

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A. MIRA – Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : des Sciences Alimentaires

Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf .....

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

*Stabilité de l'huile de soja  
avec l'extrait phénolique du  
noyau de datte*

MEDJOU DJ Katia et LAZARI Kenza

Soutenu le : **12 septembre 2022**

**Devant le jury composé de :**

Mme CHOUGUI Nadia	Professeur	Président
Mme AIDLI Amel	MAA	Encadreur
Mme ADJEROUD-ABDELLATIF Nawel	MCB	Examinatrice
Mme KOUADRI Louiza	Ingénieur	Invité

**Année Universitaire : 2021/2022**

# ***Remerciements***

*Tout d'abord nous tenons à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et surtout la patience d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.*

*Nous tenons à présenter nos remerciements les plus sincères à notre promotrice : Mme **AIDLI Amel** pour la confiance qu'elle nous a témoigné, ses conseils, ses orientations, ses précieuses remarques constructives, ses encouragements et surtout pour le temps qu'elle nous a consacré dans les moments les plus pénibles. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude*

*Nous remercie les membres du jury, d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

*A toute l'équipe de **CEVITAL**, Mr **HADJAL Samir**, responsable du laboratoire de recherche et développement (R&D) et particulièrement Madame **KOUADRI Louiza** pour son encadrement interne.*

*Je remercie aussi Mr **KHELLAF Aliane** pour son aide et ses conseils éclairés tout au long du développement de notre travail.*

*Enfin, nous remercie sincèrement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# ***Dédicace***

*Cet évènement de mon parcours universitaire me donne la grande opportunité de dédier ce modeste travail :*

*A Celui qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation et qui a consacré toute sa vie pour me guider à la mémoire de mon papa « **Rabia** » qui me manque éperdument qui est constamment dans mon cœur et qui a toujours été la source de ma motivation, je lui dédie aujourd'hui ma réussite ;  
que dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*A ma très chère maman « **Samira** » qui a toujours rêvé de ma réussite, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour tes sacrifices.*

*À ma chère sœur « **chef Lynda** » qui a toujours été là pour moi en me soutenant dans les périodes les plus Difficiles*

*À mon adorable petit frère « **Yacine** »*

*À mes amis « **Kamou, Lamou, Hayouta, Sousou, Djamou, Silou, mouno** »*

*À celle avec qui j'ai partagé toutes ces années d'études et plus précisément  
Ce projet de fin de cycle ma chère camarade « **Kenza** »*

*Et enfin À toutes personnes qui ont contribué à la réussite de mon travail.*

***Katia***

# ***Dédicace***

*J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail*

*Tout d'abord pour mes très chers **parents** mes alliés pour l'amour, soutien bénédiction, présence, conseils qu'ils m'apportent à chaque instant de ma vie sans qui je n'aurais pas pu en arriver là où j'en suis aujourd'hui, je vous aimerai pour toujours*

*A mes **grands-parents** pour leur soutien moral et physique*

*A mes deux petites sœurs adorées « **Ryma** » et « **Lilya** » avec qui je partage tous mes moments de joies et qui ont toujours fait appel à mes besoins et que j'aime à l'infini*

*A mes deux petit frères « **Fayez** » et « **Nadjim** » qui me respecte et qui m'apportent l'amour et le soutien, que j'aime énormément*

*A mes copines « **Kahina, Rayan, sabrine, chahera, saloua, naziha** » que je considère comme des sœurs*

*A mon cher ami « **Ferhat** »*

*A celle avec qui j'ai partagé tous ces années d'études et qui a fait de ces années des moments inoubliables et que je remercie énormément pour sa patience, à ma chère camarade « **Katia** »*

*Enfin À toute personne ayant contribué à la réussite de mon travail.*

***Kenza***

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction** ..... 1

**PARTIE THEORIQUE**

**I. Soja et huile de soja**

1 Le Soja ..... 3

1.1 Définition du soja ..... 3

1.2 Composition de la graine de soja ..... 3

2 Huile de soja ..... 4

2.1 Composition de l'huile de soja ..... 4

2.2 Raffinage des Huiles ..... 5

2.3 Différentes étapes de Raffinage ..... 5

2.3.1 Démucilagination ..... 5

2.3.2 Neutralisation ..... 5

2.3.3 Lavage ..... 6

2.3.4 Séchage ..... 6

2.3.5 Décoloration ..... 6

2.3.6 Filtration ..... 6

2.3.7 Désodorisation ..... 6

**II. Friture et stabilité de l'huile**

1 Friture ..... 7

1.1 Types de fritures ..... 7

1.1.1 Friture profonde ..... 7

1.1.2 Friture plate ..... 7

2 Oxydation ..... 7

2.1 Mécanisme d'oxydation ..... 8

---

2.1.1	Initiation.....	8
2.1.2	Propagation.....	8
2.1.3	Terminaison.....	8
3	Antioxydants.....	8
3.1	Mécanisme d'action des antioxydants.....	8
3.2	Classification des antioxydants.....	9

### III. Noyau de datte

1	Généralité sur le palmier dattier.....	10
2	Description du noyau de datte.....	10
2.1	Composition biochimique de noyau de datte.....	11

## **PARTIE PRATIQUE**

### I. Présentation du complexe CEVITAL Spa

1	Historique.....	12
2	Implantation.....	12
3	Missions.....	12
4	Présentation de la raffinerie d'huile.....	13

### II. Matériel végétal

1	Choix de la variété de noyau de datte.....	13
2	Description de la variété.....	13
3	Préparation de noyau de datte.....	14
4	Choix de l'huile.....	14
5	Choix de l'aliment.....	14

### III. Méthodes

1	Extraction des composés phénoliques.....	15
2	Enrichissement de l'huile de soja.....	15
3	Procédure de friture.....	15
4	Test de l'oxydation accéléré.....	17

5	Détermination des paramètres physico- chimiques.....	17
5.1	Activité anti-radicalaire de l'huile contre le radical DPPH.....	17
5.2	Mesure des composés polaires.....	18
5.3	Détermination de la couleur.....	18

### **Résultats et Discussion**

1	Résistance à l'oxydation accélérée.....	21
2	Activité anti- radicalaire DPPH des huiles.....	22
3	Paramètres organoleptiques des huiles de friture.....	22
4	Paramètres physico- chimique.....	24
4.1	Teneur en composés polaires.....	24
4.2	La couleur.....	28
	Conclusion.....	30

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## *Liste des abréviations*

**AGL** : Acide Gras Libre

**AGPI** : Acide Gras Poly-Insaturé

**BHA** : Hydrox Anisol Butylé

**BHT** : Hydroxy Toluene Butylé

**GSH** : Glutathion

**I** : Initiateur

**TBHQ** : Tert-Butylhydroquinone

**TGMOX** : Monomères de Triacylglycérols Oxydés

**TGPOX** : Polymères de Triacylglycérols

**TIR** : Temps d'Induction au test Rancimat

**PCP** : Pourcentage des composés polaires

**R°** : Radical libre

**ROO°** : Radical peroxyde

**ROOH** : Hydroperoxyde



*Liste des figures*

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Photographie de soja (A : Gousse verte, B : Fruits ouverts et vus de l'extérieur)	3
2	Présentation morphologique du noyau de datte	11
3	Situation géographique du complexe CEVITAL	12
4	Photographie des dattes et noyaux de dattes	13
5	Poudre de noyaux de dattes	14
6	Photographie des échantillons d'huile prélevés après fritures sans aliments	16
7	Evolution de la couleur de l'huile témoin HT et les huiles enrichies D1 et D2 au cours du chauffage à 180 C° sans aliment.	26
8	Evolution de la couleur de l'huile témoin HT et les huiles enrichies D1 et D2 au cours du chauffage à 180 C° avec aliment	26

*Liste des tableaux*

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I</b>	Composition moyenne des graines de soja entières	4
<b>II</b>	Composition de l'huile de soja en acide gras	5
<b>III</b>	La place du palmier dattier dans le règne végétal	10
<b>IV</b>	Les principaux constituants des noyaux de dattes	11
<b>V</b>	Résultats du test de Rancimat des huiles	19
<b>VI</b>	Résultats de l'activité anti-radicalaire DPPH	20
<b>VII</b>	Observations notées lors des fritures de l'huile avec aliment	21
<b>VIII</b>	Résultats des taux de composés polaires	23

# *Introduction*

## **Introduction**

Les huiles végétales jouent un rôle essentiel dans notre alimentation. Elles assurent tout d'abord une fonction nutritionnelle : elles contribuent à l'apport d'énergie, sont sources d'acides gras indispensables, en particulier d'acide linoléique et d'acide alpha linoléique et participent à l'apport et au transport de vitamines liposolubles. Les huiles végétales contribuent aussi à la qualité organoleptique des produits, leur apportant une texture onctueuse, crémeuse, fondante, un aspect brillant et une saveur spécifique. Enfin, elles assurent des fonctions technologiques, en particulier comme moyens de transfert de chaleur en cuisson (exemple des huiles de friture) (**Cuvelier et Maillard, 2012**).

Ces huiles sont malheureusement instables et sujettes à une oxydation rapide durant le stockage ou lors de la friture, ce qui pose de sérieux problèmes pour l'industrie alimentaire. L'oxydation des lipides alimentaires entraîne des altérations organoleptiques (rancissement), nutritionnelles (perte en vitamines) voir même une toxicité due aux produits issus de la peroxydation lipidique (peroxydes, aldéhydes) (**Cillard, 2006**).

Afin de résoudre le problème de la stabilité des huiles et lipides, on utilise des antioxydants qui sont des substances en petite quantité capable d'empêcher, de retarder ou de ralentir considérablement l'oxydation des matières facilement oxydables (**Bouaziz et al., 2008 ; Mbah et al., 2019**).

Les plantes sont les principales sources de composés phénoliques, elles possèdent un large éventail d'activités biologiques *in vitro* (antibactériennes, anti-cancérogène, anti-inflammatoire, antioxydant etc...). Présentant ainsi des propriétés antioxydantes bien établies et en lien avec l'inhibition de l'oxydation des lipides. Ainsi, ils pourraient constituer une alternative à l'utilisation des additifs alimentaires synthétiques, qui ont montré des effets nuisibles (effet carcinogène) (**Achat, 2013**).

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 engendrant des conséquences négatives. Pour remédier à ce problème, ces déchets peuvent être valorisés et exploités dans la production des additifs alimentaires et antioxydants naturels de haute valeur nutritionnelle présentant un avantage économique (**Bebbar et al., 2012**).

Parmi les fruits qui génèrent de grande quantité de déchets, les dattes. Des études ont montré que le fruit de datte est intégré dans l'alimentation humaine quotidienne depuis des milliers d'années et constitue un élément essentiel du régime alimentaire des populations, ses noyaux peuvent atteindre jusqu'à 10 à 15 % de poids totale de la datte. Ils sont caractérisés par leurs teneurs élevées en composants bioactifs (**Salem *et al.*, 2021**).

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

Cette étude est subdivisée en deux parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique qui porte sur des généralités sur l'huile de soja, le palmier dattier, l'oxydation, et sur la friture. La deuxième partie correspond à l'expérimentation dont certaines analyses sont réalisées au laboratoire de l'entreprise CEVITAL spa et d'autres au niveau de l'Université de Bejaia qui englobent :

- l'extraction des composés phénoliques totaux à partir des noyaux de dattes et leur incorporation dans huile de soja ;
- La réalisation de séries spécifiques de fritures ;
- Enfin le développement des résultats et leur discussion.

# *Synthèse bibliographique.*

## I Soja et huile de Soja

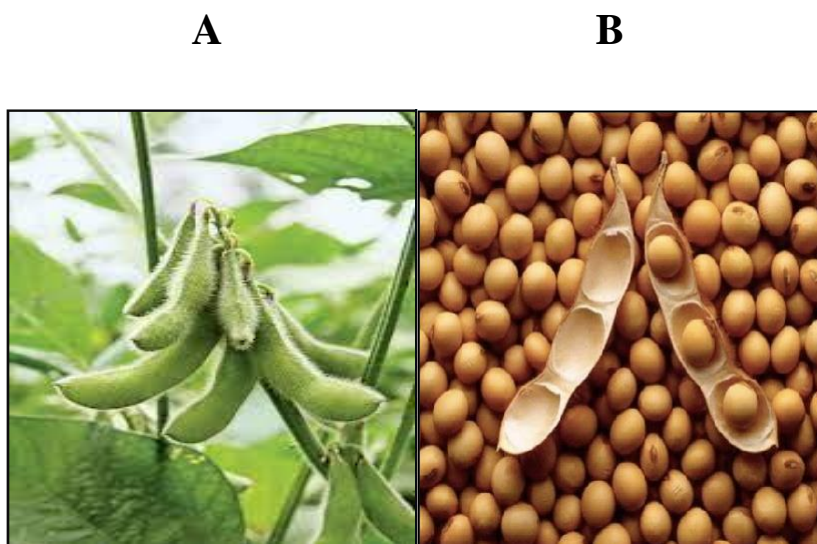
### 1 Soja

#### 1.1 Définition de soja

Le soja, *Glycine max(L) Merrill*, est une plante grimpante de la famille des légumineuses, largement cultivées pour les oléagineux (**Lahsissene et Kahouadji, 2010**).

La plante est une herbe dressée annuelle de 1,5 m de haut ses fleurs blanches ou violettes, se transforment plus tard en gousses de 3 à 4 cm de long. Il y a deux à quatre graines dans chaque gousse (**Benhamou, 2017**).

Le soja est originaire de Chine et les principaux pays producteurs de cette plante sont États-Unis, Brésil et Argentine, sa récolte se fait de Septembre à Octobre (**Rasolohery, 2007**). La **Figure 1** représente une photographie du soja.



**Figure 1** : photographie de soja (A : Gousse verte, B : Fruits ouverts et vus de l'extérieur) (**Randriamamonjy, 2020**).

#### 1.2 Composition de la graine de soja

C'est une excellente source de protéines et d'acides aminés à haute valeur nutritionnelle. Elle contient près de 20% en masse de lipides et des phospholipides (**Berk et al., 1992**). Les composants les plus importants sont présentés dans le tableau I.

**Tableau I :** Composition moyenne des graines de soja entières (**Berk *et al.*, 1992**).

Composants	Graines entières sèches (%)	Graines décortiquées (%)
<b>Huiles</b>	18	20
<b>Protéines</b>	37	38
<b>Cendres</b>	5	5
<b>Phospholipides</b>	2	2
<b>Humidité</b>	11	9
<b>Glucides</b>	27	26

## 2 Huile de soja

L'huile de soja est jaune plus ou moins foncée selon la nature de la graine et le processus d'extraction. Fraiche, elle a un goût de haricot assez prononcé qui s'estompe petit à petit (**Cossut *et al.*, 2002**). Présente une valeur très important dans l'alimentation humaine car elle donne la plus grande teneur en acides gras polyinsaturés. Sa teneur élevée en acide linoléique lui donne une valeur nutritive suprême à celle des autres huiles végétales (**Kouagou *et al.*, 2019**).

### 2.1 Composition de l'huile de soja

L'huile de soja est d'une haute assimilation et digestibilité de grande qualité qui possède les vitamines A, E, K, elle est pauvre en acides gras mono-insaturés et saturés, elle fait partie des huiles les plus riches en acides gras polyinsaturés totalisant 54 à 72% des lipides totaux (**Labat, 2013**).

L'huile de soja présente des triglycérides avec au moins deux doubles liaisons dans sa chaîne carbonée, elle contient 12 à 15 % d'acides gras saturés (essentiellement palmitique) et 85-88% d'acides gras insaturés (linoléique et linolénique). Ces acides gras insaturés sont facilement oxydés, entraînant un mauvais goût, réduisant la durée de conservation des huiles



(Raynal-Ljutovac *et al.*, 2012). La composition en acides gras de l'huile de soja est présentée dans le tableau II ci-dessous :

**Tableau II:** Composition de l'huile de soja en acide gras (Román *et al.*, 2002).

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

## 2.2 Raffinage des Huiles

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

## 2.3 Différents étapes de Raffinage

### 2.3.1 Démucilagination

C'est la première étape du procédé chimique dans laquelle les phospholipides non hydratés sont convertis en phospholipides hydratés (**annexe I**), qui vont être éliminés dans la phase aqueuse, cette opération se fait sous l'action de l'acide phosphorique ou l'acide citrique à une température de 70°C (Ollivier, 2003).

### 2.3.2 Neutralisation

Lors de cette étape, les acides gras libres présents dans l'huile et qui risquent de donner un Goût désagréable et d'accélérer l'oxydation de l'huile sont éliminés. La neutralisation s'effectue par addition de soude caustique qui transforme les acides gras libres en savons appelés communément pâte de neutralisation ou « soap-stocks ». Le savon qui est insoluble dans l'huile dépose entraînant de nombreuses impuretés qui seront ensuite éliminées par centrifugation ou filtration (**annexe I**) (Vladei, 2020).

### 2.3.3 Lavage

Cette opération consiste en l'élimination de substances alcalines ainsi que certains pigments colorés et les dernières traces de métaux présents dans l'huile après neutralisation. Le lavage est plus efficace lorsqu'il est effectué en deux fois : le premier avec une solution aqueuse de NaCl à 8-10% chauffée à la température de 95°C, le second avec de l'eau chaude à 80-85°C (**annexe II**) (**Yousfi et al., 2003**).

### 2.3.4 Séchage

L'huile lavée devient humide ce qui provoque une augmentation de l'acidité. Il est donc nécessaire de procéder au séchage. Cette opération se fait dans un sécheur sous vide à une température de 85° à 90°C (**annexe II**) (**Feinberg et al., 1987**).

### 2.3.5 Décoloration

Elle sert à éliminer les pigments colorés qui confèrent à l'huile une teinte plus ou moins foncée et que la neutralisation n'a que partiellement détruits. Elle fait intervenir un phénomène chimique (oxydation, réduction) ou des méthodes physiques (agents adsorbants). Ces derniers sont généralement des terres décolorantes, charbons actifs, silices spécialisées ou une combinaison de substances (**annexe III**) (**Bouariche et al., 2017**).

### 2.3.6 Filtration

La séparation de l'huile décolorée de la terre usée s'effectue par filtration, les parois du filtre poreuses peuvent être constituées d'empilage (filtre à sable), de feutre (papier filtre), de tissage (filtre métallique) l'essentiel est qu'il existe dans la matière des pores de diamètre suffisant pour empêcher le passage des matières solides tout en permettant l'écoulement du liquide cette étape permet d'obtenir une huile limpide aux reflets brillants (**annexe IV**) (**Dongmo et al., 2017**).

### 2.3.7 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 (**Koumba, 2020**).

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 d'abaissement de la teneur en tocophérols à des niveaux plus bas et la

formation d'une quantité appréciable d'isomère transe 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 (**annexe V**) (**Parmentier et al., 2004**).

## **II Friture et stabilité de l'huile**

### **1 Friture**

La friture est l'une des plus ancienne méthodes de cuisson des aliments, elle se fait à des températures supérieures au point d'ébullition de l'eau entre 140°C-190°C, permet une déshydratation de l'eau à la surface des aliments, et la formation d'une croûte (**Gondé et Morin, 2012**).

#### **1.1 Types de fritures**

##### **1.1.1 Friture profonde**

La friture profonde, consiste en l'immersion dans un bain d'huile à des températures qui varient de 140°C à 190°C, la durée du traitement est, en un ou deux bains, séparée de une à quelques minutes (**Trystram, 2010**).

##### **1.1.2 Friture plate**

La friture se fait dans un petit volume du corps gras dont une grande surface est en contact avec l'air ce qui favorise l'oxydation thermique de l'huile. Pour éviter la formation des composés toxiques tels les oxystérols et la destruction de la vitamine A, il est conseillé d'utiliser l'huile une seule fois pour éviter la formation de composés indésirables. Les chercheurs ont montré que les températures atteintes doivent être inférieures à 180°C pendant quelques minutes au cours des fritures plates (**Graille, 2003**).

### **2 Oxydation**

C'est le rancissement de la matière grasse qui est un phénomène chimique, irréversible et évolutif, qui conduit à la perte de la qualité sensorielle (odeur, saveur, couleur) et de la qualité nutritionnelle, en raison de la dégradation partielle des acides gras indispensables et des vitamines A et E (sous la forme de son précurseur) (**Graille, 2003**).

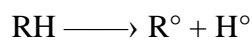
L'oxydation se produit lors du contact de l'air avec les doubles liaisons des acides gras insaturés portés par les molécules lipidiques (**Bouras, 2005**).

## 2.1 Mécanisme d'oxydation

L'oxydation des lipides est une réaction radicalaire en chaîne complexe généralement en trois étapes :

### 2.1.1 Initiation

L'initiation est une réaction lente, elle correspond à la formation des radicaux libres ( $R^\circ$ ) en présence d'un initiateur (I), les lipides insaturés (RH) perdent un atome d'hydrogène pour former un radical libre de lipide ( $R^\circ$ ). Ce mode d'initiation, favorisé par une élévation de température, peut être produit par des radiations ionisantes, des générateurs chimiques, des systèmes enzymatiques ou chimiques produisant des espèces réactives de l'oxygène, ou de traces métalliques (Villière et Genot, 2006). La réaction d'initiation est comme suite :



Réaction d'initiation de l'auto-oxydation

### 2.1.2 Propagation

La deuxième étape réactionnelle est l'étape de propagation, au cours de laquelle les radicaux alkyles précédemment formés réagissent avec l'oxygène moléculaire pour former des radicaux peroxydes ( $ROO^\circ$ ). Ces derniers réagissent à leur tour avec des acides gras et forment des hydro peroxydes ( $ROOH$ ) et de nouveaux radicaux alkyles (Villière et Genot, 2006).

### 2.1.3 Terminaison

Pendant cette phase les radicaux formés réagissent entre eux. Globalement, ce processus conduit à des hydrocarbures, des aldéhydes, des cétones, des acides, des esters, des peracides des peroxydes dans cette phase l'aliment accuse une perte de qualité nutritionnelle ou organoleptique (rancissement, changement de couleur) (Marc *et al.*, 2004).

## 3 Antioxydants

Les antioxydants sont des substances naturelles ou artificielles (synthétiques) utilisées en industrie agro-alimentaire. Ils sont capables lorsqu'ils se trouvent à faible concentration par apport au substrat oxydable de ralentir ou d'inhiber le phénomène d'oxydation (Tomovic *et al.*, 2017).

### 3.1 Mécanisme d'action des antioxydants

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente. La réduction des radicaux ou des peroxydes, la chélation des métaux de transition (**Favier, 2006**).

Selon leur mode d'action, les antioxydants sont classés en deux systèmes :

- **Système de défense primaire** : comme la catalase, le glutathion(GSH). Ces antioxydants préviennent la production des espèces réactives oxygénées (ROS) en limitant la phase d'initiation des réactions d'oxydation. « Ils agissent donc en prévention » (**Juurlink, 2001**).
- **Système de défense secondaire** : Comme exemple les tocophérols, sont capables de piéger directement les radicaux oxydants et sont ainsi des antioxydants « Briseurs » de la chaîne radicalaire bloquant ainsi les réactions de propagation (**Juurlink, 2001**).

### 3.2 Classification des antioxydants

Les antioxydants sont classés selon leur origine en antioxydants naturels ou synthétiques.

- **Antioxydants synthétiques** : Les antioxydants synthétiques sont des composés produits artificiellement et ajoutés aux aliments transformés ou préemballés pour prévenir le rancissement et le brunissement. Les antioxydants synthétiques les plus utilisés sont l'hydrox-anisobutylé (BHA), l'hydroxytoluènebutylé (BHT), la tert-Butylhydroquinone (TBHQ) (**Kolašinac et al., 2021**).
- **Antioxydants naturels** : Afin de remplacer les antioxydants synthétiques, différentes composés naturels peuvent être utilisés comme antioxydants, les antioxydants naturels sont reconnus comme élément important d'une alimentation saine, ils peuvent être soit sous forme d'extrait pur, d'un mélange de composant actifs, ou bien d'une poudre des grains, feuilles,...etc. Ces antioxydants sont produits dans les cellules vivantes pour maintenir un équilibre délicat d'oxydoréduction dans le processus de métabolisme des nutriments et de la fonction immunitaire. Ils sont subdivisés en trois grands groupes tels que, les composés phénoliques (principalement les acides phénolique, les flavonoïdes, les tanins), les vitamines et les caroténoïdes (**Kolašinac et al., 2021**).

### III Noyau de dattes

#### 1 Généralité sur le palmier dattier

*Phoenix dactylifera L* du mot «*phoenix*» qui signifie palmier dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec «*dactulos*» signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Mimouni, 2015). Il a une grande importance économique pour beaucoup de pays aride et chauds, il est considéré comme la composante principale de l'écosystème oasien (Guettouchi et Ykhlef, 2017). La classification du palmier dattier est représentée dans le Tableau III.

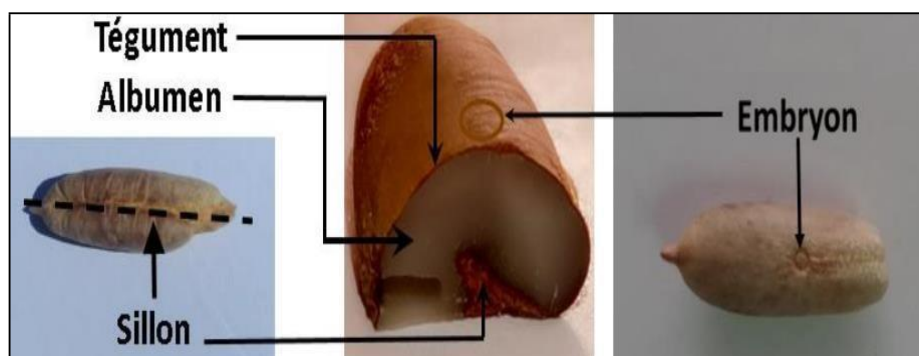
Tableau III : Place du palmier dattier dans le règne végétal (Benmehdi *et al.*, 2019).

Groupe	<i>Spadiciflores.</i>
Ordre	<i>Palmale</i>
Famille	<i>Palmaçée</i>
Sous famille	<i>Coryfoïdées</i>
Tribu	<i>Phoenicees</i>
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Dactylifera L</i>

#### 2 Description du noyau de datte

Le noyau de datte (ou graine) est de forme allongée et de grosseur variable. Son poids moyen est d'environ un gramme, il représente 7 à 30% du poids de la datte. Le noyau de datte, enveloppé dans l'endocarpe membraneux, est constitué d'un albumen corné d'une consistance dure protège par une enveloppe cellulosique (Ben-Abbes, 2018).

La présentation morphologie de noyau de datte est représentée dans la **Figure 2**



**Figure 2** : Présentation morphologique du noyau de datte (**Benmehdi et al., 2019**).

## 2.1 Composition biochimique des noyaux de dattes

Le noyau de datte est riche en sucres, en minéraux en particulier le fer, en lipide et en protéines, les acides gras présent dans le noyau de datte sont l'acide oléique, palmitique, l'aurique, linoléique, mis en évidence dans l'huile extraite des graines (**Ben-Abbes, 2018**). Le tableau suivant présent les principaux constituants des noyaux de datte.

**Tableau IV** : Principaux constituants des noyaux de dattes (**Harrak et Boujnah, 2012**).

Composition	Teneur
Sucres (%)	52,60-88,60
Fibres alimentaire (%)	3,57-10,90
Protéines (%)	1,10-2,60
Matières grasse (%)	0,10-1,40
Cendres (%)	0,90-1,80
Humidité (%)	03,01 à 07, 01
Polyphénols ( mg EAG/100)	3,10-4,43

# *Matériel et méthodes*



## I Présentation du complexe CEVITAL Spa

### 1 Historique

Créé en Mai 1998, CEVITAL (abréviation de l'expression " c'est vital ", avec sa phonétique), est le leader du secteur agroalimentaire en Algérie. Société par actions au capital privé de 400 milliards de DA. Elle regroupe plusieurs unités de production : une raffinerie d'huile, une raffinerie de sucre, une margarinerie, une unité de conditionnement d'eau minérale, une unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraichissantes sans alcool, une conserverie, des silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire (Arkam et Kadi, 2016).

### 2 Implantation

Le complexe CEVITAL est situé au niveau du port de Bejaïa, à 3 km sud-ouest de cette ville, à 280 km d'Alger.



**Figure 3 :** Situation géographique du complexe CEVITAL (Cevital spa, 2014).

### 3 Missions

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

- La raffinerie d'huile d'une capacité de production de 1800 tonnes/jour.
- La raffinerie de sucre d'une capacité de production de 1600 tonnes/jour.
- La margarinerie d'une capacité de production de 600 tonnes/jour.

- Fabrication de l'emballage et des bouchons.

CEVITAL dispose aussi de silos portuaires de céréales, sucre blanc et sucre roux d'une capacité de 182000 tonnes (Anis et Lyes, 2022).

#### 4 Présentation de la raffinerie d'huile

La raffinerie du complexe CEVITAL est entièrement automatisée, c'est l'une des plus modernes au monde, elle comprend un équipement de raffinage INSOFT, composé de deux chaînes de raffinage A et B d'une capacité de production très importante (800 tonnes /jour), et une autre chaîne C, la 1000 tonne (Cevital spa, 2014).

## II Matériel végétal

### 1 Choix de la variété de noyau de datte

Les noyaux étudiés proviennent des dattes de la variété **Mech-degla** Algérienne localisée au sud de la wilaya d'Ouargla. Les échantillons sont achetés au niveau du marché de la wilaya de Bejaia. Durant la période hivernal de l'année 2021. Les dattes ainsi les noyaux obtenus sont présentés dans la photo de la Figure 4



**Figure 4:** Photographie des dattes et noyaux de dattes

### 2 Description de la variété

La datte **Mech-Degla** est de forme stub-cylindrique légèrement rétrécit à l'une de ses extrémités, teintés d'un marron peu prononcé. A maturité, la datte est plutôt beige claire, l'épiderme est ridé, peu brillant et cassant. Le mésocarpe est plus charnu de consistance séchée de texture fibreuse (Ben-Abbes, 2018).

### 3 Préparation des noyaux de dattes

Les noyaux de dattes ont été séparés de la pulpe, à la main, lavés à l'eau distillée, puis séchés dans une étuve à 40 C° pendant 24 heures. Une fois séchées les noyaux ont été broyés à l'aide d'un broyeur à meules à fin d'avoir des petits fragments puis broyés à l'aide d'un broyeur électrique et tamisée pour obtenir une poudre fine < 250µm. La poudre obtenue est représentée dans la photo de la Figure 5



**Figure 5 :** Poudre du noyau de datte

### 4 Choix de l'huile

Le choix de l'huile est basé sur la qualité nutritionnelle, stabilité, qualité gustative et prix ; plus la proportion acide gras poly-insaturé (d'AGPI) est importante, plus l'huile est intéressante sur le plan nutritionnel mais plus elle se dégradera vite (**Boushah, 2020**) Pour cette étude nous avons utilisé de l'huile de soja raffinée, ce choix c'est fait par rapport à sa composition en acide gras polyinsaturés, ainsi que sa richesse en acide linoléique (18:3 n-3) en plus de l'acide linoléique (18 :2 n-2).

### 5 Choix de l'aliment

Notre friture a été réalisée avec la pomme de terre pour les raisons suivantes :

- Grande utilisation domestique et collective ;
- Composition simple riche en glucides (majoritaire en amidon) et faible teneur en protéines et lipides ;
- Le prix et la disponibilité sur le marché nationale.

### III Méthodes

#### 1 Extraction des composés phénoliques totaux (CPT)

Pour extraire les composés phénoliques des noyaux de dattes, nous avons opté pour une extraction par macération à une température ambiante et par épuisement. Dix g de poudre sont macérées dans 100ml d'éthanol 70%, à une température ambiante pendant 2h sous agitation. Le mélange est filtré à l'aide d'un papier filtre whatman n°1 diamètre 45mm. Les résidus récupérés ont subi une deuxième et une troisième extraction avec 50ml d'éthanol 70% pendant 1 heure sous agitation. Les trois filtrats sont rassemblés et le solvant est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif du type BUSHI (SWITZERLAND). L'extrait des noyaux de dattes récupéré est ensuite lyophilisé et conservé dans un petit flacon en verre fumé jusqu'à son utilisation (Gerard, 2002).

#### 2 Enrichissement de l'huile de soja

L'enrichissement de l'huile est effectué en utilisant trois concentrations différentes de l'extrait de noyau de datte [D1], [D2] et [D3] [ $D1 < D2 < D3$ ]. Une concentration de l'extrait lyophilisé du noyau de datte est ajouté à 500 ml de l'huile de soja, mélangée à l'aide d'un mélangeur a haut cisaillement de type High Shear (annexe VI) pendant 5 minute à 3000 tours/5min, pour une dissolution complète et la libération des composés bioactifs de l'extrait phénolique.(Cevital).

#### 3 Procédure de friture

Nous avons réalisé deux séries de friture une série avec frite (la pomme de terre coupée de sorte à avoir les mêmes dimensions) et l'autre sans frite avant et après l'ajout de l'extraits de noyaux de datte

##### ➤ La première friture sans aliment

Nous avons chauffé 1kg d'huile dans une friteuse pendant 5 min à une température de 160 à 180 C°, mesurée par un thermomètre. Après refroidissement un volume de 50ml est prélevé dans un flacon opaque et mit à l'obscurité et au froid dans l'attente des analyses. Les prélèvements se font à la 1<sup>ère</sup>, 5<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 15<sup>ème</sup>, 16<sup>ème</sup>, 17<sup>ème</sup> et 18<sup>ème</sup> friture.

La **Figure 6** représente les échantillons d'huiles prélevés



**Figure 6 :** Photographie des échantillons d'huile prélevés après fritures sans aliments

### ➤ **La deuxième friture avec aliment**

1kg d'huile a été chauffé dans une friteuse à une température de 160 à 180C° puis 100g de pomme de terre ont été introduites dans cette huile, la pomme de terre a été laissée cuir pendant 5 min, ensuite la friture a été arrêtée et les frites sont enlevées, après refroidissement prélèvement d'un volume de 50ml dans un flacon opaque. L'huile a été pesée pour déterminer la quantité de frite de sorte à avoir un rapport quantité de l'huile sur la quantité de frite égale 100g / 1 kg. Ensuite une succession de friture a été poursuivie à la deuxième jusqu'à la 18<sup>eme</sup> friture.

Les paramètres organoleptiques de l'huile au cours des fritures et des frites sont notés, à savoir la couleur des frites, apparition de fumée, odeur du bain d'huile et projection d'huile.

## 4 Test de l'oxydation accélérée

Ce test est très utilisé pour évaluer la stabilité oxydative des matières grasses. La spécification de TIR (Temps d'Induction au test Rancimat, exprimé en heures) correspond au temps pendant lequel la matière grasse a résisté à un stress oxydatif (**Annexe VII**).

Le principe du test consiste à vieillir prématurément les matières grasses par décomposition thermique à 98°C, sous un bullage intensif d'air. Les acides organiques, produits de dégradation de cette oxydation poussée, sont entraînés par un courant d'air et recueillis dans une cellule de mesure remplie d'eau distillée. Le temps d'induction est déterminé par conductimètre et correspond au TIR (**Bouhadjra, 2011**).

La mesure de l'accélération oxydatif est réalisée en prélevant 3 échantillons de l'huile de soja référence (non enrichie avec la vitamine E) d'un volume de 1L. Trois quantités différentes de l'extrait phénolique D1, D2, D3 sont pesées et additionnées pour chaque 1L de l'huile non enrichit déjà pesé. Les mélanges huiles extrait phénoliques ont subis une agitation avec un mélangeur à haut cisaillement à 3000tr /min. Les 3 mélanges sont récupérés, ensuit pour chaque mélanges une quantité de 3g est pesée dans les tube de l'appareil, enfin l'ajout de 13g de L'huile de soja non enrichie dans le 4éme tube et lancement l'appareil.

## 5 Détermination des paramètres physico- chimiques

### 5.1 Activité anti-radicalaire de l'huile contre le radical DPPH

La méthode est basée sur la capacité d'une huile à réduire le radical DPPH qui est de couleur violette en solution vers une couleur jaunâtre (après réduction), lorsque son électron célibataire est apparié avec un hydrogène provenant d'un antioxydant. L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la concentration d'antioxydant et au temps de la réaction (**Hebi et Eddouks, 2016**).

L'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile est estimée selon la méthode décrite par **Ramadan et Moersel, (2006)**. Un volume de 3,9 ml de la solution DPPH qui a été préparé dans le chloroforme (10<sup>-4</sup>) est additionné de 0,1 ml de solution diluée dans le chloroforme à une concentration de (0,6 M). Le mélange est agité pendant 10 secondes au vortex, ensuite mis à l'obscurité pendant 60min. L'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 515 nm.

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule suivante

$$I (\%) = (Ac - Ae / Ac).100$$

**I%** : pourcentage d'inhibition.

**Ac** : absorbance de contrôle.

**Ae** : absorbance de l'échantillon.

## 5.2 Mesure des composés polaires totaux

Le pourcentage des composés polaires (PCP) est défini comme étant le pourcentage en poids de composés d'altération néoformés au cours du chauffage des huiles de fritures ; ils sont représentés principalement par les monomères de triacylglycérols oxydés (TGMOX) et des polymères de triacylglycérols (TGPOX). Ces produits, souvent toxiques, affectent l'état nutritionnel du consommateur (Guillen et Uriarte, 2011).

Dans notre étude, l'analyse des composés polaires totaux (PCP) dans l'huile fraîche et dans les huiles des différents bains été réalisé à l'aide d'un appareil de marque « OPTIFRY ». Le fonctionnement de cet appareil se fait comme suit : les hantillons d'huile sont chauffés à une température de 40°C, ensuite plongés le capteur de l'appareil dans l'huile chaude de telle sorte que les trous d'aération de l'appareil soient complètement couverts d'huile, le testeur est tenu dans l'huile à un angle d'environ 45° afin que l'air puisse s'échapper, le pourcentage en composés polaires totaux est affiché puis noté à la stabilisation de la température qui s'affiche en parallèle (environs 5 secondes).

## 5.3 Détermination de la couleur

### ✓ Principe

La détermination de la couleur est effectuée par un colorimètre électronique « Lovibond ». Cette méthode consiste à faire une comparaison entre la couleur de la lumière transmise à travers une certaine couche d'huile et la couleur de la lumière provenant toujours de la même source transmise à travers les lames colorées standardisées.

✓ **Mode opératoire**

Pour déterminer la couleur nous avons versé l'échantillon à analyser dans une cellule (1 pouce) les résultats apparaissent directement sur l'écran de l'appareille.

✓ **Expression des résultats**

Détermination de la couleur de l'échantillon consiste à lire sur la planche les valeurs de rouge et jaune.



## *Résultats et discussion*

## IV Résultats et Discussion

### 1 Résistance à l'oxydation accélérée

L'oxydation des huiles est bien connue comme un problème de la protection des produits dans l'industrie agroalimentaire et selon **Hidalgo et al., (2006)**, elle tend à réduire la durée de conservation du produit, sa qualité nutritionnelle et fonctionnelle. Pour estimer la stabilité ou la susceptibilité de l'huile de soja à l'oxydation, les échantillons d'huiles enrichies et l'huile témoin ont été soumis à un test d'oxydation accéléré sous des conditions standardisées. Ce test est un paramètre important pour l'évaluation de la qualité des huiles.

Les temps d'induction obtenus par le test Rancimat des huiles, exprimé en heures correspondant au temps pendant lequel l'huile végétale a résisté à un stress oxydatif, sont présentés dans le **tableau V**.

**Tableau V : Résultats du test de Rancimat des huiles**

Huile de soja	Huile fraiche	Huile enrichie D1	Huile enrichie D2	Huile enrichie D3
Temps d'induction (heures)	13h30min	13h36min	13h41min	13h35min

Ce test renseigne sur la résistance ou la sensibilité de l'huile analysée : plus cette huile possède un temps d'induction élevé, plus celle-ci est dite résistante.

On a enregistré un temps d'induction minimale de 13h30min pour l'huile fraiche (sans enrichissement) et un temps d'induction de 13h35min pour l'huile enrichie à la concentration D3, un temps d'induction de 13h36 pour l'huile enrichie a la concentration D1 et un temps maximale de 13h41min pour l'huile enrichie à la concentration D2.

Selon **Bouaziz et al. (2008)**, huile d'olive raffinée enrichie avec l'extrait phénolique de feuilles d'olivier à 400 ppm, a donné un gain de 46,9% du temps d'induction par rapport à l'huile témoin (non enrichie). Ce dernier est supérieur au gain précédemment obtenu par l'huile de soja enrichie D1, D2 et D3 d'extrait de noyau de datte qui est de 32,36% de plus que l'huile témoin, en comparant à nos résultats obtenues. Nous avons noté un gain dans le temps d'induction par rapport au témoin de 16.66%, 26.82% et 14.28 % pour les huiles enrichies D1, D2 et D3 respectivement.

## 2 Activité anti-radicalaire DPPH des huiles

L'activité antioxydant est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH

**Tableau VI : Résultats de l'activité anti-radicalaire DPPH**

L'activité antioxydant	Huile fraîche	Huile enrichie D1	Huile enrichie D2	Huile enrichie D3
en pourcentage %	75%	86 %	91 %	83 %

Les résultats montrent que les trois échantillons de l'huile enrichie à : D1, D2 et D3 par l'extrait de noyau de datte ont marqué des pourcentages d'inhibition supérieurs à celui de l'huile témoin (75 %) ce qui témoigne de l'effet positive de l'enrichissement de l'huile par l'extrait de noyau de datte qui est donc doué d'une bonne capacité anti radicalaire. Cependant l'huile enrichie D2 présente la meilleure activité anti-radicalaire avec un pourcentage de 91%. Plus la valeur de pourcentage est grand plus la capacité antioxydants est importante, c'est pourquoi nous avons pris les deux grandes valeurs (86% D1 et 91% D2) pour réaliser les fritures et continuer notre étude.

## 3 Paramètres organoleptiques des huiles de friture

Au cours des fritures répétées l'huile subit des altérations au niveau des caractéristiques physicochimiques mais aussi une détérioration des aspects organoleptiques. Selon **Grand-girard (1992)**, l'altération des huiles au cours des fritures répétées se manifeste par la détérioration de leur qualité organoleptique, telles que la couleur, l'odeur, la mousse, etc.

Les observations organoleptiques des bains de friture et des frites sont représentées dans le **tableau III** :

**Tableau III** : Observations notées lors des fritures de l'huile avec aliment

Huile /Paramètres		Nombre de fritures						
		F1	F5	F10	F15	F16	F17	F18
HT	Couleur frites	Jaune	Jaune	Moins claire	Moins claire	Brune	Brune	Très brune
	Fumée	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	C	C	P	P+	P++	P+++	P+++
	projection d'huile	-	-	-	-	+	++	++
HED 1	Couleur frites	Jaune	jaune	jaune	Jaune	Jaune	Brune	Brune
	Fumée	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	C	C	C	P	P +	P +	P +
	projection d'huile	-	-	-	-	+	+	++
HED 2	Couleur frites	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Brune	Brune
	Fumée	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	C	C	C	P	P +	P +	P +
	Projection d'huile	-	-	-	+	+	++	++

**F** : Friture

**HT** : huile témoin (non enrichie)

**HED1** : Huile enrichit à la concentration D1

**HED2** : Huile enrichit à la concentration D2

**C** : caractéristique

**P** : piquant

**P+** : Désagréable

Pour la fumée on observe qu'il n'a aucun dégagement de cette dernière durant la friture des trois échantillons différents.

On observe une projection d'huile dès la 10<sup>ème</sup> friture pour l'huile témoins qui augmente tout au long des fritures suivantes tandis que pour l'huile à concentration D1 et D2 on observe une projection légère dès la 15<sup>ème</sup> friture qui augmente petit à petit au cours des fritures suivantes.

Pour la couleur des frites de l'huile témoins elles sont de couleur jaune clair jusqu'à la 10<sup>ème</sup> friture elle commence à devenir plus foncés avec apparition de la couleur brune dès la 16<sup>ème</sup> friture pour l'huile enrichit à la concentration D1 et D2 les frites sont de couleur jaune clair jusqu'à la 17<sup>ème</sup> friture elle commence à gagner une certain couleur brune.

Pour l'odeur de l'huile témoins elle commence à devenir piquante dès la 10<sup>ème</sup> friture et désagréable dès les 15<sup>ème</sup> fritures pour devenir trop désagréable à la 18<sup>ème</sup> friture cependant pour l'huile enrichit a la concentration D1 et D2 elle devient légèrement piquante dès la 15<sup>ème</sup> friture.

En comparant les résultats, on remarque que la détérioration de l'huile enrichie et plus lente par rapport à l'huile non enrichie qui est du probablement à l'ajout de l'extrait phénolique du noyau de datte qui a fait en sort de retarder l'oxydation de l'huile. Ce qui nous emmène à dire que les composés phénoliques du noyau de date de type **Mech-Degla** ont un effet ralentissant sur l'oxydation de l'huile.

L'altération de l'aspect organoleptique indique une détérioration du profil des critères physico-chimiques, conséquence du déroulement des réactions thermo-oxydatives. Le contenu en composés phénoliques, diminue selon le nombre de fritures ; ses composés mineurs sont extrêmement sensibles à la lumière et à la chaleur (**Sadoudi , 2014**).

## 4 Les paramètres physico- chimiques

### 4.1 composés polaires totaux

La détermination des composés polaires totaux (CPT) dans l'huile de friture fournit la mesure la plus fiable de l'ampleur de la dégradation oxydative (**Andrian et al., 1998**). Les huiles de fritures sont considérées comme dangereuses pour la santé humaine lorsque le pourcentage en TPC atteint 25% en poids. Pour certaines réglementations européennes, une huile de friture dépassant 25% de TPC doit être renouvelée (Folarin-Ottun, 2018).

Les résultats de la mesure des composés polaires sont représentés dans le tableau VIII.

**Tableau VIII : Résultats des taux des composés polaires**

Huiles	Composés Polaires (%)						
	F1	F5	F10	F15	F16	F17	F18
Huiles non enrichie sans frites	1,5	5	5,8	7,8	9,3	10,5	11,7
Huile non enrichie avec frites	2,2	5,7	7,6	13,8	14,2	15,4	16,9
<b>Fritures sans frites</b>							
Huile enrichie D1	0	0	1,1	2,7	9,3	3,9	3,9
Huile enrichie D2	0	0	0	3,3	2,3	3,9	3,9
<b>Fritures avec frites</b>							
Huile enrichie D1	0,7	3,1	7	12,4	13,6	14,8	14,8
Huile enrichie D2	0	3,5	7,8	9,7	10,1	11,3	12,4

F : friture

D’après nos résultats, le pourcentage en composés polaires des huiles de fritures augmente avec l’augmentation du nombre de friture

Cette augmentation serait due à l’oxydation et à la polymérisation des triglycérides naturellement non polaires, affectés par l’oxygène et la chaleur induisant la formation de composés de polarité plus élevée, comme les AGL, les mono- et diglycérides, aldéhydes, cétones, polymères, composés cycliques et aromatiques (Guillene et Uriarte, 2012).

Pour l'huile non enrichie on a enregistré l'apparition des composés polaires dès la 1<sup>ère</sup> friture de 1.5% qui augment au fur à mesure avec l'augmentation du nombre de friture pour atteindre 11.7% à la 18<sup>ème</sup> friture pour la friture sans frites. Une augmentation aussi des composés polaires dès la première friture de 2.2% qui augmente jusqu'à atteindre 16,9% pour la 18<sup>ème</sup> friture pour la friture avec aliments

Pour l'huile enrichie, friture sans frite à D1 aucune apparition n'a été enregistrée des composés polaires durant les premières fritures. Ces composés commencent à apparaître à partir de la 10<sup>ème</sup> friture avec une valeur de 1.1% qui augmente au cours des fritures pour atteindre une valeur de 3.9 pour la 18<sup>ème</sup>. Pour la friture avec aliments on a enregistré une apparition dès la 1<sup>ère</sup> friture avec une valeur de 0.7% qui augmente pour atteindre une valeur de 14.8% à la 18<sup>ème</sup> friture.

Pour l'huile enrichie à D2, aucune apparition des composés polaire n'est notée au cours des premières fritures jusqu'à la F15 où nous avons enregistré une valeur de 3.3% qui augmente avec l'augmentation des fritures pour atteindre la valeur de 3.9 % à la F18 pour la friture sans aliment. L'apparition des composés polaires débute dès la 5<sup>ème</sup> friture pour atteindre une valeur de 12.4 à la 18<sup>ème</sup> friture.

En comparant les résultats on constate que l'apparition des composés polaires est mieux retardée dans l'huile enrichie D2. Cette baisse en teneur des composés polaires pour l'huile enrichie par rapport à l'huile non enrichie est due à la présence des composés phénoliques du noyau de datte. Ces résultats sont en dessous de la valeur limite maximale signalée par la réglementation internationale (25%). Ce qui implique que toutes les valeurs obtenues dans cette étude sont conformes à la norme.

De nombreux facteurs affectent la stabilité d'une huile utilisée pour la friture. Le croustillant et le goût des frites sont le résultat d'une variété de réactions chimiques et physiques qui se produisent tout au long de la friture. Parmi ces réactions certaines sont hydrolytiques, et conduisent au contact de la vapeur d'eau, à la formation des acides libres, monoglycérides, diglycérides et de glycérol, qui sont des composés polaires indésirables issus de l'oxydation des acides gras. Ce phénomène est particulièrement marqué dans les bains de pré-cuisson de pommes frites où l'apport en eau est important. Ces composés sont très sensibles aux réactions de polymérisation et d'oxydation (**Combe et Rossignol, 2010 ; Richard, 2011**).

Selon la législation de différents pays, une huile contenant entre 24% et 30% de composés polaires est impropre à la consommation, elle est d'odeur désagréable, altère le bon goût des aliments, devient indigeste et doit être remplacée. Au-delà de 30%, l'huile devient cancérogène (Delagoutte, 2007 ; Rossell, 2001).

Durant la friture avec aliment l'eau libérée par les aliments, réagit avec les constituants de l'huile et libère des composés polaires plus susceptibles à l'oxydation et à la détérioration thermique induisant leur accumulation dans les bains de friture (Varela *et al.*, 1988).

Selon les résultats obtenus par (Kalantzakis et Blekas, 2006). les teneurs en CPT sont plus élevées dans l'huile d'olive témoin et augmentent en fonction de temps de friture pour atteindre un pourcentage de 28,9% après 10 heures de friture. Par contre un pourcentage de 27,2% a été enregistré pour l'huile d'olive raffinée enrichie avec l'extrait de *Salvia fruticosa* pour la même durée de friture (10h).

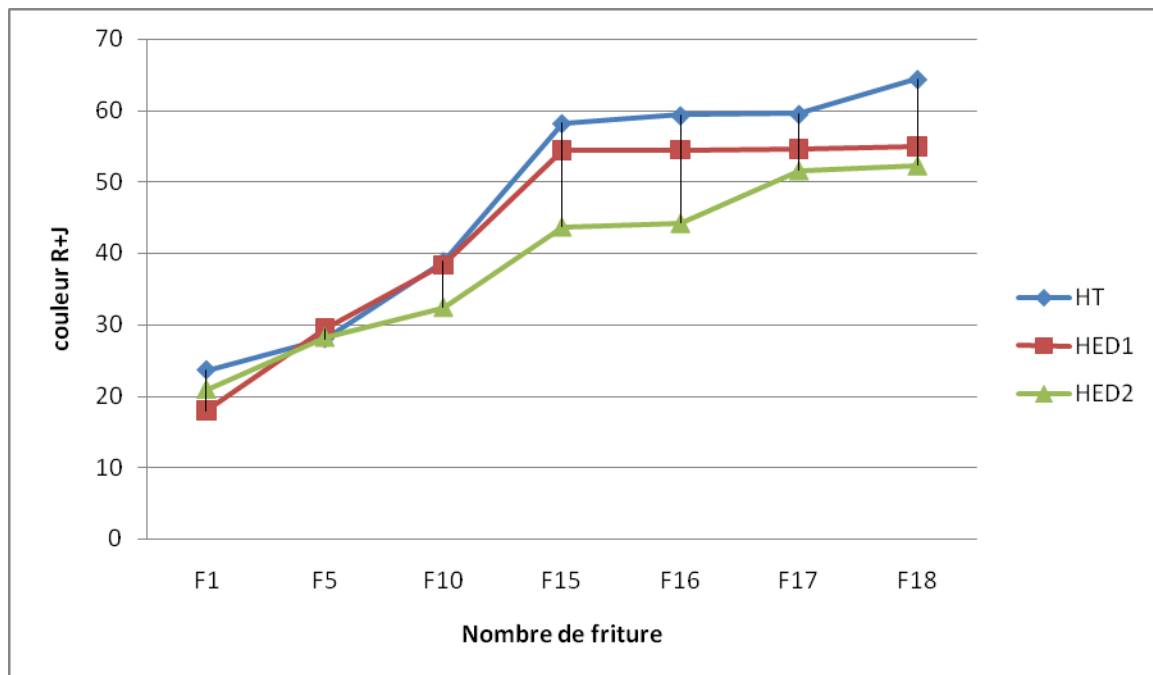
Les composés polaires totaux jouent un rôle important dans l'activité antioxydante de l'huile comme piègeur de l'oxygène actif (Chimi *et al.*, 1990). Grâce à la stabilité apportée par leur cycle aromatique, les polyphénols bloquent les radicaux lipidiques par transfert d'un proton H<sup>+</sup> sur ces derniers, ainsi, ils les rendent moins actifs, ce qui diminue la propagation de la réaction d'oxydation (Cuvelier et Maillard , 2012). Ceci pourrait expliquer les résultats enregistrés dans la présente étude sur l'effet de l'extrait phénolique de noyau de datte a amélioré la stabilité et retardé le rancissement oxydative de l'huile après plusieurs friture et prolonger ainsi sa durée de vie.

## 4.2 La couleur

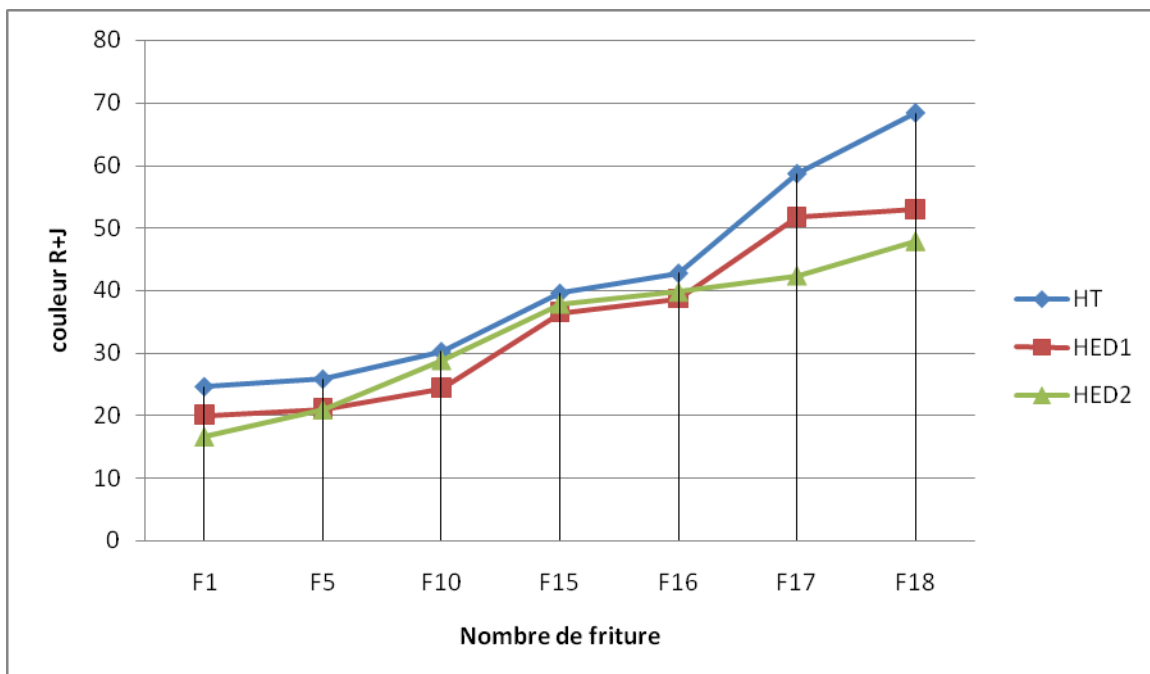
L'altération des huiles se traduit généralement par une intensification de leur couleur d'origine. Les résultats que nous avons obtenus, représentés dans les figures suivantes 5 et 6 montrent que le nombre d'unités jaune et rouge augmente significativement en fonction du nombre de fritures.

Les résultats de l'analyse de la couleur sont illustrés dans les figures (7 et 8)





**Figure 7 :** Evolution de la couleur de l’huile témoin HT et les huiles enrichies D1 et D2 au cours du chauffage à 180C° sans aliment.



**Figure 8 :** Evolution de la couleur de l’huile témoin HT et des huiles enrichies D1 et D2 au cours du chauffage à 180C° avec aliment

L'analyse des graphes montre que l'intensité de la couleur augmente avec l'augmentation du nombre de fritures que ce soit pour la friture sans aliments ou la friture avec aliment, la valeur minimale est de 16.6 pour l'huile enrichie D2 et la valeur maximale est de 59.6 pour l'huile non enrichie.

Pour l'huile témoins on a enregistré une valeur minimale de 23.6 pour la friture sans aliment qui augmente avec l'augmentation du nombre de friture pour atteindre une valeur maximale de 64.4 et une valeur minimale de 24.2 pour la friture avec aliment qui augment jusqu' à 65.3 à la 18<sup>ème</sup> friture.

Pour l'huile enrichie à D1 on a enregistré une valeur minimale de 17.9 qui augmente pour atteindre une valeur maximale 54.9 à la 18<sup>ème</sup> friture concernant la friture sans aliment. Une valeur minimale est notée pour la 1<sup>ère</sup> friture de 20 qui augment au cours des fritures pour atteindre 52.9 à la F18 concernant la friture avec aliments. Pour l'huile enrichie à D2 la valeur minimale pour la friture sans aliment est de 20.9 avec un maximum de 47.8 pour la F18 tandis que pour la friture avec aliment la valeur minimale est de 16.6 qui augmente pour atteindre 49.8 à la 18<sup>ème</sup> friture.

En comparant l'augmentation de l'intensité entre l'huile témoin et l'huile enrichie on constat que l'augmentation est plus importante chez l'huile témoin que l'huile enrichie et que la couleur de l'huile est plus conservée pour l'huile D2.

L'intensification de la couleur des huiles alimentaires s'explique généralement par leur altération, le changement de leur couleur s'explique par un changement de leur composition soit par formation de polymères lors des réactions de polymérisation des produits d'oxydation, ou encore par co-oxydation des pigments. Ces réactions sont étroitement liées à la variation de la température (**Barrera-Arellano et al., 1997**). En plus de l'oxydation, la couleur change en générale au cours des fritures et elle est très influencée par la nature de l'aliment à frire (**Perrin, 1992**). Cette augmentation pourrait être expliquée par la présence de polymères thermo-oxydés qui résultent du brunissement de l'huile de friture et aussi la dégradation des substances colorantes naturellement présentes dans l'huile (**Pokorny, 2003**).

# *Conclusion*

## **Conclusion**

L'objectif principal de cette étude est l'enrichissement de l'huile de soja raffiné avec l'antioxydant extrait du noyau de datte de la variété **mech-degla** dans le but de conférer une meilleure stabilité à l'huile au cours des fritures successives en la protégeant des détériorations oxydatives dues au traitement thermique.

Un test d'évaluation de la stabilité oxydatif au Rancimat a été établi pour déterminer le temps auquel la matière grasse résiste à un stress oxydatif pour l'huile enrichie et non enrichie qui indique que l'huile enrichie D2 résiste le plus avec un temps d'induction de 13h41 min contre un temps d'induction de 13h 30min pour l'huile de soja témoin.

Une succession de fritures de l'ordre de 18 a été réalisée pour l'huile enrichie et non enrichie avec friture avec et sans aliment à une température de 180°C pendant 5 min. Un test organoleptique est réalisé par observation des changements au cours des fritures concernant la couleur du bain d'huile et des frites, la projection de l'huile, l'odeur et l'apparition de fumée. Les résultats de ce test indiquent que ses paramètres sont plus préservés lorsqu'on utilise l'huile enrichie au noyau de datte comparée au témoin avec une meilleure conservation à la concentration D2.

Une mesure du changement de la couleur de l'huile de friture a été réalisée avec un colorimètre "Lovibond" qui révèle que l'intensité de la couleur augmente avec le nombre de friture, et que cette augmentation est moindre en utilisant l'huile enrichie D1. Le test montre que la couleur est aussi influencée par la présence de l'aliment.

Une mesure de la teneur en composés polaires avec le testeur OPTIFRY a révélé que la teneur en ces composés augmente avec l'augmentation du nombre de friture, et est influencée par la présence de l'aliment. Les résultats montrent que la teneur en composés polaires est plus faible dans les huiles enrichies comparé au témoin dont les valeurs sont entre 0 et 16,9 et que la concentration D2 serait plus adéquate.

Afin de compléter cette étude, il serait intéressant et judicieux de :

- Effectuer un test de toxicité de l'huile de friture ;

- Fractionner l'extrait phénolique pour avoir un extrait brut et permettre une meilleure rentabilité ;
- Etudier l'influence des temps les plus longues de friture avec le nombre le plus max de friture ;
- Réaliser des fritures avec d'autres aliments.

# *Références bibliographiques*

## A

**Achat S. (2013, November).** Polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques.

**Anis H. et G. Lyes (2022).** "Analyse des déterminants de la stratégie de diversification de Cevital agro-industrie Analysis of the déterminants of diversification strategy of Cevital agro-industrie." Journal d'études en économie et Management.

**Arkam D. et Y. Kadi (2016).** Méthodes Mathématiques de la Gestion de Stocks Entreprise CeVital, Université abderrahmane mira béjaia.

## B

**Babbar N., Oberoi H., Sandhu S. et Bhargav H. (2012).** 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.

**Bouaziz M., Fki I., Jemai, H., Ayadi M. et Sayadi S. (2008).** Effect of storage on refined and husk olive oils composition: Stabilization by addition of natural antioxidants from Chemlali olive leaves. Food Chemistry.

**Ben Abbes F. (2018).** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. ». Setif: université Ferhat Abbas, p79.

**Benmehdi E., Mebarki R. et Boulal A. (2019).** Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar. Mémoire de master en Génie chimique, Université Ahmed Draïa-Adrar, 86p.

**Boujnah M. et Harrak H. (2012).** Valorisation technologique des dattes au Maroc. INRA Edition: 1–160.

**Bouras D.A. (2005).** Les constituants chimiques. In: Biochimie alimentaire. Ed. Office des publications universitaires, p36-72.

**Berk Z., Marcondes Borge J., Pena, S., Alvarez Arancedo M., Spagnolo, R., et Wilmart A. (1992).** Technology of production of edible flours and protein products from soybeans. Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja (No. FAO ASB-97) FAO, Roma (Italia).

**Benhamou K. (2017).** Évaluation de la qualité des huiles de bains de fritures des fastfoods de la ville d'Azeffoune, Université Mouloud Mammeri.

**Bouariche Z., Bourachouche K., et Boudei A. (2017).** Caractérisation Physico-chimique des huiles végétales alimentaires (Doctoral dissertation, Université Abderrahmane Mira).

**Boushah A. (2020).** "détection de la dégradation de matériaux organiques et biologiques. 1. quantification d'électrophiles lipidiques par sonde fluorescente. 2. développement d'indicateur colorimétrique irréversible de température critique."



**Barrera-Arellanoi D., Marquez-Ruiz G. et Dobarganes M.O. (1997).** A simple procedure to evaluate the performance of fats and oils at frying temperatures. *Grasasy Aceites*.vol.48, n°4, 231-235.

**Bouhadjra K. (2011).** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, UMMTO.

## C

**Cillard J. et Cillard P. (2006).** Mécanismes de la peroxydation lipidique et des antioxydations. *Oleagineux, corps gras, lipides*, 13(1), 24-29.

**Cuvelier M. E. et Maillard M. N. (2012).** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 19(2), 125-132.

**Cossut J., Humbert S., Defrenne b., Roelstraete L., Desmedt ., Vanuxeem M. et Vidal d .(2002).** Les Corps Gras: Entre Tradition et Modernité. Projet réalisé dans le cadre du DESS QUALIMAPA. [En ligne]. Lille: Université des sciences et technologies de Lille, p111.

**Combe N. et Rossignol-Castera A. (2010).** Huiles végétales et friture. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45(6), S44-S51

## D

**Dongmo G. Z., Djeugap J. F., Fenohi N., Kenfack N. D., Takuete R., et Teguefouet P. (2017).** Contribution à l'identification des champignons de post-récolte associés aux amandes de *Ricinodendron heudelotii* et *Garcinia kola* collectées dans les Hauts Plateaux de l'Ouest Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(4), 1840-1850.

**Delagoutte J. P. (2007).** 132 L'ostéotomie tarsienne dans le traitement des séquelles des déformations en varus du pied. À propos de 12 cas. *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de l'appareil moteur*, P 93.

## **F**

**Favier A. (2006).** Stress oxydant et pathologies humaines. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, P 390–396.

**Feinberg M., Favier J. C., et Ireland-Ripert J. (1987).** Répertoire général des aliments: Table de composition des corps gras. INRA (Institut national de la recherche agronomique).

## **G**

**Gondé P. et O. Morin (2012).** "Optimisation du choix de l'huile en friture industrielle: l'exemple Mc Cain." *Oléagineux, Corps gras, Lipides* P 96-100.

**Graille J. (2003).** *Lipides et corps gras alimentaires*, Lavoisier Tec et Doc.

## **H**

**Hebi M. et M. Eddouks (2016).** "Évaluation de l'activité antioxydante de *Stevia rebaudiana*." *Phytothérapie*, P 17-22.

**Hidalgo S. (2006).** Les interactions entre magmas calco-alcalins" classiques" et adakitiques: exemple du complexe volcanique Atacazo-Ninahuilca (Equateur) (Doctoral dissertation, Clermont-Ferrand 2).

## **J**

**Juurlink B. H. (2001).** "Therapeutic potential of dietary phase 2 enzyme inducers in ameliorating diseases that have an underlying inflammatory component." Canadian journal of physiology and pharmacology, P 266-282.

## **K**

**Kouagou D. B., Ahoussi, E., et Allavo M. (2019).** Production de yaourts de soja à partir du lait obtenu par différents procédés. EPAC/UAC.

**Koumba Ibinga S. K. (2020).** Coupure de liaisons glycosidiques de la biomasse saccharifère couplée à la formation de liaisons esters amphiphiles.

## **L**

**labat E .(2013).** Le soja : Influence de sa consommation sur la santé humaine et Conséquences de l'expansion de sa culture au niveau mondiale. Thèse de doctorat. Université de Toulouse III Paul Sabatier. Faculté des sciences pharmaceutiques. P 22, 23.

## **M**

**Marc F., Davin A., Deglene-Benbrahim L., Ferrand C., Baccaunaud M. et Fritsch P .(2004).** Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. M/S: médecine, P 458-463.

**Mimouni Y. (2015).** Développement de produits diététiques hypoglycémifiants à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Ouargla: université kasdi Merbah, P 14

## O

**Ollivier D. (2003).** "Recherche d'adultération dans les huiles végétales: application à la qualité des huiles vierges et notamment de l'huile d'olive." *Oléagineux, Corps gras, Lipides* P 315-320.

## P

**Pages X., Odile M., Birot C., Gaud M., Fazeuilh S. et Gouband M. (2010)** .Raffinage des huiles et des corps gras et élimination des contaminants. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, P 86-99.

**Parmentier, M., Guillemin, S., Barbar, R., Linder, M., & Fanni, J. (2004).** De nouveaux procédés d'extraction des huiles pour des produits finis de haute qualité. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, P 377-380.

**Pokorny J. (2003).** Problèmes de stabilité des produits alimentaires liés à la présence des lipides. In *Lipides et Corps Gras Alimentaires*, Graille J (éd). Collection Sciences et Techniques Agroalimentaires, Editions Tec & Doc: Paris (France), P 470.

## K

**Kolašinac S. M., Stevanović Z. P. D., Kilibarda S. N., et Kostić A. Ž. (2021).** Carotenoids: New applications of "old" pigments. *Phyton*.

## R

**Randriamamonjy F. Y. (2020).** Etude phytochimique et biologique d'extraits de pousses de trois variétés de soja des Hautes terres de Madagascar. Thèse de doctorat .spécialité biochimie : biodiversité et sante. Ecole doctorale science de la vie et de l'environnement. Université d'Antananarivo .Faculté des sciences et technologique, P 83.

**Raynal-Ljutovac K., Bouvier J., Gayet C., Simon N., Joffre F., Fine, F., et Genot C. (2012).** Erratum–Organisation structurale et moléculaire des lipides dans les aliments: impacts possibles sur leur digestion et leur assimilation par l’Homme. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, P 192-192.

**Román B., Torres A. M., Rubiales D., Cubero J. I., et Satovic Z. (2002).** Mapping of quantitative trait loci controlling broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) resistance in faba bean (*Vicia faba* L.). *Genome*.

**Rasolohery C. A. (2007).** Étude des variations de la teneur en isoflavones et de leur Composition dans le germe et le cotylédon de la graine de soja [*Glycine max* (L.)Merrill] .Thèse de doctorat de l’institut National Polytechnique de Toulouse, France. P.13 -43.

## S

**Salem M., Affes H., Daoud A., Dhouibi R., Hammami S., Sahnoun Z.et Ksouda, E. (2021).** Antimicrobial activities of tunisian artichoke (*cynara scolymus*l.). leaves extracts activites antimicrobiennes des extraits tunisienne de feuilles d'artichaut (*cynara scolymus*l.). *journal de l’information médicale de sfax*, 17.

**Sadoudi R. (2014).** Consequences metaboliques de la consommation de l’huile de tournesol thermooxydée chez le rat blanc (Doctoral dissertation).

## T

**Trystram G. (2010).** Effets des transformations industrielles des pommes de terre sur les propriétés nutritionnelles. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, P 52–59.

## V

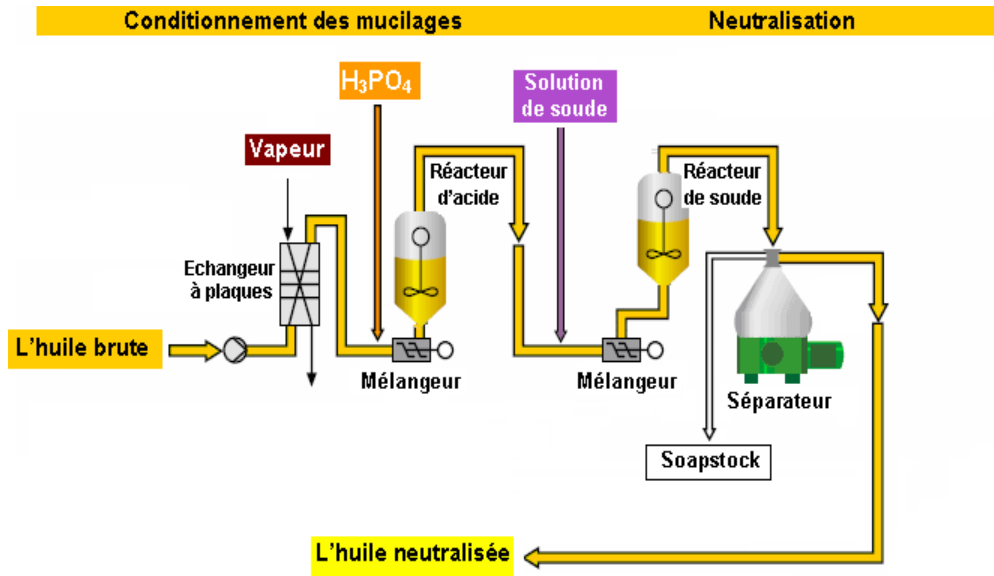
**Villière A. et Genot C .(2006).**Approche physico-chimique et sensorielle d'oxydation des lipides émulsions. Oléagineux, corps gras, lipides, P 152-159.

**Vladei N. (2020).** "Biochimie Structurale." Corps gras, Lipides, P 316-320.

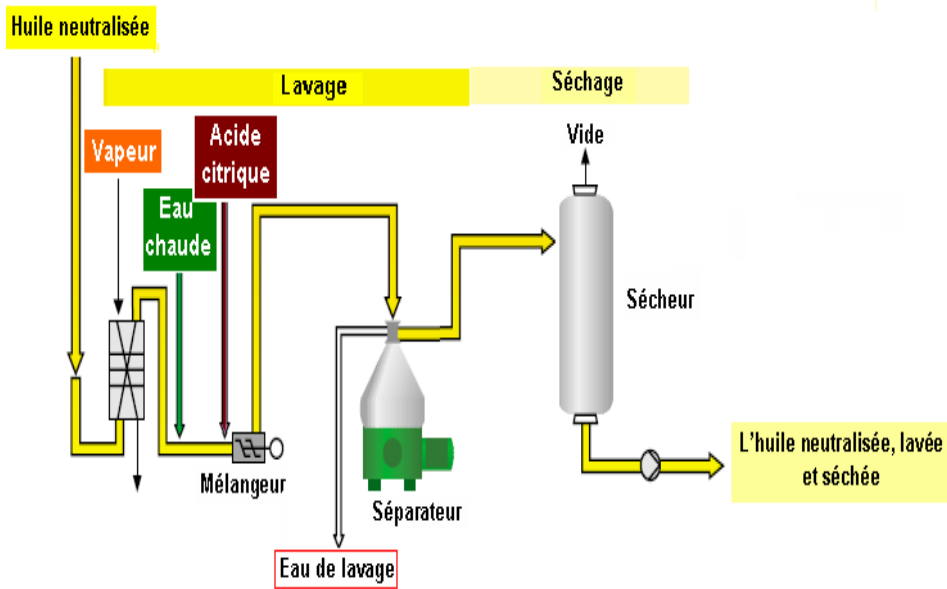
## Y

**Yousfi M., Nedjemi, B., Belal R., et Bertal D. B. (2003).** Étude des acides gras de huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien. Oléagineux, Corps gras, Lipides, P 425-427.

# *Annexes*

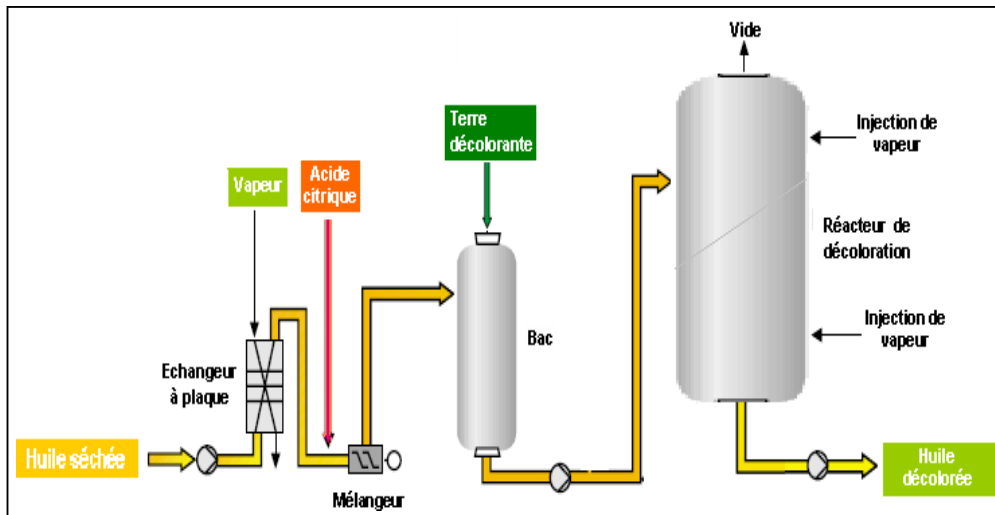


**Annexe I:** Démucilagation et neutralisation

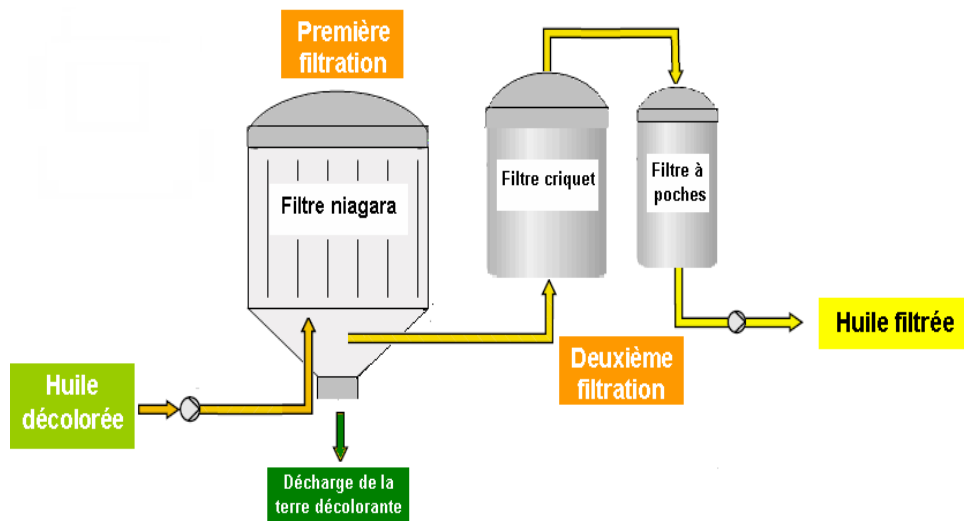


**Annexe II :** Lavage et Séchage

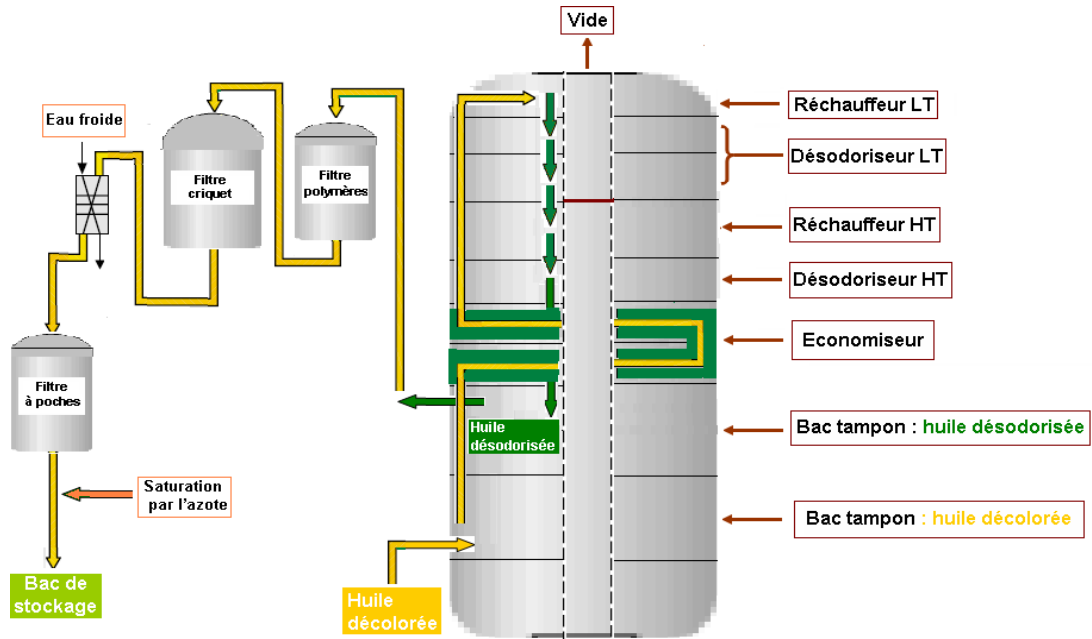




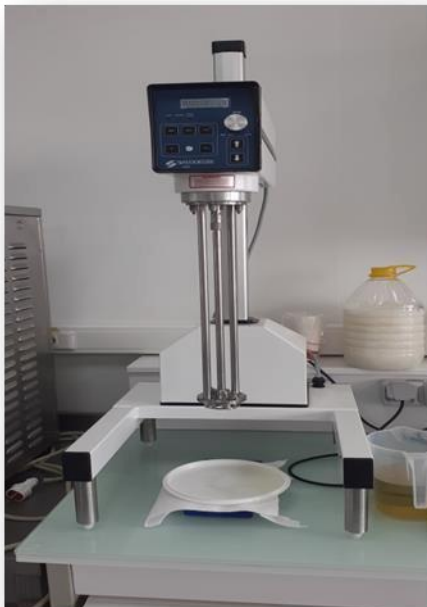
**Annexe III :** Décoloration



**Annexe IV :** Filtration



**Annexe V** : Désodorisation



**Annexe VI** : Mélangeur a haut cisaillement High Shear



**Annexe VII :** Appareil de mesure de la stabilité à l'oxydation Rancimat



**Annexe VIII :** Testeur OPTIFRY



**Annexe IX** : Colorimètre « LOVIBOND »

## **Résumé**

L'intérêt du travail se résume à comprendre l'effet de l'extrait phénolique antioxydant du noyau de datte de la variété mech-degla sur la stabilité oxydatif du l'huile de soja au cours de la friture. Une succession de fritures a été réalisées pour les fritures avec et sans aliment pour des huiles enrichies à 2 concentrations une concentration à D1 et D2 en se réfèrent à la friture avec une huile non enrichie. La qualité de l'huile a été mesurée avec une analyse des différents paramètres organoleptiques et une mesure de la teneur en composés polaires qui nous ont renseignés que l'extrait phénolique a un effet retardataire sur l'altération oxydatif de l'huile de friture par apport à l'huile non enrichie.

**Mots clés :** Friture, huile de soja, effet antioxydant, noyau de datte, extrait phénolique.

## **Abstract**

The interest we have brought is the effort made to understand the effect of the antioxidant phenolic extract of the date pit of the mech-degla variety on the oxidative stability of the soya oil during frying. A succession of frying was carried out for frying with and without food for oils enriched at 2 concentrations a concentration at D1 and D2 refer to frying with unenriched oil. The quality of the oil was measured with an analysis of the various organoleptic parameters and a measurement of the content of polar compounds which informed us that the phenolic extract has a retarding effect on the oxidative alteration of frying oil by adding unenriched oil.

**Key words:** frying, soya oil, antioxidant effect, date pit, phenolic extract.