

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Ressources Forestières



MEMOIRE

Présenté par

NEHARI Anfal

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Aménagement et gestion des forêts

Thème

**Propriétés antioxydantes de la plante Jujubier
(*ZIZYPHUS LOTUS*)**

Soutenu le **23 Septembre 2020**, devant le jury composé de :

Président	HADDOUCHE Driss	Professeur	Université de Tlemcen
Examineur	BENMAHIOUL Benamar	Professeur	Université de Tlemcen
Encadreur	BENSENANE Bachir	Maître de conférences	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, de m'avoir donnée la force et la patience.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements et ma vive connaissance à Mr BENSENANE BACHIR, Maître de conférences à l'Université de Tlemcen pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il m'a accordé m'ont permis de réaliser ce travail.

J'exprime mes vifs remerciements à Mr FHADDOUNCHE DRISS, professeur à l'Université de Tlemcen pour sa précieuse aide et ses conseils, et pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Je tiens à exprimer ma très grande considération et ma vive reconnaissance à Mr BENMAHMOUL BENAMAR, professeur à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements vont également à Mr BERRICHI MOHAMED, professeur à l'Université de Tlemcen pour son aide précieuse, sa gentillesse et son esprit scientifique.

Mes remerciements vont également à mes enseignants de tous les niveaux d'enseignement, qui grâce à eux nous sommes arrivés à cette étape.

À tous ceux qui de près ou de loin ont aidé à la réalisation de ce travail.

Merci.

Dédicaces

Tout d'abord, louange à « ALLAH » Tout-Puissant, qui était avec moi tout au long de ma vie et nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes, et qui m'a guidé dans mon étude et m'a donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Mes sincères remerciements à le promoteur Mr BENSENANE BACHIR pour ses orientations et ses conseils.

En guise de reconnaissance, je dédie ce travail

A mes parents NEHARI BAHOUS et CHAYCHA YAMINA que j'aime beaucoup qui m'ont soutenue et encouragée durant mes études par leur dévouement et les énormes sacrifices qu'ils ont fait, je leur témoigne mon grand respect, toute mon affection et ma profonde gratitude.

A mes frères: Abdel Djalil, Mounir et Zakaria, et ma sœur asmaa.

A ma belle-famille que je respecte profondément.

A toutes les personnes que j'aime

ملخص

ينتشر نبات السدر الطبيعي لنطاق واسع في الجزائر، فهو نبات غني جداً بالمكونات الكيميائية النباتية التي تحتاجها الإنسان لاستخداماتها الدوائية..

تستند هذه الدراسة المقارنة بين القيم الناتجة عن اختبار الإنبات والتحليل الكمي لمكونات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة لأوراق وثمار السدر من مجموع عينات سكانية مختلفة في الأراضي الجزائرية من تحليل مقالات. أظهرت نتائجنا أن هناك فرقاً بين اختيار إنبات البذور من ثمار مجموعتين، والتباين يظهر تأداء الإنبات كاختلافاً من مجموع العينات الأخرى. كانت معالجات الإنبات التجريبية تعالج البذور أظهرت أن العلاج بالبارد كان الأكثر فعالية. تظهر مقارنة تجرعات المركبات الفينولية أيضاً اختلافاً في الثراء في إجمالي البولي فينول والفلافونويد والعصبيين مستخلصات الأوراق وثمار هذه المجموعات السكانية. أظهرت مقارنة نتائج اختبار مساح الجذور الحرة DPPH أيضاً أن نشاط مضاد الأكسدة يختلف من مجموع عينات سكانية إلى أخرى. نستنتج أن هذا الاختلاف يرجع للتأثيرات البيئية (التربة، المناخ، درجة الحرارة، إلخ) والتوزيع الجغرافي على النباتات. **الكلمات المفتاحية:** زيزيفوس لوتس، الإنبات، المكونات الكيميائية، النشاط المضاد للأكسدة، الجذور الحرة DPPH.

Résumé

La plante médicinale *Zizyphus lotus* a une grande répartition en Algérie, c'est une plante très riche en composants dont l'homme a besoin pour les utilisations pharmacologiques.

Cette étude est basée sur la comparaison entre des valeurs résultantes d'un essai de germination, analyse quantitative des composants phénoliques et l'activité antioxydante des feuilles et fruits de *Zizyphus lotus* de différentes populations sur le territoire algérien à partir d'une analyse d'articles. Nos résultats montrent qu'il y a une différence entre les essais de germination des graines issues des fruits de deux populations, qui ont montré que la performance germinative est différente d'une population à une autre. Les prétraitements germinatifs effectués sur les graines ont montré que le traitement au froid était le plus efficace.

Le dosage des composés phénoliques montre une différence de la richesse en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins entre les extraits des feuilles et des fruits de ces populations.

La comparaison des résultats de test de piégeage du radical libre DPPH montre que l'activité antioxydante est différente d'une population à une autre.

On déduit que cette différence est due à l'influence des conditions environnementales (sol, climat, température...) et la répartition géographique sur l'espèce.

Mots clés : *Zizyphus lotus*, germination, compositions chimiques, activité antioxydante, radical libre DPPH.

Abstract

The medicinal plant *Zizyphus lotus* has a wide distribution in Algeria, it is a plant very rich in components which man needs for its pharmacological uses.

This study is based on the comparison between the values resulting from a germination test, quantitative analysis of the phenolic components and the antioxidant activity of the leaves and fruits of *Zizyphus lotus* from different populations in the Algerian territory from an analysis of articles. Our results show that there is a difference between the germination tests of seeds from fruits of two populations, which showed that the germination performance was different from one population to another. The germination pretreatments carried out on the seeds were showed that cold treatment was the most effective.

The comparison of the dosages of phenolic compounds also shows a difference in the richness in total polyphenols, flavonoids and tannins between the extracts of the leaves and of the fruits of these populations.

Comparison of DPPH free radical scavenging test results has also shown that antioxidant activity is different from population to population.

We deduce that this difference is due to the influence of environmental conditions (soil, climate, temperature, etc.) and the geographical distribution on the plants.

Key words: *Zizyphus lotus*, germination, chemicals components, antioxidant activity, DPPH free radical.

Liste des abréviations

T : Graines témoin.

E1 : Graines scarifiées.

E2 : Graines traités au froid (24h).

DPPH : 2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl.

Mg EAG/g d'extrait: milligramme d'équivalent acide gallique par gramme d'extrait

Mg ECT/g d'extrait : milligramme d'équivalent catéchine par gramme d'extrait

Mg EQ/g d'extrait : milligramme d'équivalent quercétine par gramme d'extrait

OH : Group eHydroxyle.

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium.

EEZ : extrait éthanolique de Zizyphus

V: volume

MO : Matière

VMHD : Hydrodistillation par microondes sous vide.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

µgEq AG/mg d'extrait : microgramme d'équivalent acide gallique par milligramme d'extrait

µgEq CT/mg d'extrait : microgramme d'équivalent catéchine par milligramme d'extrait

µgEq Q/mg d'extrait : microgramme d'équivalent quercétine par milligramme d'extrait

ROS : Espèces réactifs de l'oxygène

ERO : Espèces Réactifs de l'Oxygène

UV : Ultra-violet

O₂- : superoxide

SOMMAIRE

I.	Introduction.....	1
II.	Chapitre I : Revue bibliographique.	
1.	Généralité sur <i>Zizyphus lotus</i>	2
1.1.	Historique et origine de <i>Zizyphus lotus</i>	2
1.2.	La classification de la plante <i>Zizyphus lotus</i>	3
1.3.	Description botanique	3
1.3.1.	Les feuilles	4
1.3.2.	Les fleurs.....	4
1.3.3.	Les fruits.....	5
1.4.	L'intérêt Ecologie	5
1.5.	Répartition géographique	6
1.5.1.	Dans le monde.....	6
1.5.2.	Dans l'Afrique.....	7
1.5.3.	Dans l'Algérie	8
1.6.	Les composants chimiques de l'espèce	8
1.7.	L'intérêt et usages de l'espèce.....	9
1.7.1.	L'utilisation alimentaire	9
1.7.2.	L'utilisation médicinale	10
1.7.3.	Autres utilisations	10
2.	La germination	10
2.1.	Les types de germination	10
2.2.	Les phases de germination.....	11
2.3.	Les conditions de germination.....	11
2.4.	La dormance des grains.....	12
3.	Les Activités Biologiques.....	12
3.1.	L'activité antioxydante	12
3.1.1.	Les antioxydants	13
3.1.2.	Le radical libre (RL).....	13
3.1.3.	Stress oxydatif	13
3.1.4.	Balance Oxydants /Antioxydants et stress oxydant.....	15
3.2.	Activité antimicrobienne.....	16
4.	Composés phénoliques.....	17
4.1.	Généralités sur les polyphénols	17
4.2.	Classification des polyphénols.....	18
4.2.1.	Les flavonoïdes.....	20
4.2.2.	Les tanins.....	24
5.	Les activités biologiques des composés phénoliques.....	27
6.	Activité antioxydante des composés phénoliques.....	27
7.	Méthodes d'extraction des molécules bioactives.....	28
7.1.	Extraction par soxhlet.....	29
7.2.	Extraction par hydro-distillation.....	29

7.3.Extraction par infusion.....	29
7.4.Extraction par décoction.....	29
7.5.L'extraction accélérée par solvants	29
7.6.Extraction au dioxyde de carbone (CO ₂) supercritique.....	30
7.7.Extraction par macération.....	30
7.8.Extraction assistée aux ultrasons.....	30
7.9.Extraction assistée par micro-ondes.....	31
III. Chapitre II : Méthodologie	
1. Le matériel végétal.....	35
2. Méthodes.....	35
2.1.essai de germination.....	35
2.2.Détermination du taux d'humidité et du taux de cendre.....	36
2.3.Préparation des extraits.....	36
2.4.Analyse des extraits de la plante <i>Zizyphus lotus</i>	41
2.4.1. Dosage des polyphénolstotaux.....	41
2.4.2. Dosage des flavonoids.....	42
2.4.3. Dosage des tannins condensés.....	42
2.5.Détermination de l'activité biologique.....	43
2.5.1. Activitésantioxydantes.....	43
2.5.1.1.Test de décoloration de β -carotène.....	43
2.5.1.2.Test de piégeage du radical libre DPPH.....	43
IV. Chapitre III : résulta et discussion	
1. Essai de germination.....	46
2. Détermination du taux d'humidité et du taux de cendre.....	50
2.1.Taux d'humidité.....	50
2.2.Taux de cendre.....	51
3. Analyse des extraits de la plante <i>Zizyphus lotus</i>	53
3.1.Dosage des polyphénols totaux.....	53
3.1.1. Dosage des polyphénols totaux des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	53
3.1.2. Dosage des polyphénols totaux des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	54
3.2.Dosage des flavonoïdes.....	55
3.2.1. Dosage des flavonoïdes des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	55
3.2.2. Dosage des flavonoïdes des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	56
3.3.Dosage des tanins condensés.....	57
4. Détermination de l'activité biologique.....	58
4.1.Activités antioxydantes des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	58
V. Conclusion et perspectives.....	60

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Image représentative du <i>Zizyphus lotus L</i>	3
2	Image représentative des feuilles <i>Zizyphus lotus L.</i>	4
3	représentative des fleurs de <i>Zizyphus lotus L.</i>	4
4	différentes formes et tailles des jujubes (grandeur nature	5
5	Image représentative du fruit de <i>Zizyphus lotus L</i>	5
6	Répartition géographique des espèces de la famille des Rhamnacées	6
7	Aire de répartition du <i>Zizyphus lotus</i> en Afrique du Nord	6
8	systèmes de défense contre les radicaux libres	14
9	Régulation de la production d'espèces réactives de l'oxygène par les systèmes de défenses antioxydants	14
10	Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant	16
11	Squelette de base des composées phénoliques	17
12	Biosynthèse des composés phénoliques le plus largement distribués par la voie de shikimate	18
13	Classification des polyphénols avec exemples pour chaque classe.	30
14	Structure du 2-phényle chromane.	21
15	Structure générale des flavonoïdes	21
16	Structures des squelettes de base des flavonoïdes	22

Liste des figures

17	Schémas des propriétés des flavonoïdes	23
18	Structure d'un tannin hydrolysable	25
19	Structure d'un tannin condensé	26
20	Piégeage des espèces réactives oxygénées par les flavonoïdes	28
21	Photo d'un agitateur magnétique	30
22	Photo d'un sonicateur	30
23	Photo d'un micro-onde.	31
24	Préparation de la poudre des feuilles et fruits de <i>Zizyphus lotus</i> L.	34
25	Procédé de la mise à germination des graines de <i>zizyphus lotus</i> L.	36
26	La réaction entre la vanilline et les tanins condensés	42
27	Les trois étapes de la peroxydation lipidique	44
28	Structure de l'acide linoléique	45
29	Etapes de la mise à germination des graines de <i>Zizyphus lotus</i>	46
30	Taux de germination des graines témoins des deux populations	48
31	Taux de germination des graines scarifiées des deux populations	48
32	Taux de germination des graines traitées au froid (24h) des deux populations	48
33	Histogramme de taux d'humidité de fruits de <i>Zizyphus lotus</i> de populations de Batna et populations de Mila	51

Liste des figures

34	Dosages des polyphénols totaux des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	52
35	Dosages des polyphénols totaux des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	53
36	Dosages des polyphénols totaux des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	54
37	Dosages des flavonoïdes des extraits des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	55
38	Dosage des flavonoïdes des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	56
39	Dosages des tanins des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	57
40	Réaction d'un antioxydant avec le DPPH	58
41	Test de piégeage du radical libre DPPH de le l'extrait méthanolique de fruit de <i>Zizyphus lotus</i>	59

Liste des tableaux

tableau	Titre	page
1	Dénominations internationales de la plante zizyphus lotus	2
2	Situation botanique de l'espèce Zizyphus lotus L.	3
3	Pourcentage des compositions primaires du Zizyphus lotus L.	8
4	Les composants chimiques majeurs et leur quantité dans les différents organes végétaux du Zizyphus lotus	9
5	Principales classes des composés phénoliques	19
6	Les principales activités biologiques des composés phénoliques	27
7	Classification du matériel végétal utilisé et les techniques de préparation	32
8	Le matériel végétal utilisé et sa technique de préparation	33
9	Les méthodes d'extraction qui sont utilisées dans les études sélectionnées.	38
10	Résultats des mesures des facteurs (Taux de germination(T), vitesse de germination(V) et Indice de germination(I)) de la population 1 (Laghoutat « Daya de Tilghemt ») et population 2 (Ghardaïa « Oued Nlsa »)	47
11	Taux d'humidité de fruits de <i>Zizyphus lotus</i> de populations de Batna et populations de Mila.	51
12	Taux de cendre de fruits de <i>Zizyphus lotus</i> de populations de Batna et populations de Mila.	52
13	Dosage de polyphénols totaux des extraits des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i> .	53
14	Dosage des polyphénols totaux des extraits des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .	54
15	Dosages des flavonoïdes des extraits des feuilles de <i>Zizyphus lotus</i>	55
16	Dosage des flavonoïdes des extraits de fruits de <i>Zizyphus lotus</i>	56
17	Dosage des tanins condensés des extraits de fruits de la plante <i>zizyphus lotus</i>	57
18	Test de piégeage du radical libre DPPH de le l'extrait méthanolique de fruit de <i>Zizyphus lotus</i> .	58

Introduction

Les plantes médicinales restent encore l'un des recours aux nouveaux médicaments. Elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires et à la mise au point de futurs médicaments (Maurice, 1997). Ces plantes renferment une large variété de molécules chimiques (peptides, terpènes, polyphénols, alcaloïdes, tanins...) de propriétés physico-chimiques très différentes et qui présentent une large variété d'activités biologiques. Il est par ailleurs, aujourd'hui reconnu que les plantes constituent une source importante de molécules bioactives (Michel, 2011).

La diversité des molécules naturelles bioactives rend le choix des processus d'obtention très important. Pour cela, différents procédés conventionnels et innovants d'extraction sont utilisés comme source potentielle pouvant constituer une alternative aux produits de synthèse, tel que l'extraction par soxhlet, l'hydro-distillation, l'infusion, la décoction, l'agitation et la digestion (Alupului et al., 2009), l'extraction assistée par microondes, l'extraction accélérée par solvants, l'extraction assistée aux ultrasons et l'extraction avec des fluides supercritiques (Sahin et al., 2013).

Zizyphus lotus est l'une de ces plantes médicinales, c'est un arbre fruitier épineux de la famille des Rhamnacées largement utilisé en médecine traditionnelle, cultivée dans des régions tropicales et subtropicales de l'Asie, particulièrement en Chine, en Amérique et en Europe. Il est utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise pour sa haute valeur nutritionnelle et présente diverses activités biologiques y compris les activités anti-inflammatoires, antibactériennes, anti-stéroïdes, anxiolytiques, antiulcéreuses, immunostimulantes, antioxydantes et autres (Wang et al., 2013). C'est une espèce polyvalente : ses fruits, ses feuilles et ses racines présentent plusieurs intérêts sur le plan nutritif, cosmétique et médicinal (Wang et al., 2016).

L'objectif visé par cette étude, consiste à faire une étude comparative sur les essais de germination, les composants phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes, et tanins) et l'activité biologique (antioxydante) des extraits des feuilles et fruits de la plante *Zizyphus lotus* entre des résultats de six études de différentes régions en Algérie.

Dans ce contexte nous avons réalisé un travail comprenant trois chapitres:

-Le premier est une étude bibliographique qui comporte une description de la plante étudiée, des généralités sur la germination, l'activité biologique et les composants polyphénoliques ainsi que certaines méthodes d'extractions de ces composés.

-Le deuxième chapitre illustre une méthodologie qui résume quelques méthodes à partir des études analysées pour un essai de germination, l'extraction des composés phénoliques des feuilles et fruit de la plante étudiée, ainsi que l'évaluation de leurs activités antioxydante.

-Le troisième chapitre est consacré à la présentation, l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.

Chapitre I

Revue bibliographique

1. Généralités sur la plante *Zizyphus lotus*

1.1. Historique et origine de *Zizyphus lotus*

Le jujubier est originaire de la Chine septentrionale. Aujourd'hui, il est répandu en Algérie, Tunisie, en Espagne, dans le sud de l'Italie et dans le midi de l'Europe (Catoire et al., 1999). En France, on le cultive surtout dans la Provence et le Languedoc (Catoire et al., 1999). En 1784, Desfontaines découvrait le jujubier aux abords du désert en Tunisie, et il a été nommé par Linné *Rhamnus lotus* (Aug chevalier, 1939), par contre d'après Bonnet (2001) le mot « *Zizyphus* » vient du grec « *Zizyphos* » mais le mot n'apparaît qu'au deuxième siècle, et qui vient du nom arabe « *Zizouf* ». Environ 100 espèces principalement dans les régions tropicales et subtropicales de l'Asie et des Amériques existent, tandis que quelques espèces vivent en Afrique et dans les régions tempérées.

Zizyphus lotus en Algérie et en Tunisie, est connu sous le nom de « *Sedra* » ou « *N'beg* » appeler aussi Jujubier de la berbère ou jujubier sauvage dans la langue française (Benammar et al., 2010). Cette plante appartient à la famille des Rhamnacées, elle comprend environ 900 espèces, auprès de 58 genres dans les régions tropicales et subtropicales (Baba Aissa, 1999). Le tableau 1 suivent représente dénominations internationales de cette plante.

Tableau 1 : Dénominations internationales de la plante *zizyphus lotus* (Ghedira, 2013).

La langue	Dénominations internationales
Français	Jujubier sauvage, jujubier de Berbérie, lotus des anciens, jujubier des Lotophages
Anglais	African jujube, Lote fruit, Lotustree, lotus jujube, wild jujube Allemand : Wilde Jujube
Portugais	Acufeifa-menor Espagnol : Azufaifo africano, Azufaifo ibérico, Arto, Arto blanco, Espina de Cristo
Arabe	Zizouf زيزوف, Sedra سدرة, sidr سدر, sidr barri سدر بري
Berbère (Maroc)	âmezmem Étymologie : <i>Zizyphus</i> proviendrait de <i>zizouf</i> , nom arabe de <i>Zizyphus lotus</i>

1.2. La classification de la plante *Zizyphus lotus*.

Selon Kamel Ghedira (2013), la classification de *Zizyphus lotus* est suivante tableau 2 :

Tableau 2 : Situation botanique de l'espèce *Zizyphus lotus* (Ghedira ; 2013).

Règne	Végétal
Embranchement	Magnoliophyta (= Phanérogames)
Sous-embranchement	Magnoliophytina (= Angiospermes)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Rosidae Ordre Rhamnales
Famille	Rhamnaceae
Tribu	Zizyphae
Genre	Zizyphus
Espèce	<i>Zizyphus lotus</i> L.

1.3.Description botanique

Le *Zizyphus lotus* est un arbre ou arbuste épineux à croissance lente qui se trouve soit à l'état isolé, soit en peuplements purs (Bâa et al., 2001). C'est une plante dicotylédone issue de la famille Rhamnaceae (Rsaissi et Bouchache., 2002). Cet arbrisseau est sous forme de buisson à rameaux flexueux ne dépassant pas 2,5 m de hauteur, il est très épineux de couleur gris blanc poussant en zigzag (Claudine, 2007) (figure 1).



Figure 1 : l'aspect d'un payer du *Zizyphus lotus* L.

1.3.1. Les feuilles

Les feuilles sont petites courtes, et ovales plus au moins elliptiques de 1 à 2 cm de longueurs et de 7 mm de largeur (Bayer and Butter, 2000). Par contre d'après Kamel Ghedira (2013), elles sont petites, alternes, obtuses, crénelées, à trois nervures, glabres, faiblement rigides, de 7 à 9 mm de largeur et de 9 à 13 mm de longueur, à pétiole court. Elles sont deux fois moins longues que larges, à marges fortement dentées. Elles sont lisses et brillantes sur les deux faces (BabaAissa, 1999).



Figure 2 : Image représentative des feuilles *Zizyphus lotus L.*

1.3.2. Les fleurs

Les fleurs qui sont poussées sur les rameaux sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court ; à calice en forme d'entonnoir, pentamère ; à petite corolle à cinq pétales ; à cinq étamines épi pétales ; à deux styles courts (Ghedira, 2013).



Figure 3 :Image représentative des fleurs de *Zizyphus lotus L.*

1.3.3. Les fruits

Le fruit est ovoïde et long, ayant la forme et la grosseur d'une belle olive. D'abord vert puis jaune, il devient rouge foncé quand il est mur, en octobre. Sa pulpe épaisse peut être d'un blanc verdâtre et d'une saveur à la fois douce et acidulée ou brun jaunâtre, un peu glutineuse, à saveur sucrée et fade (Bayer et Butter., 2000), il est appelé « Nbeg ». D'après Catoire et al. (1999) la fructification commence dès la quatrième année et avec un plein rendement vers l'âge de quinze ans, il est très productif lorsqu'il reçoit des arrosages copieus pendant l'été.

D'après THEOPIIRASTE, certains jujubiers de Berbérie (*Zizyphus lotus* LAMK) produisaient des fruits sans noyau qui étaient particulièrement appréciés dans l'antiquité. La taille des jujubes est variable, selon les espèces et les variétés, elle va de la grosseur d'un pois à celle d'une prune (figure 4 et 5) (Munier, 1973).

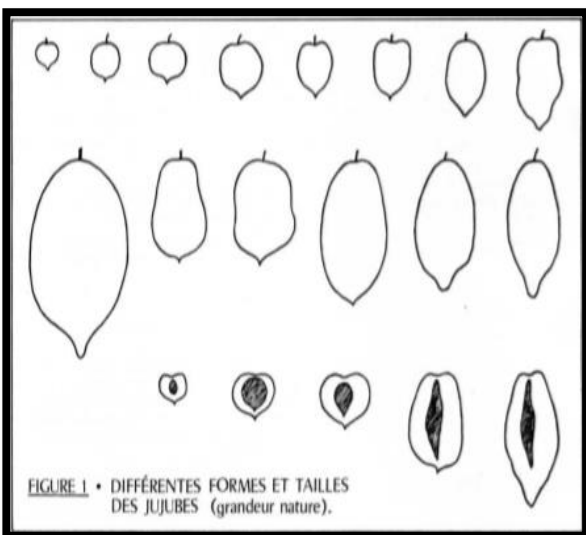


Figure 4 : Différentes formes et tailles des jujubes (grandeur nature) (Munier, 1973).



Figure 5 : Image représentative du fruit de *Zizyphus lotus* L. (web1).

1.4.L'intérêt écologique

Le *Zizyphus lotus* possède des caractéristiques physiologique et morphologique qui peuvent contribuer à leur capacité de s'adapter aux environnements arides (Arndt, 2001). Il est une espèce fruitière très rustique, résistante au froid modère, aux fortes chaleurs, pouvant végéter en atmosphère sèche, et se contenter d'une faible pluviosité, Mais il craint l'humidité excessive de l'air et les précipitations abondantes (Taschmatov, 1962). Il monte jusqu'à 1 000 m. d'altitude. Ses peuplements étendus, parfois presque purs, ont reculé depuis un siècle devant les défrichements des colons, mais il est encore abondant par places (Chevalier, 1947). En raison de ses aptitudes, cet arbre est preuve d'une grande facilité d'adaptation aux conditions climatiques, Il résiste bien au vent, aussi les emploie-t-on dans certaines régions, en Inde et au Pakistan notamment, comme brise-vent (Munier, 1973).

Le *Zizyphus lotus* est peu exigeant et ayant une croissance très lente, c'est son principal inconvénient, son rendement est donc tardif, pour accélérer sa croissance, il est nécessaire d'améliorer le sol dans sa prime jeunesse, le jujubier exige des arrosages copieux et des engrais organiques azotés (Catoire et al., 1999). En prenant de l'âge ces arbres sont bien adaptés à la sécheresse saisonnière et aux conditions chaudes, cependant pour augmenter et régulariser son rendement, des irrigations sont indispensables (Catoire et al., 1999). Il développe typiquement un système profond et étendu de racine qui assure sa capacité d'exploiter les sources d'eau profonde, maintenant de ce fait une quantité suffisante d'eau et d'un apport nutritif pendant des périodes prolongées ou les couches supérieures de sol se dessèchent (Arndt, 2001). Il ne peut guère se cultiver que sous le climat méditerranéen car malgré sa floraison tardive, il supporte fort les gelées printanières, il pousse bien en sol sec et léger, mais il redoute l'argile et l'humidité, et il n'a pas besoin d'être taillé, sa fructification commence dès la 4^{ème} année, l'arbre est en plein rendement vers les quinze ans (Bonnet, 2001). Le jujubier végète dans les zones à faible pluviométrie (moins de 500 mm en régions méditerranéennes et moyen-orientales et moins de 300 mm au sud du Sahara), il résiste bien au vent, d'où son emploi comme brise-vent en bordure de plantations particulièrement exposées à des vents secs et violents, tous les types de sols conviennent au jujubier dont le système racinaire puissant explore les sols en profondeur. Il craint cependant les sols lourds et mal drainés. Le jujubier prospère particulièrement bien dans les sols sableux, il tolère bien le calcaire actif et la salinité, les besoins en eau du jujubier sont de 500 mm en cas de disponibilité en eau il pourrait irriguer plus souvent et copieusement (Toukoub, 2012).

Cette espèce est utilisée dans la lutte contre l'ensablement (l'amélioration des sols dégradés), elle intervient dans la fixation des substrats mobiles par l'émission de ses rameaux en dehors des sols, en plus, elle constitue un abri pour les animaux (les rongeurs, les insectes et les reptiles), et permet l'installation d'une flore nitrophile, ces caractéristiques font du *Zizyphus lotus* un arbuste de valeur universelle, aux surfaces écologiques arides et semi-arides (Laamouri et Zine El Abidine, 2000).

1.5.Répartition géographique

1.5.1. Dans le monde

Les espèces fruitières de *Zizyphus* à grand potentiel de sélection, introduites dans plus de 30 pays représentent des exemples extraordinaires de plantes pérennes à divers usages dans les zones arides et semi-arides voire même désertiques de presque tous les continents grâce à leurs capacités de résistance à la sécheresse et leurs mécanismes physiologiques et morphologiques d'adaptation (Laamouri et al., 2008).

Le genre *Zizyphus* occupe une vaste aire de répartition allant du continent asiatique en passant par le bassin méditerranéen jusqu'à atteindre le continent américain, il s'avère être d'une grande importance du point de vue environnemental et socio-économique (Bâa et al., 2001) (figure 6). L'espèce *zizyphus lotus L.* occupe donc toute la Berbérie depuis la Tripolitaine et la

côte Est de Tunisie jusqu'au Maroc occidental, sud de l'Égypte, Chypre, Asie mineure, Arabie, Aden (Defflers), Afghanistan. Cultivé et naturalisé dans le sud du Portugal et de l'Espagne (à Terracine), en Sicile (près Palerme), Spontané en Grèce, sud de l'Égypte (Delile) (Aug. chevalier, 1947).

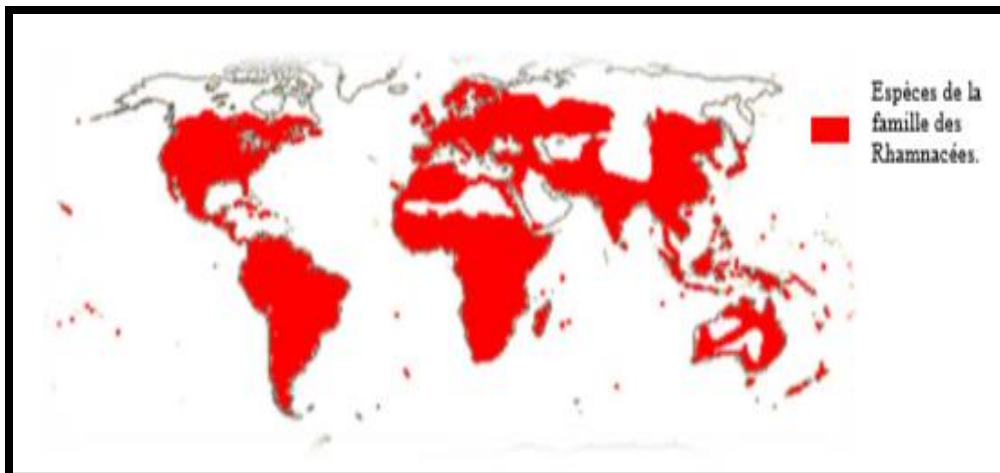


Figure 6 : Répartition géographique des espèces de la famille des Rhamnacées (Dupont et al., 2012).

1.5.2. En Afrique

L'arbuste vit dans les steppes subméditerranéennes, comprises entre la mer et le Sahara. (Chevalier, 1947). Il se situe tout au long de l'Algérie, la Tunisie, la Libye, le Maroc (Benammar et al., 2010) (figure 7).

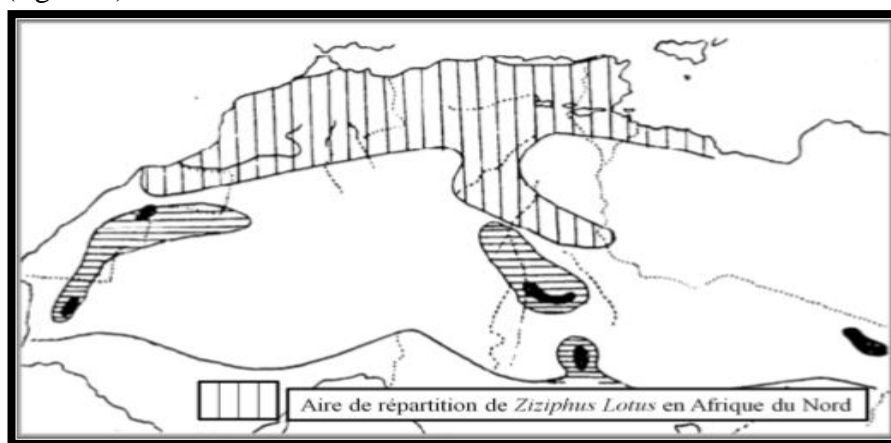


Figure 7 : Aire de répartition du *Zizyphus lotus* en Afrique du Nord (Quézel et Santa, 1962).

1.5.3. En Algérie

L'arbuste *Zizyphus lotus* est répandu partout en Algérie sauf dans l'Algéro-Constantinois (Quézel et Santa, 1962). Il est très répandu dans les régions arides d'Algérie du Sud, Ain Ouessara et Maessad (wilaya de Djelfa) à climat aride, Taghit (wilaya de Bechar) au climat saharien (Saadoudi, 2008) et aussi à Constantine (Aïn Smara).

1.6. Les compositions chimiques de l'espèce

Le *Zizyphus lotus* comme une plante médicinale contient beaucoup d'éléments chimiques qui sont les principaux composants des médicaments utilisés. Les études phytochimiques menées sur cette plante montrent la présence de métabolites primaires (tableau 3) et secondaires (Catoir et al., 1999). Elle synthétise de nombreux composés appelés métabolites secondaires tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins), les triterpènes, les anthraquinones, les alcaloïdes (cyclopeptides et isoquinolides), les saponosides (Catoire et al. 1994; Borgi et Chouchane., 2006) tableau 4.

Tableau 3 : Pourcentage des compositions primaires du *Zizyphus lotus* L. (Chouaibi., 2011).

Compositions primaires	Pourcentage (%)
Vitamines	Vitamine A : Les vitamines sont impératives en période de croissance (Hercberg et al, 1998).
Protéines	19,11
Carbohydrates	40,87
Lipides	32,92
Sucres	20

Tableau 4 : Les composants chimiques majeurs et leur quantité dans les différents organes végétaux du *Zizyphus lotus* (NutrMétab, 2016).

Organe végétal	Composés majeurs	Quantité
Fruits	Polyphénols totaux	297 - 4078,2mg/100g
	Flavonoïdes	122mg/100g
	Tanins	33mg/100g
Feuilles	Glucides (monosaccharides)	8720mg/100g
	Saponines	340mg/100g
	Flavonoïdes	130 - 199mg/100g
	Polyphénols totaux	664mg/100g
	Rutine	3,66mg/100g
Graines	Flavonols glycosides	3,00mg/100g
	Lipides	29730mg/100g
	Protéines	14220mg/100g
	Glucides	4087 - 4720mg/100g
	Suce soluble	4100mg/100g
Ecorce des racines	Polyphénols totaux	14,68mg/100g
	Saponines (lotuside I et II, lotusine A-G)	109mg/100g
	Proanthocyanidine	219mg/100g
	Flavonoïdes	156mg/100g
	Flavonoïdes	87mg/100g
Pulpes	Sucre soluble	10500mg/100g
	Minéraux	3200mg/100g
	Protéines	1180mg/100g
	Tanins	922mg/100g 325mg/100g
	Polyphénols totaux	325mg/100g
	Flavonoïdes	173mg/100g

1.7.L'utilisation de l'espèce

Le jujube est parmi les espèces les plus utilisables avec les populations dans le monde. Aujourd'hui, il est largement consommé par les populations d'Afrique du nord, du Moyen Orient et de Chine (Munier, 1973).

1.7.1. L'utilisation alimentaire

Les jujubes provenant de peuplements sont commercialisées sur les marchés d'Afrique du nord, de Syrie, d'Arabie et des grands centres au sud du Sahara : St Louis, Kayes, Tombouctou, Gao ..., elles sont utilisées en confiserie, en pâtisserie, après avoir été transformées en pâte ou en farine après séchage (Munier, 1973). Il se consomme frais, en conserve, et en confiture, aussi est largement utilisé et recherché en confiserie (fruit confits) et en pharmacie (Catoire et al., 1999).

1.7.2. L'utilisation médicinale

Zizyphus lotus est une plante utilisée en médecine traditionnelle dans de nombreux pays comme sédatif, analgésique, tonique et anti-inflammatoire (Claudine, 2007 ; Mounni, 2008, Ghedira, 1994). Le décocté des racines est utilisé par les personnes diabétiques comme hypoglycémiant (Lahlou, 2002 ; Allali, 2008). Elle est également, utilisée pour soigner le tube digestif et le foie (Baba Aissa., 1999). Les feuilles du *Zizyphus lotus* possèdent des effets analgésiques attribués à leur contenu en principes actifs ; les flavonoïdes et les saponines (Borgi et al., 2007), elles sont utilisées contre les piqûres des vipères au Sahara (Benchalah, 2004), et les fruits sont préconisés dans le traitement de la gorge et les infections respiratoires (Baba Aissa, 1999 ; Borgi, 2007). Les extraits aqueux des racines, des feuilles et des fruits possèdent une activité anti-ulcérogénique. (Borgi et al. 2007).

Plusieurs parties de *Zizyphus lotus* sont administrées en tant qu'agents anti-infectieux urinaires, cutanés, antiviraux, anti-diarrhéique, agents d'insomnie (Anand et al., 1989 ; Adzu et al., 2003), contraceptif, antimicrobien (Yoon et al., 2010), et stimulant de l'immunité (Benammar et al., 2010).

1.7.3. Autres utilisations

Le *Zizyphus lotus* est utilisé en ébénisterie de luxe sous le nom d'acajou d'Afrique, où il fournit un bon combustible et un charbon de première qualité (Toukoub, 2012). Les rameaux secs et épineux du jujubier sont utilisés pour former des clôtures défensives (Adzu et al., 2002). Les feuilles sont employées largement comme une réserve fourragère d'appoint pour les chameaux et les chèvres (Tripathi et al., 2004). C'est la seule espèce ligneuse spontanée qu'on rencontre aux limites Nord du désert. En Afrique, le bois du jujubier est utilisé pour la sculpture et la menuiserie (Epfrain et al., 1998).

2. La germination

La germination est la phase première de la vie de la plante, assure la naissance d'une jeune plantule aux dépens de la graine (Guyot; 1978). C'est une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire à l'état de vie active, que les réserves qui jusque l'assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule (Deysson, 1967 ; Jeam et al., 1998). Aussi; elle est décrite comme l'émergence et le développement à partir de l'embryon de structures essentielles qui sont indicatrices de la capacité de la graine à produire une plante normale sous des conditions favorables (Willan, 1984).

2.1. Les types de germination

On distingue deux types de germination au sens large

- La germination épigée « germination épicotyle »: Au cours de laquelle l'allongement de la tigelle porte les cotylédons au-dessus du niveau du sol;
- La germination hypogée « germination hypocotyle »: Au cours de laquelle, la tigelle ne s'allonge pas et les cotylédons restent en terre (Meyer et al., 2004).

2.2. Les phases de germination

Selon Binnet et Brunnel (1968) et Côme (1970), la germination comprend trois phases successives :

- La phase d'imbibition qui correspond à la réhydratation de la graine par une prise d'eau rapide à l'état liquide, mais l'excès d'eau peut gêner la germination ;
- La phase de germination stricto sensu (la germination au sens strict) qui correspond à l'activation physiologique de la semence après l'imbibition et s'achève avec le début de l'allongement de la radicule ;
- La troisième est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis de la tigelle (Heller et al., 2000 ; Raven et al., 2003 ; Meyer et al., 2004).

2.3. Les conditions de germination

2.3.1. Conditions internes

Selon Chaussant et Deunff (1975) la germination est influencée par la maturité et la longévité des semences.

La maturité : C'est l'état complet de la morphologie et la physiologie des semences, lorsque toutes ses parties constitutives sont différenciées, il y a des semences, bien que vivantes et morphologiquement mûres ne germent pas, même en présence des conditions favorables pour la germination, parce qu'elles ne sont pas physiologiquement mûres.

La longévité : C'est la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et capables de garder leur pouvoir germinatif. Elle varie selon l'espèce et la variété (Heller, 1990). Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs types de causes sont à envisager (Boualem, 2014).

2.3.2. Conditions externes

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière (Soltner 2007).

- **L'eau**

La germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide, elle pénètre par capillarité dans les enveloppes (Chaussat et al., 1975). Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon, et provoque le gonflement de leurs cellules, donc de leur division (Soltner, 2007).

- **L'oxygène**

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007). Selon Mazliak (1982) une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination.

- **La température**

Selon Ammari (2011), la température est certainement le facteur le plus important de germination parce qu'elle joue un rôle dans la vitesse des réactions biochimiques. Elle a deux actions : Soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (Mazliak, 1982) ; soit indirect par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat et al., 1975).

- **La lumière**

La lumière agit de manière différente sur les espèces, elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celles à photosensibilité positive (Anzala 2006).

2.4.La dormance des graines

La dormance d'une semence est comme une inaptitude à germer correctement lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables, présence d'eau, bonne oxygénation, température ni trop basse ni trop élevée, etc. (Mazliak, 1982). D'après Côme (1975), la majorité des auteurs l'emploient indifféremment pour désigner l'état physiologique dans lequel se trouve une semence ou un embryon, soit qu'ils sont placés dans des conditions favorables à leur germination ou non.

3. Les Activités Biologiques

3.1.L'activité antioxydante

Il existe de nos jours un intérêt croissant vis-à-vis la biologie des radicaux libres. Ce n'est pas seulement dû à leur rôle dans des phénomènes aigus tels que le traumatisme ou l'ischémie, mais aussi à leur implication dans de nombreuses pathologies chroniques associées au vieillissement tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires et la dégénérescence du système immunitaire (Guinebert, 2005).

3.1.1. Les antioxydants

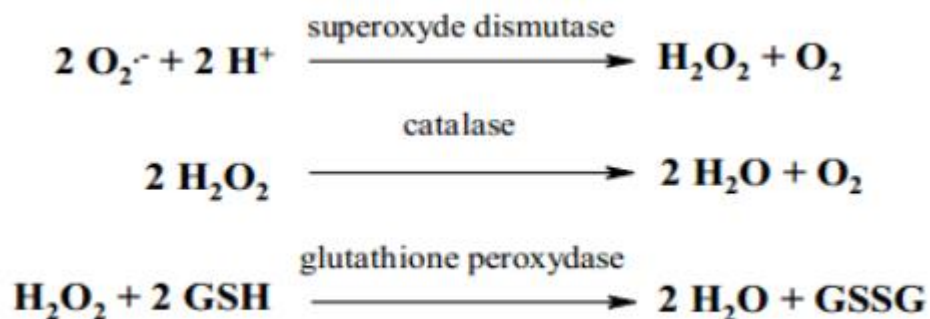
Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimique. Les antioxydants sont utilisés pour réduire l'oxydation du produit auquel ils sont mélangés, l'effet des antioxydants provient de deux mécanismes.

1) Ils neutralisent les radicaux libres et empêchent les réactions en chaîne initialisées par ces derniers.

2) Les antioxydants détruisent les hydroperoxydes (composés intermédiaires formant des radicaux libres en interrompant la liaison O-O), diminuant ainsi la vitesse de formation des radicaux libres (Ribeiro et Bernardo.,2001).

3.1.1.1. Les antioxydants primaires (enzymatiques)

Les principaux systèmes enzymatiques antioxydants les plus efficaces sont chez les mammifères ainsi que chez les plantes (Mates et al., 1999; Sharma et al., 2012) où la cellule est pourvue d'enzymes antioxydants qui sont des systèmes de défense très efficaces. Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutase (SOD), de catalase et de peroxydase (glutathion et ascorbate) (Favier., 2006). Ces enzymes antioxydantes permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes (Lehucher-Michel et al., 2001).



De ce fait, elles préviennent la formation de radicaux libres organiques à partir des lipides membranaires notamment, et contribuent donc à la protection des membranes de la peroxydation lipidique (Dacosta, 2003).

3.1.1.2. Les antioxydants secondaires (non enzymatiques)

Ce sont des molécules exogènes, contrairement aux enzymes antioxydantes, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes (Figure8) (Dacosta, 2003). Plusieurs substances pouvant agir en tant qu'antioxydants in vivo ont été proposées. Elles

incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, le β -carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques,...etc. (Kohen et Nyska., 2002).

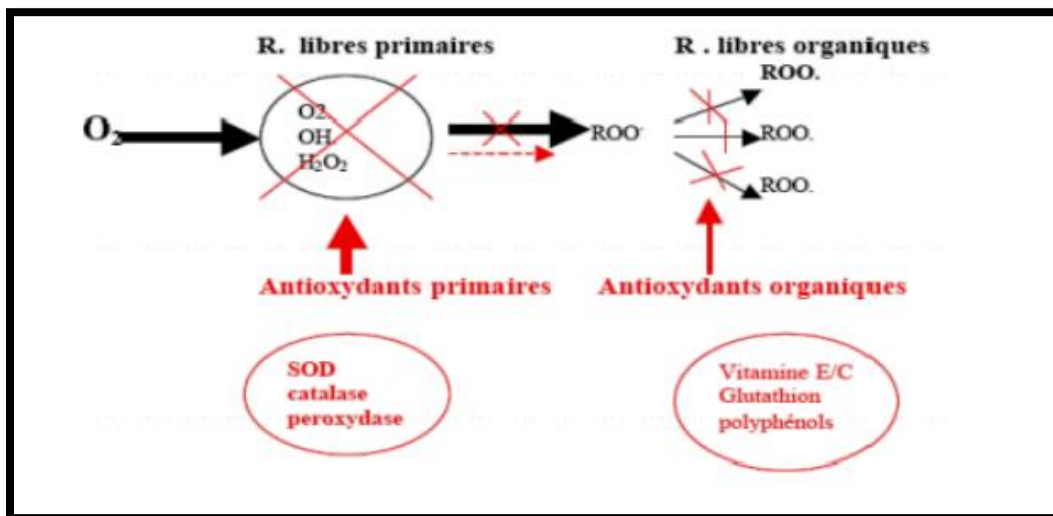


Figure 8: Les systèmes de défense contre les radicaux libres (Kohen et Nyska., 2002).

3.1.1.3. Mécanismes d'action des antioxydants

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition (Favier, 2006).

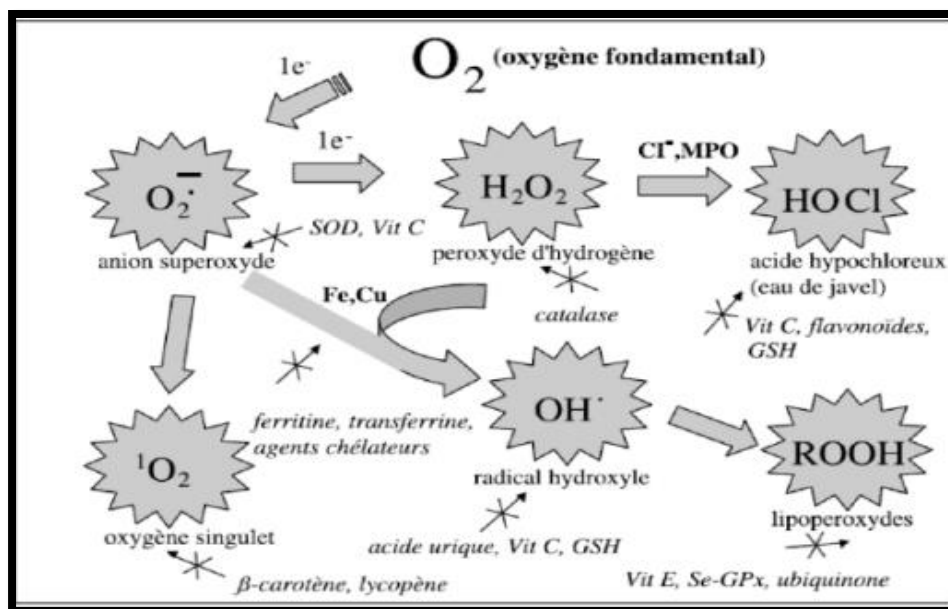


Figure 9 : Régulation de la production d'espèces réactives de l'oxygène par les systèmes de défenses antioxydants (Milbury et Richer., 2008).

3.1.2. Le radical libre (RL)

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié. (Célibataire), ce qui le rend extrêmement réactif. (Exemple : l'anion superoxyde O_2^\bullet d'où le symbole \bullet indique la présence d'un électron célibataire). Cette propriété rend ces éléments très réactifs du fait de la tendance de cet électron à se ré-apparier, déstabilisant ainsi d'autres molécules. Les molécules ainsi transformées deviennent à leur tour d'autres radicaux libres et initient ainsi une réaction en chaîne. C'est typiquement ce qui se passe lors de la peroxydation lipidique (Halliwell., 1994).

3.1.3. Stress oxydatif

Le stress oxydant se définit comme un déséquilibre de la balance entre le système de défense des antioxydants et la production des espèces réactives de l'oxygène (ERO)(Sayre et al.,2008 ;Bloomer et al.,2008 ;Power et al.,2010). Ce déséquilibre peut se produire quand le système de défense des antioxydants est surmené par l'augmentation des oxydants ou lorsque les défenses sont affaiblies suite à une carence d'apport et/ou de production d'antioxydants (Kirschvink et al.,2008) .Cela entraîne des lésions biochimiques au niveau des cellules de l'organisme du fait de leur conséquence sur le plan moléculaire, telles que les altérations au niveau des protéines, l'apparition de cassures au niveau de l'ADN, ou des atteintes de l'intégrité de la membrane cellulaire par l'induction de la peroxydation lipidique .(Stadtman et al.,1998 ;Halliwell.,1999;De_Zwart .,1999).

3.1.4. Balance Oxydants /Antioxydants et stress oxydant

Les ROS ont des rôles physiologiques très importants en agissant, à faibles concentrations, sur la régulation des réponses biologiques, la transduction du signal et autres voies de signalisation (Favier., 2003). Dans l'ensemble de nos tissus sains, les défenses antioxydantes sont capables de faire face et détruire les radicaux produits en excès. On dit que la balance Oxydants /Antioxydants est en équilibre. Mais dans certaines situations, en raison d'une surproduction radicalaire (tabac, alcool, pollution, ...) ou d'une diminution des capacités antioxydantes (insuffisance d'apports des micronutriments antioxydants, inactivation enzymatiques) un déséquilibre entre la production des radicaux libres et le système de défense est à l'origine d'un état redox altéré de la cellule appelé stress oxydatif (Sohal et al., 2002). Pour enrayer le stress oxydant, il faut donc aider la cellule et l'organisme par l'apport d'antioxydants secondaires (vitamine C, E, caroténoïdes, polyphénols) (Kohen et Nyska., 2002).

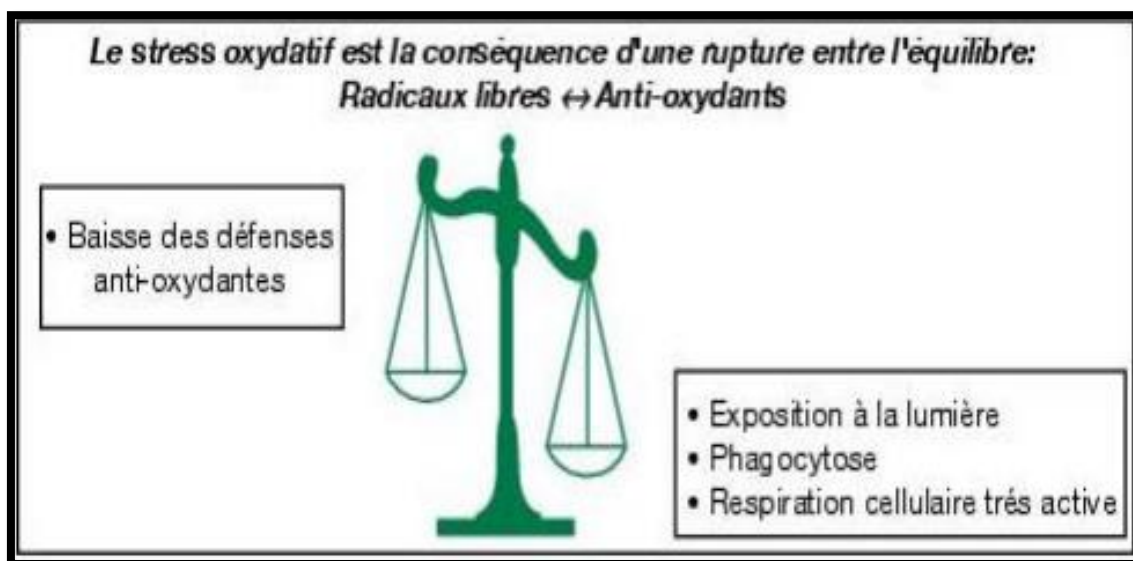


Figure10 : Déséquilibre de la balance entre pro-oxydant et antioxydant (Shimizu, 2004).

3.2. Activité antimicrobienne

Dès la naissance, l'homme se trouve en contact avec des micro-organismes qui vont progressivement coloniser son revêtement cutané-muqueux. Pour résister à ces micro-organismes de nombreux moyens sont mis en jeu. On peut schématiquement en distinguer 3 groupes : les barrières anatomiques, les mécanismes de résistance naturelle (ou innés) et l'immunité acquise (Kaufmann ., 1997).

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

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

4. Composés phénoliques

4.1. Généralités sur les polyphénols

Les polyphénols ou composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal. Cette appellation générique désigne un vaste ensemble de substances aux structures variées qu'il est difficile de définir simplement (Bruneton, 1993). Ce sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides (Figure 11). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) ; et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits (Boizot et Charpentier, 2006).

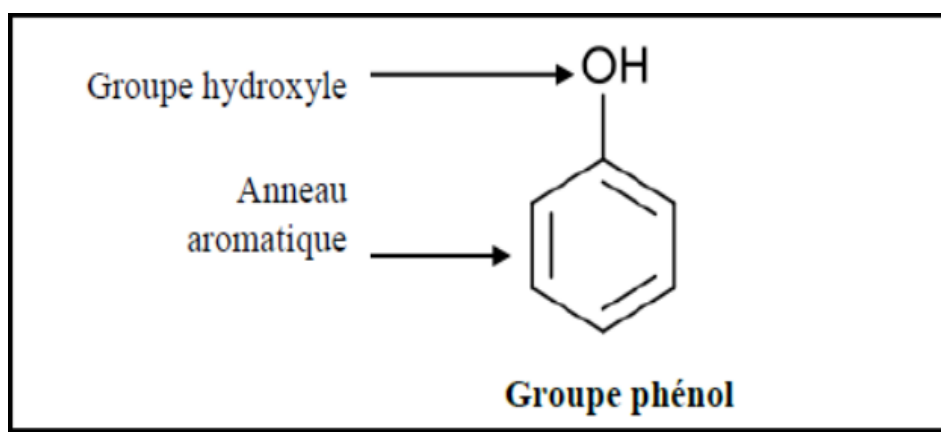


Figure 11 : Squelette de base des composés phénoliques (Girotti-Chanu, 2006).

Les composés phénoliques, constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connues (Lugasi et al., 2003). Ils sont divisés en plusieurs catégories : anthocyanes, coumarines, lignanes, flavonoïdes, tannins, quinones, acides phénols, xanthones et autres phloroglucinols où les flavonoïdes représentent le groupe le plus commun et largement distribué (Figure 11). La grande diversité structurale des composés phénoliques rend difficile une présentation globale des méthodes qui permettent leur extraction et leur isolement, des processus mis en jeu au cours de leur biosynthèse, de leurs propriétés physico-chimiques et biologiques (Bruneton, 1993).

L'origine biosynthétique des composés phénoliques des végétaux est proche, tous dérivant de l'acide shikimique (Figure 12). Cette voie shikimate conduit à la formation des monosaccharides aux acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) puis par désamination de ces derniers, aux acides cinnamiques et à leurs très nombreux dérivés : acides benzoïques, acétophénones, lignanes et lignines, coumarines (Bruneton, 1993).

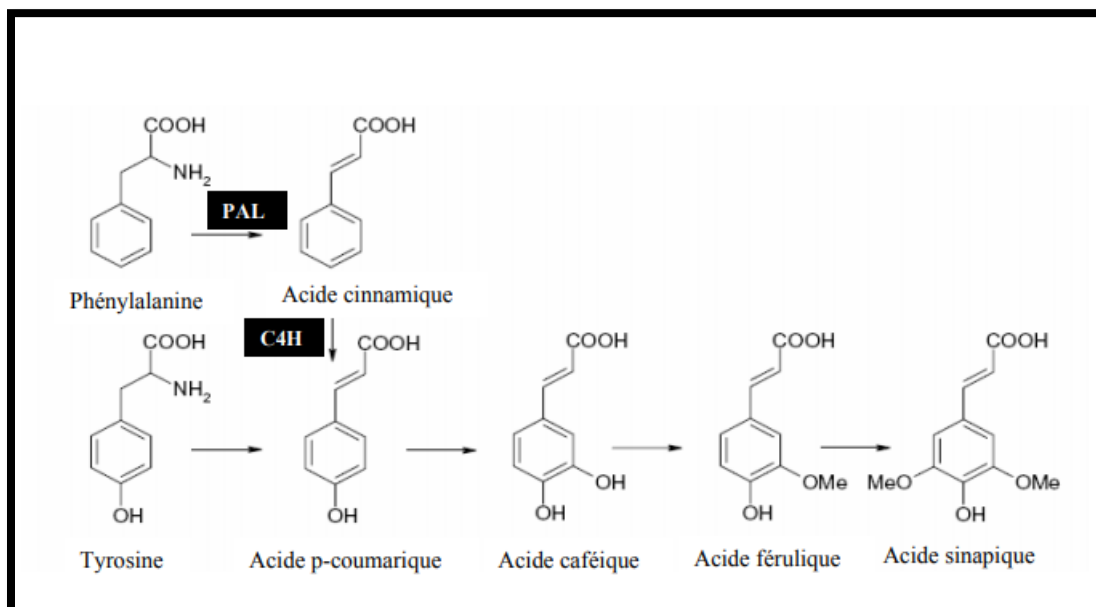


Figure 12 : Biosynthèse des composés phénoliques le plus largement distribués par la voie de shikimate (Crozier et al., 2006).

PAL : phénylalanine ammonia-lyase ;

C4H : cinnamate 4-hydroxylase.

Les recherches des dix à quinze dernières années ont démontré que les composés phénoliques ne sont nullement des produits inertes du métabolisme. Ils subissent dans les tissus végétaux d'importantes variations quantitatives et qualitatives et interviennent dans les processus vitaux les plus divers. Le mode de leur action et sa signification physiologique ne sont pas encore toujours clairs. Un rôle important est attribué aux phénols dans la résistance des plantes aux maladies, comme c'est le cas de la résistance du cotonnier à la maladie de flétrissement, la verticilliose. Le phénomène d'accumulation des substances phénoliques dans les tissus végétaux infectés ou dans les zones proximales est également observé à la suite de blessures causées par des facteurs mécaniques (Brzozowska et al., 1973) et dans le cas de carence en certains éléments minéraux comme l'azote et le soufre (Loche, 1966).

Des travaux plus anciens (Nitsch et Nitsch, 1961; Alibert et al., 1977) ont montré que les phénols seraient associés à de nombreux processus physiologiques : croissance cellulaire, différenciation organogène, dormance des bourgeons, floraison, tubérisation. Les polyphénols sont aussi connus pour leurs effets protecteurs contre le rayonnement UV, l'effet attracteur sur les insectes et les oiseaux pollinisateurs et pour leurs propriétés antifongique et antibactérienne (Heimeur et al., 2004). Ils interviennent dans la qualité alimentaire des fruits en déterminant la saveur, nous citons : les flavanones sont responsables de l'amertume des Cistus et peuvent donner naissance par transformation chimique à des dihydrochalcones à saveur sucrée (Dubois et

al., 1977), les anthocyanes, composés de couleur rouge à violet, participent à la coloration des fruits mûrs et les tannins sont à l'origine de la sensation d'astringence des fruits non mûrs. A partir des années quatre-vingt, c'est la découverte du rôle des radicaux libres dans les processus pathologiques qui a relancé l'intérêt des polyphénols en particulier les flavonoïdes dont les propriétés antioxydantes sont très marquées.

4.2. Classification des polyphénols

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes, qui se différencient par la complexité du squelette de base, le degré de modification de ce squelette et les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres (glucides, lipides, protéines...etc.)(Herbert, 1989 ; Beta et al., 2005 ; Macheix et al., 2005). Les principales classes de composés phénoliques sont résumées dans le tableau 5 et la figure 13.

Tableau 5 : Principales classes des composés phénoliques (Macheix et al., 2005 ; Daayf et Lattanzio, 2008).

Nombre de Carbone	Structure de base	Classe	exemples
6	C6	Phénols simples. Benzoquinones.	Busseroles.
7	C6-C1	Acides phénoliques.	Épices, fraises.
8	C6-C2	Acétophénones. Acides benzoïques.	/
9	C6-C3	Acides hydroxycinamiques. Coumarines. Polypropènes.	Pomme de terre. Pommes. Les fruits du genre citrus.
10	C6-C4	Naphtoquinones.	Noix.
13	C6-C1-C6	Xanthonnes.	Racines de Gentiane. Centaurée.
14.	C6-C2-C6	Stilbénes et anthraquinones	Vignes.
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes. Isoflavonoïdes.	Fruit et légume. Soja et pois.
18	(C6-C3) ₂	Lignanes Néolignana	Pin.
30	(C6-C3-C2) ₂	Biflavonoïdes.	Carcinia hyperic.
N	(C6-C3) _n (C6) _n (C6-C3-C6) _n .	Lignines. Catéchols. Tanins condensés	Bois. Noyaux des fruits. Raisins rouges

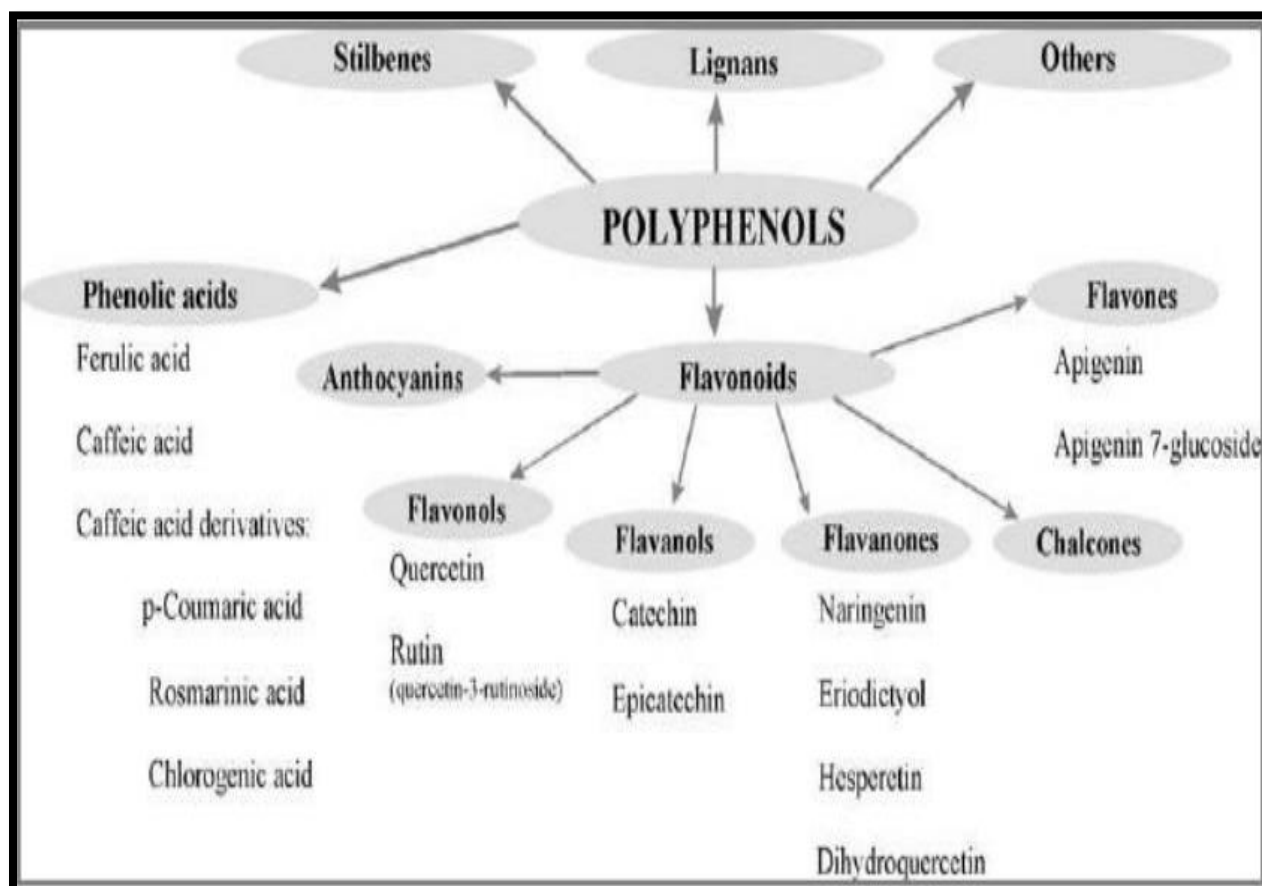


Figure 13: Classification des polyphénols avec exemples pour chaque classe (Boros et al., 2010).

4.2.1. Les flavonoïdes

Le nom flavonoïde proviendrait du terme « flavedo », désignant la couche externe des écorces d'orange (Piquemal, 2008), cependant d'autres supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du « flavus » qui signifie jaune (Karaali et al., 2004). Ce terme désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Seyoum et al., 2006), ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. À l'état naturel les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides (Ghestem et al., 2001; Bruneton, 1999)..

4.2.1.1. Structure et classification

Du point de vue structurale, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules, en effet plus de 6400 structures ont été identifiées (Harborne et Williams., 2000). Actuellement, environ 4000 composés flavoniques sont connus (Edenharder et Grünhage, 2003) et ont tous le même squelette de base à quinze atomes de carbones qui sont arrangés à une

configuration C6-C3-C6 de type phényl-2-benzopyrane ce qui est synonyme avec la structure 2-phényle chromane (Yao et al., 2004) (Figures 14 et 15).

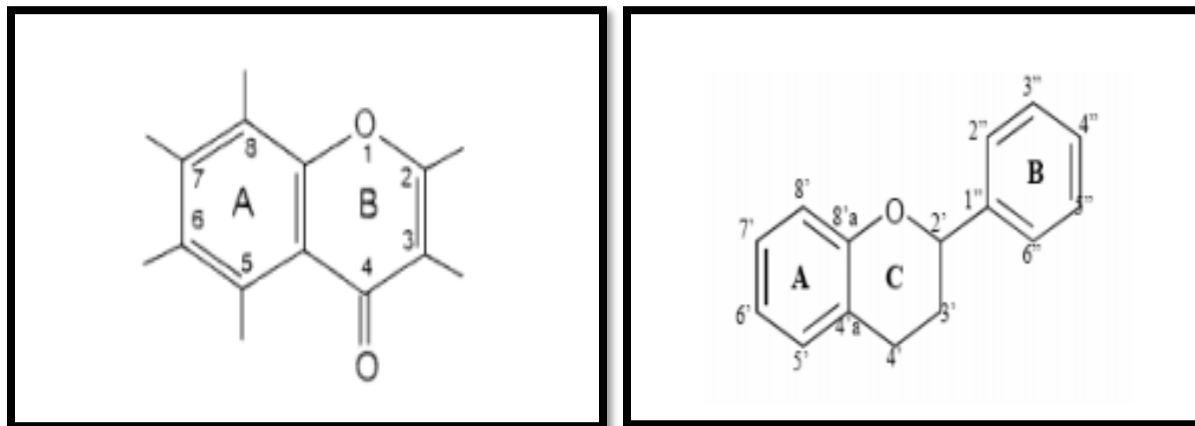


Figure 14: Structure du 2-phényle chromane. **Figure 15 :** Structure générale des flavonoïdes.

De façon générale les flavonoïdes se trouvent soit à l'état libre, dans ce cas ils sont dits aglycones, soit sous forme de C- ou O-glycosides, et dans ce cas ils sont liés à des sucres tels que le glucose, le rhamnose, l'arabinose, ils peuvent en outre être des monomères ou des oligomères (Dacosta, 2003). La nature chimique de ces composants dépend de leur classe structurale, de degré d'hydroxylation et de méthylation, de degré de polymérisation, des substitutions et des conjugaisons sur le cycle C c'est-à-dire la présence : de double liaison C2-C3, du groupe 3-Oet la fonction 4-oxo (Yao et al., 2004 ; Tsimogiannins et Oreopoulou, 2006). En se basant sur leur squelette, les flavonoïdes peuvent être divisés en différentes classes : anthocyanidines ; flavonoles ; isoflavonoles ; flavones ; isoflavones ; flavanes ; isoflavanes ; flavanols ; isoflavanols ; flavanones ; isoflavanones ; auronnes (Havsteen, 2002 ; Edenharder et Grünhage, 2003) (Figure 16).

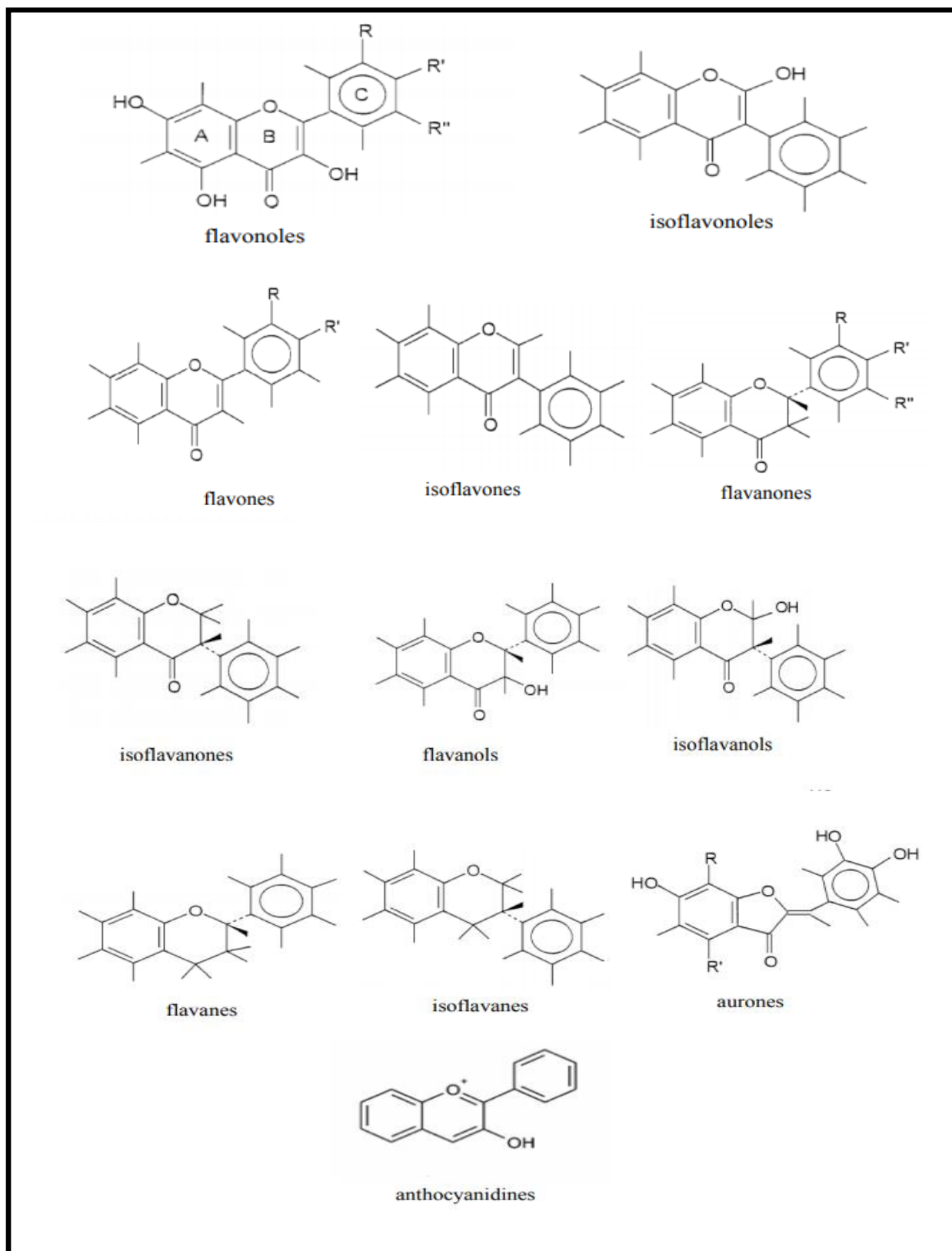


Figure 16: Structures des squelettes de base des flavonoïdes (Havsteen, 2002).

4.2.1.2. Propriétés des flavonoïdes

Les propriétés des flavonoïdes sont schématisées sur la figure 17.

- Propriétés anti radicalaires
- Propriétés anticancéreuses
- Propriétés antiallergiques
- Propriétés antibactériennes
- Propriétés anti inflammatoires

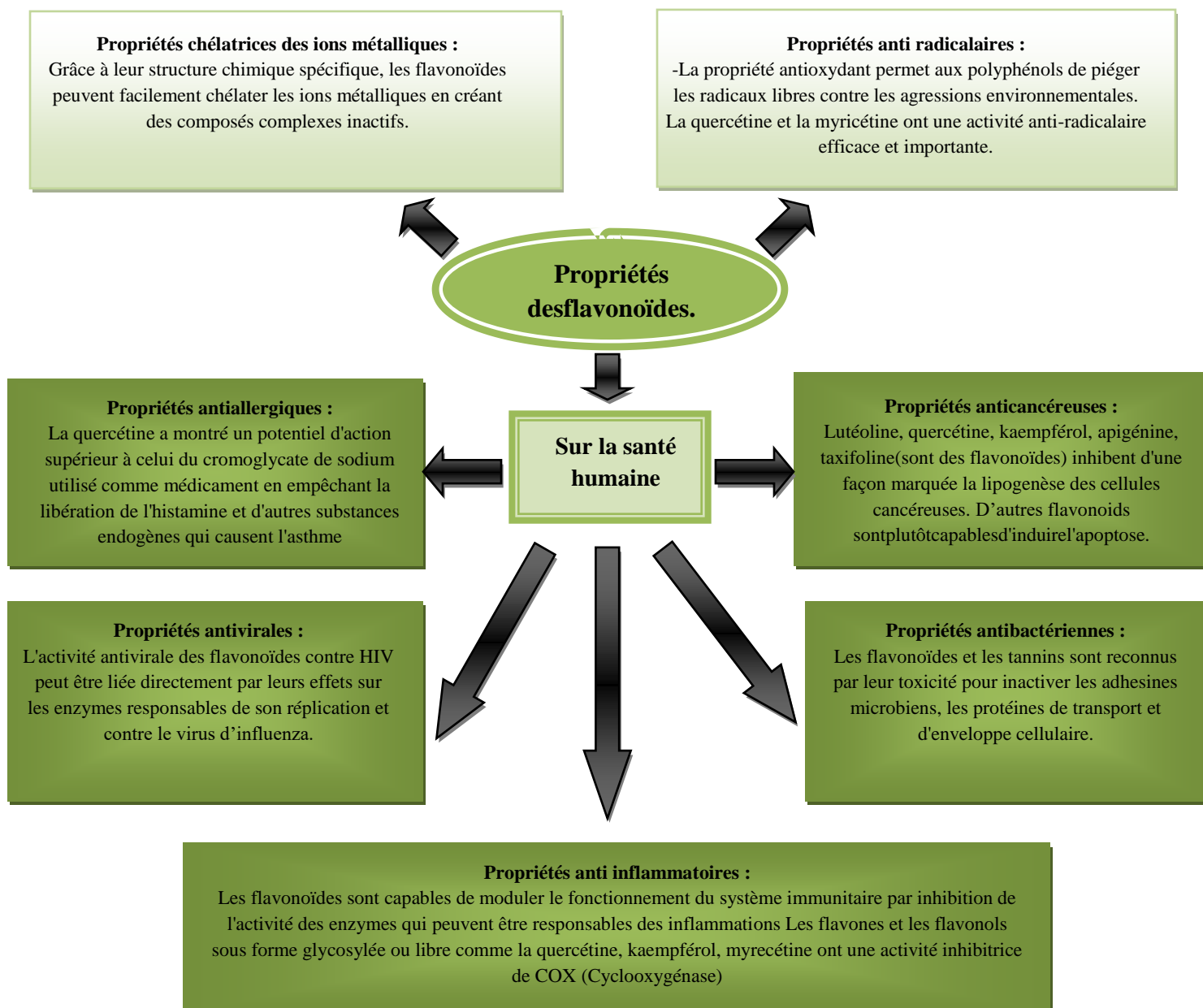


Figure 17: Schémas des propriétés des flavonoïdes (Zeghad, 2009).

4.2.2. Les tanins

Le terme « tannin » ou « tanin » vient de la source de tanins, utilisé pour le tannage des peaux d'animaux en cuir. Dans ce processus, les molécules de tanins se lient aux protéines par des liaisons résistantes aux attaques fongiques et bactériennes (Dangles et al., 1992). Ils sont présents dans une variété de plantes utilisées dans l'alimentation, notamment les céréales et les légumineuses (Peronny, 2005).

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structures variées ayant en commun la propriété de tanner la peau, c'est-à-dire de la rendre imputrescible. Ces substances ont en effet la propriété de se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant. Très répandus dans le règne végétal, ils peuvent exister dans divers organes, mais on note une accumulation particulièrement dans les tissus âgés ou d'origine pathologique. Ils sont localisés dans les vacuoles, quelques fois combinés aux protéines et aux alcaloïdes. On distingue: les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Roux et al ; 2007).

4.2.2.1. Classification

On distingue deux grands groupes de tanins, différents à la fois par leur réactivité chimique et par leur composition (Haslam, 1989).

➤ Tannins hydrolysables

Les tanins hydrolysables ou acides tanniques sont des polymères de l'acide gallique ou de son produit de condensation ; l'acide éllagique. Ils ont un poids moléculaire plus faible et précipitent beaucoup moins les protéines que les tanins condensés. Ils peuvent diminuer la dégradation des parois dans le rumen et être hydrolysés dans l'intestin en libérant des produits toxiques pour le foie et le rein. Ils sont divisés en éllagitannins et gallotannins (figure 18). Les gallotannins libèrent par hydrolyse acide, hydrolyse basique, à l'eau chaude ou par action enzymatique de l'acide gallique (Roux et al ; 2007).

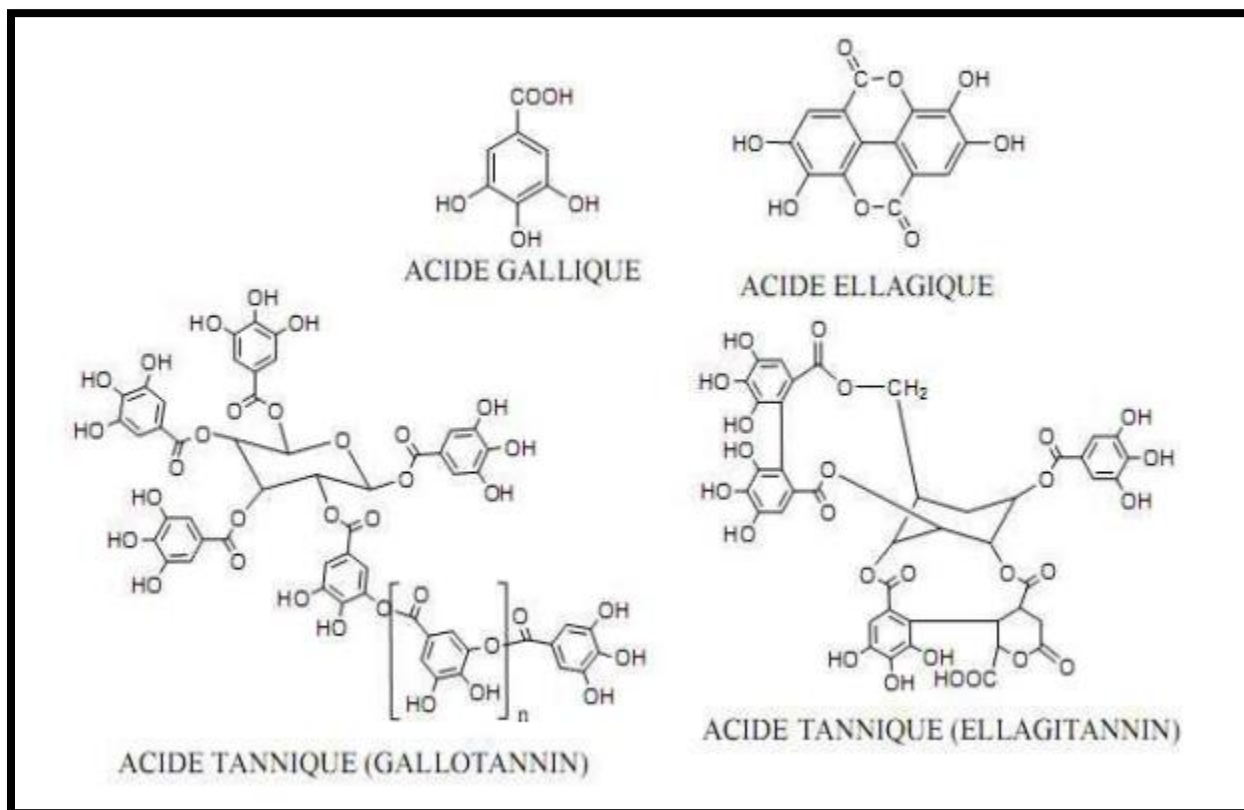


Figure 18 : Structure d'un tanin hydrolysable (Peronny, 2005).

➤ Tanin scodensés

Appelés aussi pro-anthocyanidines ou pro-cyanidines, les tanins condensés sont des polyphénols de masse molaire élevée (Roux et al ; 2007). Ils sont différents fondamentalement des tannins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucre dans leur molécule et leur structure est voisine de celle des flavonoïdes. Il s'agit des polymères flavaniques constitués d'unités de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone (figure 19). Les pro-anthocyanidols ont été isolés ou identifiés dans tous les groupes végétaux, Gymnospermes et Fougères (Bruneton, 1999). Ils ont la propriété de coaguler les protéines du derme, d'où leur utilisation dans le tannage des peaux (Guignard, 2000 ; Hopkins, 2003).

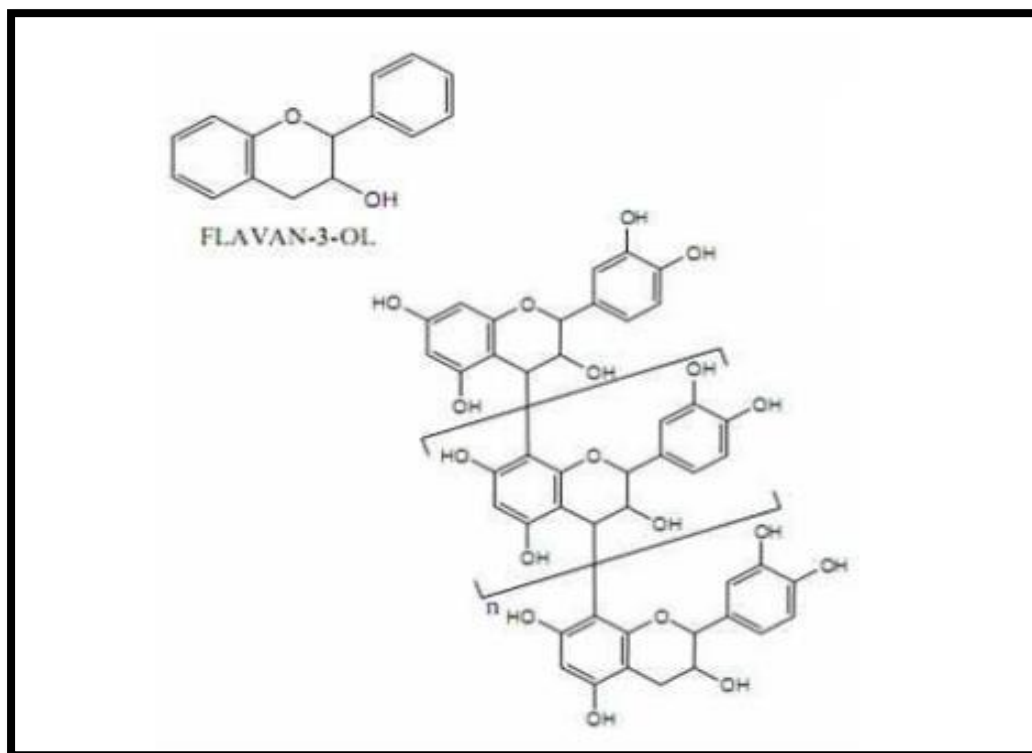


Figure 19 : Structure d'un tanin condensé (Peronny, 2005).

4.2.2.2. Propriétés biologiques des tanins

Les tanins sont considérés comme des anti-nutriments grâce aux divers effets nuisibles à savoir la digestion réduite des aliments, la faible biodisponibilité des micronutriments et les dommages du foie (Chung et al., 1998). Ils sont dotés d'un certain pouvoir astringent, par lequel on explique leurs propriétés vasculo-protectrices, cicatrisantes et anti-diarrhéiques (Hennebelle et al., 2004). Ce sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produites au cours de la peroxydation, des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto oxydation des lipides (Smythies, 1998).

Les tanins catéchiques ont un pouvoir antioxydant très remarquable dû à leurs noyaux phénols et à la présence des groupes di- ou tri hydroxyles sur le cycle B et les groupes méta-5,7-dihydroxyles sur le cycle A (Rahman et al., 2006). Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples, comme dans le cas des veines variqueuses, pour drainer les sécrétions excessives, comme dans la diarrhée et pour réparer les tissus endommagés par un eczéma ou une brûlure (Smythies, 1998), permettent aussi de stopper les hémorragies et de lutter contre les infections (Zimmer et Cordesse, 1996 ; Smythies, 1998 ; Bruneton, 1999).

5. Les activités biologiques des composés phénoliques

Les polyphénols sont parmi des substances bioactives les plus, thérapeutiquement utiles. Ces composants sont présents dans les légumes, les fruits et plusieurs autres sources alimentaires, en conséquence la prise régulière de légumes et des fruits est très recommandée parce que les polyphénols qu'ils contiennent jouent un rôle important dans la réduction du risque des maladies chroniques et dégénératives (Apak et al., 2007) tableau 6.

Comme antioxydant, les polyphénols peuvent protéger les cellules contre les dommages oxydatifs et, par conséquent, limiter le risque de plusieurs maladies dégénératives associées au stress oxydatif. Les polyphénols jouent, aussi, un rôle dans la prévention des maladies cardiovasculaires, cancer, ostéoporose, diabète, et des maladies neurodégénératives. La consommation des polyphénols limite le développement des lésions athéromateuses, inhibe l'oxydation de lipoprotéine de base densité, qui considérée comme le mécanisme clé dans les lésions endothéliales qui se produisent dans l'athérosclérose (D'Archivio et Coll., 2007).

Tableau 6 : Les principales activités biologiques des composés phénoliques (Amari et Gourissi ; 2017)

Polyphénols	Activités	Références
Acides Phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydantes	(Halliwell, 1994; Cotelle, 2001) ; (Muanda, 2010).
Flavonoïdes	Antitumorales Anticarcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes	(Milane, 2004) ; (Cotelle, 2001) ; (Marfak, 2003 ; Balasundram, 2006).
Tannins galliques et catéchiqes	Antioxydantes Antibactériennes	(Bruneton ,1999) ; (Perret, 2001) (Peronny, 2005) ; (Chung et Wei, 2001).

6. Activité antioxydante des composés phénoliques

Les propriétés antioxydantes des polyphénols participent à la prévention de diverses pathologies impliquant le stress oxydant, le vieillissement cellulaire, et les maladies cardiovasculaires ou dégénérative (Wang et Mazza, 2002 ; Macheix et al., 2005 ; Sarni et al., 2006). Les antioxydants naturels comme les composés phénoliques, et particulièrement les

acides phénoliques et les flavonoïdes peuvent empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant plus rapidement que ce dernier.

Les flavonoïdes possèdent de nombreuses activités biologiques, ces activités sont attribuées en partie aux propriétés antioxydantes de ces composés naturels. (Fuhrman et al., 1995).

L'action antioxydante de ces composés ne s'exerce pas seulement par l'inhibition des radicaux libres, mais elle se manifeste aussi par la neutralisation d'enzymes oxydantes et par la chélation d'ions métalliques responsables de la production des espèces réactives de l'oxygène (Halliwell, 1994 ; Cotelle, 2001).

À cause de leurs faibles potentiels redox, les flavonoïdes (FL-OH) sont thermodynamiquement capables de réduire les radicaux libres oxydants (R^*), comme le superoxyde, le peroxyde, l'alkoxyde et l'hydroxyde, par transfert d'hydrogène et le radical Flavonoxy (FL-o) qui en résulte peut réagir avec un autre radical pour former une structure stable (Jovanovic et al., 1994). Figure 20

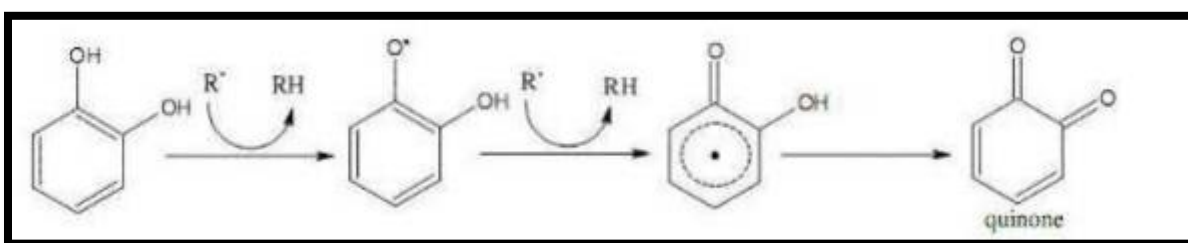


Figure 20: Piégeage des espèces réactives oxygénées par les flavonoïdes (Marfak, 2003).

7. Méthodes d'extraction des molécules bioactives

L'extraction de principe actif à haute valeur est une étape très importante dans l'isolement aussi bien que dans l'identification des molécules bioactives naturelles (Mahmoudi et al., 2013). C'est la séparation sélective des parties actives des tissus végétaux des composants inactifs ou inertes à l'aide des solvants (Oroian et al., 2015).

La méthode choisie ne doit pas conduire à la discrimination entre les composés ni induire de réactions biochimiques, de dégradations thermiques, d'oxydation, de réduction, d'hydrolyse, de changement de pH ou entraîner une perte de composés volatils. Pour cela, différents paramètres et propriétés sont à prendre en compte.

Parmi les méthodes d'extraction, on cite ; l'extraction par soxhlet, l'hydro-distillation (ou par entraînement à la vapeur d'eau), l'infusion, la décoction, la macération qui sont des techniques conventionnelles (Azmir et al., 2013) et d'autres nouvelles dont on peut évoquer l'extraction assistée par microondes (Microwave assisted extraction (MAE)), l'extraction accélérée par solvants (Accelerated solvent extraction (ASE)), l'extraction assistée aux ultrasons

(Ultrasoundassisted extraction (UAE)) et l'extraction avec des fluides supercritiques (Supercriticalfluid extraction (SFE)) (Bashi et al., 2012).

7.1. Extraction par soxhlet

L'extraction par soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première (Subramanian et al., 2016).

7.2. Extraction par hydro-distillation

L'hydro-distillation consiste à distiller un composé par entraînement à la vapeur selon un phénomène physique particulier : la création d'un azéotrope (mélange de deux liquides qui bout à température fixe et ne se distille pas en bouillant). La vapeur d'eau chargée en moléculesorganiques est condensée puis récupérée (Wollinger et al., 2016).

7.3. Extraction par infusion

C'est un procédé simple et rapide qui permet une bonne extraction des principes actifs, elle se prépare en versant de l'eau bouillante sur les parties de plantes fraîches ou séchées et le tremper correctement pour dissoudre les principes actifs. Elle convient pour l'extraction des parties fragiles des plantes : feuilles, fleurs, graines, écorces et racines (Konkon et al., 2006).

7.4. Extraction par décoction

Elle est utilisée pour l'extraction de matières végétales compactes: bois, écorces et racines. Elle consiste à chauffer les plantes fraîches ou séchées avec de l'eau pendant 10 à 30 min ; jusqu'à ce que cette dernière soit bouillante et les constituants se dissolvent (Mahmoudi et al., 2013).

7.5. L'extraction accélérée par solvants

C'est une technique qui utilise les solvants conventionnels à des températures (50-200 °C) et des pressions (100-150 bar). Cette dernière est maintenue assez élevée pour garder le solvant à l'état liquide qui reste toujours en dessous de ses conditions critiques (Gourguillon et al., 2016).

7.6. Extraction au dioxyde de carbone (CO₂) supercritique

Elle est basée sur l'utilisation comme solvant (CO₂) dans son état supercritique (ni liquide ni gazeux). Le CO₂ en phase supercritique est d'un pouvoir extractant remarquable, car il est inerte chimiquement et non toxique. En plus, la récupération de l'extrait est facile par simple détente du gaz puisque le CO₂ est à l'état supercritique (Gourguillon et al., 2016).

7.7. Extraction par macération

Elle consiste à mettre une plante ou une partie de plante soluble à froid. C'est la mise en contact de la substance avec un solvant pendant un temps variable (plusieurs heures, voire même plusieurs jours) à une température ambiante pour permettre aux constituants actifs de bien diffuser (Azmir et al., 2013).



Figure 21: Photo d'un agitateur magnétique

7.8. Extraction assistée aux ultrasons

L'extraction des composés bioactifs par ultrason (20-100 kHz) est une technique émergente qui offre beaucoup de reproductibilité en peu de temps, elle est facile à mettre en œuvre et peu consommatrice de solvant et d'énergie. Elle est réalisée grâce à un appareil appelé sonicateur qui permet de transformer l'énergie électrique en vibration mécanique longitudinale le long d'une sonde, cette dernière permet de détruire les cellules biologiques en suspension (Prommajak et al., 2014).



Figure 22: Photo d'un sonicateur.

7.9. Extraction assistée par micro-ondes

L'extraction assistée par micro-ondes de produits naturels d'origine végétale a fait l'objet de nombreux travaux publiés dans des revues scientifiques. Actuellement, les techniques d'extraction par micro-ondes les plus utilisées sont incontestablement tel que l'extraction assistée par micro-ondes par solvant « MAE » et sans solvant « MAP » mise à part l'hydrodistillation par microondes sous vide ou vacuum microwavehydrodistillation « VMHD » et l'entraînement à l'air.

Cette extraction est une nouvelle technique caractérisée principalement par la rapidité, l'efficacité et la sélectivité. Elle implique une interaction directe entre un rayonnement électromagnétique et la matière végétale (Alupului et al., 2009). Contrairement aux techniques classiques de chauffage par conduction ou convection, le chauffage par microondes d'un produit résulte ainsi de la conversion en chaleur de l'énergie d'une onde électromagnétique au sein de ce matériau. Ce transfert d'énergie particulier induit un transfert de matière lui aussi particulier (Gourari et al., 1992).



Figure 23 : Photo d'une micro-onde.

Chapitre II

Méthodologie

Dans le cadre des recherches menées sur le *Zizyphus Lotus*, les chercheurs ont utilisé différentes méthodes afin d'expliquer le comportement des substances que renferme cette plante.

En raison de la pandémie du COVID-19, notre travail est basé sur l'analyse de mémoires de master et de doctorat de différentes régions en Algérie en raison de la récolte qui a été réalisée dans les différentes wilayas du pays (Ouest, Nord-Ouest, Est et Sud) et qui sont résumés dans le Tableau.7. A cet effet, on fera une étude comparative des résultats obtenus.

Tableau 7 : identification des études choisies pour ce travail

Numéro d'étude	L'étude	Thème	Année	Université
1	Thèse	Caractérisation phytochimique et détermination des effets pharmacologiques des extraits de deux plantes médicinales : <i>Pistacialentiscus</i> et <i>Zizyphus lotus</i>	2016/2017	AHMED BEN BELLA - Oran
2	Mémoire (master)	Etude morphométrique et essai de germination des graines de jujubier (<i>Zizyphus lotus</i>) provenant du sud Algérien. Extraction et dosage de 3 classes de flavonoïdes et estimation de l'effet de la poudre des fruits vis-à-vis de <i>Tribolium castaneum</i> Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae).	2015/2016	MOULOUD MAMMERRI - Tizi-Ouzou
3	Mémoire (magister)	Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de <i>Zizyphus lotus L.</i>	2008/2009	EL HADJ LAKHDER – Batna
4	Mémoire (master)	Effets des méthodes d'extraction (agitation, microonde et sonication) sur les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits de feuilles et de graines de <i>Zizyphus jujuba</i> .	2016 / 2017	A. MIRA - Bejaia
5	Mémoire (master)	Etude de l'activité biologique de l'extrait aqueux des feuilles du <i>Zizyphus lotus L</i>	2014/2015	DES FRERES MENTOURI Constantine
6	Thèse	Détermination des principes nutritionnels et fonctionnels de la pulpe du fruit du jujubier. Etude de son potentiel antioxydant et anti-inflammatoire	2016	DJILALI LIABES - Sidi bel Abbes

1. Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de fruits et de feuilles prélevés à partir des populations de *Zizyphus lotus*. Le tableau 8 résume le matériel végétal utilisé dans les études et sa technique de préparation.

Tableau 8 : Matériel végétal utilisé et sa technique de préparation [1]

Numérod'étude	Matériel vegetal utilisé	Lieu de récolte	Préparation
1	Feuilles	chlef (Medjadja)	Les feuilles ont été lavées et séchées à l'ombre dans un endroit sec et aéré pendant 15 jours. Après séchage, elles ont été broyées dans un moulin électrique et récupérées dans des sacs en papier propre
2	fruits et feuilles	Laghouat (dayaTilghemt) et Ghardaïa (OuedNlsa)	La pulpe des fruits a été ôtée et les noyaux lavés. La pulpe a ensuite été broyée finement. La poudre obtenue servira pour l'extraction des différentes classes de polyphénols Les feuilles ont été mises à l'étuve à 25 C° pendant une semaine. Elles sont broyées pour obtenir une poudre qui servira pour la préparation des différents extraits.
3	fruits	Batna	Les fruits ont été d'abord dénoyautés, ensuite la partie comestible a été séchée à l'ombre à l'abri de la lumière, à température ambiante. Après séchage, la partie comestible a été broyée pour obtenir une poudre fine, qui a servi pour la préparation des différents extraits.
4	fruits et feuilles	Bejaia (Kherrata)	Les feuilles de jujubier ont été séchées à l'aire libre (20-25 jours) après dans l'étuve à 37 °C pendant 48 heures et à la fin broyées, tamisées pour obtenir une poudre fine et conservée dans des boîtes stériles. Les graines de jujubier ont été séparées des fruits, broyées et tamisées pour obtenir une poudre fine et conservée dans des boîtes stériles à 4 °C.
5	Feuilles	Mila (BardouBeinen)	Les feuilles ont été séchées à l'ombre à l'abri de la lumière, à température ambiante.
6	Fruits	SidiBel Abbes	Les pulpes du fruit sont séparées du noyau et laissées à l'ombre, à l'abri de la lumière et à température ambiante. La partie comestible est ensuite malaxée pour obtenir une pâte, qui a servi pour les analyses et la préparation des différents extraits.

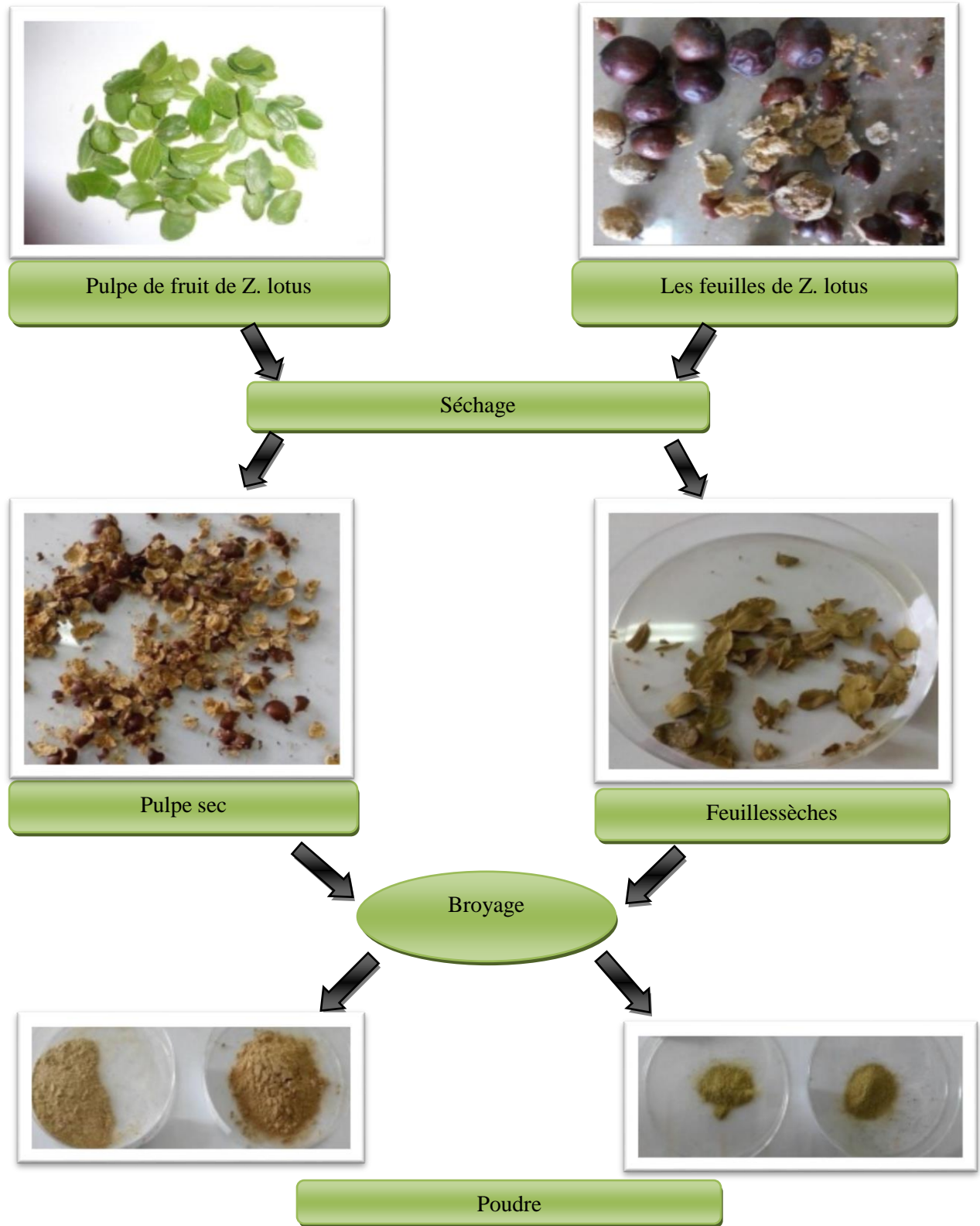


Figure 24: Préparation de la poudre des feuilles et fruits de *Zizyphus lotus* (Belkadi et Hadj-Ali, 2016).

2. Méthodes

2.1. Essais de germination

Dans l'étude n°2, les auteurs ont fait un essai de germination pour voir la performance germinative de deux populations (Laghout [Daya Tilghemt]) ⇒ provenance 1 et Ghardaïa [Oued Nlsa] ⇒ provenance 2). La méthode qu'elles ont suivi est la suivante :

Les noyaux sont lavés à l'eau tiède (30°C) pour la levée de la dormance. Les graines extraites des noyaux ont été réparties en 03 lots pour chaque provenance : (provenance 1 : 10 grains) et (provenance 2 : 11 graines)

Chaque lot a été soumis à un prétraitement spécifique :

- T : Graines témoins.
- E1 : Graines scarifiées.
- E2 : Graines traitées au froid (24h).

2.1.1. Mises à germination

Les différents lots de graines sont imbibés avec de l'eau pendant 2h. Elles sont ensuite réparties dans des boîtes de Pétri, sur un papier buvard arrosé avec 10 ml d'eau stérilisée puis mises à l'étuve à 25 C°.

Les pas de l'essai de germination sont expliqués dans la figure 25

2.1.2. Suivis de germination

Une fois germées les graines soumises aux différents traitements sont dénombrées toutes les 24 heures.

Le taux de germination, ainsi que l'indice et la vitesse de germination de chaque lot pour chaque population sont déterminés selon les formules suivantes :

$$\text{Taux de germination (\%)} = \frac{\text{nombre de graines germées}}{\text{nombre total de graines}} \times 100$$

$$\text{Vitesse de germination} = \frac{(N1 \times T1) + \dots + (Nn \times Tn)}{N1 + \dots + Nn}$$

$$\text{Indice de germination} = N1 \times 1 + \frac{(N2 - N1)}{2} + \frac{(N3 - N2)}{3} + \dots + (Nn - Nn-1) \times n$$

N1 : est le nombre de grains germé au temps T1.

N2 : est le nombre de grain germé au temps T1 et T2.

N1, N2, N3,....., Nn-1 et Nn sont les pourcentages de germination obtenue en fonction des jours.

Le suivide germination est terminé lorsque le taux de germination reste constant.

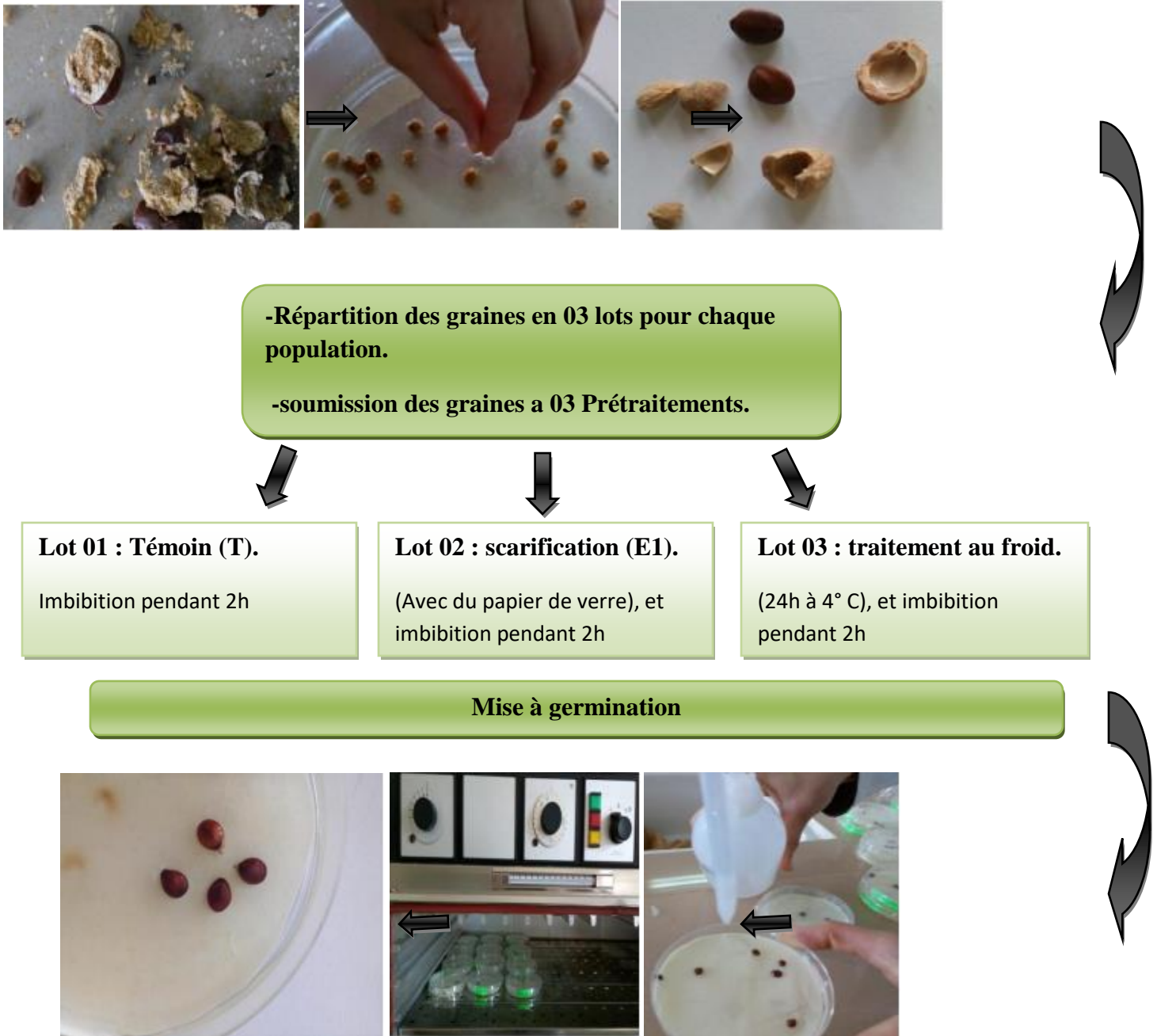


Figure 25: Procédé de la mise à germination des graines de *zizyphus lotus* (Belkadi et Hadj-Ali, 2016).

2.2.Détermination du taux d'humidité et du taux de cendre

2.2.1. Taux d'humidité

Pour déterminer la teneur en eau, on fait une dessiccation de la matière fraîche à la température de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à une mesure pratiquement constante (Audigie et al., 1987). La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après la dessiccation lorsque leur poids soit constant.

$$\mathbf{H\% = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100}$$

H% : taux d'humidité ou teneur en eau.

M1 : masse en g de la capsule avec l'échantillon avant la déshydratation.

M2 : masse en g de la capsule avec l'échantillon après la déshydratation.

2.2.2. Taux de cendre

La teneur en matière minérale est conventionnellement le résidu de la substance après minéralisation de la matière sèche des échantillons. Elle est obtenue par incinération à $500-600^{\circ}\text{C}$ (Pinta, 1980 ; AOAC, 1984).

$$\mathbf{MO\% = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100}$$

MO% : matière organique.

M1 : masse en g de la capsule et la matière sèche avant l'incinération.

M2 : masse en g de la capsule avec les cendres.

La teneur en cendre est déterminée comme suit : %cendre=100-%MO

2.3.Préparation des extraits

Les méthodes d'extraction des molécules bioactives que nous avons mentionnées plus tôt sont nombreuses et différentes. Ce travail rassemble quelques méthodes qui sont utilisées dans les études sélectionnées, et sont classifiées dans le tableau 9 suivant :

Tableau 9 : Méthodes d'extraction utilisées dans les études sélectionnées [1].

Etude	Méthodes d'extraction	Matériel végétal	Quantité (g)
1	Par soxhlet	Feuilles	70
2	Par hydrolyse acide	Fruits	0.5
		Feuilles	0.5
3	Par solvants par macération	Fruits	250
4	Par macération assistée aux ultrasons par micro-ondes	Fruits	0.1
		Feuilles	0.4
5	Par macération	Feuilles	50
6	Assistée aux ultrasons	Fruits	50

✚ Modes opératoires :

Dans chaque étude, ils ont suivi un mode d'opération pour appliquer la méthode choisie avec des mesures précises. Ces modes sont :

➤ Etude n°1

• Extraction solide-liquide

Le broyat des feuilles de *Z. lotus* (70 g) a été introduit dans la cartouche de cellulose qui est bouchée avec du coton pour éviter le reflux. Cette cartouche est fixée sur un réservoir de solvant et est surmontée d'un réfrigérant (Sarker *et al.*, 2005 ; Zhou *et al.*, 2012).

Le ballon contenant le solvant d'extraction (méthanol : eau (80V/20V)) est chauffé, et le solvant ainsi vaporisé est condensé tout en restant en contact avec la matière végétale. Le solvant collecté dans le ballon s'enrichit de plus en plus en soluté à chaque cycle d'extraction et la matière végétale est toujours en contact avec le solvant fraîchement distillé. L'extraction est terminée lorsque le solvant d'extraction qui s'écoule devient de plus clair c'est-à-dire avec une concentration négligeable de soluté (Qaralleh *et al.*, 2009 ; Chakraborty *et al.*, 2010 ; Nas *et al.*, 2010).

- **Extraction liquide-liquide**

Les extraits des feuilles sont mélangés à volumes égaux avec le mélange cyclohexane-eau, après agitation de 2 heures, les phases aqueuses sont récupérées (Jerkovic et *al.*, 2010).

- **Concentration des extraits**

Les extraits ont été évaporés à sec sous pression réduite à l'évaporateur rotatif à la température de 45 °C, selon la procédure suivante (Memon et *al.*, 2003 ; Aniyathi et *al.*, 2009 ; Anwar et *al.*, 2010) :

- Placer les extraits contenant le solvant à évaporer dans le ballon, le plonger dans le bain marie d'eau chaude et le mettre ensuite sous rotation ;
- Ouvrir le robinet d'eau froide relié au réfrigérant ;
- Fermer ensuite la vanne reliant le montage à la pression extérieure et faire le vide à l'intérieur de l'appareillage à l'aide d'une pompe à vide ;
- Procéder à l'évaporation jusqu'à disparition complète du solvant.

➤ **Etude n°2**

La technique utilisée a été mise au point par Bate-Smith (1954), reprise par Lebreton (1967) puis par Jay et al. En (1975) et enfin améliorée par Laracine (1984).

Un échantillon de 0.5 g de la poudre végétale a été hydrolysé par 40 mL d'HCl (2N) au bain marie bouillant pendant 40min avec insufflation d'air toutes les 10min, l'oxygène permet l'oxydation des proanthocyanidines en anthocyanidines correspondantes.

A chaque extraction deux phases apparaissent après l'ajout de 30 ml d'éther di-éthylique, l'une supérieure dite épiphase et l'autre inférieure dite hypophase :

- **Epiphaseéthérée**

De couleur jaune verdâtre, elle contient les aglycones (flavones et flavonols) et les acides phénols. Elle est récupérée après chacune des extractions dans un bécher et évaporée à l'air libre. Le résidu sec est repris dans 10mL d'éthanol, puis conservé au frais avant d'être soumis à une analyse quantitative par spectrophotométrie.

- **Hypophaseacide**

De couleur rougeâtre, elle contient les anthocyanes, les C-glycosides et les monosaccharides simples. Elle est récupérée et additionnée à 35 ml de n-butanol, remise dans une ampoule à décanter. Le n-butanol forme dans l'hypophase une épiphase rougeâtre butanolique qui va être récupérée dans une boîte de Pétri et évaporée à l'air libre. Le résidu sec

est repris dans 10ml d'éthanol, conservé par la suite au frais avant d'être soumis à une analyse quantitative par spectrophotométrie.

➤ Etude n°3

Selon la méthode de Diallo et al (2004), différents types d'extraits ont été préparés à partir des fruits pulvérisés.

✚ Extractions avec des solvants à polarité croissante

250 g de poudre ont été extraits avec 2000ml d'éther de pétrole et placés sous agitation pendant 24h. Après filtration sur papier Whatmann, le solvant est ensuite mis en agitation avec 2000 ml de dichlorométhane pendant 24 h, puis 2000 ml de méthanol pendant aussi 24h. Les 3 types d'extraits ont été concentrés sous vide au Rotavapor.

✚ Extraits aqueux

Une macération aqueuse a également été effectuée sur 50 g de poudre avec 500 ml d'eau distillée et placée sous agitation pendant 24 h. Après filtration, l'extrait a été lyophilisé.

➤ Etude n°4

Trois méthodes d'extraction sont utilisées afin d'obtenir les différents extraits de feuilles et de graines de *Zizyphus jujuba*

✚ Extraction par macération

L'extraction des composés phénoliques par macération consiste à mélanger 0,1g de la poudre des feuilles avec 20 ml de solvant d'extraction : méthanol 60% ou acétone 50% et 0,4g de broyat de graines avec 20 ml de solvant d'extraction (méthanol 60% et acétone 50%), ensuite les mélanges sont mis sous agitation magnétique pendant 1 heure. Les extraits sont récupérés après centrifugation à 5000 tr/min pendant 10 min et la filtration du surnageant (Mahmoudi et al., 2013).

✚ Extraction assistée aux ultrasons

L'extraction des composés phénoliques assistée aux ultrasons réside à mettre 0,1g de la poudre de feuilles dans 20 ml de solvant d'extraction (méthanol 60% ou acétone 50%) et 0,4g de broyat de graines dans 20 ml de solvant d'extraction (méthanol 60% ou acétone 50%), puis les mélanges sont placés dans le bain de sonicateur, la sonde de sonicateur est introduite dans le mélange avec une amplitude de 75%, l'extraction est effectuée pendant 15 min. Les extraits sont récupérés après centrifugation à 5000 tr/min pendant 10 min et filtration de surnageant (Sahin et al., 2013).

✚ Extraction assistée par micro-ondes

L'extraction des composés phénoliques assistée par microondes consiste à mélanger 0,1g de la poudre de feuilles avec 20 ml de solvant d'extraction (méthanol 60% ou acétone 50%) et 0,4g de broyat de graines avec 20 ml de solvant d'extraction (méthanol 60% ou acétone 50%), après les mélanges sont placés dans un micro-onde réglée à la puissance 700 watt pendant 1 min. Les extraits sont récupérés après centrifugation à 5000 tr/min pendant 10 min et filtration de surnageant (Baghdikian et al., 2016).

➤ Etude n°5

Une macération aqueuse a également été effectuée sur 50 g de poudre des feuilles du *Zizyphus lotus* avec 500 ml d'eau distillée et placés sous agitation pendant 24 h. Après filtration, l'extrait a été lyophilisé. (BougandouraetBendimerad, 2012).

➤ Etude n°6

Un échantillon de poudre de fruit de jujube (50 g) est mélangé à 150 ml d'éthanol à 80% pendant 05 minutes en utilisant un mixeur de cuisine. Le mélange est homogénéisé dans un récipient et extrait par traitement aux ultrasons pendant 20 min. Le surnageant est séparé et le résidu est soumis à une double réextraction en répétant les étapes ci-dessus dans les mêmes conditions. Les trois filtrats sont combinés et filtrés sous Büchner puis rincés avec de l'éthanol pur. La phase alcoolique est évaporée sous pression réduite par le Rotavapor type Laborota 4000 à 45°C. L'extrait éthanolique du *Zizyphus* (EEZ) est conservé à -20°C à l'obscurité jusqu'à son utilisation pour la quantification des composés fonctionnels.

2.4. Analyse des extraits de la plante *Zizyphus lotus*

Notre travail se base sure l'analyse quantitative des extrais de la plante étudiée (feuilles et fruits) pour faire la comparaison entre les échantillons des études analysées qui sont récoltés de différents régions. Dans ces études ils ont appliqué des méthodes différentes pour faire cette analyse. On prend un exemple d'une étude pour chaque analyse pour comprendre.

2.4.1. Dosage des polyphenols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait des feuilles de *Zizyphus lotus* est effectué selon la méthode de FolinCiocalteu (Wong et al., 2006). Le réactif précédent est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀), il réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Boizot et Charpentier, 2006).

200 µl de chaque extrait (dissous dans le méthanol pour les extraits organiques, et l'eau distillée pour l'extrait aqueux) sont ajoutés à 1 ml du réactif de FolinCiocalteu dilué 10 fois, après 4 min, 800 µl d'une solution de carbonate du sodium (75g/l) sont ajoutés. L'absorbance est

mesurée à 765 nm après 2h d'incubation. Les concentrations des polyphénols sont déduites à partir des gammes d'étalonnage établies avec l'acide gallique (0-200µg/ml) et sont exprimées en microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (µg EAG/mg).

2.4.2. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est basé sur la formation d'un complexe très stable entre le chlorure d'aluminium (AlCl₃) et les groupements hydroxydes (OH) des phénols, qui est doté d'une coloration jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des flavonoïdes présents dans l'extrait (Aiche et Ait Aissa . , 2017).

L'analyse quantitative des flavonoïdes dans les différents extraits du *Zizyphus lotus* est basée sur est effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium (Bahorun et al, 1996). 1 ml de chaque échantillon et du standard (préparés dans le méthanol pour les extraits organiques et l'eau distillée pour l'extrait aqueux) avec dilutions convenables sont ajoutés à 1 ml d'AlCl₃ (2 % dans le méthanol). Après 10 min d'incubation, l'absorbance est lue à 430 nm. Les concentrations des flavonoïdes sont déduites à partir des gammes d'étalonnage établies avec la quercétine (0-35µg/ml), et sont exprimées en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (µg EQ/mg).

2.4.3. Dosage des tanins condensés

Le dosage des tanins condensés dans l'extrait du *Zizyphus lotus* est effectué selon la méthode de Broadhurst et Jones (1978), modifiée par Heimler et al. (2006). Le principe de ce dosage est basé sur la fixation du groupement aldéhydique de vanilline sur le carbone 6 du cycle A de la catéchine pour former un complexe chromophore rouge qui absorbe à 500nm (Schofield et al., 2001) (Figure 26).

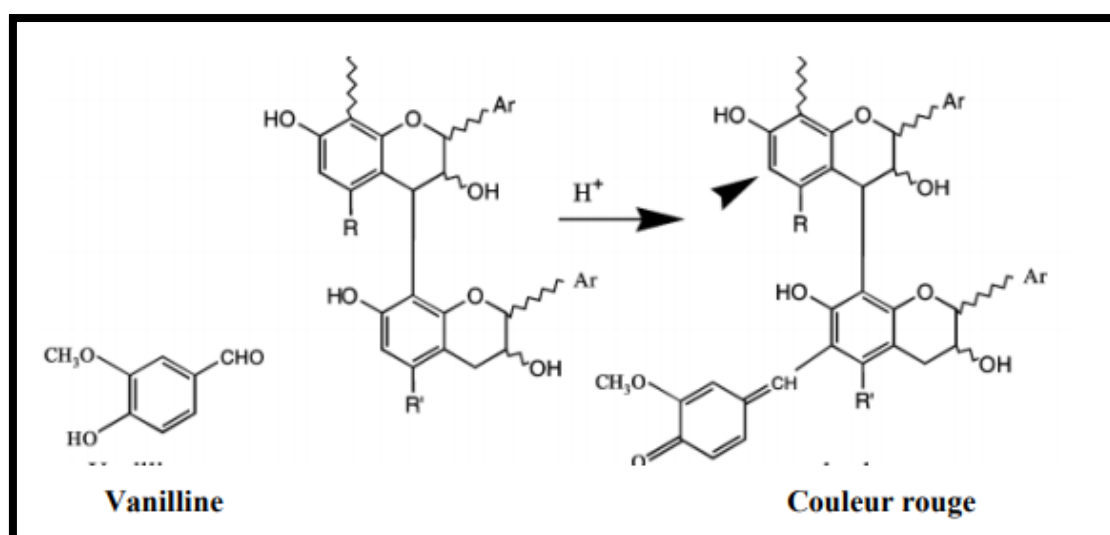


Figure 26: La réaction entre la vanilline et les tanins condensés (Schofield et al ., 2001).

Pour 400µl de chaque échantillon ou standard, on ajoute 3ml d'une solution de vanilline (4% dans le méthanol), et 1,5 ml d'acide hydrochlorique concentré. Le mélange est incubé durant 15 min et l'absorbance est lue à 500nm. Les concentrations des tanins condensés sont déduites à partir des gammes d'étalonnage établies avec la catéchine (0-300µg/ml), et sont exprimées en microgramme d'équivalent catéchine par milligramme d'extrait (µg E CT/mg).

2.5.Détermination de l'activité biologique

2.5.1. Activitésantioxydantes

La mesure de l'activité biologique des extrais se fait par 3 méthodes : le test de blanchissement du β-carotène, la méthode de détermination de l'oxydation du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) et le test de la réduction du fer (FRAP).

2.5.1.1. . Test de décoloration de β-carotène

La technique de spectrophotométrie dans le visible a été développée par Marco, puis légèrement modifiée par Miller. Elle consiste à mesurer à 470nm la décoloration du β-carotène résultant de son oxydation par les produits de décomposition de l'acide linoléique. L'addition d'antioxydant pure ou sous forme d'extrait végétal induit un retard de la cinétique de décoloration du B-carotène.

2mg de β- carotène ont été dissout dans 10ml de chloroforme. On prélève 1 ml de cette solution qui est ajouté à une fiole contenant préalablement 20mg d'acide linoléique et 100mg de tween 80. Après le mélange des deux phases, le chloroforme a été complètement évaporé à l'aide d'un rotavapeur sous vide. Par la suite 50ml d'eau distillée saturée en oxygène ont été ajouté au mélange précédent avec agitation rigoureuse. 5ml d'émulsion obtenue ont été additionné à une série des tubes contenant 2ml de l'extrait ou de l'acide gallique (antioxydant de control). Les tubes ont été placés à l'obscurité dans l'étuve à 500°C pendant 120min. Les valeurs d'absorbance ont été lues à des intervalles de temps réguliers de 30min.

2.5.1.2.Test de piégeage du radical libre DPPH

L'évaluation de l'activité antioxydante est effectuée par le test au diphényl-picrylhydrazyl, phospho-molybdate (DPPH) selon le protocole décrit par Wang et al. (1998). Dans ce test les antioxydants réduisent le diphénylpicryl-hydrayl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphénylpicryl-hydrazine, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sanchez-Moreno, 2002).

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2,4 mg de DPPH dans 100ml de méthanol .50µl des solutions d'extraits ou standard (quercétine) sont ajoutés à 1,95ml de DPPH, le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30min, et la décoloration par rapport au contrôle négatif contenant uniquement la solution de DPPH est mesurée à 517nm.

2.5.1.3.Méthode du thiocyanate de fer (FRAP)

Le but de cette méthode est de vérifier si l'extrait Aq des feuilles de *Zizyphus lotus* empêche la peroxydation de l'acide linoléique. La peroxydation se déroule selon le schéma suivant :

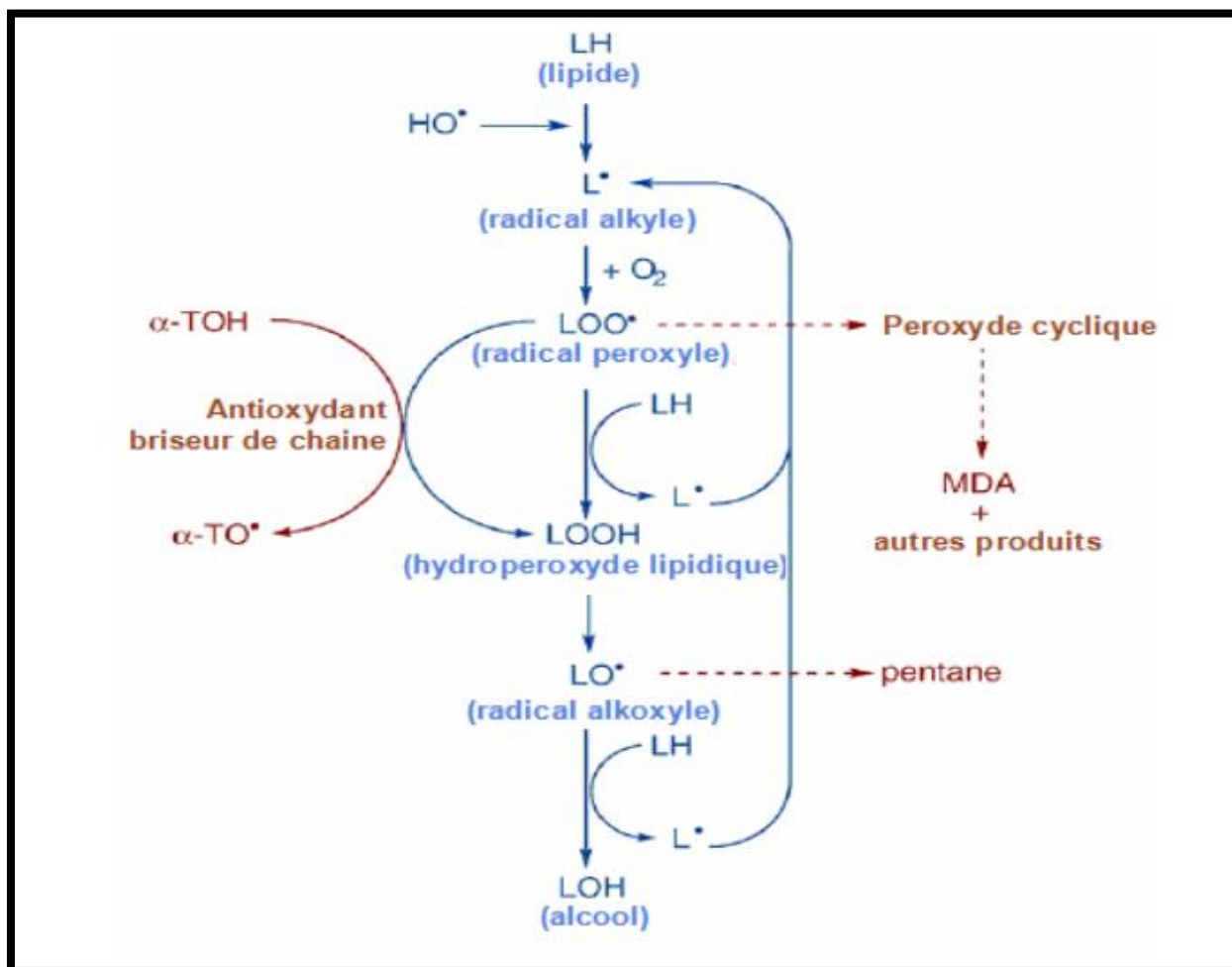


Figure 27 : Les trois étapes de la peroxydation lipidique (Sachdev et Davies, 2008).

L'activité antioxydante de l'extrait aqueux est évaluée en mesurant l'inhibition de la peroxydation de l'acide linoléique par l'utilisation de la méthode au thiocyanate ferrique, selon la méthode décrite par Alain et al(2011).

Le mélange réactionnel contenant respectivement 0.4ml d'extrait (100 $\mu\text{g/ml}$) ou de contrôles positifs (Quercitine) .Un volume de 0.4 ml d'acide linoléique (2.52% dans l'éthanol absolu) et 0.8 ml de tampon phosphate (PH=7.4) est incubé dans un bain marie pendant une heure à 40°C.

Un aliquote (0.1 ml) de cette solution est alors ajouté au mélange constitué de 5ml d'éthanol 70% et 0.1 ml de thiocyanate d'ammonium 30%. Après trois minutes ; 0.1 ml de FeCl₂ préparé dans 3.5% de HCl (20mM) est ajouté au milieu réactionnel. Un essai blanc est réalisé en remplaçant l'extrait par l'eau distillée. L'absorbance de la coloration résultant de la solution est lue pendant deux jours à 500 nm au spectrophotomètre toute les 24 heures jusqu'à ce que l'absorbance du control négatif (eau distillée) atteigne son maximum.

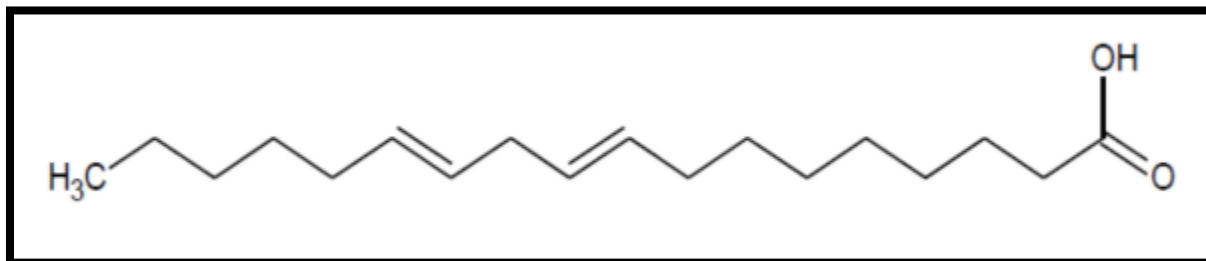


Figure 28 : Structure de l'acidelinoléique (Lusakibanzamanzo, 2012).

✚ **Donc**

Selon Bourkhiss et al. (2010) L'activité antioxydante de l'extrait est calculée selon l'équation suivant :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{\text{Aantioxydant}(120) - \text{Atemoin}(120)}{\text{Aantioxydant}(0) - \text{Atemoin}(120)} \times 100$$

Avec :

A antioxydant (0) et A antioxydant (120) : les absorbances en présence d'antioxydant à 0 et 120 min ;

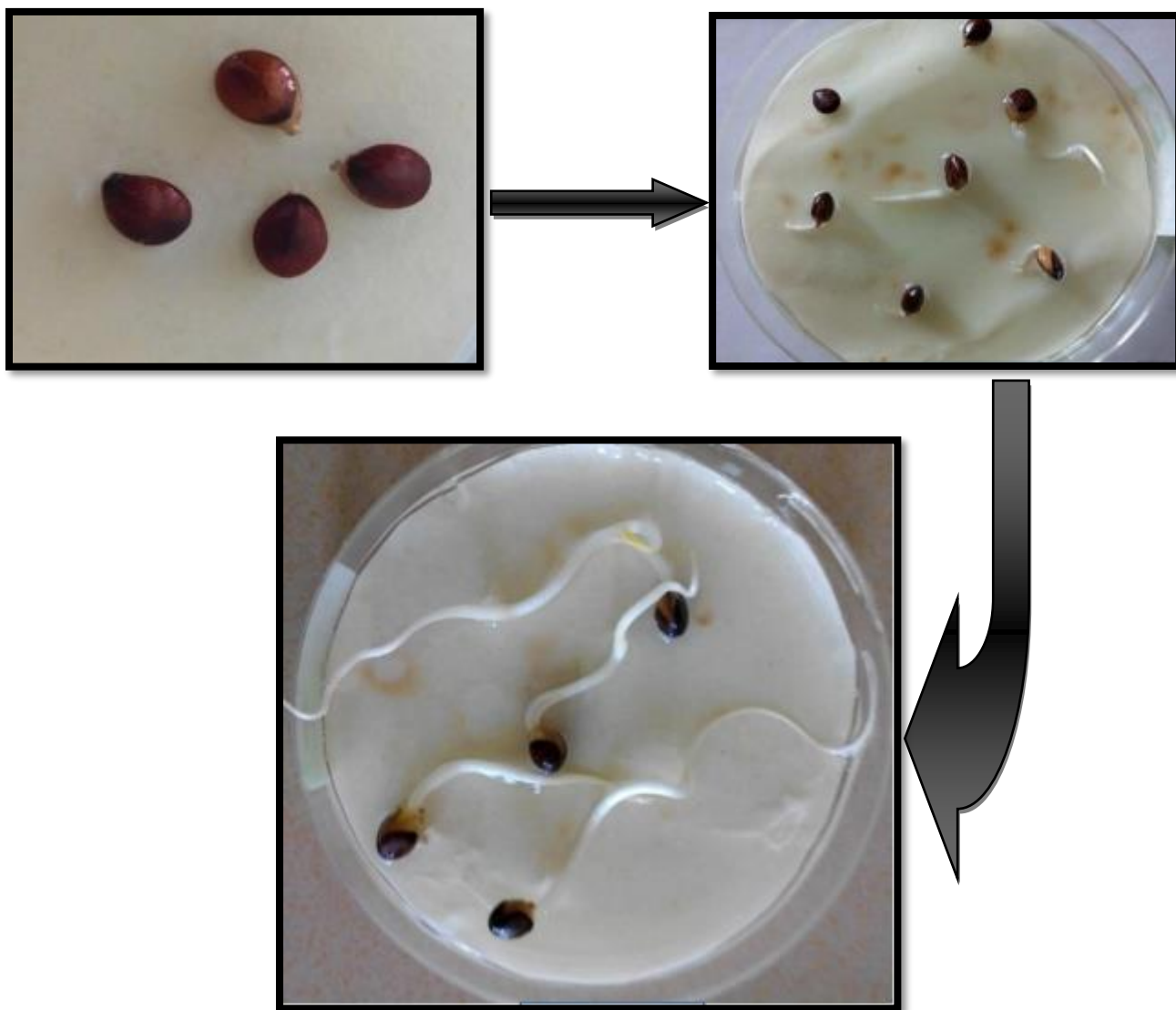
A témoin(120) : l'absorbance sans antioxydant à 120 min.

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Essai de germination

Les étapes de germination des graines de *Zizyphus lotus* sont indiquées dans la figure 29 :



Figures 29: Etapes de la mise à germination des graines de *Zizyphus lotus* (Belkadi et Hadj-Ali, 2016).

Les mesures du taux (T%), la vitesse (v) et l'indice (i) de germination des différents lots de graines des deux provenances étudiées sont groupés respectivement dans les tableaux 10 illustrés par les figure 30, 31 et 32.

Tableaux 10 : Résultats des mesures des facteurs (Taux de germination(T), vitesse de germination(V) et Indice de germination(I)) de la provenance 1 (Laghouat « Daya de Tilghemt ») et provenance 2 (Ghardaïa « Oued Nlsa ») (Belkadi et Hadj-Ali, 2016).

Essais	Temps (j) provenance	0	1	2	3	4	5	6	7
		T	1	0	0	0	4	5	6
	2	0	1	2	9	10	10	11	11
Taux de germination (%)	1	0	0	0	40	50	60	60	70
	2	0	9.09	18.18	81.81	90.90	90.90	100	100
Vitesse de germination	1	5.25							
	2	4.91							
Indice de germination	1	4.98							
	2	10.67							
E1	1	0	0	0	6	6	6	6	6
	2	0	0	3	7	9	10	11	11
Taux de germination (%)	1	0	0	0	60	60	60	60	60
	2	0	0	27.27	63.63	81.81	90.90	100	100
Vitesse de germination	1	5							
	2	5.02							
Indice de germination	1	5.75							
	2	9.67							
E2	1	0	0	1	6	8	8	8	9
	2	0	2	3	9	9	9	11	11
Taux de germination (%)	1	0	0	10	60	80	80	80	90
	2	0	18.18	27.27	81.81	81.81	81.81	100	100
Vitesse de germination	1	5.08							
	2	4.78							
Indice de germination	1	7.41							
	2	11.29							

T : Graines témoin.

E1 : Graines scarifiées.

E2 : Graines traitées au froid (24h).

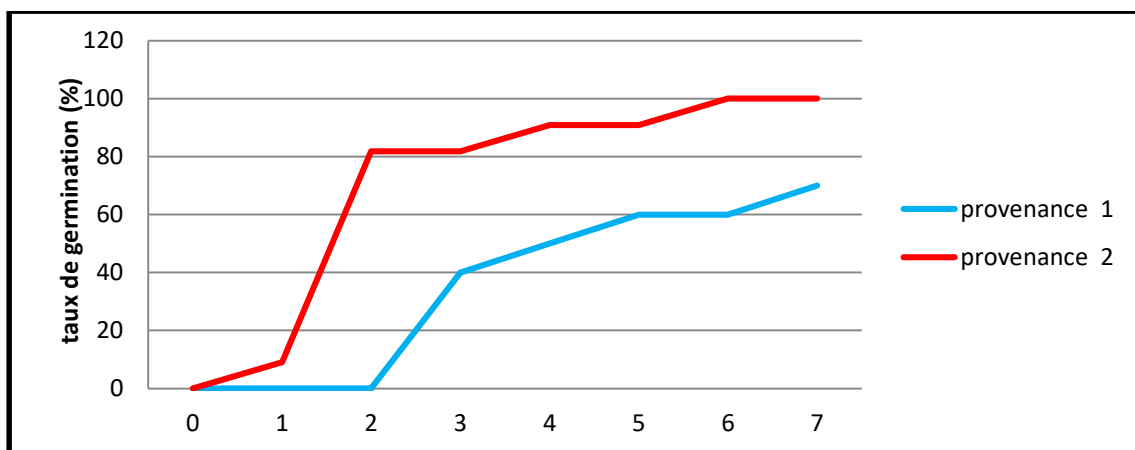


Figure 30 : Taux de germination des graines témoins des deux provenances [1].

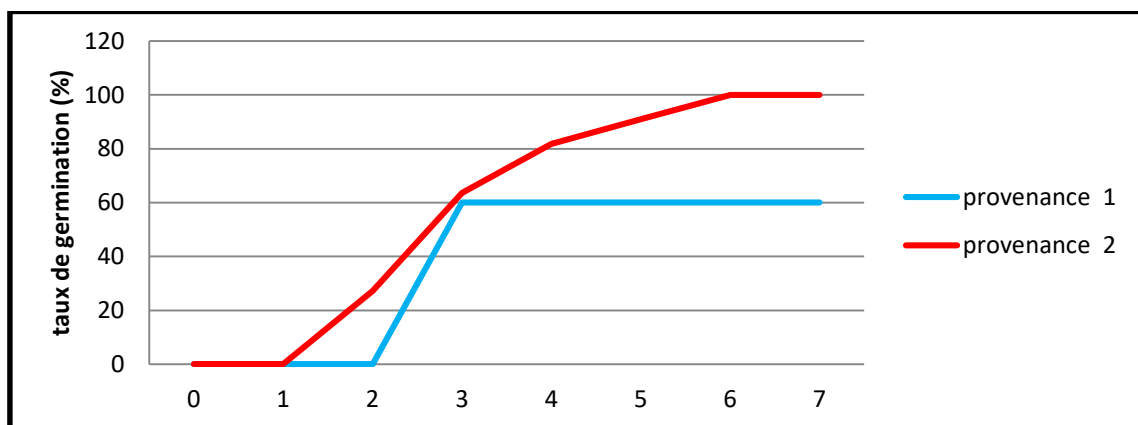


Figure 31 : Taux de germination des graines scarifiées des deux provenances [1].

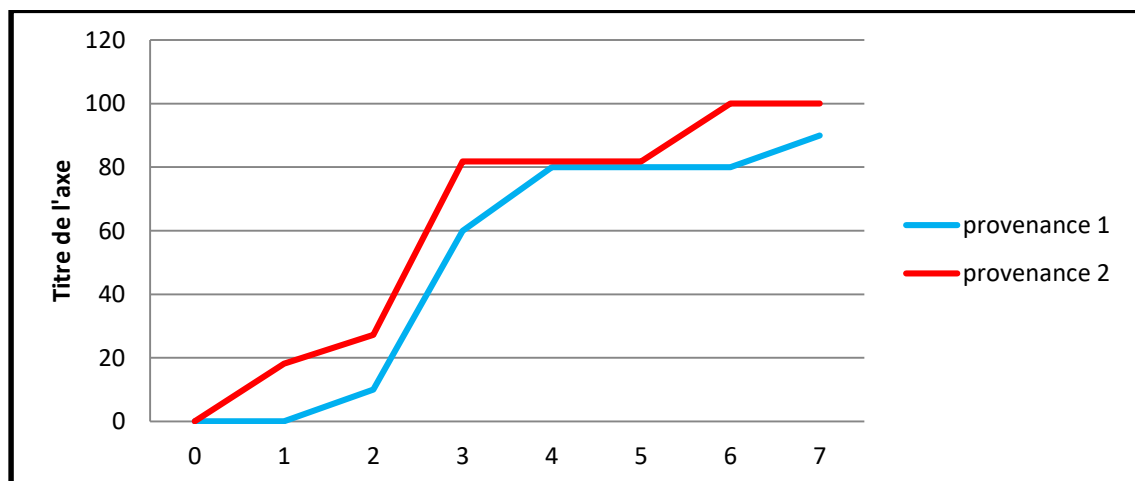


Figure 32 : Taux de germination des graines traitées au froid (24h) des deux provenances [1].

Les résultats obtenus dans le tableau 10 et les figures 30, 31 et 32 montrent que l'origine des graines et les traitements appliqués ont un effet sur le processus de germination des graines.

Pour le taux de germination :

La provenance 1 de Laghouat « Daya de Tilghemt » : La progression de la germination montre que les graines du lot témoin est plus lent avec un pourcentage de germination final de 70% que celle du lot E1 qui est moyennement lent avec un pourcentage de germination final de (60%), et alors que celle des graines du lot E2 est plus important avec un pourcentage de germination final de (90%).

La provenance 2 de Ghardaïa « Oued Nlsa » : les graines de lot T et E2 germent lentement que le lot E1 avec un pourcentage de germination final pour les trois lots de 100 % qui augmente d'une façon synchronisée jusqu'à la fin du test.

Selon les figures 30, 31 et 32 des trois traitements, le taux de germination des graines est différent d'un traitement à un autre, et aussi entre les deux provenances. Le taux de germination de la provenance deux est plus lent et levé jusqu'à 100 % (T, E1, et E2) par rapport à la première qui atteint la valeur de 90 % pour E2, 70 % pour T et 60 % pour E1 pendant la durée du test.

Pour la vitesse de germination :

Les résultats de la provenance 1 de Laghouat « Daya de Tilghemt » montrent des valeurs approximativement équivalentes pour les 03 lots Témoin (T = 5.25 graine/jours), scarifiées (E1 = 5graines/jour) et le traitement au froid (E2 = 5.08 graines/jour).

Pour la provenance 2 de Ghardaïa « Oued Nlsa », les valeurs sont proches pour l'ensemble lots avec 4,91g/jours dans le cas du lot T, 5.02 graines/jour dans le cas du lot E1 et 4.78 graines/jour dans le cas du lot E2.

Pour l'indice de germination :

Dans la provenance 1 de Laghouat « Daya de Tilghemt » le lot E2 est marqué par une valeur élevée (7.41%) par rapport au lot E1 (5.75%) et au lot T (4.98%).

Et dans la provenance 2 de Ghardaïa « Oued Nlsa », il est plus élevé dans le lot traité au froid E2 (11.29 %) par rapport au témoin T (10.67%) et aux graines scarifiées E1 (9.67%).

La vitesse et l'indice de germination sont différents d'une provenance à une autre, où la provenance 1 de Laghouat « Daya de Tilghemt » a marqué une vitesse de germination un peu plus élevée par rapport à la deuxième provenance de Ghardaïa « Oued Nlsa », par contre dans l'indice de germination, la provenance deux est plus grande par rapport la première

Les résultats des deux provenances de *Zizyphus lotus* de Laghouat « La Daya Tilghemt » et Ghardaïa « Oued Nlsa » nous permet d'observer que les traitements au froid améliorent la germination par la levée de la dormance des graines. D'autre part, la provenance de Ghardaïa se caractérise par une forte performance germinative par rapport à la provenance de Laghouat.

On sait que la germination des semences diminue avec le temps d'entreposage, même dans des conditions environnementales idéales et constantes. La réduction de viabilité et la fréquence de mortalité en fonction du temps se trouvent augmentées lorsque les conditions sont défavorables. Le facteur essentiel du levé de la dormance embryonnaire est le froid.

Le rendement de la germination est plus important et plus homogène à cause des traitements qui permettent la levée des obstacles.

Les facteurs qui influent sur la bonne conservation des graines sont la température et l'humidité élevée, et aussi la teneur en eau des semences. La rapidité avec laquelle la germination diminue lors de l'entreposage dépend aussi des caractéristiques de chaque lot. Dans les mêmes conditions, la réduction de viabilité sera plus rapide pour certaines provenances que pour d'autres. Selon Azibi (2015), qui a trouvé que les graines de *Zizyphus lotus* d'une provenance du sud répondent mieux à la germination que celle provenant du nord.

En effet la germination des graines de *Zizyphus lotus* a été améliorée par un prétraitement par scarification alors que c'est le prétraitement au froid qui donne les meilleurs résultats dans ce cas.

Les différences de germination entre les lots peuvent être désignées aux différences génétiques et physiologiques existant entre les provenances et les traitements pré-germinatives qui ont comme un objectif de favoriser la germination des semences vivantes (viables ou peu vigoureuses) aux conditions auxquelles ils ont été soumis.

2. Détermination du taux d'humidité et du taux de cendre

Le taux d'humidité et le taux de cendre de fruits de *zizyphus lotus* sont déterminés dans deux études (3 et 6), donc la comparaison se fait entre les résultats de ces deux études.

2.1.Taux d'humidité

Afin de déterminer la teneur en eau dans les fruits du *Zizyphus lotus*, ils ont utilisé la méthode d'Audigie et al (1987), dont le but est d'exprimer les résultats des constituants biochimiques par rapport à la matière sèche.

Tableau 11 : Taux d'humidité de fruits de *Zizyphus lotus* des populations de Batna et Sidi Bel Abbes.

Etude	Etude n° 3	Etude n° 6
Taux d'humidité (%)	8,96±0,73	19

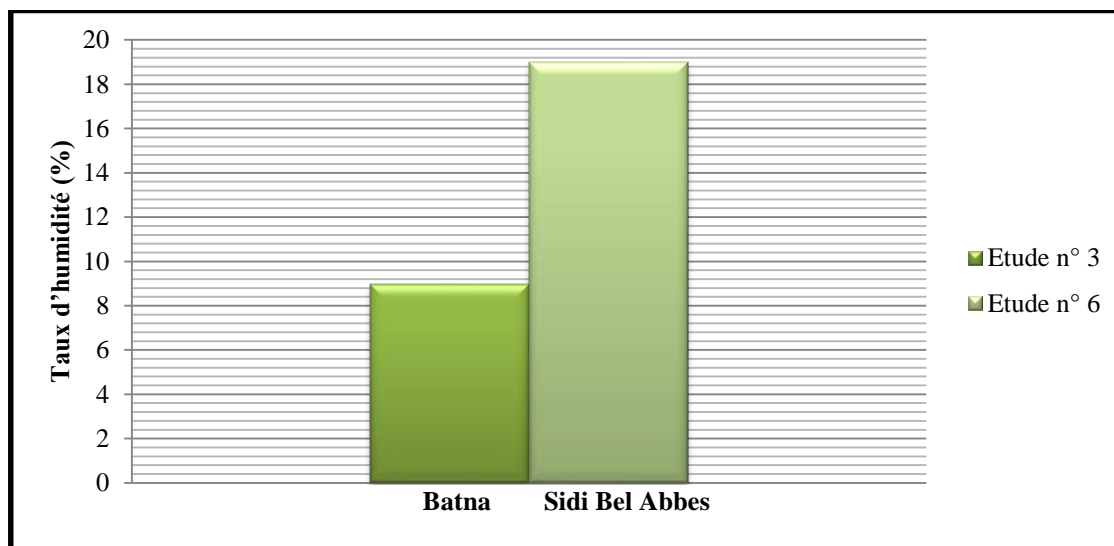


Figure 33 : Histogramme du taux d'humidité de fruits de *Zizyphus lotus* des populations de Batna et Sidi Bel Abbes [1].

Les résultats du taux d'humidité des deux études, 3 de Batna et 6 de Sidi Bel Abbes obtenus par DJEMA ZOUGHLACHE (2008) et MANSOUR (2016) sont différents où l'échantillon de l'étude n°3 avec une valeur de 8,96±0,73% est très faible par rapport l'échantillon de l'étude n°6.

Comparativement aux valeurs trouvées chez d'autres variétés du même genre, en l'occurrence obtenus par Grosskinsky (1999) de *Zizyphus mauritiana*, Anthony (2005) de *Zizyphus Spina christi* et Catoire et al. (1994) de *Zizyphus jujuba*, dont le taux d'humidité varie de 46 à 85%, les valeurs obtenues pour *Zizyphus lotus* de ces études sont nettement faibles.

2.2. Taux de cendre

La détermination de la teneur en cendres du *Zizyphus lotus* a été prise après incinération, la cendre grisâtre obtenue représente les diverses substances minérales.

Tableau 12 : Taux de cendre de fruits de *Zizyphus lotus* des populations de Batna et Sidi Bel Abbès.

Etude	Etude n° 3	Etude n° 6
Taux de cendre (%)	3,5±0,31	6.1%

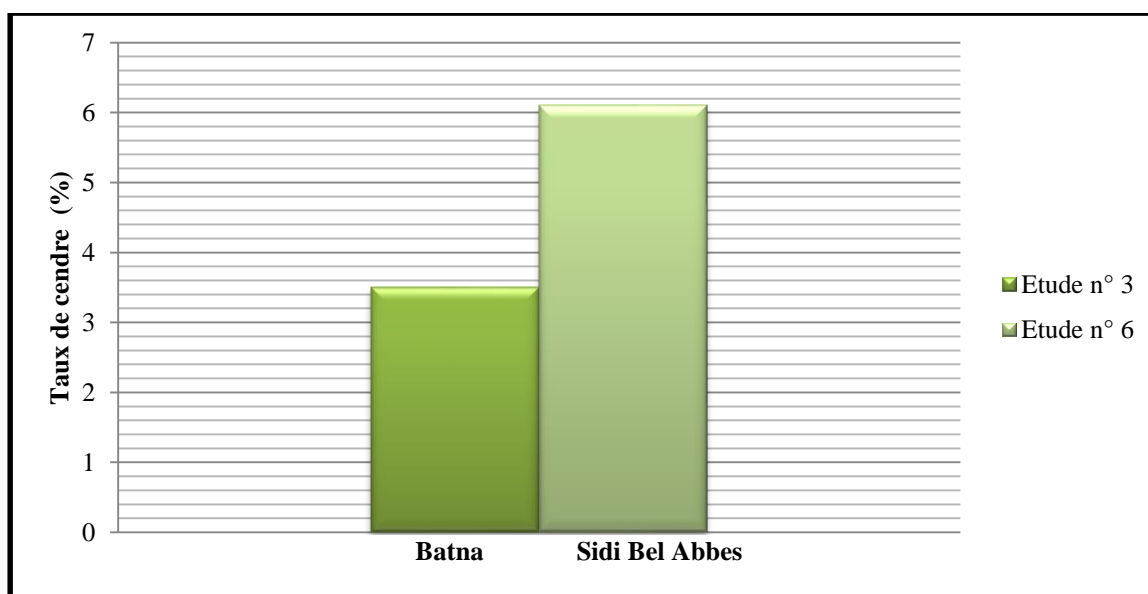


Figure 34: Histogramme du taux de cendre de fruits de *Zizyphus lotus* de populations de Batna et de Sidi Bel Abbès [1].

Les résultats des deux études n° 3 de Batna et n°6 de Sidi Bel Abbès sont différents où le taux de cendre de l'échantillon de l'étude n°6 est plus grand avec 6.1% par rapport l'étude n° 3 avec 3,5±0,31%

Par comparaison avec des résultats des recherches sur le même genre en l'occurrence qui sont obtenus par Jin-Wei Li et al, (2007) de cinq variétés de zizyphus avec un taux de cendres variant de 2.26% à 3.01% et aussi par Talukdar (2014) de cinq variétés de fruits du jujubier de l'espèce mauritanica, présentent des taux de cendre variant de 2,85 à 3,23%, le taux de cendres de fruit de *zizyphus lotus* de l'étude n°3 de Batna est proche de ces résultats mais l'autre est plus élevé.

Ces résultats affirment que les variations de ces valeurs sont liées à l'influence de l'environnement abiotique et à la différence des conditions climatiques et la répartition géographique.

3. Analyse des extraits de la plante *Zizyphus lotus*

Les dosages des polyphénols totaux et des flavonoïdes de la plante *Zizyphus lotus* (feuilles et fruits) ont été réalisés dans cinq études : étude n°1 de Chlef, étude n°3 de Batna, étude n°4 de Bejaia, étude n°5 de Mila et étude n°6 de Sidi Bel Abbas. Le dosage des tanins a été réalisé dans deux études : étude n°3 et étude n°5. Les résultats sont classés dans les tableaux 13, 14, 15, 16 et 17 illustrées par les figures 35, 36, 37, 38 et 39.

Pour les extraits, les comparaisons sont réalisées sur des extraits méthanoliques l'échantillon de *zizyphus lotus* pour les dosages des polyphénols totaux et les flavonoïdes et sur l'extrait aqueux pour les dosages de tanins qui sont extraits par différentes méthodes dans les études.

3.1. Dosage des polyphénols totaux

3.1.1. Dosage des polyphénols totaux des feuilles de *Zizyphus lotus*.

Tableau 13: Dosage de polyphénols totaux des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus*.

Etude	Etude n° 1	Etude n° 4	Etude n° 6
Polyphénols totaux (mg EAG/g)	207.52±1.92	97.88±0.1	204.5±7.44

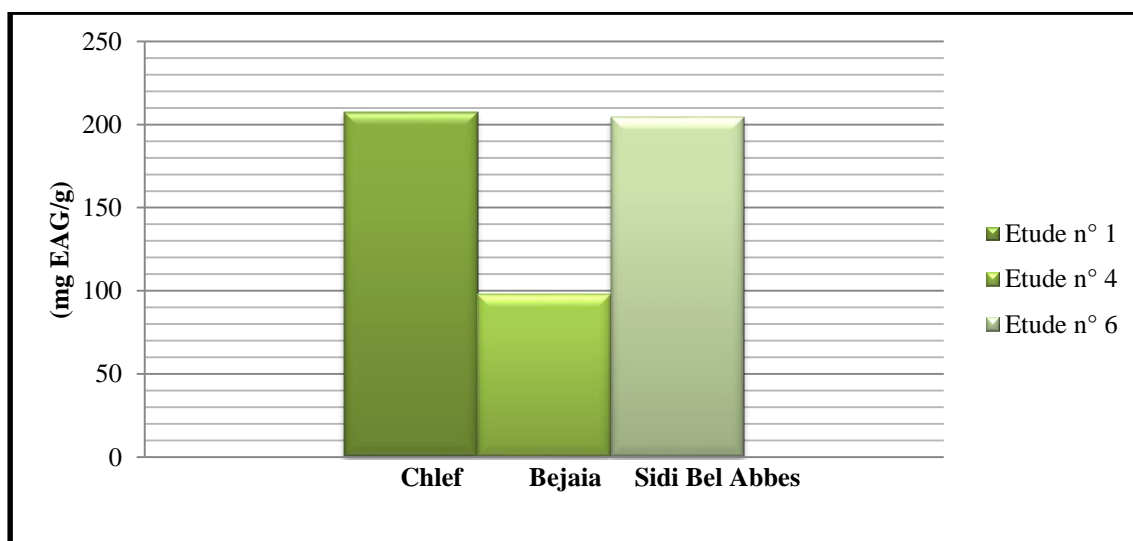


Figure 35: Dosage des polyphénols totaux des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus* [1].

Les résultats des dosages des polyphénols totaux des extraits méthanoliques des feuilles de zizyphus lotus des trois études sont différents, ou l'étude n° 1 de Chlef a une valeur de 207.52 ± 1.92 mg EAG/g, l'étude n°4 de Batna a une valeur 97.88 ± 0.1 mg EAG/g et l'étude n° 6 a une valeur de 204.5 ± 7.44 mg EAG/g.

D'après l'histogramme de la figure 35, les deux valeurs de l'étude 1 et 6 sont proches par rapport à ceux de l'étude n°4 qui est très faible. On voit que les valeurs proches sont pour des échantillons récoltés dans l'ouest algérien et l'autre valeur qui est faible est pour un échantillon 1 récolte à l'est. On peut donc déduire que la situation géographique a une influence sur la teneur en polyphénols totaux.

3.1.2. Dosage des polyphénols totaux des feuilles de *Zizyphus lotus*.

Tableau 14: Dosage des polyphénols totaux des extraits des fruits de *Zizyphus lotus*.

Etude	Etude n° 3	Etude n° 4	Etude n° 6
polyphénols totaux (mg EAG/g)	$5 \pm 0,00$	18.04 ± 0.00	$7,80 \pm 0,40$

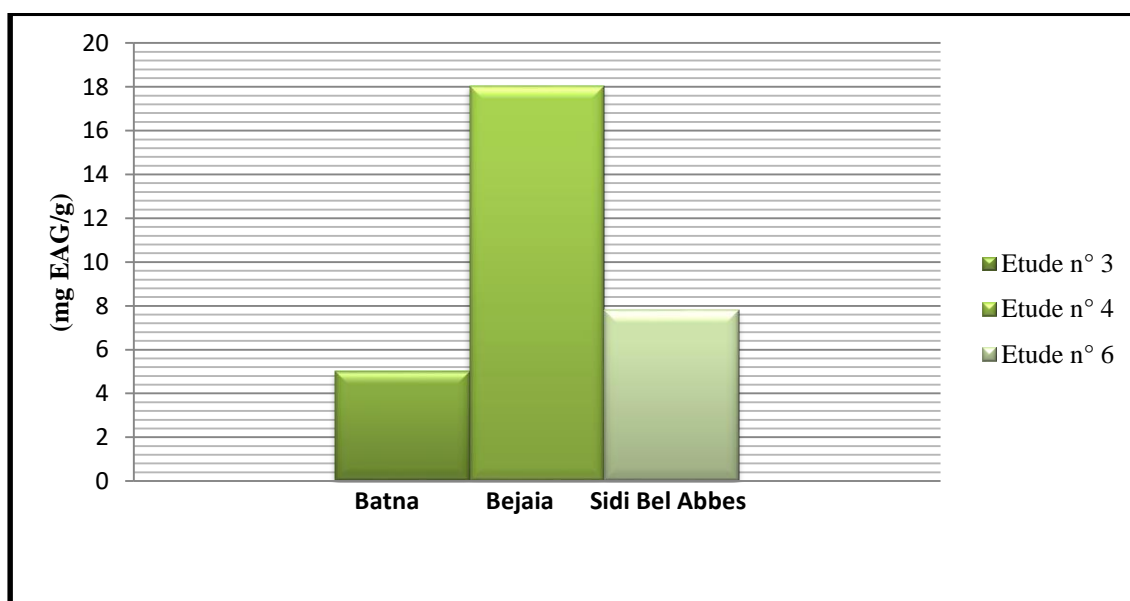


Figure 36: Dosage des polyphénols totaux des extraits des fruits de *Zizyphus lotus* [1].

Les résultats des dosages des polyphénols totaux des extraits méthanoliques des fruits de zizyphus lotus des trois études sont différents ou l'étude n° 3 de Batna a une valeur de $5 \pm 0,00$ mg EAG/g, l'étude n°4 a une valeur de 18.04 ± 0.00 mg EAG/g et l'étude n°6 de Sidi Bel Abbès a une valeur de $7,80 \pm 0,40$ mg EAG/g.

Dans la figure 36, l'histogramme explique la différence entre les trois dosages. L'échantillon de Bejaia possède la valeur la plus élevée par rapport aux autres.

En comparaison de ces résultats avec d'autres obtenus par Li et al. (2007) dans une étude faite sur cinq variétés du jujube chinois (*Zizyphus jujuba*) qui ont dosé les polyphénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu dans des extraits polaires obtenus par extraction à base méthanol/eau ; le résultat obtenu pour l'un des cinq variétés (*Zizyphus jujuba* Sanbianhong) ($5,18 \pm 0,29$ mg EAG/mg d'extrait) est presque similaire à celui obtenu dans l'étude n°3 de Batna ($5 \pm 0,00$ mg EAG/g).

D'après cette analyse, on voit que le fruit de *Zizyphus lotus* du nord-est algérien est plus riche en polyphénols totaux par rapport à ceux de l'est et de l'ouest algérien.

3.2. Dosage des flavonoïdes

3.2.1. Dosage des flavonoïdes des feuilles de *Zizyphus lotus*.

Tableau 15: Dosage des flavonoïdes des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus*

Etude	Etude n° 1	Etude n° 4	Etude n° 5
Flavonoïdes (mg EQ/gr)	21.91 ± 0.31	9.60 ± 0.00	2.7 ± 0.50

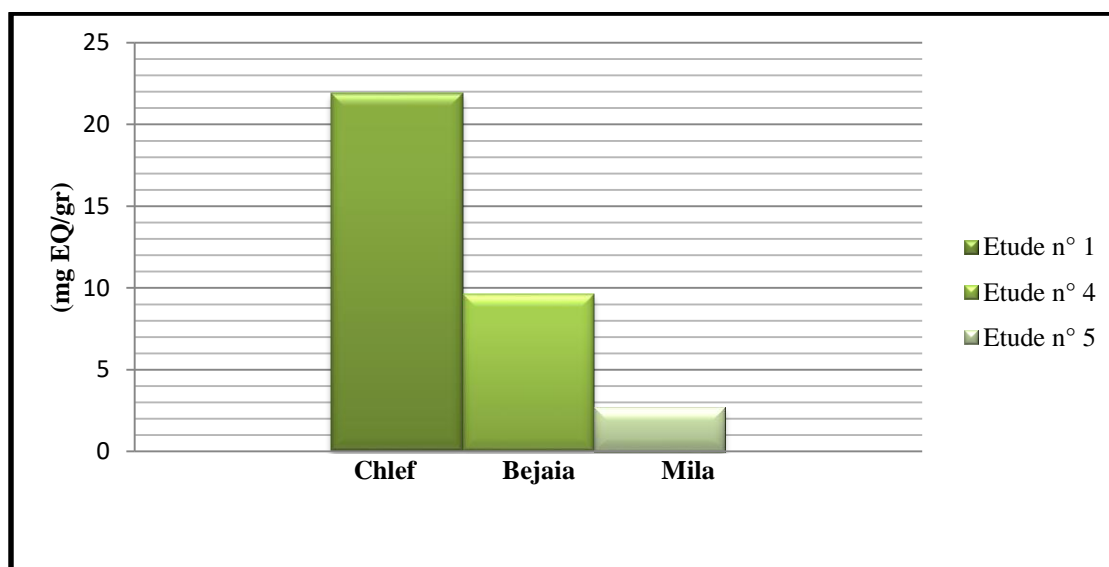


Figure 37: Dosage des flavonoïdes des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus* [1].

L'analyse statistique de la teneur en flavonoïdes des extraits des feuilles de *Zizyphus lotus* montre une différence remarquable entre les trois études, les valeurs des quantités des

échantillons des études n°1, n°4 et n°5 sont 21.91 ± 0.31 mg EQ/gr, 9.60 ± 0.00 mg EQ/gr et 2.7 ± 0.50 mg EQ/gr respectivement.

La différence des dosages des flavonoïdes des échantillons étudiés est clarifiée par l'histogramme de la figure 37 où on voit que l'échantillon de Chlef possède une plus grande teneur en flavonoïdes que celui de Bejaia qui est moyenne, alors que celui de Mila est faible. Donc l'espèce de la région ouest de l'Algérie est plus riche en flavonoïdes par rapport aux deux espèces de la région est.

3.2.2. Dosage des flavonoïdes des fruits de *Zizyphus lotus*

Tableau 16: Dosage des flavonoïdes des extraits de fruits de *Zizyphus lotus*

Etude	Etude n° 3	Etude n° 4	Etude n° 6
Flavonoïdes (mg EQ/g)	$0,83 \pm 0,17$	$0,75 \pm 0,00$	$25,58 \pm 16,6$

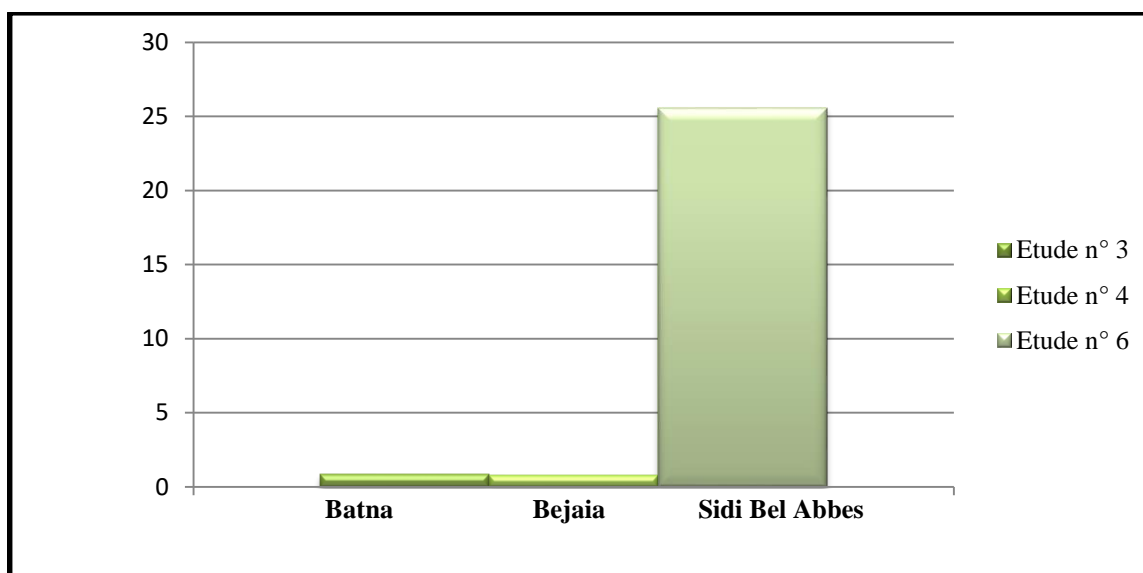


Figure 38: Dosage des flavonoïdes des extraits des fruits de *Zizyphus lotus* [1].

Les résultats des dosages des flavonoïdes des extraits des fruits de *Zizyphus lotus* dans le tableau 16 présentent les valeurs $0,83 \pm 0,17$ mg EQ/g pour l'échantillon de Batna (étude n°3), $0,75 \pm 0,00$ mg EQ/g pour l'échantillon de Bejaia (étude n°4) et $25,58 \pm 16,6$ mg EQ/g de l'échantillon de Sidi Bel Abbès (étude n°6). Les résultats de ces trois échantillons extraits montrent que les deux premières valeurs obtenues correspondent à des extractions à base de méthanol alors que la troisième se fait à base d'éthanol.

La différence entre ces résultats est expliquée dans la figure 38, on l'on voit que les deux valeurs des échantillons de Batna et Bejaia sont proches et faibles alors la troisième qui correspond à un extrait éthanolique est plus élevée.

Selon l'étude n° 3 où ils ont fait une analyse des plusieurs extraits, Zoughlache S. (2009) a obtenu des résultats sur la différence des dosages des flavonoïdes entre les différents extraits de fruit de *Zizyphus lotus*, elle montre que la teneur en flavonoïdes dans le *Zizyphus lotus* augmente avec la polarité de l'extrait (AQ>MET>DCM>ET).

3.3. Dosage des tanins condensés

Tableau 17 : Dosage des tanins condensés des extraits de fruits de la plante *zizyphus lotus*.

Etude	Etude n° 3	Etude n° 5
Tanins (mg EC/mg)	6,77±1,95	3,48±0,28

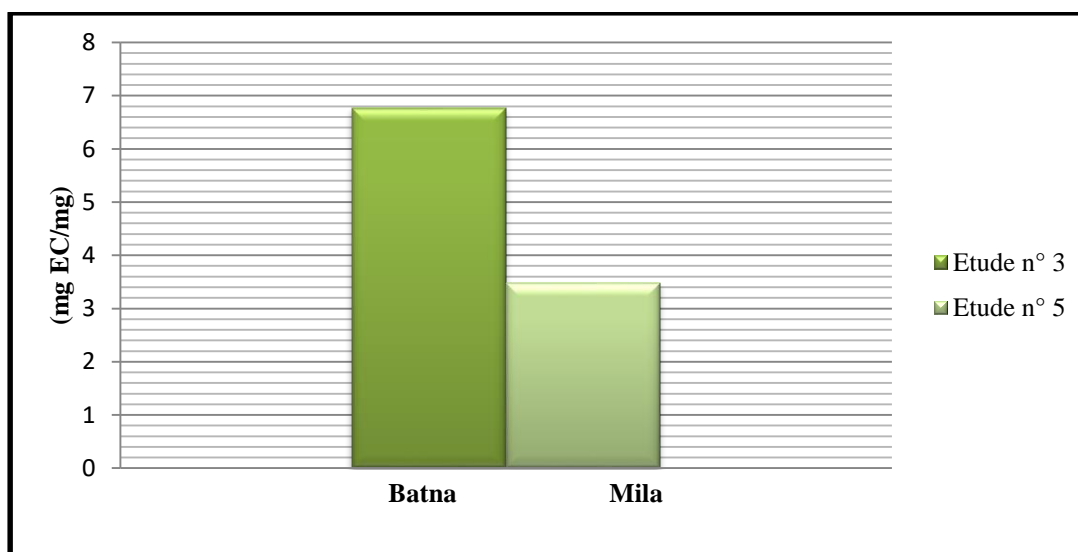


Figure 39: Dosage des tanins des extraits des fruits de *Zizyphus lotus* [1].

Les résultats des dosages des extraits des fruits de *Zizyphus lotus* pour l'extrait aqueux montrent les valeurs 6,77±1,95 mg EC/mg pour l'échantillon de Batna (étude n°3) et 3,48±0,28mg EC/mg pour l'échantillon de Mila (étude n°5).

Les deux valeurs ont une différence significative ($p \leq 3.29 \pm 1.67$) où le fruit de *Zizyphus lotus* de Batna est plus riche en tanins que le fruit de *Zizyphus lotus* de Mila. Cette différence provient des influences des conditions environnementales que ça soit le sol, le climat, la température ou bien selon les facteurs génétiques.

4. Détermination de l'activité biologique

4.1. Activités antioxydantes des extraits des fruits de *Zizyphus lotus*

La comparaison des activités antioxydantes des extraits des fruits de *Zizyphus lotus* se fait entre les résultats des études n°3 de Batna et n° 4 de Bejaia et sauf pour de DPPH de l'extrait méthanolique.

L'activité antioxydante des extraits du *Zizyphus lotus* vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée spectrophotométriquement en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune à 517 nm (Figure 40).

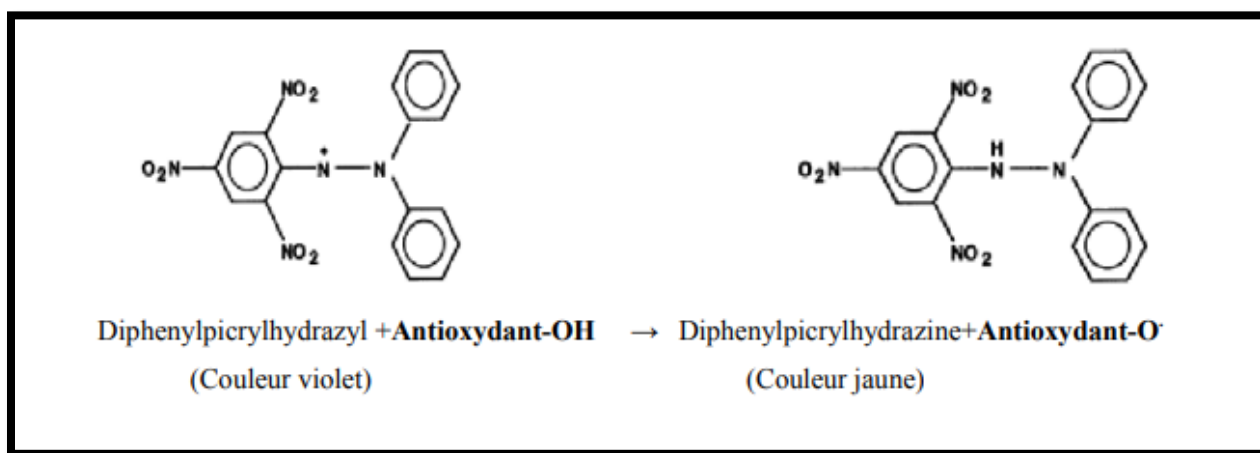


Figure 40 : Réaction d'un antioxydant avec le DPPH (Molineux ,2004).

Le DPPH est un radical libre organique, toujours utilisé comme un réactif pour évaluer l'activité antiradicalaire des antioxydants (Oyaizu, 1996).

Le DPPH est caractérisé par son adaptation à plusieurs échantillons dans une courte durée, aussi il est assez sensible pour détecter les ingrédients actifs à de basses concentrations, à cet effet, il a été employé pour le criblage des activités antiradicalaires des extraits végétaux (Yi et al ., 2008).

L'effet du radical DPPH par rapport aux extraits de la plante étudiée est illustré dans le tableau 18 et la figure 41.

Tableau 18 : Test de piégeage du radical libre DPPH de le l'extrait méthanolique de fruit de *Zizyphus lotus*.

Etude	Etude n° 3	Etude n° 4
Activité antiradicalaire (µg /µg DPPH)	9,75± 1,76	10.22± 0.00

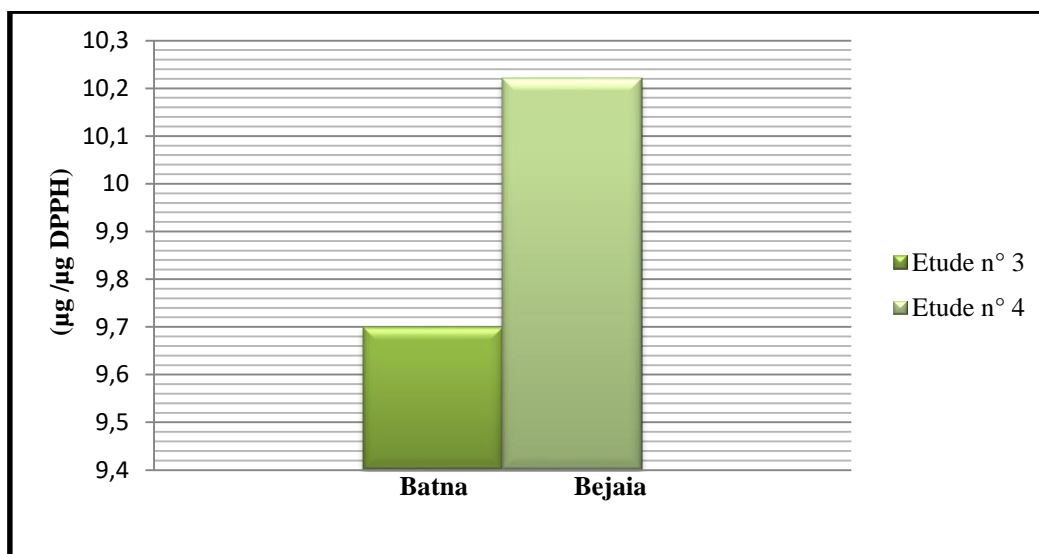


Figure 41 : Test de piégeage du radical libre DPPH de l'extrait méthanolique du fruit de *Zizyphus lotus* (originale).

L'étude statistique relative à la capacité de piégeage du radical DPPH indique une faible différence entre les deux. L'activité antiradicalaire de l'étude n°3 de Batna est de $9,75 \pm 1,76 \mu\text{g} / \mu\text{g DPPH}$ et celle de l'étude n°4 de Bejaia est de $10,22 \pm 0,00 \mu\text{g} / \mu\text{g DPPH}$. Donc, les deux valeurs de l'activité antiradicalaire sont approximatives.

D'après Li et al. (2005) qui ont évalué l'activité antiradicalaire vis-à-vis le radical DPPH des extraits méthanoliques de cinq variétés du *Zizyphus jujuba*, l'effet antiradicalaire obtenu est entre 17,8 à 69,1%, donc les résultats obtenus dans ce travail est très faible devant ses résultats.

On conclut que la différence de capacité antioxydante entre les graines est due à la diversité des constituants qui les composent (polyphénols, flavonoïdes, composants aromatiques...).

Conclusion

Conclusion

Notre travail a porté essentiellement sur une comparaison entre les résultats des études réalisées sur le territoire algérien, ces résultats concernent la germination, les composants de métabolisme secondaire (polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins) et l'activité biologique des extraits de feuilles et fruits de l'arbuste *Zizyphus lotus*.

Les résultats obtenus proviennent des différents extraits obtenus par différentes méthodes. La comparaison a été faite entre les résultats obtenus du même type d'extraits dans chaque analyse. Les essais de germination des graines de *Z. lotus* des deux provenances du sud algérien (Ghardaïa) ont montré une forte performance germinative pour tous les traitements par apport les graines de Laghouat, les prétraitements germinatifs effectués sur les graines ont montré que le traitement au froid était le plus efficace. Ensuite, le taux d'humidité et le taux de cendre de fruit de l'espèce de Sidi Bel Abbes de l'ouest est plus élevé que celui de l'espèce de Batna.

Pour l'analyse quantitative des polyphénols totaux, les résultats ont montré que les feuilles des deux espèces de Chlef et Sidi Bel Abbes de l'ouest algérien sont riches en polyphénols totaux par rapport à celles de l'espèce de Bejaia de l'est. Par contre, les fruits de l'espèce de Bejaia sont riches en ces composants par rapport à ceux de Sidi Bel Abbes. Et puis, les dosages des flavonoïdes sont différents aussi d'une espèce à une autre, les feuilles et les fruits de *Zizyphus lotus* d'espèce de l'ouest (Chlef et Sidi Bel Abbes) sont riches en flavonoïdes par rapport à ceux de l'est (Bejaia, Mila et Batna). Les teneurs en tanins sont différentes pour les deux espèces de l'est, l'espèce de Batna est riche en tanins par rapport à celle de Mila.

La comparaison des résultats de l'activité antioxydante selon le test de piégeage du radical libre DPPH de l'extrait méthanolique de fruit de *Zizyphus lotus* montre une faible différence entre les deux espèces de l'est.

En fin, les résultats de comparaison de cette étude confirment la différence entre les populations de même plante *Zizyphus lotus* qui sont répartis dans les différentes régions d'Algérie. Cette différence est probablement due à l'influence de conditions environnementales (sol, climat, température...) et la répartition géographique.

- Adzu B., Amos S., Amizan M. B., et Gamaniel K. (2003).** Evaluation of the antidiarrhoeal effects of *Zizyphus spina-christi* stem bark in rats. *Acta Tropica*. doi: 10.1016/S0001-706X (03)00114- 1, 87 (2): 245-250.
- Adzu B., Amos S., Amizan M. B., et Gamaniel K. (2003).** Evaluation of the antidiarrhoeal effects of *Zizyphus spina-christi* stem bark in rats. *Acta Tropica*. doi: 10.1016/S0001-706X (03)00114- 1, 87 (2): 245-250.
- Aiche Y. et Ait Aissa S. (2017).** Effets des méthodes d'extraction (agitation, microonde et sonication) sur les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits de feuilles et de graines de *Zizyphus jujuba*. Mémoire de master. Univ. A. Mira de Bejaia. 52p.
- Alain dit Ph B ., Banga B ., N'guessan2 ., Adou F., Yapo., Jean D., N'guessan1 & Allico Joseph Dj (2011).** Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne, sciences & nature., 8 (1): 1 – 11.
- Alibert G., Ranjeva R., Boudet M.A. (1977).** Organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. *Physiol. Veg*, 15 : 279-301.
- Allali, H., Benmehdi, H., Dib, M.A., Tabti, B., Ghalem, S., and Benabadj, N.(2008) .** Phytotherapy of diabetes in west Algeria. *Asian Journal of Chemistry*, 20 (4):2701-2710
- Alupului A., Calinescu I., Lavric V. (2009).** Ultrasonic vs. microwave extraction intensification of active principles from medicinal plants. *Conference Series*. 9.
- Alupului A., Calinescu I., Lavric V. (2009).** Ultrasonic vs. microwave extraction intensification of active principles from medicinal plants. *Conference Series*. 9.
- Amari I. et gourissi H. (2017).** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne in vitro des extraits méthanolique et aqueux des feuilles du *Zizyphus lotus*. Mémoire de master en Biochimie. Univ. Frères Mentouri Constantine1. 50p.
- Ammari S. (2011).** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes Broutées par le dromadaire, 46p.
- Anand K. K., Singh B., Chand D., Chandan B. K., et Gupta V. (1989).** Effect of *Zizyphus*, sativa leaves on blood glucose levels in normal and alloxan-diabetic rats. *J Ethnopharmacol*, 27 : 121-127.
- Anthony C. (2005).** A review of *Zizyphus Spina-christi*. Technical (Ed) .3 p.
- Anwar F., Abdul Qayyum H., Ijaz Hussin A. et Tqbal S. (2010).** Antioxidant activity of 100% and 80% methanol extracts from barley (*hordeum vulgare L.*) : stabilization of sunflower oil. *Grasas y Aceites* 61 (3) :237-243.
- AOAC. (1980).** Official methods of analysis .11th Edition William Horwi WASHINGTON.D.C.
- Apak R. (2007).** Guclu K, Demirata B, Zyurek M ,Celik ES, Comparative evaluation of various total antioxidant capacity Assays applied to phenolic compound with the CUPRAC, Assay molecules , ,12 :1496-1547.
- Arndt S., Clifford S., Popp M. (2001).** *Zizyphus* a Multipurpose fruit tree for arid region.in Sustainable land-Heidelberg, Stuttgart, New York, pp: 388-399.
- Audigie C ., Figarella J ., Zonszaain F. (1978).** Manipulation d'analyse biochimique .Doin (Ed).Paris, 274p.
- Audigie C ., Figarella J ., Zonszaain F. (1987).** Manipulation d'analyse biochimique .Doin (Ed).Paris, 274p
- Audigie C ., Figarella J ., Zonszaain F. (1984).** Manipulation d'analyse biochimique .Doin (Ed).Paris, 274p.
- Azibi T. (2015).** Etude des polyphénols du jujubier (*Zizyphus lotus*) provenant de Mekla (Tizi- Ouzou) et de la daya de Bousdraïa (Djelfa). Evaluation de leur pouvoir antioxydant et leur activité anti bactérienne vis-à-vis de deux bactéries pathogènes et estimation de l'effet bio insecticide de la poudre des fruits à l'encontre d'un insecte ravageur des denrées stockées *Tribolium castanum*. Mémoire de Master II à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 76p.
- Azmir J., Zaidul I.S.M., Rahman M.M., Sharif K.M., Mohamed A., Sahena F., Jahurul M.H.A., Ghafoor K., Norulaini N.A.N. et Omar A.K.M. (2013).** Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*. 117: 426-436.

- Bâa A., Guissoub T., Duponnois R., Plenchet C., Sackoe O., Sidibé D., Syllag K. et Windoug B. (2001).** Mycorhization contrôlée et fertilisation phosphatée: Applications à la domestication du jujubier. Article de synthèse. 56: 261-269.
- Baba Aissa F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles, flores d'Algérie et du Maghreb. Edition Librairie Moderne. Alger. Rouiba. Copyright librairie. p 368.
- Baghdikian B., Filly A., Fabiano-Tixier A-S., Petitcolas E., Mabrouki F., Chemat F. et Ollivier E. (2016).** Extraction by solvent using microwave and ultrasound-assisted techniques followed by HPLC analysis of Harpagoside from Harpagophytum procumbens and comparison with conventional solvent extraction methods. Comptes Rendus Chimie. 19: 692-698.
- Base de données des plantes d'Afrique :** [http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?](http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?Langue=fr&id=152490) Langue=fr&id=152490. (08/2020).
- Bashi D.S., Mortazavi S.A., Rezaei K., Rajaei A. et Karimkhani M.M. (2012).** Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from yarrow (*Achillea beibrestinii*) by response surface methodology. Food Science Biotechnology. 21(4): 1005-1011.
- Bayer, E., and Butter, K.(2000).** Guide de la flore méditerranéenne p. 280.
- BELKADI N. et HADJ-AL I., 2015.** Etude morphométrique et essai de germination des graines de jujubier (*Zizyphus lotus*) provenant du sud Algérien. Extraction et dosage de 3 classes de flavonoïdes et estimation de l'effet de la poudre des fruits vis-à-vis de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). Mémoire de master en biologie option génétique et amélioration végétale. Université DE Tizi-Ouzou. 50P.
- Benammar C., Hichami A., Yessoufou A., Simonin A.M., Belarbi M., et al. (2010).** *Zizyphus lotus* L (Desf) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation. BMC Complement Altern Med, 10 : 54.
- Benchalah, A., Bouziane, H., andMaka, M.(2004) .** Fleur du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. Phytothérapie, 6; 191-197.
- Beta T., Nam S., Dexter J. E., et Sapirstein H. D. (2005).** Phenolic content and antioxydants Activity of Pearledwheat and Roller-Milled. Fractions. Cereal chem, 82 (4) : 390-393.
- Billing J. and Sherman P. W. (1998).** Antimicrobial Functions of Spices: Why Some Like it Page 44 Hot. Q. Rev. Biol. 73: 3-49.
- Binnet J. et Brunel P. (1968).** Physiologie végétale, Tome I, Dion (Ed.) Paris.
- Boizot Net Charpontier J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'Inra, 79-82.
- Boizot Net Charpontier J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'Inra, 79-82.
- Bonnet J. (2001).** Larousse des arbres. Dictionnaire des arbres et des arbustes. p 512.
- Borgi W et Chouchane N. (2006).** Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces des racines de *Zizyphus lotus* (L). Revue des Région Arides ,283-286.
- Borgi W., Bouraoui A., Chouchane N.(2007).** Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts, Journal of Ethnopharmacology, 12:228-231.
- Borgi W., Ghedira K., Chouchane N. (2007).** Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks . Fitoterapia.78:16-19.
- Boros B., Jakabova S., Dornyei A., Horvath G., Pluhar Z., Kilar F., Felinger A.(2010).** Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in *Thymus* species. Journal of Chromatography A, n°1217, p. 7972–7980.
- Boros B., Jakabova S., Dornyei A., Horvath G., Pluhar Z., Kilar F., Felinger A.(2010).** Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in *Thymus* species. Journal of Chromatography A, n°1217, p. 7972–7980.
- Boualem S. (2014).** Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelques espèces du genre *Pistacia*. Thèse de Doctorat en Sciences. Faculté S.N.V, Université de Mascara, 130p.

- Bougandoura N., et Bendimerad N. (2012).** Effet antifongique des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. (*Nepeta*) briq. *Revue des BioRessources*, 2 :1-7.
- Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3ème Ed Techniques et documentations. Paris. pp: 227-310-312-313-314.494.
- Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 2ème Ed Tec&Doc. Paris.
- Brzozowska J., Hanower P., Tanguy J. (1973).** Polyphenols des feuilles de cotonniers et influence sur leur composition d'un choc hydrique ou nutritionnel. *Phytochemistry*, 12: 2353-2357.
- Catoire C., Zwang H and Bouet C. (1994).** Le jujubier ou le *Zizyphus lotus*. Fruits oubliés. Article n°1.
- Catoire C., Zwang H., Bouet C. (1999).** Les jujubiers ou le *Zizyphus*, fruits oubliés: n°1.
- Chaipukdee N., Kanokmedhakul S., Lkphrom R., Kanokmedhakul K. (2013).** Two new flavonols from the bark of *Akschindlium godefroyanum*. *Natural Product Research* 28 :191-195.
- Chaussat R., Le Deunff Y. (1975).** La germination des semences. Bordars (Ed.) Paris, 232p.
- Chaussat R., Le Deunff Y. (1975).** La germination des semences. Bordars (Ed.) Paris, 232p.
- Chevalier Aug. (1939).** *Zizyphus* de l'ancien monde et l'utilisation de leur fruits. *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*. Année 1947, 27 (301) : 470-483.
- Chevalier Aug.(1947).** Les Jujubiers ou *Zizyphus* de l'Ancien monde et l'utilisation de leurs fruits. . In: *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale* : 301-302. pp. 470-483
- Chouaibi M., Mahfoudhi N., Rezig L., Donsi F., Ferrari G and Hamdi S. (2011).** Nutritional composition of *Zizyphus lotus* L. seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 6 : 1171–1177.
- Chung K., Wong T. Y., Wei C., Huang Y., et Lin Y. (1998).** Tannins and hman health. *Crit.Rev. Food Sci. Nutr*, 38 : 421-464.
- Claudine R. (2007).** Le nom de l'arbre : le gnenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l'arbousier. Actes sud le Majan, 1er Edition. France.45-62.
- Claudine, R. (2007).** Le nom de l'arbre : le gnenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l'arbousier. Actes sud le Majan, 1er Edition. France.45-62.
- Côme D. (1970).** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Masson et Cie (Ed.) Paris, 162p.
- Côme D. (1975).** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Masson et Cie (Ed.) Paris, 162p.
- Cotelle N. (2001).** Role of flavonoids in oxidative stress.*Curr.Top. Med. Chem.* 1:569-590. (cited in Yakhlaf G, 2009).
- Cowan M. M. (1999).** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol. Rev*; 12: 564-582.
- Crozier A., Clifford MN. And Ashihara H. (2006).** Plant Secondary Metabolites : Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell publishing Ltd.
- D'Archivio M , Felisi C , Benedetto R, Garguilo R ,Giovannini C, Masella R, Polyphenol, dietary(2007).** Source and biovaibility, *Annist super sanita*, 43(4):348-361s.
- Daayf F., et Lattanzid V. (2008).** Recent Advances in Polyphenol Research 1. Edition WILEY BLACKWELL. p 1-24.
- Dacosta E. (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Yves Dacosta (éd). Paris, 317p
- Dangles O, Stoeckel C, Wigand MC, Brouillard R. (1992).**Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Lett.* 33: 5227-30.
- Deysson G. (1967).** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, physiologie. Ed Société d'édition déneigement supérieur. Paris, 335p.
- Diallo D ., Sango R ., Yasambou H ., Traoré A ., Coulibaly K ., Maïga A. (2004).**Etude des constituants des feuilles de *Zizyphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnelement dans le traitement du diabète au Mali .*Comptes rendus .Chimie*, 7 :1073-1080.
- Dubois G.E., Grosbay G.A., Saffron P. (1977).** Non nutritive Sweeteners: Taste structure relationships with for some new simple dihydrochalcones. *Science*, 195: 397-399.
- Dupont F. et Guignard J. L. (2012).** Botanique, Les Familles de Plantes. Elsevier. 136p.

Références bibliographiques

- Edenharder R., et Grünhage D. (2003).** Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert tyhydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium*TA102. *Mutat. Res.*, 540 : 1-18.
- Edenharder, R., Grünhage, D. (2003).** Free radical scavenging abilities of flavonoids as mechanism of protection against mutagenicity induced by tert-butyl hydroperoxide or cumene hydroperoxide in *Salmonella typhimurium* TA102. *Mutat. Res.*, 540: 1–18.
- Favier A. (2003).** Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique.p 110.
- Favier A. (2003).** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*, p108-115.
- Favier A. (2003).** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. 108-115.
- Fuhrman .B., LavyA., and Aviram M. (1995).** Consumption of red wine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation. *Am. J. Clin. Nutr.*61:549-554. (cited in Yakhlaf G, 2009).
- Ghedira K. (2013).** *Zizyphus lotus (L.)* Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage. *Ethnobotanique-monographie*, 11:149-153.
- Ghestem A., Seguin E., Paris M., and Orecchioni A.M. (2001).** Le préparateur en pharmacie dossier 2èmeEd TEC&DOC. Paris. pp275. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- Girotti-channu C. (2006).** Etude de la lipolyse et de synthèse des composés du Derme sous l'effet de la Cirsimarine ,Flavone extraite de *Microtea Debilis*. Thèse de Doctorat .Institut national des sciences appliquées de Lyon.127.
- Gourari S., Roussy G., Thiebaut J. M. et Zoulalian A. (1992).** Etude d'une réaction catalytique en présence d'un rayonnement microonde. *The Chemical Engineering Journal*. 49: 79-88.
- Gourguillon L., Destandau E., Lobstein A. et Lesellier E. (2016).** Comparison of different ways to extract dicaffeoylquinic acids from a halophytic plant. *Chemical R Chimie*. 19: 1133-1141.
- Grosskinsky B et Gullick C. (2000).** Exploring the potential of Indigenous Wild Food Plants in Southern Sudan. USAID (Ed).Sudan. 111p.
- Guignard J. L. (2000).** *Biochimie vegetal*. 2ème Edition: Dunod. p 188.
- Guinebert E., Durand P., Prost M., Grinand R. and Bernigault R. (2005).** Mesure de la résistance aux radicaux libres. *Sixièmes Journées de la Recherche Avicole*; 554-558.
- Guyot L. (1978).** *La biologie végétale*. 4ème édition. Collection "que sais-je ". Presses Universitaires de France, 127p.
- Halliwell B. (1994).** Free radicals and antioxidants.*Nutr.Rev.*52:253-265.(cited in Yakhlaf G, 2009).
- Hamza k. et Meziani A. (2015).** Etude de l'activité biologique de l'extrait Aqueux des feuilles du *Zizyphus lotus L.* mémoire de master en Biochimie Moléculaire et Santé. Univ. Des Freres Mentouri DE Constantine.50p.
- Harborne J.B., and Williams C.A. (2000).** Advances in flavonoid research since 1992 *Phytochemistry*. 55: 481-504.
- Haslam E. (1989).** *Plant polyphenols. vegetale tannins revisited* cambridge University Pres,Combridge. p 230.
- Havsteen B.H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol. Therapeut*, 96: 67– 202.
- Havsteen, B.H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol. Therapeut*, 96: 67– 202.
- Heimeur N., Idrissi Hassani L.M., Amine Serghini M. (2004).** Les polyphénols de *Pyrus mamorensis* (Rosaceae). *Reviews in Biology and Biotechnology*, 3 (1): 37-42.
- Heimler D ., Vignolini P ., Giulia Dini M ., Francesco Vincieri F ., Rmani A.(2006).** Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties .*Food Chemistry* ,99:464-469.
- Heller R. (1990).** *Physiologie végétale*. Tome 2 : Développement. N°4, Paris, Masson (Ed.), 266p.

Références bibliographiques

- Heller R. et Esnault R. et Lance C. (2000).** Physiologie végétale et développement, Dunod (Ed.) Paris, 366p.
- Hennebelle T., Sahpaz S., et Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1 : 3-6.
- Herbert R. B. (1989).** The Biosynthesis of secondary metabolites. 2^{ème} Edition: Chapman and Halle. p 2, 11-115.
- Hopkins W. G. (2003).** Physiologie végétale. 2^{ème} Edition américaine : Boeck et Lancier S A, Paris. p 514.
- Jarkovic V. , Brohan M., Monnard E. , Nizet S. et Collin S. (2010).** Stilbnic profile of *cocoa liquors* from different origins determined by RP-HPLC(+)-MS/MS. Detection of a new resveratrol hexside. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58 :7067-7074.
- Jeam P., Catmrine T. et Giues L. (1998).** Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.
- Jovanovic S.V., Steenken S., Tasic M., Marjanovic B.,and Simic M.G. (1994).** Flavonoids as antioxidants. *J. Am. Chem. Soc.* 116: 4846-4851.
- Karaali A., Boyacioğlu D., Günez G., et Özçelik B. (2004).** Flavonoids in fruit and vegetables: their impact on food quality, nutrition and health—STREP or CA. European commission's the 6th framework programme for research. Istanbul technical university. Turkey.
- Kaufmann SHE. (1997).** Host response to intracellular pathogens. Ed. Springer ; R.G. Landes, New York; Austin, p. 345.
- Kohen R. and Nyska A.(2002).** Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicol. Path.*; 30: 620-650.
- Kohen R. and Nyska A. (2002).** Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicol. Path.*; 30: 620-650.
- Konkon N.G., Simaga D., Adjoungova A.L., N'Guessan K.E., Zirihi C.N. et Koné B.D. (2006).** Etude phytochimique de *Mitragyna inermis* (willd.) o. ktze (rubiacae), plante à feuille antidiabétique. *Pharm. Méd. Trad. Afr.* 14 : 73-80.
- Krischvink D., Chaluvadi M., Raj N. and Sripal R.(2008).** Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian J. Pharmacol.*; 33: 2- 16.
- Laamouri A., Ammari Y., Albouchi A., Sghaier T., Mguis K. et Akrimi N. (2008).** Comparative study of the root system growth and development of three Tunisian jujube species. *Geography Ecology Tropical.* 32: 37-46.
- Laamouri, A. et Zine El Abidine A. (2000).** Multiplication des jujubiers en Tunisie. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*, 33, 37-49.
- Lahlou, M., ElMahi, M., and Hammouchi, J.(2002).** Evaluation of antifungal and molluscicidal activities of Moroccan *Zizyphus lotus* L. Desf, *Annales pharmaceutiques françaises*, 60:410-414.
- Lehucher-Michel M.P., Lesgards J.F., Delubac O., Stocker P., Durand P. et Prost M. (2001).** Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse médicale.* 30: 1076-1081.
- Lehucher-Michel M.P., Lesgards J.F., Delubac O., Stocker P., Durand P. et Prost M. (2001).** Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse médicale.* 30: 1076-1081.
- Li J-W., Fan L-P., Ding S-D., Ding X-L. (2007).** Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. *Food Chemistry*, 103: 454-460.
- Li J-W., Ding S-D and Ding X-L. (2005).** Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*, 40:3607-3613.
- Loche J. (1966).** Contribution à l'étude des polyphénols de la plante de tabac (Seita, ed). *Ann de la direction des études et de l'équipement*, France, 3 : 15.
- Lugasi A., Hovari J., Sagi K and Biro L. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *J.Acta.biologica.zegediensis.* 47 (1-4):119-125.

Références bibliographiques

- Lusakibanza manzo M. (2012).** Etude phytochimique et pharmacologique de la plantes antipaludiques utilisées en médecine traditionnelle congolaise. Thèses de doctorat en sciences biomédicales et pharmaceutiques. Universités Kinshasa. 86 P.
- Macheix J., Fleuriet A., et Jay allemand C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechnologiques et universitaires romandes. p 4-5.
- Macheix, J. J., Fleriet, A., et Christian, A. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaire d'importance économique. PPTUR Lausanne.
- Mahmoudi S., Khali M. et Mahmoudi N. (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature and Technologie*. 09: 35-40.
- Mahmoudi S., Khali M., et Mahmoudi N. (2012).** Étude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Revue « Nature & Technologie »*. B-Sciences Agronomiques et Biologiques 2013, 9 : 36.
- Mansour I. F. Z. (2016).** Détermination des principes nutritionnels et fonctionnels de la pulpe du fruit du jujubier. Etude de son potentiel antioxydant et anti-inflammatoire. Thèse de doctorat en Sciences biologiques. Univ. Djilali Liabes de Sidi bel Abbes. 128p.
- Marfak A. (2003).** Thèse de doctorat Radiolyse Gamma des flavonoïdes ; Etude de leur réactivité avec des radicaux issus des alcools. pp: 6-7-10.
- Mates J. M., C. Pérez-Gomez et I. N. De Castro. (1999).** "Antioxidant enzymes and human diseases." *Clinical Biochemistry* 32(8): 595-603.
- Mazlaik. (1982).** Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
- Mazlaik. (1982).** Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
- Memon U., Brohi A. H., Ahmed S. W., Azhar I. et Bano H. (2003).** *Antibacterial screening of Citrullus colocynthis*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Science* 16 :1-6.
- Meyer, S.; Reeb, C.; Bosdeveix, R. (2004).** Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed. Moline, Paris, 461p.
- Michel T. (2011).** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). Thèse de doctora en Université d'Orléans;
- Milbury P. et Richer A. (2008).** *Understanding the Antioxidant Controversy*. Ed. Praeger:81p.
- Mounni S. (2008).** Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et *Zizyphus lotus* L., Mémoire de Magistère en Agronomie, Université de Batna.
- Munier P. (1973).** Le jujubier et sa culture. *Fruits*, 28(5), p : 377-388.
- Naz S., Jabeen S., Liyas S., Manzoor F. et Ali A. (2010).** Antibactirian activity of *curcuma longa* varieties againts diffrent strains of bacteria. *Pakistan Journal of Botany* 42 :455-462.
- Nitsch J.P., Nitsch C. (1961).** Synergistes naturels des auxinex et des giberellines. *Bull. Soc. Fr.* 26: 2237-2240.
- Oroian M. et Escriche I. (2015).** Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Esearch International*. 74: 10-36.
- Oyaizu M. (1986).** Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Japanese Journal of Nutrition* 44: 307-315.
- Peronny S. (2005).** La perception gustative et la consommation des tannins chez le MAKI (*Lemur Catta*). These de Doctorat du Museum national d'histoire naturelle. Discipline EcoEthologie. 151p.
- Peronny S. (2005).** La perception gustative et la consommation des tannins chez le MAKI (*Lemur Catta*). Thèse de Doctorat du Muséum national d'histoire naturelle. Discipline Eco-Ethologie. p 151.
- Pinta M ., Bourdou B ., Rousselet F. (1980).** Spectrophotométrie d'absorption atomique .Masson et Arston (Eds).Paris ,478p.

- Piquemal G. (2008) Les flavonoïdes (en ligne) :** [http://www.detoursante.com/index.php ? Option=com_content&view=article&id=166&Itemid=215'](http://www.detoursante.com/index.php?Option=com_content&view=article&id=166&Itemid=215)
- Prommajak T., Surawang S. et Rattanapanone N. (2014).** Ultrasonic-assisted extraction of phenolic and antioxidative compounds from lizard tail (*Houttuynia cordata* Thunb.). *Songklanakarinn J. Science Technology.* 36 (1): 65-72.
- Qaralleh H. N., Abboud M. M., Khlefat K. M., Tarawneh K. A. et Althuniba T. (2009).** Activity in vitro of thymus capitatus from Jordan. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 22 (3) :247-251.
- Quézel P. et Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. Tome I. 420p.**
- Rahman I., Biswas S. K., et Kirkham P. A. (2006).** Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochem Pharmacol*, 72 : 1439-1452.
- Raven, P.H.; Evert, R.f.; Eichhorn, S.E. (2003).** Biologie végétale. 1ère Édition. De Boeck université, ISBN. 565p.
- Roux D., Catier O. (2007).** Botanique, Pharmacognosie et Phytothérapie. Wolters Kluwer France Edition p 74.
- Rsaissi N., et Bouhache M. (2002).** La lutte chimique contre le jujubier. Transfert de technologie en agriculture. p 94.
- Saadoudi M. (2008).** Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et *Zizyphus lotus* L. Mémoire de Magistère en Agronomie. Université de Batna.
- Sachdev S and Davies K.J.A. (2008).** Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. *Free Radical Biology & Medicine*, 44: 215–223.
- Sahin S., Aybastier O., Isik E. (2013).** Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of antioxidant compound from *Artemisia absinthium* using response surface methodology. *Food Chemistry.* 141: 1361-1368.
- Saleh H. (2017).** Caractérisation phytochimique et détermination des effets pharmacologiques des extraits de deux plantes médicinales : *Pistacialentiscus* et *Zizyphus lotus*. Thèse de doctorat en Biochimie. Université d'Oran. 152p.
- Sanchez-Moreno C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Foods Science and Technology*, 8: 121-137.
- Sarker S. D., Lattif Z. et Gray A. I. (2005).** Natural products isolation. Totowa, NJ : Humana Press. P 27.
- Sarni-Manchado P., et Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. Edition Lavoisier. p 2-10.
- Schofield P., Mbugua D-M., Pell A N. (2001).** Analyses of condensed tannins: a review. *Animal Food and Technology*, 91:21-40.
- Seyoum A., Asres K., and El-Fiky F.K. (2006).** Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry.* 67: 2058–2070.
- Sharma P., A. B. Jha R. S. Dubey et M. Pessarakli. (2012).** "Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions." *Journal of Botany:* 1-26.
- Shimizu H. (2004).** Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population :the Hisayama study, *Stroke*, 35 (9) : 2072-2077.
- Smythies J. R. (1998).** Every Person's Guide to Antioxidants. Edition British cataloging. p 89- 110.
- Soltner D. (2007).** Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
- Subramanian R., Subbramaniyan P., Noorul Ameen J., Raj V. (2016).** Double bypasses Soxhlet apparatus for extraction of piperine from *piper nigrum*. *Arabian Journal of Chemistry.* 9: S537-S540.

Références bibliographiques

- Talukdar M.D., Imdad Shahinur Rahman S.k., Akhtaruzzamanand M.Md. Abdus S. (2014).** A Comparative Study on the Nutritional Quality of 5 (five) Varieties of Bangladeshi Jujubes (*Zizyphus Mauritiana*). American Journal of Nutrition and Food Science 1 :32-36.
- Talukdar M.D., Imdad Shahinur Rahman S.k., Akhtaruzzamanand M.Md. Abdus Samad (2014).** A Comparative Study on the Nutritional Quality of 5 (five) Varieties of Bangladeshi Jujubes (*Zizyphus Mauritiana*). American Journal of Nutrition and Food Science 1 :32-36.
- Taschmatov L.T. (1962).** Meilleures époques et procédés de greffage du jujubier (en Russe). S. Kh. Ousbekestana.
- Toukoub N.(2011).** Contribution à l'étude morphologique de *Zizyphus lotus* dans la région de Tlemcen. Thèse de Master en écologie et environnement. Facultés SNV/STU, Université de Tlemcen, 108p.
- Toukoub, N. (2012).** contribution a l'étude morphométrique de *Zizyphus lotus* dans la région de Tlemcen. Master2 Ecologie et Environnement. Université de Tlemcen, 108p.
- Tsimogiannins D.I., Oreopoulou, V. (2006).** The contribution of flavonoid C-ring on DPPH free radical scavenging efficiency. A kinetic approach for the 3', 4'-hydroxy substituted members. *Innovat Food Sci Emerg Tech*, 7: 140-146.
- Wang J., et Mazza G. (2002).** Effect of Anthocyanins and other phenolic compounds on the production of Tumor Necrosis Factors α in LPS/IFN- γ -Activated RAW.264.7. Macrophages. *J.Agric.Food.Chem*, 50 : 4183-4189.
- Willan R.L. (1984).** A guide to Forest seed Handling with spécial référence to the tropics. DANIDA Forest seed Centre, DK-3050 Humlebaek, Denmark, 394p.
- Wollinger A., Perrin E., Chahboun J., Jeannot V., Touraud D. et Kunz W. (2016).** Antioxidant activity of hydro distillation water residues from *Rosmarinus officinalis* L. leaves determined by DPPH assays. *Comptes Rendu Chimie*.19: 754765.
- Wong S-P., Leong L-P and William Koh J-H. (2006).**Antioxidant activities of extracts of selected plants. *Food chemistry*.99:775-783.
- Yao L. H., Jiang Y. M., SHI J., Tomas-Barberan F. A., Datta N., Singanusong R., et Chen S. S. (2004).** Flavonoids in Food and their health benefits. *Plant Food Human Nutrition*, 59 : 113-122.
- Yi Z ., Yan Y ., Liang Y and Zeng B. (2008).** In vitro antioxidant and antimicrobial activities of *Pericarpium Citri Reticulatae* of a new Citrus Cultivar and its maiflavonoid. *LWT*, 41:597-603.
- Yoon J. I., Al-Reza S. M., et Kang S. C. (2010).** Hair growth promoting effect of *Zizyphus jujuba* essential oil. *Food Chem Toxicol*, 48 : 1350-1354.
- Zeghad N. (2009).** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Thèse de Doctorat, Université Mentouri, Constantine, Algérie, p.96.
- Zhou T., Xiao X. et Li G. (2012).** Microwave accelerated selective soxhlet extraction for the determination of organophosphorus and carbamate pesticides in *ginseng* with gas chromatography /mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 84 :5816-5822.
- Zimmer N., et Cordesse R. (1996).** Influence des tannins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. Edition INRA. *Prod Anim*, 9 :167-179.
- Zoughlache S. (2009).** Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L.. Mémoire de magister en biochimie appliquée. Univ. El Hadj Lakhder de Batna. 61p.