

*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 : Sciences des corps gras**



**Réf : .....**

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

**MASTER**

*Thème*

**Effet de l'enrichissement par des extraits  
phénoliques sur la qualité de l'huile de table**

Présenté par :

**TALAKTRANE Chanez & YAHIAOUI Amina**

Soutenu le : **02 juillet 2019**

Devant le jury composé de :

Mme MEDOUNI Sonia  
Mme AIDLI Amel  
Mme DEFLAOUI Leila

MCA  
MAA  
MAA

Président  
Encadreur  
Examineur

**Année universitaire : 2018/ 2019**

# *Remerciements*

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

*Nous adressons en particulier nos remerciements à notre promotrice **M<sup>me</sup> 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.S** pour l'honneur qu'elle nous fait de présider et à **M<sup>me</sup> DEFLAOUI.L** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous tenons à remercier tous le personnel du laboratoire de microbiologie alimentaire. En particulier **M<sup>me</sup> Ouar.N***

*Nous souhaitons également remercier en particulier **Mr HADJAL.S**, directeur des recherches et développement, de l'entreprise agroalimentaire **CEVITAL Spa**.*

*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 s'adressent à tous ceux qui nous ont aidées à la réalisation de ce modeste travail*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde mon père ATHMANE et ma mère WAHIBA à qui je dois le mérite d'être arrivée là, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude et mon affection.*

*A ma très chère sœur, son mari et ma petite nièce*

*Yasmina, badis et Léa*

*A mon très cher frère*

*Smaïl*

*A ma famille en particulier mes cousins et cousines*

*Zahra, Aïda, Imen, Safia, Sarah, Hamza, Fayçal.*

*A tous mes amis*

*Anissa, Donia, Tinhinane, Nadine, Nadia, Ferial, Zina, Sara, Maya, Biba, Mina, Kika, Yanis, Hocine, Sofiane, Mehdi, Samir, Islem, Alilou.*

*A tous mes camarades de la promotion SCG 2018/2019.*

*A mon binôme Amina et à toute sa famille.*

*A tous ceux qui m'aiment*

*Chanez.T* 

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*Aux deux êtres qui me sont les plus chers au monde mon  
père RACHID et ma mère FATIHA à qui je dois le mérite d'être  
arrivée là, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude et  
mon affection.*

*A mes très chers frères,*

*Dr.wahib et Adel*

*A ma tante et ses chère filles*

*Taous, Yasmína et ses enfants, Hassiba et ses enfants, Nadra et sa  
petite fille, Samou et son petite enfant, Sarah*

*A tous mes amis*

*Rosa, Walid, Hannan, Amína, Anissa, dounia, fifi, Maya, Kika,  
Nadia.*

*A tous mes camarades de la promotion SCG 2018/2019.*

*A mon binôme chanez et à toute sa famille.*

*A tous ceux qui m'aiment*

*Amina.Y* 

# Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

## Synthèse bibliographique

### *Chapitre I : Huile de soja et effets du raffinage*

I.1. Soja.....	3
I.1.1. Graine de soja.....	3
I.2. Huile de Soja.....	3
I.2.1. Obtention de l'huile de soja.....	3
I.2.2. Composition chimique de l'huile de soja.....	4
I.2.3 Intérêts nutritionnelles de l'huile de soja.....	4
I.3. Raffinage de l'huile de soja.....	5
I.3.1. Définition et but du raffinage.....	5
I.3.2. Etape de raffinage de l'huile de soja.....	5

### *Chapitre II : Oxydation et antioxydants*

II.1. Oxydation des lipides.....	7
II.1.2. Type d'oxydation.....	7
II.1.2.1. Auto- oxydation.....	7
II.1.2.2. Photo-oxydation.....	7
II.1.2.3 Oxydation enzymatique.....	8
II.2. Antioxydants.....	8
II.2.1. Classe d'antioxydant.....	8
II.2.1.1. Antioxydants primaires.....	8
II.2.1.2. Antioxydants secondaires.....	8
II.2.1.3. Antioxydants naturels.....	8
II.2.1.4. Antioxydants synthétiques.....	9

## ***Chapitre III : Aubergine et Noyau de datte***

III.1. Aubergine .....	10
III.1.1. Description .....	10
III.1.2. Classification.....	10
III.1.3. Origine et production.....	10
III.1.4. Composition chimique et nutritionnelle .....	11
III.2. La datte.....	12
III.2.1. Description .....	12
III.2.2. Classification des dattes.....	12
III.2.3. Production de la datte en Algérie .....	13
III.2.4. Valeur nutritionnelle des dattes.....	13
III.2.5. Noyau de datte .....	13
III.2.5.1. Composition Chimique du Noyau de dattes .....	13

## **Partie pratique**

### ***Matériel et Méthodes***

I. Matériel végétal.....	14
I.1. Echantillonnage .....	14
I.2. Préparation des échantillons .....	14
I.2.1. Noyau de datte .....	14
I.2.2. Pelures d'aubergine.....	14
I.3. Obtention des poudres .....	15
I.4. Choix d'huile utilisé .....	15
II. Méthodes .....	15
II.1. Extraction des composés phénoliques.....	15
II.2. Dosages des polyphénols totaux .....	15
II.3. Détermination de l'activité antioxydante .....	16
II.3.1. Activité anti radicalaire sur le DPPH.....	16
II.3.2. Activité antioxydante totale au phosphomolybdate d'ammonium .....	17
II.4. Enrichissements de l'huile de soja .....	17
II.4.1. Activité antioxydante de l'huile enrichie .....	18
II.4.2. Couleur des huiles enrichie .....	18

II.4.3. Test de Rancimat .....	18
II.4.4. Test de stabilité : méthode à l'étuve .....	19
II.4.4.1 Détermination de l'indice de peroxyde .....	19
II.4.4.2. Détermination de l'acidité .....	20
III. Analyse statistiques .....	21

## ***Résultats et discussion***

I. Déterminations sur les dérivées alimentaires.....	22
I.1. Composés phénoliques totaux .....	22
I.2. Activité antioxydante .....	23
II.2.1. Activité anti-radical DPPH.....	23
I.2.2. Teste phosphomolybdate .....	25
II. Caractérisation de l'huile de soja.....	25
II.1. Analyses physicochimiques .....	25
II.2. Détermination de la couleur .....	26
II.3. Test de rancimat .....	26
II.4. Activité antiadicalaire de l'huile enrichie sur le radical DPPH .....	27
III. Etude de la stabilité oxydative au cours du stockage à 65°C.....	29
III.1. Indice de peroxyde .....	29
III.1.1. Pourcentage de réduction de l'IP.....	30
III.2. Acidité .....	31
III.2.1. Pourcentage de réduction de l'acidité .....	34
Conclusion .....	36

Référence bibliographique

Annexe

## *Liste des abréviations*

<i>Abréviation</i>	<i>Signification</i>
<b>μl</b>	Microlitre
<b>A%</b>	Acidité
<b>Abs</b>	Absorbance
<b>ANOVA</b>	Analyse des variances
<b>BHA</b>	Hydroxyanisolebutylé
<b>BHT</b>	Hydroxytolonebutylé.
<b>DPPH</b>	Diphényle picryl-hydrazyle.
<b>EAG</b>	Equivalent acide gallique
<b>EC<sub>50</sub></b>	Concentration efficace pour avoir une Abs de 0,5.
<b>HE</b>	Huile Enrichie
<b>IC<sub>50</sub></b>	Concentration inhibitrice de 50% des radicaux
<b>IP</b>	Indice de peroxyde
<b>ISO</b>	Organisation Internationale de Normalisation
<b>L°</b>	Radical alkyl
<b>LH</b>	Molécules lipidiques
<b>LO°</b>	Radical alkoxy
<b>LOO°</b>	Radical peroxyde
<b>Méq O<sub>2</sub> /Kg</b>	Milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme
<b>MF</b>	Matière fraîche
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>N.D</b>	Noyau de datte
<b>P.A</b>	Pelure d'aubergine
<b>ppm</b>	Partie par million
<b>PPT</b>	Polyphénols totaux
<b>PS</b>	Poudre sèche.
<b>ROOH</b>	Hydroperoxyde.
<b>ROOH</b>	Hydroperoxydes.
<b>UV</b>	Ultra-Violet.
<b>V/V</b>	Volume par volume



### *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Titres</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Description macroscopique de la graine de soja.	<b>03</b>
<b>02</b>	Plante de l'aubergine ( <i>Solanum melongena</i> L.)	<b>10</b>
<b>03</b>	Coupe longitudinale d'une datte.	<b>12</b>
<b>04</b>	photographie des Dattes et noyaux de dattes (A) et des Pelures d'aubergines (B).	<b>14</b>
<b>05</b>	Teneur en polyphénols totaux des extraits de pelures d'aubergine et des noyaux de dattes.	<b>22</b>
<b>06</b>	Activités anti-radicalaires de l'extrait phénolique de la peau d'aubergine et de noyau de datte en IC50.	<b>24</b>
<b>07</b>	Activité antioxydante totale de noyau de datte et pelures d'aubergine.	<b>25</b>
<b>08</b>	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH de l'huile témoin et des huiles enrichie et les standards.	<b>28</b>
<b>09</b>	Evaluation de l'indice de peroxyde de l'huile de soja enrichie avec l'extrait de noyau de datte et des pelures d'aubergine comparé au témoin et aux standards au cours du stockage a 65C°	<b>30</b>
<b>10</b>	Pourcentage de réduction de l'IP des huiles enrichie avec les extraits de noyau de datte et de pelure d'aubergine comparés aux standards au cours du stockage à 65°C pendant 35 jours.	<b>31</b>
<b>11</b>	Evolution de l'acidité de l'huile de soja enrichie avec l'extrait phénolique des noyaux de dattes comparé au témoin et aux standards au cours du stockage à 65°C	<b>32</b>

<b>12</b>	Evolution de l'acidité de l'huile de soja enrichie avec l'extrait phénolique des pelures d'aubergine comparé au témoin et aux standards au cours du stockage à 65°C.	<b>32</b>
<b>13</b>	Evolution de l'acidité de l'huile de soja enrichie avec les extraits phénolique des noyaux de dattes et des pelures d'aubergine comparé aux standards et au témoin au cours du stockage à 65°C.	<b>33</b>
<b>14</b>	Pourcentage de réduction de l'A% des huiles enrichie avec les extraits de noyau de datte et de pelures d'aubergine comparés aux standards.	<b>34</b>

### *Liste des tableaux*

<i>Tableau</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>I</i>	Composition de l'huile de soja en acide gras.	<i>04</i>
<i>II</i>	Composition chimique de l'aubergine pour 100g de produit cru.	<i>11</i>
<i>III</i>	Les analyses physicochimiques de l'huile de soja raffiné.	<i>25</i>
<i>IV</i>	Résultats de la couleur de l'huile de soja enrichis par les extraits phénoliques des noyaux de dattes, pelures d'aubergine et standards.	<i>26</i>
<i>V</i>	Résultats du rancimat de l'huile de soja enrichis par les extraits phénoliques de noyau de dattes, pelures d'aubergine et standards et de l'huile témoin.	<i>27</i>

# ***INTRODUCTION***

---

---

Les huiles et les graisses ont toujours constitué une part importante de l'alimentation humaine (**Prior, 2003**). Riches en acides gras insaturés elles contiennent des composés mineurs d'une grande importance. Ces huiles, sont malheureusement instables et sujettes à une oxydation rapide durant le stockage ou lors des préparations culinaires, ce qui modifie leur caractéristiques organoleptiques et physicochimiques, et qui affectent ainsi leur durée de conservation (**Lee et al., 2009**). Parmi ces huiles, figure l'huile de soja qui est sensible à l'oxydation pour sa composition majoritaire en acide gras polyinsaturés (**Cahuzac-picaud, 2010**).

Cependant, l'ajout des antioxydants aux produits alimentaires, en particulier aux lipides et aux aliments contenant des lipides, peuvent augmenter la durée de conservation en retardant le processus d'oxydation. Les antioxydants synthétiques tels que le butylhydroxyanisole (BHA) et l' $\alpha$ -tocophérol sont de moins en moins utilisés dans les denrées alimentaires à cause des problèmes toxicologiques et cancérigènes (**Pszczola, 2001**). En raison de ces soucis, le consommateur tend à rejeter tous les additifs alimentaires y compris les antioxydants synthétiques (**Artajo et al. 2006**). Néanmoins, il a une préférence pour tout ce qui est naturel (**Bianco et Uccella., 2000**).

Alors que l'importance de la recherche et de l'exploitation d'antioxydants naturels, en particulier d'origine végétale, a considérablement augmenté ces dernières années (**Jayaprakasha et Rao, 2000**). L'industrie agroalimentaire a développée l'utilisation des antioxydants naturels, parmi les quelles on trouve dans une grande mesure la famille des polyphénols (**Hennebelle et al., 2008**).

Les polyphénols sont des composés aromatiques hydroxylés, on les trouve couramment dans les légumes, les fruits et dans de nombreuses sources alimentaires. Beaucoup de ces composés phénoliques sont essentiels à la vie végétale et surtout dans la défense contre les attaques microbiennes (**Akanitapichat et al., 2010**).

Les composés phénoliques sont un groupe complexe de substances naturelles qui ont attiré une attention considérable des chercheurs en raison de leurs rôles bénéfiques sur la santé humaine. Parmi les avantages associés à la consommation des aliments riches en polyphénols leurs activités antioxydantes (**Kilmartin et al., 2001**). Les polyphénols sont des métabolites secondaires, ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités

fondamentales de l'organisme végétal comme la croissance et la reproduction (**Manach et al., 2004**).

L'industrie de transformation des fruits et légumes génère de grandes quantités de déchets comme les pelures et les graines qui sont jetés dans l'environnement qui engendrant des conséquences négatives. Pour y remédier à ce problème, ces déchets peuvent être considérés comme des sous-produits exploités pour la production des additifs alimentaires et antioxydants naturels de haute valeur nutritionnelle présentant un avantage économique (**Bebbar et al., 2012**).

Les antioxydants issus des sous-produits agroalimentaires ont un rôle dans l'amélioration de la stabilité oxydative d'un aliment par la prévention de la peroxydation des lipides (**Gordon, 1999**)

Dans cette présente étude, nous nous sommes intéressés à extraire les composés phénoliques à partir des pelures d'aubergines (*Solanum melongena* L.) et des noyaux de dattes de la variété (*Mech-degla*) et de les incorporer dans l'huile de soja raffinée produite par l'entreprise agroalimentaire Cevital Spa au cours du stockage avec des extraits phénoliques, dans le but d'augmenter la stabilité oxydative et de comparer l'efficacité des composés phénoliques des extraits utilisés à de différentes concentrations.

Cette étude est axée sur deux parties principales :

✚ Synthèse bibliographique:

- ↳ Généralités sur l'huile de soja et l'oxydation lipidique ;
- ↳ Généralités sur la datte et l'aubergine.

✚ Partie expérimentale:

- ↳ La première étape est consacrée à l'extraction et au dosage des composés bioactifs tels que les phénols totaux, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits;
- ↳ La deuxième étape, concerne l'enrichissement de l'huile de soja par les extraits phénoliques, des pelures d'aubergine et des noyaux de dattes pour étudier leurs stabilité à l'étuve à 65°C°;
- ↳ La troisième étape, concerne le développement des résultats et leur discussion.



## ***SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE***

---



## I.1. Soja

Le soja [*Glycine max (L.) Merrill*] appartient à la famille des Fabacées, sous-famille des *Faboideae*, tribu des *Phaseoleae*, sous tribu des *Glycininae*, genre *Glycine*. La plante est annuelle, herbacée, dressée, et peut atteindre une hauteur de 1,5 m (Rasolohery, 2007).

La gousse est droite ou légèrement courbée, d'une longueur de deux à sept cm. Elle est formée par les deux moitiés du carpelle, soudées le long de leurs bords dorsal et ventral (Rasolohery, 2007).

### I.1.1. Graine de soja

À l'issue de la floraison et de la nouaison, une gousse se développe contenant, selon les cas, entre 1 et 4 graines. Comme chez les autres légumineuses, la graine (dont la description est représentée dans la figure 1) se compose essentiellement d'une enveloppe lisse, appelée la coque, et d'un embryon. Sa taille varie généralement entre 5 et 10mm de diamètre et son poids (selon les variétés) oscille entre 50 et 400 mg. La forme de la graine varie selon les cultivars (Merrien *et al.*, 1992).

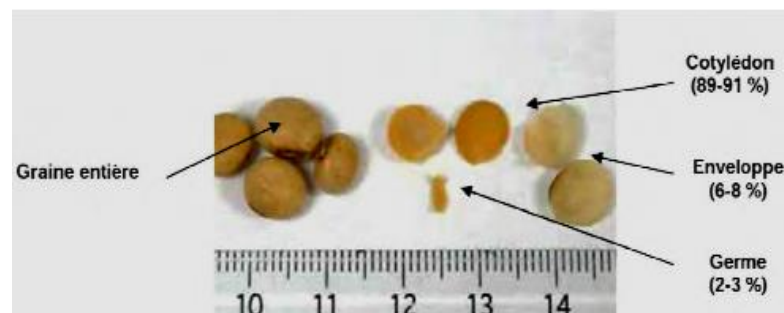


Figure 1: Description macroscopique de la graine de soja (Hubert, 2006).

## I.2. Huile de Soja

L'huile de soja est fluide et d'un jaune plus ou moins foncé suivant la variété 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 alpha-linolénique. Elle est recommandée pour les assaisonnements (Cossut *et al.*, 2002).

### I.2.1. Obtention de l'huile de soja

Dans de nombreux cas, il est avantageux sur le plan économique d'extraire l'huile tout en transformant le soja pour éliminer les facteurs antinutritionnels. On se sert généralement d'un procédé appelé pression, opération mécanique dans une presse à vis qui, en appliquant



une pression sur les fèves, on fait sortir une grande partie de l'huile qu'elles contiennent (Newkirk, 2010).

### I.2.2. Composition chimique en acide gras de l'huile de soja

La principale différence de l'huile de soja par rapport aux autres huiles végétales, se situe au niveau de la forme d'insaturation et de la présence d'acide linoléique (C18:2) en quantité appréciable. Cet acide gras étant très sensible à l'oxydation, il conviendrait d'éviter au maximum le contact de l'huile avec l'oxygène de l'air (Platon, 1988).

La composition moyenne en acides gras de l'huile de soja est illustrée dans le tableau I :

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

Types d'acide gras	Pourcentage (%)
Acide palmitique (C16:0)	11,5%
Acide stéarique (C18:0)	4,0%
Acide oléique (C18:1)	25,0%
Acide linoléique (C18:2)	51,5%
Acide linoléique (C 18:3)	7,5%
Acide arachidique (C20:0)	0,5%

La teneur en acides gras insaturés de l'huile de soja étant très élevée, les molécules de triglycérides contiennent au moins deux acides gras insaturés et les glycérides di et tri-saturés sont pratiquement absents ou en très faibles quantités (Platon, 1998).

### I.2.3. Intérêt nutritionnelle de l'huile de soja

L'huile de soja est une huile 100 % végétale, riche en acides gras essentiels et pauvres en cholestérol. C'est une excellente huile de table pour sa teneur en acide linoléique et aussi une bonne source de vitamines, elle est naturellement protégée de l'oxydation par la vitamine E qu'elle contient. 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 (Silva, 2012).

### I.3. Raffinage de l'huile de soja

#### I.3.1. Définition et but du raffinage

Le raffinage constitue une étape clef de la technologie de production des huiles et des corps gras naturels d'origine végétale ou animale, permettant d'obtenir une qualité conforme aux exigences des différents secteurs utilisateurs : alimentation humaine, alimentation animale, cosmétique, pharmacie et lipochimie. Il permet en effet l'obtention des huiles neutres, non peroxydées, peu colorées et désodorisées. Il garantit d'innocuité avec l'élimination efficace des éventuels contaminants chimiques (solvants organiques, métaux lourds, hydrocarbures polycycliques, résidus phytosanitaires, dioxines, toxines...) et microbiologiques pouvant être présents dans les corps gras bruts (**Rossignol, 2003**).

#### I.3.2. Etape de raffinage de l'huile de soja

L'huile de soja brute extraite des graines de soja nécessite, pour obtenir une huile comestible, le passage obligatoire par le traitement de raffinage qui est constitué d'une série d'opérations que doit subir une huile brute dont les principales étapes sont ; la démulagination, la neutralisation, le lavage, le séchage, la décoloration et la désodorisation (**Belitz et al., 2009**).

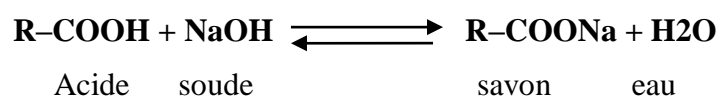
##### I.3.2.1. Démulagination

Cette opération permet l'élimination des « gommages » ou « mucilages », composés surtout de phospholipides, facteurs d'instabilité qui tendent à troubler l'huile et induisent des colorations lors du chauffage de l'huile. De l'eau acidulée est ajoutée à l'huile brute provoquant la précipitation des phospholipides avec formation de mucilages, qui sont par la suite éliminés par centrifugation (**Cossut et al., 2002**).

##### I.3.2.2. Neutralisation

Elle vise essentiellement à éliminer les acides gras libres. La neutralisation à la soude, qui est la plus répandue, consiste à ajouter à l'huile une solution de soude pour transformer les acides libres en savons (**Campbell, 1983**).

Selon **Karleskind (1992)**, La réaction de neutralisation est de la forme suivante :



### **I.3.2.3. Lavage**

Après neutralisation, l'huile est mélangée vigoureusement avec de l'eau douce chaude de manière à éliminer les substances alcalines (savon et soude en excès) ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et d'autres impuretés (**Berk, 1993 ; Cossut, 2002**).

### **I.3.2.4. Séchage**

Cette opération consiste à éliminer l'humidité présente dans l'huile lavée dans un sécheur sous vide à environ 90 °C (**Ballerini, 2011**).

### **I.3.2.5. Décoloration**

C'est une étape qui vise à éliminer les pigments colorés que la neutralisation n'a que très partiellement détruits. Elle fait intervenir un phénomène physique : l'adsorption sur des terres décolorantes, du charbon actif, des silices spéciales ou des combinaisons de ces substances (**Rahmani, 2006**).

### **I.3.2.6. Désodorisation**

La désodorisation est l'élimination par distillation au moyen de vapeur d'eau, sous vide, des composants volatiles de saveurs indésirables, pigments et odeur persistants dans l'huile. La désodorisation élimine les traces d'acides gras libres, les produits oxydés et réduit de manière importante, les stérols et les tocophérols. Dans le cas du raffinage physique la désodorisation est réalisée à des températures plus élevées de l'ordre de 260 –280°C, ce qui a pour conséquence l'abaissement de la teneur en tocophérols à des niveaux plus bas et la formation d'une quantité appréciable d'isomères trans à partir de l'acide linoléique. Par contre dans le raffinage chimique où la désodorisation est portée à 235 –240°C, la perte en tocophérols est acceptable (**Platon, 2009**).

## II.1. Oxydation des lipides

L'oxydation des lipides est une cause majeure de la dégradation des aliments lors de leur fabrication et de leur conservation. Elle affecte les acides gras insaturés présents dans les huiles, les graisses ou les lipides de structure (**Martin, 2001**).

### II.1.2. Type d'oxydation

#### II.1.2.1. Auto- oxydation

C'est un phénomène purement chimique très complexe, mettant en jeu des réactions radicalaires capables de s'auto-entretenir et qui ne nécessitent que la présence d'oxygène atmosphérique (**Avlessi et al., 2004**).

Elle produit principalement des hydroperoxydes et des composés volatils, généralement par un processus triphasé (initiation, propagation et terminaison) (**Marc, 2004**).

##### a. Initiation

Dans cette étape l'oxygène n'oxyde pas directement les molécules. Le mécanisme réactionnel initiale peut être initié par la chaleur, les UV ou les ions métalliques. La phase d'initiation aboutit donc à la formation d'espèces très réactive : Hydroperoxyde (ROOH) et  $R^*$ .

##### b. Propagation

Les espèces réactives formées s'attaquent aux molécules lipidiques (LH) d'où la formation des hydroperoxydes (ROOH) et la destruction de ces derniers donnent naissance à des composés responsables des goûts et odeur de rance par rupture des liaisons O-O.

##### c. Terminaison

Dans cette étape il y a apparition de nouvelles espèces molécules non radicalaires (formation des polymères entre espèces réactives) (**Rolland, 2004**).

#### II.1.2.2. Photo-oxydation

La photo-oxydation est une voie importante de production d'hydro-peroxydes en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photo sensibilisateurs tels que les hémoprotéines ou la riboflavine (**Riahi et Marzouki, 2000**).

### II.2.2.3. Oxydation enzymatique

Divers enzymes tissulaires, peuvent en présence d'oxygène, oxyder les acides gras insaturés ; catalysée par la lipoxygénase. Il s'agit généralement d'une oxydation limitée qui peut se dérouler simultanément à l'auto-oxydation (**Fuhrer et al., 2005**)

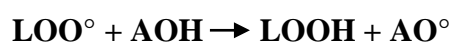
## II.2. Antioxydants

Les antioxydants sont des micro constituants présent dans l'alimentation qui peuvent retarder ou inhiber l'oxydation des lipides, en inhibant le déclenchement ou la propagation de réaction en chaîne oxydants (**Othman et al., 2007**).

### II.2.1. Classe d'antioxydant

#### II.2.1.1. Antioxydants primaires

Les antioxydants primaires, également appelés antiradicalaires, sont des molécules capables de bloquer les radicaux lipidiques  $L^\circ$  (radical alkyl),  $LO^\circ$  (radical alkoxy) ou carbonyle) et  $LOO^\circ$  (radical peroxyde) par transfert d'un  $H^\circ$ :



L'antioxydant devient alors lui-même porteur d'un radical, mais à la différence des radicaux lipidiques, il est peu réactif, ce qui stoppe la propagation radicalaire (**Cuvelier et al., 2012**).

#### II.2.1.2. Antioxydants secondaires

Ils agissent par des mécanismes indirects tels que la chélation des ions métalliques ou la réduction d'oxygène. On les appelle aussi antioxydants préventifs car ils viennent compléter les moyens de prévention de l'oxydation, ou encore synergistes car ils sont souvent employés en combinaison avec les antiradicalaires dont ils renforcent l'action (**Cuvelier et al., 2012**).

#### II.2.1.3. Antioxydants naturels

La quasi-totalité des huiles, des graisses et produits alimentaires telle que les fruits et légumes contient un certain nombre d'antioxydants naturels. Les pigments caroténoïdes et les tocophérols sont présents dans toutes les huiles. D'autres antioxydants de nature phénolique sont présents uniquement dans une minorité d'huiles (**Schmidt et al., 2005**).

#### **II.2.1.4. Antioxydants synthétiques**

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tel que le butylhydroxyanisole (BHA) (E320), butylhydroxytoluène (BHT) (E321) et des esters de l'acide gallique tel que gallate propylée (PG) (E310), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels (**Lisu *et al.*, 2003**).

Cependant, il a été montré que ces antioxydants de synthèse pouvaient être toxiques (**Yu *et al.*, 2000**). En effet, le BHA est capable de convertir certains produits ingérés en substances toxiques ou carcinogènes en augmentant la sécrétion des enzymes microsomales du foie et des organes extra-hépatiques (**Barlow, 1990**).

### III.1. Aubergine

L'aubergine (*Solanum melongena* L.) est une plante appartenant à la famille des solanacées et au genre *solanum*. C'est une culture légumière commune et populaire cultivée dans les régions subtropicales et tropicales (Doganlar *et al.*, 2002 ; Sarker *et al.*, 2006).

#### III.1.1. Description

L'aubergine est une plante fortement ligneuse, qui atteint 0,60 à 1,20 m de haut, les tiges sont ramifiées et les nervures de ses feuilles vert-grisâtre sont velues ou épineuses. Les fleurs sont solitaires, violettes ou blanches, naissent à l'aisselle des feuilles. La pollinisation s'effectue par le vent, parfois par les insectes. Les fruits sont allongés et plus ou moins globuleux, de couleur généralement violet sombre (Bouafia, 2002).

La figure 2 représente une photographie de la plante d'aubergine.

#### III.1.2. Classification

Classification de l'aubergine selon Cronquist (1988) :

**Règne:** Plantae

**Sous-règne:** Tracheobionta

**Embranchement Division:** Magnoliophyta

**Classe:** Magnoliopsida

**Sous-classe:** Asteridae

**Ordre:** Solanales

**Famille:** *Solanaceae*

**Genre:** *Solanum*

**Espèce :** *Solanum melongena* L



**Figure 2 :** Plante de l'aubergine (*Solanum melongena* L.)

#### III.1.3. Origine et production

L'aubergine est un légume originaire d'inde et de birmanie, son nom indien *Brinjal* a été progressivement altéré d'une langue latine à l'autre : **beringela** (potugais), **berengena** (espagnol), **merinjano** (provençal), **melanzana**(italien), **alberginya** (catalan), **aubergine** (français) et **baadanjaan** (arabe) (Messiaen *et al.*, 2009). L'aubergine est une culture courante dans le Moyen-Orient et autour du bassin méditerranéen et elle est cultivée dans le monde entier (Dunay, 2008).

En Algérie la variété la plus cultivée est l'ovoïde allongé d'une peau pourpre foncé. Ses fruits sont principalement utilisés comme légume de cuisson dans les différents plats (Hanson *et al.*, 2006).

### III.1.4. Composition chimique et nutritionnelle

La composition chimique de l'aubergine est illustrée dans le **tableau II** :

**Tableau II** : Composition chimique de l'aubergine pour 100g de produit cru (Anonyme., 2004)

Composant	Valeur certifiée (a)	Composant	Valeur certifiée (a)
<b>Energie</b>	82 Kcalories	<b>Vitamines</b>	
<b>Eau</b>	92 – 94g	<b>Vitamines E</b>	30 µg
<b>Protéines totales</b>	0,8g – 1,3g	<b>Vitamine B1, thiamine</b>	50 µg
<b>Glucides totaux</b>	2g - 2,8g	<b>Vitamine B2</b>	30 µg
<b>Fructose</b>	1g - 1,4g	<b>Niacine</b>	8 mg
<b>Glucose</b>	1g – 1,4g	<b>Tryptophane</b>	6 mg
<b>Fibres</b>	2,4g – 4,2g	<b>Vitamine B6</b>	0,08 mg
<b>Lipides totaux</b>	0,1g	<b>Acide Pantothénique</b>	0,22 mg
<b>AG saturés</b>	44mg	<b>Vitamine C</b>	0,5 mg
<b>AG mono-insaturés</b>	16mg		
<b>AG poly-insaturés</b>	89mg	<b>Cendres</b>	0,5g – 0,6g
<b>Minéraux</b>			
<b>Sodium, Na</b>	3 -7mg	<b>Fer, Fe</b>	0,4 mg
<b>Potassium, K</b>	240 mg	<b>Cuivre, Cu</b>	0.08 mg
<b>Calcium, Ca</b>	8-10mg	<b>Zinc, Zn</b>	0.15 mg
<b>Magnesium, Mg</b>	10-13mg	<b>Iode, I</b>	0.15 mg
<b>Chlore, Cl</b>	50-55mg	<b>Manganèse, Mn</b>	0.14 mg
<b>Carbonate</b>	-	<b>Chrome, Cr</b>	0.7 µg
<b>Phosphore, P</b>	21mg	<b>Selenium, Se</b>	0.2 µg
<b>Nickel, Ni</b>	1µg		

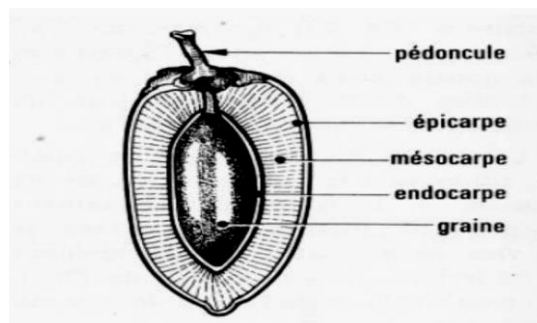


## III.2. La datte

### III.2.1. Description

La datte est un fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera L.*, elle est une baie généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie (**Bousdira, 2007**) avec des dimensions très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 g selon les variétés (**Djouidi, 2013**). Leur couleur va du blanc jaunâtre au sombre très foncé presque noir, en passant par les ambres, rouges et bruns plus ou moins foncée (**Djerbi, 1994**). Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair (partie comestible) qui est constituée d'un:

- Péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- Mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre ;
- Endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (Figure X).



**Figure 3 :** Coupe longitudinale d'une datte (**Richard., 1972**)

### III.2.2. Classification des dattes

La consistance du mésocarpe de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories d'après **Espiard (2002)**:

- ❖ Dattes molles dont le mésocarpe est très humidifié avec peu de saccharose (31% d'eau) ;
- ❖ Dattes demi-molles : telle que la Deglet-Nour (18% d'eau) ;
- ❖ Dattes sèches à consistance dure (12% d'eau) : Deglet Beida et la Mech-Degla.

### III.2.3. Production de la datte en Algérie

L'Algérie est l'un des plus importants pays producteurs de dattes pour la campagne 2016/2017 des rendements de la production révèlent que Biskra reste en tête avec 4,350,000 quintaux, Ouargla 1,498,898 quintaux et El-Oued avec 2,624,400 quintaux. La variété Deglet-Nour, la plus appréciée par les consommateurs, représente 50% de cette production selon l'observatoire national des filières agricoles et agro-alimentaires (ONFAA, 2017).

### III.2.4. Valeur nutritionnelle des dattes

Les dattes fournissent un large éventail de nutriments essentiels, et représentent une très bonne source de glucides, de sels et de minéraux, en plus de sa richesse en fibres alimentaires, vitamines, acides gras, acides aminés et les protéines (Chandrasekaran *et al.*, 2013). De plus les dattes sont servies comme source de calories avec environ 78% de glucides 2-3% protéines et 1% de matières grasses (Raiesi *et al.*, 2014). Cette haute qualité nutritive rend les fruits de dattes largement utilisés dans les industries de transformation (Jridi *et al.*, 2015).

### III.2.5. Noyau de datte

Le noyau de datte est entouré d'un endocarpe parcheminé, il est de forme allongée, plus ou moins volumineux, lisse ou pourvu de protubérances latérales en arêtes ou ailettes, avec un sillon ventral, l'embryon est dorsal, sa consistance est dure et cornée (Dammak *et al.*, 2007).

#### III.2.5.1. Composition Chimique du Noyau de dattes

Le noyau présente 7 à 30% du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (Espirad, 2002).

Les travaux de recherche menés sur la composition des noyaux de certaines variétés de datte d'Arabie Saoudite ont démontré la présence de protéines, de glucides, de lipides, et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn Cu).

En plus des protéines, le noyau contient des acides gras tels que l'acide oléique, laurique, linoléique et palmitique mis en évidence dans l'huile extraite des graines (Al hooti *et al.*, 1998).

## ***MATERIEL ET METHODES***

---

---

## I. Matériel végétal

### I.1. Echantillonnage

Les matières végétales, utilisées au cours de cette étude sont : Les pelures d'aubergine et noyaux de dattes représentés dans la figure 4. Les dattes et les aubergines sont achetées au niveau du marché de la wilaya de Bejaïa.



**Figure 4** : photographie des Dattes et noyaux de dattes (A) et des Pelures d'aubergines (B)

### I.2. Préparation des échantillons

#### I.2.1. Noyau de datte

Les noyaux de datte que nous avons utilisés dans ce travail sont de la variété *Mech-Degla* du palmier dattier localisé au sud-est Algérien de la wilaya d'Ouargla. Ils sont sous forme stub-cylindrique légèrement rétrécit à l'une de ces extrémités, teintés d'un marron peu prononcé (Buelguedj, 1996).

##### ➤ Lavage et séchage

Les noyaux de dattes obtenues, après dénoyautage, sont lavés avec de l'eau distillée puis séchées à l'air libre. Une fois séchées les noyaux sont concassés manuellement à l'aide d'un mortier et d'un pilon, pour faciliter le broyage.

#### I.2.2. Pelures d'aubergine

##### ➤ Lavage et séchage

Une fois au laboratoire les fruits d'aubergines sont lavés avec de l'eau distillée, l'excès de l'eau est séché par du papier absorbant. Les aubergines sont épluchées et les pelures sont récupérées et séchées dans une étuve ventilée à 40°C pendant quelques jours, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

### I.3. Obtention des poudres

Les pelures d'aubergine et des noyaux de dattes séchées sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique à hélices de type Moulinex. Les poudres récupérées subissent un tamisage à l'aide d'une série de tamis de différentes porosités allant de 500 $\mu$ m à 250 $\mu$ m. Afin d'obtenir des poudres de granulométrie fine et homogène qui seront conservée dans des flacons en verre et à l'abri de la lumière, pour les utilisations ultérieures.

### I.4. Choix d'huile utilisé

Pour cette étude nous avons opté pour l'utilisation de l'huile de soja raffinée, ce choix c'est fait par rapport à sa composition en acide gras polyinsaturé, ainsi que sa richesse en acide linoléique (18:3 n-3) en plus de l'acide linoléique. Cette huile est procurée par l'entreprise agroalimentaire CEVITAL SPA (Béjaia).

## II. Méthodes

### II.1. Extraction des composés phénoliques

Pour extraire les polyphénols des poudres des pelures d'aubergine et 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. (2014)**.

10g de poudre sont macérées avec 100ml d'éthanol 70%, à une température ambiante pendant 2h. Après agitation, le mélange est filtré à l'aide d'un papier filtre. Les résidus récupérés vont subir une deuxième puis une troisième extraction avec 50ml d'éthanol 70% pendant 1 heure pour chaque étape jusqu'à épuisement de l'extrait.

Les filtrats sont rassemblés et le solvant est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif du type BUSHI (SWITZERLAND). Les extraits des pelures d'aubergines et des noyaux de dattes récupérées sont ensuite lyophilisés et conservé au congélateur jusqu'à la prochaine analyse.

### II.2. Dosages des polyphénols totaux

#### ↳ Principe

La teneur en polyphénols totaux (PPT) des extraits est déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, ce dernier est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ) qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration bleue produite possède une absorption maximale aux environ de 760 nm (**Li et al., 2006**).

### ↳ Mode opération

Le dosage est réalisé par la méthode décrite par **Georgé *et al.* (2005)**, Dans un tube à essai nous avons mélangé 500 µL de l'extrait méthanolique avec 2,5ml du réactif Folin-Ciocalteu (dilué à 1/10 dans de l'eau distillée). Après un temps de réaction d'environ 4 min, 2 ml de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) à (75g /L) sont additionnées. Après une incubation à 50°C pendant 15min, l'absorbance est mesurée à 760nm. Un blanc est préparé dans les mêmes conditions, en remplaçant l'extrait méthanolique par le méthanol. Les résultats sont exprimés en équivalent acide gallique par 100 gramme de poudre sèche (mg EAG/100g M.S) (annexe II).

## II.3. Détermination de l'activité antioxydante

Deux tests ont été utilisés pour l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits de pelures d'aubergine et noyaux de datte:

- ✓ l'activité anti radicalaire sur le DPPH;
- ✓ test au phosphomolybdate d'ammonium.

### II.3.1. Activité anti radicalaire sur le DPPH

#### ↳ Principe

La méthode est basée sur la capacité de l'extrait à réduire le radical DPPH (2,2diphényl-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 (**Boskou *et al.*, 2006**). L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la concentration d'antioxydants.

#### ↳ Mode opératoire

Le protocole expérimental adopté est celui de **Şahin *et al.* (2004)**, dans un tube à essai 2,9 ml de la solution méthanolique du radical 2.2-diphényl-1 picrylhydrazyl (DPPH) à 10<sup>-4</sup>M sont ajoutés à 0,1 ml d'extrait méthanolique de pelures d'aubergine et de noyau de dattes à différentes concentrations dans le but de déterminer les IC50. L'absorbance est mesurée à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité. Un control est préparé en mélangeant une quantité de la solution de DPPH avec du méthanol.

L'activité anti-radicalaire est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(Abs_C - Abs_E)/Abs_C]*100$$

**Abs<sub>C</sub>** : Absorbance du control ; **Abs<sub>E</sub>** : Absorbance de l'échantillon.

### • Détermination de la concentration inhibitrice 50 (IC50)

En se référant aux courbes, le pourcentage d'inhibition est utilisé pour calculer la valeur IC50 qui est définie comme étant la concentration qui inhibe 50% du radical DPPH.

## II.3.2. Activité antioxydante totale au phosphomolybdate d'ammonium

### ↳ Principe

La méthode utilisant le phosphomolybdate d'ammonium est un test antioxydant important basé sur la réduction molybdate (Mo<sup>+6</sup>) en molybdène (Mo<sup>+5</sup>) par un composé antioxydant, Ceci conduit à la formation d'un complexe de phosphate/Mo<sup>+5</sup>, de couleur vert (Nagvani *et al.*, 2010).

### ↳ Mode opératoire

Le Protocol adopté est celui de Prieto *et al.* (1999), 0,2ml de l'extrait est additionné à 2ml de la solution de molybdate constitué de (3,26 ml d'acide sulfurique, 0,33g du phosphate de sodium, 0,455g de molybdate d'ammonium), après 90min d'incubation à 95C° à l'abri de la lumière, l'absorbance est mesurée à 695 nm.

- Le blanc est préparé de la même façon en remplaçant l'extrait par le solvant.
- EC50 : la concentration efficace pour avoir une absorbance de 0,5 est obtenue graphiquement.

## II.4 Enrichissements de l'huile de soja

L'enrichissement a été effectué en utilisant différentes concentrations (C1, C2 et C3) pour chaque extrait de noyau de datte et de pelures d'aubergine. Les quantités nécessaires d'extrait sont mélangées à 200µl d'eau distillée, puis ajoutés à l'huile de soja pour avoir la concentration voulue.

Les mélanges obtenus sont ajustés avec de l'huile de soja jusqu'à avoir une quantité de 400g. Les échantillons sont agités pendant 30 min, puis subissent une sonication pendant 10min pour une dissolution complète. La même procédure est suivie pour les antioxydants synthétiques (le BHA et α-tocophérol).

### II.4.1. Activité antioxydante de l'huile enrichie

#### ↳ Mode opératoire

La capacité antioxydante des huiles enrichies est estimée suivant la méthode décrite par **Salta et al. (2009)**, qui consiste à ajouter à 1ml de la solution de l'huile (huile dans le chloroforme : à 0,4g/ml) 4ml de la solution de DPPH (DPPH dans le chloroforme,  $6 \cdot 10^{-5}M$ ). Après 30 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 515 nm. Les résultats sont exprimés en pourcentages d'inhibition.

### II.4.2. Couleur des huiles enrichie (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

Verser l'échantillon d'huile à analyser dans une cellule en verre de 5 et 1/4 pouces. La valeur est lue directement sur l'appareil.

### II.4.3. Test de Rancimat

La spécification du Temps d'induction au test Rancimat (TIR), exprimé en heures correspond au temps pendant lequel la matière grasse a résisté à un stress oxydatif. Le Principe du test consiste à vieillir prématurément les matières grasses par décomposition thermique, sous un bullage intensif d'air (**Rahmani, 2007**).

#### ↳ Mode opératoire

La stabilité de l'huile de soja raffinée enrichie avec les pelures d'aubergine, noyaux de dattes, BHA et  $\alpha$ -tocophérol ainsi que celle de l'huile témoin est déterminée selon **ISO/6886/96**. À l'aide d'un appareil Rancimat Metrohm n°743. Un flux d'air fixé à 10 l/h traverse un échantillon d'huile de 3 g chauffé à 98°C. Le temps d'induction (en heure) est déterminé directement par l'appareil..



#### II.4.4. Test de stabilité : méthode à l'étuve

Les différents échantillons d'huile sont mis dans des bocaux de conservation en verre transparent sans bouchons dans une étuve à 65°C pendant 35 jours dans le but d'accélérer l'oxydation de l'huile et de vérifier ainsi sa stabilité. L'évaluation de l'état d'oxydation des huiles estimée par la mesure de l'acidité et de l'indice de peroxydes, tous les 7 jours (**Besbes et al., 2004**).

Pour vérifier l'effet de l'addition des extraits durant ce test, des pourcentages de réduction par rapport au témoin sont calculés pour chaque paramètre suivant cette formule :

$$\% \text{ de Réduction} = [(R_F - R_T) / R_{TF}] * 100 - 100$$

**R<sub>T</sub>** : Valeur initiale du témoin ;

**R<sub>FT</sub>** : Valeur finale du Témoin J35;

**R<sub>F</sub>** : Valeur finale J 35 à une concentration donnée pour chaque paramètre.

##### II.4.4.1 Détermination de l'indice de peroxyde (ISO 3960, 2007)

###### ↳ Définition

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

###### ↳ 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'emploi d'amidon utilisé comme indicateur coloré et titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium (0.01N). Parallèlement, préparer un essai à blanc.

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

$$IP \text{ (meq /KgMG)} = \frac{T(V_1 - V_0)}{m} * 1000$$

**Avec :**

**V0** : le volume en ml de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc;

**V1** : le volume en ml de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour la détermination;

**T** : la normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée;

**m**: la masse en gramme de la prise d'essai.

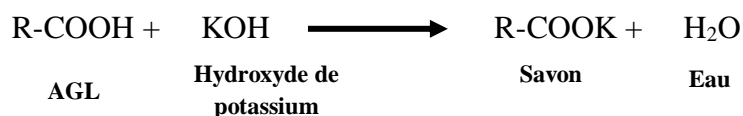
#### **II.4.4.2. Détermination de l'acidité (ISO 660, 1996)**

##### **↳ Définition**

C'est le pourcentage d'acides gras libres présents dans la matière grasse, elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique pour l'huile de soja.

##### **↳ Principe**

Neutraliser les acides gras libres présents dans l'huile par une solution ethanolique d'hydroxyde de potassium sans hydrolyser les liaisons esters des glycérides en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine) selon la réaction suivante :



##### **↳ 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.

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

**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.

### **III. Analyse statistiques**

Chaque teste (mise à part le teste de la couleur et le teste de rancimat) est réalisé en trois essais les résultats représentent la moyenne  $\pm$  l'écart-types. Une étude statistique est appliquée pour la comparaison des résultats et la mise en évidence des différences significatives entre les échantillons, et ce pour chaque paramètre en appliquant une analyse de la variance (ANOVA) suivie du test LSD de Fisher à l'aide d'un logiciel STATISTICA 5.5 Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité ( $p < 0,05$ ).

## ***RESULTATS ET DISCUSSION***

---

---

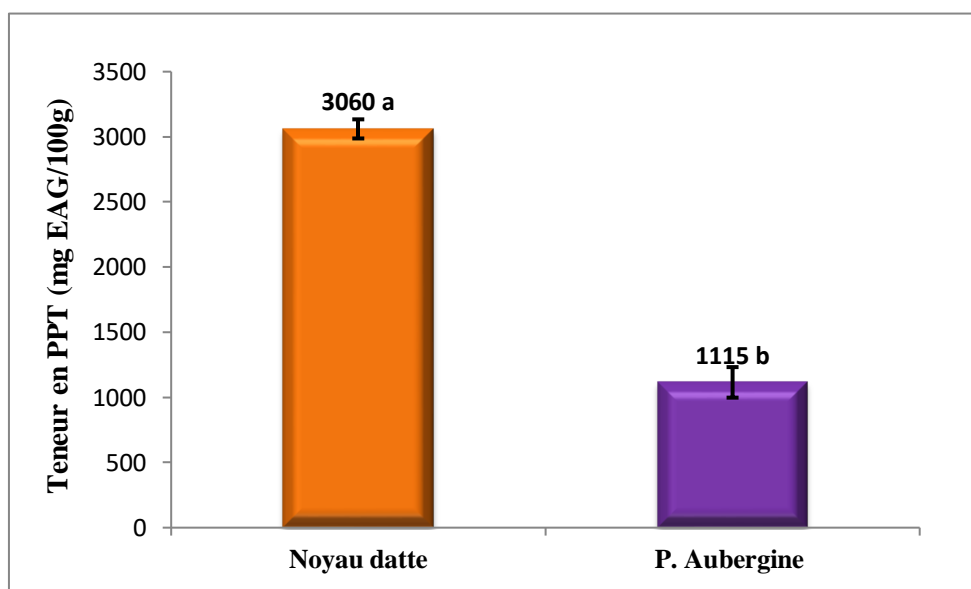
## I. Déterminations sur les dérivées alimentaires

### I.1. Composés phénoliques totaux

La teneur en composés phénoliques peut être utilisée comme indicateur important de la capacité antioxydante et servir d'écran préliminaire pour tout produit destiné à constituer une source naturelle d'antioxydants dans les aliments fonctionnels (Viuda-Martos *et al.*, 2011).

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

Le test de LSD Fisher montre une différence hautement significative ( $p < 0,05$ ) entre la teneur en polyphénols des pelures d'aubergine (PA) et celle des noyaux de dattes (ND) étudiées.



**Figure 5** : Teneur en polyphénols totaux des extraits de pelures d'aubergine et des noyaux de dattes.

*Les barres verticales représentent l'écart-type;*

*Les valeurs représentent la moyenne de trois mesures;*

*Les valeurs désignées par les lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ).  $a > b$*

Les résultats illustrés dans la figure 5, montre que l'extrait de ND contient une teneur en composé phénolique totaux de  $3060,61 \pm 73,37$  mgEAG/100g, qui est largement supérieur a celle des PA avec  $1115,008 \pm 117,21$  mgEAG /100g MS.

Selon les résultats de **Djouadi (2012)**, la teneur en composés phénoliques du cortex (pelure) d'aubergines fraiche est de (54877 mg EAG/100g). Ce qui est nettement plus élevé comparé au résultat obtenue dans notre travail.

**Besbes et al. (2004)**, ont mené une étude sur les variétés des noyaux de dattes de variétés tunisiennes. Les différentes variétés analysées ont présenté un contenu phénolique dans la gamme de 2150 et 5260 mg EAG/100g de MS. cela montre que nos résultats sont dans l'intervalle des teneurs trouvé par l'auteur.

Alors que les résultats obtenue par **Mansouri et al. (2005)**, sur les différentes variétés de datte algériennes sont de 2 a 8 mg EAG/100g, cela est expliqué par le fait que les polyphénols sont concentré dans les noyaux de dattes par rapport a la chaire du fruit de datte.

Les différences dans les teneurs en PPT de nos échantillons et ceux des autres auteurs résultent de l'effet d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont :

- Les facteurs climatiques et environnementaux : la lumière, les précipitations, la topographie, le type du sol et la saison;
- Le patrimoine génétique : la concentration des polyphénols est très variable d'une espèce à une autre et d'une variété a une autre et diminue régulièrement durant la maturation;
- La méthode du s'échange et d'extraction et le solvant d'extraction.

## I.2. Activité antioxydante

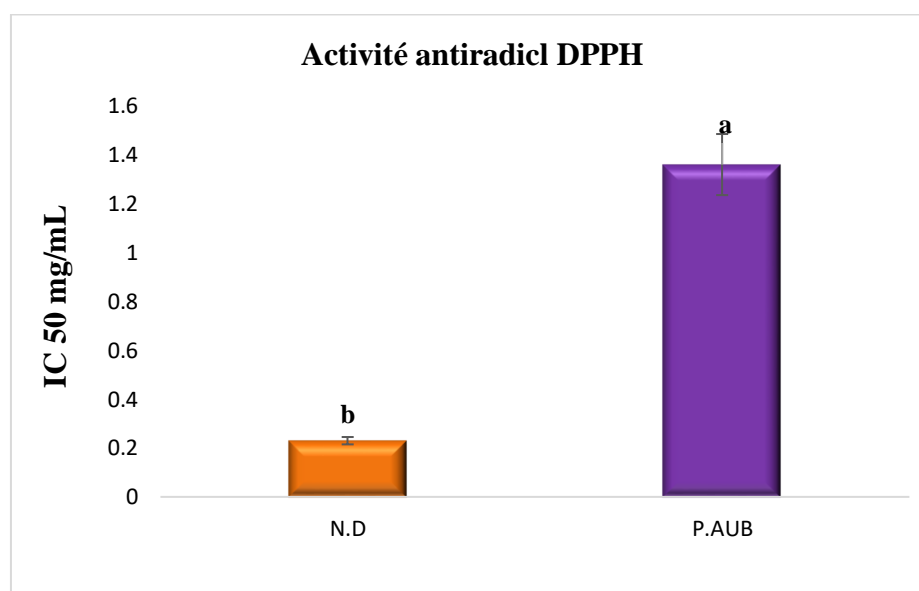
### II.2.1. Activité anti-radical DPPH

Le radical DPPH est généralement utilisé comme substrat pour évaluer l'action antioxydante des substances bioactive en déterminent la capacité de piégeage des radicaux libres (**Amarowicz et al., 2004**).

L'activité anti-radicalaire des extraits phénoliques des différents échantillons est exprimée en IC50 déterminés graphiquement à partir des courbes réalisées du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations d'extrait.

Le test statistique montre que l'activité antiradicalaire des extraits de ND et PA présente une différence significative ( $P < 0,05$ ).

Les résultats illustrés dans la figure 6 montre que l'activité antiradicalaire de l'extrait ND est meilleure que celle de l'extrait PA avec des  $IC_{50} = 0,23 \pm 0,015$  mg/ml et  $1,36 \pm 0,12$  mg/ml, respectivement.



**Figure 6** : activités antiradicalaires de l'extrait phénolique de la peau d'aubergine et de noyau de datte en  $IC_{50}$ .

*Les barres verticales représentent l'écart-type;*

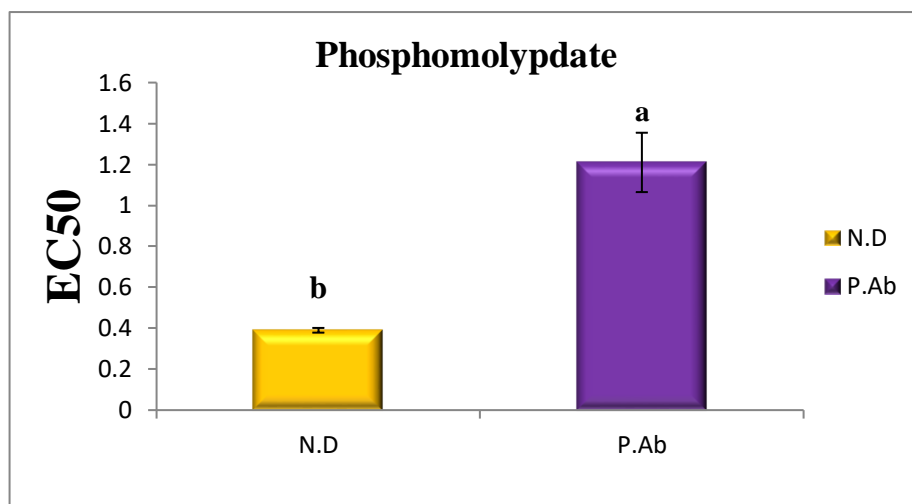
La valeur d' $IC_{50}$  de l'extrait PA dans notre étude est supérieure à celle rapportée par **Nisha et al. (2009)**, estimée à 0,23mg/ml, ce qui implique que l'activité anti-radicalaire des extraits de pelure d'aubergine de notre étude est plus faible comparais à celle de l'auteur. **Boulekbache et al. (2013)**, ont enregistré une  $IC_{50} = 4,05 \pm 0,08$  mg/ml supérieur à celle de notre échantillon.

En ce qui concerne l'extrait de ND, **Lecheb (2010)**, à trouvé une  $IC_{50} = 0,6$  mg/ml supérieur à celle de notre échantillon. Ces résultats indiquent une forte activité antioxydante de notre extrait noyau de datte.

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

## I.2.2. Teste phosphomolybdate

Les résultats de ce test sont exprimés en concentration efficace 50 (EC50) et sont représentés dans La figure 7. L'analyse statistique a montré une différence significative ( $p < 0.05$ ) entre les échantillons.



**Figure 7 :** Activité antioxydante totale de noyau de datte et pelures d'aubergine

Les résultats du teste photsphomoypdate d'amonium obtenue montre que l'extrait de ND présente un EC50 plus faible que celui des PA avec des valeurs  $0.39 \pm 0.012$ mg /ml et  $1.12 \pm 0.14$ mg/ml respectivement. Ce qui signifie que le ND possède une activité antioxydante plus importante que celle des PA.

## II. Caractérisation de l'huile de soja

### II.1. Analyses physicochimiques

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

**Tableau III :** Les analyses physicochimiques de l'huile de soja raffiné.

Les paramètres	Huile de soja	Normes ISO
Acidité (%)	0,05	<0.6
Indice de peroxyde (meq O <sub>2</sub> /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.

## II.2. Détermination de la couleur

Les résultats de la couleur de l'huile de soja enrichie avec les extraits phénoliques des ND et des PA comparés au témoin sont résumés dans le **tableau IV**.

**Tableau IV:** Résultats de la couleur de l'huile de soja enrichis par les extraits phénoliques des noyaux de dattes, pelures d'aubergine et standards.

Echantillons	Résultats couleur lovibond (5p et ¼)
Témoin	J : 14, R : 1.0
H.ND C1	J : 14, R : 1.0
H.ND C2	J : 14, R : 1.0
H.ND C3	J : 14, R : 1.0
H.PA C1	J : 14, R : 1.0
H.PA C2	J : 14, R : 1.0
H.PA C3	J : 14, R : 1.0
H.BHA	J : 14, R : 1.0
H.α-tocophérol	J : 14, R : 1.0

Les résultats du tableau IV révèle qu'il n'existe aucune différence significative ( $P < 0,05$ ) dans la couleur des huiles enrichies et les standards ainsi que le témoin.

Cela confirme que les échantillons de l'huile de soja enrichi avec les extraits phénoliques, n'ont subi aucun changement de composition affectant la couleur. Selon **Barrera et al. (1997)**, tout changement de couleur d'huile signifie un changement de composition, par la formation des polymères issus des réactions de polymérisations des produits d'oxydation, ce qui n'est pas le cas de nos échantillons.

## II.3. Test de rancimat

Pour confirmer que nos extraits ont un impact sur la stabilité de l'huile de soja, un test d'oxydation accélérée a été appliqué sur l'huile de soja non enrichie (HT) et enrichie (PA, ND, BHA et α-tocophérol).

**Tableau V** : Résultats du rancimat de l'huile de soja enrichis par les extraits phénoliques de noyau de dattes, pelures d'aubergine et standards et de l'huile témoin.

Echantillons	H.T	H.ND C1	H.PA C1	$\alpha$ -Toco100	BHA100
Temps d'induction (h)	11,41	11,79	11,79	14,19	13,31

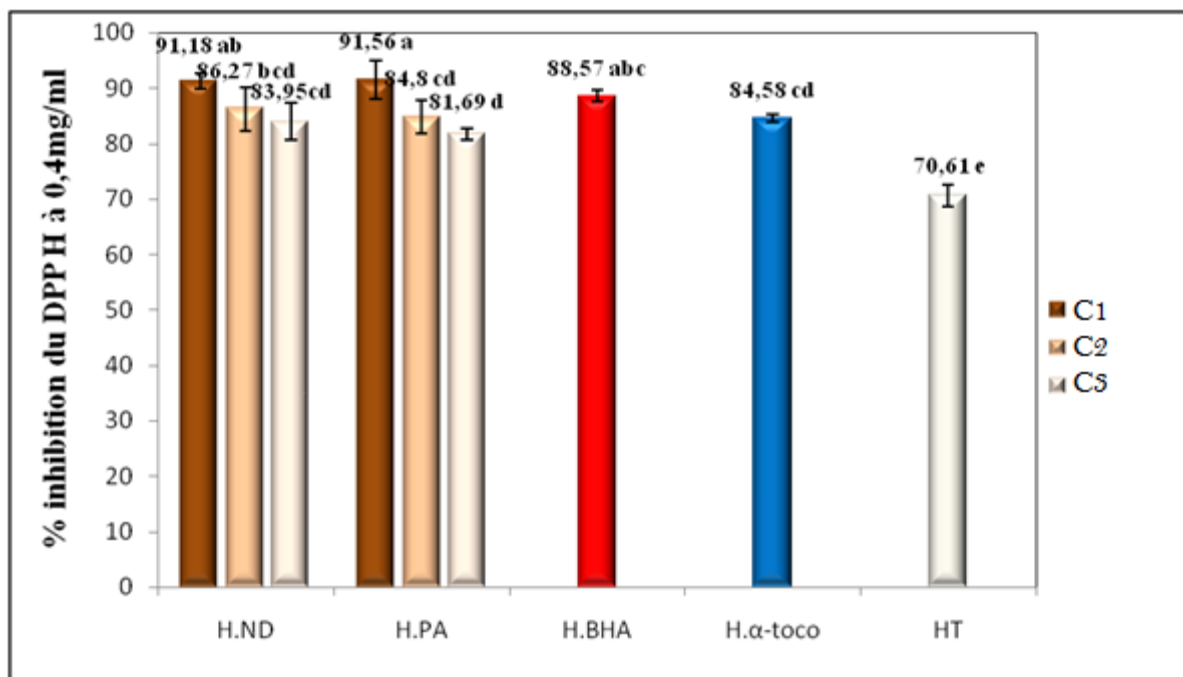
Les résultats du temps d'induction sont représentés dans le tableau V. montrent que le temps d'induction de l'huile témoin (H.T) 11,41H est inférieur à celui des autres échantillons. Ce qui signifie que les extraits des PA et ND ont exercé un effet antioxydant sur l'huile qui c'est traduit par l'augmentation du temps d'induction par rapport au témoin, donc une amélioration de la stabilité de l'huile.

Les antioxydants synthétiques BHA et  $\alpha$ -tocophérol on donné un meilleur temps d'induction avec 14.19h et 13.31h, respectivement. Alors que, les échantillons de l'huile enrichie par les extraits de noyau de datte (H.ND) et les extraits de pelures d'aubergine (H.PA) ont donné une moindre stabilité à une concentration C1 par rapport aux standards, avec un temps d'induction identique qui est de 11,79h. Se qui signifie que l'HND C1 et HPA à C1 représentent la même résistance oxydative.

#### **II.4. Activité antiadicalaire de l'huile enrichie sur le radical DPPH**

L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre l'huile témoin (HT) et les divers huiles enrichies (HE) par les extraits phénoliques ainsi que les standards .Cependant aucune différence significative ( $P < 0,05$ ) n'est observé entre les échantillons H.PA C1, H.ND C1 et H.BHA entre H.ND C1, H.ND C2 et H.BHA aussi entre H .ND C2, H.PA C2, H. $\alpha$ -toco et H.ND C3.

Les résultats de l'activité antiradicalaire de l'huile témoin et des huiles enrichies par les l'extraits de pelure d'aubergine (PA) et noyau de datte (ND) ainsi que les standards ( $\alpha$ -tocophérol et BHA) à des concentrations différentes, sont exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH et ils sont représentés dans la figure 8 suivante :



**Figure 8 :** Pourcentage d'inhibition du radical DPPH de l'huile témoin et des huiles enrichie et les standards.

*Les barres verticales représentent l'écart-type;*

*Les valeurs représentent la moyenne de trois mesures  $\pm$  écart-type;*

*Les valeurs désignées par les lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ).  $a > b$*

D'après les résultats de ce test, l'huile de soja enrichie avec l'extrait de PA et l'extrait de ND à une concentration C1 représente l'activité antioxydante la plus élevée parmi toutes les huiles enrichies et les standards, avec un % d'inhibition de 91.56% et 91.18%, respectivement. Suivie de l'extrait de H.ND et H.PA à une concentration de C2 avec des valeurs moins faibles que les précédents échantillons avec 86.27% et 84.8%, respectivement. Cependant l'H.ND et L'H.PA à C1 possède approximativement la même activité antiradicalaire.

H.ND et H.PA à une concentration de C3, montre une activité antioxydante plus faible par rapport a tous les autres échantillons enrichis et aux standards. Néanmoins leur pourcentage de réduction reste plus élevé comparé à HT avec 83,95% et 81,69%, respectivement.

La BHA, présente un % d'inhibition de l'activité de piégeage du radical DPPH de 88,57%, plus faible par rapport a ceux des extraits de l'huile de ND et PA a une concentration de C1. Cependant elle exerce une meilleure activité antioxydante que celle du standard  $\alpha$ -tocophérol à 84.58%

Enfin HT présente l'activité antioxydante la plus faible avec 70,61% par rapport aux huiles enrichies et aux standards. Cella signifie qu'après l'addition des extraits de noyau de datte et des extraits de pelure d'aubergine à différentes concentrations améliorent l'activité antioxydante de l'huile de soja.

L'enrichissement de l'huile de soja avec les extraits phénoliques de l'huile noyau de datte et de pelure d'aubergine à C1, exercent une meilleure activité antioxydante par rapport aux standards (BHA et  $\alpha$ -tocophérol).

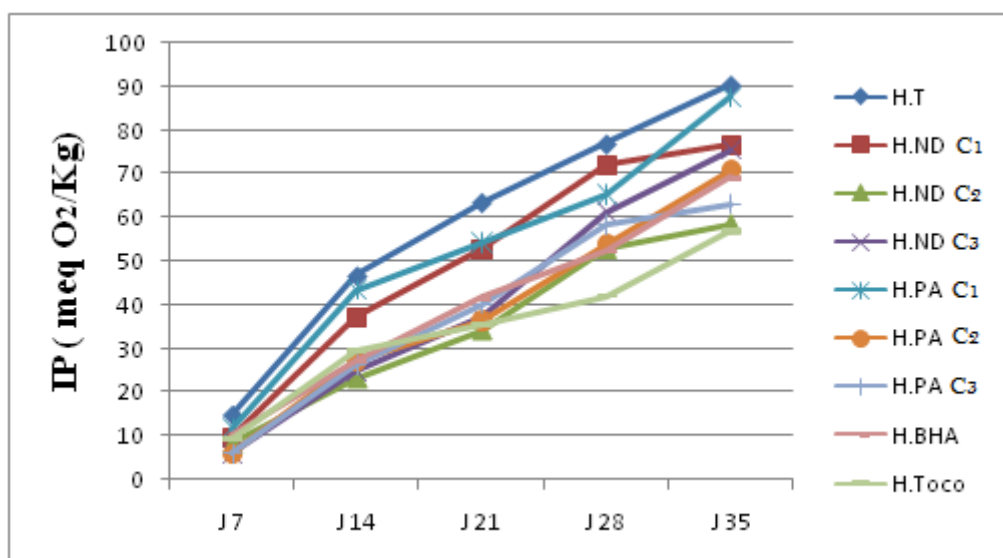
### III. Etude de la stabilité oxydative au cours du stockage à 65°C

L'objectif du test de stabilité oxydative est d'évaluer l'état d'oxydation de l'huile de soja en accélérant son oxydation par élévation de température en fonction du temps. En outre, il est utile pour vérifier l'effet des composés mineurs sur la stabilité oxydative de l'huile.

#### III.1. Indice de peroxyde

La valeur de peroxyde est une mesure de la concentration de peroxydes et d'hydroperoxydes formés dans les étapes initiales de l'oxydation des lipides. Cette mesure est l'un des tests les plus largement utilisés pour l'évaluation du rancissement oxydatif dans les huiles et les graisses (Mohdaly *et al.*, 2010).

Les résultats de la figure 9 montre que l'huile de soja témoin, possède un indice de peroxyde nettement plus élevé que celui des échantillons d'H.ND et H.PA ainsi que la BHA (H.BHA) et l' $\alpha$ -tocophérol (H.  $\alpha$ -toco) pendant toute la durée de stockage à 65C°, son IP initial est de 0.2 méqO<sub>2</sub>/kg, il augmente progressivement jusqu'à atteindre une valeur de 90.4 méqO<sub>2</sub>/kg à la fin du stockage ( jour 35).



**Figure 9:** Evaluation de l'indice de peroxyde de l'huile de soja enrichie avec l'extrait de noyau de datte et des pelures d'aubergine comparé au témoin et aux standards au cours du stockage a 65C°

L'IP de H.PA C1 est le plus élevé par rapport aux autres échantillons, mais reste inférieurs au témoin. Le résultat final du 35<sup>em</sup> jour de stockage présente une valeur d'IP de 87.53 méqO<sub>2</sub>/kg.

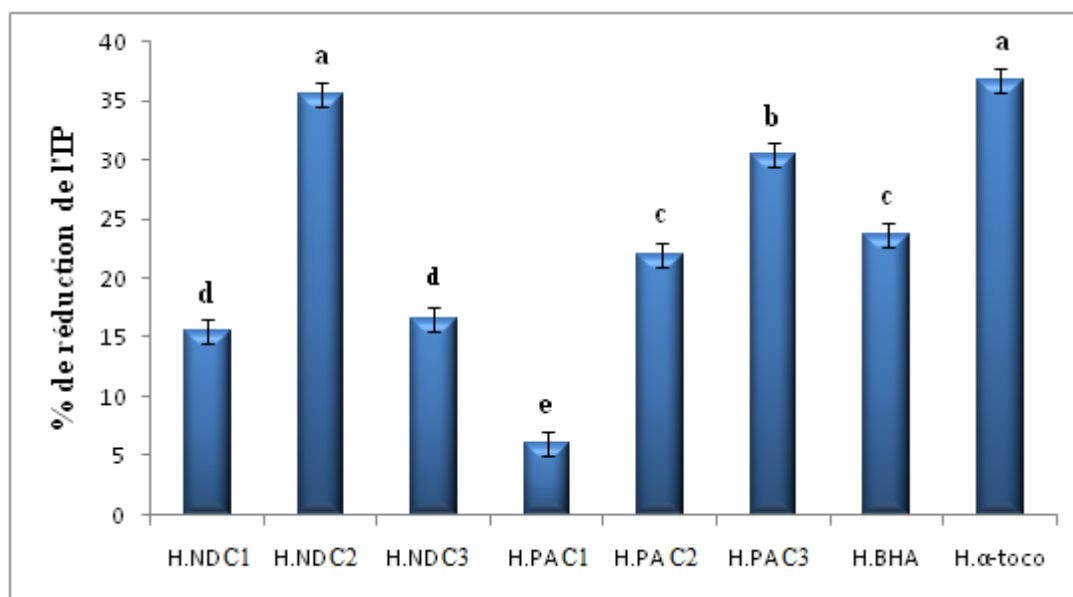
Tants dits que les échantillons H.ND C1, d'H.ND C3, H.PA C2, H.PA C3 et H.BHA suivent un même rythme d'augmentation avec des valeurs moins élevées par rapport au témoin et au H.PA C1. Leurs valeurs d'IP à la fin du stockage sont respectivement de 76.53 méqO<sub>2</sub>/kg, 75.60 méqO<sub>2</sub>/kg, 70.73 méqO<sub>2</sub>/kg, 63 méqO<sub>2</sub>/kg et 69.2 méqO<sub>2</sub>/kg.

Les huiles enrichie par l' $\alpha$ -tocopherol et l'extrait de noyau de datte à C2, montre un IP moins faible par rapport au témoin, H.BHA (standard) et autres échantillons. Leur IP présente une valeur de 57.26 méqO<sub>2</sub>/kg et 58.40 méqO<sub>2</sub>/kg, respectivement.

### III.1.1. Pourcentage de réduction de l'IP

Les résultats du % de réduction de l'IP des huiles enrichies sont présentés dans l'histogramme de la figure 10.

Le teste statistique révèle une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les huiles enrichies avec les différents extraits à différente concentration et les standards (figure 9). Néanmoins, aucune différence significative ( $P < 0,05$ ) n'est observée entre l'H.ND C2 et l'H. $\alpha$ -toco, H.ND C1 et H.ND C3 et aussi entre H.BHA et H.PA C2.



**Figure 10:** Pourcentage de réduction de l'IP des huiles enrichie avec les extraits de noyau de datte et de pelure d'aubergine comparés aux standards au cours du stockage à 65°C pendant 35 jours.

D'après l'histogramme, l'H.ND C2 enregistre le % de réduction de l'IP ( $35,61 \pm 1,23$  %) le plus élevé parmi les huiles enrichies, cependant il est inférieur à celui de H.α-Toco ( $36,74 \pm 1,98\%$ ) mais reste supérieur à celui de l'H.BHA ( $23,67 \pm 4,64\%$ ).

Le % de réduction de l'IP des différentes huiles enrichies varie selon l'ordre suivant :

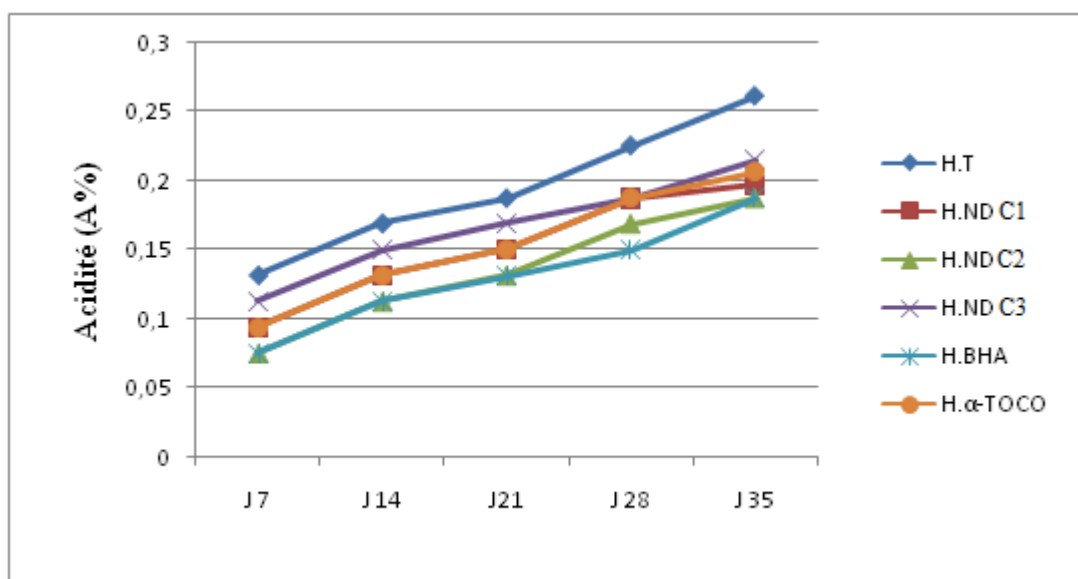
H.α-Toco > H.ND C2 > H.PA C3 > H.BHA > H.PA C2 > H.ND C3 > H.ND C1 > H.PA C1.

A la lumière des résultats du % de réduction de l'IP, les extraits par les quelles on a enrichie notre huile de soja, ont un impact important vis-à-vis de son oxydation qui pourrait être expliqué par l'activité antioxydante des extraits phénoliques dans l'huile enrichie.

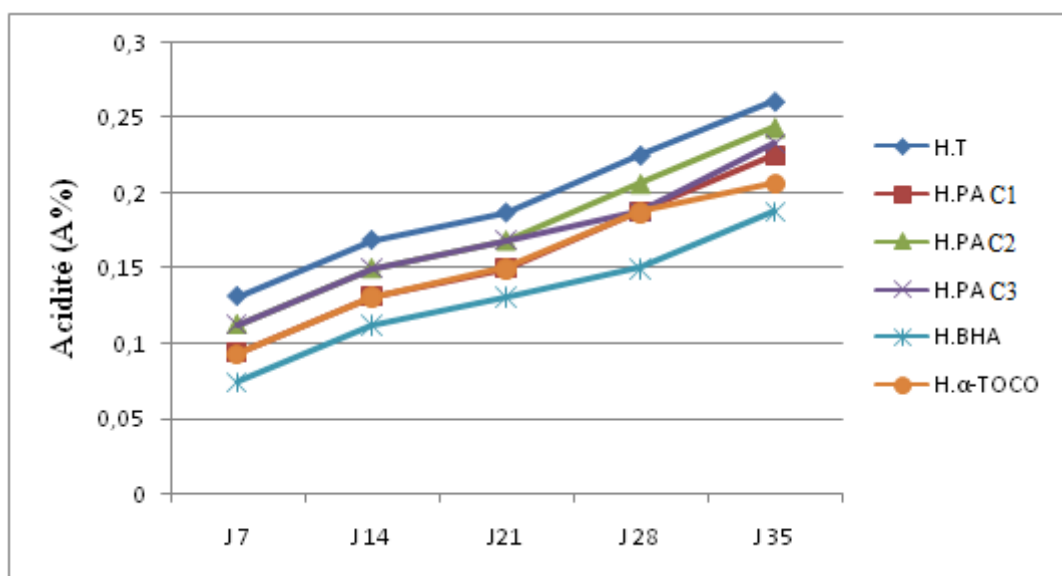
### III.2. Acidité

L'acidité libre est un facteur important dans l'évaluation de la qualité de l'huile, elle fournit des informations sur l'altération de l'huile par hydrolyse (Servili et Montedoro, 2002).

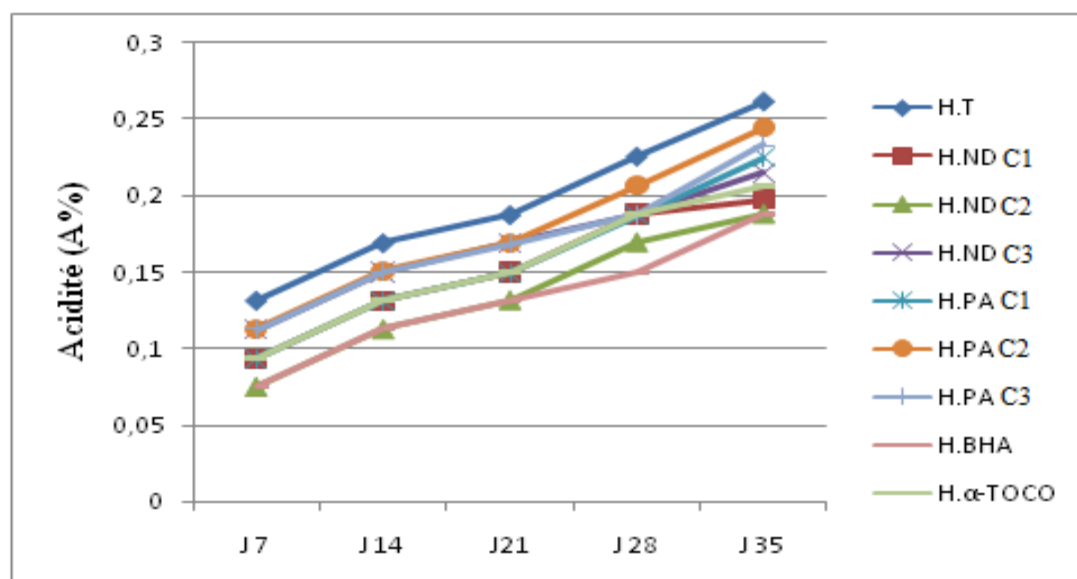
Les figures (11, 12 et 13) présente les résultats d'analyse de l'acidité (A%) de l'huile de soja enrichie avec les extraits phénoliques des pelures d'aubergines, noyaux de dattes, BHA et α-tocophérol, par rapport au témoin à une durée de stockage de 35 jours à 65°C.



**Figure 11:** Evolution de l'acidité de l'huile de soja enrichie avec l'extrait phénolique des noyaux de dattes comparé au témoin et aux standards au cours du stockage à 65°C



**Figure 12:** Evolution de l'acidité de l'huile de soja enrichie avec l'extrait phénolique des pelures d'aubergine comparé au témoin et aux standards au cours du stockage à 65°C



**Figure 13** : Evolution de l'acidité de l'huile de soja enrichie avec les extraits phénolique des noyaux de dattes et des pelures d'aubergine comparé aux standards et au témoin au cours du stockage à 65°C

L'analyse périodique de l'échantillon de HT représente un taux d'acidité plus élevé que tous autres échantillons tout au long de la période de stockage à 65°C, sont A% initiale 0,05% augmente en fonction du temps jusqu'à atteindre une valeur de 0,26% à la fin du stockage (jour 35).

Les résultats d'analyse de l'acidité des échantillons H.ND C1, H.ND C3, H.PA C1, H.PA C2, H.PA C3 et l'α-tocophérol suivent le même rythme d'augmentation en fonction du temps sauf pour le H.ND C1 qui montre une diminution à la fin du stockage, bien qu'ils soient constamment inférieurs au témoin.

Le taux d'A% des échantillons H.ND C1, H.ND C3, H.PA C1, H.PA C2, H.PA C3 et l'α-tocophérol à la fin du stockage sont de 0,19%, 0,21%, 0,22%, 0,24%, 0,23 %, 0,20 %, respectivement.

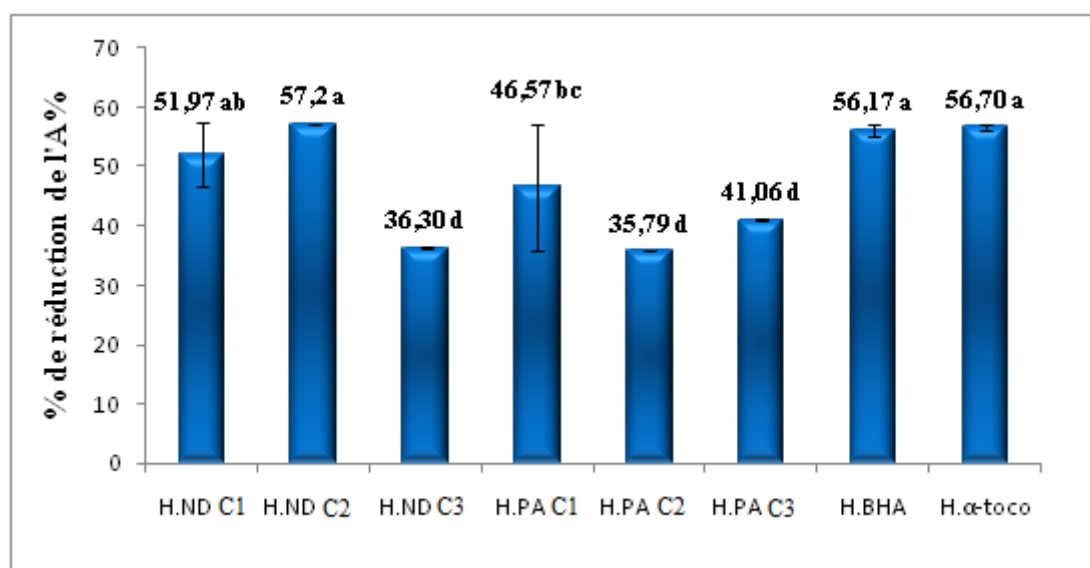
Les échantillons d'huile additionné par l'extrait de noyau de datte et de la BHA à C2, donne l'A% la plus faible avec 0,18% et 0,18% à la fin du stockage, ce qui signifie que cette concentration donne une meilleure stabilité à huile de soja au cours de l'oxydation accélérée.



### III.2.1. Pourcentage de réduction de l'acidité

Les résultats du % de réduction de l'acidité des huiles enrichies sont présentés dans l'histogramme de la figure 14.

Le teste statistique révèle une différence significative ( $P<0,05$ ) entre les huiles enrichies avec différents extraits phénoliques à différente concentration et les standards (figure 9). Néanmoins, aucune différence significative ( $P<0,05$ ) n'est observée entre H.ND C1, HND C2, H.BHA et H.α-tocophérol, entre H.ND C1, H.PA C1, et aussi entre H.ND C3, H.PA C2 et H.PA C3.



**Figure 14** : Pourcentage de réduction de l'A% des huiles enrichie avec les extraits de noyau de datte et de pelure d'aubergine comparés aux standards.

Les résultats présenté dans la figure 14, montre que l'H.ND C2 enregistre le % de réduction le plus élevé parmi les huiles enrichies et les standard avec un taux d'A% de  $57,20 \pm 0,065$  %, ce qui donne une meilleure stabilité de cette échantillon. Suivie des antioxydants standards avec un taux de réduction moins faible avec  $56,70 \pm 0,43\%$  et  $56,17 \pm 0,96\%$ , respectivement. Le plus faible % de réduction est enregistré par L'H.ND C3 avec  $36,30 \pm 0,08\%$ .

Enfin les échantillons H.ND C1, H.ND C3, H.PA C1, H.PA C2 et H.PA C3 présentent des % de réduction plus au moins faible par rapport au H.ND C2 et aux antioxydants standards. Le % de réduction de l'A% des différentes huiles enrichies varie selon l'ordre suivant :

H.ND C2 > H.α-Toco > H.BHA > H.ND C1 > H.PA C1 > H.PA C3 > H.ND C3 > H.PA C2.

L'acidité de l'huile de soja enrichie par l'extrait phénolique de noyaux de datte à une concentration de C2, présente un % de réduction de l'A%, plus important qui se traduit par une meilleure résistance à l'oxydation par hydrolyse, cela pourrait être expliqué par la stabilité de l'huile de soja à cette concentration.

## ***CONCLUSION***

---

---

Pour répondre aux exigences à la fois de la technologie industrielle des corps gras et de la santé publique un bon antioxydant alimentaire doit être efficace à faible concentration, facile à incorporer dans le produit, résistant aux traitements thermiques, ne modifie ni la couleur ni le goût de l'aliment et ne présente aucun risque toxique pour le consommateur.

Dans cette optique, cette étude a été menée dans le but de présenter l'effet de l'enrichissement de l'huile de soja sur sa stabilité oxydative, par l'ajout des extraits phénoliques de deux sous-produits alimentaires à savoir les extraits phénoliques des noyaux de dattes et des pelures d'aubergine à différentes concentrations pour pouvoir ainsi étudier leur efficacité en tant qu'antioxydant naturel et les comparer à la BHA et l' $\alpha$ -tocophérol, employés comme standards ainsi qu'au témoin (sans aucun ajout).

La première étape de cette étude consiste à caractériser les pelures d'aubergines et les noyaux de dattes par le dosage des polyphénols, puis étudier l'activité antioxydante de l'extrait phénolique à l'aide du test de piégeage du radical DPPH et le test molybdate. La deuxième étape consiste à incorporer dans l'huile de soja des antioxydants naturels et synthétiques puis étudier l'évolution de l'oxydation de cette huile durant un stockage accéléré à 65°C.

La caractérisation du matériel végétal montre que les résultats du dosage des composés phénoliques totaux ont révélé que la teneur la plus élevée en polyphénols totaux est obtenue par l'extrait des noyaux de dattes avec une teneur de 3060,61 mg E.A.G/100g de matière sèche.

Pour l'activité antioxydante, l'extrait de noyau de datte montre un pouvoir anti-radicalaire contre le DPPH plus important que celui des pelures d'aubergines avec un  $IC_{50} = 0,23 \pm 0,015$  mg/ml. De même à l'activité antioxydante totale estimée par le test phosphomolybdate d'ammonium. Le ND possède une activité antioxydante plus élevée que celle de l'extrait de PA avec une valeur d' $IC_{50} 1,36 \pm 0,12$  mg/ml.

Le pouvoir de piégeage du radical DPPH de l'huile enrichie avec l'extrait de pelure d'aubergine à C1, enregistre le pourcentage d'inhibition le plus élevé avec 91.5% par rapport à celui de la BHA (88.57 %) et l' $\alpha$ -tocophérol (84.58%) et même aux autres échantillons d'huile enrichie.

Les résultats physicochimiques de l'huile de soja enrichie avec l'extrait de noyau de datte à C1 donne une certaine résistance oxydative durant la période de stockage. Cependant,

l'ajout de l'extrait de noyau de datte à C2 donne une meilleure stabilité que les autres huiles enrichie en provoquant une réduction de 35,61% et 50,04% de l'indice de peroxyde et de l'acidité respectivement.

Dans cette étude on peut conclure que l'extrait de ND s'avère avoir un bon effet sur l'activité antioxydante de l'huile de soja, ayant ainsi un impacte sur la stabilité oxydative qui s'améliore surtout avec la concentration de C2.

La stabilité oxydative de l'huile de soja est dépendante de sa composition en acide gras polyinsaturés tel que l'acide linoléique et l'acide linoléique qui sont très importants du point de vue nutritionnel. L'addition de l'extrait de noyau de datte à cette huile pourrait donc assuré la stabilité de ces acides gras.

Afin de compléter cette étude, il serait intéressant d'envisager d'autres aspects à savoir :

- Elargir l'étude sur d'autres parties de fruits étudiés afin de déterminer la partie la plus riche en composés antioxydants.
- Identifier des composés antioxydants, par des techniques plus avancées tel que HPLC.
- Enrichissement d'autres produits alimentaires afin d'augmenter leur stabilité oxydative, valeur énergétique, nutritionnelle, organoleptique et hygiénique.
- Tester l'effet antioxydant de ces extraits phénoliques sous différentes conditions : exposition à la lumière, et d'autres températures même à froid et la Combinaison de plusieurs de ces conditions.
- Evaluer l'activité antioxydante par des essais in vivo sur des animaux comme les rats ;
- Effectuer une analyses sensorielle pour l'huile enrichie ;
- Réaliser teste de friture sur l'huile enrichie.

## *Références bibliographiques*

### *A*

**Akanitapichat, P., Phraibung, K., Nuchklang, K., and Prompitakkul, S. 2010.** Antioxidant and hepatoprotective activities of five eggplant varieties. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 3017-3021.

**Albert L., 1998.** La santé par les fruits. Ed. VEECHI, 44-74p

**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.

**Amarowicz, R., Pegg, RB, Rahimi-Moghaddam, P., Barl, B et Weil, JA 2004.** Capacité de piégeage des radicaux libres et activité antioxydante de certaines espèces de plantes des Prairies canadiennes. *Chimie alimentaire*, 84 (4), 551-562.

**Anonyme. 2004,** Danish food composition database: technical university of Denmark.

**Artajo, LS, Romero, député, Morelló, JR, et Motilva, MJ 2006.** Enrichissement de l'huile d'olive raffinée en composés phénoliques: évaluation de leur activité antioxydante et de leur effet sur l'indice d'amertume. *Journal de la chimie agricole et alimentaire*, 54 (16), 6079-6088.

**Avlessi, F., Dangou, J., Wotto, V. D., Alitonou, G. A., Sohounhloue, D. K., and Menut, C. 2004.** Propriétés antioxydantes de l'huile essentielle des feuilles de Clausenaanisata (Wild) Hook. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10-11), 1057-1061

### *B*

**Babbar, N., Oberoi, H. S., Sandhu, S. K., and Bhargav, V. K. 2014.** Influence of different solvents in extraction of phenolic compounds from vegetable residues and their evaluation as natural sources of antioxidants. *Journal of food science and technology*, 51(10), 2568-2575.

- Balasundram, N., K. Sundramet S. Samman 2006.** Composés phénoliques dans les plantes et les sous-produits agro-industriels: activité antioxydante, présence et utilisations potentielles. *Chimiealimentaire*, 99 (1), 191-203.
- Ballerini, D. 2011.** Le plein de biocarburants? Q Enjeux et réalités. Editions Technip.
- Barlow, S. M. 1990.** Toxicological aspects of antioxidants used as food additives. In *Food antioxidants* (pp. 253-307). Springer, Dordrecht.
- Beltz H.D.,Grosch W., schiiberle P .2009.** Edible fats and oils. In foodchemistry.ISBN. 978-540-699330-0- : p 640-655.
- Ben Abbes, F. 2011.** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *PhoenixdactyliferaL.* ». Pp 6-8
- Berk Z. 1993.** Tchnologie de production de farines alimentaires de produites protéiques issus du soja. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Bulletin des services agricoles de la FAO.Rome.pp1-9.
- Besbes S, Christophe Blecker, Claude Deroanne, Neila bahloul1, Georges Lognay, Nour-eddine Drira and HamadiAttia., 2004 b.** Date seed oil phenolic, tocopherol and Sterol profiles'. *Journal of Food Lipids*, vol. 11, pp. 251–265.
- Bianco, A., &Uccella, N. 2000.** Biophenolic components of olives. *Food Research International*, 33(6), 475-485.
- Boisleve J.B. (2010).** Le soja. HOLOSYS. Conseils & formation, Santé Relations humaines. France. [1-21].
- BouafiaAssim., 2002.**Larousse agricole, Édi. L'ing.
- Boulekbache-Makhlouf, L., Medouni, L., Medouni-Adrar, S., Arkoub, L., and Madani, K. 2013.** Effect of solvents extraction on phenolic content and antioxidant activity of the byproduct of eggplant. *IndustrialCrops and Products*, 49, 668-674.
- Bousdira, K. 2007.** *Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse [texte imprimé]: caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mزاب* (Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamedBougara).

**Buelguedj M., 1996.** Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien.  
Volume I. Conception et réalisation : Filière "Cultures pérennes" de l'ITDAS, 67 p

## C

**Cahuzac-Picaud 2010.** Les huiles végétales, intérêt diététique et gastronomique.  
Phytothérapie(8), pp. 113-117.

**Cambell A E.J.** Sunflower oil .journal of American Oil chemist's Society.1983.60:387-392

**Chandrasekaran, M. andBahkali, AH 2013.** Valorisation des sous-produits et des déchets de traitement des fruits du palmier dattier (*Phoenixdactylifera*) au moyen de la technologie des bioprocédés - Review. *Revue saoudienne des sciences biologiques*, 20 (2), 105-120

**Chougui, N. Djerroud, F. Naraoui, S. Hadjal, K. Aliane, B. Zeroual et R. Larbat 2015.** Propriétés physicochimiques et stabilité au stockage de la margarine contenant de l'extrait de pelure d'*Opuntia ficus-indica* en tant qu'antioxydant. *Chimie alimentaire*, 173, 382-390.

**Cossut, J., Defrenne, B., Desmedt, C., Ferroul, S., Garnet, S., Roelstraete, L et 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.

**Cronquist, A., &Takhtadziãh, A. L. 1988.** *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia Université Press.

**Cuvelier, M. E., & Maillard, M. N. 2012.** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 19(2), 125-132.

**CX/FFV 14/18/10-ADD.2 Janvier 2014 FAO.**



## **D**

- Dammak I., Ben Abdallah F., Boudaya S., Besbes S., Keskes L., El Gaied A., Turki H., Attia H., Hentati B., 2007.** Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogen peroxide in human skin organ. *BioFactors*, vol. 29, pp. 137-145
- Djerbi m., 1994-** Précis de phoeniciculteurs. FAO, 192 p
- Doganlar S., Frary A., Daunay M.C., Lester R.N., Tanksley S.D., 2002.** A comparative genetic linkage map of eggplant (*Solanum melongena*) and its implications for genome evolution in the Solanaceae. *Genetics Society of America*, 161 (4): 1697-1711.
- Denise, J. 1992.** Raffinage des corps gras. In : manuel des corps gras. Tome 2. Ed. Tec. Doc. Paris : Lavoisier, ISBN : 2-85206.662.9 pp : (787-1580).
- Djerbi, M. 1994.** Précis de phoeniciculture. *Ed. FAO, Rome*, 23-191.
- Djouab, A. 2007.** *Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches* (Doctoral dissertation).
- Djoudi., 2013.** Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*.1) dans la région de Biskra. Diplôme de magister en science agronomiques. département des sciences agronomiques Biskra. p53-54
- Doganlar, S., Frary, A., Daunay, M. C., Lester, R. N., and Tanksley, S. D. 2002.** A comparative genetic linkage map of eggplant (*Solanum melongena*) and its implications for genome evolution in the Solanaceae. *Genetics*, 161(4), 1697-1711.
- Daunay, MC 2008.** Aubergine. Dans *Légumes II* (pp. 163-220). Springer, New York, NY.

## **E**

- Espiard, E. 2002.** *Introduction à la transformation industrielle des fruits*. Éditions Tec & Doc, P360.
- Es-Safi, N. E., Kollmann, A., Khlifi, S., & Ducrot, P. H. 2007.** Antioxidative effect of compounds isolated from *Globularia alypum* L. structure–activity relationship. *LWT-Food science and technology*, 40(7), 1246-1252.

## *F*

**Fazzalari Fa.** Odor and taste threshold values data. Philadelphia: American society for testing and materials, 198.

**Fuhrer, F., Limacher, A., Mikle, H., Truttmann, M., Friedli, R., Pasquier, M., and Gremaud, G. 2005.** Graisses comestibles, huiles comestibles et graisses émulsionnées.

## *G*

**Genot, C., Eymard, S., et Viau, M. 2004.** Comment protéger les acides gras polyinsaturés à longues chaînes oméga 3 (AGPI--LC  $\omega$ 3) vis-à-vis de l'oxydation. *Oléagineux, corps gras, lipides*, 11(2), 133-141.

**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 foodchemistry*, 53(5), 1370-1373.

**Gilles, P. 2000.** Cultiver le palmier dattier. Ed. Ciras. P 110.

**Gordon, M. H. 1999.** The mechanism of antioxidant action in vitro. In *Food antioxidants* (pp. 1-18). Springer, Dordrecht.

**Grosch, W. 1982.** In Food flavors. Part A. Introduction, Morton, ID, Macleod, AJ, Eds.

**Guignard J. L. 1979.** Abrégé de biochimie végétale. 2e Edition. Masson. P173-231

## *H*

**Han, S. W., Tae, J., Kim, J. A., Kim, D. K., Seo, G. S., Yun, K. J., ... and Lee, Y. M. 2003.** The aqueous extract of *Solanum melongena* inhibits PAR2 agonist-induced inflammation. *Clinica Chimica Acta*, 328(1-2), 39-44.

**Hanson, P. M., Yang, R. Y., Tsou, S. C., Ledesma, D., Engle, L., and Lee, T. C. 2006.** Diversity in eggplant (*Solanum melongena*) for superoxide scavenging activity, total phenolics, and ascorbic acid. *Journal of Food composition and Analysis*, 19(6-7), 594-600.

**Hennebelle T, Alegre L, Breusegem F.V et Munne-Bosch S.2008.** How relevant are flavonoides as in plante foods Human Ntrition. 103 : 24-36.

**Hubert, J. 2006.** *Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja: étude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines.*Institut National Polytechnique de Toulouse.

**Hurtado-Fernández; M. Gómez-Romero; A. Carrasco-Pancorbo; A. et Fernández-Gutiérrez2010.** Application et potentiel des méthodes d'électroséparation capillaire pour la détermination de composés phénoliques antioxydants à partir de matières végétales. *Journal of Pharmaceutical and BiomédicalAnalysis*, 53 (5), 1130-1160.

## *I*

**Ingredient innovative.** *Food Sciences and Emerging Technologies*, 5:101-105.

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

**ISO 3960. 2007.** Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice de peroxyde. 4ème édition.

**ISO 660. 1996.** Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'acidité. 2ém édition.

**ISO 6886, 2006.** Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de rancimat. 3ème édition.

## *J*

**Jridi, M., N. Souissi. 2015.** Tunisian date (*Phoenix dactylifera* L.) by-products: Characterization and potential effects on sensory, textural and antioxidant properties of dairy desserts. *Food Chemistry*18, 8-15

**Jayaprakasha, GK et Rao, LJ 2000.** Les constituants phénoliques du lichen *Parmotremastuppeum* (Nyl.) Hale et leur activité antioxydante. *ZeitschriftfürNaturforschung C*, 55 (11-12), 1018-1022.

## K

**Karleskind, A. 1992.** Manuel des corps gras. Tome2. Ed tec et doc, Lavoisier : Paris.

Pp:1571-1578

**Kilmartin, PA, Zou, H. et Waterhouse, AL 2001.** Méthode de voltamétrie cyclique adaptée à la caractérisation des propriétés antioxydantes des vins et des composés phénoliques. *Journal de la chimie agricole et alimentaire*, 49(4), 1957-1965.

**Kroyer G.T. 2003.** Red clover extract as antioxidant active and functional food.

## L

**Lee, OH, Lee, BY, Lee, J., Lee, HB, Son, JY, Park, CS et Kim, YC 2009.** Évaluation d'extraits et de fractions de feuilles d'olivier enrichis en composés phénoliques et de leurs activités antioxydants. *Technologie des bioressources*, 100(23), 6107-6113.

**Lecheb F., 2007.** Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Université M'hamed Bougara-Boumerdes

**Li H., Deng Z., Wu T., Liu R., Loewen S. et Tsao R. 2011.** Microwave-assisted extraction of phenolic with maximal antioxidant activities in tomatoes. *Food Chemistry*. 130: 928–936.

**Li, Y., C. Guo, J. Yang, J. Wei, J. Xu et S. Cheng 2006.** Évaluation des propriétés antioxydants de l'extrait de zeste de grenade par rapport à l'extrait de pulpe de grenade. *Chimie alimentaire*, 96 (2), 254-260.

**Lisu W., Jui-Hung Y., Hsiao-Ling L., Ming-Jiuan W. 2003.** Antioxydant effect of methanol extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifera* Gaertn), *Journal of food and drug analysis*, 11(1): 60-66.

## M

- Maatalah, S. 1970.** Contribution à la valorisation de la datte algérienne, mémoire d'ingénieur en agronomie. *IN A., Alger, 120p.*
- Macheix, J. J.1996.** Les composés phénoliques des végétaux: quelles perspectives à la fin du XXème siècle. *Actabotanicagallica, 143(6), 473-479*
- Messiaen, C.-M., Messiaen-Pagotto, F. (2009).** Le potager familial méditerranéen. *Editions Quoe, p75.*
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., and Jiménez, L.2004.** Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition, 79(5), 727-747.*
- Mansouri A., Guendez E., Kokkalouc E., et Panagiotis K., 2005.**Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry .89, 411-420*
- Marc, F., Davin, A., Deglene-Benbrahim, L., Ferrand, C.,Baccaunaud, M., ans Fritsch, P. 2004.**Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. *médecine/sciences, 20(4), 458-463.*
- Martin A., 2001.** Apport nutritionnels conseillés pour la population françaises. In : *Technique et Documentator (3ième édition).lavoisier, Paris, 650p*
- Martysiak-Żurowska D. ETWentaW. 2012.** A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Technologie Ali ment, 11: 83-39.*
- Matsubara, K., Kaneyuki, T., Miyake, T., &Mori, M.2005.** Antiangiogenic activity of nasunin, an antioxidant anthocyanin, in eggplant peels. *Journal of agricultural and foodchemistry, 53(16), 6272-6275.*
- Merrien, A., Morice, J., Pouzet, A., Morin, O., Sultana, C., Helme, J., Wuidart, W.1992.** Sources et monographies des principaux corps gras. *Manuel des corps gras, 116-180.*
- Mohdaly, AAA, MA Sarhan, A. Mahmoud, MF Ramadan et I. Smetanska 2010.** Efficacité antioxydante des pelures de pomme de terre et des extraits de pulpe

de betterave à sucre dans la protection des huiles végétales. *Food Chemistry*, 123(4), 1019-1026.

## N

**Nagvani V, Madhavi YD, Bhaskarrao P, KoteswaraR, Raghava-RaoT.2010.** free radical scaveningactiviyy and*qualitative analysis of polyphenols bay RP-HPLC*in the flowers of Couaroupintaquia nensisabul.ELJEAF.Chem,9(9):147161484

**Newkirk R., PH. D. 2010.** SOJA Guide de l'industrie de l'alimentation animale. Première édition. Institut international du Canada pour le grain. 1-53p.

**Nisha, P., Abdul Nazar, P., Jayamurthy, P., 2009.** A comparative study on antioxidant activities of different varieties of Solanummelongena. *Food Chem. Toxicol.* 47,2640–2644

## O

**ONFAA 2017.** Rapport sur le commerce extérieur des dattes. Observation national des filières agricoles et agroalimentaire. <http://onfaa.inraa.dz/>

**Othman, A., Ismail, A., Ghani, NA et Adenan, I. 2007.** Capacité antioxydante et teneur en phénols des fèves de cacao. *Chimie alimentaire*, 100 (4), 1523-1530.

## R

**R. Rahmani .2006.** Université de Bejaia. Mémoire d'ingénieur.

**RaiesiArdali, F., E. Rahimi, S. Tahery et MA Shariati 2014.** Production d'une nouvelle boisson à l'aide de sirop de datte et de lait. *Journal of Food Biosciences and Technology* , 4 , 67-72.

**Rasolohery, C. A. 2007.** *Étude des variations de la teneur en isoflavones et de leur composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [Glycine max (L.)*

*Merrill]* (Doctoral dissertation). Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse. pp : 9 – 45.

Revue Agro ligne : L'ESSENTIEL DE L'AGROALIMENTAIRE ET L'AGRICULTURE - N°87, Les pays émergents investissent la Méditerranée (Dossier spéciale Algérie) Editeur : Elias Cherif, Page 14 Janvier - Février 2014.

**Riahi, J., & Marzouk, B.2000.** Effets de la lumière sur la qualité et la stabilité de quelques huiles végétales. Note préliminaire. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 77(1), 25-30.

**Richarde R., 1972-** *Eléments de biologie végétale*. Fou Cher, Paris, 164 p.

**Rossignol-Castera.** Raffinage physique. *Journal of American Oil Chemist's*

**Rahmani M. 2007.** Méthodes d'évaluation de la stabilité oxydative des lipides. *Les techniques de laboratoire*, 2 : 18-12.

**Rolland Y. 2004.** Antioxydants naturels végétaux. OCL. 11 N°6.

## S

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

**Salta, J., Martins, A., Santos, R. G., Neng, N. R., Nogueira, J. M., Justino, J ans Rauter, A. P. 2010.** Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear cultivars—A comparative study. *Journal of Functional Foods*, 2(2), 153-157.

**San José, R., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., & Prohens, J. 2014.** Eggplant fruit composition as affected by the cultivation environment and genetic constitution. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(13), 2774-2784.

**Sarker, R. H., Yesmin, S., and Hoque, M. I. 2006.** Multiple shoot formation in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Plant Tissue Culture and Biotechnology*, 16(1), 53-61.

**Schmidt S. et Pokorny J. 2005.** Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids- a review. *Food Science.*, 23: 93-102

**Silva L. R., Pereira M.J., Azevedo J., Goncalves R.F., Alentao P., De Pinho P. G., et Andrade P.B. 2012.** Glycine max (L.) Merr, Vignaradiata L. and Medicago sativa L. sprouts: A natural source of bioactive compounds. Elsevier Ltd. 167-175p.

**Servili, M., and Montedoro, G. 2002.** Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), 602-613

## T

**Tortora G et Anagnostakos N., 1987.** principes d'anatomie et physiologie. Ed. INC ; 5<sup>ème</sup> édition. 688-693p.

**Toutain, G. 1996.** Rapport de synthèse de l'atelier 'Techniques culturelles du Palmier dattier'. *Zaragoza (ESP): CIHEAM-IAMZ*, 28, 201-205.

## P

**Packer, JE, Slater, T. et Willson, RL 1979.** Observation directe d'une interaction radicalaire entre la vitamine E et la vitamine C. *Nature*, 278 : 737-738.

**Pagés X et Parés X. (2012).** Technologies des corps gras (huiles et graisses végétales). Techniques de l'Ingénierie. F 6070 – 10.

**Prieto, P., Pineda, M., et Aguilar, M. 1999.** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal. Biochem.*, (269) : 337-341.

**Platon, J.F. 1998.** Raffinage de l'huile de soja, ASA, American soybean association, 19: p3-30

**Prior, E. 2003.** Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. *Lipides et corps gras alimentaires*, 87-147.

**Platon J. F., 2009.** Raffinage de l'huile de soja, ASA, USB. Consulté en avril :30.



**Pszczola, D. E. 2001.** Columns-Antioxidants: From Preserving Food Quality to Quality of Life Ingredients. *Food Technology-Chicago*, 55(6), 51-59.

## V

**Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., et Pérez-Álvarez, J. A. 2011.**Antioxidant properties of pomegranate (*Punicagranatum*L.) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *FoodResearch International*, 44(5), 1217-1223.

## Y

**Yu, R., Mandlekar, S. et Kong, ANT 2000.** Mécanismes moléculaires de la toxicité induite par l'hydroxyanisolebutylé: Induction de l'apoptose par libération directe de cytochrome c. *Pharmacologie moléculaire*, 58 (2), 431-437.

## Z

**Zhang D. et Hamauzee Y.,2004.** Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucuscarota* L.).*Food AGRICULTURAL environment*,2:95-101.

**Zschau, W. 2001.** Blanchiment des graisses et des huiles comestibles. *Revue européenne des sciences et technologies des lipides*, 103 (8), 505-551.

**Annexe I : Constituants éliminé au cours du raffinage**

Les phospholipides ou phospholipides	Ils peuvent représenter 2% de l'huile de soja (30% de lécithine, 30% de céphaline et 40% d'inositol).	Denise, (1992)
Les acides gras libres	Ils sont naturellement présents dans dans la graine. Ils proviennent également de réaction d'hydrolyse enzymatique qui se produit dans les huiles brutes au cours de leur obtention ou leur stockage. Leur présence dans un corps gras peut être assimilée à celle d'un catalyseur d'oxydation	
Sucres libres et glycolipides	Ils proviennent des glucides présents dans les graines au moment de la récolte. Certains de ces composés forment avec l'eau des solutions colloïdales communément appelée <<mucilages>>, ces derniers sont éliminés au cours de la neutralisation chimique.	
Glycérides partiels	Ils portent généralement la fonction ester, souvent considérés comme des agents émulsifiants très gênants, ils peuvent entraîner des pertes importantes lors des centrifugations qui entrent dans le procédé de raffinage.	
Colorants	La $\beta$ -carotène se rencontre dans toutes les huiles végétales, c'est un colorant particulièrement sensible à la chaleur et à l'oxydation. La chlorophylle est présente à un degré moindre, dans les huiles de soja.	
Substances d'origine externe	Il s'agit la plupart du temps de pesticides qui se trouvent à la surface des graines au moment de la récolte. Ils sont facilement détruits par hydrolyse lors de la neutralisation à la soude, ou par entraînement à la vapeur lors de l'opération de désodorisation	
Tocophérols et Stérols	La partie insaponifiable de l'huile représente 1,6% de l'huile brute et 0,6 % à 0,7 % de l'huile raffinée. Elle se compose essentiellement de stérols et de tocophérols.	Pouzet, (1992)

## Annexe II : Courbe d'étalonnage

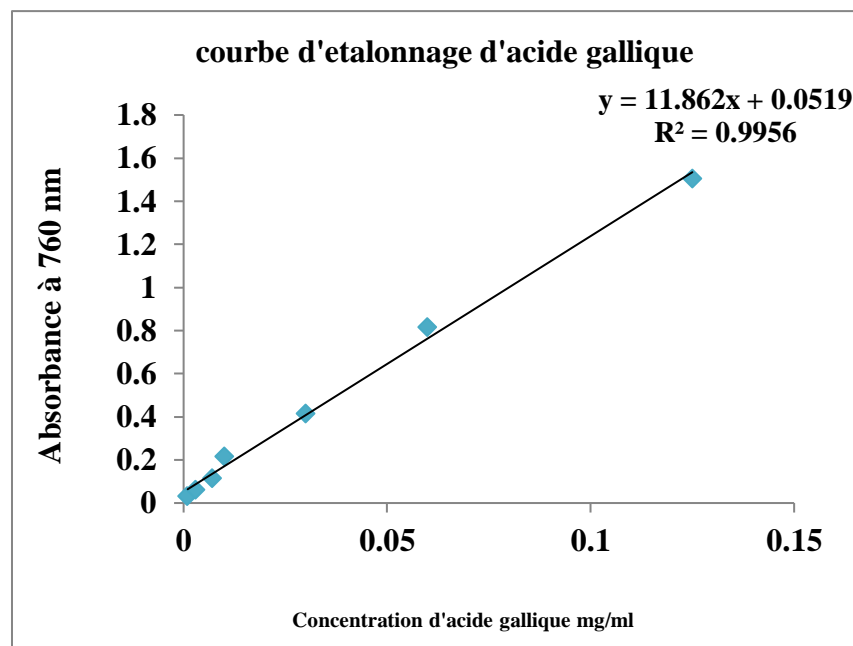


Figure 1: Courbe d'étalonnage d'acide gallique

Annexe III : Matériel utilisé



Figure 1 : Tamiseur



Figure 2 : Evaporateur rotatif



Figure 3 : Etuve



Figure 4 : Sonication



Figure 5 : Spectrophotomètre

## Résumé

Ce présent travail est réalisé dans le but d'enrichir l'huile de soja raffinée avec les extraits phénoliques de noyau de datte et l'extrait de pelures d'aubergine à différents concentrations (C1, C2 et C3) et «l' $\alpha$ -tocophérol et BHA » utilisés comme standard .

Le dosage polyphénol totaux des N.D présente une teneur importante de (3060,61±73,37mgEAG/100g). Ces extraits phénoliques ont révélé une activité antioxydante relativement modérée en utilisant deux tests complémentaires : le test DPPH et le test phosphomolybdate qui ont enregistré une forte activité du N.D (D'IC<sub>50</sub> de 0,23±0,015 mg/ml, EC<sub>50</sub>=0,39±0,012 mg/ml, respectivement). Toutefois, le test de Shaal utilisé comme un test d'évaluation de la stabilité oxydative a permis de montrer l'efficacité de ces extraits contre l'oxydation par réduction de l'IP et A% comparé au témoin. Le test rancimat montre que ND et PA à C1 sont plus performant que le témoin. La meilleure activité antiradicalaire sur le DPPH est de 91.56% enregistré pour la H.NDC1 par rapport BHA et  $\alpha$ -tocophérol et le témoin. Quant à l'IP et L'A% la H.NDC2 possède la meilleure stabilité oxydative.

**Mots clé :** Aubergine, noyau de datte, extraits phénoliques, activité antioxydante, stabilité oxydative, huile de soja.

## Abstract

This work is carried out with the aim of enriching refined soybean oil with phenolic date stone extracts and aubergine peel extract at different concentrations (C1, C2 et C3) and " $\alpha$ -tocopherol and BHA" used as standard. The total polyphenol content of ND is significant at (3060.61±73.37mgEAG/100g). These phenolic extracts revealed relatively moderate antioxidant activity using two complementary tests: the DPPH test and the phosphomolybdate test recorded high N.D. activity (IC<sub>50</sub> of 0.23±0.015 mg/ml, EC<sub>50</sub>=0.39±0.012 mg/ml respectively). However, the Shaal test used as an oxidative stability test showed the effectiveness of these extracts against oxidation by reducing PI and A% compared to the control. The rancidity test shows that ND and PA at C1 are more efficient than the control. The best anti-free radical activity on DPPH is 91.56% recorded for H.NDC1 compared to BHA and  $\alpha$ -tocopherol and control. As for IP and A%, H.NDC2 has the best oxidative stability.

**Keywords:** Eggplant, date cores, phenolic extracts, antioxidant activity, oxidative stability, soybean oil.