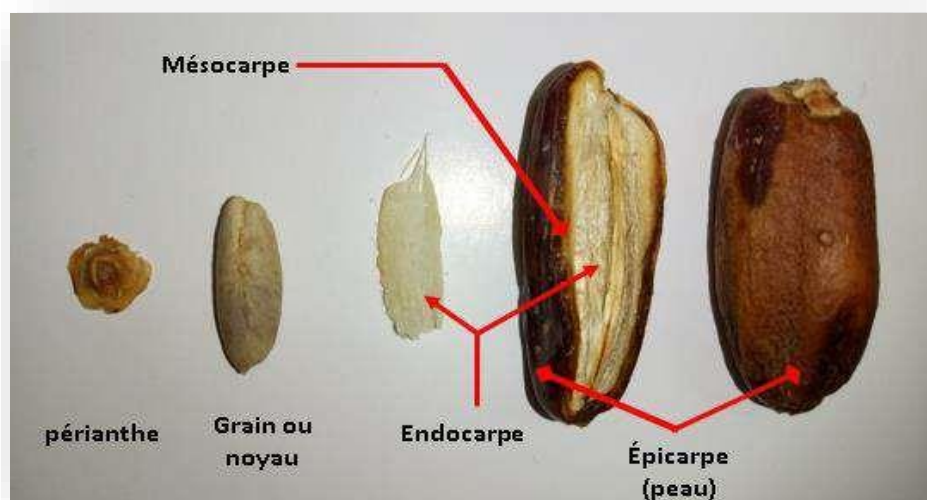


Figure 03 : Présentation morphologique des dattes (**Metoui et al., 2019**).

2.1. Classification des dattes

Selon **Bazrafshan et al. (2020)**, On distingue, à maturité, trois catégories de datte tenant compte de leur consistance : les molles, les sèches et demi-molles :

- ❖ Les dattes molles : contiennent plus de 30% d'humidité, elles sont à base de sucre invertis (fructose, glucose) ;
- ❖ Les dattes demi-molles : 20 à 30 % d'humidité, elles sont à base de saccharose ;
- ❖ Les dattes sèches : moins de 20 % d'humidité, riche en saccharose ;

2.2. Production de la datte en Algérie

L'Algérie est l'un des principaux pays producteurs de dattes. Elle occupe la quatrième position avec 12 % de la production mondiale (FAO STAT, 2016), mais d'un point de vue qualitatif, elle occupe le premier rang avec une production dominante de la variété *Deglet Nour*. Cette variété détient le monopole sur les marchés nationaux et internationaux. D'autre part, les autres variétés connues comme des variétés communes (*Mech Dagla*, *Degla-Beida* et *Frezza*) sont moins appréciées et représentent environ 30 % de la production nationale (Louaileche *et al.*, 2015).

2.3. Composition biochimique de la datte

Les dattes contiennent une large gamme de composants fonctionnels et nutritionnels. Elles représentent une bonne source en sucres faciles à digérer. En effet elle est riche en fibres alimentaires, protéines, matières grasses et minéraux tels que le potassium, le calcium, le magnésium et le fer, ainsi que des vitamines et des acides aminés. Elles contiennent également des composants bioactifs tels que les anthocyanes, les caroténoïdes, les procyanidines, et les flavonoïdes. Sa composition chimique peut varier en fonction du cultivar, stade de développement du fruit et les conditions agro-climatiques (Alahyane *et al.*, 2019 ; Islam *et al.*, 2019).

La composition biochimique de la datte est représentée dans le **tableau II** :

Tableau II : Composition biochimique de la datte (Metoui *et al.*, 2018 ; Alahyane *et al.*, 2019)

Compositions	Teneur
Sucre	52,6 - 88,6%
Fibres alimentaires	3,57-10,9%
Protéine	1,1 -2,6%
Matière grasse	0,1 - 1,4%
Cendres	0,9-1,8%
Humidité	03,01 à 07,01%
Composés phénoliques	3,102-4,430mg EAG /100 g

3. Noyaux de datte

Le noyau de datte est entouré d'un endocarpe parcheminé ; il est de forme allongée avec un sillon ventral. Il est sans odeur avec une couleur brun foncé et un goût amer (Boujnah *et* Harrak, 2012).

3.1. Composition biochimique du noyau de datte

Le noyau représente environ 10 à 15% du poids de la datte. Ce dernier possède un albumen (endosperme) dur placé à l'intérieur d'une paroi de cellulose (Tafti *et al.*, 2017).

La composition chimique et nutritionnelle des noyaux de datte a été rapportée dans plusieurs études la présence des protéines, des glucides, des lipides, des acides gras tels que l'acide oléique, laurique, linoléique et palmitique et des minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn Cu) (Al hooti *et al.*, 1998). La composition du noyau de datte est représentée dans le **tableau III** :

Tableau III : Composition du noyau de datte (El-Hadrami *et* Al-Khayri,2012 ; Boujnah *et* Harrak, 2012).

Constituants	Teneur en % ou mg
Glucide	44-88
Protéine	2,3-5,6
Matière grasse	0,2-0,4
L'humidité	9,375
Cendre	6,4- 11,5
Minéraux (Zn, Cu, Ca, fer, Ka, Mg et cuivre)	1,5 -3

- ❖ D'après l'étude de Al-Farsi *et al.* (2007), les noyaux de dattes sont une excellente source de composés phénoliques (3102-4430 mg d'équivalent acide gallique /100g de poids frais) avec une bonne activité antioxydante (580-929 μ mol-trolox équivalents /g de poids frais).
- ❖ Les principaux acides phénoliques qui ont été identifiés dans les noyaux de datte sont : p-l'acide hydroxybenzoïque (9,89mg/100g de MS), l'acide protocatéchique (8,84mg/100g de MS), et M-l'acide coumarique (8,42mg/100g de MS) (Al-Farsi *et al.*, 2007).

3.2. Utilisation de la datte et de son noyau

Les dattes sont utilisées depuis longtemps en alimentation humaine grâce à sa richesse en composants fonctionnelles et nutritionnelles, elle fournit des calories 4 à 5 fois supérieures à celles fournies par d'autres fruits 200 à 300 calories / 100 gr de fruit. Les noyaux de dattes sont utilisés dans l'alimentation du bétail, mais sont aussi une bonne source d'antioxydants naturels qui pourrait servir comme aliments fonctionnels ou être incorporé en tant qu'ingrédient fonctionnels (**Bellabaci, 1988**).

Selon **Boujnah et Harrak (2012)**, un développement des produits de datte a pu être observé en raison d'élargir le marché de la production dattier et de valoriser les dattes de faible qualité. Des opérations de transformation de datte très diverses et pratiquement innombrables ont été adoptés, on distingue deux types de transformations de datte :

- ❖ Transformation technologique (techniques basées sur des procédés industrielles de transformation de la datte) ;
- ❖ Transformation biotechnologique (techniques visant à réaliser des applications industrielles de la bioconversion et de transformation de substances organiques de la datte). Dans **la figure 04** ci-après sont représentés les deux types de transformations.

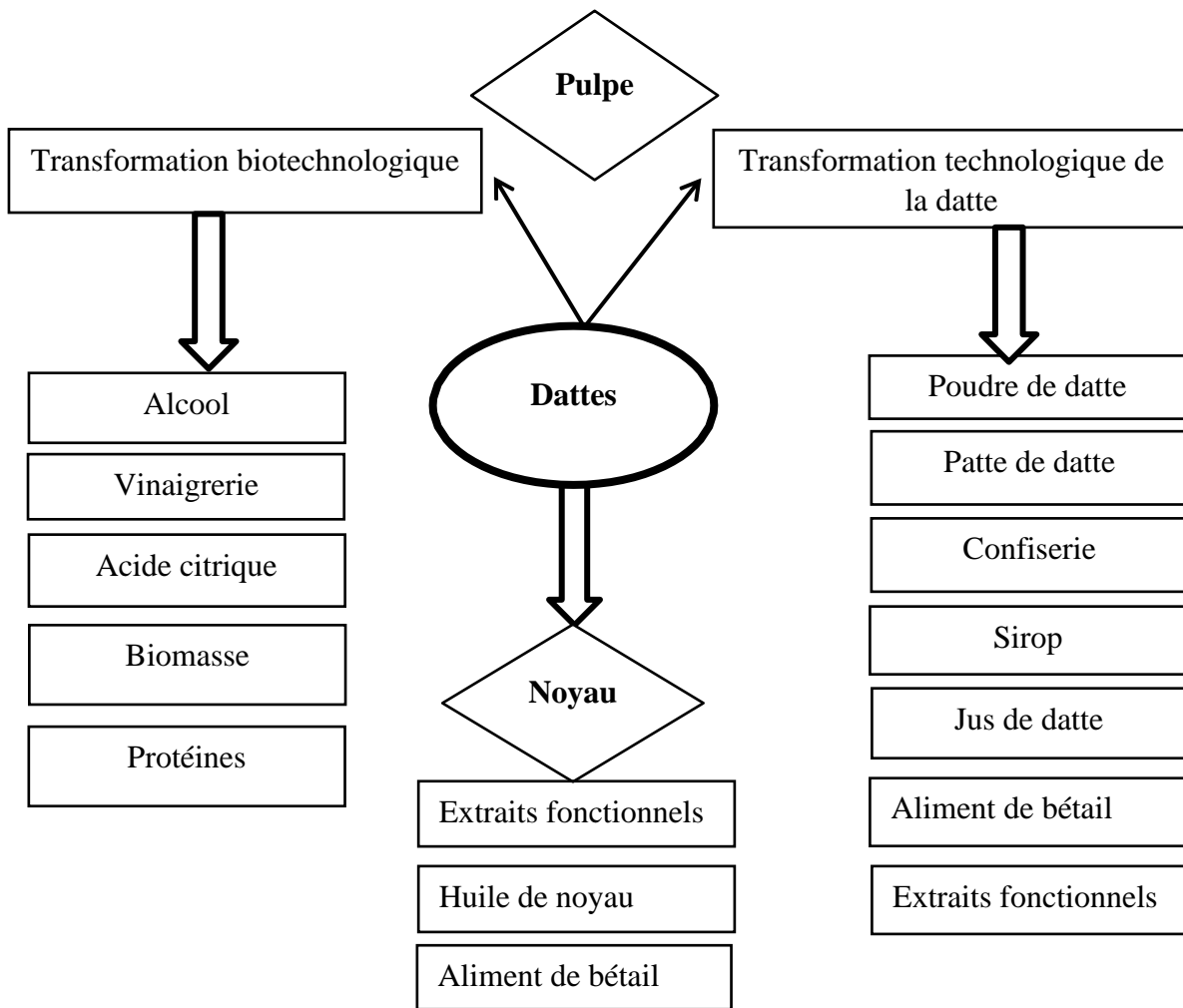


Figure 04 : Transformations technologiques et biotechnologiques de la datte (Boujnah et Harrak, 2012).



Chapitre III

1. Radical libre

Un radical libre est une espèce chimique, molécule, morceau de molécule ou simple atome, capable d'avoir une existence indépendante (libre) en contenant un ou plusieurs électrons célibataires (électron non apparié sur une orbitale). Cela lui confère une grande réactivité donc une demi-vie très courte. En effet, ce radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc se réduire en oxydant un autre composé (Système redox). La réactivité chimique des radicaux libres de l'oxygène est variable selon la molécule considérée, mais ce sont, pour la plupart, de puissants oxydants (Goudable *et al.*, 1997).

2. Oxydation

L'oxydation est le phénomène qui fait rouiller les métaux, flétrir les fruits et légumes et, rancir les graisses. Elle est générée par des radicaux libres, elle modifie le goût et la couleur des aliments. Elle cible les corps gras comme les phospholipides des membranes cellulaires, ADN et les protéines (Relland, 2004).

L'oxydation des lipides est décrite comme une détérioration oxydante dépendant de l'oxygène et des acides gras saturés et insaturés ; elle est responsable du développement des produits d'oxydation primaire et secondaire, de la réduction de la qualité nutritionnelle, ainsi que des changements de saveur et de couleur (Tomovic *et al.*, 2017).

2.1. Type d'oxydation

2.1.1. Auto-oxydation

L'auto-oxydation des lipides est une réaction principalement réalisée par un mécanisme auto catalytique des radicaux libres, généralement représentée comme une combinaison de trois phases distinctes : initiation, propagation et terminaison (Tomovic *et al.*, 2017).

➤ Initiation

Dans le stade d'initiation d'oxydation des lipides, l'interaction entre les acides gras insaturés (RH) et la molécule d'oxygène n'est pas une réaction spontanée, pour cela avant la réaction, l'oxygène doit être activé par une source d'énergie (température ou lumière) et/ou par la présence des composés catalytiques entraînent la formation d'une espèce réactive d'oxygène (R*) sous forme de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), anion superoxyde (O₂⁻) ou radical

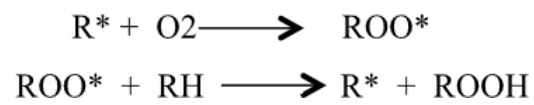
hydroxyl (OH°) avec libération d'une molécule d'hydrogène (Shahidi *et al.*, 1992 ; Dominguez *et al.*, 2019). Comme le montre la réaction suivante :



Réaction d'initiation de l'auto-oxydation

➤ Propagation

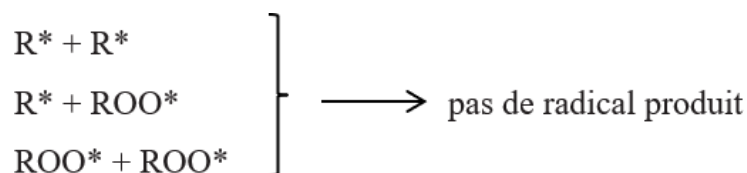
La phase de propagation de l'oxydation se traduit par des interactions lipide-lipide qui entraînent un grossissement de formation des radicaux. Le radical alkyl produit lors de la phase d'initiation réagit avec l'oxygène moléculaire pour former le radical peroxy (ROO^*) (couplage radicalaire avec l'oxygène). Ce processus se traduit par hydroperoxyde (ROOH) et un radical alkyl (Shahidi *et al.*, 1992 ; Tomovic *et al.*, 2017). Comme le montre la réaction suivante :



Réaction de propagation de l'auto oxydations

➤ Terminaison

Apparition des nouvelles espèces moléculaires anarchiques. La chaîne de propagation peut s'arrêter par la formation de polymères ou au contact avec un autre radical. Les molécules créées n'ont plus de fonction biologique (Relland, 2004 ; Shahidi *et al.*, 1992). Comme le montre la réaction suivante



Réaction de terminaison de l'auto-oxydation

2.1.2. Photo-oxydation

C'est un autre mécanisme d'initiation de l'oxydation lipidique et une voie alternative pour la formation des hydroperoxydes en présence des sensibilisateurs comme l'hémoglobine ou la myoglobine et la lumière (Dominguez *et al.*, 2019).

2.1.3. Oxydation enzymatique

Le principal enzyme impliqué dans l'oxydation enzymatique est lipoxygénase, qui joue un rôle important dans le développement de l'oxydation. C'est bien connu que l'oxydation lipidique enzymatique présente une phase de latence initiale qui est inversement proportionnelle à la concentration de lipoxygénase (Dominguez *et al.*, 2019).

3. Antioxydants

Les antioxydants sont des substances naturelles ou synthétiques qui aident à prévenir ou retarder les dommages des cellules oxydatives causés par des oxydants. Les antioxydants peuvent être largement défini comme des substances qui, si présente à des faibles concentrations comparées par rapport à celle des substrats oxydables, retardent ou inhibent considérablement l'oxydation de ces substrats (Tomovic *et al.*, 2017).

3.1. Classe d'antioxydants

En fonction de leur mode d'action et de leur origine, les antioxydants sont classés en 4 groupes :

3.1.1. Antioxydants primaires

Les antioxydants primaires (AH) appelés aussi anti radicalaire ou briseur de chaîne, agissent directement avec les radicaux lipidiques (RH) et les convertit en produits relativement stables, tel que représenté dans la réaction suivante :



La molécule AH est un antioxydant si le radical formé A* est plus stable. La stabilité du radical A* peut s'expliquer par sa conversion en composés non radicalaire (A-R) (Relland, 2004 ; Tomovic *et al.*, 2017).



3.1.2. Antioxydants secondaires

Les antioxydants secondaires ou préventifs agissent sur les facteurs favorisant l'oxydation : Ils chélatent des ions métalliques (acide citrique et certains composés phénoliques), ils réduisent l'oxygène (acide ascorbique). La présence ou l'ajoute d'antioxydant se marque par un effet retardant ou un ralentissement dans l'apparition de l'oxydation, cet effet étant fonction de la nature de l'antioxydant et de sa concentration (**Relland, 2004**).

3.1.3. Antioxydants naturels

Les antioxydants naturels sont reconnus comme un élément important d'une alimentation saine, ils peuvent être soit sous la forme d'un extrait pur, d'un mélange de composants actifs, ou bien d'une poudre des graines, feuilles, etc. Ces antioxydants sont produits dans les cellules vivantes pour maintenir un équilibre délicat d'oxydation-réduction dans le processus de métabolisme des nutriments et de la fonction immunitaire. Ils sont subdivisés en trois grands groupes tels que les polyphénols, les vitamines et les caroténoïdes (**Namzer et al., 2019**).

3.1.3.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des végétaux que l'on trouve naturellement dans toutes les plantes, ils sont considérés comme une partie intégrante des régimes humains et animaux, ils représentent le plus important groupe d'antioxydants naturels. Ces composés montrent une grande diversité de structure à partir de molécules simples (acide férulique, vanilline, acide gallique et caféique) qui pourrait exercer plusieurs activités biologiques, notamment des propriétés antioxydantes, antiallergiques, anti-inflammatoires, antidiabétiques et mêmes antitumorales.

La plupart des composés phénoliques communs dans les plantes peuvent être classés en acides phénoliques, les flavonoïdes et les tannins (**Huyut et al., 2017**).

a. Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont une classe majeure des composés phénoliques largement répandus dans le règne végétal, contenant la fonction hydroxyle située sur l'anneau de benzène aromatique avec un ou plusieurs groupes acides carboxyliques. Les acides phénoliques peuvent être divisés en deux classes principales (**Hung *et al.*, 2010**) :

- Les acides hydroxybenzoïques (**figure 05 A**) (par exemple, acide gallique, acide vanillique, acide proto-catéchétique et acide p-hydrobenzoïque).
- Les acides hydrocinnamiques (**figure 05 B**) (par exemple acide férulique, l'acide caféïque, acide sinapique et p-coumarique).

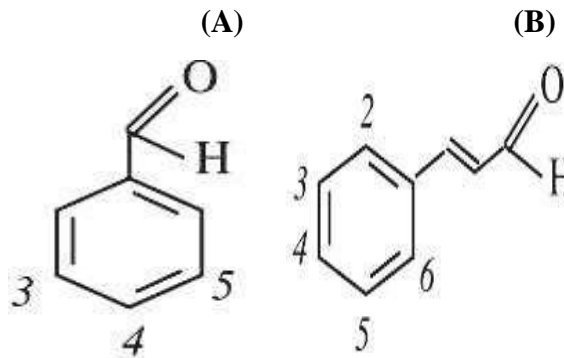


Figure 05 : Structure chimique d'acides hydroxybenzoïques C1-C6 (A) et d'acide hydrocinnamique C3-C6 (B) (**Lombardo *et al.*, 2018**).

L'activité antioxydante des acides phénoliques et leurs esters dépendent du nombre de fonction d'hydroxy dans la molécule, qui seraient renforcés par une entrave stérique. Les acides cinnamiques hydroxylés se sont révélés plus efficaces que leurs homologues de l'acide benzoïque (**Shahidi *et al.*, 1992**).

a. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont une grande famille polyphénolique dérivés des métabolites secondaires, qui constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux et donnent la saveur aux fruits et légumes. Ces composés généralement comprennent 15 atomes de carbone, leurs squelette (**figure 06**) contient deux cycles benzène aromatique A et C chimiquement liés par l'intermédiaire d'un noyau pyranne hétérocyclique.

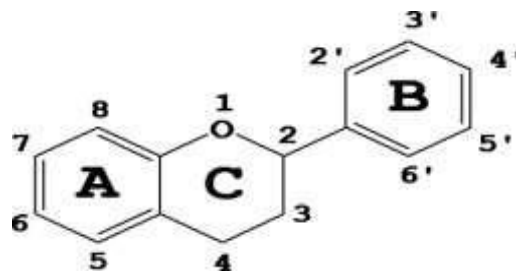


Figure 06 : Structure de base des flavonoïdes (Lombardo *et al.*, 2018).

Les flavonoïdes sont classés principalement en flavones, flavanols, flavanones, les flavanols, les anthocyanidines et les isoflavones tel que représenté dans le **tableau IV** (Al-Alawi *et al.*, 2017).

Tableau IV : Principales classes des flavonoïdes avec ces structures (Hung *et al.*, 2010).

Classe des flavonoïdes	Structure générale
Flavanols	
Flavones	
Flavonols	
Flavanones	
Isoflavones	
Anthocyanidine	

b. Tanins

Les tannins sont définis comme des composés phénoliques hydrosolubles ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000 D, ils contiennent un grand nombre de groupe hydroxyle ou d'autres groupes fonctionnels. Les tanins peuvent être classés en deux catégories et leurs structures sont représentées dans **la figure 07 (Chung *et al.*, 1998)** :

- **Tanins hydrolysables** : contiennent un noyau central d'alcool polyhydrique tel que le glucose et les groupes hydroxyles qui sont estérifiés partiellement ou totalement par l'acide gallique ou l'acide hexahydroxydiphénique.
- **Tanins condensés ou pronthocyanidines** : sont structurellement plus complexes que les tanins hydrolysables, ayant une masse moléculaire plus importante se sont les plus actives. Ils sont résistants à l'hydrolyse et seul les attaques chimiques fortes et les traitements acides à chaux qui permettent de les dégrader, ils sont largement distribués dans les fruits et légumes (**Macakova *et al.*, 2014**).

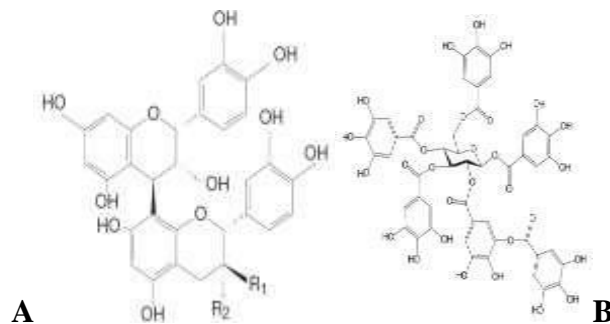


Figure 07 : Structure chimique des tanins condensés (A) et tanins hydrolysables (B) (**Macakova *et al.*, 2014**).

3.1.3.2. Tocophérols

Les tocophérols sont reconnus comme antioxydants naturels liposolubles. On les retrouve dans les oléagineux dont quatre homologues, à savoir α -, β -, γ - et δ - tocophérols, qui diffèrent par le nombre et la localisation des groupes méthyle dans le noyau aromatique, la structure chimique des différents homologues est représentée dans **la figure 08**. Les tocophérols sont oxydés partiellement par des agents oxydants, en présence de chaleur, de lumière et des métaux (**Ghazani *et Marangoni*, 2013 ; Bruscatto *et al.*, 2019**).

α - tocophérol est le seul antioxydant naturel abondant dans la nature. Il est reconnu pour exercer des effets biologiques qui protègent les membranes cellulaires et pour augmenter la stabilité des huiles et des graisses contre l'oxydation par les radicaux libres. α - tocophérol peut s'insérer au niveau des membranes biologiques et neutraliser les radicaux peroxyde (**Bruscatto et al., 2019**).

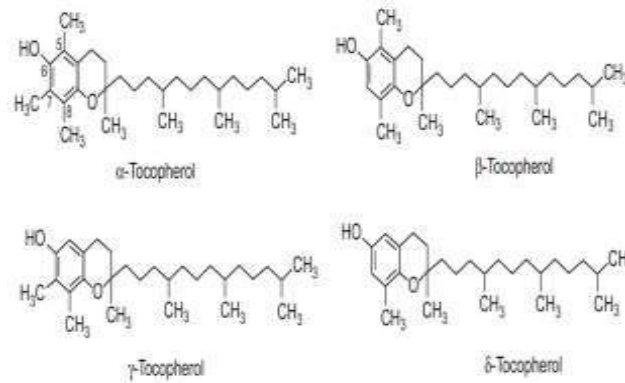


Figure 08 : Structure chimique de α -, β -, γ - et δ - tocophérols (**Lombardo et al., 2018**).

3.1.3.3. Caroténoïdes

Les caroténoïdes considérés comme une classe importante de composés phytochimiques se produisent dans les fractions lipidiques des plantes. Ils sont des précurseurs de la vitamine A, qui joue un rôle central dans la vision. La plupart des caroténoïdes se trouvent dans les fruits et légumes sous quatre formes β -carotènes, α - carotènes, lycopène et lutéine dont les structures sont représentées dans **la figure 09** (**Al-Alawi et al., 2017**).

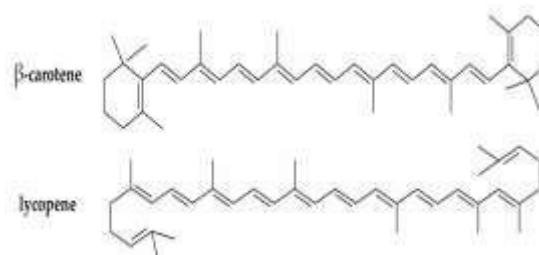


Figure 09 : Structure chimique de β -carotènes, lycopène (**kiokas et al., 2018**).

3.1.4. Antioxydants synthétiques

Les antioxydants synthétiques, tels que le BHA (hydroxyanisole butylé), le BHT (hydroxytoluène butylé), le PG (gallate de propyle) et le TBHQ (tert-butylhydroquinone)

(figure 10), sont couramment utilisés dans la transformation et la conservation des aliments mais se sont révélés avoir des effets secondaires comme agents toxicologiques et cancérigènes.

Le remplacement des antioxydants synthétiques par des antioxydants naturels peut avoir des avantages en raison des implications pour la santé et des fonctionnalités telles que la solubilité dans l'huile et l'eau, l'intérêt pour les émulsions dans les systèmes alimentaires (Moure *et al.*, 2001 ; Lourenco *et al.*, 2019).

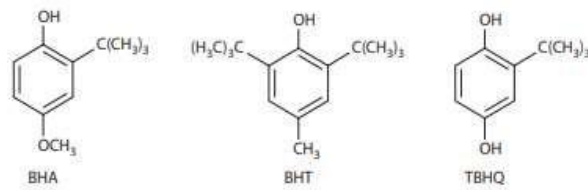


Figure 10 : Structure chimique de BHA, BHT, TBHQ (Tormin *et al.*, 2015).



Chapitre IV

1. Définition de la friture

La friture est l'une des plus anciennes méthodes de cuisson des aliments, elle se fait à des températures supérieures au point d'ébullition de l'eau entre 150 °C et 190 °C (**Torres Gonzalez et al., 2018 ; Udomkun et al., 2019**).

La friture s'apparente à un processus de déshydratation pour un transfert de chaleur rapide et une cuisson courte, son but est de former une croûte unique de couleur, de flaveur et de texture (**Dana et al., 2001**). Il existe deux types de fritures :

1.1. Friture profonde

La friture profonde implique un transfert simultané de chaleur et de masse dans les opérations de transformations des aliments en immergeant les aliments dans l'huile chaude à une température égale ou supérieure à 180 °C (**Nayak et al., 2016**).

1.2. Friture plate

La friture plate est caractérisée par une proportion faible d'huile par rapport à l'aliment, un contact important à l'air, qui privilégie les réactions d'oxydation, avec un temps de cuisson relativement modéré (quelques minutes) et une température de 140 à 160°C (**Combe et al., 2010**).

2. Choix d'huile de friture

Le choix optimal de l'huile de friture repose sur un compromis entre qualité nutritionnelle et gustative, stabilité thermique, disponibilité et prix. Plus la proportion d'AGPI est importante, plus l'huile est intéressante sur le plan nutritionnel mais plus elle se dégradera vite, l'huile de soja est parmi les huiles végétales les plus généralement acceptée pour la friture dans le monde entier (**Santos et al., 2018**).

3. Température du bain d'huile

La température de friture dépend du type de produit, de sa taille et de sa composition. Elle varie souvent de 120 à 190 °C. Des températures élevées d'huile peuvent permettre le transfert rapide de la chaleur, un brunissement rapide et un temps de cuisson court. Pour cette raison, mettre une trop grande quantité de nourriture froide dans l'huile chaude est

préjudiciable à la qualité des produits et à l'efficacité du procédé, car cela entraîne une diminution spectaculaire de la température de l'huile et un temps de cuisson plus long (Combe *et al.*, 2010).

4. Réactions de dégradation des huiles

En présence d'eau, d'oxygène et des températures élevées, l'huile subit un grand nombre de réactions chimiques complexes (Saeed *et Naz*, 2016). Ces réactions sont :

4.1. Réaction d'hydrolyse

L'hydrolyse des triglycérides est due à la présence d'humidité dans les aliments pendant la cuisson, elle conduit à la formation des acides gras libres, des monoglycérides et diglycérides, tel que représenté dans **la figure 11**. Les acides gras insaturés dans les glycérides sont susceptibles d'être oxydés à des températures élevées, en générant à des composés de glycérides oxydés (Zeleňáková *et al.*, 2019).

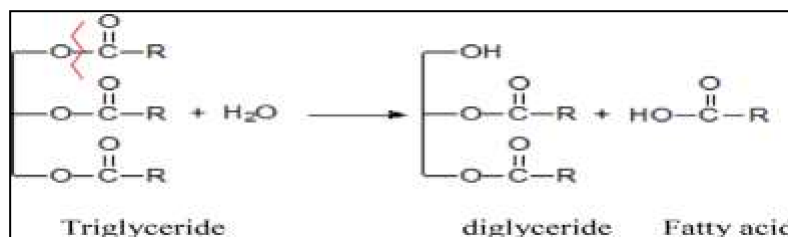


Figure 11: L'hydrolyse des triglycérides (Nayak *et al.*, 2016).

4.2. Réaction d'oxydation

L'oxydation des lipides conduit à la formation des peroxydes et des hydroperoxydes. Ces derniers en présence des températures élevées conduisent à la formation des produits de décomposition secondaires sous forme d'aldéhydes, de cétones, de dimères oxydants et de polymères. Elle provient de l'effet de l'oxygène de l'air sur les doubles liaisons qui traduisent des modifications d'odeur, flaveur et même de changement de couleur (Dana *et Saguy*, 2001; Xu *et al.*, 2019). Les étapes d'oxydation des corps gras sont représentées dans **la figure 12** :

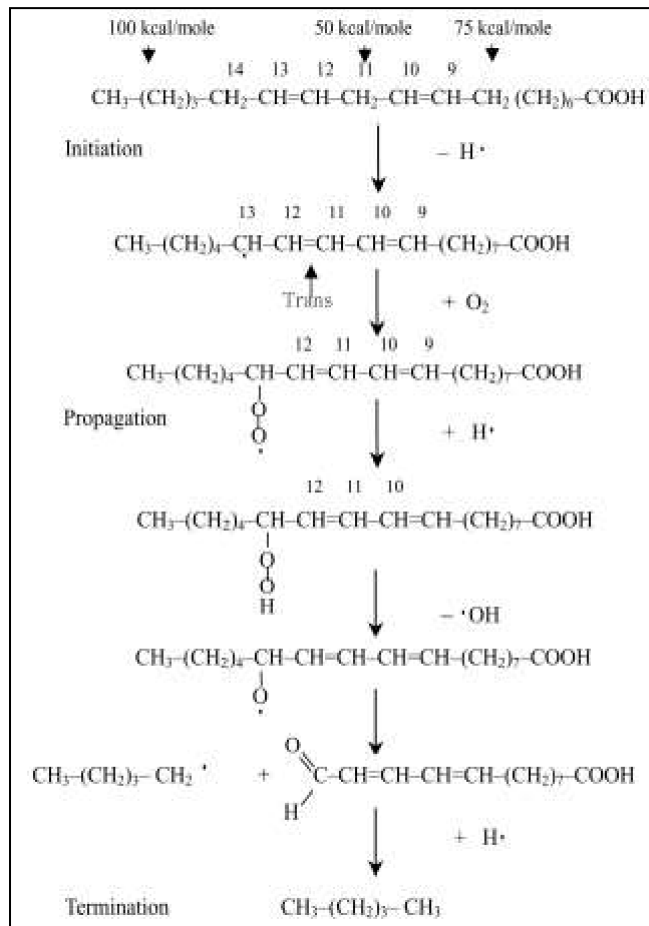


Figure 12 : L'initiation, la propagation, et la fin de l'oxydation thermique de l'huile (Choe et Min, 2007).

4.3. Réaction de polymérisation

Les changements thermiques conduisent à la formation de monomères cycliques, des dimères et des polymères, la formation de triglycérides polymérisés est proportionnelle à la température et au temps de friture et moins dépendante de la composition en acides gras.

Les polymères provoquent la formation de mousse qui retient les bulles de vapeur dans l'huile pendant une période de temps plus longue et accélère l'hydrolyse. D'autre part, lorsque les bulles éclatent, elles facilitent l'introduction d'oxygène dans l'huile chaude, favorisant ainsi, l'oxydation (Dana et Saguy, 2001). Les réactions de polymérisations sont représentées dans la figure 13.

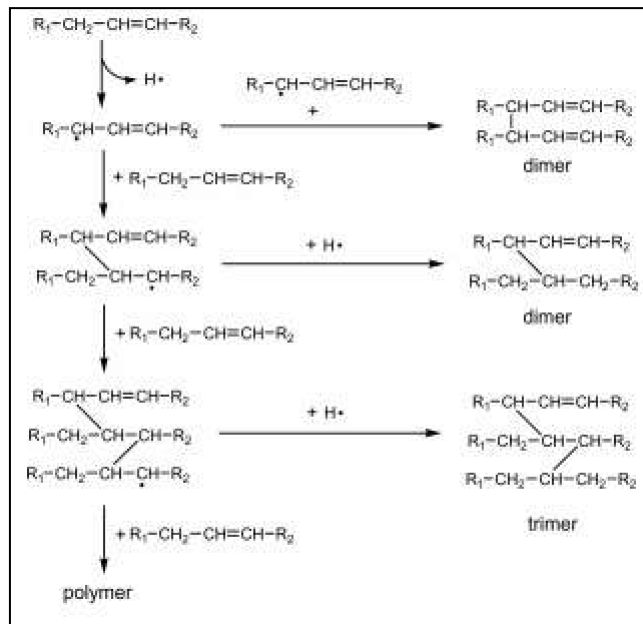


Figure 13 : Formation de polymère acyclique à partir d'acide oléique lors de la friture (Choe *et Min*, 2007).

5. Stabilité oxydative

La stabilité oxydative de l'huile est affectée par un changement de température et d'utilisation de différentes techniques de chauffage et du processus d'extraction. Elle dépend en premier lieu de la composition de l'huile en acide gras, en particulier en acide gras polyinsaturé, de sa composition en composés mineurs pro-oxydants (Bachari- Saleh *et al.*, 2013 ; Saeed *et Naz*, 2019).

La stabilité des huiles végétales pourrait être renforcée si les antioxydants présents naturellement dans les matières premières dont elles sont issues (graines oléagineuses en particulier) sont conservés pendant le raffinage.

D'après les procédés d'extraction mis en œuvre classiquement aujourd'hui, par pression et/ou par solvant (hexane), les composés phénoliques des graines ne sont pas extraits ; l'huile de soja contient que le tocophérol comme antioxydant. La présence d'antioxydant se marque par un effet-retard ou un ralentissement dans l'apparition de l'oxydation, cet effet étant fonction de la nature de l'antioxydant et de sa concentration (Cuvelier *et Maillard*, 2012).



*II. Partie
expérimentale*



***Matériel et
méthodes***

1. Matériel végétal

1.1. Choix de la variété de datte

Les noyaux étudiés proviennent des dattes de la variété *Mech-Degla* algérienne localisé au sud-est de la wilaya d'Ouargla. Les échantillons sont achetés au niveau du marché de la wilaya de Bejaia.

1.2. Présentation de la variété

Les noyaux de datte utilisés dans cette étude ont une forme subcylindrique, légèrement rétrécie à son extrémité. A la maturité la datte est plutôt beige clair teinté d'un marron peu prononcé. L'épicarpe est ridé, peu lumineux. Les dattes ainsi que les noyaux obtenus sont présentées dans la photo de **Figure 14**.



Figure 14 : Photographie des Dattes et noyaux de dattes

1.3. Préparation de l'échantillon

1.3.1. Préparation des noyaux de datte

Les noyaux de dattes sont séparés facilement de la pulpe, à la main, ils sont lavés à l'eau distillée, puis séchées dans une étuve à 40 C° pendant 24 heures. Une fois séchées les noyaux sont broyés à l'aide d'un broyeur à meules à fin d'avoir des petits fragments qui sont à leur tour broyés à l'aide d'un broyeur électrique la poudre ainsi obtenue est tamisée pour obtenir une poudre fine < à 250 μ m. La poudre obtenue est présentée dans la photo de figure 15.



Figure 15 : poudre de noyaux de datte

1.4. Choix de l'huile

Le choix de l'huile pour cette étude est basé sur la composition en acide gras polyinsaturés. L'huile de soja est riche en acide linoléique (18 :3 n-3) en plus de l'acide linoléique ce qui la rend instable. Cette huile est procurée par l'entreprise agroalimentaire CEVITAL SPA (Bejaia).

2. Méthodes

2.1. Extraction des composés phénoliques

Pour extraire les polyphénols des noyaux de dattes, nous avons opté pour une extraction par macération à une température ambiante et par épuisement. Le protocole expérimental adopté est celui de **Chougui *et al.* (2015)**. 10g de poudre sont macérées dans 100ml d'éthanol 70%, à une température ambiante pendant 2h sous agitation. Le mélange est filtré à l'aide d'un papier filtre whatman n°1. Les résidus récupérés ont subi une deuxième puis une troisième extraction avec 50ml d'éthanol 70% pendant 1 heure sous, agitation.

Les trois filtrats sont rassemblés et le solvant est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif du type BUSHI (SWITZERLAND). L'extrait des noyaux de dattes récupéré est ensuite lyophilisé et conservé dans un petit flacon en verre fumé jusqu'à son utilisation.

2.2. Dosage des polyphénols totaux

- **Principe**

Le réactif Folin-Ciocalteu est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et l'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui est réduit, tandis que les

phénols s'oxydent, dans un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et molybdène (Mo_8O_{32}). La coloration bleue est proportionnelle au taux des composants phénoliques présents là où l'environnement donne une absorption maximale à 760 nm (**Elgamouz et al., 2020**).

- **Mode opératoire**

La détermination de la teneur en polyphénols totaux est réalisée selon le protocole décrit par **Georgé et al. (2005)**, dans des tubes à essai, nous avons mélangé 500 μ L d'extrait méthanolique, de chaque échantillon, avec 2,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 1/10). Après 2 min à l'obscurité, on a ajouté 2 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à (75g /L). Après 15 minutes d'incubation à 50°C, l'absorbance est mesurée à 760 nm contre un blanc où l'extrait est remplacé par le même volume du solvant utilisé. Une courbe d'étalonnage est réalisée avec l'acide gallique dans les mêmes conditions (**annexe I**).

2.3. Evaluation du pouvoir de piégeage du radical DPPH*

La méthode est basée sur la capacité de l'extrait à réduire le radical DPPH* (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) qui est de couleur violette en solution vers une couleur jaunâtre (après réduction), lorsque son électron célibataire est apparié avec un hydrogène provenant d'un antioxydant. L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la concentration d'antioxydants et au temps de la réaction (**Boskou et al., 2006**).

Le DPPH est un radical stable en solution et apparaît de couleur violet absorbant à 515 nm dans le méthanol. Ce test est basé sur le principe que la DPPH sur l'acceptation d'un atome d'hydrogène (H) de la molécule piègeuse, c'est-à-dire antioxydant, entraînant une réduction de la DPPH à DPPH₂, la couleur violette passe au jaune avec une diminution concomitante de l'absorbance à 515 nm. Le changement de couleur est surveillé par spectrophotométrie et utilisé pour la détermination des paramètres des propriétés antioxydantes (**Mishra et al., 2012**).

- **Mode opératoire**

L'activité antiradicalaire des extraits de noyaux de datte sur le DPPH (2,2-diphényl-2-picryl-hydrazyl) a été déterminée selon la méthode de **Şahin et al. (2004)**, dans un tube à essai 2,9 ml de la solution méthanolique du radical (DPPH) à 10^{-4} M sont ajoutés à 0,1 ml d'extrait méthanolique de noyau de dattes à différentes concentrations dans le but de

déterminer les IC50. Les absorbances ont été mesurées à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité contre le contrôle (en remplaçant la quantité de l'extrait par du méthanol).

La IC50 exprimée en mg/ml, correspondant à la concentration de l'extrait qui inhibe 50% du radical DPPH, est obtenue graphiquement.

2.4. Enrichissement de l'huile de soja

L'enrichissement a été effectué en utilisant deux concentrations différentes de l'extrait de noyau de datte, mélangées avec deux 2kg de l'huile de soja.

Une quantité d'extrait de noyau de datte est ajouté à l'huile de soja. Les échantillons sont agités pendant 30 minutes, puis subissent une sonication pendant 10 minutes pour une dissolution complète.

2.5. Procédure de friture

Nous avons réalisé une série de friture sans frit avant et après l'ajout de l'extraits de noyaux de datte, 18 fritures répétées. Le prélèvement se fait lors de la première friture 1, 5^{ème}, 10^{ème}, 15^{ème}, 16^{ème}, 17^{ème} et 18^{ème}.

Nous avons chauffé 2000 g d'huile dans une friteuse pendant 6 minute jusqu'à l'obtention d'une température de 180 C° mesurée par un thermomètre, après refroidissement un volume de 100g est prélevé, ce dernier est versé dans une bouteille en verre de 100ml et met à l'obscurité et au froid dans l'attente d'être analysé.

2.6. Etude de la stabilité oxydative aux cours de la friture

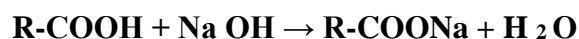
Afin d'étudier l'influence des composés phénoliques extraits à partir des noyaux de datte sur la stabilité oxydative de l'huile de soja, une série de tests devait être effectués.

2.6.1. Acidité

L'acidité est le pourcentage d'acide gras libre dans l'huile végétale elle est exprimée en pourcentage d'acide gras libre, elle nous renseigne sur le degré de fraîcheur de l'huile (Elgamouz *et al.*, 2020).

- **Principe**

Le principe de cette analyse consiste à mettre en solution une quantité connue d'huile dans l'alcool puis à effectuer un titrage d'acides huileux libres, par une solution de NaOH (0,1) chauffée en présence de phénolphtaléine selon la réaction ci-dessous (**Elgamouz et al., 2020**).



- **Mode opératoire**

Peser dans un erlenmeyer 5g d'huile, puis faire chauffer un volume de 50 ml d'alcool éthylique à 95% et le verser dans l'erlenmeyer contenant la prise d'essai, ajouter quelque goutte de phénol phtaléine, agiter et titrer avec la solution du KOH à 0,1 N jusqu'à avoir une coloration rose persistante.

$$\text{A (\% d'acide oléique)} = (\text{M} \times \text{N} \times \text{V}) / (\text{m} \times 10)$$

A% : l'acidité d'huile en % ;

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

N : la normalité du NaOH (0,1 N);

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

m : la masse de la prise d'essai en g.

2.6.2. Indice de peroxyde

C'est la quantité de produit dans l'échantillon exprimée en équivalent mille grammes par kilogramme d'oxygène actif par gramme de l'iodure de potassium oxydant. Sa détermination renseigne sur le degré d'oxydation de l'huile (**Elgamouz et al., 2020**).

- **Principe**

Il consiste à traiter une quantité d'huile en solution dans un acide acétique et du

chloroforme par une solution d'iodure de potassium saturée (KI), le titrage de l'iodure libéré se fait par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon (**Elgamouz et al., 2020**).

- **Mode opératoire**

Peser 5g d'huile dans un erlenmeyer, ajouter 12ml de chloroforme et 18ml d'acide acétique glaciale et 1ml de solution d'iodure de potassium saturé. Boucher rapidement le flacon est agité pendant une minute puis laissée à l'obscurité pendant 5 minutes à température ambiante. Ajouter ensuite 75 ml d'eau distillée puis quelques gouttes d'empois d'amidon utilisé comme indicateur colorer et titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium (0.01N). Parallèlement, préparer un essai à blanc (**Elgamouz et al., 2020**).

L'indice de peroxyde, exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme d'échantillon, est égale à :

$$IP \text{ (meq /KgMG)} = \frac{T(V1-V0)}{M} * 1000$$

2.6.3. Couleur de l'huile (ISO 15305, 1998)

La couleur joue un rôle important dans l'évaluation de la qualité d'un aliment. En effet, elle est liée aux principaux constituants qui sont déterminées à leur maximum d'absorption.

- **Principe**

La détermination de la couleur est effectuée par un colorimètre électronique " 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. Les résultats sont exprimés en unités jaune (**J**) et rouge (**R**).

- **Mode opératoire**


On verse l'échantillon à analyser dans une cellule de (5 pouces et 1/4) puis on détermine la couleur en faisant la comparaison avec les lames de la cellule standard.

➤ Les valeurs de la couleur sont données comme suit : X_J, Y_R .

Où : J : la couleur ;

R : la couleur rouge ;

X, Y : les valeurs déterminées par lovibond.



*Résultats et
Discussion*

1. Résultats

1.1. Composés phénoliques totaux de l'extrait de (ND)

Les polyphénols totaux sont quantifiés à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en équivalent d'acide gallique par 100 grammes de matière sèche (mg EAG/100g de MS).

Les résultats montrent que l'extrait de ND contient une teneur en composé phénolique totaux de $3060,61 \pm 73,37$ mg EAG/100g de MS.

Besbes *et al.* (2004), ont mené une étude sur les noyaux de dattes de variétés tunisiennes. Les différentes variétés analysées ont présenté une teneur en composés phénoliques dans la gamme de 2150 et 5260 mg EAG/100g de MS. Nos résultats sont dans l'intervalle des teneurs trouvées par l'auteur.

Tandis que **Metoui *et al.* (2019)**, ont enregistré des valeurs qui varient entre 5130 mg EAG/100g de MS pour la variété *lemsi* et 9530 mg EAG/100g de MS pour *khadhouri*. Ce qui est nettement plus élevé comparé au résultat obtenu dans notre travail 3060,61 mgEAG/100g de MS.

La différence pourrait être expliquée par divers facteurs tels que la variété, les conditions de croissance, la maturité, la saison, l'origine géographique, engrais, type de sol, conditions de stockage, quantité de lumière reçue, les méthodes de culture et les méthodes d'analyse (**Metoui *et al.*, 2019**).

En raison de leur forte teneur en composés phénoliques, les noyaux de dattes peuvent être utilisées dans les aliments fonctionnels, les additifs alimentaires, leur extrait phénolique est considéré comme un antioxydant efficace agissant comme capteurs des radicaux libres (**Metoui *et al.*, 2019**).

1.2. Activité anti radicalaire DPPH* de l'extrait de noyau de datte

L'activité anti-radicalaire de l'extrait phénolique du noyau de datte est exprimée en IC50 déterminé graphiquement à partir de la courbe du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations d'extrait.

La valeur d'IC50 d'extrait de noyau de datte dans notre étude est de 0,23mg/ml. **Lecheb (2010)**, a trouvé une IC50 de 0,6mg/ml, supérieure à celle de notre échantillon. Ces résultats indiquent une forte activité antioxydante de notre extrait de noyau de datte.

D'après **Abrini et al. (2017)**, tous les extraits de noyaux de dattes étudiés ont montré la capacité à réduire le radical DPPH*. Ils ont montré une diminution significative de ce radical en fonction de la concentration en extrait ; l'augmentation de la concentration en extraits fait augmenter, significativement, le pourcentage d'inhibition. Ce phénomène est interprété par le transfert d'électrons célibataires qui sont localisés dans l'orbitale externe du DPPH, et après avoir atteint une concentration donnée l'antioxydant va réagir complètement avec le radical et qu'on nous augmente la concentration l'activité antioxydante va rester constante puisque cela s'accompagne par la saturation des couches électronique du radicale.

L'étude de **Métoui et al. (2019)**, montre que les noyaux de datte possèdent une forte activité antioxydante allant de 33.12 % pour une concentration de 5.13 g EAG/100g de MS à 54.58 % pour une concentration de 9.53 g EAG/100g de MS. Ce qui implique que les noyaux de Datte ont présenté une capacité antioxydante intéressante à piéger les radicaux libres de DPPH* et il semble être utilisé dans les aliments comme une importante source anti-oxydant.

Les différences entre les résultats de notre étude et ceux rapportés par la littérature sont probablement liés à l'utilisation de différentes méthodes, solvants d'extraction et la variété étudiée (**Zhang et Hamauzu, 2004**).

Les recherches scientifiques ne cessent pas d'investir tous les aspects liés à l'étude de l'activité antioxydante des végétaux. L'étude d'**Allane et benamara (2010)**, montre un très fort pouvoir réducteur des dattes. Toute fois les polyphénols analysés dans les dattes semblaient exercer une grande influence sur l'activité antioxydante.

1.3. Analyses physicochimiques de l'huile de soja

Les résultats des analyses de l'huile de soja raffinée avant enrichissement sont représentés dans le **tableau IV**.

Tableau V : Les analyses physicochimiques de l'huile de soja raffinée.

Les paramètres	Huile de soja	Normes ISO
Acidité (%)	0,05	<0,6
Indice de peroxyde (meq O ₂ /kg)	0,2	<10
Unité Rouge	R : 1	2
Unité jaune	J : 14	16

Les valeurs des paramètres physicochimiques de l'huile de soja sont inférieures aux normes internationales, ce qui indique que le procédé de raffinage de cette huile a été réalisé dans des bonnes conditions.

1.4. Paramètres organoleptiques de l'huile de friture

La couleur du bain d'huile est la première modification observée ; le début d'altération pour l'huile témoin se produit vers la 10^{ème} friture et s'intensifie vers la 15^{ème} pour devenir brune à la 18^{ème} friture. L'odeur émanant du bain change et devient piquante au 10^{ème} cycle de friture pour devenir désagréable dès la 15^{ème} friture ; pas de dégagement de fumée durant tous les cycles de friture.

Pour les huiles enrichies avec l'extrait phénolique du noyau de datte ; la première modification de couleur du bain est observée vers la 15^{ème} friture pour devenir brune à la 18^{ème} friture. L'odeur émanant du bain change et devient piquante au 15^{ème} cycle de friture pour devenir désagréable à la 18^{ème} friture. Toujours pas de dégagement de fumée durant tout le cycle de friture

Le retard de la détérioration de notre huile enrichie par rapport à l'huile témoin dû à l'ajout des extraits phénoliques de noyaux de datte qui ont aidé à protéger l'huile de l'oxydation ce qui indique que les extraits phénoliques du noyau de datte de la variété *Mech-Degla* ont un effet retardataire sur l'oxydation.

Le tableau suivant représente toutes les observations faites pendant le procédé de friture.

Tableau VI : Observations notées lors des fritures sans frites avec l'huile de soja témoin et enrichie

Huile / paramètre		Nombre de friture							
		F1	F5	F10	F15	F16	F17	F18	
HT	Couleur de l'huile	Claire	Claire	Moins Claire	Moins Claire	Moins Claire	Brune	Brune	
	Odeur perçue	Caractéristique	Caractéristique	Piquante	Piquante	+	+	++	
	Apparition de fumée	-	-	-	-	-	-	-	
HND	C 1	Couleur de l'huile	Claire	Claire	Claire	Moins claire	Moins claire	Brune	Brune
		Odeur perçue	Caractéristique	Caractéristique	Caractéristique	Piquante	+	+	++
		Apparition de fumée	-	-	-	-	-	-	-
	C 2	Couleur de l'huile	Claire	Claire	Claire	Moins claire	Moins claire	Brune	Brune
		Odeur perçue	Caractéristique	Caractéristique	Caractéristique	Piquante	+	+	++
		Apparition de fumée	-	-	-	-	-	-	-

HT : Huile témoin

HND : Huile enrichie avec l'extrait de noyau de datte

F1 : Friture

(-) : Absence

(+) : Présence

2. Résultats attendus de la stabilité oxydative

2.1. Acidité

L'acidité permet d'apprécier le degré d'altération par hydrolyse d'une huile. Elle permet aussi d'apprécier la valeur des opérations technologiques qui ont abouti à son obtention, caractérise la pureté et la stabilité d'une huile à la température ambiante (**Aissi et al., 2009**).

L'acidité renseigne sur le taux d'AGL présents dans une huile ; elle permet d'estimer le degré d'altération hydrolytique, favorisé par la présence d'eau dans l'aliment. Dans le processus d'hydrolyse, la molécule de TG réagit avec une molécule d'eau pour donner un AGL et un diacylglycérol (**Nayak et al., 2015**).

2.2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde (IP) est un critère très utile pour apprécier les premières étapes d'une altération oxydative. En effet, cet indice s'intéresse au nombre d'oxygène actif dans les chaînes organiques d'une huile. Cet oxygène actif peut être sous forme d'époxydes ou sous forme d'hydroperoxydes. La détermination de (IP) est exprimé en méq d'O₂/kg d'un corps gras (**Nayak et al., 2015**).

L'indice de peroxyde donne une évaluation sur la quantité de peroxydes présents dans un corps. C'est ce qui indique en fait, la quantité d'acides gras déjà rances (**Aissi et al., 2009**).

2.3. Couleur

Selon **Innawong et al. (2004)**, Il est connu que les huiles de friture utilisées de manière continu ou répétée à haute températures en présence d'oxygène, sont soumis à une oxydation thermique, la polymérisation, et l'hydrolyse, le résultat les produits de décomposition ont un effet négatif sur la saveur et couleur de l'huile ce qui induit une

détérioration des huiles de friture est généralement suivie par les modifications du taux d'acides gras libres (AGL), de la couleur de l'huile et de son odeur.



Conclusion

L'objectif du présent travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'extraits de noyaux de datte comme antioxydants alternatifs et de les incorporer dans l'huile de soja raffinée au cours de la friture pour la protection des huiles végétales contre la détérioration oxydative.

Des essais de fritures, au nombre de dix-huit fritures successives à une température de 180 C° devaient être suivie par la mesure de certains indices physico-chimiques (l'acidité, l'indice de peroxyde et la couleur) dans la perspective d'évaluer son niveau de résistance ou son degré d'altération.

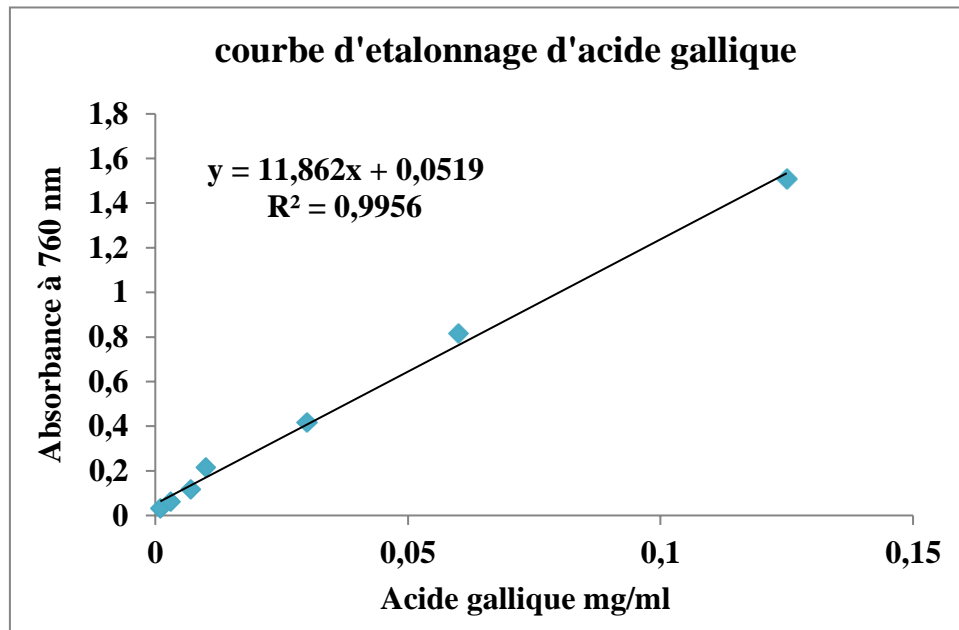
L'étude de la caractérisation physicochimique des extraits de noyaux de dattes de la variété *Mech-Degla* obtenu par extraction avec macération a permis de faire ressortir les points suivants :

Le résultat de dosage des polyphénols totaux par la méthode de Folin-ciocalteu indique que l'extrait du noyau de datte constitue une source intéressante en polyphénols avec une concentration de 3060,61mg EAG/100g de MS.

Le potentiel anti radicalaire a été déterminé par la méthode de DPPH a montré que les extraits phénoliques de noyaux de dattes ont une activité antioxydante élevée avec IC50 de 0,23mg/ml, ce qui implique qu'ils peuvent être considérés comme des ingrédients fonctionnels dans la formulation d'un produit alimentaire.

Comme complément à ce travail il sera souhaitable de :

- Evaluer l'activité biologique des extraits de noyau de datte (antimicrobienne, anti-inflammatoire.....etc) ;
- Effectuer des analyses physicochimiques et sensorielle pour l'huile enrichie ;
- Quantification et identification des composés phénoliques des noyaux de datte par HPLC et les rechercher dans l'huile enrichie ;
- Proposer des méthodes de fractionnement des extraits phénoliques, pour utiliser des extraits pure et non pas brute.



Annexe I: Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux.lk

A

Al-Alawi R., Al-Mashiqri J H., Al-Nadabi J S M., Al-Shihi B I. and Baqi Y. 2017. Date palm tree (*Phoenix dactylifera* L) : Natural Product and therapeutic options. *Frontiers in Plant Science*, 8.

Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K. Al-Amry M. and Al-Rawahy F. 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104(3) : 943–947.

Alahyane A., Harrak H., Ayour J., Elateri I., Ait-Oubahou A. and Benichou M. 2019. Bioactive compounds and antioxidant activity of seventeen Moroccan date varieties and clones (*Phoenix dactylifera* L.). *South African Journal of Botany*, 121 : 402–409.

Al-Hooti S., Sidhu S S. and Gabazard H. 1998. Chemical composition of seeds of date fruit cultivars of United Arab Emirates. *Journal of food science and technology*, 35(1) : 44-46.

Acourene S., Djafri K., Benchabane A., Tama M. And Taleb B .2014. Dates quality assessment of the main Date palm cultivars Grow in Algeria. *Annual Researchs Review in Biology* ,4(3) :487-499.

Abrini J., Dakka N., Bouyahya A. and Bakri Y.2017.Screening phytochimique et antibactérienne des extraits d'*Origanum compactum*. *Phytothérapie* :1-5.

Aissi V M., Soumamou M M., Tchobo F P. and Kiki D.2009.Etude comparative de la qualité des huile végétales alimentaires raffiné en usage au Bénin. *Bulletin d'information de la société ouest Africaine de chimie* ,6 :25-37.

Allane T. and Benamara S .2010. Activité antioxydante de quelques fruits communs et sauvage d'Algérie. *Phytothérapie* ,8(3) : 171-175.

B

Bazrafshan O., Zamani H., Ramezanietedli H., Gerkaninezhad Moshizi Z., Shamili M., Ismaelpour Y. and Gholami H. 2020. Improving water management in date palms using economic value of water footprint and Virtual water Trade concepts in Iran. *Agricultural Water Management*, 229(July 2019). 1059.

Bruscatto M H., Pestana-bauer V R. and Otero D M. 2019. Effects of heating temperature on the tocopherol contents of chemically and physically refined rice bran oil. *Grasas y Aceites*, 70(1), 1–7.

Bastos Fernandes J C. and Draghi P F. 2016. Thermal Stability of Soybean Oil: When must we discard it? *MOJ Food Processing & Technology*, 2(5).

- Boujnah M. and Harrak H. 2012.** Valorisation technologique des dattes au Maroc. INRA Edition : 1–160.
- Bachari-Saleh Z., Ezzatpanah H., Aminafshar M. and Safafar H. 2013.** The Effect of Refining Process on the Conjugated Dienes in Soybean Oil. *Journal of agriculture science and technology*, 15 : 1185-1193.
- Besbes S., Blecker C., Deroanne C., bahloul N., Lognay G., Drira N E. and HamadiAttia. 2004.** Date seed oil phenolic, tocopherol and Sterol profiles. *Journal of Food Lipids*, 11 : 251–265.
- Bianco A. and Uccella N .2000.** Biophenolic components of olives. *Food Research International* ,33 :475-485.
- Botterweck A A M., Verhagen H., Goldbohm R., Kleinjans J .and Van den brandt P.2000.** Intake of Butylated Hydroxy-anisole and Butylated Hydroxy-Toluene and stomach Cancer Risk : Results from Analyses in The Netherlands Cohort Study. *Food and Chemical Toxicology*,38(2000) :599-605.
- Bellabaci Hocine .1988.** Inventaire et études des variétés du palmier dattier dans le sud est Algérienne. *Ann-Inst.Nat. Agro.El-Harrach*, 12(1) :507-518.
- Bouskou D., Blekas G. and Tsimidou M. (2006).** Olive oil composition. Dans D. Boskou (Ed), *olive oil, chemistry and technology* (2nd edition). Champaign Illinois: American oil chemists, society.USA, p41-72.

C

- Combe N. and Rossignol Castera A .2010.** Huiles végétales et fritures. *Cahiers de nutrition et diététique*.,45 :544-551.
- Choe E. and Min D B. 2007.** Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science*, 72(5).
- Cossut J., Defrenne B., Desmedt C., Erroul S., Garnet S., Humber S., Roelstraete L., Vanuxeem M. and Vidal D. 2002.** *Les Corps Gras : Entre Tradition et Modernité.*
- Chen B., McClements D J., Gray D A. and Decker E A .2012.** Physical and oxidative stability of pre-emulsified oil bodies extracted from soybeans. *Food Chemistry*, 132(3) : 1514– 1520.
- Cuvelier M E. and Maillard M N. 2012.** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL - Oleagineux Corps Gras Lipides*, 19(2) : 125–132.
- Chung K T., Wong T Y., Wei C I., Huang Y W. and Lin Y. 1998.** Tannins and Human Health : A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6) : 421–464.

Chougui N., Djerroud F., Naraoui- S., Hadjal K., Aliane B., Zeroual R. and Larbat. 2015. Physicochemical properties and storage stability of margarine containing opuntia ficus-indica peel extract as antioxydant. Food chemistry, 173 :382- 390.

Chira K., Suh J H., Saucier C. and Teissédre P L .2008. Les polyphénols du Raisin. Phytonutrition fondamentale ,6 :75-82.

Chen B., Clements D J. and Decker E A.2011. Composant mineurs dans les huiles alimentaires : un examen critique de leurs rôles sur la chimie de l'oxydation des lipides dans les huiles et les émulsions. Revue critique en science alimentaire et nutrition ,51 :901-916.

Chung J., Lee J. and Choe E.2004. Oxydative stability of soy bean and sesam oil mixture during frying of flour dough. Journal of Food science,69, (7) :574-578.

D

Dana D. and Saguy I S. 2001. Frying of Nutritious Foods: Obstacles and Feasibility. Food Science and Technology Research, 7(4) :265–279.

Dominguez R., Pateiro M., Gagaoua M., Barbra F J., Zhang W. and Lorenzo J M. 2019. A comprehensive Review on lipid oxydation in meat and meat products. Antioxidants2019.8,429 : 1-32.

Dobarganes-Nodar M., Molero Gomez A. and Martinez De La Ossa E. 2002. Characterisation and process Development of Supercritical Fluid Extraction of Soybean Oil. Food Technology and Environmental Technology ,40 :337-342.

E

Elgamouz S., Bouzekri O., Sbiti M., Choukrad MB. And EL Idrissi M. 2020. Anti- bacterial activity and Physicochemical characteristics of date corEe'Ss vegetal oil. rhazes : Green and Applied Chemistry, 8: 30–41.

EL Hadrami A. and AL Khayri J M. 2012. Socioeconomic and traditional importance of date palm. Emir.J. Food Agric.2012,24(5) :371-385.

F

FAO ,2016-Food and Agriculture Organization of the United Nation, statistical databases. Available.

G

Ghazani S M. and Marangoni A G. 2013. Minor components in canola oil and effects of

refining on these constituents: A review. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists Society*, 90(7) : 923–932.

Garrido R. and Juan R. (1999). Raffinage physique. Institut de la Grasso y aceites CSIC.

Goudable J. and Favier A. 1997. Radicaux libres oxygènes et antioxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 11(2) :115–120.

Georgé S., Brat P. Alter P. and Amiot M J. 2005. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 53(5) :1370-1373.

H

Hung W Y., Cai Y Z. and Zhang Y. 2010. Natural phenolic compounds from medicinal herbs and dietary plants : Potential use for cancer prevention. *Nutrition and Cancer*, 62(1) : 1–20.

Huyut Z., Beydemir F U. and Gülçin E. 2017. Antioxidant and antiradical properties of selected flavonoids and phenolic compounds. *Biochemistry research international* ,7616791 : 1-10.

Hannebelle S., Sahpaz S. and Bailleul F.2004.Polyphénols végétaux sources, utilisation et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie* ,1 :3-6.

I

Islam S., Adam Z. and Islam I. 2019. Répartition des lipides et des acides gras dans la glycine max L. Merrill Cultivars. *International Journal of Bioengineering et biotechnologie* 2019, 4(1): 5–9.

Innawong B., Mallikajunan P. and Marcyj E.2004.The determination of frying oil quality using a chemosensory system. *Lebensm-wiss u Technol*, 37 :35-41.

ISO 153005. 1998. Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de la couleur. Première édition.

K

Konsoula Z. and Liakopoulou-Kyriakides M. 2010. Effet des antioxydants endogènes des graines de sésame et de l'huile de sésame sur la stabilité thermique des huiles végétales comestibles. *LWT-Science et technologie alimentaires* ,43 :1379-1386.

Kalpna R., Mital K .and Sumitra Ch.2011.vegetable and fruit peels as a novel sources of

antioxydants. *Journal of Medicinal plants Research* ,5(1) :63-71.

Kiokias S., Proestos CH .and Oreopoulou V.2018.Effet Of Natural Food antioxydants againt LDL and DNA oxidative changes. *Antioxidants*, 7.133,1-20.

L

Lombardo L., Grasso F., Lanciano F., Loria S .and Monetti E M .2018. Brood -spectrum health protection of exta virgin olive oil compounds. *Studies in natural products chemistry*, 57 :41.77.

Louaileche H., Hammiche D. and Hamoudi F. 2015. Total des Phénolique et matières flavonoïdes in vitro Activité anti-oxydante de algériennes Palmier Dattier Variétés : étude comparative, *1* : 63–68.

Lourenço S C., Moldão-Martins M. and Alves V D. 2019. Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22) : 14–16.

Lecheb F. 2010. Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une créme cosmétique de soin. Université M'hamed Bougara-Boumerdes.

M

Metoui M., Bouzoumita A. and Ferchichi A. 2019.Chemical composition, Antioxidant and Antibacterial Activity of Tunisian Date Palm Seed, 28(1) : 1–8.

Mohdaly A A E R., El-Hameed-Seliem K A., Maher Abu EL-Hassan A E-M. and Mahmoud A A T. 2017. Effect of Refining Process on the Quality Characteristics of Soybean and Cotton seed Oils. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(1) : 207–222.

Ma Y., Shi L., Liu Y. and Lu Q. 2017. Effects of neutralization, decoloration, and deodorization on polycyclic aromatic hydrocarbons during laboratory-scale oil refining process. *Journal of Chemistry*, 2017 :1-9.

Mishra K., Ojha. H. and Chaudhury N K. 2012. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH- assay: A critical review and results. *Food Chemistry*,130(4) : 1036–1043.

Moure A., Cruz J M., Franco D., Domoanguez J M., Sineiro J., Domoanguez H., Nuanaez M J. and Parajoa J C.2001.Antioxydants naturels provenant de sources résiduelles. *Food chemistry* ,72(2001) :145-171.

Macakova K., Koleckar V., Cahlikova A., Kuca K., Jun D. and Opletal

L. 2014. Tannins and their influences on Health. Recent advances in medical chemistry, 1, 159-208.

N

Nemzer B V., Yashin A Y., Vedenin A N., Yashin Y I., Yashunsky D V., Nifantiev N E. and Kalita D. 2019. Selected Powerful Natural Antioxidants: Structure, Food Sources, Antioxidant Activities, and Important Health Benefits. Journal of Food Research, 8(1), 60.

Nayak P K., Dash U M A., Rayaguru K. and Krishnan K R. 2016. PHYSIO-CHEMICAL CHANGES DURING REPEATED FRYING OF COOKED OIL. Journal of food biochemistry, 40: 371–390.

P

Pages X., Morin O., Birot C., Gaud M., Fazeuilh S. and Gouband M. 2010. Raffinage des huiles et des corps gras et élimination des contaminants. OCL - Oleagineux Corps Gras Lipides, 17(2) : 86–99.

Platon J F. 1988. Raffinage de l'huile de soja. American soy bean association, 19 : 3-30.

Pouzet A. (1992). Soja. In : Manuel des corps gras. Edition : Technologies s documents, Lavoisier, Paris.

R

Rolland Y. 2004. Antioxydants naturels végétaux. Oléagineux, Corps Gras, Lipides, 11(6) : 419–424.

S

Shahidi F., Janitha P K. and Wanasundara P D. 1992. Phenolic Antioxidants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32(1) : 67–103.

Saeed R. and Naz S. 2019. Effect of heating on the oxidative stability of corn oil and soy bean oil, 70(June) : 1–10.

Santos C S P., Molina-garcia L., Cunha S C. and Casal S. 2018. Fried potatoes : Impact of prolonged frying in monounsaturated oils. Food Chemistry, 243(June 2017) : 192–201.

Şahin F M., Güllüce D., Daferera A., Sökmen A., Sökmen M. M Polissiou and Özer H. 2004. Activités biologiques des huiles essentielles et de l'extrait méthanolique d'*Origanum vulgare* dans la région de l'Anatolie orientale en Turquie. Contrôle des aliments, 15(7) : 549-557.

Syed N., Mahesar S A., Sherazi S T H. and Soylak M. 2019. Quality assessment and safety

measurement of different industrial processing stages of soy bean oil. Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences. 1(2) : 28–33.

T

Tafti G., Dahdivan S. and Ardakani N Y. 2017. Économique et sociale des populations dans les pays, 24(4) : 1399–1406.

Tomović V., Jokanović M., Šojić B., Škaljac S. and Ivić M. 2017. Plants as natural antioxidants for meat products. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 85(1).

Torres-gonzalez J D., Alvis-bermudez A., Gallo-garcia L A., Castellanos-galeano F. and Bouchon-aguirre P. 2018. Effect of Deep Fat Frying on the Mass Transfer and Color Changes of Arepa Con Huevo. 11(February)

Tormin T F., Almeida E S., Ferreira-sousa R M., Rieber E M. and Abarza-munoz R A. 2015. Determination of butylhydroxytoluene, Butylehydroxyanisole, and tert-butylhydroquinone. Flow injection analysis of Food additives.

U

Udomkun P., Innawong B. and Sopa W. 2019. Can the Image Processing Technique Be Potentially Used to Evaluate Quality of Frying Oil? journal of food Quality. 2019 :1-12.

X

Xu L., Li X., Huang J., Gao P., Jin Q. and Wang X. 2019. Rapid Measuring Flavor Quality Changes of Frying Rapeseed Oils using a Flash Gas Chromatography Electronic Nose. European Journal of Lipid Science and Technology, 121(5) : 1–6.

Y

Yao Y., You Q., Duan G., Ren J., Chu S., Zhao J. and Jiao Y. 2020. Quantitative trait loci analysis of seed oil content and composition of wild and cultivated soybean. BMC Plant Biology, 20(1) : 1–13.

Z

Zeleňáková L., Angelovičová M., Šnirc M., Žiarovská J., Kráčmar S., Gálik B. and KunováS. 2019. Frying quality characteristics of rapeseed and sun flower oil used for french fries production. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences* Volume 13, 13(1) : 138–14.

Résumé

Ce présent travail est réalisé dans le but d'enrichir l'huile de soja raffinée avec les extraits phénoliques de noyau de datte de la variété *meche-degla*. Des expériences de friture sans frites ont été menées avec deux concentrations d'extraits de noyaux de datte C1 et C2. La performance de l'huile de friture a été évaluée selon des observations de différents paramètres organoleptiques fait pendant le procédé de friture la couleur, l'odeur et l'apparition de fumée. Nos résultats ont montré des teneurs importantes en composés phénoliques totaux ($3060,61 \pm 73,37$ mg EAG/100g) et un potentiel antioxydant intéressant ($IC_{50} = 0,23$ mg/ml) pour les extraits de noyaux de dattes qui ont marqués un effet retardataire de l'altération oxydative de l'huile de soja au cours de la friture. Le ND est une matrice hautement valorisable vu sa richesse en composants bioactifs.

Mots clés : Friture, oxydation, antioxydants, noyaux de datte, couleur, extraits phénoliques.

Abstract

This present work is carried out with the aim of enriching refined soybean oil with phenolic extracts of date kernel of the *meche-degla* variety. Frying experiments without french fries were conducted with two concentrations of date kernel extracts C1 and C2. The performance of the frying oil was evaluated based on observations of various organoleptic parameters made during the frying process such as color, odour and smoke development. Our results showed significant levels of total phenolic compounds (3060.61 ± 73.37 mg EAG/100g) and an interesting antioxidant potential ($IC_{50} = 0.23$ mg/ml) for date kernel extracts which marked a retarding effect of the oxidative alteration of soybean oil during frying. ND is a highly valuable matrix due to its high content of bioactive components.

Key words : Frying, oxidation, antioxidants, date kernels, color, phenolic extracts.