

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أحمد بوقرة بومرداس
Université M'hamed Bougara de Boumerdès



Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Biochimie appliquée

Thème

**Etude comparative des propriétés physico-chimiques
entre l'huile d'amande douce et amère**

Présenté par :

M^{elle}. Boudjelouah Nadia

M^{elle}. Mahieddine Ferial

Soutenue le 10/11/2020 devant le jury :

M^r Zidani S.
M^r Djeziri M.
M^{me} MAAMERI S.

MCB (UMBB)
MRB (UMBB)
MCB (UMBB)

Président
Promoteur
Examinatrice

2019-2020

Sommaire

Résumé	
Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01
CHAPITRE I : LES HUILES VEGETALES	
I- 1-Historique.....	04
I -2-Définition.....	04
I -3- Composition chimique des huiles végétales.....	04
I -3-1- La fraction saponifiable.....	05
I -3-2- La fraction insaponifiable.....	08
1-4- Les propriétés physicochimiques des huiles végétales.....	09
I -4-1- Propriétés physiques.....	09
I -4-2- Propriétés chimiques.....	10
I -5 - Le marché mondial des huiles végétales.....	11
I - 6- Le rôle des huiles végétales.....	12
I-7- Les utilisations des huiles végétales.....	12
CHAPITRE II : AMANDES	
II -1. Origine et historique	14
II -2. Etymologie.....	14
II -3. Classification.....	14
II -4. Description botanique.....	14
II -5. Composition chimique.....	16
II -6. Propriétés biologiques des amandes amères et douces	17
II -7. Différentes types de l'utilisation des amandes amère et douce.....	17
II -8. Toxicité des amandes amère.....	18
II -9. Aires de production des amandiers en Algérie	18
II -10. L'huile d'amande.....	19
CHAPITRE III : TRAVAUX ANTERIEURS.....	21
CONCLUSION GENERALE	25
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	27

Résumé

Les huiles végétales sont des sources privilégiées de lipides. Elles sont issues des graines et fruits oléagineux et occupent une place très importante dans divers secteurs économiques tels que: les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Notre travail consiste à faire ressortir les différences entre les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'amande douce et amère, mais vu la situation actuelle de la pandémie (COVID 19) nous nous sommes limités à une synthèse bibliographique dont la quelle nous avons intégré les éléments nécessaires pour lancer l'étude pratique proprement dite. L'étude pratique que nous voulons l'entamer comporte une série d'analyses telles que : la détermination des indices physicochimiques, l'analyse fonctionnelle par IFTR, le profil en acides gras par GC-MS, la conservation des huiles par le test Rancimat, la dégradation des huiles par ATG-DSC...

Mots clés : Huile d'amande douce - Huile d'amande amère - Extraction - propriétés physico-chimiques.

Abstract

Vegetable oils are privileged sources of lipids. They are derived from oleaginous seeds and fruits and occupy a very important place in various economic sectors such as the food, pharmaceutical and cosmetic industries. Our work consists of highlighting the differences between the physico-chemical characteristics of sweet and bitter almond oil, but given the current situation of the pandemic (COVID 19) we have limited ourselves to a bibliographical synthesis, which we have integrated the necessary elements to launch the practical study itself. The practical study that we want to start includes a series of analyses such as: determination of physicochemical indices, functional analysis by IFTR, fatty acid profile by GC-MS, oil conservation by the Rancimat test, oil degradation by ATG-DSC...

Keywords : Sweet almond oil - Bitter almond oil - Extraction - physico-chemical properties.

ملخص

الزيوت النباتية هي المصادر المفضلة للدهون. تأتي من بذور وفواكه زيتية وتحتل مكانة مهمة للغاية في مختلف القطاعات الاقتصادية مثل: الصناعات الغذائية والأدوية ومستحضرات التجميل. يتمثل عملنا في إبراز الاختلافات بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيوت اللوز الحلو والمر، ولكن بالنظر إلى الوضع الحالي للجائحة (COVID 19)، فقد قصرنا أنفسنا على التوليف الببليوغرافي الذي لدينا دمج العناصر اللازمة لبدء الدراسة العملية نفسها. تتضمن الدراسة العملية التي نريد الشروع فيها سلسلة من التحليلات مثل: تحديد المؤشرات الفيزيائية والكيميائية، والتحليل الوظيفي بواسطة IFTR، وملف تعريف الأحماض الدهنية بواسطة GC-MS، وحفظ الزيت بواسطة اختبار Rancimat، تدهور الزيوت بواسطة ATG-DSC...

الكلمات المفتاحية: زيت اللوز الحلو - زيت اللوز المر - الاستخلاص - الخواص الفيزيائية والكيميائية.



Remerciements

Nous remercions notre Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et terminer ce travail ce mémoire.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre encadreur Dr : DJEZIRI Mourad pour l'aide compétente qu'il nous a apportée, pour sa patience, sa confiance, son encouragement , et son œil critique qui nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différents section de notre mémoire, nous le remercions vivement.

Nous remercions s'adresse à Monsieur Zidani Sofiane Faculté de technologie, université de Mohamed Bougara, d'avoir accepté de présider ce jury.

Nous remercions également chaleureusement Madame MAMMRI Sara d'avoir accepté d'examiner ce travail. Nos sentiment de reconnaissances et nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui à participé de prés ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail





Dédicace 1

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur amour et leur soutien tout au long de mes études et qui m'ont permis de devenir la personne que je suis.

A mon neveu Djamel

A mon frère Hamza

A mes sœurs Ryma et Ahlem

A ma belle sœur Nesrine

A mon grand père Mohamed

**A mes très chères amies Amira, Hadjer, Sara, Iness,
Malia, Sabrine,**

**A toute la promotion de biochimie appliquée 2019/2020 et
à tous ce qui me connaissent de pré ou de loin.**

A Mon binôme Nadia

Feriel.....





Dédicace 2

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur amour et leur soutien tout au long de mes études et qui m'ont permis de devenir la personne que je suis.

A mon frère Noureddine

A mes sœurs Liza et Feriel

A mon cousin Houssam

A mes grands pères

A mes tantes Hafida, Lila, Amel, Farida, Lila et Houria

A mes oncles Younes, Nourdine , Achour, Karim et Djamel

A mes très chères amies Sara Hassiba, Hadjer, Sbrine, Yasmina, Bouchra

A Ait ouarab Karima

A toute la promotion de biochimie appliquée 2019/2020 et à tous ce qui me connaissent de pré ou de loin.

A mon binôme Feriel

Nadia.....



Liste des Abréviations

AG : Acide gras.

Rdt : Rendement.

FAO : L'organisation pour l'agriculture et l'alimentation.

PNDA : Plan national pour le développement de l'agriculture.

HDL : Lipoprotéine de haute densité.

LDL : Lipoprotéine de basse densité.

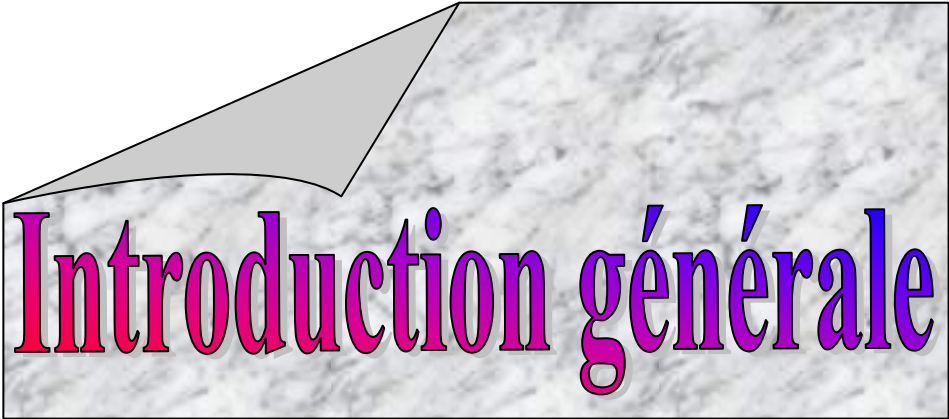
Liste des figures

Figure 01 : Constituants des huiles végétales.....	05
Figure 02 : Réaction de formation des triglycérides.....	06
Figure 03 : structure des acides gras.....	06
Figure 04 : structure et nomenclature des principales familles des acides gras.....	07
Figure 05 : structure chimique de la vitamine E ou tocophérol.....	08
Figure 06 : structure de vitamine A.....	09
Figure 07 : structure de phytosteros.....	09
Figure 08 : Réaction de saponification.....	10
Figure 09 : Réaction d'hydrolyse.....	10
Figure 10 : Réaction d'hydrogénation.....	11
Figure 11 : Consommation mondiale d'huile végétale de 2013/14 à 2016/17.....	11
Figure 12 : L'amandier.....	15
Figure 13 : la feuille, fleur, graines et fruits d'amandes.....	15

Liste des Tableaux

Tableau 01: Composition chimique et valeurs moyennes pour 100 g d'amande fraîche.....16

Tableau 02: Production superficies et rendement moyens de l'arboriculture fruitière enregistrés
durant les campagnes 1995 /1996 et 2004 /2005.....19



Introduction générale

Introduction générale

Avec un goût, une valeur nutritionnelle et une texture distinctifs, les amandes (*Prunus Amygdalus*) peuvent être considérées comme un des aliments les plus précieux dans le monde [1]. Leurs applications sont diverses en industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique [2]. D'autre part, leurs huiles sont employées comme crème hydratante de peau et antiride [3].

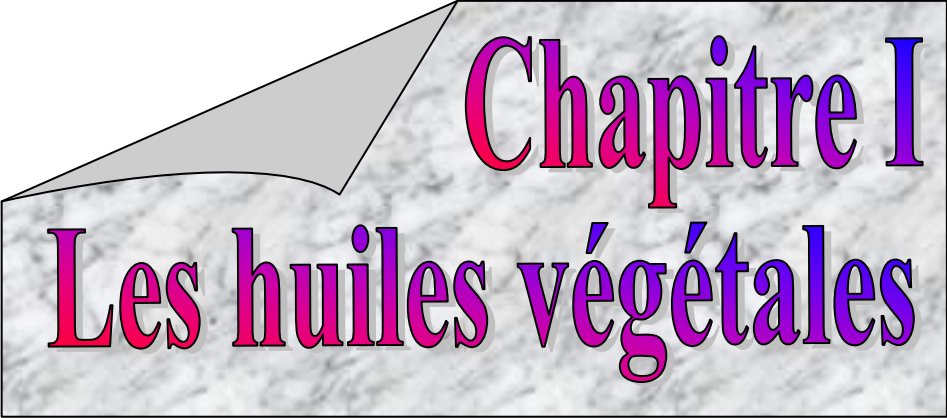
Les amandes originaires des amandiers appartiennent à la famille des Rosaceae, au genre *Prunus*, et au sous-genre *Amygdalus* (*Prunus Amygdalus*). Deux grands types d'amandes sont classés, comme amandes douces (*Prunus amygdalusdulcis*) et amandes amères (*Prunus Amygdalusamara*) qui peuvent être différenciées sur la base de leurs fleurs, car celles d'amande douce sont de couleur blanche, tandis que celles d'amande amères sont de couleur rose [4]. Ces dernières sont différentes, car elles contiennent de l'Amygdaline, un composé responsable de leur amertume. La concentration de cette substance dans les graines est importante et peut atteindre jusqu'à 9% en moyenne, selon Yada *et al.*, (2011) [5]. L'amygdaline est un di-glucoside qui, par hydrolyse enzymatique, est transformé en benzaldéhyde (responsable du goût et de l'odeur caractéristiques des graines et de l'huile d'amande), en glucose et en acide cyanhydrique.

L'amande est considérée comme une noix agréable dans le monde entier avec des applications dans les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Il est utilisé comme ingrédient dans de nombreux snacks et autres produits transformés. Comme c'est le cas pour d'autres noix, Un régime alimentaire à base d'amandes réduit le risque des maladies cardiovasculaires. Ceci est attribué à l'effet hypocholestérolémique des niveaux élevés de fibres, de stérols, de la proportion du total des acides gras insaturés (TUSFA) par rapport au total des acides gras saturés (TSFA), mais aussi à la capacité antioxydante de la vitamine E et des sphingolipides présents dans les amandes [6]. Ceci est attribué à l'effet hypocholestérolémique des niveaux élevés de fibres, de stérols, de la proportion du total des acides gras insaturés (TUSFA) par rapport au total des acides gras saturés (TSFA), mais aussi à la capacité antioxydante de la vitamine E et des sphingolipides présents dans les amandes.

L'huile d'amande obtenue à partir de ses graines possède une grande richesse nutritionnelle bénéfique pour la santé et la beauté. Par ailleurs, elle est très riche également en acides gras insaturés (essentiellement acide oléique $\omega 9$, et acide linoléique $\omega 6$). L'huile extraite des graines d'amande possède des propriétés hydratantes et calmantes et est incorporée dans des produits cosmétiques et pharmaceutiques.

Cette étude repose sur la comparaison entre les caractéristiques physico-chimiques des amandes amères et douces et la comparaison entre ou Pour cela notre travail, a été organisé comme suit :

- Une introduction ;
- Une partie bibliographique qui nous renseigne sur les huiles végétales (leurs compositions, caractéristiques, utilisations... etc.) et qui nous informe également sur l'amandier,
- Un chapitre intitulé « travaux antérieurs » dans lequel sont citées des travaux scientifiques sur la caractérisation de l'huile d'amande amère et douce. A cause du virus corona, qui nous a empêché d'effectuer les travaux pratiques pour étudier les propriétés physicochimiques de l'huile d'amande amère et douce, nous avons abordé dans ce chapitre des travaux scientifiques similaires a notre travail.
- Une conclusion générale et perspectives envisagées.



Chapitre I

Les huiles végétales

CHAPITRE I : LES HUILES VEGETALES

I-1- Historique

L'huile est utilisée depuis des siècles, bien que les premières matières grasses utilisées par l'homme proviennent de la graisse fondue des animaux. La première utilisation de l'huile n'avait pas de vocations alimentaires, il s'agissait bien souvent de combustible servant à l'éclairage. L'huile est une matière grasse, onctueuse et épaisse, souvent liquide à température ambiante. Une huile végétale renferme en général plus de 99% de lipides, ni glucides, ni protides et très peu ou pas de cholestérol. Quelques vitamines et antioxydants liposolubles complètent le pourcentage restant (1%) [7].

Elles sont indispensables pour les papilles mais également pour la santé car elles apportent les acides gras nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. De plus que leur goût et leur prix, les huiles végétales diffèrent par leur composition, d'où l'importance de bien choisir ses produits, surtout pour un usage quotidien [7].

I-2- Définition

Les huiles végétales sont des corps gras comestibles et liquides à la température de 15°C et s'obtiennent à partir des plantes oléagineuses c'est-à-dire des plantes dont les graines ou fruits contiennent des matières grasses. Elles sont constituées de 99% de lipides qui sont des composés de triglycérides différents et dont la teneur en acides gras mono-insaturés ou polyinsaturés est élevée. Elles sont indispensables pour la santé. D'autres composants mineurs sont présents en faible quantité comme: les phénols, les stérols et les tocophérols (vitamine E)...etc. [8].

I-3- La composition chimique des huiles végétales

Les huiles végétales sont composées d'une grande variété de constituants (figure 01) et leurs compositions chimiques sont représentées par des fractions appelées fractions saponifiable (98-99%) et insaponifiable (1-2%). Les triglycérides sont largement majoritaires et représentent au moins 95% du poids des huiles brutes et 98% du poids des huiles raffinées [9].

D'autres constituants naturellement présents en plus faible quantité dits : constituants mineurs (1 à 5%) et regroupent des composés dont les structures varient tels que les phospholipides (0.1-0.2%), les stérols, les tocophérols (vitamine E) et quelques substances anti-nutritives. [9]

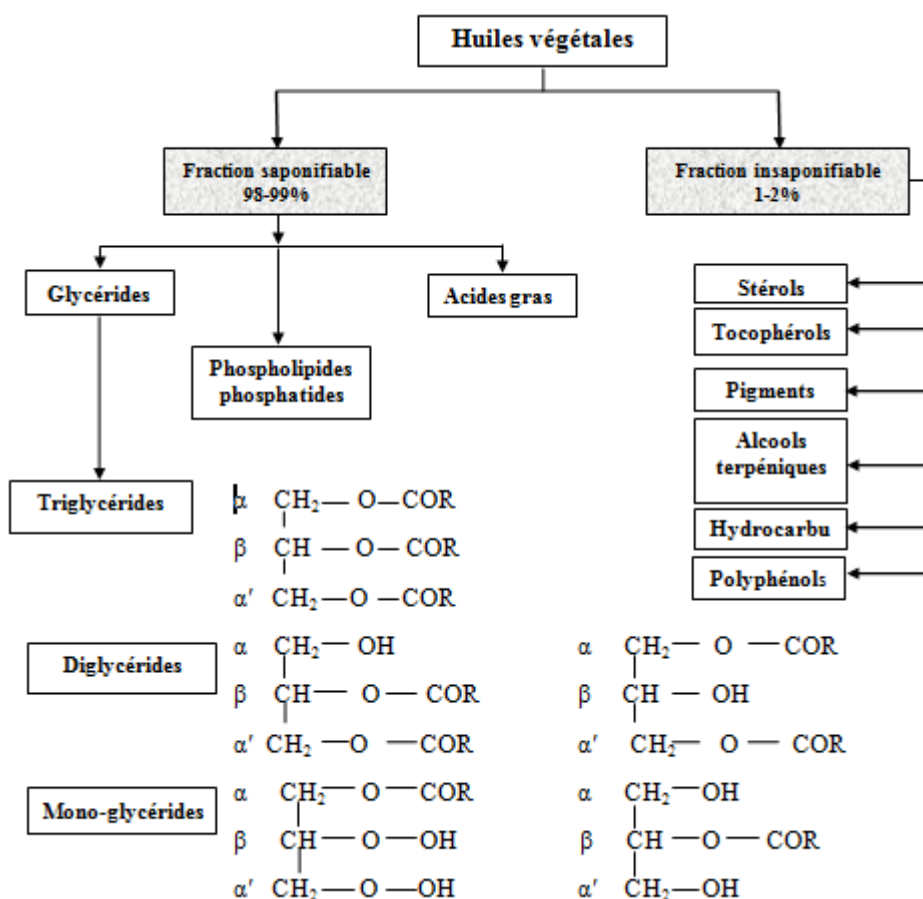


Figure 01: Constituants des huiles végétales [10].

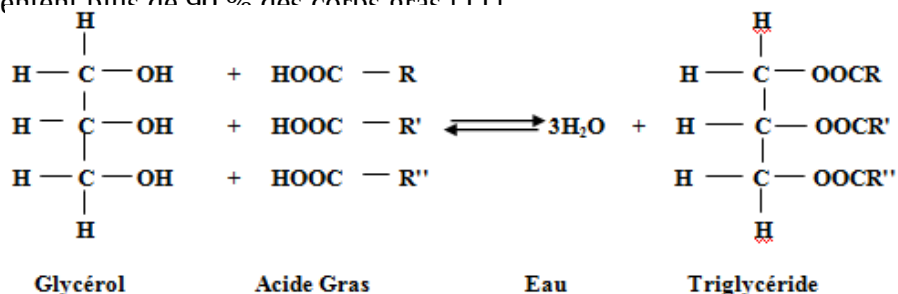
I-3-1- La fraction saponifiable

Cette fraction est formée de deux constituants, les triglycérides et les acides gras:

Triglycérides

Les corps gras sont constitués par des mélanges d'esters appelés mono, di ou triglycérides, ils sont largement prépondérants selon le nombre de fonctions alcools d'un trialcool ou le glycérol (propane triol) estérifié par les acides gras, tel qu'un triglycéride est composé d'une molécule de glycérol estérifiée (ou combinée) à trois molécules d'acides gras semblables ou différents (figure 02).

Ils représentent plus de 90 % des corps gras [11]



Remarque : R, R' et R'' peuvent être identiques différents

Figure 02: Réaction de formation des triglycérides.

Lorsqu'une molécule de glycérol est lié à 3 molécules d'un même acide gras ($R = R' = R''$), le triglycéride formé est dit homogène. Dans le cas contraire, le triglycéride est dit mixte [12].

Les acides gras

Les acides gras sont les principaux composés des huiles, ils sont constitués exclusivement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Le poids d'une molécule type d'acide gras est réparti entre ces trois éléments selon les proportions respectives de 76% ,12.7% et 11.3%. Les atomes de carbone sont reliés les uns aux autres pour former une chaîne dont la longueur varie de 2 à 26 atomes de carbone [13].

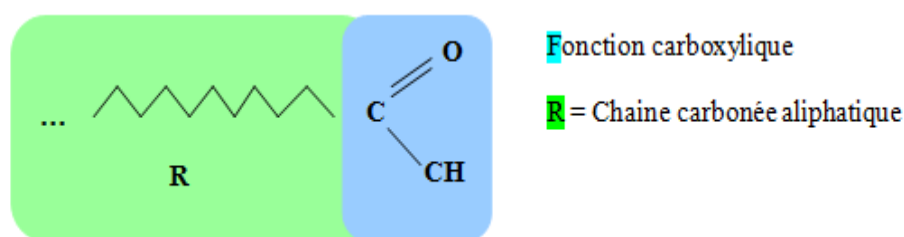


Figure 03: structure des acides gras.

Les acides gras sont formés de très nombreuses espèces moléculaires, mais quelques-unes d'entre elles seulement ont pris de l'importance en nutrition humaine. Parmi les formes classiques à chaîne carbonée linéaire, on peut distinguer les acides gras saturés et les acides gras insaturés. Les premiers peuvent être scindés en catégories selon la longueur de leur chaîne, les dernières selon le nombre, la position et la configuration de leur doubles liaisons [14].

On peut donc classer les acides gras en trois groupes :

- **Les acides gras saturés**

Comme tous les acides gras naturels, les acides gras saturés ont presque toujours un nombre pair de carbone et ont pour formule générale :

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$, « n » étant plus souvent compris entre 2 et 22; ils sont le plus souvent représentés par une notation telle que 16 :0 pour l'acide gras saturé à 16 carbones (acide palmitique) [14].

- **Les acides gras insaturés**

Les acides gras insaturés sont des acides carboxyliques entrant dans la composition des lipides et dont les molécules comportent une ou plusieurs doubles liaisons.

On distingue :

Les acides gras mono-insaturés qui ne comportent qu'une seule double liaison $\text{C}=\text{C}$

- **Les acides gras polyinsaturés:**

Qui comportent plusieurs doubles liaisons [15].

Il existe deux familles d'acide gras polyinsaturé essentiel nommés n-3 (famille des $\omega 3$) et n-6 (famille des $\omega 6$) par rapport à la position des dernières doubles liaisons.

Deux acides gras sont à l'origine des ces familles ; il s'agit de l'acide linoléique (C18 :2 n-6), précurseur des oméga 6 et l'acide α -linoléique (C18 :3 n-3), précurseur de la famille oméga 3 [16].

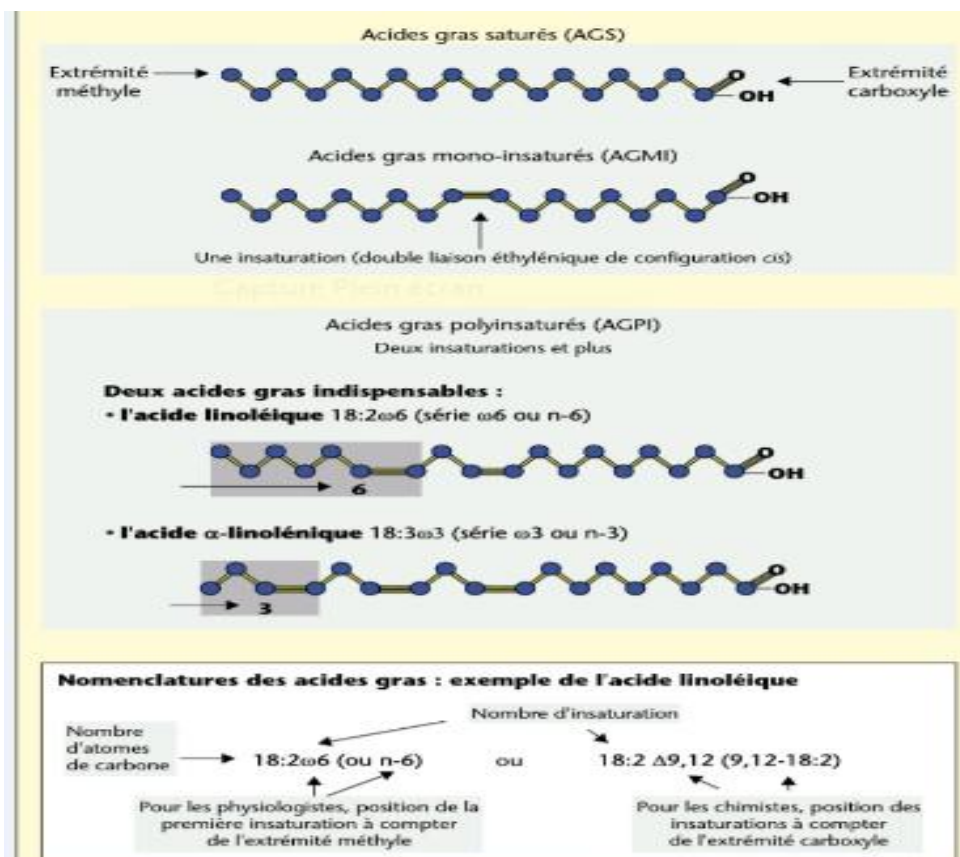


Figure 04: structure et nomenclature des principales familles des acides gras.

I-3-2- La fraction insaponifiable

Même si les huiles végétales sont composées en grande partie d'acide gras, il est important de noter qu'il existe d'autres composés comme les insaponifiables. C'est une sorte de résidu insoluble dans l'eau, appelé partie non glycéridique, et qui est obtenu par saponification de l'huile. La saponification est le procédé pour transformer une huile en savon par ajout de soude. La nature de ces insaponifiables varie selon l'huile végétale utilisée, les principales catégories d'insaponifiables sont les caroténoïdes (précurseurs de vitamine A), les tocophérols (puissants anti-oxydants) et les stérols (excellents pour l'élasticité de la peau). Même s'ils sont très faible quantité dans l'huile végétale, souvent moins de 1%, leurs actions n'en restent pas moins très efficaces [17].

Les tocophérols et tocotriénols (ou tocols) regroupés sous le nom générique de vitamine E, sont deux grandes familles présentant chacune quatre formes différentes qui n'ont pas toutes la même activité biologique pour les tocophérols la forme alpha est la plus active (100%), les formes beta et gamma présentent des activités plus faible (respectivement 50% et 10%) et la forme delta ne possède qu'un très faible pouvoir vitaminique E. Ils jouent un rôle d'antioxydant biologique, protecteur des acides gras polyinsaturés au niveau des membranes cellulaires et des lipoprotéines. Leur pouvoir antioxydant est reconnu et contribue à protéger de nombreux produits formulés (additifs E306 à E309) est les huiles végétales qui en contiennent naturellement. Les huiles végétales en effet, mais aussi les céréales et les fruits sont les principales sources d'apports en vitamine E dont les formes les plus fréquemment rencontrées sont les formes α - et γ -tocophérol [9].

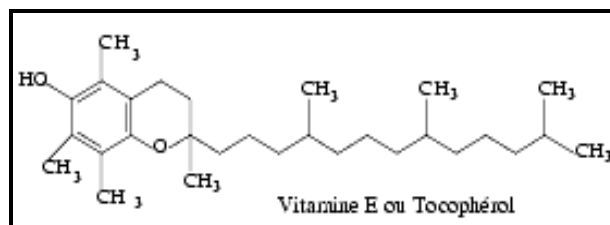


Figure 05: structure chimique de la vitamine E ou tocophérol.

I-3-3- vitamine A et caroténoïdes

Les caroténoïdes constituent une imposante famille de pigments de nature terpénoïde, dont la couleur varie du jaune au rouge orangé (absorption de la lumière entre 400 et 550 nm.). Ils sont synthétisés par les plantes et les micro-organismes photosynthétiques. Ils agissent en piègeurs de photons et transmettent l'énergie aux chlorophylles. De plus, ils assurent une protection à la cellule contre les formes agressives de l'oxygène formées au cours de l'irradiation. Leur répartition est ubiquitaire car ils sont assimilés par voie alimentaire par de nombreuses espèces animales: insectes, crustacés, poissons et mammifères. Six cents caroténoïdes sont actuellement identifiés, dont une soixantaine possède une activité provitaminique A, notamment, l'alpha, le bêta et le gamma-carotène ainsi que la cryptoxanthine [18].

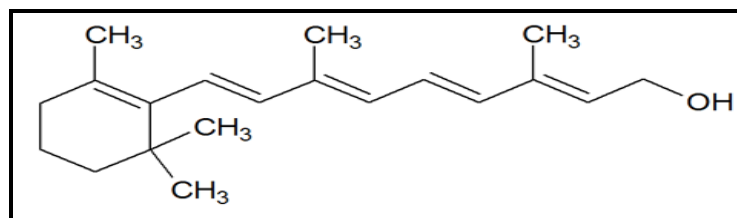


Figure 06 : structure de vitamine A [19].

I-3-4- Les phytostérols

Toutes les huiles végétales en contiennent (de 0,1 à 0,5 % en moyenne) et leur structure moléculaire présente de fortes analogies avec le cholestérol. Apportés en quantité suffisante par

l'alimentation (de 2 à 3 g/j), ils ont un rôle hypocholestérolémiant qui ne peut être obtenu qu'avec la consommation de produits enrichis en phytostérols (ou en phytostanols) puisque l'apport total journalier est estimé à moins de 500 mg [9].

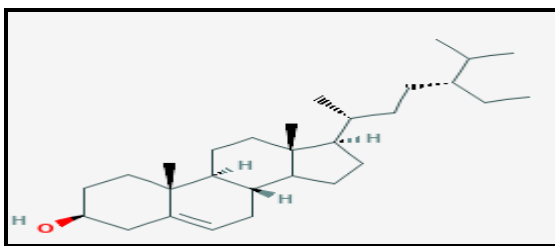


Figure 07: structure de phytosterols [20].

I-4- Les propriétés physicochimiques des huiles végétales

I-4-1- Les propriétés physiques

- **Points de fusion :** Les acides gras insaturés sont liquides à la température ordinaire. Leur point de fusion est plus bas que celui des acides saturés correspondants et ceci d'autant plus qu'ils sont plus insaturés. Ainsi, ce sont surtout les huiles qui sont riches en acides gras mono- et polyinsaturés [21].
- **La densité :** Les AG et les lipides en général, ont une densité inférieure à celle de l'eau ce qui explique pourquoi les lipides flottent sur l'eau. Elle diminue au fur et à mesure que le poids moléculaire des AG diminue et que leur insaturation augmente [22].
- **La viscosité :** La viscosité des acides gras et les triglycérides est liée à leur structures et en particulier à la longueur et à l'insaturation des chaînes carbonées. La viscosité des huiles augmente avec le poids moléculaire et diminue avec l'augmentation de l'insaturation [23].
- **La solubilité :** Tous les acides gras dont le nombre de carbone est supérieur à 8 sont insolubles dans l'eau, et sont généralement solubles dans les solvants organiques tels que l'éther, le chloroforme et le benzène [24].

I-4-2- Propriétés chimiques

Les corps gras ont des propriétés chimiques qui dépendent des glycérides et des acides gras qui les constituent.

- **La saponification:** est une réaction qui permet la transformation des acides gras libres ou combinés en savon par une base caustique tel que KOH ou NaOH. La réaction est la suivante:

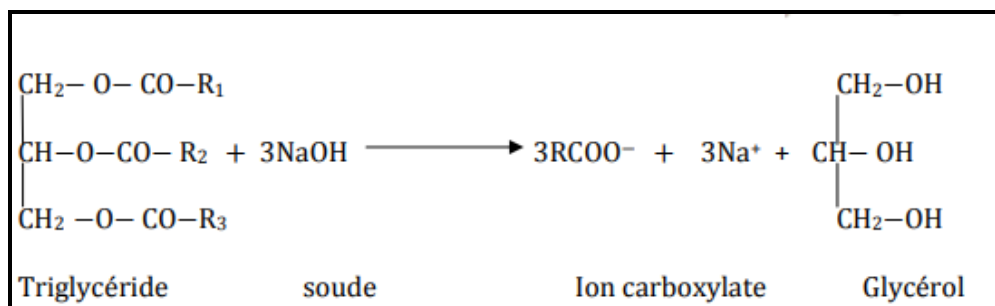


Figure 08 : Réaction de saponification

▪ **Hydrolyse ou acidification:**

L'acidification est le résultat d'une hydrolyse partielle ou totale des triglycérides qui donne des acides gras libres. Elle entraîne la diminution du pH des corps gras. Elle peut se dérouler en trois étapes donnant successivement un di glycéride, un monoglyceride et du glycérol. La réaction générale est la suivante [25] :

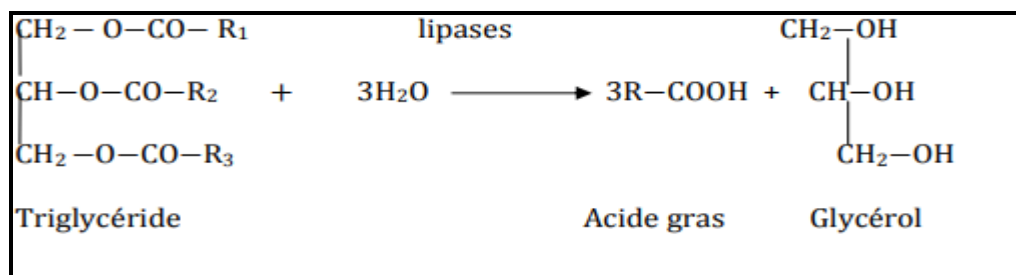


Figure 09 : Réaction d'hydrolyse

Ces réactions s'accompagnent généralement d'une oxydation car les acides gras s'oxydent facilement lorsqu'ils sont à l'état libre.

Ils existent deux types de réactions d'hydrolyse:

- Hydrolyse enzymatique: elle n'affecte que les huiles brutes car le raffinage élimine les lipases qui sont l'origine de cette réaction.
- hydrolyse spontanée: elle se produit au cours du stockage et du traitement thermique, auto catalysée par les acides gras libres [25].

- **L'hydrogénation:** Les acides insaturés peuvent fixer de l'hydrogène sur leur molécule si on les chauffe, sous pression, en présence d'un catalyseur : ils se transforment ainsi en acides saturés correspondants.

L'addition de l'hydrogène est progressive et on peut la limiter à volonté. On transforme ainsi l'acide linoléique en acide linoléique et ce dernier en acide oléique, puis en acide stéarique:

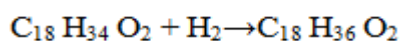
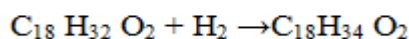
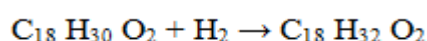


Figure 10 : Réaction d'hydrogénation.

Cette propriété est à la base de l'hydrogénation partielle des acides gras des huiles entrant dans la composition des margarines [21].

I-5- Le marché mondial des huiles végétales

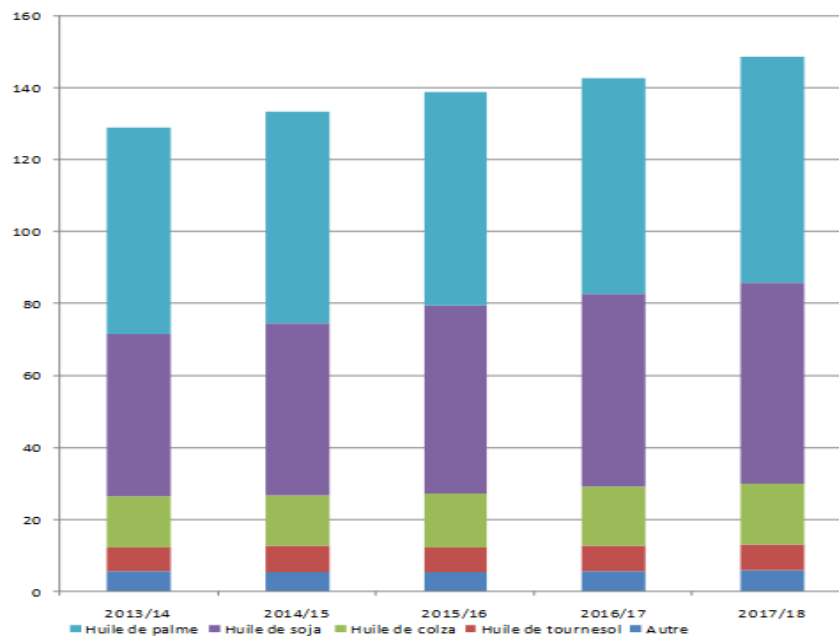


Figure 11 : Consommation mondiale d'huile végétale de 2013/14 à 2016/17, par type d'huile.

Cette statistique montre la consommation mondiale d'huiles végétales de 2013/14 à 2017/2018, par type d'huile. En 2013/2014, la consommation d'huile de graines de tournesol a atteint 6,58 millions de tonnes métriques, tandis que la consommation de la même huile en 2016/2017 a atteint environ 7,2 millions de tonnes métriques.

Les huiles végétales sont des huiles ou des graisses extraites d'une plante. Leur texture peut être liquide, huileuse ou grasse. La plupart des huiles végétales peuvent remplir deux fonctions : elles peuvent être utilisées soit comme huile de cuisine soit dans la production de carburant essence ou gasoil. Les huiles les plus courantes sont l'huile de palme, l'huile de soja, l'huile de colza et l'huile de tournesol. L'huile de palme est extraite de la noix de palme, qui pousse principalement dans les climats tropicaux d'Afrique, d'Amérique du sud et de l'Asie du Sud-Est. Selon les estimations, environ 90 % de l'huile de palme est utilisée pour la consommation alimentaire, alors que la consommation industrielle pour les produits cosmétiques ou les carburants ne représente que 10 % [26].

En termes de consommation alimentaire, les huiles végétales sont perçues comme une alternative plus saine vu qu'elles contiennent plus d'acides gras non saturés que les graisses animales. Une des huiles les plus largement utilisées pour la cuisine est l'huile de canola, également connue sous le nom d'huile de colza. Elle est obtenue par extraction des graines de colza qui sont ensuite légèrement torréfiées puis écrasées. On reconnaît notamment à l'huile de canola plusieurs bienfaits, en effet elle contient une quantité élevée d'oméga-3 (acide alpha-

linoléique) et d'oméga-6 (acide linoléique), des acides gras non saturés, et offre la plus faible teneur en acides gras saturés. En 2013/2014, la consommation mondiale d'huile de canola a atteint environ 25,63 millions de tonnes métriques, contre 11,2 millions de tonnes en 1995/1996 [26].

I-6- Le rôle des huiles végétales

Les huiles végétales (en l'état, combinées ou en tant qu'ingrédient) peuvent contribuer notablement, en fonction de leurs compositions en acides gras, à améliorer l'équilibre global de la part lipidique d'une alimentation. Elles remplissent, comme les corps gras en général, quatre rôles principaux:

- ❖ **Nutritionnel (apport d'énergie et de nutriments):** acides gras, vitamines liposolubles, constituants mineurs d'intérêt tels que les phytostérols ou les composés phénoliques pour l'huile d'olive;
- ❖ **Organoleptique :** flaveur et support d'arômes;
- ❖ **Rhéologique:** texture;
- ❖ **Technologique:** fluide caloporteur, par exemple dans les utilisations en friture.

Elles sont principalement composées de triglycérides (90–99%) eux-mêmes essentiellement constitués d'acides gras (90–95%) et de glycérol (3–5%), et de constituants mineurs naturels (1–5%) regroupant des composés de structure variées tels que les stérols, tocophérols, caroténoïdes ou phospholipides (0,1 à 0,2%) [27].

I-7- Utilisation des huiles végétales

Seul un tiers de la production mondiale des corps gras est destiné à un usage industriel. Les deux tiers de la production sont en effet destinés à l'alimentation. Parmi les multiples usages industriels des corps gras, on peut citer la fabrication des savons, des acides gras, etc. Les triglycérides sont également à l'origine de nombreux produits chimiques qui peuvent entrer dans la composition d'une multitude de produits:

- Lubrifiants;
- produits cosmétiques;
- produits pharmaceutiques;
- peintures etc. [28].

Chapitre II

Les amandes

CHAPITRE II: LES AMANDES

II-1- Origine et l'histoire

Deux zones en Asie occidentale ont vu naître l'amandier, l'une sur les contreforts et de la chaîne de Ferghana, l'autre plus vaste s'étirant du sud de la mer Caspienne par l'Iran jusqu'au golfe persique. Babylonien distinguaient les variétés douces et amères. L'amandier semble également être spontané en Afrique septentrionale : on a trouvé des bois d'amandiers dans les montagnes d'Algérie et du Maroc, mais certains en doutent et n'y verraient que des «ensauvagés» issus d'anciennes cultures. C'est par la Grèce, l'Italie et l'Espagne qu'il nous est parvenu [29].

Plin d'ancien (Ier siècle) connaissait les deux variétés douces et amères ; elles étaient également connues dans le sud de la Gaule. A la fin du XIV jusqu'au XVII siècle, on servait les amandes à la fin du repas. Depuis Dioscoride (médecin grec, Ier siècle), les anciens connaissaient la toxicité de l'amande amère ; ils l'utilisaient pour se débarrasser des renards. L'amandier arriva seulement au XIX siècle aux Etats-Unis [29].

II-2- Etymologie

L'amandier est l'arbre qui produit les amandes. Le nom amande provient du bas latin *amandula* altération du latin classique *amygdala* dérivé de la grecque *amygdale*, qui désignait ces graines comestibles (d'où par ailleurs, les amygdales, en forme d'amande). Les Romains nommaient l'arbre lui-même *amygdalum* ou *amygdalus*, et les Grecs *amygdalon* ou *amygdalos*. *Amygdalus* est ancien nom de genre de l'amandier, aujourd'hui nommé *Prunus dulcis*, l'épithète signifiant « doux » [30].

II-3- Classification

Il existe deux variétés de l'amandier (voir figure), qui ne diffèrent que par les caractéristiques de leur fruit. L'amandier doux, *P. dulcis* var. *sativa* Asch., correspond en fait à la variété cultivée : ses fruits sont parfaitement comestibles. A l'inverse, l'amandier amer, *P. dulcis* var. *amara* Schn., dériverait de populations de la variété cultivée retournées à l'état sauvage. Les graines de l'amandier amer sont riches en une molécule appelée amygdaloside qui, lorsqu'elle est absorbée, se décompose en libérant d'importantes quantités d'acide cyanhydrique toxique. On estime ainsi que la consommation de 50 à 60 amandes suffirait à tuer un homme adulte ! Fort heureusement, la saveur très amère de ces amandes permet d'éviter toute confusion. Paradoxalement, l'arôme d'amande amère est très utilisé en pâtisserie, dans de nombreuses préparations à base d'amandes : frangipane, macarons, financiers. Il s'agit toutefois aujourd'hui d'un arôme de synthèse dépourvu de toute toxicité [31].

II-4- Description botanique

C'est un arbre monoïque, haute de 10 à 12 mètres, à ramure épaisse et large.



Figure 12 : L'amandier [32].

Les feuilles d'amandes sont alternes, imparipennées, ce qui contribue beaucoup à donner à l'arbre un faciès ornemental [33].

Les fleurs apparaissent avant la foliation en février mars, parfois beaucoup plus tôt. Seule ou par 2, elles ont 5 pétales (rosacée) au calice (centre) rougeâtre à rose, parfois blanc, corolle blanche à rose, 3 à 5 Cm de diamètre, pédoncule court [34].

Le fruit est une drupe. La partie charnue de cette drupe (le brou) n'est pas comestible; on l'emploie dans la noix verte pour la préparation de la liqueur dite brou de noix; elle est aussi utilisée pour teindre les bois blancs [33].

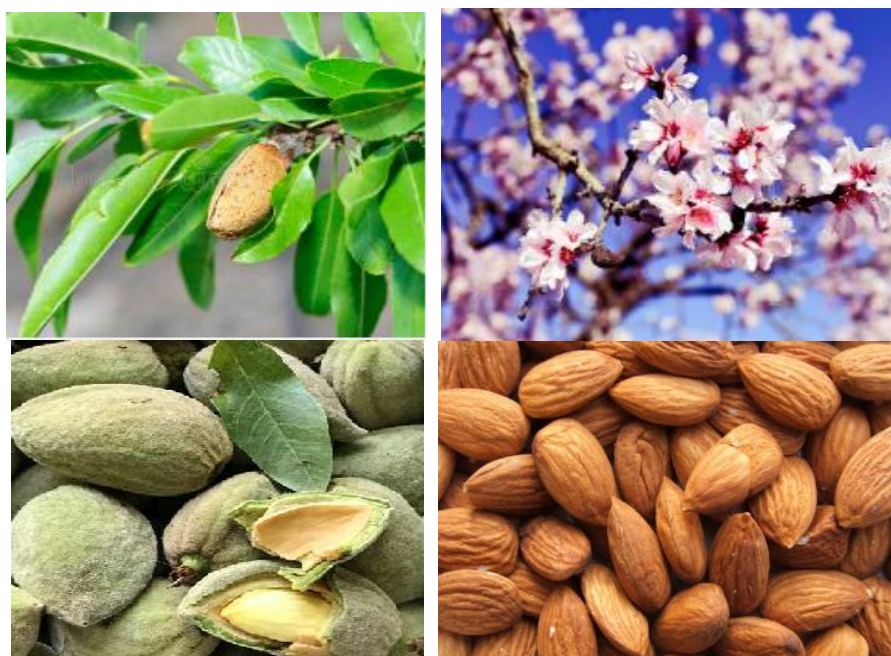


Figure 13 : la feuille, fleur, graines et fruits d'amandes.

II-5- Composition chimique

L'amande est un aliment énergétique très riche en lipides, protéines, glucides et vitamines. Comme tous les fruits oléagineux, l'amande est riche en graisses (environ 53% de lipides) en

majorité des acides gras, soit en moyenne 60 à 75% d'acide oléique (ω 9), 18% d'acide linoléique (ω 6) et 7% d'acide palmitique. Les amandes ont un contenu élevé en antioxydants. En effet, la présence d'alphatocophérol (25 à 27 mg/100 g d'amande sèche) est un excellent apport d'antioxydants alimentaires. Par ailleurs, la teneur en sodium de l'amande étant très faible (1 à 2 mg/ 100 g), le rapport potassium/sodium est compris entre 360 et 900 ce qui est exceptionnel pour un aliment naturel. Ceci peut être utile dans le traitement des régimes hyposodés. La composition d'amande n'entraîne pas de prise de poids et est bénéfique chez les hypocholestérolémiantes. [35]

Tableau 01 : Composition chimique et valeurs moyennes pour 100 g d'amande fraîche [29].

Composition et valeurs moyennes pour 100 g d'amande fraîche

Energie	580 Kcal (2425 KJ)
Eau	5 g
Glucides	19 g
Fibres	15 g
Protides	19 g
Lipides	53 g
Calcium	270 mg
Cuivre	0.9 mg
Fer	4 mg
Magnésium	300 mg
Manganèse	2 mg
Phosphore	500 mg
Potassium	800 mg
Sélénium	0.004 mg
Sodium	ND
Zinc	2 mg
Provitamine A-Carotènes	0.1 mg
Vitamine E (α - β - γ - δ -tocophérols)	27 mg
Vitamine B ₁ (thiamine)	0.2 mg
Vitamine B ₂ (riboflavine)	0.7 mg
Vitamine B ₃ (ou PP, acide nicotinique, nicotinamide)	0.4 mg
Vitamine B ₅ (acide pantothénique)	0.6 mg
Vitamine B ₆ (pyridoxine)	0.15 mg
Vitamine B ₉ (acide folique, folates)	0.05 mg
Vitamine C (acide ascorbique)	1 mg
Les amandes sont très énergétiques. Elles sont très riches en α - β - γ - δ -tocophérols, vitamine liposolubles permettant de lutter contre les radicaux libres.	

II-6- Propriétés biologique des amandes amères et douces

L'huile d'**amande** est utilisée en cosmétique et en dermatologie pour ses propriétés adoucissantes et hydratantes. On lui suspecte également des propriétés cardioprotectrices. Cette caractéristique peut surprendre pour un fruit très riche en **huile**, mais il faut préciser que l'amande

est riche en **acides gras** mono-insaturés, par opposition aux acides gras saturés qui sont néfastes à la santé. Par ailleurs, l'amande est riche en phytostérols et s'oppose donc au cholestérol. Ce n'est pas tout, elle est parallèlement riche en vitamine E, une vitamine antioxydant qui aide l'organisme à lutter contre les processus inflammatoire et cancérigène, et contre le vieillissement. Grâce à sa teneur en fibres, l'amande aide à normaliser le transit intestinal et entraîne un effet rassasiant rapide [36].

II-7- Différentes types de l'utilisation des amandes douce et amère

Apprécié pour leurs propriétés de qualité sensorielles et nutritionnelles, les amandes sont consommées comme collations et sont largement utilisés dans la confiserie et des produits de boulangerie [37].

En outre, grâce à leur résistance au rancissement et au niveau élevé de leur point de fusion, les huiles d'amandes s'incorporent bien dans l'industrie alimentaire, margarines, émulsions, substituts de beurre de cacao

Les amandes douces ont un goût très agréable. On les consomme crues, grillées, pilées ou sous forme de pâte. On en tire également une huile à usage cosmétique ou pharmaceutique [38].

L'utilisation des amandes en industrie cosmétique est d'abord extraite en huile, elle est utilisée pour masser les nourrissons prématurés, a amélioré leur score neurologique et a stimulé leur gain de poids par rapport au placebo [39].

Elle est bien absorbée et riche en vitamines liposolubles E et A. Ces nutriments contribuent probablement aux bénéfices observés. L'huile d'amande a pour réduction des cicatrices après la chirurgie et le lissage et la peau rajeunissante [40].

L'huile d'amande est employée comme crème hydratante de peau, antiride et anti-vieillesse [8].

L'huile d'amande douce n'est utilisée qu'en pharmacie pour la préparation des émulsions, des potions huileuses et du savon médicinal [41].

L'amande est prise en charge et appliquée par voie topique sous forme d'huile. Dans la médecine traditionnelle chinoise, la médecine ayurvédique, l'huile d'amande est utilisée sur des conditions de peau sèche, y compris l'eczéma et le psoriasis, éliminer les conditions pulmonaires, comme la congestion bronchique [42].

L'huile d'amande est une source riche d'acide gras oméga-6 et de plusieurs autres éléments nutritifs. De nombreuses études ont été effectuées sur l'ensemble de l'amande, en trouvant un bénéfice pour les maladies cardiovasculaires, y compris l'élévation du HDL [43].

Elle est considérée comme anti-inflammatoire, immunitaire, anti-hépatotoxique, et peut réduire l'incidence du cancer du colon [44].

Les amandes amères sont aussi utilisées dans la production des arômes.

II-8- Toxicité des amandes amère

Les amandes amères se différencient de celles dites douce par leur teneur en amygdaline, responsable de leur amertume ; selon Yada *et al.*, (2011) [44] la concentration en amygdaline dans la graine est significativement et peut atteindre en moyenne 9%.

L'amygdaline peut être considérée comme un di-glucoside formé par l'union de l'acide cyanhydrique et de l'aldéhyde benzoïque [45].

Les amandes amères ne doivent donc pas rentrer dans la consommation alimentaire, mais il est reconnu que son huile peut être utilisée pour des fins esthétiques et thérapeutiques vu qu'elle ne présente aucun inconvénient d'intoxication à condition que l'extraction ait été faite à sec [44].

II-9- Aires de production des amandiers en Algérie

L'amandier préfère un climat chaud et ensoleillé, sa floraison très précoce, impose une exposition abritée des vents froids, il préfère les sols caillouteux et profonds, redoute les sols argileux (lourds et compacts), n'aime pas l'humidité. Il s'adapte à la rigueur sur des sols sableux, composés de grès ou même de marnes [46].

Selon la région, (la floraison) elle s'étale de février jusqu'à la mi-avril, et précède toujours le développement des feuilles. Elle est relativement fugace, ne dure pas plus de 2 à 3 semaines [46].

L'amandier de culture se présente comme un arbre dont la hauteur dépend de la race et de la variété : 6-8 m, parfois 10-12. En Afrique du Nord la taille varie entre 3 et 5 m.

Il vit en moyenne plus de 100 ans et se multiplie par semis ou par greffe. Son fruit est l'amande et est consommable par l'homme. C'est une drupe, le mésocarpe a un aspect duveteux sous lequel se trouve un noyau allongé et coque plus ou moins dure selon les variétés : c'est l'endocarpe ou coque qui renferme 1 ou 2 graines appelées amandons. La graine est protégée par des téguments dont l'aspect change avec les variétés (couleur et rugosité) [39].

En Afrique du Nord, l'amandier est bien souvent abandonné à lui-même et les soins qu'il reçoit sont loin d'être suffisants. C'est la cause – du reste – de son rendement faible et irrégulier. En Algérie par exemple, le rendement à l'hectare peut varier de 800 à 1000 Kg [47].

A partir du début des années 2000, l'Algérie a mis en place une politique de développement et de réhabilitation du secteur agricole à travers le plan National pour le développement de l'Agriculture (PNDA) par des subventions conséquentes au profit des agriculteurs. Cette opération qui consistait à redynamiser la filière « arboriculture fruitière » à travers l'accroissement du rythme de plantation, l'arrachage de la vieille plantation et l'augmentation des

quantités à l'exportation. Cette politique agricole s'est traduite par l'augmentation des superficies et de production. Quant aux rendements la production des amandes en Algérie a vu l'érosion passant de 21,1qx /ha comme rendement moyen en 1996 à 12.9 qx /ha enregistré en 2005 (tableau 02). Cette production reste insuffisante comparativement en normes internationales [48].

Tableau 02 : production superficies et rendement moyens de l'arboriculture fruitière enregistrés durant les campagnes 1995 /1996 et 2004 /2005.

Fruits	Campagne 1994/1995			Campagne 2004 /2005		
	Sup. (ha)	Prod.(Qx)	Rdt.(qx/ha)	Sup. (ha)	Prod.(Qx)	Rdt.(qx/ha)
Abricots	13040	412330	31.6	22888	1450965	63.4
Amandes	24860	52960	21.1	35099	453785	12.9
Cerises	2510	52960	8	2385	30810	12.9
Agrumes	40280	3227480	20.1	43995	6274060	142.6

II-10- L'huile d'amande

L'huile d'amande est une liquide jaune pale et de saveur agréable. Elle est composée d'acide gras : acide oléique ω 9 (60 à 85%), acide linoléique ω 6 (7 à 30%), acide palmitique (4 à 9%) et acide stéarique environ (2%) ainsi qu'une fraction insaponifiable contenant des phytostérols [37].

Elle est riche en protéines et à un faible taux d'acides saturés, elle très douce pour la peau. Aussi, elle est relativement riche en vitamines A, B et E ce qui lui permet de bien nourrir la peau. Elle possède également des propriétés anti-inflammatoires, hydratantes et calmantes [49].

Chapitre III

Travaux antérieurs

Chapitre III : Travaux antérieurs

Beaucoup de travaux scientifiques qui ont été faits sur la caractérisation de l'huile d'amande douce et amère. On a sélectionné dans ce chapitre les travaux qui nous semblent importants et qui ont une relation directe de notre travail, comme par exemple le travail de Zeeshan Ahmad, (2010) [50], qui vise à décrire les propriétés et les utilisations de l'huile d'amande dans plusieurs domaines tels que la médecine, les produits cosmétiques, nutritionnelle. Selon la composition biochimique de l'amande, il a également évoqué ses bienfaits pour la santé, notamment : renforcer l'immunité, anti-hépatotoxicité, laxative, anti-inflammatoire digestive, amélioration de transit intestinal, réduire l'incidence du cancer du colon, réduire les cicatrices hypertrophiques post-opératoire, calmante des ulcères, anti-infectieuse, émolliente, antioxydant, régénérant, réparatrice cutanée, huile d'amande élevant le taux de lipoprotéines de haute densité (HDL) dit «bon cholestérol», alors qu'il réduit la faible densité lipoprotéines (LDL). Pour l'utilisation des huiles d'amande dans d'autre industrie énergétiques Mehdi Atapour et Hamid-Reza Kariminia, (2011) [51] ont étudié la possibilité de produire du biodiesel à partir de l'huile d'amande amère par la réaction de transestérification catalysée par l'hydroxyde de potassium. Les résultats de la comparaison entre les propriétés physico-chimiques du biodiesel produit et le diesel de pétrole ont montré que la densité et les valeurs cinématiques de viscosité du biodiesel sont relativement proches de celles du diesel de pétrole. Donc l'huile d'amande amère est considérée comme une source principale pour la production de biodiesel. Pour les analyses physicochimiques de l'huile d'amande vient le travail de Oussama Kodad *et al.*, (2014) [52]. Le principal objectif de leur travail était l'évaluation de la concentration de tocophérol dans l'huile d'amande des principales populations locales importantes d'amandiers au Maroc en vue de leur utilisation éventuelle pour améliorer la valeur commerciale du produit final et leur éventuelle incorporation dans les programmes de sélection d'amandes. Le profil du tocophérol dans les amandes marocaines analysées a montré que l' α -tocophérol est l'homologue majeur, suivi du γ -tocophérol et du δ -tocophérol, confirmant les résultats antérieurs rapportés dans d'autres cultivars et sélections d'amandes. Bien que l'effet de l'année de récolte ait été significatif, la variabilité du tocophérol était principalement due au génotype. L'origine géographique était également significative, les populations de montagne présentant des concentrations plus élevées de tocophérol. Ces résultats peuvent aider à déterminer les zones géographiques de production d'amandes présentant les caractéristiques bien définies afin d'augmenter la valeur des produits d'amandes et les revenus des producteurs locaux.

Pour Nabi Shariatifar et Issa Mohammad Pourfard, (2015) [53], deux variétés d'amande ont

été utilisées (l'huile d'amande d'osku amère et douce, l'huile d'amande de bonab amère et douce) qui ont été récoltées dans l'Iran. Les résultats obtenus après l'analyse sont les suivants: l'huile d'amande est liquide à température ambiante comme toutes les autres huiles comestibles utilisés en routine. L'huile d'osku amère est meilleure que les autres huiles par rapport à sa concentration élevée d'acide oléique. L'huile de graines d'amandes avait des indices d'acidité allant de 0,27 à 0,5, ce qui est le plus proche de la fourchette observée pour l'huile de graines d'amandes. L'indice d'iode de l'huile d'amande est le plus élevé dans le cultivar 104,7% (osku bitter) alors que la quantité minimale a été trouvée dans le cultivar 95,5% (bonab bitter). L'huile d'amande convient à des fins alimentaires ainsi qu'à la fabrication de pâtisseries et de produits cosmétiques. Dans la présente étude, l'huile de graines d'amandes est caractérisée par la présence de cinq acides gras majeurs : oléique, linoléique, palmitique, stéarique et palmitoléique. Ensemble, ces acides gras représentent plus de 95 % de la teneur totale en acides gras. La comparaison entre les propriétés chimiques des huiles d'amandes amères et douces montre que il n'y a pas une différence significative entre ces huiles.

Par ailleurs Karim Sorkheh *et al.*, (2016) [54] ont choisi d'étudier dans leur travail l'amande sauvage. Le but de cette étude était d'évaluer les niveaux de variation de la teneur en huile et de la composition en acides gras parmi les accessions de *P. scoparia* afin d'identifier les génotypes avec une qualité d'huile souhaitable pour la consommation, l'utilisation industrielle ou la production de biodiesel. Les résultats de l'analyse de la variance pour la plupart des caractéristiques étudiées ont montré des différences significatives entre les génotypes d'amandes. En particulier, les accessions diffèrent significativement pour la teneur en huile, en acide palmitique, en acide stéarique, en acide oléique et en acide linoléique. Les résultats sur la composition en acides gras montrent que les huiles contiennent des acides palmitique, stéarique, oléique et linoléique comme principaux acides gras. Les accessions de matériel génétique produisant des concentrations plus élevées d'acides oléique et linoléique sont requises par l'industrie pour les huiles de cuisson ayant une durée de conservation acceptable. Des accessions de germoplasme donnant des concentrations plus élevées d'acides oléique et linoléique sont requises par l'industrie pour les huiles de cuisson ayant une durée de conservation acceptable. Les gammes d'indice de saponification (199,2–202,1), d'indice d'iode (104,8–125,7 kg I₂ / kg) et d'indice de cétone (43,8–48,8) ont confirmé que les huiles ont des potentialités industrielles. Les résultats pourraient contribuer à sélectionner des génotypes d'amandiers sauvages comme sources génétiques pour la production d'huile.

En revanche Mohammad Java *et al.*, (2018) [55] pour évaluer l'effet de l'huile d'amande sur le profil lipidique chez les patients hyperlipidémiques. Quatre -vingt -dix -sept patients ont été répartis entre le groupe d'intervention (n=49) et le groupe témoin (n=48). Le groupe d'intervention

a reçu 10 ml d'huile d'amande deux fois par jour pendant 30 jours. il n'y a pas eu d'intervention pour le groupe de contrôle. Les lipoprotéines sériques ont été mesurées avant et après l'étude. D'après les résultats les taux de cholestérol total et de LDL diminué de manière significatif dans le groupe d'intervention. mais la consommation régulière d'huile d'amande n'a pas eu d'effet significatif sur les triglycérides et le HDL dans cet échantillon de patients hyperlipidémiques.

Pour Atef M. Al-Attar., (2020) [56], qui a déterminé si l'huile d'amande pourrait avoir un effet protecteur sur des rats exposé à une concentration sublétales de Pb. Quatre groupes de souris ont été utilisés dans l'expérience et traités comme suit: Le premier groupe a servi de témoin. Le deuxième groupe a été traité avec 100 mg /kg de poids corporel de Pb. Le troisième groupe a été soumis à de l'huile d'amande (800 mg / kg de poids corporel) et du Pb. le quatrième groupe a été complété avec de l'huile d'amande. Après six semaines, des échantillons de sérum sanguin ont été analysés. Les résultats de l'expérience ont montré que L'exposition chronique au Pb entraîne une perte de poids progressive. Ceci peut être dû à des nausées, des vomissements et de l'anorexie, qui généralement accompagnent toute toxicité métallique, et une augmentation statistique des paramètres hématobiochimiques avec des altérations histologiques de la structure du foie. Tandis que les taux de protéines totales, d'albumine, de cholestérol à lipoprotéines de haute densité (HDL-C), de glutathion (GSH), de superoxyde dismutase (SOD) et de catalase (CAT) étaient significativement diminués. En revanche, le traitement à l'huile d'amande a amélioré notablement les changements biochimiques et a montré un effet antioxydant. La présente étude a révélé l'influence thérapeutique de l'huile d'amande sur la base de son effet antioxydant contre la toxicité du plomb.

Dans un autre volé 2020 Sara El Bernoussi *et al.*, (2020) [57] leur objectif principal est d'étudier l'effet du stockage sur 60 °C des huiles d'amandes douces et amères sur leur composition chimique, et d'évaluer les paramètres de qualité de l'huile d'amandes, tels que la teneur en acides gras libres, l'indice d'iode ainsi que les facteurs d'extinction spécifique (E232 et E270). La comparaison entre les valeurs d'amandes fraîchement récoltées et les valeurs d'amandes après la période de stockage montré que : les taux de caroténoïde, de stérol total et de tocophérol étaient diminués, et que les paramètres d'acides gras libre, de peroxyde, de K232 et de K270 augmentaient légèrement pour les deux huiles, tandis que les profils d'acide gras et l'indice d'iode ne variaient pas significativement sur quatre semaines. Après cette, l'huile d'amande douce pressée à froid présente toujours un excellent profil physico-chimique. L'huile d'amande amère présente après le même délai des propriétés bien moins satisfaisantes.

Conclusion
et perspectives

Conclusion générale

Ce travail a été entrepris pour comparer les propriétés physicochimiques de l'huile d'amande douce et amère, mais en raison de la pandémie (COVID 19), nous n'avons pas eu l'opportunité de faire de faire la partie expérimentale malgré son importance.

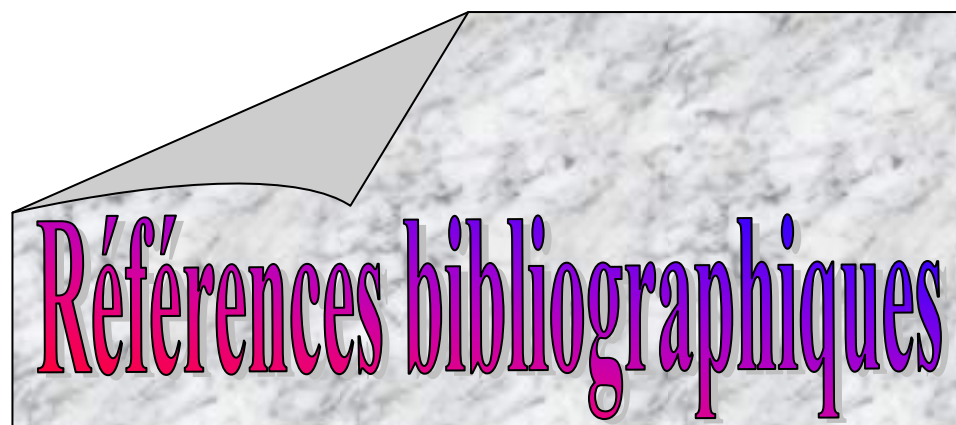
D'après les recherches qu'on a faites sur l'huile d'amande douce et amère dans la partie bibliographique et les travaux antérieures sur la caractérisation de cette huile on a conclut que :

Pour obtenir une huile de bonne qualité il faut faire une sélection rigoureuse des fruits, notamment au niveau du choix de la variété et de la qualité, afin de garantir une huile riche en actifs. Récoltées, les amandes se conservent en coque tout au long de la saison afin de préserver leur fraîcheur. Elles seront décortiquées, émondées ou toastées en fonction des besoins aux laboratoires. Le dégraissage partiel des amandes est effectué par un pressage lent et à froid. Ceci permet de récupérer les meilleurs composés du fruit, et notamment les nutriments et minéraux et ainsi une huile vierge biologique, avec des qualités organoleptiques uniques et d'une grande pureté.

Grace à sa composition riche en acide oléique et en actifs adoucissants (phytostérols, triacylglycérides, alcools triterpéniques), l'huile végétale d'amande douce assouplit la peau et la préserve du dessèchement en lui donnant un toucher de velours. Grace à ses propriétés émollientes, elle s'utilise en tant qu'ingrédient dans la réalisation d'huiles de massage destinées aux peaux délicates ou sujettes à inconfort. Elle peut également être utilisée dans la réalisation de soins qui permettent de lutter contre les vergetures.

La différence entre l'huile d'amande amère et douce est dans sa composition. En effet l'huile d'amande amère contient de l'acide cyanhydrique ou cyanure ! Utilisé à petite dose en interne pour parfumer les aliments par exemple est sans danger mais à forte dose l'amande amère devient alors toxique. Il faudra alors l'utiliser avec parcimonie.

En perspectives, nous signalons que Tout travail, quelque soit son sérieux reste incomplet et nous déclarons que le notre est engendré par cette règle. En effet La situation actuelle a limité nos ambitions de mieux faire connaître ces huiles la. Néanmoins, il constitue un premier pas ouvrant plusieurs perspectives comme : la mise au point d'une technique de raffinage spécifique de l'huile, permettant de la ramener dans le circuit alimentaire, la valorisation du tourteau d'amandes, la purification et la valorisation de l'amygdaline comme substance spécifique pour l'huile d'amande amère.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Moure, A., Pazos, M., Medina, I., Domínguez, H., & Parajó, J. C. (2007). Antioxidant activity of extracts produced by solvent extraction of almond shells acid hydrolysates. *Food Chemistry*, 101 (1), 193-201.
- [2] Moayedi, A., Rezaei, K., Moini, S., & Keshavarz, B. (2011). Chemical compositions of oils from several wild almond species. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 88(4), 503-508.
- [3] Jackson, E. M. (1992). Facial moisturizers and wrinkles. *Dermatology nursing*, 4(3), 205-207.
- [4] Liegner, K. B., Beck, E. M., & Rosenberg, A. (1981). Laetrile-induced agranulocytosis. *Journal of the American Medical Association*, 246 (24), 2841-2842.
- [5] Yada Sylvia., Karen Lapsley., Guangwei Huang. (2011). A review of composition studies of cultivated almonds: Macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis* 24, 469–480.
- [6] Chen, C.Y., Lapsley, K. and Blumberg, J. (2006). Nutrition and Health Perspective on Almonds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 2245-2250. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2659>.
- [7] Debruyne. (2001). Soja transformation et aspects industriels techniques de l'ingénieur; 01-12p.
- [8] Gundzi Chahira. (2017). Contribution à l'analyse physico-chimique de l'huile d'arachides, d'amandes et de leur mélange. Détermination de leurs pouvoirs antimicrobiens. Mémoire de master en Science des Aliments, Tlemcen : Faculté des sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre Et de l'Univers, 55P.
- [9] Morin O, et Pagès-Xatart-Parès. (2012). Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelle et intérêt nutritionnel. OCL, 19(2) : P63-66.
- [10] Jahouach W. (2002). Décoloration des huiles végétales sur des argiles étude de la stabilité physicochimiques des huiles décolorées. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études approfondies en chimie organique.
- [11] Bouharis Wassila , Silmane Mounia. (2013). Etude de la détérioration des huiles de friture par la spectrométrie Raman et IR. Mémoire de master en chimie des matériaux, Bejaïa , faculté des sciences exactes , 281p.
- [12] Gornay, Julien. (2006). Transformation par voie thermique de triglycérides et d'acides gras .application a la valorisation chimique des déchets lipidiques. Thèse de doctorat en génie des procédés, E.N.S.I.C- Nancy : Institut National Polytechnique De LORRAINE, 317p.
- [13] Brisson G.J. (1982). In : « corps gras alimentaires et autres composées lipidiques : La signification des mots ». Lipides et nutrition humaines. Ed : Les presses de l'université laval. P 10-12.
- [14] Leray C., (2013). Les lipides Nutrition et santé, Ed : Lavoisier, P13.
- [15] Goudet P et Yindoula PJ., (2008). Matière et énergie dans système, Manuel de Chimie, Biochimie alimentaire, Ed : Educagri , P101.
- [16] Siret C., (2004). Les composants chimiques des produits alimentaires. Dans Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés. F 1010. P19.

- [17] <https://www.compagnie-des-sens.fr/chimie-huile-vegetale-acide-gras>.
- [18] **Marc Nicol, M. Maudet. (2000).** Caroténoïdes et vitamine A. Actualités, 200 ; vol.7,n°3 ;p.266-270.
- [19] https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine_A.
- [20] <https://pubchem.ncbi.nih.gov/compound/Phytosterols>.
- [21] **Duppin, Henri. (1992).** Alimentation Et Nutrition Humain. Ed : ESF : Paris, 1533p, P 147.
- [22] **Ighil Farida, Mani Dalila. (2016).** Evolution de la fraction saponifiable et insaponifiable d'une huile végétale raffinée « AFIA » au cours des fritures répétées. Mémoire de fin d'étude en agronomie, Tizi-Ouzou : Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, 161p.
- [23] **Benamara Chafia, Ferrah Siham. (2017).** Etude de la stabilité d'une huile de friture (essais avec des antioxydants : Acide citrique, BHT et huile de noyau de dattes). Mémoire de master en Bioprocédés et Technologie Alimentaire, Bejaia : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie,78p.
- [24] **Benseghier Kaoutar ; Khamed Oussama. (2014).** Huiles alimentaires de graines Pinus pinea extraction et caractérisation physique-chimique. Mémoire de fin d'étude en Technologie Alimentaire, OUARGLA : Faculté de Science de la Nature et se la Vie, 127p.
- [25] **Djadoun Sadia.** Influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile sur de grignon d'olive assistée par micro-ondes. Mémoire de magister en chimie de l'environnement, Tizi-Ouzou, faculté des sciences, 87p.
- [26] <https://fr.statista.com/statistiques/565109/huiles-vegetales-consommation-mondiale-par-type-d-huile/>
- [27] **Jacques E., Xavier Pagès-Xatart-Pares2, Christian A., Odiles M. (2007).** procédés d'obtention et composition nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza.
- [28] **Zovi Ornella. (2009).** Fonctionnalisation et photopolymérisation de l'huile de lin en vue de l'élaboration de nouveaux matériaux sans émission de composés organiques volatils(COV). Thèse de doctorat en chimie macromoléculaire, France : Institut National Des Sciences Appliquées De ROUEN, 281p.
- [29] **Tonelli Nicole, Gallouin François (2013).** Des fruits et des graines comestibles de monde entier. Ed : Lavoisier, Paris, P55.
- [30] **Couplan François. (2012).** Les plantes et leurs noms : Histoires insolites. Ed : Quae, France, P170.
- [31] **Silberffld Thomas, (2011).** Plantes mellifères l'amandier. Fiche pratique sur abeilles & fleurs enseignant en biologie végétales à l'université pierre-et-marie-curie. N° 725.p19-20.
- [32] <https://www.amazon.fr/damande-Prunus-Dulcis-graines>.
- [33] **Bellair Georges Adolphe. (1891).** Les arbres fruitiers. Ed : J.B. Baillière et fils, New York, P277.

- [34] **Roussin Jean-Luc. (2014).** L'Amandier, France : école française du Bonsaï de la F.F.B,
- [35] **Tessier A., (2014).** L'amandier : Douleur des contusions , des brulures , laxatif, vieillissement de la peau... Riche en potassium- Articles scientifique phyto-Aroma (thérapie).
- [36] <https://www.e-sante.fr/amande-douce-amere/actualite/1642?page=1>
- [37] **Voituturiez, J. E., T., & De Nucé De Lamothe, M. (1997).** L'avenir contrasté du marché des huiles lauriques. *Plantation, recherche, développement*, 4(6), 378-382.
- [38] **Auburn R., MAGNAN D., 2008:** Cultivez les plantes sauvages & comestibles. Edition Artémis pour la présente édition. P48.
- [39] **Amanzougarene Meriem. (2018).** Caractérisations physico-chimique des deux variétés de l'amandier algérien (Bejaïa, Bouira et sétif) : prunus amygdalus amaris et prunus amygdalus dulcis. Mémoire de fin d'études en biotechnologie alimentaire, Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 59 P.
- [40] **Ahmad, Z. (2010).** The uses and properties of almond oil. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 16(1), 10-12.
- [41] **Pitchford, P. (2002):** Healing with whole food: Asian traditions and modern nutrition. North Atlantic Books. Berkeley, CA. p532.
- [42] **Jamshed, H., Sultan, F. A. T., Iqbal, R., A. H. (2015).** Dietary almonds increase serum HDL cholesterol in coronary artery disease patient in a randomized controlled trial. *The journal of nutrition*, 145(10), 2287-2292.
- [43] **Yada S; Karen L; Guangwe; H . (2011).** A review of composition studies of cultivated almonds: macronutrients and micronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis* 2, 469–480.
- [44] **Charles d'Orbigny. (1869).** Dictionnaire universel d'histoire naturelle. Deuxième édition. P 465.
- [45] **Silberfeld, T ; & Reeb, C. Trouillas, P ; Calliste, C.A, Allais, D. P ; Simon, A. (2013).** Guide des plantes mellifères : 2000 plantes France et d'Europe. Ed :Delachaux et Niestlé.
- [46] **Eveinoff A. V ., (1952).** Quelques observations biologiques sur l'amandier, article, journal d'agriculture traditionnelle de botanique appliquée, p 359-360.
- [47] **O. Bessaoud, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, W. Khechimi. (2019).** Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM, pp.82. fffhal-02137632f
- [48] **Riotte B., (2011).** Mon guide huiles essentielles. Troisième édition. P65.
- [49] **Zeeshan Ahmad., (2010).** The uses and properties of almond oil. *Complementary Therapies in Clinical Practice* 16, 10–12.
- [50] **Mehdi Atapour, Hamid-Reza Kariminia., (2011).** Characterization and transesterification of Iranian bitter almond oil for biodiesel production. *Applied Energy* 88, 2377–2381.

- [51] **Ossama Kodad , Gloria Estopan, Teresa Juan, Rafel Socias Company., (2014).** Tocopherol concentration in almond oil from Moroccan seedlings: Geographical origin and post-harvest implications. *Journal of Food Composition and Analysis* 33, 161–165.
- [52] **Nabi Shariatifar , Issa Mohammad Pourfard ., (2015).** Physic-chemical characteristics of bitter and sweet almond kernel oil . *International Journal of chem Tech Research* 8 .878-882.
- [53] **Karim Sorkheh, Soghra Kiani, Adriano Sofo ., (2016).** Wild almond (prunus scoparia L.) as potential oilseed resource for the future : studies on the variability of its oil content and composition . *Food chemistry* 212. 58-64.
- [54] **Mohammad Javad Zibaenezhad, Parham Ostovan, Seyed Hamdollah Mosavat, Mahmood Zamirian, Armin Attar., (2018).** Almond oil for patients with hyperlipidemia: A randomized open-label controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*, <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.10.013>.
- [55] **Atef M. Al-Attar., (2020).** Therapeutic influences of almond oil on male rats exposed to a sublethal concentration of lead. *Saudi Journal of Biological Sciences* 27, 581–587.
- [56] **Sara El Bernoussi, Ihssan Boujemaa, Hicham Harhar, Walid Belmaghraoui, Bertrand Mattheaus, Mohamed Tabyaoui .,(2020).** Evaluation of oxidative stability of sweet and bitter almond oils under accelerated storage conditions. *Journal of Stored Products Research* 88. 101662.