

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Aliments et contrôle de la qualité

Présenté par :

BOURAS Rezkia

Thème

Potentiel bioactif des baies du myrte sauvage (*Myrtus communis* L.) et d'arbouse (*Arbutus unedo* L.).

Soutenu le : 30 /09 / 2020 à 09h00

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

KADRI Nabil

MCA

Univ. de Bouira Président

DAHMOUNE Farid

MCA

Univ. de Bouira Examineur

CHIKHOUNE Anis

MCB

ESSAIA d'Alger Promoteur

REMINI Hocine

MCB

Univ. de Bouira Co-promoteur

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

J'exprime tout d'abord mes profond remerciements à mon encadrant Mr CHIKHOUN Anis, pour son écoute, son suivi tout au long de ce travail, ainsi que sa compréhension des situations diverses, je désire qu'il trouve en ces mots toute ma reconnaissance pour ses précieux conseils.

J'exprime également ma gratitude à mon co-encadrant Mr REMINI Hocine pour sa contribution et sa patience.

J'adresse mes vifs remerciements aux membres du jury qui ont accepté d'examiner ce travail.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à toute personne Qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de mon travail.

Merci à tous.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes très chers parents

*A mes très chers frères et sœurs: Amar, Boukhalifa et sa famille,
Lynda et sa famille, Liela sa famille, Nadia et sa famille, Hanane et
sa famille et Latifa et sa famille ;*

A mes très chères amies : BOUBGUIRA Wafia, HABIBÈ Hanane

Et FADLI yasmina .

A toute la famille BOURAS

A mon directeur du laboratoire de la répression des fraudes

Mr Belaid Tayeb.

A mes collègues du laboratoire de la répression des fraudes

Et à tous mes amis et camarades de la promotion.

Avant-propos

Le monde est confronté à une crise sanitaire mondiale, qui est en train de propager les souffrances humaines, paralyse l'économie mondiale, et bouleverse la vie de nombreux individus, le covid-19 menace l'humanité toute entière.

En raison de cette crise sanitaire de covid-19 nous n'avons pas eu l'occasion de mettre en place le dispositif expérimental portant sur l'évaluation des activités antioxydantes et antimicrobiennes, ainsi qu'une application alimentaire (formulation d'un aliment fonctionnel)

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur les Myrtes et l'Arbousier	4
I. Myrte sauvage	5
I.1. Description.....	5
I.2. Classification.....	5
I.3. Noms vernaculaires.....	5
I.4. Description botanique.....	6
I.5. Distribution géographique	6
I.6. Utilisations	7
I.7. Composition biochimique.....	8
I.7.1. Composés nutritifs	8
I.7.2. Composés phénoliques.....	9
II. Arbousier	12
II.1. Description	12
II.2. Classification	12
II.3. Nom vernaculaires.....	12
II.4. Description botanique	13
II.5. Distribution géographique.....	13
II.6. Utilisation de l'arbousier	14
II.7. Composition biochimique	15
II.7.1. Composés nutritifs.....	15
II.7.2. Composés phénoliques	16
Chapitre II : Les Polyphénols et les Antioxydants.....	18
I. Les polyphénols extraits des Myrtes sauvage et Arbousier.....	19
I.1. Définition.....	19
I.2. Classification des composés phénoliques	19
I.2.1. Acides phénoliques	20
I.2.2. Flavonoïdes	21

I.2.3. Les tannins	22
I.3. Caractérisation des polyphénols	23
I.4. Propriétés des polyphénols.....	24
II. Oxydation et activité antioxydante	24
II.1. Oxydation	24
II.1.1. Mécanismes d'oxydation	24
III. L'activité antioxydante et antioxydants	26
III.1. Classification	26
III.1.1. Selon le mécanisme	26
III.1.2. Selon l'origine	27
Chapitre III : Activités biologiques du myrte sauvage et arbousier.....	31
I. Activités antimicrobiennes	32
II. Activité antioxydante	37
III. Activité pharmacologique	38
III.1 Activité anti-inflammatoire	38
III.2. Activité antidiabétique.....	39
III.3. Activité cardiovasculaire	41
III.4. Activité anticancéreuse	43
Conclusion.....	48
Références	

Liste des abréviations

BHA	Butylated hydroxy-Anisole
BHT	Butyl-Hydroxy-Toluène
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
EAM	Extraction assistée par micro-ondes
EAU	Extraction assistée par ultrasons
ERO	Espèces Réactives de l'Oxygène
ESC	Extraction par solvant conventionnel
GC-MS	Gas Chromatography Mass Spectrometry
G GPX	Glutathion Peroxydase
GR	Glutathion Réductase
HPLC-DAD	High-Performance Liquid Chromatography with Diode-Array Detection .
HPLC-ESI-MS	High-performance Liquid Chromatography/Electrospray Ionization tandem Mass Spectrometry
HPLC-GC	High performance Liquid Chromatography (HPLC) or Gas Chromatography (GC)
HPLC –MS	High Performance Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry
HPLC-RP	High-Performance Liquid Chromatography- Reversed-Phase
HPLC-UV	High-Performance Liquid Chromatography- ultraviolet
HPLC-UV/VIS	High-Performance Liquid Chromatography- ultraviolet -visible
HPTLC	High Performance Thin Layer Chromatography
IL	Interleukine
LC - MS – MS	Liquid Chromatography/Mass Spectrometry
LDL	Low Density Lipoprotein
LC-ESI-QTOF-MS	Liquid Chromatography Electrospray Ionization Quadrupole Time-Of-Flight Mass Spectrometry
R°	Radical libre
RH	Lipides insaturés
RO°	Alkyls
ROH	espèces inertes
ROO°	Peroxydes instables
ROOH	Hydroperoxydes
Sens ³	photosensibles dans leur état excité
SOD	Super-Oxyde Dismutase
TBHQ	Tertiary Butyl-Hydroxy-Quinone.

Liste des figures

Figure 1. Photographie des différentes parties aériennes de <i>Myrtus communis</i> L.....	6
Figure 2. Distribution géographique de <i>Myrtus communis</i> L.	7
Figure 3. Les principaux composants polyphénoliques du <i>Myrtus commun</i> L.	11
Figure 4. Photographie du fruit et des feuilles de l'Arbousier	13
Figure 5. Répartition mondiale <i>Arbutus unedo</i> L.....	14
Figure 6. Les principaux composés phénoliques dans l' <i>Arbutus unedo</i> L.	17
Figure 7. Quelques acides phénoliques et leurs Structure chimique	21
Figure 8. Quelques exemples de flavonoïdes.....	22
Figure 9. Structure chimique d'un tannin hydrolysable et d'un tannin condensé.....	23
Figure 10. Différentes techniques de caractérisation des polyphénols	23
Figure 11. Les différentes classes des antioxydants naturels endogènes et exogènes	28
Figure 12. Structure de la vitamine E.....	29
Figure 13. Structure des formes oxydée et réduite de l'acide L-ascorbique	30
Figure 14. Structures des caroténoïdes.....	30
Figure 15. Schéma simplifié des différentes activités biologiques des polyphénols	32

Liste des tableaux

Tableau I. Composés nutritifs des <i>Myrtus communis</i> L.	8
Tableau II. Composition chimique et nutritionnelle du fruit d' <i>Arbutus unedo</i> L.	16
Tableau III. Activité antimicrobienne de <i>A. unedo</i> L.	34
Tableau IV. Activité antimicrobienne de <i>Myrtus communis</i> L.	35
Tableau V. Quelques activités antidiabétiques de l' <i>A unedo</i> L.	41
Tableau VI. Quelques activités cardiovasculaires de l' <i>A. Unedo</i> L.	42
Tableau VII. Quelques activités pharmaceutiques de <i>myrtus communis</i> L.	44
Tableau VIII. Quelques activités pharmaceutiques d' <i>A Unedo</i> L.	46



Introduction Générale



Introduction

Les plantes aromatiques et médicinales (PAM) sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention de substances actives, elles représentent une source de revenu non négligeable pour de nombreuses populations, possédant bien des vertus thérapeutiques démontrées par l'expérience (Aberkane, 2006). D'après Hennia (2016), le rapport de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) fait lieu de 80% de la population ayant recours à la médecine traditionnelle.

Le continent africain regorge de plantes médicinales très diversifiées. En effet, sur les 300.000 espèces végétales recensées sur la planète plus de 200.000 espèces vivent dans les pays tropicaux d'Afrique et ont des vertus médicinales (Salhi *et al.*, 2010). L'Algérie possède une richesse floristique considérable, ce potentiel de plantes médicinales comporte des milliers d'espèces présentant divers intérêts et constitue un axe de recherche scientifique et plus particulièrement dans le domaine des substances naturelles (Aberkane, 2006).

Des études ont démontré que les plantes sont caractérisées par leur richesse en composés phytochimiques bioactifs et leur consommation a un effet protecteur pour la santé humaine (Gasparetto *et al.*, 2012).

Actuellement, la population algérienne utilise un bon nombre de plantes aromatiques et médicinales endémiques dont le *Myrtus communis* L. et l'*Arbutus unedo* L.

Myrtus communis L., communément appelé Myrte, est un arbuste aromatique de la famille des *Myrtacées*, répandu tout autour du bassin méditerranéen. En Algérie, il pousse de façon spontanée à travers l'Atlas tellien, les régions côtières d'Alger et de Constantine, où il est connu sous les noms de «Rihan» ou «Mersin» (Quézel et Santa, 1962). Selon Ziyat et al. (1997) une infusion des feuilles et jeunes branches est stimulante, antiseptique, astringente et hypoglycémiant et a été considérée comme un remède de santé pour l'eczéma, le psoriasis, l'asthme, les troubles gastro-intestinaux, les infections urinaires et la diarrhée.

Selon Messaoud et al. (2005) et Aidi et al. (2010) des études antérieures faites sur les parties aériennes de *M. communis* L. ont révélé la présence de plusieurs composés bioactifs dont les huiles essentielles, des tanins, des acides phénoliques et flavonoïdes. D'autre part, les fruits sont principalement composés de matières volatiles, tanins, sucres, anthocyanes, acides gras

Introduction

et acides organiques tels que l'acide citrique et l'acide malique (Martin *et al.*, 1990 ; Messaoud et Boussaid, 2011).

L'arbousier (*Arbutus unedo* L.), dit aussi arbre à fraises, est un arbrisseau essentiellement sauvage et typique de la région méditerranéenne. Il est par ailleurs utilisé comme source alimentaire et agent thérapeutique en médecine apportant une contribution importante à la santé des communautés (Salem *et al.*, 2018). Récemment, ses applications suscitent un intérêt croissant auprès des scientifiques (Celikel, *et al.*, 2008) et auprès du grand public. Les fruits et les feuilles de l'arbousier sont caractérisés par la présence de substances bioactives y compris les polyphénols (Albuquerque *et al.*, 2017; Fonseca *et al.*, 2015; Guimarães *et al.*, 2013) qui peuvent expliquer leurs propriétés nutraceutiques et pharmacologiques.

Les substances naturelles issues de ces fruits ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie, en alimentation et en cosmétologie. Parmi ces composés, on retrouve principalement les métabolites secondaires qui sont particulièrement exploités en thérapeutique (Bahorun, 1997).

Le besoin des industries agroalimentaires en termes d'agents antioxydants naturels ne cesse de croître, leurs efficacités et disponibilités poussent les chercheurs à innover dans ce domaine. Les compléments alimentaires actuellement présents dans les marchés européens en témoignent de cette tendance à l'innovation. Les différents slogans qui prônent les antioxydants naturels ne cessent d'envahir les grandes surfaces. La présente étude contribue à la valorisation des ressources naturelles pour une meilleure connaissance de deux plantes aromatiques d'Algérie et porte sur l'importance des substances bioactives issues de baies sauvages, cas de *Myrtus communis* L. et *Arbutus unedo* L. ainsi que les propriétés biologiques qui en découlent.



**Chapitre I : Généralités sur les Myrtes et
l'Arbousier**



I. Myrte sauvage

I.1. Description

Le Myrte sauvage, ou bien *Myrtus communis* L. est le nom grec de « Myrte » et « communis » signifie commun, connue comme une plante médicinale (Aidi Wannes *et al.*, 2009), appartient à la famille des Myrtaceae (Aidi Wannes *et al.*, 2010). C'est un arbuste annuel, il se développe en groupe (Sumbl *et al.*, 2011) dans plusieurs régions partout dans le monde (Aydin et Ozcan, 2007). C'est une espèce endémique qui pousse spontanément dans toutes les régions méditerranéennes (Berka-Zougali *et al.*, 2010 ; Tuberoso *et al.*, 2010), qui regroupe 145 genres et 55.00 espèces (Aleksic et Knezevic, 2014).

I.2. Classification

La classification botanique de *Myrtus communis* est la suivante selon (Goetz, 2012) :

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Dicotylédones
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae
Genre	<i>Myrtus</i>
Espèce	<i>Myrtus communis</i> L.

I.3. Noms vernaculaires

Bérbère : Chilmoune.

Arabe : Arrayhan الريحان , A'as الاس

Français : Myrte commun.

Anglais : Common myrtle, Greek myrtle, sweet myrtle.

Espagnol : Murt.

Italien : Mirto.

Allemand : Braut-Myrte, Brautmyrte.

I.4. Description botanique

Myrtus communis L. est caractérisé par des feuilles de 2 à 5 cm de long, opposées, à très court pétioles, ovales, vernissées, à nervation pennée persistantes, opposées de couleur vert foncé (Barboni, 2006) (**Figure 1**).

La floraison débute à partir du mois de Mai - Juin et peut aller jusqu'au mois d'Août sous la forme de fleurs blanches solitaires très odorantes à l'aisselle des feuilles (Barboni, 2006 ; Bouzabata, 2015) (**Figure 1**). Cette floraison donne suite à un fruit charnu ovaire, une baie, de couleur blanche ou noir bleuâtre au stade de maturité qui est atteint dans les environs du mois d'Octobre jusqu'à Février (Bouzabata *et al.*, 2016).

Le fruit contient des graines réniformes, luisantes, de saveur résineuse, son goût est astringent et prononcé (Barboni, 2006) (**Figure 1**).

Toutes les parties de la plante contiennent des poches schizogènes à huile essentielle, responsables de son odeur suave (Fournier, 1948 ; Montastier, 1997).



Figure 1. Photographie des différentes parties aériennes de *Myrtus communis* L :

A : feuilles, B: fleurs et C : fruits

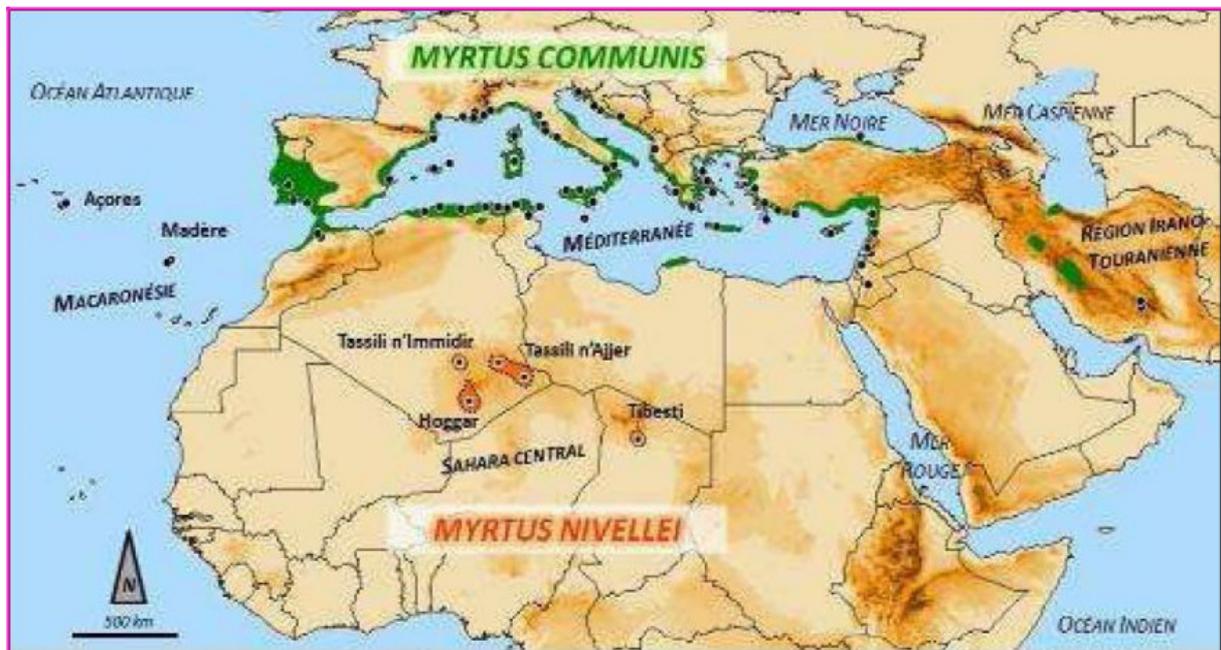
(Aleksic et Knezevic, 2014)

I.5. Distribution géographique

Le genre *Myrtus* est le seul genre qui soit indigène en Méditerranée et au Sahara (Rameau *et al.*, 2008). Le myrte sauvage pousse abondamment du nord-ouest et de l'est de la méditerranée y compris les pays frontaliers de l'Europe du sud (Goetz et Ghedira, 2012; Aleksic et Knezevic, 2014) , dans les forêts de pins, dans les régions situées à 600 mètres d'altitude (Cevat *et al.*, 2007) et au sein des matorrals thermophiles (Kaddem, 1990). Il s'étend de la Macaronésie à la zone irano-touranienne et même en Asie et en Afrique septentrionale

(Migliore, 2011 ; Hennia *et al.*, 2018) (**Figure 2**). Il est cultivé dans de nombreux pays de la méditerranée, l'Amérique du sud et Nord-Ouest de l'Himalaya, de l'Australie et du Nord-Ouest de l'Inde (Wahid, 2013).

En Algérie, il pousse spontanément sur l'Atlas tellien et les régions côtières (Quézel et sana, 1962 ; Baba Aissa, 1999 et Mimica-Dukic, 2010).



Distribution de *M. communis*

Figure 2. Distribution géographique de *Myrtus communis* L. (Migliore, 2011)

I.6. Utilisations

Les myrtes sont exploités de différentes manières, leur utilisation peut être culinaire comme médicinale, industrielle ou encore traditionnelle. Cependant, leur utilisation la plus importante est la production de liqueurs (Mulas *et al.*, 2002).

En Algérie, l'infusion des feuilles est utilisée comme remède contre les infections des voies respiratoires et des voies urinaires. Les préparations à base de cette plante sont également préconisées contre les bronchites, les sinusites, les otites, les diarrhées et les hémorroïdes. Les fruits consommés naturellement ou en infusion, constituent un remède contre la dysenterie, l'entérite et les hémorragies (Baba-Aissa, 1991), ainsi que pour faire d'excellentes confitures gelées comme est le cas en Sicile et en Corse (Sar1, 2007. Couplan, 2009).

Les écorces des tiges fines et les jeunes feuilles sont utilisées en tant qu'agents antiseptique et pour la cicatrisation, le myrte est utilisé aussi en cas des soins contre les maladies urinaires (Baytop, 1999) et est considéré comme élément préventif contre les maladies liées au stress oxydatif pour sa richesse en composés phénoliques et en huiles essentielles (Christian *et al.*, 2005). Les baies du myrte sont utilisées en industrie pharmaceutique pour leurs effets positifs sur la santé humaine, comme antiseptique, astringent, carminative, tonique des cheveux, analgésique, cardiotonique, diurétique, néphroprotectrice, hémostatique, stomachique, tonique du cerveau et antidiabétique (Sumbul *et al.*, 2011).

L'utilisation des différentes parties de la plante est considérablement concentrée dans l'industrie alimentaire, comme pour la viande et les sauces, et dans l'industrie cosmétique (Chalchat *et al.*, 1998).

I.7. Composition biochimique

I.7.1. Composés nutritifs

Les constituants nutritifs des myrtes sont présentés dans le tableau I suivant :

Tableau I. Composés nutritifs de 100g de fruit frais de *Myrtus communis* L. selon Cevat *et al.*, (2007).

Humidité (%)	74,44
Matière sèche (%)	25.56
Cellulose (%)	17,41
Sucres réducteurs (%)	8,64
Tanins (%)	0.0761
Huile végétale (%)	2,37
Huile essentielle (%)	0,01
Protéines (%)	4.17
Extraits solubles dans l'eau (%)	52,94
Cendres (%)	0,72
Acidité (% , malique)	0,14
Valeur énergétique Kcal/g	11.21

I.7.2. Composés phénoliques

Les métabolites secondaires sont généralement présents dans toutes les plantes à des quantités et qualités différentes (Castellanos et Garcia, 1997). On les retrouve dans des compartiments particuliers et à des moments précis de la vie de la plante, ils participent à des rôles très variés. Ils peuvent servir de défense immunitaire, ou attirer des rôles qui lui sont bénéfiques (pollinisateurs) (Bouzabata, 2015).

Les principaux métabolites secondaires de *Myrtes communis* L. sont les polyphénols et les huiles essentielles. Des espèces de *Myrtus* ont été signalées comme contenant des huiles non volatiles très riches (Satrani *et al.* 2006; Tuberoso *et al.*, 2006), des acides phénoliques (Romani *et al.* 1999), des flavonoïdes (Romaniet *et al.* 1999; Joseph *et al.* 1987), des tanins (Diaz et Abeger 1986), des pigments anthocyaniques (Martin *et al.*, 1990). Des études antérieures sur les parties aériennes de *Myrtes communis* L. ont également révélé la présence de plusieurs composants spécifiques : tanins et composés flavonoïdes (Chryssavgi *et al.* 2008).

Les feuilles et les fleurs contiennent des huiles essentielles, des acides phénoliques, des flavonoïdes et des tanins (Messaoud *et al.*, 2005; Aidi Wannes *et al.*, 2010). Les baies sont composées de tanins et d'anthocyanes (Martin *et al.*, 1990; Messaoud *et al.*, 2012).

La composition *Myrtes communis* L. constitue des composés polyphénoliques, qui sont regroupés en trois grandes classes chimiques: les acides phénoliques, les tanins et les flavonoïdes (**Figure 3**) (Montoro *et al.*, 2006; Tuberoso *et al.*, 2010). La composition varie considérablement, selon l'organe végétal utilisé pour l'extraction (Lapornik *et al.*, 2005; Hayder *et al.*, 2008; Piras *et al.*, 2009). D'après Amensour et coll (2009) il était montré que les extraits de feuilles contiennent une quantité significativement plus élevée de composés phénoliques totaux que les extraits de baies.

D'autre part Yoshimura et coll (2008) ont identifié des composés phénoliques de la feuille de myrte, dont les tannins hydrolysable, flavonols.

Les teneurs en phénols totaux, tanins et flavonoïdes varient selon les parties de myrte. Selon Aidi Wannes et al., (2010), les feuilles et les fleurs sont particulièrement riches en tanins totaux. Les proanthocyanidines étant faiblement présentées, les auteurs suggèrent que les tanins

des feuilles et des fleurs appartiennent à la classe des tanins hydrolysables. Cependant, ils ont estimé que la tige de myrte est pauvre en tanins et modérément riche en flavonoïdes (catéchine). Les flavonols et flavanols dans les feuilles de *Myrtes. communis* L. sont détectés en quantités relativement importantes (Aidi Wannas *et al.*, 2010), à l'exception des dérivés de la quercétine et des acides phénoliques, qui n'ont été trouvés qu'en petites quantités (Romani *et al.*, 1999).

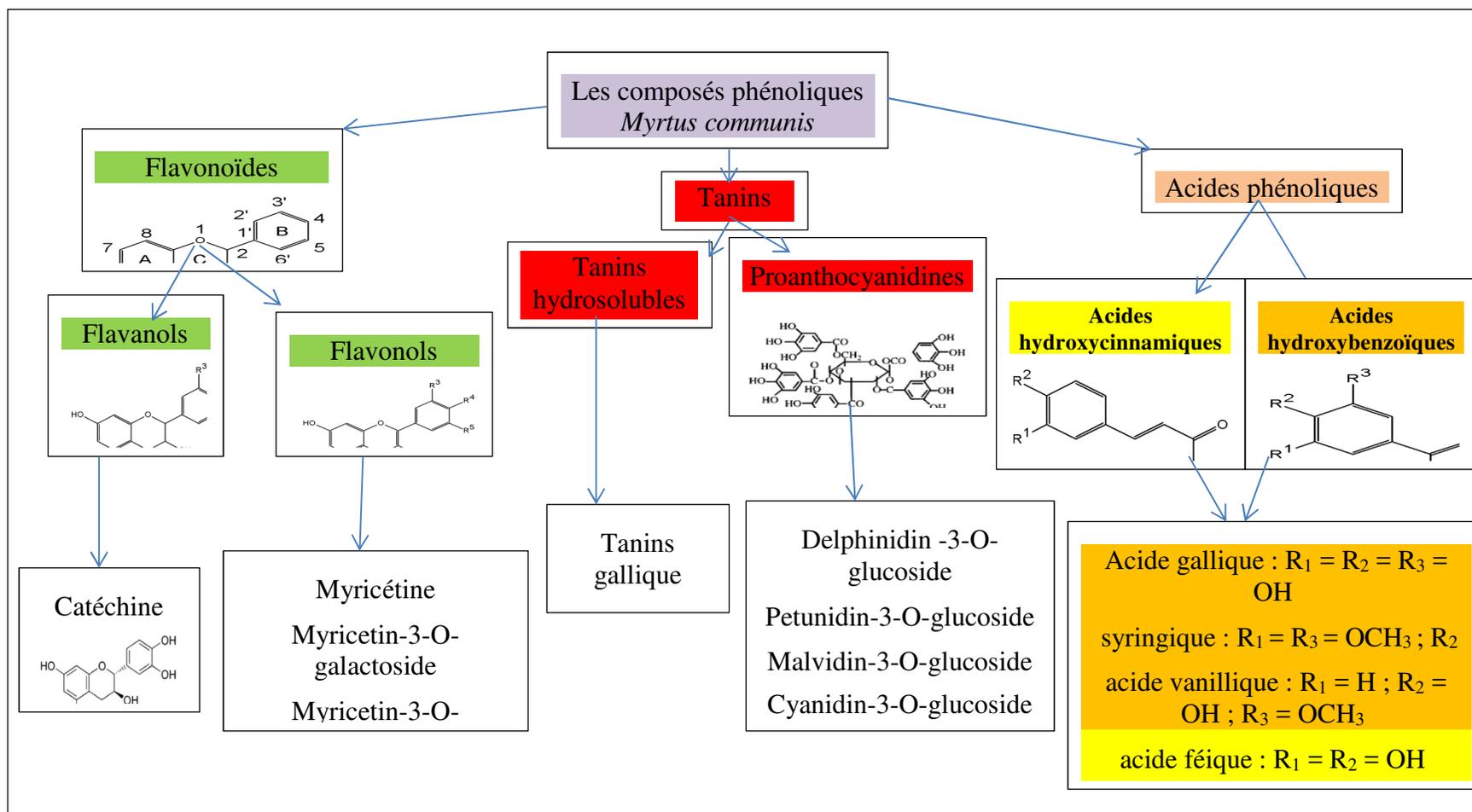


Figure 3. Les principaux composants polyphénoliques du *Myrtus communis* L. (Aleksic et Knezevic, 2014) et structures chimiques (Heim et al., 2002)

II. Arbousier

II.1. Description

Arbutus unedo L. (famille d'Ericaceae), généralement connu sous le nom de l'arbre de fraise, est un arbuste à feuilles persistantes, un petit arbre qui se développe dans les régions méditerranéennes, mais également rencontré dans d'autres régions caractérisés par des étés chauds et hivers pluvieux et doux (Celikel *et al.*, 2008). Il est très répondeu en raison de sa tolérance à la sécheresse et sa capacité à se régénérer et recoloniser les forêts incendiées (Santo *et al.*, 2012).

Dans la médecine traditionnelle, les fruits sont identifiés pour avoir des effets antiseptiques, diurétiques et laxatifs, tandis que les feuilles sont utilisées en tant qu'antiseptique astringent, diurétique, antidiarrhéique, dépuratif et plus récemment, dans la thérapie de l'hypertension, du diabète et des maladies inflammatoires (Afkir *et al.*, 2008; Mariotto *et al.*, 2008).

II.2. Classification

La Classification botanique d'*Arbutus unedo* L. est la suivante (Celikel *et al.*, 2008).

Règne	<i>Plantae</i>
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Ericales
Famille	Ericaceae
Genre	<i>Arbutus</i>
Espèce	<i>Arbutus unedo</i> L.

II.3. Nom vernaculaires

Bérbère : Sisnou, Assisnou.

Arabe : Lendj اللنج .

Français : Arbre aux fraise, Arbousier.

Anglais : Strawberry tree, Apple of Cain.

Espagnol : Madrono

Italien : Corbezzolo.

Allemand : Erdbeerbaum.

II.4. Description botanique

L'arbousier est un arbre de 12 m de hauteur. Ses feuilles sont dentées, simples, de couleur vert foncé. La floraison et la fructification de l'arbousier s'étendent d'Octobre à Février, la maturation des fruits dure une année (Mereti *et al.*, 2002).

L'arbousier appartient au genre *Arbutus* qui inclut environ 20 espèces, et à la sous famille Vaccinioideae. Dans les régions méditerranéennes, il y a seulement quatre espèces dont *Arbutus unedo* L. (Torres *et al.*, 2002). Ses fruits (baies) sont sphériques, environ 2 ou 3 cm de diamètre, rouge foncé (**Figure 4**), et savoureux seulement si bien mûr en automne.

Les communautés agricoles les utilisent pour la production des boissons alcoolisées, des confitures, des gelées (Pallauf *et al.*, 2008).

L'arbose contient de nombreux petits pépins et la peau est hérissée de granules pierreux. Pas très digestes, il convient de ne pas trop en abuser ; c'est une fois transformés que les arboises sont les plus appréciées (Nicole et Gallouin, 2013).



Figure 4. Photographie du fruit et des feuilles de l'Arbousier (IUCN. A., 2005)

II.5. Distribution géographique

Arbutus unedo L. originaire de la région méditerranéenne, mais aussi trouvé dans d'autres régions caractérisées par des étés chauds et des hivers doux et pluvieux (**Figure 5**) (Molina *et al.*, 2016), capable de vivre 200 ans dans des bois et rochers du Midi de la France, d'Europe Méridionale, d'Asie Occidentale et du Nord de l'Afrique (Boullard, 2001).

Les arbres présentent une résistance élevée aux conditions environnementales difficiles comme la sécheresse, les basses températures et les sols lourds ou pauvres (Gomes et

Canhoto, 2009). Il résiste bien aux gels jusqu'à des températures de -12°C jusqu'à -15°C et il s'adapte à une très large gamme de sols et d'expositions. Il pousse en plein soleil, voire en arbre de sous-bois et il supporte le calcaire (Morris, 2007), l'arbousier peut pousser sur des sols acides et relativement alcalins (pH 5 à 7,2). Il se trouve généralement dans les hauts maquis et se rencontre entre 0 et 600 m d'altitude, parfois jusqu'à 1000 m (Ait Youssef, 2006).

En Algérie, il est commun dans les climats du Tell, des garrigues et des forêts (Ait Youssef, 2006).

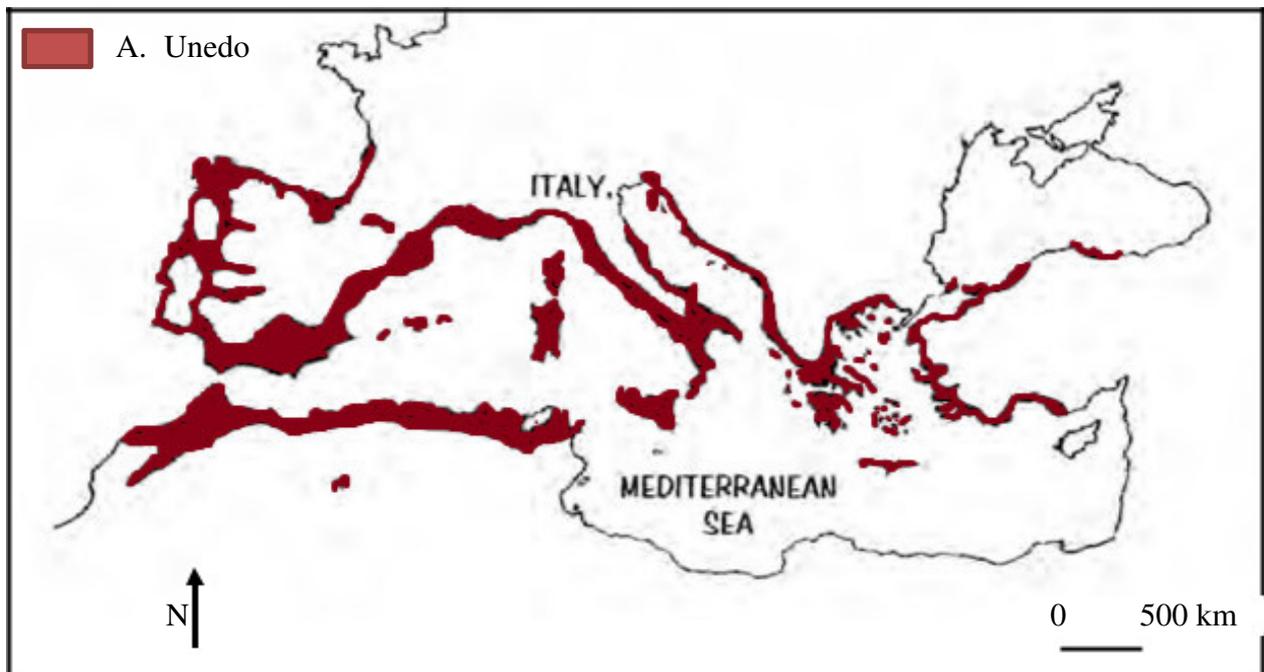


Figure 5. Répartition mondiale *Arbutus unedo* L. (Morgado, 2018).

II.6. Utilisation de l'arbousier

Cette plante est décrite pour l'alimentation animale (Morgado, 2018). Mais un grand nombre de produits peuvent être obtenus à partir de l'arboise (le fruit); utilisé pour la confection de confiture et de pâtisserie, ou être fermenté pour produire une boisson alcoolisée (Serçe *et al.*, 2010; Takrouni et Boussaid., 2010).

Le fruit est généralement consommé sous forme de confiture et marmelade, ou distillé en liqueur (Rivera *et al.*, 2006). Il est une source de santé, à savoir de la vitamine C et des fibres alimentaires, tout en étant également classé source de composés bioactifs pour compléments alimentaires ou aliments fonctionnels (Ruiz-Rodríguez *et al.*, 2011). Cette plante est

traditionnellement mellifère (Morgado, 2018) et le miel d'arbousier est très apprécié pour son goût amer caractéristique, outre son importance économique remarquable (Tuberoet *et al.*, 2013). Les différentes parties de cette plante et le miel d'arbousier ont été utilisés en médecine traditionnelle pour traiter un grand nombre de maladies (Kivçak et Mert, 2001).

II.7. Composition biochimique

II.7.1. Composés nutritifs

La composition chimique des fruits d'*Arbutus unedo* L. est rapportée au **Tableau II**. L'humidité constitue le pourcentage le plus important dans ces fruits et représente plus de 50% de poids du fruit frais, suivie des glucides (42 à 52%) (Barros *et al.*, 2009). En outre, il représente une très bonne source de quelques minéraux, en particulier le potassium, le calcium et le phosphore (Özcan et Haciseferogullari, 2007).

Concernant la matière grasse, le profil en acides gras est représenté par l'acide α - linoléique (36.51%), l'acide linoléique (21.50%) et l'acide oléique (21.01%) qui sont les acides gras insaturés prédominants, tandis que l'acide palmitique (8.20%) représente l'acide gras saturé majoritaire des fruits mûrs d'Arbousier (Barros *et al.*, 2010). La vitamine C est présente dans les fruits à des concentrations élevées lors de la maturation, alors que la vitamine E et les caroténoïdes ont des teneurs plus élevées au stade non mature (Oliveira *et al.*, 2011).

L'analyse des composés volatiles des fruits de l'Arbousier a révélé que les alcools sont les principaux composés détectés dans les trois étapes de maturation, suivis des aldéhydes et des esters (Owen *et al.*, 1997). Les acides organiques tels que les acides fumarique, lactique, malique, subérique et citrique ont été aussi identifiés (Ayaz *et al.*, 2000).

Tableau II. Composition chimique et nutritionnelle du fruit d'*Arbutus unedo* L.

Composition et valeur moyennes pour 100 g d'arbouses fraîches (Nicole et Galloouin, 2013)	
Composé	Teneur
Eau	80g
Glucides ;	11g (variable selon maturité);
Saccharose	7g
Glucose	2.8g
Fructose	1.2g
Protides	1.2g
Lipides	2g
Acide malique	0.8g
Vitamine et minéraux	5g
Valeur énergétique	67 Kcal ou 280 KJ

La valeur énergétique de ces fruits est apportée essentiellement par les glucides. D'autre part, la richesse relative des graines en lipides (40%) permet d'extraire une huile d'arbose.

II.7.2. Composés phénoliques

Les résultats des recherches sont très contradictoires et différent selon les auteurs et l'origine du fruit. Dans les fruits d'*Arbutus*, plusieurs composés appartenant aux différents groupes de phénols ont été identifiés à savoir les acides phénoliques, les flavonols, les dérivés

de flavan-3-ols et de galloyl, et les anthocyanines (Mendes *et al.*, 2011 ; Pimpão *et al.*, 2013). En outre, certaines recherches ont démontré que l'acide gallique est le composé phénolique principal du fruits d'*Arbutus*, suivi de l'acide protocatechique, acide gentsique, l'acide *p*-hydroxybenzoïque, l'acide vanillique et l'acide *m*-anisique (Ayaz *et al.*, 2000) . Tandis que, d'autres ont démontré que les principaux composés phénoliques sont les dérivés de flavan-3-ols suivi par les anthocyanines et les flavonols (Guimarães *et al.*, 2013). Les tannins avec les autres composés phénoliques contribueraient au goût amer du fruit. Parmi les anthocyanines, la cyanidine a été identifiée comme étant le principal contributeur à la couleur rouge

caractéristique du fruit. D'autres flavonoïdes ont été découverts également caractérisés par la delphinidine-galactoside, la quercétine et le kaempferol (Pallauf *et al.*, 2008). D'une manière générale, les composés phénoliques les plus importants du fruit de l'arbousier sont présentés en (Figure 6).

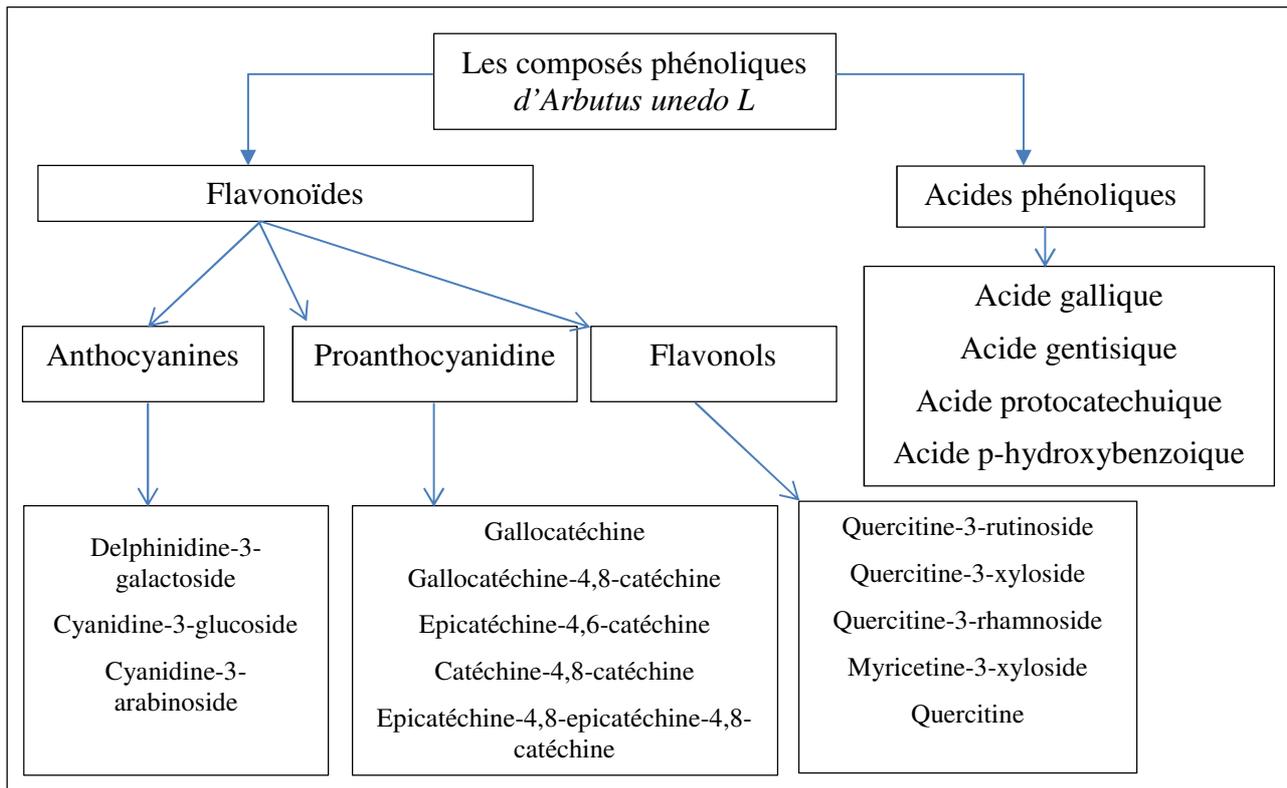


Figure 6. Les principaux composés phénoliques dans l'*Arbutus unedo* L. (Oliveira, 2011)



Chapitre II : Les Polyphénols et les Antioxydants



I. Les polyphénols extraits des Myrtes sauvage et Arbousier

Les plantes synthétisent divers métabolites secondaires, dont la portion la plus significative est représentée par les polyphénols (Crozier *et al.*, 2008). L'argument d'après lequel les polyphénols jouent des rôles cruciaux dans l'écologie et la physiologie de la plante, s'est étendu dans le domaine de la recherche biomédicale qui a démontré que la présence des polyphénols dans les aliments permet de lutter contre les maladies chroniques contemporaines, via leur activité antioxydante (Daeyf et Lattanzio, 2008). Les plantes aromatiques et médicinales, comme le myrte est considéré comme élément préventif contre les maladies liées au stress oxydatif pour sa richesse en composés phénoliques et en huiles essentielles (Christian *et al.*, 2005), de même pour l'arboise (Ayaz *et al.*, 2000; Pallauf *et al.*, 2008; Mendes *et al.*, 2011; Pimpão *et al.*, 2013).

I.1. Définition

Les polyphénols naturels sont des métabolites secondaires, le terme « polyphénols » englobe huit milles composés naturels qui possèdent un caractère structural commun : la présence d'un phénol (un anneau aromatique qui contient au moins un groupement hydroxyle comme substitut). Les polyphénols des plantes trouvent leur origine biogénétique dans deux principales voies biosynthétiques : la voie du shikimate et la voie polyketide ou acétate. La première aboutit à la formation des phénylpropanoïdes (acides hydroxycinnamiques et coumarines), tandis que le second produit des phénols simples mais aussi des quinones. Les flavonoïdes, le groupe dominant des polyphénols, sont issus de la biosynthèse combinée des deux voies (Dey et Harborne, 1989). 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 (Muanda, 2010) (**Figure 3**) et (**Figure 6**).

I.2. Classification des composés phénoliques

Plus de 8000 structures phénoliques sont actuellement connues, allant de molécules phénoliques simples de bas poids moléculaire à des composés hautement polymérisés. Ils peuvent être conjugués avec un ou plusieurs résidus sucres lié, ou ils peuvent également être liés avec d'autres composés chimiques, tels que des acides carboxyliques, des amines ou des lipides (Martin et Andriantsitohaina, 2002). La classification des composés phénoliques en polyphénols et phénols simples repose sur le nombre de sous-unités phénols. Les phénols simples incluent les acides phénoliques. Les composés phénoliques qui possèdent au moins

deux sous-unités phénoliques incluent les flavonoïdes et les stilbènes, et ceux possédant trois et plus de ces sous-unités sont dits tannins (hydrolysables et non hydrolysables) (Robbins, 2003). En plus du nombre de noyaux phénoliques, les éléments structuraux liés à ces noyaux interviennent aussi dans la classification des composés phénoliques (Robards *et al.*, 1999).

I.2.1. Acides phénoliques

Les acides phénoliques (**Figure 7**) est une sous-classe des composés phénoliques qui correspond à un groupe distinct d'acides organiques et ils sont subdivisé en deux groupes : les acides hydroxycinnamiques et les acides hydroxybenzoïques. Bien que le squelette de base soit le même, le nombre et les positions des groupements hydroxyles engendrent la diversification des composés dans ce groupe. Dans plusieurs cas, les analogues aldéhydes rentrent dans cette sous-classe. Les acides hydroxycinnamiques sont généralement estérifiés, sauf dans les aliments qui ont subi une congélation, stérilisation ou fermentation où des formes libres sont observées. Ils sont plus répandus dans les aliments que les acides hydroxybenzoïques. Ces derniers peuvent se présenter sous des formes libres ou estérifiés dans la nature, se trouvent rarement dans les plantes à consommations humaine et sont généralement considérés ayant intérêt nutritionnel moindre (Robbins, 2003 ; Manach *et al.*, 2004).

a) Les acides benzoïques

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

b) Les acides cinnamiques

Sont des acides à structure de type C6-C3. Les composés les plus fréquents soient l'acide p-coumarique, l'acide caféique et l'acide fertarique (Ribereau, 1968).

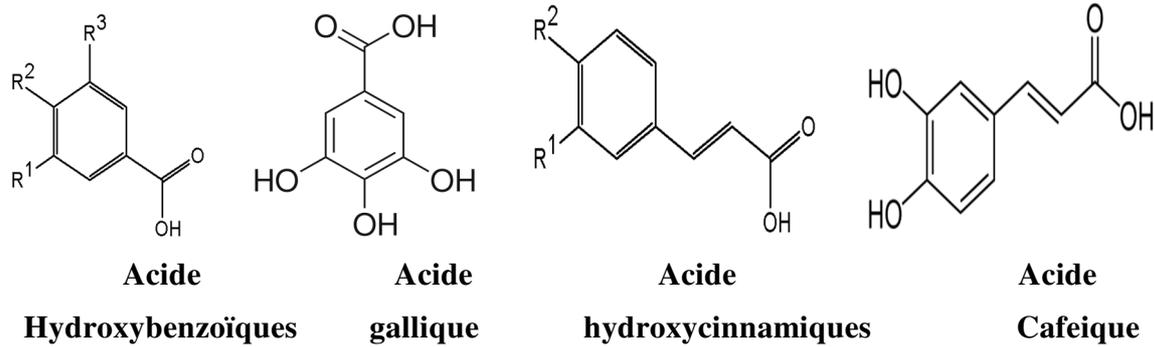


Figure 7. Quelques acides phénoliques et leurs Structure chimique (Heim et al., 2002; Krief.,2003)

I.2.2. Flavonoïdes

Plus de 8000 composés phénoliques, dont 4000 flavonoïdes ont été déjà identifiés et le nombre ne cesse d'augmenter. Ce sont des composés à bas poids moléculaire, contenant quinze atomes de carbones, arrangés selon la configuration C6-C3-C6. Le terme flavonoïdes est utilisé pour décrire une large gamme de composés dérivés du noyau flavone (Kaiserova *et al.*, 2007).

Ce sont des pigments responsables de coloration jaune, orange et rouge de différents organes de végétaux. Ils sont rencontrés dans les fruits, légumes, les boissons (vin rouge, thé, café) et plusieurs plantes médicinales (Ghedira, 2005). Les flavonoïdes sont des composés à deux cycles benzoïques reliés par un cycle pyrone (oxygène contenu au niveau d'une pyranne) (Hakkinen, 2000).

Les flavonoïdes sont des composés qui ont la capacité de piéger plusieurs espèces oxygénées réactives et radicaux libres (anion superoxyde, radical hydroxyle, radical peroxy et l'oxygène singulet). Plusieurs flavonoïdes sont considérés comme étant des chélateurs des ions métalliques de transition (fer et cuivre), permettant de diminuer significativement leur capacité à promouvoir la formation des espèces réactives (Halliwell, 2007). Ils ont des rôles éclectiques dont : piégeage des radicaux libres (propriété scavenging), prévention de l'oxydation des LDL, inhibition des enzymes hydrolytiques et oxydatives. Dautre part, il manifeste des propriétés anti-inflammatoires, jouent un rôle dans la protection contre les rayonnements ultraviolets, la défense des plantes contre les microorganismes pathogènes et la fertilité des plantes et les interactions plantes-microorganismes (Frankel, 1999).

L'ensemble des flavonols, flavones, flavanones, isoflavones et des anthocianes constitue la grande famille des flavonoïdes (**Figure 8**)

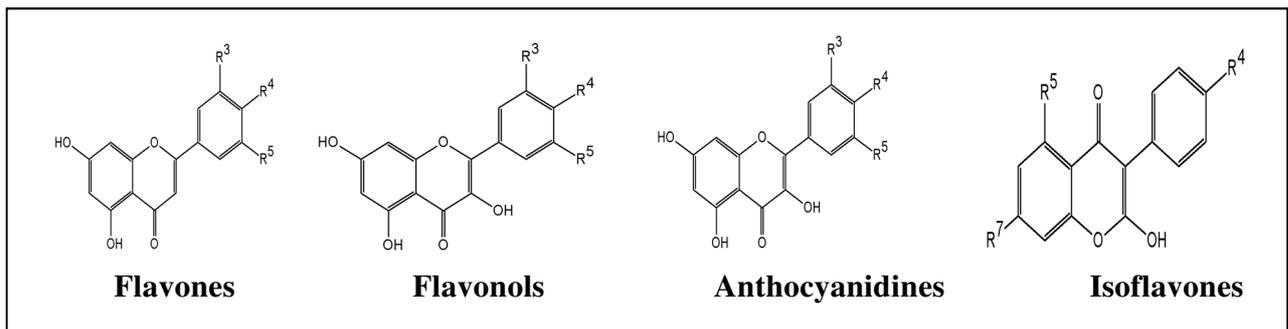


Figure 8. Quelques exemples de flavonoïdes (Heim et al., 2002).

I.2.3. Les tannins

Les tannins sont des molécules à haut poids moléculaire qui représentent le troisième groupe le plus important des polyphénols (Dey et Harborne, 1989). Ce sont des oligomères et polymères des flavonols, ils possèdent une structure amphiphile (structure aromatique hydrophobe et groupements hydroxyles hydrophiles) (Ducasse, 2009 ; Cendre, 2010). Les tannins sont des polyphénols qui constituent des organes végétaux tels que les fruits et écorces d'arbres, ils ont la capacité de s'associer aux glucides, aux protéines et aux enzymes digestives des complexes insolubles réduisant ainsi la digestibilité des aliments (Remesy *et al.*, 1996). Selon la structure des molécules, les tannins se subdivisent en hydrolysables et en condensés voir (Figure 9).

a) Tannins hydrolysables

Ces tanins sont des dimères d'acide gallique condensés sur un dérivé glycosyle, Ils comprennent l'acide gallique et les produits de condensation de son dimère, l'acide hexahydroxydiphénique. Comme leur nom l'indique, ces tanins subissent facilement une hydrolyse acide et basique, ils s'hydrolysent sous l'action enzymatique et de l'eau chaude (Muanda, 2010).

b) Tannins condensés

Appelés aussi proanthocyanidines ou procyanidines, les tanins condensés, sont des polyphénols de masse molaire élevées. Ils résultent de la polymérisation auto-oxydative ou enzymatique des unités de flavan-3,4-diol liées majoritairement par les liaisons C4-C8 (parfois C4-C6) des unités adjacentes, et se nomment ainsi pro anthocyanidines de type B. Lorsque la condensation se produit entre les unités adjacentes par la liaison C4-C8 et par une

liaison d'éther additionnelle entre C2 et C7, les proanthocyanidines sont dits de types A (Muanda, 2010).

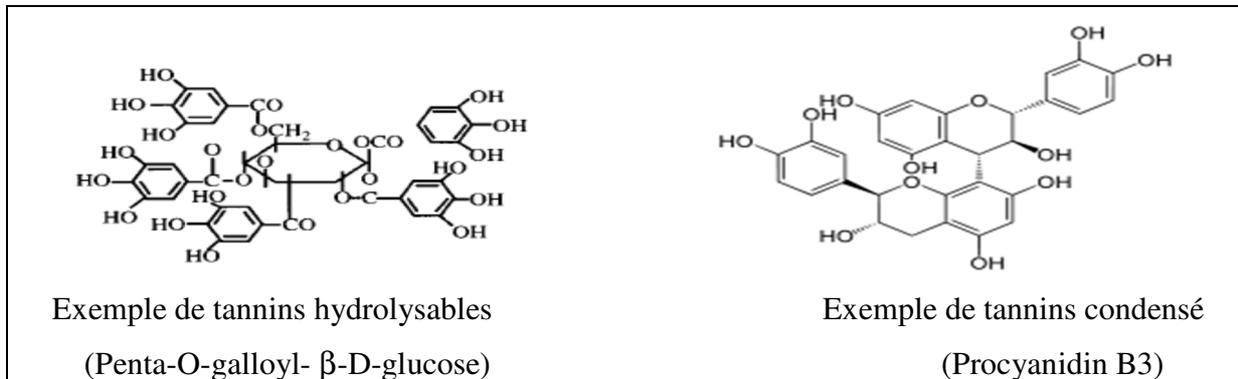


Figure 9. Structure chimique d'un tannin hydrolysable et d'un tannin condensé.
(Heim et al., 2002)

I.3. Caractérisation des polyphénols

Plusieurs travaux ont fait appels à plusieurs techniques pour l'estimation des polyphénols (Figure 10) (Tenuta et al., 2020; Kachkoul et al., 2019; Bianca et al., 2018; Jardim et al., 2017; Dahmoune et al., 2015; Guimarães et al., 2013; Pimpão et al., 2013; Messaoud et al., 2012; Barboni et al., 2010; Montoro, 2006) qui sont illustré dans le diagramme suivant :

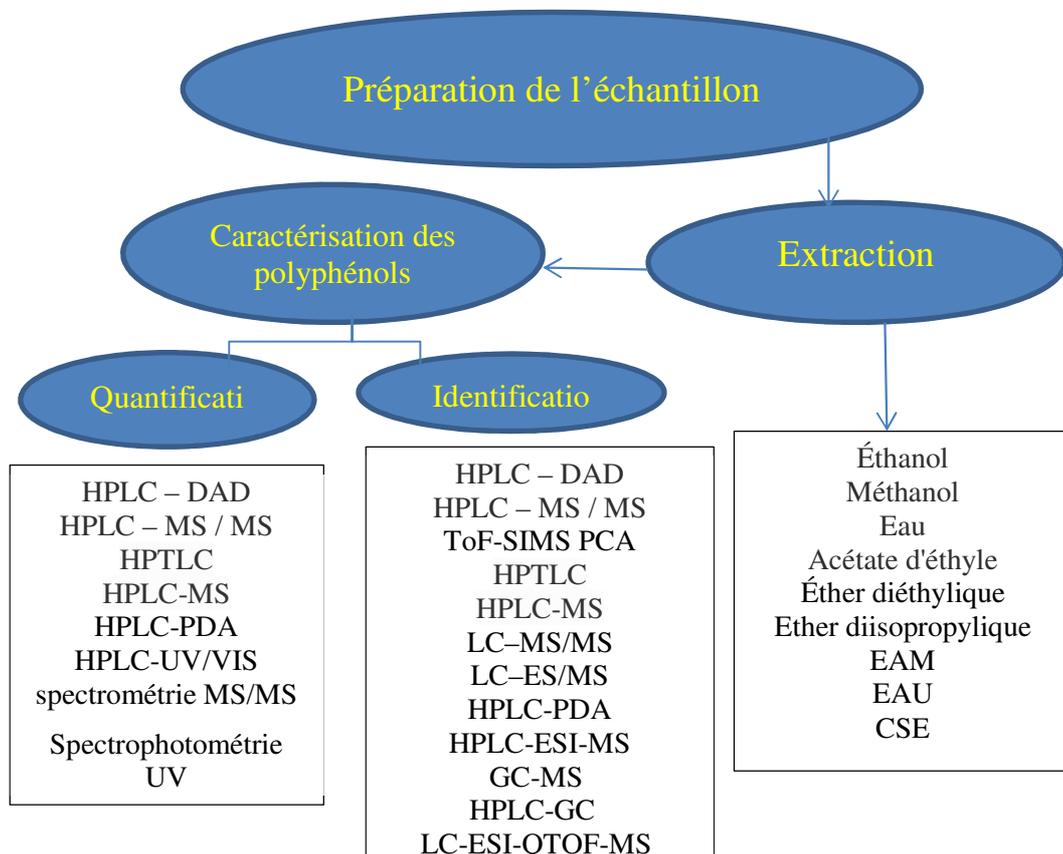


Figure 10. Différentes techniques de caractérisation des polyphénols

I.4. Propriétés des polyphénols

Les caractéristiques antioxydantes des matières d'origine végétale peuvent être attribuées à leur teneur en polyphénols. L'intérêt nutritionnel des polyphénols réside dans la capacité des polyphénols à se lier et à précipiter des macromolécules, telles que les protéines alimentaires, les glucides et les enzymes digestives, et donc à réduire la digestibilité des aliments. D'après (Harborne 1993) a mentionné que les flavonoïdes et autres polyphénols sont en partie responsables des qualités sensorielles et nutritionnelles des aliments.

L'amertume des aliments et des boissons dépend de la teneur en polyphénols (Manach *et al.*, 1996). Les flavonoïdes sont des chélateurs des métaux et inhibent les réactions de Fenton et Haber-Weiss, qui sont des sources importantes de radicaux oxygénés actifs. L'intérêt pour les phénoliques alimentaires a augmenté en raison de leur rôle d'antioxydants, d'antimutagènes et de piègeurs de radicaux libres et de leur implication dans la prévention de pathologies tels que le cancer et les maladies cardiovasculaires (Lugasi, 2003).

II. Oxydation et activité antioxydante

II.1. Oxydation

L'oxydation des lipides est une réaction impliquant l'oxygène triplet et l'oxygène singulet en présence d'initiateurs. Cette réaction engendre la formation de molécules de type esters, aldéhydes et alcools cétones, elle génère un fort défaut organoleptique dans les produits finis. (Villeneuve, 2003)

II.1.1. Mécanismes d'oxydation

L'oxydation des lipides peut se réaliser par plusieurs mécanismes en fonction des agents initiateurs (catalyseurs) impliqués, et du milieu réactionnel: l'auto-oxydation (température, ions métalliques, radicaux libres), photo-oxydation (photo-sensibilisateurs) et oxydation enzymatique (lipoxigénase, cyclooxygénase) (Jentet *et al.*, 2008).

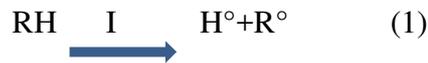
a) Auto-oxydation

C'est une réaction radicalaire qui produit des hydro-peroxydes et des composés volatils, et se déroule en trois phases : initiation, propagation et terminaison, elle constitue. Elle constitue le mécanisme prépondérant de l'oxydation des lipides (Villeneuve, 2003).

Premièrement, une réaction produit un radical libre par élimination d'un hydrogène de l'acide gras (initiation). Puis les réactions s'enchaînent pour produire plusieurs radicaux libres

(propagation) qui se combinent pour former des composés non radicalaires (terminaison) (Eymard, 2003).

INITIATION : En présence d'un initiateur (I), les lipides insaturés (RH) perdent un atome d'hydrogène pour former un radical libre de lipide (R°) voir réaction (1).



PROPAGATION : Les radicaux libres formés fixent l'oxygène moléculaire et forment des radicaux libres peroxydes instables (ROO°) qui peuvent réagir avec une nouvelle molécule d'acide gras pour former des hydroperoxydes (ROOH) voir réaction (2), (3).



TERMINAISON : Les radicaux formés réagissent entre eux pour conduire à un produit qui n'est pas un radical libre voir réaction (4), (5) et (6).



b) Photo-oxydation

D'après Eymard, (2003) la photo-oxydation produit des hydroperoxydes en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photo sensibilisateurs. Ces derniers interviennent dans l'oxydation des lipides selon deux mécanismes :

Les photosensibilisateurs de type I, agissent comme les radicaux libres initiateurs. Dans leur état triplet, ils enlèvent un atome d'hydrogène ou un électron aux molécules lipidiques pour former un radical capable de réagir avec l'oxygène selon la réaction (7).



Le second mécanisme, les molécules photosensibles de type II, interviennent dans leur état excité (Sens^3) avec l'oxygène triplet (3O_2) ou ils transfèrent leur énergie pour donner de l'oxygène singulet (1O_2) selon la réaction (8)



L'oxygène singulet ($^1\text{O}_2$) formé est très électrophile et peut réagir directement avec l'acide gras insaturé (RH) formant un hydroperoxyde (ROOH) selon la réaction (9).



c) Voie Enzymatique

La lipoxigénase catalyse l'insertion d'une molécule d'oxygène sur un acide gras insaturé qui aboutit à la formation d'hydroperoxyde. Elle agit sur les acides gras non estérifiés. Son activité est souvent couplée avec celle des lipases et des phospholipases (Eymard, 2003).

III. L'activité antioxydante et antioxydants

Les antioxydants sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres, en les neutralisant et empêchant ou réduisant leurs effets néfastes sur le corps humain et qui sont impliqués dans la dégradation cellulaire, et aident ainsi à garder une vie active et saine (Pereira *et al.*, 2012). Les antioxydants de synthèse tels que le butyl hydroxy anisole (BHA) et le butyl hydroxy toluène (BHT) sont très efficaces mais qui manifestent des effets secondaires voir même toxiques (Manian *et al.*, 2008). Plusieurs molécules qui ont des effets antioxydantes sont isolées des plantes (Lee *et al.*, 2000; Cakir *et al.*, 2003). Il est donc souhaitable de chercher des antioxydants naturels efficaces sans ou présentant moins d'effets secondaires pour remplacer les synthétiques à partir des plantes alimentaires et médicinales (Kone, 2009).

Les antioxydants peuvent être classés de différentes manières. Selon leurs mécanismes d'action (Laguerre *et al.*, 2007; Villeneuve, 2003 ; Akoh et Min, 2002), ou selon leur origine (Pastre, 2005).

III.1. Classification

III.1.1. Selon le mécanisme

a) Les Antioxydants de type I

L'action des antioxydants de type I repose sur leur capacité à inactiver les radicaux libres. Ils inhibent la propagation des réactions radicalaires en fournissant des hydrogènes aux radicaux libres présents, ces derniers sont de type peroxy (ROO°) et alkyls (RO°). Par l'action de l'antioxydant, ils sont alors retransformés en espèces inertes ROOH ou ROH. Ils ralentissent l'oxydation lors de la phase d'initiation, mais également lors de la propagation. Ils ont pour cible les radicaux libres. (Eymard, 2003) voir réaction (10) et (11).



Selon Villeneuve, (2003) les antioxydants qui rentrent dans cette catégorie sont : les antioxydants d'origine synthétique, La vitamine C, les tocophérols, les tocotriénols, les flavonoïdes, les acides phénoliques et les stilbènes et les antioxydants de synthèse (BHA, BHT, TBHQ et les gallates).

b) Les antioxydants de type II

Les antioxydants secondaires (dits également préventifs) permettent l'inhibition de la production des radicaux libres, empêchent la formation des espèces oxygénées réactives ou interceptent celles responsables de l'initiation de l'oxydation lipidique. Dans cette catégorie on retrouve (Laguerre *et al.*, 2007) :

- Les chélateurs des métaux de transition (transferrine, ferritine, lactalbumine, acides phosphorique, succinique, ascorbique, nitrilotriacétique, phytique, des ferrioxamine, EDTA)
- Les désactivateurs de l'oxygène singulet (caroténoïdes, histidine)
- Les éliminateurs des hydroperoxydes (enzymes antioxydantes, pyruvate)
- Les piègeurs de l'oxygène (sulfites, acide ascorbique)

c) Les antioxydants de type III

Selon Eymard, (2003) les antioxydants de type III regroupent les facteurs de l'environnement qui ont une activité antioxydante en agissant sur le potentiel redox du milieu parmi eux : la température, la pression en oxygène et la lumière. L'emballage des produits permet ainsi de minimiser l'exposition à l'air et à la lumière. La mise sous vide permet de limiter les réactions d'oxydation, et donc de prolonger la durée de vie des produits.

III.1.2. Selon l'origine

La classification des antioxydants selon leur origine les répartie en deux types : les antioxydants enzymatiques (enzymes antioxydantes faisant partie des antioxydants endogènes), et les antioxydants non enzymatiques (Pastre, 2005) (**Figure 11**). Quelques antioxydants enzymatiques sont endogènes tels que les enzymes et les coenzymes, d'autres sont non enzymatiques, obtenus par l'alimentation (exogènes) tels que les polyphénols, flavonoïdes, caroténoïdes, vitamines, et minéraux (Ratnam *et al.*, 2006).

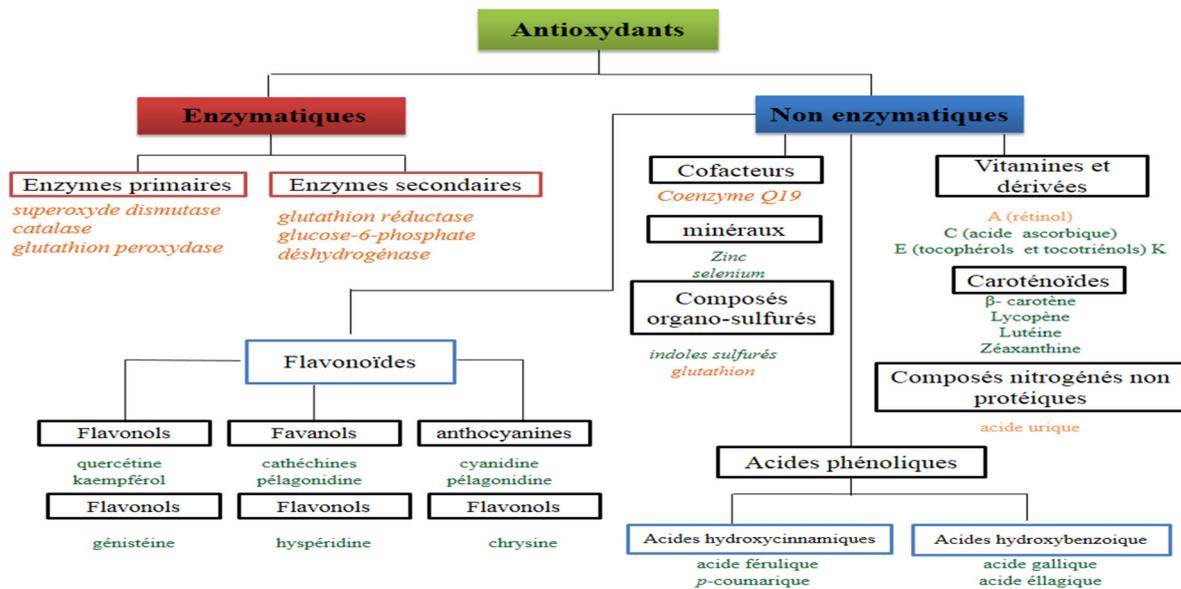


Figure 11. Les différentes classes des antioxydants naturels endogènes et exogènes (Carocho et Ferreira, 2013).

a) Antioxydants enzymatiques

Cette ligne de défense est constituée principalement de trois enzymes. Il s'agit du superoxyde dismutase (SOD), de la catalase et de la glutathion peroxydase (GPX) (Marfak, 2003).

- **Superoxyde dismutase (SOD)** Les Superoxydes dismutases (SOD) catalysent la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène et oxygène moléculaire selon la réaction suivante (Vamecq *et al.*, 2004) :



Il existe 3 types de SOD : Cu/ Zn - SOD cytosolique , Mn – SOD mitochondrial et EC – SOD extracellulaire qui comporte du cuivre et du zinc (Ré *et al.*, 2005).

- **Catalase**

Les catalases convertissent l'eau oxygénée (H₂O₂) en eau (H₂O) selon la réaction suivante (Vamecq *et al.*, 2004) :



- **Glutathion peroxydase et réductase**

Ces deux enzymes sont localisées dans le cytosol et dans la mitochondrie. Le rôle de la glutathion peroxydase (GPX) est de réduire d'une part le peroxyde d'hydrogène en molécule

d'eau, et d'autre part les hydroperoxydes organiques (ROOH) en alcool, cette réaction demande l'intervention de deux molécules de glutathion (GSH) qui se transforment en glutathion-disulfure (GSSG) selon les réactions suivantes :



D'après (Marfak, 2003), La glutathion réductase (GR), a le rôle de régénérer le GSH à partir de GSSG. Au cours de cette réaction la glutathion réductase utilise un cofacteur, qui est le NADPH :



b) Antioxydants non enzymatiques

➤ **Les polyphénols** : Les composés phénoliques exercent une activité antioxydante via plusieurs mécanismes selon (Halliwell, 1994):

- Le piégeage direct des ERO
- L'inhibition des enzymes génératrices d'ERO
- La chélation des ions de métaux de transitions, responsables de la production des ERO
- L'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydantes

➤ Les vitamines

- **Tocophérols** (vitamine E) : la vitamine E est un puissant inhibiteur de formation des nitrosamides en captant l'acide nitreux, mais aussi un protecteur efficace de l'oxydation des LDL. De plus, l'effet bénéfique de la vitamine E se trouve renforcé par une consommation optimale de la vitamine C. Cette dernière réduit la vitamine E oxydée et la régénère sous sa forme antioxydante active (Lee *et al.*, 2004). En l'absence des systèmes de régénération appropriés, la vitamine E peut avoir des effets prooxydants (Servais, 2004) (**Figure12**).

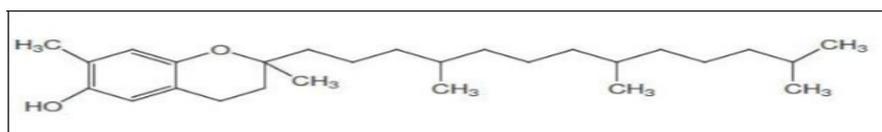


Figure 12. Structure de la vitamine E (Pincemail *et al.*, 1998)

- **Acide ascorbique** (Vitamine C) : l'acide ascorbique, Elle a la fois, a un rôle prooxydant et antioxydant. Son activité antioxydante est comparable à celle de la vitamine E au niveau des

compartiments hydrophiles de la cellule (Tamimi *et al.*, 2002). En perdant un électron cette vitamine devient un radical ascorbyle qui est relativement stable avec un temps de demi vie de 10-5 secondes, ce dernier lorsqu' il perd son électron célibataire il donne l'acide dehydroascorbique (Padayatty *et al.*, 2003) (**Figure13**).

L'arbose est une source de santé, à savoir de la vitamine C (Ruiz-Rodríguez *et al.*, 2011).

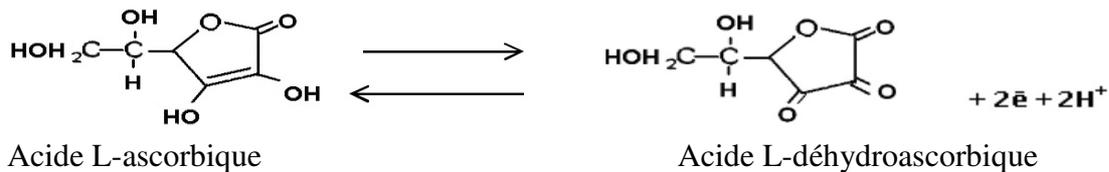


Figure 13. Structure des formes oxydée et réduite de l'acide L-ascorbique

(Léger, 2006).

➤ **Caroténoïdes** : Les caroténoïdes sont des pigments lipophiles synthétisés dans les chloroplastes et sont responsables de la coloration rouge, jaune et orange des végétaux (plantes, champignons, algues) (Josse, 2003). Ils appartiennent à la famille des tétraterpènes (C40), formés de huit unités isoprènes qui sont liées par le modèle tête-à-queue et contiennent une chaîne centrale hautement poly-insaturée. Ils sont divisés en deux groupes, les carotènes et les xanthophylles (Liu, 2004) (**Figure14**).

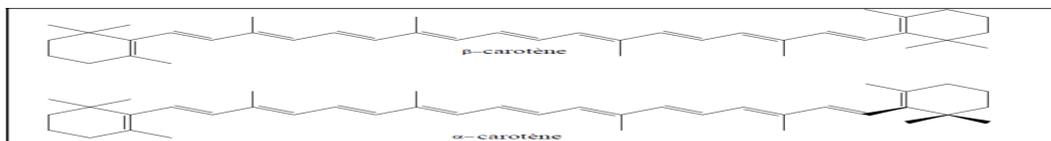


Figure 14. Structures des caroténoïdes (Liu, 2004).



Chapitre III : Activités biologiques du myrte sauvage et arbousier



La richesse des plantes aromatiques et médicinales en composés chimiques en métabolites secondaires tels les polyphénols et huiles essentielles leur confère des propriétés biologiques importantes (Kanoun, 2011). C'est le cas de *Myrtus communis* L. qui a des effets biologiques très intéressants grâce à sa richesse en ces composés (Messaoud *et al.*, 2005 ; Aidi *et al.*, 2010). L'arbousier est également caractérisé par la présence des polyphénols lui conférant des propriétés nutraceutiques et pharmacologiques (Albuquerque *et al.*, 2017a, b; Fonseca *et al.*, 2015).

Les récentes recherches ont mis la lumière sur les composés phénoliques en raison de leurs diverses propriétés physiologiques, représentées par la panoplie des activités antiallergique, anti-inflammatoire, hépatoprotective, antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (Ksouri *et al.*, 2007) (Figure 15)

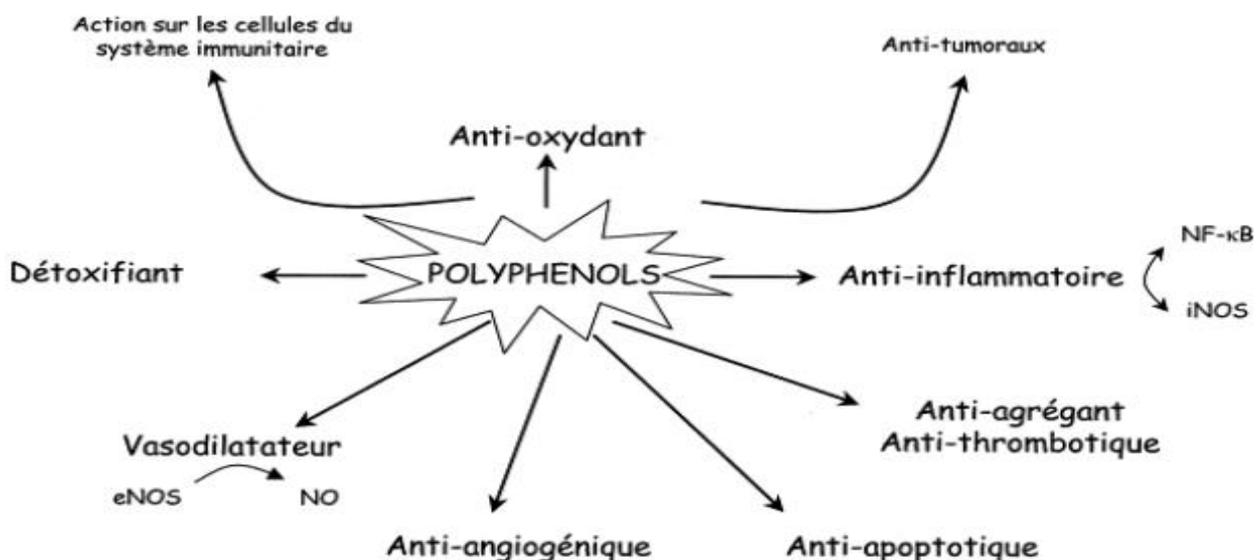


Figure 15. Schéma simplifié des différentes activités biologiques des polyphénols

I. Activités antimicrobiennes

Les problèmes concernant l'utilisation d'antibiotiques classiques, y compris la résistance à ces derniers, les problèmes environnementaux, les effets secondaires et les coûts élevés, ont renforcé la tendance à remplacer les antimicrobiens synthétiques par d'autres agents naturels (Gortzi *et al.*, 2006). L'activité antimicrobienne des huiles essentielles et des

extraits polyphénoliques implique différents modes d'action. En raison de la variabilité de la concentration et des profils chimiques des huiles essentielles et des polyphénols, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas due à un seul mécanisme. On considère que ces composants ont plusieurs sites d'action au niveau cellulaire. Généralement, il existe six mécanismes possibles d'action antimicrobienne, qui comprennent : (1) la désintégration de la membrane cytoplasmique, (2) l'interaction avec les protéines membranaires (ATPases par exemple), (3) la perturbation de la membrane externe des bactéries à Gram négatif avec la libération de lipopolysaccharides, (4) la déstabilisation de la force motrice du proton avec fuite des ions, (5) la coagulation du contenu cellulaire et (6) l'inhibition de la synthèse enzymatique (Amensour *et al.*, 2010).

Selon Muanda (2010) l'activité antimicrobienne peut revêtir plusieurs aspects dont :

- **L'effet bactériostatique** : il ne manifeste aucune destruction bactérienne mais induit une inhibition de la croissance bactérienne. Cet effet est évalué par la concentration minimale inhibitrice (CMI) ;
- **L'effet bactéricide** : il s'exprime par une accélération de la mort des bactéries ;
- **L'effet antifongique** : les substances antifongiques manifestent un effet fongicide ou fongistatique et sont efficaces sur les levures et les champignons, notamment contre les dermatophytes et les moisissures.

A. unedo présente une activité antimicrobienne contre les bactéries à Gram positif et négatif (Kahriman, 2010) (**Tableau III**). D'après Dib *et al.* (2010), l'activité antimicrobienne des extraits insaponifiables de feuilles et tiges est due aux monoterpènes. Selon Sikkema *et al.* (1995), l'activité antimicrobienne des monoterpènes est assurée par l'endommagement des structures de la membrane cellulaire.

Les propriétés antibactériennes des huiles essentielles du myrte sauvage et de ses extraits polyphénoliques contre les bactéries pathogènes ont été signalées dans de nombreuses études (Aleksic *et Knezevic*, 2014) (**Tableau IV**).

Tableau III. Activité antimicrobienne de *A. unedo* L. (Kahriman, 2010)

Plante	Partie de la plante	Microorganismes	Références
A. <i>unedo</i> L.	Fruit	<i>Listeria monocitogenes</i> et <i>Enterococcus faecalis</i>	(Kahriman, 2010)
		<i>Salmonella typhimurium</i>	(Ben Salema <i>et al.</i> , 2018)
	Extrais éthanolique du fruit	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> et <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(Malheiro <i>et al.</i> , 2012)
		<i>Enterococcus feacium</i> and <i>Candida albicans</i>	(Ferreira <i>et al.</i> , 2012)
	Feuilles	<i>S. aureus</i> , <i>A. parasiticus</i>	(Orak, 2011)
		<i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. epidermis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i>	(Malheiro, 2012)
		<i>B. cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>H. pylori</i> , <i>C. tropicalis</i>	(Ferreira, 2012)
	Racines	<i>M. smegmatis</i> , <i>M. aurum</i> , <i>M. bovis</i>	(El Ouarti, 2012)

A : *Aspergillus*, B : *Bacilus*, C : *Candida*, E : *Escherichia*, L : *Listeria*, M : *Mycobacterium*, P : *Pseudomonas*, S : *Staphylococcu*

Tableau IV. Activité antimicrobienne de *Myrtus communis* L. (Aleksic et Knezevic, 2014).

Plante	Partie de la plante	Microorganismes	Références
<i>Myrtus communis</i> L.	Préparation brute	<i>S. aureus</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Klebsiella aerogenes</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Shigiella shigie</i> , <i>E. coli</i>	(Alem <i>et al.</i> , 2008)
	Extraits bruts	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Micrococcus luteus</i>	(Mansouri <i>et al.</i> , 2001)
	Extraits aqueux de feuilles	<i>P. aeruginosa</i>	(Al-Saimary <i>et al.</i> , 2002)
	Extraits méthanoliques, éthanoliques et acétate d'éthyle, extraits de feuilles de et de baies	<i>B. subtilis</i> DCM 3366, <i>E faecium</i> CECT 410, <i>L. innocua</i> CECT 4030, <i>L. monocytogenes</i> CECT 4032, <i>S. aureus</i> MBLA, <i>S. aureus</i> CECT 9760, <i>S. aureus</i> CECT 794, <i>P. aeruginosa</i> CECT 110T, <i>P. flourescens</i> CECT 378, <i>P. aeruginosa</i> IH, <i>E. coli</i> K12, <i>Proteus vulgaris</i> CECT 484.	(Amensour <i>et al.</i> , 2010)
	Extraits méthanoliques des extraits de feuilles	<i>S. aureus</i> , <i>S. mutans</i> , <i>S. viridans</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>E. coli</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>C. glabrata</i> , <i>C. albicans</i> , <i>L. monocytogenes</i> .	(Gortzi <i>et al.</i> , 2008)
	Extraits hydroalcooliques de feuilles	<i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>Vibrio cholerae</i> .	(Taheri <i>et al.</i> , 2013)
	Huile essentielle des myrtes sauvages	<i>P. aeruginosa</i>	(Owlia <i>et al.</i> , 2009)
		<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. albicans</i>	(Yadegarinia <i>et al.</i> , 2006)
		<i>B. subtilis</i>	(Rosato <i>et al.</i> , 2007)
	Huile essentielle des feuilles	<i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Enterobacter durans</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. aeruginosa</i>	(Akin <i>et al.</i> , 2010)
<i>M. tuberculosis</i> , <i>Mycobacterium avium</i> subspecies. <i>Paratuberculose</i>		(Zanetti <i>et al.</i> , 2010)	

		<i>B. subtilis</i> (ATCC 6633), <i>S. Enterica</i> , <i>Enterobacter cloacea</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>K. pneumonia</i> , <i>S. aureus</i> (CIP 7625), <i>L. monocytogenes</i> (CIP 82110), <i>E. coli</i> , <i>C. albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus ochraceu</i> , <i>Fusarium culmorum</i>	(Berka-Zougali <i>et al.</i> , 2012)
	Infusions feuilles sèches	<i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>S. typhi</i> , <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>P. mirabilis</i> , <i>S. flexneri</i> .	(Messaoud <i>et al.</i> , 2012)
	Huile essentielle des feuilles du myrte utilisées pour lavage de légumes	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	(Gündüz <i>et al.</i> , 2009)

B : *Basilus*, C : *Candida*, E : *Escherichia*, K : *Klebsiella*, L : *Listeria*, M : *Mycobacterium*, P : *Pseudomonas*, S : *Staphylococcus*.

II. Activité antioxydante

Les antioxydants sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres, en les neutralisant et en prévenant ou en réduisant ainsi leurs effets néfastes sur le corps humain (Pereira *et al.* 2012). L'oxydation des lipides est également responsable de la détérioration des graisses et des huiles entraînant un changement de couleur, de saveur et de valeur nutritive, tandis que le stress oxydatif est impliqué dans la pathogenèse de nombreuses maladies (Young et Woodside, 2001). Comme l'ont démontré plusieurs études, la capacité antioxydante des extraits de plantes est fortement liée à la teneur en polyphénols. Cette activité n'est pas le résultat d'activité d'un seul composé phénolique, mais celui de l'interaction de plusieurs composés. Les anthocyanes et les acides phénoliques semblent être responsables de la capacité antioxydante (Wang *et al.*, 1999).

Les plantes aromatiques et médicinales, comme le myrte, sont une source d'antioxydants naturels en raison de l'activité des métabolites secondaires, comme les phénylpropanoïdes et les huiles essentielles. Ces huiles et extraits végétaux essentiels sont utilisés depuis des lustres dans la conservation des aliments, les produits pharmaceutiques, la médecine alternative et les thérapies naturelles (Burt, 2004). Plusieurs études décrivent les activités antioxydantes de différents extraits et composés obtenus à partir de feuilles de myrte (Romani *et al.* , 2004). Tuberoso et al. (2007) ont démontré une corrélation très élevée entre la capacité antiradicalaire ou antioxydante avec la concentration des polyphénols dans les myrtes sauvages. Selon Romani et al. (2004), plusieurs antioxydants connus comme les tanins et tocophérols ont été isolés à partir d'extraits de *Myrtus communis L.*, présentant une activité antioxydante. Montoro et al. (2006) ont mentionné que les anthocyanes et les flavonols des extraits éthanoliques obtenus à partir des baies du myrte sauvage sont généralement considérés comme responsables de l'activité antioxydante. Les proanthocyanidines oligomères agissent principalement sur les maladies vasculaires et ont la capacité de piéger les peroxydes lipidiques et les radicaux libres et inhiber de manière non compétitive la xanthine oxydase, générateur majeur de radicaux libres (Fine, 2000).

A. unedo L. contient une grande variété de composés antioxydants (caroténoïdes, acides organiques, phénoliques, terpénoïdes, vitamines E et C) (Tavares *et al.*, 2010). D'après Morgadoa et al. (2018), de nombreuses études ont montré une puissante activité antioxydante d'*A. unedo L.*, à savoir des feuilles et des fruits. Ces derniers possèdent un effet de piégeage élevé contre le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et un effet puissant dans

l'élimination des radicaux superoxydes. Ces derniers sont parmi les radicaux libres les plus importants et précurseurs de plusieurs molécules associées à des lésions tissulaires par oxydation. Mendes et al. (2011) ont démontré une puissante activité antioxydante pour les extraits aqueux des feuilles et des fruits, bien que toujours plus élevée dans les feuilles. Sous l'action oxydante du 2,2-azobis (2-amidinopropane) dichlorhydrate (AAPH), feuilles d'*A. unedo L.* et extraits de ses fruits protègent la membrane érythrocytaire de l'hémolyse et diminuent les niveaux du malondialdéhyde (produit de la peroxydation lipidique). L'activité antioxydante d'*A. unedo L.* a été attribuée à la teneur élevée en flavonoïdes (principalement constituée par les proanthocyanidines, cyanidine et glycosides de delphinidine), acide ellagique et son dérivé diglucoside, vitamines C et E et caroténoïdes (Pallauf *et al.*, 2008). Selon Pavlović et al. (2011), les effets positifs des extraits de feuilles d'*A. unedo L.* contre les douleurs gastro-intestinales sont liées aux composés antioxydants, comme les tanins, l'arbutine et les flavonoïdes. L'activité antioxydante observée dans ces études met en évidence une utilisation potentielle des extraits d'*A. unedo L.* en tant que compléments par les industries alimentaire et pharmaceutique (Morgadoa *et al.*, 2018).

III. Activité pharmacologique

En plus des activités mentionnées précédemment, il y a d'autres activités biologiques importantes du *Myrtus communis L.* qui peuvent être sous-classifiées comme des effets biochimiques c'est-à-dire pharmacologiques, y compris les effets anti-inflammatoires, antidiabétique, antimutagénique, proapoptotique dans les cellules cancéreuses, antiathérogène, anti-ischémique hépatique, aussi bien qu'insecticide, molluscicide et antiprotozoaire.

Le terme "activité pharmacologique" se réfère aux interactions biochimiques des extraits de myrte avec des composés dans la circulation sanguine (hormones et enzymes). Les activités pharmacologiques sont généralement examinées *in vivo* sur des organismes modèles différents (Djilani et Dicko, 2012).

Il a été démontré que les différents extraits obtenus à partir d'*A. unedo L.* possèdent un potentiel pharmacologique élevé en raison de leurs effets antimicrobien, antiagrégant, antidiabétique, antihypertenseur, anti-inflammatoire, antitumoral, antioxydant et spasmolytique (Afrin *et al.*, 2017).

III.1 Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est la réponse immunitaire de l'organisme à une agression par des agents pro-inflammatoires d'origine virale, bactérienne ou autre (les lipoprotéines oxydées,

les marqueurs du stress oxydant). L'inflammation est précisément régulée afin de limiter les altérations des biomolécules de l'hôte. Cependant, une régulation inappropriée de ce phénomène peut conduire à un état inflammatoire chronique (Bengmark, 2004). Les anti-inflammatoires sont classés en stéroïdiens (médicaments composés de molécules stéroïdiennes telles que les corticoïdes, les gluco-corticostéroïdes et ses dérivés), et en non stéroïdiens (pyrazolés, molécules diverses comme l'aspirine, les oxycams, les dérivés carboxyliques et indoliques) (Muanda, 2010).

Les eïcosanoïdes sont des médiateurs lipidiques qui peuvent être produits rapidement afin de moduler les évènements précoces de l'inflammation (Rossi *et al.*, 2009). Leur formation résulte du métabolisme de l'acide arachidonique, un acide gras polyinsaturé (C20:4) présent dans la bicouche lipidique des cellules. L'acide arachidonique est libérée de la membrane par l'action de la phospholipase A2 (PLA2), métabolisés par la cyclooxygénase (COX) ou les lipoxygénases (LO). Ce sont sur ces deux enzymes que vont agir les myrtucommulones, extraits de *Myrtus communis L.* (Desaulniers, 2006). Feisst *et al.* (2005) ont rapporté que les deux oligomères, acylphloroglucinols non prénylés, myrtucommulone (MC) et semimyrtucommulone (S-MC) des feuilles de *M. communis L.* ont un potentiel anti-inflammatoire en réduisant fortement la biosynthèse des eicosanoïdes par l'inhibition directe, *in vitro* et *in vivo*, de la cyclooxygénase-1 et la 5-lipoxygénase.

Mariotto *et al.* (2008) ont montré que les extraits aqueux des feuilles d'*A. unedo L.* sont une source prometteuse de composés capables de réduire l'inflammation. Les mécanismes de l'effet anti-inflammatoire semblent être liés à : la réduction de l'interleukine (IL) -6, la réduction d'autres pro-inflammatoires cytokines telles que les facteurs de nécrose tumorale (TNF) - α et IL-1, la diminution dans le recrutement des neutrophiles et la diminution de l'expression d'oxyde nitrique synthase inductible (iNOS) et protéine COX-2 ainsi que son activité, qui peuvent finalement conduire à la diminution des lésions tissulaires. El Haouari *et al.* (2007) ont indiqué que les extraits des feuilles peuvent diminuer l'hyperagregabilité plaquettaire, qui est un facteur important dans la pathogenèse des maladies inflammatoires.

III.2. Activité antidiabétique

Selon Scalbert *et al.* (2005), l'administration aiguë ou chronique de polyphénols à des animaux de laboratoire influence la glycémie. Les acides caféique et isoférulique réduisent la glycémie à jeun. L'acide p-hydroxybenzoïque, présente un effet hypoglycémique chez les rats. Chez l'homme, les preuves des effets des polyphénols sur la glycémie ou le risque de

diabète sont encore très limitées. Aucun effet sur la glycémie n'a été observé chez les diabétiques de type II. Les polyphénols agissent par différents mécanismes dont l'inhibition de l'absorption du glucose dans l'intestin ou de son absorption par les tissus périphériques. Dans ce dernier cas les polyphénols peuvent exercer différentes actions qui diminueraient la glycémie : inhibition de la gluconéogenèse, stimulation adrénérique pour l'absorption du glucose ou la stimulation de la libération d'insuline par le pancréas. La génération des ROS (espèces réactives de l'oxygène) joue également un rôle important dans l'étiologie des complications diabétiques. La glycosylation des protéines et l'auto-oxydation du glucose peuvent générer des radicaux libres qui catalysent la peroxydation lipidique dans un état diabétique (Wolff et Dean, 1987). L'augmentation de radicaux libres pourrait être due à l'augmentation de la peroxydation des lipides et peut également être le résultat de dommages aux systèmes de défense antioxydants (Bugdayci *et al.*, 2006).

Selon Sepici *et al.* (2004), le myrte est utilisé comme un agent antidiabétique dans la médecine populaire. Elfellah *et al.* (1984) et Fahim *et al.* (2009), ont démontré l'effet hypoglycémiant chez des souris diabétiques traitées par l'injection de streptozotocine. L'administration d'un extrait hydro-éthanolique de *Myrtus communis L.* inhibe l'hyperglycémie. Sepici *et al.* (2004) rapportent que l'activité hypoglycémique du myrte sauvage n'est pas liée à la sécrétion d'insuline mais plutôt due à l'inhibition réversible de l' α -glucosidase présente dans la muqueuse de l'intestin grêle réduisant ainsi l'absorption intestinale du glucose. L'activation de la glycolyse est envisageable par une activité plus élevée de la glucokinase et l'activation de la glycogénèse.

Selon Sepici-Dincel *et al.* (2007) les huiles essentielles des feuilles du myrte sauvage, administrées par voie sublinguale, inhibent la peroxydation lipidique. En l'occurrence, ces dernières pourraient améliorer l'hémostase altérée du glucose dans les cas de diabète via son activité antioxydante. D'après Bnouham *et al.* (2010) et Bnouham *et al.* (2007), les racines de l'extrait d'*A. unedo L.* possèdent une activité antidiabétique et pourraient être bénéfiques dans la prévention ou le traitement de la résistance à l'insuline et au diabète sucré du type II (**Tableau V**).

Selon Waltner-Law *et al.* (2002), les effets antidiabétiques sont dus à sa composition en polyphénols, à savoir : tanins, épicatechine, catéchine, gallate de catéchine, hyperoside et acide gallique (Legssyer *et al.*, 2004), ainsi que arbutoside, quercétine et gallate d'éthyle (Fiorentino *et al.*, 2007).

Tableau V. Quelques activités antidiabétiques de l'*A unedo* L. (Morgado, 2018).

Partie de la plante	Etude	Extraction	activités	Référence
Racine	OGTT	Eau	- Activité potentielle sur l'insuline ; - Améliore la prise de glucose	(Bnouham <i>et al.</i> , 2010).
Racine	OGTT and IVGTT		- Diminution du jéjunal ; - Absorption du glucose.	(Bnouham <i>et al.</i> , 2007)

IVGTT - Test de tolérance au glucose par voie intraveineuse; OGTT – Test oral de tolérance au glucose.

III.3. Activité cardiovasculaire

Diverses études épidémiologiques ont montré l'existence d'une corrélation inverse entre la consommation des polyphénols ou d'aliments riches en polyphénols et le risque de développement de maladies cardiovasculaires (Peters *et al.*, 2001).

Selon Afkir *et al.* (2008), l'activité antihypertensive d'*A. unedo* L. est attribuée aux feuilles et aux racines. Legssyer *et al.* (2004) ont rapporté que lorsque l'extrait méthanolique des feuilles est utilisé, les fractions les plus actives en termes de vasorelaxation correspondent à des composés polyphénoliques. L'analyse de l'une des fractions les plus actives a indiqué la présence de gallate de catéchine, un dérivé de flavanols. L'activité vasorelaxante des feuilles d'*A. unedo* L. a ensuite été attribuée aux composés polyphénoliques, principalement aux tanins condensés oligomères et gallates de catéchine. Dans l'ensemble, ces observations mettent en évidence le potentiel thérapeutique des extraits d'*A. unedo* L. dans le traitement ou la prévention de l'hypertension, des maladies cardiovasculaires et rénales (Morgado *et al.*, 2018) (Tableau VI). *Myrtus communis* L. a également un effet sur l'activité cardiovasculaire (Verica *et Knezevic*, 2014).

Tableau VI. Quelques activités cardiovasculaires de l'A. Unedo L. (Morgado et al., 2018)

Partie de la plante	Extrais	Propriétés	Référence
racines	Eau	Régression du développement de l'hypertension, prévention du myocarde hypertrophique, Amélioration de la réactivité vasculaire et la fonction rénale (paramètres causés par l'ester méthylique de NG-nitro-L-arginine (L-NAME)) Réduction de développement de l'augmentation de la pression artérielle systolique. Amélioration de la réactivité vasculaire et la sensibilité baroréflexe. Amélioration de la fonction rénale. Réduction de l'hypertrophie ventriculaire	(Afkir et al., 2008)
racine et feuilles		Amélioration de la sensibilité du barorécepteur artériel contrôlant la fréquence cardiaque à augmentations aiguës de la pression artérielle	
racine	Eau	Atténuation des réponses à la phényléphrine et à l'angiotensine I Aucun effet sur la tension artérielle finale et la fréquence cardiaque.	(Ziyyat et Boussairi, 1998).
feuilles et racines	Eau	Relaxation dépendante de l'endothélium de l'aorte isolée du rat qui peut être assuré principalement par une stimulation de l'oxyde nitrique synthase endothéliale par des mécanismes autres que l'activation des récepteurs muscariniques.	(Ziyyat et al., 2002).
feuilles	Eau (Pour l'extrait aqueux) Hexane ; Dichlorométhan, Acétate d'éthyle ; Méthanol et eau (pour le soxhlet extraction)	Activité vasorelaxante due à la présence d'oligomères tanins condensés et gallate de catéchine. Cet effet dépend de l'endothélium et médiatisé par oxyde nitrique.	(Legssyer et al., 2004).

III.4. Activité anticancéreuse

Le cancer est un trouble hyperprolifératif qui engendre une transformation cellulaire morphologique, dérégulation d'apoptose, prolifération cellulaire incontrôlée, invasion, angiogenèse et métastase. Plusieurs mécanismes d'action ont été identifiés : activité oestrogénique ou antioestrogénique, effets antiprolifératifs, induction de l'arrêt du cycle cellulaire ou de l'apoptose, prévention du stress oxydant, activité anti-inflammatoire et modification de la signalisation cellulaire (Garcia-Lafuente *et al.*, 2009).

Selon Scalbert *et al.* (2005), l'effet des polyphénols sur les lignées de cellules cancéreuses humaines est fréquemment protecteur et induit une réduction du nombre de tumeurs et leur croissance.

Selon Cuendet et Pezzuto (2000), des essais biologiques *in vitro* ont démontré que l'inhibition de l'enzyme cyclooxygénase-2 (COX-2) représente l'un des principaux mécanismes de protection contre la croissance des tumeurs.

A. unedo L. est une bonne source de composés phénoliques, y compris les anthocyanes. Ces composés ont de puissantes propriétés antioxydantes, liées à une activité anticancéreuse (Guimarães *et al.*, 2014). Afrin *et al.* (2019) ont montré que le miel d'arbousier a une action chimio-préventive sur différents modèles de cellules cancéreuses du côlon par des effets anticancéreux sur la prolifération cellulaire, le cycle cellulaire et l'apoptose dans les cellules cancéreuses de l'adénocarcinome du côlon humain (HCT-116) et métastatique (LoVo). Guimarães *et al.* (2014) et Schaffer *et al.* (2005), ont démontré que *A. unedo* pourrait inhiber la synthèse d'ADN et la prolifération cellulaire dans différentes lignées cellulaires du cancer.

La myrtucommulone est probablement l'une des molécules les plus prometteuses de *Myrtus communis* L., la myrtucommulone-A induit l'apoptose dans les lignées cellulaires cancéreuses, avec une cytotoxicité marginale pour les cellules non transformées, via le cytochrome mitochondrial (Franceschini *et al.*, 2016).

D'autres activités biologiques de *M. communis* L. et *A unedo* L., sont rapportées en (Tableau VII) et (Tableau VIII) respectivement.

Tableau VII. Quelques activités pharmaceutiques de *myrtus communis* L. (Aleksic et Knezevic, 2014)

Activités	Dosage et mode d'application de l'extrait de myrte, de l'huile ou composé	Références
Anti-mutagène	L'huile essentielle a enjointrai une réduction élevée de la mutagenèse en fonction de la concentration (0,05, 0,075, 0,1, 0,15 l / assiette)	Mimica-Dukic <i>et al.</i> (2010)
	Activité inhibitrice contre nifuroxazide, aflatoxine B1 et H2O2 induit mutagénicité sur Myricétine-3-o-galactoside et myricétine-3-o-rhamnoside, isolée à partir de feuilles de <i>M. communis</i>	(Hayder <i>et al.</i> , 2008)
Pro-apoptotique dans les cellules cancéreuses	CE50 3–8 microM de myrtucommulone de <i>Myrtus communis</i> L. Induis la mort cellulaire de différentes lignées de cellules cancéreuses avec des caractéristiques d' apoptose	(Tretiakova <i>et al.</i> , 2008)
Contre l'ischémie hépatique	Extraits de myrte de fruits noirs 11,32 g / ml et blanc fruit 26,85 g / ml et les feuilles de myrte de fruits noirs 94,25 g / ml, injecté 15 min avant perfusion	(Salouage <i>et al.</i> , 2009)
Anti-ulcer	Deux doses d'extraits aqueux (105 et 175 mg / kg) et extraits méthanoliques (93 et 154 mg / kg) de les baies de myrte ont été administrées par voie orale	(Sumbul <i>et al.</i> , 2010)
Insecticide	Huile essentielle de myrte 150–270 g / ml sur <i>Plasmodium falciparum</i>	(Milhau <i>et al.</i> , 1997)
	Les effets larvicides et antimoustiques de l'huile de myrte ont été 0,15 et 8 g / ml, respectivement contre moustique et larves <i>Anopheles gambiae</i>	(Dell'Agli <i>et al.</i> , 2012)
	L'activité insecticide est due huile de myrte sur les <i>Pediculus humanis capitis</i> (poux)	(Gauthier <i>et al.</i> , 1989)
	CL50 pour les extraits d'huiles essentielles de feuilles et de fleurs (16 mg / l) sur <i>Culex pipiens molestus</i> (moustique)	(Traboulsi <i>et al.</i> , 2002)
	2–20 IL/l air, de huile <i>M. communis</i> L. sur Charançon du haricot <i>Acanthoscelides obtectus</i> Mouche de Hesse <i>Mayetiola destructor</i>	(Lamiri <i>et al.</i> , 2001)
Molluscicide	Escargots placés dans 0,5 et 1,0 g / l d'extrait d'eau brute et fraction flavonoïde de <i>M.</i>	(Deruaz and

	communis	Raynaud, 1993)
Protozoircide	L'extrait de <i>Myrtus communis</i> L. a causé la mort de <i>Trichomonas vaginalis</i> à pH 4,65, mais ne l'a pas fait à pH 6,00	(Mahdi <i>et al.</i> , 2006 ; Azadbakht <i>et al.</i> , 2003)

Tableau VIII. Quelques activités pharmaceutiques d'A Unedo L. (Morgado *et al.*, 2018)

Activité	Effets biologique	Références
Antiagrégants plaquettaires	Agrégation plaquettaire in vitro par diminution de la mobilisation de Ca ²⁺ , diminution de la production de ROS, et diminution de la phosphorylation des protéines tyrosine.	(El Haouari <i>et al.</i> , 2007)
	Inhibition des plaquettes induites par la thrombine agrégation (probablement due à la présence de tanins).	(Mekhfi <i>et al.</i> , 2006)
	Inhibition des plaquettes induites par la thrombine agrégation.	Mekhfi <i>et al.</i> , (2004)
antitumorale	Inhibition de la prolifération cellulaire et diminution de la viabilité cellulaire.	(Afrin <i>et al.</i> , 2017)
	Inhibition de la croissance tumorale.	(Guimaraes <i>et al.</i> , 2014; Fortalezas <i>et al.</i> , 2010)
	Diminution de la viabilité cellulaire	(Andrade <i>et al.</i> , 2009)
	Des concentrations de 29,6 µg / mL conduisent à une perte de 60% de la viabilité des cellules TPH-1. Aucun effet toxique n'a été observé dans A549 /8 lignée cellulaire.	(Mariotto <i>et al.</i> , 2008)
	Des concentrations de 1,5 mg / mL conduisent à une perte de 4% de cellules plaquettaires humaines	(El Haouari <i>et al.</i> , 2007)
	Dans la plante entière d'A. unedo et de l'acide pomolique 3-l'acétate s'est avéré actif dans le test de transformation cellulaire JB6, avec une valeur CI50 de 8,1 mg mL ⁻¹	(Carcache-Blanco <i>et al.</i> , 2006)
	Inhibition de la synthèse d'ADN et la prolifération cellulaire	(Schaffer <i>et al.</i> , 2005)

IC50 - Concentration requise pour une inhibition de 50% de la croissance cellulaire.



Conclusion



Conclusion

Les plantes médicinales constituent des sources inépuisables en molécules bioactives. *M. comminus* L. (myrte sauvage) et *A. unedo* L. (Arbousier) sont deux plantes sauvages du bassin méditerranéen typiques et font l'objet de la présente étude.

De nombreuses études ont démontré l'efficacité antimicrobienne et antioxydante des extraits et des huiles essentielles de *M. communis* L. et d'*A. unedo* L., les plaçant parmi les plantes potentiellement intéressantes du point de vue alimentation et santé humaine, eu égard à la diversité liée à leurs propriétés biologiques agissant contre un large éventail de microorganismes pathogènes résistants aux antibiotiques et protégeant les cellules contre les phénomènes d'oxydation.

Les propriétés antioxydantes des deux plantes sont liées de manière distinctive à leurs richesses en composés et neutralisant les radicaux libres. Les activités antimicrobiennes des extraits insaponifiables de feuilles et tiges de *A. unedo* L. sont liées surtout à la présence de composés hydrocarbures monoterpéniques. La composition biochimique des myrtes sauvages et de l'arbousier dépend des conditions pédoclimatiques, du stade de maturation et de la partie de la plante utilisée. Les solvants les plus couramment utilisés pour la préparation des extraits sont l'eau, le méthanol, l'éthanol, l'acétate d'éthyle et l'éther diéthylique. Les travaux rapportés dans la présente ont montré que les extraits aqueux et éthanoliques présenteraient une plus grande concentration en composés bioactifs extraits par rapport aux extraits d'acétate d'éthyle, mais les activités antiradicalaires et antioxydantes les plus élevées sont rapportés pour les extraits éthanoliques et d'acétate d'éthyle.

La recherche des molécules bioactives dans ce cas pour les deux plantes revêt une importance capitale dans les industries agroalimentaires comme pigments naturels, agents antioxydants et antibactériens. Aussi, ils sont convoités pour la formulation d'aliments fonctionnels et diététiques destinés aux usages et usagers les plus divers (aliments pour bébés, adultes, sportifs et immunodéprimés).

Plusieurs perspectives peuvent découler de ce travail sous forme d'applications technologiques et sont résumés comme suit :

- Possibilité d'incorporation des molécules bioactives dans diverses matrices alimentaires ;
- Elaboration d'aliments fonctionnels à base de ces antioxydants naturels ;
- Proposition de formulations innovantes répondant aux exigences et challenges des tendances actuelles.



Références



Références

A

Aberkane MC. (2006). Etude phytochimique de la plante *Publicaria laciniata*. Thèse de doctorat. Université Batna. 163.

Afkir S., Nguenefack T.B., Aziz M., Zoheir J., Cuisinaud G., Bnouham M., Mekhfi H., Legssyer A., Lahlou S., Ziyat A., 2008. *Arbutus unedo* L. prevents cardiovascular and morphological alterations in L-NAME-induced hypertensive rats. Part I: cardiovascular and renal hemodynamic effects of *Arbutus unedo* L. in L-NAME-induced hypertensive rats. *J. Ethnopharmacol.* 116. 288–295.

Afrin S., Forbes-Hernandez T.Y., Gasparrini M., Bompadre S., Quiles J.L., Sanna G., Spano N., Giampieri F., Battino M. (2017). Strawberry-tree honey induces growth inhibition of human colon cancer cells and increases ROS generation: a comparison with manuka honey. *of.molecularscience.*18.10-3390.

Afrina S., Giampieri F., Cianciosia D., Pistollato F., Anasry J., Pacetti M., Amici A., Reboredo-Rodriguez P., Simal-Gandara J., Quiles JL., Forbe-Hernandez TY & Battino M. (2019). Strawberry tree honey as a new potential functional food. Part 1: Strawberry tree honey reduces colon cancer cell proliferation and colony formation ability, inhibits cell cycle and promotes apoptosis by regulating EGFR and MAPKs signaling pathways, *Journal of Functional Foods.* 57,439-452.

Aidi Wannes W., Mhamdi B. et Marzouk B. (2009). Variations in essential oil and fatty acid composition during *Myrtus communis* var. *italica* fruit maturation. *Food Chemistry.* 112: 621–626.

Aidi Wannes W., Mhamdi B., Sriti J., Ben Jemia M., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk M-E. et Marzouk B. (2010). Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. *Food and Chemical Toxicology.* 48:1362–1370.

AitYoussef M. (2006). *Plantes médicinales de Kabylie.* Ibis press. Paris: 37-38.

Alem G., Mekonnen Y., Tiruneh M & Mulu A. (2008). In vitro antibacterial activity of crude preparation of myrtle (*Myrtus communis* L.) on common human pathogens. *Ethiopian Medical.*46(1).63–9.

Alibert G., Ranjeva R et Boudet M.A. (1977). Organisation subcellulaire des voies de Synthèse des composés phénoliques. *Physiologie Végétale.* 15. 279 - 301.

Allen J., Pure O & Chen A., (1994). Absorption transport and metabolism of carotenoids in humans. *Biochemistry and Biophysics,* 66 (5): 1011-1016.

Al-Saimary IE., Bakr SS., Jaffar T., Al-Saimary AE., Salim H & Al-Muosawi R. (2002). Effects of some plant extracts and antibiotics on *Pseudomonas aeruginosa* isolated from various burn cases. *Saudi Med.* 23(7):802–5.

Références

Akin M., Aktumsed A & Nostro. (2010). Antibacterial activity and composition of the essential oils of eucalyptus camaldulensis dehn.and Myrtus communis L.growing in Northern cyprus.African Journal of Biotechnology. 9,531-535.

Akoh C.C. & Min D.B. (2002) Food lipids. Chemistry. Nutrition. And Biotechnology. Marcel Dekker. New York.1004.

Albuquerque BR., Prieto MA., Barros L & Ferreira,ICFR., (2017). Assessment of the stability of catechin-enriched extracts obtained from Arbutus unedo L. fruits: Kinetic mathematical modeling of pH and temperature properties on powder and solution systems. Industrial. Crops Prod. 99, 150–162.

Aleksic V & Knezevic P. (2014). Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of Myrtus communis L. Microbiological Research. 169, 240-254.

Amensour M., Bouhdid S., Fernandez-Lopez J., Idaomar M., Senhaji NS & Abrini J. (2010) Antibacterial activity of extracts of Myrtus communis L. against food-borne pathogenic and spoilage bacteria. International Journal of Food Prop.13,1215-24.

Amira S., Dade M., Schinella G. et Ríos JL. (2012). Anti-inflammatory, anti-oxidant, and apoptotic activities of four plant species used in folk medicine in the Mediterranean basin.

Pakistan journal of pharmaceutical sciences, 25(1), 65-72.

Andrade, D. Gil, C., Breitenfeld, L., Domingues, F., Duarte, A.P., (2009). Bioactive extracts from Cistus ladanifer and Arbutus unedo L. Industrial. Crops and Products. 30, 165–167.

Appendino G., Maxia L., Bettoni P., Locatelli M., Valdivia C., Ballero M., Stavri M., Gibbons S.et Sterner O. (2006). Antibacterial galloyted S.alkylphoroglucinol glusides from myrtle (Myrtus comminis). Journal of Natural Product. 69,251-254.

Amensour M., Sendra E., Abrini J., Bouhdid S., Pérez-Alvarez JA., Fernández-López J. (2009). Total phenolic content and antioxidant activity of myrtle (Myrtus communis) extracts. Natural Product Communications . 4(6), 819–24.

Ayaz F.A., Kucukislamoglu M., Reunanen M. (2000). Sugar, non volatile and phenolic acids composition of strawberry tree (Arbutus unedo L. var. ellipsoidea) Fruits. Journal of Food Composition and Analysis. 13, 171-177.

Azadbakht M., Ziai H., Abdollahi F., Shabankhani B. (2003). Effect of essential oils of Artemisiaaucheri Boiss. Zataria multiflora Boiss. and Myrtus communnis L. on Trichomonasvaginalis.journal of medicinal plants . 8, 35–40.

B

Baba-aissa F., (1991). Les plantes médicinales en Algérie. Co-éditionBouchène : Ad.DiwanAlger. 113.

Références

- Bahorun T. (1997).** Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentiell. Université de Maurice. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius, 83-91.
- Barboni T. (2006).** Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d'incendie. Thèse de doctorat : Chimie théorique, physique et analytique. Université di Corsica – Pasquale Paoli. France, 293.
- Baytop T. (1999).** Le traitement par les plantes médicinales en Turquie (Past and Present) Nobel Astuce Kitapevleri Press, Istanbul.
- Barros L., Carvalho A., Morais J & Ferreira I. (2010).** Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterization in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. Food Chemistry. 120, 247-254.
- Ben Salem I., Ouesleti S., Mabrouk Y., Landolsi A., Saidi M & Boulilla A. (2018).** Exploring the nutraceutical potential and biological activities of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits. Industrial Crops & Products. 122,736-731.
- Berka-Zougali B., Hassani A., Besombes C & Allaf K. (2010).** Extraction of essential oils from Algerian myrtle leaves using instant controlled pressure drop technology. Journal of Chromatography A. 1217, 6134-6142.
- Berka-Zougali B., Ferhat MA., Hassani A., Chemat F & Allaf KS. (2012).** Comparative studyof essential oils extracted from Algerian *Myrtus communis* L. leaves usingmicrowaves and hydrodistillation. International Journal of Molecular Sciences.13,4673–95.
- Beloued A. (1998).** Les plantes médicinales d'Algérie : Office des publications universitaires (O.P.U), Algie, 277.
- Bianca R. Albuquerque., Prieto M.A., Vazquezd J.A., Barreiro MF., Barros L & Ferreira I C.F.R. (2018).** Recovery of bioactive compounds from *Arbutus unedo* L. fruits: Comparative optimization study of maceration/microwave/ultrasound extraction techniques. Food Research International. 109 ,455–471.
- Bengmark S. (2004).** Acute and "chronic" phase reaction-a mother of disease. Clinical Nutrition. 23, 1256-1266.
- Ben Salema I., Ouesletib S., Mabrouka Y., Landolsic A., Mouldi S & Boulillad A. (2018).** Exploring the nutraceutical potential and biological activities of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits. Industrial Crops & Products. 122, 726–731.
- Bnouham M., Merhfour F.Z., Legssyer A., Mekhfi H., Maâllem, S & Ziyyat A. (2007).** Antihyperglycemic activity of *Arbutus unedo* L, *Ammoides pusilla* and *Thymelaea hirsuta*. Pharmazie. 62, 630–632.

Références

- Bnouham M., Merhfour F.Z., Ziyat A., Aziz M., Legssyer A., Mekhfi H. (2010).** Antidiabetic effect of some medicinal plants of Oriental Morocco in neonatal noninsulin-dependent diabetes mellitus rats. *Human. Experimental. Toxicology.* 29, 865–871.
- Bouzabata, A. (2015).** Contribution à l'étude d'une plante médicinale et aromatique *Myrtus Communis L.* Thèse de doctorat : sciences pharmaceutiques. Université Badji Mokhtar Annaba, Faculté de médecine. Annaba, 260.
- Bouzabata A., Casanova J., Bighelli A., Cavaleiro C., Salgueiro L & Tomi F. (2016).** The genus *Myrtus L.* in Algeria: Composition and biological aspects of essential oils from *M. communis* and *M. nivellei*. *Chemistry and biodiversity.*13(6), 672–680.
- Boullard B. (2001).** *Plantes Médicinales du Monde; Réalités et Croyances: ESTEM*, 50, 80.
- Bugdayci G., Altan N., Sancak B., Bukan N. & Kosova F. (2006).** The effect of the sulfonylurea glyburide on glutathione-S-transferase and glucose-6-phosphate dehydrogenase in streptozotocin-induced diabetic rat liver. *Acta diabetologica.* 43, 131–134.
- Burt S. (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal Food Microbiology.* 94,223–53.

C

- Cannas S., Molicotti P., Ruggeri M., Cubeddu M., Sanguinetti M., Marongiu B & Zanetti S. (2013).** Antimycotic activity of *Myrtus communis L.* towards *Candida* spp. from clinical isolates. *Infect Dev Ctries.*7(3),295–8.
- Carcache-Blanco E.J., Cuendet M., Park E.J., Su B.-N., Rivero-Cruz J.F., Farnsworth N.R., Pezzuto J.M & Kinghorn D. (2006).** Potential cancer chemopreventive agents from *Arbutus unedo*. *Natural. Product. Research.* 20, 327–334.
- Carocho M. & Ferreira I.C. (2013)** A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology.* 51, 15-25.
- Castillanos I & Garcia E. (1997).** Plant secondary metabolite diversity as a resistance trait against insects: a test with *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and seed secondary metabolites. *Biochemical Systematics and Ecology* . 25, 591-602.
- Chalchat J.C., Garry, R.P. & Michet, A. (1998).** Essential oils of myrtle (*Myrtus communis L.*) of the Mediterranean littoral. *Journal. Essential. Oil Research.*10, 613-617.
- Chryssavgi G., Vassiliki P., Athanasios M., Kibouris T., Michael K. Essential oil composition of *Pistacia lentiscus L.* and *Myrtus communis L.* (2008)** Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chemistry.*107, 1120–30.
- Celiktas O.Y., Hames Kocabas E.E., Bedir E., Verdar Sucan O., Baser K.H.C. (2007).** Antimicrobial activities of methanolic extract and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry.* 100, 553-559.

Références

Celikel, G., Demirsoy, L & Demirsoy, H. (2008). The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) selection in Turkey. *Scientia. Horticulturae.* 118, 115–119.

Cendres A. (2010). Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde: viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. these doctoras : Biochimie. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 289.

Cevat A. & Musa Ö.(2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering.* 79, 453-458.

Crozier A., Clifford M.N. & Ashihara H. (2008). Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet. John Wiley & Sons, 351.

Couplan, F. (2009). Le régal végétal: Plantes sauvages comestibles. Edition : sang de la terre, 189.

Christian F., Lutz F., Giovanni A. & Oliver W. (2005). Identification of Molecular Targets of the Oligomeric Nonprenylated Acylphloroglucinols from *Myrtus communis* L. and their complication as anti-inflammatory compounds. of pharmacology and experimental therapeutics.315, 389-396.

Cuendet M & Pezzuto J.M. (2000). The role of cyclooxygenase and lipoxygenase in cancer chemoprevention. *Drug Metabolism and Personalized Therapy.* 17, 109–157.

D

Daayf F & Lattanzio V. (2008). Recent Advances in Polyphenol Research: Blackwell publishing.1,1-393.

Dahmoune F., Nayak B., Moussi K., Remini H., Madani KH. (2016). Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from *Myrtus communis* L. leaves of Food Chemistry. 166, 585–595.

DB R., Nafia L., Nioullon A., Le goff L.K & Had-Aissouni L. (2005). stress oxydatif cerebral : les astrocytes sont ils vulnérables aux faibles concentrations de glutamate .*Annales française d'anesthésie et de reanimation.*24, 502-509.

DE Santo L., Galego T., Gonçalves & Quintas C. (2012). Yeast diversity in the Mediterranean strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits fermentations. *Food Research International,*4745–50.

Dell'Agli M., Sanna C., Rubiolo P., Basilico N., Colombo E., Scaltrito MM., Ousmane Ndiath M., Maccarone L., Taramelli D., Bicchi C., Ballero & M, Bosisio E. (2012). Anti-plasmodial and insecticidal activities of the essential oils of aromatic plants growing in the Mediterranean area. *Malaria Journal.*11, 219–29.

Desaulniers P. (2006). Étude des réponses phagocytaires et chimiotactiques du neutrophile humain dans des modèles in vitro [en ligne] thèse de doctorat : microbiologie-immunologie. Université de Laval,197.

Références

Dey PM & Harborne JB.(1989). Methods in plant biochemistry. Plant phenolics.1,552.

Djilani A & Dicko A. (2012) The therapeutic benefits of essential oils. In: Bouayed ,editor : Nutrition, well-being and health. InTech, 155–78.

Diaz AM & Abeger A. (1986) Study of the polyphenolic compounds present in alcoholic extracts of *Myrtus communis* L. seeds. An Real Acad Farm.52, 541–6.

Ducasse M.A. (2009) Impact des enzymes de macération sur la composition en polysaccharides et en polyphénols des vins rouges: étude de l'évolution de ces composés en solution modèle vin.these doctoras : Biochimie, chimie et technologie des aliments. Montpellier 2, 251.

E

Elfellah M., Akhter M., et Khan M. (1984). Anti-hyperglycaemic effect of an extract of *Myrtus communis* in streptozotocin-induced diabetes in mice. Journal Ethnopharmacol. 11(3), 275-281.

El Haouari, M., López, J.J., Mekhfi, H., Rosado, J.A., Salido, G.M. (2007). Antiaggregant effects of *Arbutus unedo* extracts in human platelets. J. Ethnopharmacol. 113, 325–331.

El Ouarti A., Haouat A.C., Sqalli H., Haggoud A., Ennabili A., Ibsouda S., Iachagar M., Iraqui M. (2012). Extra- and intracellular antimycobacterial activity of *Arbutus unedo* L. Afr. Microbiology. Research. 6, 1283–1290.

Eymard, S. (2003). Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*Trachurus trachurus*) : choix des procédés, thèse doctorat. Biochimie. Université de Nantes ,217.

F

Fahim A. B., El-Ghaithi M., Ramesh S. & Dhayabaran D. (2009). Biochemical studies on the effect of phenolic compounds extracted from *Myrtus communis* in diabetic rats. Tamilnadu Vet Animal Science. 5 (3), 87-93.

Feist C., Franke L., Appendino G. & Werz O. (2005). Identification of molecular targets of the oligomeric nonprenylated acylphloroglucinols from *Myrtus communis* and their implication as anti-inflammatory compounds. J Pharmacol Exp Ther. 315, 389-396.

Férrard P. (2003). La nature est une source d'inspiration importante dans la pratique photographique : Seve Info (service des espaces verts et de l'environnement de la ville de Nante), 1256.

Ferreira S., Santos J., Duarte A., Duarte A.P & Queiroz, J.A. (2012) Screening of antimicrobial activity of *Cistus ladanifer* and *Arbutus unedo* extracts. Natural. Products. Research. 26, 1558–1560.

Références

Fine AM. (2000). Oligomeric proanthocyanidin complexes: history, structure, and phytopharmaceutical applications. *Alternational Mediterani Revu.*5, 144–51.

Fiorentino A., Castaldi S., D'Abrosca B., Natale A., Carfora A., Messere A., Monaco P. (2007). Polyphenols from the hydroalcoholic extract of *Arbutus unedo* living in a monospecific Mediterranean woodland. *Biochemical. Systeme. Ecology.* 35, 809–811.

Fonseca DFS., Salvador ÂC., Santos SAO., Vilela C., Freire C.S.R., Silvestre A.J.D & Rocha S.M. (2015). Bioactive phytochemicals from wild *Arbutus unedo* L. berries from different locations in Portugal: quantification of lipophilic components. *International Journal. Molecular. Science.* 16, 14194–14209.

Fortalezas S., Tavares L., Pimpão R., Tyagi M., Pontes V., Alves PM., McDougall G., Stewart D., Ferreira RB & Santos KN. (2010). Antioxidant Properties and Neuroprotective Capacity of Strawberry Tree Fruit (*Arbutus unedo*). *Nutrients.* 2, 214-229.

Fournier P. (1948). Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. *Encyclopédie Biologique : Lechevalier*, tome III, 64.

Franceschini P, (2016), *Myrtus communis* L. en Corse et en Méditerranée : De sa composition chimique jusqu'à ses utilisations thérapeutique, thèse doctorat : sciences pharmaceutiques, Université Victor Segalen Bordeaux 2,142.

Frankel E.N. (1999). Food antioxidants and phytochemicals: present and future perspectives. *Lipid/Fett* 101, 450-5.

G

Garcia-Lafuente A., Guillamon E., Villares A. (2009). Flavonoids as antiinflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. *Inflammation Research.* 58, 537-552.

Gasparetto J.C., Martins C.A., Hayashi S.S., Otuky M.F., Pontarolo R. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *Pharm. Pharmacol.* 64 (2), 172–189.

Ghedira K.(2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 162-169.

GholamhoseinianNajar A., Mansouri S & Rahighi S. (2009). Effects of Sub-Inhibitory Concentrations of *Myrtus communis* Leave Extracts on the Induction of Free Radicals in *Staphylococcus aureus*; A Possible Mechanism for the Antibacterial Action. *Asian Journal of Plant Sciences.* 8,551-556.

Goetz, P., Ghedira, K. (2012). *Phytothérapie anti-infectieuse.* France, Paris: Springer-Verlag. 313-318.

Gomes, F., Canhoto, J.M. (2009). Micropropagation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) from adult plants. *In Vitro Cellular-Developmental Biology- Plant* 45, 72–82.

Références

Gortzi O., Lalas S., Chinou I., Tsaknis J. (2008). Reevaluation of bioactivity and antioxidant activity of *Myrtus communis* extract before and after encapsulation in liposomes. *European Food Research and Technol.* 226,583–90.

Guimarães R., Barros L., Dueñas M., Carvalho A.M., Queiroz M.J.R.P., Santos-Buelg C. & Ferreira I.C.F.R. (2013). Characterization of phenolic compounds in wild fruits from Northeastern Portugal. *Food Chemistry.* 141, 3721–3730.

Guimarães R., Barros L., Calhella RC., Carvalho AM., Queiroz MJRP., Ferreira ICFR. (2014). Bioactivity of different enriched phenolic extracts of wild fruits from Northeastern Portugal: a comparative study, *Plant Foods Human Nutrition.* 69,37-42

Gortzi O., Lalas S., Chinou I., Tsaknis J. (2006). Reevaluation of antimicrobial and antioxidant activity of *Thymus* spp. extracts before and after encapsulation in liposomes. *J Food Protect.* 69, 2998–3000.

Gündüz GT & Gönül SA. (2009). Karapınar M. Efficacy of myrtle oil against *Salmonella typhimurium* on fresh produce. *Int J Food Microbiol.*130(2), 147–50.

H

Hakkinen S. (2000). Flavonols and phenolic acids in berries and berry products. These doctorale. KUOPIO,93.

Halliwell B. (1994). Free radicals and antioxidants: A personal view. *Nutrition Reviews.* 52, 253-265.

Hanahan D & Weinberg RA. (2000). The hallmarks of cancer. *Cell.*100, 57–70

Scalbert A., Manach C., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.*45, 287-306.

Harborne JB. (1993). The flavonoids: advances in research since 1986. Chapman & Hall, London, UK,396.

Hayder N., Bouhlel I., Skandrani I., Kadri M., Steiman R., Guiraud P., Mariotte AM., Ghedira K., Dijoux-Franca MG & Chekir-Ghedira L. (2008). In vitro antioxidant and antigenotoxic potentials of myricetin-3-O-galactoside and myricetin-3-O-rhamnoside from *Myrtus communis*: modulation of expression of genes involved in cell defence system using cDNA microarray. *Toxicol in Vitro.* 22(3), 567–81.

Hayder N., Skandrani I., Kilani S., Bouhlel I., Abdelwahed A., Ammar R. B., Mahmoud A., Ghedira K., et Chekir-Ghedira L. (2008). Antimutagenic activity of *Myrtus communis* L. using the *Salmonella* microsome assay. *South african journal of botany.* 74(1), 121-125.

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

Références

Hennia A. (2016), extraction et étude de l'activité biologique des huiles essentielles du myrte (*myrtus communis* l), thèse doctorat: biochimie végétale, université abdelhamid ibn badis de mostaganem,176.

Hennia A., Graça Miguel M. & Nemmiche, S.(2018). Antioxidant Activity of *Myrtus Communis* L. and *Myrtus Nivellei* Batt. Et Trab. Journal médecines. 5(3), 188-227.

J

Jardim C., Macedo D., Figueira I., Dobson G., McDougall GJ, Stewart D., Ferreira RB., Menezes R & Santos CN. (2017). Polyphenol metabolites from *Arbutus unedo* leaves protect yeast from oxidative injury by activation of antioxidant and protein clearance pathway, Journal of Functional Foods. 32, 333–346.

Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. & Brulé G. (2008). Sciences des Aliments 1- Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec & Doc Lavoisier,381.

Joseph MI, Pichon PN, Raynaud J.(1987) Flavonoid heterosides of the leaves of *Myrtuscommunis* L. (*Myrtaceae*). Pharmazie. 42,142.

Josse E.M. (2003). Caractérisation d'une oxydase terminale plastidiale impliquée dans la biosynthèse des caroténoïdes et dans la réponse au stress. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier, 29-31.

K

Kachkoul R., Squalli Housseini T., Mohim M., El Habbani R., Miyah Y & Lahrichi A. (2019). Chemical compounds as well as antioxidant and litholytic activities of *Arbutus unedo* L. leaves against calcium oxalate stones, Journal of Integrative Medicine.17 ,430–437.

Kaddem S.E.(1990). Les plantes médicinales en Algérie, ed. Bouchène, Oued Zenati, Algérie.

Kahrman, N., Albay, C.G., Dogan, N., Usta, A., Karaoglu, S.A., Yayli, N. (2010). Volatile constituents and antimicrobial activities from flower and fruit of *Arbutus unedo* L. Asian journal Chemistry.22, 6437–6442.

Kaiserová H., Šimůnek T., Van Der Vijgh W.J., Bast A. & Kvasničková E. (2007). Flavonoids as protectors against doxorubicin cardiotoxicity: role of iron chelation, antioxidant activity and inhibition of carbonyl reductase. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease. 1772, 1065-74.

Kone D,(2009), enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction, identification d'alcaloïdes -caractérisation, quantification depolyphénols : etude de leur activité antioxydante, thèse doctorat : chimie organique, université paul verlaine de metz – upv- m (france),189.

Krief S. (2003). Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en

Références

Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées, Muséum National d'Histoire Naturelle, thèse : écologie et chimie des substances naturelles, 348.

Kivçak, B & Mert, T. (2001). Quantitative determination of α -tocopherol in *Arbutus unedo* by TLC-densitometry and colorimetry. *Fitoterapia* 72, 656–661.

L

Laguerre M., Lecomte J. & Villeneuve P. (2007) Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. *Progress in Lipid Research*. 46, 244-82.

Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B., Berrada M. (2001). Insecticidal effects of essential oils against Hessian fly *Mayetiola destructor*. *Field Crops Research*. 71:9–15.

Lapornik B., Prosek M & Wondra AG. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *J Food Engineering*. 71, 214–22.

Lee J., Koo N. & Min DB. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 3, 21-33.

Lee, K.Y., Weintraub, S.T & Yu, B.P., (2000). Isolation and identification of a phenolic antioxidant from *Aloe barbadensis*. *Free Radical Biology & Medicine*. 28, 261–265.

Léger C.L, (2006). Antioxydants d'origine alimentaire: diversités, mode d'action des antioxydants, oléagineux, corps gras, lipides. 13, 213-222.

Legssyer A., Ziyat A., Mekhfi H., Bnouham M., Herrenknecht C., Roumy V., Fourneau C., Laurens A., Hoerter J & Fischmeister R. (2004). Tannins and catechin gallate mediate the vasorelaxant effect of *Arbutus unedo* on the rat isolated aorta. *Phytotherapy. Research*. 18, 889–894.

Liu, R.H. (2004). Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. *The Journal of Nutrition*. 134, 3479S-3485S.

Lugasi A., Hovari J., Sagi K. V & Biro L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*. 47, 119-125.

M

Mahdi NK., Gany ZH & Sharief M. (2006) Alternative drugs against *Trichomonas vaginalis*. *Eastern Mediterranean Health*. 12(5), 679–84.

Malheiro R., Sá O., Pereira E., Aguiar C., Baptista P & Pereira J.A. (2012). *Arbutus unedo* L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties. *Industrial Crops Products*. 37, 473–478.

Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C. & Jiménez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 79, 727-47.

Références

- Manian, R., Anusuya, N., Siddhuraju, P., Manian, S. (2008).** The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chemistry*. 107, 1000–1007.
- Mansouri S., Foroumadi A., Ghaneie T & Najar AG. (2001).** Antibacterial activity of the crude extracts and fractionated constituents of *Myrtus communis*. *Pharmaceutical Biology*. 39, 399–401.
- Martin T., Rubio B., Villaescusa L., Fernandez L. & Diaz A.M. (1990).** Polyphenolic compounds from pericarps of *Myrtus communis*. *Pharmaceutical Biology*. 37, 28-1.
- Martin T., Villaescusa L., De Sotto M., Lucia A & Diaz AM.(1990).** Determination of anthocyanin pigments in *Myrtus communis* berries. *Fitoterapia*. 61, 85.
- Martin S., Andriantsitohaina R. (2002).** Cellular mechanism of vasculo-protection induced by polyphénols on the endothelium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. 51, 304-315.
- Mariotto S., Esposito E., Di Paola R., Ciampa A., Mazzon E., de Prati A.C., Darra E., Vincenzi S., Cucinotta G., Caminiti R., Suzuki H & Cuzzocrea S. (2008).** Protective effect of *Arbutus unedo* aqueous extract in carrageenan-induced lung inflammation in mice. *Pharmacological Research*. 57, 110–124.
- Mendes L., de Freitas V., Baptista P & Carvalho P. (2011).** Comparative antihemolytic and radical scavenging activities of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaf and fruit. *Food Chem. Toxicology*. 49, 2285-2291.
- Marfak A. (2003).** Radiolyse Gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation de depsides . Thèse de doctorat : Biophysique université de Limoges, 199.
- Mendes L., De Freitas V., Baptista P & Carvalho M. (2011).** Comparative antihemolytic and radical scavenging activities of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaf and fruit. *Food Chemical. Toxicology*. 49, 2285–2291.
- Mereti M., Grigoriadou K & Nanos G.D. (2002).** Micropropagation of the strawberry tree, *Arbutus unedo* L. *Scientia Horticulturae*. 93, 143-148.
- Messaoud C., Zaouali Y., Ben Salah A., Khoudja M.L & Boussaid M. (2005).** *Myrtus communis* in Tunisia: variability of the essential oil composition in natural populations. *Flavour Fragrance*. 20, 577-582.
- Messaoud C., Béjaoui A & Boussaid M. (2011).** Fruit color, chemical and genetic diversity and structure of *Myrtus communis* L. var. *italica* Mill. morph populations. *Biochemical Systematics and Ecology*. 39, 570–580.
- Migliore J. (2011).** Empreintes des changements environnementaux sur la phylogéographie du genre *Myrtus* en méditerranée et au Sahara. Thèse de doctorat, Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille III, 66-117.

Références

Milla A., Daoudi H. & Voisin JF. (2011). Caractéristiques biochimiques de quelques espèces de fruits charnus communes dans le Sahel algérois recherchées par les oiseaux frugivores. *Algerian Journal of Arid Environment AJAE*.1, 10-10.

Milhau G., Valentin A., Benoit F., Mallie M., Bastide JM., Pellisier Y & Bessiere JM. (1997) In vitroantimalarial activity of 8 essential oils. *Journal Essentiel Oil Research*.9(3), 329–33.

Mimica-Dukić N., Bugarin D., Grbović S., Mitić-Ćulafić D., Vuković-Gačić B., Orčić D., Jovin E. & Couladis M. (2010). Essential oil of *Myrtus communis* L. as a potential antioxidant and antimutagenic agents. *Molécules*. 15(4), 2759-2770.

Montastier F. (1997). Le Myrte - *Myrtus communis* L. (Myrtaceae). Thèse de doctorat : Pharmacie, UPS Toulouse III, 2018.

Molina M., Pardo-de-Santayana M & Tardío J. (2016). Natural production and cultivation of mediterranean wild edibles. In: Sánchez-Mata, Tardío, J. (Eds.), *Mediterranean Wild Edible : Plants*. Springer International Publishing. New York, 298–302.

Montoro P., Tuberoso C I., Piacente S., Perrone A., De Feo V., Cabras P & Pizza C. (2006). Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 41(5), 1614-1619.

Morgado S., Morgado M., Plácido A., Roque F & Duarte B. (2018), *Arbutus unedo* L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy, *Journal of Ethnopharmacology*. 225, 90–102.

Muanda FN. (2010), Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques, thèse Docteur : Chimie organique de l'Université Paul Verlaine-Metz, 295.

Muanda N.M. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de doctorat : chimie organique. Université Paul Verlaine-Metz, 156.

Mulas M., Francesconi A.H.D., Perinu B. (2002). Myrtle (*Myrtus communis* L.) as a new aromatic crop: cultivar selection. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 9, 127-131

Morgado S., Morgado M., Plácido A., Roque F & Duarte A. (2018). *Arbutus unedo* L. From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy. *Journal of Ethnopharmacology*. 225 ,90-102.

N

Nicole T et Gallouin F. (2013). Fruits et des graines comestible du monde entier. paris : lavoisier sas. 87-91.

Références

O

- Orak H.H., Yagar H., Isbilir S.S., Demirci A.Ş., Gümüş T & Ekinci N. (2011).** Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaf. *Food Sci. Biotechnol.* 20, 1249–1256.
- Owen S., Boissard C., Street R., Duckham S., Csiky O & Hewitt C. (1997).** Screening of 18. Mediterranean plant species for volatile organic compound emissions. *Atmospheric Environment.* 31, 101–117.
- Owlia P., Sadari H., Rasooli I & Sefidkon F. (2009).** Antimicrobial characteristics of some herbal oils on *Pseudomonas aeruginosa* with special reference to their chemical compositions. *Iranian journal of pharmaceutical research.* 8(2), 107–114.
- Özcan M.M & Haciseferoğullari h. (2007).** The Strawberry (*Arbutus unedo* L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineering.* 78, 1022–1028.

P

- Padayatty s.j., Katz A., Eck P & Kwon O. (2003)** Vitamin c as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. *Journal of the american college of nutrition.* 22(1),18-35.
- Pallauf K., Rivas Gonzalo J.C., del Castillo M.D., Cano M.P & de Pascual Teresa S. (2008).** Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. *Food Composition and Analysis.* 21, 273–281.
- Pastre J. (2005).** Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques : Vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 120.
- Pavlović D.R., Branković S., Kovačević N., Kitić D & Veljković, S. (2011). Comparative study of spasmolytic properties, antioxidant activity and phenolic content of *arbutus unedo* from Montenegro and Greece. *Phyther. Res.* 25, 749–754.
- Pereira P., Cebola MJ & Bernardo-Gil MG. (2012).** Comparison of antioxidant activity in extracts of *Myrtus communis* L, obtained by SFE vs. solvent extraction. *Journal of Environmental Science and Engineering A.* 1,115–120
- Peters U., Poole C & Arab L. (2001).** Does tea affect cardiovascular disease, Ametaanalysis. *American Journal of Epidemiology.* 154, 495-503.
- Piras FM., Dettori MF & Magnani A. (2009).** ToF-SIMS PCA analysis of *Myrtus communis* L. *Applied Surface Science.* 255,7805–10.
- Pimpão R.C., Dew T., Oliveira P.B., Williamson G., Ferreira R.B & Santos C.N., (2013).** Analysis of phenolic compounds in Portuguese wild and commercial berries after multienzyme hydrolysis. *J. Agricultural and Food Chemistry.* 61, 4053–4062.

Références

Pincemail, J., Deferaigne, J.O., Meurisse, M & Limet, R. (1998). Antioxydants et prévention des maladies cardiovasculaire 1^{ère} partie : la vitamine C .Medi-sphère.89, 27-30.

Q

Quézel P & Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Ed : CNRS. Paris. France, 636.

R

Rameau J. C., Mansion D., Dume, G. & Gauberville C. (2008). Flore forestière française. Guide écologique illustré. Région méditerranéenne (Vol. 3) Paris: Institut pour le développement forestier, 771.

Ratman D.V., Ankola D.D & Bahardwj v. (2006). Role of antioxydants in prophlaxis and therapy:A pharmaceutical perspective. Journal of controlled release. 113, 189-207.

Ribereau-Gayon P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux : Dunod, Paris, 254.

Rice-Evans C.A; Miller N.J & Paganga G.(1996). Structure-antioxydant Activity relationships of flavonoides and phenolic acids.free radical biology and medicine.20,933-956.

Remesy C., Manaca C., Demigne C., Texiero & Regeat F., (1996). Intérêt nutritionnel des flavonoïdes. Médecine et nutrition. 32, 17-27.

Rivera D., Obón C., Heinrich M., Inocencio C., Verde A & Fajardo J. (2006). Gathered mediterranean food plants – ethnobotanical investigations and historical development, in: Local Mediterranean Food Plants and Nutraceuticals, 18–74.

Robards K., Prenzler P.D., Tucker G., Swatsitang P. & Glover W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. Food Chemistry. 66, 401-36.

Robbins R.J. (2003). Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51, 2866-87.

Romani A., Pinelli P., Mulinacci N., Vincieri FF & Tattini M. (1999) Identification and quan-tification of polyphenols in leaves of Myrtus communis. Chromatographia. 49, 17–20.

Romani A., Coinu R., Carta S., Pinelli P., Galardi C., Vincieri FF & Franconi F. (2004) Evaluation of antioxidant effect of different extracts of Myrtus communis L. Free Radic Research. 38, 97–103.

Rosato A., Vitali C., De Laurentis N., Armenise D & Antonietta Milillo M. (2007) Antibacte-rial effect of some essential oils administered alone or in combination withNorfloxacin. Phytomedicine. 14, 727–32.

Rosa A., Melis MP., Deiana M., Atzeri A., Appendino G & Corona G. (2008). Protective effectof the oligomeric acylphloroglucinols from Myrtus communis on cholesterol andhuman low density lipoprotein oxidation. Chemistry and Physics of Lipids .155(1), 16–23.

Références

Rossi A., Di Paola R., Mazzon E., Genovese T., Caminiti R., Bramanti P., Pergola C., Koeberle A., Werz O., Sautebin L & Cuzzocrea S. (2009). Myrtucommulone from *Myrtus communis* exhibits potent anti-inflammatory effectiveness in vivo. *Pharmacology and Experimental Therapeutics* . 329, 76-86.

Ruiz-Rodríguez B.M., Morales P., Fernández-Ruiz V., Sánchez-Mata M.C., Cámara M., Díez-Marqués C., Pardo-de-Santayana M., Molina & M., Tardío, J. (2011). Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International*. 44, 1244–1253.

S

Salhi S., Fadli, M., Zidane L. & Douira, A. (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*31, 133-146.

Salouage I., Klouz A., Ferchichi H., Charfi R., Ouanes L., Boussaid M & Lakhel M. (2009). Effect of *Myrtus communis* L. on an experimental model of a rat liver ischemia-reperfusion. In: *International symposium on medicinal and aromatic plants*, 853.

Sarl T. (2007). La boutique en corse, les plantes adaptées aux jardins et espaces verts varois. France: régis rostein, 4-8.

Satrani B., Farah A & Talbi M. (2006). Fractional distillation effect on the chemical composition and antimicrobial activity of Moroccan Myrtle. *Acta Bot Gallica*.153, 235–42.

Schaffer S., Heinrich M., Leonti M., Nebel S., Peschel W., Pieroni A., Smith F., Rivera D., Obón C., Inocencio C., Verde A., Fajardo J., Llorach R., Müller W.E., Eckert G.P., Schmitt-Schillig S., Antonopoulou S., Kypriotakis Z., Manios Y., Nomikos T., Kaliora A., Sidossis L., Galli C., Visioli F., Grande S., Bogani P., de Saizieu A., Flühmann B., D’Orazio D., Fowler A., Koj A., Bereta J., Dulak, J., Guzdek A & Kapiszewska M.(2005). Understanding local Mediterranean diets: a multidisciplinary pharmacological and ethnobotanical approach. *Pharmacol. Res.* 52, 353–366.

Scalbert A, Manach C, Morand C & Remesy c. (2005). Dietary Polyphenols and the Prevention of Diseases *Critical, Reviews in Food Science and Nutrition*. 45,287–306.

Serçe S., ÖzgenM., Torun A & Ercisli S. (2010). Chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of *Arbutus andrachne*L. (Fam. Ericaceae) (the Greek strawberry tree) fruits from Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 23, 619 - 623.

Servais S. (2004). Altérations mitochondriales et stress oxydant pulmonaire en réponse à l’ozone : effets de l’âge et d’une supplémentation en oméga-3. Thèse de Doctorat. L’université Claude Bernard Lyon-1, 163.

Sepici A., Gürbüz I., Çevvik C & Yesilada E. (2004). Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*. 93, 311-318.

Références

Sepici-Dincel A., Açıköz Ş., Çevik C., Sengelen M & Yeşilada E. (2007). Effects of in vivo antioxidant enzyme activities of myrtle oil in normoglycaemic and alloxan diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*. 110, 498-503.

Seyoum A., Asres K. & El-Fiky F.K. (2006) Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*. 67, 2058-70.

Snoussi A., Essaidi I., Ben Haj Koubaier H., Chaabouni M M. & Bouzouita N. (2012). Chemical composition and antioxidant activities of essential oils and ethanol extracts of *Myrtus communis* L. organs (berries, leaves and floral buds). *Journal de la société chimique de Tunisie*. 14, 69-76.

St. Angelo A.J., Vercellotti J., Jacks T & Legendre M. (1996) Lipid oxidation in foods. *Critical reviews in food science & nutrition*. 36, 175-224.

Stahl W & Sies H. (2005). Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochemica et biophysica acta (BBA) molecular basis of disease*. 1740, 101-107.

Sumbul S., Ahmad MA., Asif M., Saud I & Akhtar M. (2010) Evaluation of *Myrtus communis* Linn. berries (common myrtle) in experimental ulcer models in rats. *Hum Exp Toxicol*. 29(11), 935–44.

Sumbul S., Aftab Ahmad M., Asif M & Akhtar, M. (2011). *Myrtus communis* L review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 2, 395-402.

T

Tabuti J.R.S., Lye K.A. & Dhillon S.S. (2003) Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. *Ethnopharmacol*. 88, 19-44.

Taheri A, Seyfan A, Jalalinezhad S & Nasery F. (2013). Antibacterial effect of *Myrtus communis* hydro-alcoholic extract on pathogenic bacteria. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 15(6), 19–24.

Takrouni M.M & Boussaid M. (2010). Genetic diversity and population's structure in Tunisian strawberry tree (*Arbutus unedo* L.). *Scientia Horticulturae Journal*. 126, 330–337.

Tamimi R.M., Lagiou P., Adami H.O & Trichopoulos D. (2002). Prospects for chemoprevention of cancer. *Journal of Internal Medicine*. 251, 286-300.

Tenuta MC., Deguin B., Loizzo MR., Dugay A, Acquaviva R., Malfa GA., Bonesi M., Bouzidi H & Tundis R. (2020). Contribution of Flavonoids and Iridoids to the Hypoglycaemic, Antioxidant, and Nitric Oxide (NO) Inhibitory Activities of *Arbutus unedo* L. *Antioxidants*. 9, 184.

Traboulsi AF., Taoubi K., El-Haj S., Bessiere JM & Rammal S. (2002). Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Management Science*. 58(5), 491–5.

Références

Tretiakova I., Blaesius D., Maxia L., Wesselborg S., Schulze- Osthoff K., Cinatl J., Michaelis M & Werz O. (2008). Myrtucommulone from *Myrtus communis* induces apoptosis in cancer cells via the mitochondrial pathway involving caspase-9. *Apoptosis*.13(1),119–31.

Torres J.A., Valle F., Pinto C., Garcia-Fuentes A., Salazar C & Cano E. (2002). *Arbutus unedo* L. communities in southern Iberian Peninsula mountains. *Plant Ecology*. 160, 207-223.

Tuberoso C I G., Rosa A., Bifulco E., Melis M P., Atzeri A., Pirisi F M & Dessi M A. (2010). Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food chemistry*. 123, 1242-1251.

Tuberoso C.I.G., Boban M., Bifulco E., Budimir D & Pirisi F.M.(2013). Antioxidant capacity and vasodilatory properties of Mediterranean food: the case of Cannonau wine, myrtle berries liqueur and strawberry-tree honey. *Food Chemistry*, 686–691.

V

Vamec J., Vallée L., Strome L., Gelé P & Bordet R. (2004). Les acteurs immédiats du stress oxydatif. *La lettre de pharmacologue*. 18,16-24.

Villeneuve P (2003). Thèse d’habilitation : Chimiques et Technologiques, l’institut national polytechnique de toulouse, 144.

Villière A & Genot C. (2006). Approche physico-chimique et sensorielle de l’oxydation des lipides en émulsions. *Oléagineux. Corps Gras, Lipides*. 13, 152-9.

W

Wahid N. (2013). Perspectives de La Valorisation de l ’ Usage et de La Culture Du *Myrtus Communis* L. Au Maroc. *Phytothérapie*. 11, 237–43.

Waltner-Law M.E., Wang X.L., Law B.K., Hall R.K., Nawano M & Granner, D.K. (2002). Epigallocatechin gallate, a constituent of green tea, represses hepatic glucose production. *Biological. Chemistry*. 277, 34933–34940.

Wannes WA., Mhamdi B & Marzouk B. (2009). Variations in essential oil and fatty acid composition during *Myrtus communis* var. *italica* fruit maturation. *Food Chemistry*. 112(3), 621-626.

Wheatley R.A. (2000). Some recent trends in the analytical chemistry of lipid peroxidation. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 19, 617-28.

Wolff S.P & Dean R. (1987). Glucose autoxidation and protein modification. The potential role of autoxidative glycosylation in diabetes. *Biochemical Journal*. 245, 243-250.

Y

Yadegarinia D., Gachkar L., Rezaei MB., Taghizadeh M., Astaneh SA & Rasooli I. (2006). Biochem-ical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. *Phytochemistry*. 67, 1249–50.

Références

Yoshimura M., Amakura Y., Tokuhara M & Yoshida T. (2008). Polyphenolic compounds isolated from the leaves of *Myrtus communis*. *J Natural Medicines*. 62(3),366–8.

Young IS & Woodside JV. (2001). Antioxidants in health and disease. *Journal of clinical pathology*. 54(3), 176–86.

Wang H., Nair MG., Strasburg GM., Chang YC., Booren AM & Gray JI. (1999). Dewitt DL. Antioxidant and antiinflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries. *Natural Products*, 62, 294–6.

Z

Zanetti S., Cannas S., Molicotti P., Bua A., Cubeddu M., Porcedda S., Marongiu B & Sechi LA. (2010). Evaluation of the antimicrobial properties of the essential oil of *Myrtus communis* L. against clinical strains of *Mycobacterium* spp. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 1–4.

Ziyyat A & Boussairi E.-H. (1998). Cardiovascular effects of *Arbutus unedo* L. in spontaneously hypertensive rats. *Phytotherapy. Research*. 12, 110–113.

Ziyyat A., Mekhfi H., Bnouham M., Tahri A., Legssyer A., Hoerter J & Fischmeister R. (2002). *Arbutus unedo* induces endothelium-dependent relaxation of the isolated rat aorta. *Phytotherapy. Research*. 16, 572–575.

Résumé

ملخص

ركزت هذه الدراسة على دراسة المواد النشطة بيولوجيا من نباتين بريين: *Myrtus communis* L. (الأس البري) و *Arbutus unedo* L. (شجرة الفراولة). هذه النباتات، النموذجية لحوض البحر الأبيض المتوسط، تحظى باهتمام متزايد في صناعة الأغذية وصحة الإنسان. المركبات النشطة بيولوجيا المعزولة تعتمد على مذيب الاستخلاص المستخدم، مرحلة النضج، الجزء المستخدم من النبات والظروف المناخية. من خلال الأبحاث الذي تمت مناقشتها، تظهر مجموعة متنوعة من المركبات المعزولة من أجزاء مختلفة من النباتات (الأوراق، الفواكه، الجذور والزيوت الأساسية)، مما أدى إلى ظهور العديد من الملامح الكيميائية النباتية والأنشطة البيولوجية (مضادات الأكسدة، مضادات البكتيريا، مضادات الفطريات، مضاد للطفيليات، مضاد للصفائح، مضاد لمرض السكر، تأثير على القلب والوعي الدموية، مضاد للالتهابات، مضاد للأورام). يتمثل النشاط المضاد للأكسدة لـ *M. communis* L. و *A. unedo* L. بشكل أساسي بالنشاط المضاد للجذور الحر للبوليفينول. *M. communis* L. و *A. unedo* L. يُظهر بشكل خاص نشاطاً مضاداً للميكروبات ضد عدد متزايد من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض المقاومة للمضادات الحيوية.

الكلمات الأساسية: *Myrtus communis* L., *Arbutus unedo* L., المركبات النشطة. الأنشطة البيولوجية

Résumé

La présente étude s'est intéressée à l'étude des substances bioactives issues de deux plantes sauvages : *Myrtus communis* L. (myrte sauvage) et *Arbutus unedo* L. (arbousier). Ces plantes typiques du bassin méditerranéen, présentent un intérêt croissant en agroalimentaire et santé humaine. Les composés bioactifs isolés dépendent du solvant d'extraction utilisé, du stade de maturation, de la partie de la plante utilisée et des conditions pédoclimatiques. A travers les travaux abordés, il en ressort une diversité de composés isolés à partir des différentes parties des plantes (feuilles, fruits, racines et huiles essentielles), donnant lieu à une multitude de profils phytochimiques et activités biologiques (antioxydante, antibactérienne, antifongique, antiparasitaire, antiagrégant, antidiabétique, effet cardiovasculaire, anti-inflammatoire, antitumorales). L'activité antioxydante de *M. communis* L. et *A. unedo* L. est représentée principalement par l'activité antiradicalaire des polyphénols. *M. communis* L. et *A. unedo* L. démontrent notamment une activité antimicrobienne contre un nombre croissant de microorganismes pathogènes résistants aux antibiotiques.

Mots clés : *Arbutus unedo* L., *Myrtus communis* L., composés bioactifs, activités biologiques.

Abstract

This study shed the light on the bioactive substances from two wild plants: *Myrtus communis* L. (wild myrtle) and *Arbutus unedo* L. (arbutus). These plants, typically of the Mediterranean basin, are of increasing interest in food-agric area and human health. Isolated bioactive compounds depend on the extraction solvent used, the stage of maturation, the part of the plant used and the pedoclimatic conditions. Through the covered topic, it resulted a diversity of compounds isolated from different parts of plants (leaves, fruits, roots and essential oils), giving rise to a multitude of phytochemical profiles and biological activities (antioxidant, antibacterial, antifungal, antiparasitic, antidiabetic, cardiovascular effect, anti-inflammatory, anti-tumor). The antioxidant activity of *M. communis* L. and *A. unedo* L. is represented primarily by the antiradical activity of polyphenols. *M. communis* L. and *A. unedo* L. demonstrate antimicrobial activity against an increasing number of antibiotic-resistant pathogens.

Keywords: *Arbutus unedo* L., *Myrtus communis* L., bioactive compounds, and biological activities.