

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



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires**  
**Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire**

**Réf :.....**

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

**MASTER**

***Thème***

**Etude comparative des propriétés antioxydantes  
de plusieurs dérivés alimentaires**

Présenté par :

**BACHA Katia & AZOUG Assia**

Soutenu le : **02 Juillet 2019**

Devant le jury composé de :

Mme CHOUGUI N.

MCA

Présidente

Mme AIDLI A.

MAA

Encadreur

Mme FELLA S.

MCB

Examineur

**Année universitaire : 2018 / 2019**

# **REMERCIEMENTS**

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

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner toute notre reconnaissance. Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre gratitude à notre promotrice, **Mme AIDLI Amel** pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.*

*Nos remerciements vont également :*

***Mme CHOUGUI** pour l'honneur qu'elle nous fait de présider notre jury et à **Mme FELLA** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous tenons particulièrement à remercier tous le personnel du laboratoire de microbiologie alimentaire.*

*Nous tenons à formuler notre gratitude et nos profondes reconnaissances à l'égard de nos parents pour leurs indéfectibles soutiens durant tout notre cursus.*

*Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont aidées à la réalisation de ce modeste travail.*

**DÉDICACE :**

*JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL EN SIGNE DE  
RESPECT, RECONNAISSANCE ET DE*

*REMERCIEMENT :*

*À MES TRÈS CHERS PARENTS.*

*À MON FRÈRE ALI ET MES SŒURS NABILA ET*

*RYMA*

*À TOUS MES AMIS*

*ET À TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPÉ À*

*L'ÉLABORATION DE CE MODESTE TRAVAIL TOUS*

*CEUX QUI ME SONT TRÈS CHERS.*



**ASSIA**

## **DÉDICACES**

**JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL EN SIGNE  
DE RESPECT, RECONNAISSANCE ET DE  
REMERCIEMENT : À MES TRÈS CHERS  
PARENTS.**

**À MON FRÈRE YAZID ET SA FEMME  
FAYROUZ ET SŒURS ; ZINA, ZAHIA ET  
MERIEM**

**À TOUS MES AMIS**

**ET À TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPÉ À  
L'ÉLABORATION DE CE MODESTE TRAVAIL  
TOUS CEUX QUI ME SONT TRÈS CHERS.**



**KATIA**

# Table des matières

---

## Table des matières

### Remerciement

### Dédicace

### Liste d'abréviations

### Liste des tableaux

### Liste des figures

### Introduction générale.....1

## PARTIE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre I : Composées phénoliques.....3

1. Généralités.....	3
2. Biosynthèse.....	4
2.1 Voie de schikimate.....	4
2.2 Voie acétate malonate.....	4
3. Classification .....	4
3.1 Flavonoïdes .....	5
3.2 anthocyanoside .....	5
3.3 Tannins.....	6
3.3.1 Tannins hydrosolubles.....	6
3.3.2 Tannins condensées.....	7
3.4 Phénols simple et Acide phénolique.....	7
3.4.1 Acide benzoïque .....	7
3.4.2 Acide cinnamique.....	8
3.4.3 Phénols simple.....	8
3.5 Caumarines.....	8
3.6 Quinones.....	8
3.7 Stilbénes.....	8
3.8 Lignones.....	9
4. Propriétés biologique des polyphénols.....	9

# Table des matières

---

4.1 Propriétés biologique des poly phénols.....	9
<b>Chapitre II : Présentation des dérivées alimentaires</b> .....	10
1. Feuilles.....	10
1.1 Feuilles d'olivier.....	10
1.2 Feuilles d'échalote.....	10
2. Grains .....	11
2.1 Grains de raisin.....	11
2.2 Grains de citrouilles .....	12
2.3. Noyaux de datte.....	12
3. Pelures.....	13
3.1 Pelure de courge .....	13
3.2 Pelure de tomate .....	13
3.3 Pelure d'orange .....	13
3.4 Pelure de citron .....	14
3.5 Pelure de pomme.....	14
3.6 Pelure de pomme de terre.....	15
3.7 Pelure de courgette .....	15
3.8 Pelure de carotte .....	16
3.9 Pelure de betterave .....	16
3.10 Pelure d'aubergine .....	17
3.11 Parlure de cacahuète .....	17
3.12 Pleure d'amande .....	18
3.13 Pleure de grenade .....	19
IV. Effets bénéfiques .....	19

## **PARTIE II: EXPERIMENTATION**

<b>Chapitre I : Matériel et méthode</b> .....	21
1. Matériel végétal.....	21

# Table des matières

---

1.1 Classification des échantillons .....	21
1.2 Préparation des échantillons .....	22
2. Extraction des composés phénoliques .....	23
3. Dosage des composées phénoliques .....	24
3.1 Dosage des composées phénoliques totaux .....	24
3.2 Dosage des flavonoïdes .....	24
4. Evaluation de l'activité anti oxydante .....	25
4.1 Mesure de pouvoir de piégeage du radical DPPH .....	25
4.2 Test de molybdate phosphate .....	26
5. Etude statistique .....	26
<b>Chapitre II : Résultats et discussions .....</b>	<b>27</b>
1. Teneur en composée phénolique .....	27
1.1 Poly phénol totaux .....	27
1.2 Flavonoides .....	29
2. Activité anti oxydantes .....	31
2.1 Activité anti radicalaire DPPH.....	32
2.2 Test de molybdate phosphate .....	34
<b>Conclusion .....</b>	<b>36</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## [Liste des abréviations]

---

**Abs** : Absorbance

**AbsC** : absorbance de contrôle

**AbsE** : absorbance d'échantillon

**ANOVA**: Analysis Of Variance.

**DPPH** : 2,2-Diphenyl-1-Picryhydrazyl.

**EAG** : Equivalent acide gallique.

**EC50** : Concentration efficace pour avoir une Absorbance de 0,5.

**ECt** : écorce citron

**EG** : écorce de grenade

**EO**: pelure d'orange

**Ep Ctt** : pelure de cacahuète

**EpA** : pelure d'amande

**EQ** : Equivalent quercétine

**F.O** : feuille d'olive

**FE** : feuille d'échalote

**GC** : grain de citrouille

**GR** : grain de raisin

**HDL**: high density lipoprotein

**IC50** : Concentration efficace pour inhiber 50% du radical DPPH

**LDL**: low density lipoprotein

**Max**: maximum

**MF** : Matière Fraiche

**MG** : matière grasse

**Min** : minimum

**MS** : Matière sèche



## [Liste des abréviations]

---

**ND** : noyau de datte

**P.Ct** : pelure de carotte

**PAb** : aubergine

**PB** : pelure de betterave

**PC** : pelure de citrouille

**PCg** : pelure de courgette

**EPt** : pelure de pomme de terre

**PTT** : pelure de tomate

**PP** : pelure de pomme

**PPT** : Polyphénols totaux.

**TF** : teneur en flavonoïdes

## Liste des figures

---

<b>Figure 1:</b> Structure de groupement phénol.....	3
<b>Figure 2:</b> (A) Structure de 2-phényle chromono , (B)Squelette de basse des flavonoïdes.....	5
<b>Figure 3:</b> Structure des anthocyanosides.....	6
<b>Figure 4:</b> Structure chimique d'un gallotanin (1, 2,3-tri-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose).....	7
<b>Figure 5:</b> Structure chimique d'un tanin condensé (proanthocyanidine).....	7
<b>Figure 6:</b> Préparation des poudres des pelures.....	22
<b>Figure 7:</b> protocole d'extraction des composés phénoliques.....	23
<b>Figure 8:</b> Réaction d'un antioxydant (A-H) avec le radicale DPPH.....	25
<b>Figure 9:</b> Teneurs en flavonoïde des différents échantillons.....	30
<b>Figure 10 :</b> IC50 des déférents échantillons.....	32
<b>Figure 11 :</b> EC50 des déférents échantillons.....	34

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau I</b> : Composition chimique pour 100g net d'échalotes .....	11
<b>Tableau II</b> : Composition biochimique des pépins en pourcentage de poids frais.....	11
<b>Tableau III</b> : Composition chimique du noyau de dattes.....	12
<b>Tableau IV</b> : principaux composés d'orange.....	14
<b>Tableau V</b> : Composés phénoliques de la peau de différentes variétés de pommes.....	15
<b>Tableau VI</b> : Composition chimique des pelures de pomme de terre.....	15
<b>Tableau VII</b> : Composition chimique de la courgette .....	16
<b>Tableau VIII</b> : Propriétés chimiques et teneur en minéraux des aubergines.....	17
<b>Tableau IX</b> : Composition de la peau de cacahuète.....	18
<b>Tableau X</b> : Composition chimique et valeurs moyennes pour 100 g d'amande fraîche.....	18
<b>Tableau XI</b> : l'effet bénéfique.....	20
<b>Tableau XII</b> : Classification botanique de l'olive et échalotes.....	21
<b>Tableaux XIII</b> : Classification botanique de quelque fruites.....	21
<b>Tableau XIV</b> : Classification botanique des quelque légumes.....	22
<b>Tableau XV</b> : Teneurs en PPT des différents échantillons.....	27
<b>Tableau XVI</b> : teneur en polyphénols des pelures d'aubergine Solon plusieurs solvants.....	28
<b>Tableau XVII</b> : les résultats finals des dosages des extraits étudiés.....	35

# *Introduction*

## INTRODUCTION GENERALE

Les fruits et légumes sont intégrés dans l'alimentation humaine quotidienne depuis toujours, ayant des couleurs, des goûts et des arômes très attirants, ils constituent un des éléments essentiels du régime alimentaire frais ou sous forme de produits transformés, ces derniers constituent une source inépuisable de nutriments dont les métabolites secondaires (**Mirmiran, 2009**).

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

L'extraction et la caractérisation des composés bioactifs constituent un sujet de recherche d'une grande importance (**Panainte et al., 2007**). De nombreuses études explorent la possibilité de leur transformation en ingrédients incorporables dans différents produits alimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques. Cet intérêt particulier est dû au fait qu'au cours des dernières années, les hommes ont commencé à se réorienter vers l'utilisation de produits naturels au détriment de ceux issus de la synthèse chimique (**Pap et al., 2004**).

De plus, les résultats des études épidémiologiques mettent en évidence la capacité de ces composés bioactifs à participer au bon déroulement des fonctions vitales de l'organisme humain. Les multiples effets bénéfiques de ces composés issus de sources naturelles sont attribués à leurs diverses activités biologiques (antioxydants, antimicrobienne, antivirale, anti-inflammatoire etc.) (**ON, 2002**).

Les composés phénoliques sont les antioxydants naturels les plus importants qui se trouvent dans les différentes parties des plantes (fruit, feuilles, pelures, graines...). Ils possèdent une structure chimique ayant une capacité de piéger les radicaux libres, réagir comme donneurs d'électrons ou de protons et chélateur des ions métalliques (**Rice-Evans et al., 1997**).

La présente étude réalisée sur une gamme de déchets alimentaires a pour objectif la valorisation des sous produits de l'industrie. Pour se faire notre travail est scindé en quatre chapitres : les deux premiers concernent la partie bibliographique, les deux derniers concernent la partie expérimentale :

- Un premier chapitre consacré aux composés phénoliques (définition, classification et propriétés) ;
- Le deuxième chapitre comporte une description des différents dérivés alimentaires traités ;
- Extraction et dosage des composés phénoliques et évaluation de l'activité antioxydante des extraits ;
- Et enfin un traitement des résultats obtenus et discussion.

*Synthèse*  
***Bibliographique***

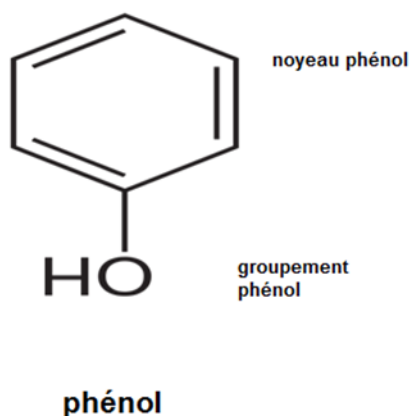
## 1. Généralités

Les composés phénoliques, dénommés aussi composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (**Mompon et al., 2008**).

Ils constituent le groupe de métabolites le plus large et le plus répandu du règne végétal et font partie intégrante de l'alimentation humaine et animale. Le terme « phénol » englobe approximativement 10000 composés naturels identifiés (**Martin et Andriantsitohaina, 2002 ; Martin et al., 2002**).

On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits, Les principales sources alimentaires sont les fruits et légumes, les boissons (vin rouge, thé, café, jus de fruits), les céréales, les graines oléagineuses et les légumes secs. Les fruits et légumes contribuent environ pour la moitié à notre apport en polyphénols, les boissons telles que jus de fruits et surtout café, thé ou vin apportant le reste (**Middleton et al., 2000**).

L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau phénolique (benzoïque) à 6 carbones (**Figure 1**), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle (OH) libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester ou hétéroside (**Bruneton, 1999 ; Samman, 2006**).



**Figure 1** : Structure de groupement phénol (**Croteau, 2000**)



## 2. Biosynthèse

La formation des composés phénoliques peut être issue de deux voies biosynthétiques, la plus courante est celle de l'acide shikimique ; cette voie est aussi responsable de la synthèse des acides aminés, cette route biosynthétique conduit aux acides benzoïques, acétophénones, lignanes, lignines et coumarines (**Annexe I**), l'autre voie est celle des acétogénines (polyacétates) ; utilise comme précurseur l'acide acétique activé sous forme d'acétyl-S-coenzyme A, le couplage des unités acétates conduit à la formation des poly-3-cétoesters qui après cyclisation donnent naissance aux composés mono ou polycycliques, les xanthones et les flavonoïdes en sont des exemples (**Richter, 1993**).

### 2.1. Voie du shikimate

La voie de l'acide shikimique est à l'origine de la formation de la phénylalanine et de la tyrosine et la désamination de ces acides aminés conduit aux acides hydroxycinnamiques dont les esters CoA sont à leur tour à l'origine de la plupart des classes de composés phénoliques. Le principal mode de la formation du noyau aromatique (cyclogénèse) emprunte l'acide shikimique (acide en C6-C1) lequel donne naissance à l'acide phénylpyruvique (acide en C6- C3). Elle débute par la condensation de l'acide phosphoénolpyruvique avec l'érythrosephosphate. La cyclogénèse aurait lieu au niveau du réticulum endoplasmique. Un complexe multi enzyme interviendrait (**Richter, 1993**).

### 2.2. Voie acétate-malonate

C'est une seconde voie de biosynthèse, est à l'origine de la formation d'un noyau benzénique ou d'un ensemble de noyaux aromatiques par cyclisation de chaînes polycétoniques, elles sont mêmes obtenues par condensation de groupements acétate. Par exemple, l'éleuthérinol, une chromone provient de la condensation de groupements acétates (**Guignard, 1996**).

## 3. Classification

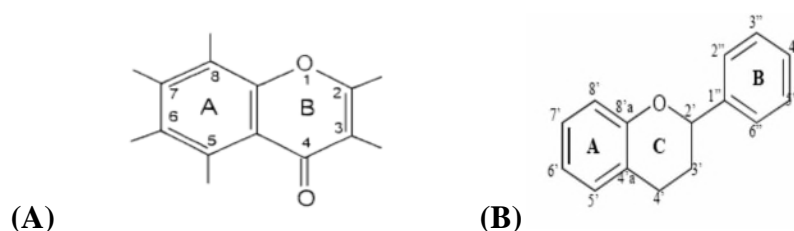
Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (**annexe I**). Ces molécules sont généralement trouvées conjuguées aux sucres et aux acides organiques (**Crozier et al., 2006**).

### 3.1. Flavonoïdes

C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques. Ces molécules ont des structures chimiques variées et des caractéristiques propres (**Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006**).

Elles sont considérées comme des pigments quasi universels des végétaux qui peuvent participer dans les processus photosynthétiques (**Mukohata et al., 1978**), dans la régulation de gène et dans le métabolisme de croissance (**Havsteen, 2002**).

Environ 4000 composés flavoniques sont connus (**Edenharder et Grünhage, 2003**). Et ont tous le même squelette de base à quinze atomes de carbones qui sont arrangés à une configuration C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> de type phényl-2-benzopyrane ce qui est synonyme avec la structure 2-phényle –chromane tel que il est représenté dans la **figure 2** (**Yao et al. 2004**).



**Figure 2 :**(A) Structure du 2-phényle chromane.

(B) : Squelette de base des flavonoïdes(**Yao et al. 2004**)

La nature chimique des flavonoïdes dépend de leur classe structurale, du degré d'hydroxylation et de méthylation, du degré de polymérisation, des substitutions et des conjugaisons sur le cycle C c'est-à-dire la présence : de double liaison C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>, du groupe 3-O et la fonction 4-oxo (**Yao et al., 2004 ; Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006**).

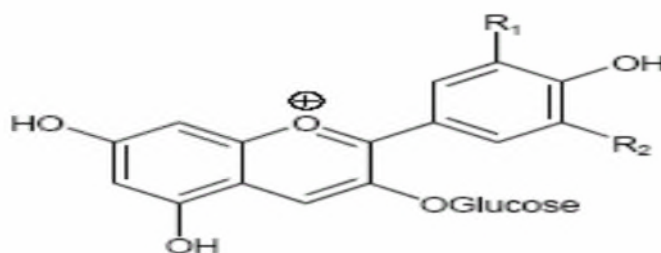
### 3.2. Anthocyanosides

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**).

Ces composés vont des simples monomères, (+)-catéchine et son isomère (-)-épicatéchine, jusqu'aux oligomères et polymères, les proanthocyanidines. De plus, les flavan-3-ols peuvent être estérifiés par l'acide gallique ou hydroxylés pour former les gallocatéchines (épicatéchine gallate, épigallocatéchine, épigallocatéchine gallate) (**Noltingk, 1950**).



**Figure 3** : Structure des anthocyanosides (**Noltingk, 1950**)

### 3.3. Tannins

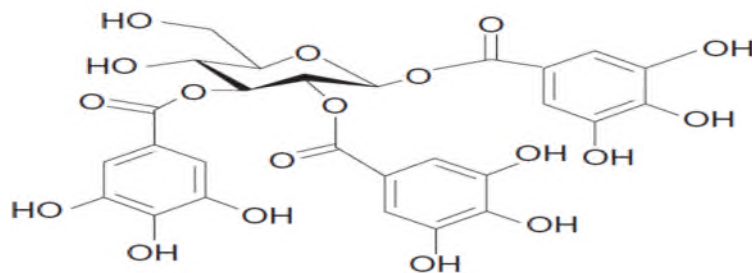
Les tannins représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles (**karamac, 2009**). Cette classe désigne le nom général descriptif du groupe des substances phénoliques polymériques, ayant une masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 qui présente, à côté des réactions 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 toute 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 :

#### a) Tannins hydrolysables

Ce sont des esters du D-glucose et de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier l'acide ellagique (Figure 11) (**karamac, 2009**). Ces substances sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique (tannase) (**Negerta, 1992**).

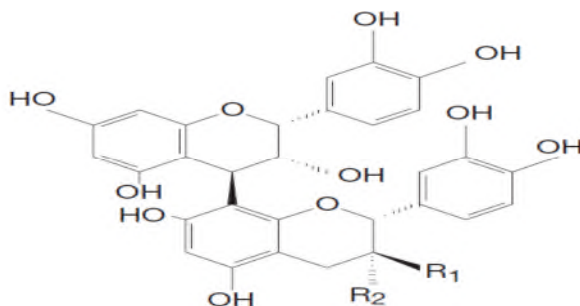


**Figure 4:** Structure chimique d'un gallotanin (1,2,3-tri-O-galloyl- $\beta$ -D-glucose)

(Sikora, 1990).

### b) Tannins condensés

Les tannins condensés ou les proanthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 (**Figure 8**) (dangler, 2007).



**Figure 5:** Structure chimique d'un tanin condensé (proanthocyanidine)

(Sikora, 1990).

## 3.4. Phénols simples et acides phénoliques

Les acides phénoliques englobent les dérivés de l'acide benzoïque, dont l'acide gallique est le représentant principal (constitués d'un squelette à sept carbones) suivis des dérivés d'esters hydroxy cinamiques (constitués d'une structure de type C6-C3) (**Barboni, 2006**).

### a) Les acides benzoïques

Les acides benzoïques présentent un aspect squelettique à sept atomes de carbones. Ils sont représentés par les acides p-hydroxybenzoïques, acides galliques, acides vanilliques, acides syringiques, acides salicyliques, acides protocatéchiques, et les acides gentisiques (**Ribereau-Gayon, 1968**).

Ils peuvent être combinés aux sucres ou aux acides organiques par des combinaisons généralement de type ester et ils sont libérés par hydrolyse alcaline (**Ribereau-Gayon, 1972**).

#### b) Les acides cinnamiques

Ils sont des acides à structure de type C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>. Les composés les plus fréquents sont l'acide p-coumarique, l'acide caféique et l'acide fertarique (**Ribereau, 1968**).

#### c) Phénols simples

C'est des composés qui sont plutôt rares dans la nature à l'exception de l'hydroquinone qui existe dans plusieurs familles (Ericaceae, Rosaceae...). Les deux phénols hydroxylés, le catéchol avec deux groupes OH et le pyrogallol avec trois, présentent une activité antibiotique (**Cowan, 1999**).

### 3.5. Coumarines

Les coumarines sont aussi des dérivés de C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>, appartenant au groupe des composés connus par des benzo- $\alpha$ -pyrone (**O'Kennedy et Thornes, 1997**). Toutes les coumarines sont substituées en 7 par un hydroxyle, Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique du foin (**Cowan, 1999**).

### 3.6. 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 ubiquitaire dans la nature, principalement dans le règne végétal et sont fortement réactives (**Cowan, 1999**).

### 3.7. Stilbénes

Les membres de cette famille possèdent la structure C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> 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**).

### 3.8. Lignones

Ce sont des composés dont la formation implique la condensation d'unités phénylpropaniques (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>). Leur distribution botanique est large, plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante dix familles de lignones (**Cowan, 1999**).

## 4. Propriétés biologiques des polyphénols

Les recherches sur les composés phénoliques, en générale, et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs divers propriétés physiologiques comme les activités antiallergique, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antivirale, antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (**Middleton et al., 2000 ; Ksouri et al., 2007**).

Ces actions sont attribuées à leur effet antioxydant qui est due à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, piégeage de l'oxygène, ou décomposition des peroxydes (**Nijveldt et al., 2001**).

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines : la phytothérapie et l'hygiène alimentaire (**Leong et Shui, 2002**).

D'après de multiples études attestant de l'impact positif de la consommation de polyphénols sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires. De plus, leur activité antioxydante assure une meilleure conservation des denrées alimentaires en empêchant la peroxydation lipidique. Dans l'industrie cosmétique, les composés phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes sur la santé et la beauté de la peau. En phytothérapie, même si certaines indications sont communes à plusieurs classes (les propriétés vasculoprotectrices, sont par exemple aussi bien attribuées aux flavonoïdes qu'aux anthocyanes, tanins et autres coumarines), chaque classe chimique semble être utilisée pour des bénéfices spécifiques (**Hennebelle et al., 2004**).

# Chapitre II

## **1. Feuilles**

### **1.1. Feuilles d'olivier (FO)**

Les feuilles d'olivier (*Olea europaea*) sont opposées, ovales allongées, portées par un court pétiole, coriaces, entières, enroulées sur les bords, d'un vert foncé luisant sur la face supérieure, et d'un vert clair argenté avec une nervure médiane saillante sur la face inférieure. Le feuillage est persistant (**Ghedira, 2008**).

La teneur en matières azotées totales des feuilles varie de 9 à 13%. La solubilité de l'azote est faible, elle se situe entre 8 et 14%, selon la proportion de bois. La teneur en matières grasses est supérieure à celle des fourrages et oscille autour de 5 à 7%, mais celle des constituants pariétaux et en particulier de la lignine est constamment élevée (18 à 20%) (**Civantos, 1983**).

La composé phénolique d'olivier est riche en triterpènes, flavonoïdes, sécoiridoides dont l'oleuropéoside et en phénols (**Gonzalez, 1992 ; Zarzuelo, 1991**).

Les phénols présents dans les feuilles d'olivier sont essentiellement l'hydroxytyrosol, tyrosol, catechin, acide caféique, acide vanillique, vanilline, rutine, lutéolin-7-glucoside, verbascoside, apigenin-7-glucoside, diosmetin-7-glucoside, oleuropéine, et lutéoléine (**Benavente, 2000**).

### **1.2. Feuilles d'échalotes (FE)**

Les feuilles d'échalote (*Allium cepa*) entourent le bourgeon, elles sont insérées en spirale sur le plateau, la moitié d'entre elles deviendront vertes et fistuleuses et leur disposition simulera une tige, les 3à4 feuilles centrales ont des bases épaisses par l'accumulation des réserves. Les feuilles de l'échalote sont dressées, entières, cylindriques tubuleuses gorgés d'eau glabres, plus minces à leur base ainsi qu'à leur extrémité pour celle qui ne porte pas d'inflorescences (**Fenwick et al., 1985; Mochizuki et al., 1996**).

Le tableau I apportent une information sur la composition moyenne ainsi que les quantités minimum et maximum\* pour 100 g net d'échalotes.



Tableau I : Composition chimique pour 100g net d'échalotes (**anonyme 1**).

Composants	Quantités	Min et Max
Eau	79.4 g	79.4 - 79.8 g
Protéines	1.84 g	1.4 - 2.5 g
Lipides	1.43 g	0.1 - 4.1 g
Acides gras saturés	0.23 g	0.017 - 0.6 g
Glucides	8.35 g	7.4 - 9.3 g
Sucre	3.63 g	3.02 - 4.1 g
Fibres	2.5 g	1.8 - 3.2 g

## 2. Grains

### 2.1. Grain de raisin (GR)

Le pépin de raisin (*Vitis vinifera*) fait partie des graines albuminées. Chaque pépin est composé d'un embryon entouré d'un albumen. L'ensemble des trois parties du tégument (interne, intermédiaire et externe) constitue la coqueligneuse du pépin, entourant l'albumen. Enfin, une fine cuticule constitue la dernière assise cellulaire du pépin. La couleur des pépins évolue du vert au marron au cours de leur développement (**Cadot et al., 2006**). Les modifications de couleur des pépins seraient dues à l'oxydation de composés phénoliques présents dans le tégument (**Cadot et al., 2006**).

La composition chimique globale des pépins matures est donnée dans le tableau II.

Tableau II : Composition biochimique des pépins de raisin en pourcentage de poids frais (**Cabanis et al., 1998**).

Composé	Pourcentage (%)
Eau	25 – 45
Composés Glucidiques	34 – 36
Lipides	8 – 13
Polyphénols (Tanins)	4 – 10
Composés Azotés	4 - 6,5
Minéraux	2-4

## 2.2. Grain de citrouille (GC)

Les graines de citrouille (*Cucucurbita pepo*) sont aplaties, de forme ovale, blanchâtre (Wichtl, 2003).

Ils sont visées par de nombreuses études pour leur richesse en composés phénoliques, caroténoïdes, phytostérols et aussi pour leurs différentes propriétés biologiques et Antioxydants (Caili *etal*, 2006).

Les graines contiennent de 35 à 55 % d'huile et de 30 à 40% de protéines, ainsi que les vitamines tel que : la vitamine E, la vitamine A, les vitamines de groupe B (B1, B2, B6), la vitamine C et la vitamine D (Deimel, 2007).

Elles contiennent aussi des phytostérols substances similaires au cholestérol ayant des propriétés semblables à celles des hormones ; des isoflavones et du caroténoïde (Lendenmann, 2013).

## 2.3. Noyau de datte (ND)

Noyaux de datte (*phoenix dactylifera*) est identifié comme un corps dur, de couleur marron foncé, à forme rectangulaire avec deux extrémités pointues, placé au centre du fruit .Son poids se situe entre 0.5 et 4g, sa longueur est de l'ordre de 12 à 20 mm, et sa largeur de 6 à 15 mm, il représente 10 à 20 % du poids total au fruit (Ahmed, 2014).

La composition chimique moyenne du noyau de datte de certaines variétés selon différents auteurs est rassemblée dans le **tableau III**.

**Tableau III** : Composition chimique du noyau de datte en pourcentage.

Constituant	Teneur	Références
Eau	7 à 19	Almana <i>etal</i> . (1994)
Matière protéique (MS)	2,29	Farsi <i>etal</i> .(2007)
Matière grasse	13,2	Djouab(2007)
Sucres	4,4 à 4,6	Lecheb (2007)
Fibres	70	Almana <i>et al</i> . (1994)
silicium	28	Lecheb (2007)
Polyphénols (MS)	0,0215 à 0,0526	Besbes (2004)

### 3. Pelures

#### 3.1. Pelure de courge(PC)

La pelure de courge (*Cucurbita pepo*) est parfois lisse ou faiblement brodée, de couleur verte foncée, jaune saumoné ou orange, moyennement épaisse. Les fruits ont des formes très variables selon les variétés, certains sont arrondis ou ovoïdes, d'autres sont aplatis. Ils sont généralement volumineux à nombreuses graines (**Deimel, 2007**)

Le fruit est composé de protéines, fibres, lipides, caroténoïdes tel que  $\beta$ -carotène, alcools (cucurbitol, polyalcool), acides carboniques, acides aminés (citrulline et cucurbitine), chlorophylle, glucides et minéraux (phosphore, calcium, magnésium, fer, cuivre et sélénium) (**Wichtl, 2003**).

#### 3.2. Pelure de tomate (PT)

Les pelures de tomate (*Solanum lycopersicum L*) sont essentiellement constituées de cellules à parois lignifiées (15 à 35% de lignine). Elles sont recouvertes d'une cuticule constituée de produit d'excrétions lipidiques désignées globalement sous le terme de cires ou de cutine (**Jarrige, 1981**).

Les composants principaux de la paroi sont les glycoprotéines et des lignines avec des quantités variables (**Colonna et al., 1995**).

La paroi est constituée de 95% d'eau et 5% de matière sèche comprenant 50% de sucres (fructose et glucose), 25% d'acides organiques (acides citrique et malique), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés, caroténoïdes et autres métabolites secondaires (**Lecerf, 2006**).

Parmi les phytoconstituants, on y trouve des polyphénols (acides ferulique, chlorogénique, et caféique), des flavonoïdes (la quercétine, le kaempferol, la rutine, et la naringénine) et des caroténoïdes en particulier le lycopène (**Abbott, 2004**).

#### 3.3. Pelure d'orange (EO)

La peau d'orange (*Citrus sinensis L*) est épaisse et brillante, appelée également péricarpe est composée d'un épicarpe qui correspond au flavedo ce dernier représente la partie externe colorée (rouge, jaune, orange...), contenant les glandes à huiles essentielles et l'albedo quant-à-lui représente la partie interne de la peau composée de tissus spongieux de couleur

blanchâtre. (Goldschmidt, 1996 ; Ladanyia, 2008). Les principaux composés de l'orange sont résumés dans le **Tableau IV**.

**Tableau IV:** Principaux composés d'orange (Blokhina, 2003).

Constituants	Teneurs
Glucides	8.5 à 12% dans le fruit à maturité, représenté par le Saccharose (40%).
Vitamines	Vitamine C (40 à 80 mg pour 100g). Vitamines du groupe B (B1 et B9, en particulier). Vitamine A (0.05 à 0.2 mg pour 100g). Vitamine E (0.24 mg pour 100g).
Oligo-éléments	Fer, cuivre, zinc, manganèse, Nickel, Iode. Trace de Bore et Sélénium.
Fibres	2.4 % en moyenne riche en pectine (environ 50%).

### 3.4. Pelure de citron (ECt)

La peau du citron (*Citrus limon*) est appelée écorce ou zeste. Elle est brillante et d'une couleur variant du vert au jaune vif selon la maturité du fruit, le zeste se développe à partir des parois externes et moyenne des carpelles floraux (Mouhamed, 2006).

Selon Teuscher (2005), la pelure de citron est constituée des Huiles essentielles (0,2 à 0,6% sèche, 1,2 à 1,5% fraîche), Flavonoïdes : hespéridine, diosmine et ériocitrine, caroténoïdes, coumarines et pectines.

### 3.5. Pelure de pomme (PP)

La peau de pomme (*Malus sylvestris*) est verte, rouge, bicolore ou tachetée : une véritable farandole de couleurs ; sa chair est croquante ou farineuse, douce ou acidulée, elle présente 3 à 4% de la composition physique moyenne de la pomme (Espirad, 2002). La composition chimique de la peau de pomme est représentée dans le tableau V.

**Tableau V** : Composés phénoliques de la peau de différentes variétés de pommes  
(Escarpaetal., 1998).

Composé	Contenu (mg.kg-MF)
Acide chlorogénique	17 – 37
(+)-Catéchine	66 – 164
(-)-Epicatechine	82 – 168
Rutine	136 – 237
Phloridzine	31 – 71
Procyanidine B1*	32 – 53
Procyanidine B2*	69 – 166
Procyanidine B3*	25 – 66

\*quantifiée en équivalente de catéchine.

### 3.6. pelure de pomme de terre (EPT)

La couleur de la peau de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) varie de la jaune pale au violet en passant par le rose. La racine est plus ou moins grosse (Renaud, 2003).

La composition chimique des épluchures de pomme de terre est présentée dans le tableau VI (Arapoglou *et al.*, 2009).

**Tableau VI**: Composition chimique des pelures de pomme de terre  
(Arapoglou *et al.*, 2009).

Composition	Concentration (%)
Humidité	85,1
Protéines	2,3
Lipides	0,1
Glucides	12,4
Amidon	7,8
Fibres	2,5

### 3.7. Pelure de courgette (PCg)

La pelure de courgette (*Cucurbita pepo*) est lisse, plus ou moins brillante, tendre, de couleur vert clair, vert moyen, vert foncé ou très foncé et parfois jaune doré, diversement

strié de macules claires, recèle une tendre blanche rondeur selon les variétés (**Chaux et Foury, 1994**). La composition chimique de la courgette est présentée dans le Tableau VII.

**Tableau VII:** Composition chimique de la courgette.

Composants (g)	Favier <i>et al.</i> (1995)	Souci <i>et al.</i> (1994).
Eau	94	92,2
Protéines	1,8	1,6
Glucides disponibles	2	2,05
Fibres	1	-
Lipides	0.2	1.08
Minéraux (mg)		
• Na	3	3
• Mg	18	-
• P	31	23
• K	230	152
Vitamines (mg)		
• C	20	17,07
• B6	0,11	119(µg)

### 3.8. Pelure de carotte (Pct)

La pelure de carotte (*Daucus carota L*) est une zone très mince à l'extérieur, véritable épiderme de la racine, appelée « périderme » (**Villeneuve et Leteinturier, 1999**). Sa couleur peut être orangée, blanche, jaune, rouge ou pourpre (**Renaud, 2003**).

La composition chimique de la pelure de carotte est proche de celle de la chaire, Les composés phénoliques diminuent dans l'ordre suivant : pelures, phloème, xylème. De même pour l'activité antioxydante et le pouvoir réducteur (**Zhang *et al.*, 2004**).

Selon **Kahkonen *et al.* (1999)**, les pelures de carottes et de la chaire contiennent respectivement 6,6 et 0,6 mg E.A.G. /g poids sec.

### 3.9. Pelure de betterave (PB)

La betterave potagère (*Beta vulgaris*) souvent appelée betterave rouge du fait de sa couleur très reconnaissable rouge bordeaux, sa racine est principalement une forme sphérique, même si certaines variétés ont une forme plus allongé (**Doré et Varoquaux, 2006**).

La fraction colorée des pelures est constituée de bétacyanines et betaxanthines, alors que la portion phénolique est constituée de I-tryptophane et acide ferulique (Kujala *et al.*, 2001).

La betterave contient aussi une quantité significative d'acides phénoliques : protoctechuique, vanillique, p-coumarique, et les acides syringiques. La teneur élevée en acide folique qui est de 15,8 mg/g de matière sèche est une autre caractéristique nutritionnelle des betteraves (Wang *et al.*, 1997).

La teneur en polyphénols diminue dans l'ordre suivant, les pelures (50%), couronne (37%) et la chaire (13%) (Kujala *et al.*, 2001).

### 3.10. Pelure d'aubergine (PAb)

La peau d'aubergine (*Solanum melongena*) est épaisse et dure, la couleur des fruits varie du violet clair au violet foncé (Swarup, 1995).

La composition chimique d'aubergine est présenté dan le **tableau IIX**.

**Tableau VIII:** composition chimiques de l'aubergine (Özcan *et al.*, 2005).

Elément	Teneur	Elément	Teneur (mg)
Teneur en humidité (%)	92.7	Calcium	18.0
Les glucides (%)	4.0	Magnésium	16.0
Protéine (g)	1.4	Phosphore	47.0
Lipide (g)	0.3	Fer	0.9
Fibre (g)	1.3	sodium	3.0
Vitamine A (I.U)	124.0	Cuivre	0.17
Vitamine E (mg)	12	Potassium	2.0
Acide oxalique (mg)	18	Soufre	44.0
B-carotène (µg)	0.74	Chlore	52.0

### 3.11. Pelure de Cacahuète (EpCtt)

La pelure de cacahuète (*Arachis hypogaea*) est la peau brune qui enveloppe le fruit, avec une texture fine (Spergel, 2001).

La forme de ce fruit peut être sphérique, elliptique ou plus ou moins allongée de 1 à 8 cm et large de 0,5 à 2 cm avec une partie souvent aplatie dans la zone de contact avec la graine voisine, la couleur de tégument séminal est blanche, rose, rouge ou violacée (Abdoul, 2003) .

La composition de la peau de cacahuète est présentée dans le tableau XI.

**Tableau IX :** Composition de la peau de cacahuète (**Knoden *et al.*, 2011**).

Constituants	Teneur (%)
Eau	5.66
Protéines	26
Graisses	47.5
Hydrates de carbone	18.6
Fibres	2.4
Cendres	2.3
Minéraux	1.15
Autres	0.5

### 3.12. Pelure d’amande (EpA)

Le fruit d’amandier (*Prunus du dulcis*) est une drupe ovoïde verte claire qui contient un noyau allongé à coque plus ou moins dure selon les variétés. La coque renferme 1 ou 2 graines. La graine est protégée par des téguments dont l’aspect change avec la variété (**Jacmon, 1985**). La composition de fruit d’amande est présentée dans le tableau X.

**Tableau X :** Composition chimique et valeurs moyennes pour 100 g d’amande fraîche (**Tionelli, 2013**).

Composants	Teneur
Eau	05 g
Glucides	19 g
Fibres	15 g
Protéides	19 g
Lipide	53 g
Vitamine E	27 mg
Magnésium	300 g
Fer	04 mg
Phosphore	500 mg
Potassium	800 mg
Calcium	270 mg



### 3.13. Ecorce de grenade (EG)

Ecorce de grenade (*punica granatum*) est dure appelée aussi Malicorium, de couleur blanc jaunâtre, ou jaune foncé marbré de rouge ou encore violet très foncé et d'un beau jaune à l'intérieur du fruit avec une saveur amère et astringente (Elodie, 2009).

Selon Elodie, (2009) l'écorce de grenade est composé de :

- Acides hydroxybenzoïques : l'acide gallique et l'acide ellagique ;
- Acides hydroxycinnamiques ;
- Dérivés de flavones : molécules de coloration jaune ;
- Anthocyanidines : responsables de la couleur rouge des grenades ;
- Nombreux ellagitanins : tels que la punicaline, la punicalagine, lacorilagine, la granatine A et lagranatine B, Ces tanins représentent jusqu'à 28% de la peau du fruit ;
- La pelletière pourrait aussi se trouver dans la peau de la grenade.

## 4. Effets bénéfiques

Les écorces et épiluchures des fruits et légumes sont comestibles. Mieux encore, elles regorgent des bénéfiques, souvent bien que la chair du fruits/légume lui-même

Le tableau suivant représente les bienfaits de quelques dérivés alimentaires.

**Tableau XI** : effet bénéfique de quelques dérivés alimentaires

Echantillons	Effet bénéfiques	Références
Grains de citrouilles	employer dans la médecine traditionnelle comme traitement contre des vers ténia.	Younis <i>et al.</i> (2000).
Pelures de carottes	Les antioxydants (carotène) contenus dans la pelure de la carotte en font un élément recommandé par les spécialistes dans la prévention de certains cancers, et dans la prévention des maladies cardiovasculaires, des vertus sur la vision nocturne.	Renaud (2003).
Peau de citron	renforcer les défenses immunitaires indispensables pour prévenir les maladies, et favorise la digestion, stimule la circulation apporte tonus et vitalité, reminéralise et lutte contre l'anémie.	Frédérique (2011)

- Suite de tableaux XI

<b>Pelure de courgette</b>	<b>intéressante pour les maladies cardiovasculaires par sa richesse en potassium, et présente une excellente digestibilité.</b>	<b>Erare (2002).</b>
<b>Feuilles d'échalotes</b>	Les études épidémiologiques, suggèrent fortement une réduction du risque de cancers, en particulier les cancers de la sphère digestive.	Bon (2016)
<b>Noyaux de datte</b>	Reconstituer les fonctions normales des foies empoisonnés et les protéger contre l'hypatotoxicité	Jassim et Naji (2007)
<b>Ecorce de grenade</b>	Des infusions à base d'écorce de grenade sont utilisées pour soigner les dysenteries (les tanins ont un effet astringent sur la muqueuse intestinale), possèdent des propriétés vermifuges et possibles de les transformer en additifs dans différents produits alimentaires ou pharmaceutiques.	khan (2010); Rosenblat (2006)
<b>Pelure de tomate</b>	Exploiter comme éléments nutritifs et pour obtenir des bios produits sur l'environnement.	Sandei et Leoni (2006)
<b>Pelure de pomme</b>	Sont riche en fibres qui sont à l'origine des effets bénéfiques le taux de cholestérol, HDL par rapport au LDL.	Aprifel (2008).
<b>Pelures d'oranges</b>	disposer de plusieurs applications thérapeutiques, protéger la santé contre différentes maladies à cause de sa richesse au diverses molécules antioxydantes dont l'acides ascorbique, les caroténoïdes et les polyphénols.	Kim <i>et al.</i> (2002).
<b>Pelures betterave</b>	A des effets favorables sur la fonction intestinale et permet de baisser le niveaux de cholestérol trop élevé.	Kujala <i>et al.</i> , (2001).
<b>Grain de raisin</b>	Riche phytonutriments, oméga 6 se montre utiles aussi bien au niveaux cosmétique.	Cabanis <i>et al.</i> , (1998).
<b>Pelures d'aubergine</b>	Elle aide à lutter contre la constipation et diminue le risque de cancer du colon.	Özcan <i>et al.</i> , (2005)



# *Partie expérimentale*

# *Matériel et méthodes*

## 1. Matériel végétal

Une gamme de 18 dérivés alimentaires (feuilles, écorces, pelures et grains) est utilisée dans cette étude. Les fruits et légumes sont achetés dans le marché de la wilaya de Bejaia.

### 1.1. Classification botanique des échantillons

La classification botanique de l'olive et de l'échalote est donnée dans le tableau XII, celles des fruits et légumes utilisés dans cette étude dans les tableaux XII et XIII, respectivement.

**Tableau XII** : Classification botanique de l'olivaie et l'échalote.

	Règne	Ordre	Famille	Genre	Espèce	Référence
<b>Olive</b>	Plantae	Scrophulariales	Oleaceae	Olea	<i>Europaea</i>	Cronquist (1981)
<b>Echalote</b>	Plantae	Liliales	Liliaceae	Allium	<i>Allium Cepa</i>	Anonyme6

**Tableau XIII** : Classification botanique de quelque fruitée.

	Règne	Ordre	Famille	Genre	Référence
<b>Citron</b>	Plantae	Térébenthales	Rutaceae	Citrus	Mouhamed (2006)
<b>Orange</b>	Plantae	Géraniales	Rutaceae	Citrus	Baches (2002)
<b>Grenade</b>	Plantae	Myrtale	Punicaceae	Punica	Mohamed Amine (2012)
<b>Pomme</b>	Plantae	Rosales.	Rosaceae	Malus	Banerjee Et Delanghe (1985)
<b>Arachide</b>	Plantae	Fabales	Fabaceae	Arachis	(Anonyme 4)
<b>Amande</b>	Plantae	Rosales	Rosaceae	Prunus	Kazimriezbrowicz, (1996)
<b>Raisin</b>	Plantae	Rhamnales	Vitaceae	Vitis	Huglin (19998)
<b>Datte</b>	Plantae	Arecales	Arecaceae	Phoenix	Abdelmajidrhouma(2005 )

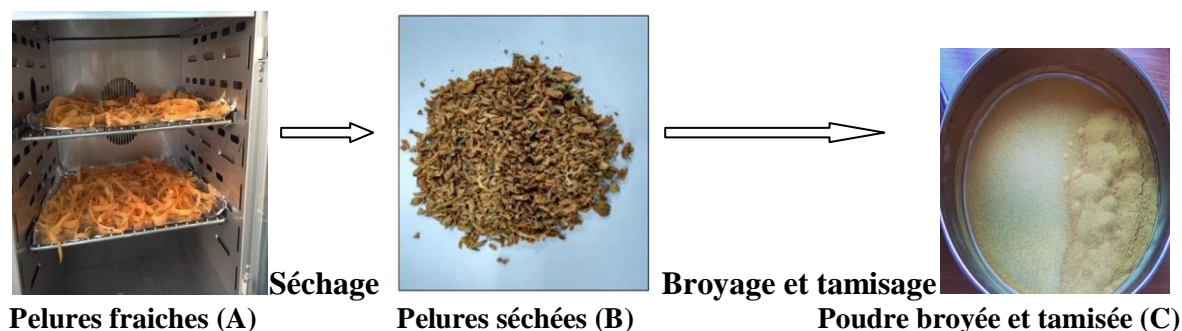
**Tableau XIV** : Classification botanique des quelque légumes.

	<b>Règne</b>	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Genre</b>	<b>Référence</b>
<b>Tomate</b>	Plantae	Solanales	Solanaceae	Solanum	Cronquist (1981)
<b>Citrouille</b>	Plantae	Cucurbitales	Cucurbitaceae	Cucurbita	Vanier (2007)
<b>Pomme de terre</b>	Phanérogames	Gamopétales	Solanacées	Solanum L	Bourget (1998)
<b>Courgette</b>	Plantae	Violales	Cucubitaceae	Cucurbita	Anonyme5
<b>Betterave</b>	Plantae	Caryophyllales	Chenopodiaceae	Beta	Annonyme2
<b>Aubergine</b>	Plantae	Solanales	Solanaceae	Solanum	René (2009)
<b>Carotte</b>	Plantae	Apiales	Apiaceae	Daucus	Annonyme3

## 1.2. Préparations des échantillons

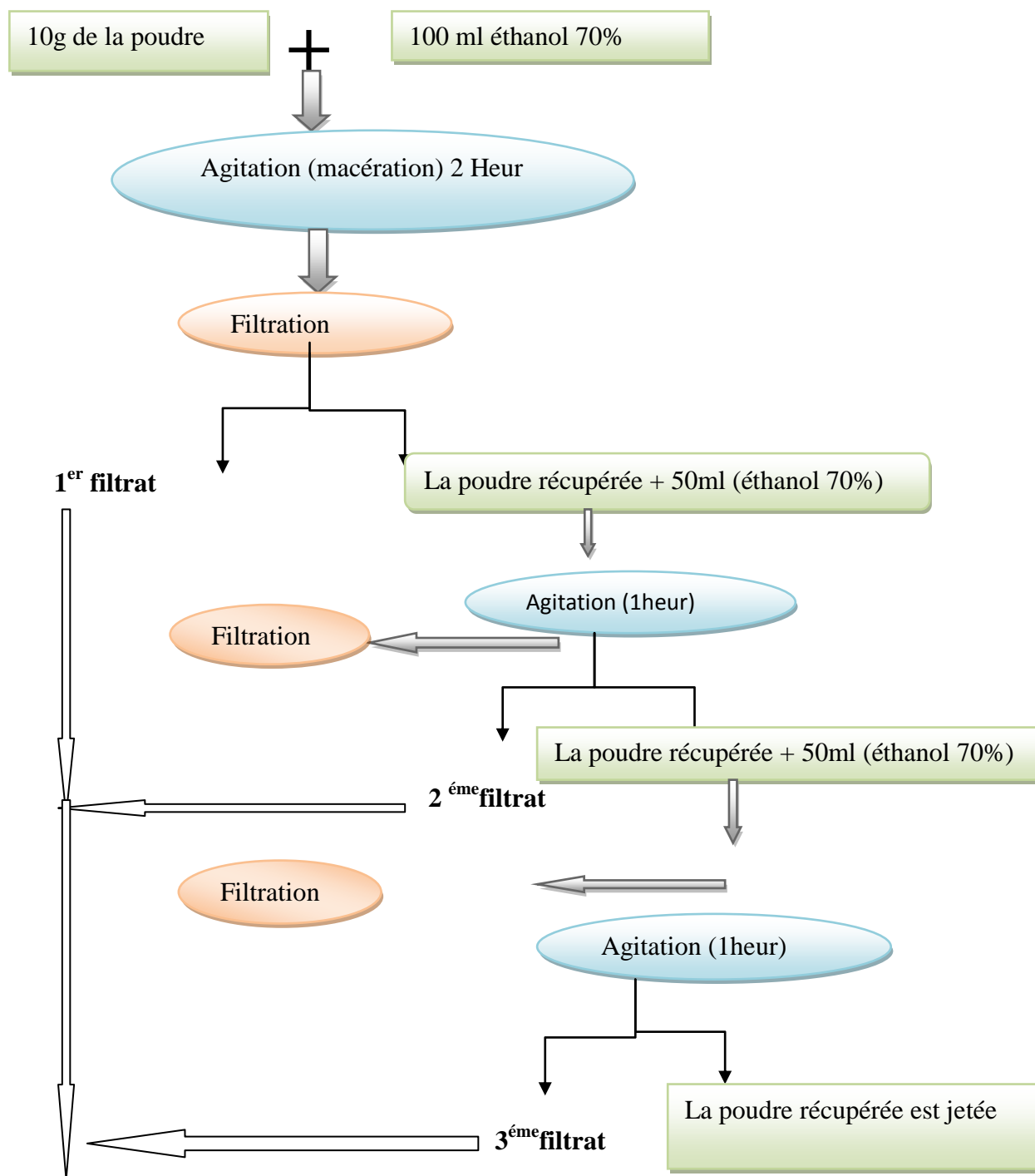
Après lavage de tous les fruits et légumes, afin de les débarrasser de la poussière et d'autres impuretés, certains échantillons sont pelés pour récupérer les pelures, d'autres sont décortiqués pour récupérer les grains. Les feuilles, les pelures et les grains sont aussi tôt séchées dans une étuve à 40°C pendant quelques jours (5 à 10 jours), jusqu'à obtenir d'une masse constante.

Une fois les échantillons séchés, ils subissent un broyage à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à obtention d'une poudre fine. Cette dernière est tamisée à l'aide d'un tamiseur électrique de marque (RETCHE), contenant des tamis de différentes granulométries, (500, 250µm). Les poudres ainsi obtenues sont conservées dans des récipients scellés et stockées à l'abri de la lumière (Figure 6).

**Figure 6** : Préparation des poudres de pelure.

## 2. Extraction des composés phénoliques

Pour extraire les polyphénols nous avons opté pour une macération par épuisement suivant le protocole décrit par **Romani *et al.* (2006)**, en y apportant quelques modifications :



**Figure 7** : Protocole d'extraction des composés phénoliques.



→ On mélange les trois filtrats, le solvant est évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif de marque (Heidolph), puis conservé dans des boîtes de pétrie bien fermées par un para film dans un congélateur à 4°C dans l'attente des analyses.

### 3. Dosage des composés phénoliques

#### 3.1. Dosage des composés phénoliques totaux (CPT)

La concentration en composés phénoliques totaux a été estimée par la méthode au Folin-Ciocalteu. Le réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>), il est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange bleu de tungstène et de molybdène. La coloration produite, est proportionnelle à la quantité de composé phénolique présents dans les extraits végétaux (Singleton et al., 1999).

#### → Mode opératoire

La détermination de la teneur en polyphénols totaux est réalisée selon le protocole décrit par Georgéet al. (2005), dans des tubes à essai, nous avons mélangé 500 µL d'extrait méthanolique, de chaque échantillon, avec 2,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 1/10). Après 2 min à l'obscurité, on a ajouté 2 ml de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) à (75g /L). Après 15 minutes d'incubation à 50°C, l'absorbance est mesurée à 760 nm contre un blanc où l'extrait est remplacé par le même volume du solvant utilisé. Une courbe d'étalonnage est réalisée avec l'acide gallique dans les mêmes conditions (annexe III).

#### 3.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre susceptible de donner en présence du chlorure d'aluminium un complexe jaunâtre par chélation de l'ion aluminium (Al<sup>3+</sup>), dont la concentration est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (Djeridane et al., 2006).

#### → Mode opératoire

La teneur en flavonoïdes totaux est déterminée par la méthode décrite par Quettier-Deleuet et al. (2000), 1ml de chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub> à 2%) est additionné à 1ml d'extrait. Après 15 min d'incubation à l'abri de la lumière et à la température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

## 4. Evaluation des activités antioxydantes

### 4.1. Mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH

La méthode est basée sur la capacité de l'extrait à réduire le radical DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) qui est de couleur violette en solution vers une couleur jaunâtre (après réduction), lorsque son électron célibataire est apparié avec un hydrogène provenant d'un antioxydant tel que représenté dans la figure 8 (Boskouetal., 2006).

L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la concentration d'antioxydants et au temps de la réaction (Safi et al., 2007).

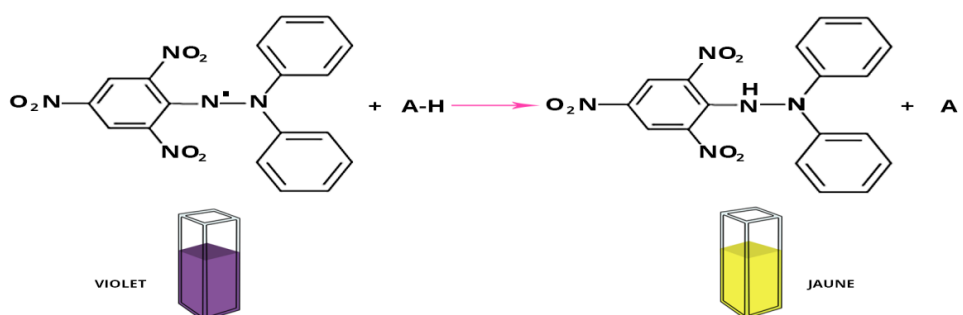


Figure 8 : Réaction d'un antioxydant (A-H) avec le radical DPPH (Kroyer, 2003).

#### ➔ Mode opératoire

Le protocole expérimental adopté pour ce test est celui décrit par **Martysiak-Zurowska et Wenta (2012)**. 2,9 ml de la solution méthanolique du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) à 10<sup>-4</sup>M sont ajoutés à 0,1 ml d'extrait méthanolique à différentes concentrations dans le but de déterminer les IC<sub>50</sub>. L'absorbance est mesurée à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité. Un control est préparé en mélangeant une quantité de la solution de DPPH avec du méthanol.

L'activité antiradicalaire est exprimée en % d'inhibition du DPPH selon la formule :

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

**AbsC** et **AbsE** sont les absorbances respectives du Control et de l'échantillon.

La IC50 exprimée en mg/ml, correspondant à la concentration de l'extrait qui inhibe 50% du radical DPPH, est obtenue graphiquement.

#### 4.2. Réduction de phosphomolybdate

Ce test est basé sur la réduction des molybdates en Molybdène en présence des antioxydants. Par conséquent, il y a formation de complexe phosphate avec une coloration verte détectable à une longueur d'onde de 695nm dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en antioxydants (Prieto et al., 1999).

##### → Mode opératoire

Le test est réalisé selon le protocole reporté par Prieto et al. (1999), 0,2 ml de l'extrait est additionné à 2ml de la solution de phosphomolybdate qui est un mélange de (3,26ml d'acide sulfurique, 0,33g du phosphate de sodium, 0,4655g de molybdate d'ammonium), après 90 min d'incubation à 95°C à l'abri de la lumière, l'absorbance est mesurée à 695nm.

- Le blanc est préparé de la même façon en remplaçant l'extrait par le solvant.
- la concentration efficace 50 (EC50) est déterminée graphiquement.

#### 5. Etude statistique

Chaque test est réalisé en trois essais et les résultats représentent la moyenne  $\pm$  écart type des trois mesures. Une étude statistique est réalisée pour la comparaison des résultats et la mise en évidence des différences significatives entre les échantillons, et ce, pour chaque paramètre en appliquant une analyse de la variance (ANOVA) suivie du test de LSD de Fisher à l'aide d'un logiciel STATISTICA 7.1. Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité  $p < 0,05$ .

# *Résultats et discussion*

## 1. Teneur en composés phénoliques

Les teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes peuvent être utilisées comme indicateurs importants de la capacité antioxydant et servir d'écran préliminaire pour tout produit destiné à constituer une source naturelle d'antioxydants dans les aliments fonctionnels (Viudaet *al.*, 2011).

### 1.1. Polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux (PPT) sont exprimées en milligramme d'équivalent acide gallique par 100 grammes de poudre sèche (mgEAG/100g PS) (Annexe III), les teneurs sont représentées dans le tableau suivante :

**Tableau XV** : Teneurs en polyphénols totaux des différents échantillons (mgEAG/100g PS).

Résultats statistiques	Echantillon	Moyenne± Ecart type
a	Ecorce de grenade (EG)	21873,16± 987,89
b	Noyaux de datte (ND)	3045,61±67,47
c	Feuille d'échalote (FE)	1505,72±56,37
c	Pelure d'aubergine (PAb)	1237,11±119,01
c	Graine de raisin (GR)	1341,16±219,27
d	Pelure de pomme (PP)	228,13±5,41
d	Feuille d'olivier (FO)	196,36±29,77
d	Ecorce de citron (ECt)	110,67±5,68
d	Grain de citrouille (GC)	88,83±7,74
d	Écorce d'orange(EO)	74,76±35,48
d	Pelure de courgette (PCg)	54,67± 26,73
d	Pelure de carotte (PCt)	46,05±2,14
d	Eplucheur d'amande (EpA)	43,52±1,5
d	Pelure de citrouille (PC)	34,48±12,49
d	Pelure de tomate (PT)	17,48±4,51
d	Eplucheur de cacahuète (EpCtt)	16,33±2,73
d	Pelure de betterave (PB)	7,07± 0,60
d	Epluchure de pomme de terre (EPT)	3,61±0,11

L'étude statistique montre qu'il n'y a aucunes différences significatives ( $P \leq 0,05$ ) entre FE, PAb et GR et entre PP, FO, ECt, GC,

L'EG se distingue des autres échantillons par la teneur la plus élevée en PPT  $21873,16 \pm 987,89$  mg E.A.G/100g qui est largement supérieure à celle des autres dérivées alimentaires étudiées, suivi de ND  $3045,61 \pm 67,47$  mg EAG /100g. Le reste des échantillons présentent des teneurs allant de  $1505,72 \pm 56,37$  mg E.A.G/100g à  $3,61 \pm 0,11$  mg E.A.G/100 g), avec la plus faible valeur enregistrée pour pelure PT.

L'écorce de grenade présente une teneur en polyphénols totaux supérieur à celle trouvée par **Elfallehet al. (2012)**, qui est de  $856 \pm 48,7$  mg EAG /100 g MS.

De nombreuses études ont été menées sur les pelures d'aubergines utilisant différents solvants d'extraction et les résultats ont révélé une variabilité des teneurs selon le solvant utilisé. Le tableau XVI représente les teneurs obtenu dans ces études.

**Tableau XVI** : teneur en polyphénols totaux des pelures d'aubergine selon plusieurs auteurs.

Solvant d'extraction	Contenu phénolique total (mgEAG / 100g MS)	Référence
Méthanol	49.02	<b>Nishaet al.(2009)</b>
Ethanol acidifié (99%)	188.73	<b>Todaroet al. (2009)</b>
Éthanol (70%)	55.19	<b>Junget al.(2011)</b>
Éthanol (70%)	13.53	<b>Boulekbacheet al. (2013)</b>
Éthanol (50%)	7.16	<b>Chatterjeeet al. (2013)</b>
Ethanol (70%)	110.67	<b>Résultats de notre étude</b>

Une étude réalisée par **Gghasemiet al. (2009)**, sur l'écorce de 13 Variétés de citron, ont exhibé des valeurs qui varient entre 104.2 et 172.1 mg EGA/g MS, qui sont très proche de notre résultat ( $110.67 \pm 5.68$  mg EGA/100g)

Notre échantillon d'EOg une teneur en PPT  $74.76 \pm 35.48$  mg EGA/100g Inférieure aux teneurs trouvées par **Kamran et al. (2009)** qui et de 13220 à 22320 mg EAG/100g MS.

La PCt présente une teneur en polyphénols totaux ( $662.58 \pm 2.14$  mg EGA/100g MF) proche à celle trouvée par **Kahkonen et al. (1999)**, qui est de (660 mg E.A.G/100g MF). En outre, une étude menée par **Zhang et Hamauzu (2004)**, sur deux variétés de carottes, montre une variation des teneurs en polyphénols allant de 62 à 78,3 mg E.A.G/ 100g de MF. D'après (**Vinson et al., 1998**), la teneur en polyphénols est de 46,4 mg E. Catéchine/100g MF qui est inférieure à notre résultat.

D'après une étude menée par **Turkmen et al. (2005)**, la teneur en polyphénols totaux de la courge est de  $833 \pm 37,79$  mg EAG/100g MS, Ces valeurs sont supérieures aux résultats obtenus dans cette présente étude sur l'extrait de PC  $34.48 \pm 12.49$  mg EGA/100g.

**Kahkonen et al. (1999) et Kujala et al. (2001)**, ont enregistré des teneurs en polyphénols d'extrait de pelures de betterave qui sont 4,3 mg E.A.G/g MS ; 430 mg E.A.G/100g et  $24,1 \pm 0,3$  mg E.A.G/g MS ; 2410 mg E.A.G/100g M.S, respectivement qui sont supérieures à celle trouvée dans notre étude sur l'extrait de PB ( $7.07 \pm 0.60$  mEAG/100g).

Dans cette étude, les pelures de pomme de terre présentent une teneur très faible ( $3.61 \pm 0.11$  mg EAG/100g) Comparée à celle de **Mohagheghi et al. (2012)**, estimée à  $280,32 \pm 5,21$  µg E.A.G/g M.S (28,032 mg/100g de M.S).

Selon **Li et al. (2006)**, les pelures contiennent habituellement des quantités plus importantes en composés phénoliques que la chaire.

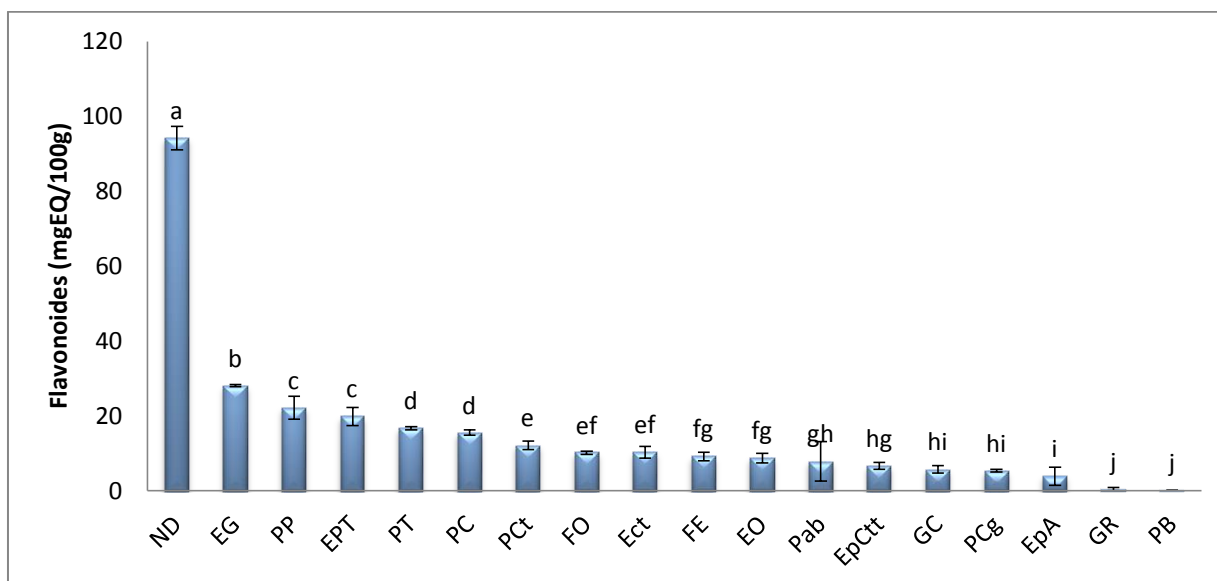
Les différences observées entre les résultats obtenus dans notre étude et ceux des autres travaux peuvent être expliqués par les conditions de culture, la saison, le degré de maturation des échantillons et les conditions de l'environnement (**Li et al., 2006**).

Ces différences peuvent également être expliquées par l'effet variétal, et la manière dont les résultats sont exprimés (**Zhang et Hamauzu, 2004**).

En outre, la méthode et le solvant d'extraction peut également affecter les teneurs des différents composés (**Rodriguez et al., 1994**). Plusieurs études ont démontré que le méthanol assisté par ultrasons donne les teneurs les plus élevées en PPT. (**Rodriguez et al., 1994**) ; **Mohagheghi et al., 2012**). Etant toxique, ce solvant n'a pas été utilisé dans notre étude.

## 1.2. Les flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes (TF) de nos extraits est exprimée en mg EQ/100g PS en se référant à la courbe d'étalonnage figurant en(Annexe III).



**Figure 9:** Teneurs en flavonoïdes des différents échantillons

- Les barres verticales représentent l'écart-type ;
- Les valeurs représentent la moyenne de trois mesures  $\pm$  écart-type ;
- Les valeurs désignées par les lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ).

L'analyse statistique révèle qu'il y a une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les teneurs en flavonoïdes des extraits étudiés. Néanmoins, aucune différence significative ( $P < 0,05$ ) n'est notée entre PP et EPT, PTT et PC, entre FO, Ect, FE, et EO. Il n'a pas de différence également entre PAb, EpCtt, GC et PCg et entre GR et PB.

La teneur la plus élevée au flavonoïde est attribuée au ND ( $94.21 \pm 3.18$  mg E.Q/100g) suivi par l'extrait de EG ( $28.14 \pm 0.30$  mg E.Q/100g).

Les teneurs les plus faibles en flavonoïdes sont de ( $0,46 \pm 0,39$  mgEQ/100g PS et  $0,24 \pm 0,002$  mg EQ/100PS) enregistrées pour GR et PB, respectivement.

La teneur en flavonoïdes dans l'extrait d'EG ( $732 \pm 32$  mg mgEQ/100g) est proche de celle obtenue par **Elfalleh et al. (2012)**, qui est de  $625 \pm 4,19$  mgEQ /100g MS, mais inférieure à celle trouvée par **Sultana et al. (2008)**, qui est de  $4890$  mgEQ/100gMS.



Selon **Sultana et al. (2008)**, la teneur en flavonoïdes des pelures de pomme est (221mgEQ/100g MS) qui est l'largement supérieur a celle trouvé dans notre présent étude.

**Lewis et al. (1997)**, ont trouvé dans leur étude portée sur la détermination des flavonoïdes de différentes variétés de pomme de terre, des teneurs allant de 110µg à 1094 µg/ mg M.S (11 à 109,4 mg/100g de M.S) qui sont similaire a notre résultat ( $19.92 \pm 2.43$  mg EQ/100gMS).

Les teneurs enregistrées pour les PT ( $16.61 \pm 0.40$  mgEQ/100g) sont supérieurs à celle trouvées par **Toor et Savage (2005)**, qui sont égale à 9.8 mg EQ/100g MS. Et celles rapportées par **Sheila et al. (2017)**, qui varies de (5,39 à 27,83µg E.Q/g) d'extrait sec (0,539 à 2,783 mg E.Q/ 100g d'extrait sec), selon la variété étudiée.

D'après **Chun et al. (2005)**, la teneur en flavonoïdes de deux courges est égale à  $0,84 \pm 0,07$ mg EC/ 100g et  $0,42 \pm 0,05$ mg EC /100g, qui sont inferieur aux teneurs enregistrées dans ce travail sur PC ( $15.6 \pm 0.61$  mgEQ/100g), Ceci pourrait être lié au fait que les pelures contiennent habituellement des quantités plus importantes en composés phénoliques que la chaire.

Les teneurs d'EO ( $8.78 \pm 1.31$  mgEQ/100g) de notre présente étude sont largement inférieur a celle rapporté par **Oboh et Ademosun (2012)**, pour l'EO et pamplemousse (130 à 93 mg/100g).

**Boulekbacheetal. (2013)**, ont signalé que les teneurs des pelures d'aubergine séchées varies de  $18,52 \pm 0,07$  à  $16,26 \pm 0,26$  mg QE / 100 g) qui sont supérieur a notre résultat  $7.87 \pm 5.25$  mgEQ/100g.

L'extrait de betterave a donné une teneur  $0.24 \pm 0.002$  mg mgEQ/100g proche de celle rapportée par **Rosecleret al. (2009)**, variant de  $1,83 \pm 0,33$  à  $3 \pm 0,25$  mg E. rutine/g M.F, selon la variété utilisée.

La différence entre nos résultats et ceux de la littérature est probablement dû aux variétés analysées, stade de maturité, origine géographique et méthode et solvant d'extraction, la différence dans l'expression des résultats par rapport aux standards utilisés (quercitrine ou rutine)

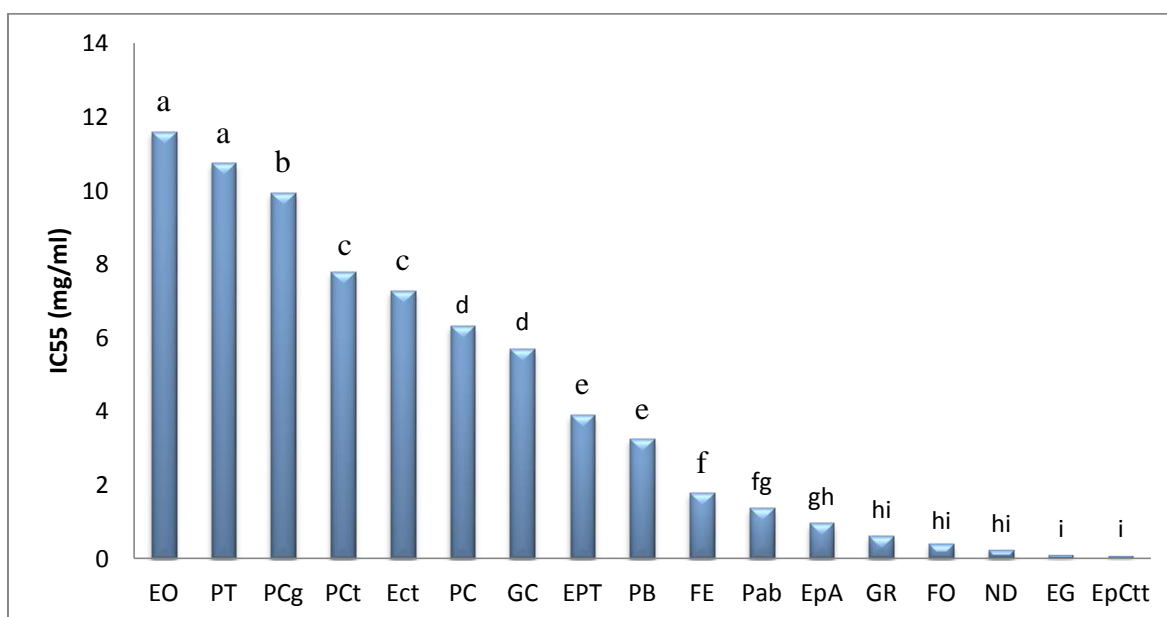
## 2. L'activité antioxydant

L'activité antioxydant des extraits phénoliques des dérivés alimentaires est déterminée en utilisant deux méthodes basées sur différents mécanismes. L'une est l'essai de piégeage du radical DPPH, la plus utilisée pour étudier les polyphénols des plantes, et l'autre, est le teste de molybdate phosphate qui est basé sur la réduction des molybdates en Molybdène à pH acide.

### 2.1. Activité anti radicalaire sur le DPPH

Le test DPPH mesure la capacité de l'extrait à donner un atome d'hydrogène au radical DPPH, ce qui entraîne le blanchiment de la solution de DPPH. Plus l'action blanchissante est importante, plus l'activité antioxydante est élevée, ce qui se traduit par une IC50 plus faible (**Dastmalchietal., 2008**).

L'activité antiradicalaire des extraits phénoliques des différents échantillons est exprimée en IC50, déterminées graphiquement à partir des courbes réalisées du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations d'extrait (**Annexe III**). Le % d'inhibition DPPH dépend de la concentration de l'extrait, il augmente avec l'augmentation de l'extrait. Les valeurs d'IC50 correspondent aux concentrations des extraits phénoliques nécessaires pour réduire le DPPH en solution de 50%. Les valeurs d'IC50 des différents extraits sont données dans l'histogramme de la figure 10.



**Figure 10** : activité antiradicalaire exprimé en IC50.

- Les barre verticales représentent l'écart-type ;
- Les valeurs représentent la moyenne de trois mesures  $\pm$  écart-type ;

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

L'analyse statistique montre qu'il y a des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre les valeurs d'IC50 des différents extraits étudiés. Néanmoins, une différence significative est notée à ( $P < 0,05$ ) entre EpCtt et EG et entre ND, FO et GR ni entre PB et PT, GC et PC, ECt et PCt ni encore entre EPT et EO.

D'après les résultats, l'activité la plus importante est attribuée à l'extrait de EpCtt ( $0,06 \pm 0,01$  mg/ml) et d'EG ( $0,08 \pm 0,02$  mg/ml). Suivie de l'extrait de ND, FO, GR, EpA, PAb et celui des FE qui sont largement supérieur aux valeurs d'IC50 des reste d'échantillons. Enfin PCg ( $9,94 \pm 0,37$  mg/ml), EPT ( $10,74 \pm 0,86$  mg/ml) et EO ( $11,59 \pm 1,38$  mg/ml), présentent les IC50 les plus élevés et donc l'activité anti-radicalaire la plus faible.

**Jung et al. (2011)**, rapportent que l'extrait de pelure d'aubergine possède une IC50 de ( $0,98 \pm 0,33$  mg/mL) qui est proche de notre résultats ( $1,36 \pm 0,12$  mg/ml).

La valeur d'IC50 de l'extrait de pelure de betterave notée dans cette étude est  $3.24 \pm 0.15$  mg/ml elle est supérieure à celle rapportée par **Rosecler (2009)**, dans son étude estimée à  $121 \mu\text{g/ml}$  ( $0,121$  mg/ml) cela veut dire que ce dernier possède une activité plus importante.

D'après **Turkmenet al. (2005)**, l'activité antiradicalaire (DPPH) développée par les antioxydants présents dans les pelures de courge est égal à ( $15,8 \pm 1,68$  mg/ml) ce résultat est supérieur a celui de notre échantillon.

L'étude menée par **Shyamala et Jamuna (2010)**, sur les résidus de pulpe de carotte l'extrait méthanolique présente une valeur IC50 estimée à  $22,17$  mg/ml d'extrait, ce qui représente une faible activité par rapport aux pelures de notre échantillon PCt ( $7.79 \pm 0.05$  mg/ml) qui peut être lié au fait que les pelures contiennent plus de composés phénoliques que la chaire.

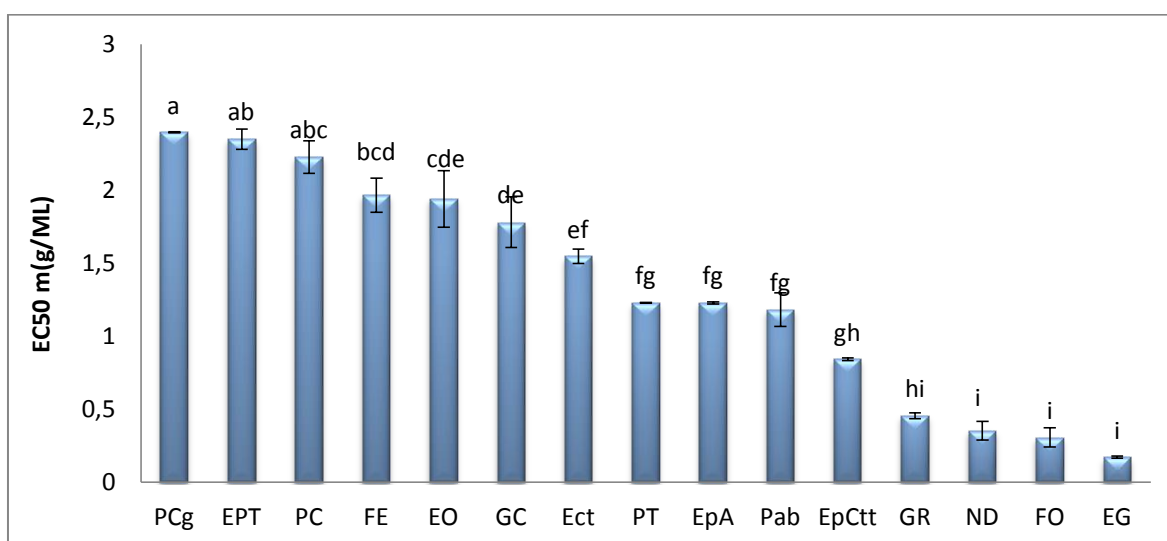
Les différences entre les résultats de notre étude et ceux rapporté par la littérature sont probablement liés à l'utilisation de différentes méthode et solvant d'extraction, et de la variété étudiée, la nature des sous-produits et les différents états du fruit (frais ou sèche) (**Zhang et Hamauzu, 2004**).

## 2.2. Réduction de phosphmolybdate

La capacité antioxydante totale évalue à la fois les antioxydants solubles dans l'eau et les liposolubles, les valeurs d'absorption élevées indiquent une activité antioxydante élevée (Jayprakasha et Patil, 2008).

Les valeurs des concentrations efficaces (EC50) des différents extraits sont données dans l'histogramme de la figure 11.

L'analyse statistique montre qu'il y a des différences significatives ( $P < 0,05$ ) entre les valeurs d'EC50 des différents extraits des échantillons. Sauf pour EG, FO, ND et GR. EpCtt, Pab, EpA et pelure PT ainsi que entre Pc, PT et Pgc.



**Figure 11** : réduction de phosphmolybdate exprimé en EC50.

- Les barres verticales représentent l'écart-type ;
- Les valeurs représentent la moyenne de trois mesures  $\pm$  écart-type ;
- Les valeurs désignées par les lettres différentes présentent des différences significatives ( $P \leq 0,05$ ).

L'activité antioxydante totale la plus importante est observée pour l'extrait d'EG ( $0,17 \pm 0,006$  mg/ml), suivi de celle des FO, ND et GR qui sont bien meilleurs que les autres extraits. Et enfin PC, EPT, et PCg enregistrent les valeurs les plus faibles d'EC50 de ( $2,22 \pm 0,11$  mg/ml ;  $2,35 \pm 0,07$  mg/ml et  $2,39 \pm 0,04$  mg/ml), respectivement.

Une comparaison entre les résultats obtenus dans cette présente étude, s'avère délicate, cela est dû à la nature des sous-produits, conditions de culture, la saison, le degré de maturation des échantillons et les conditions de l'environnement, (Li *et al.*, 2006).

→ Le tableau suivant présente Les résultats finals des dosages des extraits étudiés :

**Tableau XVII** : les résultats finals des dosages des extraits étudiés.

échantillon	flavonoïdes	PTT	DPPH	molybdate
ND	94,212	3045,61	0,22	0,35
EG	28,14	21873,16	0,08	0,17
PP	22,19	228,13	–	–
EPT	19,92	3,61	3,9	2,35
PT	16,71	17,48	10,74	1,22
PC	15,6	34,48	6,32	2,22
PCt	12,15	46,05	7,79	–
FO	10,2	196,36	0,4	0,3
Ect	10,3	110,67	7,27	1,54
FE	9,23	1505,72	1,77	1,96
EO	8,78	196,36	11,57	1,94
Pab	7,87	1237,11	1,36	1,18
EpCtt	6,69	16,33	0,06	0,84
GC	5,73	88,83	5,7	1,78
PCg	5,4	54,67	9,94	2,39
EpA	3,9	43,52	0,95	1,22
GR	0,46	1341,16	0,6	0,45
PB	0,242	7,07	3,24	-

# ***Conclusion***

# Conclusion

---

## Conclusion et perspectives

Notre étude a été consacrée au dosage de quelques composés phénoliques dont les polyphénols totaux, les flavonoïdes, afin d'étudier les activités antioxydantes des extraits des sous produits végétales.

Les résultats du dosage des composés phénoliques ont révélé que les teneurs les plus élevées en PPT sont obtenues par l'extrait d'EG ( $21873,16 \pm 987,89$  mg E.A.G/100g MS) et la teneur la plus faible est enregistré pour l'extrait de PT ( $3,61 \pm 0,11$  mg E.A.G/100 g), par contre, la teneur la plus élevée en Flavonoïdes est attribuée a l'extrait de ND ( $94.21 \pm 3.18$  mg E.Q/100g).et PB est la plus faible teneur ( $0,24 \pm 0,002$ mg EQ/100PS).

Pour l'activité antioxydant, l'extrait de EpCtt montre un pouvoir antiradicalaire plus élevé parmi les extraits étudiés avec une  $IC_{50} = 0.06 \pm 0.001$  mg/ml, et pour l'activité antioxydante totale (phospho molybdate) la plus importante est observée pour l'extrait d'EG avec une  $EC_{50}$  de ( $0,17 \pm 0,006$ mg /ml).

Les activités antioxydants exercées par les extraits des dérivées alimentaires peuvent êtres expliquées par la richesse de ces derniers en molécules antioxydantes comme les polyphénols qui peut être bénéfique pour la conservation des aliments, des produits pharmaceutiques et cosmétiques, où les réactions en chaîne induites par les radicaux libres entraînent une oxydation des lipides et une détérioration subséquente des produits.

Pour compléter notre étude il serait intéressant d'envisager d'autres aspects à savoir :

- Quantifier et identifier les Composés phénoliques par des méthodes précises: HPLC GCMS ;
- Purifier les extraits ;
- Etaler l'étude sur d'autres sous-produits (résidus de la pulpe, pépin...)
- Evaluer l'activité antimicrobienne, anti-inflammatoire ;
- Utiliser une autre méthode d'extraction assisté par ultrasons.

*Références  
bibliographiques*



(A)

- **Abbott J (2004)**. Textural quality assessment for fresh fruits and vegetables. Quality of Fresh and Processed Foods, vol. 542 : 265 -279.
- **Abdelmajid R (1994)** .le palmier dattier en tunisie,l . Le patrimoine génétique,éd . Arabesques,INRA Tunisie,GRIDAO France,PNUD/FAO,Tunis.
- **Ahmed G,et Oumelkheir S (2014)**. boissons de noyaux de date torréfiés : caractérisation physicochimiques et organoleptique d'une boisson à base de noyaux de date torréfiés ;universitaires européennes ,Edition GmbH & CO KG . PP 15-16.
- **Farsi M, Alasalvar C, Al-Abid C, Al-Shoaily K, Mansorah Al-Amry ,et Al-Rawahy F (2007)**. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and there by-products. Food Chemistry, vol. 104, pp.943–947.
- **Almana H ,et Mahmoud R (1994)**. Palme date seeds as an alternative source of dietary fibre in saudi bread. Ecology of food and nutrition, vol. 32, pp. 261-270.
- **Al-Qarawi A ,Abdel-Rahman H , Ali B , Mousa H , et Mougy S (2005)**. The ameliorative effect of dates (Phoenix dactylifera L.) on ethanol-induced gastriculcer in rats. Journal of Ethnopharmacology, vol.98, pp. 313- 317.and Food Chemistry. **57(14):** 6425-6431.
- **Anonyme 1** <https://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruits-legumes/fruits-a-pepins/echalotes> /comment-ca-pousse.
- **Anonyme 2:**<http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-21674-synthese>. consulté le16/06/2018.
- **Anonyme 3:**<http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-9513-synthese>. Consulté le16/06/2018.
- **Anonyme 4** <https://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruits-legumes/fruits-a-pepins/Arachides/comment-ca-pousse>.
- **Anonyme 5** <https://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruits-legumes/fruits-a-courges/courgette/comment-ca-pousse>.
- **Aprifel (2008)**. Agence pour la Recherche et l'Information en Fruits et Légumes [WWW.Aprifel.com](http://WWW.Aprifel.com).
- **Arapoglou D, Vlyssides A, Haidemenaki K, Malli V, Marchant R, Israilides C, et Road C (2009)**. Alternative ways for potato industries waste utilisation. In: Proceedings of the 11th International Conference on Environmental Science and Technology, Chania, Crete, Greece, (3–5 September).
- **Arapoglou D, Vlyssides A, Haidemenaki K, Malli V, Marchant R, Israilides C, et Road C (2009)**. Alternative ways for potato industries waste utilisation. In:

Proceedings of the 11th International Conference on Environmental Science and Technology, Chania, Crete, Greece, (3–5 September).

**(B)**

- **Babbar N, Oberoi H, Sandhu S , et Bhargav H (2012)**. Influence of different solvents in extraction of phenolic compounds from vegetable residues and their evaluation as natural sources of antioxidants. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10):2568–2575.
- **Bahorun T (1997)**. Substances naturelles actives : La flore mauricienne, une source d’approvisionnement potentielle. *Food. Agric. Res. Council, Réduit, Mauritius*, 83-94.
- **Banerjee N ,et Langhe E (1985)**. A tissue culture technique for rapid clonal «propagation and storage under minimal growth conditions of Musa (banana and plantain). *Plant cell reports*, 4(6), 351-354.
- **Barboni T (2006)**. Contribution de méthodes de la chimie analytique à l’amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d’incendie. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l’université de Corse, p26.
- **Becker R (2005)** - Citrus Molasses a new food . *J. Dairy, Science*, 27, 4, P . 269-273, apr . 1944.
- **Besbes S, Christophe Br, Claude D, NeilaB, Georges L, Drira Net Hamadi A, et (2004)**. Date seed oil phenolic, tocopherol and Sterol profiles’. *Journal of Food Lipids*, vol. 11, pp. 251–265.
- **Blokhina O, Virolainen E, et Fagerstedt K (2003)**. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a review. *Annals of Botany* 91, 179-194.
- **Bon A (2016)**. Alliées et prévention des cancers. *Phytothérapie* 14, 159-164.
- **BONDI A (1942)** - Ensilage de la pulpe de citron . *Ers . J . Exp. Agrtic.,zo*, p. 89-92.
- **Boskou D (2006)**. Olive Oil Chemistry and Technology. II. American Oil Chemists’ Society. TP683.O45;664’.362--dc22.
- **Boulekbache L, Medouni (2013)**. "Effect of solvents extraction on caffeic acids as determined by UV spectrophotometry. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **54**: 78-86.
- **Bourget D (1998)**. Le grand livre des variétés de pommes de terre. AD Hoc. France: Sylvain Cousin. ISBN: 978-2951318502.
- **Bruneton J (1999)**. Phytochimie. Plantes médicinales. Pharmacognosie. 3eme édition, Paris,France. pp : 125165.
- **Bruneton J (2008)**. Acides phénols. In: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Ed: Tec & Doc. Lavoisier, Paris. pp 198-260.

(C)

- **Chun O, Kim D, Smith N, Schroeder D, Han J, et Lee C (2005).** Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *Journal of the science of Food and Agriculture*. 85:1715-1724.
- **Colonna P, Buleon A, Leloup V, Thibault J, Renard C, Lahaye M, et Viroben G (1995).** Constituants des céréales, des graines, des fruits et de leurs sous produits. INRA, Paris 83-123 pp.
- **Cowan M (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol Re*, 12(4): 564- 582.
- **Cronquist A (1981).** An antegrated system of classification of following plant. Calambia University . 1256p.
- **Croteau R, Kutchan T, et Lewis N (2000).** Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry and molecular biology of plants*, 24, 1250-1319.
- **Crozier A, Clifford M, et Ashihara H (2006).** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd.

(D)

- **Danglettere L (2007).** Apport des spectroscopies moléculaires à l'étude des mécanismes de fixation des ions métalliques polluants par les substances humiques. Complexation de Al(III), Pb(II) et Zn(II) par des systèmes modèles. Thèse de Doctorat. Lille. p. 316.
- **Dastmalchi K, Dorman H, Oinonen P, Darwis Y, Laakso I, et Hiltunen R (2008).** Chemical composition and in vitro antioxidative activity of a lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract. *LWT-Food science and Technology*, 41(3), 391-400.
- **Devshony S, Eteshola E, et Shani A (1992).** Characteristics and Some Potential applications of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds and Seed Oil. *J.A.O.C.S.*, vol. 69, N°6, pp.595-597.
- **Devshony S, Eteshola E, et Shani A (1992).** Characteristics and Some Potential applications of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds and Seed Oil. *J.A.O.C.S.*, vol. 69, N°6, pp.595-597.
- **Djeridane A, et Yousfi M (2006).** "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds." *Food Chemistry*. 97(4) : 654-660.
- **Djouab A (2007).** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Mémoire de magistère, Université M'hamed Bougara-Boumerdes.
- **Doré, et Varoquaux F (2006)** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, Éditions Quae, , 812 p. ([ISBN](#) 2-7380-1215-9), p. 115.
- **Doymaz I, Gorel O, et Akgun A (2004).** Drying characteristics of the solid by product of olive oil extraction. *Biosystems engineering*, 88: 213-219.

### (E)

- **Edenharder R ,et Grünhage D (2003)**. Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat. Res*, 540: 1–18.
- **Elfalleh W, Hannachi H , Tlili N , Yahia Y, Nasri N ,et Ferchichi A (2012)**. Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. Institut des Régions Arides de Médenine, Laboratoire d'Aréiculture et Cultures Oasiennes, 4119, Tunisia. Laboratoire de Biochimie, Département de Biologie, Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, 2092, Tunisia.
- **Elodie W (2009)**. Le grenadier (*Punicagranatum*): Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Faculté de pharmacie, université Henri Poincaré-Nancy1.
- **Escarpa A ,et González M (1998)** High-performance liquid chromatography with diode array detection for the determination of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. *Journal of Chromatography A.*, 823, (1-2), 331-337.
- **Espirade E (2002)** Introduction à la transformation industrielle des fruits Ed Tec a Doc .31— ERARD P.

### (F)

- **Farsi M , Alasalvar C , Al-Abid C, Al-Shoaily K , Mansorah Al-Amry ,et Al-Rawahy F (2007)**. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, vol. 104, pp.943–947.
- **Favier J, Ireland Ripet J, Toque C, et Feinberg M (1995)** « Répertoire général des aliments » Table de composition INRA, CNEVA, Ciquel Tec et Doc /Paris p 897.
- **Fenwick G, Hanley A, et Whitaker J (1985)**. The genus *Allium*—part 1. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 22, 199-271. Mochizuki, E., Yamamoto, T., Suzuki, S., Nakazawa, H., 1996. Electrophoretic identification of garlic and garlic products. *Journal of AOAC International* 79, 1466-1470.

### (G)

- **Georgé S, Brat P, Alter P, et Amiot M (2005)**. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5): 1370-1373.
- **Ghasemi K , Ghasemi Y, et Ebrahimzadeh M (2009)**. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 Citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 22 (3), 277-281.
- **Ghedira K (2008)** L'olivier, *Phytothérapie* , 6: 83–89.
- **Gonzalez M, Zarzuelo A, Gamez J, Utrilla M, Jimenez J, et Osuna (1992)** I., Hypoglycemic activity of olive leaf, *Planta Med*, 58 : 513–515.
- **Gordon M (1990)**. The mechanism of antioxidant in vitro. In: Hudson B J F (ed) *Food antioxidants*. Elsevier Applied Science, London.

- **Guignard J (2000).** Les composés aromatiques In : Biochimie végétal. Ed : Dunod. pp : 161-217.

**(H)**

- **Han X, Hong S, Hwang J, Lee M, Hwang B, et Ro J (2007).** Monoamine.
- **Haslam E (1996).** Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. J. Nat Pro, 59: 205 215.
- **Havsteen B (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol. Therapeut, 96: 67– 202.
- **He Z, Xia W, et Chen J (2008).** Isolation and structure elucidation of phénolics compounds in Chinese olive (*Cnarium album* L.) fruit. European Food Research and Technology. **226**:1191-1196.
- **Hennebelle T, Sahpaz S, et Bailleul F (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. Phytothérapie, 1: 3-6.
- **Huglin ,et schneider (1998),** biologie et écologie de la vigne. Ed .Lavoisier Tec et Doc, paris, 370p.

**(J)**

- **Jarrige R (1981).** Les constituants glucidiques des fourrages : Variation , digestibilité et dosage .INRA, Paris,47p.
- **Jassim S ,et Naji M (2007).** In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Pits on a Pseudomonas Phage. General Authority for Health Services for the Emirate of Abu Dhabi.
- **Jayaprakasha G, B Girenavar, et al (2008).** "Radical scavenging activities of Rio Red Grape fruits and Sour orange fruit extracts in different in vitro model systems." Bio resourceTechnology **99**(10): 4484-4494.
- **Jung, E, Bae (2011).** "Antioxidant activity of different parts of eggplant."

**(K)**

- **Kadri N, Khettal B, Yahiaoui-Zaidi R, Barragan-Montero V, et Montero J (2013).** Analysis of polar lipid fraction of *Pinus halepensis* Mill. seeds from North Algeria. Industrial crops and products, 51, 116-122.
- **Kahkonen M, Hopia A, Vuorela H, Rauha J, Pihlaja K, Kujala T, et Heinonen M (1999).** Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 3954-3962.
- **Kamran G, Youcef G, et Ebrahimzadeh M (2009).** Antioxydant activity, phenol and flavonoid contents of 13 Citrus species peels and tissues. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences 22 (3), 277-281.

- **Kazimriez B, et Daniel Z (1996)** «The genus *Amygdalus* L.(Rosaceae):species relationships ,distribution and evolution under domestication »,Genetic Resources and Crop Evolution, vol.43,1996,p.229-247.
- **Khan M, et Rosenblat (2006)**. Polyphénols d'Agumes (flavanones) : extraction de glycosides de la peau d'orange, synthèse de métabolites chez l'homme (glucuronides) et étude physicochimique de leur interaction avec le sérum albumine. Chimie des aliments, p8.
- **Knert P, Kumpulainen J, Jarvinen R, Rissanen H, Heliovaara M, Reunanen A, Hakulinen T, et Aromaa A (2002)**. Flavonoid intake and risk of chronic diseases.The American journal of Clinical Nutrition. **76**, 560-568.
- **Kroyer G (2003)**. Red clover extract as antioxidant active and functional food ingredient innovative. Food Sciences and Emerging Technologies, 5:101-105.
- **Kujala T, Loponen J, et Pihlaja K (2001)**. Betalains and phenolics in red beetroot (*Beta vulgaris*) peel extracts: extraction and characterisation. Zeitschrift für Naturforschung – C, 56: 343–348.

#### (L)

- **Ladanyia M (2008)**. Citrus fruit: biology, technology and evaluation. Academic press, 542 p.
- **Lecerf J (2006)**. Tomate, lycopène et prévention cardiovasculaire ; Article de synthèse *Phytothérapie* n°1 : HS34–HS39.
- **Lecheb F (2007)**. Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Université M'hamed Bougara-Boumerdes.
- **Lendenmann J (2013)**. La courge Un légume aux multiples vertus. Vista. 4-5.Caili F., Huan S.et Quanhong L. (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. Plant Foods for Human Nutrition. 61:73-80.
- **Leong, L, et Shui, G. (2002)**. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chem, 76: 69-75.
- **Lewis C, Walker J, Lancaster J, et Sutton K (1997)**. Determination of Anthocyanins, Flavonoids and Phenolic Acids in Coloured Potatoes. I : Cultivars of *Solanum tuberosum*L. Journal of Science Food Agriculture.77,45–57.
- **Li Y, Guo C, Yang J, Wei J, Xu J, et Cheng S (2006)**. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food chemistry, 96(2), 254-260.

#### (M)

- **Macheix J (1996)**. Les composés phénoliques des végétaux: quelles perspectives à la fin du XXème siècle?, Acta Botanica Gallica, 143:6, 473-479 DOI :0.1080/12538078.1996.10515344.

- **Martin S, et Andriantsitohaina R (2002).** Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphenols on the endothelium. *Annales de Cardiologie et d'Angiologie*. **51**: 304-315.
  - **Martysiak D, et Wentz W (2012).** A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Technologie Aliment*, **11**: 83-39.
  - **Middleton E, Kandaswami C, et Theoharides T (2000).** The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacol Rev*, **52**: 673-839.
  - **Mirdehghan S, et Rahemi M (2006).** Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*punicagranatum L.*) fruit. *Scientahorticulturae*. **111**: 120-127.
  - **Mirmiran P, Noori N, Zavareh M , et Azizi F (2009).** Fruit and vegetable consumption and risk factors for cardiovascular disease. *Metabolism.*, **58**, (4), 460-468.
  - **Mochizuki E, Yamamoto T, Suzuki S, et Nakazawa H (1996).** Electrophoretic identification of garlic and garlic products. *Journal of AOAC International* **79**, 1466-1470.
  - **Mohagheghi A, Poorazarang H, Hematyar N, et Elhamirad A (2012).** Phenolics in Potato Peels: Extraction and Utilization as Natural Antioxidants. *World Applied Sciences Journal* **18** (2): 191-195.
  - **Mohamed Amine B (2012).** Le grenadier tunisien (*Punicagranatum*) stimule le transport de glucose dans les cellules musculaires C2C12 via la voie insulino-dépendante de l'Akt et la voie insulino-indépendante de l'AMPK. Département de pharmacologie Faculté de Médecine, Université de Montréal
  - **Mohamed F (2009).** Le citron 2006 Bruneton J. *Pharmacognosie, photochimie plantes médicinales* 4eme édition Technique & Documentation/Lavoisier, Paris. ISBN : 978-2-7430-1188-8.
  - **Mompon B , Lemaire B , Mengal P, et Surbel D (1996).** Extraction and Utilization as Natural Antioxidants. *World Applied Sciences Journal* **16** (2): 180-185.
- (N)**
- **Nagata T, Hayatsu M, et Kosuge N (1992).** Identification of aluminium forms in tea leaves by Al NMR. *Phytochemistry*. **31**(4), 1215-1218.
  - **Nisha P, Nazar et al (2009).** "A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*." *Food and chemical toxicology* **47**(10): 2640-2644.
  - **Nijveldt R, Nood E, Hoorn K, Boelens P, Norren K ,et Leeuwen P (2001).** Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am.J. Clin Nutr*, **74** : 418-425.

- **Noltingk B ,et Neppiras E (1950)**. Cavitation produced by Ultrasonics. Proceeding of the Physical Society. Section B. 63(9): 674-685.

**(O)**

- **Oboh.G ,et Ademosun.A (2012)**. Characterization of the antioxidant properties of oxidase inhibitory components from *Cayratia japonica*. Archives Pharmacal Research. 30: 07-13.
- **O’Kennedy R ,et Thornes R (1997)**. Coumarins: Biology, Applications and Mode of Action. John Wiley & Sons Inc. New York. N.Y.
- **ON (2002)**. Organisation des Nations Unies. *Rapport du Sommet mondial pour le développement durable, Johannesburg*.

**(P)**

- **Poknory J, Yanishlieva N , et Gordon H (2001)**. Les antioxydants dans les aliments. Les applications pratiques. Woodhead Publishing limited. CRC Press. Cambridge Angleterre.
- **Popovici C, Saykova I, et Tylkowski B (2009)**. Evaluation de l’activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de génie industriel. 4: 25-39.
- **Prieto P, Pineda M, et Aguilar M (1999)**. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Anal. Biochem, (269):337-341.

**(Q)**

- **Quettier-Deleu C, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet C, Luyckx M, Cazin M, Cazin, J, Bailleul F, et Trotin F (2000)**. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat hulls and flour. Journal of ethnopharmacology, 2 : 35-42.

**(R)**

- **René T, Reinder N , et Renée M (2009)** Digital Atlas of Economic plants , Barkhuis,. Rev, 52: 673-839.
- **Ribereau J, Peynaud E, Sudraud P, et Ribereau P (1972)**. Sciences et technique du vin. Tome 1. Ed. Dunod, Paris. p671.
- **Ribereau P (1968)**. Les composés phénoliques des végétaux, Dunod, Paris, p254.
- **Rice E (1997)**. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biol Med 20:933–956.
- **Richter G (1993)**. Composés phénoliques in Métabolisme des végétaux: physiologie et vasculaire des polyphénols au niveau de l’endothélium. Annales de cardiologie et d’angéiologie, 51: 304-315.
- **Rodriguez S, Hadley M, et Holm E (1994)** . Potato peel waste; stability and antioxidant activity of a freeze-dried extract. Journal of Food and Science. 59, 1031-1033.



- **Rosecler M, Rossetto M, Vianello F, Abdallah S, et Lima G (2009).** Antioxidant substances and pesticide in parts of beet organic and conventional manure. *African Journal of Plant Science* Vol. 3 (11), pp. 245-253.
- **Roumanie N, Pongracz E, Myllykoski L, et Keiski R (2004).** Waste minimization and utilization in the food industry: Processing of arctic berries, and extraction of valuable compounds from juice-processing by-products. *Proceedings of the Waste Minimization and Resources Use Optimization Conference*. 159-168.

(S)

- **Sabri K (1980)** El Ghidaala el Dawae .ed dar El Ilme li el Malayine .p 45-46.
- **Safi N, Kollmann A, Khlifi S, et Ducrot P ( 2007).** Antioxydative effect of comounds isolated from *Globularia alypum* L. Structure activity relationship. *Food Science and Technologie*, 7(40): 1246-1252.
- **Salunkhe D, et Kadam S (1995).** Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage, and processing. CRC Press, 632 p.
- **Sandei L, et Leoni C (2006).** Exploitation of By-Products (Solid Wastes) from Tomato Processing to Obtain High Value Antioxidants *Acta Hort*. 724, ISHS.
- **Scalbert A (1991).** Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, 30: 3875-3883.
- **Schieber A, Tintzing F, et Carle R (2001).** By-products of plant food processing as a source of functional compounds-recent developments. *Trends in Food Science & Technology*. 12: 401–413.
- **Sheila J, Priyadarshini S, Sarah M, et Arumugam P (2017).** Phytochemical profile and thin layer chromatographic studies of *Daucus carota* peel extracts. *International Journal of Food science and Nutrition*. Vol 2; 2455-4898.
- **ShyamalaB ,et Jamuna P (2010).** Nutritional Content and Antioxidant Properties of Pulp Waste from *Daucus carota* and *Beta vulgaris*. *Mal J Nutr* 16(3): 397 – 408.
- **Sikora F ,et Bride M (1990).** Aluminium complexation by protocatechuic and caffeic acids as determined by UV spectrophotometry. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 78-86.
- **Singleton V, Othofer R, et Lamuela R (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299:152-178.
- **Souci S, Fachmann W, et Krant H (1994)** La composition des aliments ; Tableaux de valeurs nutritives 5ème edition medpharm, CRC preo/Germany, p 1091.
- **Sultana B, Anwar F, Asi M, et Chatha S (2008).** Antioxidant potential of extracts from different agro wastes: Stabilization of corn oil. *Grasas y aceites*, 59(3), 205-217.

(T)

- **Teuscher E, Anton A, et Lobstein I (2005)**. Plantes aromatiques : Épices, aromates, condiments et huiles essentielles, Paris, Édition Tec & Doc, 522 pages.
- **Toor R, et Savage G (2005)**. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International* 38:487-494.
- **Tsimogiannins D, et Oreopoulou V (2006)**. The contribution of flavonoid C-ring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-hydroxy substituted members. *Innovat Food Sci Emerg Tech*, 7: 140-146.
- **Turkmen N, Sari F, et Sedat V (2005)**. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry* .93 :713–718.

(V)

- **Vanier P (2007)**. La citrouille au fil du temps, usages culinaires, conservation, jardinage, biologique. *Ecologie et environnement*.
- **Vinson J, Hao Y, Su X, et Zubik L (1998)**. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 3630–3634.
- **Viuda M, Ruiz Y, Fernández J, Sendra E, Sayas E, et Pérez J (2011)**. Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum L.*) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*, 44(5), 1217-1223.
- **Volcani R ,et Roderio H (1953)**.The enrichment of Citrus peel silage with nitrogen by application of ammonia and ammonium sulphate. *Ktavvtn*, 4, 1, p . 15-19, .

(W)

- **Wang M, et Goldman I (1997)**. Transgressive segregation and reciprocal effect for free folic acid content in a red beet (*Beta vulgarisL.*) population. *Euphytica*, 96: 317–321.
- **Wichtl M, et Anton R (2003)**. Plantes thérapeutiques. EMI/Tec & Doc, Paris, pp: 163 165.
- **Wu Z, Xu H, Ma Q, Cao Y, Ma J, et Ma C (2012)**. Isolation, identification and quantification of unsaturated fatty acids, amides, phenolic compounds and glycoalkaloids from potato peel. *Food Chemistry*. 135 : 2425 - 2429 .

(Y)

- **Yao L, Jiang, Y, SHI J, Tomas F, Datta, N, Singanusong R, et Chen S (2004)**. Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant. Food Hum. Nutr*, 59 :113-122.
- **Younis Y, Ghirmay S ,et Al-Shihry S (2000)** . African Cucurbita pepo L. properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry*, pp : 71–75.

(Z)

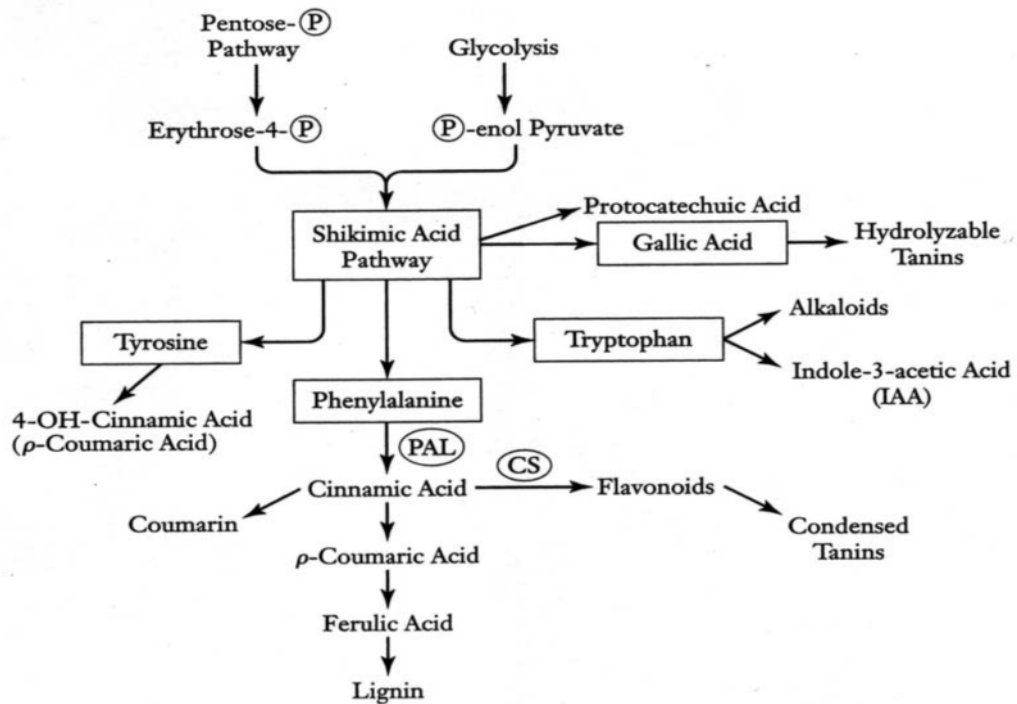
- **Zarzuelo A, Duarte J, Jimenez J, Gonzalez M,et Utrilla M (1991)**, Vasodilator effect of olive leaf, *Planta Med* 57: 417–419.
- **Zhang D ,et Hamauzee Y (2004)**. Phenolic compounds and their antioxidant properties in different tissues of carrots (*Daucuscarota L.*). *Food Agricultural Environment*, 2: 95 -101.



# *Annexe*

## Annexe I


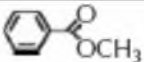
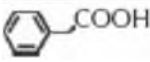

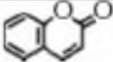
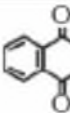
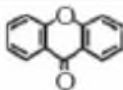
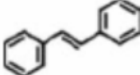
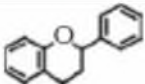
A)

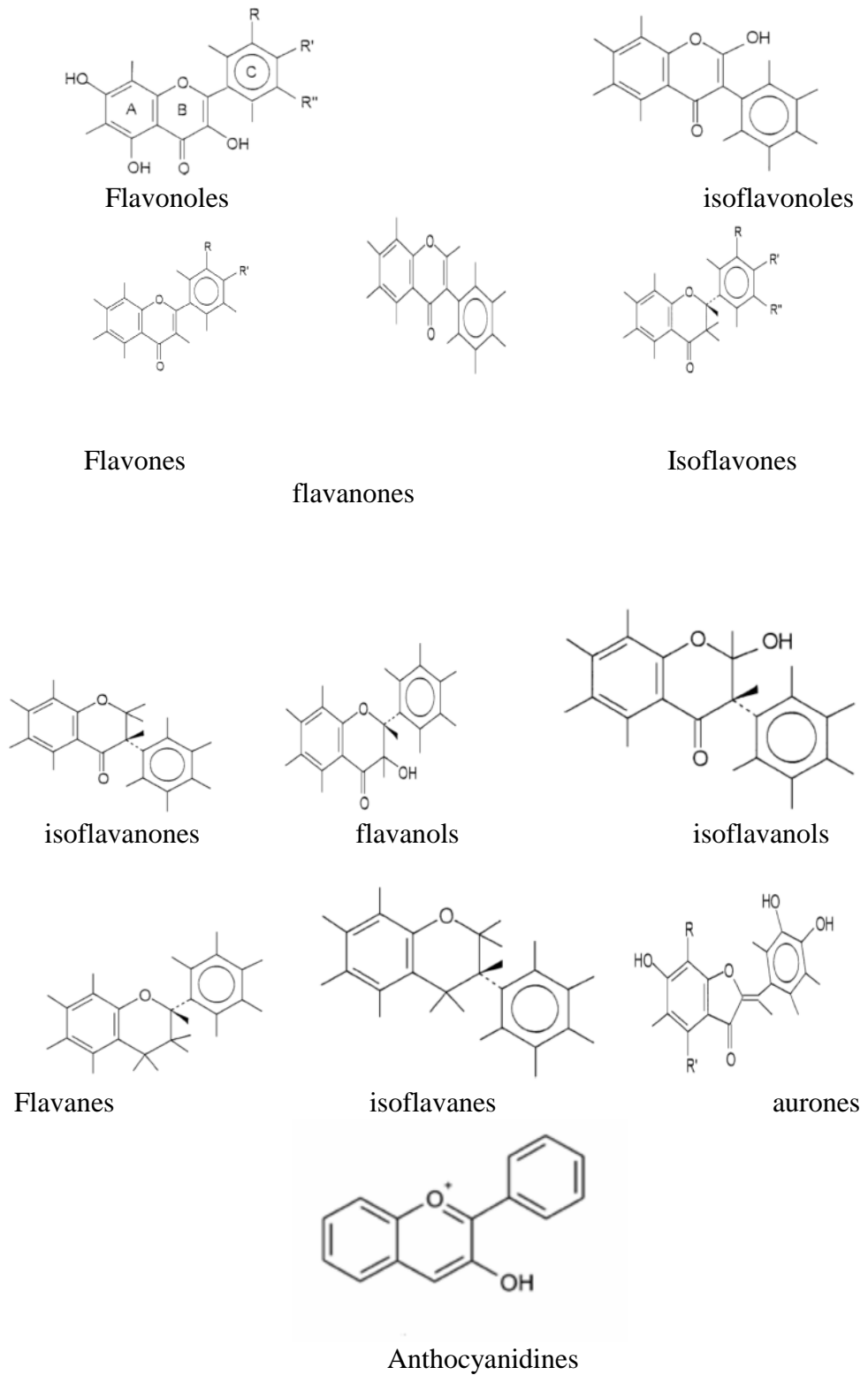


**FIGURE 14.14** The central role of the shikimic acid pathway in the synthesis of various primary and secondary metabolites. PAL = phenylalanine ammonia lyase. CS = chalcone synthase.

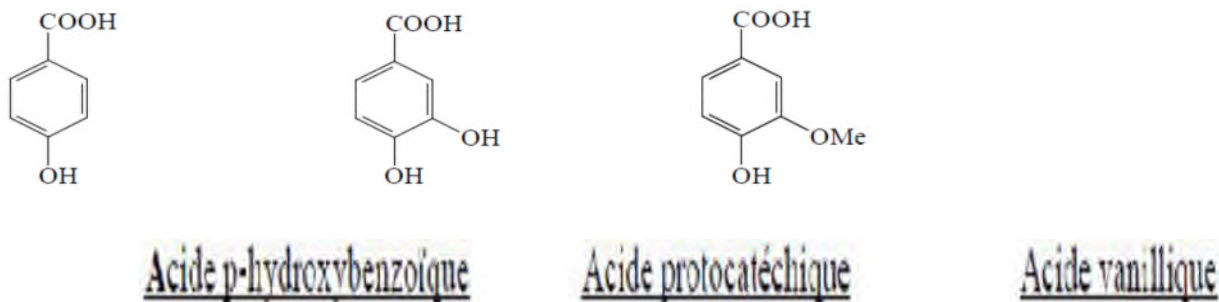
**Figure 1** : rôle central de la voie de l'acide shikimique dans la synthèse de différents métabolites primaires et secondaires. PAL = phénylalanine ammonia lyase. CS= chalcone synthase ( **Macheix J-J. 1996**).

**Tableau 1 : Structure des squelettes des polyphénols (Crozier *et al.* 2006).**

Nombre de carbone	squelette	Classification	exemple	Stucateur de base
7	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides phénols	Acide gallique	
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Acétophénonnes	Gallacetophénone	
8	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Acide phénylacétique	Acide p-Hydroxyphényl - acétique	
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acides hydroxycinamiques	Acide p - coumarique	
9	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Coumarines	Esculitine	
10	C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphthoquinones	Juglone	
13	C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>	Xanthones	Mangiferine	
14	C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Stilbènes	Resveratrol	
15	C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes	Naringénine	



**Figure 2** : Structures des squelettes de base des flavonoïdes (**Havsteen, 2002**)



**Figure 3:** Quelques dérivés de l'acide hydroxybenzoïque (Ribereau-Gayon, 1972).

## B) Préparation des réactifs

- Folin –Ciocalteu 1/10 : Composition du réactif

Folin pure	—————→	1ml
Eau distillée	—————→	9ml

- Chlorure d'aluminium à 2% : Composition de réactif

- Solution méthanolique DPPH : Composition de réactif

Poudre de DPPH	—————→	2mg
Méthanol	—————→	10ml

- **Préparation de la solution de molybdate phosphate**

0,4655g de molybdate d'ammonium + 3,26ml d'acide sulfurique + 0,326g de phosphate de sodium



Ajusté avec de l'eau distillée jusque 100 ml

## Annexe II

### A) Matériel





**Figure 1 : Etuve A 37°C**



**Figure 2 : Balance**



**Figure3 : Bain marie**



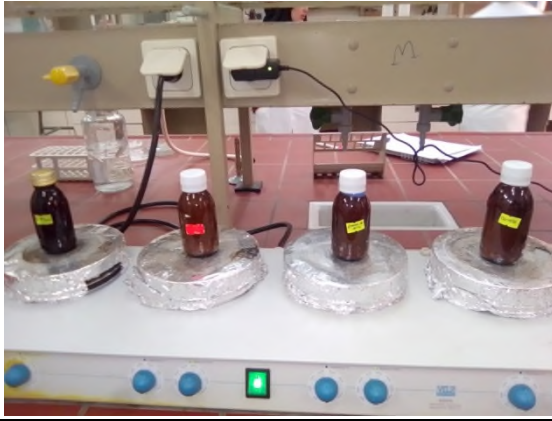
**Figure 4 : Tamiseur**



**Figure 5 : Evaporateur rotatif (rotavapeur)**



**figure 6 : Vortex**



**Figure 7 :** Plaque agitatrice



**Figure 8 :** spectrophotométrique

**B) Echantillon**



**Figure 8 :** Ecorce de grenade



**Figure 9 :** Pelure de citrouille



**Figure 9 :** Graine de raisin



**Figure 10 :** Noyaux de datte



**Figure 10 :** Grain de raisin



**Figure 11 :** poudre de feuille d'échalote



**Figure 12 :** Feuille d'échalote



**Figure 13 :** Pelure de pomme



**Figure 14 :** Pelure de tomate



### Annexe III

A)

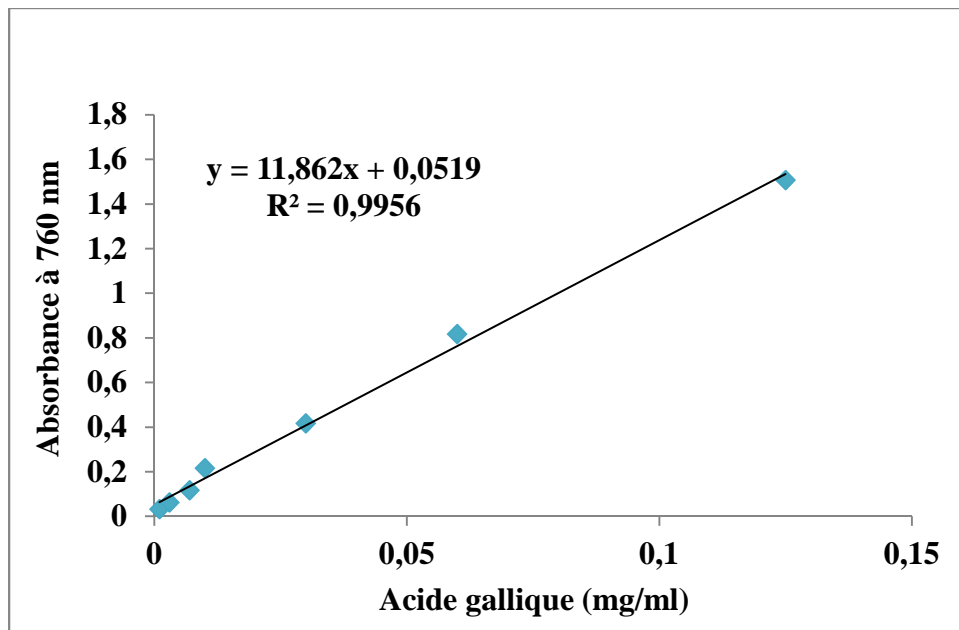


Figure 16 : courbe d'étalonnage pour le dosage polyphénol totaux

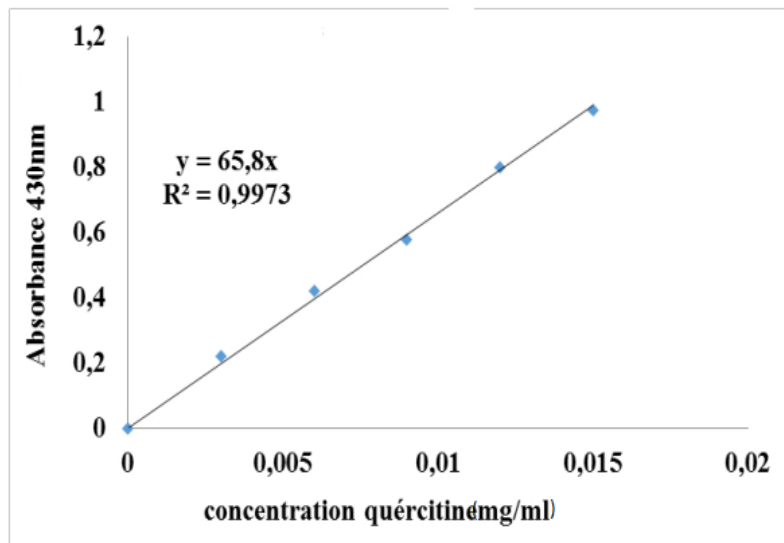
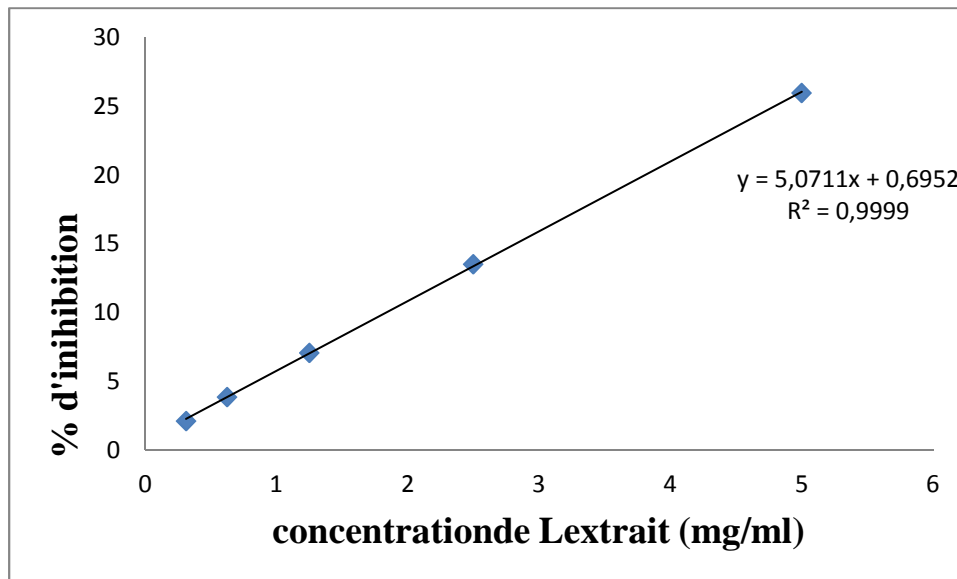
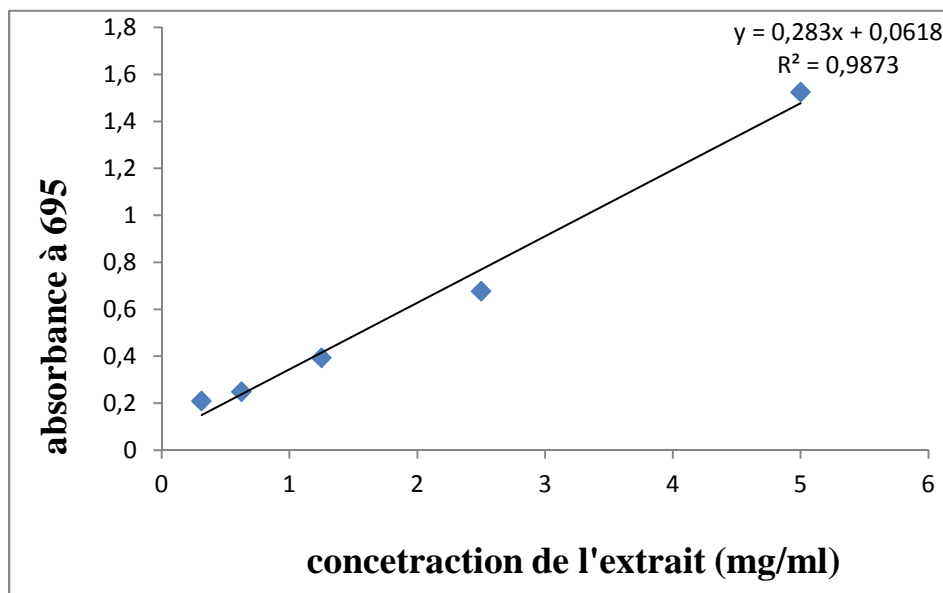


Figure 17 : Courbe d'étalonnage pour le dosage flavonoïdes

B)



**Figure 18 :** Courbe des % d'inhibition d'extrait de pelure de courgette



**Figure 19 :** Courbe de molybdate phosphate d'extrait de pelure de citron

## Résumé

Le but de ce travail est l'isolement et la caractérisation des composés bioactifs constituants dans les sous produit des fruits et légumes.

Les extraits phénoliques de ces dérivées alimentaires sont obtenus par macération par épuisement. Des dosages des phénols totaux, des flavonoïdes ont révélés la richesse sur l'extrait d'EG ( $21873,16 \pm 987,89$  mg E.A.G/100g MS) ainsi que l'extrait de ND ( $94.21 \pm 3.18$  mg E.Q/100g) respectivement.

Leurs activités antioxydants sont évaluées avec le test de DPPH et du phosphomolybdate, les résultats montrent un pouvoir antiradicalaire plus élevé parmi les extraits étudiés avec un  $IC_{50}=0.06 \pm 0.001$  mg/ml pour l'extrait de EpCtt , et pour L'activité antioxydante totale la plus importante est observée pour l'extrait de EG avec une  $EC_{50}$  de ( $0,17 \pm 0,006$ mg /ml).

**Mots clé :** dérivées alimentaires, polyphénols , extrait phénolique, antioxydants, activité antioxydante.

## Abstract

The aim of this work is the isolation and characterization of the constituent bioactive compounds in fruits and vegetables by-products.

The phenolic extracts of these food derivatives are obtained by maceration by exhaustion. Total phenol and flavonoid assays revealed the richness of the EG extract ( $21873.16 \pm 987.89$  mg EAG / 100g MS) as well as the ND extract ( $94.21 \pm 3.18$  mg EQ / 100g) respectively. .

Their antioxidant activities are evaluated with the DPPH and phosphomolybdate test, the results show a higher antiradical power among the extracts studied with an  $IC_{50} = 0.06 \pm 0.001$  mg / ml for the EpCtt extract, and for the total antioxidant activity. The most important is observed for the EG extract with an  $EC_{50}$  of ( $0.17 \pm 0.006$  mg / ml).

**Key words:** dietary derivatives, polyphenols, phenolic extract, antioxidants, antioxidant activity.