

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA de Bejaïa
Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département des Sciences Alimentaires

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat

En

« Contrôle de qualité et analyses »

Thème

Mesure de l'activité antioxydante de Prunus domestica L. et comparaison avec d'autres fruits secs

Préparé par :

*AKROUR Lynda
BELHOCINE Sonia*

Membre de Jury :

*Président : M^r MADANI K
Promotrice : M^{me} GUEMGHAR H
Examineurs: M^r CHIKHOUN A
M^{me} SMAÏL L*

Promotion 2012/2013

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu d'avoir guidé nos pas, de nous avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier en premier lieu notre promotrice M^{me} GUEMGHAR pour ses conseils, ses orientations et sa disponibilité.

Nos remerciements vont également à

Mr MADANI pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury et d'évaluer ce travail.

Mr CHIKHOUN et Mme SMAIL pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos sentiments de reconnaissance à toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.



Dédicace

En signe de respect et de reconnaissance, je dédie ce travail aux :

Deux être les plus chers et merveilleux au monde qui m'ont soutenu et qui ont toujours été là pour moi, qui ont donné un sens à mon existence et m'ont offert amour et tendresse

A vous mes très chers parents à qui je souhaite une longue vie

A mes très chères sœurs Nassima et Ouardia

A mes très chers frères Mouloud et Sofiane

A ma grand-mère à qui je souhaite une longue vie.

A vous mes tantes et oncles

A ma très chère copine et binôme Sonia et sa famille

A tous mes ami (es) Fahima, Lynda, Noura, Radia, Siham, Siham, Massi, Khaled, Ahmed...

A mes copines de chambre Malha, Warda, Houda

Toute la promotion CQA 2012/2013

LYNDA



Dédicaces

En signe de respect et de reconnaissance, je dédie ce travail a :

La mémoire de mon grand père SALEM, que dieu l'accueille de son vaste Paradis je ne t'oublierai jamais.

Les deux être les plus chers et merveilleux au monde qui m'ont soutenu et qui ont toujours été la pour moi, qui ont donné un sens a mon existence et m'ont offert amour et tendresse

A vous mes très chers parents a qui je souhaite une longue vie

A mon adorable grande sœur Nassima qui ma montré la voie de la réussite, a son mari Ali et son petit bébé Amar.

A mon grand frère Yacine, son épouse Sabrina et mon petit neveu Aymen a qui je souhaite une vie pleine de bonheur

A mon petit frère Ouali a qui je souhaite beaucoup de réussite

A mes grands parents

A vous mes tantes et oncles, cousin et cousines

A Kamel qui a toujours été la pour moi et qui n'a cessé de me soutenir merci ...

A ma très chère binôme Lynda et sa famille

A mes amis (es) Soraya, Lynda, Siham, Siham, Nora, Fahima, Radia, Lyfia et Samira,

Abdenour, Khaled et Ahmed

A mes copines de chambre

SONIA



Liste des abréviations

ABTS : Acide 2,2' – azobis (ethylbenzothiazoline-6-sulfonique)

ADN : Acide désoxyribonucléique

ANC : Apport nutritionnel conseillé

BHA : Butylhydroxyanisole

BHT : Butylhydroxytoluène

Cm : Centimètres

DPPH : 2-2-diphenyl 1-picryl-hydrazyl

EAG : Equivalent acide gallique

EC : Equivalent catéchine

ECY : Equivalent cyanidine

ERO : Espèce réactive oxygéné

g: Gramme

HPLC: High performance liquid chromatography

IC: Concentration inhibitrice

IG: Indice glycémique

Kg: Kilogrammes

M: Molaire

MAE: Extraction assisted by microwave

Min: Minute

ml: Millilitres

mM: Millimolle

N: Nitrates

Nm: Nanometers

ORAC: Oxygène adical absorption capacity

R° : Radicaux libre

W: Watt

µl: Microlitres

°C : Degrés Celsius

Sommaire

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Pruneaux

I.1 Description.....	2
I.2 Classification.....	3
I.3 Valeur nutritionnelle.....	3
I.4 Mode de fabrication.....	4
I.5 Production mondiale.....	6
I.6 Effets thérapeutiques des pruneaux.....	6

Chapitre II : Radicaux libres et antioxydants

II.1 Radicaux libres.....	7
II.1.1 Origine des radicaux libres.....	7
II.1.2 Cibles des radicaux libres.....	8
II.2 Stress oxydant.....	8
II.3 Antioxydants.....	8
II.3.1 Définition.....	8
II.3.2 Classification.....	9
II.3.2.1 Antioxydants naturels.....	9
II.3.2.2 Antioxydants synthétiques.....	9
II.3.3 Activité antioxydante.....	10
II.3.4 Antioxydants naturels d'origines endogènes	10
II.3.4.1 Composés phénoliques.....	10
II.3.4.1.1 Acides phénoliques.....	11
II.3.4.1.2 Flavonoïdes.....	13
II.3.4.1.3 Tanins condensés.....	14
II.4 Principaux composés phénoliques des pruneaux.....	15

Partie pratique

Matériel et méthodes

I.	Matériel végétal	18
I.1	Échantillonnage.....	18
I.2.	Description des échantillons	18
II.	Extraction des composés phénolique	19
II.1.	Principe.....	19
II.2	Mode opératoire.....	19
III.	Dosage des antioxydants.....	19
III.1	Dosage des polyphénols.....	19
III.1.1.	Principe.....	19
III.1.2	Mode opératoire	20
III.2	Dosage des flavonoïdes.....	20
III.2.1.	Principe	20
III.2.2	Mode opératoire	20
III.3	Dosage des proanthocyanidines.....	20
III.3.1	Principe.....	20
III.3.2	Mode opératoire.....	21
IV.	Détermination de l'activité antioxydante.....	21
IV.1	Pouvoir réducteur.....	21
IV.1.1	Principe.....	21
IV.1.2	Mode opératoire.....	21
IV.2	Activité antiradicalaire sur le radical ABTS.....	21
IV.2.1	Principe.....	21
IV.2.2	Mode opératoire.....	22
IV.3	Activité antiradicalaire sur le radical DPPH.....	22
IV.3.1	Principe.....	22
IV.3.2	Mode opératoire.....	23
V.	Analyse statistique	23

Résultats et discussions

I. Dosage des antioxydants des pruneaux.....	24
I.1 Polyphénols totaux.....	24
I.2 Flavonoïdes.....	24
I.3 Proantocyanidines.....	25
II. Activité antioxydante des pruneaux.....	25
III. Comparaison des pruneaux avec d'autres fruits secs.....	26
III.1 Polyphénols totaux.....	26
III.2 Proantocyanidines.....	27
III.3 Activité antioxydante.....	28
III.3.1 Pouvoir réducteur.....	28
III.3.2 Activité antiradicalaire sur le DPPH.....	29
III.3.3 Activité antiradicalaire sur l'ABTS.....	31
<hr/>	
Conclusion.....	33
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : Schéma représentant le fruit, le noyau, la feuille et la fleur du prunier.....	2
Figure 2 : Prunes et pruneaux	3
Figure 3 : Structure des flavonoïdes (enchaînement C ₆ -C ₃ -C ₆).....	13
Figure 4 : Structure chimique d'une unité monomérique des tanins condensés.....	14
Figure 5 : Structure chimique du radical libre DPPH•.....	22
Figure 6 : Teneurs en composés phénoliques des fruits étudiés.....	27
Figure 7 : Teneurs en proanthocyanidines des fruits étudiés.....	28
Figure 8 : Pouvoir réducteur des fruits secs étudiés.....	29
Figure 9 : Corrélation entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénoliques (a) et les proanthocyanidines (b) des différents fruits secs.....	29
Figure 10 : Activité antiradicalaire sur le DPPH des fruits étudiés.....	30
Figure 11 : Corrélation entre l'activité antiradicalaire sur DPPH et les teneurs en composés phénoliques(c) et les proanthocyanidines(d) des fruits secs	31
Figure 12 : Activité antiradicalaire sur l'ABTS des fruits étudiés.....	31
Figure 13 : Corrélation entre l'activité antiradicalaire sur l'ABTS et les teneurs en composés phénoliques (e) et les proanthocyanidines (f) des différents fruits secs.....	32

Liste des tableaux

Tableau I : Classification des pruneaux.....	3
Tableau II : Contenu en éléments nutritifs des pruneaux.....	4
Tableau III : Principaux acides hydroxybenzoïques.....	12
Tableau IV : Principaux acides hydroxycinnamiques.....	12
Tableau V : Principaux types de coumarines.....	12
Tableau VI : Principaux composés phénoliques, leurs structures, et leurs teneurs en mg/kg des pruneaux.....	15
Tableau VII : Résultats de dosage des antioxydants des pruneaux.....	25
Tableau VIII : Activité antioxydante des pruneaux exprimée par différentes manières.....	26

Introduction

Ces dernières années, la consommation des fruits et légumes suscite un intérêt toujours croissant auprès des consommateurs. Ce phénomène social est certainement lié à la prise de conscience quant à la relation de cause à effet entre la qualité des aliments et la santé. L'une des raisons possibles pour lesquelles les fruits et les légumes présentent des caractéristiques favorisant une bonne santé, est la présence de différents antioxydants tels que les vitamines C et E, les caroténoïdes, les composés phénoliques et les flavonoïdes qui jouent un rôle significatif dans le système de défense antioxydant du corps humain (Allan et Benamara, 2010 ; Quilien, 2003).

La prune représente une excellente source des nutriments et contribue de manière significative à la nutrition humaine. Elle est une source importante de composés phénoliques tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui contribuent à sa forte capacité antioxydante. Cette dernière augmente considérablement lorsque le fruit est séché et devient un pruneau (Bourre *et al.*, 2007 ; Rop *et al.*, 2009).

Le pruneau est le fruit sec de certaine culture de *Prunus domestica L.* de la famille des *Rosaceae*, il a été reconnu comme aliment sain. Des études ont prouvé que le pruneau fait partie des fruits secs qui possèdent une excellente capacité antioxydante (Kimura *et al.*, 2008).

Ce travail vise à évaluer l'activité antioxydante de *Prunus domestica L.*, à quantifier les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en proanthocyanidines et à comparer le pruneau à d'autres fruits secs (abricot sec, datte, caroube, figue sèche et raisin sec).

Ce document est présenté en deux parties ; initié par une recherche bibliographique dont le premier chapitre traite des généralités sur les pruneaux et leur effet thérapeutique, et le deuxième chapitre définit les radicaux libres, stress oxydant et les antioxydants. Suivie d'une partie expérimentale qui regroupe la présentation du matériel et les méthodes utilisées pour l'étude, suivie d'une expression des résultats obtenus et d'une discussion.

Synthèse
bibliographique

Chapitre I

Pruneaux

1. Description

Le prunier est un arbre ou arbuste de 3 à 7 mètres, non épineux, à jeunes rameaux glabres; feuilles adultes oblongues, crénelées-dentées, glabres ou légèrement pubescentes en dessous ; stipules pubescentes ; fleurs d'un blanc un peu verdâtre, grandes, à pédoncules pubescents ; calice pubescent ou velu en dedans et sur le limbe ; drupe grosse (2-3 cm. de diamètre), penchée, rougeâtre ou violacée, à saveur douce ; noyau allongé, rugueux sur les faces (Figure 1) (Bock, 2013).

Les prunes sont largement cultivées pour leur fruit comestible dans des zones tempérées, séchées en tant que pruneaux, fermentées comme liqueur, ou pressées pour donner du jus (Talat *et al.*, 2010).

Les prunes sont les fruits du genre *Prunus*, tel que *Prunus domestica* d'origine européenne (figure 2-a), *Prunus salicina* d'origine japonaise et *Prunus americana* d'origine américaine (prune douce jaune) (Kayano, 2004).



Figure 1: Schéma représentant le fruit, le noyau, la feuille et la fleur du prunier (Bock, 2013).

Les pruneaux (Figure 2-b) sont considérés en tant que nourriture saine, en raison de ces basses teneurs en graisse et à la quantité considérable d'aliments importants qu'ils contiennent, comme des hydrates de carbone, des vitamines et des minéraux (Jabeen et Aslam, 2011).



(a) Prunes mures et prêtes à la récolte



(b) Pruneaux prêts au conditionnement.

Figure 2 : Prunes et pruneaux (Ouaouich et Chimi, 2005).

2. Classification

Les pruneaux (*Prunus domestica L.*) appartiennent à la sous famille *Pronoideae* de la famille de *Rosacea*, dans le sous genre *Prunophora*. Ils se rapportent aux fruits du genre *Prunus* (Tableau I) (Bock, 2013 ; Voca *et al.* , 2009 ; Nakatani *et al.* , 2000).

Tableau I : Classification des pruneaux (Bouhadida *et al.*, 2009)

Règne	Plantae
Famille	<i>Rosaceae</i>
Sous- famille	<i>Pronoideae</i>
Genre	<i>Prunus</i>
Sous- genre	<i>Prunophora</i>
Espèce	<i>Prunus domestica L.</i>

3. Valeur nutritionnelle

Le pruneau a toujours été apprécié pour ses vertus nutritionnelles et curatives. Il constitue un aliment énergétique riche en glucides, dont l'index glycémique est intéressant, car relativement bas (IG = 52), permettant une meilleure distribution du glucose dans les organes. Cette qualité est induite par la nature des glucides, par la

présence de fibres, de sorbitol, de polyphénols, et d'acides organiques. Mais d'autres arguments plaident également en faveur du pruneau. Ainsi, parmi les vitamines se distinguent la vitamine E et la vitamine B1 (63 % des ANC dans 100g), parmi les minéraux le fer (16 % des ANC), le zinc, le manganèse, le potassium (100 % des ANC) et le bore (plus de 100 % des ANC). Les teneurs en sodium sont extrêmement basses. Les fibres (plus de 6 g/100 g) solubles et insolubles sont présentes en proportions intéressantes (à proportion de 53 % et 47 %, respectivement). Une mention particulière doit être faite pour la teneur en polyphénols, car ceux du pruneau sont parmi les meilleurs antioxydants (Bourre *et al.* , 2007). Le contenu en éléments nutritifs des pruneaux est illustré dans le tableau suivant :

Tableau II: Contenu en éléments nutritifs des pruneaux

(Ouaouich et Chimi, 2005)

Eléments	Teneur en %
Eau	22,8
Sucres	60,0
Autre oses	1,0
Fibres	9,7
Acides	1,7
Lipides	0,7
Protide	3,1
Cendres	1,4

4. Mode de fabrication

La prune d'ente est une prune ne se conservant pas telle quelle, elle doit être séchée pour donner le pruneau. Au cours du séchage, la chaleur provoque des transformations physico-chimiques qui conduisent à un produit organoléptiquement différent qui, par une déshydratation contrôlée, peut être conservé en l'état.

Le processus de transformation de la prune d'ente en pruneau se fait en trois étapes :

Le séchage : après récolte, les prunes fraîches sont successivement lavées, triées pour éliminer les fruits de mauvaise qualité et calibrées par taille, en lots homogènes.

Les prunes sont ensuite étendues sur des claies (grilles fines en acier inoxydable alimentaire, montées sur des cadres en bois), qui sont empilées sur des chariots et placées dans les tunnels pour le séchage. Puissamment ventilés, ces tunnels permettent de sécher, en un seul passage, jusqu'à 11 tonnes de prunes par jour. Il faut entre 3 et 3,5 kg de prunes d'ente fraîches pour obtenir, après séchage, pendant 20 à 24 heures dans des fours chauffés entre 70 et 80 °C, 1 kg de pruneaux d'Agen, dont le taux d'humidité ne peut dépasser 23 %. Après le séchage, les fruits sont triés pour écarter ceux tarés, blessés ou tachés, et les fruits mal séchés. Cette opération s'effectue généralement à la main, sur des tapis de triage ou sur les claies de séchage.

Le stockage : une fois séchés, les pruneaux doivent être stockés, pour être vendus tout au long de l'année. Il faut donc les conserver dans un local fermé, à l'abri de la lumière, afin d'éviter tout développement de moisissures, dépôts de poussières ou agressions de prédateurs.

Le stockage se fait dans de grandes caisses de bois appelées « palox » permettant le passage de l'air, entreposé dans de larges chambres froides (6°C et 70% d'hygrométrie).

La transformation : on appelle transformation, la phase qui permet de préparer et de conditionner les pruneaux, livrés par les producteurs en vue de leur commercialisation. Celle-ci, est effectuée par des entreprises de transformation. La réception chez les transformateurs des fruits livrés par les producteurs, s'effectue entre les mois de septembre et de décembre.

Dès leur arrivée à l'usine, la qualité des pruneaux livrés est contrôlée. Un cahier des charges très précis, défini par l'Union Européenne, permet de n'accepter que les meilleurs pruneaux. Celui-ci fixe notamment le taux d'humidité (23 % maximum), la nature et la proportion de défauts réputés inacceptables. Ainsi, seuls les plus beaux pruneaux passent cette étape de sélection. Pour obtenir le pruneau prêt à consommer ayant la texture souple que le consommateur exige de plus en plus, les pruneaux sont réhydratés dans de l'eau maintenue à 75/80 °C. Le temps de trempage est de 15 à 30 mn. Les pruneaux d'Agen atteignent ainsi un taux d'humidité de 35 % maximum qui leur confère le moelleux recherché par le consommateur. Une réhydratation plus poussée (40 % et plus) permet d'obtenir des pruneaux dits « moelleux » ou « sur humidifiés », mais qui ne peuvent plus prétendre à l'appellation « pruneau d'Agen » (Bounazzi et Bimbenet, 2008).

5. Production mondiale

La France est le deuxième producteur mondial (22 %), derrière les USA (47 %), le Chili (16 %), l'Argentine (12 %), les autres pays producteurs étant notamment l'Italie, l'Australie et l'Afrique du sud. Le potentiel de la production mondiale se situe aux environs de 230 000 tonnes/an (Bounazzi et Bimbenet, 2008).

6. Effets thérapeutiques

Les pruneaux sont employés comme remède de diverses maladies comprenant l'hépatite. La consommation de ces fruits prévient les problèmes de circulation de sang, les problèmes digestifs, le cancer, le diabète et l'obésité (annexe 1). Les pruneaux ont une teneur élevée en potassium. Ils ont des effets bénéfiques pour les problèmes cardiovasculaires. La consommation de pruneau ne soulève pas immédiatement le glucose du sang, donc, salubre pour le diabète (Jabeen et Aslam, 2011 ; Talat *et al.*, 2010).

Les études récentes ont démontré que l'action des pruneaux sur le cancer est associée à son contenu phénolique et son activité antioxydante, qui ont des effets inhibiteurs sur la mutagénèse et la carcinogénèse (Jabeen et Aslam, 2011)

Ces fruits secs ont été traditionnellement employés pour le traitement de la constipation, des ulcères buccaux, et des menstruations irrégulières (Franklin *et al.*, 2006).

Chapitre II

Espèces réactives

oxygénées et les

antioxydants

Aujourd'hui, l'analyse nutritionnelle des aliments ne se limite plus au seul décompte des calories; leur composition est beaucoup plus importante. Les études épidémiologiques prouvent qu'une alimentation riche en fruits et légumes est un facteur clé dans la protection contre les maladies cardiovasculaires, cérébro-vasculaires, neuro-dégénératives (Parkinson et Alzheimer), et les cancers (Gaulejac *et al.*, 1999).

La richesse de ces aliments en phytonutriments antioxydants (acide ascorbique, tocophérol, caroténoïdes et polyphénols) et en fibres alimentaires est en grande partie à l'origine de leurs effets préventifs contre ces maladies. Ils neutralisent les radicaux libres responsables de l'oxydation des lipides, des protéines et de l'ADN. (Duan *et al.*, 2007).

Radicaux libres, espèces réactives de l'oxygène (ERO), stress oxydant et antioxydants, deviennent des termes de plus en plus familiers pour les professionnels de la santé et même pour le public (Defraigne et Pincemail, 2007).

1. Radicaux libres

Cette expression désigne une molécule ou un groupe d'atomes portant un électron célibataire sur sa périphérie, qui s'est formé par la perte ou le gain d'un électron lors de la rupture d'une liaison (Goussard, 1999).

1.1 Origine des radicaux libres

Les radicaux libres peuvent avoir une origine exogène, autrement dit, ils résultent de l'action chimique de certains constituants de l'environnement. Citons ainsi les produits des radiations (rayons X et lumière UV), les polluants de l'air (N, NO₂), l'exposition à des solvants organiques, à des anesthésiques, à des pesticides ou à des drogues et enfin l'hyperoxie (intoxication par excès d'oxygène, par exemple, lors de la plongée avec bouteille).

Ils peuvent aussi présenter une origine endogène, dans ce cas ils résulteraient d'un emballement du métabolisme au niveau de la chaîne respiratoire, c'est-à-dire de la succession de réactions se déroulant au niveau des mitochondries et participant à la production d'énergie.

Il a été démontré que l'accomplissement d'un effort intensif dans une atmosphère polluée favorise la génération de radicaux libres (Goussard, 1999 ; Hamadi, 2010).

1.2 Cibles des radicaux libres

Les radicaux libres (R°) sont capables d'entraîner des modifications chimiques altérant gravement les structures protéiques, lipidiques, glucidiques, ainsi que les nucléotides. L'attaque de ces derniers peut conduire à des mutations cellulaires carcinogénétiques.

Les R° sont impliqués dans de nombreuses maladies et dans la plupart des processus cellulaires associés à une inflammation. Le cancer et l'athérosclérose l'hypertension artérielle, la maladie d'Alzheimer, la déficience immunitaire du sujet âgé, la cataracte font partie des nombreuses maladies associées aux R° . Ils sont aussi impliqués dans les processus de vieillissement (Tessier et Marconnet, 1995).

2. Stress oxydant

Décrit pour la première fois en 1985 par Seis, le terme de stress oxydant regroupe l'ensemble des altérations moléculaires et des manifestations pathologiques induites au sein d'un même organisme suite à une production accrue de radicaux libres et non contrecarrées par les systèmes de défense antioxydants. Il résulte donc d'un déséquilibre entre la production des oxydants et les mécanismes de défense.

Le métabolisme cellulaire normal de l'oxygène produit de manière continue, de faibles quantités de dérivés réactifs de l'oxygène. Dans certaines situations, cette production augmente fortement, entraînant un stress oxydatif que l'on définit comme un déséquilibre entre la production et la destruction de ces molécules (Batta, 2011).

3. Antioxydants

3.1 Définition

Les antioxydants sont définis comme toute substance ; qui en faible concentration par rapport au substrat, susceptible d'être oxydée, prévient ou ralentit l'oxydation de ce dernier.

Les antioxydants sont des réducteurs capables d'empêcher ou de retarder les dommages oxydants des lipides, des protéines et des acides nucléiques causés par des espèces réactives de l'oxygène. Ces antioxydants peuvent interrompre la réaction de peroxydation, empêcher la formation des hydro-peroxydes et des peroxydes des huiles insaturées en particulier (Lim, 2006 ; Martini, 2004).

Quelques antioxydants peuvent agir l'un sur l'autre pour régénérer leurs propriétés originales. Ce mécanisme désigné souvent sous le nom du réseau antioxydant (Qusti *et al.*, 2010).

3.2 Classification

3.2.1 Antioxydants naturels

L'organisme utilise plusieurs systèmes naturels de protection, qui fonctionnent en synergie et en combinaison l'un avec l'autre, et qui sont mis en jeu pour lutter contre les actions agressives des radicaux libres dans des conditions métaboliques normales.

Ces systèmes antioxydants peuvent être enzymatiques synthétisés par l'organisme (catalase, le superoxyde dismutase et la glutathion peroxydase) et/ou non enzymatiques ; ce sont des composés antioxydants d'origine exogène c'est-à-dire alimentaire (La vitamine E, la vitamine C, le β -carotène, la coenzyme Q10 et les composés phénoliques). Ils interviennent en protégeant les cellules des dommages oxydatifs induits par les radicaux libres. Le principe de leur emploi est de prévenir l'apparition et le développement de certaines maladies dans lesquelles sont impliqués des phénomènes oxydatifs (Donovan *et al.*, 1998 ; Pastre et Priymenko, 2007 ; Tessier et Marconnet, 1995).

3.2.2 Antioxydants synthétiques

Les antioxydants synthétiques sont employés dans l'industrie alimentaire pour prolonger la durée de conservation des aliments, particulièrement ceux qui sont riches en acides gras polyinsaturés (Shih *et al.*, 2005).

L'addition des antioxydants synthétiques, comme le butylhydroxyanisole BHA (E 320), le butylhydroxytoluène BHT (E 321) et des esters de l'acide gallique (gallate de propyle (E 310), gallate doctyle (E 311), et de dodécyle (E 312)) a été largement répandue en industrie pour prévenir l'oxydation des lipides alimentaires.

Cependant, l'utilisation de ces derniers a été réduite à cause de leurs risques sanitaires et toxicité potentielle.

La recherche des antioxydants a source naturelle a suscité beaucoup d'attention pour remplacer les antioxydants synthétiques dans l'industrie alimentaire (Martini, 2004 ; Wong *et al.* , 2005).

3.3 Activité antioxydante

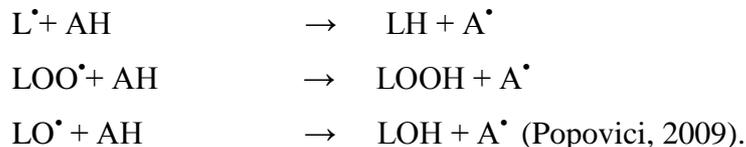
L'activité antioxydante d'un composé, correspond à sa capacité de résister à l'oxydation. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxy-phénoliques dans leurs structures, et leurs propriétés antioxydantes sont dues en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres.

Le piégeage des radicaux libres par les antioxydants est tributaire de deux types de mécanismes:

- la libération de l'atome d'hydrogène du groupement hydroxyle (cinétique rapide de certains acides et dérivés phénoliques);
- la libération d'un électron (cinétique lente des dérivés glycosylés).

Dans le cas des composés phénoliques AH, le mécanisme principal d'action est le piégeage des radicaux libres par le transfert de l'atome d'hydrogène sur le radical qui le transforme en une molécule stable (Popovici, 2009).

Plusieurs voies réactionnelles sont alors possibles, ce qui forme des structures plus au moins stables :



3.4 Antioxydants naturels d'origines exogènes

3.4.1 Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des végétaux. Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes, d'où la dénomination de métabolites secondaires.

Le terme Polyphénols est fréquemment utilisé dans le langage courant et même dans des articles scientifiques ou de vulgarisation pour désigner l'ensemble des composés phénoliques des végétaux.

En fait, il devrait être réservé aux seules molécules présentant plusieurs fonctions phénols. Ce qui exclurait alors les monophénols, pourtant abondants et importants chez les végétaux. Donc la désignation générale «composés phénoliques»

concerne à la fois les mono, les di et les polyphénols dont les molécules contiennent respectivement une, deux ou plusieurs fonctions phénoliques.

Ces composés ont tous, en commun, la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés). Avec plus de 8000 structures phénoliques identifiées (Muanda, 2010 ; Zeghad, 2009).

3.4.1.1 Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont principalement des dérivés de l'acide benzoïque (C_6H_5COOH) ou de l'acide gallique ($C_7H_5O_5$). Ces composés peuvent former des liaisons ester avec de nombreux groupements alcools présents dans la plante, comme par exemple ceux présents sur la catéchine ou l'épicatéchine. Ces acides peuvent aussi former des liaisons ester avec des sucres et aussi entre eux. Il peut résulter de ces liaisons des polymères avec un sucre central. Ces polymères sont appelés tanins hydrolysables (Pellaud, 2008).

A / Acides hydroxybenzoïques

Les acides hydroxybenzoïques sont des dérivés de l'acide benzoïque qui ont une structure générale de base de type C_6-C_1 . Ils existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides. Les acides hydroxybenzoïques les plus abondants sont répertoriés dans le tableau III.

B / Acides hydroxycinnamiques

Les acides hydroxycinnamiques dérivent de l'acide cinnamique, ils ont une structure générale de base de type C_6-C_3 , et existent souvent sous forme combinée avec des molécules organiques. Les degrés d'hydroxylation et de méthylation du cycle benzénique, conduisent à une réactivité chimique importante de ces molécules. Le tableau IV représente les principaux acides hydroxycinnamiques.

C / Coumarines

Les coumarines dérivent des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale, les principaux types de coumarines sont illustrés dans le tableau V.

Tableau III : Principaux acides hydroxybenzoïques (Zeghad, 2009).

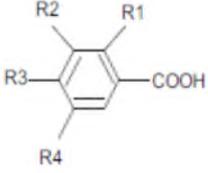
Structure	R1	R2	R3	R4	Acides phénoliques
	H	H	H	H	Acide benzoïque
	H	H	OH	H	Acide p hydroxy benzoïque
	H	OH	OH	H	Acide protocatechique
	H	OCH3	OH	H	Acide vanillique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique
	H	OCH3	OH	OCH3	Acide syringique
	OH	H	H	H	Acide salicylique
	OH	H	H	OH	Acide gentisique

Tableau IV : Principaux acides hydroxycinnamiques (Zeghad, 2009).

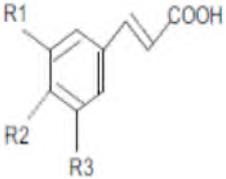
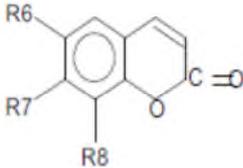
Structure	R1	R2	R3	Acides phénoliques
	H	H	H	Acide cinnamique
	H	OH	H	Acide p coumarique
	OH	OH	H	Acide caféique
	OCH3	OH	H	Acide férulique
	OCH3	OH	OCH3	Acide sinapique

Tableau V : Principaux types de coumarines (Zeghad, 2009).

Structure	R6	R7	R8	Acides phénoliques
	H	OH	H	Umbelliférol
	OH	OH	H	Aescultol
	OCH3	OH	H	Scopolétol
	OCH3	OH	OH	Fraxétol
	H	OH	OH	Daphnétole

3.4.1.2 Flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Ils se trouvent dissous dans la vacuole des cellules à l'état d'hétérosides ou comme constituants de plastes particuliers, les chromoplastes.

Par définition, les flavonoïdes sont des composés qui ont en commun la structure du diphenylpropane ($C_6-C_3-C_6$); les trois carbones servant de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné C (Figure 3).

Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels polyphénoliques. Il existe près de 6500 flavonoïdes répartis en 12 classes et leur nombre ne cesse d'accroître (Muanda, 2010).

De nombreuses familles de flavonoïdes sont différenciées en fonction du degré d'oxydation du noyau central et des substituant présents sur la molécule. Il existe ainsi les flavonols, les flavanols, les flavanones, les flavones, les isoflavones ainsi que de nombreuses autres classes (Annexe 2). Les flavonoïdes qui possèdent des groupements alcool peuvent former des liaisons ester avec des molécules comme l'acide gallique.

Une catégorie de flavonoïdes joue un rôle plus important dans de nombreuses plantes. Il s'agit des flavan-3-ols qui peuvent polymériser et former des molécules complexes appelées tanins condensés (Pellaud, 2008).

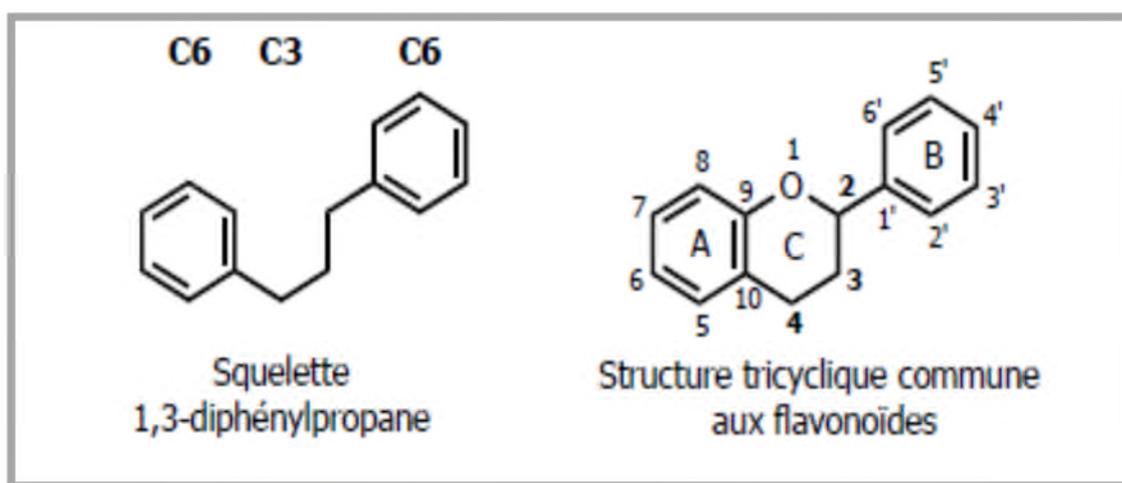


Figure 3 : Structure des flavonoïdes (enchainement $C_6-C_3-C_6$)(Pellaud, 2008).

3.4.1.3 Tanins condensés

Les tanins condensés, appelés aussi proanthocyanidines, sont des composés formés à partir d'unités monomériques ou polymériques de flavan-3-ols, ce qui les différencie des tanins hydrolysables. Sur cette molécule de catéchine se trouve un groupement alcool en position 3, c'est la raison de l'appellation flavan-3-ol (figure 4) (Pellaud, 2008).

En fait, les flavan 3-ols ont une activité inhibitrice sur des urokinases, enzymes protéolytiques nécessaires au développement du cancer (Gomez, 2009).

Une particularité des tanins condensés, qui explique leur appellation de proanthocyanidines, est qu'ils libèrent, à chaud et en présence d'acide, des anthocyanes. Il s'agit de molécules de la famille des flavonoïdes qui sont des pigments et qui ont donc la capacité d'absorber une partie de la lumière visible. Les anthocyanes libérés peuvent être de plusieurs types distincts, dont cyanidine et delphinidine (Annexe 3).

Deux types de tanins condensés sont distingués en fonction qu'ils libèrent de la delphinidine ou de la cyanidine. Ils sont appelés respectivement prodelphinidines (polymères de gallocatéchine et d'épigallocatéchine) et procyanidines (polymères de catéchine et d'épicatéchine). Les unités monomériques se différencient par leurs substituants et leur degré d'oxydation. Ces composés jouent un rôle important dans l'amertume de certains aliments ainsi que dans leurs propriétés organoleptiques (thé, vins,...) (Pellaud, 2008).

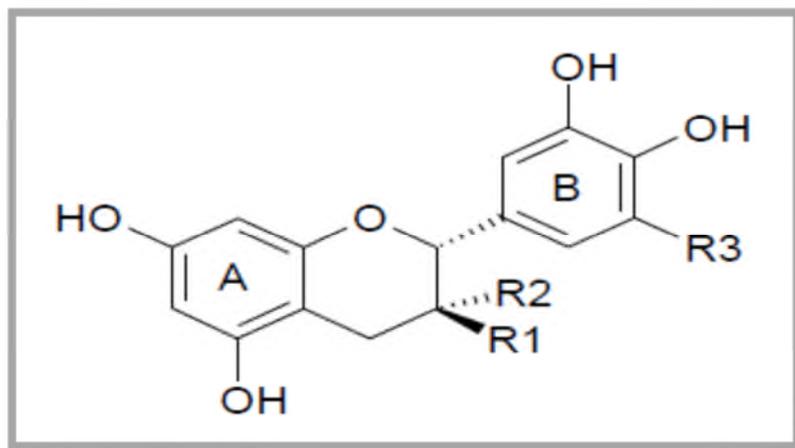


Figure 4: Structure chimique d'une unité monomérique des tanins condensés
(Pellaud, 2008).

4. Principaux composés phénoliques des pruneaux

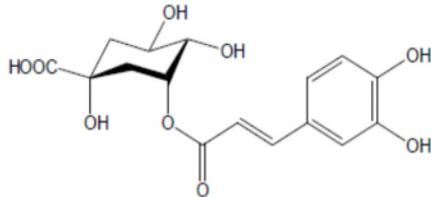
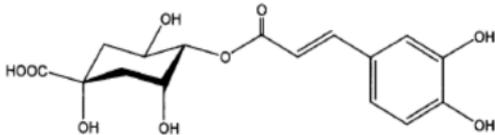
Généralement, les fruits et les légumes représentent une source importante de composants antioxydants tels que des flavonoïdes, les tannins, les coumarines, les acides phénoliques, et leurs dérivés. Les fruits et légumes montrent une forte activité antioxydante (Kayano *et al.*, 2003).

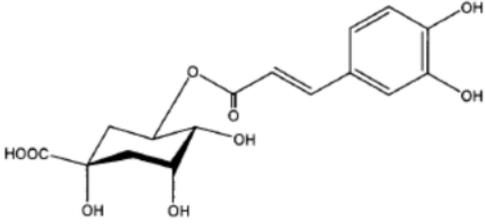
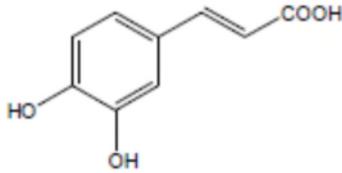
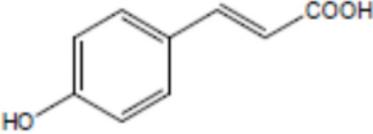
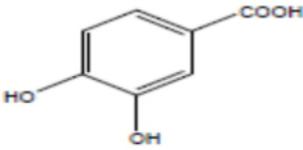
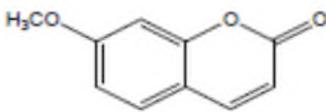
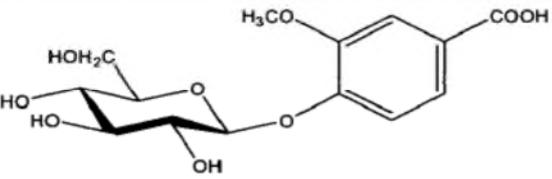
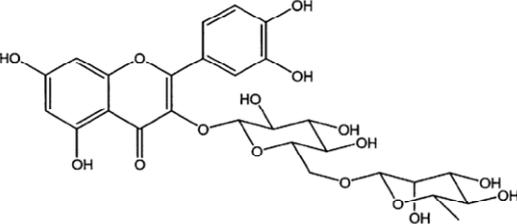
Le pruneau a toujours été apprécié pour ses vertus nutritionnelles et curatives, évidemment gastro-intestinales, mais aussi dans d'autres domaines. Kayano *et al.* (2003) ont démontré que l'activité antioxydante des pruneaux est importante par rapport aux activités antioxydantes d'autres fruits et légumes sur la base de la capacité d'absorbance du radical de l'oxygène (ORAC).

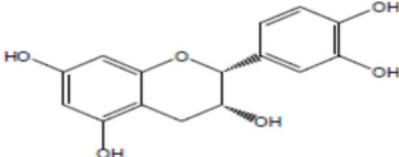
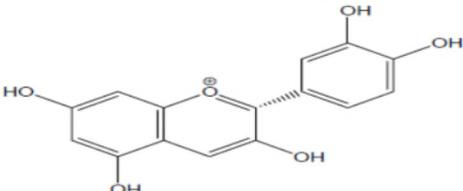
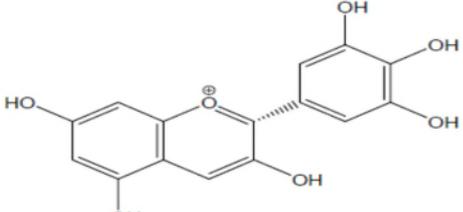
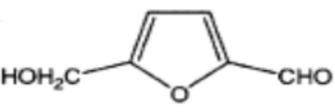
Des recherches ont montré que les pruneaux sont riches en composés phénoliques tels que l'acide p-coumarique, l'acide protocatéchique, l'acide caféique, l'acide vanillique, et l'acide néochlorogénique avec une teneur particulièrement plus élevée (Bourre *et al.*, 2007).

Une molécule particulière a été identifiée pour la première fois dans les pruneaux par Nakatani *et al.* (2000), il s'agit de l'acide cryptochlorogénique (4-O-Acide caffeolquinique). Les principaux composés phénoliques des pruneaux sont illustrés dans la Tableau VI.

Tableau VI : Principaux composés phénoliques, leurs structures et leurs teneurs en mg / kg de pruneaux

Composés phénoliques		Teneur mg / kg de pruneaux	Structure chimique
Acide phénoliques	3-O- Acide caffeolquinique (acide néochlorogénique)	1306	 <p>(Kayano, 2004)</p>
	4-O-Acide caffeolquinique (acide cryptochlorogénique)	351	 <p>(Kayano <i>et al.</i>, 2002)</p>

	<p>5-O-Acide cafféolquinique (acide chlorogénique)</p>	<p>77</p>	 <p>(Nakatani <i>et al.</i>, 2000)</p>
	<p>Acide caféique</p>	<p>9</p>	 <p>(Ballard, 2008)</p>
	<p>Acide p-coumarique</p>	<p>10</p>	 <p>(Kayano <i>et al.</i>, 2002)</p>
	<p>Acide protocatéchique</p>	<p>nd</p>	 <p>(Kayano <i>et al.</i>, 2002)</p>
	<p>7-methoxycoumarine</p>	<p>nd</p>	 <p>(Kayano <i>et al.</i>, 2003)</p>
	<p>Acide vanillique</p>	<p>nd</p>	 <p>(Kayano <i>et al.</i>, 2002)</p>
<p>Flavonoïdes</p>	<p>Rutine (Quercetine 3-O-α-L rhamnopyrannosyl (1-6) glucopyrannose</p>	<p>33</p>	 <p>(Kayano <i>et al.</i>, 2003)</p>

	Catéchine	nd	 <p>(Vermerris et Nicholson, 2006)</p>
Proanthocyanidines	Cyanidine	nd	 <p>(Vermerris et Nicholson, 2006)</p>
	Délphinidine	nd	 <p>(Vermerris et Nicholson, 2006)</p>
Autre	5-hydroxymethylfurfural	nd	 <p>(Kayano <i>et al.</i> , 2003)</p>

nd : non déterminé

Partie
Pratique

Matériel
Et
Méthodes

I. Matériel végétal

I.1. Échantillonnage

L'étude est réalisée sur différents fruits secs ; les pruneaux, les dattes, les figues sèches, les abricots secs, les raisins secs procurés du commerce de Bejaia, et la caroube qui a été récolté au niveau de la région d'Aokas en aout 2012.

I.2. Description des échantillons

Fruits	Description	Image
Pruneau	Le fruit se caractérise par une chair à la consistance homogène et élastique. La forme du pruneau dépend de sa variété et peut aller de ronde et aplatie à oblongue (CE, 2010).	
Raisin sec	Les raisins secs sont des grains détachés souples, fruits entiers de forme régulière, de couleur ambré à blond (Anonymes 1).	
Datte	La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair (Djouab, 2007).	
Abricot sèche	L'abricot, fruit ou drupe de l'abricotier, est caractérisé par une peau veloutée, une chair charnue, peu juteuse, sucrée, parfumée, de couleur jaune orangée. Il se sépare aisément en suivant le sillon médian. Le noyau s'enlève facilement de la chair (Bahlouli <i>et al.</i> , 2008).	
Caroube	Les caroubes sont les fruits du caroubier. Elles sont réunies en grappes simples. Elles sont de grande taille avec une longueur de 10 à 30 cm. Une largeur de 1,5 à 3,5 cm et une épaisseur de 1 à 2,5 cm; le poids est de 15 à 40 g (Ait Chit <i>et al.</i> , 2007).	
Figue sèche	La figue est un fruit rond. Le poids du fruit varie selon les variétés de 30 à 65 grammes. Elle est composée d'une peau externe colorée et une partie interne qui contient un liquide appelé latex et riche en protéases et lipases (Ouaouich et Chimi, 2005).	

II. Extraction des composés phénolique

II.1 Principe

L'extraction utilisée est une extraction par solvant assistée par micro-ondes* (MAE). Elle consiste à irradier le matériel végétal en présence d'un solvant transparent aux micro-ondes. Ainsi les micro-ondes atteindraient directement les systèmes glandulaires et vasculaires du végétal (Chemat, 2013).

Récemment, l'extraction assistée par micro-onde (MAE) a été employée en tant que méthode alternative d'extraction à l'échelle du laboratoire. Elle s'est avérée être considérablement plus rapide, plus rentable, plus économique (moins de solvant) comparée à d'autres méthodes classiques d'extractions. Certains composés phénoliques peuvent être facilement extraits avec MAE (Grigonisa *et al.*, 2004).

II.2 Mode opératoire

Dans un ballon, une quantité de 4g de fruits dénoyautés et découpés en morceaux est additionnée d'un volume de 20ml d'eau distillée. Le mélange est irradié aux micro-ondes pendant 2 min à 500W. Après filtration les extraits sont concentrés à l'évaporateur rotatif et lyophilisés avant d'être conservés à -80°C.

III. Dosage des antioxydants

III.1 Dosage des polyphénols totaux

III.1.1 Principe

La méthode de Folin-Ciocalteu est utilisée pour le dosage des composés phénoliques totaux. L'ensemble de ces composés est oxydé par le réactif de Folin Ciocalteu.

Ce dernier, de couleur jaune, est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) qui sont réduits lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). La coloration bleue produite est proportionnelle au taux de composés phénoliques et possède une absorption maximale aux environs de 750 nm (Gayon *et al.*, 2006 ; Ojeil *et al.*, 2010).

* Les paramètres de l'extraction (puissance, temps d'irradiation et solvant) ont été optimisés dans une étude précédente (Hidouche et Sahli, 2011).

III.1.2 Mode opératoire

La teneur en composés phénoliques est estimée selon la méthode de Folin et Ciocalteu (1927) rapportée par Singleton et Rossi (1965), un volume de 200 µl d'extrait est ajouté à 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu. Après 5 minutes, 1ml de la solution de carbonate de sodium à 6% est ajouté au mélange et l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à 750 nm (Atmani *et al.*, 2009).

Les concentrations en polyphénols sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimées par mg d'équivalent d'acide gallique / 100 g de fruit.

III.2 Dosage des flavonoïdes

III.2.1 Principe

Pour l'estimation de la teneur en flavonoïdes, le chlorure d'aluminium est couramment utilisé. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres avec le chlorure d'aluminium (AlCl₃), ceci se traduit par le fait que l'aluminium a perdu deux électrons pour s'unir à deux oxygènes de la molécule phénolique agissant comme donneurs d'électrons (Gayon, 1968).

III.2.2 Mode opératoire

L'estimation de la teneur en flavonoïdes contenu dans les extraits est réalisée par la méthode rapportée par Djeridane *et al.* (2006). Un volume de 1ml d'extrait est ajouté a 1ml de la solution méthanoïque de chlorure d'aluminium 10%, le mélange est laissé a l'obscurité pendant 10 min, l'absorbance est mesurée à 410 nm.

Les concentrations en flavonoïdes sont déterminées en se référant a la courbe d'étalonnage obtenue avec de la catéchine. Les résultats sont exprimés par mg équivalent catéchine / 100 g de fruits.

III.3 Dosage des proanthocyanidines

III.3.1 Principe

Le principe est basé sur la méthode du butanol-HCl, c'est une méthode colorimétrique qui implique le clivage oxydatif des proanthocyanidines avec le sulfate ferreux, faisant apparaitre une coloration rouge proportionnelle a la quantité des proanthocyanidines (Vermerris et Nicholson, 2006).

III.3.2 Mode opératoire

Un volume de 0,5 ml d'extrait aqueux est ajouté à un volume de 5ml d'une solution de sulfate ferreux. Les tubes sont lâchement couverts et placé dans un bain marie à 95°C pendant 15 minutes. L'absorbance est lue à 530 nm.

La concentration des proanthocyanidines est exprimée en équivalent cyanidine (ECY) (Vermerris et Nicholson, 2006).

IV. Détermination de l'activité antioxydante

IV.1 Pouvoir réducteur

IV.1.1 Principe

Le pouvoir réducteur est l'aptitude des antioxydants présents dans les extraits à réduire le fer ferrique du complexe ferricyanure-Fe³⁺ en fer ferreux. La forme réduite donne une couleur verte qui est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait (Yildirim *et al.*,2001).

IV.1.2 Mode opératoire

L'estimation du pouvoir réducteur des extraits de fruits secs est réalisée par la méthode d'Oyaizu M. (1986) rapportée par Mulla et Swamy, (2012). Un volume de 0,5 ml d'extrait de fruits est additionné à 1,25 ml de tampon phosphate (0,2M, pH 6,6) et 1,25 ml de ferricyanure de potassium (1%). Le mélange est incubé à 40°C pendant 20 min. Un volume de 1,25 ml d'acide trichloracétique (10%) est ajouté au mélange. Dans un tube a essai, 1ml du mélange précédent, 1ml d'eau distillée et 0,2 ml de chlorure ferrique (0,1%) sont mélangés. L'absorbance est mesurée à 700nm. Une augmentation de l'absorbance du mélange réactionnel indique une augmentation du pouvoir réducteur (Gülçin *et al.*, 2007 ; Mulla et Swamy, 2012).

IV.2 Activité antiradicalaire sur le radical ABTS

IV.2.1 Principe

C'est une méthode spectrophotométrique qui mesure la décoloration lorsque un antioxydant est ajouté a la solution d'ABTS⁺• de couleur bleu vert, l'antioxydant réduit l'ABTS⁺• en ABTS (acide 2,2-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique) et le décolore (Alam *et al.*,2013 ; Osman *et al.*, 2006).

IV.2.2 Mode opératoire

Une solution d'ATBS à 7 mM et 2.45 mM de persulfate du potassium est préparée dans 25 ml d'eau distillé, cette solution est incubée à l'obscurité pendant 18h. Cet intervalle de temps permet la formation du radical $ABTS^{+}$. La solution ainsi obtenue est bleue verte et stable. La solution concentrée d'ABTS a été diluée avec de l'éthanol pour avoir une solution d'absorbance finale de 0.70 ± 0.10 à 734 nm.

Un volume de 1000 μ l d' $ABTS^{+}$ est additionné à un volume de 100 μ l d'extrait. La décoloration par rapport à un blanc où 100 μ l de solvant d'extraction ont été ajouté à 100 μ l de la solution d' $ABTS^{+}$.

L'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à 734 nm après 2,5 min d'incubation à l'obscurité (Wojdylo *et al.*, 2007 ; Yizhong, 2004).

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical $ABTS^{+}$ selon la formule suivante :

$$\text{Le (\% d'inhibition du } ABTS^{+} = (A_t - A_e / A_t) * 100$$

A_t : absorbance de contrôle.

A_e : absorbance d'échantillon.

IV.3 Activité antiradicalaire sur le radical DPPH

IV.3.1 Principe

Le DPPH (2-2-diphényl 1-picryl-hydrazyl) est un radical stable en solution, de couleur violette. Cette méthode est basée sur le principe que le DPPH, en acceptant l'hydrogène d'une molécule antioxydante se réduit. La couleur violette devient jaune, ce changement de couleur est mesuré par spectrophotométrie à 515 nm et utilisé pour la détermination de l'activité antioxydante (Mishra *et al.*, 2012 ; Qusti *et al.*, 2010). La structure chimique du DPPH• est illustrée dans la figure suivante :

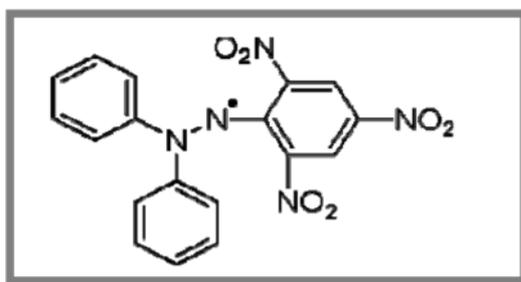


Figure 5 : Structure chimique du radical libre DPPH• (Popovici, 2009).

IV.3.2 Mode opératoire

Un volume de 500µl d'extrait est ajouté à 2ml de solution de DPPH, après agitation et incubation à l'obscurité pendant 30 min à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 515 nm (Shih *et al.*, 2005).

Le pourcentage d'inhibition de l'activité antiradicalaire sur le DPPH est calculé par l'équation suivante :

$$\text{Le \% inhibition} = [(A_t - A_e) / A_t] * 100$$

A_t : absorbance de contrôle.

A_e : absorbance d'échantillon.

V. Analyse statistique

Une analyse descriptive des résultats est réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007, afin de déterminer les moyennes et les écarts types.

Une analyse de la variance (ANOVA/MANOVA) à un facteur suivie du test LSD (la plus petite différence significative) à ($p < 0.05$) est appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 5.0 afin de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons pour chaque paramètre et pour déterminer les coefficients de corrélation entre ces paramètres.

Résultats
Et
Discussion

I. Dosage des antioxydants des pruneaux

Les antioxydants apportés par les fruits varient de manière quantitative et qualitative d'un fruit à un autre, ce qui fait varier significativement leur activité antioxydante (Leong et shui, 2002).

Dans la présente étude, une quantification colorimétrique des principaux antioxydants ; composés phénoliques, flavonoïdes et proanthocyanidines présents dans les pruneaux à été réalisée.

I.1 Polyphénols totaux

La recherche scientifique ne cesse pas d'investir tous les aspects liés à l'étude de l'activité antioxydante des produits végétaux. À cet effet, il existe plusieurs protocoles d'extraction des composés phénoliques (Allane et Benamara, 2010).

Dans cette présente étude, l'extraction a été réalisée par micro-ondes à 500 W pendant 2min, en utilisant l'eau comme solvant d'extraction. L'extraction des composés phénolique des pruneaux par micro-onde a permit d'obtenir un rendement de 14%.

La quantité des composés phénoliques totaux des pruneaux obtenue en utilisant la méthode Folin-Ciocalteu est de $214,43 \pm 14,68$ mg EAG/100g de fruit. La quantité obtenue est supérieure à celle rapportée par Donovan *et al.* (1998) qui est de 184 mg EAG / 100g de fruit, ces derniers ont utilisé l'extraction par macération dans le méthanol, ce qui explique cette différence.

I.2 Flavonoïdes

Les flavonoïdes abondants dans les fruits et les végétaux ont reçus la plus grande attention et ont été largement étudiés. De nombreux flavonoïdes on été caractérisé dans des études précédentes dans les pruneaux tels que la rutine et la catéchine (Liu et Zhu., 2005).

Dans la présente étude, la concentration des flavonoïdes des pruneaux est de $205,16 \pm 0,14$ mg EC /100g de fruit.

Des études menées par Goerinstein. (2004) on estimé la teneur du raisin en flavonoïde à $37,7 \pm 3,2$ mg EC /100g de fruit, extrait avec du méthanol 80%.

I.3 Proanthocyanidines

Les pruneaux ont une teneur de $2,25 \pm 0,1$ mg ECY /100g de fruit en proanthocyanidines.

Cette faible concentration est probablement due aux conditions d'extraction et plus particulièrement au solvant utilisé du fait que les proanthocyanidines sont des antioxydants insolubles dans l'eau (Kayano *et al.* 2003).

Une étude menée par Kayano *et al.* 2003 sur les proanthocyanidines des pruneaux a noté une teneur de 78 mg ECY / 100 g extrait avec du méthanol 90%, se qui explique cette différence avec les résultats obtenus.

Le tableau VII illustre les résultats de dosage des antioxydants des pruneaux et le rendement d'extraction.

Tableaux VII: Résultats de dosage des antioxydants des pruneaux.

Rendement d'extraction	14 %
Composés phénoliques totaux	$214,43 \pm 14,68$ mg EAG / 100g
Flavonoïdes	$205,16 \pm 0,14$mg EC/100g
Proanthocyanidines	$2,25 \pm 0,1$ mg ECY /100g

II. Activité antioxydante des pruneaux

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Des études précédentes ont démontré par la méthode ORAC que les pruneaux ont une activité antioxydante importante (Ba *et al.*, 2010 ; Popovici *et al.*, 2009).

L'activité antioxydante est mesurée par deux méthodes, la première en utilisant le radical DPPH, et la seconde en utilisant le radical ABTS.

L'activité antiradicalaire sur le radical DPPH est exprimée par l'IC 50, cette dernière est la concentration requise pour l'inhibition de 50% des radicaux DPPH, la valeur de l'IC50 est inversement proportionnelle à l'activité antiradicalaire. Les résultats montrent que l'extrait de pruneaux possède une IC50 de 2,835 mg/ml.

Des études menées par Qusti *et al.* (2010) estiment les valeurs de l'IC 50 de la figue, le raisin, la banane, l'ail et la courge à 3,88 mg/ml, 2,25 mg/ml, 10,93 mg/ml, 6,4

mg/ml et 6,7 mg/ml respectivement qui sont supérieures à celle du pruneau, ce qui montre que l'activité antioxydante des pruneaux est plus importante.

Le tableau VIII montre l'activité antioxydante des pruneaux exprimé par différentes manières.

Tableau VIII : Activité antioxydante des pruneaux exprimée par différentes manières.

DPPH	63,67 ± 3,081 %
ABTS	19,36 ± 0,53 %
IC 50 (DPPH)	2,835 mg/ml
Equivalent de 1 mg d'acide ascorbique	277,05 mg
Equivalent de 1mg de trolox	195,19 mg

III. Comparaison des pruneaux avec d'autres fruits secs

La comparaison des pruneaux avec d'autres fruits secs porte sur les teneurs en composés phénoliques et proanthocyanidines et sur l'activité antioxydante mesurée par trois méthodes ; le DPPH, l'ABTS et le pouvoir réducteur.

III.1. Polyphénols totaux

Les teneurs en composés phénoliques des fruits étudiés sont présentés dans la figure 6. Les pruneaux ont une teneur élevée en composés phénoliques qui est de $214,43 \pm 14,68$ mg EAG / 100g de fruit, suivit par l'abricot sec avec une teneur de $165,1 \pm 1,078$ mg EAG / 100 g de fruit.

La caroube est significativement la plus riche en composés phénoliques avec 334,69 mg EAG/ 100g de fruit. Tandis que la datte et la figue sèche ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$), leurs teneurs sont $99,06 \pm 12,949$ et $96,21 \pm 3,736$ mg EAG / 100 g de fruit respectivement. Le raisin sec possède la plus faible teneur avec 65,77 mg EAG/ 100g de fruit.

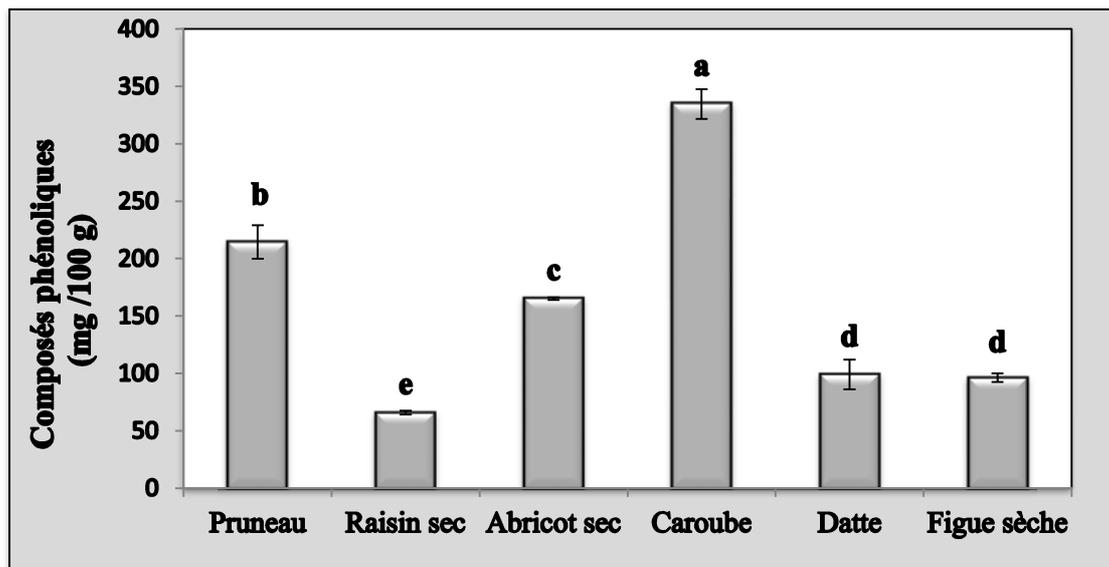


Figure 6: Teneurs en composés phénoliques des fruits étudiés.

*les valeurs portant les même lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

* les barres verticales représentent les écarts types.

III.2 Proanthocyanidines

La disponibilité biologique des proanthocyanidines a été peu révélée, bien que beaucoup d'études ont indiqué leur effet protecteur contre les maladies cardiovasculaire (Kimura *et al.*, 2008).

Les taux des tanins condensés des échantillons de cette étude sont illustrés dans la figure 7. Elles varient de $7,08 \pm 0,12$ mg ECY / 100 g pour la datte à $1,29 \pm 0,4$ mg ECY / 100 g pour l'abricot sec.

La datte est significativement la plus riche en proanthocyanidines, suivie de la figue sèche avec une teneur de $4,42 \pm 0,41$ mg ECY / 100 g de fruit.

Tandis que les pruneaux et la caroube ont une teneur très proche avec $2,25 \pm 0,1$ mg ECY / 100g et $1,98 \pm 0,07$ mg ECY / 100 g de fruit respectivement. Suit des raisins secs avec $0,85$ mg EC / 100g de fruit.

L'étude statistique n'a pas révélé des différences significatives entre les échantillons de caroube, raisin sec et abricot secs. Ni entre la caroube et les pruneaux.

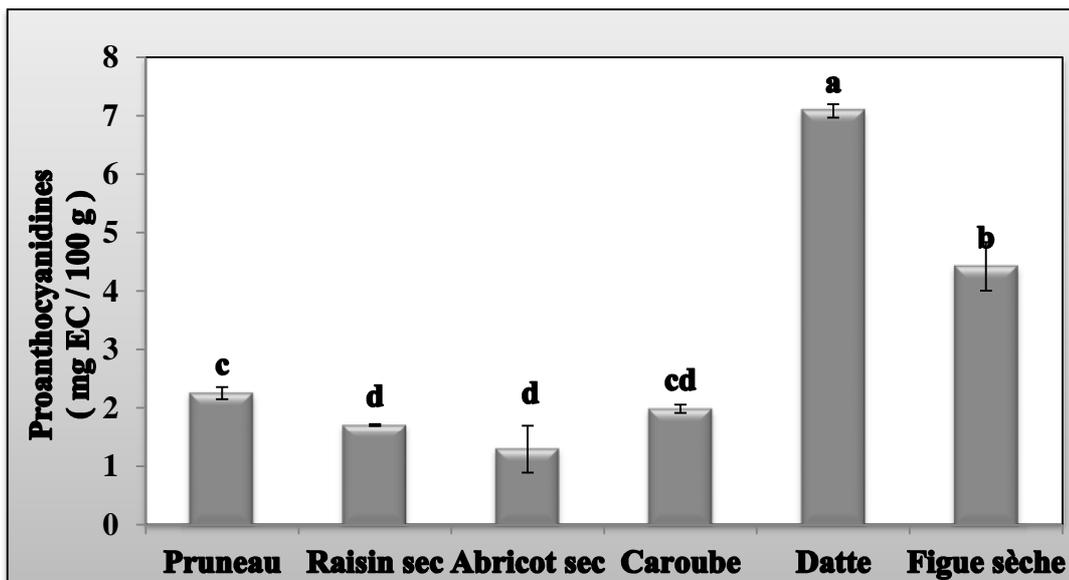


Figure 7 : Teneurs en proanthocyanidines des fruits secs étudiés.

*les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

* les barres verticales représentent les écarts types.

III.3 Activité antioxydante

III.3.1 Pouvoir réducteur

La figure 8 montre le pouvoir réducteur des différents fruits en fonction de leur concentration (mg / ml). Les résultats indiquent que le pouvoir réducteur augmente au fur et à mesure que les concentrations augmentent. Cela signifie que l'absorbance reflète la quantité des composés antioxydants dans les extraits.

On constate que le pouvoir réducteur de la caroube est le plus élevé, suivi par celui des pruneaux, ensuite vient l'abricot sec, la datte, le raisin sec et en fin la figue sèche.

Les composés phénoliques semblent contribuer de manière importante au potentiel réducteur des extraits des fruits. Leur coefficient de corrélation est de 0.94 (figure 9-a).

Par contre le coefficient de corrélation entre les proanthocyanidines et le pouvoir réducteur des extraits de fruits étudiés est négatif (figure 9-b).

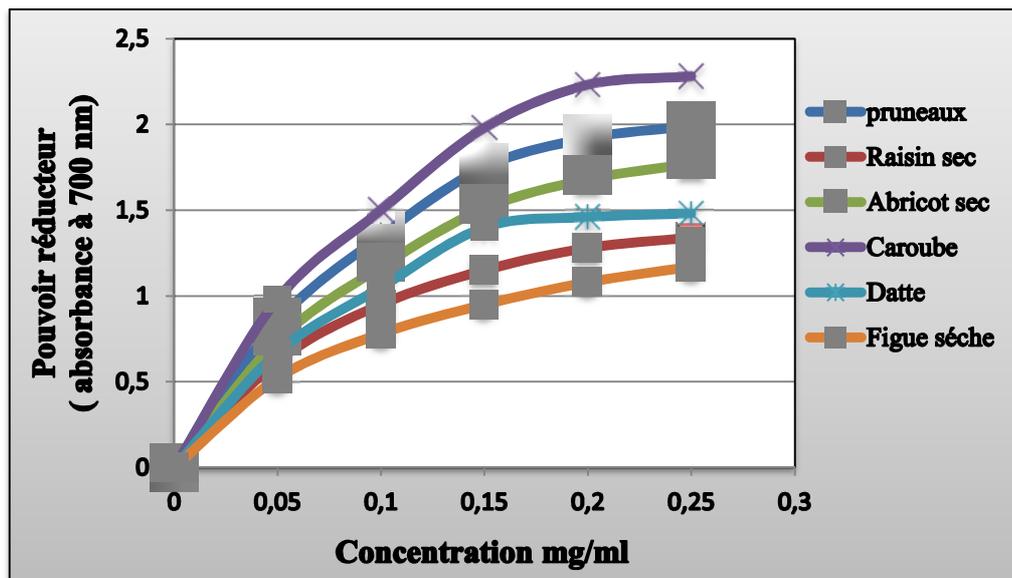


Figure 8: Pouvoir réducteur des fruits secs étudiés.

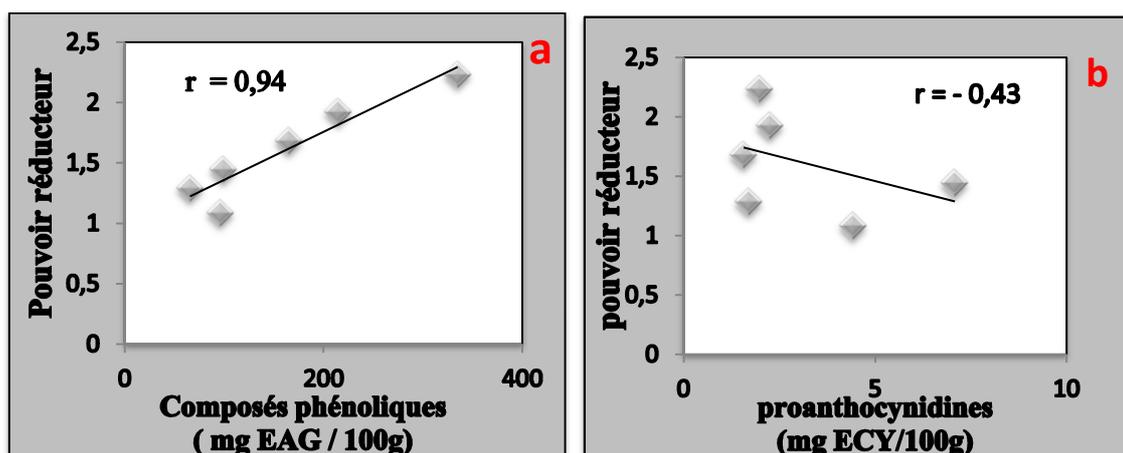


Figure 9: Corrélation entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénoliques (a) et les proanthocyanidines (b) des différents fruits secs étudiés.

III.3.2 Activité antiradicalaire sur le DPPH

Les résultats obtenus indiquent que tous les échantillons montrent une capacité à piéger le radical DPPH. Cette activité antiradicalaire est illustrée dans la figure 10, elle montre que l'activité de l'extrait de la caroube est significativement la plus élevée ($85,84 \pm 0,405$ %) suivie par celle des pruneaux avec $63,67 \pm 3,081$ %.

Les pruneaux ont une activité antiradicalaire deux fois supérieure à celle de l'abricot sec, la datte, la figue sèche et le raisin sec, il n'y a pas de différence significative entre ces derniers.

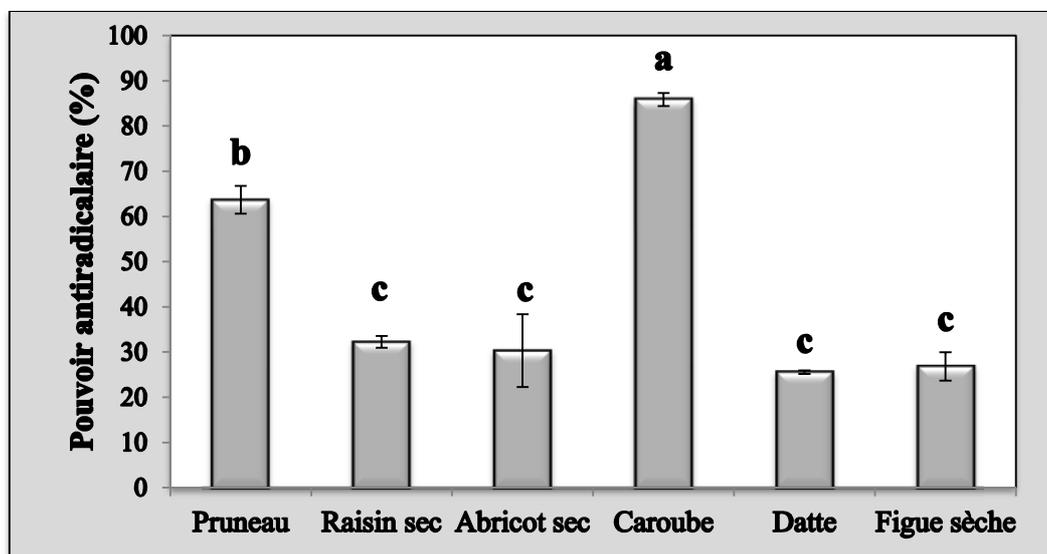


Figure 10: Activité antiradicalaire sur le DPPH des fruits secs étudiés.

*les valeurs portant les mêmes lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

* les barres verticales représentent les écarts types.

Les composés phénoliques semblent contribuer de manière importante à l'activité antiradicalaire sur le DPPH des extraits des fruits secs étudiés. Leur coefficient de corrélation est élevé ($p < 0,05$), il est de 0,93 (figure 11-c).

Plusieurs études ont rapportés qu'il y a une bonne corrélation entre l'activité antioxydante des fruits, légumes et plantes aromatiques et leurs teneurs en polyphénols (Koffi *et al.*, 2010).

Par contre le coefficient de corrélation entre les proanthocyanidines et l'activité antiradicalaire sur le DPPH des différents extraits de fruits secs étudiés est négatif (figure 11-d).

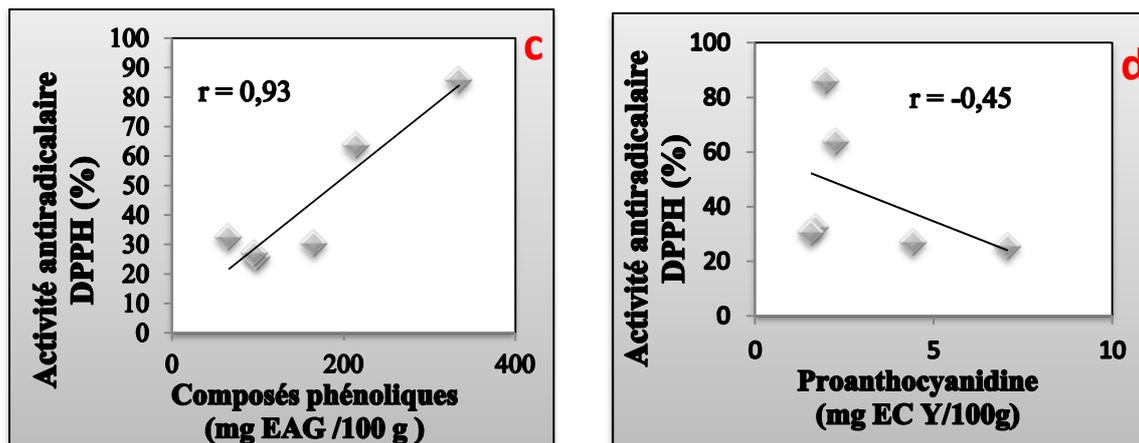


Figure 11: Corrélation entre l'activité antiradicalaire sur le DPPH et les teneurs en composés phénoliques (c) et les proanthocyanidines (d) des différents fruits secs étudiés.

III.3.3 Activité antiradicalaire sur l'ABTS

Les résultats de la figure 12 montrent que l'activité antiradicalaire sur l'ABTS des pruneaux est significativement trois fois supérieure à celle de la datte et de la figue sèche.

Les teneurs les plus élevées sont enregistrées pour la caroube et les pruneaux ($33,06 \pm 2,24$; $19,36 \pm 0,53$ %) suivit de l'abricot sec, raisin sec, figue sèche et les dattes ($13,64 \pm 3,37$; $11,99 \pm 2,4$; $6,88 \pm 1,78$; $5,06 \pm 0,69$ % respectivement)

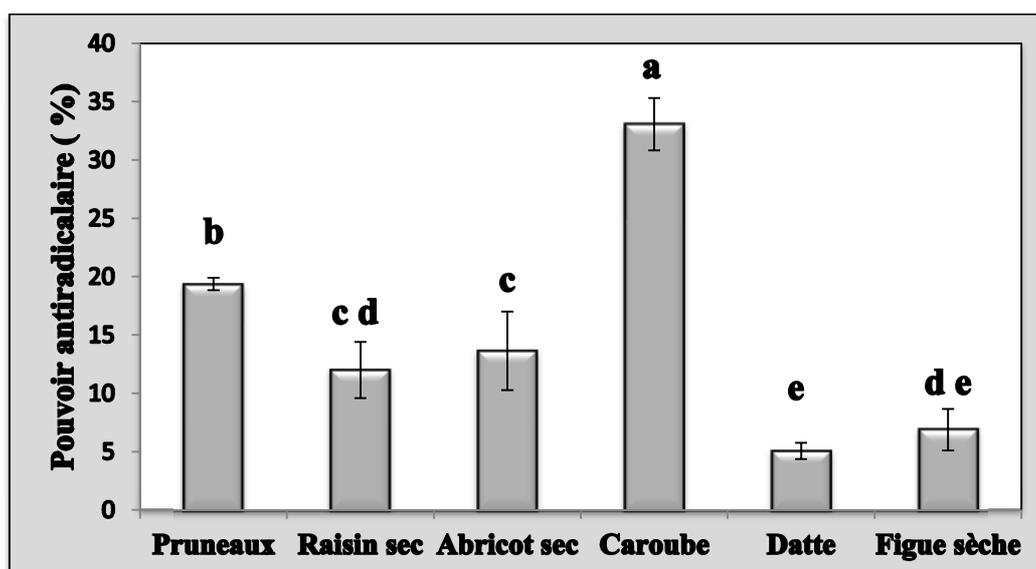


Figure 12: Activité antiradicalaire sur l'ABTS des fruits secs étudiés.

*les valeurs portant les même lettres ne présentent aucune différence significative ($p < 0,05$).

* les barres verticales représentent les écarts types.

Les composés phénoliques participent de manière importante à l'activité antiradicalaire sur l'ABTS des extraits de fruits secs étudiés. La figure 13-e montre que le coefficient de corrélation est positif avec $r = 0,93$ à ($p < 0,05$).

Zheng et Wang, (2001) ont rapportés qu'il y a une bonne corrélation entre l'activité antioxydante et les teneurs en polyphénols des plantes médicinales.

En revanche, le coefficient de corrélation entre les proanthocyanidines et l'activité antiradicalaire sur l'ABTS des extraits de fruits secs étudiés est négatif à ($p < 0,05$) (figure 13-f).

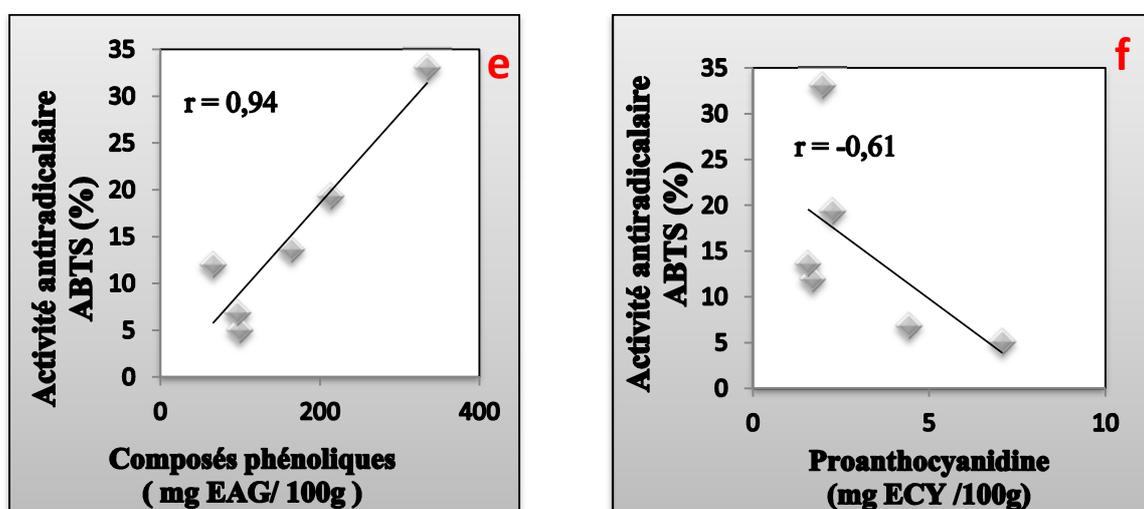


Figure 13: Corrélation entre l'activité antiradicalaire sur l'ABTS et les teneurs en composés phénoliques (e) et les proanthocyanidines (f) des différents fruits secs.

Les corrélations entre les activités antioxydantes, les composés phénoliques et les proanthocyanidines montrent clairement que les proanthocyanidines ne contribuent pas ou contribuent faiblement à l'activité antioxydante des extraits aqueux de ce groupe de fruits secs.

Conclusion

Le travail réalisé a été fait en deux parties, la première a été consacrée au dosage des substances antioxydantes (Polyphénols totaux, flavonoïdes et proanthocyanidines) et à l'évaluation de l'activité antioxydante de pruneau (*Prunus domestica L*) par l'évaluation de l'activité antiradicalaire sur le radical DPPH et le radical ABTS.

Les résultats obtenus dans cette partie indiquent que :

- Les pruneaux sont riches en composés phénoliques et en flavonoïdes avec des teneurs de $214,43 \pm 14,68$ mg EAG / 100g de fruit et $205,16 \pm 0,14$ mg EC / 100g de fruit respectivement, mais contient une faible teneur en proanthocyanidines qui est de $2,25 \pm 0,1$ mg ECY /100g de fruit.
- L'IC 50 des pruneaux est estimé à 2,825 mg /ml ce qui montre que l'activité antioxydante des pruneaux est importante.

Dans la seconde partie, une comparaison des pruneaux a été faite avec d'autres fruits secs (abricot sec, raisin sec, figue sèche, caroube et datte). Cette comparaison est basée sur le dosage des composés phénoliques (polyphénols totaux et proanthocyanidines) et sur l'activité antioxydante évaluée par trois méthodes : le pouvoir réducteur, l'activité antiradicalaire sur le radical DPPH et sur l'ABTS.

Les résultats obtenus indiquent que :

- Parmi les fruits secs étudiés, la caroube et le pruneau sont les plus riches en composés phénoliques, mais ils ont une teneur faible en proanthocyanidines.
- Les pruneaux et la caroube ont un fort pouvoir réducteur et antiradicalaire (DPPH et ABTS) en comparaison avec les autres fruits secs étudiés.
- Les coefficients de corrélation entre les composés phénoliques, pouvoir réducteur et l'activité antiradicalaire sur le DPPH et sur l'ABTS sont élevés ($r=0,94$; $r = 0,93$; $r = 0,94$ respectivement) ce qui suggère que les composés phénoliques des fruits secs étudiées participent de manière importante à leurs l'activité antioxydante,
- Les proanthocyanidines ne contribuent pas ou contribuent très faiblement à l'activité antioxydante avec des coefficients de corrélation négatifs.

Afin d'approfondir ce travail, il serait intéressant :

- d'identifier et de quantifier les composés phénoliques contenus dans les pruneaux par RP-HPLC;
- de déterminer les différents facteurs climatiques, le mode de fabrication et les conditions de stockage influençant la teneur et la variation des antioxydants des pruneaux ;
- Etendre les études sur les autres espèces des pruneaux.

*Référence
bibliographique*

A

Ait Chitt M., Belmir H. et Lazrak A. (2007). Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. *Transfert de technologie en agriculture.1-4*.

Alam, M. N., Bristi, N. J., et Rafiquzzaman, M. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal.21(2):143-152*.

Allan, T., et Benamara, S. (2010). Activités antioxydantes de quelques fruits communs et sauvages d'Algérie. *Pharmacognosie. 8: 171-175*.

Atmani D., Chaher N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N. et Atmani D. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry. 112 :303–309*.

B

Ba K ., Tine E ., Destain J ., Cissé N., Thonart P. (2010) 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. 14(1) : 131-139*

Bahlouli F., Tiaiba A. et Slamani A. (2008). Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. *Revue des Energies Renouvelable.61-66*.

Ballard T. S. (2008). Optimizing the Extraction of Phenolic Antioxidant Compounds from Peanut Skins.

Batta F. Z. (2011) .caracterisation de l'impact de la biocompatibilite des membrabes d'hémodialyse et leur changement sur le stress oxydant etudes biologique et par IRMF-BOLD. Thèse de doctorat en Medecine a l'universite sidi mohammed ben abdellah faculté de médecine et de pharmacie.

Bock B. (2013). *Prunus domestica* L. *Tela botanica*. 4(02).

Bonazzi C., et Bimbenet J-J. (2008). Séchage des produits alimentaire-appareils et application. *Téchnique de l'ingénieur* .

Bouhadida, M., Casas, A. M., Gonzalo, M. J., Arús, P., Moreno, M. Á., et Gogorcena, Y. (2009). Molecular characterization and genetic diversity of *Prunus* rootstocks. *Scientia Horticulturae*. 120(2) :237-245.

Bourre J.M., Rashidi S. et Delmas J-M. (2007). valeur nutritionelle du pruneau d'Agen. *Médecine et nutrition*. 43 (4) : 161-180.

C

Comité Européenne .(2010).Publication d'une demande au sens de l'article 6, paragraphe 2, du règlement N° 510/2006 du Conseil relatif à la protection des indications géographiques et des appellations d'origine des produits agricoles et des denrées alimentaires

Chemat F.(2013). Extraction assistée par micro-ondes.

D

Defraigne J.O.,Pincemail J. (2007). Stress oxydant et antioxydant : mythes réalités. *Revue Medical Liege*.62 : 4.

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

Djouab A. (2007). Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés séches.Thèse de magister option génie alimentaire a l'université Mentouri Canstantine.

Donovan J.L ., Meyer A.S., Waterhouse A.L. (1998). Phenolic composition and antioxidant activity of prune and prune juice (*Prunus domestica*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.46: 1247-1252.

Duan x., Jiang Y., Su X., Zhang Z., Shi J. (2007). Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (*Litchi chinenses* sonn) fruit pericarp tissues in relation to their rol in the pericarp browning. *Food Chemistry*. 101:1365-1371.

F

Franklin M., Bu S. Y., Lerner M. R., Lancaster E. A., Bellmer D., Marlow D., Lightfoot S. A., Arjmandi B.H ., Brackett D. J., Lucas E. A. et Smith B. J. (2006). Dried plum prevents bone loss in a male osteoporosis model via IGF-I and the RANK pathway. *Bone*.39(2): 1331-1342.

G

Gaulejac N.S.C., Glories Y., Vivas N. (1999). Free radical scavenging effect of anthocyanins in red wines. *Food Research International*. 32: 327-333.

Gomez, C. (2009). Etude des mecanismes de stockage des anthocyanes dans la baie de raisin caracterisation fonctionnelle des genes impliquees dans ces mecanismes. Thèse de doctorat option Science des procédés-Science des aliments.

Gorinstein S., Zachwiega Z., Katrich E., Pawelzik E., Haruenkit R., Trakhtenberg S., Martin-Belloso O. (2004). Comparison of contents of the main antioxidant compound and the antioxidant activity of white grape fruit and this new hybrid. *Lebensm- Wiss Technology*.37 : 337-343.

Goussard., J.-P. (1999). Les radicaux libres et antioxydants.

Grigonis D., Venskutonisa P., R, Sivikb B., Sandahlb M. et Eskilssonc C., S. (2004). Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*). *Supercritical Fluids*. (3): 223–233.

Gülçin, İ., Elias, R., Gepdiremen, A., Boyer, L., & Köksal, E. (2007). A comparative study on the antioxidant activity of fringe tree (*Chionanthus virginicus L.*) extracts. *African Journal of Biotechnology*.6(4): 410-418

H

Hamadi N. (2010). Effet du resveratrol sur les défenses antioxydantes chez les rats rendus diabétiques par l'injection de la streptozotocine. Thèse de magistère option biologie cellulaire et moléculaire, à l'université de Mentouri Constantine.

Hidouche F., Sahli S.(2011). optimisation d'extraction des composés phénoliques à partir de *Prunus domestica* par micro-ondes et la comparaison avec des méthodes conventionnelles. Mémoire de master option sciences des aliments à l'université Abderrahmane Mira de Béjaia.

J

Jabeen, Q., et Aslam, N. (2011). The pharmacological activities of prunes the dried plums. *Journal of Medicinal Plants Research*.5(9): 1508-1511.

K

Kayano S.I. (2004). Study on the antioxidative components in prunes (*Prunus domestica L.*). *Division of Food and Health Sciences*.

Kayano S.I., Kikuzaki H., Fukutsuka N., Mitani T., et Nakatani N. (2002). Antioxidant Activity of Prune (*Prunus domestica L.*) Constituents and a New Synergist. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.50: 3708-3712.

Kayano, S.-I., Yamada, N.-F., Suzuki, T., Ikami, T., Shioaki, K., Kikuzaki, H., Mitani, T., et Nakatani, N. (2003). Quantitative Evaluation of Antioxidant Components in Prunes (*Prunus domestica L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 1480-1485.

Koffi, E., Sea, T., Dodehe, Y., & Sore, S. (2010). Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *journal of animal and plant sciences*. 5: 550-558.

Kimura Y., Ito H., Kawagi M., Ikami T., Hatano T. (2008) Characterization and antioxidative properties of oligomeric proanthocyanidin from prunes, dried fruit of *Prunus domestica L.* *Bioscience Biotechnology Biochimy*. 72(6): 1615-1618.

L

Lim Y.Y., Lim T. T. L. et Tee J.J. (2006). Antioxidant properties of several tropical fruits A comparative study. *Food Chemistry*. 103: 1003–1008.

Liu, B., et Zhu, Y. (2007). Extraction of flavonoids from flavonoid-rich parts in tartary buckwheat and identification of the main flavonoids. *Journal of Food Engineering*. 78(2): 584-587.

M

Martini, M.-C. Introduction à la dermatopharmacie et à la cosmétologie. ISBN 2743005912. 331p.

Mishra, K., Ojha, H., & Chaudhury, N. K. (2012). Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry*. 130(4): 1036-1043.

Muanda, F. N. (2010). Identification de polyphenols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de doctorat option Chimie Organique, Ecole doctorale SESAMES.

Mulla S-K., & Swamy P. (2012). Antioxidant activity of ethanolic and polyphenolic extract of *Portulaca Quadrifida L.* *International Journal of Biological and Pharmaceutical Research*. 3(3): 392-399.

N

Nakatani, N., Kayano, S.-i., Kikuzaki, H., Sumino, K., Katagiri, K., et Mitani, T. (2000). Identification, quantitative determination, and antioxidative activities of chlorogenic acid isomers in Prune (*Prunus domestica*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48: 5512-5516.

O

Ojeil A., Darra N. E., Hajj Y. E., Mouncef P. B., Rizk T.-J., et Maroun, R.-G. (2010). Identification et caractérisation de composés phénoliques extraits du raisin Château Ksara. *Lebanese Science Journal*. 11(2): 117-131.

Ouaouich A. et Chimi H. (2005). Guide du sécheur de figes. *Organisation des Nations unies pour le développement industriel*.

Ouaouich A. et Chimi H. (2005). Guide du sécheur de prunes. *Organisation des Nations unies pour le développement industriel*.

Osman A.M., Wong K. K. Y., et Fernyhough A. (2006). ABTS radical-driven oxidation of polyphenols: Isolation and structural elucidation of covalent adducts. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 346: 321-329.

P

Pastre, J., et Priymenko, N. (2007). Intérêt des anti-oxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. *Revue Médical et Vétérinaire*. 158(158): 180-189

Pellaud, S. (2008). Quantification et caractérisation des proanthocyanidines dans *Onobrychis viciifolia* Scop.

Pelli K., Lyly M (2003). Les antioxydants dans l'alimentation. 1-28.

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

Q

Qusti S. Y., Abo-khatwa A. N., et Lahwa M. A. B. (2010). Screening of antioxidant activity and phenolic content of selected food items cited in the holy Quran. *2(1)*, 40-51.

R

Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A. et Dubourdieu D. (2006). Handbook of Enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, 2nd Edition. (2).

Rop O., Jurikova T., Mlcek J., Kramarova D., et Sengee Z. (2009). Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica L.*) typical of the White Carpathian Mountains. *Scientia Horticulturae. 122*: 545-549.

S

Singleton V.L et Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Journal of enology and viticulture. 16*: 144-58

T

Talat A., Halima S., Aneela K., Sadia B. et Ayesha J. (2010). prunes and liver function. *Journal of Pharmacology and Therapeutics Section. 23(04)*: 463-466.

Tessier, F., et Marconnet, P. (1995). Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice. *Science et Sport. 10*: 1-13.

V

Vermerris W. et Nicholson R. (2006). *Phenolic compound biochemistry.*

Voca, S., Galic, A., Sindrak, Z., Dobricevic, N., Pliestic, S., et Druzic, J. (2009). Chemical composition and antioxidant capacity of three Plum cultivars. *Original scientific paper. 74* : 273-276.

W

Wojdyło A., Oszmiański J., et Czemerys R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*. 105(3): 940-949.

Wong S.P., Leong L.P., et Koh J.H.W. (2005). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Science and Technology*.

Y

Yildirim A., Oktay M., Bilaloglu V. (2001). The antioxidant activity of the leaves of *Cydonia vulgaris*. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 31: 23-27.

Yizhong C., Qiong L., Mei S. et Harold C. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*. 74: 2157–2184.

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.

Zheng, W., et Wang S-Y. (2001). Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(11): 5165-5170.

Autre références

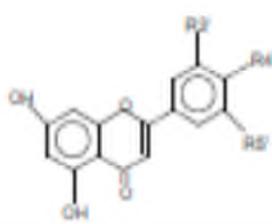
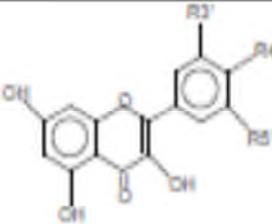
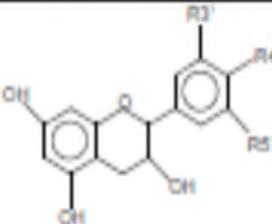
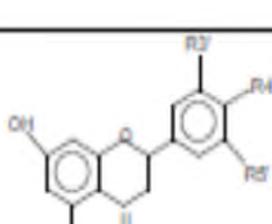
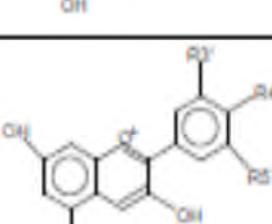
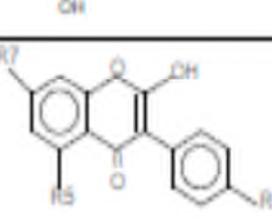
Anonyme 1 : <http://www.flanquart.fr/raisin-sec/> consulté le 04.05.2013

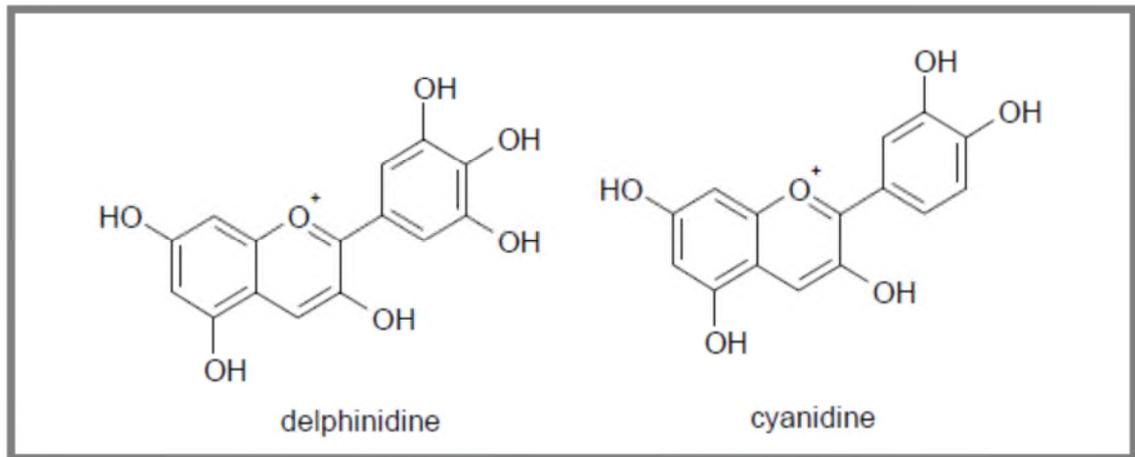
Annexes

Annexe 1 : Effet potentiel des composants des pruneaux sur la santé (Feeney, 2012)

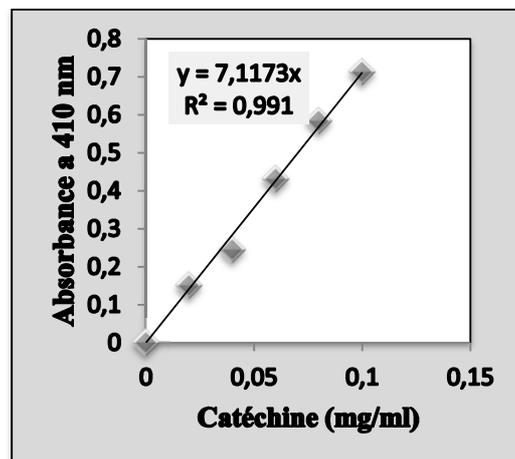
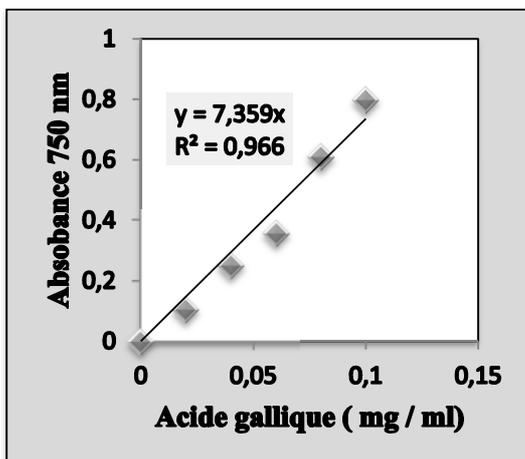
Composants des pruneaux	Laxatif	Gastro-intestinale	Anti-cancéreux	Cardio-vasculaire	Anti-diabétique	Os	Anti-bactérien	Function immunitaire	Neuro-Cognitif
Fibres diétitiques	√	√	√	√	√			√	
Sorbitole	√	√	√		√	√	√		
Inositol				√					√
Composés phénoliques	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Acide quinique							√		
Vitamine K1				√	√	√			
Borone					√	√			√
Cuivre				√	√	√			
Potassium				√		√			

Annexe 2 : Principaux classes des flavonoïdes (Zeghad, 2009).

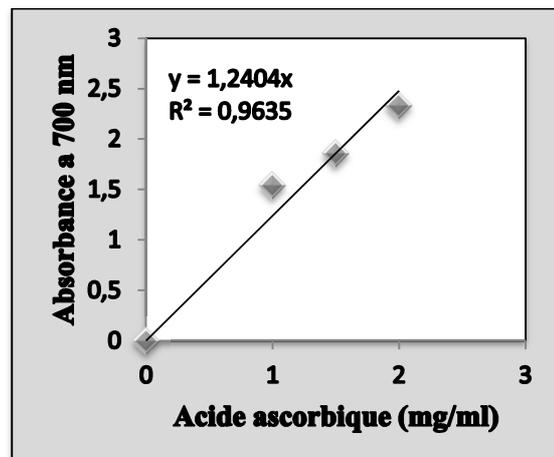
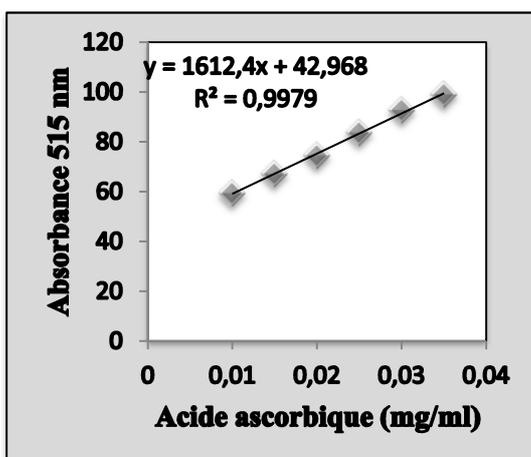
Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH3	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempferol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genistéine
		H	O-Glu	OH	Daïdezine



Annexe 3 : Structure des deux anthocyanes spécifiques, la delphinidine et la cyanidine. (Pellaud, 2008)



Annexe 4: Courbe d'étalonnage des polyphénols. **Annexe 5:** Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.



Annexe 6: Courbe d'étalonnage du DPPH réducteur

Annexe 7: Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur

Annexe 8 : Matrice de corrélation entre les différents paramètres mesurés.

	Polyphénols	Proanthocyanidines	DPPH	ABTS	Pouvoir réducteur
Polyphénols	1				
Proanthocyanidines	-0,41	1			
DPPH	0,92	-0,45	1		
ABTS	0,92	-0,60	0,93	1	
Pouvoir réducteur	0,92	-0,42	0,86	0,86	1

Résumé : L'activité antioxydante des pruneaux « *Prunus domestica L.* » et des autres fruits secs (abricot sec, raisin sec, datte, figue sèche et caroube) a été évaluée par la mesure de leur pouvoir réducteur et leur activité antiradicalaire sur le radical DPPH et l'ABTS. Les fruits sont extraits par micro-onde avec de l'eau distillée à 500W pendant 2 minutes. L'activité antioxydante des pruneaux est estimée par l'IC50, elle est de 2,835 mg/ml. Les teneurs en composés phénoliques, flavonoïdes et proanthocyanidines dans l'extrait de pruneau sont de $214,43 \pm 14,68$ mg EAG / 100g, $205,16 \pm 0,14$ mg EC/100g, $2,25 \pm 0,1$ mg ECY /100g respectivement. La comparaison entre les fruits secs a révélée que le pruneau et la caroube sont les plus riches en composés phénoliques, et ils ont une meilleure activité antioxydante mesurée par les trois méthodes. Les composés phénoliques contribuent de manière importante dans l'activité antioxydante des fruits secs étudiés avec des coefficients de corrélation élevés. En revanche, la datte et la figue sèche ont les teneurs les plus élevées en proanthocyanidines, qui ne contribuent pas ou contribuent très faiblement à l'activité antioxydante de ces fruits, avec des coefficients de corrélation négatifs.

Mots clés: Pruneau « *Prunus domestica L.* », fruits secs, activité antioxydante, composés phénoliques, flavonoïdes, proanthocyanidines, pouvoir réducteur, activité antiradicalaire.

Abstract: The antioxidant activity of prunes "*Prunus domestica L.*" And other dried fruits (dried apricots, raisins, dates, dried figs and carob) was assessed by measuring their reducing power and radical scavenging activity on DPPH radical and ABTS. The fruits are extracted by microwave with distilled water for 2 minutes 500W. The antioxidant activity of prunes is estimated by IC50, it is 2.835 mg / ml. The contents of phenolic compounds, flavonoids and proanthocyanidines in the extract prune are 214.43 ± 14.68 mg EAG / 100g, 205.16 ± 0.14 mg EC/100g, 2.25 ± 0.1 mg ECY / 100g respectively. The comparison between dried fruits revealed that the prune and carob are rich in phenolic compounds, and they have a better antioxidant activity measured by the three methods. The phenolic compounds contribute significantly to the antioxidant activity of fruit dry studied with high correlation coefficients. However, dates and dried figs have the highest levels proanthocyanidines, which do not contribute or contribute very little to the antioxidant activity of the fruit, with negative correlation coefficients.

Key words: Prune "*Prunus domestica L.*" Dried fruits, antioxidant activity, phenolic compounds, flavonoids, proanthocyanidins, reducing power, radical scavenging activity