

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires

Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :.....

Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

Thème

---

*Composition chimique de quelques fruits et légumes*

---

Présenté par :

**ACHAT Yasmine & IGHAMMAR Souheyla**

Soutenu le : **22/ 09/ 2020**

Devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> HAMRI S	M.C.A	Présidente
M <sup>me</sup> AIDLI A	M.A.A	Promotrice
M <sup>r</sup> CHIKHOUN A	M.C.A	Examineur

**Année universitaire : 2019 – 2020.**

## *Remerciements*

*Louange à DIEU, le Puissant, le Très Miséricordieux de nous avoir donné la force, la patience et le courage pour pouvoir accomplir notre travail.*

*Nous exprimons toute notre gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice Mme AIDLI pour avoir accepté de nous encadrer, et d'avoir guider nos efforts, par ses conseils et orientations ainsi que sa grande patience et ses encouragements qu'elle nous a donnés tout au long de ce travail.*

*Nous tenons également à remercier Mme HAMRI d'avoir accepté de présider ce jury.*

*Ainsi que Mr CHIKHOUN pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions également nos familles et nos amis pour leur soutien moral.*

*Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Je dédie mon travail spécialement à mes chères parents, qui me soutiennent et m'encouragent continuellement.*

*A mon frère et ma sœur*

*A mes grandes mères*

*A toute ma famille et mes amis*

*A toutes les personnes qui ont contribué dans ce travail.*

*Yasmine*

*Je commence ma dédicace au nom du **dieu** et le salut sur  
**Mohamed** le messager de dieu.*

*Que ce travail témoigne de mes respects à l'homme de ma vie, mon exemple  
éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est  
toujours sacrifié pour me voir réussir, mon père **Hocine**.*

*Et à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur,  
ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore **Malika**, je remercie de m'avoir  
donné tant d'amour et de tendresse « je suis très fière d'être votre fille ».*

*Je dédie ce modeste travail également  
A ma sœur et mon frère bien aimés ; dont la présence à mes côtés m'a été d'un  
soutien solide durant mon parcours : **Salima** et son fiancé **Younes**, **Tahar** je  
vous aime trop.*

*A la prunelle des mes yeux, l'homme de ma vie **LEDJOUZI Daoud** qui était  
toujours à mes côtés « tu es et tu resteras toujours le pilier de ma vie ».*

*A la mémoire de mon cher grand père que le dieu accueille dans son vaste  
paradis*

*A ma chère grande mère*

*A mon oncle et tantes **Mourad** et sa famille : **Saad**, **Amine**, **Nabil**, **Lydia**  
A mes tantes et leurs familles.  
A ma très belle cousine **Lylia**.*

*A ma chère binôme **Yasmine** pour avoir m'accompagné et me supporte.*

*Tous ceux qui m'aiment, et tous ce que j'aime*

*Souheyla*

### Listes des figures

<b>Figure 1 :</b> Structure des principales composées phénoliques des feuilles de l'olivier ...	14
<b>Figure 2 :</b> Classification de polyphénols.....	33
<b>Figure 3 :</b> Activité biologique des polyphénols .....	34
<b>Figure 4 :</b> Structure générale du noyau des flavonoïdes .....	35
<b>Figure 5 :</b> Structure de base de camarines.....	37
<b>Figure 6 :</b> Structure des anthocyanoside.....	38
<b>Figure 7 :</b> Photographie des différentes poudres obtenues après broyage et tamisage...	41
<b>Figure 8 :</b> Etape et filtration des extraits éthanolique.....	42
<b>Figure 9 :</b> Extrait sec des feuilles de betterave.....	42

### Liste des tableaux

<b>Tableau I</b> : Composition de la courge dans 100g.....	08
<b>Tableau II</b> : Composition de la carotte en macronutriments.....	10
<b>Tableau III</b> : Composition chimique de la grenade, pour 100g de portion comestible.....	16
<b>Tableau IV</b> : Composition biochimique de pépins de raisin.....	23
<b>Tableau V</b> : Classification et structure des flavonoïdes.....	36
<b>Tableau VI</b> : Effet de la structure sur les activités antioxydants , inhibitrice d'enzyme et cytotoxique des coumarine.....	38
<b>Tableau VI</b> : Les dérivés de fruits et légumes concernés par l'extraction.....	40
<b>Tableau VIII</b> : Les dérivés des fruits et légumes concernés par l'extraction (suite).....	41
<b>Tableau IX</b> : Rendements d'extraction des différents échantillons.....	43

# Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction .....	1-2

## Partie théorique

### Chapitre I : généralités sur les dérivés alimentaires.

I. Le melon .....	3
II. Le citronnier .....	5
III. La courge .....	7
IV. La carotte .....	9
V. La betterave .....	11
VI. L'olivier .....	12
VII. Le grenadier .....	14
VIII. Le Pommier .....	17
IX. La pastèque .....	19
X. Le raisin .....	21

### Chapitre II: stress oxydatif et antioxydants

I. Stress oxydatif .....	26
I.1 Définition .....	26
I.2 Origine du stress oxydant .....	26
I.3 Radical libre .....	27
I.4 Espèces réactives de l'oxygène .....	27
I.5 Mécanisme de l'oxydation .....	29
II. Antioxydants .....	30
II.1 Définition .....	30
II.2 Classification des antioxydants .....	30
II.2.1 Mécanisme d'action .....	31
II.2.2 Antioxydants endogènes .....	31
II.2.3 Antioxydants exogènes .....	32
II.2.3.1 Composées phénoliques .....	33

II.2.3.2 Flavonoïdes .....	34
II.2.3.3 Autres métabolites secondaires .....	37

### **Partie pratique**

1. Matériel végétal .....	40
2. Préparation des échantillons .....	40
3. Extraction des composés phénoliques .....	41
4. Rendement d'extraction.....	42
Conclusion .....	44

### Introduction

Un déséquilibre entre les système pro-oxydants et antioxydants, que se soit au niveau in vivo ou in vitro, peut être à l' origine de nombreuses pathologies. Les espèces réactives de l'oxygène résultantes de ce phénomène sont capables d'endommager diverses biomolécules telles que les protéines, les acides désoxyribonucléiques (ADN) ou les acides gras polyinsaturés (**Zerargui, 2015**).

Les dommages oxydatifs provoqués par le stress oxydant appelé aussi stress oxydatif sont impliqués dans l'étiologie du cancer, des maladies cardiovasculaires et d'autres maladies dégénératives. La peroxydation lipidique induite par les radicaux libres a été proposée pour être impliquée de manière critique dans plusieurs états pathologiques dont le cancer, la polyarthrite rhumatoïde et une lésion de la réoxygénation post-ischémique ainsi que dans les processus dégénératifs associés au vieillissement (**Kesić et al., 2009**).

Les polyphénols issus de métabolisme secondaire des plantes, sont des produits phytochimiques, bioactifs, et sont en effet doués de multiples vertus thérapeutiques, ils jouent un rôle très important, principalement, dans la lutte contre les cancers, les maladies cardiovasculaires et la peroxydation lipidique. Expliquant de ce fait leur grande utilisation dans la fabrication des médicaments. Ils interviennent aussi dans la protection des plantes contre les différentes attaques microbiennes (surtout fongiques) risquant de causer la perte d'une grande quantité de végétation (**Bruneton, 1999**).

Au cours de ces dernières années, un nombre croissant de rapports confirment que beaucoup de fruits et légumes peuvent offrir une protection contre certaines maladies chroniques causées par le stress oxydatif (**Sun et al., 2009**), et une attention considérable a été portée aux propriétés antioxydants des plantes qui peuvent être utilisés pour la consommation humaine. Les éventuels avantages de la consommation des polyphénols pour la santé ont été suggérés de dériver de leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (**Queen et Tollefsbol, 2010**). Ils ont également des activités anti-ulcéreuse (**Saito et al., 1998**), anti-cancérigène (**Liu et Castonguay, 1991**) et anti-mutagène (**Liviero**

*et al.*, 1994). La raison de ces activités est le fort caractère antioxydant des polyphénols, qui est basée sur leur capacité à absorber les radicaux libres (**Nawaz *et al.*, 2006**).

Le présent travail porte sur l'analyse de la composition et évaluation de l'activité antioxydants de quelques sous produits alimentaires dont lequel nous avons consacré deux chapitres, le premier aborde des généralités sur les dérivés alimentaires et le second chapitre traite sur le stress oxydatif et les antioxydants.

Nous avons également réalisé une petite partie pratique sur la détermination du rendement d'extraction des composés phénoliques à partir de dérivés de fruits et légumes.

## I. Le melon

### I.1 Origine et classification botanique

Le Melon (*Cucumis melo*) est une plante herbacée annuelle, originaire d'Afrique intertropicale, de l'ordre des *Cucurbitales*, l'une des espèces les plus importantes parmi les 40 espèces du genre *Cucumis* de la famille *Cucurbitacées*. Il est cultivé comme plante potagère pour son faux-fruit comestible. Le fruit lui-même est désigné par le terme melon et se caractérise par l'absence d'épines à sa surface (Pitrat, 2013).

### I.2 Description botanique

La plante peut être grimpante, grâce à l'existence de vrilles simples qui lui permettent de s'accrocher à des supports, sa tige n'est pas volubile. Ces feuilles sont assez arrondies. Cette plante peut avoir trois types de fleurs : des fleurs mâles, des fleurs femelles, et des fleurs hermaphrodites ou parfaites. Elles ont une corolle orange et leur biologie florale est assez complexe (Pitrat, 2013).

Le fruit du melon est une baie charnue qui est ronde à ellipsoïde, velue pendant son développement précoce, et lisse à réticulée à maturité. La couleur du melon est très variable allant des nuances de jaune, vert, orange jusqu'au blanc, et souvent tachetée ou rayée. La chair est également variable et habituellement jaune, orange, rose, blanche ou verte.

Ce fruit pèse de 0,4 à 2,2 kg, il est très savoureux, sucré et parfumé, il contient à l'intérieur un grand nombre de graines. Ces dernières sont lisses, elliptiques et aplaties (Grubben, 2004).

Le melon est très sensible à la température et à la lumière, cependant si les conditions de croissance (température, fertilisation) et les conditions phytosanitaires sont bonnes, la plante peut reprendre sa croissance après la récolte des premiers fruits et produire une seconde vague (Pitrat, 2013).

### I.3 Composition chimique de la pulpe

Le melon est composé principalement d'eau 90 g/100g de melon, c'est l'un des fruits les moins énergétiques avec une teneur de 6,57g/100g de glucides et 0,2g/100g de lipides. Sa teneur en protéines est en moyenne de 0,73 g/100g. Les fibres sont présentes avec une teneur de 0,93 g/100g (Saxholt et al., 2009).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

La pulpe très riche en vitamines parmi elles celles du groupe B, vitamine C et E. La vitamine A représente la plus grande teneur (2,020 mg/100g). Elle contient également des teneurs élevées en minéraux, polyphénols et flavonoïde (**Saxholt et al., 2009**).

L'étude menée par **Shofian et al. (2011)**, a démontré que le melon jaune contenait une teneur en polyphénols totaux de 16,71 mg d'équivalents d'acide gallique (GAE) / 100 g de poids frais (PF). D'autre part, **Ismail et al. (2010)**, après analyse des pulpes du melon cantaloup trouvent une concentration en polyphénols totaux de 168mg GAE/ 100g et en flavonoïdes de 0,203 mg équivalents rutine (ER)/ 100 g.

Le melon contient également des caroténoïdes, **Atef et al. (2013)**, ont enregistré 0,56mg/100g en caroténoïdes totaux dans la matière sèche de la pulpe du melon.

D'après **Laur et Tian (2011)**, les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes diffèrent selon les variétés et l'origine géographique du melon.

### I.4 Composition chimique des graines

Des études menées par **Ayadi et al. (2015)**, sur les sous produits du melon (*Cucumis melon L.*), dans le cadre d'un programme de valorisation de ces derniers dans l'industrie de transformation des fruits et des ressources végétales en Tunisie, ont permis d'obtenir la composition chimique des graines, de l'écorce et de la chair du melon :

Les graines de melon étudiées contenaient 29,95% de lipides, 21,26% de protéines, 85,88% de fibres insolubles et seulement de 7,91% en fibres solubles avec une activité d'eau de 0,45%.

Une teneur en composés phénoliques totaux de 3,85 mg/g, ces composés phénoliques sont représentés par les acides phénoliques avec une teneur de 44,66%, les flavonoïdes qui constituent (28,15%), à cela s'ajoute des terpénoïdes et d'autres composés phénoliques.

**Ismail et al. (2010)**, dans leur étude sur le melon cantaloup ont enregistré une teneur en flavonoïdes totaux de 162µg ER/100g d'extrait, et qu'une quantité de polyphénols de 285 mg EAG/ 100g d'extrait.

### I.5 Composition chimique des pelures

**Ayadi et al. (2015)**, dans leur étude sur les variétés du melon de Tunisie, ont apportées que les lipides présentaient une teneur de 1,12% de la composition de l'écorce du melon. Les protéines présentent une teneur de 4,48%, les fibres insolubles 77,4% contre 5,58% de fibres solubles et une activité d'eau de 0,47%. Ainsi que la présence de composés phénoliques qui constituent une teneur de 3,32 mg EAG/g

# Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

D'autre part, **Ismail et al. (2010)**, rapportent que les pelures du melon Cantaloup contenait 470mg EAG/100g d'extrait de polyphénols totaux, tandis que les flavonoïdes était présent avec un taux de 513µg ER/100g d'extrait.

## II. Le citronnier

### II.1 Origine et classification botanique

*Citrus limon* appartient à la famille des *Rutaceae*, sous famille des *Aurantioideae*, ordre des *Citreae* (**Praloran, 1971**). C'est un arbre caractérisé par une croissance rapide, originaire du sud-est asiatique, il est ensuite cultivé sur le littoral de la Méditerranée (**Debuigine et Couplan, 2008**).

### II.2 Description botanique

C'est un arbuste de 3 à 5 mètre, épineux, vert et aromatique, dont la longévité en productivité est de 50-60 ans. Il a des racines superficielles qui se trouvent 15 cm à 80 cm sous terre, tandis que les racines principales peuvent s'enfoncer jusqu'à 1.5 mètre au dessous du sol (**Gollouin et Tonelli, 2013**).

Le tronc court, d'un bois dense porte plusieurs branches qui fructifient abondamment (**Dubois, 2006**).

Ses feuilles sont persistantes, vertes et luisantes sur la face supérieure. Les feuilles ont une forme en fuseau, elles sont alternées, dentelées et leur pétiole est parfois ailé. Les feuilles sont pourvues sur leur limbe de glandes translucides à essence, ce qui les rend odorantes (**Mauric et al., 2001**).

Le fruit se présente sous forme de baies charnues ayant un épicarpe glanduleux, avec un mamelon à son extrémité. La couleur du fruit est verte virant au jaune à maturité. La surface peut être grumeleuse ou lisse avec un mésocarpe blanc plus ou moins épais selon la variété. La pulpe est formée de poils vésiculeux contenant du jus à saveur acide conférée par l'acide citrique, la pulpe est séparée en 8 à 12 quartiers séparables les uns des autres. Les pépins sont fusiforme, blancs et à un seul embryon. A partir des pépins, une huile peut être extraite (**Bachés, 2011**).

### II.3 Composition chimique du citron

D'après **Haineault (2011)**, le citron est composé de 90,2 g d'eau /100g de fruit, il est considéré comme un fruit charnu. Les glucides du citron avec une teneur de 8,1 g /100g de fruit sont constitués principalement de saccharose, fructose et glucose. Il contient

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

également de petites teneurs en protéines et lipides qui sont respectivement de 0,7 et 0,6g/100g de fruit.

La composition en vitamine est très variée, la vitamine C et la vitamine B6 sont les plus importantes avec des teneurs de 53mg/100g de fruit et de 60mg/100g, respectivement. Les flavonoïdes et polyphénols totaux représentent respectivement, des teneurs de 36,61 mg /100g et 36,89mg/ 100g (Neveu *et al.*, 2010).

A ceux-là s'ajoute les oligoéléments : fer, sodium, magnésium, dont les plus importants sont le fer avec 0,49 g/100g, le calcium avec 11mg/ 100g et le potassium 149mg/100g. L'écorce par sa contenance en polysaccharides complexes est une source industrielle principale en pectine (Souci *et al.*, 1995).

### II.4 Composition chimique des graines

D'après une étude menée en Argentine, les graines de l'espèce *Citrus limon L.* Burm cv. Eureka, contiennent un taux d'humidité de  $44,67 \pm 4,33\%$  (% M, poids),  $12,17 \pm 0,41\%$ , de protéines, 2,04% de cendre, 18,93% de glucide, 22,21% de lipides (matière fraîche) (40,14% matière sèche). L'activité de l'eau (aw) des graines était de 0,961 (Orjuela-Palacio, 2019).

Les graines contiennent des fibres représentées par : la cellulose, l'hémicellulose et la lignine et peuvent être utilisées comme matière première pour la production de cellulose (Zhang *et al.*, 2020).

Une étude effectuée en Iraq par Alanbari *et al.* (2016), sur différentes espèces d'agrumes, a démontré que les graines de citron *Citrus limon L.* contenait 225mg EAG/ g MS en composés phénoliques, et 126,2 mg/100g MS en flavonoïdes.

### II.5 Composition chimique des feuilles

D'après Anbari *et al.* (2016), les feuilles de *Citrus limon* présentent une teneur en polyphénols totaux de 145 mg EAG/g de MS et en flavonoïdes de 123mg/100g MS.

Djoudi et Ghebrioua (2017), dans leur étude sur l'activité antioxydante de différents extraits de feuilles de citron, on a apporté que l'extrait aqueux des feuilles de *citrus limon* comportait la plus grande teneur en polyphénols totaux qui est de 120,03mgEC/g. Tandis que pour les flavonoïdes, c'est l'extrait de chloroforme qui était le plus riche avec 85.68mg ER/g d'extrait végétale.

D'autre part une étude menée Hojjati et Barzegar (2017), en Iran sur l'huile essentielle extraite des feuilles de citron, démontre que cette dernière contenait une teneur en polyphénols totaux de  $14,73 \pm 1,96$  mg EAG/ g MS.

## III. La courge

### III.1 Origine et classification botanique

Les citrouilles sont des plantes annuelles appartenant à la famille des *Cucurbitaceae*, et au genre *Cucurbita* qui comprend une douzaine d'espèces désignées couramment sous le terme générale de courge. Elles sont originaires des pays tropicaux (Amérique du nord et du sud, Afrique, Inde, Polynésie...), cependant des variétés aux saveurs plus fruitées et ayant plus de chair ont été développées après leurs culture en Europe (Armougom, 1998 ; Prasad, 2014).

Les trois espèces les plus cultivées sont *Cucurbita pepo* «courge d'été», *Cucurbita maxima* Duch «Courge d'hiver» et *Cucurbita moschata* Duch. extrêmement polymorphes dans les caractéristiques des fruits (Paris *et al.*, 2006 ; Man, 2014; Blanco-Diaz *et al.*, 2015).

### III.2 Description botanique

La citrouille est fixée au sol par une racine principale profonde qui se ramifie en plusieurs racines secondaires et tertiaires superficielles, ses tiges sont longues, grimpantes, à poils piquants, herbacées, et sont pourvues de vrilles ramifiées à chaque nœud (Polese, 2006 ; Napier, 2009 ; Fedha *et al.*, 2010).

Le fruit est une grosse baie charnue, spongieuse, filamenteuse vers le centre. Elle peut être de forme aplati et côtelé, ronds ou allongés. Les citrouilles peuvent atteindre 10 à 50kg (Armougom, 1998; Ghedira et Goetz, 2013).

L'écorce est lisse généralement nervurée, peut prendre une teinte vive et résistante orange ou jaune. Au niveau de la cavité centrale, se trouvent des graines blanches entourées de chair généralement épaisse (Adebayo *et al.*, 2013).

### III.3 Composition chimique de la pulpe

L'étude menée par Ennebe *et al.* (2019), sur *Cucurbita moschata* cultivée en Tunisie a révélé que la pulpe est composée de 222.2mg/g MS de glucides, 165.3mg/g MS de protéines et 240.75 mg/g MS de lipides.

Selon une étude, la teneur moyenne en eau contenue dans la courge est 92g/100 g de matière cuite, et en fibres est 2g /100g MC. Elle est également riche en vitamine (A, B, C, E) mais la plus importante est la provitamine A (Béta carotène) avec une teneur de 6020 µg/100g matière cuite (MC). La courge contient également un large éventail

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

d'oligoéléments avec 13mg/100g MC en calcium, 230mg/100g MC en potassium et 6.9mg/100g MC en magnésium (Anonyme 1, 2014).

D'autre part Adrian *et al.* (1995), ont rapportés que 100g de courge avait une composition moyenne comme le montre le tableau ci-dessous.

**Tableau I:** Composition de la courge dans 100g (Adrian *et al.*, 1995).

Composition	Quantité
Eau (g)	91,5
Protéines (g)	1
Lipides (g)	Traces
Glucides totaux (g)	6,5
Cendres (g)	0,8
Energie (kcal)	2,5

La courge contient des polyphénols totaux avec une teneur de 53.02 et 56mg GAE/g MS et des flavonoïdes totaux 29.65mg QE/g MS (Ennebe *et al.*, 2019).

Une étude menée par Maadsi et Khaled (2011), sur deux types de courge a démontré que l'espèce *moschata* à l'état frais contenait 40,521±2,124mg EAG/100g MF en polyphénols totaux tandis que *Cucurbita pepo* 33,73±0,62 mg EAG/100g MF. En ce qui concerne les flavonoïdes les résultats enregistrés étaient de 36,244±0,641 mg EQ/100g MF pour *Cucurbita moschata* et de 13,221±0,235 mg EQ/100g MF pour *Cucurbita pepo*.

### III.4 Composition chimique des pelures

Les résultats obtenus par Salehi *et al.*, (2019), sur différentes espèces de *Cucurbita* démontraient que les pelures de *Cucurbita moschata* contenaient un taux d'humidité allant de 80 à 88% et un taux de fibre de 0,3 à 33 % . Le taux de protéines était compris entre 1,13 et 4,45%, les glucides à 9,63%, les lipides de 0,31 à 0,66 % ainsi que des minéraux avec un taux de 1,13 à 1,33 % représentés essentiellement par le Potassium et le Calcium.

### III.5 Composition chimique des graines

Les graines de courge sont très riches en lipides. L'espèce *Moschata* contient 70mg/g MS d'acides gras dont l'acide linoléique comme composant principal (Geetha *et al.*, 2014).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

La teneur en glucides est aussi importante 125 mg/ g MS. Les graines sont aussi considérées comme source de protéines avec une teneur de 57 mg/g MS. Elles renferment également des vitamines, minéraux (Mg, Zn, Fe) et fibres alimentaires (**Zhou et al., 2007**).

La teneur en polyphénols est de 43 mg/ g MS, tandis que celles des flavonoïdes est seulement de 4,84 mg/ g MS (**Ennebe et al., 2019**).

### IV. La carotte

#### IV.1 Origine et classification botanique

La carotte (*Daucus carota*) est un légume cultivé pour sa racine pivotante et chargée de réserves, c'est une plante bisannuelle originaire des zones tempérées froides ; mais elle est aussi cultivée dans les régions tropicales et subtropicales. Le genre *Daucus* est le plus répondu, il comprend 22 espèces appartenant à la famille des *Apiacées* ou *Ombellifères* (**Downie et Katz-Downie, 1996 ; Reduron, 2007**).

Il existe de très nombreuses variétés de carotte qui diffèrent par leur couleur : la variété la plus répondue est la carotte orange due aux fortes teneurs en caroténoïdes, une variété de couleur rouge violacé par la présence d'anthocyanes et une autre blanche par l'absence de pigments (**Clotault, 2009**).

#### IV.2 Description botanique

La carotte est une plante potagère annuelle, herbacée de 30 à 80 cm, au moment de la floraison, les rameaux sont étalés, avec des tiges striées et branchues. Les feuilles de carotte sont minces, avec un pourtour triangulaire, molles. Elles font jusqu'à 30cm de hauteur à segments ovales, incisés-dentés et dégagent une forte odeur aromatique (**Reduron, 2007**).

Les fleurs sont généralement blanches, jaunâtre ou rosées dont les pétales sont en forme de pique, elles sont généralement de petite taille. Au centre de l'ombelle se trouve d'autre fleur violet foncé. Ces fleurs sont principalement bisexuées, chacune d'elles est constituée de cinq sépales, cinq pétales, cinq étamines et deux carpelles (**Tirilly et Bourgeois, 1999**).

Le fruit est un diakène albuminé de forme elliptique, c'est une racine tubérisée, pigmentée, pivotante et non ramifiée. Elle est caractérisée par des qualités gustatives et nutritionnelles exceptionnelles (**Tirilly et Bourgeois, 1999**).

## IV.3 Composition chimique de la carotte

La carotte est considérée comme un aliment énergétique car en moyenne 100g de carotte crue apporte 36,40 kcal, et 19 kcal quand elle est cuite (**Saxholt et al., 2009**).

La carotte renferme une teneur de 6,45 g/100 g MF de glucides dont 5,42 g de sucre simple, tandis que les lipides sont présents en quantité réduite 0,26 g/100g MF. Les protéines sont présentes avec une teneur 0,77g/ 100g MF. Les fibres présentent une teneur de 2,7 g/100 g MF (**Anonyme 1, 2014**). Elle est riche en vitamines (A, B, C et E), la plus importante est la provitamine A (Béta carotène) qui présente une teneur de 8,290 mg/100g MF et contient également des minéraux (calcium, cuivre, fer, magnésium, K...), certains sont présents avec de grandes quantités : potassium 301mg/100g MF, calcium 32,6 mg/100 g MF, magnésium 11,3 mg/100g MF. La teneur en polyphénols totaux est de 20mg EAG/100g (**Saxholt et al., 2009**) et 4,350 à 8,840 mg /100 g de caroténoïdes (**Maiani et al., 2009**)

Selon **Fokone et al. (2013)**, la composition moyenne de 100g de carotte serait comme le montre le tableau ci-dessous.

**Tableau II** : composition de la carotte en macronutriments (**Fokone et al., 2013**).

Constituants	Quantité (gramme)
Eau	80-90g
Glucides	6,6 g
Protéines	0,98 g
Lipides	0,3 g
Cendres	0,78 g

## IV.4 Composition chimique des feuilles

**Ksouri et al. (2014)**, dans leur étude sur la carotte sauvage qui pousse en Algérie, ont enregistré pour l'extrait méthanolique des feuilles une teneur en polyphénols totaux de  $13,83 \pm 0,85$  mg EAG/g et en flavonoïdes de  $1,98 \pm 0,01$  mg QE/g. L'analyse de l'huile essentielle extraite des feuilles de cette espèce de carotte, a permis d'identifier 48 composés qui sont principalement des mono terpènes hydrocarbonés 64,59%, sesquiterpènes hydrocarbonés 22,18% et  $\alpha$  pinène 27,44%.

## V. La betterave

### V.1 Origine et classification botanique

La betterave (*Beta vulgaris*) appartient à la famille des *Chénopodiacées*, elle dérive de la betterave maritime *Beta maritima* qui pousse spontanément sur les bords de mer, particulièrement en bordure de l'océan Atlantique et de la mer Méditerranée. Elle a été cultivée depuis la préhistoire pour le caractère comestible de ses feuilles et racines. Les influences climatiques ont données naissance à d'autres variétés de plantes cultivées (bettes, betteraves sucrières et fourragères) (Fournier, 1947).

### V.2 Description botanique

*Beta vulgaris* est une plante herbacée et robuste dont les tiges peuvent atteindre 1 à 2 mètres de haut, ces dernières se développent lors de la deuxième année de croissance et sont de couleur rouge pour la betterave potagère. Les feuilles forment une rosette insérée directement sur le renflement de la tige, de forme oblongue-ovale, elles mesurent de 15 à 30 cm de long et sont longuement pétiolées. Ces rosettes et les racines charnues se développent lors de la première année (Anonyme 2, 2009).

Les fleurs sont petites, vertes ou rougeâtres, à cinq pétales et se regroupent en épis denses. Le fruit est une racine globuleuse et pivotante qui peut être de plusieurs forme : aplatie, globuleuse, conique ou allongée selon la variété. Elle pèse en moyenne 300 grammes, elle a un gout doux et sucré. Les graines sont en forme de rein, brune (Anonyme 3, 2018).

### V.3 Composition chimique de la betterave potagère

La betterave est un légume très énergétique, 100g de betterave cuite apporte en moyenne 47,2 kcal. Elle renferme une grande quantité de glucides 7,96g dont 8,56g de sucre simple ce qui la caractérise par un gout sucré. La teneur en eau est de 87,1 g/ 100g MF, les fibres sont présentes avec une teneur de 2g/ 100g MF.

La betterave est composé de 1,84 g/ 100g de protéines et de 0,18g /100g de lipides. Elle contient également des minéraux (Ca, Cu, Fe, Mg, K, P...) et des vitamines (Vitamine A 21µg/100g MF, Vit C 3,6 mg/ 100g MF, Vit B et E) (Saxholtet al., 2009).

Les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont respectivement de 0,507 mg et 0,5 mg (Neveu et al., 2010).

## V.4 Composition chimique des feuilles

Selon une étude effectuée en Tunisie par **Ben Haj Koubaier et al. (2012)**, les tiges de betterave rouge, contiennent une teneur en polyphénols de 12,59 mg EAG/g d'extrait.

**Zein et al. (2015)**, ont effectués une étude sur l'activité antioxydante et anticancéreuses des extraits de feuilles de betterave, ils ont rapportés que les teneurs en polyphénols dans l'extrait aqueux était de 7,9 mg AGE/g MF tandis qu'elle est seulement de 2,6 mg AGE/g MF dans l'extrait méthanolique. Ils ont également enregistrés des teneurs en flavonoïdes très proches qui sont de 0,44 et 0,43 mg / g MF, pour l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique, respectivement.

## VI. L'olivier

### VI.1 Origine et classification botanique

L'olivier (*Olea europaea L*) appartient à la famille des *oléacées* qui comprend 20-29 genres, selon la classification de **(Flahault, 1986)** et de 30 genres et 60 espèces selon la classification de **(Cronquis, 1981)**. Le genre *Olea* contient diverses espèces et sous-espèces (30 espèces réparties dans le monde) qui sont toutes originaires de régions où les conditions de croissance sont relativement difficiles **(Zohary, 1975)**.

L'olivier est l'un des arbres les plus caractéristiques de la région méditerranéenne, il a une grande importance nutritionnelle, sociale, culturelle et économique sur les populations de cette région où il est largement distribué **(Claridge et Walton, 1992)**.

### VI.2 Description botanique

L'olivier domestique est un arbre de taille moyenne qui dans les cas extrêmes, peut atteindre 10 m de haut. C'est un arbre polymorphe, qui présente une phase juvénile au cours de laquelle les feuilles sont différentes de celles de l'âge adulte. Ce polymorphisme n'est important que chez les arbres obtenus par semis, les arbres produits végétativement ne présentent pas une forme de feuille juvénile **(Tombesi et Cartechini, 1986)**.

Les feuilles portées sur les rameaux ont une position opposée, elles sont de petites tailles (de 3 à 8 cm de long et de 1 à 2,5 cm de large), de durée de vie moyenne de deux années et demie. La taille et les caractéristiques de la feuille de l'olivier peuvent être différentes selon les cultivars, mais les caractéristiques principales restent les mêmes dans la plupart des variétés **(Villa, 2003)**.

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

Les fleurs sont hermaphrodites, solitaires mais réunies en grappes (de 10 à 40 fleurs) dites «boutons»; elles se développent au début de printemps à partir des bourgeons floraux situés à l'aisselle des feuilles (Villa, 2003).

Le fruit est une petite drupe ovoïde, noire violacé à maturité, contenant une importante quantité d'huile. Elle se compose de l'extérieur vers l'intérieur d'un épicarpe (peau), d'un mésocarpe (pulpe) dont les cellules se gorgent d'huile à partir du mois d'août, et d'un endocarpe (noyau) renfermant une graine (Fedeli, 1997; Rayan *et al.*, 1998).

### VI.3 Composition chimique des feuilles d'olivier

Les feuilles d'olive sont composées principalement d'eau 49,8g/100g, une teneur faible en protéine avec 5,5 g et une teneur de 6,5g en lipide et 7g en fibres brutes (Erbay et Icier, 2009).

La teneur en composés phénoliques totaux dans les feuilles d'olivier varie entre 2,8mg/g MS (Altiok *et al.*, 2008) et 44,3 mg/g de matière sèche (Boudhrioua *et al.*, 2009).

Selon Mylonaki *et al.* (2008), cette teneur peut même dépasser les 250 mg/g MS.

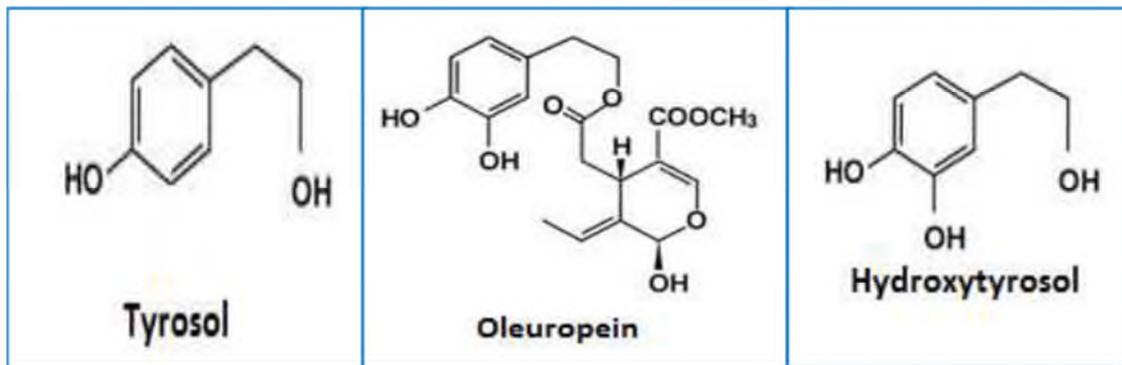
Selon Visioli *et al.* (2002), seule les extraits de feuilles d'olivier et l'huile d'olive extra vierge sont considérés comme une source importante en composés phénoliques.

Il est mentionné par certains auteurs que l'extrait de feuilles d'olivier peut contenir des traces d'éléments vitaux tels que le sélénium, le fer, le zinc, la vitamine C, la  $\beta$ -carotène et une grande partie d'acides aminées (Polzonetti *et al.*, 2004).

Les feuilles contiennent aussi du cinchonidine, un alcaloïde quinoléique aux propriétés antipaludiques. Les feuilles, l'écorce et les fruits contiennent l'oleuropéine qui possède des activités antioxydantes, hypotensives, hypoglycémiantes, hypocholestérolémiantes et antiseptiques (Ghedira, 2008).

De plus, les acides gras mono-insaturés disponibles dans les feuilles d'olivier tels que l'acide oléique (Huang *et al.*, 2010).

Les feuilles de l'olivier sont très riches en polyphénol. On trouve spécialement l'oleuropéine qui représente le composé majoritaire, elle atteint 14,2 % MS et l'hydrolyse acide de l'extrait des feuilles produit une concentration élevée en hydroxytyrosol (2,3g d'hydroxytyrosol /100 g MF), rutine (R), vanilline, acide vanillique (AV), le verbascoside, l'apigenine-gucoside et le luteoline-7-glucoside. Leur concentration dépend de la qualité, l'origine et de la variété des oliviers (Altiok *et al.*, 2008 ; Ghedira., 2008 ; Lee et Lee, 2010). Les composés phénoliques des feuilles d'olivier ont montrés des activités antibactérienne et antifongique très marquées. (Pereira *et al.*, 2007 ; Lee et Lee., 2010).



**Figure 1:** Structures des principaux composés phénoliques des feuilles de l'olivier (Omar, 2010).

## VII. Le grenadier

### VII.1 Origine et classification botanique

Le grenadier est un arbre fruitier appartenant à la famille des *Punicacées* qui comprend trois espèces différentes, *Punica protopunica*, *Punica nana* et *Punica granatum*, espèce la plus commune. Le nom du genre, *Punica*, a été l'appellation romaine de la ville de Carthage où poussaient les meilleurs grenadiers. Le grenadier et son fruit tiennent une place importante dans les civilisations anciennes (Jurenka, 2008).

Le grenadier est originaire d'Iran et d'Afghanistan, où il croit de façon spontanée depuis plus de 4000 ans. C'est grâce aux Perses que le grenadier fut implanté en Occident, sur les pourtours du bassin méditerranéen de l'Europe et de l'Afrique du Nord. Aujourd'hui, il est cultivé dans les zones climatiques chaudes et sèches sur tous les continents (Garachh *et al.*, 2012).

### VII.2 Description botanique

Le grenadier est un arbre ou arbuste buissonnant de 2,5 m de haut, légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux (Lairini *et al.*, 2014).

Les feuilles du grenadier sont opposées ou sous-opposées, luisantes, étroites, et de forme oblongues, entières, de 3 à 7cm de long et de 2cm de large. Ses fleurs sont rouge vif, de 3cm de diamètre ayant cinq pétales. Leur période normale de floraison se produit généralement entre mars- avril et juin- aout. Elle dure jusqu'à 10 –12 semaines voir plus selon les variétés et les conditions géographiques (BenArie *et al.*, 1984).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

Le fruit de la grenade, est une baie ronde, de la taille d'une pomme ou d'une orange, de 2 à 12cm de diamètre, très colorée, généralement de couleur rouge vif, à blanc jaunâtre, ou jaune foncé marbrée ou encore violet très foncé, selon l'espèce et le degré de maturité du fruit (**Sharrif et Hamed, 2012**).

Les graines du fruit, qui constituent la partie comestible, sont enveloppées dans des loges séparées par des cloisons ténues et membraneuses de couleur blanche jaunâtre (**Qnais et al., 2007**).

### VII.3 Composition chimique de la grenade

La grenade est l'un des produits les plus riches en antioxydants notamment les polyphénols solubles, les tanins et les anthocyanes (**Gil et al., 2000**).

La pulpe de grenade est riche en vitamine : vitamine C, vitamine E et  $\beta$ -carotène, et en polyphénols : catéchine, acide éllagique, acide gallique et éllagitannins (**Okonogi et al., 2007 ; Çam et al., 2009**). C'est une source importante d'anthocyanines : 3-glucoside et 3,5-diglucoside de delphinidine, cyanidine et pelargonidine. La grenade est aussi riche en flavonoïdes qui sont de puissants antioxydants et qui lui confèrent sa couleur éclatante, qui augmente en intensité au cours de la maturation. Elle contient aussi de l'acide citrique et malique et des minéraux tel que Ca, Cu, K, Mg, Na, Se, Mg, Zn, P et Fe (**Gil et al., 2000**).

Dans le tableau III est résumée la composition chimique de la grenade, pour 100g de portion comestible. Les valeurs indiquées sont issues du fichier canadien sur les éléments nutritifs de 2007 (**Elodie, 2009**).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

**Tableau III:** Composition chimique de la grenade, pour 100g de portion comestible (Anonyme 1, 2014).

<b>Énergie</b>	68 K-Cal soit 284 KJ
<b>Eau</b>	80,97g
<b>Protéines</b>	0,95g
<b>Lipides</b>	0,30g
<b>Glucides</b>	17,17g
<b>Fibres Alimentaires</b>	0,6g
<b>Calcium</b>	3 mg
<b>Fer</b>	0,3 mg
<b>Magnésium</b>	3 mg
<b>Phosphore</b>	8 mg
<b>Potassium</b>	259 mg
<b>Sodium</b>	3 mg
<b>Zinc</b>	0,12 mg
<b>Cuivre</b>	0,070 mg
<b>Sélénium</b>	0,6 µg
<b>α-Carotène</b>	50 µg
<b>β-Carotène</b>	40 µg
<b>Vitamine A</b>	0
<b>Vitamine B1</b>	0,030 mg
<b>Vitamine B2</b>	0,030 mg
<b>Vitamine B5</b>	0,596 mg
<b>Vitamine B6</b>	0,105 mg
<b>Vitamine B12</b>	0
<b>Vitamine C</b>	6,1 mg
<b>Vitamine D</b>	0
<b>Vitamine E</b>	1 mg
<b>Vitamine K</b>	4,6 µg
<b>Vitamine PP</b>	0,300 mg

## VII.4 Composition chimique des feuilles du grenadier

Les feuilles du grenadier contiennent des flavones, telles que la lutéoline et l'apigénine ayant des propriétés anxiolytiques. Elles renferment également des tanins, comme la punicaline et la punicalagine (**Lanskye et Newman, 2007**).

## VII.5 Composition chimique des graines

Les graines de grenade sont composées de 85% d'eau, 10% de sucres, principalement fructose et glucose, 1,5% d'acides organique, essentiellement acide ascorbique, citrique et malique et de composés bioactifs tels que les polyphénols et les flavonoïdes (essentiellement les anthocyanines) (**Calin et al., 2005**).

En outre, les graines de grenade sont une source importante de lipide, ils contiennent une teneur en acide gras qui oscille entre 12 et 20% de leur poids sec (**Calin et al., 2005**).

L'huile, obtenue à partir des graines de grenade, se compose de 80% d'acides gras insaturés, essentiellement l'acide cis-9,trans-11,cis15,octadécatriénoïque et l'acide punicoïque, mais également par les acides oléiques et linoléiques (**Hornung et al., 2002**). Cette huile contient aussi des acides gras saturés, comme l'acides palmitique et stéarique ainsi que nombreux stérols, comme le cholestérol ou le stigmastérol (**Lansky et al., 2007**).

Selon **Tsuyuki et al. (1981)**, les graines de grenade contiennent des hormones stéroïdiennes.

## VIII. Le Pommier

### VIII.1 Origine et classification botanique

Il est aujourd'hui admis que le pommier (*Malus*) cultivé est issu des forêts sauvages originaires du Kazakhstan. Dès le néolithique, ils auraient colonisé la Chine, le Moyen-Orient et l'Europe en partie grâce aux échanges sur ce qui sera nommé plus tard la Route de la Soie (**Harris-Robinson et al., 2002**).

Ce sont surtout les Romains qui développèrent les premiers vergers de pommiers commerciaux grâce aux techniques de greffage héritées des Perses puis des. Ils dénombraient alors une trentaine de variétés de pomme. Aujourd'hui, ce sont des milliers de variétés qui sont recensées à travers le monde. Cependant, malgré la très grande diversité qui existe pour cette espèce, seulement une douzaine de variétés est cultivée à grande échelle comme 'Golden Delicious' (environ un quart de la production européenne), 'Gala', 'Fuji' ou 'Granny Smith' (**Wapa, 2011**).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

Pendant longtemps, les botanistes ont considéré que le pommier constituait le sous genre *Malus* au sein du genre *Pyrus*. L'appellation du pommier était alors *Pyrus malus*. Le pommier est actuellement classé dans le genre *Malus* qui selon **Chevreau et Morisot (1985)** distinct du genre *Pyrus*. D'après **Redher (1956)**, le genre *Malus* comprend 25 à 30 espèces et plusieurs sous- espèces.

### VIII.2 Description botanique

Le pommier mesure à l'âge adulte de 6 à 9 mètres de haut. Sa silhouette la plus naturelle est un port en dôme, ou tête arrondie, large de 5 à 7 mètres et soutenue par un tronc généralement droit et court dont l'écorce gris-brun s'exfolie en larges et minces écailles. Il peut vivre jusqu'à 250 ans (**Delahaye et Vin, 1997**)

Les feuilles du pommier, sont caduques, alternes, simples, entières, dentées sur les bords, velues à l'état juvénile, et possédant un pétiole plus court que chez le poirier. Ce pétiole est accompagné à sa base de deux stipules foliacées (**Ziadi, 2001**).

Les fleurs sont hermaphrodites, blanches ou rosées. La reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante, l'inflorescence du pommier est un corymbe à floraison centrifuge (**Serhane, 2010**).

La pomme est un fruit charnu complexe, résultant du développement de l'ovaire de la fleur et des tissus soudés qui l'entourent: base des filets staminaux, base des pétales et des sépales (**Trillot et al., 2002**).

Les graines ou pépins sont lisses, luisantes, leur teinte brune caractérise le fruit mûr (**Ziadi, 2001**). Dans chaque graine se trouve un embryon (**Delahaye et Vin, 1997**).

### VIII.3 Composition chimique de la pomme

La pomme, avec sa composition variée et son faible apport calorique (54 Kcal au 100 g), est souvent considérée comme un « fruit santé ». Elle est d'une part très riche en eau (plus de 85% de sa masse totale) et l'essentiel de ses calories est fourni par les sucres, principalement du fructose (51%) du saccharose (21%) et du glucose (19%). Elle contient également une grande quantité de minéraux et d'oligo-éléments (environ 300mg pour 100 g de pomme). La pomme possède une large gamme de vitamines du groupe B (de 0,007 à 0,3 mg en moyenne pour 100 g de pomme selon les vitamines) ainsi que la vitamine E (0,49 mg), la provitamine A (0,045mg) et surtout la vitamine C (12mg) principalement présente dans la peau du fruit (**Holgate et al., 2012**).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

La pomme contient plus de 60 composés phénoliques différents (**Rupasinghe et al., 2010**). Les quatre principaux groupes phénoliques sont les hydroxycinnamiques (avec l'acide chlorogénique le plus abondant), les dérivés dihydrochalcones (spécialement la phloridzine), les flavan-3-ols (catéchine comme monomères ou procyanidines comme oligomères) et les flavonols (quercétine et quercétine glycosides) (**Kahle et al., 2005 ; Colin-Henrion et al., 2008**).

La distribution et la concentration des polyphénols varient grandement entre les cultivars de pommes, elles oscillent entre 68 et 165 mg/100 g de portion comestible (**Feliciano et al., 2010**).

### VIII.4 Composition chimique des graines

Les pépins contiennent près de 25% de lipides et 40% de leurs cendres sont constitués par de l'acide phosphorique engagé principalement dans des combinaisons organiques et ils peuvent renfermer jusqu'à 19,8 % de protéides. Ils contiennent également de l'amygdaline (un glycoside cyanogène) (**Guyot et al., 1998**).

On distingue trois catégories de composées dans les graines de pomme: les acides hydroxycinnamiques, les catéchines et les procyanidines (dénommées « tanins condensés » dans leurs formes polymérisées) représentent en moyenne plus de 90 % des polyphénols du fruit (**Guyot et al., 1998**).

## IX. La pastèque

### IX.1 Origine et classification botanique

La pastèque (*Citrullus Lanatus*) est une plante herbacée annuelle de la famille des (*Cucurbitacées*) au même titre que le melon, les courges, les concombres. La pastèque de son nom scientifique *Citrullus lanatus* ou *Citrullus vulgaris* représente l'une des plus importantes cultures maraichères, elle est très largement répandue de par le monde. Elle a d'abord été cultivée dans les pays chauds et secs, tropicaux et méditerranéens, pour ensuite être introduite dans les régions chaudes et humides (**Pitrat et al., 1999**).

### IX.2 Description botanique

La pastèque *Citrullus lanatus* est une plante herbacée annuelle de la famille des Cucurbitacées. Le genre *Citrullus* a été étudié sur le plan taxonomique, et a été divisé en quatre espèces: *Citrullus lanatus* (syn. *Citrullus vulgaris*) qui est la pastèque cultivée et ses trois espèces apparentées: *C. ecirrhosus*, *C. colocynthis* et *C. rehmii* (**Wehner, 2008**).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

Cette plante a un enracinement plus ou moins fasciculé. La racine principale peut atteindre un mètre. La plante est constituée d'une tige principale, qui peut être rampante ou grimpante, à partir de laquelle partent plusieurs ramifications. Elle présente des feuilles larges, constituées de 5 à 7 lobes plus ou moins marquées (**Akoègninou et al., 2006**).

La pastèque porte des fleurs unisexuées de couleur jaune. En général, les fleurs ne restent ouvertes qu'une seule journée. Les fleurs mâles ont une apparition précoce (environ 30 jours après semi et sept jours avant l'apparition des fleurs femelles). La floraison débute, environ un mois après semis et la pollinisation est essentiellement assurée par les insectes (**Zorn et al., 2006**).

Le fruit de la pastèque est une baie particulière, de forme sphérique, plus ou moins oblongue, son diamètre varie de 30 à 60 cm et l'écorce de 10 à 40 mm d'épaisseur. Ce fruit, de couleur vert foncé souvent marbré de blanc, dont la chair est rouge, jaune, ou blanche et contient de nombreuses graines, pèse le plus souvent entre 4 à 16 kg (**Zorn et al., 2006**).

### X.3 Composition chimique de la pastèque

L'eau est le principal constituant de la pastèque avec une teneur de 91g/100g, suivie par les glucides (7,38%), dont 6,9 g pour 100 g sont présents sous forme de simples. Les principaux sucres présents sont le saccharose, le fructose et le glucose, dont les concentrations varient en fonction du génotype de la pastèque (**Yativ, 2010**).

En revanche, les quantités de protéines et de (0,69g/ 100 g), lipides (<0,5 g /100 g), les fibre alimentaire sont présentes avec une teneur de 0 ,5g/100g et une faible quantité de sure 7,9g/100g (**Saxholt et al., 2009**).

Les principaux composants nutritionnels de la pastèque sont, la vitamine A et C et des éléments minéraux tels que le potassium, le fer et le calcium. La pastèque contient aussi une haute concentration en lycopène, un caroténoïde qui au cours des dernières années a acquit un intérêt considérable pour ses propriétés antioxydantes, entre 23,0 et 72,0mg/g du poids frais. La teneur en polyphénols totaux de la pastèque est très faible estimée à 52,01 mg pour 100 g (**Fraser et Bramley, 2004; Wehner, 2008**).

Selon **Rimando et Perkins-Veazie (2005)**, La pastèque est la plus importante source de citrulline dont les teneurs varient de 0,7 à 3,6 g·kg<sup>-1</sup> de pulpe selon l'espèce et le degré de maturité.

## X.4 Composition chimique des graines

Selon une étude menée par **Ojeh et al. (2008)**, les graines de la pastèque (*Citrullus lanatus*) sont composées de protéines, de glucides, d'acides aminés: arginine, isoleucine, leucine. et de minéraux: Na, Ca, Mg.

Selon **Puerta et Cisneros (2012)**, les graines comportent aussi du lycopène, de la bêta-carotène, des xanthophylles, des composés phénoliques et de vitamine C.

D'autres études réalisées démontrent que les graines de pastèque contiennent des flavonoïdes, de la thiamine, de la riboflavine (**Olamide et al., 2011**) ainsi que des terpènes, et stéroïdes (**Hassen et al., 2011**).

## X. Le raisin

### X.1 Origine et classification botanique

L'histoire de la vigne accompagne depuis longtemps celle de l'homme (**Comps, 2008**). Les premières traces de ceps de vigne, découvertes dans l'actuelle Géorgie, datent de plus de 7000 ans (**Rowley et Ribaut, 2003**).

Les Grecs, au cours de leurs nombreux voyages, implantèrent la vigne dans tout le bassin méditerranéen. Quelques siècles plus tard, les Romains poursuivirent le développement de la viticulture (**Meheut et Griffe, 1997**).

L'Empire Romain permit de répandre la culture de la vigne en Sicile et dans l'Italie du sud, puis dans les régions méditerranéennes d'Espagne et de France, jusqu'à atteindre les rivages de l'Atlantique (**Comps, 2008**). En Algérie le secteur viticole constitue un point important de la politique Agricole (**Sadi et Sekher, 2009**).

La vigne, plante Angiosperme dicotylédone, de la famille des *Vitacées*, ordre des *Rhamnales* ayant une large et très complexe diversité génétique, répartie en trois groupes principaux écogéographiques: *Occidentalis*, *Pontica* et *Orientalis* (**Chadefaud et Emberger, 1960 cités par Bordiec, 2010**).

Selon **Galet (2001)**, elle comprend 19 genres et 62 espèces. Le genre *Vitis* est composé par deux sous-genres: *Muscadinia* et *Euvitis* dont la quasi-totalité des vignes cultivées font partie.

### X.2 Description botanique

La vigne se présente surtout sous la forme d'une liane munie de vrilles plutôt que sous la forme d'un arbre traditionnel. Les différentes parties sont: le cep ou tronc qui peut

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

mesurer jusqu'à un mètre de haut, le sarment (tige grimpante de la vigne), les feuilles, les fleurs et les fruits ou grains de raisin

Les feuilles de vigne sont caduques, alternes, simples palmatilobées ou composées palmées ou pennées et sont opposées aux vrilles ou aux raisins. Elles sont munies de stipules et ont un long pétiole. Elles sont d'un vert d'une intensité variable, et sont généralement pubescentes au revers (**Botineau, 2010**).

Les fleurs possèdent un petit calice de 5 sépales et 5 pétales soudé à leur sommet, formant ainsi un capuchon. Ce dernier permet de protéger les 5 étamines entourant le pistil qui, lui-même, repose sur un ovaire à 2 cavités (**Botineau, 2010**).

Après la nouaison les inflorescences sont communément appelées grappes. La grappe est composée d'un pédoncule ou queue de raisin, l'axe principale ou rachis et les pédicelles qui portent les baies ou grains (**Huglin et Schneider, 1998**).

Les baies résultent du développement des tissus de l'ovaire, après la fécondation. Elles sont constituées d'une pellicule entourant la pulpe, de faisceaux vasculaires et de pépins (**Joly, 2005**).

Selon **Galet, 2000 in Joly (2005)**, la graine ou pépin résulte du développement de l'ovule fécondé. Le pépin comprend trois parties: l'embryon, l'albumen et le tégument.

### X.3 Composition chimique du raisin

La baie peut être considérée comme une unité biochimique indépendante et complexe ; en plus, des métabolites primaires (eau, sucres, acides aminés, macro et micro-éléments) qui sont indispensables à la survie de l'organe, les baies de raisin ont la capacité de synthétiser d'autres composés tels que les composés aromatiques et phénoliques tels que, des terpènes (citrol, geraniol...), des flavones, des aldéhydes (éthanal, propanal, vanilline...), des anthocyanes (responsables de la couleur) et des tanins (**Kennedy, 2002 ; Conde et al., 2007**).

La composition chimique du grain de raisin évolue tout au long de sa maturation. On trouve essentiellement:

- L'eau: qui est de loin le constituant le plus abondant du raisin (75 –85%) jouant le rôle d'un solvant des composés fixes et volatils (**Conde et al., 2007**).
- Les sucres: la teneur en sucres au cours de la maturation est le facteur principal du degré de maturité des baies, déclenchant la récolte (**Conde et al., 2007**).

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

•Les acides organiques: mélange d'acide tartrique, d'acide malique, de traces d'acide citrique et acides succinique et fumarique. Ce sont eux qui donnent aux raisins leur saveur rafraichissante et qui équilibrent leur saveur bien sucrée (**Demelin, 2012**).

•Les éléments minéraux: du plus abondant au moins abondant : potassium, phosphore, calcium, magnésium, soufre (sous forme de sulfate), chlore, sodium, fer, zinc, cuivre, manganèse, fluor, nickel, chrome, cobalt, sélénium, iode (**Demelin, 2012**).

### X.4 Composition chimique des pépins

Le pépin représente jusqu'à 6% du poids total de la baie. En principe, en nombre de quatre dans la plupart des cépages, leur nombre peut varier à la suite de mauvaises fécondations des fleurs (**Amrani et Glories, 1995 ; Cadot et al., 2006**).

Les pépins renferment des tanins (5 à 8% du poids des pépins) notamment des OPC (oligomères proanthocyanidiques) et des huiles (**Demelin, 2012**).

Les tanins de pépins sont constitués des mêmes unités monomères que les tanins de la pellicule. La quantité des tanins de pépins diminue significativement pendant la maturation des raisins (**Kennedy, 2000**). Les pépins sont également composés de procyanidines et en moindre quantité d'acide gallique et d'épigallocatechine (**Guendez, 2005**). La composition biochimique des pépins de raisin matures est donnée dans le tableau IV.

**Tableau IV:** Composition biochimique des pépins (**Cabanis et al. 1998**).

Constituants	Teneurs exprimées en % poids frais
Eau	25-45%
Composé glucidique	34 - 36%
Lipides	13 -20%
Matières azotées	4 - 6.5%
Tanins	4 - 10%
Matières minérales	2- 4 %

## XI. La tomate

### XI.1 Origine et classification botanique

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est originaire de d'Amérique du Sud, dans une zone allant de la Colombie au nord du Chili et de la côte Pacifique, aux

## Chapitre I : Généralités sur les dérivés alimentaires

---

contreforts des Andes (Equateur, Pérou). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVIème siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Naika *et al.*, 2005).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (*Tomateros*) qui sont introduit, vu les conditions climatiques qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (Latigui, 1984).

Le nom de genre « *Lycopersicon* » est gréco-latin et la partie «esculentum» complétant le nom de l'espèce vient du latin et qui signifie «comestible». Les jeunes fruits verts ne sont pas comestibles car ils contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine) qui disparaissent des fruits à maturité (Blancard *et al.*, 2009).

### XI.2 Description botanique du plant de la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum L.*) est une plante climactérique, diploïde à  $2n=24$  chromosomes (Judd *et al.*, 2002), qui appartient à l'ordre des *solanales* et à la famille des *solanacées*. C'est une plante herbacée, vivace à l'état naturel, et annuelle en culture (Atherton et Rudich, 1986).

Les feuilles sont composées de 5 à 7 folioles principales, Elles ont une disposition alterne sur la tige, longues de 10 à 25cm un peu dentées sur les bords (Abbeyes *et al.*, 1963).

Les fleurs sont actinomorphes, autogames, de couleur jaune et réunies en inflorescences pentamères, sauf le gynécée qui possède entre 2 et 5 carpelles (Abbeyes *et al.*, 1963). L'ovaire est formé d'au moins deux carpelles soudés, orientés obliquement par rapport à l'axe médian de la fleur, et comprend de très nombreux ovules en placentation axile (Judd *et al.*, 2002).

Le fruit est une baie plus ou moins grosse, de forme variable (sphérique, oblongue, allongée), et de couleurs variées (blanches, rose, rouge, jaune, orange, verte, noire) selon les variétés (Renaud, 2003).

Les graines sont réparties dans des loges remplies de gel. La paroi de l'ovaire évolue en péricarpe charnu et délimite des loges. Le nombre de loges, l'épaisseur du péricarpe et l'importance du gel dépendent des variétés (Grasselly *et al.*, 2000).

### XI.3 Composition chimique de la tomate

Les fruits de tomate sont majoritairement composés d'eau, environ 95%, et possèdent peu de lipides et protides, ce qui en fait un aliment peu calorique, 0,37 à 1,72 calories pour 100g.

La matière sèche des fruits est principalement composée de sucres, environ 50% de la MS. Le saccharose importé des feuilles, est hydrolysé dans les fruits en glucose et fructose. La cellulose et l'hémicellulose représentent environ 10% de la MS et les acides organiques 13% (**Blanc, 1986**). L'acide citrique est l'acide le plus présent dans le fruit mûr de tomate, suivi de l'acide malique (**Grasselly *et al*, 2000**).

Les tomates renferme également de nombreuses vitamines: A, B1, E et C, ainsi que des fibres (1.8g pour 100g MF), des acides aminés essentiels, des sels minéraux (potassium, chlore, magnésium, phosphore) et des oligoéléments (fer, zinc, cuivre, cobalt, bore, nickel, iode), ce qui en fait un aliment particulièrement recommandé par les diététiciens (**De Broglie et Guérault, 2005**). L'intérêt nutritionnel de la tomate réside également dans le fait que ce fruit contient de nombreux métabolites secondaires, dont les antioxydants. En effet, la tomate contient des polyphénols, des flavonoïdes comme la rutine et des dérivés d'acides hydroxycinnamiques comme l'acide chlorogénique (**Moco *et al*, 2007**).

Le fruit de tomate contient également des caroténoïdes, comme le lycopène et le bêta-carotène, responsables de la couleur rouge et jaune, respectivement dont les teneurs sont respectivement d'environ 3 et 1mg pour 100g de MF, ces teneurs sont très dépendantes des cultivars et des conditions de culture (**Grasselly *et al*, 2000**).

Enfin des alcaloïdes ont également été mis en évidence dans les fruits de tomate (**Kozukue *et al*, 2004**). Les teneurs en  $\alpha$ -tomatine sont de 500 mg/kg de MF dans les fruits verts et d'environ 5 mg/kg MF dans les fruits rouges. Ces composés sont également impliqués dans la valeur santé du fruit de tomate; la tomatine (mélange de déhydrotomatine et de l' $\alpha$ -tomatine) diminue les taux de triglycérides, voire de cholestérol dans le sang (**Friedman, 2002**).

### XI.4 Composition chimique des graines

Les graines constituent une excellente source de caroténoïdes, sucres, fibres et protéines, avec une composition en acides aminés proche de celle des graines de soja ou de tournesol. Les graines de tomate sont assez riches en huile soit 18 à 27 % de leur poids total (**Apria, 1969**), voire même 38% selon **Sogi *et al*. (1999)**.

### I. Stress oxydatif

#### I.1 Définition

Le stress oxydatif, appelé aussi oxydation, est définie comme étant le résultat d'un déséquilibre entre la production de composés pro-oxydants réactives de l'oxygène et leur élimination par le corps afin de réparer les dommages oxydatifs. Ce phénomène se produit soit en raison de la surproduction d'oxydants, la diminution de la défense antioxydante (manque en vitamines, oligoéléments, enzymes) ou suite à une combinaison des deux facteurs (**Ece *et al.*, 2007 ; Roede et Jones, 2010**).

L'oxydation entraîne la modification ou la perte de l'activité biologique de la molécule, provoquant des désorganisations cellulaires parfois irréversibles et entraînant ainsi la mort cellulaire (**Boyd *et al.*, 2003**).

#### I.2 Origine du stress oxydant

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) peuvent être produites soit de sources exogènes représentées par les facteurs environnementaux : les radiations UV, les réactifs chimiques, les solvants industriels, les herbicides et les pesticides (**Zadak *et al.*, 2009**) soit par sources endogènes représentées par :

- La respiration mitochondriale, source principale de la production cellulaire de l'anion superoxyde, dont la réduction de NADH déshydrogénase et la réduction partielle de l'ubiquinone soient les principales causes (**Roede et Jones, 2010**). Aussi les peroxyosomes, sources endogènes des ERO ( $H_2O_2$ ) par la  $\beta$ -oxydation des acides gras (**Beckman et Ames, 1998 ; Gulcin *et al.*, 2006**).
- L'inflammation, au cours de laquelle les neutrophiles activés produisent l'anion superoxyde via l'action de la NADPH oxydase liée à la membrane sur l'oxygène moléculaire (**Rodrigo *et al.*, 2011**).
- Plusieurs systèmes enzymatiques produisent les ERO au cours des réactions biochimiques tel que le cytochrome P450 qui peut réduire directement  $O_2$  en  $O_2^{\bullet-}$  (**Goeptar *et al.*, 1995**).
- Au cours du catabolisme des purines, la xanthine oxydoréductase catalyse l'hydroxylation oxydative de l'hypoxanthine en xanthine, ensuite la xanthine en acide urique et produire l'anion superoxyde (**Chan, 2003 ; Vorbach *et al.*, 2003**).

- Métaux toxiques (vanadium, cuivre, fer libre) qui en présence de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> génèrent les radicaux HO<sup>•</sup>. Les métaux de transition (fer et cuivre) sont des cofacteurs essentiels aux enzymes, cependant leur forme libre (ions) dans les systèmes biologiques, facilite le transfert d'électrons aux macromolécules susceptibles (protéines, lipides et l'ADN) (Zadak *et al.*, 2009).

### I.3 Radical libre

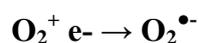
Un radical libre est une molécule instable, possédant un électron célibataire sur sa couche périphérique. Les radicaux libres qui entraînent le stress oxydatif, appelé espèces réactives de l'oxygène quant à eux, ont la propriété caractéristique d'avoir un électron célibataire sur un atome d'oxygène (Serteyn, 2002 ; Suresh *et al.*, 2008).

### I.4 Espèces réactives de l'oxygène

Hormis la grande importance de l'oxygène dans les processus vitaux, son métabolisme peut générer des éléments réactifs appelés espèces réactives : l'ion superoxyde (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>), l'ion hydroxyle (OH<sup>•</sup>) et le monoxyde d'azote (NO<sup>•</sup>). Ces molécules contiennent un ou plusieurs électrons non appariés au niveau de leur orbite extrême. Les électrons réagissent alors avec d'autres molécules, ce qui les déstabilise à leur tour (Joanny, 2005).

#### I.4.1 Le radical superoxyde (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>)

L'anion superoxyde est formé par l'acquisition d'un électron célibataire par l'oxygène moléculaire, cet anion est une ERO primaire. C'est le radical ayant la réactivité la plus faible parmi les radicaux libres du stress oxydant. Cependant, il est hautement réactif avec certains métaux de transition (cuivre, fer et le manganèse) (Abreu *et al.*, 2010).



#### Réaction de réduction mono électronique de l'oxygène

Le radical superoxyde est peu réactif, ne traverse pas rapidement les membranes cellulaires. Il se dismute en peroxyde d'hydrogène, ou se transforme en acide hypochloreux qui sont plus puissants (Halliwell, 1996 ; Droge, 2002 ; Had-Aissouni *et al.*, 2005).

### I.4.2 Peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Le peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> n'est pas une espèce radicalaire, il n'a pas d'électrons non appariés. Cette molécule est générée in vivo par dismutation du radical peroxyde, selon une réaction spontanée ou catalysée par le superoxyde dismutase (SOD) qui est la suivante :



#### Réaction de dismutation de l'anion superoxyde O<sub>2</sub><sup>•-</sup>

Le peroxyde d'hydrogène diffuse très facilement à travers les membranes et est peu réactif en milieu aqueux, du fait de l'absence de charges électroniques à sa surface. Donc son action n'est pas restreinte à son lieu de production mais peut se dérouler dans différents compartiments cellulaires tel que le noyau, ce qui le rend toxique (**Halliwell *et al.*, 2000**).

Des dommages sont attribués à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, du fait qu'il est la source de molécules réactives par sa réduction en radical hydroxyle HO<sup>•</sup> ainsi que son métabolisme en acide hypochloreux (**Conner et Grisham, 1996 ; Wardman *et al.*, 1996**).

### I.4.3 Le radical hydroxyle HO<sup>•</sup>

Le radical hydroxyle est le radical le plus toxique et le plus dangereux pour l'organisme, réactif avec toutes les biomolécules périphériques (**Lubec, 1996**). Il est produit durant l'inflammation en grande quantité. Il peut être généré par trois réactions :

- ❖ Réaction de l'anion super oxyde avec l'hydrogène peroxyde selon la réaction d'Haber-Weiss :



- ❖ Coupure homolytique du peroxyde d'hydrogène sous l'influence de rayons ionisant ou de la chaleur :



- ❖ Décomposition du peroxyde d'hydrogène, catalysé par des métaux en particulier le Fer et le cuivre selon la réaction de Fenton (**Vergely *et al.*, 2003**) :

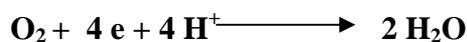


## Chapitre II : stress oxydatif et antioxydants

Le radical hydroxyle réagit avec les lipides, polypeptides, protéines conduisant ainsi à leur peroxydation, il provoque également des dommages dans l'ADN, spécifiquement au niveau de la thiamine et la guanosine (Droy *et al.*, 1993; Tsuda *et al.*, 2000).

### I.5 Mécanisme de l'oxydation

Lors de la respiration, une grande partie de l'oxygène subit une réduction tétravalente conduisant à la production d'eau. Cette réaction est catalysée par la cytochrome oxydase, accepteur final d'électrons présent dans un complexe de la chaîne de transport des électrons situées dans la membrane interne mitochondriale (Gardès-Albert *et al.*, 2003).



**Réduction tétravalente de l'oxygène**

Le transport à travers cette chaîne peut cependant permettre la fuite d'électrons qui réduisent une partie de l'oxygène, conduisant à la formation de radical superoxyde au niveau de l'ubiquinone (Cadenas et Davies, 2000).



**Réduction mono électrique de l'oxygène**

La dismutation du radical superoxyde est catalysée par l'enzyme superoxyde dismutase (SOD) pour former le peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$ , cette enzyme est localisée dans le cytosol et les mitochondries.



**Dismutatio du radical superoxide**

La toxicité du  $\text{H}_2\text{O}_2$  réside dans sa capacité de traverser les membranes biologiques et surtout la formation d'espèce plus toxique qui est le radical hydroxyle ( $\text{OH}^\bullet$ ), par interaction avec des cations métalliques tels que  $\text{Fe}^{2+}$  ou  $\text{Cu}^+$  (réaction de Fenton). Le radical hydroxyle peut aussi résulter de l'interaction entre le  $\text{H}_2\text{O}_2$  et le  $\text{O}_2^{\bullet -}$  (Ahsan *et al.*, 2003 ; Gardès-Albert *et al.*, 2003).

## Chapitre II : stress oxydatif et antioxydants

---

La concentration de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peut être régulée par des enzymes : la catalase dont le rôle est l'accélération de la dismutation de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en oxygène et eau, la glutathion peroxydase qui accélère la réaction d'oxydation du glutathion par l'eau oxygénée (**Gardès-Albert *et al.*, 2003**).

### II. Antioxydants

#### II.1 Définition

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. En élargissant la définition, le terme "antioxydant" englobe ainsi toutes les substances qui protègent les systèmes biologiques contre les effets délétères potentiels des processus ou réactions qui engendrent une oxydation, et annulant ainsi l'effet des radicaux libres (**Park *et al.*, 2001 ; Boyd *et al.*, 2003**).

Les antioxydants agissent en formant des produits finis non radicalaires, d'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puisse réagir avec un autre, tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur (**Louali, 2016**).

#### II.2 Classification des antioxydants

Les antioxydants sont classés selon leur source en antioxydants endogènes (enzymatiques) qui sont produits par l'organisme, et en antioxydants exogènes (non enzymatiques) apportées par l'alimentation ou additionné dans les produits.

La classe endogènes comprends en plus des enzymes (catalase, superoxyde dismutase), des protéines, des systèmes de réparation des dommages ainsi que quelques oligoéléments (cuivre, zinc).

Les antioxydants peuvent être classés selon leur mode d'action et leur localisation cellulaire selon le mécanisme d'action, Antioxydants endogènes, Antioxydants exogènes (**Krzystek-korpacka *et al.*, 2001 ; Delattre *et al.*, 2005**).

### II.2.1 Mécanisme d'action

Selon le mécanisme d'action on note les antioxydants suivant :

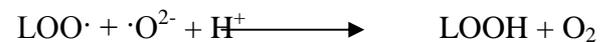
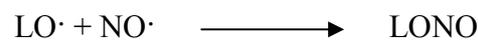
#### II.2.1.1 Antioxydants primaires

Les antioxydants primaires (AH) inhibent les réactions de propagation de la peroxydation, en agissant sur les radicaux peroxydes ou alkoxydes (Cillard, 2006), selon deux mécanismes :

- Soit en donnant des hydrogènes, ce qui transformera l'antioxydant en radical A· qui est plus stable que le radical lipidique L· :



- Soit par réaction de molécules radicalaires telles que monoxyde d'azote (NO·) et l'anion superoxyde (O<sup>·-2</sup>) avec les radicaux peroxydes et alkoxydes donnant ainsi des composés non radicalaires.



#### II.2.1.2 Antioxydants secondaires

Ces antioxydants sont dit préventifs car ils peuvent stopper la genèse des radicaux libres par plusieurs mécanismes (Rolland, 2004 ; Allane, 2008).

- Chélation des métaux (fer, cuivre) ;
- Désactivation de l'oxygène singulet ;
- Elimination des hydroperoxydes (enzymes : peroxydase, glutathion peroxydase) ;
- Séquestration d'oxygène (cas de l'acide ascorbique) ;
- Prémunition contre l'action des rayons ultra violets (UV) (Cillard, 2006).

### II.2.2 Antioxydants endogènes : systèmes de défense enzymatique des radicaux libre

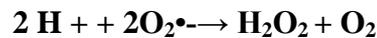
#### ❖ Superoxydase dismutase (SOD)

C'est une métalo-enzyme, considérée comme la première ligne de défense contre les ERO. Elle est classée en 3 catégories : SOD cytosolique (Cu et Zn dépendante), la SOD

## Chapitre II : stress oxydatif et antioxydants

---

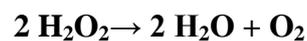
mitochondriale (Mn dépendante) et la SOD extracellulaire. La SOD catalyse la transformation de l'anion superoxyde ( $O_2^{\bullet-}$ ) en peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$  (Favier, 2003).



La stabilité relative de l' $H_2O_2$  produit par les SOD permet sa régulation enzymatiquement par les catalases et les peroxydases (Blokhina *et al.*, 2003).

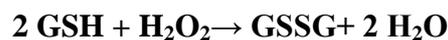
### ❖ Catalase

Localisée dans les peroxysomes, c'est une enzyme intracellulaire qui catalyse la réaction de détoxification de l' $H_2O_2$  en (généralement produit par la SOD) le convertissant en  $H_2O$  et  $O_2$ . Son activité est coordonnée avec la concentration en  $H_2O_2$



### ❖ Glutathion peroxydase

C'est une enzyme à Sélénium (Se)-dépendante, localisée dans le cytoplasme, le réticulum et la mitochondrie. Elle catalyse la réduction des hydro peroxydes ( $H_2O_2$ ) et des peroxydes lipidiques en utilisant le glutathion réduit (GSH) comme donneur d'hydrogène (Aruoma, 1999).



### II.2.3 Antioxydants exogènes

Ce sont des antioxydants d'origine alimentaire, ils peuvent être liposolubles ou hydrosolubles. Parmi eux : les tocophérols, les caroténoïdes, l'acide ascorbique et les polyphénols (Evans, 2000).

La plante pour faire face aux multiples agressions de l'environnement (prédateurs, microorganismes pathogènes...) synthétise des principes actifs grâce à son intense activité métabolique. Le processus métabolique est lui-même lié aux conditions de vie de la plante, les substances résultantes sont appelées : métabolites secondaires à partir desquelles sont comptés les composés phénoliques (Macheix *et al.*, 2006).

### II.2.3.1 Composées phénoliques

Les polyphénols constituent une famille de molécules largement présente dans le règne végétal. Ils sont caractérisés comme l'indique le nom, par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structure plus au moins complexes généralement de haut poids moléculaire. Ces composés sont le produit du métabolisme secondaire des plantes, ils sont synthétisés par l'ensemble des végétaux. Ils sont présents dans les vacuoles des tissus, participent aux réactions de défense face à différents stress biotique ou abiotiques (pathogènes, rayonnements UV). Leur répartition tant qualitative que quantitative dans la plantes varie selon les espèces, les organes, les tissus ou encore les différents stades de développement (Macheix *et al.*, 2006).

L'appellation « polyphénol » ou « composés phénoliques » englobe en vaste ensemble de plus 800 molécules divisées en une dizaine de classe chimiques. Ces molécules présentent toutes un point commun : la présence d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones (phénol) lui-même porteur d'une ou plusieurs fonctions hydroxyles (OH). On distingue plusieurs familles de molécules dont la structure est relativement proche (Macheix *et al.*, 2006).

Les composés phénoliques (acide phénolique, tannins et flavonoïdes) forment le groupe des composés photochimiques le plus important des plantes (Beta *et al.* 2005).

Les polyphénols sont communément subdivisés en plusieurs groupes.

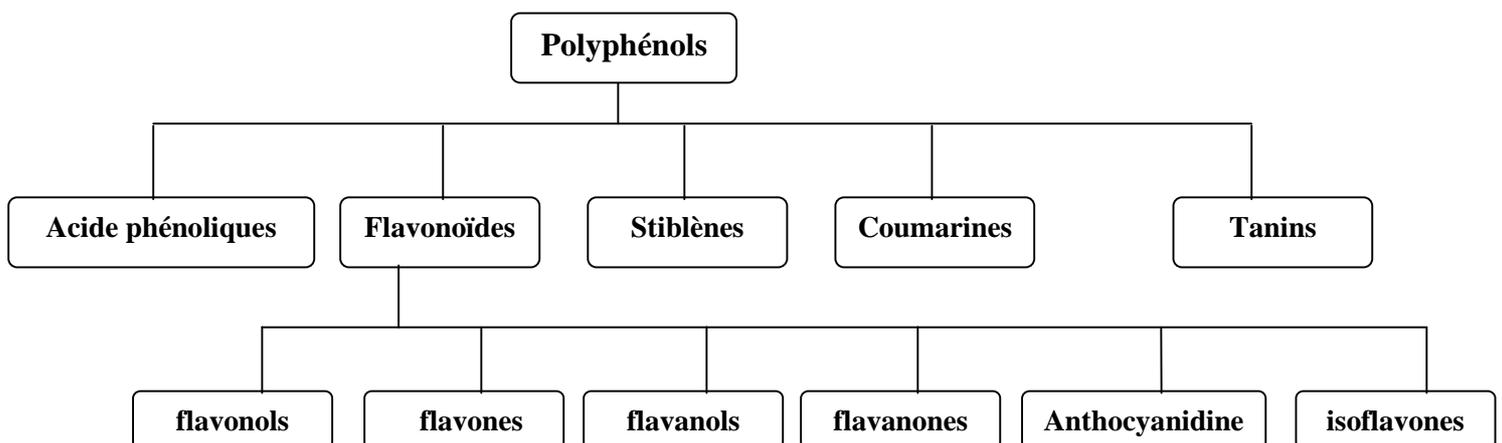


Figure 2: Classification des polyphénols (Macheix *et al.*, 2006).

### ❖ Propriétés biologiques des polyphénols

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussés en raison de leurs diverses propriétés physiologiques, ils sont doués d'activité antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (Middleton *et al.*, 2000 ; ksouri *et al.*, 2007). La figure 3 ci-dessous présente les activités biologiques des polyphénols.

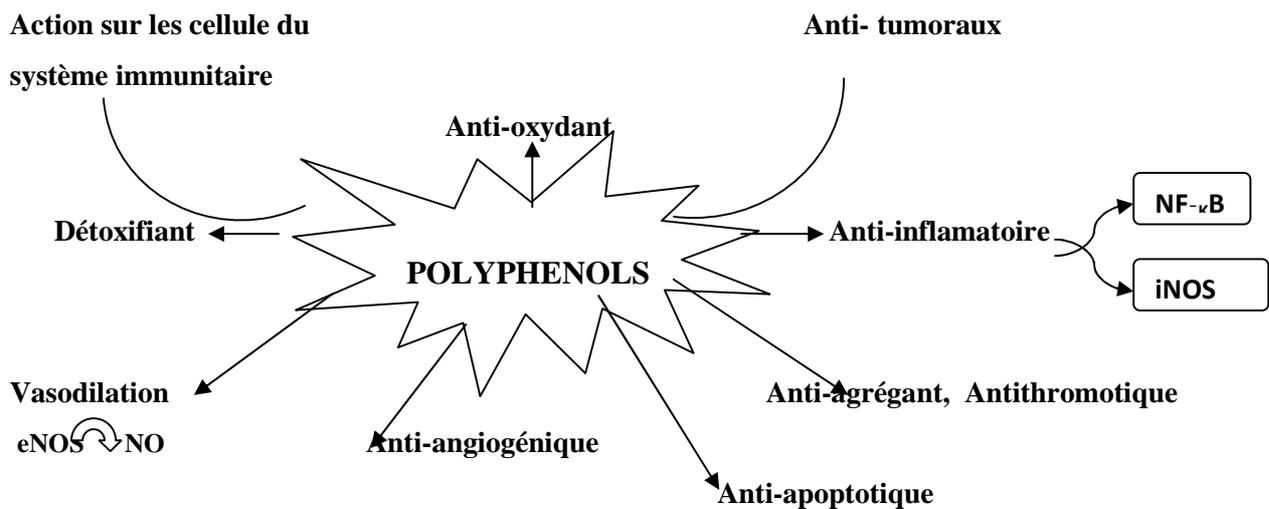
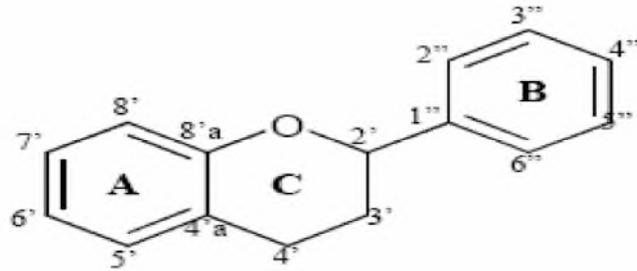


Figure 3: Activités biologiques des polyphénols (Middleton *et al.*, 2000 ; ksouri *et al.*, 2007).

### II.2.3.2 Flavonoïdes

Les flavonoïdes appartiennent à la grande famille des polyphénols. Molécules connues pour leurs multiples activités biologiques. Leur propriétés sont décrites dans la littérature comme anti-radicalaire, anti-inflammatoire, anti-bactérienne, anti-allergique, anti-virale et stimulante des défenses immunitaires (Rice-Evans *et al.*, 1996 ; Svodová *et al.*, 2003 ; Kim *et al.*, 2004).

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Ils sont omniprésents dans les fruits et les légumes (Tsimogiannis et Orepoulou, 2006) et sont considérées comme des pigment quasi universels des végétaux qui peuvent participer dans la régulation de gène et dans le métabolisme de croissance (Havsteen *et al.*, 2008). Ils ont tous les même squelette de base à quinze atome de carbones qui sont arrangée une configuration C6-C3-C6 de type phényl-2-benzopyrane ce qui est synonyme avec la structure 2-phénylène chrome (Yao *et al.*, 2004).



**Figure 4:** Structure générale du noyau des flavonoïdes (Heim *et al.*, 2002).

### ❖ Classification des flavonoïdes

De point de vue structure, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules selon le degré d'oxydation et la nature des substituant portés sur le cycle C (Pietta, 2000), 14 groupes différents ont été identifiés dont six groupes sont particulièrement les plus répandus et les mieux caractérisés ; flavones, isoflavones, flavanones, flavanols, flavonols, anthocyanidines (Tableau 4) (Heim *et al.*, 2002 ; Hendrich, 2006).

Selon le tableau 4, les composés de chaque classe se distinguent entre eux par le nombre, la position et la nature des substituant (groupements hydroxyles, méthoxyles et autres) sur les deux cycles aromatiques A et B (Heim *et al.*, 2002).

### ❖ Mécanisme général d'action de flavonoïdes

Dans des conditions physiologiques normales, le métabolisme cellulaire produit des espèces réactives de l'oxygène (ROS) en équilibre avec le système de défense antioxydant. Lorsque cette homéostasie est interrompue par un excès de ROS, il en résulte un stress oxydatif. Dans cette situation, les ROS peuvent provoquer une peroxydation des lipides (par exemple, une augmentation du malon-di-aldéhyde [MDA]), et des dommages oxydatifs aux molécules d'ADN (par exemple, le cancer), aux phospholipides membranaires et aux protéines, ce qui constitue la base moléculaire de plusieurs maladies (Niemann *et al.*, 2017).

## Chapitre II : stress oxydatif et antioxydants

**Tableau V** : Classification et structure des flavonoïdes (Heim *et al.*, 2002).

Classe	Structure générale	Flavonoïde	Substituant
Flavanol		catéchine epicatéchine	3, 5, 7, 3', 4'-OH 3,5, 7, 3',4'-OH
Flavone		chryisine apigénine rutine luteoline	5,7-OH 5, 7, 4'-OH 5, 7, 3', OH,3-rutinosé 5, 7, 3', 4'-OH
Flavonole		kaempferole quercétine myricétine tamarixétine	3, 5, 7, 4'-OH 3, 5, 7, 3', 4'-OH 3, 5, 7, 3', 4', 5'-OH 3, 5, 7, 3'-OH, 4-OMe
Flavanone (dihydroflavone)		naringène naringénine taxifoline	5,4'OH,7rhamnoglucose 5, 7, 4'-OH 3, 5, 7, 3', 4'-OH
Isoflavone		génistéine génistéine daïdzine daïdzeine	5, 4'-OH, 7-glucose 5, 7, 4'-OH 4'-OH, 7-glucose 7, 4'-OH
Anthocyanidines		apigénidine cyanidine	5, 7, 4'-OH 3, 5, 7, 4'-OH, 3, 5-OMe

### II.2.3.3 Autres métabolites secondaires

#### ➤ Les coumarines

Les coumarines sont le plus souvent englobées dans l'étude des flavonoïdes. Néanmoins, elles peuvent présenter certaines spécificités. La coumarine (1,2-benzopyrone) est un composé d'origine naturelle, étant présent dans une grande variété de plante notamment dans les racines. Environ 1620 dérivés de coumarine ont été isolés à partir de plusieurs espèces de plantes et de microorganismes (Sproll, 2008).

#### ❖ Structure et classification

Les coumarines sont caractérisées par une structure qui comporte le noyau benzo- $\alpha$  pyrone (coumarine), famille de molécules, qui se composent d'un noyau benzénique relié à un noyau pyrone (figure 18) (Jain et Joshi, 2012).

Toutefois leurs structures restent très diverses et peuvent être classés en deux grands groupes : Coumarines simples et complexes à ce dernier un noyau furanne ou pyranne est associé au noyau benzo  $\alpha$  pyrone (Floc'h *et al.*, 2002 ; Smyth *et al.*, 2009).

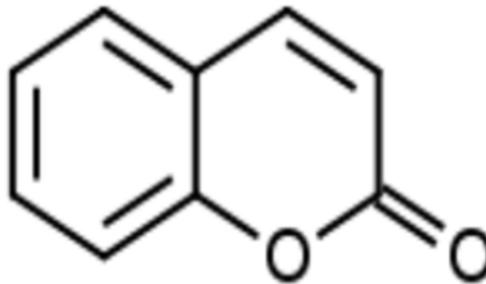


Figure 5: Structure de base des coumarines.

#### ❖ Relation entre structure et activité biologique

Le mode d'action des coumarines sont similaires à ceux rapportés pour les flavonoïdes, toutes fois l'impact structurale sur leurs activités est différent (Tableau 5). Les différents substituants dans le noyau coumarine influencent fortement l'activité biologique des dérivés qui en résulte.

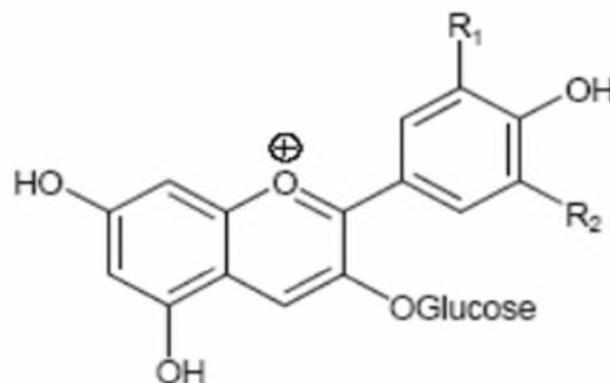
Kaneko et ses collaborateurs (2003) et Zhang et Wang (2004), ont étudié en particulier l'influence de la structure des coumarines sur leur activité anti radicalaire. Ils ont mis en évidence que la structure caractéristique des coumarines, c'est-à-dire la 1,2 pyrone, affecte peu l'activité antioxydante de ces molécules. Par contre, la présence d'une fonction catéchole a un rôle important pour les propriétés antiradicalaire.

**Tableau VI :** Effet de la structure sur les activités antioxydantes, inhibitrice d'enzyme et cytotoxique des coumarines (**Kaneko *et al.*, 2003 ; Zhang and Wang, 2004**).

Activité	Facteurs accroissant l'activité
Antiradicalaire	Nombre de groupements OH libres Présence d'une partie catéchole
Inhibition de la xanthine oxydase	Absence de groupement en C5 Présence de la double liaison C4-C3 Groupements OH libres en C7, C6 La petite taille des groupements substituant la position C4
Cytotoxique	Présence d'une partie catéchole 2 groupements phénoliques en position 6,7 ou en 6,8

### ➤ Anthocyanosides

Ce sont des pigments vacuolaires rouges, roses, mauves, pourpres, bleus ou violets de la plupart des fleurs et des fruits (**Bruneton, 1993**). Ils sont caractérisés par l'engagement de l'hydroxyle en position 3 dans une liaison hétérosidique (les anthocyanosides). Leurs génines (les anthocyanidols) sont des dérivés du cation 2-phényl-benzopyrylium plus communément appelé cation flavylium. Ces pigments représentent des signaux visuels qui attirent les animaux pollinisateurs (insectes, oiseaux) (**Brouillard *et al.*, 1997**).



**Figure 6:** Structure des anthocyanosides.

### ➤ Tannins

Cette classe désigne le nom général descriptif du groupe des substances phénoliques polymériques, ayant une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 qui présente, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines (Haslam, 1996 ; Cowan, 1999).

Les tannins sont caractérisés par une saveur astringente et sont trouvés dans toutes les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines (Scalbert, 1991). On distingue deux groupes de tannins différents par leur structure et par leur origine biogénétique:

- **Tannins hydrolysables** qui sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est très généralement le D-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins soit l'acide ellagique dans le cas des tannins classiquement dénommés ellagitannins (Bruneton, 1993 ; Cowan, 1999).
- **Tannins condensés ou tannins catechiques ou proanthocyanidols**, se différencient des tannins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucre dans leur molécule et leur structure est voisine de celle des flavonoïdes. Il s'agit des polymères flavaniques constitués d'unités de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone. Les proanthocyanidols ont été isolés ou identifiés dans tous les groupes végétaux, Gymnospermes et Fougères (Bruneton, 1999).

### ➤ Quinones

Ce sont des composés oxygénés qui correspondent à l'oxydation de dérivés aromatiques avec deux substitutions cétoniques. Elles sont caractérisées par un motif 1,4-dicéto cyclohexa-2,5-diéniq (para-quinones) ou, éventuellement, par un motif 1,2-dicéto cyclohexa-3,5-diéniq (ortho-quinones) (Bruneton, 1993). Elles sont ubiquitaires dans la nature, principalement dans le règne végétal et sont fortement réactives (Cowan, 1999).

### ➤ Stilbène

Les membres de cette famille possèdent la structure C6-C2-C6 comme les flavonoïdes, ce sont des phytoalexines, composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides (Crozier *et al.*, 2006)

### 1. Matériel végétal

L'étude présente a pour but l'extraction des composés phénoliques à partir de différents dérivés de fruits et légumes à savoir : feuilles et graines de citron, feuilles et graines de pomme, feuilles d'olivier, feuilles de carotte, feuilles de betterave, graines de tomate qui ont été récoltés en Janvier. Feuilles et graines de grenades récoltées en octobre. Pelures et graines de melon, graines de raisin, graines de pastèque en aout ainsi que les pelures et graines de courge et récoltées en juillet.

Les dérivés alimentaires étudiées ont été achetées au marché local de la ville de Bejaïa et d'autres récoltés au niveau des régions de Sidi-aich et d'Adkar.

### 2. Préparation des échantillons

L'ensemble des fruits et légumes ont été lavés, afin de les débarrasser de la poussière et d'autres impuretés, certains échantillons ont été pelés pour récupérer les pelures, d'autres ont été décortiqués pour récupérer les grains. Les différents fruits et légumes ainsi que les parties dérivées concernés par l'extraction sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau VII :** Les dérivés des fruits et légumes concernés par l'extraction.

Origine	Echantillon	
Sidi aich	Citron	Feuilles
		graines
Bejaia	Melon	Pelures
		Graines
Sidi aich	Grenade	Feuilles
		Graines
Bejaia	Courge	Pelures
		Graines
Adkar	Pomme	Feuilles
		Graines
Adkar	Graines de Tomate	
Bejaia	Feuilles de betterave	
Sidi aich	Feuilles de carotte	
Bejaia	Graines de raisin	

**Tableau VIII :** Les dérivés des fruits et légumes concernés par l'extraction (suite).

Sidi aich	Feuilles d'olivier
Bejaia	Graines de Pastèque

Les différents dérivés récupérés (feuilles, pelures et graines) ont été séchés à l'air libre puis mis dans une étuve ventilée à 40°C jusqu'à séchage.

Les échantillons ont été broyés à l'aide d'un broyeur éclectique pour obtenir des poudres. Les poudres ainsi obtenues ont été tamisées avec un tamis à 250 µm (pour obtenir une poudre fine et homogène) et conservées dans des bocaux en verre hermétiquement fermés préalablement lavés et séchés. La figure suivante représente une photographie des bocaux contenant les poudres.



**Figure 7:** photographie des différentes poudres obtenues après broyage et tamisage.

### 3. Extraction des composés phénoliques

L'extraction des composés phénoliques a été réalisée selon la méthode décrite par **Chougui *et al.* (2014)**. Une quantité de 5g de poudre est laissée macérer dans 50ml d'éthanol-eau (70%-30%), sous agitation, pendant 2h à température ambiante. Le mélange est filtré à l'aide d'un papier filtre, les résidus de poudres ont subi une deuxième et une troisième extraction avec 25ml éthanol-eau sous agitation pendant 1h. Le solvant a été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif et l'extrait sec a été conservé à 4°C en attendant les analyses.

Les figures suivantes représentent des photographies illustrant l'étape de filtration des extraits ainsi que l'extrait sec d'un échantillon.



**Figure 8:** Etape de filtration des extraits éthanoliques.



**Figure 9:** extrait sec des feuilles de Betterave

#### 4. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction (**R**) exprimé en pourcentage (%), est défini comme étant le rapport entre la masse d'extrait après évaporation et celle de la plante sèche en poudre. Cette extraction se fait par l'action extractive d'un solvant (**Perva-Uzunalic et al., 2006**).

Le rendement peut dépendre de plusieurs paramètres : le solvant, le pH, la température, le temps d'extraction et la composition de l'échantillon.

Le rendement d'extraction est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{R\ (\%) = 100\ M_{ext}/M_{éch.}}$$

**R** : rendement en % ;

**M<sub>ext</sub>** : la masse de l'extrait après évaporation du solvant en gramme ;

**M<sub>éch</sub>** : la masse sèche de l'échantillon végétal en gramme. (**Falleh et al., 2008**),

Le tableau suivant montre les rendements d'extraction obtenus pour les différents échantillons :

**Tableau IX** : rendements d'extraction des différents échantillons.

Echantillon		Rendement (%)
Citron	Feuilles	20,8
	graines	15,8
Melon	Pelures	19,4
	Graines	5,4
Grenade	Feuilles	32,2
	Graines	26,8
Courge	Pelures	23,2
	Graines	11,5
Pomme	Feuilles	31,2
	Graines	9
Graines de Tomate		12,2
Feuilles de betterave		22,2
Feuilles de carotte		22,8
Graines de raisin		23,2
Feuilles d'olivier		24,2
Graines de Pastèque		13

Selon les résultats obtenus (**Tableau IX**) le rendement d'extractions pour les différents dérivés des fruits et légume montrent que les feuilles donnent un meilleur rendement variant de 20,8% pour les feuilles de citron à 32,2% enregistré pour les feuilles de grenade.

En ce qui concerne les graines, le rendement enregistré pour les graines de grenade représente la valeur la plus élevée avec un taux de 26,8 %, tandis que les graines de melon donnent le rendement le plus faible avec un taux de 5,4%

L'étude de rendement réalisée sur les pelures de melon et de la courge, montre un meilleur rendement d'extraction donné par la courge avec un taux de 23,2% et 19,4% enregistré pour le melon.

L'utilisation combinée de l'eau et de solvant organique peut faciliter l'extraction des substances chimiques qui sont solubles dans l'eau et / ou dans le solvant organique (**Quy Diem Do et al., 2014**).

### Conclusion

Les fruits et légumes par leurs richesses en différents nutriments, vitamines, fibres et minéraux sont très importants pour l'alimentation humaine, tant pour le rôle énergétique que le rôle constructif. Après plusieurs études menées sur ces derniers et sur leurs sous-produits (graines, feuilles, pelures), des composés plus complexes ont été découverts qui sont les antioxydants. Ces antioxydants qui sont des métabolites secondaires, produits par les plantes pour se protéger des différentes agressions qu'elles peuvent subir.

Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à recueillir à partir des études antérieures des données sur la composition chimique et à l'apport en antioxydants de différents sous-produits (graine, pelure, feuille) de fruits et légumes (Citronnier, le melon, l'olivier, la courge, le grenadier, le pommier, la pastèque, les raisins, la tomate, la betterave).

D'après les données la carotte renferme le taux le plus important en fibre (2,7g/100g MF), la grenade renferme le taux le plus élevé de glucide (14,2g/100g MF), les lipides sont plus retrouvés dans la grenade et le citron avec respectivement 0,74 et 0,7 /100g MF, par contre les protéines sont présentes en quantité importante dans la betterave avec 1,84g/100g MF. La teneur en antioxydants dans l'ensemble des sous-produits étudiés est très variable en fonction de l'espèce et du sous-produit aussi. Toutefois l'extrait de feuilles de citron renferme une teneur considérable en polyphénols avec une valeur de 145 mg AGE/g de MS.

En plus de cette étude bibliographique, une étude sur le rendement d'extraction des composés phénoliques à partir de différents dérivés de fruits et légumes (feuilles et graines de citron, feuilles et graines de grenade, feuilles et graines de pomme, pelures et graines de melon, feuilles de carotte, feuilles de betterave, feuilles d'olivier, graines de raisin, graines de tomate, pelures et graines de courge et graines de pastèque) est également été réalisée. Les résultats obtenus montraient que les feuilles donnaient un meilleur rendement variant de 20,8% pour les feuilles de citron à 32,2% enregistré pour les feuilles de grenade. Pour les graines, le rendement enregistré pour les graines de grenade représentait la valeur la plus élevée avec un taux de 26,8 %, tandis que les graines de pomme donnaient le rendement le plus faible avec un taux de 9%.

# Références bibliographiques

---

-A-

**Abbayes H., Chadefaud M., Ferre Y., Feldmann J., Gausson H., Grasse P.P., Leredde M.C., Ozenda P. and Prevot A.R. (1963).** Botanique Anatomie\_Cycles évolutifs\_systématique, Masson et Cie.

**Abreu I.A. and Cabelli D.E. (2010).** Superoxide dismutases-a review of the etalassociated mechanistic variations- Biochimica et Biophysica Acta, 1804: 263-274.

**Adebayo O. R., Farombi A. G. and Oyekanmi A. M. (2013).** Proximate, Mineral and Anti-Nutrient Evaluation of Pumpkin Pulp (*Cucurbita Pepo*). Journal of Applied Chemistry, 4(5): 25-28.

**Ahsan H., Ali A. and Ali R. (2003).** Oxygen free radicals and systemic autoimmunity. Clinical and Experimental Immunology, 131: 398-404.

**Akoègninou A., Van der Burg W.J. and van der Maesen L.J.G. (2006).** Flore analytique du Bénin. In: Adjakidjè V, Essou B, Sinsin B & Yédomonhan H (Eds). Cotonou (Bénin): Backhuys; 1034 pages.

**Al- Anbari A.K.H. and Hasan M. A. (2015).** Antioxidant Activity in Some *Citrus* Leaves and Seeds Ethanolic Extracts. International Conference on Advances in Agricultural, Biological and Environmental Sciences (AABES-2015) London(UK): 93-96.

**Altioek E., Baycin D., Bayraktar O. and Ulku S. (2008).** Isolation of polyphenols from the extracts olive leaves (*Olea europaea L.*) by adsorption on silk fibroin. Sep. Purif. Technol., 62(2), 342-348.  
Amutha M. Geetha A. Amutha M. Monika P. 2014. Determination of secondary metabolites, LD50 value and antioxidant activity of seed extract of *Cucurbita pepo* Linn. Asian J. Pharm. Clin. Res. 7: 173–177.

**Anonyme 1. (2014).** U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2014. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>. Consulté le 2/09/2020.

**Anonyme 2. (2009).**  
<http://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fwww.gerbeaud.com%2Ffruit-legume-de-saison%2Fbetterave.php>. Consulté le 5/09/2020.

**Anonyme 3. (2018).**  
<http://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http://www.lefigaro.fr/jardin/fiche-plante/2015/01/08/30011-20150108ARTFIG00258-betterave-rouge.php>. Consulté le 30/08/2020.

**Armougom P. R. (1998).** Etude de la fraction lipidique des graines de *Cucurbitacées* tropicales des genres *Lagenaria*, *Luffa*, *Momordica*. Thèse de Doctorat en Sciences. Université de la Réunion de France, Faculté des Sciences, 219 p.

**Aruoma O.I. (1999).** Free radicals, antioxidants and international nutrition. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 8 (1): 53-63.

**Atef A. M., Abou-Zaid N., Ibrahim I., Ramadan M. T. and Nadir A. (2013).** Quality evaluation of sheets, jam and juice from prickly pear and melon blends. Life Science Journal, 10: 200–208.

## Références bibliographiques

---

**Ayadi S.M., Bahloul N. and Kechaou N. (2015).** Etude du profile des acides aminés et des composés phénoliques des graines de *Cucumis melo* L. International journal of scientific research and engineering technologies, vol.4 pp : 179-182.

### -B-

**Bachés B.M. (2011).** Agrumes comment les choisir et les cultiver facilement. Editions Eugen Ulmer, 8 rue blanche , 75009 Paris. PP. 6-8-9-11-63.

**Bahorun T. (1997).** Substances naturelles actives: La flore mauricienne, une source Beta T., Nam S., Dexter J.E. and Sapirstein H.D. (2005) Phenolic content and antioxidant activity of Biodiversité et Multiplication *in vitro* de grenadier *Punica granatum* L. Pages 3-5.

**Beckman K.B. and Ames B. N. (1998).** The Free radical theory of aging matures. Physiological Reviews, 78 (2): 547-581.

**Ben-Arie R., Segal N. and Guelfat-Reich S. (1984).** The maturation and ripening of the 'Wonderful' pomegranate. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 109(6), 898-902.

**Ben Haj Koubaier H., Chaabouni M.M. and Bouzouita N. (2012).** Caractérisation Chimique des Extraits Aqueux des Racines et des Tiges de la Betterave Rouge et Etude de leur Activités Antioxydantes. Proc. IS on Medicinal and Aromatic Plants – SIPAM 2012 Eds.: M. Neffati and H. Khatteli. Acta Hort. 997, ISHS 2013. Pages 99.

**Benalia M. (2016).** Etude de la fraction lipidique de quelques graines de Cucurbitacées. Thèse de l'université de Kasdi Merbah Ouergla.

**Beta T., Nam S., Dexter J. E. and Sapirstein H.D. (2005).** Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and Roller-Milled fractions. Cereal Chemistry. 82, 390-393.

**Blancard D., Latterot H., Marchaud G. et Candresse T. (2009).** Les maladies de la tomate. BOTINEAU M. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec & Doc Lavoisier, 2010. 1336 p.

**Blanco-Diaz M. T., Font R., Martínez-Valdivieso D. and Río-Celestino M. D. (2015).** Diversity Of natural pigments and phytochemical compounds from exocarp and mesocarp of 27 *Cucurbita Pepo* accessions. Scientia Horticulturae, 197: 357-365.

**Blokhina O., Virolainen E. and Fagerstedt K. V. (2003).** Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a Review. Annals of Botany, 91: 179-194.

**Boudhrioua N., Bahloul N., Ben Slimen I., Kechaou N. (2009).** Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. industrial crops and products, 29, 412–419.

**Boullard B. (2001).** Plantes médicinales du monde: croyances et réalités. Edition ESTEM. Paris. pp. 172-173.

**Bouras H. (2019).** Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique. Biodiversité et Multiplication *in vitro* de grenadier *Punica granatum* L. P3-5

**Boyd B., Ford C., Koepke M.C., Gary K., Horn E., Macanalley S. and Macanalley B. (2003).** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. Glycoscience et nutrition. 7p.

## Références bibliographiques

---

**Brada M., Bezzina M., Marlier M., Carlier A. and Lognay G. (2007).** Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie. J. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 2007, 11: 3-7.

**Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 2ème édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.

**Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie: Phytochimie Plantes Médicinales. Techniques et Documentation, 3ème Ed, Lavoisier, Paris. 107- 394.

### -C-

**Cadenas E. and Davies J.A. (2000).** Mitochondrial free radical generation, oxidative stress and aging. Free Radical Biology and Medicine, 29: 222-230.

**Calin S.A. and Carboneli B.A.A. (2005).** La grenade cultivées en Espagne Punicalagine anti-oxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les l'aliment fonctionnelle du fruit. Livre: Natural ontioxydant granatum, université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, 77p.

**Chan K.L. (2003).** Role of nitric oxide in ischemia and reperfusion njury. Current Medicinal Chemistry, 1:1-13.

**Chanforan C. (2010).** Stabilité de micro constituants de la tomate (composés phénolique, caroténoïdes, Vitamine E et C) au cours des procèdes de transformation : études des systèmes modèles mis en pont d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation d'une sauce tomate. Thèse de doctorat.54-68.

**Chevreau E. and Morisot D. (1985).** Variabilité génétique d'une collection d'espèces des genres Malus et Pyrus, Analyse botanique et enzymatique. D.E.A. INRA. Station d'arboriculture fruitière 1-8.

**Chimi H., Cillard J., Cillard P. and Rahmani M. (1991).** Peroxyl and hydroxyl radical scavenging activity of some natural phenolic antioxidants. Journal of the American Oil Chemists' Society, 68, 307 – 312.

**Clotault J. (2009).** Impact de la sélection sur l'expression et la variabilité de séquences de gènes de la voie de biosynthèse des caroténoïdes chez la carotte cultivée. Thèse de doctorat. Université d'Angers, Angers, 183 pp.

**Collignon B. (1986).** Hydrogéologie appliquée des aquifères karstiques des monts de Tlemcen.

**Colin-Henrion M. (2008).** De la pomme à la pomme transformée : impact du procédé sur deux composés d'intérêt nutritionnel, Angers: 272.

**Comps C. (2008).** Etude transcriptomique de la réponse de la vigne (*Vitis vinifera*cv. Cabernet Sauvignon) au champignon ascomycète vasculaire *Eutypalata* responsable de l'Eutipiose. Thèse doctorat. Université de Poitiers. Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées, 129p.

**Conde C., Silva P., Fontes N., Pires D.A.C., Tavares R.M., Sousa M.J., Agasse A., Delrot S. and Gerós H. (2007).** Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. Food 1, 1-22.

## Références bibliographiques

---

**Conner E.M. and Grisham M.B. (1996).** Inflammation, free radicals and antioxidant. *Nutrition*, 12(4):247-277.

**Cowan M.M. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re*, 12 (4): 564- 582.

**Cronquis A. (1981).** An integrated system of classification of lowering plants. Columbia press, Ny. 268-270.

**Crozier A., Clifford M.N. and Ashihara H. (2006).** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, cytotoxicity. *Chemico-biological interactions*, 142, 239-254.

### -D-

**De Broglie L. A. and Guérout D. (2005).** Tomates d'hier et d'aujourd'hui.P97. de la tomate cultivé en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach.180p. Déchets végétaux. 53031/082,180-186 pp.

**Débuigine G. and Couplan F. (2008).** Petit Larousse des plantes qui guérissent. Ed : Larousse, Paris. 895 p.

**Delahaye T. and Vin P. (1997).** Le pommier. 1er Edition ACTES SUD. Paris. 88p.

**Delattre J., Therond P. and Bonnefont-Rousselot D. (2005).** Espèces réactives de l'oxygène, antioxydants et vieillissement. In : Radicaux libres et stress oxydants. Aspects biologiques et pathologiques, chap 10 : 281-309.

**Djoudi M. and Ghebrioua S. (2017).** Etude de l'activité antioxydante et anti hémolytique des extraits de feuilles de citrus limon. Mémoire de master : 18-21.

**Downie S. R. and Katz-Downie D. S. (1996).** A Molecular Phylogeny of *Apiaceae* Subfamily *Apioidae*: Evidence from Nuclear Ribosomal DNA Internal Transcribed Spacer Sequences. *American Journal of Botany* 83: 234-251 pp.

**Droge W. (2002).** Free radical in the physiological control of cell function. *Physiological Review*, 82: 47-95.

**Droy M.T., Ferradini C. and Gardes A.M. (1993).** Les radicaux libres en dix questions. Laboratoire de chimie-physique URA.

**Dubois C. (2006).** Les arbres fruitiers. Ed : rustica, Paris. 127 p.

### -E-

**Enneb S., Drine S., Bagues M., Triki T., Boussora F., Guasmi F., Nagaz K. and Ferchichi A.(2019).** Phytochemical profiles and nutritional composition of squash (*Cucurbitamoschata D.*) from Tunisia. *South African Journal of Botany*, 130: 165-171.

**Erbay Z. and Icier F. (2009).** Optimization of hot air drying of olive leaves using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 91, 533-541.

Esquinas-Alcazar J.T. and Gulick P.J. 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae – a global report. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. p101.

## Références bibliographiques

---

**Evans W J. ( 2000).** Vitamin E, vitamin C and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 647-652.

### -F-

**Favier A. (2003).** Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, 5: 108-115.

**Fedha M. S., Mwasaru M. A., Njoroge C. K., Ojijo N. O. et Ouma G. O. ( 2010).** Effect of drying on selected proximate composition of fresh and processed fruits and seeds of two pumpkin species. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(6): 1299-1302.

**Flahaut R. (1986).** L'olivier Ann. Ecole nat, AgricultureII. Montpellier. 40p

**Floc'h F., Mauger F. and Desmurs J. R. (2002).** coumarin in plants and fruits. *Perfumer and flavorist*, 27 (2), 32-36.

**Fokone A. T., Edoun M. and al. (2013).** Modélisation de la Cinétique de Séchage de la Carotte (*Daucus carota*)/Modeling of Drying Kinetics of Fresh Carrot (*Daucus carota*).

**Fournier P.V. (1947).** Dictionnaire des plantes médicinales et vénéneuses de France, p. 165.

**Fraser P.D. and Bramley P.M. (2004).** The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research*, 43(3):228–265.

**Friedman M. (2002).** Tomato glycoalkaloids: role in the plant and in the diet. *Journal of food Science and Technology*, Trivandrum, v 36.from tomato processing waste.

### -G-

**Galet P. (2001).** Dictionnaire encyclopédique des cépages. Edit. Hachette, 18-40 p.

**Garachh D., Patel A., Chakraborty M., Kamath Jagdish V. (2012).** Aperçu de profile phytochimique et pharmacologique de *Punica granatum*. Article de synthèse, *Journal international de recherche en pharmacie*, ISSN 2230-8407.

**Gardes-albert M., Bonnefont-Rouddelot D., Abedinzadeh Z. and Jore D. (2003).** Espèces réactives de l'oxygène : Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? *L'actualité chimique*, n°277-278 : p 57- 64.

**Ghedira K. (2008).**L'olivier article de synthèse .*Pharmacognosie.Phytothérapie*,6, 83–89.

**Ghedira K. et Goetz P. (2013).** *Cucurbita pepo L. (Cucurbitaceae)* : Graine de courge ou citrouille. *Phytothérapie*, 11: 46-51.

**Gil M. I., Tomás-Barberán F.A., Hess-Pierce B., Holcroft D.M. and Kader A.A. (2000).** Antioxidant capacity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48 (10), 4581-4589.

**Goeptar A.R., Scheerens H. and Vermeulen N. P. (1995).** Oxygen and xenobiotic reductase activities of cytochrome P450. *Critical Reviews in Toxicology*, 25: 25-65.

**Gollouin F. and Tonelli N. ( 2013).** Des fruits et des graines comestibles du monde entier. Edition Brigitte Peyrot Poos, Paris Lavoisier SAS.PP. 186-195.

**Grasselly DB. and Letard M.(2000).** Tomato: pour un produit de qualité EDCTIL, P222.

## Références bibliographiques

---

**Grubben G.J.H. (2004).** Plant Resources of Tropical Africa. Vegetables (PROTA 2).

**Guendez R., Kallithraka S., Makris D. P. and Kefalas P. (2005).** Determination of low molecular weight polyphenolic constituents in grape (*Vitis vinifera* sp.) seed extracts: Correlation with antiradical activity. *Food Chemistry*, 89, 1-9.

**Gülçin I. Mshvildadze V. Gepdiremen A. and Elias R. (2006).** The antioxidant activity of a triterpenoid glycoside isolated from the berries of *Hedera colchica*: 3-O-( $\beta$ -D glucopyranosyl)-hederagenin. *Phytotherapy Research*, 20: 130-134.

**Guyot S., Marnet N., Laraba D., Sanoner P. and Drilleau J.F. (1998).** Reversed-phase HPLC following thiolysis for quantitative estimation and characterization of the four main classes of phenolic compounds in different tissue zones of a French cider apple variety (*Malus domestica* var. Kermerrien). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 1698-1705.

### -H-

**Had-Aissouni L., Nafia I., Nieoullon A. and Le Goff K. (2005).** Cerebral oxidative stress: are astrocytes vulnerable to low intracellular glutamate concentrations? Consequences for neuronal viability. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 24: 502-509.

**Haineault S. (2011).** Les Vertus Thérapeutiques des agrumes, 3<sup>ème</sup> édition Quebecor : 152 pp.

**Halliwell B., (1996).** Mechanisms involved in the generation of free radical. *Path Biol* 44: 6-13.

**Halliwell B., Clement M.V. and Long L.H. (2000).** Hydrogen peroxyde in the human body. *Federation of European Biochemical Society* 486: 10-13.

**Harris R.L., Robinson S. and al. (2002).** books.google.com.

**Haslam E. (1996).** Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *J. Nat Pro*, 59: 205 215.

**Hassan L.E.A., Sirat H .M., Yagi S.M.A., Koko W.S. and Siddig I.A. (2011).** In vitro antimicrobial activities of chloroformic, hexane & ethanolic extracts of *Citrullus lanatus* var.citroides (Wild melon). *Journal of medicinal plants research*, 5(8): 1338 – 1344.

**Havsteen B.H. (2002).**The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*, 96(2-3), 67-202.

**Heim K. E., Tagliaferro A. R. and Bobilya D. J. (2002).** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity Relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13, 572–584.

**Hendrich Andrzej B. (2006).** Flavonoid-membrane interactions: possible consequences for biological effects of some polyphenolic compounds. *Acta Pharmacologica Sinica*, 27 (1), 27–40.

**Hojjati M. and Barzegar H., (2017).** Chemical Composition and Biological Activities of Lemon (*Citrus limon*) Leaf Essential Oil. *Nutrition and Food Sciences Research*, Vol 4, No 4: 15-24.

**Holgate S.T., Church M.K. and Mattinez F.D. (2012).** Food-allergens 4th Edition • 2012.

**Hornung E., Pernstich C. and Feussner I. (2002).** Formation of conjugated 1,1,1,3-double bonds by 1,2-linoleic acid (1,4)-acyl-lipid-desaturase in pomegranate seeds. *Eur. J. Biochem.* 269, 4852–4859.

## Références bibliographiques

---

**Houa. And Saada. (2016).** Memoire de fin d'étude .Mise en évidence d'erwinia amylovora à partir d'échantillon de deux espèces de Roscés à pipins,pommier (Hanna) et poirier (Santa maria) dans deux vergers de la region de draa ben khedda.P 6-7 .

**Huglin P. and Shneider C. (1998).** Biologie et écologie de la vigne, 2ème édition, 370 p. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7, 140-146.

**Haslam E. (1996).** Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *J. Nat Pro*, 59: 205 215.

### -I-

**Ismail H. I., Chan K. W., Mariod A. A. and Ismail M. (2010).** Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*, 119 : 643–647.

### -J-

**Jain P.K. and Joshi H. (2012).** Coumarin: Chemical and Pharmacological. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*,02 (06), 236-240.

**Joanny F. (2005).** La Superoxydase dismutase antioxydant naturel, désormais disponible par voie orale. *Phytothérapie* 3: 25-54.

**Joly D. (2005).** Génétique moléculaire de la floraison de la vigne., thèse doctorat., université Journal, 40, 596–610.

**Judd W.S., Cambell C.S., A.K.E. and P.S. (2002).** Botanique Systématique Une Perspective Phylogénétique Paris, De Boeck Université. 467.

**Jurenka Jmt. (2008).**Therapeutic Applications of Pomegranate (*Punica granatum L.*):A Review. *Altern. Med. Rev.* 13(2):pp128-144.

### -K-

**Kahle K., M. Krauss. and al. (2005).** "Polyphenol profiles of apple juices." *Molecular Nutrition and Food Research*49: 797-806.

**Kaneko T., Baba N. and Matsuo M. (2003).** Protection of coumarins against linoleic acid hydroperoxidinduced cytotoxicity. *Chemico-biological interactions*, 142, 239-254.

**Kennedy J.A., Matthews M.A. and Waterhouse A.L. (2000).** Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. *Phytochemistry*, 55, 77-85.

**Kennedy J.A. (2002).** Understanding grape berry development. *Practical Winery & Vineyard Journal*, 1 –5.

**Kesić A., Mazalović M., Crnkić A., Čatović B., Hadžidedić Š. And Dragošević G. (2009).** The Influence of L-Ascorbic Acid Content on Total Antioxidant Activity of Bee-Honey. *European Journal of Scientific Research* 32 (1): 95-101.

**Kim H.P., Son K.H., Chang H.W. and Kang S.S. (2004).** Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *Journal of pharmacological sciences*, 96(3), 229-245.

## Références bibliographiques

---

**Kozukue N., Han J., Lee K. and Friedman M. (2004).** Dehydrotomatine and alpha tomatine content in tomato fruits and vegetative plant tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(7): 2079-2083.

**Ksouri R., Megdiche W., Debez A., Falleh H., Grignon C. and Abdely C. (2007).** Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritime*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 244-249.

### -L-

**Lairini R., Bouslamti F., Zerrouq. And Farah A. (2014).** Valorisation de l'extrait aqueux de l'écorce de fruit de *Punica granatum* par l'étude de ses activités antimicrobienne et antioxydante. *J. Master. Environ. Sci.* 5(S1) : 2314-2318, ISSN : 2028-2508.

**Lansky E.P. and Newman R.A. (2007).** *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *J. ethnopharm.* N°109. Pages 177-206.

**Latigui A. (1984).** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach. 180p.

**Laur L. M. and Tian L. (2011).** Provitamin A and vitamin C contents in selected California grown cantaloupe and honeydew melons and imported melons. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 194-201.

**Lee O.H. and Lee B.Y. (2010).** Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. *Short Communication Bioresource Technology*, 101, 3751-3754.

**Liu L. and Castonguay A. (1991).** Inhibition of the metabolism and genotoxicity of 4- LOUIS PASTEUR, Strasbourg: pp 16, 17, pp 18, 43.

**Liviero L., Puglisi P. P., Morazzoni P. and Bombardelli E. (1994).** Antimutagenic activity of procyanidins from *Vitis vinifera*. *Fitoterapia* 65: 203.

**Louali M.N. (2016).** Molécules bioactives et activité antioxydante de l'huile végétal et des extraits des fruits de lentisque (*Pistacia lentiscus*). Mémoire de fin d'étude : 15-19.

**Lubec G. (1996).** The hydroxyl radical: from chemistry to human disease. *Journal of investigative medicine*, 44: 324-346.

### -M-

**Maadsi L. and Khaled H. (2011).** Effet de la cuisson sur la teneur en polyphénols totaux et l'activité antioxydante de deux espèces de courge (*Cucurbita pepo* et *Cucurbita moschata*) récoltées à Bejaia. Mémoire de fin de cycle : 27-30.

**Macheix and al., (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire, *Lavoisier* 1-28.

**Maiani., Castón., Catasta., Toti., Cambrodón., Bysted. And Granado-Lorencio. (2009).** Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Molecular nutrition & food research*, 53 Suppl 2, S194-218.

## Références bibliographiques

---

**Mallick M.F.R. and Masui M. (1986).** Origin, distribution and taxonomy of melons. *Scientia Horticultur.*

**Meheut J.P. and Griffe M. (1997).** Le vin 50 siècles de passion, C.L.c.d.M . Griffe, methodology. *Journal of Food Engineering*, 91, 533-541.

**Middleton E.Jr., Kandaswami C. and Theoharides T.C. ( 2000).**The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*, 52(4), 673-751.

**Moco S.,Capanglu E.,Tikunov Y.,Bino R.J.,Boyacioglu D.,Hall D.,Vervoort J. and De Vos RCH.(2007).**Tissue specialization at the metabolite level is perceived during the development of tomato fruit,*Journal of Experimental Botany*.

**Mylonaki S., Kiassos E., Makris D.P. and Kefalas P. (2008).** **Optimisation** of the extraction of olive (*Olea europaea*) leaf phenolics using water/ethanol-based solvent systems and response surface methodology. *Anal. Bioanal. Chem.*, 392(5), 977-985.

-N-

**Naika S., De Jeud J.V.L., De Jeffeau M., Hilmi M. and Vandam B. (2005).** La culture de naturally occurring and synthetic coumarins. *International Journal of Antimicrobial Agents*, Nature Genetics 42(10): 833-839.

**Napier T., (2009).** Pumpkin production. Primefact for Profitable and sustainable primary industries, 964: 1-8.

**Nawaz H., Shi J., Mittal G.S. and Kakuda Y. (2006).** Extraction of polyphenols from grape niveau de la commune de Tadmait-wilaya de tizi-ouzou, 3p.

**Neveu V., Perez-Jiménez J., Vos F., Crespy V., du Chaffaut L., Mennen L., Knox C., Eisner R., Cruz J., Wishart D. and Scalbert A. (2010).** Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods.

-O-

**Ojeh G.C., Oluba O.M., Ogunlowo Y.R., Adebisi K.E., Eidangbe G.O. and Orole R.T. (2008).** Compositional studies of *Citrullus lanatus* (Egusi melon) seed. *The Internet Journal of Nutrition and Wellness*, 6(1).

**Olamide A.A., Olayemi O.O., Demetrius O.O., Olatoye O.J. and Kehinde A.A. (2011).** Effects of methanolic extract of *Citrullus lanatus* seed on experimentally induced prostatic hyperplasia. *European Journal of Medicinal Plants*, 1(4): 171-179.

**Omars H. (2010).** Oleuropein in Olive and its Pharmacological Effects.*Journal of SciPharm*, 78,133-154.

**Orjuela-Palacioa J.M., Graiver N., Santos M.V. and Zaritzky N.E. (2019).** Effect of the desiccation tolerance and cryopreservation methods on the viability of *Citrus limon L. Burm cv. Eureka* seeds .*Cryobiology* 89: 51–59.

**Osmer L. and Tahir S. ( 2017).** Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extrait phénoliques de *Citrus sinensis* et *Citrus aurantium*. Mémoire de fin d'étude.

## Références bibliographiques

---

**Ozenda P. and Prevot A R. (1963).** Botanique Anatomie\_Cycles évolutifs\_systématique, pearled wheat and Roller-Milled fractions. *Cereal Chemistry*. 82, 390-393.

### -P-

**Paris H. S., Daunay M.C., Pitrat M. and Janick J. (2006).** First known image of *Cucurbita* in Europe, 1503e1508. *Annals of Botany*, 98: 41-47.

**Park P.J., Jung W.K., Nam K.S., Shahidi F. and Kim S.K. (2001).** Purification and characterization of antioxidative peptides from proteinhydrolysate of lecithin-free egg yolk. *Journal of the American oil Chemists Society*, 78 (6): 651-656.

**Periraa P., FerreiraI., Marcelino F., Valentaop., Andradep B., Seabrar. Estevinhol., Bentoa. and Perieraj A. (2007).** Phenolic Compoundsand Antimicrobial Activity of Olive (*Olea europaea L. Cv. Cobrançosa*) Leaves. *Molécules*, 12, 1153-1162.

**Perva-Uzunalic A., Skerget M., Knez Z., Weinreich B., Otto F. and Grunner S. (2006).** Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chemistry* 96(4): 597-605.

**Pietta P. G. (2000).** Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63, 1035-1042.

**Pitrat M., Chauvet M. and Foury C. (1999).** Diversity, history and production of cultivated cucurbits. *Acta Horticulturae*, 492:21-28.

**Pitrat M. (2013).** Botanique et description (INRA). [Thttp://ephytia.inra.fr/fr/C/7632/Melon-Botanique-et-description59T](http://ephytia.inra.fr/fr/C/7632/Melon-Botanique-et-description59T).

**Polèse J.M. (2006).** La culture des courges. Edition Artemis, 10-76p

**Polzonetti V.E., gidi D., Vita A. and al. (2004).** Involvement of oleuropein in digestive metabolic pathways. *Food Chemistry*. 88, 2004; 1-15.

**Praloran. (1971).** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maison neuve et Larose, Paris, 561 p.

**Prasad M.P. (2014).** In vitro phytochemical analysis and antioxidant activity of seeds belonging to *Cucurbitaceae* family. *Indian Journal of Advances in Plant Research*, 1 (4): 13-18.

**Puerta G.A. and Cisneros Z. L. A. (2012).** Phytochemical composition of different varieties of watermelons (*Citrullus lanatus*) grown at three different locations, [http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper\\_14452.htm](http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_14452.htm), consulté le 21-01-2016.

### -Q-

**Quan V.Vuong., Hirun S., D.Roach P., Bowyer M.C., Phoebe A. Phillips and J.Scarlett. C. (2013).** Effect of extraction conditions on total phenolic compound and antioxidant activities of Carica papaya leaf aqueous extracts, *journal of herbal medicine*. 3: 104-111.

**Queen B. L. and Tollefsbol T. O. (2010).** Polyphenols and Aging. *Curr Aging Sci*. 3(1): 34-42.

### -R-

**Rayan D. and Robards K. (1998).** Phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123, 31R-44R.

## Références bibliographiques

---

**Reduron J.P. (2007).** Ombellifères de France - tome 2 (Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, 27). Société Botanique du Centre-Ouest, 564 pp.

**Rehder A. (1956).** Manual of cultivated trees and shrubs; Rehder edition- 2nd, ed. New- York, the Macmillan Company, 996 p.

**Renaud V. (2003).** Tomate. Tous les légumes courants, rares ou méconnus cultivables sous nos climats. Ulmer. Paris, Ulmer: 135-137.

**Retournard D. (1997).** La vigne. Rustica, 111p.

**Rice-Evans C.A., Miller N.J. and Paganga G. (1996).** Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acid. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7), 933-986.

**Rimando A.M. and Perkins-Veazie P.M. (2005).** Determination of citrulline in watermelon rind. *Journal Chromatogr A*, 1078(1-2):196-200.

**Rodrigo R., Miranda A. and Vergara L. (2011).** Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human disease. *Clinica Chimica Acta*, 412: 410-424.

**Roede J.R and Jones D.P. (2010).** Reactive species and mitochondrial dysfunction: mechanistic significance of 4-hydroxynonenal. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 51: 380-390.

**Rowley A. and Riraut J. (2003).** Le vin. Une histoire de gout. Gallimard.

### -S-

**Sadiali S. and Sekher R. (2009).** Memoire de fin d'étude. Science agronomie theme safety assessment of coumarin in foods. *Food Chemistry*, 109, 462-469.

**Saito M., Hoyosama H., Ariga T., Kataoka S. and Yamaji N. (1998).** Anti-ulcer activity of grape seed extract and procyanidins. *J. Agric. Food Chem.* 46: 1460.

**Salehi B., Sharifi-Rad J., Capanoglu E., Adrar N., Catalkaya G., Shaheen S., Jaffer M., Giri L., Suyal R., Jugran A.K., Calina D., Docea A.O., Kamiloglu S., Kregiel D., Antolak H., Pawlikowska E., Sen S., Acharya K., Bashiry M., Selamoglu Z., Martorell M., Sharopov F., Martins N., Namiesnik J. and Cho C.W. (2019).** Applied sciences, 9, 3387. *Cucurbita* Plants: From Farm to Industry. 1-21 p.

**Saxholt E., Christensen A.T., Møller A., Hartkopp H.B., Hess Ygil K. and Hels OH. (2009).** Danish Food Composition Databank, revision 7.01. Department of Nutrition, National Food Institute, Technical University of Denmark, version 7.1, 2009.

Scalbert A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30: 3875-3883.

**Serhane S. (2010).** Fonctionnement minéral (N, P, K, Ca, Mg) d'un verger de pommier sur le sol calcaire irrigué au goutte à goutte dans la région de Seriana. Mémoire de Magister. skin damage. *Biomedical Papers*, 147(2), 137-145.

**Serteyn D. Mouithys-Mickalad A., Franck T., Grulke S., Lamy M., Deby C. and Deby-Dupont G. (2002).** La nature chimique et la réactivité de l'oxygène. *Annale de Médecine Vétérinaire*, 146 : 137-53.

**Sharrif Moghaddasi M. and Haddad Kashani H. (2012).** Composition chimique de la plante *Punica granatum L.* (Grenadier) et ses effets sur le cœur et le cancer». *Journal de recherche des plantes médicinales*. Vol. 6(40), PP.5306-5310, ISSN 1996-0875

## Références bibliographiques

---

**Shofian N. M. and al. (2011).** Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits. *International Journal of Molecular Sciences*, 12: 4678–4692.

**Sogi DS., Kiran J. and Bawa AS.(1999).** Caractérisation and utilisation of tomato seed oil from tomato processing waste. *Journal of food Science and Technology*, Trivandrum, v .36 (3), 248-249 pp.

**Souci SW., Fachmann W. and Kraut H. (1995).** Food composition and nutrition tables. 6th ed. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart.p : 352-354.

**Sproll C., Ruger W., Andlauer C., Godelmann R. and Lachenmaier D.W. (2008).** HPLC analysis and safety assessment of coumarin in foods. *Food Chemistry*, 109, 462-469.

**Sun J., Yao J., Huang S., Long X., Wang J. and Garcia-Garcia E. (2009).** Antioxidant activity of polyphenol and anthocyanin extracts from fruits of *Kadsura coccinea*(Lem.)A.C.Smith. *Food Chemistry* 117: 276–281.

**Suresh Kumar K., Ganesan K. and Subba Rao P.V. (2008).** Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty – an edible seaweed. *Food Chemistry*. 107: 289-295.

**Svobodová A., Psotová J. and Walterová D. (2003).** Natural phenolics in the prevention of UV-induced;The Influence of L-Ascorbic Acid Content on Total Antioxidant Activity of Bee-Honey.*Therapeutics*, 96(2-3), 67-202.

**-T-**

**Tirilly Y. et Bourgeois C.M. (1999).** Technologie des légumes. Éditions Tec and Doc, 558 p.

**Tombesi A. and Cartechini A. (1986).**L'effeto dell'ombreggiamento dellachioma sulla differenziazione delle gemme a fioredell'olivo.*Rivista di orto frutticoltura italiana*. pp.277-285.

**Trillot M., Masseron A., Mathieu V., Bergougnaux F., Hutin C. and Yves L. (2002).** Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. Edition Lavoisier. Paris. 287p

**Tsimogiannins D.I. and Oreopoulou V. (2006).** The contribution of flavonoid Cring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'- hydroxy substituted members. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 7, 140-146.

**Tsuda T., Kalo Y. and Osawa T. (2000).** Mecanism for the peroxy nitrite scavenging activity by anthocyanins. *Federation of European Biochemical Societies Letters* 484: 207-210.

**Tsuyuki H., Ito S. and Nakatsukasa Y. ( 1981).** Lipidsin pomegranate seeds. *Nihon Daigaku No-Juigakubu Gakujutsu Kenkyu Hokoku* 38, 141–148.

**-V-**

**Velasco R., Zharkikh A. and al. (2010).** The genome of the domesticated apple (*Malus × domestica* Borkh.). *Vineyard Journal*, 1 – 5.

**Vergely C., Goirand F., Ecartot-Laubriet A., Renard C., Moreau JC. and Wiernsperger NF. (2003).** Oxidative stress as a therapeutic target in diabetes:revisiting the controversy. *Diabetes Metab*, 29: 579-85.

## Références bibliographiques

---

**Visioli F. and Galli C. (1994).** Oleuropein protects low density lipoprotein from oxidation, *Life Sciences*, 55(24), 1965-1971.

**Vorbach C., Harrison R. and Capecchi M. R. (2003).** Xanthine oxidoreductase is central to the evolution and function of the innate immune system. *Trends in Immunology*, 24: 512-517.

### -W-

**Wald E. (2009).** thèse de doctorat en Pharmacie, UNIVERSITE HENRI POINCARE- NANCY 1.

**Wardman P., and Candeias L.P. (1996).** Fenton Chemistry: An Introduction. *Radiation Research*, 145: 523-531.

**Wehner T.C. (2008).** Watermelon In: J. Prohens and F. Nuez Edition. *Handbook of Plant Breeding; Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae.* Springer Science + Business LLC, New York, NY, 426 p 17, pp 381-418.

### -Y-

**Yahoui S. (2014).** Memoire de fin d'étude . Contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lépidoptère, Gelechiidae) sur deux variétés de tomate sous serre (Dawson et Tavira).

**Yao N., Eisfelder B., Marvin J. and Greenberg J.T.(2004).** The mitochondrion—An organelle commonly involved in programmed cell death in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal*, 40, 596–610.

**Yativ M1., Harary I. and Wolf S. (2010).** Sucrose accumulation in watermelon fruits: genetic variation and biochemical analysis. *J Plant Physiol.* 2010 May 15;167(8):589-96.

**Yves L. (2002).** Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes.

### -Z-

**Zadak Z., Hyspler R., Ticha A., Hronek M., Fikrova P., Rathouska J., Hrnčiarikova D. and Stetina R.( 2009).** Antioxidants and vitamins in clinical conditions. *Physiological Research*, 58: 13-17.

**Zein H., Hashish A.S. and Ismaiel G.H.H. (2015).** The antioxydant and anticancer activities of Swiss chard and red beetroot leaves. *Current science international* ISSN 2077-4435, V 04: 491-498.

**Zerargui F. (2015).** Activité antioxydante des extraits de racines *Tamus communis* L. et caractérisation des substances bioactives. These de doctorat en sciences.

**Zeven A.C. and De Wet J.M.J. (1982).** Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity, 3PrdP edn. Pudoc, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.

**Zhang Y. Vareed S.K. Nair M.G. 2005.** Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. *Life Sci*, 76: 1465-1472

**Zhang H., Chen Y., Wang S., Ma L., Yu Y., Dai H. and Zhang Y. (2020).** Extraction and comparison of cellulose nanocrystals from lemon (*Citrus limon*) seeds using sulfuric acid hydrolysis and oxidation methods. *Carbohydrate Polymers* 238, 116180. 1-4 p.

## Références bibliographiques

---

**Zhou T., Kong Q., Huang J., Dai R. and Li Q. (2007).** Caractérisation of nutritional components and utilization of pumpkin. Food global science books. 1(2): 313-321.

**Ziadi S. (2001).** Les gènes PR -10 du pommier (*Malus domestica*) .Identification caractérisation et analyse de l'expression spatio-temporelle en réponse à une induction par l'acibenzolar S-methyl (ASM), un analogue fonctionnel de l'acide salicyclique. Thèse de Doctorat. Université Rennes1. 182p.

**Zohary D. and Roy S.P. (1975).** Beginning of fruit growing in the old world. Science: P 18.

**Zoro Bi I.A., Koffi K.K., Djè Y. Malice M. and Baudoin JP. (2006).** Indigenous Cucurbits of Côte d'Ivoire: a review of their genetic resources. Sciences & Nature 3 (1): 1-9.

### Résumé

Le présent travail est une recherche bibliographique sur composition chimique de quelques fruits et légumes ainsi que de leurs sous-produits (Citronnier, le melon, l'olivier, la courge, le grenadier, le pommier, la pastèque, les raisins, la tomate, la carotte, la betterave)

Les résultats apportés par plusieurs auteurs, montrent la richesse des fruits et légumes en nutriments. La carotte et la betterave rouge se démarquent par leur teneur élevée en fibres (2,7 g et 2,5 g/100g MF respectivement). La betterave rouges renferme également la teneur la plus importante en protéines<sup>1</sup>, 74g /100 g MF. La grenade présente les taux les plus importants en lipides et en glucide (0,74 g/ 100g MF et 14,2 g/100g MF respectivement).

Concernant les sous-produits, les extraits de feuilles de citron et des feuilles d'olivier renferment les teneurs les plus élevées en polyphénols (145mg et 44 mg EAG/g de MS respectivement).

L'étude de rendement d'extraction en composés phénoliques à partir de dérivés (feuilles, graines, écorces) de quelques fruits et légumes (citron, grenade, pomme, melon, carotte, betterave, olivier, raisin, tomate, courge pastèque) a démontré que les feuilles donnaient un meilleur rendement variant de 20,8% pour les feuilles de citron à 32,2% pour les feuilles de grenade. Les graines de grenade représentaient le rendement le plus élevé avec un taux de 26,8 %.

**Mots clé :** fruits, légumes, sous produits, rendement d'extraction, composés phénoliques.

### Abstract

The present work is a bibliographical research on the chemical composition of some fruits and vegetables as well as their by-products (lemon, melon, olive, squash, pomegranate, apple, watermelon, grapes, tomato, carrot, beet).

The results brought by several authors, show the richness of fruits and vegetables in nutrients. Carrots and red beets stand out for their high fiber content (2.7 g and 2.5 g/100g MF respectively). Beet also has the highest protein content<sup>1</sup>, 74g/100g MF. Pomegranates have the highest fat and carbohydrate content (0.74 g/100g MF and 14.2 g/100g MF respectively).

Regarding by-products, extracts from lemon and olive leaves contain the highest levels of polyphenols (145mg and 44 mg EAG/g DM respectively).

The extraction yield study of phenolic compounds from derivatives (leaves, seeds, peels) of some fruits and vegetables (lemon, pomegranate, apple, melon, carrot, beet, olive, grape, tomato, watermelon squash) showed that the leaves gave a better yield ranging from 20.8% for lemon leaves to 32.2% for pomegranate leaves. Pomegranate seeds represented the highest yield with a rate of 26.8%.

**Key words :** fruits, vegetables, by- products, extraction yield, phenolic compounds.