



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique



UNIVERSITE ABBES LAGHROUR - KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE

**Mémoire**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**Master académique**

**FILIERE : Sciences biologiques**

**OPTION : Biochimie appliquée**

**Thème**

***Recherche bibliographique sur  
Capparis spinosa L et les méthodes d'évaluation in vitro du  
pouvoir antioxydant***

**Présenté par :**

*Boudoukhane Mouna et Bouali Rima*

**Jury de soutenance :**

**Président : Dr. MAAMAR Hichem (M.C.B) Univ. Abbès Laghrou-Khenchela**

**Encadreur : Dr. DOUAOUYA Lilia (M.C.B) Univ. Abbès Laghrou-Khenchela**

**Examinatrice : Mme. ARAAB Yasmine (M.A.A) Univ. Abbès Laghrou-Khenchela**

*Année universitaire : 2019 – 2020*

# Remerciements

*Louange au Dieu le tout puissant qui m'a accordé la foi, le courage et la patience pour mener ce travail à terme.*

*Nous tenons à remercier:*

- *Dr MAAMAR Hichem. pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider ce jury.*
- *Mme.ARRAB Yasmine qui a acceptée d'examiner notre travail.*
- *Dr.DOUAOUYA. Lilia d'avoir acceptée de nos encadrer, ça sera pas suffisant pour l'exprimer toute nous reconnaissance pour la confiance et le grand soutien, pour le temps qu'elle nous a consacrée toute les fois que cela était nécessaire, pour ses conseils précieux qu'elle nous a prodiguée tout le long de notre travail, et pour son aide.*
- *Enfin nos remerciements sont dressés plus particulièrement à nos familles et nos amies qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.*

***MOUNA ET RIMA***

## **DÉDICACES**

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents pour les encouragements, tendresse, l'affection et le soutien durant mes études : vous étiez toujours là pour m'écouter, me sourire, me réconforter et m'encourager dans les moments de doute... Je souhaite que vous trouverais ici le fruit de vos sacrifices. Que dieu vous bénisse et vous accorde une longue vie pleine de sante et de bonheur.*

*Mes très chères sœurs ; Noura, Nadjet, Hanane, Hala, merci pour vos aides, vos encouragements et vos précieux conseils. Que le dieu les protèges et les gardent en bonne santé.*

*A ma plus belle cousine qui je la considère comme sœur aussi Ghada, Ikram et Lamis*

*vous mes chères amies : Rima .Lilia, Rania, Imane, Khawla, Raoula, Nessrine, Kami, Que ce travail soit le témoignage d'une amitié sincère*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin. Tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

**Mouna**

## ***DÉDICACES***

*Je dédie ce travail A mes parents,*

*Pour vos mains qui ont tant travaillées,*

*Pour votre cœur qui m'a tant donné*

*Ama mère, mon Deuxième Souffle, qui m'a mis au monde, veillé sur*

*Moi, et qui a su me transmettre ses valeurs et son chaleureux amour*

*Durant toutes ces années qui m'a encouragé et qui a veillé à ce que je*

*Réussisse à mes études, qui m'a permis de donner le meilleur de moi-même et me*

*Surpasser. Je t'aime aujourd'hui plus qu'hier mais bien*

*Moins que demain. Que Dieu te Garde pour nous.*

*Amon très agréable père, qui s'est tant sacrifié pour moi, qui s'est*

*Toujours donné du mal pour assurer mon bien être. J'espère que je suis*

*À la hauteur de ce qu'il attend de moi. Je t'aime papa.*

*A mes chers frères Abdassamii et Abd alhaeq pour son aide précieuse*

*A mes agréables et aimables sœurs lila sema et hayat et lina*

*A Les anges de ma vie Malek, Ayla, Mohamed, Maher zain et Moncef et Sami*

*A ma proche et chère Amie Dounia*

*A mes agréables amies que j'ai vécues avec elles des beaux*

*Moments Mouna, Lilia, Rania, Nessrine, Kamilia, Abir, Khoula et Rawla*

*À tous ceux Qui nous ont témoigné*

*A tous qui me connaisse de près ou de loin*

***RIMA***

# Table des matières

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Introduction.....01

## Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles

**I. La phytothérapie** ..... 04

1. Les plantes médicinales ..... 04

1.1. Définition générale ..... 04

1.2. En botanique et pharmacie ..... 04

1.3. En chimie ..... 05

2. Fonctionnement des plantes médicinales..... 05

3. Les métabolites primaires et secondaires ..... 05

3.1. Les métabolites primaires ..... 05

3.2. Les métabolites secondaires ..... 06

3.3. Biosynthèse ..... 06

3.4. Classification ..... 07

3.4.1. Les composés phénoliques ..... 07

3.4.1.1. Les tanins .....08

3.4.1.2. Les coumarines .....08

3.4.1.3. Les lignines .....08

3.4.2. Les alcaloïdes .....09

3.4.3. Les flavonoïdes .....09

3.4.4. Les terpenoïdes .....09

4. Intérêt de la phytothérapie .....09

5. Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales.....10

5.1. L'infusion ..... 10

5.2. La décoction ..... 11

5.3. Macération..... 12

5.4. Le cataplasme..... 12

## Chapitre II: La plante médicinale sélectionnée

**II. la plante *Capparis Spinosa* L.**.....15

1. Généralités sur *Capparis spinosa* L.....15

2. Différentes appellations attribuées à la plante.....	15
3. Classification .....	16
4. Composition chimique de la plante .....	16
5. Aspect botanique de <i>Capparis spinosa</i> L.....	18
6. Répartition géographique de la plante.....	19
6.1. Distribution mondiale.....	19
7. Zones de cultures de <i>Capparis spinosa</i> L en Algérie.....	20
8. Généralités sur le câprier.....	21
9. Propriétés du câprier.....	21
10. Usage traditionnel du câprier.....	22
11. Les vertus du câprier.....	22
12. Activités biologiques du câprier.....	22

### **Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants**

<b>III.1. Stress oxydatif.....</b>	<b>25</b>
1.1.Généralités.....	25
1. 2. Les radicaux libres.....	25
1. 3. Source des radicaux libres.....	26
1.3.1. Sources endogène.....	26
1. 3.2. Sources exogène.....	27
1. 4. Rôles biologiques des radicaux libres.....	28
1. 5. Les marqueurs biologiques de stress oxydant .....	29
1 .5.1. L'oxydation de l'ADN.....	29
1.5.2. L'oxydation des protéines.....	30
1.5.3. L'oxydation des lipides.....	30
<b>III.2. Les antioxydants.....</b>	<b>31</b>
2.1. Définition d'un antioxydant.....	31
2.1. Les antioxydants enzymatiques.....	32
2.2. Antioxydants non enzymatiques.....	32
2.3. Antioxydants d'origine végétale.....	32
2.4. Les antioxydants synthétiques.....	32

### **Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant**

<b>IV. Evaluation <i>in vitro</i> de l'activité antioxydant.....</b>	<b>35</b>
1. Méthodes de piégeage des radicaux libres oxygénés.....	35
1.1. Piégeage du radical peroxyde (ROO●).....	35

1.2. Piégeage du radical superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ).....	35
1.2.1. Principe.....	35
1.2.2. Dosage.....	36
1.3. Piégeage du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ scavenging activity).....	36
1.4. Analyse de la capacité de piégeage du radical hydroxyle ( $HO\cdot$ ).....	36
1.5. Analyse de la capacité de piégeage d'acide hypochloreux ( $HOCl$ ).....	37
1.6. Analyse de la capacité de piégeage de l'oxygène singulet ( $^1O_2$ ).....	37
1.7. Analyse de la capacité du piégeage d'oxyde nitrique ( $NO\cdot$ ).....	37
1.7.1. Principe.....	37
1.7.2. Dosage.....	37
2. Méthodes de piégeage des radicaux stables et évaluation de leur capacité de réduction... 38	
2.1. Test au DPPH.....	38
2.1.1- Principe.....	38
2.1.2- Dosage.....	39
2.2. Réduction du radical- cation ABTS ou détermination du TEAC.....	40
2.2.1. Principe.....	40
2.2.2. Dosage.....	40
2.3. Test de la réduction du fer FRAP (ferric reducing- antioxydant power).....	41
2.4. Le réactif Folin-Ciocalteu (FC).....	42
2.5. La méthode de décoloration du bêta-carotène ( $\beta$ -carotène bleaching méthode) .....	42
3. Autre méthodes .....	42
3.1. Méthode de TRAP (Total radical-trapping antioxydant paramètre).....	42
3.1.1. Principe.....	43
3.1.2. Dosage.....	43
3.2. Test ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).....	43
3.2.1. Principe.....	43
3.2.2. Dosage.....	44
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>45</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>46</b>
<b>Résumés.....</b>	<b>56</b>

# Liste des abréviations

---

## Liste des abréviations

**AAR:** l'activité anti-radicalaire.

**ABAP:** 2, 2' - azo-bis (2 - amidino- propane).

**Abs:** Absorbance.

**ABTS:** 2, 2-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate.

**ADN :** Acide désoxyribo-nucléique.

**AO:** Antioxydants.

**ATP:** Adénosine-5' -triphosphate

**BHA:** butylhydroxyanisole.

**BHT:** butylhydroxytoluène.

**C10:** monoterpènes

**C15 :** sesquiterpènes

**C20 :** diterpènes

**C25 :** sesterpènes

**C30 :** triterpènes

**C5:** hémiterpènes

**CO<sub>2</sub>:** Dioxyde de carbone.

**DPPH:** Diphenylpicryl-hydrazyl.

**ERN:** Espèces réactives nitrogène.

**ERO:** Espèces réactives d'oxygène.

**FRAP:** Ferric reducing antioxidant power.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> :** peroxyde d'hydrogène

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:** Acide sulfurique.

**HCl:** Acide chlorique

**HCIO:** Myéloperoxydase.

**I%:** Inhibition des radicaux libres en pourcentages.

**1O<sub>2</sub>:**d'oxygène singulet.

**IPP :** iso-pentényl-pyrophosphate

**NADP<sup>+</sup>:**Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate.

**NBT:** Nitro-Blue Tétrazolium.

**NBT<sub>2</sub><sup>+</sup>:** Nitro-Blue Tétrazolium.

**NEDD:** N-(1-naphtyl) éthylènediamine

**NO:** monoxyde d'azote.

## Liste des abréviations

---

**NO<sub>2</sub>**: dioxyde d'azote.

**O<sub>2</sub><sup>-</sup>**: le radical superoxyde.

**OH<sup>-</sup>**: Ion hydroxide.

**ORAC**: Oxygen-Radical Absorbance Capacity.

**PG**: gallate propylene.

**pH**: potentiel Hydrique.

**SOD**: le superoxyde dismutase.

**TBHQ**: tétrabutylhydroquinone.

**TEAC**: Trolox équivalent antioxydant capacity.

**UV**: Rayonnement ultrat violet.

## Liste des figures

### Liste des figures

N° de figure	Titre	N° de page
N°01	Infusion des feuilles	11
N°02	Décoction des tiges et feuilles	11
N°03	Préparation des macérât	12
N°04	Le cataplasme	13
N°05	Photographies de la plante <b>Capparis spinosa</b> . (A) Aspect général de la plante. (B) Les feuilles, la fleur et les fruits. (C) Les câpres (bourgeons floraux).	18
N°06	Distribution naturelle du Câprier en Afro-Eurasie	19
N°07	Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant	25
N°08	Formation des espèces réactives de l'oxygène (ERO) et nitrogène (ERN)	26
N°09	Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène	28
N°10	Lésions de l'ADN induites par les radicaux libres	29
N°11	Peroxydation lipidique des acides gras	30
N°12	structure du BHA et BHT	33
N°13	Structure chimique du radical libre DPPH (2,2 DiPhenyle-1-Picryl-Hydrazyle)	38

## Liste des figures

<b>N°14</b>	Réaction de test DPPH	<b>38</b>
<b>N°15</b>	dosage du DPPH	<b>39</b>
<b>N°16</b>	Principe d'ABTS	<b>40</b>
<b>N°17</b>	l'effet du bêta-carotène	<b>42</b>

# *Introduction*

# Introduction

---

## Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques (ONP ,2011). Presque toutes les civilisations et les cultures de l'antiquité ont dépendu entièrement ou partiellement de la phytothérapie en raison de leur efficacité, l'accessibilité, la disponibilité et la faible toxicité (Djouidi, et al. 2017).

La phytothérapie a poussé les chercheurs à étudier les activités pharmacologiques des différents métabolites végétaux pour confirmer ses propriétés thérapeutiques d'une part et d'autre part pour identifier les principes actifs à l'origine de ces vertus et par conséquence l'usage de ces médicaments naturels dans les systèmes de soins primaires (Lemaoui, 2011).

De nombreuses études ont démontré que les extraits de plantes médicinales contiennent des antioxydants naturels inclus dans la lutte contre le stress oxydatif impliqué dans le vieillissement et la progression de plusieurs maladies (Manallah, 2012 ; Sahli, et al. 2017).

L'Algérie, pays connu par ses ressources naturelles, dispose d'une flore singulièrement riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémique et appartenant à plusieurs familles botaniques (Gausson, 1982). Néanmoins, il faut noter que, d'une part, le nombre d'espèces végétales diminue et que d'autre part, le savoir des médecines traditionnelles tend lui aussi à disparaître progressivement. Il en résulte une urgence à connaître et protéger ces espèces et les savoirs qui leur sont associés. La recherche des molécules bioactives d'origine naturelle constitue d'ailleurs un des axes prioritaires de l'industrie pharmaceutique algérienne mais également des médecins et des chimistes cherchent à mieux connaître le patrimoine des espèces spontanées utilisées en médecine traditionnelle.

De nombreuses études ethnobotaniques ont été réalisées sur des plantes médicinales de l'Algérie. Cependant, les principes actifs et les biomolécules produites par ces plantes sont peu étudiés. Ce travail s'inscrit donc dans cet axe général dont nous nous sommes intéressés à entreprendre ce travail qu'il s'agit d'une synthèse bibliographique où nous apportons dans le premier chapitre l'histoire de la phytothérapie et les utilisations des plantes médicinales, le

## Introduction

---

deuxième chapitre montre la plante choisie et récoltée de Khenchela : *Capparis spinosa* connue en Algérie sous le nom: El Kabbar, et élucide sa composition en principes actifs et leurs activités biologiques, le troisième chapitre décrit le stress oxydant et les antioxydants et le dernier chapitre expose les méthodes d'évaluations *in vitro* du pouvoir antioxydant des extraits des plantes médicinales.

***Chapitre I : La phytothérapie  
et les substances naturelles***

## **I. La phytothérapie**

Le terme phytothérapie vient de deux mots : python (plante) et thérapeute (soigner), il pouvait donc être traduit par les plantes. La phytothérapie est une discipline qui étudie les plantes médicinales donc est une façon de mettre à profit les propriétés médicinales des végétaux en utilisant les plantes sous forme de préparations dites "galéniques" afin de soigner ou de prévenir les maladies (Ayad,2018)

On distingue deux types de phytothérapies :

**La phytothérapie traditionnelle** : C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection.

**La phytothérapie clinique** : C'est une médecine de terrain dans laquelle le malade passe avant la maladie (Jean et Chabrier, 2010)

### **1. Les plantes médicinales**

**1.1. Définition générale** : Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Chakou et Medjoudja, 2013).

**1.2. En botanique et en pharmacie** : les plantes médicinales sont reconnues pour offrir, par leur administration, un effet bienfaisant et thérapeutique sur l'organisme. Employées depuis la plus haute antiquité, souvent en relation avec des pratiques magiques, leurs propriétés réelles ont, à toute époque, été exagérées, ou niées, ou déformées selon les croyances en vigueur. Les progrès de la biochimie et de l'analyse organique, ainsi que ceux de la physiologie végétale, ont permis de commencer un tri scientifique dans la masse des actions attribuées aux simples, détruisant certaines légendes, mais établissant solidement certains usages empiriques anciens. Il est assuré que, pour obtenir des résultats utiles, il convient de se documenter au moyen d'ouvrages sérieux en vue de l'identification botanique des plantes choisies et de la vérification de leurs propriétés. (Benarous, 2006)

**1.3. En chimie** : Les plantes médicinales sont des plantes possédant des molécules à l'intérieur de leur organe (feuille, fleurs....etc.) et pouvant selon des techniques chimiques

## ***Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles***

---

(extraction, distillation...) permettent à l'isolation des principes éléments actifs (huiles, alcool...) pour des buts thérapeutiques. (Benkiki ,2006)

### **2. Fonctionnement des plantes médicinales**

Au cours des dernières décennies, la recherche pharmaceutique a décrypté la composition chimique des propriétés de nombreuses plantes médicinales. L'industrie pharmaceutique a réussi à reproduire chimiquement un grand nombre de leurs composantes et à découvrir de nouvelles combinaisons, pour le bénéfice de patients et celui de la protection des ressources naturelles (KUNKELE et LOBMEYER, 2007).

Chaque plante est composée de milliers de substances actives, présentes en quantité variable. Ces principes actifs isolés ne sont pas d'une grande efficacité, mais lorsqu'ils sont prélevés avec d'autres substances de la plante, ils révèlent leur aspect pharmacologique (CLEUR et CARILLON, 2012). On parle alors de synergie, car contrairement aux médicaments allopathiques qui ne sont composés que d'un seul principe actif, les médicaments phyto-thérapeutique utilisent l'ensemble des constituants de la plante. (DONALD, 2000).

Les premiers produits de la photosynthèse sont des substances à basse molécularité nommés métabolites primaires : les oses (sucres), les acides gras et les acides aminés. Par la suite sont produits les métabolites spécialisés. Certains possèdent des vertus thérapeutiques. (BRUNETON, 1999).

### **3. Les métabolites primaires et secondaires**

Les métabolites sont les molécules issues du métabolisme des végétaux (ou des animaux), on distingue deux classes: métabolites primaires et métabolites secondaire.

#### **3.1. Les métabolites primaires**

Un métabolite primaire est un type de métabolite qui est directement impliqué dans la croissance, le développement et la reproduction normale d'un organisme ou d'une cellule. Ce composé a généralement une fonction physiologique dans cet organisme, c'est-à-dire une fonction intrinsèque. (Benslama, 2015/2016)

## ***Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles***

---

Les métabolites primaires sont souvent employés comme excipients dans la fabrication des formes médicamenteuses : oses édulcorants, polysaccharides (natifs ou modifiés) utilisés pour la préparation de comprimés, huiles nécessaires à l'obtention d'émulsions et autres formes.

Ces mêmes métabolites primaires confèrent aussi d'intéressantes propriétés thérapeutiques à certaines plantes :

- amélioration du transit intestinal par la gomme de *Sterculia*, les galactanes sulfatés du thalle de la mousse d'Irlande (*Chondrus*), le mucilage de la graine d'ispaghul ou celui de la graine du lin.
- effet adoucissant des affections dermatologiques de plantes à mucilages telles que la mauve ou la guimauve.
- amélioration — controversée — de l'eczéma atopique par l'huile d'onagr (Morse et Clough, 2006)

Ils sont caractérisés par leur propriété nécessaire et vitale à la survie de la cellule ou de l'organisme. Ils sont divisés en trois groupes; les glucides, les lipides et les acides aminés (Badiaga, 2014)

### **3.2. Les métabolites secondaires**

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes, ils sont divisés principalement en trois grandes familles: Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes. ((Lutge *et al.* 2002; Abderrazak et Joël, 2007).

Ils interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, comme agents alléopathiques ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits .Ces molécules constituent un groupe de produits naturels qui sont explorés pour des propriétés très divers : antioxydants, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, anticancéreuses, antifongiques, analgésique, etc.( Judd *et al.*, 2002).

### **3.3. Biosynthèse**

La production des métabolites secondaires est étroitement liée au métabolisme primaire, résultent généralement de trois voies de biosynthèse : la voie de shikimate, la voie de

## ***Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles***

mévalonate et du pyruvate (Verpoorte et Alfermann, 2000). La plupart des précurseurs sont issus de la glycolyse (pyruvate, phosphoénolpyruvate, acétylCoA), de la voie des pentoses phosphate (glycéraldéhyde-3-P, Erythrose-4-P) et du métabolisme des lipides (glycéraldéhyde-3-P et acétyl-CoA). Ces précurseurs sont à l'origine de la diversité structurale observée au niveau des métabolites secondaires. Du point de vue synthétique, ces métabolites secondaires peuvent aussi être subdivisés en deux catégories : ils peuvent être de type phyto anticipines ou de constitution, C'est-à-dire synthétisés par la plante de manière permanente même en absence d'un facteur de stress par opposition aux métabolites induits ou phytoalexines qui sont synthétisés uniquement en cas de stress et sont donc formés de novo. (Litvak et Monson, 1998).

### **3.4. Classification**

Classifications et fonctions des métabolites secondaires

Nous pouvons classer les métabolites secondaires en trois groupes, chacune renferme une très grande diversité biologique:( Bruneton ,1999)

- Les composés phénoliques
- Les composés azotés (les alcaloïdes).
- Les terpènes.

#### **1.3.4.1-Les composées phénoliques**

Les composés phénoliques : Plus de 8000 composés phénoliques sont identifiés dont l'élément structural de base est un noyau benzoïque au quel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, méthylique, ester, sucre...). Cette structure varie depuis les molécules simples (acides phénolique simple) jusqu'aux molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés). (Bruneton ,1999 ; Harrar, 2012)

Les composés phénoliques jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel. Ils peuvent constituer des signaux de reconnaissance entre les plantes, ou bien lui permettant de résister au diverses agression vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stressés variés. (Haslame, 1994 ; Macheix et Fleuriet ,2006)

##### **3.4.1.1. Les tanins :**

## ***Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles***

---

Ce sont des composés phénoliques capables de se lier aux protéines en solution et de précipiter. Leur poids moléculaire est compris entre 5000 et 3000 Daltons. Il est classique de distinguer deux grands groupes de tanins (Silanikove *et al.*, 2001).

**a-Tanins hydrolysables** : qui sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est très généralement le D-glucose et l'acide phénol est soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins soit l'acide éllagique dans le cas des tanins classiquement dénommés éllagitanins.

**b- Tanins condensés** : qui se diffèrent fondamentalement des tanins hydrolysables car ils ne possèdent pas de sucre dans leurs molécules et leur structure est voisine de celle des flavonoïdes. Il s'agit des polymères flavaniques constituées d'unités de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbone-carbone.

**c-Les Coumarines** :

Ce sont des 2-H-1-benzopyran-2-one, considérés comme étant les lactones des acides O-hydroxy-2-cinnamiques. Les composés coumariniques rencontrés chez le genre *Matricaria* sont le plus souvent des composés simples comme c'est le cas de l'Herniarine et l'Umbelliférone. (Grange et Davey, 2012)

Ce sont des molécules biologiquement actives ayant diverses activités : anti-agrégation plaquettaire, anti-inflammatoire, anticoagulante (au niveau du cœur), antitumorale, diurétiques, antimicrobienne, antivirale, et analgésique. Pour leur activité antibactérienne, elles sont efficaces contre les bactéries à gram positif (Khan *et al.*, 2005).

**d-Lignines** :

C'est l'un des polymères biosources les plus abondants sur Terre, elle constitue de 15 à 40% de la matière sèche des arbres et de 5 à 20% des tiges des plantes annuelles. C'est également le polymère aromatique naturel le plus abondant. Subissant les contraintes de la gravité, la lignine est apparue afin notamment de rigidifier les parois cellulaires.

Le rôle des lignines dans l'évolution des végétaux, ils forment une barrière mécanique, de goût désagréable, et réduisant la digestibilité des sucres de la paroi, les lignines participent à la résistance des plantes aux microorganismes et herbivores, la lignification est une réponse courante à l'infection ou la blessure (Murry *et al.*, 1982).

## ***Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles***

---

### **3.4.2. Les flavonoïdes :**

Sont des substances présentes dans les plantes. Ils sont à l'origine des teintes brunes, rouges et bleues des fleurs et des fruits. Certaines plantes sont réputées pour leur richesse en flavonoïdes : par exemple, le thé, le raisin, les oignons, les pommes, le cacao, la grenade, le cassis et les myrtilles ou encore le café. (Subramanian et Stacey Yu ,2007)

Certains flavonoïdes protègent les végétaux des bactéries, des virus et des moisissures. Les flavonoïdes ont d'abord été appelés, à tort, vitamine P. Ils sont également connus sous de nombreux autres noms, tels que bioflavonoïdes, polyphénols, proanthocyanidines, catéchines ou flavonols. Les isoflavones du soja en font partie (Harborne, 1998).

### **3.4.3. Les alcaloïdes**

Ce sont les principaux métabolites secondaires azotés, la plus part ont des propriétés basique. Environ 12000 composés sont synthétisés à partir des acides aminés constitués d'un hétérocycle .Ils existent plusieurs types d'alcaloïdes, certains ont de structures très simples, d'autres de structures beaucoup plus complexes (Badiaga ,2011)

### **3.4.4. Les terpenoïdes**

Les terpènes sont des dérivés d'unité isopréniques IPP (iso-pentényl-pyrophosphate). Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène : hémiterpènes (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20), sesterpènes (C25), triterpènes (C30), tétraterpènes (C40) et polyterpènes .Dans la composition de la plupart des huiles essentielles, les monoterpénoïdes et les sesquiterpénoïdes forment la majeure partie.

Les terpenoïdes sont responsables de la couleur et l'odeur des plantes et des épices (piments, curies) et ont des propriétés biologiques et pharmacologiques variées : cytostatiques, antiviraux, anti-inflammatoires, anti- œdémateuses, cytoprotectives, immun modulatrices, analgésiques, antibactériennes et antifongiques (Calsamiglia *et al*, 2007).

## **4. Intérêt de la phytothérapie**

La phytothérapie se pratique sous différentes formes et uniquement dans le cas de maladies « bénignes ». Bien sûr, bon nombre de symptômes nécessitent des antibiotiques ou autres traitements lourds. Dans d'autres cas, se soigner par les plantes représente une

## ***Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles***

---

alternative reconnue par la médecine et dénuée de tout effet toxique pour l'organisme (Berlencourt, 2008-2013).

Les composants actifs sont d'abord isolés puis utilisés dans la fabrication des médicaments. Comme la production commerciale nécessite de grandes quantités de manière première, les plantes médicinales doivent être cultivées dans ce but, souvent à grande échelle. Ce n'est que dans des cas exceptionnels que la demande peut être satisfaite par une cueillette dans la nature, alors que toute récolte à des fins commerciales doit être organisée et supervisée.

De nos jours, quelques 300 espèces de plantes médicinales et aromatiques sont utilisées dans le monde entier pour les préparations pharmaceutiques. Outre leur valeur médicinale, certaines plantes sont également utilisées dans d'autres industries, principalement pour l'alimentation, les produits cosmétiques et les parfums, et les substances médicinales. D'autres plantes peuvent aussi être employées comme agents aromatiques et colorants naturels.

En plus des plantes médicinales qui fournissent une importante matière première pour l'industrie pharmaceutique, beaucoup d'autres sont utilisées telles quelles, sous diverses formes dont les tisanes, extraits et teintures. On peut raisonnablement les estimer à environ 700 espèces pour le monde entier. Et cela, sans tenir compte de celles qui servent traditionnellement de remèdes (Frantisek, 1992).

### **5. Modes de préparation et d'utilisation des plantes médicinales**

Il est nécessaire d'élaborer des méthodologies qui permettent les extractions des substances qui ayant une action spécifique. Ces manipulations sont :

#### **5.1. L'infusion**

Une infusion se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais dans certains cas, il est possible de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple versez de l'eau bouillante sur la plante (il faut compter une cuillerée à café de plante par tasse), et vous laissez infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).



**Figure 1 :** Infusion des feuilles (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).

### **5.2. La décoction**

Cette méthode s'applique essentiellement aux parties souterraines de la plante, comme les racines, et aux écorces, qui libèrent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion. La réglisse, les racines de ginseng, sont fréquemment utilisées en décoction. Cette méthode consiste à extraire les propriétés des plantes en les laissant « infuser » dans de l'eau portée ensuite à ébullition. Comptez une cuillerée à soupe de plantes par tasse. Il faut déposer les plantes dans une casserole, Portez ensuite à ébullition, et laissez le tout mijoter sur le feu pendant une vingtaine de minutes jusqu'à ce que le liquide ait réduit d'un tiers. Retirez du feu, puis laissez infuser (et refroidir) pendant une heure, avant de filtrer. Vous pouvez conserver une décoction pendant trois jours au réfrigérateur (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).



**Figure 2 :** Décoction des tiges et feuilles (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).

## *Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles*

### **5.3. Macération :**

Certaines herbes (comme par exemple la mauve) ne doivent pas être recouvertes d'eau bouillante, sinon la chaleur leur ferait perdre leurs vertus thérapeutiques.

Une tisane à base de ces herbes doit être préparée par macération à froid. L'on place la quantité indiquée de chaque plante dans de l'eau froide pendant 8 à 12 heures (la plupart du temps pendant la nuit), on la réchauffe quelque peu (température agréable à boire) et on conserve la quantité nécessaire pour la journée dans une bouteille thermos que l'on a auparavant rincée à l'eau très chaude. La macération à froid combinée à l'infusion est cependant considérée comme la meilleure façon d'utiliser les plantes médicinales : faire macérer les herbes pendant la nuit avec la moitié de la quantité d'eau indiquée, les filtrer l'endemain matin. Ébouillanter les plantes restées dans la passoire avec l'autre moitié de l'eau, et filtrer de nouveau. Ce liquide obtenu alors est mélangé au liquide obtenu par macération. Cette préparation de tisane permet de dégager les agents solubles pour les uns à froid, pour les autres à chaud (Maria ,2004).



**Figure 3 :** Préparation des macérats (Maria ,2004).

### **5.4. Le cataplasme :**

C'est le même principe que pour les compresses, à la différence que ce sont ici les herbes qui sont directement utilisées, et non pas une infusion. Les plantes sont hachées grossièrement, puis mises à chauffer dans une casserole, recouvertes d'un peu d'eau, puis laissez frémir deux à trois minutes. (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).

## *Chapitre I : La phytothérapie et les substances naturelles*

---

Pressez les herbes, puis placez-les sur l'endroit à soigner. Couvrez d'une bande ou d'un morceau de gaze. Un cataplasme se garde pendant trois ou quatre heures, en changeant les herbes toutes les heures. (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).



**Figure 4:** Le cataplasme (Anne-Sophie Nogaret-Ehrhart, 2003).

***Chapitre II: La plante  
médicinale sélectionnée***

## ***Chapitre II: La plante médicinale sélectionnée***

---

### **II. La plante *Capparis spinosa* L**

#### **1-Généralités sur la *Capparis spinosa* L :**

*Capparis spinosa* L., est une plante de la famille des *Capparidaceae* communément appelée le câprier (El Kabbar) en Algérie. C'est un petit arbuste épineux, prostré, largement répandu dans le bassin méditerranéen, et dans les milieux secs le long du littoral d'Europe, d'Afrique du nord sur le pourtour du bassin méditerranéen jusqu'au sud de l'Asie et dans l'Australie. Le câprier est traditionnellement employé pour des raisons pharmacologiques, comme il est utilisé en cuisine méditerranéenne dans diverses préparations (Karnouf, 2010).

*Capparis spinosa* L est une espèce vivace à feuilles caduques d'hiver qui porte des feuilles charnues arrondies et de grandes fleurs blanches à blanc rosâtre. Une câpre est également le bourgeon mariné de cette plante. Le cépage est présent dans presque tous les pays circum-méditerranéens et est inclus dans la composition floristique de la plupart d'entre eux, mais il n'est pas certain qu'il soit indigène dans cette région. Bien que la flore de la région méditerranéenne ait un endémisme considérable, le câprier pourrait avoir son origine dans les tropiques, et a ensuite été naturalisé dans le bassin méditerranéen, la plante est surtout connue pour les bourgeons et fruits comestibles (baies de câpres) qui sont généralement consommés marinés. D'autres espèces de *Capparis* sont également cueillies avec *C. spinosa* pour leurs bourgeons ou leurs fruits (Hamed Haddad K, 2012)

#### **2. Différentes appellations attribuées à la plante**

La plante *Capparis spinosa* L connue sous les noms suivants

- **Nom Scientifique:** *Capparis spinosa* L
- **Famille:** *Capparidacées*
- **Nom Commun:** Câprier épineux
- **Nom Local:** كبار
- Nom anglais du caprier, *Capparis spinosa*, L. CAPER SOURCE. Nom anglais de l'*Euphorbia Latyris*, L. CAPEUNA. Poisson alimentaire, cité par Marcgrave,
- **Nom occitan :** Taperièr, Tapenièr, Caprièr, Tapeinièr, Tapèra, Taperia, Taparièr.

### 3. Classification:

Selon la classification de Cronquist 1981

**Sous-règne** : Tracheobionta

**Division** : Magnoliophyta

**Classe** : Magnoliopsida

**Sous-classe** : Dilleniidae

**Ordre** : Capparales

**Famille** : Capparidaceae

**Genre** : *Capparis*

**Espèce** : *Capparis spinosa* L

### 4. Composition chimique de la plante

Plusieurs études phytochimiques ont montré que *Capparis spinosa* comporte un amalgame de composés actifs dans ses diverses parties. Les polyphénols et les flavonoïdes sont également présents dans le câprier (Panicoa et al. 2005 ; Satyanarayana et al. 2008).

Il a été montré que les bourgeons floraux du câprier renferment les flavonoïdes suivants : la quercétine, la rutine, la quercétine-3-rutinosides, la quercétine-7-O-glucorhamnoside, le kaempférole-3-rutinosides, le kaempférole 3-Orhamnosyl-rutinoside (Inocencio *et al.*, 2000, Bonina *et al.*, 2002 ; Satyanarayana *et al.*, 2008).

La partie aérienne de la plante contient aussi la quercétine 3-O-glucoside, la quercétine 3-Oglucoside-7-O-rhamnoside, la quercétine 3-O-[6''- $\alpha$ -L-rhamnosyl-6''- $\beta$ -D-glucosyl]- $\beta$ -Dglucoside et la quercétine-7-O-D-glucopyranoside- $\beta$ -L-rhamnopyranoside (Satyanarayana et al., 2008). Le câprier est également riche en acides hydroxycinnamiques y compris l'acide caféique, l'acide férulique, acide p-coumarique et l'acide cinnamique (Panicoa *et al.*, 2005 ; Satyanarayana *et al.*, 2008).

Des composés homologues aux composés polyphénoliques en particulier : le cappaprenole-12, le cappaprenole-13 et le cappaprenole-14 ont été isolés de la plante (Satyanarayana *et al.*, 2008).

Les alcaloïdes sont aussi présents dans le câprier, ils sont distribués principalement dans les racines et les graines (Panicoa *et al.*, 2005; Satyanarayana *et al.*, 2008). La teneur élevée en alcaloïdes a été trouvée dans les racines de la plante où la stachydrine représente

## *Chapitre II: La plante médicinale sélectionnée*

---

87,43 % des alcaloïdes totaux. Trois alcaloïdes spermidines (la capparispine, la capparispine-26-O-β-D-glucoside et la cadabicine 26-O-β-D-glucoside hydrochloride) ont été identifiés dans les racines de la plante (Fu *et al.*, 2008). La cadadicine, un nouvel alcaloïde a été isolé du câprier (Satyanarayana *et al.*, 2008).

Romeo et ses collaborateurs (2007) ont identifiés environ 145 composés volatiles dans le câprier. Les aldéhydes (22.2%) et les esters (21%) représentent les classes chimiques les plus abondantes dans la plante.

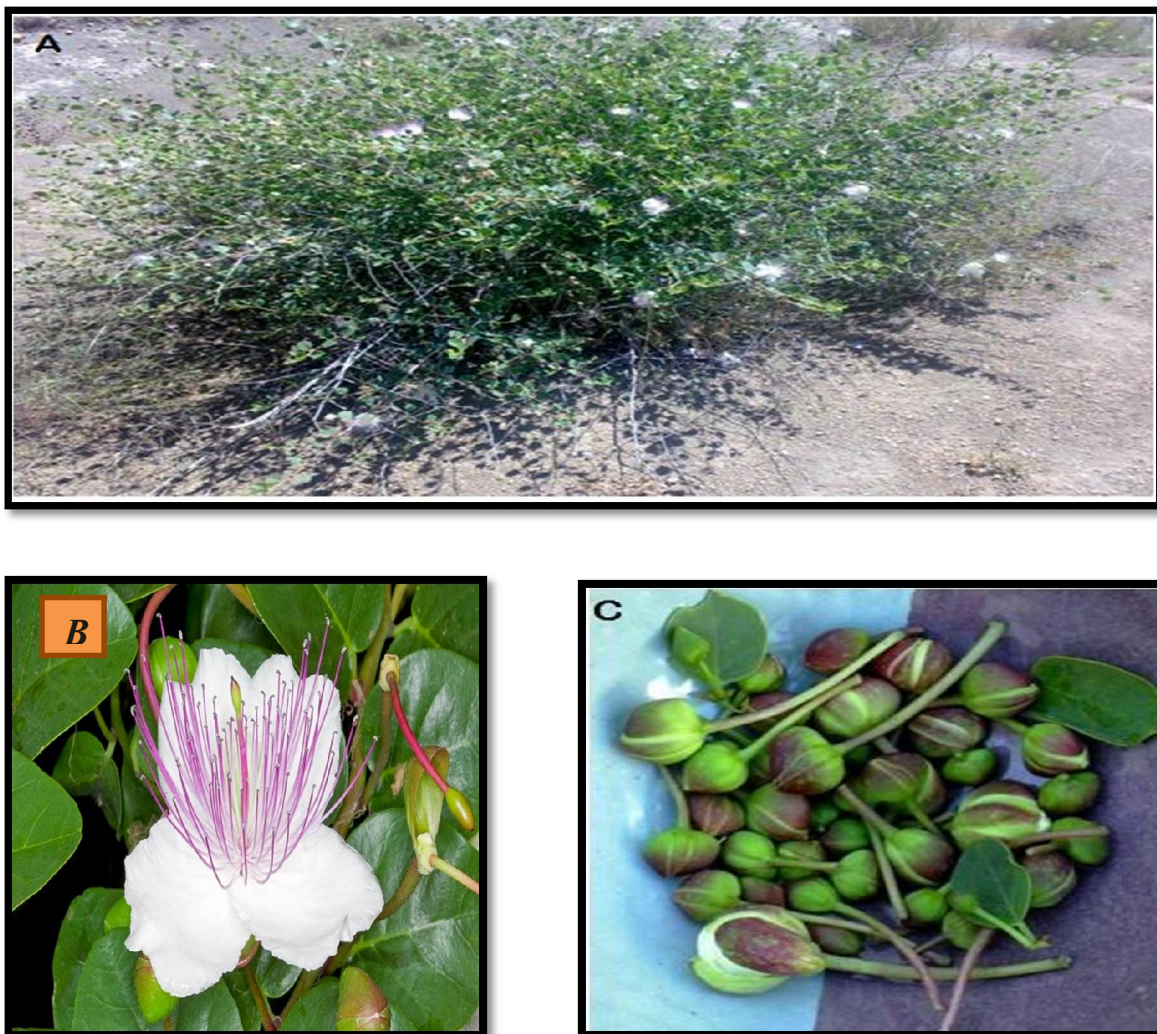
Les feuilles du câprier renferment principalement les isothiocyanates, les n-alkanes, les terpenoïdes, les phenylpropanoïdes, les aldéhydes, et les acides gras. Les principaux composants de cette huile sont le thymol (26.4%), l'isothiocyanate d'isopropyle (11%), les 2-hexenal (10.2%) et l'isothiocyanate butylate (6.3%). Les composés volatils des fruits mûrs et des racines de la plante sont présentés principalement par le méthyle isothiocyanate, l'isopropyle isothiocyanate et le sec-butyl isothiocyanate (Satyanarayana *et al.*, 2008).

Le glucocapperine (90%) représente le glucosinolate majeure des bourgeons floraux du câprier (Panicoa *et al.*, 2005). D'autres glucosinolates comme la sinigrine, la glucoiberine et la glucocleomine ont été également isolées à partir des graines et des feuilles de la plante.

En outre, les mêmes auteurs ont rapporté que les indoles glucosinates comme le glucobrassicine, le neoglucobrassicine et le 4-methoxyglucobrassicine sont présents dans

Les racines de la plante (Satyanarayana *et al.*, 2008).

Des triterpenoïdes ( $\alpha$ -amyrin), des stérols, des saponines et des faibles quantités de la vitamine E, de  $\beta$ -carotène et de la vitamine C ont été détectées dans la plante (Tesoriere *et al.*, 2007 ; Satyanarayana *et al.*, 2008). En plus, les câpres contiennent quelques composés minéraux tels que le sodium, le potassium et le phosphore (Giuffrida *et al.*, 2002 ; Özcan et Aydın, 2004). Les grains du câprier contiennent aussi des protéines, des lipides et des fibres.



**Figure 5** : Photographies de la plante *Capparis spinosa*. (A) Aspect général de la plante. (B) Les feuilles, la fleur et les fruits. (C) Les câpres (bourgeons floraux).

### 5. Aspect botanique de *Capparis spinosa* :

*Capparis spinosa*, est un arbrisseau dressant avec des tiges flexueuses, épineuses portant des feuilles alternes, pétiolées, ovales-arrondies, lisses, vertes, et souvent un peu rougeâtre, avec des épines à la base .

Les fleurs sont axillaires, solitaires, composées de quatre grands sépales verts et de quatre pétales blancs veinés de rose et de nombreuses étamines très longues et d'un étrange pistil, très long qui sort de la fleur.

Le fruit est ovoïdes oblong, rougeâtre, s'ouvre à la fin de la maturité. Les graines sont noire, matée, lisses en forme de rein de 3 mm de longueur.

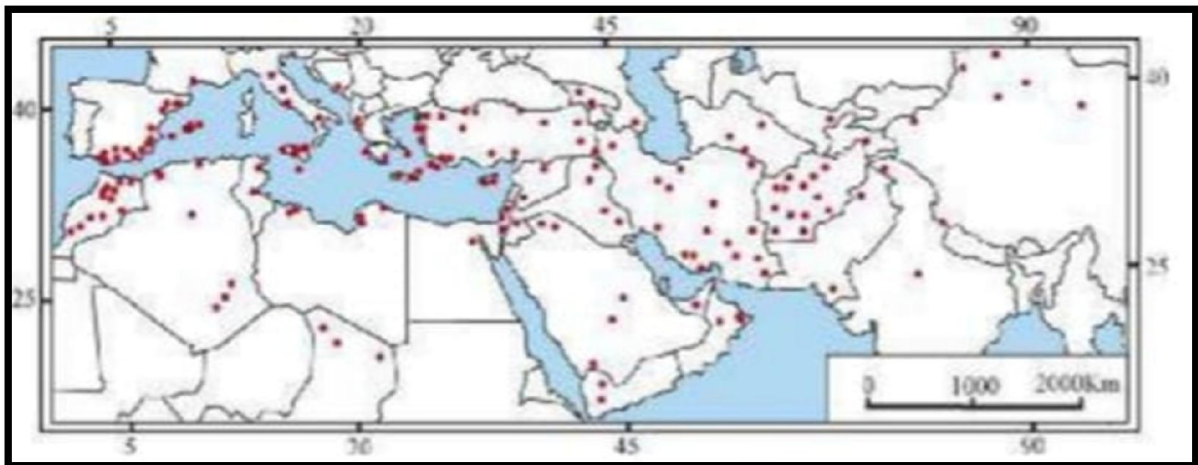
## ***Chapitre II: La plante médicinale sélectionnée***

Le développement des rameaux est caractérisé par deux phases, une première phase de croissance végétative pendant laquelle il n'y a pas d'initiation florale, et une seconde phase qui commence une fois que le rameau forme dix nœuds et pendant laquelle on assiste à l'initiation des boutons floraux. Seule la partie terminale des rameaux initie les bourgeons floraux. Tant qu'ils ne sont pas ouverts, ces bourgeons floraux, appelés également câpres, constituent la partie de la plante la plus recherchée pour la consommation humaine (Boullard, 2001).

### **6. Répartition géographique de la plante**

#### **6.1- Distribution mondiale**

Le câprier est une espèce répandue sur le pourtour méditerranéen. Son aire de répartition mondiale (Afro-Eurasie) a été précisée par Jiang et ses collaborateurs (2007).



**Figure6** : Distribution naturelle du Câprier en Afro-Eurasie.

On remarque alors qu'il s'est localisé de façon éparse aussi en divers points. En effet, sa spontanéité non douteuse puis l'interaction entre les dynamismes écologiques, et celles sociales induites par la plante, surtout comme objet d'usage condimentaire tout au début de des introductions nous fait signaler qu'il est le plus cantonné dans le bassin méditerranéen et surtout la côte occidentale des deux rives, et plus au moins marquée par celle espagnole.

### 7. Zones de cultures de *Capparis spinosa* en Algérie

La culture de cette capparidacée remonte à l'antiquité (NOAILLES, 1965). Ses boutons floraux, ses jeunes pousses et jeunes fruits tendres sont utilisés dans l'alimentation humaine (COUPLAN, 1986). Au Maroc, le câprier possède une importance économique indéniable. Il est cultivé dans les régions de Fès, Safi et Marrakech. Les câpres en conserve ou semi-conserve sont exportées vers l'Italie, l'Espagne et la France notamment. Le Maroc est le premier exportateur mondial de câpres. En revanche, en Algérie, le câprier n'est pas ou peu cultivé, mais la population rurale algérienne a tissé des liens solides avec cette plante, car elle présente de nombreuses propriétés thérapeutiques qui sont décrites minutieusement lors des enquêtes locales. Les boutons floraux des câpriers contiennent de la rutine très utilisée dans l'insuffisance veineuse (DORVAULT, 1982). Le bilan géographique et écologique préliminaire des travaux effectués décrit un schéma écologique qui pourrait avoir une implication dans les domaines de la thérapeutique

En Algérie, le câprier semble préférer les sols légers, bien drainants avec un pH neutre à alcalin. Dans certaines régions on le retrouve sur des sols légers sablonneux limoneux à pH 7,5 à 8. Dans la région de Mila (Rouached), on le rencontre sur des sols argileux et peu drainants. L'analyse de quelques échantillons de sol prélevés sur des sols naturels et sur des anciennes cultures de cette région a montré que les sols sont pauvres en éléments minéraux et moyennement riches en matière organique. Ce sont également des sols très riches en calcaire et à pH alcalin (Benseghir et Sérïdi, 2005)

En Algérie du Nord, en amont de Bou Medfaa, Wojterski et ses collaborateurs (1985) citent dans leurs relevés à oued Djer sur une bande de plusieurs kilomètres caractérisée par une végétation à laurier-rose (*Nerium oleander*), le Câprier épineux s'attachant en solitaire aux Pentes abruptes, parfois même verticales. Dans leurs travaux, ils le mentionnent aussi parmi les plantes de fissures de roche du cap Carbon à Bejaïa

Dans leur synthèse « Sahara milieu vivant » résumant leurs prospections dans le vaste désert, et citant plusieurs fois le Câprier, les auteurs Vial (1974) notent que ce végétal prospère dans le Sahara central. On le retrouve, hors du désert, sur le pourtour du bassin méditerranéen. Ceci fait croire que le Câprier, tellement bien adapté à la rigueur désertique, est d'abord une plante du désert pouvant toutefois s'étendre ailleurs

## ***Chapitre II: La plante médicinale sélectionnée***

---

A Bou-Hammama (Khenchela) par exemple, un réséda à grappes jaune pâle (*Reseda villosa*) avec *Forskahlea tenacissima* (plante à port d'ortie) colonisent l'éboulis tandis que le Câprier (*Capparis spinosa*) s'accroche aux moindres anfractuosités de la falaise, épanouissant sur ce fond sombre ses larges corolles d'un rose saumoné (Vial,1974)

### **8. Généralités sur le câprier**

Le câprier est l'une des rares espèces arbustives qui présente autant de qualités avec de nombreux usages. Plante spontanée, xérophyte et héliophile, elle est très répandue dans le bassin méditerranéen. Elle tolère les conditions climatiques contraignantes des zones arides

Et semi-arides ainsi que des températures extrêmes. Elle peut donc jouer un rôle écologique très utile, dans ces régions, pour la protection contre l'érosion. Mais le câprier est aussi cultivé. Il fournit un condiment recherché, la câpre, qui correspond au bouton oral de la plante. Il est utilisé également comme fourrage, plante mellifère et ornementale. Surtout, il possède des qualités médicinales importantes utilisées dans La médecine traditionnelle (Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Méditerranéen géographie)

### **9. Propriétés de câprier**

- ✓ traite les hémorroïdes et les maladies de la rate.
- ✓ contre la goute et rhumatisme.
- ✓ Traite les maladies de poitrine.
- ✓ Contre les levures et infections vaginaux tel que candidas.
- ✓ traite les douleurs de la rate, foie et reins.
- ✓ Stop les blessures internes.
- ✓ Traite les problèmes de peau et faiblesse capillaire.
- ✓ Soulage les ecchymoses.
- ✓ Traite l'Hydropisie, sciatique, mal de dos, stérilité féminine, épilepsie, douleur gastrique, dysménorrhée, ulcères, scrofule (Lésion d'altérations de la peau et des muqueuses avec gonflement des ganglions lymphatiques du cou, susceptible de produire des tumeurs et des ulcères) (Mustapha jeudi 25 janvier 2018)

### 10. Usage traditionnel du câprier

Le câprier est utilisé depuis l'antiquité dans plusieurs pays dans la cuisine et en médecine folklorique. Les bédouins bouillaient les feuilles coupées, ou en poudre, dans l'eau et inhalent les vapeurs pour le mal de tête. Les Libanais, considèrent les racines comme un remède de la malaria. Les Iraniens, quant à eux, l'emploient pour la fièvre et le rhumatisme intermittents. La population Algérienne, bouillent la plante entière dans l'huile et l'utilisent en tant qu'hydragogue (Shahina, 1994). Les fleurs pourraient servir comme un stimulant pour augmenter l'érection et apaiser les douleurs. Les fruits ont été utilisés par le grec ancien pour traiter les convulsions (Tlili *et al.*, 2011). Les câpres et les feuilles sont généralement utilisées en cuisine méditerranéenne comme épice, apéritive avec les olives et le fromage ou comme complément à la viande, aux salades, aux pâtes, et à d'autres nourritures. Les câpres sont connues dans différents pays méditerranéens pour leurs propriétés curatives, expectorantes, diurétiques, anti-hypertensives, cataplasmiques et toniques (Satyanarayana *et al.*, 2008). L'écorce des racines a un pouvoir analgésique, laxatif, astringent, diurétique, emménagogue et vermifuge. Il est employé aussi dans le traitement du rhumatisme, le scorbut, la splénomégalie et le mal de dents. Les feuilles sont utilisées dans le cas de la goutte. Les tiges sont employées pour la dysenterie. Le câprier est un stimulant de la faim et de la soif, et de ce fait, il stimule l'appétit (Duke *et al.*, 2003). Les câpres ont été suggérées pour l'athérosclérose et la sciatique, particulièrement en Afrique du Nord (Duke *et al.*, 2003). Les boutons floraux et les racines sont employés en tant que désinfectants rénaux, diurétique, tonique et pour l'artériosclérose et en tant que compresses pour les yeux.

### 11. Les vertus du câprier

- ✓ La plante a des effets hépato-protectrices, immunosuppresseur, anti tuberculeux et une activité anti-tumorale tel que leucémie.
- ✓ Les racines sont utilisées comme diurétique, astringente et tonique.
- ✓ L'écorce de racine d'un goût amer, utilisé pour l'appétit, astringent, expectorant, tonique et anti-diarrhéique (Mustaphajedi 25 janvier 2018).

### 12. Activités biologiques du câprier:

Le câprier est doué de plusieurs activités biologiques. Il est connu comme un agent analgésique, antirhumatismale, comme il est impliqué dans le traitement de la goutte. Panicoa et ses collaborateurs (2005) ont montré que l'extrait méthanolique des bourgeons floraux du câprier représente un effet protecteur sur les chondrocytes via leur activité

## *Chapitre II: La plante médicinale sélectionnée*

---

inhibitrice sur la production des prostaglandines, le monoxyde d'azote et des espèces réactives de l'oxygène qui provoquent la biodégradation du cartilage. Satyanarayana et ses collaborateurs (2008) ont rapporté que le câprier possède un effet anti-inflammatoire, du fait que, le capparénole-13 isolé à partir du câprier a inhibé considérablement l'œdème de l'oreille des rats induit par la carragénane. Trombette et ses collaborateurs (2005) ont rapporté que l'extrait méthanolique des bourgeons floraux présente un effet antihistaminique et antiallergique.

Les substances naturelles extraites du câprier sont également d'importants agents antioxydants. En effet, l'extrait méthanolique des bourgeons floraux cru de la plante a montré une activité antioxydante dans divers modèles *in vitro*, d'où il est suggéré leur utilisation potentielle dans les conditions pathologiques du stress oxydant (Tesoriere *et al.*, 2007). En outre, le même extrait *in vitro*, a montré une forte activité antioxydante et un grand pouvoir antiradicalaire et même une application locale de cet extrait protège la peau contre les érythèmes provoqués par les rayons UV (Bonina *et al.*, 2002).

L'extrait aqueux de la partie aérienne de la plante est utilisé pour le traitement des douleurs hépatiques (Handa *et al.*, 1986). En effet, cet extrait est largement utilisé pour déterminer l'activité antihépatotoxique de différents constituants de la plante. L'acide benzoïque p-méthyl, isolé de la fraction méthanolique de l'extrait aqueux a montré une activité anti hépatotoxique significative (Gadgoli et Mishra, 1999).

L'extrait aqueux de la plante a révélé, *in vivo*, une activité anti-hyperglycémiant sans affecter la concentration sanguine de l'insuline. En effet, l'administration orale de l'extrait aqueux de la plante, 20 mg/kg pendant 14 jours, a produit une diminution significative du taux de glucose sanguin chez les rats diabétiques. Le taux du glucose sanguin a été presque normalisé après 2 semaines d'administration orale et d'une façon quotidienne de 20 mg/kg de l'extrait aqueux de câprier. En plus, ce traitement provoque ainsi une diminution de taux plasmatique des triglycérides après 1 à 2 semaines et du cholestérol après 4 à 7 jours (Eddouks *et al.*, 2005 ; Lemhadri *et al.*, 2007).

# **Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants**

# Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

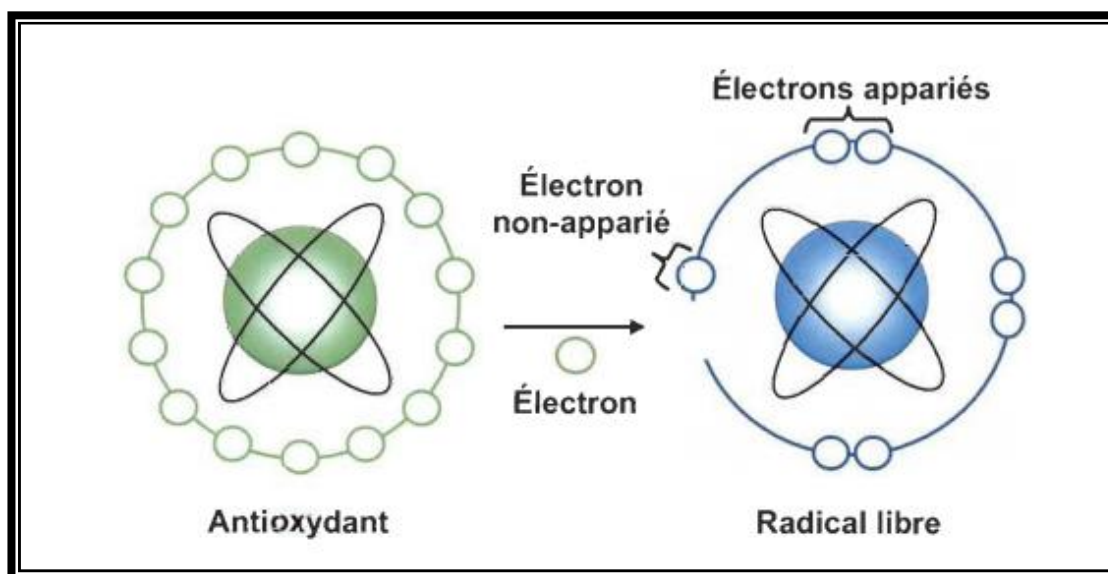
## III.1-Stress oxydant

### 1.1-Généralités

L'oxygène est indispensable à la vie des organismes aérobies où les mitochondries qui en utilisent la majeure partie comme substrat de la chaîne respiratoire pour la production de l'énergie sous forme d'ATP. Ce métabolisme induit la production d'espèces réactives en équilibre avec les systèmes antioxydants (AO) (Roede et Jones, 2010).

Le stress oxydant provoqué par les radicaux libres (Thériault *et al.*, 2006) est communément défini comme un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités antioxydantes d'un organisme (Barouki, 2006 ; Gülçin, 2006), d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire.

Ce déséquilibre peut se produire quand le système de défense antioxydant est surmené par l'augmentation des oxydants ou lorsque les défenses sont affaiblies par une carence d'apport et/ou de production d'antioxydants (Kirschvink N ; Moffarts B ; Lekeux P, 2008). L'équilibre ou homéostasie redox est perturbé et les cellules deviennent vulnérables aux attaques par les espèces réactives d'oxygène ERO (Mac Laren D, 2007)



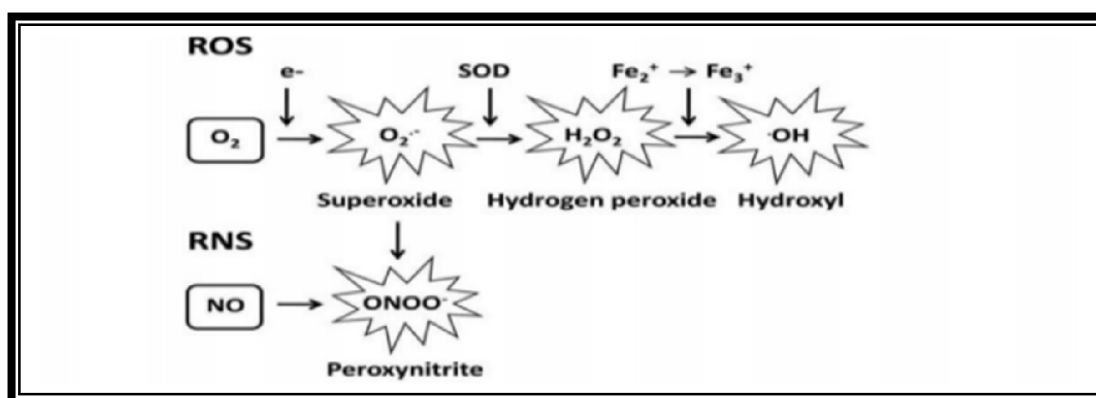
**Figure 7** : Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant.(Mac Laren D, 2007)

### 1. 2.Les radicaux libres

On définit comme radical libre, n'importe quelle molécule indépendante contenant un ou plusieurs électron(s) non apparié(s) sur la couche orbitale la plus externe et cherchant la

## Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

stabilité par appariement avec des électrons arraché sur les molécules les plus proches. Cette stabilité va entraîner une réaction en chaîne ou la neutralisation d'un radical passe par la création d'un autre (Dib et Boutarene, 2007). Cela qui augmente considérablement sa réactivité par nécessité de se combiner avec un autre électron pour atteindre la stabilité selon un phénomène d'oxydation (Mac Laren D, 2007) (Finaud J *et al.*, 2006), Sa durée de vie est très courte (quelques millisecondes voir quelques nanosecondes) et il est symbolisé par un point qui indique où l'électron libre se situe (exemple :  $\cdot\text{OH}$ ) (Sayre L *et al.*, 2008) (Mac Laren D, 2007) (Goto M *et al.*, 2008). Les principales espèces réactives de l'oxygène sont: le radical superoxyde ( $\text{O}_2^-$ ), le radical hydroxyle ( $\text{OH}$ ), le monoxyde d'azote ( $\text{NO}$ ), mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante tel que le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) (Roberts R.A *et al.*, 2010).



**Figure 8:** Formation des espèces réactives de l'oxygène (ERO) et nitrogène (ERN) (Codoner-Franch P *et al.*, 2010)

### 1.3.Source des radicaux libres

Divers types cellulaires et tissus donnent naissance aux radicaux libres par des réactions enzymatiques ou par auto-oxydation au cours de leur métabolisme normale et parfois en réponse à un stimulus spécifique (Boussoulim, 2014). Deux sources peuvent être citées :

#### 1.3.1- Sources endogène

De nombreux systèmes enzymatiques identifiés dans les cellules sont également capables de générer des oxydants : (Salvayre, R *et al.*, 2003)

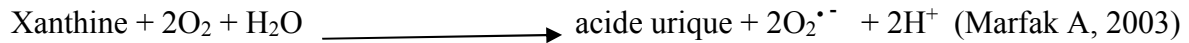
- Les NAD(P) H oxydases sont des enzymes présentes dans la paroi vasculaire et qui génèrent  $\text{O}_2^{\cdot-}$  en utilisant NADH (nicotinamide adénine dinucléotide hydrogéné) ou NADPH (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate hydrogéné) comme substrat.

## Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

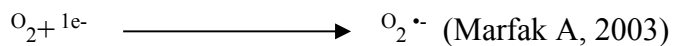
---

- La xanthine-oxydase joue un rôle important dans la production des ROS (particulièrement  $O_2^{\bullet-}$  et  $H_2O_2$ ), lors de l'ischémie/reperfusion.

Xanthine oxydase



- Lors du métabolisme de l'acide arachidonique, ce dernier peut être oxydé soit par les cyclooxygénases, soit par les lipooxygénases (métallo-enzymes à fer), pour former entre autre des hydroperoxydes qui sont des précurseurs de leucotriènes, puissants médiateurs de l'inflammation. De plus, dans l'organisme, l'oxygène est réduit à 95 % dans les mitochondries ("centrale énergétique de la cellule") par voie enzymatique en molécule non toxique comme  $H_2O$ . Cependant, il peut subir une réduction monoélectronique et former une espèce beaucoup plus réactive comme l'anion superoxyde  $O_2^{\bullet-}$ . Cet anion n'est pas le radical le plus délétère, cependant il peut donner naissance comme indiqué précédemment à des espèces beaucoup plus réactives comme le radical hydroxyle  $HO^{\bullet}$



-Ces ROS mitochondriales pourraient intervenir dans l'oxydation des lipoprotéines de faible densité LDL (Mabile, L *et al*, 1997).

### 1.3.2- Sources exogènes

Des facteurs exogènes liés à l'environnement ou au mode de vie sont à l'origine d'une augmentation du stress oxydant dans l'organisme par l'accumulation de radicaux libres dans l'organisme.

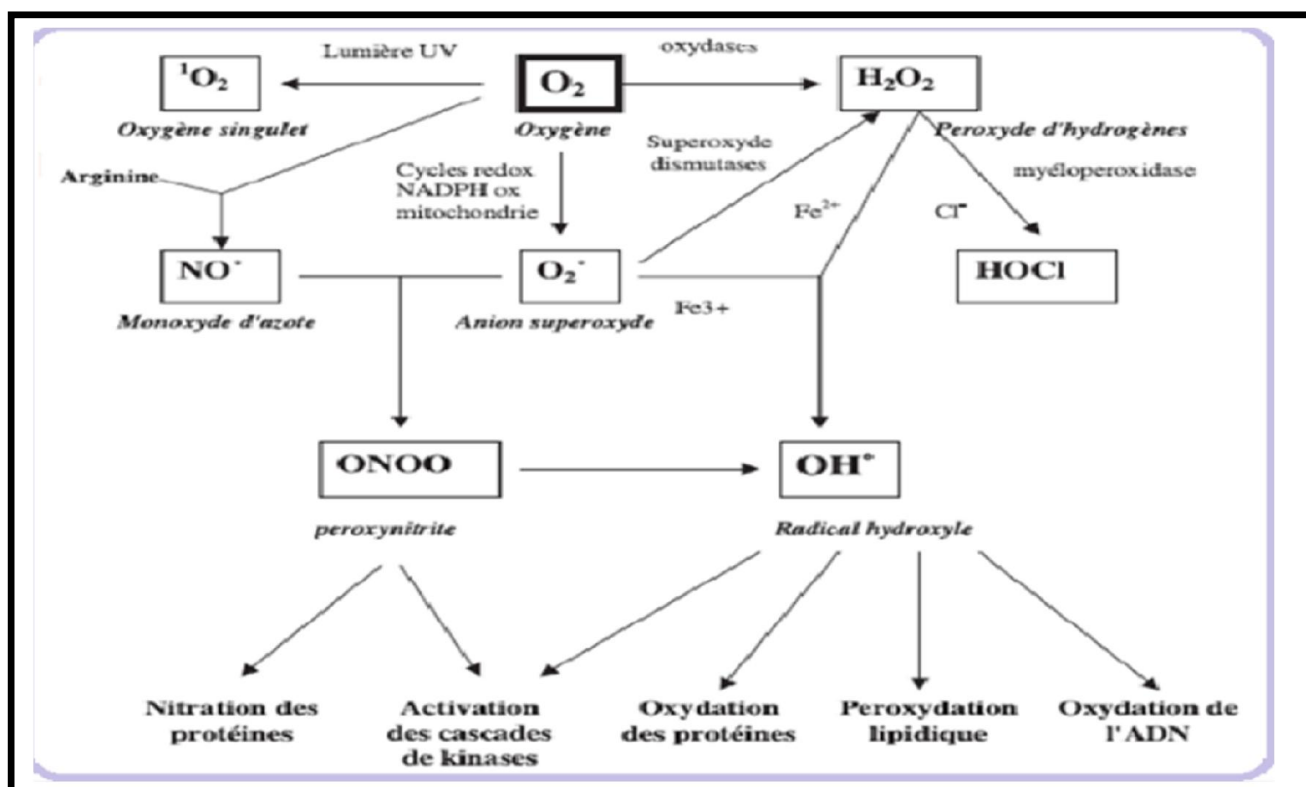
Une large variété de xénobiotiques (toxines, pesticides, herbicides, etc...) peuvent contribuer à la production des ERO qui se forment comme un des produits de leur métabolisme *in vivo* (Desikan *et al.*, 2003; Lykkesfeldt et Svendsen, 2007).

Le goudron, le tabac et les polluants industriels participent également à la genèse d'ERO, qui attaquent et causent des endommagements dans l'organisme que ce soit par interaction directe avec la peau ou après inhalation dans les poumons, (Münzel *et al.*, 2006; Důračková, 2008). Des toxiques tels que l'oxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ) (Hadi M, 2004).

## Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

L'exposition prolongée au soleil, ainsi que les rayonnements X ou  $\gamma$  peuvent par différents mécanismes faire apparaître des radicaux libres ( $O_2^{\cdot -}$ , OH,  $HO_2$  et  $H_2O_2$ ) (Bouزيد, 2009).

Une alimentation raffinée riche en graisses saturées, en sucre et consommation d'alcool, sont autant d'éléments favorisant la genèse de radicaux libres qu'une alimentation déséquilibrée (carences en vitamines et oligo-éléments) (Zerargui, 2015).



**Figure 9** : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène (Favier A, 2003).

### 1.4. Rôles biologique des radicaux libres

Le paradoxe des radicaux libres en biologie est qu'ils constituent des espèces extrêmement dangereuses, susceptibles d'engendrer un nombre considérable de maladies, tout en étant des espèces indispensables à la vie. Ils remplissent en effet de très nombreuses fonctions utiles qui à part la phagocytose, ont été découvertes récemment. Les radicaux libres participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à la destruction par apoptose des cellules tumorales, à la régulation de la dilatation capillaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire, à la fécondation de l'ovule, à la régulation des gènes (Favier

## Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

A, 2003). À la production énergétique, au règlement de la croissance des cellules et à la signalisation intracellulaire (Ardestani A et al, 2007) (Touafek O, 2010) (Marfak A, 2011).

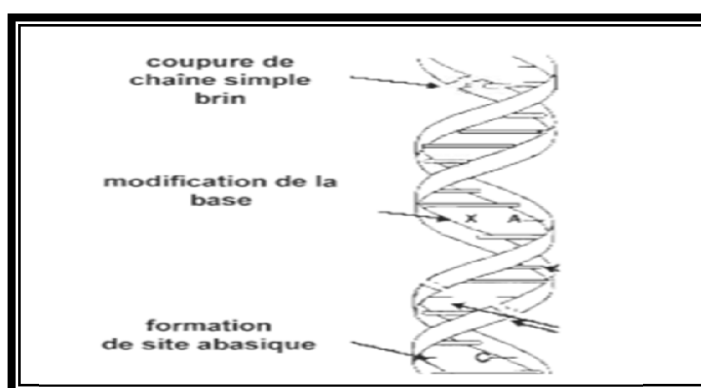
### 1.5. Les marqueurs biologiques de stress oxydant

La production excessive des radicaux libres provoque des lésions directes de molécules biologiques : oxydation de l'ADN, des protéines, de lipides et des glucides, mais aussi des lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés notamment lors de l'oxydation des lipides. La mise en évidence des dérivés de l'oxydation de ces différents substrats seront donc des marqueurs de la présence d'un stress oxydant (Cano N et al, 2007)

#### 1.5.1. L'oxydation de l'ADN

Les radicaux libres peuvent induire des effets mutagènes ou l'arrêt des réplifications de l'ADN. Ils agissent en provoquant des altérations de bases, des pontages ADN protéines (Krippeit-Drews P et al, 1994). L'attaque radicalaire peut être directe et entraîner l'oxydation des bases, ce qui donne naissance à un grand nombre de bases modifiées. Des dommages indirects peuvent résulter de l'attaque des lipides dont la peroxydation génère des aldéhydes mutagènes, formant des adduits sur les bases de l'ADN de type MDA-guanine ou éthénodérivés.

Les radicaux libres peuvent aussi attaquer les protéines qui sont très nombreuses à entrer en contact avec l'ADN pour le protéger (histones) ou pour le lire (enzymes et facteurs de la réplication ou de la transcription), entraîne des pontages des protéines. comme ils peuvent attaquer la liaison entre la base et le désoxyribose, créant un site abasique, ou attaquer le sucre lui-même, créant une coupure de chaîne simple brin (Favier A, 2003) (Rehman A et al, 1999).



**Figure 10** : Lésions de l'ADN induites par les radicaux libres (Favier 2006).

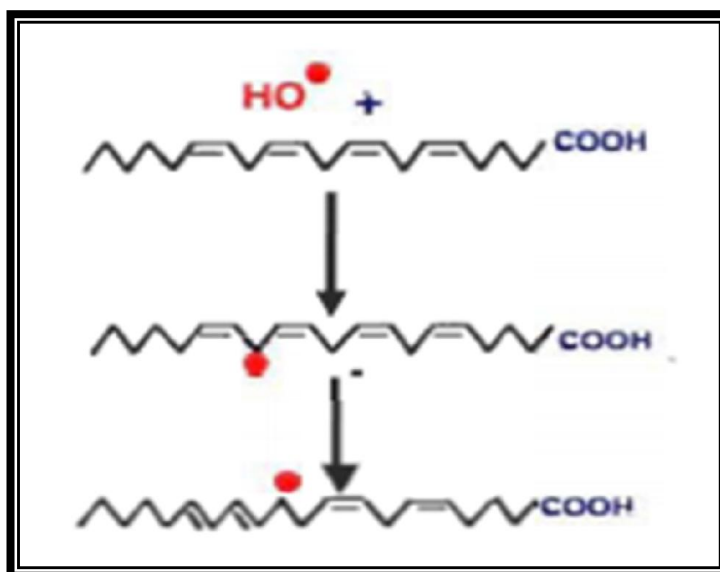
## Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

### 3.1.5.2. L'oxydation des protéines

Les protéines sont également sensibles aux attaques des radicaux libres, principalement celles dont la structure comporte un groupement sulfhydryle (SH). Ce groupement composé d'un atome de soufre et d'un atome d'hydrogène reliés au moyen d'une liaison simple est retrouvé chez de nombreuses enzymes et des protéines de transport. Les protéines modifiées par oxydation sont inactivées et perdent donc leurs propriétés biologiques (Favier 2006; Mates and Sanchez-Jimenez 1999).

### 1.5.3. L'oxydation des lipides

Les lipides et principalement leurs acides gras polyinsaturés sont la cible privilégiée de l'attaque par le radical hydroxyle capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons, pour former un radical diène conjugué, oxydé en radical peroxyde. Cette réaction appelée peroxydation lipidique se déroule en plusieurs étapes.



**Figure 11:** Peroxydation lipidique des acides gras (Favier, 2006).

# Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

## III.2. Les antioxydants

### 2. 1. Définition d'un antioxydant :

Un antioxydant peut être défini comme étant toute substance qui, lorsqu'elle est présente à des faibles concentrations par rapport à ceux d'un substrat produits par les oxydants, les radicaux libres, les métabolites réactifs de l'oxygène, retarde considérablement ou empêche l'oxydation de ce substrat (Ben Chibane T. 2013).

### 2. 2. Principaux antioxydants

#### 2.2.1. Les antioxydants enzymatiques :

L'un des systèmes de défense antioxydants enzymatiques est constitué de trois enzymes : le superoxyde dismutase SOD, la glutathion peroxydase GSH-Px et la catalase.

Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, conduisant finalement à la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (Lehucher-Michel *et al.*, 2001)

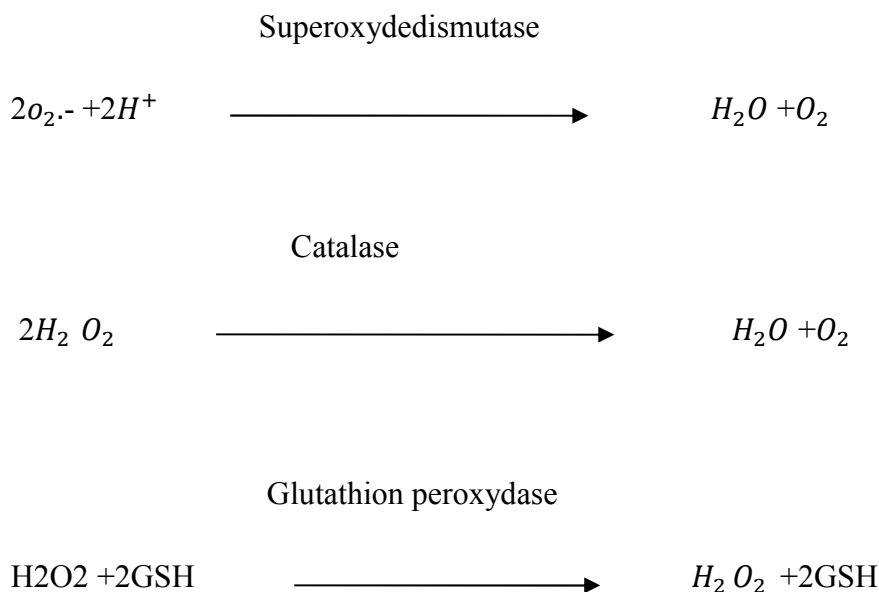


Figure 12 : Réactions enzymatiques de piégeage des espèces réactives oxygénées ERO

Il existe de nombreuses autres enzymes antioxydantes comme les peroxyredoxines, l'hème oxygénase, le glutathion transférase, les thiorédoxines réductases ou les thiorédoxines peroxydases. La plupart de ces enzymes, de même que les enzymes de réparation des

## Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

---

dommages oxydants, vont utiliser un donneur d'équivalent réducteur, le NADPH, qui constitue avec le glutathion les plaques tournantes de la défense antioxydant (Favier A. 2003)

### 2.2.2. Antioxydants non enzymatiques

Ce groupe d'antioxydants est constitué de plusieurs composés capables de réagir directement ou indirectement avec les ERO. Le mécanisme indirect implique la chélation des métaux de transition ce qui empêche la production du radical hydroxyle, hautement toxique. (Kohen R Nyska A.2002)

Certains composés antioxydants comme les vitamines E (tocophérol), C (acide ascorbique), Q (ubiquinone), ou les caroténoïdes apportés par les aliments, agissent en piégeant les radicaux et en captant l'électron célibataire, les transformant en molécules ou ions stables. La vitamine piégeuse va devenir un radical, puis sera soit détruite, soit régénérée par un autre système. Ainsi, la vitamine E est régénérée par la vitamine C qui est elle-même régénérée par des enzymes, les acrobates réductases. Ce type d'antioxydant est appelé piégeur « scavenger » pour les Anglo-saxons. De très nombreux composés alimentaires peuvent aussi avoir ce comportement : polyphénols, alcaloïdes .... Il existe de plus des composés endogènes synthétisés par les cellules et jouant le même rôle ; le plus important est le glutathion réduit qui protège non seulement contre les radicaux oxygénés, mais aussi contre les peroxydes ou le NO•. (Favier A.2003) (Flora S.J.S.2009)

### 3.2.2.3-Antioxydants d'origine végétale

Les caroténoïdes et les polyphénols constituent de vastes familles de composés (plusieurs centaines) parmi lesquels se trouvent le  $\beta$ -carotène, l'acide caféique et la quercétine. Les caroténoïdes et les polyphénols sont généralement de bons capteurs de radicaux hydroxyles  $\cdot\text{OH}$  et peroxydes  $\text{RO}_2 \cdot$ . Ils sont donc susceptibles d'inhiber les chaînes de peroxydation lipidique, mais d'une manière moins efficace que celle de l' $\alpha$ -tocophérol. En outre, les caroténoïdes ont un rôle spécifique de capteur d'oxygène singulet  $^1\text{O}_2$ , ce qui leur permet d'exercer une protection vis-à-vis des dommages induits par les rayons ultraviolets de la lumière solaire (Gardès-Albert M *et al.*, 2003)

### 2.2.4. Les antioxydants synthétiques

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tel que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT) gallate propylée (PG) et le tétrabutylhydroquinone

### Chapitre III : Stress oxydatif et antioxydants

(TBHQ), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matière de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture. Cependant, il a été montré que ces antioxydants de synthèse pouvaient être toxiques (Yu R, Mandlekar S and Tony Kong A.N.2000)

En effet, le BHA convertirait certains produits ingérés en substances toxiques ou carcinogènes en augmentant la sécrétion des enzymes microsomaux du foie et des organes extra hépatiques (Barlow S.M.1990)

Le BHT présenterait des effets carcinogènes chez le rat (Ito N, Fukushima S and Tsuda H.1985)

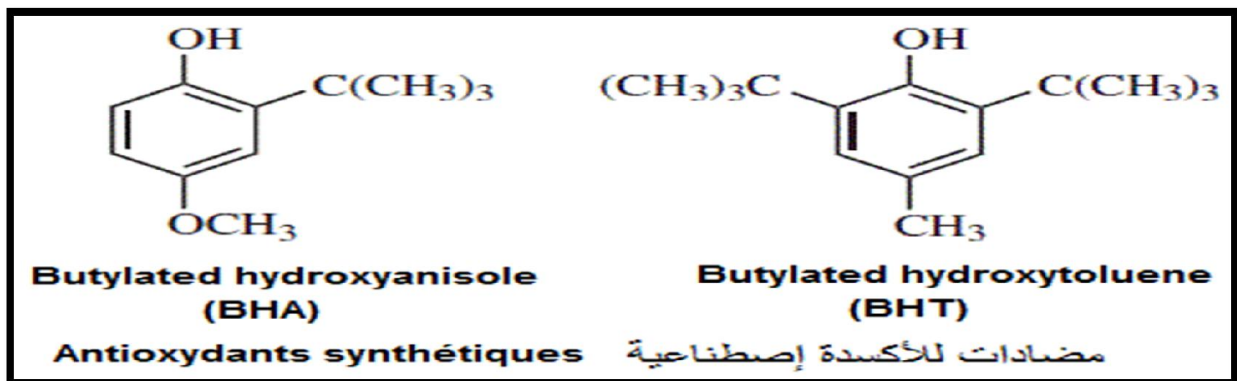


Figure 12: Structure du BHA et BHT (Ito N, Fukushima S and Tsuda H.1985)

## **Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant**

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

---

### IV. Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

L'activité antioxydant ne doit pas être conclue sur la base d'un seul modèle de test antioxydant. Et en pratique, plusieurs essais *in vitro* procédures sont menés pour évaluer les activités antioxydants avec les échantillons d'intérêt. Un autre aspect est qu'antioxydant des modèles de test varient dans les différents points de vue. Par conséquent, il est difficile pour comparer une méthode entièrement à autre. Dans une certaine mesure, la comparaison entre différentes méthodes *in vitro* a été effectuée par (Badarinath *et al.*, 2010 et Nuralam *et al.*, 2013).

Plusieurs méthodes sont utilisées pour la détermination de l'activité antioxydant, nommées d'après le nom de la substance utilisée comme source de radicaux libres, par exemple : FRAP (Ferric reducing antioxydant power), ORAC (oxygen radical absorbance capacity), TEAC (Trolox équivalent antioxydant capacity) ou ABTS (2,2-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate) et DPPH<sup>+</sup> (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl) etc. Il est à indiquer que différentes méthodes donnent des résultats assez différents et devraient être appliquées préférentiellement pour la comparaison de produits similaires (Georgieva *et al.*, 2010).

#### 1. Méthodes de piégeage des radicaux libres oxygénés

##### 1.1. Piégeage du radical peroxyde (ROO●)

La mesure de l'ORAC (Oxygen-Radical Absorbance Capacity) développée par Cao et collaborateurs 1993 est une méthode simple et reproductible permettant d'évaluer la Capacité antioxydante de différentes molécules (Benderitter et al, 2003).

##### 1.2. Piégeage du radical superoxyde (O<sup>-2</sup>)

###### 1.2.1. Principe :

Cet essai évalue la capacité d'un produit à capturer un radical libre, l'anion superoxyde O<sup>-2</sup>. Ce radical est généré *in vitro* par le système hypoxanthine/xanthine oxydase.

Dans cette méthode, le radical réduit le NBT<sup>2+</sup> (Nitro-Blue Tétrazolium) de couleur jaune, en bleu de formazan de couleur pourpre qui absorbe à 560 nm. (Parejo et al, 2002).

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

### 1.2.2. Dosage

Le piégeage du radical superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ) peut être effectué par un mélange de tampon phosphate 50 mM (pH 7,5) contenant de l'EDTA (Ethylene diamine tetraacetic) (0,05 mM), hypoxanthine (0,2 mM), 63 uL NBT (Nitro-Blue Tétrazolium) (1mM), 63 uL de l'extrait aqueux ou éthanolique (eau distillée pour la contrôle), et 63 de l'uL xanthine oxydase (1,2U/uL).

La xanthine d'oxydase a été ajoutée en dernier. Le taux de la réduction du NBT a été déterminé par la lecture de l'absorbance spectrophotométriques à 560 nm (PAREJO *et al*, 2002).

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition de la NBT par rapport au tampon selon la formule suivant

$$\text{Inhibition \%} = \times 100 \frac{(Cabs - CBabs) - (Sabs - SBabs)}{(Cabs - CBabs)}$$

**Cabs** : L'absorbance de l'échantillon.

**CBabs** : L'absorbance du blanc.

**Sabs** : L'absorbance de témoin.

**SBabs** : L'absorbance du blanc de témoin (PAREJO *et al*, 2002).

### 1.3. Piégeage du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ activité de dépistage)

C'est une des méthodes les plus communes pour évaluer la capacité du piégeage du

Peroxyde d'hydrogène est basée sur l'absorption de cette molécule dans le domaine de l'UV.

(Malgalhaes *et al.*, 2008).

### 1.4. Analyse de la capacité de piégeage du radical hydroxyle ( $HO\cdot$ )

En raison de la réactivité élevée des radicaux hydroxyles, presque toutes les

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

molécules dans les systèmes biologiques peuvent être considérées comme des piègeurs du radical HO•.

Plusieurs méthodologies *in vitro* pour la détermination de la capacité du piégeage du HO• sont disponibles dans la littérature, la plupart du temps basé sur l'ensemble Fe<sub>3</sub><sup>+</sup> + EDTA + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + système d'acide ascorbique, pour produire un flux constant de HO• (Halliwell et al, 1987).

### 1.5. Analyse de la capacité de piégeage d'acide hypochloreux (HOCl)

L'acide hypochloreux est obtenu à partir du système enzymatique myéloperoxydase/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Cl<sup>-</sup> ou en acidifiant l'hypochlorite de sodium commercial à pH 6.2 avec de l'acide sulfurique (Aruoma, 1997).

### 1.6. Analyse de la capacité de piégeage de l'oxygène singulet (IO<sub>2</sub>)

En raison de l'affaiblissement de l'état fondamentale d'énergie inférieure, IO<sub>2</sub> émet la phosphorescence caractéristique à 1270 nm. par conséquent, la capacité du piégeage du IO<sub>2</sub> de plusieurs composés est mesurée par les taux d'affaiblissement de l'intensité de la lumière (Wilkinson et Helman, 1995)

### 1.7. Analyse de la capacité du piégeage d'oxyde nitrique (NON')

#### 1.7.1. Principe :

L'activité de piégeage de l'oxyde nitrique peut être mesurée par la réaction de GRIESS décrite par Green et al (1982) (Nur alam et al., 2012).

#### 1.7.2. Dosage :

Le mélange réactionnel contenant 4 ml de nitropruside de sodium à 10 mM, de 1 ml d'une solution saline du tampon phosphate (pH 7,4) et 1 ml de l'extrait à (0.1875-3mg/ml), l'acide ascorbique ou le BHT ont été incubées à 25 ° C pendant 150 min. Après incubation, 0,5 ml de réactif de GRIESS (1% de sulfanilamide, 2% Ophosphoric et 0,1% d'acide NEDD) a été ajoutée en 0,5 ml de mélange réactionnel. Le mélange est incubé à l'abri de la lumière pendant 30 minutes. L'absorbance est mesuré à 535 nm contre le blanc (Bumrela et Naik, 2011).

Le pourcentage d'inhibition est calculé par la formule suivant:

$$I (\%) = [A1-A2/A2] \times 100$$

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

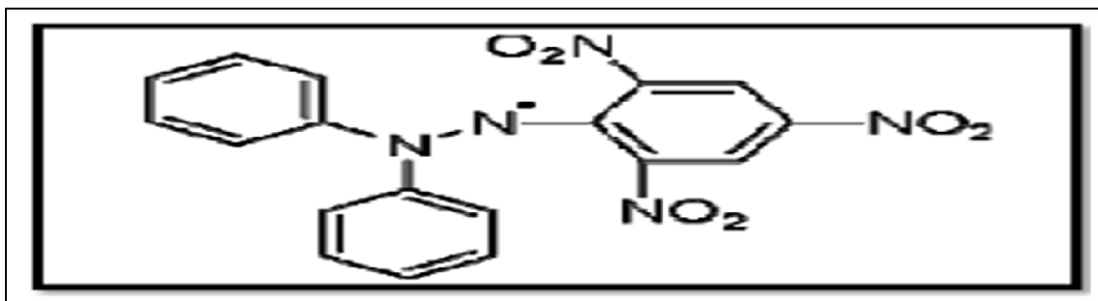
A1 : absorbance sans extrait.

A2 : absorbance avec de l'extrait (BUMRELA et NAIK, 2011).

### 2. Méthodes de piégeage des radicaux stables et évaluation de leur capacité de réduction

#### 2.1. Test au DPPH :

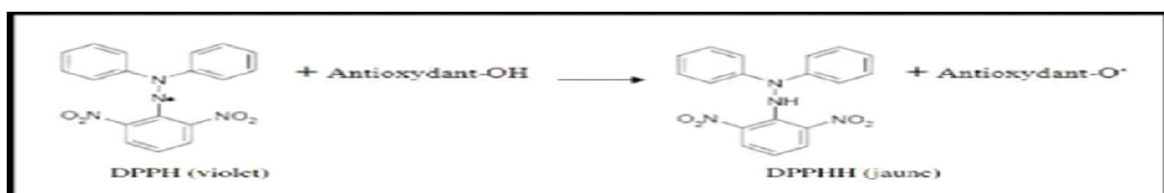
Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (á, á-diphénylâ picrylhydrazyla) fut l'un des premiers radicaux libres utilise pour étudier la relation structure-activité antioxydant des composes phénoliques (Blois, 1958; Brand-williams & *al.* 1995). Il possède un électron non apparie sur un atome du pont, d'azote (Popovic *et al.* 2009).



**Figure 13** : Structure chimique du radical libre DPPH<sup>•</sup> (2,2 DiPhenyle-1-Picryl-Hydrazyle) (Popovici *et al.*, 2009)

#### 2.1.1. Principe :

La réduction du radical libre DPPH<sup>•</sup> (2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par spectrométrie UV- Visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par les antioxydants .En présence des piégeurs de radicaux libres, le DPPH. (2.2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl) de couleur violette se réduit en 2.2 Diphenyl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (Maataoui *et al.*, 2006)

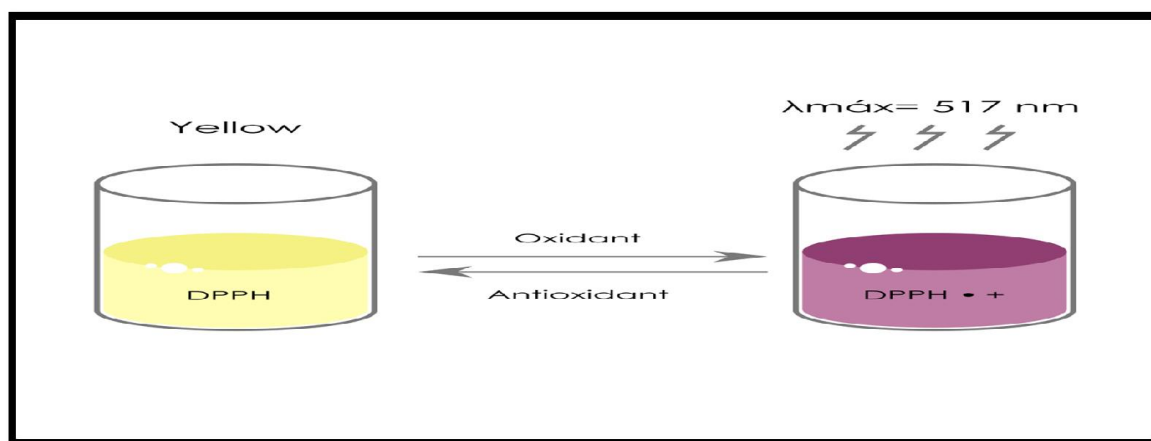


**Figure 14** : Réaction de test DPPH (2.2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl) (CONGO, 2012)

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

### 2.1.2. Dosage :

L'activité du piégeage du radical DPPH a été mesurée selon le protocole décrit par (Athamena *et al.*, 2010). 50 $\mu$ l de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations sont ajoutés à 1,95 ml de la solution méthanolique du DPPH (0,025g/l). Parallèlement, un témoin négatif est préparé en mélangeant 50 $\mu$ l de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH. La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons et pour chaque concentration (Bougandoura, 2013).



**Figure 15** : dosage du DPPH (Bougandoura, 2013).

Les résultats sont exprimés en tant qu'activité anti-radicalaire ou l'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I %) en utilisant la formule suivante:

$$I \% = [1 - (\text{Abs Échantillon} - \text{Abs Contrôle négatif})] \times 100$$

**I %**: Pourcentage de l'activité anti-radicalaire (AAR%).

**Abs Échantillon** : Absorbance de l'échantillon.

**Abs Contrôle négatif** : Absorbance du contrôle négatif (Meddour, 2013)

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

La réduction du DPPH° est facilement mesurée par spectrophotométrie à 515 nm ( $\lambda_{\max}$  DPPH°). La réaction sera plus ou moins rapide selon la **nature** de l'antioxydant, et la quantité de DPPH-H formée dépendra de la **concentration** en antioxydant (Choe E., Min D.C., 2009)

### 2.2. Réduction du radical- cation ABTS ou détermination du TEAC :

#### 2.2.1. Principe:

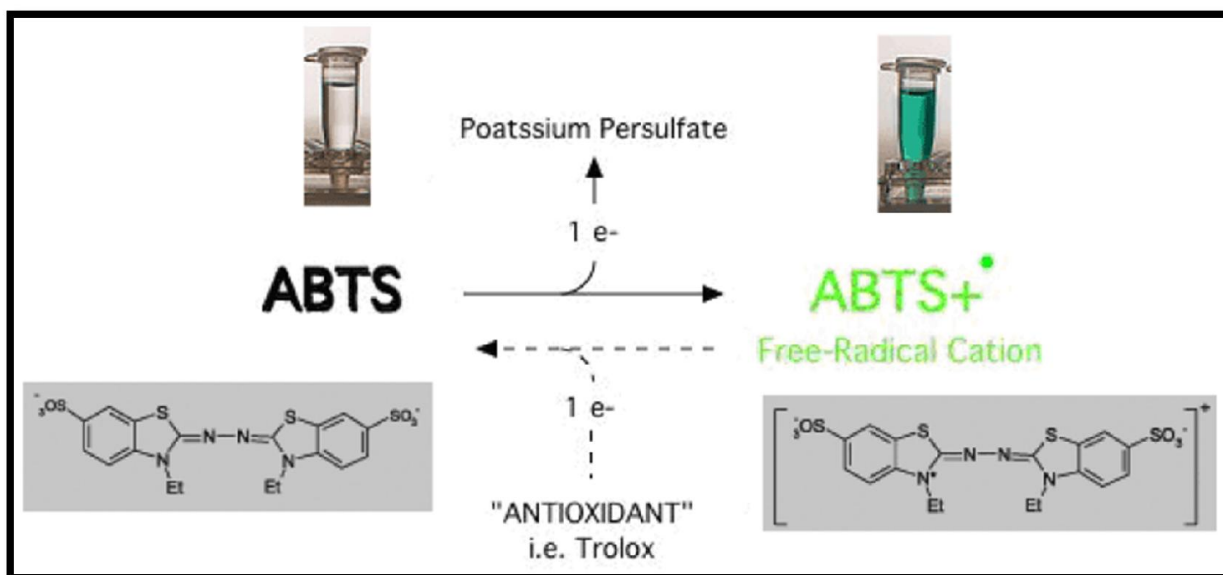


Figure 16: Principe d'ABTS (Jiri *et al.*, 2010).

La méthode de radicale ABTS est l'un des tests les plus utilisés pour la détermination de la concentration des radicaux libres. Il est basé sur la neutralisation d'un radical - cation résultant de la mono électronique oxydation du chromophore synthétique 2,2'- azino-bis (3 - éthylbenzothiazoline -6- sulfonique acide) (ABTS).



Cette réaction est suivie par spectrophotométrie par la variation de spectre d'absorption (Jiri *et al.*, 2010).

#### 2.2.2. Dosage :

Le radical cation ABTS est généré en mélangeant à volume égal une solution de 3 mm de persulfate de potassium  $K_2S_2O_8$  et une solution stock d'ABTS à 8 mM, le tout est conservé à l'abri de la lumière et à la température ambiante durant 16 h avant utilisation (AWIKA *et al.* 2004). La solution obtenue est diluée avec du tampon phosphate (0,2 M, pH 7,4)

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

contenant 150 mm de NaCl pour obtenir une absorbance de 1,5 à 734 nm. 2,9 ml de cette solution fraîchement préparée sont ajoutés à 0,1 ml d'extrait et la lecture est faite à 734 nm après 30 min pour chaque série d'analyses. Le Trolox est utilisé comme standard et le résultat final est exprimé en micromoles d'équivalent Trolox par gramme de matière sèche (BA *et al.*, 2010).

Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage inhibition (\%)} = [(Abs\ témoin - Abs\ blanc)] / (Abs\ témoin) \times 100$$

**Abs témoin** : l'absorbance du radical ABTS<sup>+</sup> méthanol.

**Abs blanc** : l'absorbance de l'échantillon ABTS radical + Extrait / standard (ADEOLU A *et al.*, 2008).

### 2.3. Test de la réduction du fer FRAP (réducteur ferrique - pouvoir antioxydant)

L'analyse FRAP mesure la capacité des antioxydants à ramener le complexe ferrique de la tripyridyl-s-triazine 2.4.6 [Fe (III) - (TPTZ)<sub>2</sub>]<sup>3+</sup> intensément au complexe ferreux coloré par le bleu [Fe (II) - (TPTZ)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> dans un milieu acide (Benzie et Strain, 1996). Les valeurs sont calculées en mesurant l'augmentation de l'absorbance à 593 nm et en la rapportant à une solution étalon d'ions ferreux ou à une solution étalon d'antioxydants (Tsao *et al.*, 2003).

Un point à prendre en compte est la production concomitante de Fe (II), qui est un prooxydant bien connu, et peut avoir comme conséquence la génération des radicaux additionnels dans le milieu de réaction. En plus, les composés qui absorbent à la même longueur d'onde peuvent s'y mêler, entraînant une surestimation des résultats (Ou *et al.*, 2002)

Le pourcentage de pouvoir réducteur de fer est calculé par la réaction suivant :

$$\text{Pouvoir réducteur de fer (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100.$$

**A<sub>0</sub>** : est l'absorbance de FeCl<sub>3</sub>.

**A<sub>1</sub>** : est l'absorbance de FeCl<sub>3</sub> solution en présence de l'extrait (Ghaisas *et al.*, 2008).

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

### 2.4. Le réactif Folin-Ciocalteu (FC) :

La chimie derrière l'analyse FC se fonde sur le transfert des électrons dans un milieu alcalin à partir des composés phénoliques et de toutes autres espèces réductrices au molybdène, formant des complexes bleus qui peuvent être détectés par spectrophotométrie à 750-765 nm (Singleton *et al.*, 1999).

Par conséquent, ce n'est que récemment que l'analyse de FC est proposée pour mesurer la capacité réductrice totale des échantillons (Huang *et al.*, 2005). D'excellentes corrélations linéaires entre l'analyse de FC avec d'autres analyses (TEAC et DPPH•, par exemple) ont été établies (Roginsky et Lissi, 2005).

### 4.2.5. La méthode de décoloration du bêta-carotène ( $\beta$ -carotène bleaching méthode) :

Cette technique consiste à mesurer à 470 nm, la décoloration du bêta-carotène résultant de son oxydation par les produits de décomposition de l'acide linoléique. La dispersion de l'acide linoléique et du bêta-carotène dans la phase aqueuse est assurée par du Tween. L'oxydation de l'acide linoléique est catalysée par la chaleur (50°C) de manière non spécifique. L'addition d'antioxydants purs ou sous forme d'extraits végétaux induit un retard de la cinétique de la décoloration du bêta-carotène (Koleva *et al.*, 2001).

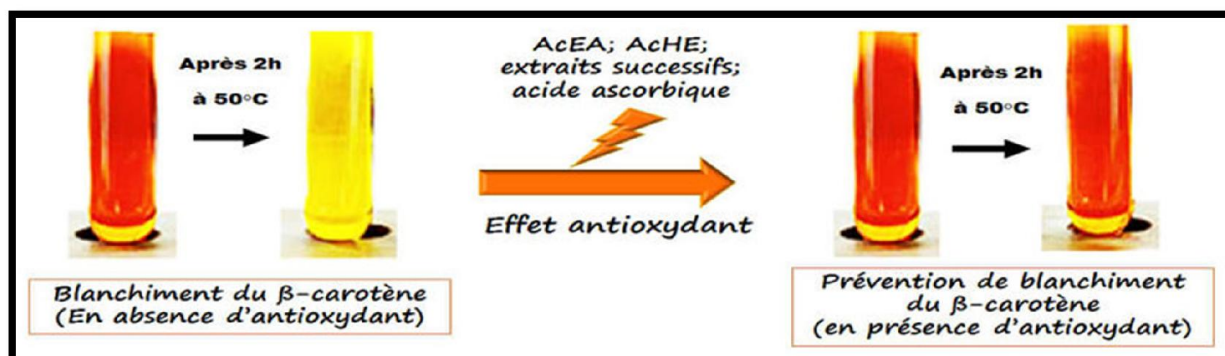


Figure 17 : l'effet du bêta-carotène (Koleva *et al.*, 2001).

Cette méthode est, d'autre part, sujette au parasitage de composés absorbants dans la fenêtre spectrale du bêta-carotène et l'interprétation des données n'est pas aisée car le bêta-carotène est lui-même un antioxydant (Laguerre *et al.*, 2007).

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

---

### 3. Autre méthode :

#### 3.1. Méthode de TRAP (Paramètre antioxydant total de piégeage des radicaux)

##### 3.1.1. Principe :

Cette méthode est basée sur la protection fournie par les antioxydants sur la décroissance de la fluorescence de la R-phycoérythrine (R-PE) au cours d'une réaction de peroxydation contrôlée. La fluorescence de R-phycoérythrine est désactivée par ABAP (2,2' - azo-bis (2 - amidino- propane) de chlorhydrate en tant que générateur de radicaux. Ce stoppage de la réaction est mesuré en présence d'antioxydants. Le potentiel antioxydant est évalué en mesurant la décroissance de la décoloration selon (Nuralam *et al.*, 2013).

##### 3.1.2. Dosage :

120 uL de l'échantillon dilué est ajouté à 2,4 ml du tampon phosphate (pH 7,4), 375 uL d'eau distillée, 30 uL de R-PE dilué et 75 uL de ABAP; la cinétique de réaction à 38 °C est enregistrée pendant 45 min par un spectromètre de luminescence. Les valeurs de TRAP sont calculées à partir de la longueur de la phase de latence due à l'échantillon par rapport à la norme (Nuralam *et al.*, 2013)

#### 3.2. Test ORAC (Capacité d'absorbance radicale d'oxygène):

##### 3.2.1. Principe:

La mesure ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) permet de déterminer si une source organique possède un effet antioxydant en le comparant à un analogue de la vitamine E : le trolox. Dans cet essai, l'AAPH (2,2'-azobis-2-aminopropane dihydrochloride) est utilisé comme source génératrice de radicaux peroxydes. L'addition de fluorescéine comme sonde fluorescente permet de quantifier, à l'aide d'une analyse spectrophotométrique, en fonction du temps, la perte de fluorescence associée à la réaction avec les radicaux libres fournis par l'AAPH par un mécanisme de transfert d'atome d'hydrogène. La présence d'antioxydants empêche ou ralentit la perte de fluorescence qui est calculée par l'aire sous la courbe en fonction du temps. Celle-ci peut être détectée à une longueur d'onde d'excitation de 485 nm et d'émission de 520 nm. Il s'agit donc d'une méthode permettant de mesurer la capacité antioxydant contre les radicaux peroxydes (OU *et al.*, 2001). Lorsqu'un capteur de radicaux

## Chapitre IV : Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydant

donnant ainsi une idée précise du pouvoir anti-radical libre, donc antioxydant de l'échantillon (ROLLAND, 2004).

$$\text{Valeur relative ORAC} = \frac{(\text{AUC échantillon} - \text{AUC blanc}) \times (\text{molarités du standard})}{(\text{AUC standard} - \text{AUC blanc}) \times (\text{molarités de l'échantillon})}$$

AUC = Aire sous la courbe (ROLLAND, 2004).

### 3.2.2. Dosage :

Ce dosage est basé sur la génération de radicaux libres en utilisant AAPH (2,2 -azo-bis -2 amidopropane dichlorhydrate) et mesure de la diminution de la fluorescence en présence des capteurs des radicaux (*Pirior et al., 2003*). Dans cet essai, f<sub>3</sub>-phycoérythrine (f<sub>3</sub> -PE) a été utilisé comme piègeages des radicaux libres cible, AAPH comme un radical peroxyde générateur et Trolox comme un contrôle standard. Après addition de AAPH à la solution d'essai, la fluorescence est enregistrée et l'activité antioxydant est exprimée en équivalent Trolox (*FREI et al., 1990 CAO et al., 1993*). Le dosage peut être effectué selon la Pirior et ses collaborateurs (2003) dans des plaques à 96 puits de fluorescence de polypropylène avec un volume finale de 200 uL. Les analyses sont effectuées à pH 7,0 avec de Trolox (6,25, 12,5, 25, et 50 umol/ L pour les dosages lipophiles ; 12,5, 25, 50 et 100 umol /L pour les dosages lipophiles hydrophile) et 75 mM / L du tampon phosphate comme le blanc. Après l'addition de l'AAPH, la plaque est placée immédiatement dans un compteur à Multilabel préchauffé à 37 C°. La plaque est agitée pendant 10 s et la fluorescence est lue à des intervalles de 1 min pour 35 min à la longueur d'onde d'excitation de 485 nm et une longueur d'onde d'émission de 520 nm. L'aire sous la courbe est calculée pour chaque échantillon en utilisant le logiciel Wallac Workout 1.5. Le calcul final des résultats a été déterminé dans la partie linéaire de la courbe du - désintégration entre blanc et de l'échantillon et / ou standard (Trolox). Les résultats sont exprimés en LM d'équivalents Trolox (TE) par g de poids sec de l'échantillon (IM TE / g) (*Nur alam et al., 2012*)

## Conclusion et perspectives

---

### Conclusion et perspectives

En Algérie, le câprier n'est pas ou peu cultivé, mais la population rurale algérienne a tissé des liens solides avec cette plante, car elle présente de nombreuses propriétés thérapeutiques qui sont décrit minutieusement lors des enquêtes locales

La phytothérapie traditionnelle, était et reste actuellement sollicitée par la population ayant confiance aux usages populaires et n'ayant pas les moyens de supporter les conséquences de la médecine moderne.

Ce travail préliminaire a permis de mettre en évidence les propriétés pharmacologiques des feuilles de Câprier. .

C'est dans cette optique que cette étude a été menée auprès de tous les acteurs de l'utilisation des plantes traditionnelles que sont les herboristes de marché, les tradithérapeutes et les utilisateurs de plante traditionnelle. Elle avait pour objectif de répertorier les plantes utilisées par ces acteurs de la médecine traditionnelle dans le traitement des infections tout en précisant les infections traitées par ces différentes plantes. Du nombre limité des médicaments en cours de développement, la découverte de nouvelles molécules antioxydantes, est devenue plus qu'indispensable.

Malheureusement, nous n'avons pas pu terminer le côté pratique, et cela est dû aux difficultés que nous avons reçues, à savoir la pandémie de Coronavirus.

## Références bibliographiques

---

### Les références bibliographiques

- ✓ **Adeolua A., Florence O J., Anthony j A., Patrick j M.,** (2008). Antioxidant activities and phenolic contents of the methanol extracts of the stems of *Acokontera*.
- ✓ **Anne-Sophie nogaret-ehrhart,** (2003). *La Phytothérapie Se Soigner Par Les Plantes* Groupe Eyrolles, ISBN 2-7081-3531-7. Suisse. P : 25-30
- ✓ **Ardestani A and Yazdanparast R.,**( 2007). Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. *Food Chem.* 104: 21 -29.
- ✓ **Aruoma O.I.** (1997). Scavenging of hypochlorous acid by carvedilol and ebselen in vitro, *Gen Pharmacol*, 28 (2), 269-272.
- ✓ **Athamena S., chalghem I., kassah-laouar A., laroui S., khebri S.,**(2010). Activite anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum L.* *Lebanese Science Journal.* Vol 11 (1):72p.
- ✓ **Awika J M., Rooney L W.,** (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Photochemistry.* (65):1199-1221.
- ✓ **Ayad, M.** (2018). Optimisation de l'extraction des substances bioactives d'une plante médicinale « *Carthamus caeruleus L.* ». Mémoire. Génie pharmaceutique. Université A. M. OULHADJ – Bouira.
- ✓ **Ba K., Tine E., Destain J., Cisse C., Thonart P.,** (2010). Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol 14(1): 131-139.
- ✓ **Badiaga M.,** (2011). Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia Smith* une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université de Bamako.
- ✓ **Badiaga M.,** (2014). Toxicité aigüe et subaigüe des alcaloïdes naturels et synthétiques des graines du *Datura stramonium*. *Biochimie: Toxicologie, Environnement et Santé.* Université Ferhat Abbas. Sétif 1.
- ✓ **Barlow S.M.,** (1990). Toxicological aspects of antioxidants used as Food additives. Ed. Hudson. *B.J.F. Food Antioxidants.* 253-307.

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Ben Chibane T.**, (2013). Détermination de l'activité antioxydant de deux céréales: blé dur et blé tendre. Mémoire d'Ingénieur d'Etat. Option contrôle de qualité et analyse. Université de Bejaia, Algérie. 39 p.
- ✓ **Benarous, K.**, (2006).effets des extrait de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes alpha amylase, trypsine et lipase. Ingénieur d'état en génie biologique. Université Amar Telidji Laghouat, Algérie.
- ✓ **Benderitter M., Vincent-Genod L., Pouget J.P., Voisin P.**, (2003). The cell membrane as a biosensor of oxidative stress induced by radiation exposure: a multipara meter investigation, *Radiat Res*, 159:471-483.
- ✓ **Benkiki, N.**, (2006). Etudes phytochimiques des plantes médicinales Algériennes, *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. 7-8.
- ✓ **Benseghir, L.-A.**, (2005) Travaux de recherche sur les pépinières en Algérie. La recherche Pour le développement. (Exposé). 1erForum National de la Recherche Scientifique. 21 au 23 mai 2005. Alger. ANVREDET. Services de la Ministre Déléguée Chargée de la Recherche Scientifique. MESRS. (Avec distinction scientifique)
- ✓ **Benslama.A.**, (2016). Substance d'origine végétale. Biochimie .Université Mohamed khider .Biskra
- ✓ **Benzie I. F. F., Strain J. J.**, (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239:70-76.
- ✓ **Berlencourt Aude.**, (2013). Huiles essentielles – Aromathérapie Historical review of medicinal plants' 10.4103/0973-7847.95849.
- ✓ **Blois M S.**, (1958). Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*. (181): 1199-1200.
- ✓ **Bougandoura N., Bendimerad N.**, (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.)* Briq. *Nature & Technologie*. (9): 15p.
- ✓ **Boussoualim N.**, (2014). Activités biologiques de plantes médicinales : *Anchusa azurea mill* et *Globularia alypum L.* Thèse de Doctorat en microbiologie. Université Farhet Abbas Sétif 1-Algérie. 115 p.
- ✓ **Bouزيد W.**, (2009).Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Crataegus monogyna Jacq.* Mémoire de Magister, option biochimie appliquée. Université El Hadj Lakhder-Batna-Algérie.62 p.

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Brand-williams W., Cuvelier m e., berset C.**, (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. (28): 25-30.
- ✓ **Bruneton J.**, (1999). *Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales*, 3ème Ed : Tec & Doc Lavoisier. Paris
- ✓ **Bruneton.J.**, (1999). *Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales*. Ed. Technique ET Documentation. 3ème Ed, Paris. France.
- ✓ **BRUNETON J.**, (1999) \_ *Pharmacognosie - Phytochimie, Plantes médicinales*, Editions Tec & Doc, Editions médicales internationales, 1120 p. (ISBN 2- 7430-0315-4).
- ✓ **BUMRELA S., NAIK S.**, (2011). Identification of  $\beta$ -carotene and  $\beta$ -sitosterol in methanolic extract of *Dipteracanthus patulus* (Jacq) nees and their role in antimicrobial and antioxidant activity. *International journal of phytomedicine*. (3): 207p.
- ✓ **Calsamiglia, Benchaar.**, (2016). Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de *Lavandula multifida*. L. Université de Tlemcen.
- ✓ **Cano N, Barnoud D, Schneider S.M, Vasson M.P, Hasselmann M and Lerverve X.**, (2009). *Traité de nutrition artificielle de l'adulte* 3 ème édition. XVII: 1189.
- ✓ **Cao G., Alessioh M., Culter r G.**, (1993). Oxygen radical absorbance capacity assay for antioxidant free radicals. *Biol. Med.* (14):303-311.
- ✓ **Chakou, F. Medjoudja, K.**, (2014). Etude bibliographique sur la phytochimie. *Biochimie fondamentale et appliquée*. université kasdi merbah, Ouargla.
- ✓ **Codoner-FranchP, Pons-Morales S, Boix-Garcia L and Valls-Bellés V.**, (2010). Oxidant/antioxidant status in obese children compared to pediatric patients with type 1 diabetes. *Pediatric Diabete*. 11 (4): 251-7
- ✓ **Cook NC and Samman S.**, (1996). flavonoids, Chemistry, metabolism, cardio protective effects, and dietary sources. *The journal of Nutritional Biochemistry*. 7(2):66-76
- ✓ **Couplan f .**, (1986). *Retrouvez les légumes oubliés. 50 légumes, condiments et fruits*. Culture, historique, propriétés, recettes, éd. La maison rustique, Flammarion, Paris.

## Références bibliographiques

---

- ✓ **CIEUR CHRISTINE.**, (2012) \_ Dr. Alain Carillon. La plante médicinale – notion de totum – implication en phytothérapie clinique intégrative. Ph., Société internationale de médecine endobiogénique et de physiologie intégrative.).
- ✓ **Desikan R, Hancock J.T, Neill S.J.**, (2003). Oxidative stress signaling. Chapitre5. Dans: Topics in current genetics. Vol. 4 Plant Responses to Abioti Stress.Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 121 p
- ✓ **Dib S., Boutarene F.**, (2007). Le pouvoir antioxydant de quelques jus de fruits «Toudja». Mémoire d'Ingénieur.
- ✓ **Djoudi M., Ghebrioua S.**, (2017). Etude de l'activité antioxydante et antihémolytique des extraits de feuilles de *Citrus limon*. Biochimie et biologie moléculaire. Université Abderrahmane Mira – Bejaia. 1.10 p.
- ✓ **DONALD P.**, (2000) \_ Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. Briskin. American Society of Plant Physiologists.
- ✓ **Dorvault f.**, (1982), L'officine, 21<sup>e</sup> éd., Vigot, Paris, 1958 p. éd., Vigot, Paris, 1958 p. Vigot, Paris, 1958 p.
- ✓ **Důračková Z.**, (2008). Oxidants, antioxydants and oxidative stress. Chapitre 2. Dans: mitochondrial medicine. Springer Science and Business Media B.V. 19 p.  
Espèces réactives de l'oxygène: Comment l'oxygène peut-il devenir toxique  
L'actualité chimique. 91-96.
- ✓ **Favier A.**, (2003) Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actualité en chimie.; 108-15
- ✓ **Flora S.J.S.**, (2009). Structural, chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloid exposure. Oxi Med Cel Long. 4:191-206
- ✓ **Frantisek, S.**, (1992). Plantes medicinales: Ed Grund Paris (5p).
- ✓ **Frei B., Stocker R., England L., Ames BN.**, (1990). Ascorbate the most effective antioxidant in human blood plasma. Adv. Med. Exp. Biol. (264):155-163.
- ✓ **Gardès-Albert M, Dominique B.R, Zohreh Abedinzadeh Z et Daniel J.D.** (2003).
- ✓ **Georgieva S., Boyadzhiev L., Angelov G.**, (2010). Caractérisation des vins bulgares par leur capacité antioxydant. Revue de génie industriel. (5):124-132

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Ghaisas M., Navghare V., Takawale A., Zope V., Deshpande A.,** (2008). *In-vitro* antioxidant activity of *Tectona grandis* linn. Pharmacologyonline. (3): 300p.
- ✓ **Goto M, Ueda K, Hashimoto T, Fujiwara S, Matsuyama K, Kometani T and Kanazaw K.,** (2008). A formation mechanism for 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine mediated by peroxidized 2'- deoxythymidine. Free Radical Biology and Medicine. 45: 1318-25.
- ✓ **Grange.J.M, Davey R.W.,** (2012). Recherche et détermination structurale de métabolites secondaires de *Matricaria Chamomilla (Asteraceae)* Etude de la phase acétate d'éthyl. Thèse de doctorat. Université Constantine 1.
- ✓ **Gülçin İ.** (2006). Antioxidant activity of caffeic acid (3, 4-dihydroxycinnamic acid). Toxicology 217: 213-220.
- ✓ **Hadi M.,** (2004). La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère pro oxydant ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques, Thèse pour obtenir le titre de docteur en Sciences de l'Université Louis Pasteur, Domaine: Pharmaco chimie, Université Strasbourg. I : 155
- ✓ **Halliwell B., Gutteridge J.M.C., Arnoma O.L.,** (1987). The deoxyribose method: A simple.
- ✓ **Hamed Haddad K.,** (2012). *Capparis spinosa* L. Propagation and Medicinal uses December. Life Science Journal 9(4):684-686)
- ✓ **Harborne.,** (2016). Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de *Lavandula multifida*.L. Université de Tlemcen.
- ✓ **Harrar A.E.N.,** (2012). Activités antioxydant et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Mémoire de Magister Biochimie et physiologie expérimentale, Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie.73 p
- ✓ **HASLAM E.,** (1994). Natural polyphénols (végétale tannins): Gallic Acid metabolism. Nat. Prod. Vol. (11): 41-66
- ✓ **Huang D., Ou B. Prior R.I.,** (2005). the chemistry behind antioxidant capacity assays. J. Agric.Food Chem, 53:1841-1856.
- ✓ **Ito N, Fukushima S & Tsuda H.,** (1985). Carcinogenicity and modification of the carcinogenic responses by BHA, BHT and other antioxidants. CRC Critical Reviews in Toxicology.15: 109-50.
- ✓ **Jean-Yves, Chabrier.,** (2010).Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Université Henri Poincaré, NANCY 1. hal-01739123.

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Jiang, H.-E., X. Li, D.-K. Ferguson, Y.-F. Wang, C.-J. Liu et C.-S. Li.,** (2007). The discovery of *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) in the Yanghaï Tombs (2800 years B.P.), NW China, and its medicinal implications. *Journal of Ethnopharmacology*. 113 (3): pp. 409-420. References in Scopus | Cited By in Scopus).
- ✓ **Jiri S., Marketa R., Olga K., Petr S., Vojtech J., Libuse T., Ladislav H., Miroslava B., Josef Z., Ivo P., Rene K.,** (2010). Fully Automated Spectrometric Protocols for Determination of Antioxidant Activity: Advantages and Disadvantages. *Molecules*. (15): 8618-8640.
- ✓ **Judd.** (2016). Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de *Lavandula multifida*.L. Microbiologie appliquée. Université de Tlemcen.
- ✓ **Karnouf N.,** (2010), Effet des extraits de *Capparis spinosa* L. sur la dégranulation et le chimiotactisme des neutrophiles humains. Biochimie et physiologie expérimentale. Université de farhat Abbas –Sétif.
- ✓ **Khan .,** (2016). Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de *Lavandula multifida*.L. UNIVERSITE de Tlemcen.
- ✓ **Kirschvink N, Moffarts B and Lekeux P.,** (2008). The oxidant/antioxidant equilibrium in horses. *The Veterinary Journal*.
- ✓ **Kohen R & Nyska A.,** (2002). Oxidation of biological systems: Oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicology Pathol*. 30:620-50.
- ✓ **Koleva I.I., Van Beek T.A., Linssen J.P.H., De Groot A., Evstatieva, L.N.,** (2001). Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods, *Phytochem Anal*, 13 : 08-17.
- ✓ **Krippeit-Drews P, Lang F, Haussinger D, & Drews G.,** (1994). H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induced hyperpolarization of pancreatic B-cells .*Pflugers Arch*. 426: 552-54.
- ✓ **KUNKELE U et LOBMEYER T.R.,** (2007) \_ Plantes médicinales, Identification, Récolte, Propriétés et emplois. Edition parragon Books L tol : 33 \_ 318.
- ✓ **Laguerre M., Lépez-Giraldo L.J., Lecomte J., Pina M., Villeneuve P.,** (2007). Outils d'évaluation *in vitro* de la capacité antioxydant, *Fondamental, OL*, 14 (5) : 278-292.
- ✓ **Litvak & Monson.,** (2015). Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (Région d'Oued Souf) .Biochimie appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar d'el-oued.

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Lykkesfeldt J and Svendsen O.**, (2007). Oxidants and antioxidants in disease: oxidative stress in farm animals. *The Veterinary Journal*. 173. 502 p.
- ✓ **Maataoui b S., Hmyene A., Hilali S.**, (2006). Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). *Lebanese Science Journal*. (1):3-8
- ✓ **Mabile, L., Meilhac, O., Escargueil-Blanc, I., Troly, M., Pieraggi, M.T., Salvayre, R., Nègre-Salvayre, A., Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.**(1997), 17, 1575-1582
- ✓ **Mac Laren D.**, (2007). *Advances in sports and exercise science series. Nutrition and Sport*. 8. Antioxidants and free radicals by Close GL and Mc Ardle F. Elsevier.
- ✓ **Macheix.J., Fleuriet A., Sarni-manchado P.**, (2006). Les Polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec ET Doc, Paris. France. Pp: 1-28.
- ✓ **Malgalhaes L.M., Segundo M.A., Reis S., Lima J.**, (2008). Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties, *Analytica Chemica Acta*, 613: 1-19
- ✓ **Manallah A.**, (2012). Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive *Olea europaea* L. Mémoire de Magister. Option biochimie appliquée. Université Farhet Abbes-Sétif-Algérie. 1.15.20.29.30.77. 86 p
- ✓ **Marfak A.**, (2003). Radiolyse Gamma des Flavonoïdes. Etude de Leur Réactivité avec Les Radicaux issus des Alcools : Formation de depsides. Thèse de doctorat. Université de Limoges. 187.
- ✓ **Marfak A.**, (2011). Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation des diapsides. Thèse de doctorat Université de Limoges. 6-7-27-45.
- ✓ **Maria, T.**, (2004). La Santé à la pharmacie du Bon Dieu .Talantikit- Bejaia (14p).
- ✓ **Mates, J.M. and Sanchez-Jimenez, F.**, (1999). Antioxidant enzymes and their implications in pathophysiologic processes. *Front Biosci*. 4: 0339- 0345.
- ✓ **Meddour A., Yahia M., Benkiki N., Ayachi A.**, (2013). Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *Capparis spinosa* l. *Lebanese Science Journal*. Vol 14 (1): 52p.
- ✓ **Morse, N.L, Clough, P.M.**, (2006). A meta-analysis of randomized, placebo-controlled clinical trials of Efamol evening primrose oil in topic eczema. Where do we go from here in light of more recent discoveries *Curr Pharm. Biotechnol.*, 7, 503-524
- ✓ **Münzel T, Post F &Warnholtz A.**, (2006). Smoking and oxidative stress: Vascular damage dans: Cigarette smoke and oxidative stress, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany. 339 p

## Références bibliographiques

---

- ✓ **MURRY.,** (2015). Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica L* (Région d'Oued Souf). Biochimie appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar d'el-oued
- ✓ **Mustapha.,** (2018). Le câprier commun et ses bienfaits extraordinaires .les fruits bios de sud.
- ✓ **Noailles. M-C.,** (1965), L'évolution botanique, éd. du Seuil, Le rayon de la Science, France, 73 p.
- ✓ **Nord.** Association internationale pour l'étude de la végétation. I.N.A. El Harrach, Gloze Druck ed., Gottingen, RFA. 274 p.
- ✓ **Nur alam M., Bristi N., Rafiquzzaman M.,** (2013). Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity. (21):145-149.
- ✓ **Ou B., Hampsch-woodill M., Prior r L.,** (2001). Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. Journal of Agricultural and Food Chemistry. (49): 4619-4626.
- ✓ **Ou B.X., Hampsch-Woodill M., Flanagan J., Deemer E.K., Prior R.L., Huang D.J.,** (2002). Novel Fluorometric Assay for Hydroxyl Radical Prevention Capacity Using Fluorescein as the Probe, Journal Agric Food Chem, 10 (50): 2772-2777.
- ✓ **Parejo I., Viladomat F., Bastida J., Rosas-romero A., FlerlagE N., Burillo J., Codina C.,** (2002). Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and non-distilled Mediterranean herbs and aromatic plants. J Agric Food Chem. (5): 6882-6884.
- ✓ **Popovici C., Saykova I., Tylkowski B.,** (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de Génie Industriel.
- ✓ **Prior R L., Hoang H., GU L.,** (2003). Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC (FL)) of plasma and other biological and food samples. J. Agric. Food Chem. (51):3273-3279
- ✓ **Rehman A, Nourooz J & Moller W.,** (1999). Increased oxidative damage to all DNA. Bases in patients with type II diabetes mellitus. FEBS Lett. 448: 120-22
- ✓ **Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Méditerranéen géographique.** Terroirs : caractérisation, développement territorial et gouvernance

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Roberts R.A, Smith R.A & Safe S.**, (2010). Toxicological and pathophysiological roles of reactive oxygen and nitrogen species. *Toxicology*. 276: 285-94.
- ✓ **Roede J.R & Jones D.P.** (2010). Reactive species and mitochondrial dysfunction: mechanistic significance of 4-hydroxynonenal. *Environmental and molecular mutagenesis*.
- ✓ **Roginsky V., Lissi E.A.**, (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food, *Food Chem*, 92 (2): 235-254.
- ✓ **Rolland Y.**, 2004. Actualités des lipides en cosmétique .Antioxydants naturels végétaux. *OCL*. Vol 11(6) : 419 - 424.
- ✓ **Sahli S et Zaidi SA.**, (2017). Évaluations du potentiel antioxydant et étude de la cytotoxicité des alcaloïdes totaux et des extraits phénoliques bruts de *Fumaria agraria*. *pharmacologie moléculaire*. Université A.Mira – Bejaia. 1 p
- ✓ **Salvayre, R., Auge, N., Nègre-Salvayre, A.**, (2003). Rôle de l'oxydation dans la genèse et la progression de l'athérosclérose. *L'athérosclérose : Physiopathologie, Diagnostics, Thérapeutiques.*, J.F., Toussaint, M.P., Jacob, L., Lagrost, J., Chapman, Eds. Masson: Paris, 14, 269-290.
- ✓ **Sayre L.M, Moreira P.I, Smith M.A and Perry G.**, (2008). Metal ions and oxidative protein modification in neurological disease. *Ann IST Super Sanità*. 41(2): 143-164.
- ✓ **Singleton V.L., Orthofer R., et Lamuela-Raventos R. M.**, (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Method.Enzymol*. 299: 152-178.
- ✓ **Singleton V.L., Orthofer R., et Lamuela-Raventos R. M.**, (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Method.Enzymol*. 299: 152-178.
- ✓ **Subramanian S, Stacey G, Yu O.**, (2007). Distinct, crucial roles of flavonoids during legume nodulation. *Trends plant science*. 12: 282-285
- ✓ **Thériault M., Caillet S. Kermasha S. and Lacroix M.**, (2006). Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products. *Food Chemistry* 98 (3): 490-501.
- ✓ **Touafek O.**, (2010) Etude phytochimique de plantes médicinales du nord et du sud algérien. Thèse de doctorat. Université de Constantine. 9-12-76.
- ✓ **Tsao R., Yang R., Young J.C.**, (2003). Antioxidant Isoflavones in Osage orange, *Maclura pomifera* (Raf.) Schneid, *Journal Agric Food Chem*, 51 (22): 6445-6451.

## Références bibliographiques

---

- ✓ **Vial, Y. & M. Vial.**, (1974). Sahara Milieu vivant. Hatier. Paris.223p
- ✓ **Wilkinson F., Helman W.P., Ross A.B.**, (1995). Rate Constants for the Decay and Reactions of the Lowest Electronically Excited Singlet State of Molecular Oxygen in Solution, *Journal Phys Chem*, (24): 590-663
- ✓ **Yu R, Mandlekar S & Tony Kong A.N.**, (2000). Molecular mechanisms of butylatehydroxylanisoleinduced toxicity: induction of apoptosis through direct release of cytochrome c. *Molecular Pharmacology*. 2000; 58: 431-437.
- ✓ **Zekri, O., & Ad, N.**, (2019).Caractérisation phytochimique et étude de quelques activités biologiques de deux plantes, *Capparis spinosa* et *Camellia sinensis*. Biochimie appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued.
- ✓ **Zeraoula H,& Hamici M. & Nouaddria C.**, (2018). Etude phytochimique et évaluation de l'activité anti-inflammatoire d'une plante médicinale: *Capparis spinosa* L. Immunologie appliquée. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- ✓ **Zerargui F.**, (2015). Activité antioxydante des extraits de racines *Tamus communis* L. et caractérisation des substances bioactives. Thèse de Doctorat en Biochimie. Université Farhet Abbes-Sétif 1-Algérie.126 p.

## Résumé

---

### Résumé

Depuis longtemps, les plantes ont été une source d'inspiration pour les nouveaux composés médicamenteux. Presque toutes les civilisations et les cultures de l'antiquité ont dépendu entièrement ou partiellement de la phytothérapie en raison de leur efficacité, l'accessibilité, la disponibilité et la faible toxicité. L'Algérie a une richesse forestière des plantes aromatiques médicinales importante et diversifiée.

Dans le but de valoriser les plantes Algériennes, nous sommes intéressés à *Capparis spinosa* L. récoltée de Khenchela connue localement sous le nom: El Kabbar.

De nombreuses études ont démontré que les extraits de plantes médicinales contiennent des antioxydants naturels inclus dans la lutte contre le stress oxydatif impliqué dans le vieillissement et la progression de plusieurs maladies

L'activité antioxydante des plantes ne doit pas être conclue sur la base d'un seul modèle de test antioxydant. Plusieurs méthodes sont utilisées pour sa détermination, nommées d'après le nom de la substance utilisée comme source de radicaux libres, par exemple : FRAP (Ferric reducing antioxydant power), ORAC (oxygen radical absorbance capacity), TEAC (Trolox équivalent antioxydant capacity) ou ABTS (2,2-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate) et DPPH<sup>+</sup> (2,2- diphényl-1-picrylhydrazyl) etc.

Cette étude reste préliminaire et théorique et ne constitue qu'un guide dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active contre le stress oxydatif et ses complications.

**Mots clés :** Activité antioxydante, *Capparis spinosa* L, in vitro, Phytothérapie, Stress oxydant.

### Abstract

---

## Abstract

For a long time, plants have been a source of inspiration for new drug compounds. Almost all civilizations and cultures of antiquity have wholly or partially deprived of herbal medicine because of their efficacy, accessibility, availability and low toxicity. Algeria has an important and diversified forest wealth of medicinal aromatic plants.

In order to enhance Algerian plants, we are interested in *Capparis spinosa* L. harvested from Khenchela known locally under the name: El Kabbar.

Numerous studies have shown that extracts from medicinal plants contain natural antioxidants included in the fight against oxidative stress involved in aging and the progression of several diseases.

The antioxidant activity of plants should not be concluded on the basis of a single antioxidant test model. Several methods are used for its determination, named after the name of the substance used as a source of free radicals, for example: FRAP (Ferric reducing antioxidant power), ORAC (oxygen radical absorbance capacity), TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) or ABTS (2,2-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate) and DPPH + (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) etc.

This study remains preliminary and theoretical and only constitutes a guide in the search for substances of natural origin that are biologically active against oxidative stress and its complications.

**Keywords:** Antioxidant activity, *Capparis spinosa* L, in vitro, Phytotherapy, Oxidative stress.

ملخص

لطالما كانت النباتات مصدر إلهام لمركبات دوائية جديدة. لقد حرمت جميع الحضارات والثقافات القديمة تقريبًا كليًا أو جزئيًا من الأدوية العشبية بسبب فعاليتها وإمكانية الوصول إليها وتوافرها وانخفاض سميتها. تمتلك الجزائر ثروة حرجية مهمة ومتنوعة من النباتات العطرية الطبيعية.

من أجل تحسين النباتات الجزائرية، نحن مهتمون بـ *Capparis spinosa L*. المحصول من خنشلة المعروف محليًا باسم: *El Kabbar*.

أظهرت العديد من الدراسات أن المستخلصات العشبية تحتوي على مضادات الأكسدة الطبيعية التي تدخل في مكافحة الإجهاد التأكسدي المرتبط بالشيخوخة وتطور العديد من الأمراض.

لا ينبغي استنتاج نشاط النباتات المضادة للأكسدة على أساس نموذج اختبار مضاد للأكسدة واحد. يتم استخدام عدة طرق لتحديده، سميت باسم المادة المستخدمة كمصدر للجنور الحرة، على سبيل المثال: *FRAP* (قدرة مضادات الأكسدة المخفضة للحديد)، *ORAC* (قدرة امتصاص جذور الأوكسجين)، *TEAC* (مكافئ ترولوكس قدرة مضادات الأكسدة) أو *ABTS* (2، 3-2-ethyl-azinobis (sulphonate-benzothiazoline 6-ethyl-azinobis) و 2) *+ DPPH* (2، 1-diphenyl-1-azylpicrylhydr) الخ.

تظل هذه الدراسة أولية ونظرية وتشكل دليلاً فقط في البحث عن مواد ذات أصل طبيعي نشطة بيولوجيًا ضد الإجهاد التأكسدي ومضاعفاته.

الكلمات المفتاحية: نشاط مضادات الأكسدة، *Capparis spinosa L*، في المختبر، العلاج بالنباتات، الإجهاد التأكسدي.