

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia  
Faculté de Science de la Nature et de la Vie  
Département de sciences alimentaires  
Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire



Réf : .....

# Mémoire de Fin de Cycle

EN vue de l'Obtention du Diplôme Master

*Thème*

**Extraction des molécules bioactives de quelques  
variétés de pêche cultivées en Algérie et étude de  
leurs propriétés biologiques.**

Présenté par : M<sup>lle</sup> AYAD Rabha  
M<sup>lle</sup> DEHAS Katiba

Soutenu le : 24 juin 2018

Devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> HAMRI-ZEGHICHI S.	MCA (UAMB) Présidente
M <sup>r</sup> . MOKRANI A.	MCB (UAMB) Promoteur
M <sup>me</sup> ADRAR-MEDOUNI S.	MCB (UAMB) Examinatrice

Année universitaire : 2017/2018

# Remerciements

*Nous remercions ALLAH le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.*

*Nous voulons remercier particulièrement notre promoteur M<sup>r</sup> **MOKRANI Abderrahmane**, d'avoir accepté de nous encadrer, pour toute son aide, sa disponibilité, son suivi et sa confiance.*

*Nous tenons à remercier très vivement Mme **HAMRI ZEGHICHI Sabrina** qui a accepté la présidence du jury de soutenance.*

*Nous tenons à remercier également M<sup>me</sup> **MEDOUNI-ADRAR Sonia** qui a accepté d'examiner notre travail.*

*Un merci particulier aux ingénieurs du laboratoire 3BS de l'université de Bejaia qui nous ont toujours assistés et aidés.*

*Enfin nous remercions chaleureusement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

# Dedicaces



*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont toujours apporté soutien et confort dans les moments difficiles, je ne peux que leur témoigner ma grande admiration et ma profonde gratitude pour leur compréhension et leurs sacrifices tout au long de mes études.*

*Je pense aussi à mes sœurs **Naïma** et son mari **Ali**, **Samia** et mes frères, **Ahmed** et **Youcef**.*

*Un grand merci à mes collègues de l'Q. P.S.A. pour le soutien qu'ils m'ont toujours apporté, je n'oublierai jamais leurs encouragements.*

*A la famille **AYAD**, **BOUKRAA** et **BAHIRENE** sans exception.*

*A mon très chère frère **Ammare**.*

*A mon très cher ami **Amine** pour son aide et ses encouragements.  
A tous mes amis **Leyla**, **Zeyneb**, **Somia**, **Ismahane**, **Hanane**, **Meriem**,  
**Amina**, **Mimi**, **Wisseem**, **Omar**, **Bilal**, **Faride**, **Hafid**, **Imad**, **Warda**,  
**Kanza**, **Yasmine**, **Hassiba**, **Sonia**, **Foufa**, **yasso**, **Fadila**, **Goraya**.*

*A ma chère amie et mon binôme **DEHAS Katiba**.*

*A tous ceux et celles qui me sont chers.*

*Enfin, ma crainte d'avoir oublié quelqu'un que tous ceux et toutes celles dont je suis redevable se voient ici vivement remercier.*

*Rabha*

# Dédicaces

*Je dédie ce mémoire :*

*A mon très cher père : Seddik*

*Pour m'avoir soutenue moralement et matériellement jusqu'à ce jour, pour son amour et ses encouragements. Que ce travail soit pour toi un témoignage de ma profonde affection et tendresse. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*

*A ma très chère mère : Loïza*

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime.*

*A mon très cher frère Azeddine et ma très chère sœur Samal pour toute l'ambiance, l'amour dont ils m'ont entourée, pour toutes leurs spontanéités et leurs élans, pour leurs patiences, pour leurs aides précieux, pour leurs encouragements durant toutes les phases de mes études. Dieu les garde et leur montre le droit chemin.*

*A mon cher mari « Rabiz » pour son aide et ses encouragements.*

*A la famille Dehas, Boukoucha et Yous sans exception.*

*A toutes les sœurs que ma mère ne m'a pas données, à mes collègues :  
Baziza, Faroudja, Ibtissam, Wissam.*

*Pour terminer je n'oublierai pas ma partenaire dans ce travail  
**Rabha**, je te souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.*

*Ratiba*

# Sommaire

*Liste des abréviations*

*Liste des tableaux*

*Liste des figures*

Introduction .....1

## *Synthèse bibliographique*

### Chapitre I : Généralités sur la pêche

I.1 Description du fruit.....	2
I.2. Histoire et origine.....	2
I.3. Description et taxonomie.....	2
I.4. Variétés de la pêche.....	3
I.5. Composition et valeur nutritionnelle.....	3
I.6. Effets bénéfiques de la pêche.....	4

### Chapitre II : Les radicaux libres et le stress oxydant

II.1. Définition des radicaux libres.....	5
II.2. Différentes espèces radicalaires.....	5
II.2.1. Radicaux libres primaires.....	6
II.2.2. Radicaux libres secondaires.....	6
II.3. Production des radicaux libres.....	6
II.4. Rôles physiologiques des radicaux libres.....	6
II.5. Stress oxydant.....	7
II.5.1. Définition.....	7
II.5.2. Conséquences du stress oxydant.....	7
II.5.3. Défense contre le stress oxydant.....	7

### Chapitre III : Les antioxydants de la pêche

III.1. Vitamine E ou l' $\alpha$ -tocophérol.....	8
III.2. Vitamine C ou l'acide ascorbique.....	8
III.3. Caroténoïdes.....	9
III.4. Composés phénoliques.....	10
III.4.1. Acides phénoliques.....	10
III.4.2. Flavonoïdes.....	11

III.4.2.1. Flavonols.....	12
III.4.2.2. Anthocyanines.....	12
III.4.3.Tannins.....	13
III.4.4. Propriétés biologiques des composés phénoliques.....	14
III.4.5. Applications industrielles des polyphénols.....	14

### Partie pratique : I. Matériel et méthodes

I.1. Échantillonnage et préparation des extraits.....	15
I.3. Dosages des antioxydants.....	15
I.3.1. Polyphénols totaux .....	15
I.3.2. Flavonoïdes totaux.....	15
I.3.3. Extraction et dosages des Flavonols et anthocyanines.....	16
I.3.4. Extraction et dosage des caroténoïdes.....	16
I.4. Activités antioxydantes.....	17
I.4.1. Pouvoir réducteur.....	17
I.4.2. Activité antiradicalaire envers le radical DPPH.....	17
I.7. Analyse statistique.....	18

### Partie pratique : II. Résultats et discussions

II.1. Composés phénoliques.....	19
II.1.1. Polyphénols totaux.....	19
II.1.2. Flavonoïdes.....	21
II.1.3 Flavonols.....	22
II.2. Anthocyanines.....	22
II.3. Caroténoïdes.....	24
II.4. Activités antioxydantes.....	25
II.4.1. Pouvoir réducteur.....	25
II.4.2. Activité antiradicalaire en utilisant le DPPH.....	26
II.5. Corrélations entre l'activité antioxydante et les teneurs en antioxydants.....	28
Conclusion.....	29
Références bibliographiques.....	31

*Annexes*

## Liste des abréviations

**Abs** : Absorbance

**ANOVA** : Analyse de la variance

**DPPH** : 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl

**EAA** : Equivalent d'acide ascorbique

**EAG** : Equivalent d'acide gallique

**E $\beta$ C** : Equivalent de  $\beta$ -carotène

**ED** : Eau distillée

**EM** : Equivalent de malvidine 3-glucoside

**EQ** : Equivalent de quercétine

**ERO** : Espèces Réactives de l'Oxygène

**FT** : Flavonoïdes totaux

**HPLC** : High Performance Liquid Chromatography

**LC** : Liquid chromatography

**MF** : Matière fraîche

**MS** : Matière sèche

**MS** : Mass spectrometry

**MT** : Millions de tonnes

**PR** : Pouvoir réducteur

**PT** : Polyphénols totaux

**rpm** : rotation par minute

**V** : Variété

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01.</b> Classification systématique de <i>Prunus persica</i> .....	03
<b>Tableau 02.</b> Principales espèces réactives oxygénées .....	05
<b>Tableau 03.</b> Teneur de quelques acides phénoliques de la pêche en mg / Kg du fruit frais.....	11
<b>Tableau 04.</b> Teneur de quelques flavan-3-ols dans la peau et la pulpe de la pêche (mg/kg du poids frais) .....	13
<b>Tableau 05.</b> Activités biologiques de quelques composés phénoliques .....	14
<b>Tableau 06.</b> Coefficients de corrélations entre les PT, FT, Flavonols, caroténoïdes et anthocyanines, et entre l'activité antioxydante et les teneurs en antioxydants.....	28



## Liste des figures

<b>Figure 01.</b> Structure schématique d'une pêche .....	03
<b>Figure 02.</b> Structure chimique de l' $\alpha$ -tocophérol .....	08
<b>Figure 03.</b> Structures de quelques xanthophylles et carotènes.....	09
<b>Figure 04.</b> Structure des acides phénoliques.....	10
<b>Figure 05.</b> Squelette de base des flavonoïdes .....	11
<b>Figure 06.</b> Structures des principales classes de flavonoïdes.....	12
<b>Figure 07.</b> Structure et classification des principales anthocyanines.....	13
<b>Figure 08.</b> Teneurs en polyphénols totaux des variétés de pêche .....	19
<b>Figure 09.</b> Teneurs en flavonoïdes des variétés de pêche .....	21
<b>Figure 10.</b> Teneurs en flavonoles des variétés de pêche.....	22
<b>Figure 11.</b> Teneurs en anthocyanines des variétés de pêche.....	23
<b>Figure 12.</b> Teneurs en caroténoïdes des variétés de pêche.....	24
<b>Figure 13.</b> Teneurs en pouvoir réducteur des variétés de pêche.....	26
<b>Figure 14.</b> L'activité antiradicalaire en utilisant le DPPH des variétés de pêche .....	27

# Introduction

## Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes (fruits, feuilles, racines,... etc) trouvées dans son environnement, afin de traiter et de soigner toutes sortes de maladies. Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et qui possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études soit dans le domaine médicale ou alimentaire (**Zeghad, 2009**).

En Algérie, le pêcher possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'il occupe et son importance dans le marché national, c'est l'espèce fruitière la plus cultivée devant le pommier, le poirier et l'abricotier (**Lahbari, 2015**).

Des études ont montré que la consommation de pêches peut réduire les espèces réactives de l'oxygène dans le plasma humain et fournir une protection contre certaines maladies chroniques (**Chang et al., 2000 ; Drogoudi et Tsipouridis, 2007 ; Tsantili et al., 2010** ). Ces effets bénéfiques sur la santé humaine sont dus à la présence d'antioxydants, de minéraux et de fibres (**Andrea et al., 2006**). La pêche est un fruit riche en acide ascorbique (Vitamine C), caroténoïdes (provitamine A) et en composés phénoliques qui sont de bons agents antioxydants (**Lurie et Crisosto, 2005**).

Parmi ces composés, les polyphénols représentent l'un des groupes les plus importants du fait qu'ils aient une faible toxicité et de nombreux effets biologiques (**Chadi et al., 2014**). Cependant, le contenu en composés phénoliques des fruits de pêche peut varier considérablement d'une variété à une autre.

La présente étude a été consacrée à l'évaluation de l'effet de la variété sur l'extraction des polyphénols totaux, flavonoïdes, flavonols et sur l'évaluation de la capacité antioxydante (pouvoir réducteur et activité anti-radicalaire) du fruit de pêche.

# Synthèse bibliographique

## Chapitre I : Généralités sur la pêche

### I.1 Description du fruit

Le pêcher (*prunus persica*) est après le pommier et les agrumes, la troisième espèce fruitière cultivée à travers le monde. Le nom d'espèce *persica* lui a été initialement donné parce qu'on le croyait originaire de la Perse. Des recherches ont montré que toutes les formes cultivées sont originaires de la Chine septentrionale (**Lurie et Crisosto, 2005 ; Leterne et Lespinasse, 2008**).

### I.2. Histoire et origine

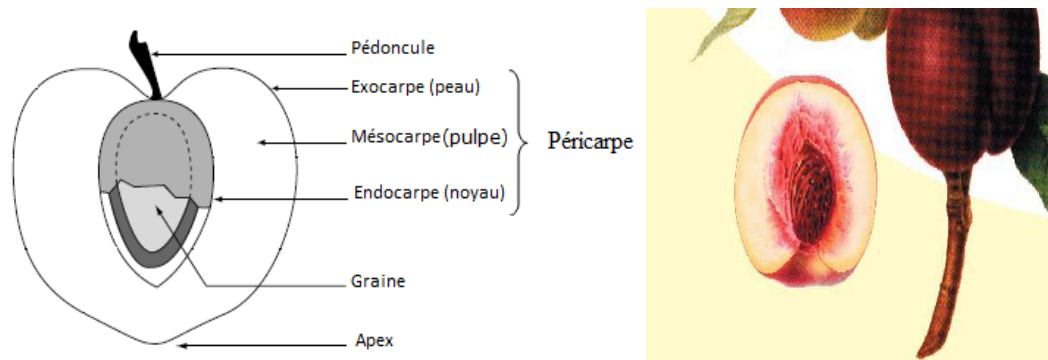
La pêche a été donnée par le philosophe grec Théophraste. Il vient du latin *persica*. En réalité, le pêcher vient du Nord de la Chine. Il y aurait été domestiqué il y a près de 5 000 ans, en même temps que l'abricot. Les variétés chinoises, empruntant la route de la soie, arrivèrent en Perse, trouvant un climat favorable à leur épanouissement. Les Grecs les ont introduites en Europe et, comme pour beaucoup de fruits, les Romains contribuèrent à les disséminer (**Scordinor, 2012**).

En Europe du Nord, la pêche était considérée comme un fruit rare et précieux, le climat ne permettant pas sa culture. Elle débarque en Amérique à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle grâce aux Espagnols qui l'implantent en Floride.

Principalement cultivée de nos jours dans la moitié sud de la France (Pyrénées-Orientales, Gard, Bouches-du-Rhône, Drôme), on compte aujourd'hui plus de 300 espèces différentes dans nos vergers (**Lurie et Crisosto, 2005 ; Leterne et Lespinasse, 2008 ; Lahbari, 2015**).

### I.3. Description et taxonomie

Le fruit de la pêche est une drupe c'est à dire un fruit simple charnu à noyau qui dérive d'un ovaire infère à un carpelle situé dans le conceptacle caduque au sommet duquel sont fixées les pièces florales, comprenant de l'extérieur à l'intérieur : l'exocarpe (peau), le mésocarpe (chair), l'endocarpe (noyau) et l'amande. (**Bettache et Ould saadi, 2012; lahbari, 2015**).



**Figure 1** : Structure schématique d'une pêche (Aubert et Milhet, 2007).

La classification de *Prunus persica* est représentée dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Classification systématique de *Prunus persica* (Leterne et Lespinasse, 2008).

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous classe</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Rosales</i>
<b>Famille</b>	<i>Rosaceae</i>

#### I.4. Variétés de la pêche

Le *Prunus persica* regroupe 4 types de fruits dont les variétés se distinguent en fonction des caractères de l'épiderme et du noyau : ceux à peau duveteuse avec des pêches dont le noyau se détache assez facilement et les pavies au noyau très adhérent, ceux à peau lisse avec les nectarines au noyau libre et les brugnons au noyau adhérent. (Couplan, 1998).

#### I.5. Composition et valeur nutritionnelle

Composée à 87% d'eau, la pêche est une source d'hydratation naturelle. Il faut noter sa teneur intéressante en vitamine C (7 mg aux 100 g, soit 8 à 10 mg pour un fruit moyen couvrant ainsi 10 à 12% de l'apport journalier recommandé).

La nectarine est le fruit à noyau le plus riche en vitamines C avec 20 mg/100g. Également riche en provitamine A (carotène), elle favorise le bronzage et l'éclat de la peau. Ses nombreuses vitamines lui donnent un pouvoir régénérant et protecteur qui renforce la résistance et la tonicité de la peau. C'est pourquoi la pêche fait souvent partie des principes actifs de nombreux soins de beauté (Andrea *et al.*, 2006).

Consommée mûre à point, la pêche est parfumée, savoureuse et très digeste : ses fibres sont alors particulièrement tendres et bien tolérées, y compris par les consommateurs délicats et les jeunes enfants.

La pêche est un fruit modérément calorique. Elle renferme aussi de faibles quantités de protéines et de lipides, et seulement 9% de glucides environ (**Andrea et al., 2006 ; Kahlon et Smith, 2006**).

Ce fruit contient des caroténoïdes (provitamines A) aux propriétés antioxydantes et des minéraux : potassium, phosphore, cuivre, fer, zinc et magnésium (Voire tableau I : annexe 1) (**Gil et al., 2002 ; Bassi et Monet, 2008**).

L'acide ascorbique et les caroténoïdes sont également présents en grandes quantités (**Gil et al., 2002**), comme le montre le tableau II (annexe 1).

### **I.6. Effets bénéfiques de la pêche**

La pêche est peu sucrée et riche en sorbitol, ce sucre alcool présente des effets bénéfiques en matière de santé dentaire et de diététique. La pêche peut donc être consommée par les diabétiques (**Lacoste, 2006 ; Cantín et al., 2009**), mais garantissant un apport énergétique similaire à celui du pamplemousse, la pêche détient de nombreuses qualités nutritionnelles. En plus d'être désaltérante, c'est une alliée précieuse de notre ligne car elle est peu calorique. Elle est bien tolérée par les estomacs fragiles. Elle se digère plus facilement que tout autre fruit par sa teneur en fibres (2g/100g) (**Cantín et al., 2009**).

Elle renferme aussi des vitamines B, B3, B5, E, provitamine A et des acides organiques, protégeant efficacement notre peau des agressions extérieures. Et, comme de nombreux fruits, elle diminue le risque de maladies cardio-vasculaires et de cancers. La pêche participe au bon fonctionnement intestinal. (**Andrea et al., 2006 ; Kahlon et Smith, 2006**).

## Chapitre II : Les radicaux libres et le stress oxydant

### II.1. Définition des radicaux libres

L'oxygène est un élément essentiel pour les organismes multicellulaires parce qu'il permet de produire de l'énergie en oxydant la matière organique mais nos cellules convertissent une partie de cet oxygène en métabolites toxiques : les radicaux libres organiques (Meziti, 2007).

Un radical libre est une espèce chimique, atome ou molécule, contenant un électron non apparié. Ce déséquilibre n'est que transitoire et il est comblé soit par l'acceptation d'un autre électron soit par le transfert de cet électron libre sur une autre molécule. Ces espèces radicalaires très instables et très réactives sont produites d'une manière continue au sein de notre organisme, dans le cadre de nombreux phénomènes biologiques. Par exemple, lors de la respiration cellulaire, l'oxygène moléculaire se transforme en diverses substances oxygénées, communément appelées radicaux libres de l'oxygène ou espèces réactives oxygénées (*Reactive Oxygen Species : ROS*) (Priymenko, 2005 ; Hyardin, 2008 ; Marfak, 2011).

Les ERO sont généralement divisées en espèces radicalaires et non-radicalaires. Ces dernières sont aussi réactives et peuvent être des précurseurs de radicaux (tableau 2) (Favier, 2003 ; Antwerpen, 2006).

**Tableau 2** : Principales espèces réactives oxygénées (Antwerpen, 2006).

Espèces réactives oxygénées			
<i>Radicalaires</i>		<i>Non radicalaires</i>	
OH•	Radical hydroxyle	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peroxyde d'hydrogène
RO•	Radical alkoxy	ROOH	Peroxyde organique
ROO•	Radical peroxy	HOCl	Acide hypochloreux
O <sub>2</sub> •-	Anion superoxyde	<sup>1</sup> O <sub>2</sub>	Oxygène singulet
NO•	Radical oxynitrique	ONOO <sup>-</sup>	Peroxynitrite

### II.2. Différentes espèces radicalaires

Selon Favier. (2003), parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, on distingue deux grandes classes:



### **II.2.1. Radicaux libres primaires**

Ce sont les plus dangereux car ils dérivent directement soit de l'oxygène et jouent un rôle particulier en physiologie, comme l'anion superoxyde ( $O_2 \bullet-$ ) et le radical hydroxyle ( $OH\bullet$ ), soit de l'azote comme le monoxyde d'azote ( $NO\bullet$ ).

### **II.2.2. Radicaux libres secondaires**

Les radicaux libres secondaires, se forment par réaction des radicaux primaires avec les composés biochimiques de la cellule (acides nucléiques, lipides membranaires et protéines).

### **II.3. Production des radicaux libres**

La production de ces espèces oxydantes est une conséquence inévitable du métabolisme aérobie. En effet, l'organisme a besoin d' $O_2$  pour produire de l'énergie au cours des réactions dites de respirations oxydatives. Cependant, une faible partie de l'oxygène échappe à sa réduction en eau, au niveau de la mitochondrie. Elle peut alors être à l'origine de la production de radicaux libres oxygénés (**Priymenko, 2005 ; Hyardin, 2008**).

Les autres sources de production de radicaux libres sont classées en deux catégories:

- les sources endogènes : les radicaux libres sont des produits des réactions de l'organisme,
- les sources exogènes : les êtres vivants sont exposés quotidiennement à des polluants (fumée de cigarette, rayons ultraviolets, radiations...) susceptibles d'être à l'origine de la production de radicaux libres, une fois dans l'organisme (**Milane, 2004 ; Amzal, 2010**).

### **II.4. Rôles physiologiques des radicaux libres**

Les radicaux libres jouent un rôle essentiel dans le bon déroulement de la réaction immunitaire, la différenciation cellulaire. Ils peuvent agir en tant que « molécule-signal » et ainsi intervenir dans la communication intracellulaire et intercellulaire. Ils participent à l'expression de certains gènes et à leur régulation. Cela leur confère un rôle important dans les phénomènes de croissance et de mort cellulaire. Comme ils participent à la régulation des gènes et la dilatation capillaire, à la fécondation de l'ovule, au fonctionnement de certaines enzymes et neurones notamment ceux de la mémoire (**Favier, 2003 ; Servais, 2004 ; Priymenko, 2005**).

## **II.5. Stress oxydant**

### **II.5.1. Définition**

Le stress oxydatif, appelé aussi stress oxydant, se définit comme étant le déséquilibre entre la génération des espèces réactives de l'oxygène et la capacité du corps à neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (**Boyd et al., 2003 ; Favier, 2003 ; Angelos et al., 2005 ; Berger, 2006 ; Haleng, 2007**).

### **II.5.2. Conséquences du stress oxydant**

Des concentrations élevées en ERO peuvent être un important médiateur de dommages des structures cellulaires, des acides nucléiques, des lipides et des protéines (**Valko et al., 2006 ; Haleng et al., 2007**).

Le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies comme le cancer, syndrome de détresse respiratoire aigue, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré...etc. Il est aussi l'un des facteurs potentialisant l'apparition des maladies plurifactorielles tel que le diabète, la maladie d'Alzheimer, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (**Favier, 2003**).

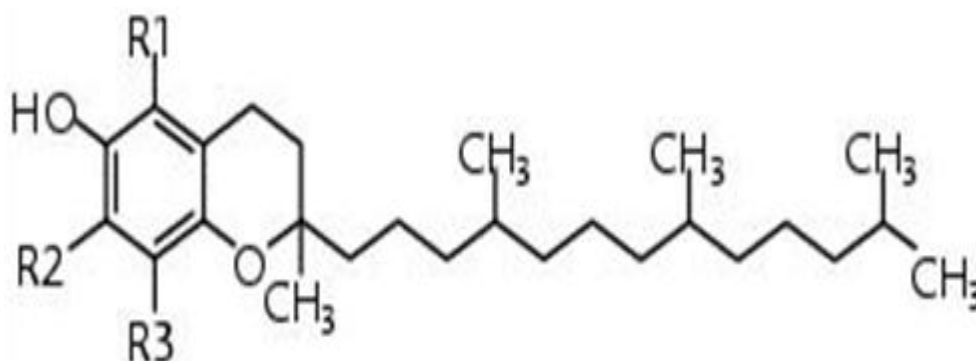
### **II.5.3. Défense contre le stress oxydant**

Pour se protéger des effets délétères des ERO, l'organisme dispose d'un ensemble complexe de défenses antioxydants. On distingue deux sources d'antioxydants : l'une est apportée par l'alimentation sous forme de fruits et légumes riches en vitamines C, E, caroténoïdes, ubiquinone, flavonoïdes, glutathion ou acide lipoïque, l'autre est endogène et se compose d'enzymes (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase), de protéines (ferritine, transferrine, céruléoplasmine, albumine) et de systèmes de réparation des dommages oxydatifs comme les endonucléases. A cela s'ajoutent quelques oligoéléments comme le sélénium, le cuivre et le zinc qui sont des cofacteurs d'enzymes antioxydants (**Haleng et al., 2007**).

## Chapitre III : Les antioxydants de la pêche

### III.1. Vitamine E ou l' $\alpha$ -tocophérol

La vitamine E est un antioxydant majeur liposoluble. C'est un composé amphiphile, capable de s'insérer dans les membranes cellulaires : globules rouges, cellules endothéliales, cellules musculaires, neurones (c'est le seul antioxydant du système nerveux central). Sa structure est représentée dans la figure 2. (Favier, 2003 ; Priymenko, 2005).



**Figure 2 :** Structure chimique de l'  $\alpha$ -tocophérol : R1=R2=R3=CH<sub>3</sub> (Laguerre *et al.*, 2007).

C'est l' $\alpha$ -tocophérol qui est biologiquement le plus efficace. La vitamine E ( $\alpha$ -tocophérol) est un antioxydant majeur qui réagit avec les radicaux peroxydes des acides gras en empêchant la formation des nouveaux radicaux libres, ce qui arrête la réaction en chaîne ; comme les autres antioxydants phénoliques, il opère en cédant un atome d'hydrogène de son groupe hydroxyle au radical peroxyde du lipide (Haleng *et al.*, 2007 ; Hyardin, 2008).

La teneur de la pêche en  $\alpha$ -tocophérol est de 960  $\mu\text{g}$  / 100g de matière comestible (Souci *et al.*, 1994).

### III.2. Vitamine C ou l'acide ascorbique

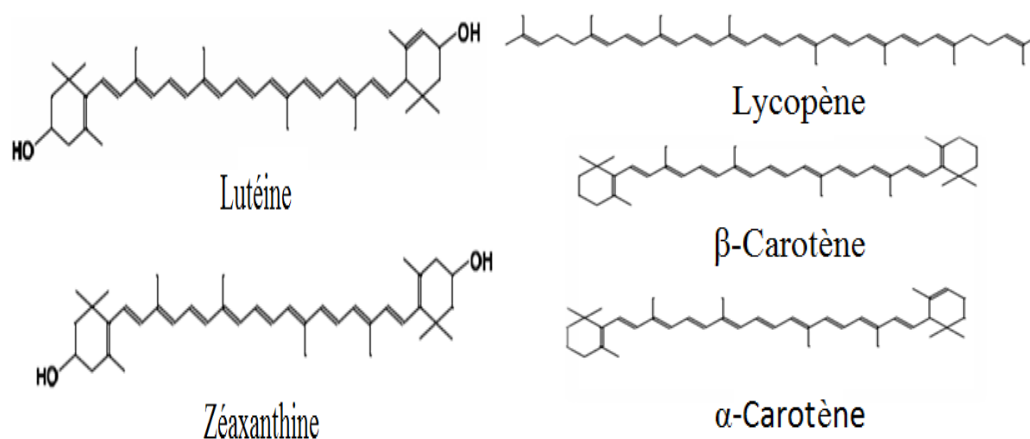
La vitamine C ou acide ascorbique est une molécule hydrosoluble présente dans la plupart des fruits et légumes (non synthétisée par l'Homme). Elle est connue pour son action protectrice contre l'oxydation membranaire. Elle est capable de piéger très efficacement les anions superoxydes, le peroxyde d'hydrogène, l'hypochlorite, les radicaux hydroxyles, peroxydes et l'oxygène singulet (Priymenko, 2005 ; Valko *et al.*, 2006 ; Haleng *et al.*, 2007 ; Hyardin, 2008).

La pêche est riche en vitamine C, sa teneur varie selon les différentes variétés, de 3,6 à 12,6 mg / 100g de fruit (80 % chair + 15 % peau) avec une concentration plus élevée dans la peau (Gil *et al.*, 2002 ; Lurie et Crisosto, 2005).

### III.3. Caroténoïdes

Le  $\beta$ -carotène (provitamine A) et les autres caroténoïdes présents dans de nombreux fruits et végétaux ont des propriétés antioxydantes. Étant lipophiles, ils pénètrent dans les lipoprotéines du plasma. Ils sont capables de bloquer l'apparition et le développement des radicaux libres, mais leur principale vertu est de supprimer l'oxygène singulet (l'énergie de l'oxygène singulet est utilisée pour convertir la forme *trans* du  $\beta$ -carotène en forme *cis*, et inversement) (Hyardin, 2008).

Les caroténoïdes sont un vaste ensemble de pigments naturels répandus dans les plantes. Ils sont responsables de la couleur jaune, orange et rouge de nombreux végétaux, où ils sont des accessoires de photosynthèse et fournissent une protection contre l'oxydation ; environ 600 d'entre eux ont été identifiés dans les légumes et fruits consommés par l'Homme (Dacosta, 2003 ; Haleng *et al.*, 2007). Les structures de quelques xanthophylles et carotènes sont représentées dans la figure 3.



**Figure 3 :** Structures de quelques xanthophylles et carotènes (Rodriguez-Amaya, 2001).

Les caroténoïdes, grâce à leurs longues chaînes polyinsaturés ( $C_{40}H_{56}$ ), sont de bons piègeurs de radicaux libres, mais leur pouvoir réducteur (antioxydant) est beaucoup moins évident puisqu'ils ne portent pas de groupements réducteurs et ne sont pas des donneurs d'électrons. (Haleng *et al.*, 2007 ; Hydardin, 2008).

La pêche est un fruit très riche en caroténoïdes (8 à 197  $\mu\text{g}$  / 100 g de fruit : 80 % chair + 15 % peau). Les principaux caroténoïdes de la pêche sont le  $\beta$ -carotène, la  $\beta$ -cryptoxanthine à côté de l' $\alpha$ -carotène qui se trouvent en faibles quantités (Gil *et al.*, 2002 ; Vizzotio *et al.*, 2007).

### III.4. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des substances présentes dans tous les végétaux et dans tous les organes de la plante, ils possèdent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles (Naczk et Shahidi, 2003 ; Barboni, 2006 ; Sun *et al.*, 2011).

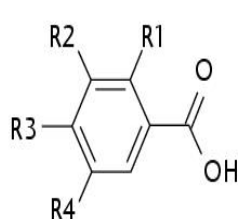
Leur présence dans les tissus animaux est généralement due à l'ingestion d'aliments d'origine végétale (Naczk et Shahidi, 2003).

Les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans la structure et la protection des plantes (Naczk et Shahidi, 2003 ; Stalikas, 2007). Ils offrent également, pour la santé humaine, une protection contre certaines maladies impliquant un stress oxydatif comme les cancers, les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives (Sun *et al.*, 2011).

Le terme « composés phénoliques végétaux » englobe les phénols simples, les acides phénoliques, les coumarines, les flavonoïdes, les stilbènes, les tannins, les lignines et les lignanes (Stalikas, 2007).

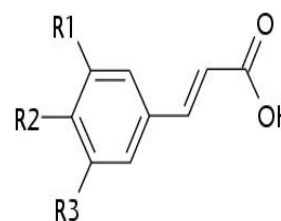
#### III.4.1. Acides phénoliques

On distingue deux classes appartenant à cette sous-famille. Les dérivés d'acide benzoïque et les dérivés d'acide cinnamique. Les acides hydroxybenzoïques (C6-C1) sont à la base de structures complexes comme les tanins hydrolysables présents dans les mangues et les fruits rouges comme les fraises, les framboises ou encore les mûres (Manach *et al.*, 2004). Les acides hydroxycinnamiques (C6-C3) sont plus abondants que les acides hydroxybenzoïques. Ils sont principalement composés d'acide *p*-coumarique, caféïque, férulique et sinapique, les structures sont représentées dans la figure 4. (El Gharras, 2009).



R1=R2=R3=R4=H	Acide benzoïque (non phénolique)
R1=R4=H, R2=R3=OH	Acide protocatéchique
R1=H, R2=R3=R4=OH	Acide gallique
R1=OH, R2=R3=R4=H	Acide salicylique
R1=R4=OH, R2=R3=H	Acide gentisique

#### Acides hydroxybenzoïques



R1=R2=R3=H	Acide cinnamique (non phénolique)
R1=R3=H, R2=OH	Acide <i>p</i> -coumarique
R1=R2=OH, R3=H	Acide caféïque
R1=OCH <sub>3</sub> , R2=OH, R3=H	Acide férulique
R1=R3=OCH <sub>3</sub> , R2=OH	Acide sinapique

#### Acides hydroxycinnamiques

Figure 4 : Structure des acides phénoliques (Laguerre *et al.*, 2007).

Les acides phénoliques identifiés dans la pêche (peau et pulpe) sont représentés dans le tableau 3.

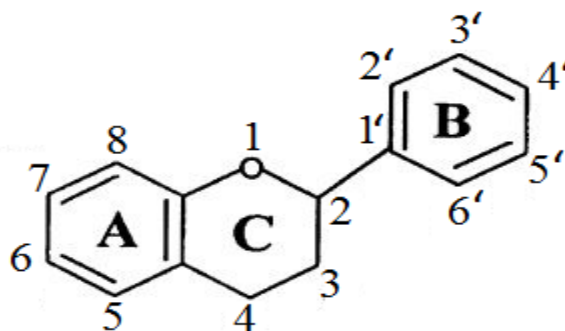
**Tableau 3 :** Teneur de quelques acides phénoliques de la pêche en mg / Kg du fruit frais (Chang *et al.*, 2000 ; Gorinstein *et al.*, 2002).

Composé	Pêche épluchée	Peau
Acide férulique	41,2	47,8
Acide p-Coumarique	112,1	151,3
Acide caféique	702,3	878,3
Acide neochlorogénique	11,5-78,3	22,5-80,9
Acide chlorogénique	34,9-86,1	164,4-470,5

### III.4.2. Flavonoïdes

Le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo désignant la couche externe des écorces d'orange, cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus ; (*flavus=jaune*) (Karaali *et al.*, 2004 ; Malešev et Kuntić, 2007).

Les flavonoïdes sont des molécules polysubstituées ubiquitaires chez les plantes, formés à partir des acides aminés aromatiques phénylalanine, tyrosine et du malonate. La structure de base des flavonoïdes est le noyau flavane, qui se compose de 15 atomes de carbone disposés en trois cycles (C6-C3-C6) qui sont nommés cycle A, cycle B et cycle C (figure 5) (Stalikas, 2007).

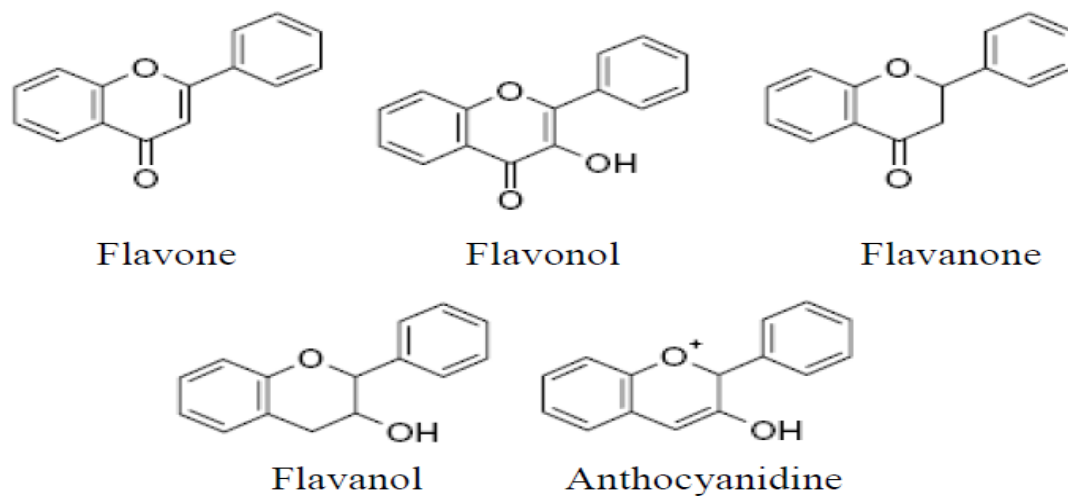


**Figure 5 :** Squelette de base des flavonoïdes (Ghedira, 2005).

Les flavonoïdes sont capables de piéger les radicaux libres en formant des radicaux flavoxyles moins réactifs, cette capacité peut être expliquée par leur propriété de donation d'un atome d'hydrogène à partir de leur groupement hydroxyle (Amić *et al.*, 2003).

Les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules, dont les plus importantes sont les flavones, les flavonols, les flavanones, les dihydroflavonols, les

isoflavones, les flavanols et les anthocyanidines, les structures de quelques classe des flavonoïdes sont représentées dans la figure 6 (Pietta, 2000 ; Gramza et Korczak, 2005).



**Figure 6 :** Structures des principales classes de flavonoïdes (Robards et Antolovich, 1997).

### III.4.2.1. Flavonols

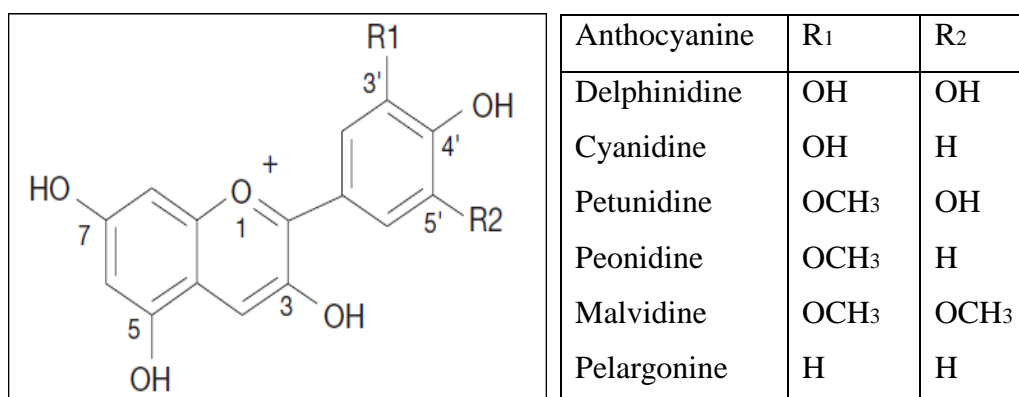
Les flavonols sont les flavonoïdes les plus abondants dans l'alimentation. Les composés les plus représentatifs de cette famille sont le kaempferol et la quercétine. Cette dernière est connue pour posséder un très fort pouvoir antioxydant en raison de sa structure chimique favorable au piégeage des radicaux libres. A des concentrations de l'ordre de 15 à 30 mg/kg de matière fraîche, on les rencontre dans l'oignon, les brocolis, les poireaux et les myrtilles. La glycosylation avec un glucose ou un rhamnose est très fréquente (Manach *et al.*, 2004). Les fruits contiennent généralement entre cinq et dix formes glycosylées différentes du même flavonol (Benbrook, 2005).

Les flavonols identifiés dans les pêches sont : la quercétine-3-rutinoside (qu-3-rut), la quercétine-3-glucoside (qu-3-GLC), la rutine et l'isoquercétine, retrouvés principalement dans la peau (Chang *et al.*, 2000 ; Tomàs-Barberà *et al.*, 2001).

### III.4.2.2. Anthocyanines

Les anthocyanines sont des pigments solubles extrêmement répandus dans la nature, responsable de la coloration bleue, violette, rouge et parfois même orange de nombreux fruits et légumes (Linden et Lorient, 1994). Ce sont des glycosides polyhydroxylés et polyméthoxylés, dérivés du cation 2-phenyl benzo pyrylium ou flavylium (voir figure 7). Elles se différencient par le nombre de groupements hydroxyles dans la molécule, la nature, le nombre et la position des glucides liés à la molécule et la

nature et le nombre d'acides aliphatiques ou aromatiques liés aux sucres dans la molécule (Galvano *et al.*, 2004 ; Wu *et al.*, 2006).



**Figure 7:** Structure et classification des principales anthocyanines (Mazza, 2007).

### III.4.3. Tannins

Le terme « tannin » a été utilisé à l'origine pour décrire des substances végétales capables de transformer des peaux d'animaux en cuirs (Bennick, 2002; Koivikko, 2008; Rahim et Kassim, 2008). Aujourd'hui, le terme est largement utilisé pour décrire un sous-groupe de composés phénoliques qui sont produits sous forme de métabolites secondaires, par une multitude d'espèces végétales. Leur PM est de plus de 500 Daltons, ils sont solubles dans l'eau avec la capacité de précipiter les protéines (Bennick, 2002; Koivikko *et al.*, 2005; Koivikko, 2008). Les tannins sont classés selon leur structure en deux groupes majeurs : les tannins hydrolysables et les tannins condensés (Özacar *et al.*, 2004).

Une étude sur les pêches a montré que le catéchine, l'epicatéchine, et le procyanidine B1 sont les principaux flavan-3-ols de la pêche. De plus, d'autres dimers de procyanidines ont été identifiés (tableau 4) (Tomàs-Barberà *et al.*, 2001).

**Tableau 4 :** Teneur de quelques flavan-3-ols dans la peau et la pulpe de la pêche (mg/kg du poids frais) (Tomàs-Barberà *et al.*, 2001).

Composé / Partie	Catéchine	Epicatéchine	Procyanidine	Autres	Total
Peau	93,4 - 316,6	43,0 - 108,6	112,7 - 469,1	42,2 - 250,9	93,5 - 744,5
Pulpe	33,7 - 189,5	9,5 - 44,1	35,5 - 333,4	0,0 - 107,3	13,6 - 336,1



### III.4.4. Propriétés biologiques des composés phénoliques

Les polyphénols ont une multitude d'activités biologiques dépendant de leurs structures chimiques. Ils constituent une importante famille d'antioxydants dans les plantes, les fruits et les légumes puisqu'elles comprennent plus de 6000 molécules. (Lhuilier, 2007, Maamri, 2008).

Les différentes propriétés biologiques des composés phénoliques sont représentées dans le tableau 5.

**Tableau 5** : Activités biologiques de quelques composés phénoliques (Mohammedi, 2011).

Composés phénoliques		Activité biologique
<b>Acide Phénolique</b>	Acide cafeique	Antibactérienne antifongique, antioxydante.
	Acide Salicylique	
<b>Flavonoïdes</b>	Lutéoline	antitumorale, anticarcinogène, anti -inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur diurétique.
	Catéchine	
	Hespéridine	
	Quercétine	
	Naringénine	
<b>Tanins</b>	Tanin gallique	effet stabilisant sur le collagène, antioxydant, antidiarrhéique, effet antiseptique, effet vasoconstricteur.
	Proanthocyanidine	

### III.4.5. Applications industrielles des polyphénols

De telles propriétés ont donc été exploitées et trouvent des applications dans de nombreux domaines industriels : en agroalimentaire, en cosmétique et dans l'industrie pharmaceutique. Grâce aux propriétés antimicrobiennes de certains polyphénols comme les tanins, il est désormais possible de développer des conservateurs alimentaires et de nouvelles thérapies dans de nombreuses maladies infectieuses en considérant la résistance microbienne face à certains traitements antibiotiques (Daglia, 2012).

La capacité antioxydante des polyphénols est utilisée dans l'alimentation pour lutter contre la peroxydation lipidique et ainsi permettre une meilleure stabilisation des denrées alimentaires. Ils sont également préconisés pour améliorer la stabilité des pigments de jus colorés (comme le jus de betterave), d'arômes alimentaires et rentrent dans la composition de produits pharmaceutiques pour des utilisations par voie orale et des cosmétiques pour des applications locales (Moure *et al.*, 2001).

# Partie paratique

# Matériel et méthodes

## I. Matériel et méthodes

### I.1. Échantillonnage et préparation des extraits

Cette étude s'est portée sur six variétés de pêche. Les échantillons de pêche (fournis par Mr. MOKRANI A., enseignant-chercheur au département des sciences alimentaires) étaient sous forme de poudre (lyophilisés).

L'extraction consiste à extraire le maximum de composés polyphénoliques contenus dans les fruits de pêche lyophilisés en utilisant l'eau distillée comme solvant d'extraction (extraction solide/liquide). Ainsi, une prise d'essai de la poudre de fruit de pêche (1g) est mise en contact avec 30 ml de solvant d'extraction (ED). Le mélange est soumis à une agitation magnétique pendant 3h. Après 3h d'agitation à l'abri de la lumière, les extraits sont centrifugés à 5000 rpm/20 min, puis filtrés. Les extraits ainsi obtenus sont congelés à -22°C jusqu'à analyse. Ces extraits ont servi pour le dosage des polyphénols totaux (PT), des flavonoïdes totaux (FT), flavonols, anthocyanines et mesure de l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur).

### I.2. Dosages des antioxydants

#### I.2.1. Polyphénols totaux

Le principe de cette méthode est basé sur la réduction en milieu alcalin de l'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et phosphomolybdique ( $H_3PMoO_{12}O_{40}$ ) du réactif du Folin- Ciocalteu en un mélange d'oxydes bleus de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{28}$ ) lors de l'oxydation des polyphénols. La couleur bleue obtenue est proportionnelle au taux de composés phénoliques contenus dans l'extrait (**Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982**).

1 ml de réactif de Folin (dilué 10 fois) est ajouté à 200 µl d'extrait. Après 4 min, 800 µl d'une solution de carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ , 7,5%) sont additionnés au milieu réactionnel. Après 30 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 765 nm. La concentration en polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique et est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par 100 g de matière sèche (mg EAG/100g MS) (**Talbi *et al.*, 2015**).

#### I.2.2. Flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux

(fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (**Ribéreau-Gayon et al., 1982**).

Un volume de 1 ml d'extrait est additionné d'un même volume d'une solution d' $\text{AlCl}_3$  (2% dans le méthanol). Après 1h de réaction, l'absorbance est lue à 420 nm. La concentration en flavonoïdes est calculée à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine et est exprimée en milligramme d'équivalent de quercétine par 100 gramme d'MS (mg EQ/100 g MS). (**Talbi et al., 2015**).

### I.2.3. Extraction et dosage des Flavonols et anthocyanines

Les teneurs en flavonols et anthocyanines ont été déterminées selon le procédé analytique rapporté par **Mélo et al. (2006)**. 0,25 g de poudre de pêche sont placés dans 10 ml d'éthanol acidifié à l'HCl (8,5: 1,5 V/V). L'ensemble est laissé à l'obscurité à 4°C toute la nuit puis filtré dans des tubes à essais couverts de papier d'aluminium. L'absorbance est mesurée à 535 et à 700 nm pour les anthocyanines et à 360 nm pour les flavonols. Les teneurs en anthocyanines ont été déterminées à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec la malvidine 3-glucoside et sont exprimées en mg équivalent de malvidine 3-glucoside par 100g de matière sèche (mg EM/100 g MS). Les teneurs en flavonols quant à eux ont été déterminées à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec la quercétine et sont exprimées en mg équivalent de quercétine par 100g de matière sèche (mg EQ/100 g MS).

### I.2.4. Extraction et dosage des caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des substances liposolubles. Ils se dissolvent dans les solvants organiques tels que l'acétone, l'alcool, l'éther éthylique et le chloroforme (**Rodriguez- Amaya, 2001**). Pour l'extraction des caroténoïdes deux phases ont été utilisées : une phase apolaire (hexanique) qui permet de récupérer les caroténoïdes et une phase polaire (éthanol / acétone) pour l'élimination des composés hydrophiles tels que les polyphénols, les flavonoïdes et les sucres.

Les caroténoïdes ont été extraits selon la méthode de **Sass-Kiss et al. (2005)** : 0,25 g d'échantillon ont été extrait à l'obscurité avec 10 ml de mélange hexane : acétone : éthanol (2 : 1 : 1). Le mélange est laissé sous agitation magnétique pendant 1h à l'abri de la lumière, puis centrifugé à 5000 rpm/5min. La phase hexanique (contenant les caroténoïdes) est récupérée et son absorbance est mesurée à 430 nm.

Les concentrations en caroténoïdes sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée avec le  $\beta$ -carotène. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de  $\beta$ -carotène par 100 g de matière sèche (mg E $\beta$ C/100g MS).

### I.3. Activités antioxydantes

#### I.3.1. Pouvoir réducteur

L'analyse du pouvoir réducteur d'un antioxydant consiste à mesurer sa capacité à réduire le fer ferrique ( $\text{Fe}^{3+}$ ) en fer ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) (**Bijoy et al., 2008**). La forme réduite de ce complexe donne une couleur verte qui est proportionnelle aux concentrations des antioxydants présents dans l'extrait (**Öztürk et al., 2007**).

Le pouvoir réducteur est estimé selon la méthode décrite par **Yildirim et al. (2001)**. Un volume de 1 ml d'extrait est additionné de 2,5 ml de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et de 2,5 ml de ferricyanure de potassium (1%). Après agitation, l'ensemble est incubé à 50°C pendant 20 min, puis 2,5 ml de trichloracétique (TCA 10 %) sont ajoutés. Un volume de 2,5 ml est prélevé de ce mélange et dilué dans 2,5 ml d'eau distillée puis 0,5 ml de chlorure ferrique (0,1 %) sont additionnés. L'absorbance est mesurée à 700 nm.

Le pouvoir réducteur est déterminé en se référant à la courbe d'étalonnage préparée avec l'acide ascorbique. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 g de matière sèche (mg EAA/100g MS).

#### I.3.2. Activité antiradicalaire envers le radical DPPH

Le DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre, stable ou accepteur d'hydrogène de couleur violet intense (**Cavar et al., 2009**). Ce radical perd sa coloration native quand il se lie avec des substances antioxydantes (AH) qui lui transfèrent des électrons ou des protons. La forme réduite du DPPH confère à la solution une couleur jaune (**Kim et coll, 2003**). Le virage vers cette coloration et l'intensité de la décoloration découle de la nature, de la concentration et de la puissance des principes actifs présents (**kroyer, 2003 ; Es Safi et al., 2007**). La réaction peut se résumer de la façon suivante :



L'activité antiradicalaire envers le radical DPPH est mesurée selon la méthode de **Liviu et al. (2009)**. Un volume de 100  $\mu\text{l}$  d'extrait est mélangé avec 900  $\mu\text{l}$  de la solution DPPH (0,04 mg/ ml préparée dans du méthanol). Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 100  $\mu\text{l}$  d'ED avec 900 $\mu\text{l}$  de la solution méthanolique de DPPH (Abs

contrôle). Après 20 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm.

L'activité antiradicalaire est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage préparée avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100 g de matière sèche (mg EAG/100g MS).

#### **I.4. Analyse statistique**

Toutes les données représentent la moyenne de trois essais (au minimum). L'analyse statistique des résultats est effectuée avec l'application de l'analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel STATISTICA 5.5 et la comparaison des données est prise à la probabilité  $P < 0,05$ .

# Résultats et discussion

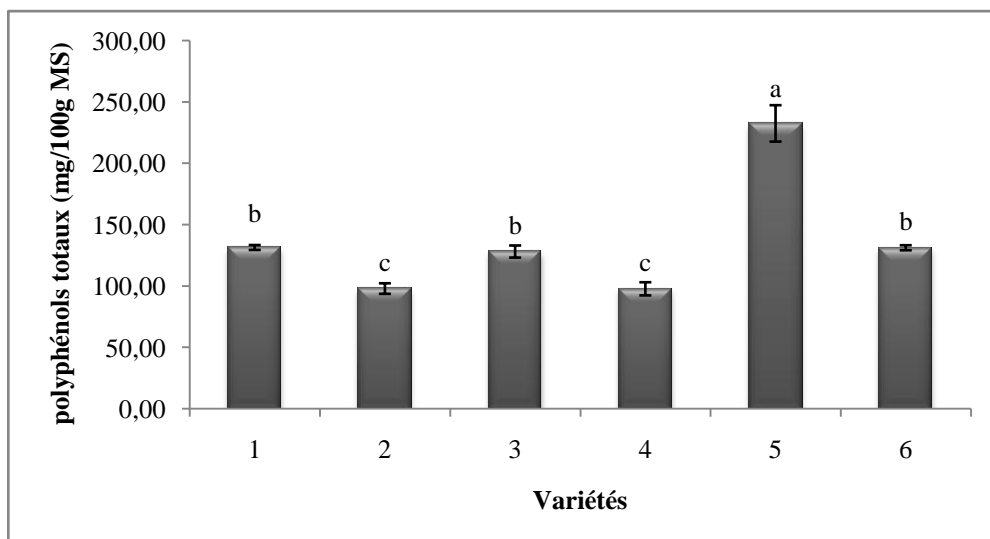


## II. Résultats et discussions

### II.1. Composés phénoliques

#### II.1.1. Polyphénols totaux

Les résultats de dosage des polyphénols totaux (PT) des différents extraits, réalisé selon la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 8 :** Teneurs en polyphénols totaux des variétés de pêche.

*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

Les résultats du dosage des PT montrent clairement que la quantité des polyphénols est élevée dans l'extrait de la variété V5 avec une valeur de 232,49 mg/100g MS, suivie par les extraits V1, V6 et V3 avec des valeurs de 131,41, 131,20 et 128,12 mg/100g MS, respectivement. Enfin, les extraits des variétés V2 et V4 possèdent les teneurs les plus faibles en PT avec des valeurs non significativement différentes ( $p < 0.05$ ) de 97,98 et 97,49 mg/100g MS, respectivement.

Des études antérieures réalisées sur la pêche (fruit entier) rapportées par **Los et al. (2000)**, ils sont trouvés ( $\approx 160$  à  $300$  mg EAG/100 g MF), **Kim et al. (2003)** ( $\approx 125$  à  $372,6$  mg EAG/100 g MF) et **Cevallos-Casals et al. (2006)** ( $\approx 100$  à  $449$  mg EAG/100g MF). Cependant, **Leontowicz et al. (2002)** ont montré que la peau de pêche est plus riche en PT ( $480$  mg/100g MF) que la pulpe ( $230$  mg/100g MF). D'autres travaux ont également montré que les PT de la pêche sont beaucoup plus concentrés dans la peau que dans la pulpe (**Tomàs-Barberà et al., 2001 ; Gil et al., 2002 ; Cevallos-Casals et al., 2006**).

Une étude réalisée sur quatre variétés de pêche tunisiennes a montré que la teneur en composés phénoliques de la pêche dépendait non seulement de la variété mais aussi du

stade de maturation. Ils ont rapporté des teneurs allant de 6,26 à 36,4 mg EAG/g MF et que les fruits moins murs étaient les plus riches en composé phénolique (**Belhadj et al., 2016**).

La quantité des composés phénoliques des fruits dépend essentiellement de leur origine (**Ebrahimzadeh et al., 2008**), la variété, la saison de culture, la saison de récolte, les conditions climatiques et environnementales, la localisation géographique, les différentes maladies qui peuvent affecter la plante, la maturité de la plante et la durée de conservation (**Falleh et al., 2008 ; Amaral et al., 2010**).

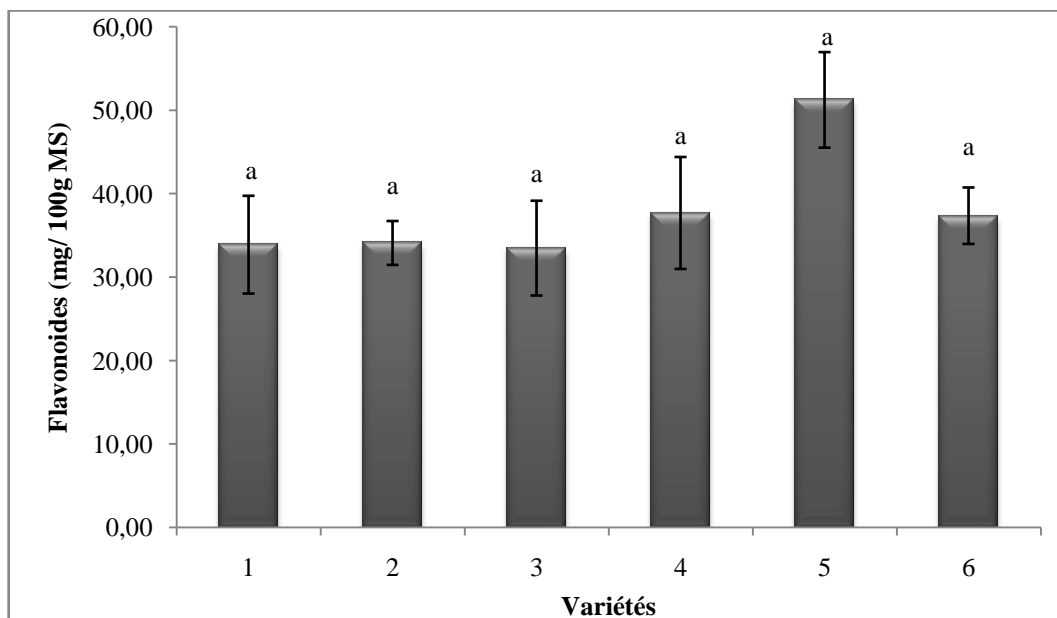
D'autre part, les différences dans les teneurs en PT peuvent résulter de la faible spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu qui est l'inconvénient majeur de ce dosage colorimétrique. Le réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupements hydroxyle pas seulement ceux des composés phénoliques mais également ceux de certains sucres, protéines,...etc. (**Vuorela, 2005 ; Gomez- Caravaca et al., 2006**). Le dosage par ce réactif donne donc une évaluation brute. Il n'est pas spécifique aux polyphénols mais beaucoup de composés peuvent réagir avec le réactif donnant un taux phénolique apparent élevé (**Tawaha et al., 2007**).

Les substances moins polaires (dérivés d'acides phénoliques) ne sont pas isolées quantitativement en utilisant l'eau pure comme solvant d'extraction (**Cazes, 2005**). Selon (**Chirinos et al., 2007**), l'extraction par l'eau pure mène à un extrait ayant une teneur élevée en impuretés (acides organiques, glucides, protéines solubles) qui peuvent interférer dans le dosage des composés phénoliques. L'utilisation de l'eau en combinaison avec des solvants organiques contribue à la création d'un milieu modérément polaire qui assure l'extraction des composés phénoliques (**Lapornic et al., 2005 ; Liyana-Pathirana et Shahidi, 2005**).

Selon **Nacz et Shahidi, (2004)**, la solubilité des composés phénoliques est influencée par le type de solvant utilisé et le degré de leurs polymérisations. **Chew et al. (2011)** ont montré que l'extraction des PT à partir des matières végétales est influencée par leur solubilité dans les solvants d'extraction dont le principe général est «Like dissolves Like », ce qui signifie que les solvants n'extraient que les composés phytochimiques de polarité similaire.

### II.1.2. Flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes totaux (FT) a été réalisé selon la méthode au trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ). Les résultats sont représentés dans la **figure 9** : la teneur en FT est exprimée en milligramme équivalent de quercétine par 100 gramme MS (mg EQ/100 g MS).



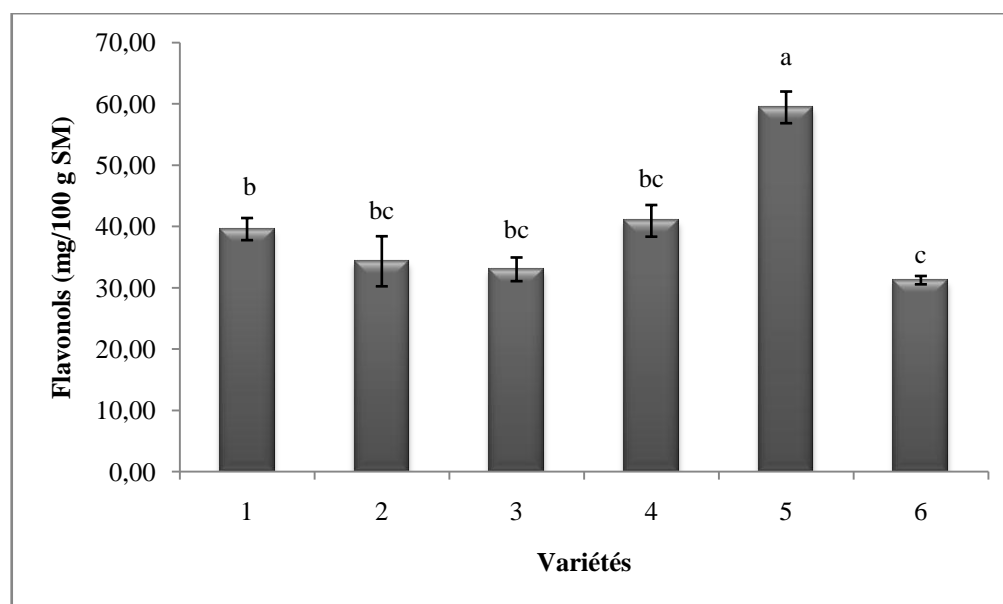
**Figure 9:** Teneurs en flavonoïdes des variétés de pêche.

*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

Les résultats indiquent que l'extrait de la variété V5, comparé aux autres extraits, présente la teneur la plus élevée en FT qui est de 51,2 mg EQ/100g MS, suivie par les extraits des variétés V4, V6 avec des valeurs très proches de 37,69 et 37,36 mg/100g MS, respectivement. Les extraits V2, V1 et V3 étaient les variétés les plus faibles en FT avec des valeurs de 34,09, 33,88 et de 33,47 mg/100g MS, respectivement.

### II.1.3 Flavonols

Le taux des flavonols des extraits de nos variétés de pêche sont représentés sur l'histogramme de la **figure 10**.



**Figure 10** : Teneurs en flavonoles des variétés de pêche.

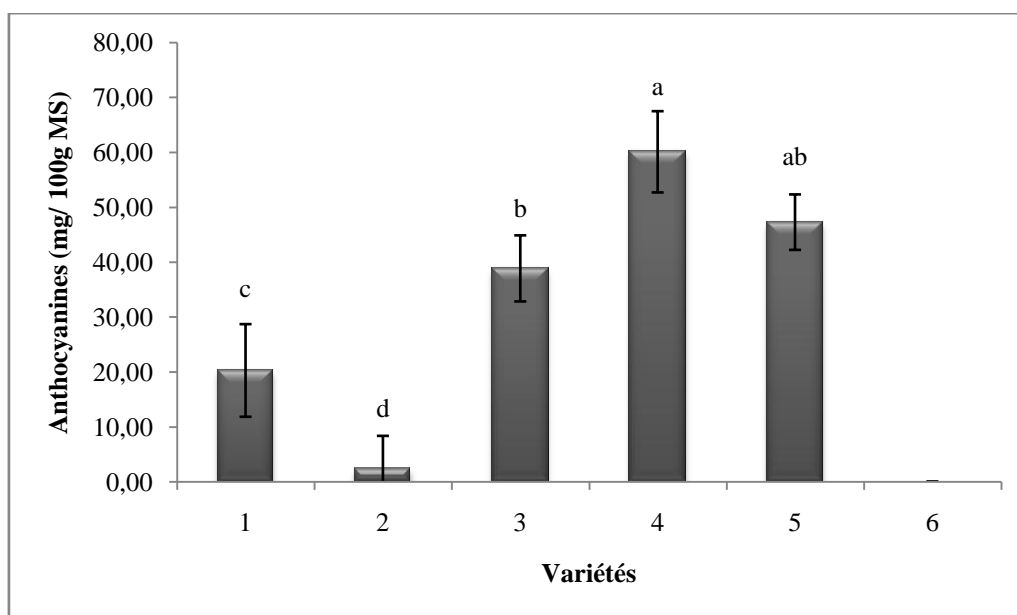
*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

La teneur la plus élevée en flavonols a été notée pour la variété V5 avec une valeur de 59,41 mg/100g MS suivie par les extraits V4 et V1 avec des valeurs de 40,90 et 39,55 mg/100g MS respectivement. Alors que les teneurs les plus faibles sont celles des extraits V2, V3 et V6 avec des teneurs assez proches de 34,30, 32,99, 31,22 mg/100g MS respectivement.

**Tomàs-Barberán et al. (2001)** ont noté que les flavonols de la pêche sont principalement localisés dans la peau. Les principaux flavonols identifiés par analyse chromatographique (HPLC) sont la quercétine-3-galactose, quercétine-3-glucoside et quercétine-3- rutinooside avec des teneurs de 22,2-52 mg /100 g MF (la peau) et de 4,8-11,5 mg/100 MF (la pulpe).

## II.2. Anthocyanines

Les concentrations en anthocyanines des extraits de variétés de pêche sont représentées dans la **figure 11**.



**Figure 11** : Teneurs en anthocyanines des variétés de pêche.

*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

Ces résultats montrent que les teneurs en anthocyanines sont significativement différentes. L'extrait de la variété V4 présente la teneur la plus élevée avec une valeur de 60,10 mg/100 g MS suivie par les variétés V 5 (47,29 mg/100g MS) et V3 (38,87 mg/ 100g MS). Les autres variétés (V1et V2), elles étaient les variétés les plus faibles en anthocyanines avec des valeurs de 20,29 et de 2,38 mg/100g MS, respectivement. Tandis que pour la variété V6, les anthocyanines n'ont pas été détectée.

La teneur de la pêche en anthocyanines est variable en fonction de sa couleur, elle est de 1,5 à 266,2 mg de cyanidine-3-glucoside/100 g de fruit frais. Les principaux anthocyanines identifiées dans la pêche sont la cyanidine-3-glucoside (cy 3-glc) et la cyanidine-3-rutinooside (cy 3-rut). D'autres anthocyanines ont été retrouvés telles que la cyanidine-3-acétyl glucoside, la cyanidine-3-galactoside (petites quantités), la peonidine-3-glucoside (1,1 à 1,2 mg/100 g), et des dérivés peonidiniques (1,9 à 11,5 mg/100 g) (Tomàs-Barberà *et al.*, 2001 ; Cevallos- Casals *et al.*, 2006 ; Vizzotio *et al.*, 2007).

Cevallos- Casals *et al.* (2006), ont également démontré que la teneur en anthocyanines de la fraction entière de la pêche varie de 6 à 37 mg/100 g MF. Cependant, l'épiderme de la pêche qui ne représente que 8 % du poids total du fruit contient une concentration plus élevée en anthocyanines que le mésocarpe.

Vizzotto *et al.* qui ont dosé les anthocyanines dans une vingtaine de variétés de pêche américaines ont noté que les pêches à chair rouge étaient beaucoup plus riches en

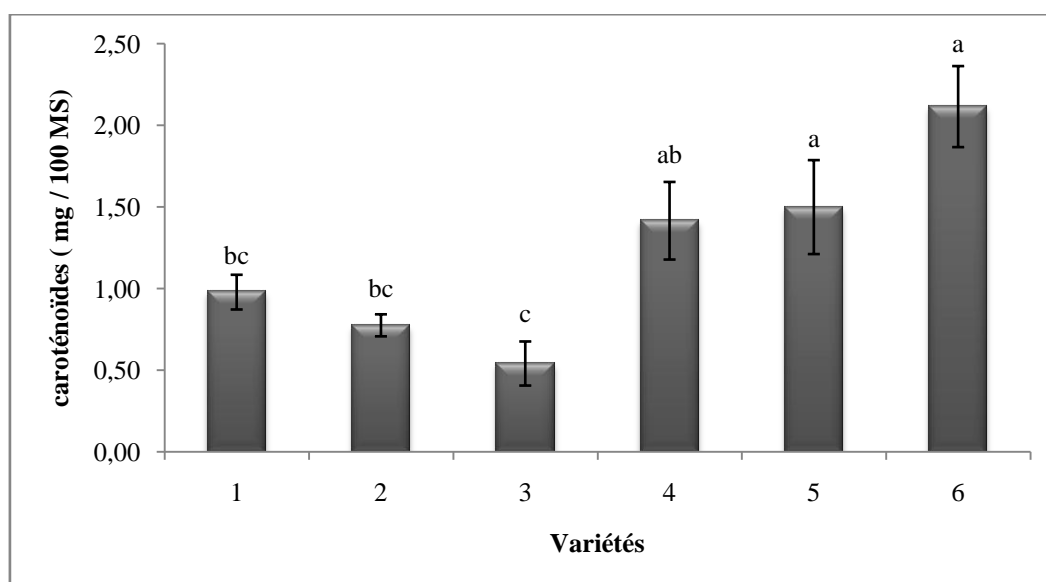
anthocyanines (45 à 266 mg EC3G/100g de fruit) que les variétés à chair jaune ou blanche (2 à 7 mg EC3G/100g) (**Vizzotto et al., 2006; Vizzotto et al., 2007**).

**Cevallos-Casals et al.** ont rapporté des teneurs en anthocyanines allant de 6 à 37 mg EC3G/100 g MF dans huit variétés de pêches américaines (**Cevallos-Casals et al., 2006**). **Cantin et al.** quant à eux ont noté des teneurs allant de 0,1 à 26,7 mg EC3G/Kg MF dans 19 variétés de pêche et de nectarines cultivées en Espagne (**Cantin et al., 2009**).

**Tomàs-Barberán et al. (2001)**, ont montré que la teneur en en anthocyanines, représentée principalement par la cyanidine-3-glucoside et la cyanidine-3- rutinooside (déterminée par analyse chromatographique HPLC), est de 0,66-33,66 mg /100 g MF (peau) et de 0,05-0,87 mg /100 MF (pulpe).

### II.3. Caroténoïdes

Les concentrations en caroténoïdes des six variétés de pêche sont significativement différentes, elles sont représentées sur l'histogramme de la **figure 12**.



**Figure 12 :** Teneurs en caroténoïdes des variétés de pêche.

*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

Ces résultats montrent que l'extrait de la variété V6 présente la teneur la plus élevée en caroténoïdes avec une valeur de 2,1 mg/100 g MS suivie par les variétés V5 (1,50 mg/100g MS) et V4 (1,40 mg/100g MS). Les extraits V1, V2 et V3 étaient les variétés les plus faibles en caroténoïdes avec des valeurs proches de 0,98, 0,77 et de 0,54 mg/100g MS, respectivement.

**Gil et al. (2002)** ont noté que les teneurs en caroténoïdes varient selon la partie du fruit étudié de 8  $\mu$ g/100 g (pulpe) à 197  $\mu$ g/100 g (pulpe). **Vizzoto et al. (2007)** ont obtenu une teneur en caroténoïdes totale de 2,8 mg/100g MF pour le fruit entier. **Vizzotto et al. (**

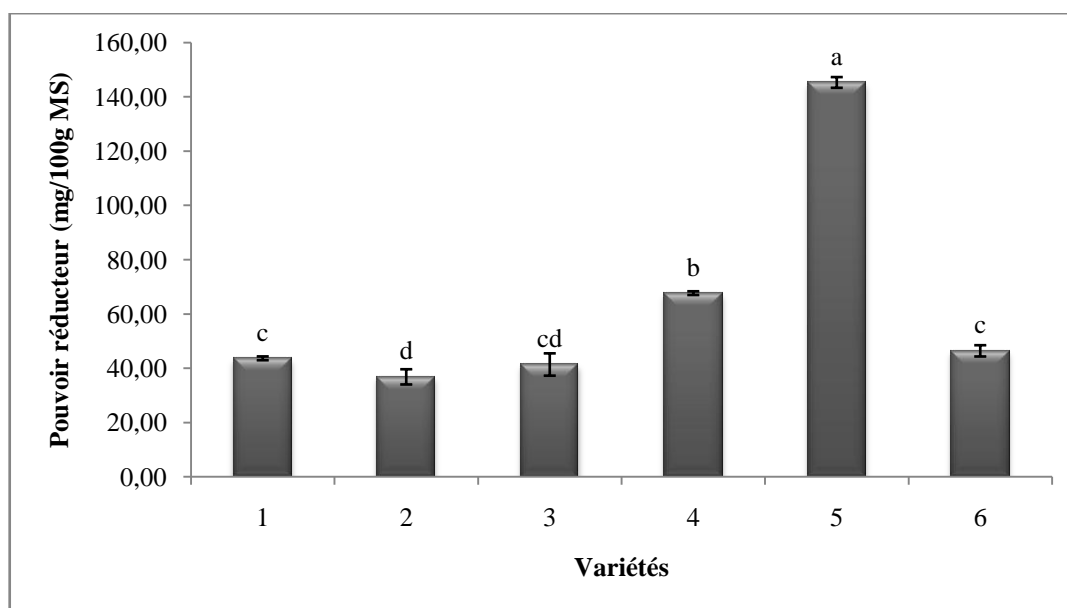
2006), qui ont dosé les caroténoïdes dans 22 variétés de pêche américaines, ont noté que les pêches à chair jaune étaient beaucoup plus riches en caroténoïdes (2 à 3 mg/100 g), cinq fois plus riches que les variétés blanches et rouges. **Gil et al.** (2002) ont également démontré que la teneur en caroténoïdes de la pêche dépendait de la variété (couleur de la chair) et ont rapporté des valeurs de 8 à 17 µg/100g de fruit (pêches à chair blanche) et de 95 à 197 µg/100 g de fruit (pêches à chair jaune). **Di Vaio et al.** (2008) ont noté des valeurs moyennes en caroténoïdes totaux de 94,169 µg/100 g MF dans sept variétés de pêches italiennes. **Legua et al.** (2011) ont noté que les pelures de pêche sont 5 à 20 fois plus riches en caroténoïdes (0,21 à 1,4 mg/100g) que la pulpe (33 à 80 µg/100g). **Belhadj et al.** (2016) ont montré que la teneur en caroténoïdes de la pêche dépendait non seulement de la variété mais aussi du stade de maturation. Ils ont rapporté des teneurs allant de 56,93 à 523,92 EβC/g MF dans quatre variétés de pêche tunisiennes. Les fruits plus murs étaient les plus riches en caroténoïdes.

Les teneurs en caroténoïdes diffèrent d'un auteur à un autre. Cela est probablement dû à différents facteurs comme la complexité de ces composés, la variété, le type et la concentration du solvant, la différence de la période et la région de récolte. La teneur en caroténoïdes varie nettement sous l'influence de plusieurs facteurs tels que la teneur en eau, le degré de maturité à la récolte, les effets climatiques,...etc (**Kimura et Rodriguez-Amaya, 2003 ; Kalt, 2005 ; Sun et Temelli, 2006**).

## II.4. Activités antioxydantes

### II.4.1. Pouvoir réducteur

L'acide ascorbique a été utilisée comme un antioxydant de référence, la détermination du pouvoir réducteur est exprimée en milligramme équivalent d'acide ascorbique par 100 gramme de MS (mg EQ/100g MS). Les résultats sont représentés sur l'histogramme de la **figure 13**.



**Figure 13 :** Teneurs en pouvoir réducteur des variétés de pêche.

*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

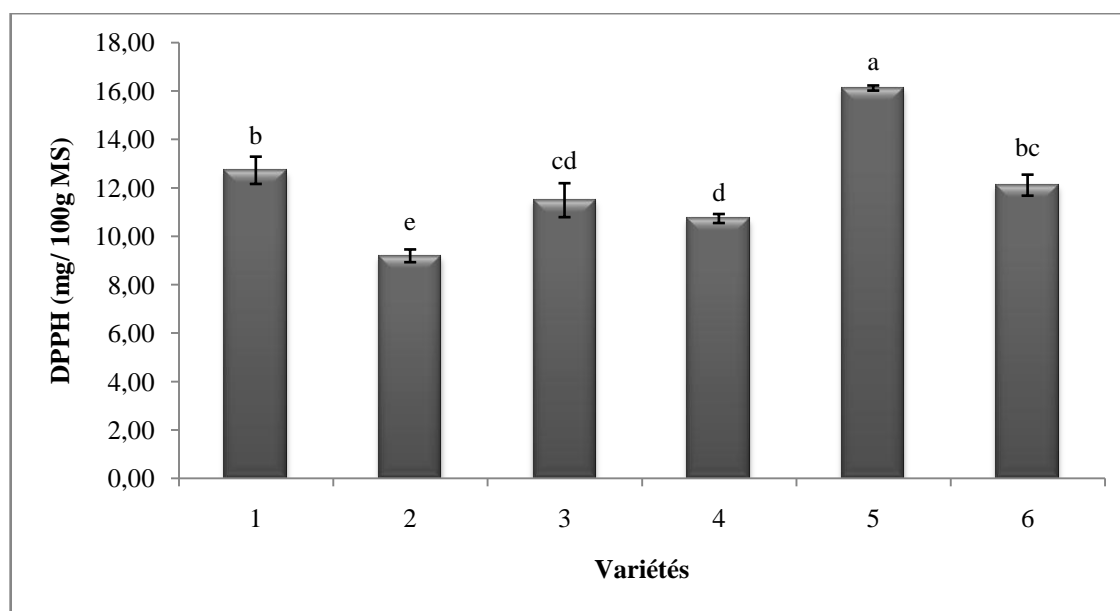
Les résultats obtenus illustrés par la **figure 13** montrent que la capacité de réduire le fer ferrique  $Fe^{+3}$  en fer ferreux  $Fe^{+2}$  est significativement différente entre les variétés de pêche. Elle est plus élevée pour l'extrait de la variété V5 avec une valeur de 145,27 mg/100g MS. Pour les autres variétés, elles présentent un potentiel réducteur plus faible comparativement avec l'extrait V5. Ceci pourrait être du à la richesse de l'extrait V5 en polyphénols et en flavonoïdes qui sont considérés comme les principaux donneurs d'électrons (**Le et al., 2007**). Cependant, la nature et la concentration en antioxydants peuvent moduler l'intensité du pouvoir réducteur ainsi intervient la position et le nombre de groupements hydroxyles.

#### II.4.2. Activité antiradicalaire envers le radical DPPH

L'efficacité d'un antioxydant peut être définie comme sa capacité à piéger les radicaux libres donc à arrêter la propagation de la réaction en chaîne. Afin d'évaluer cette efficacité, on a utilisé la méthode au DPPH (diphényl-picrylhydrazyl). Le degré de décoloration de ce réactif indique le potentiel piègeur des antioxydants présents dans les extraits (**Molyneux, 2004**).

Les résultats de notre étude sont souvent portés par rapport à un antioxydant de référence, comme l'acide gallique à partir d'une courbe d'étalonnage. Les résultats de l'activité antiradicalaire envers le radical DPPH de nos variétés de pêche sont résumés sur la **figure 14**.





**Figure 14 :** Activité antiradicalaire envers le DPPH des variétés de pêche.

*Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents*

Les valeurs du piégeage du radical DPPH varient selon l'ordre suivant : extrait V2 (9,19 mg/100g MS) < V4 (10,73 mg/100g MS) < V3 (11,49 mg/100g MS) < V6 (12,11 mg/100g MS) < V1 (12,72 mg/100g MS) et enfin l'extrait V5 étant la variété la plus active avec une valeur de 16,12 mg/100g MS.

**Nabavie et al. (2012)** ont trouvé que le pourcentage de piégeage du radical DPPH montre la capacité de l'extrait, à une concentration donnée, de réduire ou non les radicaux et dans beaucoup de cas, l'augmentation de la concentration en antioxydants amène l'augmentation de ces indices relatifs. Selon **Turkmen et al. (2007)**, le radical libre DPPH permet l'estimation de l'activité antioxydante des extraits préparés. C'est un radical synthétique de couleur violette qui vire vers le jaune quand il est capté par les antioxydants contenus dans les extraits testés. L'intensité de la couleur jaune reflète la capacité antiradicalaire de la molécule et dépend de la nature, de la concentration et de la puissance de cette molécule. Donc les polyphénols semblent être des donateurs efficaces d'hydrogène au radical DPPH en raison de leur structure chimique.

**Gil et al. (2002)** ont enregistré des activités antiradicalaires de 313-1789 mg/kg et de 93-1006 mg/kg dans la peau et la pulpe de pêche, respectivement. Plusieurs études ont montré que la pêche présente une activité antiradicalaire élevée : 437-13 505 µg équivalent trolox/ poids frais (**Vizzotto et al., 2007**), 440-1784 µg équivalent trolox/poids frais (**Cevallos- Cassals et al., 2006**).

L'activité antioxydante dépend essentiellement du nombre des groupements hydroxyles, leur position, et les radicaux liés au squelette moléculaire.

## II.5. Corrélations entre l'activité antioxydante et les teneurs en antioxydants

Afin d'évaluer la relation entre les différentes classes polyphénoliques et leurs contributions à l'efficacité antioxydante des extraits des variétés de pêche, une analyse de régression linéaire a été réalisée pour toutes les classes déterminées.

Dans la présente étude, les polyphénols totaux, les flavonoïdes, les flavonols et les anthocyanines semblent contribuer d'une façon significative à l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur) du fruit de pêche.

De bonnes corrélations positives ont été observées entre l'activité antioxydante (pouvoir réducteur et activité antiradicalaire) les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes, flavonols et en anthocyanines (**Tableau 6**).

**Tableau 6** : Coefficients de corrélations entre les PT, FT, flavonols et les anthocyanines et l'activité antioxydante (DPPH et PR).

Les composés / activité	Coefficient de corrélation (r)
Polyphénols - DPPH	0,93
Polyphénols - PR	0,89
Flavonoïdes - DPPH	0,42
Flavonoïdes - PR	0,63
Flavonols - DPPH	0,76
Flavonols - PR	0,84
Anthocyanines - DPPH	0,3
Anthocyanines - PR	0,53

Les courbes de corrélations sont représentées dans l'annexe 2.

# Conclusion

## Conclusion

Ce travail nous a permis en premier lieu d'apprendre les techniques analytiques en passant de l'extraction des polyphénols aux différentes méthodes de dosage de base dans l'étude des composés bioactifs contenus dans le fruit de pêche. Cette étude nous a permis de quantifier les composés phénoliques en utilisant les techniques universelles appropriées et l'évaluation de la capacité antioxydante (pouvoir réducteur et activité anti-radicalaire) du fruit de la pêche et d'étudier l'effet de la variété sur ces différents paramètres.

L'évaluation du contenu phénolique total en adoptant a été estimée selon la méthode de Folin-Ciocalteu tandis que la teneur en flavonoïdes totaux a été évaluée par la méthode au chlorure d'aluminium. Ces dosages nous ont permis d'obtenir les résultats suivants : la teneur en polyphénols totaux est plus élevée pour l'extrait V5 avec une valeur de 232,49 mg/100g MS. Alors que la teneur en flavonoïdes était élevée pour la même variété avec une valeur de 51,2 mg /100g MS. La teneur la plus élevée a été notée pour les flavonols c'est extrait V5 avec une valeur de 59,41mg/100g MS.

Pour les teneurs en caroténoïdes des six variétés de pêche, l'extrait V6 présente la teneur la plus élevée avec une valeur de 2,1 mg/ 100g MS. Tandis que, les anthocyanines sont plus élevées pour l'extrait V4 avec une valeur de 60,10 mg/ 100 g MS.

Les résultats obtenus renforcent notre hypothèse de départ selon laquelle ce fruit de pêche habituellement consommé par les populations locales pourrait s'avérer bénéfique pour leur santé de par la présence de molécules bioactives tels que les polyphénols.

Le potentiel antiradicalaire des variétés de pêche a été déterminé par la méthode de DPPH dont les résultats montrent que l'extrait de la variété V5 possède la meilleure activité avec une valeur de 16,12 mg/ 100g MS, et même la mesure du pouvoir réducteur montre que la capacité de réduire le fer ferrique  $Fe^{+3}$  en fer ferreux  $Fe^{+2}$  est plus importante pour la variété V5 avec une valeur de 145,27 mg/100g MS.

De bonnes corrélations positives ont été obtenues entre les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes totaux, flavonols, anthocyanines et l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur). On pourrait ainsi en déduire que les composés phénoliques contenus dans la pêche sont les principaux contributeurs à l'activité antioxydante de ce fruit.

Dans cette étude, nous avons pu démontrer que le fruit de pêche contient des molécules qui sont considérées comme des agents antioxydants de première classe et pourraient être utilisées comme ingrédients dans les industries alimentaires et/ou pour des

applications thérapeutiques et pharmaceutiques, sachant que les antioxydants contribuent de manière très efficace à la prévention des maladies liées au stress oxydatif telles que le cancer, et les maladies cardiovasculaires.

Afin de compléter ce travail, il serait intéressant :

- ✓ D'identifier les différents antioxydants présents dans le fruit de pêche par des techniques plus performantes (HPLC et LC/MS),
- ✓ D'élucider leur mécanisme d'action et de tester l'activité des extraits *in vivo*, de part des études de biodisponibilité des composés préalablement identifiés ;
- ✓ D'étudier d'autres activités biologiques telles que l'activité antibactérienne des extraits de pêche ;
- ✓ D'étudier d'autres parties de la plante telles que les noyaux de pêche qui est une excellente source d'huile présentant d'importantes propriétés thérapeutiques et nutritionnelles et aux feuilles du pêcher qui présentent des vertus médicinales.

# Références bibliographiques

~ A ~

- 1) **Amaral, J.S., Valentao, P., Andrade, P.B., Martins, R.C., Seabra, R.M. (2010).** Phenolic composition of hazelnut leaves: influence of cultivar, geographical origin and ripening stage. *Sci. Hortic.* 126, 306–313.
- 2) **Amić D., Davidović-Amić D., Bešlo D. et Trinajstić N. (2003).** Structure–Radical scavenging activity relationships of flavonoids. *CROATICA CHEMICA ACTA CCACAA.*, 76 (1) : 55- 61.
- 3) **Amzal H. (2010).** Étude de l'activité antioxydante des saponines du tourteau de l'arganier. *Thèse de doctorat en Biochimie-Pharmacologie.* Faculté des Sciences. Université Mohammed V Agdal Rabat.
- 4) **Andrea Z.,Valle D., Mignani I., Spinardi A., Galvano F., Ciappellano S. (2006).** The antioxidant profile of three different peaches cultivars (*Prunus persica*) and their short-term effect on antioxidant status in human. *Eur Food Res Technol* 225 : 167-172.
- 5) **Angelos M. G., Kutala V. K., Torres C. A., He G., Stoner J. D., Mohammed M., Oerannan K. (2005).** Hypoxic reperfusion of the ischemic heart and oxygen radical generation. *Am J Physiol Heart Circ Ohysiol.* Vol 290 : 341-347.
- 6) **Antwerpen P.V. (2006).** Contribution à l'étude du pouvoir antioxydant de divers agents d'intérêt thérapeutique : Ciblage du système myeloperoxydase / peroxyde d'hydrogène / chlorure. *Thèse de Doctorat en en Sciences Pharmaceutiques.* Université libre de Bruxelles.
- 7) **Aubert C., Milhet C. (2007).** Distribution of the volatile compounds in the different parts of a white-fleshed peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Food Chemistry* 102 : 375-384.

~ B ~

- 8) **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 de doctorat.* Université de Corse Pascal Paoli.
- 9) **Bassi D., Monet R. (2008).** Botany and taxonomy In The peach : Botany, Production and uses. *Edition CABI International.* ISBN : 978-1-84593-386-9.
- 10) **Belhadj F., Somrani I., Aissaoui N., Messaoud C., Boussaid M., Marzouk M. N. (2016).** Bioactive compounds contents, antioxidant and antimicrobial activities during ripening of *Prunus persica* L. varieties from the North West of Tunisia. 204 : 29-36.

- 11) **Benbrook C.M. (2005).** Accroître la teneur en antioxydants des aliments grâce à l'agriculture et à la transformation alimentaire biologiques. Rapport sur l'état des connaissances scientifiques. The *Organic Center for education & promotion*.
  - 12) **Bennick A. (2002).** Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. *Crit Rev Oral Biol Med*, **13** (2):184-196.
  - 13) **Berger M. (2006).** Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances Nutritional manipulation of oxidative stress : review of the evidence. *Nutrition clinique et métabolisme* **20** : 48-53.
  - 14) **Bijoy M., Jayati S., Prabir K.S. (2008).** Antioxidant activities of soybean as affected by Bacillus-fermentation to kinema. *Food Research International*. 41:5586-593.
  - 15) **Boyd B., Ford C., Koepke M.C., Gary K., Horn E., McAnalley S., McAnalley B. (2003).** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé. *Glycoscience & Nutrition*. **4** (6):7.
- ~ C ~
- 16) **Cantín C.M., Gogorcena Y., Moreno Á. (2009).** Analysis of phenotypic variation of sugar profile in different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *Dpto. de Pomología. Estación Experimental de Aula Dei (CSIC)*. Apdo. 13034-50080.
  - 17) **Cavar S., Maksimovic M., Vidic D., Paric A. (2009).** Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of essential oil of *Aetemisía annua* L. From Bosnia. *Industrial Crops and Products*. **37**: 479-485.
  - 18) **Cazes D-J. (2005).** Encyclopedia of Chromatography In <<Phenolic Acids in Naturel Plants: Analysis by HPLC>>. P1806
  - 19) **Cevallos-Casals B.A., Byrne D., Okie W.R., Cisneros-Zevallos L. (2006).** Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry* **96** : 273-280.
  - 20) **Chadi D., Allalo O. (2014).** Contribution à l'étude phytochimique de flavonoïdes chez l'espèce *prunus cerasifera atropurpurea* L. et évaluation de leur pouvoir antibactérien. Université de Constantine1, faculté des sciences de la nature et de la vie : 61.
  - 21) **Chang S., Tan C., Frankel E.N., Barrett D.M. (2000).** Low-Density Lipoprotein Antioxidant Activity of Phenolic Compounds and Polyphenol Oxidase Activity in Selected Clingstone Peach Cultivars. *Journal. Agric. Food Chem* **48** : 147-151.



**22) Chew K.K., Ng S.Y., Thoo Y.Y., Khoo M.Z., Wan Aida W.M., Ho C. W. (2011).** Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal* **18** : 571-578.

**23) Chirinos R., Rogez H., Campos D., Pedreschi R., Larondelle Y. (2007).** Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon) tubers. *Separation and Purification Technology* **55**, 217- 225.

**24) Couplan F. (1998).** Guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées. *Edition* : Sophie Daguin. Paris. ISBN : 2-0603-011014.

~ D ~

**25) Dacosta Y. (2003).** *Les phytonutriments bioactifs*, YVES DACOSTA ed. Paris.

**26) Daglia M. (2012).** "Polyphenols as antimicrobial agents." *Current Opinion in Biotechnology* **23**(2): 174-181.

**27) Drogoudi P.D., Tsipouridis C. (2007).** Effects of cultivar and rootstock on the antioxidant content and physical characters of clingstone peaches. *Scientia Horticulturae* **115** : 34-39.

~ E ~

**28) Ebrahimzadeh M. A., Pourmmorad F. et Hafezi S. (2008).** Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish journal of biology.* **32** : 43-49.

**29) El Gharras H. (2009).** "Polyphenols: Food sources, properties and applications - A review." *International Journal of Food Science and Technology* **44**(12): 2512-2518.

**30) Es –Safi N. E., Kollmann I., Khlifi S. et Ducrot P. H. (2007).** Antioxidants effect of compound isolated from *Globularia alypum* L Structure-activity relationship. *LWT- Food science and technology.* **40** : 1246-1252.

~ F ~

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

**32) Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdell, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities .*C. R. Biologies.* **331**: 372-379.

~ G ~

- 33) Galvano F., La Fauci L., Lazzarino G., Fogliano V., Ritieni A., Ciappellano S., Battistini N.C., Tavazzi B. Galvano G. (2004). Cyanidins: metabolism and biological properties. *Journal of Nutritional Biochemistry* **15** : 2-11.
- 34) Ghedira K. (2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie* **4** : 162-169.
- 35) Gil M.A., Tomàs-Barberà F.A., Hess-Pierce B., Kader A.A. (2002). Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. *Journal. Agric. Food Chem* **50** : 4976-4982.
- 36) Gomez-Caravaca A.M., Gomez-Romero M., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A. (2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **41**: 1220-1234.
- 37) Gorinstein S., Martin-Belloso O., Lojek A, Milan C., Soliva-Fortuny R., Park Y-S., Caspi A., Libman I., Trakhtenberg S. (2002). Comparative content of some phytochemicals in Spanish apples, peaches and pears. *Sci Food Agric* **82** : 1166-1170.
- 38) Gramza et Korczak J. (2005). Tea constituents (*Camellia sinensis L.*) as antioxidants in lipid systems. *Trends in Food Science and Technology* **16** : 351-358.

~ H ~

- 39) Haleng J., Pincemail J., Defraigne J. O., Charlier C., Chapelle J. P. (2007). Le stress oxydant. **62** (10) : 628-638.
- 40) Hyardin A. (2008). Etude de la fonctionnalité alimentaire de plats industriels. Thèse de doctorat en' institut national polytechnique de lorraine. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires – 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Unité de Recherche Animal et Fonctionnalités de Produits Animaux, 255p.

~ K ~

- 41) Karaali A., Boyacioălu D., Gőnez G., Őzçelik B. (2004). Flavonoids in fruit and vegetables their impact on food quality, nutrition and health–STREP or CA. European commision's the 6th framework programme for research. Istanbul technical university. Turkey.
- 42) Kahlon T.S., Smith G.E. (2006). In vitro binding of bile acids by bananas, peaches, pineapple, grapes, pears, apricots and nectarines. *Food Chemistry* **101** : 1046-1051.
- 43) Kalt W. (2005). Effects of Production and Processing Factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of Food Science* **70** (1) : 11-19.

- 44) **Kim D.O., Chun O.K., Kim Y.J., Moon H. Y., Lee C. Y. (2003).** Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51** : 6509–6515.
- 45) **Kimura M., Rodriguez-Amaya D.B. (2003).** Carotenoid Composition of Hydroponic Leafy Vegetables. *Journal. Agric. Food Chem* **51** : 2603-2607.
- 46) **Koivikko R., Loponen J., Honkanen K., Jormalainen V. (2005).** Contents of soluble, cellwall-bound and exuded phlorotannins in the brown alga *Fucus vesiculosus*, with implications on their ecological functions. *Journal of Chemical Ecology*, **31** (1): 195-212.
- 47) **Koivikko R., Loponen J., Eränen J.K., Jormalainen V. (2008).** Variation of phlorotannins among three populations of *Fucus vesiculosus* as revealed by HPLC and colorimetric quantification. *Journal of Chemical Ecology*, **34**: 57-64.
- 48) **Kroyer G.T. (2003).** Red clover extract as antioxidant active and functional food ingredient innovative. *Food Science and Emerging Technologies*, **5**: 101-105.
- ~ L ~
- 49) **Lacoste S. (2006).** Les aliments qui guérissent. *Edition LEDUCS.S.* Paris. ISBN : 2-84899-084-8.
- 50) **Laguerre M., López-Giraldo L.J., Lecomte J., Pina M., Villeneuve P. (2007).** Outils d'évaluation in vitro de la capacité antioxydante. *Nutrition-Santé*.
- 51) **Lahbari M. (2015).** Etude et stimulation du séchage de l'abricot : application à quelques variétés de la région des Aurès. Thèse de doctorat de science mécanique. Université de Hadj Lakhdar Batna, faculté de technologie. 129p.
- 52) **Leontowicz H., Gorinstein S., Lojek A, Leontowicz M., Milan C., Soliva-Fortuny R., Parkd Y.S., Jung S.T., Trakhtenberg S., Martin-Belloso O. (2002).** Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. *Journal of Nutritional Biochemistry* **13** : 603-610.
- 53) **Leterne E., Lespinasse J.M. (2008).** Les Fruit retrouvés. Patrimoine de demain. Histoire et diversité des espèces du Sud-Ouest. *Edition du ROUERGUE*.
- 54) **Lhuillier, A. (2007).** Contribution a l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauria salicifolia* Hook.f ex Oliver, *Agauria polyphylla* Baker (*Ericaceae*), *Tambourissa trichophylla* Baker (*Monimiaceae*) et *Embelia concinna* Baker (*Myrsinaceae*). Thèse de doctorat. Toulouse.

- 55) Linden G., Lorient D. (1994).** Biochimie agro-industrielle valorisation alimentaire de la production agricole. Mansson.
- 56) Liviu AL.M., Dezmirean D., Adela M., Otilia B., Laslo L., Bogdanov. (2009).** Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry* **112** : 863-867.
- 57) Liyana-Pathirana C., Shahidi F. (2005).** Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry* **93** : 47-56.
- 58) Los J., Wilska J.J., Pawlak M. (2000).** Polyphenolic compounds of plums (*Prunus domestica*). *Polish Journal of Food Nutrition Sciences* **9** (50) : 35-38.
- 59) Lurie S., Crisosto C.H. (2005).** Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology* **37** : 195-208.

~ M ~

- 60) Maamri S. (2008).** Etude de pistacia atlantica de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais antileishmaniens. Mémoire de Magister Université de BOUMERDES. P 10 11 12 35 57.
- 61) Malešev D. et Kuntić V. (2007).** Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. *Journal of the serbian chemical society.* **72** (10) : 921-939.
- 62) Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jimenez L. (2004).** Polyphenols : food sources and bioavailability. *Am Journal Clin Nutr.* **79** : 727-47.
- 63) Marfak A. (2011).** Radiolyse gamma des flavonoides. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation des depsides. Thèse de doctorat Université de Limoges. P 6-7-27-45.
- 64) Mazza G (J). (2007).** Anthocyanins and heart health. *Ann Ist Super Sanità* **43** (4) : 369-374.
- 65) Mélo E.A., Lima V.L.A.G, Maciel M.I.S., Caetano A.C.S., Leal F.L.L. (2006).** Polyphenol, Ascorbic Acid and Total Carotenoid Contents in Common Fruits and Vegetables. *Braz. journal. Food Technol* **9** (2): 89-94.
- 66) Meziti A. (2007).** Activité antioxydante des extraits des graines de Nigella sativa L Etude in vitro et in vivo. Mémoire de Magister Université de Batna. p 30-35-49-67.
- 67) Milane H. (2004).** La quercétine et ses dérivés : molécules à caractère prooxydant ou capteurs de radicaux libres ; études et applications thérapeutique. *Thèse de doctorat en pharmacochimie.* Université Louis Pasteurs. Strasbourg I, France.

**68) Mohammadi Z. (2011).** Etude du pouvoir Antimicrobien et Antioxydant des Huile Essentielles et flavanoides de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de Magister Université de Tlemcen. p 18-24-25-49-50.

**69) Molyneux P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal. Sci. Technol* **26** (2) : 211-219.

**70) Moure A. J. M., Cruz D., Franco J., Manuel Dominguez J., Sineiro H., Dominguez M. J., Nunez et Carlos Parajo J. (2001).** Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry* **72**(2): 145-171.

~ N ~

**71) Nabavi S.M., Nabavi S.F., Alinezhad H., Zare M. and Azimi R., (2012).** Biological activities of flavonoid-rich fractions of *Eryngium Caucasicum* Trautv. *European review for medical and pharmacological sciences*, **16**(13), 81-87.

**72) Nacz M., Shahidi F. (2003).** Phenolics in food and nutraceuticals. *Boca Raton, FL: CRC Press.*

**73) Nazck M., Shahidi F. (2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A* **1054** : 95-111.

~ O ~

**74) Özacar M., Soykan C., Sengil I.A. (2004).** Studies on Synthesis, Characterization, and Metal Adsorption of Mimosa and Valonia Tannin Resins. DOI 10.1002/app.23944.

**75) Öztürk M., Aydogmus-Oztürk F., Emin Duru M., Topçu G. (2007).** Antioxydant activity of stem and root extracts of Rhubarb (*Rheum ribes*) : An edible medicinal plant. *Food chemistry* **103** : 623-630.

~ P ~

**76) Pietta P. G. (2000).** Flavonoids as Antioxidants. *Journal of Natural Products* **63** : 1035-1042.

**77) Priymenko N. (2005).** Intérêt de la suppléments en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Thèse de doctorat en vétérinaire, Université Paul- Sabatier de Toulouse. 120p.

~ R ~

**78) Rahim A.A., Rocca E., Steinmetz J., Kassim M.J., Ibrahim M.S., Osman H. (2008).** Antioxidant activities of mangrove *Rhizophora apiculata* bark extracts. *Food Chemistry*, **107**: 200-207.

- 79) Ribéreau-Gayon J., Peynod E., Sudraud P., Ribéreau-Gayon P. (1982).** Science et technique du vin. Tome 1. Analyse et contrôle des vins. *Ed Dunod*. Paris.
- 80) Robards K., Antolovich M. (1997).** Analytical Chemistry of Fruit Bioflavonoids. *Analyst*. **122** : 11-34.
- 81) Rodriguez-Amaya D.B. (2001).** A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. *OMNI Research*- United States of America. ISBN : 1-57881-072-8.

~ S ~

- 82) Sass-Kiss A., Kiss J., Milotay P., Kerek M. M., Toth-Markus M. (2005).** Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International* **38** : 1023-1029.
- 83) Scordino M., Sabatino L., Muratore A., Belligno A., Gagliano G. (2012).** Phenolic characterization of Sicilian yellow flesh peach (*Prunus persica L.*) cultivars at different ripening stages. *Journal. Food Qual.* **35** : 255–262.
- 84) Servais S. (2004).** Altérations mitochondriale et stress oxydant pulmonaire en réponse à l’ozone : Effet de l’âge et d’une supplementation en oméga-3. *Thèse de doctorat*. Université Claude Bernard-Lyon 1.
- 85) Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. (1994).** Food composition and nutrition value. Fruit. 5<sup>ème</sup> édition. *Edition : CRC Press*. London-Tokyo.
- 86) Stalikas C. D. (2007).** Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal. Sep. Sci.* **30** : 3268–3295.
- 87) Sun M., Temelli F. (2006).** Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids from carrot using canola oil as a continuous co-solvent. *Journal. of Supercritical Fluids.* **37**: 397-408.
- 88) Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L and Zhang Y. (2011).** Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki L.*) leaves. *Food Chem Toxicol.* **49**: 2689-2696.

~ T ~

- 89) Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., Talbi J., Hilali A. (2015).** Evaluation de l’activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa L.* (Evaluation of antioxidant activity and physico chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa L.*). *Sci.* **6** (4) : 1111-1117.

**90) Tawaha, K., Alali, F.Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., El-Elimat, T. (2007).** Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chem.* (in press).

**91) Tomàs-Barberà F.A., Gil M.I., Cremin P., Waterhouse A.L., Hess-Pierce B., A. Kader A. (2001).** HPLC-DAD-ESIMS Analysis of Phenolic Compounds in Nectarines, Peaches, and Plums. *Journal. Agric. Food Chem* **49** : 4748-4760.

**92) Tsantili E., Shin Y., Nock J., Watkins C.B. (2010).** Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology.* **57** : 27-34.

**93) Turkmen, N., Velioglu, Y. S, Sari, F., Polat, G. (2007).** Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules.* **12**:484-496.

~ V ~

**94) Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M., Mazur M. (2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions.* **160** : 1- 40.

**95) Vizzotio M., Cisneros-Zevallos I., Byrne D.H. (2007).** Large Variation Found in the Phytochemical and Antioxidant Activity of Peach and Plum Germplasm. *Journal. AMER. Soc. HaRT. SCI.* **132** (3) : 334-340.

**96) Vuorela, S. (2005).** Analysis, isolation, and bioactivities of rapeseed phenolics. Helsinki.

~ W ~

**97) Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haytowitz D.B., Gebhardt S.E., Prior R.L. (2006).** Concentrations of Anthocyanins in Common Foods in the United States and Estimation of Normal Consumption. *Journal. Agric. Food Chem* **54** : 4069-4075.

~ Y ~

**98) Yildirim A., Oktay M., Bilaloglu V. (2001).** The Antioxidant Activity of the Leaves of *Cydonia vulgaris*. *Turk Journal Med Sci.* **31** : 23-27.

~ Z ~

**99) Zeghade N. (2009).** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire de magister de l'université de Constantine, faculté de biologie végétale et écologie. 130p.

# Annexes



## Annexe 1

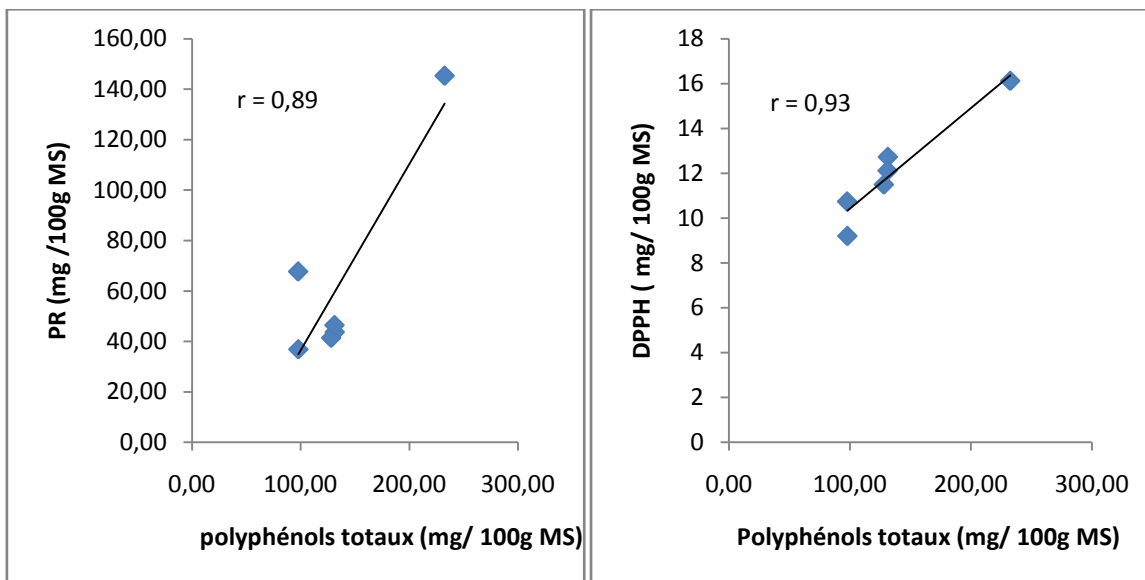
**Tableau I :** Composition en minéraux et oligo-éléments des pêches (valeur moyenne par 100g de matière comestible) (Souci *et al.*, 1994).

Minéraux	Unité	Teneur	Minéraux	Unité	Teneur
Sodium	mg	1,30	Chrome	µg	2,00
Potassium	mg	205,00	Aluminium	µg	2,90
Magnésium	mg	9,20	Phosphore	mg	23,00
Calcium	Mg	7,80	Chlore	mg	2,60
Manganèse	Mg	82,80	Fluor	µg	21,00
Fer	Mg	480,00	Iode	µg	1,00
Cuivre	Mg	72,63	Bore	mg	7,00
Zinc	Mg	145,00	Sélénium	mg	1,20
Nickel	Mg	26,50	Silicium	mg	400,00

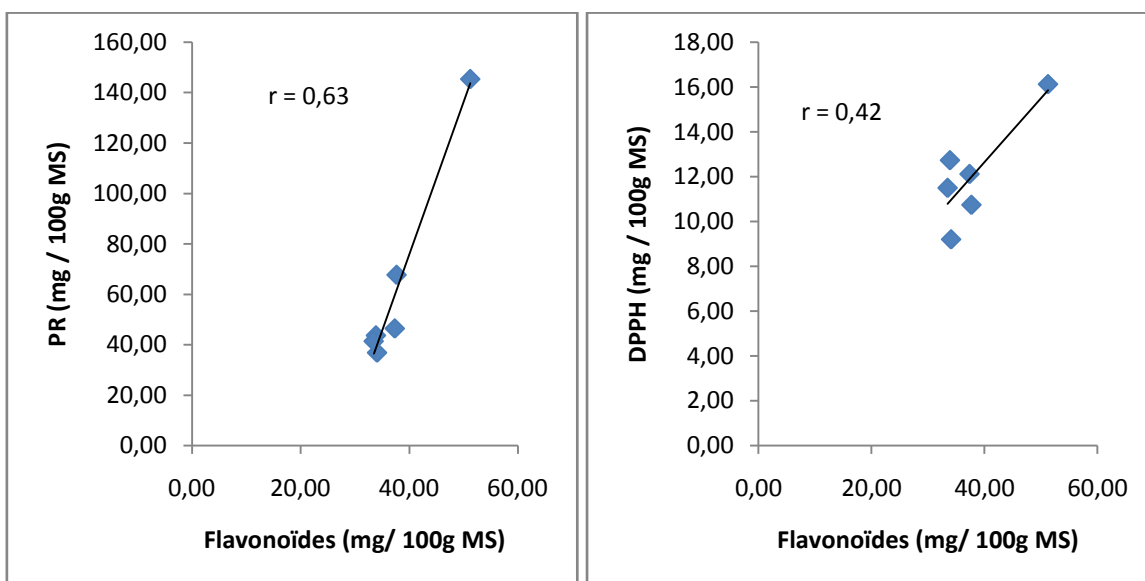
**Tableau II :** Composition en vitamines des pêches (valeur moyenne par 100g de matière comestible) (Souci *et al.*, 1994).

Vitamines	Unité	Teneur
Caroténoïdes totaux	Mg	99,35
Tocophérols totaux	Mg	1,01
Alpha-tocophérol	Mg	960,00
Gamma- tocophérol	Mg	50,00
Vitamine K	Mg	3,00
Vitamine B1	Mg	27,00
Vitamine B2	Mg	51,00
Vitamine B3(Nicotinamide)	Mg	850,00
Vitamine B5 (Acide pantothénique)	µg	140,00
Vitamine B6	µg	26,00
Vitamine B6 (Biotine)	µg	1,90
Vitamine B9 (Acide folique)	µg	2,70
Vitamine C	mg	9,50

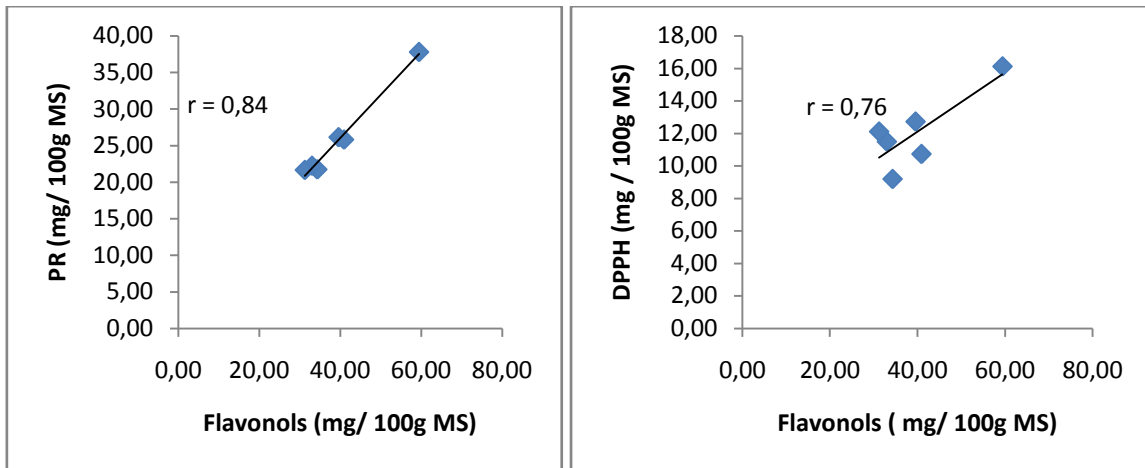
## Annexe 2



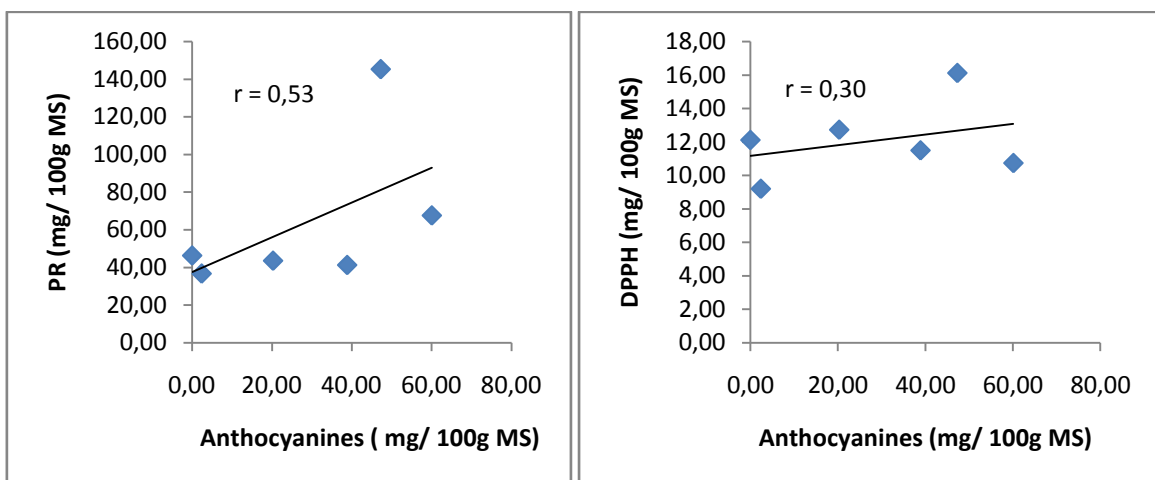
Corrélation entre les teneurs en polyphenols totaux, PR et DPPH.



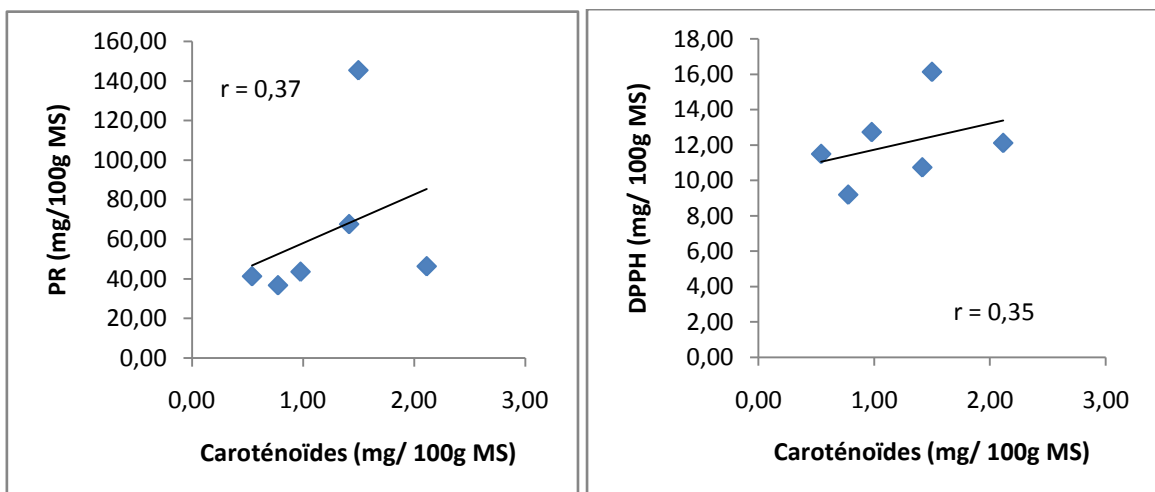
Corrélation entre les teneurs en flavonoïdes, PR et DPPH.



Corrélation entre les teneurs en flavonols, PR et DPPH.



Corrélation entre les teneurs en anthocyanines, PR et DPPH.



Corrélation entre les teneurs en caroténoïde, PR et DPPH.

**Résumé :** La pêche (*Prunus persica*) est un fruit largement consommé pour ses qualités gustatives et nutritionnelles. Les composés phénoliques représentent les principales sources de la capacité antioxydante de la pêche. La présente étude a été consacrée à l'évaluation de l'effet de la variété sur les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes, flavonols, anthocyanines et en caroténoïdes et sur la capacité antioxydante (pouvoir réducteur et activité antiradicalaire) du fruit de pêche. Le dosage des polyphénols et des flavonoïdes a montré que l'extrait V5 est la variété la plus riche en ces composés avec des valeurs de 232,49 et de 51,2 mg/100g MS, respectivement. Pour les teneurs en anthocyanines, V4 et V5 étaient les plus riches. Tandis que pour les caroténoïdes, l'extrait V6 présente la teneur la plus élevée (2,1 mg/ 100 g MS) suivie par V5 (1,50 mg/ 100g MS). L'évaluation de la capacité antioxydante qui a été réalisée en utilisant la méthode du piégeage du radical libre DPPH et le pouvoir réducteur a montré que V5 est la plus active. De bonnes corrélations positives ont été notées entre les teneurs en PT, flavonoïdes, flavonols, anthocyanines et l'activité antioxydante suggérant que les composés phénoliques présents dans les extraits de fruit de pêche sont les principaux contributeurs à son activité antioxydante.

**Mots clé :** pêche (*Prunus persica*), polyphénols totaux, flavonoïdes, caroténoïdes, anthocyanines, activité antioxydante.

**Abstract:** Peach (*Prunus persica*) is a fruit widely consumed for its taste and nutritional qualities. Phenolic compounds are the main sources of the antioxidant capacity of the peach. The main purpose of the present study was the evaluating of the effect of the variety on the total polyphenol, flavonoid, flavonol, anthocyanin and carotenoid contents and on the antioxidant capacity (reducing power and radical scavenging activity) of the peach fruit. The polyphenol and flavonoid assay showed that the extract V5 is the richest variety in these compounds with values of 232,49 and 51,2 mg /100g DW, respectively. For anthocyanin levels, V4 and V5 have the richest varieties. Whereas for carotenoids, the extract V6 has the highest content (2,1 mg/100 g Dw) followed by extract V5 (1,5 mg /100 g DW). The evaluation of the antioxidant capacity carried out using the DPPH free radical scavenging method and the reducing power showed that variety V5 was the most active. Good positive correlations were observed between levels of total polyphenol, flavonoids, flavonols, anthocyanins and antioxidant activity suggesting that phenolic compounds present in peach fruit extracts are the main contributors to its antioxidant activity.

**Key words:** peach (*Prunus persica*), total polyphenols, flavonoids, carotenoids, anthocyanins, antioxidant activity.