

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité : Biotechnologie Microbien



Réf :.....

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

MASTER

Thème

***Étude comparative de l'activité
antibactérienne antioxydante des extraits
phénoliques de quelque variété de pêche
cultivée en Algérie***

Présenté par :

CHABI Ouerdia

Soutenu le : **24 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M. BELHADI D.
M. MOKRANI A.
Mme. TAFUKT R.

MCA
MCB
MAA

Président
Encadreur
Examineur

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciement

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon promoteur, le Dr. Mokrani.A, Maitre de conférence de l'université A. Mira de Bejaia pour avoir encadrer et diriger ce travail ainsi que pour son aide, ses conseils et ses encouragements en témoigne mon respectueuse gratitude

Je remercie le Dr. Djoudi, F. Maitre de conférences et chef de département de Microbiologie à l'université A. Mira de Bejaia, qui de son côté n'a pas cessé de nous aider et de nous conseiller.

Mes remerciements s'adressent également aux

Dr. Belhadi, Maitre de conférences à l'université A. Mira de Bejaia, qui nous a honoré en acceptant de présider le jury de soutenance.

Dr. Tafoukt, Maitre de conférences de l'université A. Mira de Bejaia, qui a accepté d'examiner ce travail.

Sans oublier tout le personnel du Laboratoire de BBBS (biochimie biophysique biomathématiques scientométrie) et du laboratoire de Microbiologie 2 dont je tiens à exprimer ma profonde gratitude.



Dédicace

A tous

Ceux qui ont contribué de près ou de loin

Table de matière

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....01

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Étude botanique de la pêche

I.1. Généralités.....	03
I.2. Historique, botanique et origine de la pêche.....	03
I.3. Description et taxonomie.....	03
I.4. Les variétés de la pêche.....	04
I.5. Composition et valeur nutritionnelle de la pêche.....	05
I.6. Effets bénéfiques de la pêche.....	05

Chapitre II : Les composés phénoliques

II.1. Généralités.....	07
II.2. Classifications des polyphénols.....	08
II.2.1. Les acides phénoliques simples	08
II.2.1.1. Les acides hydroxycinnamiques	08
II.2.1.2. Les acides hydroxybenzoïques	08
II.2.1.3. Les coumarines.....	08
II.2.2. Les flavonoïdes.....	08
II.2.2.1. Propriétés biologiques des flavonoïdes	09
II.2.3. Les tannins	09
II.2.3.1. Propriétés pharmacologiques des tannins	09
II.4. Activités biologiques des composés phénoliques.....	10
II.4.1. Activité antioxydante	10
II.4.2. Activité antimicrobienne	10

Partie pratique

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Préparation des extraits de pêche	11
I.2. Les souches bactériennes	11
II. Dosages des antioxydantes	12
II.1. Les composés phénoliques	12
II.1.1. Les polyphénols totaux	12
II.1.2. Extraction et dosage des flavonols et les anthocyanines	13
II.1.3. Extraction et dosage des caroténoïdes	13
I.4. Activités antioxydantes	14
I.4.1. Pouvoir réducteur	14
I.4.2. Evaluation de l'activité antiradicalaire de l'ABTS	14
I.4.3. Activité antiradicalaire du DPPH	15
II. Evaluation de l'activité antibactérienne	16
II.1. Repiquages des souches et confirmation de l'identification	16
II.1.1. L'identification de la famille des Staphylococcaceae	16
II.1.1.1. Test de la Coagulas	16
II.1.1.2. Etude de la résistance des souches de <i>Staphylococcus aureus</i> à la méticilline	17
II.1.2. L'identification de la famille des Entérobactériaceae	18
III. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits phénoliques de pêche.....	19
III.1. Préparation des dilutions des extraits de pêche à tester	19
III.2. Méthode de diffusion en milieu solide (Méthode des disques).....	19
III.3. Méthode en milieu liquide	20

Chapitre II : Résultats et discussion

II. Résultats et discussion	22
II.1. Les polyphénols totaux	22
II.1.1. Dosage des polyphénols	22
II.1.2. Dosage des flavonols	23

II.1.3. Dosage des anthocyanines	24
II.2. Dosage des caroténoïdes	26
II.3. Activité antioxydant	27
II.3.1. Pouvoir réducteur	27
II.3.2. Activité antiradicalaire envers le DPPH	28
II.3.3. Activité antiradicalaire (ABTS)	30
II.4. Corrélations	31
II.5. Activité antibactérienne	33
II.5.1. Méthode de diffusion en milieu solide (Méthode des disques)	33
II.5.2. Méthode en milieu liquide	34
II.5.3. Relation de l'activité antibactérienne et le contenu en composés phénoliques	37

Conclusion

Conclusion.....	39
------------------------	-----------

Référence bibliographique

Annexes

Liste des abréviations

Abs: Absorbance.

ABTS: Acide 2,2-Azobis –ethyl Benzo Thiazoline-6-Sulphonide.

ALT : Alanine aminotransférase.

ANOVA: Analyse de la variance à un seul critère de classification.

B.H.I.B : Bouillon Infusion Cœur Cerveau.

BUN : azote urémique sanguin.

CK : Créatine Kinase.

CMB : Concentration minimale bactéricide.

CMI : Concentration minimale inhibitrice.

DCPIP : 2.6 dichlorophenol-indophénol.

DPPH : 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl.

E : Extrait.

E.A.A : Equivalent Acide Ascorbique.

E.A.G : Equivalent Acide Gallique.

E.β.C : Equivalent β-Carotène.

E.C : Equivalent Cyanidine-3-glucoside.

E.D : eau distillai.

EMB: gélose Eosine Bleu de Méthylène.

E.P.E.I : Eau Peptonée Exemple d'Indol.

E Ph: extrait phénolique.

E.Q : Equivalent Quercetine.

E.Q.G: Equivalent Quercetine -3-glucoside.

FOX : cefoxitine.

HPLC-DAD-MS/MS: High-Performance Liquid Chromatography with Diode-Array Detection.

LDL : Lipoprotéines de basse Densité.

MF : Matière fraîche.

MS : Matière sèche.

nm : nano mètre.

pH: Potentiel d'Hydrogène.

P. persica : *Prunus persica*.

PT : Polyphénols Totaux

R² : Coefficient de corrélation.

RM : Rouge Méthyle.

ROS : Reactive oxygen species = Espèces réactifs de l'oxygène.

rpm : Rotation Par Minute.

SB: suspension bactérienne.

SM: Solution Mère.

SOD : superoxyde dismutase.

TSI : Triple Sugar Iron.

UV : Ultraviolet.

VP : Voges- Proskauer.

ZI : Zone d'Inhibition

Liste des tableaux

N° du tableau	Titre du tableau	Page
I	Classification systématique de <i>Prunus persica</i>	4
II	Les différentes variétés de pêches	4
III	Composition et valeur nutritive des pêches	5
IV	Répartition des souches étudiées	12
V	La galerie biochimique d'identification des entérobactéries	18
VI	Coefficients de corrélations entre les PT, flavonols, anthocyanines et l'activité antioxydante (pouvoir réducteur PR et activités antiradicalaires ABTS et DPPH).	32
VII	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V1) de pêche sur les souches testées	34
VIII	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V2) de pêche sur les souches testées	34
IX	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V3) de pêche sur les souches testées	35
X	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V4) de pêche sur les souches testées	35
XI	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V5) de pêche sur les souches testées	36
XII	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V6) de pêche sur les souches testées	36
XIII	Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété (V7) de pêche sur les souches testées	37

Liste des figures

N° de la figure	Titre de la figure	Page
1	Structure schématique d'une pêche	3
2	Protocole d'étude de l'activité « scavenging » de l'ABTS ⁺	15
3	Méthode des disques	19
4	Schéma explicatif de la méthode en milieu liquide (méthode de l'échiquier)	21
5	Les teneurs en composés phénoliques des extraits de pêche	22
6	Teneur des flavonols de la pêche	24
7	Teneur en anthocyanines des variétés de pêche	25
8	Teneur des caroténoïdes des variétés pêche	26
9	Pouvoir réducteur des variétés de pêche	27
10	Activité antiradicalaire (DPPH) des variétés de pêche	28
11	Activité antiradicalaire (ABTS) des variétés de pêche	30
12	Effet d'extraits phénoliques sur la croissance bactérienne.	33

Introduction

INTRODUCTION

Les extraits de plantes et les métabolites actifs possèdent plusieurs types d'activités tels que antibactérien, antifongique, antioxydant et antiviral. Les divers produits végétaux sont régulièrement utilisés pour leur potentiel thérapeutique (**Pavithra et al., 2010**). L'alternative à la thérapie médicale a augmenté l'intérêt de pharmaciens et herboristes au cours de la dernière décennie. Historiquement, les plantes ont fourni une source d'inspiration pour de nouveaux composés médicamenteux. Les médicaments dérivés de plantes ont contribué à la santé humaine et au bien-être (**El-Astal et al., 2005**).

Prunus persica également appelé *Amygdalus persica*, est une plante médicinale de la flore indienne et largement utilisée pour traiter certaines maladies, cultivée couramment pour les fruits comestibles en raison de leur saveur et de leur valeur nutritive. Les feuilles de *P. persica* sont anthelminthiques, insecticides, astringents, diurétiques, expectorants, fébrifuges, laxatif, et légèrement sédatif. Ils sont utilisés en médecine interne dans le traitement de la gastrite, la coqueluche, la toux et la bronchite. En outre, la plante présente des propriétés antimicrobiennes, des effets antioxydants, anti-tumoraux et anti-syndrôme d'Oketsu (**Christabel et al., 2012**).

Différentes variétés de pêches (*Prunus persica* L. Batsch) sont très consommées dans le monde entier. La pêche est la culture de fruits à noyau la plus importante dans de nombreux pays occidentaux. Elle est cultivée en Amérique du Nord et en Amérique du Sud dans un éventail de conditions climatiques et de types de sols différents. Cependant, les études sur les avantages potentiels de la consommation de pêches pour la santé humaine sont encore naissantes. Les pêches présentent de nombreux métabolites secondaires tels que les composés phénoliques, les caroténoïdes et les tocophérols qui présentent des actions biologiques importantes et sont associés à la prévention des maladies. Néanmoins, la plupart des études pharmacologiques se sont concentrées sur les activités biologiques des fractions enrichies et/ou des formes isolées de ces composés et seules quelques études ont évalué le potentiel des pêches et de ses dérivés comme aliments fonctionnels (**Juciano et al., 2014**).

Cependant, la teneur en composés bioactifs de la pêche peu varier considérablement d'une variété à une autre. Ainsi, l'objectif de cette étude est de tester l'effet de la variété sur la teneur en antioxydants et les activités biologiques (activités antioxydantes et antibactériennes) de la pêche (*P. persica*).

Synthèse
bibliographique

Etude botanique de pêche
(Prunus persica)

Chapitre I : Étude botanique de la pêche

I.1. Généralités

La pêche est un fruit de climat tempéré sec. Il aime donc la chaleur et craint une hygrométrie excessive. Il résiste bien au froid mais craint les vents violents. Le pêcher demande des sols perméables et sains (**Liana-Melania, 2010**). Il existe plusieurs types de pêches qui diffèrent par la forme du fruit, leurs graines, leurs fleurs, leurs feuilles, leurs bourgeons, leurs conditions d'environnementales et leur résistance aux diverses maladies (**Miklos, 2008**).

I.2. Historique, botanique et origine de la pêche

La pêche (*Prunus persica*), nom qui vient du latin *persica* tirant son origine de *pomum persicum* qui signifie fruit de perse (**Lurie et Crisosto, 2005 ; Leterne et Lespinasse, 2008**), est un arbre à feuilles caduques de la sous-famille des Prunoideae, de la famille Rosaceae avec une hauteur de 5 à 10 m (**Xie et al ; 2010**). Écorce grise ou cendrée, dentée acuminée glabre. Fleurs sessiles blanc rosé ou court, pédiculées. La pêche est originaire de Chine, la littérature chinoise date la culture de ce fruit à plus de 4000 ans. (**Lurie et Crisosto, 2005 ; Leterne et Lespinasse, 2008**).

I.3. Description et taxonomie

Le fruit de pêche est une drupe, comprenant de l'extérieur à l'intérieur : l'exocarpe (peau), le mésocarpe (chair), l'endocarpe (noyau) et l'amande (**figure 1**) (**Aubert et Milhet, 2007**).

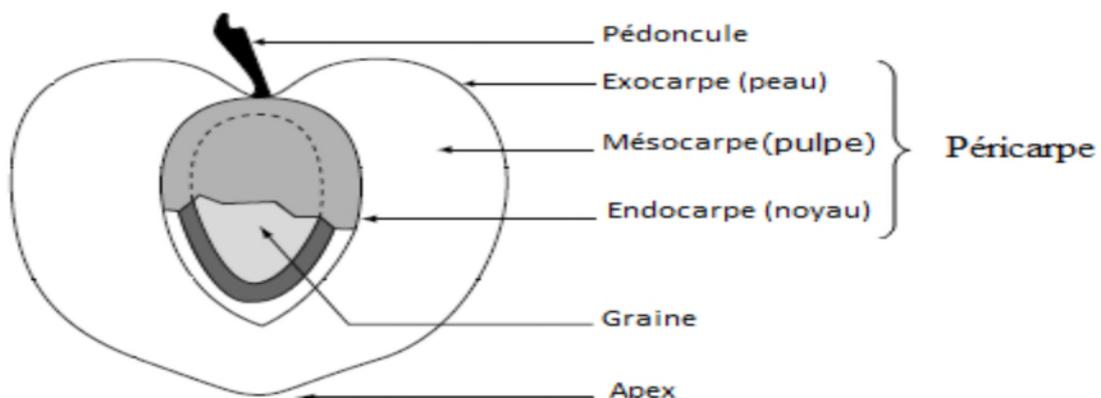


Figure 1 : Structure schématique d'une pêche (**Aubert et Milhet, 2007**).

La classification de *Prunus persica* est représentée dans le (Tableau I).

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

Règne	<i>Plantae</i>
Sous règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Rosales</i>
Famille	<i>Rosaceae</i>
Sous famille	<i>Amygdaloideae</i>
Genre	<i>Prunus</i>
Espèce	<i>Prunus persica</i>

I.4. Les variétés de la pêche

Liana-Melania (2010) a montré que les variétés de pêches sont classées en quatre groupes en fonction des caractères de l'épiderme et du noyau (**Tableau II**).

Tableau II : Les différentes variétés de pêches (**Liana-Melania, 2010**)

Fruits à peau duveteuse	Fruits à peau lisse
Pêches noyau libre (chair détachable du noyau)	Nectarines noyau libre
Pavies noyau adhérent (collant à la chair)	Brugnons noyau adhérent à la chair

Dans chacun de ces groupes, on trouve des fruits à chair blanche et des fruits à chair jaune. Les pêches, nectarines et brugnons sont des fruits de table tandis que les pavies sont destinées à la transformation (**Liana-Melania, 2010**).

I.5. Composition et valeur nutritionnelle de la pêche

L'apport alimentaire de la pêche fraîche est lié à la présence de minéraux, de fibres alimentaires, d'eau et à son faible apport en lipides, calories et à l'absence de cholestérol (Andrea *et al.*, 2006 ; Kahlon et Smith, 2006). La composition ainsi que la valeur nutritive des pêches sont représentées dans le (tableau III).

Tableau III : Composition et valeur nutritive des pêches (valeur moyenne par 100 g de matière comestible) (Bassi et Monet, 2008).

Composants (g)	Teneur (%)
Eau	87,50
Protéines	0,76
Lipides	0,11
Glucides	8,89
Fibres alimentaires	1,92
Acides organiques	0,57
Minéraux	0,45
Valeur énergétique (Kcal)	41,30

Les pêches fraîches sont une bonne source de vitamine A et de vitamine B3, de potassium, de phosphore, de magnésium, et une très bonne source de vitamine C. C'est surtout dans la peau que se concentrent les vitamines, les fibres alimentaires et les antioxydants, pour en tirer tous les bénéfices, vaut mieux ne pas peler les pêches (Juciano *et al.*, 2014)

I.6. Effets bénéfiques de la pêche

Des études épidémiologiques ont montré que la consommation régulière des fruits diminuait le risque d'apparition de maladies dégénératives chroniques tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'athérosclérose et l'ostéoporose (Gil *et al.*, 2002 ; Andrea *et al.*, 2006).

Les composés phénoliques représentent les principales sources de la capacité antioxydante de la pêche, ils sont connus pour améliorer la stabilité des lipoprotéines de basse densité (LDL) à l'oxydation ce qui contribue à la prévention de l'athérosclérose et de

certaines maladies coronariennes (**Drogoudi et Tsipouridis, 2007**). La vitamine C et les caroténoïdes contribuent également à l'activité antioxydante (**Gil et al., 2007**). Une étude *in vivo* et *in vitro* a montré que les acides phénoliques, les procyanidines et les caroténoïdes de la pêche ont un potentiel dans la chimio-prévention et la chimiothérapie du cancer du sein chez la femme (**Noratto et al., 2009**).

La pêche est un aliment riche en fibres alimentaires, elle est associée à la prévention et le traitement de certaines maladies telles que les maladies diverticulaires et coronariennes. Les fibres alimentaires présentent différents effets physiologiques. La partie insoluble est liée à l'absorption d'eau et à la régulation du transit intestinal en empêchant ou en soulageant la constipation (**Gorinstein et al., 2002**).

En outre, le fructose contenu dans la pêche a un effet bénéfique sur la santé gastro-intestinale car il favorise la croissance des bifidobactéries et lactobacilles dans le gros intestin qui représente la flore bénéfique. La pêche est un fruit peu sucré, 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**).

Les composés
Phénolique

Chapitre II. Les composés phénoliques

II.1. Généralités

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires présents dans tous les végétaux et dans tous les organes de la plante, leur répartition qualitative et quantitative est différente selon les espèces, les organes, les tissus et les stades physiologiques. Les polyphénols possèdent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles (Nazck et Shahidi, 2004; Sarni-Manchado et Cheynier, 2006; Sun *et al.*, 2011).

Les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans la structure, la protection, l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel. Ils peuvent constituer des signaux de reconnaissance entre les plantes ou bien des moyens de résistance aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stressés variés (Macheix *et al.*, 2005; Stalikas, 2007). Ils offrent également pour la santé humaine, une protection contre certaines maladies impliquant un stress oxydatif comme les cancers et les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives (Sun *et al.*, 2011).

Le terme «composés phénoliques» englobe les phénols simples, les acides phénoliques, les coumarines, les flavonoïdes, les stilbènes, les tannins, les lignines et les lignanes (Stalikas, 2007). Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes (Annexe 1) qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modifications de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation, ...etc.), enfin par des liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines,...etc.). Il existe plus de 8000 structures phénoliques identifiées (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

II.2. Classification des polyphénols

II.2.1. Les acides phénoliques simples

II.2.1.1. Les acides hydroxycinnamiques

Ils dérivent de l'acide cinnamique et ont une structure générale de base de type (C6-C3). Ils existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. Les degrés d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique conduisent une réactivité chimique importante de ces molécules (Pellaud, 2008 ; Zeghad, 2009).

II.2.1.2. Les acides hydroxybenzoïques

Ce sont des dérivés de l'acide benzoïque et ont une structure générale de base de type (C6-C1). Ces molécules existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides (Zeghad, 2009).

II.2.1.3. Les coumarines

Les coumarines dérivent des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale. Les coumarines ont fréquemment un rôle écologique ou biologique (Zeghad, 2009).

II.2.2. Les 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) (Male-Év et Kuntic, 2007).

Les flavonoïdes ont été désignés sous le nom de vitamine P en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins. Cette dénomination fut abandonnée lorsqu'on se rendit compte que ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines, il devient clair que ces substances appartiennent aux flavonoïdes (Nijveldt et al., 2001).

II.2.2.1. Propriétés biologiques des flavonoïdes

Les flavonoïdes protègent les plantes contre les radiations UV, ils sont également impliqués dans les processus de défense de la plante contre les infections bactériennes et virales. Ils agissent comme des pigments ou des copigments. Ils peuvent moduler la distribution d'auxine comme elles fonctionnent comme des signaux moléculaires de reconnaissance entre les bactéries symbiotiques et les légumineuses afin de faciliter la fixation de l'azote moléculaire. Les flavonoïdes agissent sur la régulation de l'élongation des tiges et interviennent dans la maturité des fruits. Ils sont à l'origine des goûts amers et astringents afin de repousser les animaux herbivores (**Subramanian et al., 2007**).

II.2.3. Les tannins

Les tannins sont des composés phénoliques très abondants chez les angiospermes, les gymnospermes (tannins condensés) et les dicotylédones (tannins hydrolysables). Ces composés ont la capacité de se combiner et de précipiter les protéines. Ces combinaisons varient d'une protéine à une autre selon les degrés d'affinité (**Harborne, 1997**).

Le terme tannin vient de la source de tannins utilisée pour le tannage des peaux d'animaux en cuir. Dans ce processus, les molécules de tannins se lient aux protéines par des liaisons résistantes aux attaques fongiques et bactériennes (**Hagerman et Butler, 1981**). Dans notre alimentation, l'astringence est la qualité organoleptique qui indique la présence des tannins. Elle a un rôle important dans le choix des aliments (corrélation inverse entre les espèces végétales choisies et leur teneur en tannins) (**Larwence et al., 1984**).

II.2.3.1. Propriétés pharmacologiques des tannins

Plusieurs observations chez les humains comme chez les animaux de laboratoire suggèrent que les tannins exhibent un large spectre de propriétés pharmaceutiques, thérapeutiques et chimioprotectrices dues à leur propriété antiradicalaire (**Tohge et al., 2005**).

En effet, les tannins protègent contre la toxicité induite par différents agents (peroxyde d'hydrogène, acétaminophène, extraits contenus dans la fumée du tabac...), contre l'hypercholestérolémie et les changements de la formule sanguine (ALT, BUN et CK). Ils jouent aussi un rôle dans la prévention contre les deux formes de mort cellulaire

connues, apoptose et nécrose, diminuant ainsi les dommages causés dans l'ADN lors de ces deux dernières (Ray et al., 2000).

II.4. Activités biologiques des composés phénoliques

II.4.1. Activité antioxydante

L'activité antioxydante inclue le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes et la chélation des métaux de transition (Favier, 2006).

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de ROS (Favier, 2003).

II.4.2. Activité antimicrobienne

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut entraîner la sélection de souches multirésistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base de plantes (Billing et Sherman, 1998).

Plusieurs études *in vitro* et *in vivo* se sont focalisées sur l'évaluation des propriétés antimicrobiennes des polyphénols. A l'heure actuelle, cet effet est certain et démontré par de nombreuses recherches expérimentales. Les études du pouvoir inhibiteur des flavonoïdes sur la croissance bactérienne ont démontré que de nombreux composés flavoniques (apigénine, kaempférol et autres) sont doués d'un effet important sur différentes souches bactériennes à Gram négatif (*Escherichia coli*) et à Gram positif (*Staphylococcus aureus*) (Ulanowska et al., 2007).

Les polyphénols, notamment les flavonoïdes et les tannins, sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes. Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les carbohydrases) ou d'autres interactions pour inactiver les adhésines microbiennes, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire (Cowan, 1999).

Partie pratique

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

I.1. Préparation des extraits de pêche

Cette étude s'est portée sur les extraits phénoliques de sept variétés de fruit de pêche *Prunus Persica* L. Ces extraits ont été fournis par Mr. MOKRANI Abderrahmane (maitre de conférences au département des sciences alimentaires). Les composés phénoliques ont été extraits à l'acétone par extraction conventionnelle (agitation magnétique) à partir de la poudre de pêche lyophilisée. Les extraits ont été purifiés sur des mini-colones SPE afin de se débarrasser du sucre contenu dans le fruit. Ensuite, les extraits ont été lyophilisés et conservés à 4°C jusqu'à analyse.

Les extraits ont été dissous dans du méthanol pour les dosages des différents composés phénoliques et la mesure de l'activité antioxydante (pouvoir réducteur et activité antiradicalaire) tandis que pour les tests antibactériens, les extraits ont été solubilisés dans du DMSO à 10%. Pour l'extraction et le dosage des flavonols, des anthocyanines et des caroténoïdes, elle a été réalisée à partir des échantillons de pêche lyophilisés (poudre de pêche).

I.2. Les souches bactériennes

Vingt-deux souches de référence (11 souches d'entérobactéries et une souche bacilles a Gram positif et 10 souches cocci à Gram positif dont 9 souches de *Staphylococcus aureus* résistantes à la méticilline et une souche de *staphylococcus aureus*) ont été choisies pour leur pathogénicité et leurs résistances aux antibiotiques. Ces souches bactériennes appartiennent à la collection ATCC du laboratoire de Microbiologie, Université de Bejaia. Elles ont été fournies par Mr. DJOUDI Ferhat (maitre de conférences et chef département de microbiologie) dont la distribution est donnée dans le (**Tableau IV**).

Tableau IV : Répartition des souches étudiées

famille	Espèces	Nombres de souches	Codes de l'espèce
Entérobactériaceae	<i>Escherichia coli</i>	4	ATCC 42036 ; ATCC 41929 ; ATCC 42010 ; ATCC 42021
	<i>Salmonella enterica</i>	1	ATCC 9489
	<i>Proteus mirabilis</i>	1	ATCC 8550
	<i>Acinetobacter baumannii</i>	2	ATCC 8567; ATCC 42001
	<i>Enterobacter cloacae</i>	1	ATCC 8554
	<i>Klebisella pneumoniae</i>	2	ATCC42023 ; ATCC42030
Staphylococcaceae	<i>Staphylococcus aureus</i> résistante à la métiline (SARM)	9	ATCC 942 ; ATCC 361 ATCC P41 ; ATCC 302 ATCC 403 ; ATCC810 ATCC 8478 ; ATCC 443 ATCC 8911
	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	ATCC 8566
	<i>Bacillus</i>	1	ATCC 1903

II. Dosages des antioxydantes

II.1. Les composés phénoliques

II.1.1. Les polyphénols totaux

Le principe de cette méthode est basé sur la réduction en milieu alcalin de l'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et phosphomolybdique (H₃PMoO₁₂O₄₀) du réactif du Folin- Ciocalteu en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W₈O₂₃) et de molybdène (Mo₈O₂₈) 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**).

Un volume de 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 (Na₂CO₃, 7,5%) sont additionnés au milieu réactionnel. Après 30 min d'incubation à température ambiante,

l'absorbance est mesurée à 765 nm. La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique et exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique par g d'extrait (mg EAG/g d'extrait).

II.1.2. 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)**. 100 mg 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/100g MS). Les teneurs en flavonols 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/100g MS).

II.1.3. 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, flavonoïdes et sucres.

Les caroténoïdes ont été extraits selon la méthode de **Sass-Kiss et al. (2005)** : 100 mg de poudre de pêche ont été additionnés de 10 ml de mélange hexane : acétone : éthanol (2 : 1 : 1). Le mélange est laissé sous agitation magnétique pendant une heure 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 ont été déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage réalisée avec le β -carotène. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de β -carotène (E β C/100g MS).

I.4. Activités antioxydantes

I.4.1. Pouvoir réducteur

L'analyse du pouvoir réducteur d'un antioxydant consiste à mesurer sa capacité à réduire le complexe fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) (Bijoy *et al.*, 2008). La forme réduite de ce complexe donne une couleur verte qui est proportionnelle aux concentrations des antioxydants 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 ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) (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, dilué dans 2,5 ml d'eau distillée puis 0,5 ml de chlorure ferrique (FeCl_3 à 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 (EAA/g d'extrait).

I.4.2. Évaluation de l'activité antiradicalaire de l'ABTS

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^+ de coloration bleu-verte en le transformant en ABTS incolore par piégeage d'un proton par l'antioxydant (Re *et al.*, 1999).

Le pourcentage de l'activité « scavenger » du radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ est exprimé par la formule suivante :

$$\% = [(A \text{ témoin} - A \text{ échantillon}) / A \text{ témoin}] \times 100$$

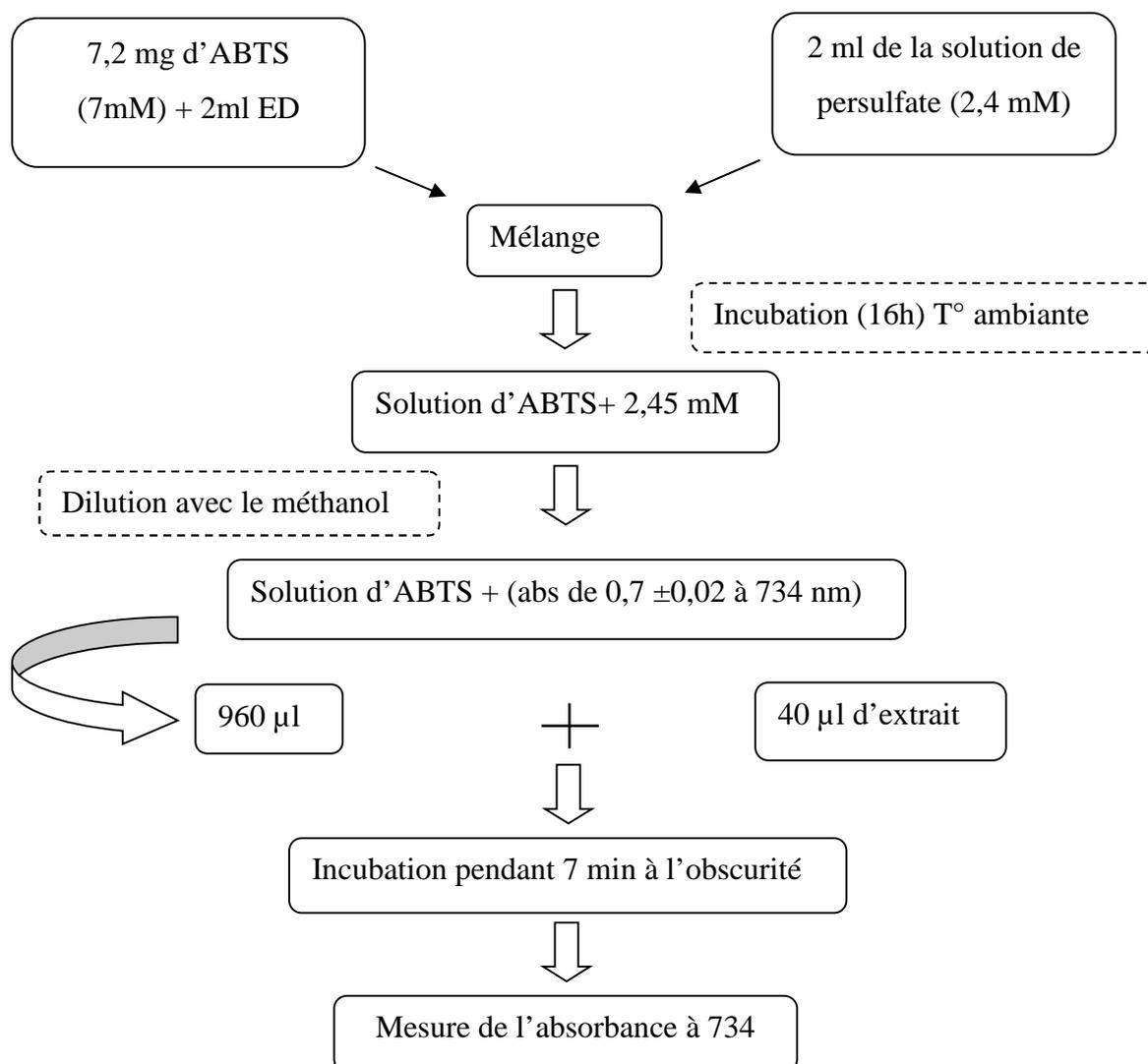
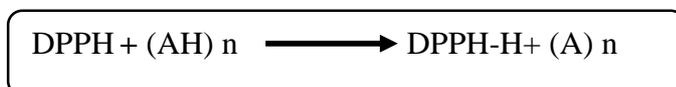


Figure 2: Protocole d'étude de l'activité « scavenging » de l'ABTS⁺ (Re *et al.*, 1999).

I.4.3. Activité antiradicalaire du DPPH

Le DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre, stable ou accepteur d'hydrogène de couleur violet intense (Cavaret *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 al.*, 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 µl d'extrait sont mélangés avec 900 µl de la solution DPPH (0,04 mg/ml dans du méthanol). Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 100 µl d'ED avec 900 µl 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 estimée selon l'équation ci-dessous :

$$\% \text{de piégeage du radical DPPH} = [(Abs \text{ ctrl} - Abs \text{ éch}) / Abs \text{ ctrl}] \times 100.$$

II. Evaluation de l'activité antibactérienne

II.1. Repiquages des souches et confirmation de l'identification

Les souches utilisées sont repiquées sur un milieu sélectif (Mac Conkay ou EMB pour les Entérobactéries et pour *bacillus* et Chapman pour les *Staphylococcus*). La composition de tous les milieux de culture et les produits chimiques utilisés dans cette étude est donnée en **Annexes 2 et 3**.

II.1.1. L'identification de la famille des *Staphylococcaceae*

L'identification a été faite sur la base de :

II.1.1.1. Test de la Coagulas

Ce test consiste à rechercher l'enzyme «Staphylocoagulase libre » responsable de la coagulation du plasma. Cette enzyme active la prothrombine et la transforme en thrombine, qui à son tour, transforme le fibrinogène en fibrine et conduit à la formation d'un caillot sanguin par prise en masse du plasma (**Guillaume, 2004**).

- A partir d'une culture pure, réaliser un ensemencement sur le bouillon cœur cerveau (B.H.I.B) puis incuber le tube à 37° C pendant 24 h.
- Mélanger dans un tube à hémolyse stérile 0,5 ml plasma de lapin et 0,5 ml de la culture sur B.H .I.B. Incuber le mélange à 37° C pendant 24 h et effectuer la lecture après 30 minutes, 1 h, 4 h et 24 h.
- Un résultat positif se traduit par la prise en masse ou par la coagulation du plasma de lapin dans le tube à hémolyse.

Remarque : une coagulation peut être observée après 30 min d'incubation, mais la lecture doit être poursuivie jusqu'à 24 h car la réaction est plus au moins lente selon la souche.

II.1.1.2. Etude de la résistance des souches de *Staphylococcus aureus* à la méticilline (SARM)

Toutes les souches de *S. aureus* identifiées ont fait l'objet d'un antibiogramme standard sur gélose Mueller Hinton selon les recommandations du **CFA-SFM (2018)**. Pour étudier cette résistance, il est recommandé d'utiliser la céfoxitine (FOX) comme marqueur phénotypique pour la détection de la résistance à la méticilline (**Smyth et Kahlmeter, 2005 ; Fernandes et al., 2005**).

➤ Préparation de l'inoculum

A partir d'une culture pure et jeune (18 à 24h), on prélève à l'aide d'une anse de platine 3 à 5 colonies bien isolées et parfaitement identiques. On décharge l'anse dans 5ml d'eau physiologique stérile et on homogénéise la suspension bactérienne à l'aide d'un vortex.

➤ Ensemencement

Les boîtes de Pétri contenant la gélose Mueller-Hinton sont ensemencées par écouvillonnage : l'écouvillon est trempé dans la suspension bactérienne préparée ensuite frotté sur la totalité de la surface de la gélose Mueller-Hinton du haut en bas, en stries serrées. Cette opération est répétée trois fois en tournant la boîte de 60° chaque fois sans oublier de faire pivoter l'écouvillon à la périphérie de la gélose. Ensuite, le disque de céfoxitine (FOX, 30ug) est déposé sur la gélose à l'aide d'une pince stérile. L'incubation est réalisée à 30°C pendant 24h. (**CFA-SFM-2018**).

➤ Lecture

Après la période d'incubation, on mesure le diamètre de la zone d'inhibition. L'interprétation en sensible (S) et résistant (R) est effectuée selon les recommandations du **CFA-SFM, 2018**. Les souches de *S. aureus* présentant des zones d'inhibition autour du disque de céfoxitine avec un diamètre inférieur à 22 mm sont considérées résistantes.

II.1.2. L'identification de la famille des *Entérobactériaceae*

L'identification a été faite sur la base des caractères biochimiques : les différents tests biochimiques sont résumés dans le tableau ci-dessous (**Le Minor et Richard, 1993**)

Tableau V: La galerie biochimique d'identification des entérobactéries

Milieu	Mode d'ensemencement	Caractères recherchés	Résultats
Bouillon Nitrate	-Ensemencement du milieu avec une suspension bactérienne. -Incubation à 37°C/24h. -Ajout de quelques gouttes de réactif NRI et NRII.	-Nitrate-réductase	- Nitrate réductase+ : Milieu rouge brique et production de gaz (N ₂)
TSI (Triple Sugar Iron)	- Ensemencement de la pente de la gélose par stries serrées, puis le culôt par piqûre profonde et centrale puis incubation à 37°C pendant 24h.	-Lactose -Glucose -Production de gaz -Production d'H ₂ S	Lactose + : virage au jaune de la pente, - Glucose + : virage au jaune au fond du tube. - Gaz +: apparition de bulles ou de poches gazeuses qui décalent la gélose du bas du tube. -Production d'H₂S : noircissement du milieu.
EPEI (Eau Peptonée Exemple d'Indole)	-Ensemencement du milieu par quelques colonies. - incubation à 37°C pendant 24 h.	- production d'Indole	Indole + : apparition d'un anneau rouge en surface après addition de quelques gouttes du réactif de Kovacs
Citrate de Simmons	- Ensemencement de la pente du milieu par une strie longitudinale puis incubation à 37°C pendant 24h.	- utilisation Citrate comme seul source de carbone	Citrate + : virage de la couleur au bleu du milieu et une culture de colonies sur la pente.
Milieu Clark et Lubs	- Ensemencement du milieu avec une suspension bactérienne et incubation à 37°C/24h - Après incubation : diviser le contenu de tube en deux : Tube 1 : ajouter le réactif RM (rouge de méthyle) Tube 2 : ajouter le réactif (Voges Proskauer) (VPI et VPII)	Type fermentaire	Test VP: VP+: rouge, VP-: jaune. Test RM : RM+: rouge, RM-: jaune.

III. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits phénoliques de la pêche

III.1. Préparation des dilutions des extraits de pêche à tester

Les extraits des différentes variétés de pêche ont été dissous dans le DMSO à 10% à une concentration de 5 mg/ml, stérilisés à travers une membrane (0,25 μm de diamètre) sous vide. Puis on réalise des dilutions de 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 et 1/32 qui correspondent respectivement à des solutions de concentrations de 2,5 ; 1,25 ; 0,625 ; 0,3125 et 0,1625 mg/ml.

III.2. Méthode de diffusion en milieu solide (Méthode des disques)

La méthode de diffusion à partir d'un disque est utilisée pour mettre en évidence l'activité antimicrobienne des extraits phénoliques à tester.

- Des disques de papier Whatman stérile (N°1, diamètre de 6 mm) sont disposés à distance égale les uns des autres (4 disques par boîte) de telle façon à éviter le chevauchement des zones d'inhibition sur la gélose préalablementensemencée par écouvillonnage avec la souche testée (**figure 3**). Une légère pression sera exercée sur chaque disque afin d'obtenir une bonne adhérence.

- Sur chaque disque, un volume de 25 μl d'extrait phénolique de chaque variété préparée dont la concentration de 5 mg/mL est déposé.

- Un témoin négatif (disque contenant 25 μl de DMSO) est préparé dans les mêmes conditions. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 h. Les diamètres des zones d'inhibition entourant le disque sont mesurés en millimètre.

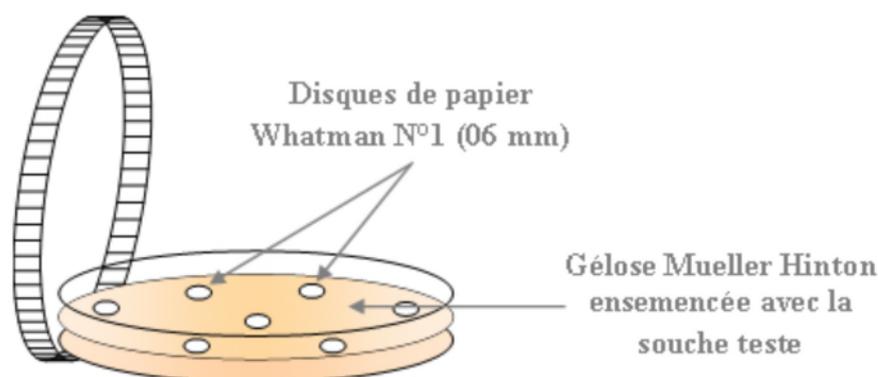


Figure 3 : Méthode des disques

III.3. Méthode en milieu liquide

L'évaluation de l'activité antibactérienne est réalisée par la méthode en milieu liquide (technique de l'échiquier) selon un schéma carré en microplaque. Les différentes concentrations d'extraits phénoliques de chaque variété de pêche sont testées envers les souches bactériennes présentant une sensibilité vis-à-vis de ces derniers en se basant sur les résultats obtenus par la méthode de disques.

Le but des méthodes de dilution en bouillon est de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'agent antibactérien (extraits phénolique), dans laquelle une suspension bactérienne est testée contre des concentrations variables de l'extrait (**El Kalamouni, 2010**).

Des volumes égaux de suspension bactérienne (préparés dans le milieu de culture Muller Hinton) et d'extraits sont mis dans chaque micro-cupule de la microplaque dont le volume total ne doit pas dépasser pas 280 μ l (le volume maximale de la micro-cupule est de 300 μ l).

- La lecture est effectuée après 18 h d'incubation à 37 C°.
- Un repiquage sur des géloses sélectives (Muller Hinton) est réalisé pour les résultats observés afin de vérifier ces derniers.

Un schéma représentatif de la technique et des différentes dilutions est présenté dans la (**figure 4**).

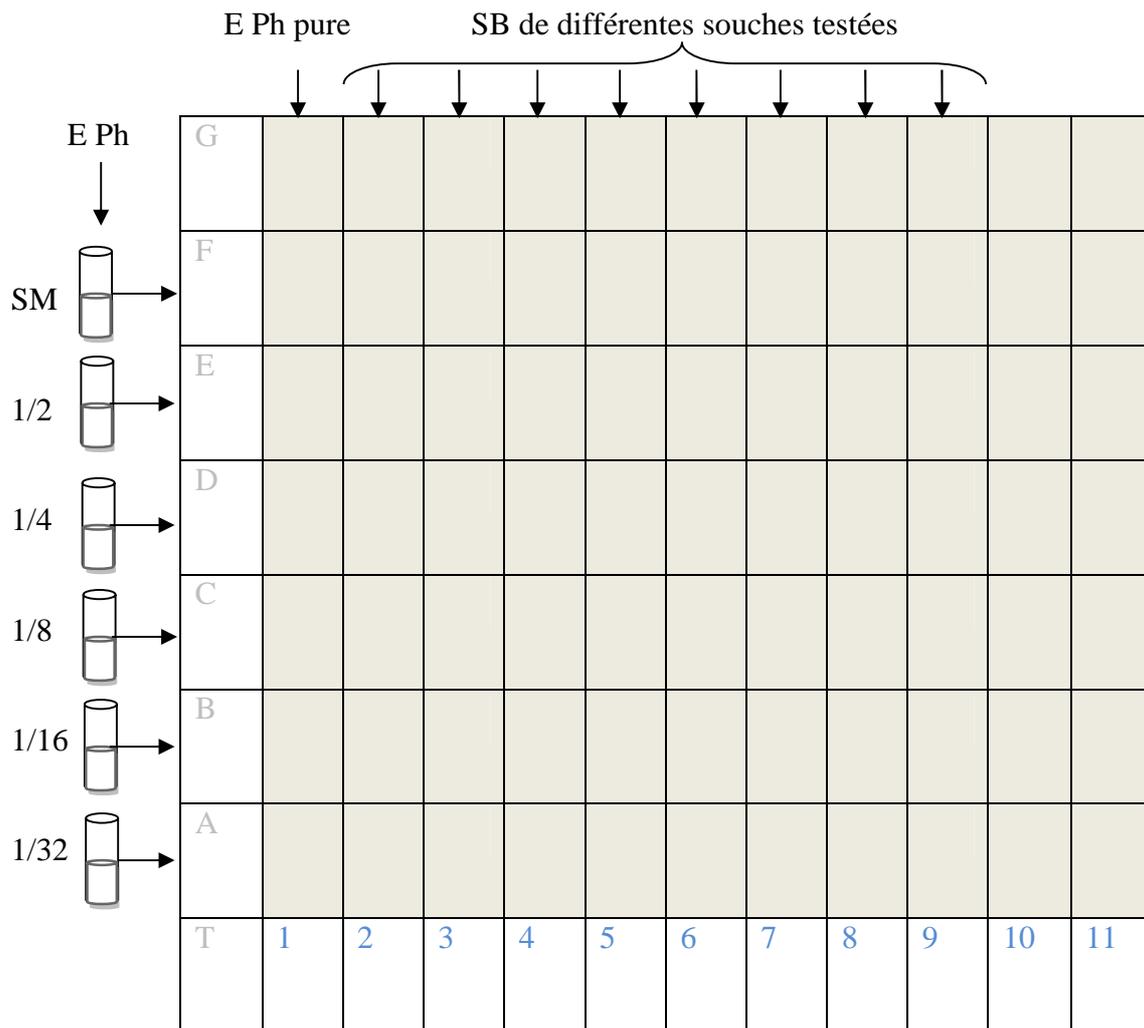


Figure 4 : Schéma explicatif de la méthode en milieu liquide (méthode de l'échiquier).

E Ph: extrait phénolique

SB: suspension bactérienne

SM: solution mère

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Les polyphénols totaux

II.1.1. Dosage des polyphénols

Les résultats de dosage des polyphénols totaux (PT) sont significativement différents ($p < 0,05$) pour les variétés de pêche analysés. La meilleure teneur a été enregistrée pour la variété V6 avec une valeur de 28 mg EAG/g d'extrait suivi par les V1 (22 mg EAG/g), V4 (20 mg EAG/g), V2 (19 mg EAG/g) et V7 (17 mg EAG/g) alors que les concentrations en PT pour les V5 et V3 étaient faibles (12 et 11 mg EAG/g d'extrait, respectivement) (figure 5).

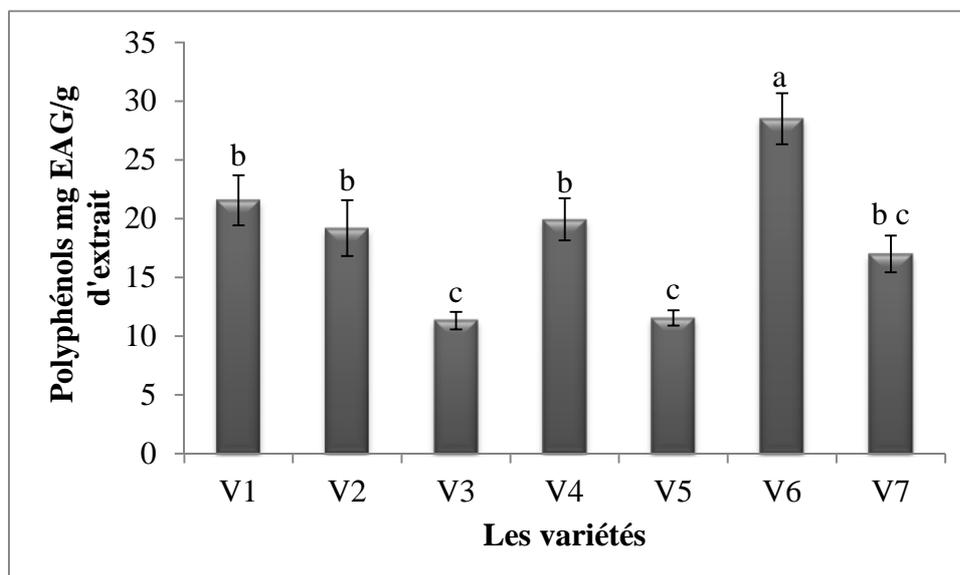


Figure 5 : Les teneurs en polyphénols totaux des variétés de pêche.

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

Les résultats obtenus sont comparables à ceux rapportés par la littérature sur la pêche (fruit entier). **Fonti Forcada et al., (2014)** ont noté des teneurs de 22,8 à 34,3 mg EAG/ 100g MF.

La quantité des composés phénoliques des extraits de fruits dépend essentiellement de leur origine (**Ebrahimzadeh et al., 2008**), la variété, 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 ; Byrne et al., 2009 ; Amaral et al., 2010**). Une étude réalisée sur quatre variétés de pêche tunisiennes a montré que la teneur en composés phénoliques 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).

Xiaoyong *et al.*, (2015) ont noté que les pelures de pêche sont plus riches en PT (52,20 à 1631,25 mg/kg MF) que la pulpe (15,74 à 568,07 mg/kg MF) d'après une étude quantitative réalisé sur 17 variété de pêche chinoises. Tomàs-Barberà *et al.* (2001), Gil *et al.* (2002) et Cevallos-Casals *et al.* (2006) ont trouvé aussi que les PT de la pêche sont beaucoup plus concentrés dans la peau que dans la pulpe.

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

II.1.2. Dosage des flavonols

Les résultats de dosage des flavonols montrent des différences significatives ($P < 0,05$) selon les variétés des pêches analysées. La teneur en flavonols des variétés V3, V5, et V4 est de 32, 37 et de 47 mg EQ/100g MS, respectivement. Cependant, la variété V6 présente la meilleure concentration en flavonols avec une teneur de 82 mg EQ/100g MS suivie par les variétés V1, V7, et V2 avec des teneurs de 61, 52 et de 49 mg EQ/100g MS (figure 6).

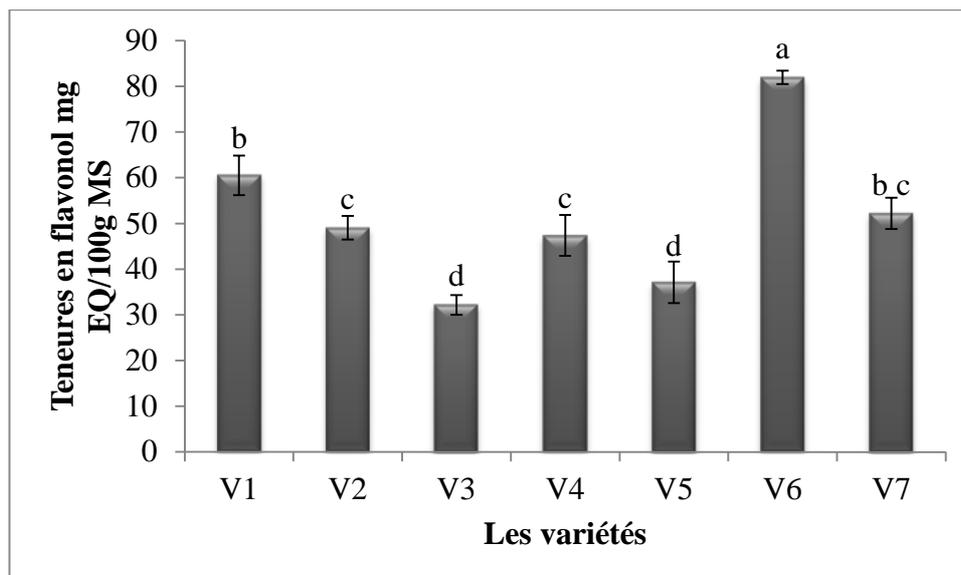


Figure 6: Teneur des flavonols des variétés de pêche

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

Une étude par analyse HPLC-DAD-MS/MS réalisée sur 17 variété de pêche a montré que les flavonols sont plus concentrés dans la peau (15,52 à 396,4 mg/kg MF) que dans la pulpe (2,93 à 4,90 mg/kg MF) et que variétés de nectarine présentent des quantités relativement plus élevées comparés aux variétés de pêche (Xiaoyong *et al.*, 2015). Tomàs-Tomás-Barberán *et al.* (2001) ont également noté que les flavonols de la pêche sont principalement localisés dans la peau (22,2 à 52 mg/100 g MF) que dans la pulpe (4,8 à 11,5 mg/100 MF). Les principaux flavonols identifiés par HPLC sont la quercétine-3-galactose, la quercétine-3-glucoside et la quercétine-3-rutinooside.

Selon Kalt (2005), la synthèse des flavonols est stimulée pour protéger les tissus végétaux contre les dommages UV.

Les différences dans les teneurs en flavonols pourrait être reliées aux conditions climatiques dures des endroits où elles poussent : température élevée, grande exposition au soleil, la sécheresse et la salinité qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires, notamment les polyphénols (Falleh *et al.*, 2008).

II.1.3. Dosage des anthocyanines

Les résultats de dosage des anthocyanines montrent des différences significatives ($P < 0,05$) selon les variétés de pêches analysés. Les variétés V6 et V4 présentent la meilleure concentration en anthocyanines avec des teneurs de 130,7 et de 88 mg EQ/100g MS

respectivement, suivie par les variétés V1, V3, et V2 avec des teneurs de 41,7, 38,6 et de 22,4 mg EQ/100g MS (**figure 7**). Les anthocyanines non pas été détectées dans les variétés V5 et V7.

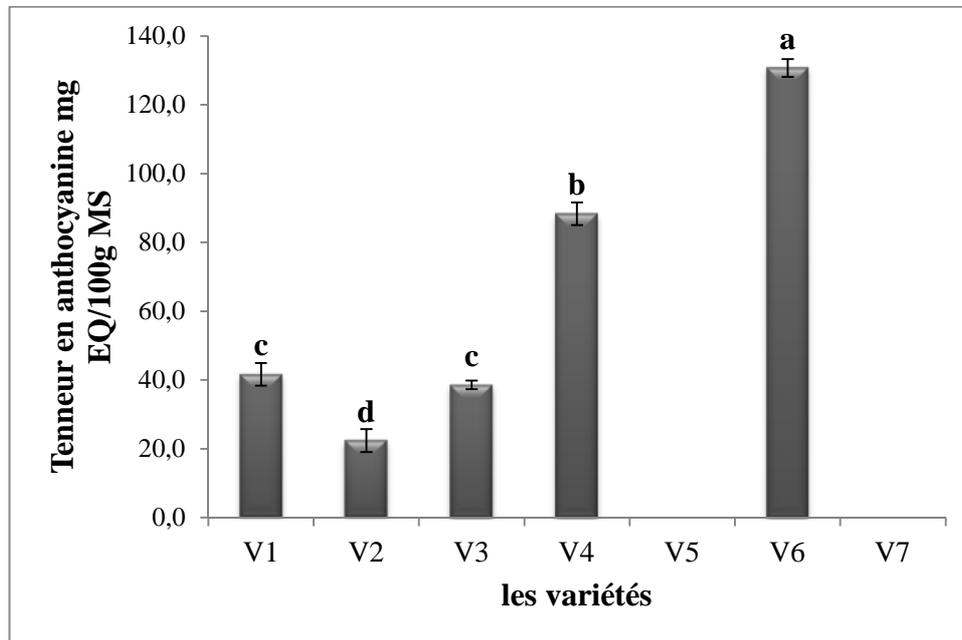


Figure 7: Teneur des anthocyanines des variétés de pêche.

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

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 MS) 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).

Belhadj et al. ont démontré que les teneurs en anthocyanines de la pêche variaient selon la variété et le degré de maturation du fruit. Les teneurs en anthocyanines étaient plus riches durant le dernier stade de maturation (6,20 à 9,55 µg/g MF), période pendant laquelle les fruits de pêche acquièrent leur couleur caractéristique (Belhadj et al., 2016).

II.2. Dosage des caroténoïdes

Les résultats du dosage des caroténoïdes montrent que les variétés V6, V4, et V5 sont les variétés les plus riches en caroténoïdes avec des valeurs de 3,6 ; 3,5 et de 3,4 mg E β C/100g MS. (**figure 8**) respectivement. La variété V7 contient une teneur intermédiaire de 3,2 mg E β C/100 MS. Les variétés V2, V1, et V3 étaient les variétés les plus faibles en caroténoïdes avec des valeurs non significativement différentes ($p < 0.05$) de 2,9 ; 2,8 et de 2,6 mg E β C/100g MS, respectivement.

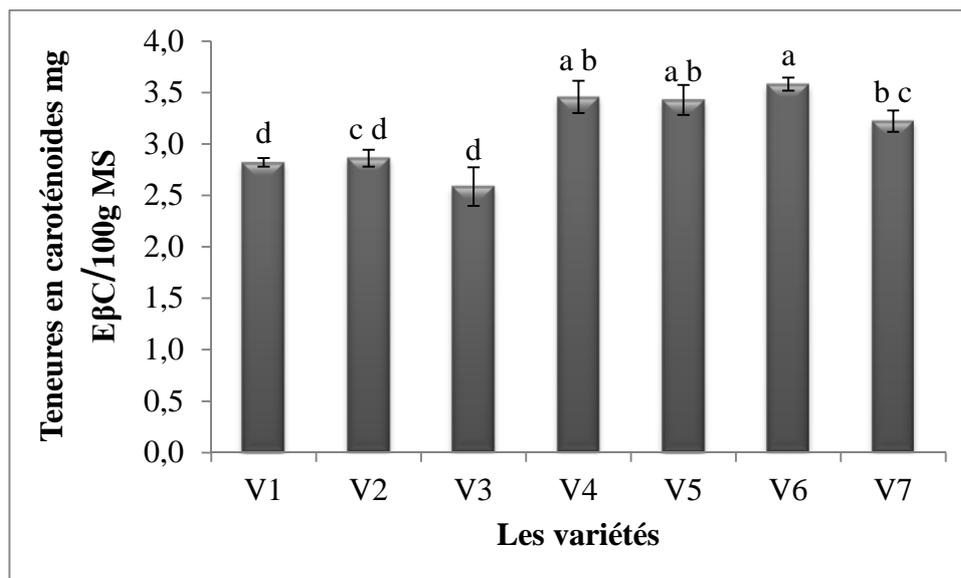


Figure 8 : Teneur des caroténoïdes des variétés pêche.

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

Vizzotto et al (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 E β C /100 g), cinq fois plus riches que les variétés blanches et rouges. **Gil et al. (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 μ g E β C /100g de fruit (pêches à chair blanche) et de 95 à 197 μ g E β C /100 g de fruit (pêches à chair jaune). **Di Vaio et al. (Di Vaio et al., 2008)** ont noté des valeurs moyennes en caroténoïdes totaux de 94,169 μ g E β C /100g MF dans sept variétés de pêches italiennes. **Legua et al. (Legua et al., 2011)** ont noté que la peau de pêche sont 5 à 20 fois plus riches en caroténoïdes (0,21 à 1,4 mg E β C /100g) que la pulpe (33 à 80 μ g E β C /100g). **Gil et al. (2002)** ont montré que la pêche est un fruit très riche en caroténoïdes (8 à 197 μ g E β C /100g). Les caroténoïdes étaient beaucoup plus concentrés dans la peau que dans la pulpe car ces composés sont produits par les plantes pour répondre à leurs besoins en matière de

défense et de protection contre les phytophages, les agents pathogènes et les dommages photochimiques (Andrea et al., 2007). Belhadj et al. (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 E β C/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 des plantes (différentes familles), 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 (Kimura et Rodriguez- Amaya, 2003 ; Kalt, 2005 ; Sun et Temelli, 2006).

II.3. Activité antioxydante

II.3.1. Pouvoir réducteur

Les résultats du pouvoir réducteur des variétés de pêche analysées montrent que la variété V6 montre le meilleur pouvoir réducteur avec une valeur moyenne de 13,93 mg EAG/g d'extrait. Une activité intermédiaire a été obtenue avec les variétés V4, V7, V1, et V2 avec des valeurs de 9; 8,51; 6,31 et de 5,62 mg EAG/g d'extrait respectivement, tandis que les variétés V3 et V5 présentent un pouvoir réducteur faible avec une valeur moyenne de 3,04 et de 2,58 mg EAG/g d'extrait, respectivement (figure 9).

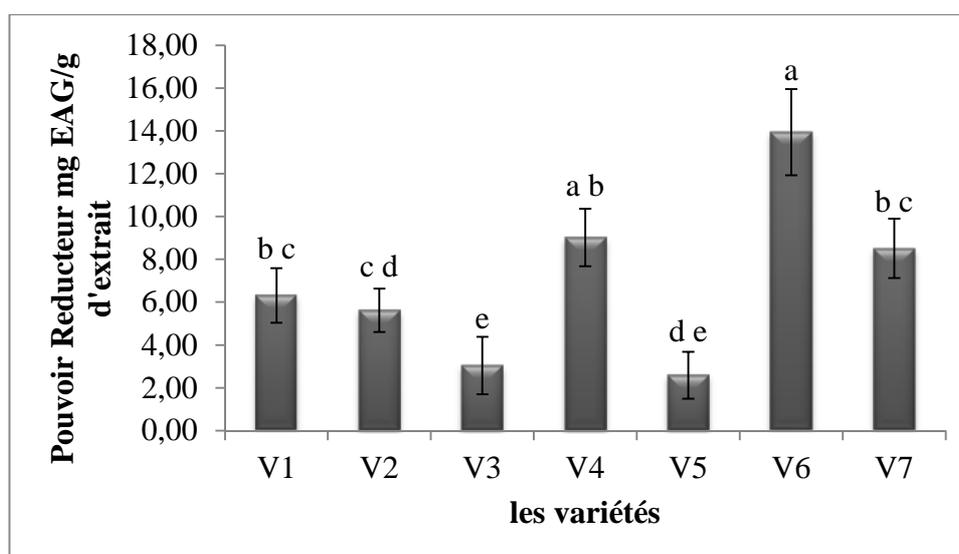


Figure 9 : Pouvoir réducteur des variétés de pêche
Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

Xiaoyong et al. (Xiaoyong et al., 2015) ont noté un pouvoir réducteur allant de 4,58 à 12,68 mg EAG/g MF dans la peau et de 0,82 à 6,52 mg EAG /g MF dans la pulpe de 17 variétés de pêche cultivées en Chine.

L'activité antioxydante présentée par les sept variétés de pêche est différente. Cette différence de résultat pourrait être attribuée à l'existence de différences qualitatives dans la nature des composés phénoliques (qui entrent dans la composition des extraits) influençant le pouvoir antioxydant des extraits (**Sokol-Letowska, 2007**). La nature et la concentration des antioxydants modulent l'intensité du pouvoir réducteur ainsi intervient la position et le nombre de groupements hydroxyles (**Li et al., 2007**).

Chimi et al., (1991) ont démontré que les composés phénoliques se dégradent avec le temps ce qui a pour conséquence une diminution de leur activité antioxydante est que leur vitesse de dégradation à été positivement corrélée à leur efficacité antioxydante négative.

II.3.2. Activité antiradicalaire envers le DPPH

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation (piéger les radicaux libres) donc à arrêter la propagation de la réaction en chaîne (**Ba et al., 2010 ; Popovici et al., 2009**).

Les résultats de l'étude statistique montrent des différences significatives ($p < 0,05$) selon les variétés de pêche analysées pour l'activité antiradicalaire. Parmi les sept variétés, les variétés V6, V1, et V2 représentent l'activité la plus élevée avec un pourcentage d'inhibition du radical DPPH de 73%, 61% et de 53% respectivement. Par contre la variété V3 présente une activité faible (25%). Des activités intermédiaires ont été obtenues avec les variétés V4 (42%), V7 (37%) et V5 (35%) (**Figure 10**).

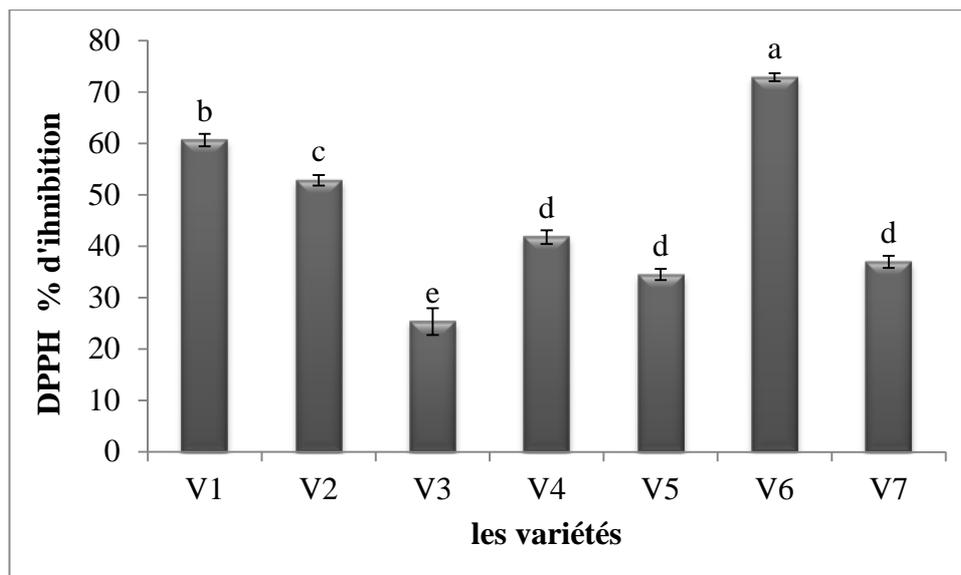


Figure 10 : Activité antiradicalaire (DPPH) des variétés de pêche.
Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

Des études antérieures, réalisées sur les extraits de pêche, ont rapporté des taux d'inhibition du radical DPPH similaires. Ainsi, **Gulfishan et Akhtar (2014)** ont noté un taux d'inhibition de 76,6% pour l'extrait méthanolique de pêche. **Deb et al. (2010)** ont trouvé des taux de piégeage des radicaux libres DPPH de 13,28- 64,24% pour l'extrait aqueux de *P. persica*. D'autres études ont montré que la pêche présente une activité antiradicalaire élevée : 437-13505 μg équivalent trolox/g MF (**Vizzotto et al., 2007**), 440-1784 μg équivalent trolox/MF (**Cevallos- Cassals et al., 2006**). **Gil et al. (2002)** ont enregistré des activités antiradicalaires de 313-1789 mg/kg de pour la peau et de 93-1006 mg/kg pour la pulpe de pêche. Les extraits de *P. persica* ont montré des taux de piégeage de plus de 50% lorsqu'il est testé sur une gamme de concentration de 20-100 $\mu\text{g/mL}$ (**Prakash et al., 2017**).

L'activité antiradicalaire dépend de la conformation structurale des composés phénoliques contribuant à leur capacité de transfert d'électron/donation d'hydrogène. Ainsi, certains composés réagissent très rapidement avec le DPPH réduisant un nombre de molécules DPPH correspondant au nombre de groupements hydroxyles disponibles (**Williams et al., 1995; Makris et al., 2007 ; Su et Chien, 2007**).

Nabavie et al. (2012), ont trouvé que le pourcentage de piégeage du radical libre DPPH montre la capacité de l'extrait, à une concentration fixée, de réduire ou non les radicaux et dans beaucoup de cas, l'augmentation de la concentration en antioxydants amène à l'augmentation de ces indices relatifs.

Selon **Turkmen et al. (2007)**, le radical libre DPPH permet l'estimation de l'activité antioxydante qui dépend de la nature, de la concentration et de la puissance de cette molécule. Ainsi, les polyphénols semblent être des donateurs efficaces d'hydrogène au radical DPPH, en raison de leur structure chimique idéale.

II.3.3. Activité antiradicalaire (ABTS)

Les résultats de mesure des pourcentages d'inhibition du radical ABTS des sept variétés de pêche montre que l'échantillon V6 représente l'activité la plus élevée avec un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 62,8%, par contre les échantillons V7, V3, et V5 présentent des activités faibles de 24,3%, 22,7%, et de 19,6, respectivement. Des activités intermédiaires sont obtenues avec les échantillons V1 (39,5%), V2 (33,0%), et V4 (31,7%) (**Figure 11**).

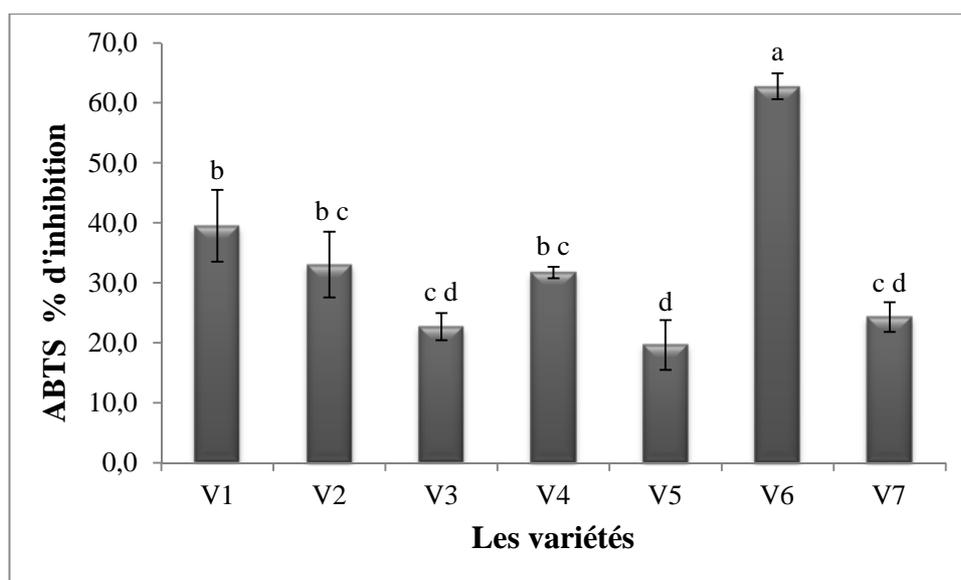


Figure 11 : Activité antiradicalaire (ABTS) des variétés de pêche.

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents.

Karav et Eksi (2012) ont noté des valeurs de piégeage du radical ABTS de 3,22 à 13,02 mmol Trolox/L. **Liu et al. (2015)** ont trouvé des teneurs d'inhibition du radical ABTS allant de 100,9 à 434,7 $\mu\text{mol ET}/100 \text{ MF}$ (pulpe) et de 396,45 à 959,76 $\mu\text{mol ET}/100 \text{ MF}$ (peau) dans cinq variétés de pêche chinoises.

Les activités chimiques des polyphénols particulièrement leurs propriétés réductrices comme donneurs de protons et d'électrons prédissent leur potentiel dans la réduction des radicaux libres. En effet, les polyphénols possèdent des structures chimiques idéales pour la réduction des radicaux libres et sont des antioxydants qui peuvent être plus efficaces que la vitamine E et C (**Rice-Evans et al., 1997**).

L'activité antioxydante des composés phénoliques est principalement due à leurs propriétés redox qui les font agir comme agents réducteurs donateurs d'hydrogène. Ils peuvent également avoir un potentiel de chélation métallique (**Javanmardi et al., 2003 ; Djeridane et al., 2006 ; Hayouni et al., 2007**).

La différence dans les valeurs de l'activité antioxydante obtenues avec chaque extrait pourrait être attribuée aux différentes compositions chimiques des antioxydants, ainsi, l'activité antioxydante d'un extrait ne peut pas être attribuée uniquement sur la base de son contenu phénolique total. Des interactions aboutissant à une synergie ou antagonisme des composés polyphénoliques, entre eux, et/ou d'autres composants actuels dans un extrait, peut contribuer à l'activité antioxydante observée globale (**Ordenez et al., 2006**). Les propriétés de piégeage des composés antioxydants (flavonoïdes et acides phénoliques) sont souvent associées avec leur capacité de former des radicaux stables (**Canadanovic-Brunet et al., 2005**).

II.4. Corrélations

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

Dans la présente étude, les polyphénols totaux, les flavonols et les anthocyanines semblent contribuer d'une façon significative à l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur). De bonnes corrélations positives ont été observées entre les PT, les flavonols, les anthocyanines et les activités antioxydantes (pouvoir réducteur et activité antiradicalaire). (**Tableau VI**).

Tableau VI : Coefficients de corrélations entre les PT, flavonols, anthocyanines et l'activité antioxydante (pouvoir réducteur PR et activités antiradicalaires ABTS et DPPH).

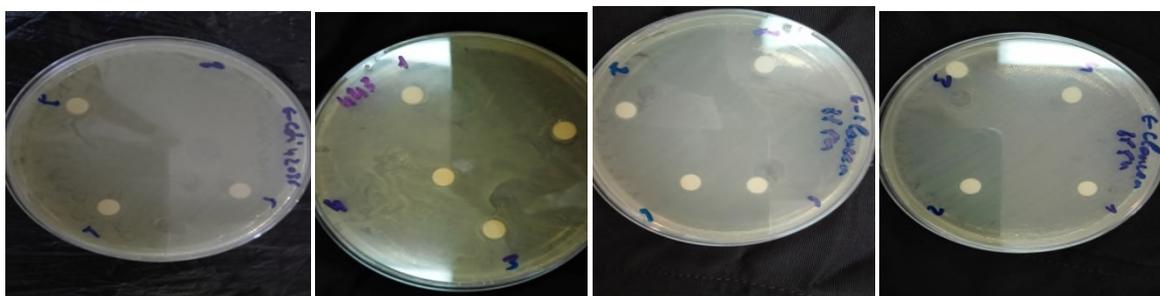
	PT	Flavonols	Anthocyanines	PR	ABTS	DPPH
PT	1,00	0,88	0,75	0,82	0,88	0,86
Flavonols	0,88	1,00	0,66	0,79	0,89	0,91
Anthocyanines	0,75	0,66	1,00	0,69	0,81	0,59
PR	0,82	0,79	0,69	1,00	0,68	0,66
ABTS	0,88	0,89	0,81	0,68	1,00	0,88
DPPH	0,86	0,91	0,59	0,66	0,88	1,00

La corrélation positive entre la teneur des extraits de pêche en polyphénols et l'activité antioxydante (PR, ABTS et DPPH) est due à la contribution des composés phénoliques et qu'ils sont les antioxydants dominants dans ces extraits. Ces résultats sont conformes aux résultats de certaines études qui ont rapporté de telles corrélations positives entre le contenu phénolique total et l'activité antioxydante (**Djeridane *et al.*, 2006 ; Wong *et al.*, 2006 ; Tawaha *et al.*, 2007 ; Turkmen *et al.*, 2007 ; Wojdylo *et al.*, 2007**). Le niveau de corrélation entre le contenu phénolique et l'activité antioxydante est un aspect intéressant mais il faut prendre en considération que les composés phénoliques répondent différemment dans l'analyse selon le nombre de groupes phénoliques et que les composés phénoliques totaux n'incorporent pas nécessairement tous les antioxydants qui peuvent être présents dans un extrait (**Tawaha *et al.*, 2007**).

Fonti Forcada *et al.* (Fonti Forcada *et al.*, 2014) ont trouvé des corrélations positives significatives entre la capacité antioxydante et les composés phénoliques, les flavonoïdes et la vitamine C. Ainsi, les flavonoïdes et les composés phénoliques totaux contribuent de manière significative à la capacité antioxydante des fruits de pêches (**Gil *et al.*, 2002 ; Cevallos *et al.*, 2006 ; Cantín *et al.*, 2009 ; Abidi *et al.*, 2011**).

II.5. Activité antibactérienne

II.5.1. Méthode de diffusion en milieu solide (Méthode des disques)



E. coli

S. aureus

E. cloaceae

E. cloaceae

Figure 12 : Effet d'extraits phénoliques sur la croissance bactérienne.

En se basant sur les résultats obtenus (**tableau de l'annexe 4**), les extraits des différentes variétés de pêche se sont montrés inactifs contre l'ensemble des souches testées car étaient très faible avec un ZI < 2 mm (sans exprimer le diamètre du disque).

D'autres travaux ont également noté aucun effet antibactérien sélectif vis-à-vis des bactéries à Gram positif ou à Gram négatif testées (**Guesmi et Boudabous, 2006**). Selon **Hayouni et al. (2007)**, la résistance de la souche testée peut être attribuée à la capacité de l'agent antibactérien de diffuser uniformément dans l'agar.

La méthode utilisée pour l'évaluation de l'activité antibactérienne influe aussi sur les résultats. **Natarajan et al. (2005)** et **Fazeli et al. (2007)** ont constaté que la méthode de diffusion à partir des puits sur gélose est plus adaptée pour étudier l'activité des extraits aqueux et organiques que la méthode de diffusion en milieu gélosé.

Prakash et al. (2017) ont noté une activité antibactérienne importante (ZI = 10 à 23,20 mm) des extraits méthanoliques et acétoniques de *Prunus persica* qui ont inhibé des bactéries à Gram positif et à Gram négatif en utilisant la méthode de diffusion à partir des puits sur gélose.

➤ Effet du DMSO sur les souches bactériennes testées

Après 24h d'incubation à 37°C, le DMSO (témoin négatif) n'a présente aucune activité antibactérienne.

II.5.2. Méthode en milieu liquide

Les résultats de l'inhibition de la croissance bactérienne des extraits de différentes variétés de pêche sont résumés dans les (Tableaux VII ; VIII ; IX ; X ; XI ; XII et XIII).

Tableau VII : Résultats de l'activité antibactérienne d'extraits phénoliques de la variété V1 de pêche sur les souches testées.

Extrait de la variété V1			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	5	/	Bactériostatique
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	5	/	Bactériostatique
<i>Enterobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	5	/	Bactériostatique
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	2,5	5	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	2,5	5	Bactéricide
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	5	/	Bactériostatique
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

Tableau VIII : Résultats de l'activité antibactérienne d'extraits phénolique de la variété (V2) de pêche sur les souches testées.

Extrait de la variété V2			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	2,5	/	Bactériostatique
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	1,25	5	Bactéricide
<i>Enterobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	5	/	Bactériostatique
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	1,25	5	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	2,5	5	Bactéricide
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	5	/	Bactériostatique
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

Tableau IX : Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété de pêche V3 sur les souches testées.

Extrait de la variété V3			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	0,625	2,5	Bactéricide
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	0,625	2,5	Bactéricide
<i>Enterobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	2,5	5	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	0,625	5	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	2.5	/	Bactériostatique
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	5	/	Bactériostatique
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

Tableau X : Résultats de l'activité antibactérienne de l'extrait phénolique de la variété de pêche V4 sur les souches testées

Extrait de la variété V4			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	0,625	2,5	Bactéricide
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	0,625	2,5	Bactéricide
<i>Eneérobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	2,5	5	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	2.5	5	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	/	/	Bactériostatique
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	2,5	/	Bactériostatique
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

Tableau XI : Résultats de l'activité antibactérienne d'extraits phénolique de la variété de pêche V5 sur les souches testées.

Extrait de la variété V5			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	2,5	5	Bactéricide
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	1,25	/	Bactériostatique
<i>Enterobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	2,5	5	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	2,5	/	Bactériostatique
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	2,5	5	Bactéricide
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	2,5	/	Bactériostatique
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

Tableau XII : Résultats de l'activité antibactérienne d'extraits phénolique de la variété (V6) de pêche sur les souches testées

Extrait de la variété V6			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	1,25	5	Bactéricide
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	0,1625	1,25	Bactéricide
<i>Enterobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	1,25	2,5	Bactéricide
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	1,25	2,5	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	1,25	2,5	Bactéricide
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	0,1625	1,25	Bactéricide
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

Tableau XIII : Résultats de l'activité antibactérienne de l'extraits phénolique de la variété de pêche V7 sur les souches testées

Extrait de la variété V7			
	CMI (mg/ml)	CMB (mg/ml)	Nature de l'effet
<i>Acinetobacter baumannii</i> (ATCC 42001)	5	/	Bactériostatique
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	5	/	Bactériostatique
<i>Enterobacter cloaceae</i> (ATCC 855)	5	/	Bactériostatique
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	2,5	5	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 42030)	2,5	5	Bactéricide
<i>Salmonella enterica</i> (ATCC 9489)	5	/	Bactériostatique
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	5	/	Bactériostatique

D'après les résultats cités précédemment, la plupart des extraits montrent une activité antibactérienne vis-à-vis de toutes les souches bactériennes testées avec des valeurs en CMI inférieures à 2,5 mg/ml. Les extraits des variétés V2, V3, V4 et V5 exhibent une activité élevée avec des effets bactéricides et bactériostatiques.

L'extrait de la variété V6 était le plus actif avec une valeur de CMI inférieure à 1,25 mg/ml et une CMB de 1,25 à 2,5 mg/ml. Par contre pour les extraits des variétés V1 et V7, leur CMI était supérieure ou égale à 2,5 mg/ml, la CMB n'a pas été déterminée, exempt *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*.

L'activité inhibitrice des extraits sur les souches bactériennes était plus faible que celle des antibiotiques de référence. Cependant, ces extraits exercent une activité antibactérienne dans la mesure où ils ne sont pas des produits purs mais des extraits bruts (Werner *et al.*, 1998 ; Sanogo *et al.*, 2006).

II.5.3. Relation de l'activité antibactérienne et le contenu en composés phénoliques

La présence de substances actives dans les extraits serait à l'origine des effets observés. Plusieurs travaux (Ourdani et Rezki, 2006 ; Lakhmi et Belkaid, 2007) ont montré la présence de divers composés phénoliques (polyphénols totaux, tanins hydrolysables et flavonoïdes) dans les extraits. Ces métabolites secondaires sont connus pour leur activité antimicrobienne comme le rapportent de nombreuses études consacrées à cet effet. Selon Periera *et al.* (2007), l'effet de l'ensemble des composés phénoliques

présents dans un extrait est plus efficace qu'un composé phénolique testé seul. Ceci est expliqué par l'effet synergique qui favorise l'activité antibactérienne.

Edrah et al., (2013) ont noté une bonne activité antibactérienne des extraits éthanoliques des feuilles de *Prunus persica* d'origine libyenne contre des souches bactériennes à Gram positif et à Gram négatif (ZI= 7 à 9 mm), qui sont attribués à la présence de tanins, flavonoïdes et de saponines dans les feuilles de *P. persica*.

De bonnes activités inhibitrices ont été enregistrées pour les extraits des variétés V3, V4 et V5. Cette activité n'est pas en corrélation avec le contenu en composés phénoliques sauf pour la variété V6, ce qui nous permet de suggérer que la teneur en PT n'est pas en relation directe avec l'activité antibactérienne mais c'est bien la nature des composés présents dans les extraits, que ce soit les phénols simples, les flavonoïdes, les tannins ou autres, ainsi que le type de microorganisme (Gram positif ou Gram négatif) et le mode d'action qui est mis en jeu (**Proestros et al., 2005**).

A l'inverse, quelques extraits exhibent des teneurs importantes en composés phénoliques et des activités inhibitrices faibles et/ou modérées (extraits des variétés V1, V7 et V2). Ce qui démontre encore une fois, la faible corrélation entre l'activité antibactérienne et la concentration en composés phénoliques.

L'extrait de la variété V2 de son côté présente une teneur élevée en polyphénols totaux, tandis que son comportement vis-à-vis des souches étudiées est différent. En fait, il présente une activité antibactérienne modérée sur les souches à Gram négatif, et aucun effet important n'a été enregistré sur la seule souche à Gram positif testée dans notre étude *Staphylococcus aureus* (SARM). Cette différence de sensibilité peut être attribuée aux différences morphologiques entre ces microorganismes et le type de molécules qui rentrent en interaction (**Purohit et al., 2017**).

Le mode d'action des composés phénoliques sur la croissance des microorganismes n'est pas encore bien élucidé mais certains auteurs ont rapporté que ces composés peuvent agir à différents niveaux : action sur la structure de la paroi et la membrane cytoplasmique qui est le principal site d'action (**Jones et al., 2000 ; Kim, 2007**) et l'action sur les enzymes (**CLIN C, 2000**). Cependant, l'activité antibactérienne des composés phénoliques dépend largement de leur structure chimique notamment le nombre et position des groupements fonctionnels (**Kong et al., 2008; Alves et al., 2013**).

Ainsi, à la lumière de ces résultats, il est permis de conclure que les polyphénols de pêche possèdent un potentiel antibactérien intéressant notamment sur les bactéries pathogènes à Gram négatif.

Conclusion

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif l'évaluation de l'effet de la variété sur les teneurs en antioxydants et les activités biologiques (activité antioxydante et antibactérienne) de la pêche. Les résultats obtenus montrent que la variété a un effet significatif sur les teneurs en composés phénoliques et les activités biologiques de ce fruit.

L'évaluation du contenu phénolique total a été estimée selon la méthode de Folin-Ciocalteu tandis que les teneurs en flavonols et anthocyanines totaux ont été évaluées par extraction en milieu acide. Ces dosages nous ont permis d'obtenir les résultats suivants : la teneur en polyphénols totaux est plus élevée pour la variété V6 avec une valeur de 28 mg EAG/g d'extrait. Alors que les teneurs en flavonols et anthocyanines étaient plus élevées pour la variété V6 avec des valeurs de 82 mg EQ/100g MS et de 130,7 mg EQ/100g MS, respectivement. Tandis que la variété la plus riche en caroténoïdes était V6 avec une valeur de 3,6 mgE β C/100g MS.

Pour les tests antioxydants, les résultats montrent que les extraits de pêche sont de bons agents antioxydants dans le piégeage des radicaux libres (radical DPPH et ABTS) et la réduction du fer ferrique Fe⁺³ en fer ferreux Fe⁺². La variété V6 était la variété qui manifestait la meilleure activité antioxydante.

De bonnes corrélations positives ont été trouvées entre les teneurs en polyphénols totaux, flavonols et anthocyanines et les différents tests antioxydant (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur). On pourrait ainsi en déduire que les composés phénoliques présents dans les extraits de pêche sont les principaux contributeurs à l'activité antioxydante du fruit de la pêche.

Au cours de cette étude nous avons réalisé également des tests antibactériens vis-à-vis de sept souches bactériennes. Les résultats microbiologiques ont montré que l'extrait de la variété V6 a montré un effet inhibiteur plus élevé sur les bactéries à Gram positif et les bactéries à Gram négatif avec une valeur de CMI inférieure à 1,25 mg/ml et une CMB de 1,25 à 2,5 mg/ml, suivie des variétés V2, V3, V4 et V5 avec des valeurs de CMI inférieures à 2,5 mg/ml, les variétés V1 et V7 ont noté une CMI supérieure ou égale à 2,5 mg/ml.

Bien qu'il existe une forte corrélation entre le contenu phénolique totale et l'activité antioxydante, il n'y a pas eu de relation linéaire évidente entre la teneur en PT et l'activité

antibactérienne, ce qui suggère qu'il existe des mécanismes d'action distincts pour ces bioactivités.

Dans cette étude, nous avons pu démontrer que la pêche contient des molécules qui sont considérées comme des agents antioxydants 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.

Ces résultats préliminaires sont intéressants et on pense poursuivre les investigations sur ce fruit pour :

- ✓ identifier les différents antioxydants présents dans le fruit de pêche par des techniques plus performantes (HPLC et LC/MS),
- ✓ élucider leur mécanisme d'action et de tester l'activité des extraits *in vivo*;
- ✓ 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.

Référence
Bibliographie

Références bibliographiques

A

Abidi, W., Jiménez, S., Moreno, M.A., Gogorcena, Y. Evaluation of antioxidant compounds and total sugar content in a nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] progeny. *Int. J. Mol. Sci*, (2011); 12, p. 6919–6935.

Alves, A.S., Adão, H.d., Ferreroc, T.J., Marquesa J.C., Costad, M.J., Patrício J. Benthic meiofauna as indicator of ecological changes in estuarine ecosystems: The use of nematodes in ecological quality assessment *Ecological Indicators*, (2013); 24, p. 462–475.

Andrea, Z., Valle, D., Mignani, I., Spinardi, A., Galvano, F., Ciappellano, S. The antioxidant profile of three different peaches cultivars (*Prunus persica*) and their short term effect on antioxidant status in human. *Eur Food Res Technol*, (2006); 225, p. 167-172.

Aubert, C., Milhet, C. Distribution of the volatile compounds in the different parts of a white-fleshed peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Journal of Food Chemistry*, (2007); 102, p. 375-384.

B

Ba, K., Tine, E., Destain, J., Cissé, N., Thonart, P. Étude comparative des composé phénolique, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzyme amyloлитique de leur malt. *Biotechnologie Agronomie Sociale et Environnement*, (2010); vol.14, n° 1, p. 131-139.

Bassi, D., Monet, R. (2008). Botany and taxonomy in the peach: Botany, Production and uses. Edition CABI International. ISBN: 978-1-84593-386-9.

Belhadj, Feten., Somrani, Imen., Aissaoui Neysse., Messaoud, Chokri., Boussaid Mohamed., Marzouki, M.Nejib. Bioactive compounds contents, antioxidant and

antimicrobial activities during ripening of *Prunus persica* L. varieties from the North West of Tunisia. *Food Chemistry*, (2016); 204, p. 29–36.

Bijoy, M., Jayati, S., Prabir, K.S. Antioxidant activities of soybean as affected by Bacillus-fermentation to Kinema. *Food Research international*, (2008); vol. 41, n° 5, p. 586-593.

Billing, J., Sherman, P. W. Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Hot. *Q. Rev. Biol*, (1998); 73, p. 3-49.

Byrne, David H., Noratto, Giuliana D., Cisneros-Zevallos, Luis., Vizzotto, Marcia., Health. Benefits of peach, nectarine and plums. *Discover the world's research*, (2008); vol. 841, n°841, p. 267-273.

C

Cantín, C.M., Moreno, M.A., Gogorcena, Y. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *J. Agric. Food Chem*, (2009); 57, p. 4586–4592.

Cavaco, L. M., Hasman, S., Xia, F., Aurestrup, M. Novel gene conferring transferable quinolone resistance in *Salmonella enterica* serovar *Kentucky* and *Bovismorbificans* strains of human origin. *Antimicrob Agents Chemother*. (2009); vol. 53, n° 2, p. 603-8.

Cavar, S., Maksimovic, M., Vidic, D., Paric, A. Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of essential oil of *Aetemisias annua* L. From Bosnia industrial Crops and Products, (2009); 37, p. 479-485.

Cevallos-Casals, B.A., Byrne, D., Okie, W.R., Cisneros-Zevallos, L. Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry*, (2006); 96, p. 273-280.

Chandini, S. K., Ganesan, P., Bhaskar, N. In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. *Food Chemistry*, (2008); vol. 107, n° 12, p. 707-713.

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

Christabel, P. H., Adithya, E.S., Joghee, P., Sasikumar, J.M., Shamna, R. Antioxidant capacity and phenolic content of *Elaeagnus kologa* schlecht. An under exploited fruit from India, (2012); vol. 2, n° 3, p. 28-35.

CLIN. C. (2007). (Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'intégration) Paris-Nord.

Comité de l'antibiogramme de la société Française de microbiologie (CFA-SFM) Recommandations. (2018). p 57.

Cowan, M.M. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, (1999); vol. 12, n° 4, p. 564–582.

D

Deb, L., Gupta, R., Dutta, A., Yadav, A., Bhowmik, D., Kumar, K. P. Evaluation of antioxidant activity of aqueous fraction of *Prunus persica* L. leaf aqueous extract. *Der Pharmacia Sinica*, (2010); 1, p.157-164.

Di Vaio, C., Graziani, G., Marra, L., Cascone, A., Ritieni, A. Antioxidant capacities, carotenoids and polyphenols evaluation of fresh and refrigerated peach and nectarine cultivars from Italy. *Eur. Food Res. Technol*, (2008); 227, p. 1225–1231.

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

Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, (2006); vol. 97, n° 4, p. 654-660.

E

Edrah, Salem., Alafid, Fouzy., Kumar, Ashok. Preliminary Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Pistacia atlantica* and *Prunus persica* Plants of Libyan Origin. (2013); vol. 4, n° 2, p. 2319-7064.

El Astal, ZY1., Ashour AERA., Kerrit AAM. Antimicrobial activity of some medicinal plant extracts in Palestine. Pak J Med Sci, (2005); vol. 21, n° 2, p. 187-93

El Kalamouni, C. (2010). Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques ou bléées de Midi-Pyrénées. Thèse de Doctorat de Sciences des Agroressources. L'institut National Polytechnique, Toulouse, 263p.

Es-Safi, N.E., Kollmann, I., Khlifi, S., Ducrot, P.H. Antioxidant effect of compound isolated from *Globularia alupum* L Structure-activity relationship. LWT-Food science and technology, (2007); 40, p. 1246-1252.

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

F

Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Faure, S. (2008). Les tétracyclines. Actualités pharmaceutiques N°479.

Fazeli, M. R., Amin, G., Ahmadian-Attari, M.M., Ashtiani, H., Jamalifar, H., Samadi, N. Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. Food Control, (2007); 18, p. 646-649.

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

Favier A. Stress oxydant et pathologies humaines. Ann. Pharm. Fr, (2006); 64, p. 390-396.

Fernandes, C. J., Fernandes L. A., Collignon, P. Cefotaxin Resistance as a Surrugate marker for the detection of méthicillin-resistance *Staphylococcus aureus*. Antimicrobial Chemotherapy. (2005); 55, p. 506-510.

Fonti Forcada, Carolina., Gogorcena, Yolanda., Ángeles Moreno, María. Agronomical Parameters, Sugar Profile and Antioxidant Compounds of “Catherine” Peach Cultivar Influenced by Different Plum. Rootstocks Int. J. Mol. Sc, (2014); 15, p. 2237-2254.

G

Gil, M.A., Tom.s-Barber.n F.A., Hess-Pierce B., Kader A.A. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. J. Agric. Food Chem, (2002); 50, p. 4976-4982.

Gomez-Caravaca, A.M., Gomez-Romero, M., Arraez-Roman, D., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis, (2006); 41, p. 1220-1234.

Gorinstein, S., Martin-Belloso, O., Lojek, A., Milan, C., Soliva-Fortuny, R., Park Y-S., Caspi, A., Libman, I., Trakhtenberg, S. Comparative content of some phytochemicals in Spanish apples, peaches and pears. J.of Sci Food Agric, (2002); 82, p. 1166-1170.

Guesmi, A., Boudabous, A. Activité antimicrobienne de cinq huiles essentielles associées dans les produits de thalassothérapie. Revue des Régions Arides, (2006) ; p. 224-230.

Guinebert, E., Durand, P., Prost, M., Grinand, R., Bernigault, R. Mesure de la résistance aux radicaux libres. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, (2005); p. 554-558.

Gulfishan., Akhtar, N. Phytochemical analysis and correlation of antioxidant activities of methanolic fruit extracts of family Rosaceae. Asian Journal of Chemistry, (2014); 26, p. 179-182.

H

Hagerman, A. E., Butler, L. G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. J. Biol. Chem, (1981); 256, p. 4494-4497.

Hayouni, E.A., Abedrabba, M., Bouix, M., Hamdi, M. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities *in vitro* of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chem*, (2007);

J

Jones, G. A., Mc Allister, T. A., Muir A. D., Cheng, K. J. Effects of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Condensed Tannins on Growth and Proteolysis by Four Strains of Rumania Bacteriat. *Applied and Environmental Microbiology*, (2000); p. 1374-1378.

Juciano, G., Nauana, S., Calixto Bortolin, R., Moresco K. S., Saibro G. C. Klafke, K., Kelly Rabelo, T., Da Silva M. M., Vizzotto M., Carmo Bassols M. R., Fonseca Moreira, J. C., Gelain D. P. Effects of different products of peach (*Prunus persica* L. Batsch) from a variety developed in southern Brazil on oxidative stress and inflammatory parameters *in vitro* and *ex vivo*. *J. Clin. Biochem. Nutr*, (2014); vol. 55, n° 2, p. 110–119.

K

Kahlon, T.S., Smith, G.E. In vitro binding of bile acids by bananas, peaches, pineapple, grapes, pears, apricots and nectarines. *Food Chemistry*, (2007); 101, p. 1046-1051.

Kalt, W. Effects of Production and Processing factors on Major Fruit and Vegetable Antioxidants. *Journal of food Science*, (2005); 70, p. 11-19.

Kim, D.O., Chun, O.K., Kim, Y.J., Moon, H.Y., Lee, C.Y. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (2003); 51, p. 6509–6515.

Kim.Yun-mi. Membrane damage of bacteria by silanols treatment. *Electronic Journal of Biotechnology*, (2007); ISSN: 0717-3458.

Kimura, M., Rodriguez-Amaya, D.B. Carotenoid Composition of Hydroponic Leafy Vegetables. *J. Agric. Food Chem*, (2003); 51, p. 2603-2607.

Kohen, R., Nyska, A. Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicol. Path.*, (2002); 30, p. 620-650.

Kong, Wei., Wanda, Soo-Young., Zhang, Xin., Bollen, Wendy., Tinge, Steven A., Roland, Kenneth L. and Roy Curtiss III Regulated programmed lysis of recombinant *Salmonella* in host tissues to release protective antigens and confer biological containment. *PNAS*, (2008); vol. 105, n° 27, p. 9361-9366.

Kroyer G.T. Redclover extract as antioxidant active and functional food ingredient innovative. *Food Science and Emerging Technologies*, (2003); 5, p. 101-105.

L

Lacoste, S. (2006). *Les aliments qui guérissent*. Edition: LEDUCS.S. Paris: 28-48-99-848.

Lapornik, B., Prošek, M., Wondra, A.G. Comparison of extracts prepared from plant by products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, (2005); vol.71, p. 214–222.

Larwence, A., Hammouda, F., Salah, A., Abada, S., Ouchan, Ñ. Valeur alimentaire des marcs de raisin. Rôle des tanins condensés dans la faible valeur nutritive des marcs de raisin chez le mouton : effet d'une addition de polyéthylène glycol 4000. *Ann. Zootech*, (1984); 33, p. 533-543.

Le Minor, C., Richard, C. (1993). *Méthode de laboratoire pour l'identification des entérobactéries*. Institut Pasteur, France.

Legua, P., Hernández, F., Díaz-Mula, H.M., Valero, D., Serrano, M. Quality, bioactive compounds, and antioxidant activity of new flat-type peach and nectarine cultivars: a comparative study. *J Food Sci*, (2011); 76, p. 729–735.

Lekhmi, Z. et Belkaid, H. (2007). *Dosage de composés phénoliques de feuilles d'olivier*. Université de Bejaia.

Leterme., Lespinasse, Jean-Marie. (2008). Les fruits retrouvés, patrimoine de demain : Histoire et diversité des espèces anciennes du Sud-Ouest. Edition : du Rouergue. 10-13 p.

Li, H.B., Cheng, K.W., Wong, C.C., Fan, K.W., Chen, F., Tian, Y. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. *Food Chemistry*, (2007); 102, p. 771-776.

Liana-Melania, D. New brugnone cultivars which improve the roumanianfruit Assortment. *Universitatea of CRAIOVA*, (2010); vol. 15, p. 241.

Liu, X., Xu, W., Pan, Y., Du, E. Underestimated dissolved organic nitrogen (N) but overestimated total particulate N in wet deposition in China. *Sci Total Environ*, (2015); Jul 1;520:300-1. doi: 10.1016.

Liviu, AL.M., Dezmirean, D., Adela, M., Otilia, B., Laslo, L., Bogdanov. Physicchemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, (2009); 112, p. 863-867.

Lurie, S., Crisosto, C.H. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology*, (2005); 37, p. 195-208.

M

Macheix, J., Fleuriet, A., Jay-allamand, C. (2006). Les composés phénoliques des végétaux. Ed : Tec et Doc. Paris: 18-101 p.

Makris, D. P., Boskou, G., Andrikopoulos, N. K. Polyphenolic content and *in vitro* antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, (2007); 20, p. 125–132.

Male-Éev, D.É., Kunti,C.V. Investigation of metal--flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal--flavonoid complexing reactions. *J. Serb. Chem. Soc.* (2007); 72, p. 921-939.

Martel, J., Ojeius, D.M., Chang,G-J., Lin, G-S., Lu, G-G., Ko, Y-F., Tseng, S-F., Lai, H-G.,Young, J.D. Anti-obesogenic and antidiabetic effects of plants and mushrooms. *Journal of Nat. Rev. Endocrinol*, (2016); 13, p. 149-160.

Mélo, E.A., Lima, V.L.A.G., Maciel M.I.S., Caetano A.C.S., Leal F.L.L. Polyphenol, Ascorbic Acid and Total Carotenoid Contents in Common Fruits and Vegetables. *Braz. J. Food Technol*, (2006); vol. 9, n° 2, p. 89-94.

Miclos, F. Origin and dissemination of prunus crop peach, cherry, apricot, plum, almond. *Journal of Scripta Horticulturae*, (2008); 11, p. 4-7.

Montero-Prado., Bentayeb, K ., Nerín, C . Pattern recognition of peach cultivars (*Prunus persica L.*) from their volatile components. *Food Chem*, (2013); vol. 138, n° 1, p. 724-731.

N

Nabavi, S. M., Nabavi, S. F., Shahram, E. A., Hajizadeh, M . *In vivo* protective effects of quercetin against sodium fluoride-induced oxidative stress in the hepatic tissue. *Food Chemistry*, (2012); vol. 132, n° 2, p. 931-935.

Natarajan, D., John Britto, S., Srinivasan, K., Nagamurugan, N., Mohanasundari, C., Perumal, G. Anti-bacterial activity of *Euphorbia fusiformis*-A rare medicinal herb. *J. Ethnopharmacol*, (2005); 102, p.123-126.

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

Nazck, M., Shahidi F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, (2006); 41, p.1523-1542.

Nijveldt, R. J., Nood, E., Hoorn, D. E., Boelens, P. G., Norren, K., Leeuwen, P. A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *American J. Clinic. Nutr*, (2001); 74, p. 418-425.

Noratto, G., Porter, W., Byrne, D., Cisneros-Zevallos, L. Identifying Peach and Plum Polyphenols with Chemopreventive Potential against Estrogen-Independent Breast Cancer Cells. *J. Agric. Food Chem*, (2009); 57, p. 5219–5226.

Novelli, G. P. Role of free radicals in septic shock. *J. Physiol. Pharmacol.* (1997); 48, p. 517-527.

O

Oguntibeju, Byo.o., Truter, E.J., Esterhuysen A.J. The role of fruit and vegetable consumption in human health and disease prevention. (2013); 10, p. 5772-50109.

Ourdani, S., Rezki, K. (2006). Extraction et dosage des composés phénoliques du grignon d'olive et des feuilles d'olivier de la variété « Chemlal ». Université de Bejaia.

Orazem, P., Stampar, F., Hudina, M. Fruit quality of Redhaven and Royal Glory peach cultivars on seven different rootstocks. *J. Agric. Food Chem.*, (2011); 59, p. 9394–9401.

Ordóñez, A.A.L., Gomez, J.D., Vattuone, M.A., Isla, M.I. Antioxidant activities of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chemistry*, (2006); 97, p. 452–458.

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

P

Pavithra, M.K., Venkatesha, T.V., Vathsala, Nayana, K., K.O. Synergistic effect of halide ions on improving corrosion inhibition behavior of benzisothiazole 3-piperazine hydrochloride on mild steel in 0.5 M H₂SO₄ medium. *Corrosion Science*, (2010); 52, p. 3811–3819.

Pellaud, S. Quantification et caractérisation des proanthocyanidines dans *Onobrychis viciifolia* Scop. (2008) ; 158, p. 180-189.

Pereira, A. S., Andrade, S. S., Monteiro, J., Sader, H. S., Pignatari, A. C.C., Gales, A. C. Evaluation of the Susceptibility profiles, genetic similarity and presence of *qnr* gene in *Escherichia coli* resistant to ciprofloxacin isolated in Brazilian hospitals. *Brazilian J Infect Dis.* (2007); vol. 11, n° 1, p. 1413-8670.

Popovici, C., Saykova, I., Tylkowski B. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de génie industriel, (2009) ; 4, p. 25-39

Prakash, Ved, Shelly, Rana., Anand, Sagar Studies on analysis of antibacterial and antioxydant activity of *Prunus persica* (L. Batsch). I.J.S.N., (2017), vol. 8, n° 1, p. 54-58.

Proestos, C., Boziaris, I.S., Nychas, G.J.E., Komaitis, M. Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxydants capacity and antimicrobial activity. Food chemistry, (2005); 95, p. 664-671.

Purohit, MC., Singh, M., Purohit, R., Kumar, G. Antimicrobial activity of methanolic extract of bark of *Prunus cornuta*. Int J Pharm Sci, (2017); 8(8): 3563-67.doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.8(8).3563-67.

R

Ray, S. D., Wong, V., Rinkovsky, A., Bagchi, M., Raje, R.R., Bagchi, D. Unique organoprotective properties of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin extract on cadmium chloride-induced nephrotoxicity, dimethylnitrosamine (DMN)-induced splenotoxicity and mocap-induced neurotoxicity in mice. Res. Commun. Mol. Pathol. Pharmacol, (2000); 107, p. 105-128.

Re, R., Pellegrini, N, Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. Antioxydant activity applying an improved ABTS radical cation decolorizing assay. Free Radicals in Biology and Medicine, (1999); 26, p. 1231–1237.

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: 365p.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G. Antioxydant properties of phenolic compounds. Trends in Plant Science, (1997); 2, p. 152–159.

Rodriguez-Amaya D.B. (2001). A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. *OMNI Research*- United States of America. ISBN : 1-57881-072-8.

S

Sanogo, R., Diallo, D., Diarra, S., Ekoumon, C., Bougoudougou, F. Activité antibactérienne et antalgique des deux recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et la cystite au Mali. *Mali Medical*, (2006); 1, p. 18-24.

Sarni-Manchado, P., Cheynier, V. (2006). Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris: 2-10 p.

Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek M. M., Toth-Markus M. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, (2005); 38, p. 1023-1029.

Shim, Jin-Hyung., Lee, Jung-Seob., Kim, Jong Young., Cho, Dong-Woo. Bioprinting of a mechanically enhanced three-dimensional dual cell-laden construct for osteochondral tissue engineering using a multi-head tissue/organ building system. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, (2012); vol. 22, n° 8, p.

Smyth, R., Kahlmeter, G. Mannitol salt agar-cefoxitin combination as a screening medium for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of clinical microbiology*, (2005); 43, p. 3797-3799.

Sohal, R. S., Mockett R. J. Orr W. C. Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis. *Free Radical Biol. Med*, (2002); 33, p. 575-586.

Sokol-Letowska, A., Oszmiansk, J., Wojdylo, A. Antioxydant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap. *Food Chemistry*, (2007); 103, p. 853-859.

Stalikas, C. D. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J Sep Sci*, (2007); 18, p. 3268-95

Su, M.S., Chien, P.J. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. *Food Chemistry*, (2007); 104, p. 182-187.

Subramanian, S., Stacey, G., Yu, O. Distinct, crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends Plant Sci*, (2007); 12, p. 282-285.

Sun, Erdan., Lim, Apiradee., Xipu, Liu, Snellingen, Torkel., Ningli, Wang, Ningpu Liu. Apolipoprotein E gene and age-related macular degeneration in a Chinese population. *Molecular Vision*, (2011); 17, p. 997-1002.

Sun M., Temelli F. Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids from carrot using canola oil as a continuous co-solvent. *J. of Supercritical Fluids*, (2006); 37, p. 397-408.

T

Tawaha, K., Alali, F. Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., El-Elimat, T. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chem*, (2007); 104, p. 1372-1378.

Tohge, T., Matsui, K., Ohme-Takagi, M., Yamazaki, M., Saito, K. Enhanced radical scavenging activity of genetically modified Arabidopsis seeds. *Biotechnol. Lett*, (2005); 27, p. 297-303.

Tomás-Barberán, F.A., Gil, M.I., Cremin, P., Waterhouse, A.L., Hess-Pierce, B., Kader, A.A. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *J. Agric. Food Chem*, (2001); 49, p. 4748–4760.

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

Turkmen N., Sari F., Sedat Velioglu Y. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, (2006); 99, p. 835-841.

Turkmen, N., Velioglu, Y. S, Sari, F., Polat, G. Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *Molecules*, (2007); 12: 484-496.

u

Ulanowska, K., Majchrzyk, A., Moskot, M., Jak bkiewicz-Banecka J., Âgrzyn G. Assessment of antibacterial effects of flavonoids by estimation of generation times in liquid bacterial cultures. *Biologia*, (2007); 62, p. 132-135.

Uttara, Bayani., Singh, Ajay V., Zamboni, Paolo., Mahajan, R. T. Oxidative Stress and Neurodegenerative Diseases: A Review of Upstream and Downstream Antioxidant Therapeutic Options *Current Neuropharmacology*. Bentham Science Publishers, (2009); vol. 7, n° 1, p. 65-74.

V

Veličković, D.T., Nikolova, M.T., Ivancheva, S.V., Stojanovi, J.B., Veljkovi, V.B. Extraction of flavonoids from garden (*Salvia officinalis* L.) and glutinous (*Salvia glutinosa* L.) sage by ultrasonic and classical maceration. *J. Serb. Chem. Soc.*, (2007); vol. 72, n° 1, p. 73–80.

Vizzotio, M., Cisneros-Zevallos, I., Byrne, D.H. Large Variation Found in the Phytochemical and Antioxidant Activity of Peach and Plum Germplasm. *J. AMER. Soc. HaRT*, (2007); vol. 132, n° 3, p. 334-340.

Vizzotio, M., Cisneros-Zevallos, I., Byrne, D.H., Okie, WR. Total Phenolic, Carotenoid, and Anthocyanin Content and Antioxidant Activity of Peach and Plum Genotypes. (2006);

Vuorela, S. (2005). Analysis, isolation and bioactivities of rapeseed phenolics. Ed: University of Helsinki. Helsinki: 76p.

W

Wang, J., Yuan, X., Jin, Z., Tian, Y., Song, H. Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of peanut skins extract. *Food Chemistry*, (2007); 104, p. 242-250.

Werner, F., Paul, O.O., Rainer, A. Antibacterial activity of East African medicinal plants. *J. of Entho Pharmacology*, (1998); 60, p. 79-84.

Williams, W. B., Cuvelier, M.E., Berset, C. Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm-Wiss. U-Technol*, (1995); 28, p. 25-30.

Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerys, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem*, (2007); 105, p. 940-949.

Wong, C.C., Li, H.B., Cheng, K.W., Chen, F. A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chem*, (2006); 97, p. 705-711.

χ

Xiaoyong, Zhao., Wenna, Zhang., Xueren, Yin., Mingshen, Su., Chongde, Sun., Xian, Li., Kunsong, Chen. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Different Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] Cultivars in China. *Int. J. Mol. Sci*, (2015); 16, 5762-5778.

Xie, R., Xiongwei, L., Mingliang, C., Lijuan, S., Huijuan, J., Dajunw., Miaojin, C., Keming, C., Josea M., Zhongshan, G. Evaluation of the genetic diversity of Asian peach accessions using a selected set of SSR markers. *ScientiaHorticulturae*, (2010); vol.125, n° 4, p. 622-629.

γ

Yaldrim, Ali., Mavi, Ahmet., kara, Ayse aydan. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. *Journal of agricultural and food chemistry*, (2001); vol. 49, n° 8, p. 4083-4089.

Z

Zeghad, N. (2009). Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur

activité antibactérienne. Thèse de magister option Biotechnologie végétal a l'université
Mentouri Constantine. 267-273p.

Annexes

Annexe 1 :

Tableau : Principales classes des composés phénoliques (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

Squelette carboné	Classe	Exemple
C6	Phénols simples	Catéchol
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	p- hydroxybenzoïque
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques Coumarines	Acide caféique Scopolétine
C6-C4	Naphthoquinones	Juglone
C6-C2-C6	Stilbènes	Resvératrol
C6-C3-C6	flavonoïdes isoflavonoïdes	Quercétine, cyanidine Daidzeine
(C6-C3) ₂	Lignanes	Pinoresinol
(C6-C3) _n	n Lignines	–
(C6-C3-C6) _n	Tannins condensés	–

Annexe 2 : Appareillages et produits chimiques

Produits chimiques	Appareillages utilisés
<ul style="list-style-type: none"> - Acide acétique. - Acide Chlorhydrique. - Acide phosphorique. - Bovine Sérum Albumine (BSA). - Carbonate de sodium. - Cefoxitine (ATB). - Chlorure d'Aluminium. - Chlorure Ferrique FeCl₃. - DMSO (Diméthyle Sulfoxyde). - Ethanol pur. - Folin-cieucalteu. - Hydroxyde de sodium. - Méthanol pur. - Plasma de lapin. - Réactif Kovacs. - Réactif RM (Rouge Méthyle). - Réactif RN. - Réactif VP (Voges- Proskauer). - Standards polyphénols : acide gallique, acide tannique et quercétine. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anse de platine. - Autoclave. - Balance de précision. - Balance de précision. - Boîtes de Pétri. - Centrifugeuse. - Disques d'oxydase. - Ecouvillons. - Etuve. - Four pasteur. - Micropipette (100 µl et 1000µl). - Microplaque. - PH mètre. - Plaque agitatrice. - Plaque magnétique (VELP). - Pince stérile. - Sonneateur. - Spectrophotomètre UV-Visible. - Tubes à essai. - Tubes à hémolyse. - Vortex.

Annexe 3 : les milieux de culture et leur préparation

Les milieux de culture	Préparation	
B.H.I.B (Bouillon Infusion Cœur Cerveau)		
Bouillon Nitrate	21 g par litre	pH 7,2 ± 0,2
Chapman	111g par litre	pH 7,1 à 7,5
Citrate de Simmons	23 g par litre	pH 6,9
Clark et lubs	15 g par litre	pH 7,5
EMB	36g par litre	pH 7,2 ± 0,2
E.P.E.I (Eau Peptonée Exemple d'Indol)	25g par litre	pH 7,2
Hektohen	76,7 par litre	pH 7,5 ± 0,2
Mac conkey	50g par litre	pH 7,2
Muller Hinton	38g par litre	pH 7,5
TSI (Triple Sugar Iron)	65,5g par litre	pH 7,4 ± 0,2

Annexe 4 : Résultats de l'activité antibactérienne d'extrait phénolique des différentes variétés de pêche par méthode de diffusion sur gélose (zone d'inhibition est mesuré en mm)

Extraits	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Espèce bactérienne							
<i>Acénitobacter baumanii</i> (ATCC 8567)	0	1.5	0	1	0	2	0
<i>Acénitobacter baumanii</i> (ATCC 42001)	2	1	2	1	1.5	2	4
<i>Bacillus</i> (ATCC 41903)	0	2.5	1	10	1	0	0
<i>Enterocloacea</i> (ATCC 855)	2.5	0	2	2	0	2	1
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 41929)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42010)	2	0	0	1	0	1	1
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42021)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 42036)	1	2	1.5	1	1	1	1.5
<i>Kleibseilla pneumonea</i> (ATCC 42023)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kleibseilla pneumonea</i> (ATCC 42030)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Proteus mirabilis</i> (ATCC 8550)	0	2	1	1	1	0	3
<i>Salmonella Enterica</i> (ATCC 9489)	1	1.2	0	1	0	1	1
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 8566)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC P41)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC302)	1	1.5	0	2	0	1	1
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 361)	1	0	1.5	1.5	1.5	1	1
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 403)	1	1.5	2	0	0	1	0
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 443)	1	1	0	1.5	1	1	1.5
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 810)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 942)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 8478)	0	0	0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 8566)	0	1.5	1	0	0	0	0

RÉSUMÉ

Cette étude avait pour objectif l'évaluation de l'effet de la variété sur les teneurs en antioxydants et les activités biologiques (activité antioxydante et antibactérienne) du fruit de la pêche. Les résultats obtenus montrent que la variété a un effet significatif sur les teneurs en polyphénols totaux, flavonols, anthocyanines et en caroténoïdes. Pour les tests antioxydants, les résultats montrent que les extraits de pêche sont de bons agents antioxydants dans le piégeage des radicaux libres (radical DPPH et ABTS) et la réduction du fer ferrique Fe^{+3} en fer ferreux Fe^{+2} . La variété V6 était la variété qui manifestait la meilleure activité antioxydante. De bonnes corrélations positives ont été trouvées entre les teneurs en polyphénols totaux, flavonols et anthocyanines et les différents tests antioxydant (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur). On pourrait ainsi en déduire que les composés phénoliques présents dans les extraits de pêche sont les principaux contributeurs à l'activité antioxydante du fruit de la pêche. Les résultats microbiologiques ont montré que l'extrait de la variété V6 a montré un effet inhibiteur plus élevé sur les bactéries à Gram positif et les bactéries à Gram négatif que les autres variétés. Les résultats de la présente étude nous permettent de conclure que la pêche est une bonne source d'antioxydants.

Mots clés : pêche, Polyphénols totaux, flavonols, activité anti-oxydante, activité antimicrobienne.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of the variety on antioxidant levels and biological activities (antioxidant and antibacterial activity) of the peach fruit. The results show that the variety has a significant effect on the levels of total polyphenols, flavonols, anthocyanins and carotenoids. For the antioxidant tests, the results show that the peach extracts are good antioxidants in DPPH and ABTS radical scavenging and the reduction of ferric iron Fe^{+3} to ferrous iron Fe^{+2} . Variety V6 was the variety with the best antioxidant activity. Good positive correlations were found between the levels of total polyphenols, flavonols and anthocyanins and the various antioxidant tests (radical scavenging activity and reducing power). It could thus be deduced that the phenolic compounds present in the peach extracts are the main contributors to the antioxidant activity of the peach fruit. Microbiological results showed that the extract V6 showed a higher inhibitory effect on Gram-positive and Gram-negative bacteria than the other varieties. The results of this study allow us to conclude that peach is a good source of antioxidants.

Key words: peach, total polyphenols, flavonols, antioxidant activity, antimicrobial activity.