

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent



Institut des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Mémoire

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologique
Option : Biochimie

Présenté par : MEDAIR Houda & DJELLOUL BENCHRIF Hasnaa

***Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante de
l'extrait brut de *Satureja candidissima* (Munby.) Briq.***

Soutenu le : Septembre 2019

Devant le jury composé de:

Président	Mme. MOGHTIT F.	MCB	C.U.B.B.A.T
Examineur	Mme. BENTABET N.	MCB	C.U.B.B.A.T
Encadreur	Mme. KHOLKHAL F.	MCB	C.U.B.B.A.T
Co-Encadreur	Mme. BRIXI GORMAT N.	MCB	C.U.B.B.A.T
Invitée	Mlle. ATTOU A.	Vacataire	C.U.B.B.A.T

Année universitaire : 2018 / 2019

Dédicace :

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,

J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A mes chers parents, que dieu me les garde,

En témoignage de ma profonde affection.

Qu'ils sachent que ce travail est en partie le fruit de leur soutien.

*Qu'ils m'ont dirigé et suivi pendant toutes mes années d'étude et surtout ma mère
pour ses sacrifices, sa patience sans limite*

et pour l'éducation qu'elle m'a donnée, je lui dit merci mille fois.

A mes sœurs, a leurs maris et leurs enfants

A mes frères pour leur douceur et leur gentillesse.

A toute ma famille chacun par son nom.

A toutes mes amies et mes collègues d'études.

A mon binôme Houda

Je te remercie pour ton soutien moral, ta patience et ton dévouement à ce travail,

Je te dédie le fruit de nos efforts.

et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible.

Hasnaa

DÉDICACE

Je dédie ce travail que j'ai pu réaliser à l'aide du dieu à :

*la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma
vie ma mère qui m'a apportée son appui durant toutes mes années
d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance,
courage et sécurité.*

*Mon père qui m'apprit le sens de la persévérance tout au
long de mes études, pour son sacrifice et ses conseils.*

A mon amour et ma vie mon très chère marie pour son soutien et sa patience durant cette année.

A mon frère (Oussama) et ma sœur (Asmaa).

A mes cousins et cousines surtout RAHHAL Malika .

A toute la famille MEDAIR, RAHHAL et DERRAS.

A mes professeurs : Mme KHOLKhAl et Mlle ATTOU.

*Et finalement mes collègues de travail dans L'EPSP Elamria, service laboratoire d'analyses
médicales.*

Houda

Remerciement

Tout d'abord et avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force, le courage, la volonté et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce travail.

En tout premier lieu, on exprime nos profonds remerciements, notre vive reconnaissance et

*notre sincère gratitude à notre encadreur **Mme KHOLKHAL F.** (MCB au Centre Universitaire Belhadj Bouchaïb, Ain Témouchent) pour avoir accepté de nous encadrer, d'avoir proposée ce sujet et de nous avoir guidée,*

*Et **Mlle ATTOU A.** (Vacataire au Centre Universitaire Belhadj Bouchaïb, Ain Témouchent) pour ces précieux conseils et soutien tout au long de notre travail.*

*On tient à remercier **Mme MOGHITIT F.** (MCB au Centre Universitaire Belhadj Bouchaïb, Ain Témouchent) d'avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance.*

*Et à **Mme BENTABET N.** (MCB au Centre Universitaire Belhadj Bouchaïb, Ain Témouchent) d'avoir accepté d'examiner et de juger ce travail, qu'elles trouvent ici notre sincère gratitude.*

A toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de la partie pratique de notre mémoire.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à tous nos amis du laboratoire pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

Merci à ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans notre travail, nous les remercions du fond du cœur.

TABLE DE MATIERES

Dédicace.....	I
Remerciement.....	III
Table de matières.....	IV
Liste des tableaux	VII
Liste des figures	VIII
Liste des photos	IX
Liste des abréviations	X
Résumé.....	XII
Abstrat.....	XIII
ملخص	XIV
Introduction.....	01

Première partie : Synthèse bibliographique

I. L'étude botanique	03
1. La famille lamiacée.....	03
2. Présentation de l'espèce <i>Satureja candidissima</i> (Munby.) Briq.....	03
3. Propriétés thérapeutiques et composition chimique	04
II. Les métabolites secondaires :.....	06
1. Définition.....	06
2. Différentes classes des métabolites secondaires	06
2.1. Les composés	
phénoliques:.....	06
2.1.1. Les polyphénols:.....	06
2.1.2. Les flavonoïdes:.....	09
2.1.3. Les tanins:.....	11
2.1.4. Les coumarines	13
2.1.5. Les anthocyanes	14
2.2. Les composés azotés	14

2.2.1. Les alcaloïdes.....	14
2.3. Les terpenoïdes	15
2.3.1. Définition	15
2.3.2. Les saponosides.....	15
III. L'activité anti-oxydante	16
1. Les radicaux libres	16
2. Les antioxydants	18
3. Activité anti-oxydante	18

Deuxième partie : Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal	19
2. Criblage phytochimique.	19
2.1. Les flavonoïdes.....	20
2.2. Les tannins	20
2.3. Les composés réducteurs	20
2.4. Stérols et triterpènes	20
2.5. Les saponosides	21
2.6. Les anthocyanes	21
2.7. Les coumarines.....	21
3. Préparation d'extrait brut méthanolique	22
4. Dosage des composés phénoliques	23
3.1. Dosage des polyphénols totaux	23
3.2. Dosage des flavonoïdes	23
5. Evaluation de l'activité antioxydant	24
4.1. Réduction du Fer : FRAP.....	24
4.2. Piégeage du radical libre DPPH	25

Troisième partie : Résultats et discussion

I. Résultats.....	28
--------------------------	-----------

1. Screening phytochimique.....	28
2. Les rendements en extraits secs	29
3. Dosage des polyphénols totaux	30
4. Dosage des flavonoïdes	30
5. Etude de l'activité antioxydant.....	30
II. Discussion.....	35
Conclusion	40
Références bibliographiques.....	42
Annexe.	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1: Activités biologiques des composés poly-phénoliques	07
Tableau n°2: Liste des principaux radicaux libres.....	17
Tableau n°3: Criblage phytochimique de la partie aérienne de <i>satureja condidissima</i>	28
Tableau n°4: le rendement en extrait secs.....	29
Tableau n°05: Dosage des flavonoïdes et des polyphénols totaux	30

LISTE DES FIGURES

Figure n°1: Effets biologiques des polyphénols.....	07
Figure n°2: Acide cinnamique.....	08
Figure n°3: Les structures chimiques des différents acides phénoliques.....	09
Figure n°4: Structure de base des flavonoïdes.....	10
Figure n°5: Structure générale de tanins hydrolysable.....	12
Figure n°6: Structure générale de tanins condensés.....	12
Figure n°7: Structure d'une molécule de coumarine.....	13
Figure n°8: Structure chimique des anthocyanes.....	14
Figure n°9: Origine des différents radicaux oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqué en biologie.....	17
Figure n°10: Protocole d'extraction des extraits bruts.....	22
Figure n°11: Réaction d'un donneur d'hydrogène (anti-oxydant) avec le radical DPPH.....	26
Figure n°12: Pouvoir réducteur de contrôle positif (acide ascorbique).....	31
Figure n°13: : Pouvoir réducteur de l'extrait brut.....	31
Figure n°14: : histogramme des valeurs des EC 50 de l'extrait brut et l'acide ascorbique.....	32
Figure n°15: pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'acide ascorbique.....	33
Figure n°16: : pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'extrait brut.	33
Figure n°17: : histogramme des valeurs des concentrations inhibitrices 50 de l'extrait brute l'acide ascorbique.....	34

LISTE DES PHOTOS

Photo n°01: <i>Satureja candidissima</i> (Munby) briq.....	05
Photo n°02: Carte de localisation de la station de récolte.....	19
Photo n°03: montage d'extraction à reflux.....	19
Photo n°04: Réduction du fer ferrique en fer ferreux.....	24
Photo n°05: Réduction de radical DPPH.....	25

LISTE DES ABREVIATIONS

Mg EAG/g MS: milligramme équivalent d'acide galénique par gramme de matière sèche

Mg EC/g MS: milligramme équivalent de Catéchine par gramme de matière sèche

DO: Densité Optique

FRAP: Ferric ion Reducing Anti-oxidant Parameter

DPPH: 2, 2-diphényle-1-picrylhydrazyl

IC50: Concentration inhibitrice de 50 %

ml: Millilitre

mm: millimètre

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium.

Cm : Centimètre

CO₂ : Dioxyde de carbone

CAT: Catalase

°C : Degré Celsius

DPPH : 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl

FeCl₃: Chlorure de fer

GSH: Glutathion

g : Gramme

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

H₂SO₄: Acide sulfurique

HCl : Acide chlorhydrique

H₂O: Eau

H₂O₂ : Eau oxygéné

I₂: Iode

IC₅₀ : Concentration inhibitrice de 50 %

KI: Iodure de potassium

mm : Millimètre

N: Normal

NH₄OH: Ammoniac

NaOH: Hydroxyde de sodium

NaNO₂: Nitrite de sodium

Na₂CO₃: Carbonate de sodium.

O₂•: Anion superoxyde

OH•: Radical hydroxyle

T°: Température

UV: Ultra-violet

V/V: Volume à Volume

µl: Microlitre

%: Pourcent

AAR: activité anti-radicalaire

Résumé :

Satureja candidissima (Munby.). Briq, connue sous le nom «Nabta Elbida» est une plante médicinale de la famille des lamiacées, largement utilisée en médecine traditionnelle à l'échelle du monde Arabe et comme condiment alimentaire.

Cette étude porte sur l'étude phyto-chimique et l'évaluation de l'activité anti-oxydante de l'extrait méthanolique de la partie aérienne de cette plante.

Les tests phyto-chimiques révèlent la présence de différentes familles de composés chimiques comme les tanins, les composés réducteurs, les flavonoïdes et les polyphénols.

L'estimation quantitative des flavonoïdes et des phénols totaux par la méthode colorimétrique a montré que l'extrait méthanolique est riche en ces composés. L'évaluation du pouvoir antioxydant qui a été réalisée en utilisant la méthode du piégeage du radical libre DPPH a indiqué que notre extrait a une efficacité antioxydante considérable ($IC_{50} = 6,81 \text{ mg/ml}$) mais inférieure de celle enregistrée par l'acide ascorbique.

Et même qu'en utilisant la méthode du Réduction du Fer : FRAP (Ferric Reducing Anti-oxydant Power), la méthode qui est basée sur la capacité des polyphénols à réduire le fer Ferrique Fe^{3+} en fer ferreux Fe^{2+} , on trouve aussi une efficacité anti-oxydante ($EC_{50} = 2.7 \text{ mg/ml}$), mais l'extrait reste toujours moins actif que l'acide ascorbique ($EC_{50} = 0,098 \text{ mg/ml}$).

Mots clés: *Satureja candidissima*, phyto-chimie, activité anti-oxydante, polyphénols, flavonoïdes, FRAP, DPPH.

Abstrat:

Satureja candidissima (Munby.). Briq. known as Nabta Elbida, is a medicinal plant of Lamiaceae family, widely used in traditional medicine throughout the Arab world and as a food condiment.

This study concerns the phytochemical study and the evaluation of the antioxidant activity of the methanolic extract of this plant.

Phytochemical tests reveal the presence of different families of chemical compounds such as tannins, reducing compounds, flavonoids, and polyphenols.

The antioxidant activity of the extract is evaluated by two techniques, iron reduction (Ferric reducing antioxidant power or FRAP) and the trapping of the free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

The quantitative estimation of flavonoids and total phenols by the colorimetric method showed that the extract is rich in these compounds. The assessment of antioxidant potency using the DPPH free radical trapping method indicated that methanolic extract has considerable antioxidant effectiveness ($IC_{50} = 6.81$ mg/ml) but inferior than ascorbic acid.

And even if using the iron reduction method: FRAP (Ferric reducing antioxidant power), the method that is based on the capacity of polyphenols to reduce iron, we also find an anti-iron effectiveness ($EC_{50} = 2.7$ mg/ml), less than ascorbic acid ($EC_{50} = 0.098$ mg/ml).

Keywords: *Satureja candidissima*, phytochemistry, antioxidant activity, polyphenols, flavonoids, FRAP, DPPH.

الملخص:

Satureja candidissima المعروفة باسم ; النابطة البيضاء، هو نبات طبي ، يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي في جميع أنحاء العالم العربي و كمنكه غذائي.

تتناول هذه الدراسة التعرف على العائلات الكيميائية للمستخلص الميثانولي للجزء الجوي للنبات وتقييم نشاطه المضاد الأكسدة.

كشفت الاختبارات الكيميائية عن وجود عائلات مختلفة من المركبات الكيميائية مثل التانينات، المواد المضادة للاكسدة والفلافونويد والبوليفينول.

أظهر التقدير الكمي للفلافونويد والفينول الكلي بواسطة الطريقة اللونية أن المستخلص الميثانولي غني بهذه المركبات. أشار تقييم مضادات الأكسدة الذي أجري باستخدام طريقة إزالة الجذور الحرة DPPH إلى أن المستخلص له فعالية جيدة ($IC_{50} = 6.81$ ملغم / مل) ولكنها أقل من تلك المسجلة لحمض الاسكوربيك.

وحتى عند استخدام طريقة الحد من الحديد FRAP: ، الطريقة التي تعتمد على قدرة البوليفينول على تقليل الحديد ، نجد أيضًا تأثيرًا مضادًا للحديد ($EC_{50} = 2.7$ ملغم / مل) ، وبقدرة أقل من حمض الأسكوربيك أيضًا ($EC_{50} = 0.098$ ملغم / مل).

الكلمات المفتاحية *Satureja candidissima*:، الكيمياء النباتية ، نشاط مضادات الأكسدة، الفلافونويدات

، البوليفينولات

Introduction générale

Introduction Générale

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, au travers des âges, l'homme a pu compter sur la nature pour subvenir à ses besoins de base: nourriture, abris, vêtements (Gurib-Fakim, 2006). Le monde des végétaux est plein de ressources et de vertus d'où l'homme puise non seulement sa nourriture mais aussi des substances actives qui procurent souvent un bienfait à son organisme parfois affecté de troubles insidieux (Baba-Aissa, 2000). L'utilisation thérapeutique des extraordinaires vertus des plantes pour le traitement de toutes les maladies de l'homme est très ancienne et évolue avec l'histoire de l'humanité (Gurib-Fakim, 2006).

Les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments, elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (Maurice, 1997). Cette matière végétale contient un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie alimentaire, en cosmétologie et en pharmacie; Parmi ces composés on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tannins, les terpènes et les flavonoïdes (Bahorun et *al.*, 1996). Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications, la plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses anti-oxydantes et augmente la multiplication mitochondriale de radicaux (Girodon *et al.*, 2010). Parmi les activités biologiques des plantes médicinales, ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité anti-oxydante en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer en combattant le stress oxydant (Meddour *et al.*, 2013).

Dans le cadre du présent travail de recherche, nous nous sommes intéressés aux screening phyto-chimique des métabolites secondaires de la partie aérienne d'une plante aromatique et médicinale originaire de l'ouest Algérien à savoir *Satureja candidissima* (Munby.) Briq. Ainsi qu'à l'évaluation de l'activité anti-oxydante par deux méthodes de son extrait brut.

Notre travail a été divisé en deux parties :

- Nous aborderons dans une première partie une étude bibliographique qui regroupe trois chapitres dont le premier concerne l'étude botanique de la plante étudiée, le deuxième chapitre est consacré aux métabolites secondaires, leurs classifications et leurs propriétés pharmacologiques, et nous donnerons dans le troisième chapitre quelques notions sur les oxydants et les antioxydants.
- La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes utilisés dans ce travail qui porte sur :
 - Les tests phyto-chimiques de la partie aérienne de la plante ;
 - La préparation de l'extrait brut de la partie aérienne ;
 - Dosage des polyphénols dans notre extrait ;
 - L'évaluation de l'activité anti-oxydante de l'extrait, par deux méthodes :
- le piégeage du radical libre DPPH, la réduction de fer « FRAP »
- Enfin, nous présenterons les résultats obtenus et leur discussion.
- Une conclusion résumera l'ensemble du travail réalisé.

Première partie :

Synthèse bibliographique

I. Etude botanique :

1. La famille lamiacée :

C'est une famille d'une grande importance aussi bien pour son utilisation en industrie alimentaire et en parfumerie qu'en thérapeutique. Elle est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant (Gherman et *al.*, 2000 ; Bouhdid et *al.*, 2006 ; Hilan et *al.*, 2006).

Il est bien connu que La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. Ce processus métabolique est lié aux conditions mêmes de vie de la plante : la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes, etc. On conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser les substances les plus diverses pour se défendre : les métabolites secondaires (Kansole., 2009).

Cette famille comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres (Miller et *al.*, 2006). La région méditerranéenne a été le centre principal pour domestication et culture de Labiatae (Naghibi et *al.*, 2005).

Les genres les plus cités dans la littérature sont : *Salvia officinalis* (Fellah et *al.*, 2006), *Mentha spicata* (Choudhury et *al.*, 2006), *Origanum vulgare* (Dimitrijevic et *al.*, 2007), *Rosmarinus officinalis* (Gachkar et *al.*, 2007 ; Marzouk et *al.*, 2006), *Ocimum basilicum* (Lee et *al.*, 2005) ainsi que de nombreuses espèces du genre *Thymus* qui ont été abondamment étudiées de ce point de vue (Rota et *al.*, 2008 ; Bagamboula et *al.*, 2004 ; Elhabazik et *al.*, 2006 ; Ebrahimi et *al.*, 2008). Un très grand nombre de genre de la famille des Lamiacée sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes, iridoïdes glycosylés et composés phénoliques (Naghibi et *al.*, 2005).

2. Présentation de l'espèce *Satureja candidissima* (Munby.) Briq.

2.1. Description :

Plante de la famille des Lamiacées, couverte sauf dans l'inflorescence, d'un épais tomentum velouté blanchâtre. Feuilles ovoïdes. Fleurs courtement pédicellées rosées de 8-12 mm. Calice et inflorescence glabres. Pousse entre les lauriers roses et les pelouses rocailleuses. En Algérie elle pousse spontanément à Oran et ses environs (Quezel et Santa., 1963)

2.2. Classification systématique :

Domaine	<i>Biota.</i>
Règne	<i>Plantae</i> Haeckel., 1866 .
Sous-Regne	<i>Viridaeplantae.</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i> Cronquist., Takhtajan et W. Zimmermann., 1966.
Classe	<i>Equisetopsida</i> C., Agardh., 1825.
Sous-Classe	<i>Magnoliidae</i> Novak e Takht., 1967.
Superordre	<i>Asteranae</i> Takht., 1967.
Ordre	<i>Lamiales</i> Bromhead ., 1838.
Famille	<i>Lamiaceae</i> Martinov., 1820.
Genre	<i>Satureja</i>
Espèce	<i>Satureja candidissima</i> (Munby.). Briq.

2.3. Synonymes :

Melissa candidissima (Munby.) [1847] (Quezel et Santa., 1963), *Calamintha candidissima* (Munby.). *Straighth.*, *Clinopodium candidissimum* (Munby.). Kuntze.
(<http://www.tropicos.org/Name/100169611> 28/03/2017), *Calamintha candidissima* (Munby.)
var. axiflora Faure et Maire., 1848 ; <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index> (23/03/2017)

2.4. Noms communs :

Zaater cheleuh (Quezel., et Santa., 1963), Nabta elbida.

2.5. Propriétés thérapeutiques et composition chimique :

Cette plante a fait l'objet d'étude pour la première fois par Attou., 2017, ou un sondage sur ses utilisations traditionnelles a été réalisé, cette plante appelée par la population locale dans l'ouest Algérien par « Nabta el bida » était efficace en cas de grippe, les vers intestinaux, les infections, et comme pansement pour la cicatrisation des brûlures et blessures.

L'appartenance de *Satureja candidissima* à la famille des lamiacées, et la richesse de son huile essentielle en pulegone et en monoterpènes confère à cette plante plusieurs autres propriétés tels que: antimicrobienne, insecticide, larvicide et herbicide, spasmolytique, contre les troubles gastro-intestinal tels que l'indigestion et la diarrhée, anti-inflammatoire et analgésique (Attou., 2017). Elle est utilisées en cuisine pour aromatiser les sauces ou pour préparer un plat traditionnel de la région de Sid safi , appelé « Rfiss » qui est une préparation avec de la semoule,

beurre, sel, eau et la plante fraîche découpée, après cuisson on la découpe en morceaux et on la mélange avec du lait ou du beurre fondu, la même recette peut être faite avec *Satureja calamintha* Scheele. sp. *nepeta* (Attou., 2017). Dans notre étude on s'intéresse plutôt au dosage des polyphénols et à l'activité antioxydante de son extrait brut.



Photo n°01: *Satureja candidissima* (Munby.) Briq

II. Les métabolites secondaires :

1. Définition :

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées par les plantes autotrophes (Boudjouref., 2011). Se sont caractérisés généralement par de faible concentration dans les tissus végétaux (Newman et Cragg., 2012). Ils sont divisés principalement en trois grandes familles : les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes. Ils présentent une énorme valeur économique (en particulier pour l'industrie pharmaceutique et cosmétique ; Peeking *et al.*, 1987).

2. Différentes classes des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires comportant trois types de composés :

2.1. Les composés phénoliques:

Qui interviennent dans les interactions plante-plante (allélopathie, inhibition de la germination et de la croissance). Parmi ces composés :

2.1.1. Les polyphénols:

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires (Lebham., 2005). Ils sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, caractérisés par la présence d'au moins d'un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une autre fonction tels que : éther, ester, hétéroside...etc. (Bruneton., 1993).

En effet les composés phénoliques, constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus (Lugasi *et al.*, 2003).

Les principales classes de composants phénoliques sont:

les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide chlorogénique), les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins, et les coumarines (Beta *et al.*, 2005).

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racine, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Adrian et Frangne., 1991 ; Milane., 2004)

2.1.1.1.Effets biologiques des polyphénols :

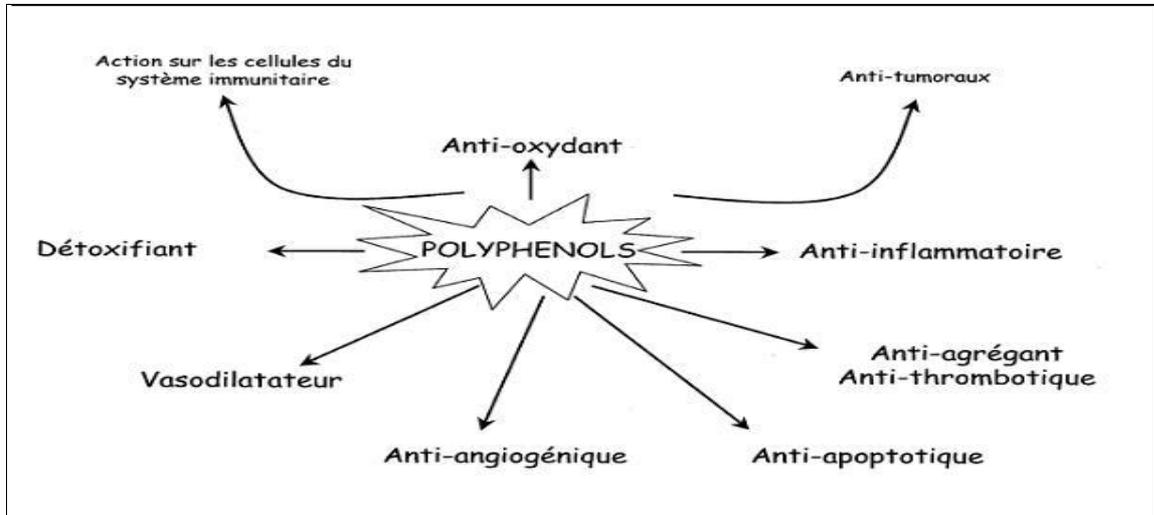


Figure n° 01 : Effets biologiques des polyphénols (Martin et Andriantsitohaina., 2002)

Tableau 01: Activités biologiques des composés polyphénoliques (Bahorun., 1997)

POLYPHENOLS	ACTIVITES
Acides Phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedémateuses
Flavonoïdes	Antitumorales Anticarcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes
Anthocyanes	Protectrices capillaro-veineux
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydantes Antitumorales Antifongiques Anti-inflammatoires
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydantes

2.1.2. Acides phénoliques :

Les acides phénoliques, ou acides phénols ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénols, **Ils** sont incolores et plutôt rares dans la nature (Haslam., 1994). Ils se divisent en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque (les acides hydroxy-cinnamiques) et les dérivés de l'acide cinnamique (les acides hydroxy-benzoïques) (Pandey et Rizvi., 2009).

a-Acide phénols dérivés d'acide benzoïque :

Sont des hydroxy-benzoïques et ont une structure générale de base de type (C6-C1) (figure 03), ces molécules existent souvent sous forme d'esters ou de glycosides (Harrar.,2012). Les plus répandus sont : l'acide salicylique et l'acide gallique (Bruneton., 1999).

b- Acide phénols dérivés d'acide cinnamique :

Les acides phénols dérivés de l'acide cinnamique (figure 02) sont souvent estérifiés. Les acides hydroxy-cinnamiques sont plus fréquents que les acides hydroxy-benzoïques et comprennent essentiellement l'acide cinnamique, p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (Pandey et Rizvi, 2009).

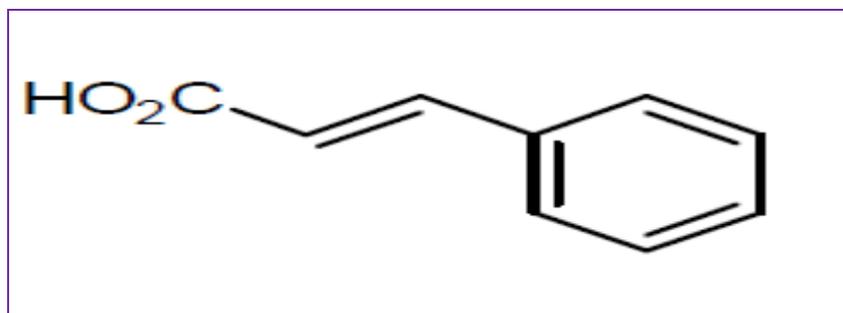


Figure n° 02: Acide cinnamique (Gorham., 1977).

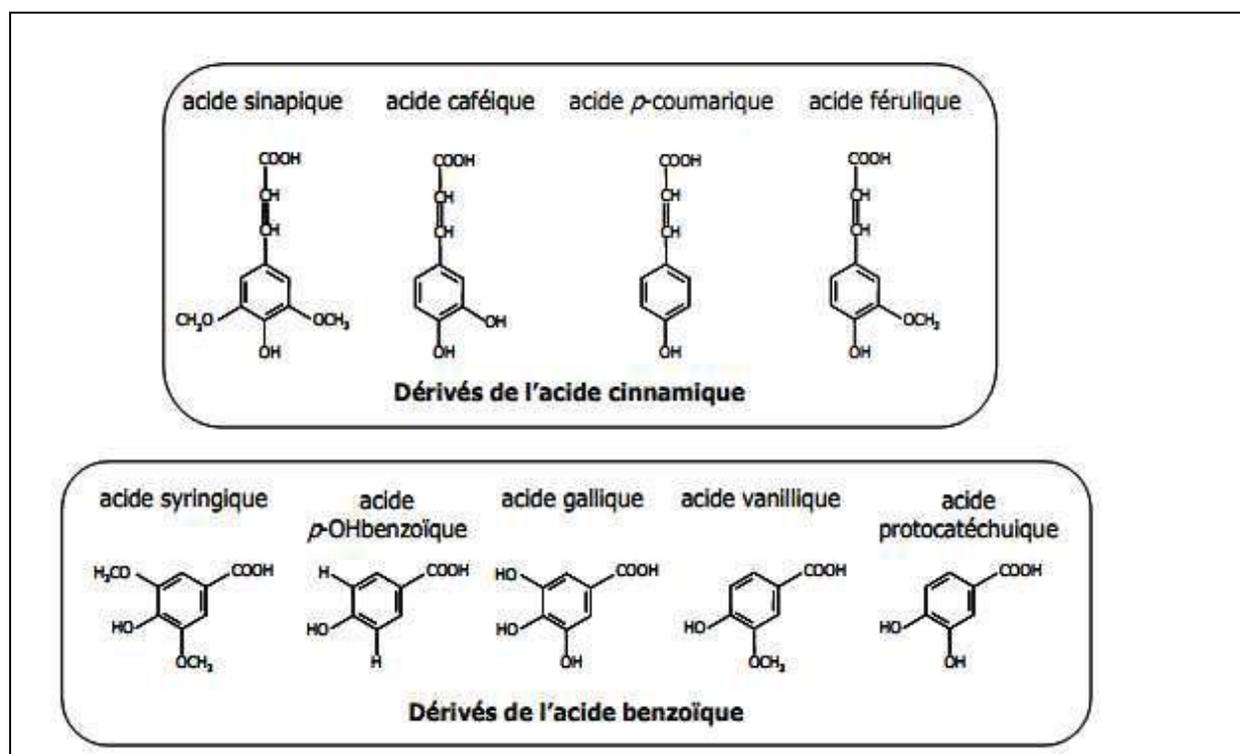


Figure n°03: Les structures chimiques des différents acides phénoliques (Anne-Laure, 2007).

2.1.3. Les flavonoïdes:

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Seyoum et *al.*, 2006), ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. À l'état naturel les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides (Ghestem et *al.*, 2001 ; Bruneton., 1999). Du point de vue structurale, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules, en effet plus de 6400 structures ont été identifiées (Harborne ., Williams., 1992, 2000).

Les flavonoïdes montrent des propriétés intéressantes dans le contrôle de la croissance et du développement des plantes en interagissant d'une manière complexe avec diverses hormones végétales de croissance. Certains d'entre eux jouent également un rôle de phytoalexines, c'est -à-dire des métabolites que la plante synthétise en grande quantité pour lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries (Marfak., 2003).

De plus ils sont impliqués dans la photosensibilisation, la morphogenèse, la détermination sexuelle, la photosynthèse et la régulation des hormones de croissance des plantes (Lhuillier.,

2007).

2.1.3.1. Structure et classification:

La structure de base des flavonoïdes est celle d'un diphényl propane à 15 atomes de carbone (C₆-C₃-C₆), constitué de deux noyaux aromatiques désignés par les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné désigné par la lettre C (Dacosta., 2003).

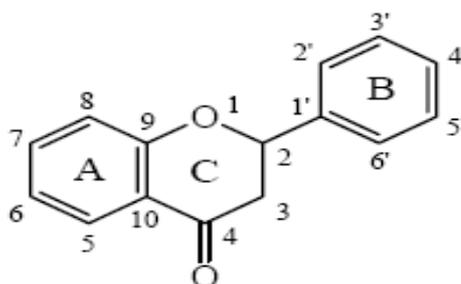


Figure n°04: Structure de base des flavonoïdes (Saraf et *al.*, 2007).

Généralement, les flavonoïdes se trouvent soit à l'état libre, dans ce cas ils sont dits aglycones, soit sous forme de C- ou O-glycosides, et dans ce cas ils sont liés à des sucres tels que le glucose, le rhamnose, l'arabinose, ils peuvent en outre être des monomères ou des oligomères (Dacosta., 2003). Les flavonoïdes peuvent être divisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont: flavones, isoflavandiol, flavanols, flavandiols, aurones, chalcones, anthocyanins (Effendi., Yajun., 2008) .

2.1.3.2. Localisation et distribution:

Les flavonoïdes possèdent une large répartition dans le monde végétal, ils sont distribués dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs des plantes (Medic-Saric., et *al.*, 2003). Les formes hétérosidiques des flavonoïdes, s'accumulent dans les vacuoles et selon les espèces, elles se concentrent dans l'épiderme des feuilles ou se répartissent entre l'épiderme et le mésophylle. Dans le cas des fleurs, elles sont concentrées dans les cellules épidermiques (Bruneton., 1999).

2.1.3.3. Activités anti oxydantes des flavonoïdes:

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

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

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

2.1.4. Les tanins:

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structure variée, de saveur astringente ayant en commun la propriété de tanner la peau, cette aptitude est liée à leur propriété de se combiner aux protéines. Leur poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Da (Paris et Hurabielle., 1981).

2.1.4.1. Localisation et distribution:

Les tanins sont très répandus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaines familles comme les conifères, les fagacées, les rosacées (Ghestem., Seguin et Paris., 2001). Ils peuvent exister dans divers organes: l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les graines (Khanbabae et Ree., 2001).

2.1.4.2. Classification:

On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biogénétiques: Les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bruneton et Paris, 1999).

a) Tanins hydrolysables :

Les tanins hydrolysables sont des polyesters de glucides et d'acides phénols, ils sont facilement scindés par les enzymes de tannases en oses et en acide phénol, selon la nature de celui-ci on distingue: les tanins galliques, et les tanins ellagiques (Paris M., Hurabielle M. 1981)

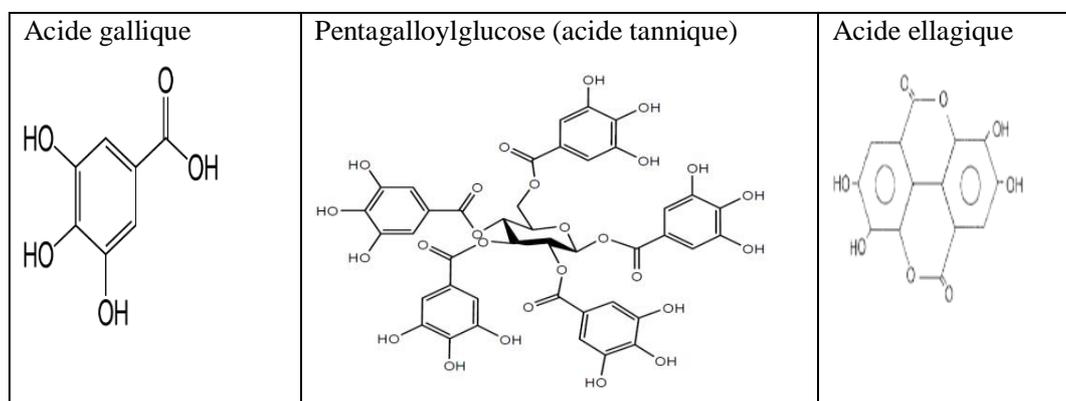


Figure n° 05: Structure générale de tanins hydrolysable (Gilbert et Norris, 1968)

b) Tanins condensés :

Les tanins condensés sont des polymères flavanolique constitués d'unités flavan-3-ols, le plus souvent épi-catéchine et catéchine (Khanbabae et Ree , 2001). Les tanins condensés sont des molécules non hydrolysables, en milieu acide fort et à chaud ils se polymérisent en donnant des précipités insolubles, leur structure voisine de celle des flavonoïdes est caractérisée par l'absence de sucre (Paris et Hurabielle.,1981).

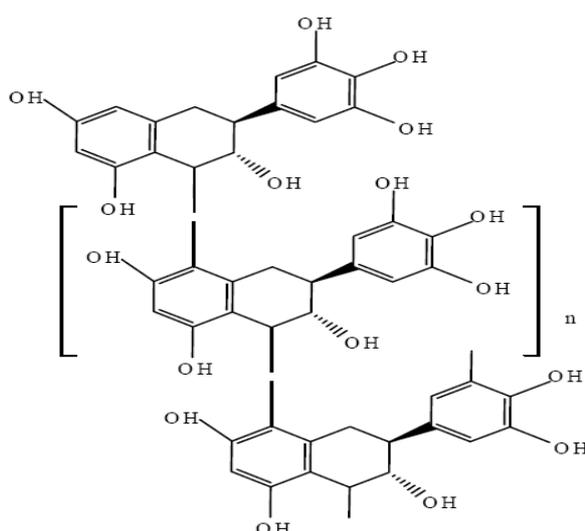


Figure n° 06: Structure générale de tanins condensés (Gilbert et Norris, 1968).

2.1.4.3. Propriétés pharmacologiques des tannins :

Les tanins sont des substances d'origine organique que l'on trouve dans pratiquement tous les végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.), caractérisées par leur astringence. Ils ont la propriété de précipiter les protéines (fongiques ou virales) et les métaux lourds. Ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse, tonifient la peau dans le cas des rides (Kansole, 2009).

2.1.5. Les coumarines :

Les coumarines sont des molécules largement répandues dans tout le règne végétal, sont des 2H-1-benzopyran-2-ones, considérées comme étant les lactones des acides 2- hydroxy-7-cinnamiques (Benayache., 2005) .Elles existent sous forme libre solubles dans les alcools et dans les solvants organiques ou les solvants chlorés ou encore liées à des sucres (hétérosides) sont plus ou moins solubles dans l'eau (Bruneton., 1999).

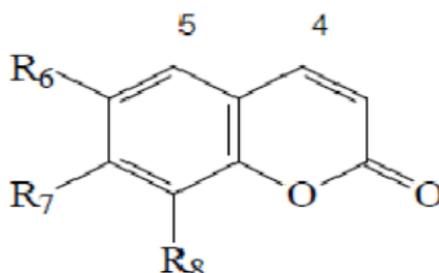


Figure n° 07 : Structure d'une molécule de coumarine (Cowan., 1999)

2.1.5.1. Propriétés pharmacologiques des coumarines :

- Les coumarines se révèlent être des composés immunostimulantes provoquent l'augmentation des lymphocytes T dans la circulation sanguine (Stefanova et al., 2007).
- Les coumarines sont aussi efficaces contre les bactéries à Gram positif (Cottiglia et al., 2001 ; Khan et al., 2005 ; Laure., 2005).

2.1.6. Les anthocyanes :

Les anthocyanes faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, ce sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange.

Leur présence dans les plantes est donc détectable à l'œil nu. A l'origine de la couleur des fleurs, des fruits et des baies rouges ou bleues, elles sont généralement localisées dans les vacuoles des cellules épidermiques, qui sont de véritables poches remplies d'eau. On trouve également les anthocyanes dans les racines, tiges, feuilles et graines. En automne, les couleurs caractéristiques des feuilles des arbres sont dus aux anthocyanes et aux carotènes qui ne sont plus masqués par la chlorophylle (Bassas et *al.*, 2007).

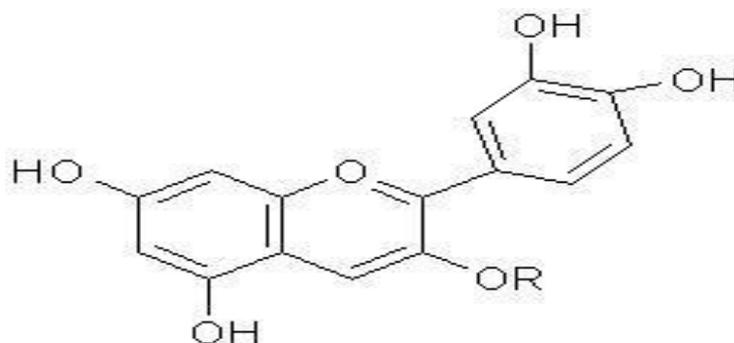


Figure n°08: Structure chimique des anthocyanes.

2.2. Les composés azotés :

2.2.1. Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont un groupe de composés azotés et faiblement basiques issus principalement des végétaux (Kansole., 2009). Ils sont des substances organiques naturelles composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote (Schauenberg et Paris., 2005). Typiquement comme les amines primaires, secondaires, ou tertiaires et cela confère la basicité à l'alcaloïde, en facilitant leur isolement et purification comme sels solubles dans l'eau formés en présence des acides minéraux (Hess., 2002). Ils peuvent être présents dans tous les organes (Ziegler et Facchini., 2008). Leur teneur est très variable, généralement comprise entre 0.1% et 2 à 3 % du poids sec de la drogue (Roux et Catier., 2007).

2.2.1.1. Propriétés pharmacologiques des alcaloïdes:

Généralement, leurs propriétés sont variées et dépendent de leurs composantes chimiques. Les effets thérapeutiques des alcaloïdes sont nombreux et peuvent être aussi des poisons mortels. Au niveau du système nerveux central ils agissent comme déprimeurs (morphine, scopolamine) ou comme stimulants (caféine, strychnine,...). Au niveau du système nerveux autonome comme

sympathomimétiques (éphédrine), anticholinergiques (atropine). Certains jouent le rôle d'anesthésiques locaux (cocaïne), d'antipaludiques (quinine) (Kansole., 2009).

2.3. Les terpenoïdes :

2.3.1. Définition :

Les terpenoïdes sont des composés issus de la condensation d'unités de base à 5 carbones de type isoprène. L'unité monoterpène correspondant à des molécules à 10 carbones formées à partir de deux unités isoprènes. (Bruneton., 1999 ; Harbone.,1998).

Le terme terpenoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.) (Benayache., 2013).

Les corps terpéniques (le terpène se trouve dans le menthol, le camphre etc....) eux même forment la base des stéroïdes qu'on retrouve dans de nombreuses vitamines. Ils sont connus par leurs activités cytostatiques, insecticides, anti-inflammatoires, molluscicides et analgésiques (Bruneton.,1999).Ils sont utilisés comme antiseptiques et pour traiter les maladies de respiration (Barisevic ., 2001).

2.3.2. Les saponosides

On entend par saponosides (mot latin « sapon », savon ; « saponaire », l'herbe à savon), des hétérosides à aglycones de structure stéroïde ou triterpénique qui tiennent une grande place parmi les substances d'origine végétale (Robinet., 1951).

2.3.2.1. Propriétés biologiques des Saponosides :

Les Saponosides ont une activité expectorante, ils rendent un peu moussant la muqueuse des bronches inflammatoires et facilitent l'expectoration. De plus, ils sont de puissants hémolytiques, ils possèdent également des propriétés édulcorantes, largement utilisées dans l'industrie agro-alimentaire (Bruneton.,1999).

III. L'activité anti-oxydante :

1. Les radicaux libres :

Un radical libre est défini comme toute espèce, atome ou molécule, contenant un électron non apparié. (Jacques et André., 2004), cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (Martinez-Cayuela., 1995)

1.1. Production des radicaux libres :

La production des espèces oxydantes est une conséquence inévitable du métabolisme aérobie. En effet, l'organisme a besoin d'O₂ pour produire de l'énergie au cours des réactions dites de respiration oxydative. Cependant, une faible partie de l'oxygène échappe à sa réduction en eau au niveau de la mitochondrie, elle peut alors être à l'origine de la production de radicaux libres oxygénés (RLO). (Figure 09) (Chu et al., 2010).

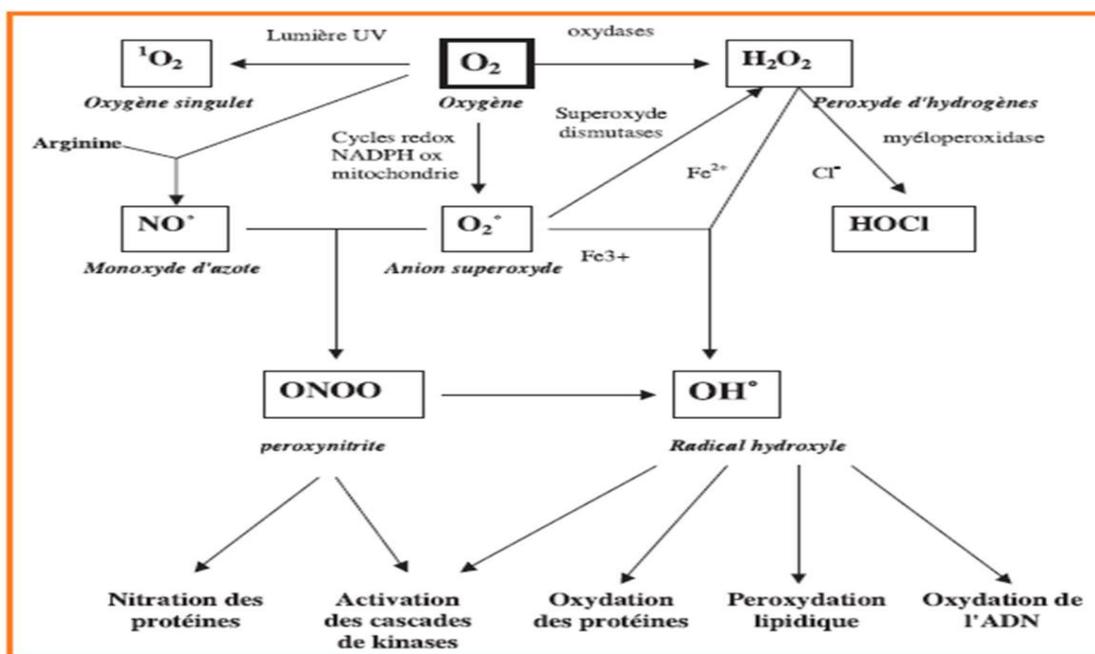


Figure n°09 : Origine des différents radicaux oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliqués en biologie (Favier., 2003).

Tableau n° 02: Liste des principaux radicaux libres.

Radical	Formule
Anion superoxyde	O ₂ ·-
Peroxyde d'hydrogène	H ₂ O ₂
Hydroxyle	OH·
Peroxyde	ROO·
Hydroperoxydes	ROOH
Alcoxydes	RO·
Oxygène singulet	1/2O ₂
Oxyde nitrique	NO

2. Antioxydants :

De nombreuses espèces oxydantes sont produites et bien qu'elles soient souvent indispensables à l'organisme, elles ne sont pas moins responsables de dégâts importants. Pour faire face à ces produits oxydants délétères, le corps humain possède tout un arsenal de défenses que l'on qualifie d'antioxydants. Mais bien que le terme « antioxydant » soit fréquemment utilisé, il est difficilement définissable car il couvre un large nombre de molécules et des domaines très divers comme l'alimentation, l'industrie chimique, l'industrie pharmaceutique (Halliwell et Gutteridge., 1999).

Un antioxydant est toute substance, présente à une concentration inférieure à celle du substrat oxydable, qui est capable de retarder ou de prévenir l'oxydation de ce substrat. (Halliwell et Gutteridge., 1999).

Un antioxydant selon (Valko et *al.*, 2006), devrait à la fois :

- Agir spécifiquement sur les radicaux libres, en synergie avec d'autres antioxydants pour se régénérer, et à des concentrations physiologiques relativement faibles,
- Chélater les métaux de transition ;

Des systèmes de défense permettent de prévenir la formation radicalaire ou de limiter les lésions d'oxydation résultantes. Ces systèmes peuvent être endogènes ou exogènes, d'origine nutritionnelle.

3. Activité anti-oxydante :

Par définition, l'activité anti-oxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques. En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxy-phénoliques dans leurs structures et les propriétés anti-oxydantes sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et super-oxydes ($\text{O}_2\cdot$) (Popovici et *al.*, 2009 ; Bartosz., 2003).

Piégeage de radicaux différents, comme les ions ferriques par la méthode FRAP (Ferric ion Reducing Anti-oxydante Parameter); ou les radicaux ABTS \cdot (sel d'ammonium de l'acide 2,2' azinobis-3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonique), ainsi que la méthode utilisant le radical libre DPPH (diphényl-picrylhydrazyle) évaluée *in vitro* et *in vivo*, l'activité anti-oxydante. (Popovici et *al.*, 2009 ; Bartosz., 2003 ; Ricardo da Silva et *al.*, 1991).

Deuxième partie :

Matériel et Méthodes

I. Matériel végétal :

La plante a été récoltée au mois de février, de la wilaya d'AIN TEMOUCHENT, de la région de Sidi Safi située entre $35^{\circ} 16' 54''$ N, $1^{\circ} 19' 34''$ W et $35^{\circ} 17' 01''$ N, $1^{\circ} 19' 17''$ W, à une altitude entre 223 et 230 m.

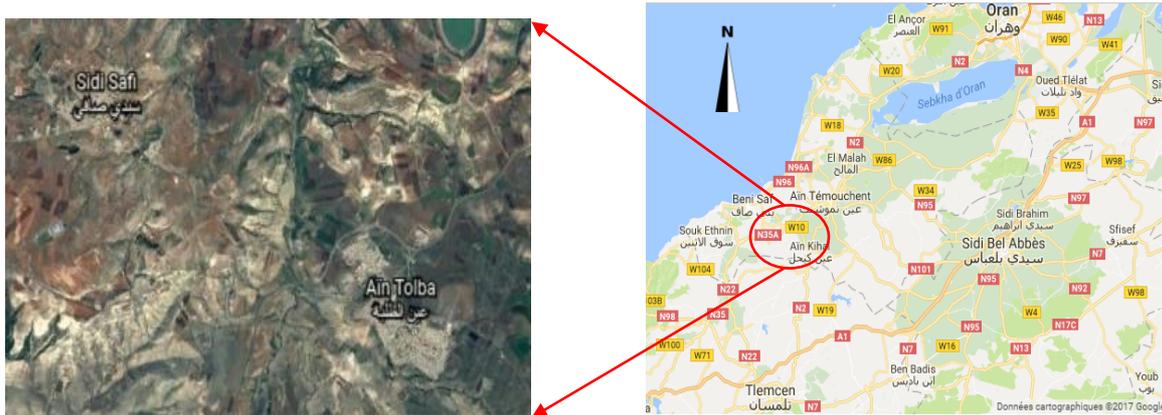


Photo n°02 : Carte de localisation de la station de récolte

II. Criblages phytochimiques :

1. Préparation des extraits :

1.1. Epuisement du matériel végétal :

L'épuisement est réalisé dans un ballon monocle, surmonté d'un réfrigérant contenant 50g de poudre de matériel végétal en présence de 300ml de solvant (éthanol) L'ensemble est porté à reflux pendant une heure. Le mélange est filtré est soumis à différents tests.

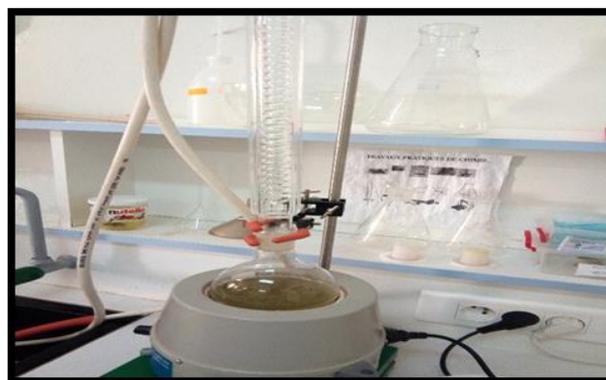


Photo n°3 : montage d'extraction à reflux

1.2. Préparation de l'infusé aqueux

Une masse de 5g de poudre végétale est mise dans 100ml d'eau bouillante pendant 15 minutes. Nous avons filtré les extraits sur un papier filtre et rincé avec de l'eau chaude de manière à obtenir 100ml (Paris et *al.*, 1969).

2. Tests de caractérisation :

Les tests phytochimiques consistent à identifier les différentes familles des métabolites secondaires existants dans les parties aériennes de *satureja condidissima* (Briq).et ceci par une caractérisation qualitative.

➤ Épuisement par l'éthanol :

2.1. Flavonoïdes :

On traite 5 ml d'extrait alcoolique avec quelques gouttes de HCl concentré et 0.5gde tournure de magnésium. La présence des flavonoïdes est mise en évidence si une couleur rose ou rouge se développe en l'espace de 3 min (Cavé., 1993).

2.2. Tanins :

Les tanins sont misés en évidence en ajoutant 1 ml de solution alcoolique, 2 ml d'eau distillé et 2 à 3 gouttes de solution de FeCl₃diluée. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue-noire (tanins cathéchiques), bleue -verte (tanins galliques) (Trease et Evans., 1987).

2.3. Composés réducteurs :

On traite 1 mL de l'extrait éthanolique avec 2mL d'eau distillée et 20 gouttes de 1 liqueur de Fehling puis on chauffe. Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge-brique (Trease et Evans.,1987).

La liqueur de Fehling est un mélange de deux solutions Fehling A et le Fehling B.

Solution A : dissoudre 45g sulfate de cuivre (CuSO₄) dans 1000ml d'eau distillée.

Solution B : melange de 200 g sel de seignette(tartrate sodico-potassique) avec150 d'hydroxyde de sodium(NaOH) dans 1000ml d'eau distillée.

2.4. les hétérosides stéroïdique et triterpéniques :

Ce test consiste à évaporer à sec l'extrait éthanolique correspondant à 10 ml. Ensuite, on dissout le résidu obtenu dans un mélange d'anhydre acétique/ chloroforme (5/5 : V/V) ; puis on filtre et on traite le filtrat par quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (réaction de

Liebermann-Burchardt). Si cette réaction donne des colorations verte-bleue et verte-violette, elle indique alors la présence respective des hétérosides stéroïdiques et triterpéniques (Trease et Evans, 1987).

➤ Epuisement par l'eau :

2.5. Saponosides :

Les saponosides sont caractérisés par un indice de mousse, degré de dilution d'un décocté aqueux donnant une mousse persistante dans des conditions déterminées. Nous avons procédé à une décoction de 2 grammes de poudre végétale avec 100 ml d'eau distillée qu'on porte à ébullition pendant 30 minutes. Après refroidissement et filtration, on réajuste le volume à 100ml. A partir de cette solution mère, on prépare 10 tubes (1,3cm de diamètre interne) avec 1,2, ... 10ml, le volume final étant réajusté à 10 ml avec de l'eau distillée. Chacun de ces tubes est agité énergiquement en position horizontale pendant 15 secondes. Après un repos de 15 minutes en position verticale, on relève la hauteur de la mousse persistante en centimètre. Si elle est proche de 1 cm dans le X^{ème} tube, alors l'indice de mousse est calculé par la formule suivante :

$$I = \text{Hauteur de mousse (en cm) dans le } X^{\text{ème}} \text{ tube} \times 5 / 0,0 X$$

La présence de saponines dans la plante est confirmée avec un indice supérieur à 100 (Dohou et *al.*, 2003).

2.6. Les anthocyanes :

Un volume de 2ml d'infusé aqueux est additionné à 2ml de HCl 2N. L'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu-violacé par addition d'ammoniac indique la présence d'anthocyanes (Debray et *al.*, 1971 ; Paris et *al.*, 1969).

2.7. Coumarine :

Une masse de 1gramme de poudre végétale est placée dans un tube en présence de quelques gouttes d'eau distillée. Les tubes sont recouverts avec du papier imbibé de NaOH dilué et sont portés à ébullition. Toute fluorescence jaune témoigne de la présence de coumarines après examen sous ultra-violet (Rizk., 1982).

III.Préparation d'extrait brut méthanolique :

La poudre (1g) de la partie aérienne est placée dans un erlenmeyer contenant 20 ml de méthanol et laisser macérer à froid pendant 24 heures. Après la filtration, la solution méthanolique sont évaporées à sec sous pression réduite dans un évaporateur rotatif de type Büchi R-200 à 60°C. Le résidu sec pesé et repris par 3 ml de méthanol.

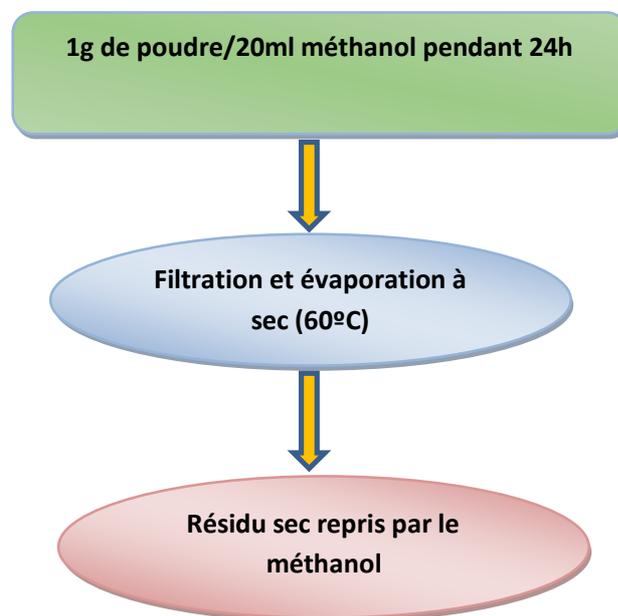


Figure n°10 : Protocole d'extraction des extraits bruts.

- Calcul de rendement :

Nous pouvons déterminer le rendement la partie aérienne pour notre plante en extraits secs en calculant le rapport suivant :

$$\text{Rdt \%} = \left[\frac{P1-P2}{P3} \right] \times 100$$

- ◆P1 : poids du ballon après évaporation.
- ◆P2 : poids du ballon avant évaporation.
- ◆P3 : poids de la matière végétale de départ.

IV. Dosage des composés phénoliques :

1. Dosage des phénols totaux :

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait brut de la partie aérienne de *satureja condidissima* été effectué spectrophotométriquement selon la méthode au réactif de Folin Ciocalteu (Wong et al., 2006).

▪ Principe :

Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin-Ciocalteu consiste en une solution jaune acide contenant un complexe polymérique d'ions (hétéro-polyacides). En milieu alcalin, le réactif de Folin-Ciocalteu, oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéro-polyacides, d'où la formation d'un complexe bleu (Daelsrakotoarison., 1999).

▪ Mode opératoire :

Une quantité de 100µl de l'extrait est mélangée avec 2,5 millilitres de réactif de Folin Ciocalteu (10 fois dilué) et laissée réagir pendant 5 minutes. 2,5mL d'une solution saturée de Na₂CO₃ sont ensuite ajoutés, après une heure à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 725nm (Wong et al., 2006). Les résultats sont exprimés en milligrammes-équivalent d'acide gallique/gramme de matière végétale sèche (mg EAG/g MS). Une courbe d'étalonnage réalisée à l'aide de l'acide gallique à différentes concentrations est réalisée dans les mêmes conditions que les échantillons.

2. Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes est réalisé à l'aide de la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium et la soude. Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes et la soude forme un complexe de couleur rose qui absorbe dans le visible à 510 nm selon la méthode décrite par (Kim et al., 2003).

▪ Mode opératoire :

Une quantité de 100µl de l'extrait brut de notre plante est mélangée avec 0,4ml d'eau distillée et 0,03 ml d'une solution de nitrite de sodium NaNO₂ à 5%. Après 5 minutes, 0,02 ml d'une solution d'AlCl₃ à 10% est additionnée. Après 5 min, on additionne au mélange 0,2 ml de solution de Na₂CO₃ (1M) et 0,25 ml d'eau distillée. L'ensemble est agité à l'aide d'un vortex et l'absorbance est mesurée à 510 nm. La teneur en flavonoïdes est calculée à partir d'une courbe

d'étalonnage réalisée par la catéchine à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons. Les résultats sont exprimés en milligramme-équivalent de catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

V. Évaluation de l'activité anti-oxydante :

1. Réduction du Fer : FRAP (Ferric reducing antioxidant power) :

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. L'activité réductrice du fer de noter extrait est déterminée selon la méthode décrite par Pan et *al.*,2008, basée sur la réaction chimique de réduction du Fe^{3+} présent dans le complexe $K_3Fe(CN)_6$ en Fe^{2+} . La réaction est révélée par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe^{3+}) en couleur bleu vert du fer ferreux (Fe^{2+}). Cette capacité réductrice peut servir comme un indicateur significatif de l'activité anti-oxydante potentielle d'un composé. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700nm.



Photo n°04: Réduction du fer ferrique en fer ferreux.

▪ Mode opératoire :

Un volume égal à 1.1 ml de l'échantillon à différentes concentrations est mélangé avec 2,5 millilitres d'une solution tampon phosphate 0,2M (pH = 6.6) et 2,5 millilitres d'une solution de $K_3Fe(CN)_6$ à 1%. Le tout est incubé à 50°C pendant 20 minutes, puis refroidi à la température ambiante. Ensuite, 2,5 millilitres d'acide trichloracétique à 10% sont ajoutés pour stopper la réaction, puis les tubes sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10minutes. 2,5 millilitres du surnageant sont ajoutés à 2,5 millilitres d'eau distillée et 500µl d'une solution de $(FeCl_3, 6H_2O)$

à 0.1% sont ajoutés également au mélange. La lecture des absorbances se fait contre un blanc à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (PerkinElmer, Lambda 800).

L'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif dans cette expérience aux mêmes concentrations choisies et dans les mêmes conditions expérimentales.

▪ Expression des résultats

Pour explorer les résultats obtenus, la manière la plus commune utilisée par la majorité des auteurs est de tracer les graphes des absorbances obtenues en fonction des différentes concentrations utilisées. L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur de l'extrait testé.

2. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité anti-oxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. Il absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 à 520 nm (Bozin et *al.*, 2008). La méthode de DPPH présente plusieurs avantages du fait qu'elle est indépendante, simple et rapide. Le test consiste à mettre le radical DPPH (de couleur violette) en présence des molécules dites « anti-oxydantes » afin de mesurer leur capacité à réduire le radical DPPH. La forme réduite (de couleur jaune) n'absorbe plus, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde.

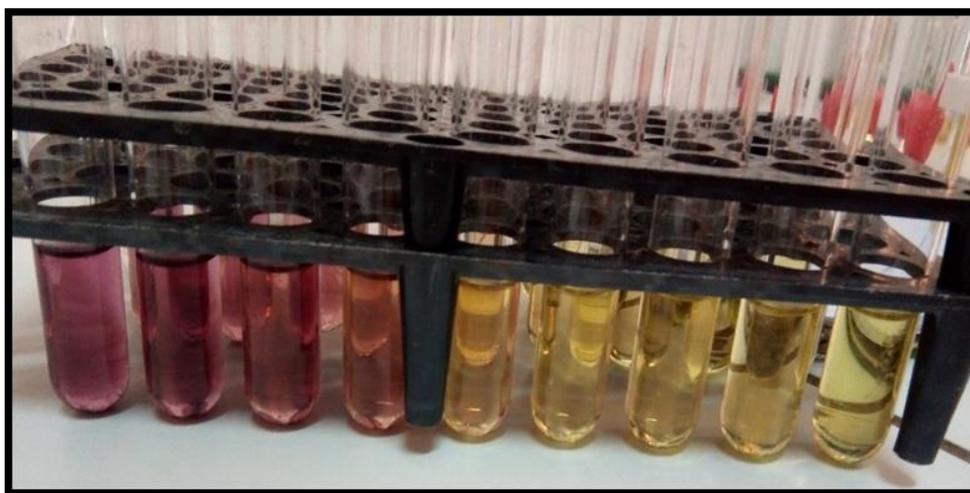


Photo n°05 : Réduction de radical DPPH.

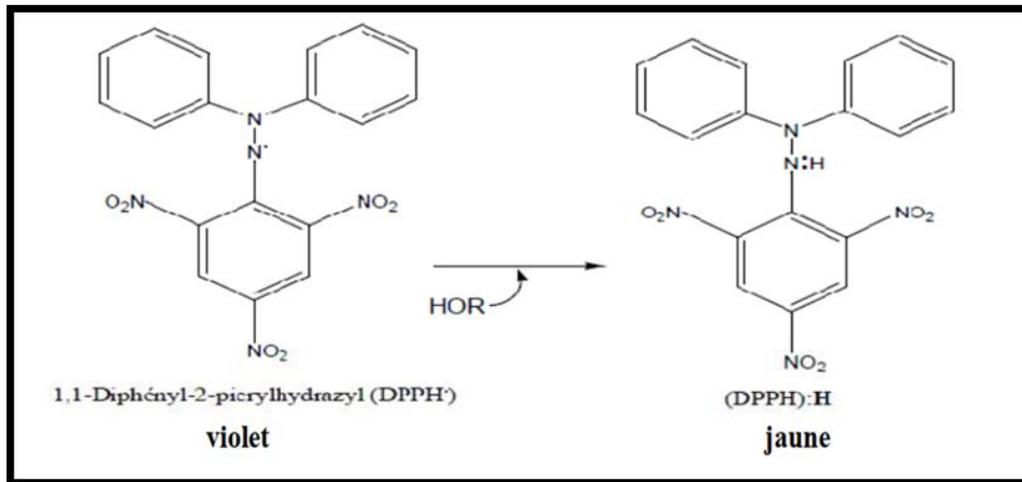


Figure n°11: Réaction d'un donneur d'hydrogène (anti-oxydant) avec le radical DPPH

▪ **Mode opératoire :**

Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH, l'effet de l'extrait est mesuré par procédure décrite par (Benhammou et *al.*, 2007.)

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2.6 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. Un volume de 50µl de différentes concentrations de l'extrait, sont ajoutés à 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH : pour chaque concentration un blanc est préparé. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé, en parallèle, en mélangeant 50 µl du méthanol avec 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH à la même concentration utilisée. Après incubation à l'obscurité pendant 30minutes et à la température ambiante, la réduction du DPPH s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune de la solution. La lecture des absorbances est effectuée à 517nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

- L'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif, et manipulé dans les mêmes conditions expérimentales

- Expression des résultats

✚ **Calcul des pourcentages d'inhibition :**

Nous calculons ainsi les pourcentages d'inhibition par la formule suivante :

$$I\% = [(AC-AT)/AC] * 100$$

- **AC** : Absorbance du contrôle ;
- **AT** : Absorbance du test effectué.

Calcul des IC₅₀

IC₅₀ ou concentration inhibitrice de 50 % (aussi appelée EC₅₀ pour Efficient concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH•. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement à l'aide des graphes, pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testés (Bertoncelj et *al.*, 2007 ; Marxen et *al.*, 2007 ; Scherer et *al.*, 2009 ; Fabri et *al.*, 2009).

Troisième partie :

Résultats et Discussions

I. RESULTATS

1. Screening phytochimiques :

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la partie aérienne de *satureja condidissima* par des réactions qualitatives en -- utilisant des solvants de polarités différentes et des réactifs spécifiques de révélation. La détection de ces composés chimiques est basée sur des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique ou un examen sous la lumière ultraviolette.

Les tests de caractérisation phytochimique, réalisés sur le matériel végétal broyé de notre plante ont donné les résultats que nous présentons dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°03 : Criblage phytochimique de la partie aérienne de *satureja condidissima*.

Le groupement chimique recherché	Résultats
Les flavonoïdes	+++
Les tanins	+++
Composés réducteurs+	+++
Coumarines	++
Les hétéroside stéroïdique et triterpénique	+++
Saponosides	+
Anthocyane	-

(+++) : fortement positif, (++) : positif, (+) : faiblement positif, (-) : négatif

Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques de partie aérienne de *satureja condidissima* mentionnés dans le tableau (N), montrent la présence des flavonoïdes, des tanins, des triterpène, ainsi que la présence des composés reducteurs, saponosides et des coumarines.

Résultats et Discussions

La mise en évidence des flavonoïdes dans l'extrait éthanolique de la partie aérienne de notre plante est confirmée par l'apparition d'une couleur rouge intense en contact avec la tournure de magnésium.

La présence des tanins est confirmée par une réaction positive avec la solution de chlorure ferrique en donnant une coloration bleue verdâtre dans la partie aérienne, il s'agit donc des tanins catéchiques.

Pour les saponosides, la couche de mousse a été montrée avec un indice de mousse inférieur à 100 donc ils sont présents avec une faible quantité (test faiblement positif)

Le test positif des hétérosides stéroïdiques est confirmé par l'apparition des colorations verte-bleue.

L'apparition d'une fluorescence sous une lumière ultra-violette indique la présence des coumarines à une forte intensité.

On remarque aussi la présence des composés réducteurs par l'apparition d'une précipité rouge brique après le traitement avec la liqueur de Fehling et l'échauffement, ainsi l'absence des anthocyanes dans la partie aérienne de la plante

Les résultats montrent que la plante est d'une grande importance, elle est riche en composés phénoliques tels que les tanins et les flavonoïdes.

2. Les rendements en extrait sec:

L'extraction de l'extrait brut dans notre plante nous a permis de calculer le rendement.

Le rendement déterminé par rapport à 2 g de matériel végétal sec et broyé est exprimé en pourcentage. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau n°05 :

Tableau n°04 : Le rendement en extrait sec

Extrait	Solvant	Rendement % P/P
Extrait brut	Méthanol	28.75

3. Dosage des polyphénols totaux :

Les polyphénols sont des molécules bioactives très recherchées parce qu'elles sont réputées pour leurs excellentes propriétés anti-oxydantes e. Pour ces raisons, un dosage de ces composés a été effectué pour notre plante, par la méthode spectrophotométrique au réactif de FolinCiocalteu. La teneur obtenue est exprimée en mg, équivalent acide gallique par gramme de matière végétale sèche (mg EAG/g MS), en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique.

Ce résultat indique bien que la richesse de notre extrait en polyphénols est importante. L'extrait méthanolique contient 14.782 mg EAG /g MS de polyphénols.

4. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est réalisé par la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium (AlCl₃) décrite par (Kim et *al.*, 2003). La catéchine prise comme contrôle positif, nous a permis de réaliser une courbe d'étalonnage avec R² égal à 0,996 résultat qui a permis de calculer la teneur en flavonoïdes pour notre extrait qui est exprimée en mg équivalent de catéchine (EC) par gramme de matière végétale sèche.

D'après les résultats obtenus notre extrait brut méthanolique contient 4,546 mg EC /g MS de flavonoïdes.

Tableau n°05: Dosage des flavonoïdes et des polyphénols totaux :

Extrait	Méthanolique
Quantité des polyphénols	14,782 mg EAG / g MS
Quantité des flavonoïdes	4,546 mg EC / g MS

5. Etude de l'activité anti-oxydante :

Les résultats d'une méthode ne donnent que des suggestions réduites sur les propriétés anti-oxydantes des extraits. La combinaison de plusieurs techniques complémentaires associant des mécanismes différents serait idéale pour une évaluation efficace et complète des potentiels

antioxydants chez une ou plusieurs espèces. Deux méthodes sont employées : piégeage du radical libre DPPH, Réduction du Fer FRAP (Ferric reducing antioxydant power).

5.1. Réduction du Fer : FRAP (Ferric reducing antioxydant power)

C'est une analyse de l'activité anti-oxydante qui est rapide, reproductible et facile à exécuter. Cette méthode est basée sur la capacité des polyphénols à réduire le fer ferrique Fe^{3+} en fer ferreux Fe^{2+} . La puissance de réduction est un des mécanismes antioxydants (Karagozler et *al.*, 2008). Dans notre travail, nous avons opté pour tester l'extrait brut de la partie aérienne pour notre plante étudiée. Les valeurs obtenues ont permis de tracer un courbe pour cet extrait. Les résultats représentés dans la figure nous ont montré que la capacité de réduction est proportionnelle à l'augmentation de la concentration de nos échantillons (Ozturk et *al.*, 2007 ; Su et *al.*, 2008 ; Liuk et *al.*, 2009).

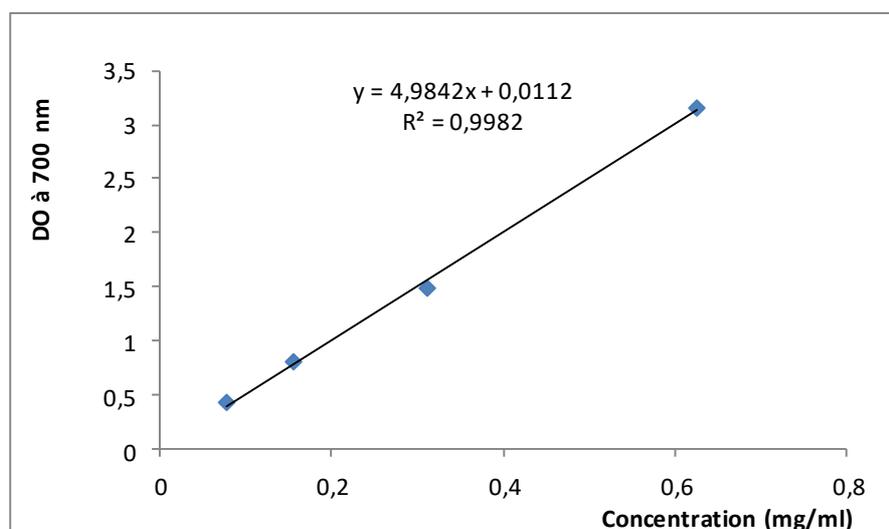


Figure n°12 : Pouvoir réducteur de contrôle positif (acide ascorbique)

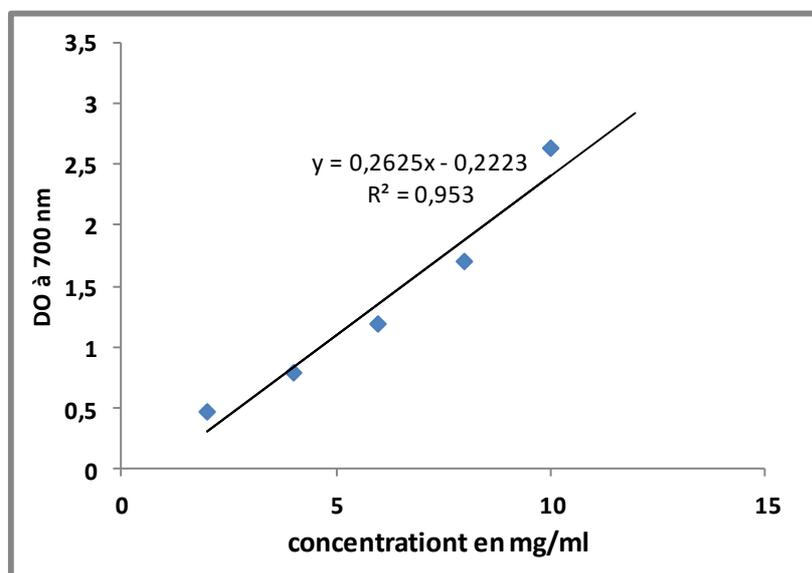


Figure n°13 : Pouvoir réducteur de l'extrait brut.

✚ Calcule d'EC₅₀ :

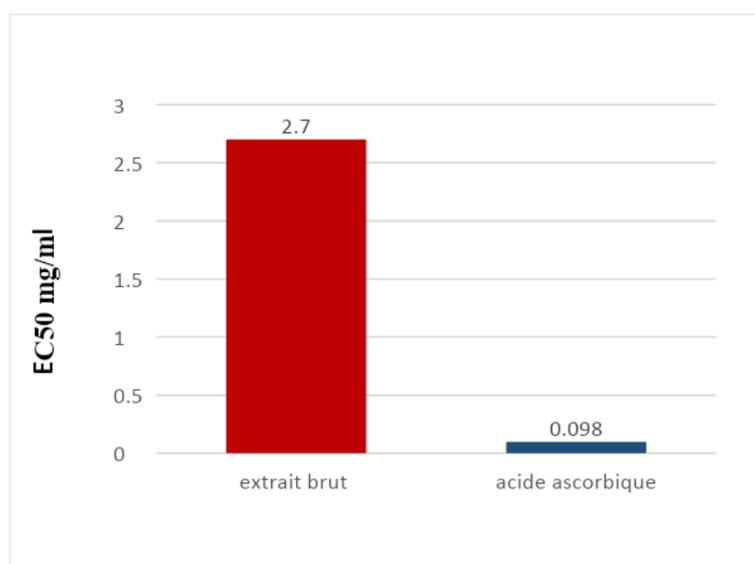


Figure n°14: Histogramme des valeurs des EC₅₀ de l'extrait brut et l'acide ascorbique

5.2. Inhibition du radical libre DPPH

L'activité anti-oxydante de l'extrait brut méthanolique vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne

Résultats et Discussions

par son passage de la couleur violette (DPPH) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517 nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances anti radicalaires. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de pourcentage d'inhibition en fonction de concentrations de l'extrait.

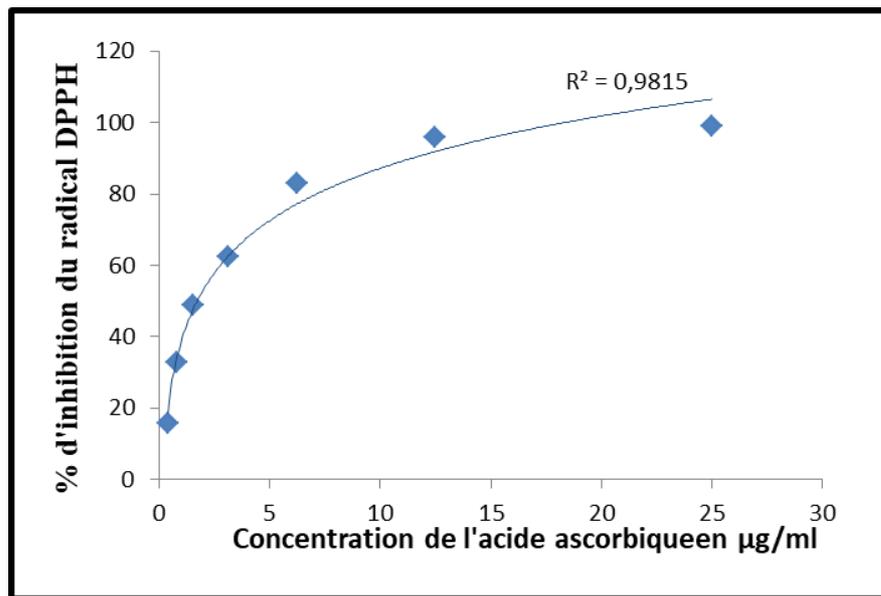


Figure n°15 : pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'acide ascorbique.

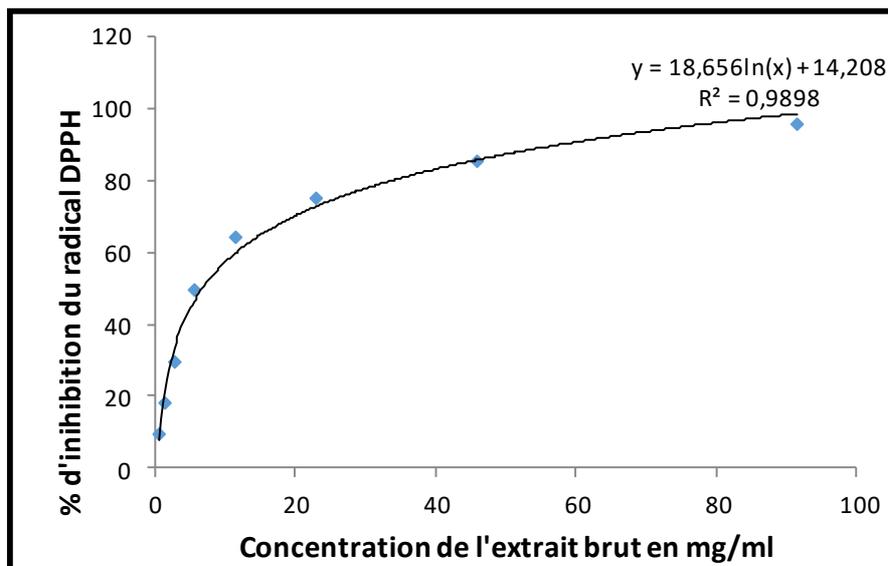


Figure n°16: pourcentage d'inhibition du radical DPPH par l'extrait brut .

✚ Calcule d'IC₅₀ :

La capacité anti-oxydante de notre extrait est déterminée à partir des IC₅₀, paramètres couramment utilisés pour mesurer l'activité anti-oxydante. C'est la concentration en extrait nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH dans une période de temps définie. Une valeur faible d'IC₅₀ correspond à une activité anti-oxydante plus élevée de l'extrait (Prakash et *al.*, 2007). Les IC₅₀ sont donc calculés à partir des équations des régressions des graphes représentés sur la figure n°17.

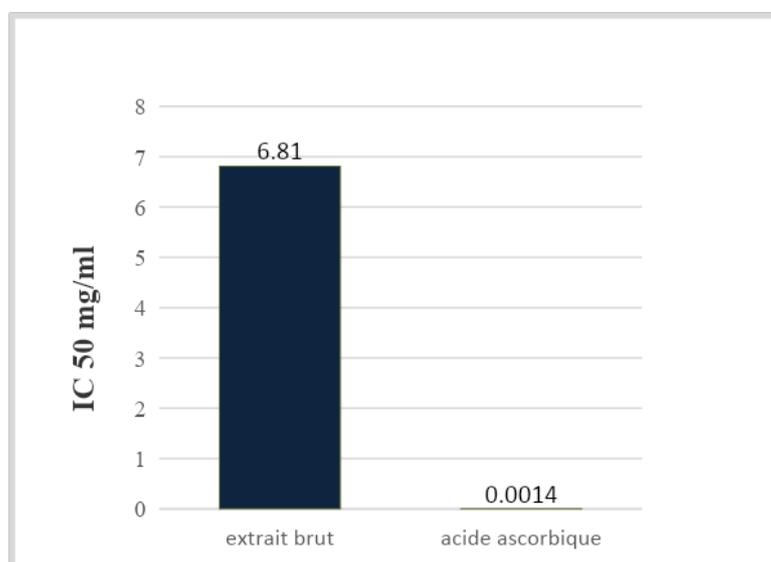


Figure n°17 : histogramme des valeurs des concentrations inhibitrices 50 de l'extrait brut et l'acide ascorbique

D'après les résultats obtenus dans l'histogramme illustré dans la figure on peut constater que notre extrait a un pouvoir anti-radicalaire faible par rapport au contrôle positif (l'acide ascorbique).

II. Discussion:

Le potentiel d'une plante médicinale est attribué à l'action de ses constituants phyto-chimiques (Oyedeji *et al.*, 2011). Ils sont produits comme métabolites secondaires, en réponse au stress environnemental ou pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux (Mohammedi., 2013). Un grand nombre d'effets biologiques sont raccordés à ces composés. Beaucoup de travaux ont décrit que les composés phénoliques sont connus par de nombreuses propriétés à savoir : l'anti-apoptotique, l'antivieillessement, l'anti-carcinogène, l'anti-inflammatoire, l'antiathérosclérotique, la protection contre les maladies cardiovasculaires, l'amélioration de la fonction endothéliale ainsi que l'inhibition de l'angiogenèse et la prolifération cellulaire (Han *et al.*, 2007). Mais on continue de s'interroger sur le l'impact réel de leur action anti-oxydante sur la santé humaine (Hennebelle *et al.*, 2004).

1. Secrinig chimique :

Les résultats des tests préliminaires de la composition phytochimique montrent qu'il n'y a pas de différences dans les groupes chimiques existants dans notre plante, par comparaison avec plusieurs travaux qui ont été réalisés sur le genre *Satureja* dont les auteurs avancent la présence des huiles essentielles, des flavonoïdes, des tanins, des acides phénols et des saponines (De Pooter et Schamp., 1986 ; Perez-Alonso *et al.*, 1993 ; Ristorecelli *et al.*, 1996 ; Ildiko *et al.*, 2009 ; Vârban *et al.*, 2009 ; Bougandoura et Bendimerad, 2013 ; Benkhedimallah et Kismoun., 2014).

En effet les flavonoïdes jouent un rôle dans la coloration des végétaux (Ribéreaugayon et Reynaud., 1968), dont elles protègent les plantes contre le stress hydrique et génère une tolérance aux métaux lourds présente dans les sols. Hors la plante, les flavonoïdes possèdent plusieurs effets pharmacologiques, ce sont des antioxydants réputés pour leur action anti radicalaire (Makhloufi., 2010).

Aussi on note dans les deux *Satureja* la présence de tanins, et ce composé donne un goût amer à l'écorce ou aux feuilles et les rendent impropres à la consommation pour les insectes ou le bétail (Eberhard *et al.*, 2005), mais ils sont aussi des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto oxydation des

lipides. Ils ont aussi la propriété de tanner la peau par création de liaisons entre les molécules de tannins et les fibres de collagène (Smythies., 1998). Ces tanins permettent aussi de stopper les hémorragies et de lutter contre les infections (Iserin., 2001).

2. Les rendements en extrait sec :

Les parties aériennes de la plante *Satureja candidissima* ont été soumises à un épuisement à froid dans du méthanol. Après évaporation à sec on a obtenu un extrait verdâtre pâteux qu'on a récupéré dans du méthanol.

D'après les résultats, on constate que notre plante a un rendement nettement supérieur (28.75%) et ainsi plus riche en composés solubles dans le méthanol que *Satureja calamintha* étudié par Bougandoura, 2011 qui a trouvé un rendement de 8.58% et l'étude faite par Labiod, 2016 sur *Satureja calamintha* sp *nepeta* des régions d'Annaba et Jijel avec des rendements de 14.6 et 12% respectivement.

Ces variations sont peut être dues aux différentes techniques d'extractions utilisées qui affectent ainsi le taux total en phénols et flavonoïdes (Lee et *al.*, 2003), ou aux conditions d'extraction telle le pH, la température, le rapport quantité de matière / volume du solvant et le temps d'extraction.

3. Dosage des polyphénols totaux:

La teneur en polyphénols a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin Ciocalteu, et exprimée en mg équivalent d'acide gallique par g de matière végétale sèche (mg EAG/g MS), en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Le taux de polyphénols existant dans l'extrait méthanolique calculé prouve que la plante *Satureja candidissima* avec un taux de 14,275 mg EAG/g MS est plus riche que l'espèce proche *Satureja calamintha* étudiée par Bougandoura et Bendimerad en 2013 à Tlemcen (2,968±0,809 mg EAG/g MS), mais moins riche que la même espèce de la région 131.28± 3.76 mg EAG/g MS étudiée par Labiod, 2016, et aussi des régions de Jijel et Annaba avec des taux de 264,666 ± 0.577 et 482,666 ± 2.516 mg EAG/ g Extrait respectivement (Kismoun et Benkhdimellah, 2014).

Plusieurs facteurs peuvent influencer les teneurs en polyphénols chez les différentes plantes, on peut compter des facteurs intrinsèques (génétiques) et extrinsèques (conditions

climatiques, les pratiques culturales, la maturité à la récolte et les conditions de stockage) (Podsdek., 2007).

La détermination de la teneur en phénols totaux donne une idée du potentiel antioxydant des extraits, mais elle ne peut pas être utilisée pour prédire le comportement antioxydant. En effet, il s'agit d'une méthode générale qui ne donne pas d'information concernant la nature des molécules phénoliques qui se trouvent dans les extraits. Par conséquent, on ne pourra pas établir une relation entre la quantité des phénols et l'effet antioxydant (Martha, 2008). C'est pour ça on a à faire à une étude du pouvoir antioxydant par des méthodes spécifiques à savoir la réduction de fer, et le piégeage de DPPH.

4. Dosage des flavonoïdes :

Selon notre travail sur *Satureja candidissima* et les autres études sur des espèces proches, les résultats quantitatifs des flavonoïdes, révèlent que l'extrait brut de *S.candidissima* contient 4,546 mg EC /g MS, une teneur mieux que celle rapportée par Bougandoura et Bendimerad, 2013 sur l'espèce *calamintha* de Tlemcen (1,280±0,077 mg EC/g MS).

Les teneurs élevées en composés phénoliques par comparaison aux flavonoïdes sont logiques étant donné que les flavonoïdes représentent les composés majoritaires des polyphénols (Boussahel, 2011). Ceci peut être aussi expliqué par une augmentation du métabolisme phénolique de la plante; en plus, l'existence d'une liaison avec les conditions climatiques défavorables et les conditions de collections telles que les températures élevées, la durée d'exposition solaire, la nature du sol et la saison de croissance (Djeridane et *al.*, 2005).

5. Activité anti-oxydante :

L'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques, a augmenté considérablement. Des recherches scientifiques dans diverses spécialités ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires (Sanchez-Moreno., 2002).

L'activité anti-oxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont le β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques. En effet, la plupart

des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés anti-oxydantes sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles (OH^\bullet) et superoxydes (O_2^\bullet) (Bartosz, 2003 ; Popovici *et al.*, 2009).

Diverses études ont déterminé expérimentalement les capacités des extraits naturels à piéger les radicaux libres. Cette activité dépend d'un certain nombre de paramètres : la dose, la structure, les substituant et le degré de polymérisation de la molécule (Uchida *et al.*, 1987 ; Kitagawa *et al.*, 1992).

5. La capacité de réduction de fer (FRAP):

Notre plante montre un $\text{EC}_{50} = 2,7\text{mg/ml}$ et nettement supérieur à celle de l'acide ascorbique ($\text{EC}_{50} = 0.098\text{mg/ml}$). On note ainsi que l'activité de l'extrait méthanolique de *S. candidissima* est comparable à celui rencontré dans l'étude de Bougandoura et Bendimerad en 2013 sur l'extrait méthanolique de l'espèce *calamintha*, ou à la concentration de $2,5\text{mg/ml}$, le pouvoir réducteur est largement supérieur ($\text{DO}=0,484$) par rapport à l'extrait aqueux, mais nettement inférieur à celui de l'acide ascorbique.

5.1. La capacité de piégeage de DPPH :

Une étude réalisée par Bougandoura et Bendimerad en 2013, sur des extraits méthanolique et aqueux de *S. calamintha*, montre que les extraits aqueux et méthanolique sont dotés d'un pouvoir antioxydant modéré, leur IC_{50} respective est de $1,876$ et $2,075$ mg/ml mais relativement faible que celle d'acide ascorbique dont la valeur est de l'ordre de $0,134\text{mg/ml}$. Cet extrait est plus active que l'HE de cette plante ($\text{IC}_{50} : 0.244 \pm 0.004$ mg/ml) enregistré par Attou en 2017.

Les extraits méthanolique de cette même espèce de provenance de Jijel, Annaba est aussi actifs avec des IC_{50} de 0.108 , 0.242 , 0.169 mg/ml respectivement (Kismoun et Benkhdimellah, 2014 ; Labiod, 2016).

Notre extrait méthanolique de *Satureja Condidissima* montre un IC_{50} égale 6.81 mg/ml inférieur à celle de l'acide ascorbique ($\text{IC}_{50} = 0,0014$ mg /ml) et celle de valeur enregistré par Attou, 2017 pour l'HE de *S.candidissima* égal (0.272 ± 0.008 mg/ml). Donc, l'extrait méthanolique de *S. candidissima* est moins antioxydant que son HE, les extraits et l'HE de *S.calamintha* rapportés dans les études antérieures.

De nombreuses tentatives ont été rapportées dans la littérature pour expliquer la relation structure-activité de certains composés antioxydants naturels (Es-Safi et *al.*, 2006). Il a été proposé que l'activité anti-oxydante est en relation avec le nombre de groupes hydroxyle sur le noyau des polyphénols (Cao et *al.*, 1997, Es-Safi et *al.*, 2006).

Mais pourquoi ces différences de pouvoir antioxydant entre des espèces proches sur le plan composition, comme le cas de nos deux *Satureja*, ou entre les effets de la même espèce mais provenant de divers zones d'études?, alors cela est due soit à la configuration spatiale des différents composants ou à l'emplacement des groupements fonctionnels, ou bien aux interactions synergiques ou antagonistes entre les constituants majeurs et mineurs d'une huile essentielle. Pour cela il était nécessaire d'évaluer l'effet antioxydant par (FRAP) et (DPPH) (Attou, 2017).

Enfin, toute plante s'adapte à son climat et aux changements environnementaux pour pouvoir synthétiser ces substances miraculeuses, qui servent non seulement pour se défendre des maladies, des herbivores et des prédateurs, mais aussi qui nous servent d'agents médicaux pour combattre les maladies et améliorer la santé (Attou, 2017).

Conclusion générale

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances bioactives, et d'autre part les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs qui se retournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme.

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés à l'étude phytochimique et du pouvoir antioxydant de l'extrait brut de *Satureja candidissima*.

En premier temps, on a réalisé un criblage phyto-chimique de *Satureja candidissima* ; une plante appartenant à la famille des lamiacées et qui n'a pas été bien étudiée sur le plan chimique. Lors de l'examen phyto-chimique du matériel végétal par des réactions colorées et de précipitation, les métabolites secondaires qui y sont contenus notamment les alcaloïdes, les flavonoïdes, les coumarines, les tanins, les saponines, les composés réducteurs et les stéroïdes ont été identifiés.

Pour étudier l'activité anti-oxydante, il existe plusieurs méthodes. Dans cette étude, deux méthodes ont été utilisées : l'activité de piégeage du radical DPPH, et la réduction du fer FRAP.

L'étude de l'activité antioxydante des extraits issus de l'espèce *Satureja candidissima* par la méthode de la réduction du fer et celle du piégeage du radical libre DPPH a montré que l'extrait méthanolique possède une activité anti-oxydante modérée. Cet extrait pourrait donc constituer une alternative à certains additifs synthétiques. Cette activité reste néanmoins nettement inférieure à celle de l'acide ascorbique, mais il s'agit d'extrait brut contenant un grand nombre de composés différents. Il est donc très probable qu'ils contiennent des composés qui, une fois purifiés, peuvent présenter une meilleure activité. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour identifier, isoler et purifier ces constituants.

Selon ces résultats, on peut conclure que l'étude phyto-chimique faite sur *Satureja candidissima* nous montre que cette plante représente une source naturelle et prometteuse de molécules chimiques qui peuvent posséder des activités biologiques très importantes.

Conclusion Générale

D'où il serait intéressant d'intensifier les recherches sur cette plante, évaluer d'autres activités biologiques dans le domaines sanitaire comme dans le domaine alimentaire surtout que cette plante est utilisée comme condiment par la population locale, et aussi réalisé d'autres extraits et fractions par des solvants avec des polarités différentes pour pouvoir extraire le maximum de composés actifs et pourquoi pas purifier les principes actifs, et enfin y arriver à des essais *in vivo* pour savoir si les extraits végétaux peuvent agir efficacement chez les êtres vivants comme *in vitro*.

Références bibliographique

-A-

- ❖ Adrian J. et Frangne R. ;1991 ; La science Alimentaire de A à Z ; Ed. Lavoisier, Paris.
- ❖ Attou A. ;2017 ; Détermination de la composition chimique de huilrs essentielles de quatre plantes aromatique et l'étude de leurs activités antioxydante et antimicrobienne ; Thèse de doctora en biologie ;p56-74.

-B-

- ❖ baba-aissa F. ; 2000 ; Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Ed. EDAS,Alger. Algérie ;368 p
- ❖ Bagamboula C.F., Uyttendaele M., Debevere J-Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri* Food Microbiology. ; 2004 ; Vol.21; pp33-42 .
- ❖ Bahorun t., gressier b., trotin f., brunet c., dine t.luyckx m. vasseur j., cazin m., cazin j. c., pinkas m.; 1996;Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung.* Vol. (46): 1086-1089.
- ❖ Barisevic D., Sona S., Della R., Tubaro A., Krasna A., Zupancic A.;2001;Topical anti-inflammatory activity of *Salvia officinalis* L. leaves: the relevance of ursolic acid. *J Ethnopharmacol. Mary*;75(2-3):125-32.
- ❖ Bartosz G.; 2003; Generation of reactive oxygen species in biological systems. *Comments on Toxicology*, 9, p: 5-21.
- ❖ Benayache S., Benaissa O., Amrani A., Bicha S., Zama D., Benayache F. et Marchioni E.; Free radical scavenging action of phenolic compounds from *Limonium Bonuelli* (Plumbaginaceae), 2013; *Scholars Research Library DerPharmacia Lettre.* 5(5):234-240
- ❖ Benhammou, N., Atik Bekkara F., Panovska T.K., Antiradical capacity of the phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. and *Pistacia atlantica* Desf., *Advances in Food Sciences*; 2007, 29 (3): pp 155-161,.
- ❖ Bertoneclj J., Dobersek U., Jamnik M., Golob T., Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, *Food Chemistry*; 2007; Vol. 105; pp 822-828.

Références bibliographique

- ❖ Bessas A., Benmoussa L., Kerarma M. ; Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie ; 2007.
- ❖ Beta T., Nam S., Dexter J.E., Sapirstein H.D., Phenolic content and antioxidant activity of pearled ulreat and roller – milled fractions, *Creal Chem*; 2005; pp 390 -393.
- ❖ Boudjouref M.; 2011 ; Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Thèse de Magister en Biochimie Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie. 99 p.
- ❖ Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Baudoux D., Skali N.S. and Abrini J-Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities- Congrès International de Biochimie. Agadir; 2006 ; Vol. 09; pp12.)
- ❖ Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran, A., Igc R.; Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae), *Food Chemistry*; 2008, Vol. 111; pp 925–929.
- ❖ Bruneton J. ; Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. Ed. Tec & Doc. 4ème ed, Paris. France ; 1288 p.
- ❖ Bruneton j.; 1999 ; Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales ;3^{ème} Ed. Techniques et documentations. Paris ; 1999 ;p :227-310-312-313-314, 494.

-C -

- ❖ Cao G., Sofic E., Prior R.L.; 1997;Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids; structure activity relationships. *Free Radic Biol Med*; 22: 749–60.
- ❖ Cavé A., Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2ème Ed. Tec. Et Doc. Ed. Lavoisier, Paris ; 1993; p: 274-285.
- ❖ Choudhury R.P., Kumar A., Garg A.N;Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behavior-*Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*; 2006; Vol. 41; p :825-832.
- ❖ Chu F.S., Mode of action of mycotoxins and related compounds. *Adv Applied Microbiology* ;1977; 22, 83-89.content of leaf extracts from *Dorystoechas hastate*, *Food Chemistry*, 111: 400-407.
- ❖ Cotelte N., Role of flavonoids in oxidative stress, *Current Topics in Medicinal Chemistry*; 2001; 1: 569-590.

Références bibliographique

- ❖ Cottiglia F., Loy G., Garau D., Floris C., Casu M., Pompei R., Bonsignore. ;L.Antimicrobial evaluation of coumarins and flavonoids from the stems of *Daphne.gnidium* L.; 2001; *Phytomedicine*. 8: 302–305
- ❖ Cowan M., *Plant Products as Antimicrobial Agents*. *Clin Microbiol Rev* ;1999; 12(4), 564.

-D -

- ❖ Dacosta Y., *Les phytonutriments bioactifs* ; Ed. Yves Dacosta, Paris ;2003 ;p : 317.
- ❖ Debray M., Jacquemin H., Razafindrambo. ; R.Travauxetdocuments de l'Orstom ;Paris,N°8 ;1971. Debray M., Jacquemin H., Razafindrambo R. ; Travaux et documents.
- ❖ Dimitrijevic S.I., Mihajlovski K.R., Antonovic D.G., Milanovic-Stevanovic M.R., Mijin D.Z- A study of the synergistic antilisterial effects of a sub- lethal dose of lactic acide and essential oils from *Thymus vulgaris* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Origanum vulgare* L *Food Chemistry*; 2007; Vol.104; pp: 774-782.ments de l'Orstom.,Paris, N°8. 1971.
- ❖ Dohou N., Yamni K., Tahrouch S. Idrissi Hassani L.M., Badoc A., Gmira N. Screening phytochimique d'une endémique Ibéro-Marocaine, *Thymeleae lythroides*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* ; 2003 ; Vol. 142; pp : 61-78.
- ❖ Dorman H.J.D., Deans S.G. ; 2000; *Antimicrobial agents from plants, Antibacterial activity of plant volatile oils*, *J of Applied Microbiology*, 88, p: 308-316.

-E-

- ❖ Ebrahimi S.N., Mirjalili J.H., Sonboli A., Yousefzadi M-Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phonological stages- *Journal Food Chemis*; 2008, Vol. 10; pp 1016 .
- ❖ Effendi L., Yajun Y., Functional expression of a P450 flavonoid hydroxylase for thebiosynthesis of plant-specific hydroxylated flavonols in *Escherichia coli*, *MetabolicEngineering*; 2008; 8(2):172-181.
- ❖ Elhabazi K., Dicko A., Desor F., Dalal A., Younos C., Soulimani R;Preliminary study on immunological and behavioural effects of *Thymus broussonetii* Boiss., an endemic species in Morocco-*Journal of Ethnopharmacology*; 2006; Vol 103,pp 413-419
- ❖ Es-Safi N., Kollmann A., Khlifi S. and Ducrot, P.H.;2007. Antioxydative effect of compounds isolated from *Globularia alypum* L. Structure activity relationship. *L.W.T*, 40: 1246-1252

-F -

Références bibliographique

- ❖ Fabri R.L., Nogueira M.S., Braga F.G., Coimbra E.S., Scio E.; *Mitracarpus frigidus* aerial parts exhibited potent antimicrobial, antileishmanial, and antioxidant effects.
- ❖ Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities .C. R. Biologies; 2008; Vol. 331 ; pp 372-379.
- ❖ Favier A., Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité chimique ;2003,N°269-27
- ❖ Fuhrman B., Lavy A., Aviram M., Consumption of red wine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation, The American Journal of CLINICAL NUTRITION; 1995; 61: 549-554.0, 108-115.

-G-

- ❖ Gachkar L., Yadegari D., Rezaei M.B., Taghizadeh M., Astaneh S.A., Rasooli I., Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils Food Chemistry; 2007; Vol.102; pp: 898-904
- ❖ Gherman C, Culea M, Cozar O-Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS-Talanta; 2000; Vol. 53; PP 253-262.
- ❖ Ghestem A., Seguin E., Paris M., Orecchioni A. M., Le préparateur en pharmacie dossier, 2^{ème} Ed. TEC&DOC, Paris ; 2001 ; p : 275.
- ❖ Gilbert B. L., Norris D. M.;1968 ; A chemical basis for bark beetle (*scolytus*) distinction between host and non-host trees. J Insect physiol. Vol. (14): 1063-1068
- ❖ Gorham J.; 1977; Lunularic acid and related compounds in liverworts, algae and hydrangea. Phytochemistry. Vol. (16):249-253.
- ❖ GURIB-FAKIM A.; 2006; Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Molecular Aspects of Medicine. Vol. (27): 1-93.

-H-

- ❖ Halliwell B., Free radicals and antioxidants, Nutrition Reviews; 1994; 52: 253-265.
- ❖ Harbone B. 'Phytochemical methods: A guide to modern technique of plant analysis';1998; Chapman and Hall, London
- ❖ Harborne J.B., Williams C.A., Advances in flavonoid research since ;1992; Phytochemistry ; 2000; 55: 481-504.

Références bibliographique

- ❖ Harrar A.E.N., 2012- Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Thèse de Magister Biochimie et physiologie expérimentale, Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie. 73 p.
- ❖ Haslam E.; 1994: Natural polyphenols (vegetable tannins): Gallic Acid metabolism. *Nat. Prod.* Vol. (11): 41-66.
- ❖ Hesse M., *Alkaloids – Nature's Curse or Blessing ?*, VHCA, Verlag Helvetica Chimica Acta, Zürich, Switzerland and WILEY-VCH, Weinheim, Germany; 2002.
- ❖ Hilan C., Sfeir R., Jawish D. et Aitour S-Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae-Lebanese Science Journal ; 2006 ; Vol.7 ; N°2.

- I -

- ❖ Ildiko B., Maria-Loredana S., Dominca R., Simona Codruta C. ;2009; HPLC quantification of some flavonoids in extracts of *Satureja hortensis* L. obtained by use of different technique . *Journal of Planar Chromatography-Modern TLC*,22(1), 25-28.
- ❖ Iserin P. et al. ; 2001 ; *Encyclopédie des plantes médicinales* , Ed 2 : Larousse.

- J -

- ❖ Jacques B. and André R. ; 2004, *Biochimie métabolique* Ed ellipses .Paris ; pp: 217-219-220-223-225.52.
- ❖ Jovanovic S. V., Steenken S., Tosic M., Marjanovic B., Simic M. G., Flavonoids as antioxidants, *JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY*; 1994; 116(11): 4846-4851

- K -

- ❖ Kansole M.M.R., Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* vahl et *Orthosiphon pallidus* royle ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso ;2009:
- ❖ Karagozler A; Erdag B; Calmaz Emek Y.;2008, Antioxydant activity and proline
- ❖ Khanbabae K., Ree T. R., Tannins: Classification and Definition, *Journal of Royal Society of Chemistry*, *Journal of Royal Society of Chemistry*; 2001, 18: 641-649.

- ❖ Khan I., Kulkari M.V., Gopal M., Shahabuddin; Synthesis and biological evaluation of novel angularly fused polycyclic coumarins: 2005, *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*. 15: 3584-3587.
- ❖ Kim D.O., Chun O.K., Kim Y. J., Moon H.Y., Lee C.Y. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric. Food Chem.*; 2003, Vol. 51(22); pp6509-6515
- ❖ Kitagawa S., Fujisawa H., Sakurai H. Scavenging effect of dihydric and polyhydric phenols on superoxide anion radicals, studied by electron spin resonance spectrometry. *Chem Pharm Bull* ; 1992, Vol. 40(2); pp : 304-307.

-L-

- ❖ Laure F., Etude de la composition chimique et de la biodiversité du *Calophyllum urophyllum* de Polynésie française. 2005. Thèse de doctorat. Université de Nice.
- ❖ Lebham., Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO) ; 2005.
- ❖ Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J et Lee C.Y.;2003; Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Theas and Red Wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. Vol. (3): 7292-7295.
- ❖ Liuk, L., Sun Y., Laura T., Liang, X., Ye H., Zeng, X.;2009; Determination of polyphenolic content and antioxidant activity of Kudingcha made from *Ilex kudingcha* C.J.Tseng, *Food chemistry*, 112: 35-4.
- ❖ Lugasi A., Hovari J., Sagi K.V.et Biro L. The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta. Biologica Szegedensis*; 2003,;1-4: 119-125.

-M-

- ❖ Maisuthisakul P., Suttajit M., Pongsawatmit R., Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some Thai indigenous plants, *Food Chemistry*;2007; Vol.100; pp :1409- 1418
- ❖ Marfak A. Radiolyse Gamma des flavonoïdes, étude de leur réactivité avec les radicaux ;2003 ; Thèse de doctorat. Université de Limoges

Références bibliographique

- ❖ Martin S., Tsitohaina R. ; 2002 ; Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. Vol. (51): 304-315.
- ❖ Martinez S., Correal E., Real D., Ortuño A., Rio J. A. D., Bituminaria bituminosa: a source of furanocoumarins of pharmaceutical interest; 2010,;27: 307-322.
- ❖ Maurice N. ; 1997 ; L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXI^e siècle. Ed. Tec et Doc, Paris. France. Pp 12-14.
- ❖ Marxen K., Vanselow K.H., Lippemier S., Hintze R., Ruser,A., Hansen, U.P.
- ❖ Matej S., Andreja V.,et Urska V. ;2002; Extracts, *Food Chemistry*, 111: 892-896.
- ❖ 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): 49-60
- ❖ Medic-Saric M., Jasprica I., Smolcic-Bubalo A., Mornar A., Optimization.
- ❖ Milane H., La quercétine et ses dérivés : molécule à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres, études et applications thérapeutiques ; 2004 ; Thèse de doctorat. Université de Strasbourg.
- ❖ Miller R.E., McConville M.J, Woodrow I.E-Cyanogenic glycosides from the rare Australian endemic rainforest tree *Clerodendrum grayi* (Lamiaceae)-*Phytochemistry*; 2006, Vol. 67; pp :43-51.
- ❖ Moreira M.R., Ponce A.G., De Valle C.E., Rouba S.I.; 2005; Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*LWT, 38, p: 565–570.

-N-

- ❖ Naghibi F., Mosaddegh M, Mohammadi M.S et Ghorbani A-Labiatae Family in folk Medicine in Iran : from Ethnobotany to Pharmacology-Iranian journal of pharmaceutical research ; 2005, vol. 2; pp 63-79.
- ❖ Naigre R., Kalck P., Roques C., Roux I. et Michel G.; 1996; Comparison of antimicrobial properties of monoterpenes and their carbonylated products, *Planta Medica*, 62, p: 275
- ❖ Newman d.j., cragg g.m.;2012 ; Natural Products As Sources of New Drugs over the 30 Years from 1981 to 2010. *J. Nat. Prod*. Vol. (75): 311-335.

-O-

❖ Ozturk M., Aydogmus-Ozturk F., Duru M.E., Topcu, G.;2007;. Antioxidant activity of stem and root extracts of rhubarb (*Rheum ribes*): an edible medicinal plant, *Food Chemistry*,106: 1264-1270

-P-

❖ Paris M., Hurabielle M., Abrégé de matière médicale, Pharmacognosie, Tome 1, Ed.Masson, Paris; 1981 ; p : 102-103-104-107.

❖ Paris R., Moyse H., Précis de matière médicale. Paris: Masson ;1969.

❖ Perez-Alonso M.J., Velasco-Neguerula A. et Lopez Saez J.A.; 1993; The volatiles of two *Calamintha* species growing in Spain, *Calamintha nepeta* (L.) Savi, *Acta horticulturae*. 333,p: 255-260

❖ Pandey KB. et Rizvi SI.; 2009- Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Vol. 2 (5) : 270 – 278.82- P

❖ Peking a., Picand b., Hacene k., Lokiec f., Guerin p.; 1987 ; Oligimères procyanidoliques (Endotélon) et système lymphatique. *Artères et Veines*. Publications médicales AGCF. Vol.(6): 512-513.

❖ Pandey KB. et Rizvi SI.; 2009; Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Vol. 2 (5) : 270 – 278

❖ Pooter. et Schamp. ; 1986 ; comparaison of the volatils composition of some *Calamantha satureja* spicies. In: *Progress in essential oil research*. Ed.E-j Brunk,Walter De Gruyter, Berlin.139-150p.

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

-Q-

❖ Quezel P. et Santa S., Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. C.N.R.S. Paris ; 1963.

-R-

Références bibliographique

- ❖ Ribéreau-Gayon P. ; 1968 ; Notion générales sur les composés phénoliques. In : les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod. PP :1-27.-
- ❖ Ricardo da Silva J.M., Darmon N., Fernandez Y. et Mitjavila S.; 1991; Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39, p: 549-1552.)
- ❖ Rizk A.M., Constituents of plants growing in Qatar. Fitoterapia ;1982; Vol. 52 (2); pp 35-42.
- ❖ Rota M.C., Herrera A., Martinez R.M., Sotomayor J.A., Jordan M.J., Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils-Food Control; 2008; Vol.19; pp :681-687)
- ❖ Kluwer., Dalian. China. operated since.; 1998,; 141 p.

-S-

- ❖ Sanchez-Moreno C.; 2002; Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems; International Journal of Food Science and Technology International 8; p:121-137.
- ❖ Schauenberg P., Paris F. ; 2005 ; Guide des plantes médicinales. Analyse, description et utilisation de 400 plantes. 2^{ème} édition. Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel. Suisse. 396 p.
- ❖ Scherer R., Godoy H.T., Antioxydant Activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method, Food Chemistry; 2009; Vol. 112; pp 654-658
- ❖ Seyoum A., Asres K., El-Fiky F.K., Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids, Phytochemistry; 2006; 67: 2058-2070.
- ❖ Siddhuraju P. et Becker K.; 2007; The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. Food Chemistry. 101(1), 10-19
- ❖ Smythies .R.; 1998; Every Person's Guide to antioxidants Ed: British Cataloging; p: 89-110.
- ❖ Stefanova T., Nikolova N., Michailova A., Mitov I., Iancovii., Zlabinger g.I., Neychev H., Enhanced resistance to *Salmonella enteric* serovar typhimurium infection in mice after coumarin treatment.; 2007; Microbes and infection. 9: 7-14.
- ❖ Su M.S., Shyu Y.T., Chien P.J. ; 2008 ; Antioxydant activities of vtrus herbal product

-T-

- ❖ The prevention of diseases. Acta. Biologica Szegedensis ;2003; 1-4: 119-125.
- ❖ Trease E., Evans W.C., Pharmacognosie. Billiare Tindall. London 13th Edition. P : 61.

Références bibliographique

❖ In Karumi Y., Onyeyili P.A. et Ogugbuaja V.O., Identification des principes actifs de l'extrait de feuilles de *M. balsamifera* (Baume du pommier). *Journal of Medicine and Scientific*; 1987; Vol.4 (3); pp 179-182. Nigeria. ISSN 1682-4474.

-U-

❖ Uchida S., Edamatsu R., Hiramatsu M., Mori A., Nonaka G., Nishioka I., Niwa M., Ozaki M. Condensed tannins scavenge active oxygen free radicals. *Med Sci Res*; 1987; 15, 831832.

-V-

❖ Valko M., Rhodes C.I., Moncol I., Izakovic M., Mazur M., Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact* ;2006; 160, 1-40

❖ Vârban D.I., Dura M., Vârban R., Muntean S.; 2009 ; Research Concerning the Organic Technology for *Satureja Hortensis L.*Culture. *Bulletin UASVM Agriculture*, 66(2), 225-229.

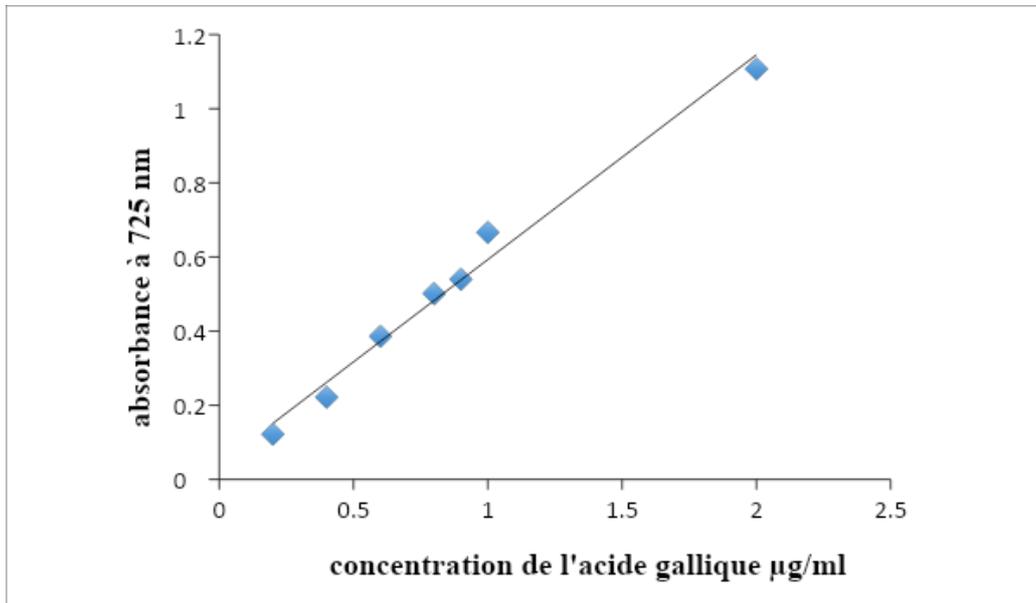
- W-

❖ Wong S.P., Leong L.P., Koh J.H.W., Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*; 2006; Vol. 99; pp 775-783.

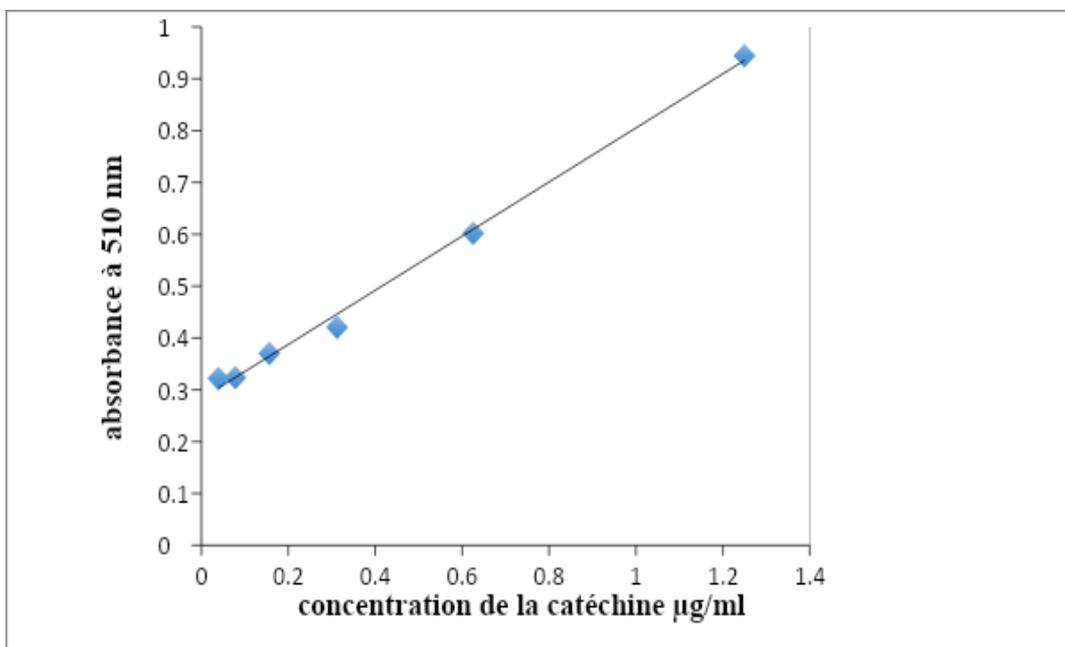
-Z-

❖ Ziegler J., Facchini P.J., Alkaloid Biosynthesis : Metabolism and Trafficking. *Annu Rev Plant Biol* ; 2008 ; Vol. 59; pp 735 – 769.

Annexe



Annexe 01 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux



Annexe 02 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

Résumé :

Satureja candidissima (Munby.) Briq., connue sous le nom «Nabta Elbida» est une plante médicinale de la famille des lamiacées, largement utilisée en médecine traditionnelle à l'échelle du monde Arabe et comme condiment alimentaire.

Cette étude porte sur l'étude phyto-chimique et l'évaluation de l'activité anti-oxydante de l'extrait méthanolique de la partie aérienne de cette plante.

Les tests phyto-chimiques révèlent la présence de différentes familles de composés chimiques comme les tanins, les composés réducteurs, les flavonoïdes et les polyphénols.

L'estimation quantitative des flavonoïdes et des phénols totaux par la méthode colorimétrique a montré que l'extrait méthanolique est riche en ces composés. L'évaluation du pouvoir antioxydant qui a été réalisée en utilisant la méthode du piégeage du radical libre DPPH a indiqué que notre extrait a une efficacité antioxydante considérable ($IC_{50} = 6,81 \text{ mg/ml}$) mais inférieure de celle enregistrée par l'acide ascorbique.

Et même qu'en utilisant la méthode du Réduction du Fer : FRAP (Ferric Reducing Anti-oxydant Power), la méthode qui est basée sur la capacité des polyphénols à réduire le fer Ferrique Fe^{3+} en fer ferreux Fe^{2+} , on trouve aussi une efficacité anti-oxydante ($EC_{50} = 2.7 \text{ mg/ml}$), mais l'extrait reste toujours moins actif que l'acide ascorbique ($EC_{50} = 0,484 \text{ mg/ml}$).

Mots clés: *Satureja candidissima*, phyto-chimie, activité anti-oxydante, polyphénols, flavonoïdes, FRAP, DPPH.

Abstrat:

Satureja candidissima (Munby.) Briq., known as Nabta Elbida, is a medicinal plant of Lamiaceae family, widely used in traditional medicine throughout the Arab world and as a food condiment.

This study concerns the phytochemical study and the evaluation of the antioxidant activity of the methanolic extract of this plant.

Phytochemical tests reveal the presence of different families of chemical compounds such as tannins, reducing compounds, flavonoids, and polyphenols.

The antioxidant activity of the extract is evaluated by two techniques, iron reduction (Ferric reducing antioxidant power or FRAP) and the trapping of the free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

The quantitative estimation of flavonoids and total phenols by the colorimetric method showed that the extract is rich in these compounds. The assessment of antioxidant potency using the DPPH free radical trapping method indicated that methanolic extract has considerable antioxidant effectiveness ($IC_{50} = 6.81 \text{ mg/ml}$) but inferior than ascorbic acid.

And even if using the iron reduction method: FRAP (Ferric reducing antioxidant power), the method that is based on the capacity of polyphenols to reduce iron, we also find an anti-iron effectiveness ($EC_{50} = 2.7 \text{ mg/ml}$), less than ascorbic acid ($EC_{50} = 0.484 \text{ mg/ml}$).

Keywords: *Satureja candidissima*, phytochemistry, antioxidant activity, polyphenols, flavonoids, FRAP, DPPH.

المخلص:

Satureja candidissima المعروفة باسم ; النابطة البيضاء، هو نبات طبي ، يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي في جميع أنحاء العالم العربي و كمنكه غذائي.

تتناول هذه الدراسة التعرف على العائلات الكيميائية للمستخلص الميثانولي للجزء الجوي للنبات وتقييم نشاطه المضاد للأكسدة. كشفت الاختبارات الكيميائية عن وجود عائلات مختلفة من المركبات الكيميائية مثل التانينات، المواد المضادة للاكسدة والفلافونويد والبوليفينول.

أظهر التقدير الكمي للفلافونويد والفينول الكلي بواسطة الطريقة اللونية أن المستخلص الميثانولي غني بهذه المركبات. أشار تقييم مضادات الأكسدة الذي أجري باستخدام طريقة إزالة الجذور الحرة DPPH إلى أن المستخلص له فعالية جيدة ($IC_{50} = 6.81 \text{ ملغم / مل}$) ولكنها أقل من تلك المسجلة لحمض الاسكوربيك.

وحتى عند استخدام طريقة الحد من الحديد FRAP ؛ الطريقة التي تعتمد على قدرة البوليفينول على تقليل الحديد ، نجد أيضاً تأثيراً مضاداً للحديد ($EC_{50} = 2.7 \text{ ملغم / مل}$) ، وبقدرة أقل من حمض الأسكوربيك أيضاً ($EC_{50} = 0.484 \text{ ملغم / مل}$).

الكلمات المفتاحية: *Satureja candidissima* ، الكيمياء النباتية ، نشاط مضادات الأكسدة، الفلافونويدات، البوليفينولات