

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE MICROBIOLOGIE



## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme de master

Filière: Sciences Biologiques

Spécialité: Microbiologie Appliquée

### Thème

# Evaluation de la stabilité Microbiologique et Physico-chimique des figes sèches conservées dans l'huile d'olive

#### Travail réalisé par:

Melle: DJEMAI Thinhinane

Melle: SENANI Nassima

#### Devant le jury composé de:

Mr BOUACEM K.

Président

Maître de Conférences Classe (B) à l'UMMTO

Mr SEBBANE H.

Examineur

Maître Assistant Classe (A) à l'UMMTO

Mme BENAHMED DJILALI A.

Promotrice

Maître de Conférences Classe (B) à l'UMMTO

Année universitaire 2019/2020

## Remerciements

---

*On tient tout d'abord, à remercier Dieu le tout puissant pour nous avoir donné santé, force, courage et volonté de continuer nos études et de mener à bien ce modeste travail.*

*Nos vifs et sincères remerciements vont à madame BEN AHMED DJILALI A., Maître de Conférences Classe B à l'UMMTO, pour avoir accepté d'encadrer ce travail, malgré ses multiples occupations, pour ses grandes qualités humaines et professionnelles, qui lui valent le respect et auxquels nous sommes très sensibles. Merci Madame pour votre grande gentillesse et votre disponibilité.*

*Nous adressons notre profonde gratitude à Monsieur BOUACEM K., Maître de Conférences Classe B à l'UMMTO, pour avoir très gentiment accepté d'examiner notre travail et de présider le jury.*

*Nous remercions également Monsieur SEBBANE H., Maître Assistant Classe A à l'UMMTO, pour avoir accepté d'évaluer ce travail en dépit de ses nombreuses obligations.*

*Nous remercions l'ensemble de nos enseignants au sein du département de Biochimie Microbiologie, ainsi que toute l'équipe de laboratoire de Microbiologie et de la bibliothèque pour leurs disponibilités à notre égard.*

*Finalement, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicaces

---

## *Je dédie ce mémoire*

- ❖ *À mes très chers parents. Je leur exprime ma profonde reconnaissance pour leurs efforts et sacrifices durant tout mon parcours pour un avenir meilleur.*
- ❖ *À mon meilleur ami Abderrezzak, pour son soutien moral, sa motivation, sa patience infinie et ses conseils précieux durant ces années d'études.*
- ❖ *À mes frères (Juba et Yanis) et mes sœurs (Yasmine et Kenza), pour leur amour et encouragement.*
- ❖ *À mes cousins Azouaou et Kenza, qui ont toujours été présent à mes côtés.*
- ❖ *À mes frères de cœur Yacine et Azzedine, pour leurs amours et bienveillances.*
- ❖ *À mes amies : Meriem, Waffa, Lilia, Lynda, Imène, Hassiba et Souad, pour votre grand cœur, ma vie ne serait pas aussi magique sans votre présence.*
- ❖ *À toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

*Thinhinane*

# Dédicaces

---

*C'est avec un énorme plaisir que je dédie ce modeste travail*

*À mes chers parents*

*Je vous remercie du fond du cœur pour tout le soutien, l'amour et la tendresse  
que vous me portez chaque jour.*

*À mon cher frère Nassim et ma sœur Lina.*

*À la mémoire de mes grands parents ( Vavasayi et Mamasayi, Dherifa et Majber).*

*Que dieu vous accueille dans son vaste paradis*

*À tous les membres de ma famille ( Zouina ,Ouiza, Rezika ,Farisa ,  
Dyhia, Serina, Manel ).*

*À cette personne qui ma longtemps soutenue merci pour ta  
bienveillance et ton encouragement Saïd.*

*À mes chers amis ( Maroua , Celia, Karima , Lylia , Lila , Hadjili ).*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments  
agréables que nous avons passés ensemble je vous souhaite une vie  
pleine de succès et de bonheur.*

*À tous ceux que j'aime merci*

*Nassima*



# Liste des figures

---

<b>Figure 1</b>	Morphologie du figuier ( <i>Ficus carica</i> L.)	<b>3</b>
<b>Figure 2</b>	Coupe longitudinale d'une figue	<b>5</b>
<b>Figure 3</b>	Superficie moyenne du figuier de l'année 2015 dans le monde	<b>6</b>
<b>Figure 4</b>	Superficie moyenne de figuier dans la zone du bassin Méditerranéen et du Moyen Orient	<b>6</b>
<b>Figure 5</b>	Répartition de la superficie figuicole de la wilaya de Tizi Ouzou en hectares	<b>8</b>
<b>Figure 6</b>	Quelques variétés de figues cultivées en Kabylie.	<b>9</b>
<b>Figure 7</b>	Macération de figue sèche de la région d'Azazga dans de l'huile d'olive	<b>15</b>
<b>Figure 8</b>	Figues vertes de la variété tayanimt à maturité optimale destinées au séchage	<b>16</b>
<b>Figure 9</b>	Séchage des figues sur claies en roseaux	<b>18</b>
<b>Figure10</b>	Diagramme de séchage industriel des figues	<b>19</b>
<b>Figure11</b>	Diagramme représentant le mode de production de l'huile d'olive	<b>24</b>
<b>Figure12</b>	Principaux pays producteurs de l'huile d'olive dans la zone du bassin Méditerranéen	<b>25</b>

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau I</b>	Production mondiale de la figue en 2015	<b>7</b>
<b>Tableau II</b>	Composition moyenne des figues à peau verte	<b>10</b>
<b>Tableau III</b>	Principaux constituants des figues sèches	<b>11</b>
<b>Tableau IV</b>	Normes Algériennes du respect des critères microbiologiques des fruits secs, selon le Journal Officiel de la République Algérienne	<b>12</b>
<b>Tableau V</b>	Analyse sensorielle de l'huile d'olive utilisé avant et après 5 mois de macération	<b>15</b>
<b>Tableau VI</b>	Caractéristiques de quelques variétés de figues sèches de plusieurs régions de la Kabylie	<b>21</b>
<b>Tableau VII</b>	Classification de l'huile d'olive	<b>27</b>
<b>Tableau VIII</b>	Composition en acides gras d'une huile d'olive	<b>28</b>

## Remerciements

## Dédicaces

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Introduction ..... 1

### Chapitre I : Généralités sur *Ficus carica* L.

I-1-Historique .....	3
I-2-Généralités.....	3
I-3-Taxonomie.....	5
I-4-Répartition géographique et production de la figue .....	6
I-4-1- Dans le monde .....	6
I-4-2- En Algérie .....	7
I-5-Variétés de figues .....	8
I-6-Composition et valeurs nutritives .....	9
I-6-1-Figues fraîches .....	9
I-6-2-Figues sèches .....	10
I-7-Qualité microbiologique .....	11
I-8-Propriétés des figues sèches .....	12
I-8-1-Effet antioxydant.....	12
I-8-2-Effets antispasmodique et antiplaquettaire .....	13
I-8-3-Effet antibactérien .....	13
I-8-4-Effet anti-constipation.....	13
I-8-5-Effet antipyrétique .....	13
I-8-6-Effet antianémique .....	13
I-8-7-Effet anti-cardiovasculaire .....	13
I-9-Conservation des figues sèches dans de l'huile d'olive .....	14

### Chapitre II : Technologie de conservation de figue par le séchage

II-1-Technologie de séchage .....	16
II-1-1-Séchage naturel.....	17
II-1-2-Séchage artificiel .....	18
II-2-Critères de choix d'un procédé de séchage .....	20
II-3-Variétés destinées au séchage .....	20

## **Chapitre III : Généralités sur l'huile d'olive**

III-1-Définition.....	24
III-2- Technologie de fabrication .....	24
III-3-Classification .....	25
III-4-Composition chimique.....	26
III-4-1-Fraction saponifiable .....	27
III-1-4-1-Acides gras .....	27
III-1-4-2-Triglycérides .....	28
III-4-2-Fraction insaponifiable .....	28
III-4-2-1-Stérols .....	28
III-4-2-2-les hydrocarbures .....	29
III-4-2-3-Composés phénoliques.....	29
III-4-2-4-Tocophérols.....	29
III-4-2-5-Alcools .....	30
III-4-2-6-Pigments .....	30
III-5-Conservation .....	30
III-6-Bienfaits de l'huile d'olive .....	31
III-6-1-Propriété antioxydante.....	32
III-6-2-Propriété anti-cancers .....	32
III-7-3-Propriétés antimicrobienne .....	33
<b>Conclusion.....</b>	<b>34</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

# **Introduction**

L'alimentation saine et équilibrée constitue un élément fondamental dans le maintien du bon fonctionnement de l'organisme humain. En effet, les preuves scientifiques s'appuient sur le rôle des aliments traditionnels dans le traitement et prévention de plusieurs maladies.

Le figuier tout comme l'olivier, sont deux arbres fruitiers utilisés depuis l'Antiquité pour soulager et guérir les maladies humaines. Le figuier est très ancien en Algérie. Actuellement, sa culture occupe une superficie d'environ 43 000 ha avec une production de 120 187 tonnes de figues fraîches et sèches (MADR, 2019). La Région de la Kabylie vient en tête des producteurs, à savoir Bejaia, Tizi Ouzou et Sétif, couvrant respectivement 34%, 23% et 13% du marché national algérien.

Les figues, sont considérées comme un aliment de santé, elles constituent une excellente source de minéraux tels que le fer, le calcium et le potassium, de vitamines (A, B1, B2), de fibres alimentaires, et de sucres (SOLOMON et *al.*, 2006). Elles sont aussi riches en composés appelés polyphénols. Ces derniers jouent un rôle vital dans la prévention de plusieurs troubles de la santé humaine liés au stress oxydatif (FLORES et JIMENEZ, 2007).

Par ailleurs, les figues sont cueillies avec des taux d'humidités élevées propices à diverses dégradations, ce qui rend le fruit très périssable. Ainsi, l'utilisation de la technique de séchage est nécessaire afin de réduire la teneur en eau par évaporation à l'aide d'une énergie thermique. Ceci permet de garder la qualité et la valeur nutritionnelle du fruit.

Des prétraitements sont appliqués sur les figues avant leurs séchages, incluant le blanchiment à l'eau bouillante, la sulfuration et la sulfatation (FLAISHMAN et *al.*, 2008). Ces traitements sont appliqués dans le but d'accélérer la déshydratation, de contrôler le brunissement et d'améliorer la texture du fruit (KELEBEK et *al.*, 2018). Cependant, des altérations microbiennes, peuvent subvenir lors du stockage. Ces dernières sont dues à des contaminations par l'environnement, contaminations par le personnel, la non maîtrise des paramètres de séchage, et les mauvaises conditions de stockage,...etc. Aboutissant ainsi, à un produit fini de mauvaise qualité sur le plan hygiénique et nutritif.

De même l'huile d'olive, représente le produit méditerranéen par excellence. Elle constitue la composante principale du régime diététique grâce à sa richesse en acide gras mono-insaturé qui est l'acide oléique (MARTIN-PELAEZ et *al.*, 2013). L'huile d'olive est donc un aliment privilégié dans l'alimentation des anciens. Certains la consomment pure, d'autre l'utilisée comme matrice de conservation des figues sèches. Il s'agit de faire macérer les figues sèches découpées en deux dans l'huile d'olive mise dans des bocaux en verre hermétiques et conserver à l'abri de la lumière.

La consommation de figue ou de l'huile d'olive est bénéfique pour la santé. Ce bénéfice devient encore plus grand si nous les consommons ensemble. Cette combinaison puissante, procure de la force et de l'énergie, efficace contre la constipation, les hémorroïdes, la toux, l'asthme, les maux de gorge, la perte de poids et les maladies intestinales. Selon une étude très récente, ils recommandent l'utilisation de la figue conservée dans l'huile pour remédier à la progression de la maladie d'Alzheimer et à l'amélioration de l'état des patients souffrant d'un déficit de la mémoire (ALHARTHY et BAWAZIR, 2019).

La présente étude a pour objectif d'évaluer la stabilité microbiologique et physico-chimique des figes sèches conservées dans de l'huile d'olive.

Notre travail est subdivisé en trois chapitres :

- Généralités sur *Ficus carica L.*
- Technologie de conservation de figue par le séchage.
- Généralités sur l'huile d'olives.

**Chapitre I:**  
**Généralités sur *Ficus***  
***carica* L.**

**I-1-Historique**

Le figuier a été connu dans le moyen orient dès le troisième millénaire chez les ancêtres des sumériens, ainsi, il y a 5000 ans, les égyptiens l'utilise pour en extraire des produits pharmaceutiques, et la mythologie grecque le qualifie comme étant un don de la déesse des moissons et de la terre et l'utilise pour faire des cataplasmes (EL BOUZIDI, 2002).

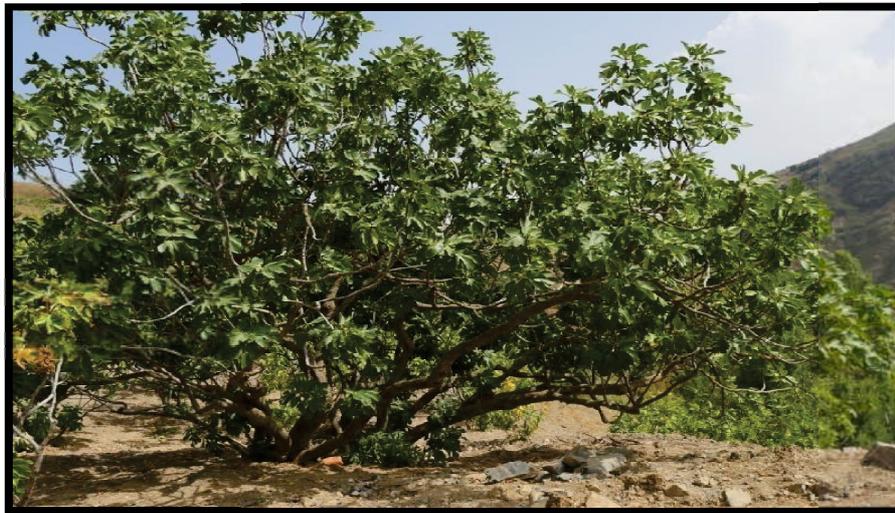
La figue, est reconnue comme fruit sacré et occupe une position symbolique dans de nombreuses religions du monde, y compris l'Islam, le Christianisme, l'Hindouisme, le Judaïsme et le Bouddhisme, représentant la fertilité, la paix et la prospérité.

Tout de même, les figues comestibles ont été développées pour la première fois il y a environ 6000 ans évoluant, grâce à l'intervention humaine, du caprifigier (SUTTON, 2014).

**I-2-Généralités**

Le *Ficus carica* L. (Fig.1), signifie verrue pour *Ficus* (le lait du figuier pour soigner la verrue) et *carica* fait allusion à une région en Turquie (OUKABLI, 2003).

La figue est le fruit du figuier commun (*Ficus carica* L.) qui appartient à la famille des *Moraceae*, avec plus de 1400 espèces classées, constituant 40 genres. Le genre *Ficus* est composé d'environ 700 espèces et est actuellement classés en six sous-genres (BERG, 2003).



**Figure 1** : Morphologie du figuier (*Ficus carica* L.)

Le figuier est un petit arbre de 4 à 5 mètres de hauteur, certaines variétés peuvent cependant atteindre 8 à 10 mètres de hauteur en conditions favorables, avec de nombreuses branches étalées de 4 m. Il a des feuilles vertes typiques, simples et alternes (FLAISHMAN et *al.*, 2008), elles sont de 7 à 9 cm de longueur et de 4 à 6 cm de largeur, ovales ou orbiculaires ayant habituellement 3 à 5 lobes. L'écorce est lisse, à couleurs externes gris argenté, exfoliée de flocons arrondis irréguliers. Le système racinaire est fibreux qui se propage et il est généralement très profond et sans racine pivotante (FLAISHMAN et *al.*, 2008). Il peut être

multiplié par graines ou par méthodes végétatives en utilisant des boutures de bois dur (BADGUJAR et *al.*, 2014).

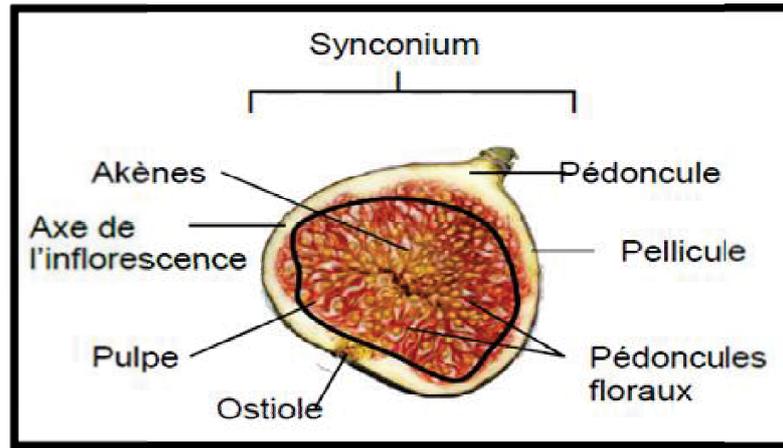
La culture du figuier se situe principalement dans des zones montagneuses aux sols pauvres et recevant peu de soin (WALALILOUDYI, 1995), mais peut se faire aussi sur des sols argileux et des sables légers, tolérant la salinité et le pH de 7 à 8. Fleurissent dans des climats chauds et secs (AKSOY, 1998 ; GOLOMBEK et LUDDER, 1990). La productivité et le développement du figuier, peuvent être affectés par plusieurs facteurs environnementaux tels que la température, la photopériode et l'humidité (FLAISHMAN et *al.*, 2008).

Comme tout les ficus, le système de reproduction du figuier est sexué, représenté par des fleurs mâles et des fleurs femelles et qui enferment des graines appelées sycones (ROGER, 2002). Malgré leur ressemblance, il existe deux types de figuier qui sont :

- Le figuier femelle, *Ficus carica domestica*, qui produit des fruits entiers non parthénocarpiques, ils sont cueillis qu'après pollinisation des fleurs, fécondation des ovaires et développement de ceux-ci.
- Le figuier male *Ficus carica caprifica*, qui est le type sauvage du figuier, il joue un rôle très important de point de vue de la fructification des figues du figuier domestique en assurant la production du pollen et la survie du pollinisateur symbiotique (VALDEYRON et *al.*, 1998).

La figue, est un fruit agrégé composé de petites drupes individuelles, appelé un druplet. Ces duplets se développent à partir des ovaires en une inflorescence fermée, connue sous le nom de syconium (la figue), qui renferme de nombreuses fleurs unisexuelles (FLAISHMAN et *al.*, 2008).

Ce fruit est habituellement de forme identique, dont le poids varie de 30 à 65 g (OUAOUCHE et CHIMI, 2005), avec des tailles et des couleurs variables. Il est composé d'une peau externe pigmentée (verte, violette ou noire), sa face interne est blanche et contient de nombreux akènes (Fig. 2).



**Figure 2 :** Coupe longitudinale d'une figue (HAESSLEIN et OREILLER, 2008)

### I-3-Taxonomie

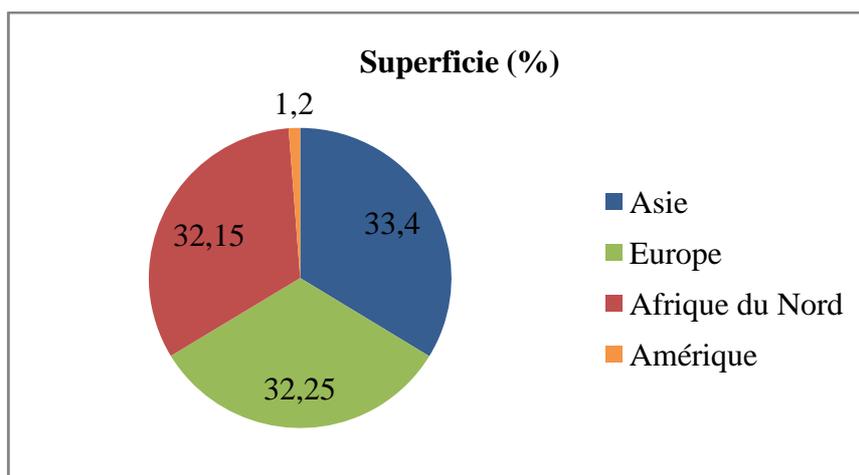
Selon les botanistes, l'origine du figuier domestique remonte au caprifiguiier, son ancêtre sauvage. Le figuier appartient à l'ordre des Urticales, famille des *Moraceae*, et fait partie du genre *Ficus* (EL BOUZIDI, 2002). La classification taxonomique du figuier est la suivante (GAUSSEN et *al.*, 1982):

- Règne: Végétal
- Embranchement: Phanérogame
- Classe: Dicotylédones
- Sous classe: Hamamélidées
- Séries: Apétales unisexuées
- Ordre: Urticale
- Famille: *Moraceae*
- Genre: *Ficus*
- Espèce: *Ficus carica* L.

### I-4-Répartition géographique et production de la figue

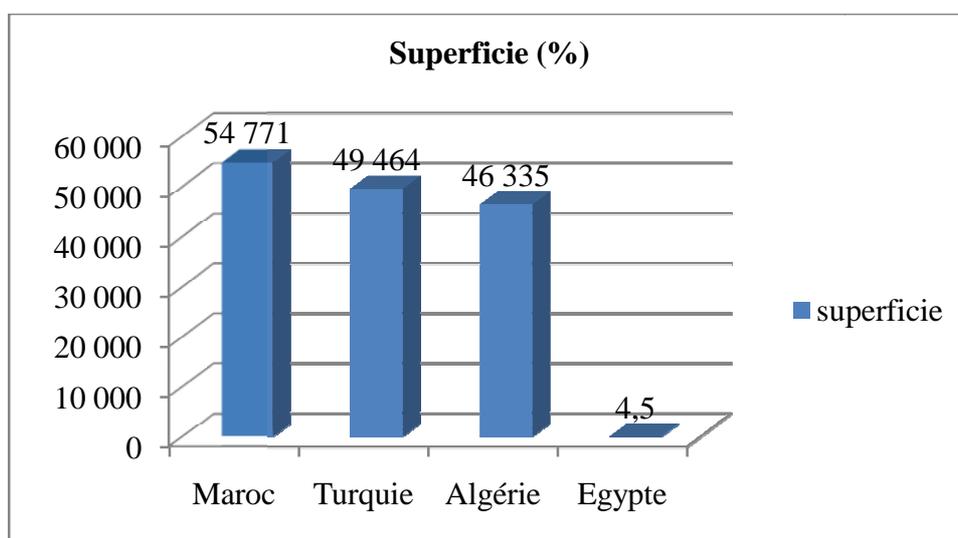
#### I-4-1-Dans le monde

L'intérêt de l'homme au figuier a entraîné sa dispersion dans plusieurs régions du monde (OUKABLI, 2003). La superficie moyenne mondiale en figuier est de 411 372 ha. Cette dernière est répartie d'une manière identique entre l'Asie, l'Europe et l'Afrique du Nord. L'Amérique vient en dernière position (FAO, 2015) (Fig. 3).



**Figure 3** : Superficie moyenne du figuier de l'année 2015 dans le monde (FAO, 2015).

Selon les statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la majorité de cette superficie se localise dans la zone du bassin Méditerranéen et du Moyen Orient (Fig. 4).



**Figure 4** : Superficie moyenne de figuier dans la zone du bassin Méditerranéen et du Moyen Orient (FAO 2015).

Cependant, la production mondiale de la figue est estimée à plus d'un million de tonnes par an (FAO, 2015). Cette dernière est largement basée sur la figue sèche, plus résistante et mieux conservable (JEDDI, 2009). Plus de 60% de cette production est assurée par les six premiers pays producteurs (Tableau I).

**Tableau I** : Production mondiale de la figue en 2015 (FAO, 2015).

Pays	Production (tonnes)	Pourcentage (%)
Turquie	260 508	23,65
Egypte	165 483	15,02
Algérie	120 187	10,91
Maroc	114 770	10,42
Iran	75 927	6,89
Syrie	42 944	3,90

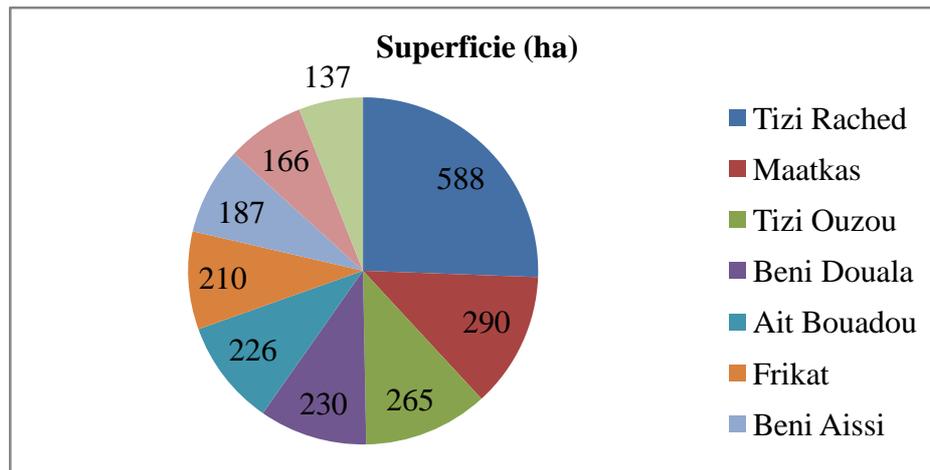
#### **I-4-2-En Algérie**

Le figuier compte parmi les trois productions fruitières principales en Algérie avec l'olivier et les agrumes (INRAA, 2006).

La région nord centre de l'Algérie englobe la majorité des figuiers avec plus de 61% du verger national, suivie par la région des hauts plateaux avec plus de 19%, alors que les régions nord ouest et nord est totalisent plus de 11% (BOUZID, 2012).

Selon les statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR, 2019), le figuier est concentré dans les régions de montagne de Kabylie à savoir Bejaia, Tizi-Ouzou et Sétif qui détiennent respectivement 34%, 23%, 13%.

Le verger figuicole de la wilaya de Tizi Ouzou montre une nette régression ces dix dernières années [DSA, 2019]. En effet, durant la campagne 2008/2009, la superficie était de 6 395 ha. En 2017/2018, elle s'est baissée à 5 855 ha. Alors qu'en 2019, elle est uniquement de 5 837 ha. Cette dernière est concentrée au niveau des communes de Tizi Rached, Maatkas, Tizi Ouzou, Beni Douala, Ait Bouadou, Frikat, Beni Aissi, Illoula et Azazga (Fig. 5).



**Figure 5 :** Répartition de la superficie figuicole de la wilaya de Tizi Ouzou en hectares (DSA, 2019).

### I-5-Variétés de figues

Plus de 700 variétés de figues existent (HAESSLEIN et OREILLER, 2008), mais les plus courantes se divisent en deux grandes familles : les figues blanches (en réalité, leur peau est verte pâle et leur chair d'un rouge éclatant) et les figues noires (leur peau est violette ou noire et leur chair d'un rouge rosé plus ou moins foncé selon les variétés).

Les variétés cultivées peuvent être bifères ou unifères (RIVALES, 1962). Les bifères donnent deux récoltes par an : en Juin, c'est la récolte des figues fleurs (backour) qui dure environ deux semaines et une deuxième récolte qui s'étale du mois d'Août à Octobre selon les régions et les variétés (El KHALOUI, 2010). Alors que les unifères produisent uniquement une récolte par an en fin d'été.

En Kabylie, on distingue vingt-huit variétés de figuiers. Principalement des figues blanches dont : *abakur amellal*, *tayanimt*, *tazerart*, *taeamrawit*, *tadefwit*, *taeamrunt*...etc. Pour les figues violettes : *abakur aberkan*, *ajanjar*, *ayanim*, *tazeišt*, *avuyanjur*...etc. La variété appelée *tayanimt* est la plus estimée parmi les figues blanches et la variété dite *ajanjar* parmi les figues violettes (CHAKER, 1997).

Les variétés à peau noire et violette sont consommées fraîches, alors que les variétés à peau vertes sont le plus souvent séchées (JEDDI, 2009). En effet, la figue noire est sucrée et plutôt sèche et la figue verte est juteuse et à peau fine (HAESSLEIN et OREILLER, 2008). La figure 6 représente quatre variétés de figues trouvées en Kabylie (*avuyanjur*, *ajanjar*, *tayanimt*, *taeamrunt*).

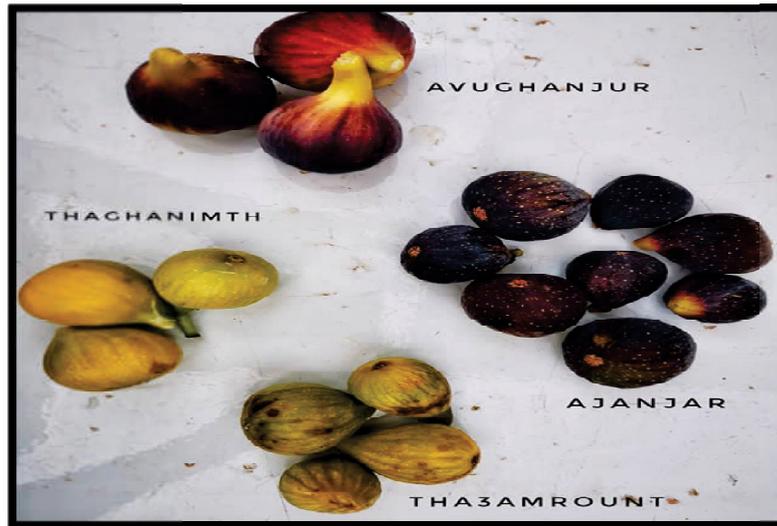


Figure 6 : Quelques variétés de figes cultivées en Kabylie (Photo net).

## I-6-Composition et valeur nutritive

### I-6-1- Figue fraîche

A l'état frais, la figue renferme en moyen 80% d'eau et 13% de sucres (EL KHALOUI, 2010). Elle constitue un élément important dans l'alimentation humaine grâce à sa teneur élevée en glucides assimilables (fructose et glucose). Cette dernière confère à la figue un apport énergétique de l'ordre 75 kcal/100g de fruit frais, un apport en fibre et un faible apport en lipides dépourvue de cholestérol.

Ce fruit présente une bonne source d'antioxydants et de minéraux, avec des teneurs assez importantes en calcium, phosphore, potassium et en fer. Elle assure également un apport appréciable en vitamines A, D2, D3, K1 et  $\alpha$ -tocophérol (GUVENC et *al.*, 2009).

Cependant, l'analyse phytochimique de l'espèce *F.carica* a révélée la présence de nombreux composés bioactifs tels que les composés phénoliques, les phytostérols, les acides organiques, les anthocyanes, les triterpénoïdes et les composés volatils tels que les hydrocarbures, les alcools aliphatiques et quelques autres classes de métabolites secondaires. La valeur nutritionnelle et pharmacologique de ce fruit est due à la variabilité de ses composés bioactifs. Le tableau II résume la composition moyenne des figes à peau verte.

**Tableau II** : Composition moyenne des figes à peau verte (OUAOUICH et CHIMI, 2005).

Composants	Quantité moyenne dans une figue (%)
Eau	80
Sucres	13,5
Acides organiques	0,4
Cellulose	2,8
Protéines	1,9
Lipides	0,3
Cendres	0,8

### **I-6-2- De la figue sèche**

Les figes sèches sont très riches en minéraux et en vitamines (KELEBEK et *al.*, 2018). Elles sont sans gras, sans sodium et comme d'autres aliments végétaux, sans cholestérols (MIURA et *al.*, 1998; GOOR, 1965). Leurs teneurs en sucres atteindront les 55% après le séchage (EL KHALOUI, 2010) d'où elles fournissent un apport énergétique très important, car pour une quantité de 100 g, il faut compter plus de 250 kcals.

Les figes contiennent au moins 17 types d'acides aminés, avec l'acide aspartique et la glutamine qui sont les plus dominants (SOLOMON et *al.*, 2006). Elles contiennent également des fibres brutes de quantité relativement importante que les autres fruits en communs (MIURA et *al.*, 1998). En effet, plus de 28% de ces fibres sont de types solubles, impliquées dans la régulation de la glycémie et du cholestérol dans le sang, mais aussi elles favorisent la perte de poids (VINSON, 1999).

De même, les figes renferment une forte concentration en polyphénols (MIURA et *al.*, 1998). Et plus cette teneur est élevée dans le fruit, plus la capacité antioxydante de la figue est élevée (SOLOMON et *al.*, 2006]. En outre, une quantité de 40 g de figue fournis en moyenne 444 mg de polyphénols ce qui couvre les besoins quotidiens du corps humain (VINSON et *al.*, 1998).

De ce fait, la consommation de figes sèches doit être encouragée non seulement comme substituant de produits sucrés, mais également en raison de sa forte teneur en composants phénoliques (KELEBEK et *al.*, 2018).

Le tableau III résume les principaux constituants pour 100 g de figes sèches.

**Tableau III** : Principaux constituants des figes sèches (OUKABLI, 2003 ; EL KHALOUI, 2010).

Constituants	Teneur (/ 100g)
<b>Protéines (g)</b>	3,00
<b>Hydrate de carbone (g)</b>	58,2
<b>Matière grasse (g)</b>	1,9
<b>Energie (cal)</b>	253
<b>Vitamine C (mg)</b>	3,6
<b>Vitamine B1 (mg)</b>	0,079
<b>Vitamine B2 (mg)</b>	0,083
<b>Vitamine A (IU)</b>	0,014
<b>Calcium (mg)</b>	174
<b>Phosphore (mg)</b>	70
<b>Magnésium (mg)</b>	60
<b>Potassium (mg)</b>	682

### I-7- Qualité microbiologique

En générale, les figes sont contaminées par des microorganismes tels que *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* et ses spores. Le nombre de ces dernières varie de quelques centaines à des milliers par gramme de fruits secs (VINSON et al., 2005).

Une étude Algérienne a été menée sur la qualité microbiologique de *Ficus carica* L., a démontré la présence de coliformes totaux dans la fige sèche (DEBIB et al., 2018). Ces germes peuvent causer un danger pour l'homme, notamment *E. coli*, qui se caractérise parfois par sa pathogénicité.

Les conditions d'entreposage humide et le stockage à hautes températures ambiantes provoquent la croissance bactérienne. La contamination peut atteindre environ  $10^7$ -  $10^8$  UFC/g pour les figes sèches (FRAZIER et al., 1988).

De plus, elles peuvent être attaquées par une séries d'agents pathogènes fongiques dangereux, tels que *Botrytis cinerea*, *Rhizopus nigricans*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus spp*, *Penicillium spp* et *Cladosporium herbarun* (RICCI, 1972 ; PIGA et al., 1995 ; NASCIMENTO et al., 1999; MONTEALEGRE et al., 2000).

Citant, l'aflatoxine, une mycotoxine produite par *Aspergillus flavus* qui est parfois détectée dans les figes sèches. Cette toxine est un cancérigène puissant et fait l'objet d'une

surveillance et d'un rejet de produit à des seuils très bas tel recommandé par le Food and Drug Administration (STOVER et ARADHYA, 2007).

En outre, les levures sont responsables de l'acidité des figes induisant une odeur fermentée caractéristique et l'exsudation du fruit. De même, les mouches de la drosophile transmettent aux fruits ses microorganismes responsables de l'acidité (NITTA et al., 1997).

Ainsi, la tendance à la diminution du nombre total de bactéries, levures et moisissures est bien corrélée avec le type du prétraitement avant la déshydratation (MANALA et GEND, 2014).

Le tableau ci-dessous présente quelques normes Algériennes du respect des critères microbiologiques des fruits secs telle que les figes sèches.

**Tableau IV :** Normes Algériennes du respect des critères microbiologiques des fruits secs, selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°39 du 02/07/2017

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ Métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (UFC/g)	
		n	n	m	M
Fruits secs (figes, dattes, pruneaux, raisins secs...)	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	10 <sup>2</sup>
	Moisissures	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

### I-8-Propriétés des figes sèches

Les figes sont exploitées en médecine traditionnelle et beaucoup d'études ont apporté leurs valeurs thérapeutiques (KHADRAOUI et al., 2019). Elles sont utilisées pour leur vertus médicinales dans le traitement contre les affections pulmonaires, la toux, les états d'anorexie, les troubles de la circulation sanguine, les varices, l'asthme et l'irritation de la trachée (JEDDI, 2009). Précieuse en cas de grippe, maux de gorge, tuberculose et aussi sont recommandées pour remédier les troubles intestinaux (intestins fatigués et irrités).

La fige intervient grâce à ses substances bioactives, dans la protection de la santé contre divers pathologies telles que les cancers, les maladies neurologiques et bien d'autres effets ont été démontrés:

#### I-8-1-Effet antioxydant

*F.carica* contient de nombreux composés phénoliques qui peuvent agir comme des antioxydants de différentes manières : agents réducteurs, donneurs d'hydrogène, ou piègeurs de radicaux libres (ÇALISKAN et AYTEKIN POLAT, 2011). Ces antioxydants peuvent aussi

enrichir les lipoprotéines du plasma et les protéger contre l'oxydation ultérieure (FLAISHMAN et *al.*, 2008). En effet, une étude a montré que la consommation de figue sèche produit une augmentation significative de la capacité antioxydante plasmatique pendant 4 heures (VINSON et *al.*, 2005).

#### **I-8-2-Effets antispasmodique et antiplaquettaire**

Les fruits secs de *F. carica* possèdent des propriétés spasmolytique et antiplaquettaire. Ces propriétés influencent la motilité intestinale et peuvent réduire les troubles inflammatoires (MOHAMAD et *al.*, 2008).

#### **I-8-3-Effet antibactérien**

Les figues ont été utilisées comme agent antibactérien dans la préparation des recettes de soins buccaux. L'effet antimicrobien de l'extrait méthanolique de *F. carica* contre les bactéries buccales a été démontré (JEONG et *al.*, 2009).

#### **I-8-4-Effet anti-constipation**

KIM et *al.* (2010) ont prouvé que, la consommation des figues améliorait les symptômes chez les patients souffrants d'une constipation fonctionnelle. En effet, les figues contiennent de la cellulose et les effets de celles-ci ont été signalés pour les maladies gastro-intestinales (BROWN et *al.*, 1999).

De plus, LEE et HWANG (1997), ont rapporté que la cellulose augmente l'excrétion fécale en augmentant la teneur en eau et la viscosité.

#### **I-8-5-Effet antipyrétique**

PATIL et *al.* (2010), ont démontré l'effet antipyrétique significatif de l'extrait éthanolique de la figue sèche. Cet extrait était efficace à des doses de 100, 200 et 300 mg/kg pour réduire la température corporelle normale en comparaison avec le paracétamol (150mg/kg) un antipyrétique standard.

#### **I-8-6-Effet antianémique**

L'anémie est le résultat de plusieurs causes, mais la plus importante est une carence en fer (De BENOIST et *al.*, 2008). Les figues sèches sont avérées utiles pour améliorer le taux d'hémoglobine dans le sang et prévenant ainsi la survenue de l'anémie. En effet, l'augmentation rapide de l'hémoglobine s'explique par le fait que, les figues contiennent des quantités importantes en fer et en vitamine C (RUDRAPPA, 2015). Ceci peut augmenter l'absorption du fer non hémique jusqu'à six fois.

#### **I-8-7-Effet anti-cardiovasculaire**

L'effet cardio-inhibiteur, antihypertenseur et diurétique du fruit de *F. carica* peut être dû à la présence de flavonoïdes, de phénols et de potassium. Des études récentes ont démontré

que les figes peuvent réduire le risque de maladie coronarienne chez les sujets hypertendus, améliorer l'endurance chez les patients souffrant d'insuffisance cardiaque et peuvent influencer l'ischémie coronarienne (ALMGEER et al., 2017).

### I-9-Conservation des figes sèches dans de l'huile d'olive

Les figes sèches et l'huile d'olive constituent deux aliments largement appréciés et consommés dans les régions de la méditerranée, la combinaison des deux est utilisée par la population Algérienne afin de traiter les différentes infections. Cependant, aucune donnée n'est disponible sur leur effet biologique combiné.

À travers la présente étude, nous nous sommes intéressés à étudier l'impact de l'huile d'olive comme matrice conservatrice des figes sèches de 16 régions de la Kabylie sur la stabilité physicochimique et microbiologique.

L'imprégnation des figes sèches dans l'huile d'olive a été préparée selon la méthode traditionnelle. Les figes ont été découpées en petit morceaux et mis dans des bocaux en verre fumé de (200-250 ml). L'huile est ensuite ajoutée aux morceaux de fruits jusqu'à immersion avec un rapport (100g/80ml). Les bocaux ont été stockés dans l'obscurité et à température ambiante.

La figure 7 présente la macération d'une variété de fige sèche dans de l'huile d'olive



Le jour de macération



Après 5 mois de macération

**Figure 7:** Macération de fige sèche de la région d'Azazga dans de l'huile d'olive (photos originales).

Les résultats de l'analyse sensorielle avant et après macération ont montré que l'huile d'olive avait perdu son goût fruité et son odeur caractéristique, elle présente un goût sucré avec un léger arôme de fige, son aspect est moins dense avec une dépigmentation au niveau

de la couleur. En ce qui concerne les figes nous avons constaté qu'elles ont été bien conservées et présentent une texture assouplie et imbibée.

Le tableau ci-dessus présente l'analyse sensorielle de l'huile d'olive avant et après macération.

**Tableau V:** Analyse sensorielle de l'huile d'olive utilisée avant et après 5 mois de macération

<b>Huile d'olive avant macération</b>	<b>Huile d'olive après 5 mois de macération</b>
<div data-bbox="357 577 671 931" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Goût fruitier</li> <li>-Odeur d'olive</li> <li>-Couleur jaune-verdâtre</li> <li>-Aspect dense</li> </ul>	<div data-bbox="879 577 1209 931" data-label="Image"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Goût sucré</li> <li>-Absence de l'odeur caractéristique de l'huile d'olive</li> <li>-Couleur clair</li> <li>-Aspect moins dense</li> <li>-Arome de la figue</li> </ul>

**Chapitre II:**  
**Technologie de**  
**conservation de figue**  
**par le séchage**

Comme la majorité des fruits climactériques, les figes sont hautement périssables et ne peuvent pas être stockées longtemps à conditions ambiantes (AIT HADDOU et *al.*, 2014).

Sensible et absorbant les odeurs, la figue doit être enveloppée pour favoriser sa conservation. La durée de conservation du fruit est de 24h à 25°C et peut aller jusqu'à une semaine si il est conservé entre 4 et 5 °C (JEDDI, 2009).

Les figes peuvent être consommées à l'état frais, comme aliment nourrissant ou servie comme produit industriel (OUKABLI, 2003). En effet, le produit transformé, principalement séché est la principale forme de figue disponible sur le marché en raison de la périssabilité extrême des fruits frais (FAISHMAN et *al.*, 2008).

La figure 8 représente une variété blanche destinée au séchage.



**Figure 8** : Figes vertes de la variété *tayanimt* à maturité optimale destinées au séchage (photo originale).

### II -1-Technologies de séchage

La technique de séchage des figes, est connue depuis l'antiquité (JEDDI, 2009). Elle représente une méthode de conservation fiable, simple à réaliser tout en préservant la qualité nutritionnelle de la figue.

Parmi ses nombreux avantages nous citons: le ralentissement de la dégradation microbienne et chimique, l'augmentation de la durée de conservation et la modification de certaines propriétés physico-chimiques.

Néanmoins, des changements indésirables de couleurs et de propriétés vitaminiques peuvent être observés en raison de l'application de la chaleur pendant le processus de séchage (KELEBEK et *al.*, 2018).

Généralement, les figues destinées au séchage restent sur l'arbre jusqu'à un stade de maturité avancé. Elles deviennent assouplies et leurs peaux commencent à se rider et à changer de couleur par perte d'eau (EL KHALOUI, 2010). La teneur en humidité des figues semi-séchées à ce stade est de 30-50% (FERRADJI et *al.*, 2011 ; EL KHALOUI, 2010). On peut même cueillir les figues sèches à partir du sol suite à leur chute naturelle. Dans ce cas, le sol doit être débarrassé des mauvaises herbes pour faciliter la récolte, et les fruits doivent être ramassés tous les jours pour éviter des détériorations.

En effet, toutes les variétés de figues peuvent subir l'opération de séchage mais les blanches ayant une peau fine sont les plus recherchées (JEDDI, 2009).

Des prétraitements peuvent être appliqués sur les figues avant leur séchage, incluant le blanchiment à l'eau bouillante, la sulfuration et la sulfatation. Cependant, ces méthodes ne sont pas facilement compatibles avec la technique traditionnelle de séchage au soleil, mais elles sont souvent pratiquées avant la déshydratation solaire ou mécanique [FLAISHMAN et *al.* 2008]. Ces traitements accélèrent la déshydratation, contrôlent le brunissement du fruit et peuvent améliorer sa texture [KELEBEK et *al.* 2018].

À travers les deux principaux modes de séchage naturel et artificiel, les paramètres clés qui déterminent l'efficacité du séchage de la figue restent les mêmes, à savoir la température et la durée du séchage.

### **II-1-1-Séchage naturel**

C'est une méthode traditionnelle, qui consiste à aménager une aire de séchage dans un endroit bien exposé au soleil (EL KHALOUI, 2010). Elle se base sur la convection naturelle par circulation de l'air chaud ambiant.

La récolte des figues doit être faite tous les jours, le matin aux premières heures ; les figues dont le séchage n'est pas complet doivent être exposées au soleil, en les disposant en monocouche sur des nattes ou des claies de roseaux afin d'éviter le contact des fruits avec le sol, ces claies sont habituellement déposés dans une zone loin de la poussière et des sources potentielles d'infections. Elles sont exposées au soleil pendant la journée (Fig.9), et recouvertes la nuit afin d'éviter les parasites et l'absorption de l'humidité (VIDOUD, 1997).

Les fruits sont conservés sur les claies et chaque figue est périodiquement tournée d'un côté à l'autre jusqu'à ce qu'une teneur en eau de 18% à 22% soit atteinte (URAL et AKSOY, 1997). En effet, le séchage peut durer de 3 à 6 jours, selon la température de la saison (EL KHALOUI, 2010).

Les figues sont considérées sèches lorsqu'elles acquièrent une élasticité au touché et ne laissent pas s'écouler de sirop sous l'effet d'une pression entre le pouce et l'index. Elles sont alors, conditionnées dans des sacs en plastique de 25 à 50 kg. Certains agriculteurs rajoutent dans ces dernières des plantes aromatiques (thym et origan) afin d'améliorer le goût et de repousser les insectes (EL KHALOUI, 2010), d'autres rajoutent du sel pour éviter le développement de moisissures.

Cette méthode est non coûteuse, mais aboutit à un produit fini de mauvaise qualité sur le plan hygiénique, du fait que les figues sont exposées à des agents pathogènes en raison de son exposition à un environnement ouvert (JEDDI, 2009). Cependant, la principale préoccupation est la contamination par des moisissures toxigènes, telles que *Aspergillus flavus*, entraînant la présence de substances toxiques et cancérogènes dans le fruit, comme les mycotoxines (par exemple l'aflatoxine A) (URAL et AKSOY, 1997).



**Figure 9** : Séchage des figues sur claies en roseaux (photo du net).

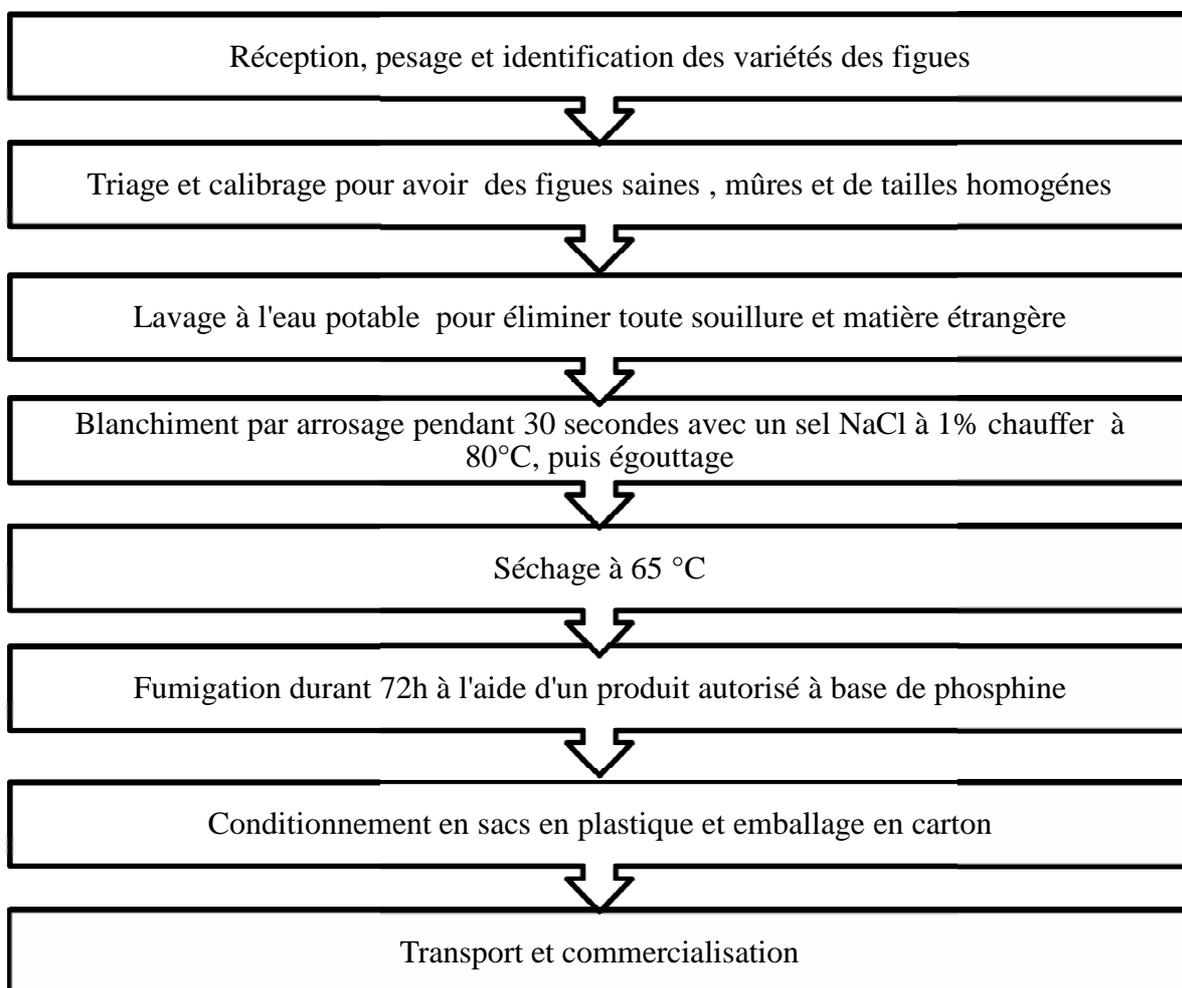
### **II-1-2-Séchage artificiel**

Les techniques actuelles de séchage utilisent des séchoirs solaires artificiels avec une enceinte de séchage fermé permettant d'optimiser l'énergie, de maîtriser les paramètres de séchage et d'assurer au produit les normes de l'innocuités et de qualités requises (JEDDI, 2009). Deux types de séchoirs sont utilisés :

- Le premier type emploie la convection naturelle pour la circulation de l'air chaud. Dans ce cas le collecteur solaire est soit combiné avec la chambre de séchage ou séparé.
- Le second type à convection forcée, le courant d'air est habituellement propulsé dans la chambre de séchage par un ventilateur, et le collecteur solaire et la chambre de séchage sont toujours séparés (CHIMI et OUAOUICH, 2005).

Des prétraitements sont indispensables pour améliorer la qualité de la figue séchée et réduire la durée du séchage.

En effet, ce mode de séchage vise à accélérer la déshydratation et à limiter le contact des fruits avec l'environnement, réduisant ainsi le risque de contamination (FLAISHMAN *et al.*, 2008). Cependant, la détérioration de la couleur, de la flaveur et de la texture est possible aussi bien avant ou au cours du séchage ainsi qu'au cours du stockage (OUAOUICH et CHIMI, 2005). Donc un bon conditionnement s'impose. Les produits séchés sont ainsi triés selon l'humidité, la dimension et la couleur pour avoir un ensemble de fruits de bonnes qualités et homogènes (BELAID, 2015). Ce mode de séchage est utilisé dans différentes industries. Il est réalisé en plusieurs étapes résumées dans la figure 10.



**Figure 10 :** Diagramme de séchage industriel des figes (OUAOUICH et CHIMI, 2005 ; JEDDI, 2009).

**II -2-Critères de choix d'un procédé de séchage**

Le séchage doit permettre la vaporisation d'une quantité d'eau souhaitée dans un temps acceptable, et de transformer ainsi le produit humide en un produit sec de qualité dans un équipement de taille et de coût approprié, en toute sécurité et avec un minimum d'impact sur l'environnement.

Le choix d'un procédé de séchage s'avère souvent une tâche difficile qui ne se repose pas uniquement sur la connaissance de la cinétique de séchage ou des propriétés et du fonctionnement du procédé mais doit inclure la connaissance des caractéristiques du produit à traiter.

En effet, outre la réduction de la teneur en eau du produit, le séchage peut permettre de texturer, structurer, stabiliser le produit. La sélection d'un procédé de séchage repose sur plusieurs critères qui sont liés aux paramètres suivants :

- Définition des paramètres clés de la méthode de séchage (fonctionnement du procédé, mise en œuvre de la méthode, contraintes... etc.) ;
- Définition des caractéristiques du produit à sécher (taille, forme, teneur en eau, composition physico-chimique, surface spécifique... etc.) ;
- Définitions des caractéristiques produit/procédé (fragilité et thermosensibilité du produit, délai de séchage, volume à sécher...etc.) ;
- Définition de l'environnement de la technologie de séchage. En effet, des paramètres environnementaux, énergétiques et ceux qui peut toucher à la qualité du produit sont à prendre en compte.

**II-3-Variétés destinées au séchage**

Parmi les critères de sélection favorisant le séchage des figues, des éléments importants se distinguent tels que la couleur clair, le gros calibre attractif, l'épiderme, et une bonne maturité à travers leurs capacité à persister sur l'arbre jusqu'au début de dessèchement. En plus, de la peau fine et de la teneur élevée en sucres qui accélère la déshydratation (INRAA, 2012). Ainsi, chaque variété doit être cueillie séparément selon ses aptitudes à la dessiccation (OUAOUCHE et CHIMI, 2005).

Les figues jaunâtres ou verdâtres sont les plus aptes au séchage, présentant une couleur blanchâtre après le processus. Cependant, certaines variétés de figues noires peuvent être séchées donnant ainsi un large choix de produit. Le tableau suivant illustre certaines variétés de figues sèches de plusieurs régions de la Kabylie (Tableau V).

**Tableau VI:** Caractéristiques de quelques variétés de figes sèches de 16 régions de la Kabylie

Echantillons	Région de récolte	Variétés	Poids moyens	Epaisseur	Mode de séchage	ajout
	Azazga (436 m d'altitude)	Jaune (tayanimt)	16.65 g ±0.65 g (Avec n=20)	0.4 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Mekla (349 m d'altitude)	Jaune (tayanimt)	11.3 g ±3.2 g (n=20)	0.4 cm	Séchage naturel au soleil	Ajout de sel
	Illoula (359 m d'altitude)	Jaune (tayanimt)	10.5 g ±1g (n=20)	0.3 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Bouzguéne (900 m d'altitude)	Jaune (taemrawit)	10.85 g ±1.65 g (n=20)	0.3 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Beni ziki (1 144 m d'altitude)	Jaune (taemrawit)	12.7 g ±0.3 g (n=20)	0.3 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Beni ourtilane (1 238 m d'altitude)	Jaune (taemrawit)	17.3 g ±1.3 g (n=20)	0.5 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout

	Freha (194 m d'altitude)	Jaune ( <i>tayanimt</i> )	10.1 g ±0.4 g (n=20)	0.3 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Boumerdes (figue industrielle)	Jaune	20.65 g ±1.35 g (n=20)	0.6 cm	Séchage industriel	Ajout de sel
	Beni Maouche (10 000 m d'altitude)	Jaune ( <i>tayanimt</i> )	12.55 g ± 1.76 g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Makouda (370 m d'altitude)	Noir ( <i>ajanjar</i> )	13.85 g ±5.05 g (n=20)	0.3 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Bouira (970 m d'altitude)	Noir ( <i>ajanjar</i> )	10 g ± 2.40 g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Draâ El Mizan (300 m d'altitude)	Noir ( <i>ajanjar</i> )	9.85 g ± 3.54 g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Assi youcef- Boghni (600 m d'altitude)	Jaune ( <i>tayanimt</i> )	14.6 g ± 2.79 g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout

	Barbacha ( 576 m d'altitude )	Noir (ajanjar)	14.3 g ± 3.51g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Fécule de maïs
	Tasadort (94 m d'altitude)	Jaune (tayanimt)	12.05 g ± 2.50 g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout
	Souk al tenin (199 m d'altitude )	Jaune (tayanimt)	13.3 g ±4.07 g (n=20)	0.2 cm	Séchage naturel au soleil	Aucun ajout

**Chapitre III :**  
**Généralités sur**  
**l'huile d'olive**

L'huile d'olive est consommée depuis des temps immémoriaux et considérée comme un élément crucial de ce que l'on appelle « le régime méditerranéen » (UNESCO, 2010), grâce à ses propriétés et avantages reconnus, ainsi que son importance culturelle (BLEKAS et al., 2006). Elle se différencie de toutes les autres huiles à la fois par ses caractéristiques organoleptiques et sa flexibilité pour être utilisée dans la préparation culinaire.

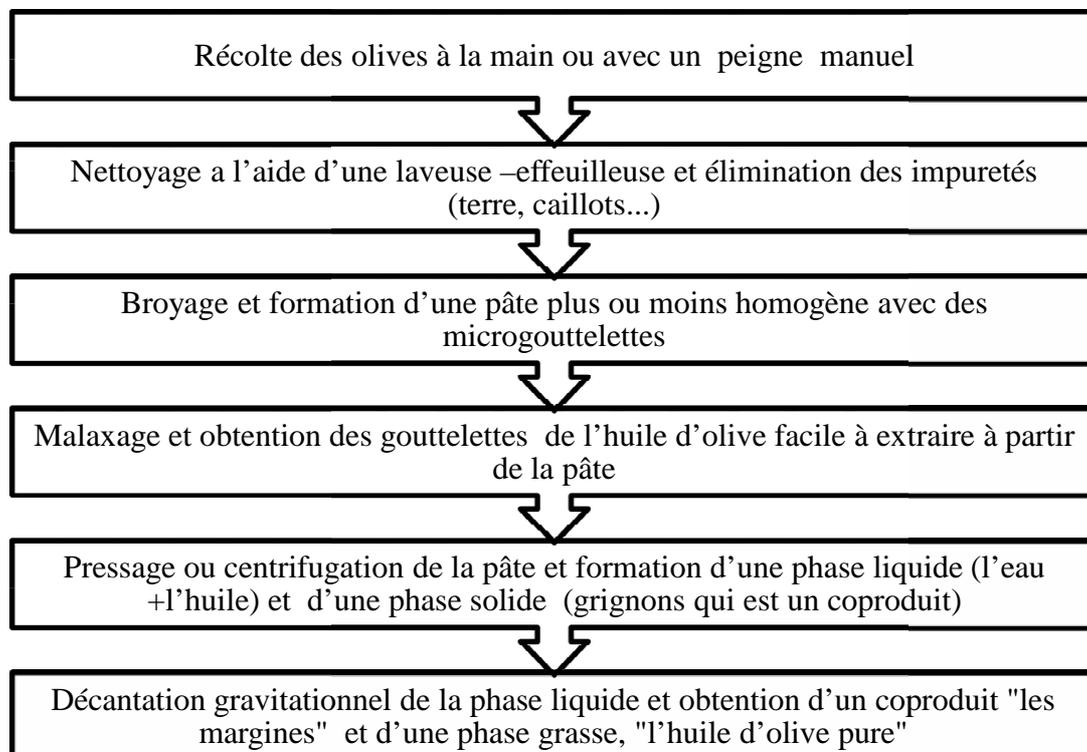
### III-1-Définition

L'huile d'olive, désigne exclusivement l'huile extraite du fruit de l'*Olea europaea* L., à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature [COI, 2010].

### III-2-Technologie de fabrication

L'extraction de l'huile d'olive a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier. En effet, l'huile d'olive est déjà présente dans l'olive et son extraction ne demande que des procédés mécaniques ou physiques simples. Que ce soit dans les moulins traditionnels ou modernes, le processus d'extraction de l'huile d'olive reste toujours le même.

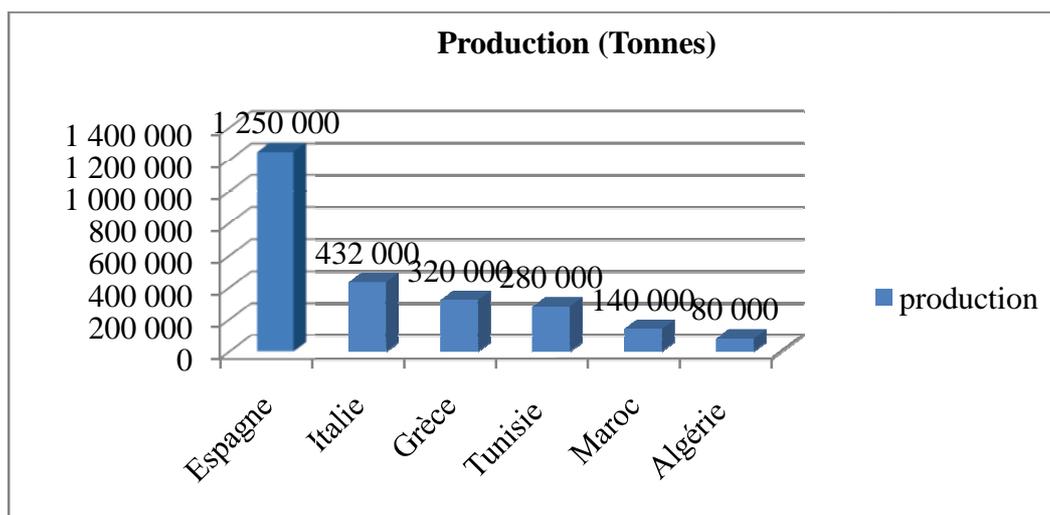
La figure 10 illustre les étapes d'élaboration de l'huile d'olive.



**Figure 11** : Diagramme représentant le mode de production de l'huile d'olive (VEILLET, 2010)

L'huile d'olive est obtenue à partir de l'olivier et représente la seule huile comestible produite à grande échelle dans le monde entier par des méthodes mécaniques ou physiques (KEYS, 1980).

Selon les données du Conseil Oléicole Internationale (COI), la production mondiale de l'huile d'olive été estimée à 2 988 500 tonnes (en novembre 2017), dont elle est représenté à 97% par les pays de bassin Méditerranéen (fig.12).



**Figure 12:** Principaux pays producteurs de l'huile d'olive dans la zone du bassin Méditerranéen (COI, 2017).

L'oléiculture est la première richesse arboricole de l'Algérie, qui a atteint depuis 1999 à ce jour une superficie de près 500 000 hectares au niveau national [MADRP, 2020], avec une production d'huile d'olive pour l'année 2019/2020 qui devrait atteindre 120 000 tonnes. Trois régions principales partagent sa production : la grande Kabylie (Tizi Ouzou), petite Kabylie (Bejaia, Bouira, Boumerdès) et une partie de l'Est (Jijel, Skikda, Sétif et Guelma).

La wilaya de Tizi-Ouzou a enregistré cette année une production record de 19,6 millions de litres d'huile d'olive, soit une hausse de 100% par rapport à l'année dernière. Avec de plus d'un million de quintaux d'olives recueillis sur une superficie oléicole de plus de 34 500 ha (DSA, 2020).

#### III-4-Classification

Différents critères permettent de classer les huiles en différentes sous-catégories (Tableau VII).

Tableau VII: Classification de l'huile d'olive [Codex Alimentarius, 1989].

Huile Paramètres	Huile d'olive vierge extra	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge courante	Huile d'olive vierge lampante	Huile d'olive raffinée	Huile d'olive
Caractéristiques Organoleptiques <input type="checkbox"/> Fruité <input type="checkbox"/> Défaut	Me >0 Me = 0	Me >0 0 < Me <2,5	Me = 0 2,5 < Me <6,0	Me > 6,0	/	/
Densité relative (à 20°C)	/	/	0,910-0,916	/	0,910-0,916	/
Acidité libre (% d'acide oléique)	≤ 0,8	≤ 2	≤ 3,3	> 3,3	0,3	≤ 1
Indice de Peroxyde (meq O <sub>2</sub> /Kg)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	Non limité	<5	<15
Extinction spécifique (UV) <input type="checkbox"/> λ=232 <input type="checkbox"/> λ=270	≤ 2.5 ≤ 0.22	≤ 2.6 ≤ 0.25	/ ≤ 0.3	/ /	/ ≤ 1,1	< 0,15 0,9

### III-5-Composition chimique

L'huile d'olive se distingue des autres huiles végétales par sa haute proportion en acide gras mono-insaturé, représenté principalement par l'acide oléique, ainsi qu'une présence modeste d'acides gras polyinsaturés (PERONA et al., 2006). Outre sa richesse en lipides, l'huile d'olive contient près de 250 composés mineurs qui lui confèrent ses qualités organoleptiques et nutritionnelles, tels que les composés phénoliques (SERVILI et al., 2004).

Cette composition chimique est influencée par des facteurs génétiques associés au cultivar, environnementaux tels que les conditions climatiques et les origines géologiques (RAEDERSTORFF, 2009; TAAMALLI et al., 2012).

L'huile d'olive est composée de deux catégories de substances :

- les substances saponifiables (triglycérides, acides gras) (de 96 à 98% d'huile).
- les substances insaponifiables (de 2 à 4% d'huile).

### III-5-1-Fraction saponifiable

La fraction saponifiable est constituée d'acides gras et de leurs dérivés. Elle représente environ 99% de l'huile et lui confère la plupart de ses caractéristiques physiques, chimiques et métaboliques [RYAN et *al.* 1998].

#### II-5-1-1-Acides gras

L'huile d'olive est composée à 98% d'acides gras sous forme de triacylglycérols (TGA) [BOSKOU et *al.* 2009], qui sont un groupe diversifié d'esters de glycérol avec différents acides gras. L'acide oléique est un acide prédominant présent dans les TGA de l'huile d'olive (jusqu'à 83%). Généralement, l'huile d'olive vierge se compose de 72% d'acides gras mono-insaturés (AGMI), 14% d'acides gras polyinsaturés (AGPI) (HARWOOD, 2000).

Des normes régulent la variabilité de la composition en acides gras dans l'huile d'olive en plaçant des limites et des bases sur les proportions de chacun (Tableau VIII).

**Tableau VIII** : Composition en acides gras d'une huile d'olive [VEILLET, 2010].

Acides gras	Formule brute ( $\omega$ )	Codex Alimentaires (2003) (%)	Olivier et <i>al.</i> (2003) (%)
<b>Acide myristique</b>	C14 :0	<0,1	0,05
<b>Acide palmitique</b>	C16 :0	7,5-20,0	7,5-15,6
<b>Acide palmitoléique</b>	C16 :1n-7	0,3 -3,5	0,3 -1,9
<b>Acide margarique</b>	C17 :0	<0,5	≤ 0,3
<b>Acide margaroléique</b>	C17 :1n-8	<0,6	≤ 0,5
<b>Acide stéarique</b>	C18 :0	0,5 - 5,0	1,4-3,4
<b>Acide oléique</b>	C18 :1n-9	55,0 - 83,0	60,9-82,1
<b>Acide vaccinique</b>	C18 :1n-7	-	0,7-3,6
<b>Acide linoléique</b>	C18 :2n-6	3,5-2,1	4,5-16,1
<b>Acide <math>\alpha</math> -linoléique</b>	C18 :3n-3	<1.5	0,4-1.2
<b>Acide arachidonique</b>	C20 :0	<0,8	0,3-0,5
<b>Acide gadoléique</b>	C20 :1n-9	-	0,2-0,5
<b>Acide béhénique</b>	C22 :0	<0,2	<0,2
<b>Acide lignocérique</b>	C24 :0	<1	<0,1

### **III-5-1-2-Triglycérides**

Les triglycérides représentent environ 97% des substances saponifiables (BENRACHOU, 2012). Elles sont des triesters résultant de la combinaison de trois molécules d'acides gras par leur fonction carboxyle avec les fonctions alcooliques du glycérol (HENRY, 2003), désignés par trois lettres correspondant aux abréviations des acides gras qui estérifient le glycérol.

Les huiles d'olives sont constituées d'une vingtaine de triglycérides, dont cinq principaux qui sont : la trioléine « OOO » (40-60%), la dioléopalmitine « POO » (10-20%), la dioléolinoléine « OOL » (10-20%), la palmitooléolonoléine « POL » (5-7%) et la dioléostéarine « SOO » (3-7%) (RAYAN *et al.*, 1998; BOSKOU *et al.*, 2006).

### **III-5-2-Fraction insaponifiable**

Les substances insaponifiables représentent l'ensemble des constituants d'un corps gras qui, après saponification, sont peu solubles dans l'eau et solubles dans les solvants des graisses (JACOTOT, 1993). Ces constituants sont indicateurs de l'authenticité de l'huile d'olive (HARWOOD, 2000), de même que ses caractéristiques sensorielles (OLLIVIER *et al.*, 2007).

Ces substances représentent 2 à 4% de l'huile d'olive et constituent un mélange complexe de composés appartenant à des familles chimiques diverses :

#### **III-5-2-1-Stérols**

Les stérols sont des constituants importants des huiles d'olives car ils sont liés à la qualité de l'huile et sont également utilisés pour vérifier son authenticité (EL SHEIKH *et al.*, 2009).

La quantité totale de stérols dans l'huile d'olive extra vierge varie de 1,13 à 2,65 mg/g, ils sont rencontrés dans l'huile d'olive sous forme libre et estérifiée avec les acides gras. Plusieurs études ont identifiées trois principaux stérols dans l'huile d'olive, à savoir : le  $\beta$ -sitosoléol avec un taux variant de 90-95% du total, le campestérol et le stigmastérol qui comptent respectivement 3% et 1% du total (GUITIERREZ *et al.*, 1999). A côté de ces trois stérols, l'huile d'olive renferme d'autres composés en quantités non négligeables, regroupant : le delta-5-avénastérol, le delta-7-stigmastérol, le delta-7-campestérol, le delta-7-avénastérol, le cholestérol, le Clérostérol, le Sitostanol et le delta-5-24 Stigmastadiéol (BENRACHOU, 2012).

Les stérols confèrent une certaine stabilité à l'huile d'olive (VELAXO *et DOBARGANES*, 2002).

### **III-5-2-2-Hydrocarbures**

Ce sont quantitativement les principaux composants de la fraction insaponifiable. Le composant majeur est le squalène qui constitue 30 à 50 % de cette fraction. C'est un hydrocarbure polyénique dont la teneur est plus élevée que dans n'importe quelle autre huile végétale ou animale. Le squalène est un précurseur métabolique du cholestérol et autres stérols (SAMANIEGO-SANCHEZ et al., 2010).

Il y a également des hydrocarbures aromatiques, parmi lesquels plus de 77 composés, conférant à l'huile d'olive arôme et saveur (JACOTOT, 1993). Ces composés ont une incidence positive sur la digestion (site web.1).

### **III-5-2-3-Composés phénoliques**

La teneur en composés phénoliques de l'huile d'olive peut varier entre 50 et 800 mg/l (MARTIN-PELAE et al., 2013). Les principaux composés phénoliques qui existent dans le fruit de *Olea europea* sont l'oleuropéine, la dimethyloleuropéine, ligstroside et la verbascoside (PIRODDIE et al., 2017). Le tyrosol et l'hydroxytyrosol sont directement dérivés de l'hydrolyse de l'oleuropéine et du ligstroside (COVAS, 2006). Une fraction mineure de ces composés est représentée par les acides phénoliques, les alcools phénoliques, les hydroxy-isochromans et les flavonoïdes (BRENES et al., 1999).

Généralement, les composés phénoliques sont responsables d'une part, des goûts amer, piquant et astringent de l'huile (MORALES et TSIMIDOU, 2000) et d'autre part, ils contribuent largement à la stabilité oxydative de l'huile durant son stockage (BENIDINI et al., 2007). L'hydroxytyrosol et l'oleuropéine sont les principaux composés phénoliques exerçant cette activité antioxydante.

Les composés phénoliques sont très variables d'une huile à une autre, leurs teneurs sont affectées par l'origine (VINHA, 2005), la culture et le système d'entretien de l'olivier (GOMEZ et al., 2009) ainsi que la variété.

### **III-5-2-4-Tocophérols**

Les tocophérols constituent la vitamine liposoluble (vitamine E) connus par leur forte activité anti-oxygène (BURTON et al., 1986). La teneur totale en cette vitamine dans les huiles d'olive est très variable (BOSKOU et al., 2006).

L'alpha-tocophérol représente la forme majoritaire (90%) de la totalité des tocophérols. Cette forme est la plus active, elle s'oppose au rancissement et à la polymérisation de l'huile, et protège contre les mécanismes athérogènes (SHERWIN, 1976). Par contre, les beta et gamma-tocophérols sont présents en faibles teneurs, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (PSOMIADOU et al., 2000).

### *III-5-2-5-Alcools*

Ils sont présents dans l'huile d'olive à l'état libre ou bien estérifiés avec les acides gras. Parmi eux, le cycloarténol qui permet l'augmentation de l'excrétion des acides biliaires, favorisant ainsi l'élimination fécale du cholestérol (HENRY, 2003).

On trouve aussi de l'érythrodiol et de l'uvaol, rencontrés à hauteur de 100 à 300mg par 100g. La détermination de ces deux composés peut être utile pour la détection de l'huile de grignon dans l'huile d'olive vierge (SANCHEZ et *al.*, 2004).

### *III-5-2-6-Pigments*

La couleur de l'huile d'olive vierge est le résultat de teinte verte et jaune due à la présence de chlorophylles et de caroténoïdes (BOSKOU et *al.*, 2006). La teneur de ces pigments est influencée par le cultivar d'olive, l'indicateur de maturation, la composition de l'huile d'olive, ainsi que du système d'extraction et des conditions de stockage.

La chlorophylle, exerce biologiquement une action d'excitation du métabolisme, la stimulation de la croissance cellulaire, l'hématopoïèse et l'accélération des processus de cicatrisation (NIEVES CRIADO et *al.*, 2008).

En outre, les caroténoïdes sont également des pigments naturels mais à structures d'hydrocarbures. Le  $\beta$ -carotène (provitamine A) constitue le pigment majoritaire dans l'huile d'olive à des concentrations variables, allant de 0,3 à 3,7 mg/kg. La provitamine A se transforme en vitamine A au cours de l'absorption intestinale (1mg de carotène = 0,5mg de vitamine A) (KATAJA-TUOMOLA, 2008).

Les caroténoïdes contribuent à la couleur de l'huile et présentent une action vitaminique et antioxydante. Elles protègent l'huile d'olive de la photo-oxydation en désactivant l'oxygène singlet et agit comme des filtres de lumière (FAKOURELIS et *al.*, 1987).

## **III-6- Conservation**

La qualité de l'huile d'olive est liée à un ensemble de caractéristiques, telles que le goût plus ou moins âcre, la saveur fruité, douce acidité, un bon indice de peroxyde et de l'absorbance aux UV. De plus, la qualité sensorielle est spécifique à chaque huile.

Les pratiques de stockage incorrectes influence la qualité sensorielle de l'huile car le rancissement et les arômes peuvent se développer. L'oxydation lipidique est l'un des facteurs de détérioration de la qualité qui dépend de la disponibilité en oxygène, la présence de lumière et la température. C'est pour cela, une fois l'huile est extraite, il est important de la stocker à l'abri de la lumière et dans un endroit frais à une température idéale qui se situe entre 14 et 18°C, avec un minimum de contact avec l'air.

En dessous de 8°C, la viscosité de l'huile d'olive change et présentera un aspect trouble qui est toutefois réversible et préjudiciable à sa qualité.

L'huile d'olive est mieux conditionnée dans des récipients en acier inoxydable ou en verre (COSSUT *et al.*, 2002), et plus récemment les plastiques (PET) et le carton plastifié sont également utilisés (RICCI, 2007).

Toutefois, les mauvaises conditions de conservation de l'huile d'olive occasionnent une augmentation significative de l'acidité et accélèrent la photo-oxydation et l'auto-oxydation de l'huile en réduisant significativement sa teneur en chlorophylles et son contenu en composés phénoliques en fin de stockage (CLODOVEO *et al.* 2007).

### III-7-Bienfaits de l'huile d'olive

Les propriétés nutritionnelles et les bienfaits de l'huile d'olive sur la santé ont fait l'objet de beaucoup de recherches ces derniers temps, bien que de nouvelles recherches reconnaissent et confirment tous les jours les vertus de ce produit, il reste encore beaucoup à découvrir à son sujet.

La forte teneur de l'huile d'olive en acide oléique constitue un réel atout d'un point de vue intérêt nutritionnel. Les auteurs (KEYS *et al.*, 1986; JACOTOT, 1999; KRATZ *et al.*, 2002) ont montré qu'un régime riche en acides gras mono-insaturés, réduisait le cholestérol total et le cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL,) sans affecter le cholestérol des lipoprotéines de haute densité (HDL).

L'huile d'olive joue aussi un grand rôle dans la prévention et le ralentissement de l'apparition du diabète sucré. La consommation d'huile d'olive prévient la résistance à l'insuline et ses éventuelles conséquences négatives (BERRA DE GASPERI, 1980).

Notamment, l'huile d'olive vierge possède des agents naturels qui auraient un rôle d'anti-inflammatoire sur l'organisme (BEAUCHAMP *et al.*, 2005).

La consommation d'huile d'olive protège les individus contre la détérioration des fonctions cognitives provoquée par le vieillissement et contre la perte de mémoire liée à l'âge (ROSA *et al.*, 2004). Par ailleurs, l'huile d'olive joue un rôle important dans l'augmentation de l'espérance de vie à cause de sa richesse en vitamine E qui joue un rôle biologique positif.

PERONA *et al.* (2004), ont pu montrer que l'huile d'olive a aussi des bienfaits sur la tension artérielle et indiquent que l'emploi de l'huile d'olive permet de réduire les doses quotidiennes d'antihypertenseurs, probablement en raison des niveaux supérieurs d'oxyde nitrique favorisés par les polyphénols de l'huile d'olive.

L'huile d'olive réduit le risque de reflux d'acidité de l'estomac vers l'œsophage. De même, elle inhibe partiellement la motilité gastrique. Il a été démontré que, la vidange du contenu gastrique depuis l'estomac jusqu'au duodénum est plus lente et progressive. De plus, la sensation de satiété est plus grande, la digestion et l'absorption des nutriments dans l'estomac sont aussi favorisées (MONTPELLIER, 2019).

#### ***III-7-1-Propriété antioxydante***

L'oxydation est un mécanisme qui se produit non seulement, au cours de l'élaboration des huiles mais également à l'intérieur de l'organisme humain. Cette réaction provoque la formation de radicaux libres en permanence dans l'organisme humain (MONTPELLIER, 2019). En générale, ces radicaux libres n'entraînent pas de dégâts importants, grâce à l'action protectrice des substances antioxydantes. Toutefois, la rupture de cet équilibre provoque un phénomène de « stresse oxydatif » qui finit par altérer la fonction normale de la cellule. Les agents antioxydants de l'huile d'olive sont, la vitamine E, les caroténoïdes et les composés phénoliques. En effet, il a été prouvé que les polyphénols d'huile d'olive protègent les membranes biologiques contre les modifications oxydatives et la perte structurelle (FITO et *al.*, 2000). Ces composants antioxydants, permettent également la prévention de certaines maladies et du vieillissement.

#### ***III-7-2-Propriété anti-cancers***

Des études épidémiologiques montrent que la consommation de l'huile d'olive exerçait un effet protecteur face à certaines tumeurs malignes tels que le cancer colorectal, le cancer de la peau, du sein, de la prostate, etc. (OWEN et *al.*, 2000 ; PSALTOPOULOU et *al.*, 2011 ; GOTSIS et *al.*, 2015; LOPEZ et *al.*, 2017).

Des études ont montré que l'acide oléique et linoléique présentait un effet inhibiteur contre la prolifération des cellules carcinomes de la prostate (HUGHES-FULFROD et *al.*, 2001; LIU et *al.*, 2009).

Le rôle de l'huile d'olive dans les maladies hépatiques chroniques et dans les maladies intestinales a été récemment démontré. Les effets positifs de l'huile d'olive sur les lésions précancéreuses ont été mis en évidence. Cet effet positif pourrait être lié à l'action de l'acide oléique qui permettait de diminuer la production prostaglandines, dérivées de l'acide arachidonique, qui joue un rôle important dans l'apparition et le développement de tumeurs.

Toutefois, il n'est pas exclu que d'autres composés de l'huile d'olive, comme les antioxydants, les flavonoïdes, les polyphénols et le squalène, exercent également un effet positif.

**III-7-3-Propriété antimicrobienne**

Une découverte importante a montré que l'huile d'olive vierge a un effet protecteur contre les agents pathogènes d'origine alimentaire en réduisant le nombre de *Salmonella enteritidis* et de *Listeria monocytogenes* (MEDINA et al., 2007).

*Helicobacter pylori* est le principal responsable du cancer de l'estomac et également responsable du cancer gastrique (ROMERO et al., 2007). Une étude intéressante a montrée l'activité antibactérienne de l'huile d'olive contre cette bactérie (CAVALLARO et al., 2006).

Des études ont également montré que l'oleuropéine a une activité antivirale, y compris le virus respiratoire syncytial et les virus para-grippaux de type3 (MA et al., 2001).

La figue, qu'elle soit sèche ou fraîche, représente une bonne source de fibres au sein d'une alimentation équilibrée, ainsi qu'une source de glucides, de vitamines et de certains minéraux. En plus de sa richesse en éléments nutritifs, *Ficus carica* est l'une des excellentes sources d'antioxydants naturels tels que les anthocyanines, les caroténoïdes et les flavonoïdes. En effet, les figes sèches sont utilisées pour leurs vertus médicinales dans le traitement des affections pulmonaires, la toux, les hémorroïdes, les varices, l'anémie. Elles sont aussi utilisées pour soulager les douleurs inflammatoires et l'irritation de la gorge. D'ailleurs, plusieurs de ces effets thérapeutiques sont prouvés *in vitro et in vivo*.

L'huile d'olive, est la principale source de matière grasse de notre alimentation. Elle est largement appréciée pour ses avantages nutritionnels liés à la teneur élevée en acide oléique, en plus des antioxydants naturels, importants, dans la prévention de nombreuses maladies.

De plus, la préparation de la figue sèche dans l'huile d'olive est une recette traditionnelle, utilisée par nos aïeux pour ses vertus thérapeutiques et nutritionnelles. En général, une variété de figue sèche ou d'huile d'olive avant macération, pourrait être riche en un ou plusieurs composés comme elle pourrait être pauvre en un ou d'autres, et *vice-versa* et qui s'enrichirait en plusieurs composés après macération.

Cependant, ce travail bibliographique doit être suivi par des recherches expérimentales en touchant les points suivants :

- Analyses physico-chimiques des figes sèches et de l'huile d'olive
- Analyses microbiologiques des figes sèches
- Extraction et dosage des composés bioactifs du fruit et l'huile d'olive avant et après macération.

Il serait aussi intéressant de faire une évaluation des activités biologiques *in vitro et in vivo*, à savoir : antioxydante, antibactérienne, antifongique et anti-inflammatoire des figes sèches, de l'huile d'olive et de leur imprégnation, pour des utilisations thérapeutiques ultérieures.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### -A-

- Ait haddou L., Blenzar A., Messaoudi Z., Van-Damme P., Boutkhil S. & Boukdame A. (2014).** Effet du Cultivar, du Prétraitement et de la Technique de Séchage sur Quelques Paramètres physico-chimiques des Figes Séchées de Sept Cultivars Locaux du Figuier (*Ficus Carica L.*) au Maroc. *European Journal of Scientific Research*. Vol.121 No.4, 2014, pp.336- 346.
- Aksoy & Ural. (1997).** Fruit formation and development. *Advanced Course on Fig Production*, pp. June, Ege University, Izmir, Turkey, 13-18. 16-28.
- Aksoy U. (1998).** Why figs? An old taste and a new perspective. *Acta Hort.* 480:25-27.
- Alharthy N.A. & Bawazir A.E. (2019).** Effects of The Mixture Dried Figs (*Ficus Carica*) And Olive Oil on Amnesia Model of Alzheimer's Induced by Scopolamine in Male Albino Rats.

### -B-

- Badgujar S.B., Patel V., Bandivdekar A.H. & Mahajan R.T. (2014).** Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*. In : *A review, Pharmaceutical Biology*, 52:11, 1487-1503.
- Belaid D. (2015).** Algérie Manuel De Séchage Des Fruits. In : *sciences et techniques agronomiques*, 65, édition 2015.
- Bendini A., Cerretani L., Carrasco-Pancorbo A., Gómez-Caravaca A.M., Segura- Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. & Lercker G. (2007).** Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules*, 12:1679-1719.
- Benrachou N. (2012).** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie. p 112.
- Berra G. & De Gasperi R. (1980).** Qualità nutrizionale dell'olio di oliva. In: *III Congresso internazionale sul valore biologico dell'olio d'oliva-la Conea, Creta (Grecia)*, 8-12 settembre, page 427.
- Berg C.C. (2003).** Flora malesiano precursor for the treatment of Moraceae 1: The main subdivision of *Ficus*: The subgenera. *Blumea*, 48:167-78.
- Blekas G., Boskou D. & Tsimidou M. (2006).** Olive oil composition in olive oil: Chemistry and Technology, Boskou, D., Ed. *The American Oil Chemists Society Press*, pp 41-72.
- Boskou D. (2009).** Huile d'olive: constituants mineurs et santé. *CRC Press; Boca Raton, FL, USA*. Autres constituants mineurs importants; pp. 45-54

## Références bibliographiques

---

**Bouزيد L. (2012).** Caractérisation morphologique de quatre variétés de figuier (*Ficus carica* L.). Thèse de doctorat. Ecole national supérieur agronomique.

**Brenes M., Garcia A., Garcia P., Rios J.J. & Garrido A. (1999).** Phenolic compounds in Spanish olive oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (9):3535-3540.

**Brown L., Rosner B., Willett W.W. & Sacks F.M. (1999).** Cholesterol lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* ,69(1): 30-42.

**Burton G. W. & Ingold K. U. (1986).** Vitamin E: Application of the principles of physical organic Chemistry to the exploration of its structure and function. *Accounts of Chemical Research*, 19:194-201.

### -C-

**Çalışkan O. & Aytakin Polat A. (2011).** Propriétés phytochimiques et antioxydantes de certaines accessions de figes (*Ficus carica* L.) de la région méditerranéenne orientale de la Turquie. *Scientia Horticulturae* , 128 (4): 473–478.

**Cavallaro L., Egan B., O'Morain C. & Di Mario F. (2006).** Treatment of *Helicobacter pylori* infection. *Helicobacter*, 11:36–39.

**Chaker S. & E.B. (1997).** Figue/Figuier. In: Encyclopédie berbère, vol-4, p. 472-533.

**Clodoveo M., Delcuratolo D., Gomes T. & Colelli G. (2007).** Effet des différentes températures et atmosphères de stockage sur *Coratina* huile d'olive qualité. *Food Chemistry*, 102: 571-576.

**Codex alimentarius. (1989).** Norme codex pour les huiles d'olive vierges et raffinées et pour l'huile de grignons d'olive raffinée. Codex STAN 33-1981 (Rév. 1-1989)0.

**C.O.I. (2015).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. Conseil oléicole international. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 8.

**Conseil oléicole international. (2010).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux l'huiles de grignons d'olive. T. 15/NC n° 3/Rév. 6.

**Cossut J., Defrenne B., Desmedt C., Ferroul S., Garnet S., Humbert S., Roelstraete L., Vanexeem M. & Vidal D. (2002).** Les corps gras : Entre Tradition et Modernité. Projet en Gestion de la qualité Nutritionnelle et Marketing des produits alimentaires. 139p.

**Covas MI ., De la torre K. & Farre-Albaladejo M. (2006).** Postprandial LDL phenolic content and LDL oxidation are modulated by olive oil phenolic compounds in humans. *Free Rad Biol Med* ,40:608-616.

### -D-

**Debib A., Guessaibia N., Tir-Touil A., Benrima A. & Meddah B. (2018).** Impact de la teneur en polyphénols sur les propriétés physico-chimiques et microbiologiques de trois

## Références bibliographiques

---

variétés Algériennes de figes sèches (*Ficus carica* L.). In : nutrition and santé, Vol.07.N°01 :1-48.

**De Benoist B., McLean E., Egli I. & Cogswell M. (2008).** editors. Geneva: WHO Press, WorldHealthOrganizationWHO / CDC.Li braryCataloguing-in-Publication Data.Worldwide prevalence of anaemia 1993- 2005: WHO global database on anaemia; 40.

**De Medina F., Sanchez F., Posadas O., Lopez R., Romero-Calvo C., Mascaraque G., Daddaoua A., Perez R., Gonzalez M.M., Gonzalez G.H, Martinez-Plata E., Ortega M., Suarez A. & Martinez-Augustin O. (2009).** The intestinal anti-inflammatory activity of the flavonoidrutin requiresoral administration and may involve effects on mucosal lymphocytes. *Clinical NutritionSupplements*, 4(2):49.

**DSA (2020).** Direction Des Services Agricoles de la wilaya de Tizi Ouzou.

### -E-

**El Bouzidi S. (2002).** Le figuier : histoire rituel et symbolisme en Afrique du nord. In *Dialogues d'histoiresanciennes*, vol.28, n° 2.pp. 103-120.

**El Hajjam A., Ezzahouani A. & Sehhar E.A.A. (2018).** Conduite technique et inventaire des variétés marocaines locales de figuier (*Ficus carica* L.) dans quatre principaux sites de production, provinces de Chefchaouen, El Jadida, Ouezzane, et Taounate. In : *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* (2018) 6 (4): 494-504.

**El Khaloui M. (2010).** Valorisation de la figue au Maroc. Transfère de technologie en agriculture. *Bulletin mensuelled'information de liaison du PNTTA*, Mars 2010 n°186 : 1-4.

**El-Sheikh A.H., Sweileh J.A. & Saleh M.I. (2009).** Partially pyrolyzed olive pomace sorbent of high permeability for preconcentration of metals from environmental waters.*Journal of Hazardous Materials*, 169, 58-64.

### -F-

**Fakourelis N., Lee E.C. & Min D.B. (1987).** Effects of chlorophyll and B-carotene on the Oxidation stability of Olive oil.

**FAO STAT. (2015).** Statistiques récentes de la FAO dans le domaine relatives au secteur de la figue. Site web: [www.faostat.org](http://www.faostat.org). Consulter en Avril 2020.

**Ferradji A., Chabour H. & Malek A. (2010).**Séchage solaire des figes: Bilan thermique et isotherme de désorption. *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 14 N°4 (2011) 717 – 726.

**Fito M., Covas M.I., Lamuela-Raventos R.M., Vila J., Torrents L., de la Torre C. & Marrugat J. (2000).** Protective effect of olive oil and its phenolic compounds against the low density oxidation of lipoproteins. *Fat* 35: 633–638.

## Références bibliographiques

---

**Fleischman M.A., Rodov V. & Stover E. (2008).** The fig: botany, horticulture, and breeding. Horticulture Revue. 34 :113-196.

**Flores M.D. & Jiménez B.V. (2007).** Développement de culture de la figue (*Ficus carica*) pour la consommation fraîche et transformée, comme diversification alternative pour le secteur agricole.

**Frazier W.C. & Westhoff D.C. (1988).** Food Microbiology. 4th edition. McGraw-Hill Publication Company. New York. USA

### -G-

**Gausson H., Leroy J. F. & Ozanda P. (1982).** Précis de botanique, tome II : Végétaux supérieurs Masson. 558- 560 pp.

**Golombek S.D. & Ludders P. (1990).** Effects of short-term salinity on leaf gas exchange of the fig (*Ficus carica L.*). Plant & Soil 148:21-27.

**Gomez-Caravaca A. M., Cerretani L., Bendini A. & Segura-Carretero A. (2008).** Effects of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the phenolic profile and selected chemical parameters of olive oil. European Journal of Lipid Science and Technology, 56: 4577-4583.

**Goor A. (1965) .** The history of the fig in the Holy Land from ancient times to the present day. Econ. Bot. 19:124-120.

Gotsis E., Anagnostis P., Mariolis A., Vlachou A., Katsiki N. & Karagiannis A. ( 2015). Health benefits of the Mediterranean diet: research updates over the past 5 years.

**Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A. & Albi M. A. (1999)** Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties pictual and hojiblanca and on the different components involved. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47 (1) pp 121- 127.

**Guvenc M., Tuzcu M. & Yilmaz O. (2009).** Analysis of fatty acid and some lipophilic vitamins found in the fruits of the *Ficus carica* variety picked from the Adiyaman District. Research Journal of Biological Sciences. 4 (3): 320-323.

### -H-

**Hadj Sadok T., Rebiha K. & Terki D. (2018).** Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés Algériennes. In : *Revue Agrobiologia* (2018) 8(1): 706-718.

**Haesslein D. & Oreiller S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. In : haute école de santé Genève, filière nutrition et diététique.

**Henry S. (2003).** L'huile d'olive : son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique p 52.

## Références bibliographiques

---

**Harwood J. L. & Aparicio R. (2000).** Handbook of olive oil: analysis and properties. Gaithersburg Maryland, USA: Aspen publications, Inc. 620 pages.

### -I-

**Inraa. (2006).** Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, par l'institut national de recherche agronomique d'Algérie.

### -J-

**Jacotot B. (1993).** L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris: Artulen, p280.

**Jacotot B. (2001).** Intérêt nutritionnel de l'huile d'olive. *Olivæ*, 86: 27-29.

**Jeddi L. (2009).** Valorisation des figues de Taounate : potentiel, mode et stratégie proposée. Direction provinciale d'agriculture de Taounate. 1-26.

**Jeong M.R., Kim H.Y. & Cha J.D. (2009).** Antimicrobial activity of methanol extract from *Ficus carica* leaves against oral bacteria. *Journal of Bacteriology and Virology*. ,39(2) ,97–102.

### -K-

**Kelebek H., Diblan S., Kadiroglu P., Kola O. & Selli S. (2018).** Kurutma İşlemlerinin İncirlerin (*Ficus carica* L.) Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite ve Diğer Önemli Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. In: Journal Agriculture Food Science. 33(2): 127-136

**Keys A. (1980).** Sept pays: une analyse multivariée des décès et des cardiopathies coronariennes. Harvard University Press, Cambridge, 1980.

**Keys A., Menotti A., Karyonem M.J., Blackburn H., Buzina R., Diodordevic B.S., Dontas A.S., Fidanza F., Keys M.H., Kromhout D., Nedukovic S., Punasar S., Seccareccia F. & Toshima H. (1986).** The diet and 15 year death rate in seven countries study. *Am. J. Epidemiol.* 124, 903-915

**Khadhraoui M., Baguesi M., Artés F. & Ferchichi A. (2019).** Phytochemical content, antioxidant potential, and fatty acid composition of dried Tunisian fig (*Ficus carica* L.) cultivars. In: Journal of Applied Botany and Food Quality 92, 143 - 150 (2019).

**Kim O., Hak-Yong L., Sun-Young K. & Hyang-Im B. (2011).** Effects of *Ficus carica* paste on constipation induced by a high-protein feed and movement restriction in beagles.

**Kratz M., Cullen P., Kannenberg F., Kassner A., Fobker M., Abuja P. M., Assmann G. & Wahrburg U. (2002).** Effect of dietary fatty acids on the composition and oxidizability of low density lipoprotein, *European Journal of Clinical Nutrition*, 56 (1), pages 72-81.

### -L-

**Lee H.J. & Hwang E.H. (1997).** Effects of alginic acid, cellulose and pectin level on bowel function in rats. *J Nutr*; 30(5):465-477.

## Références bibliographiques

---

**Lee J.Y., Jeong K.W., Lee J.U., Kang D.I. & Kim Y. (2011).** Natural antimicrobial products as inhibitors of the protein synthase III beta-ketoacyl-acyl transporter. *Bioorg Med Chem* 17, 5408-5413. 82.

**Liu J., Shimizu K. & Kondo R. (2009).** Antiandrogenic activity of fatty acids. *Chem Biodivers.* ; 6: 503-512.

**López de las Hazas M.C., Piñol C., Macià A. & Motilva M.J. (2017).** L'hydroxytyrosol et les métabolites coliques dérivés de la consommation d'huile d'olive vierge provoquent l'arrêt du cycle cellulaire et l'apoptose dans les cellules cancéreuses du côlon. *J. Agric. Food Chem.*; 65: 6467–6476. doi: 10.1021 / acs.jafc.6b04933.

-M-

**Ma S.C., He Z.D., Deng X.L., But P.P., Ooi V.E., Xu H.X., Lee S.H. & Lee S.F. (2001).** In vitro evaluation of secoiridoid glucosides from the fruits of *Ligustrum lucidum* as antiviral agents. *Chem Pharm Bull* ;49:1471–1473.

**Madrp stat. (2009).** Statistiques agricole du ministère de l'agriculture et du développement rural. Site web: [www.madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/](http://www.madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/). Consulter en Avril 2020.

**Mamouni A. (2002).** Caprifigation: Potentialités et contraintes pour la production de figes sèches. *Compt rendu de la journée scientifique et d'information sur le figuier.* 42-51.

**Manal E.G. (2014).** Evaluation of quality attributes of dehydrated figs prepared by osmotic-drying process, *Egypt J. Agric. Res.* 92(1) : 337 – 347.

**Martín-Peláez S., Covas M.I, Fitó M., Kušar A. & Pravst I. (2013).** Health effects of olive oil polyphenols: recent progress and possibilities for using the claims of health. *MolecularNutrition & Food Research* 57, 760–771.

**Medina E., Romero C., Brenes M. & De Castro A. (2007).** Antimicrobial activity of olive oil, vinegar, and various beverages against food borne pathogens. *J Food Prot* ;70:1194–9.

**Meftah H., Latrache H., Hamadi F., Hanine H., Zahir H. & El louali M. (2014).** Comparaison des caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives issus de différentes zones de la région Tadla Azilal (Maroc) Comparison of the physico-chemical characteristics of the olive oil coming from different zones in Tadla Azilal area (Morocco). In : *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (2) (2014) 641-646.

**Metodiewa D., Kochman A. & Karolczak S. (1997).** Evidence of the anti-free radical and antioxidant properties of four N, N, diethylaminoethyl ethers of 29lavanones oximes: a comparison with the natural action of the polyphenolic flavonoids (rutin). *Biochem Mol Biol Int* 41, 1067–1075.

## Références bibliographiques

---

**Meziant L. (2014).** Etude de l'effet du séchage sur les caractéristiques physico-chimiques et l'activité antioxydante de neuf variétés de figues (*Ficus carica* L.). Mémoire fin d'étude. Université de Bejaïa.

**Ministère de commerce (2012).** Critère microbiologique appliquée aux denrées alimentaires. In : journal officiel de république algérienne N°39, juillet 2012, p11-32.

**Miura Y., Kondo K., Saito T., Shimada H., Fraser P.D. & Misawa N. (1998).** Production of carotenoids lycopene, 13-carotene and astaxanthin in the food yeast *Gandida of ii is*. Appl. Environ. Microbial, 64:1226

**Mohamad S., Zin N.M., Wahab H.A., Ibrahim P., Sulaiman S.F. & Zahariluddin A.S.M. (2011).** Antituberculosis potential of some ethnobotanically selected Malaysian plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 133(3):1021 -1026

**Montealegre J., Oyarzun R., Herrera H., Berger & Galletti L. (2000).** Fungi producing postharvest decay on brevas and fig fruits. (in Spanish). Boletín Sanidad Vegetal Plagas, 26:439-443.

**Montpellier C. (2019).** L'huile d'olive : intérêts alimentaire et cosmétique. Thèse de doctorat. Faculté de pharmacie Aix Marseille Université. p 80.

-N-

**Nascimento L.M., Nogueira E.M. De C., Namekata T. & Martins. E.M.F. (1999).** Evaluation of ripening and fungal diseases in stored fig fruit under different conditions. (in Portuguese). Arquivos do Inst. Biológico, San Paulo. 66:47-51

**NEWSLETTER – MARCHÉ OLÉICOLE N° 126 – avril 2018.**

**Nitta H. (1997).** The control of fruit rots in figs. 1. The control of Rhizopus rot and souring improved growing conditions (temperature and humidity), fungicides, and by covering fruit with waxed-paperhags (in Japanese). Bull. Hiroshima Prefectural Agri. Res. Center 65:17-26

-O-

**Olivier D., Pinatel C., Dupuy N., Guerere M. & Artaud J. (2007).** Caractérisation sensorielle et chimique d'huile d'olive vierge de six AOC française, Oilseeds and fats- Crops and Lipids, 14(2), pages 141-149.

**Ouaouich A. & Chimi H. (2005).** Guide de séchage de figues. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, 1ère édition Copyright, Rabat.

**Ouchemoukh S., Hachoud S., Boudraham H., Mokrani A. & Louaileche H. (2012).** Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. LWT-Food Science and Technology. 49 : 329-332.

## Références bibliographiques

---

**Oukabli A. (2003).** Le figuier un patrimoine génétique diversifier à exploiter. Transfère de technologie en agriculture. Bulletin mensuelle d'information de liaison du PNTTA, Juillet 2003,106 : 1-4.

**Oukabli A. & Mamouni A. (2008).** Fiche Technique figuier (*Ficus Carica* L.), installation et conduite technique de la culture. Institut de la recherche agronomique, Maroc. Acta Horticulturae. 605:69-75.

**Owen R.W., Giacosa A., Hull W.E, Haubner R., Würtele G., Spiegelhalder B. &Bartsch H.(2000).** Consommation et santé d'huile d'olive: le rôle possible des antioxydants. Lancet Oncol; 1: 107-112. doi: 10.1016 / S1470-2045 (00) 00015-2.

### -P-

**Patil A.P., Patil V.P., Patil V.R. & Chaudhari R.Y. (2010).** Antihelminthic and preliminary phytochemical screening of leaves of *Ficus carica* Linn against intestinal helminthiasis. Int J Res Ayurveda Pharm 1:601–5.

**Perona J.S., Cabello-Moruno R. & Ruiz-Gutierrez V. (2006).** The role of virgin olive oil components in the modulation of endothelial function. The Journal of Nutritional Biochemistry, 17, 429-445.

**Piga A., d'-Aquino S., Agabbio M. & Papoff C. (1995).** Keeping quality of fresh figs bypostharvest film wrapping. Italus Hortus 2:3-7.

**Piroddi M., Albin A., Fabiani R., Giovannelli L., Luceri C., Natella F., Rosignoli P., Rossi T., Taticchi A., Servili M. & Galli F. (2017).** Nutrigenomics of extra virgin olive oil: a review. BioFactors 43, 17–41.

**Psaltopoulou T., Kosti R.I., Haidopoulos D., Dimopoulos M. & Panagiotakos D.B. (2011).** La consommation d'huile d'olive est inversement lié à la prévalence du cancer: une revue systématique et une méta-analyse de 13 800 patients et 23 340 témoins dans 19 études d'observation. Lipides Santé Dis. 10: 127. doi: 10.1186 / 1476-511X-10-127.

**Psomiadou E., Tsimidou M. & Boskou D. (2000)**  $\alpha$ -tocopherol content of Greek virgin olive oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48 (5) pp 1770-1775.

### -R-

**Raederstorff D. (2009).** .Antioxidant activity of olive polyphenols in humans: a review.International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 79, 152–165.

**Ricci P. (1972).** Studies on the rotting of fresh figs after harvest. (in French). Anna.Phytopath. 4:109-117.

## Références bibliographiques

---

**Rice-Evans C., Miller N.J. & Paganga G.G. (1996).** Relationship structure- antioxidant activity-vessels of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine* 20, 933–956.

**Rivals P. (1962).** Notes biologiques sur le figuier. In: *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliqué*, vol-9, n°1-2, pp.56-64.

**Roger J. P. (2002).** La conduite du figuier *Ficus carica* L. famille des moracées genre *Ficus*. In : « Actes de la journée figuier potentialité et perspectives de développement de la figue sèche au Maroc. Institut nationale de la recherche agronomique, 1ère édition, INRA, Rabat.

**Romero C., Medina E., Vargas J., Brenes M. & de Castro A. (2007).** In vitro activity of olive oil polyphenols against *Helicobacter pylori*. *J Agric Food Chem* ;55:680–686.

**Rosa M., Lamuela-Raventós E., Gimeno E., Montse F., Castellote A.I., Covas M., De La Torre-Boronat M.C. & López-Sabater M.C. (2004).** Interaction of Olive Oil Phenol Antioxidant Components with Low-density Lipoprotein , *Biological Research*, 37, pages 247-252.

**Rudrappa U. (2015).** [www.nutrition@you.com](http://www.nutrition@you.com).

**Ryan D., Robardas K. & Lavee S. (1998).** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72 : 26-38.

-S-

**Samaniego-Sanchez C., Quesada-Granados J.J., Lopez-Garcia H., De La Serrana M.C. & Lopez -Martinez J. (2010).** Beta-Carotene, squalène and waxes determined by chromatographic method in Picual extra virgin olive oil obtained by a new cold extraction system, *Journal of Food Composition and Analysis*; 23, pages 671–676.

**Sanchez C.J., Osorio E., Montaña A.M. & Martinez M. (2004).** Sterols and erythrodiol + uvaol content of virgin olive oils from cultivars of Extremadura (Spain). *Food Chemistry*, 87, 225–230

**Selma M.V., Espin J.C. & Tomas-Barberan F.A. (2009).** Interaction between phenols and the intestinal microbiota: role in human health, *J. Agric. Food Chem.* , 2009, 57, 6485 —6501

**Serrano J., Puupponen-Pimiä R., Dauer A., Aura A.M. & Saura-Calixto F. (2009)** Tannins: Current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Mol. Nutr. Food Res.*; 53: 310–329.

**Servili M., Selvaggini R., Esposito S., Taticchi A., Montedoro G. & Morozzi G. (2004).** Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal of Chromatography A*, 1054:113-127.

## Références bibliographiques

---

**Sherwin E. R. (1976).** Antioxidants for vegetable oils. *Journal of the American Chemical Society*. 53 pp 430-436.

**Sinclair A.J., Begg D., Mathai M. & Weisinger R.S. (2007)** .Omega 3 fatty acids and the brain: review of studies on depression. *Asia Pac. J. Clin. Nutr*; 16: 391–397.

**Solomon A., Golubowicz Z., Yahlowicz Z., Kerem. & Flaishman M.A (2006).** Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh common fig (*Ficus carica* L.) fruits. *J. Agr. Food Chem.* 54:7717-7723.

**Soo C., Jai-heon. & Sang U. (2013)** Recent studies on flavonoids and their antioxidant activities, 12: 226–230.

**Soro T.Y., Néné-bi A.S., Zahoui O.S., Yapi A. & Traoré F. (2015).** Activité anti-inflammatoire de l'extrait aqueux de *Ximenia americana* (Linné) (Olacaceae). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(3): 3802– 3813.

**Stover E. & Aradhya M. (2007).** Fig genetic resources and research at the U.S. National Clonal Germplasm Repository in Davis, California. *Acta Hort.* (in press).

**Sutton D. (2014).** Figs a global history, p30.

-T-

**Taamalli A., Arráez-Román D., Zarrouk M., Valverde J., Segura-Carretero A. & Fernández-Gutiérrez A. (2012).** The occurrence and bioactivity of polyphenols in tunisian olive products and by-products: A review. *Journal of Food Science*, 77, R83-R92.

-V-

**Valdeyron G., Kjellberg F. & Garrone B. (1998).** Le figuier. Les écologistes de l'Euzière. 2ème édition, Midi, Montpellier.

**Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre tradition et innovation. Thèse de Doctorat spécialité Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 5-30.

**Velasco J. & Dobarganes C. (2002).** Oxidative stability of virgin olive oil. In: *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:661-676.

**Vidaud J. (1997).** Le figuier monographie. Edition Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Ctifl (Paris).

**Vinson J.A. (1999)** . The functional food properties of fig. *Cereal Foods World* 44:82-87.

**Vinson J.A., Zuhik L., Bose P., Samman N. & Proch J. (2005).** Dried Fruits: Excellent invitro and in viva antioxidants. *J. Am. College Nutr.* 24:44-50.

-W-

**Walaliloudyi D. (1995).** Quelques espèces fruitières d'intérêt secondaire cultivé au Maroc. Underutilized fruits crops in the Mediterranean region. Zaragoza: CIHEAM, n° 13, p.47-62.