

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie

Département d'agronomie



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOTECHNOLOGIE

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

Par

AOUAM ALDJIA

&

BOURIAHI ABDELHAMID

Thème :

Etude phytochimique, évaluation, *in vitro*, de l'activité antioxydante de la plante *Allium Cepa*

Soutenu le 26/06/2023 devant le jury composé de :

Président	Missoun Fatiha	MCA	Université de Mostaganem
Encadreur	Amari Nesrine Ouda	MCA	Université de Mostaganem
Examinateur	Rached Wahiba	MCA	Université de Mostaganem
Co-encadreur	Bakouri Hichem	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la faculté de faire et de terminer à bien ce mémoire de fin d'études, par sa volonté et sa facilité nous avons appris à être studieux, patients et vigilants durant toutes nos études.

Nous tenons à remercier en premier lieu l'université avec tous ses responsables, ses enseignants, et même nos collègues de nous avoir aidé à élaborer ce travail modeste soit-il.

Nous remercier aussi les membres des jury, Mme Missoun Fatiha, Rached Wahiba et Mr Bakouri Hicham, qui ont accepté d'examiner ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont spécialement vers Mme Amari Nesrine, qui nous a encadré, soutenu, et aidé de près à réaliser cette étude et de ce fait recevez madame ceci : 'Et tu es d'une moralité sublime'.

Je remercie Saadia Abbou, Rachida Belmerdja, Mokhtaría Bediaf, Rachida Benguenab ingénieurs de laboratoire pour leur soutien, et aide précieuse dans l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes parents, la lumière de ma vie, papa, mon idole, mon exemple, ma fierté et mon pilier dans la vie, qui a été toujours derrière moi à me pousser vers l'avant, maman, mon sucre d'orge qui m'a encouragée et soutenue depuis ma toute première année d'études, que dieu les protège et les préserve de tout mal, et à mon petit frère, ma petite joie, que dieu le garde.

Ma pensée à ma grand-mère 'Yemma' Allah yarhamha que j'aime beaucoup et que je ne pourrais oublier.

Sans oublier mes dédicaces à mes grands-parents et toute ma famille, spécialement mes cousins et cousines.

Aussi je dédie mon travail à mon amie Kawtar qui m'est très intime, pour son soutien moral, pour sa présence et son amour.

A mes chers amis et tous ceux que j'aime de loin et de près.

Au gens de l'ombre que j'estime énormément et que je respecte beaucoup pour leur sympathie et quiétude à mon égard, que dieu leur donne facilité dans leurs vies et les garde pour moi.

Enfin je dédie ce modeste travail à mon binôme Abdelhamid.

Aldjia

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents, qui m'ont toujours soutenu durant mes études et à mes sœurs.

A mes grands-parents, mon oncle, ma tante et chaque membre de ma famille du plus grand au plus petit.

A ma collègue de travail Aldjia et à tous mes collègues et étudiants de ma promotion.

Abdelhamid

Table des matières

Table des matières

Introduction 1

Partie bibliographique

Chapitre I : Plantes médicinales.

I. Plantes médicinales 3

I.1. Généralités 3

I.1.2. Origine des plantes médicinales 4

I.1.2.1. Plantes sauvages 4

I.1.2.2. Plantes cultivées 4

I.1.3. Méthodes de préparation et formes de présentation médicamenteuse 4

I.1.3.1. Méthode de préparation 4

I.1.3.2. Différents types d'extraits 4

I.1.3.3. Les procédures d'extraction les plus courantes 5

I.2. La phytothérapie 6

I.2.1. Historique 6

I.2.2. Définition de la phytothérapie 6

I.2.3. La phytothérapie en Algérie 7

I.2.4. Les bienfaits de la phytothérapie 7

I.3. Les métabolites des plantes médicinales 8

I.3.1. Les métabolites primaires 8

I.3.2. Les métabolites secondaires 9

I.3.2.1. Les composés phénoliques 9

I.3.2.1.1. Classification 9

I.3.2.1.1.1. Les acides phénoliques 9

I.3.2.1.1.2. Les flavonoïdes 10

I.3.2.1.1.3. Les tannins 10

I.3.2.1.1.4. Les coumarines 10

I.3.2.2. Les composés soufrés 10

I.3.2.3. Les terpènes 11

I.3.2.4. Les alcaloïdes 11

I.3.2.5. Les saponines 12

Chapitre II : Le stress oxydatif

II. Le stress oxydatif 13

II.1. Définition	13
II.2. Causes du stress oxydatif	13
II.3. Origine du stress oxydant	14
II.4. Les antioxydants	15
II.5. Stress oxydatif et pathologies humaines	16

Chapitre III : *Allium Cepa*

III. <i>Allium Cepa</i>	18
III.1. Historique et origine	18
III.2. Répartition géographique	18
III.3. Marqueurs morphologiques.....	19
III.3.1. Description du bulbe d' <i>Allium Cepa</i>	20
III.3.2. Description des feuilles d' <i>Allium Cepa</i>	20
III.3.3. Description des fleurs d' <i>Allium Cepa</i>	20
III.3.4. Description des graines d' <i>Allium Cepa</i>	21
III.4. Statistiques de production	21
III.5. Classification et description de l' <i>Allium Cepa</i>	22
III.6. Composition phytochimique de l' <i>Allium Cepa</i>	23
III.7. La valeur nutritionnelle de l' <i>Allium Cepa</i>	25
III.7.1. Vitamines et Minéraux.....	26
III.8. L'importance pharmaceutique de l' <i>Allium Cepa</i>	26
III.8.1. Effet anti-diabétique	26
III.8.2. Effet Cicatrisant	27
III.8.3. Effets anti-génotoxiques et antimutagènes.....	27
III.8.4. Effet antimicrobien.....	28
III.8.5. Effet antiparasitaire	28
III.8.6. Effet analgésique	28
III.8.7. Effet antipyrétique	28

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes.

I. Matériels et méthodes.....	31
I.1. Matériels végétal	31
I.2. Méthodes	31
I.2.1. Préparation de l'extrait	31
I.2.2. Analyse qualitative	32

I.2.2.1. Le screening phytochimique.....	32
I.2.3. Analyse quantitative.....	37
I.2.3.1. Dosage des polyphénols.....	37
I.2.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	38
I.3. Evaluation de l'activité antioxydante.....	39
I.3.1. Test de piégeage du radical libre DPPH.....	39
I.3.2 Activité « scavenger » du radical ABTS ⁺	40
I.3.3. Test du pouvoir antioxydant par réduction du Fer (FRAP).....	41
I.3.4. Détermination de la concentration inhibitrice (IC ₅₀).....	43
I.3.5. Analyse statistique.....	43
II. Résultats et discussion.....	45
II.1. Résultats.....	45
II.1.1. Le rendement de l'extraction.....	45
II.1.2. Etude qualitative.....	45
II.1.2.1. Screening phytochimique.....	45
II.1.3. Etude quantitative.....	46
II.1.3.1. Teneurs en composés phénoliques de l'extrait d' <i>Allium Cepa</i>	46
II.1.3.2. Evaluation <i>in vitro</i> de l'activité antioxydante.....	48
II.1.3.2.1. Test de piégeage du radical libre DPPH'.....	48
II.1.3.2.2. Activité « Scavenger » du radical ABTS ⁺	49
II.1.3.2.3. Test du pouvoir antioxydant par réduction du Fer (FRAP).....	51
II.1.3.2.4. Détermination de la concentration inhibitrice (IC ₅₀).....	52
II.1.3.2.5. Corrélation de DPPH, ABTS et le FRAP.....	53
II.2. Discussion.....	55
Conclusion.....	58
Références bibliographiques.....	60

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1	Répartition géographique de la plante <i>Allium Cepa</i>	19
Figure 2	Différentes parties de la plante <i>Allium Cepa</i>	21
Figure 3	<i>Allium Cepa</i> utilisé au laboratoire.....	31
Figure 4	Extrait d' <i>Allium Cepa</i> lyophilisé.....	32
Figure 5	Protocole de dosage des composés phénoliques.....	39
Figure 6	Protocole de dosage des flavonoïdes.....	40
Figure 7	Protocole d'étude de l'activité antiradicalaire DPPH.....	41
Figure 8	Protocole d'étude de l'activité antiradicalaire ABTS ⁺	42
Figure 9	Protocole d'étude de pouvoir réducteur fer (FRAP).....	44
Figure 10	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	47
Figure 11	Courbe d'étalonnage de la quercétine.....	48
Figure 12	Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux d' <i>Allium Cepa</i>	49
Figure 13	Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'acide ascorbique.....	49
Figure 14	Pourcentage d'inhibition du radical ABTS ⁺⁺ de l'extrait d' <i>Allium Cepa</i>	50
Figure 15	Pourcentage d'inhibition d'ABTS en fonctions des concentrations de Trolox.....	51
Figure 16	Absorbance de FRAP en fonction des concentrations de l'extrait aqueux d' <i>Allium Cepa</i>	51
Figure 17	Absorbance de FRAP en fonction des concentrations de (FeSO ₄) ₇ H ₂ O.....	52

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau.1	Liste des grandes familles de métabolites primaires.....	9
Tableau.2	Marqueurs morphologiques de l' <i>Allium Cepa</i>	19
Tableau.3	Tops 10 pays producteurs d' <i>Allium Cepa</i> au monde.....	22
Tableau.4	Classification hiérarchique de l' <i>Allium Cepa</i>	23
Tableau.5	Rendement d'extraction d' <i>Allium Cepa</i>	45
Tableau.6	Screening phytochimique de l' <i>Allium Cepa</i>	46
Tableau.7	Teneur en polyphénols de la plante <i>Allium Cepa</i>	48
Tableau.8	Valeurs des IC ₅₀ de l'extrait d' <i>Allium Cepa</i>	52
Tableau 9	Coefficients de corrélation entre l'activité antioxydante (DPPH, ABTS et FRAP) de l'extrait aqueux d' <i>Allium Cepa</i>	53
Tableau.10	Coefficients de corrélation entre les phénols totaux, les flavonoïdes et l'activité antioxydante (DPPH, ABTS et FRAP) l'extrait aqueux d' <i>Allium Cepa</i>	54

Résumé

Résumé

Allium Cepa connue sous le nom vernaculaire « البصل », est une plante de la famille des Amaryllidaceae utilisée dans la médecine traditionnelle algérienne pour ses propriétés importantes. Les antioxydants sont des substances chimiques qui sont naturellement présentes dans certains aliments, ces substances aident à la protection des cellules de l'organisme. Le présent travail a porté sur l'étude phytochimique de l'extrait aqueux issu des bulbes d'*Allium Cepa* et l'évaluation, *in vitro*, de son activité antioxydante ainsi que le dosage de sa teneur en polyphénols et en flavonoïdes. L'estimation quantitative des polyphénols et des flavonoïdes est déterminée par des méthodes colorimétriques en utilisant le Folin Ciocalteu et le Chlorure d'Aluminium, respectivement. Les propriétés antioxydantes ont été évaluées par le test du 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyl (DPPH), le 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique acid) (ABTS) et le pouvoir réducteur du fer FRAP. Les résultats phytochimiques montrent une présence de certaines molécules biologiquement actives telles que les flavonoïdes, les tanins, les tanins catéchiques, les anthocyanes, les protéines, les composés réducteurs, les stérols et triterpènes, les génines, les oses et holosides, les hétérosides (C-hétérosides, hétérosides cardiotoniques, O-hétérosides à génine réduites), les flavanones, les flavanes, leuco anthocyanes et les caroténoïdes, dans le bulbe d'*Allium Cepa* et une absence de certains composés tels que les mucilages, les saponosides, les alcaloïdes, les stupéfiants, les anthraquinones libres, les hétérosides cyanogéniques et les O-hétérosides, les coumarines, les catéchines, les pro anthocyanes, les flavones, les flavanols, les hétérosides flavonoïques, les isoflavones, les dihydrochalcones, les aures, les tanins galliques et les catéchols. Les résultats du dosage des polyphénols et des flavonoïdes suggèrent que l'extrait d'*Allium Cepa* est riche en ces métabolites secondaires. Par ailleurs, il révèle une activité antioxydante intéressante, où l'extrait des bulbes présente un excellent effet scavenger vis-à-vis du radical libre DPPH, et le test de d'ABTS. Les résultats du test ABTS ont démontré que l'extrait d'*Allium Cepa* a un pourcentage d'inhibition de 74,37 %. Les résultats du test DPPH ont démontré que l'extrait d'*Allium Cepa* a un pourcentage d'inhibition égal à 69,33% avec un $IC_{50}=1,32$ mg/ml. De plus, la méthode FRAP montrent que cet extrait possède un fort pouvoir réducteur avec une IC_{50} de $0,21 \pm 0,1$ mg/ml. *Allium Cepa* est une source potentiellement prometteuse d'antioxydants naturels et peut être utilisée pour prévenir l'apparition des maladies liées au stress oxydatif.

Les mots clés : *Allium Cepa*, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante.

Abstract

Allium Cepa known under the vernacular name "البصل", is a plant of the Amaryllidaceae family used in traditional Algerian medicine for its important properties. Antioxidants are chemicals that are naturally present in certain foods., these substances help to protect the body's cells. The present work focused on the phytochemical study of the aqueous extract from *Allium Cepa* bulbs and the evaluation, in vitro, of its antioxidant activity as well as the dosage of its polyphenol and flavonoid content. The quantitative estimate of polyphenols and flavonoids is determined by colorimetric methods using Folin Ciocalteu and Aluminum Chloride, respectively. The antioxidant properties were evaluated by the test of 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH), 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) and the potency FRAP iron reducer. The phytochemical results show the presence of certain biologically active molecules such as flavonoids, tannins, catechic tannins, anthocyanins, proteins, reducing compounds, sterols and triterpenes, genins, oses and holosides, heterosides (C-heterosides, cardiac glycosides, O-heterosides with reduced genin), flavanones, flavans, leuco anthocyanins and carotenoids, in the bulb of *Allium Cepa* and an absence of certain compounds such as mucilages, saponosides, alkaloids, narcotics, free anthraquinones, cyanogenic glycosides and O-heterosides, coumarins, catechins, pro anthocyanins, flavones, flavanols, flavonoid glycosides, isoflavones, dihydrochalcones, aurones, gallic tannins and catechols. The polyphenol and flavonoid assay results suggest that *Allium Cepa* extract is rich in these secondary metabolites. In addition, it reveals an interesting antioxidant activity, where the bulb extract has an excellent scavenger effect against the DPPH free radical, and the ABTS test. The results of the ABTS test demonstrated that the *Allium Cepa* extract has an inhibition percentage of 74.37%. The results of the DPPH test demonstrated that the *Allium Cepa* extract has an inhibition percentage equal to 69.33% with an $IC_{50}=1.32$ mg/ml. In addition, the FRAP method shows that this extract has a strong reducing power with an IC_{50} of 0.21 ± 0.1 mg/ml. *Allium Cepa* is a potentially promising source of natural antioxidants and can be used to prevent the onset of diseases related to oxidative stress.

Key words: *Allium Cepa*, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity.

الملخص

"البصل"، هو نبات من عائلة 'Amaryllidaceae يستخدم في الطب التقليدي الجزائري لخصائصه المميزة. مضادات الأكسدة هي مواد كيميائية توجد بشكل طبيعي في بعض الأطعمة. تساعد هذه المواد في حماية خلايا الجسم. ركز العمل الحالي على الدراسة الكيميائية النباتية للمستخلص المائي من بصيالات (*Allium Cepa*) وتقييم نشاطه المضاد للأكسدة في المختبر بالإضافة إلى جرعة محتواه من البوليفينول والفلافونويد. يتم تحديد التقدير الكمي لمركبات البوليفينول والفلافونويد بطرق قياس الألوان باستخدام الفولان وكلوريد الالمنيوم، على التوالي م تقييم الخواص المضادة للأكسدة باختبار 2,2-ثنائي فينيل 1-بيكريل-هيدرازيل (DPPH)، 2,2-أزينو-ثنائي (3-إيثيل بنزو ثيازولين-6-سلفونيك أسيد) (ABTS) وقوة حديد FRAP مخفض. تُظهر النتائج الكيميائية النباتية وجود بعض الجزيئات النشطة بيولوجيًا مثل مركبات الفلافونويد والعفص والتانينات الكاتيكانية والأنثوسيانين والبروتينات والمركبات المختزلة والستيرولات والتراي تيربين والجينين والجوز والهولوسيدات والهيثيروسيدا، سي-ايتيروزيد، جليكوسيدات القلب، او-ايتيروزيد مع جينين مخفض، فلافانول، فلافان، ليوكو أنثوسيانين، كاروتينات، في لبة البصل وغياب بعض المركبات مثل الصمغ، الصابونات، القلويدات، المخدرات، الأنثراكينونات الحرة، جليكوسيدات السيانوجين و او-ايتيروزيد، الكومارين، الأنثوسيانين الموالية، الفلافون، الفلافانول، جليكوسيدات الفلافونويد، الايسوفلافون، ثنائي الهيدروكلونات، الأورونات، العفص الغالي والكاتيكول. تشير نتائج اختبار البوليفينول والفلافونويد إلى أن مستخلص البصل غني بهذه المستقلبات الثانوية. بالإضافة إلى ذلك، فإنه يكشف عن نشاط مضاد للأكسدة مثير للاهتمام، حيث أن مستخلص البصلة له تأثير كاسح ممتاز ضد الجذور الحرة DPPH، واختبار ABTS. أظهرت نتائج اختبار ABTS أن مستخلص البصل له نسبة تثبيط 74.37%. أظهرت نتائج اختبار DPPH أن مستخلص البصل له نسبة تثبيط تساوي 69.33% مع تركيز $IC_{50} = 1.32$ مجم / مل. بالإضافة إلى ذلك، تُظهر طريقة FRAP أن هذا المستخلص لديه قوة اختزال قوية مع اس 50 ± 0.21 ملغ / مل. البصل هو مصدر واعد محتمل لمضادات الأكسدة الطبيعية ويمكن استخدامه لمنع ظهور الأمراض المتعلقة بالإجهاد التأكسدي.

الكلمات المفتاحية: البوليفينول، الفلافونويد، النشاط المضاد للأكسدة.

Introduction

Introduction

Depuis des dizaines de milliers d'années, humains et plantes coexistent. Il a l'habitude d'ingérer et de digérer différents types de plantes, souvent appréciées pour leurs propriétés médicinales et nutritionnelles. La frontière entre les propriétés nutritionnelles et thérapeutiques n'est pas toujours claire (**Iserin et al., 2001**). Connaître les plantes et rechercher leurs propriétés, leurs effets et leurs thérapeutiques s'est avéré essentiel pour découvrir de nouveaux principes actifs qui pourraient révolutionner la médecine (**Chebaibi et al., 2016**). Cependant, la recherche phytochimique reste très pertinente. C'est principalement parce que le règne végétal est la source importante d'une variété de molécules bioactives. Ce matériel végétal comporte un nombre de molécules multi-bénéfiques utilisées dans l'industrie, l'alimentation, la cosmétique et la dermatologie. Ceux-ci comprennent les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tanins, les lignanes, les terpènes et les flavonoïdes (**Abedini, 2014**).

La recherche constante de nouveaux médicaments à base de plantes a mené à trouver plusieurs métabolites susceptibles de développer des médicaments par isolation et élucidation de la structure, de la composition et de l'évaluation de la bio activité basée sur des compositions phytochimiques et leur utilisation en médecine conventionnelle (**Nascimento et al., 2020**).

Les plantes ont toujours été utilisées comme médicaments partout dans le monde. Ces plantes médicinales sont considérées comme moins toxiques et plus douces que les produits pharmaceutiques. Par conséquent, l'industrie pharmaceutique accorde une attention croissante aux études ethnobotaniques des plantes (**Dibong et al., 2011**).

De par son climat (méditerranéen, aride) et la nature de ses sols, l'Algérie possède une flore particulièrement riche en plantes médicinales et aromatiques dont la plupart existent à l'état spontané. La valorisation des plantes médicinales et aromatiques est un axe de développement particulièrement intéressant car elles sont sources de produits à haute valeur ajoutée (**Felidj et al., 2010**).

Les antioxydants naturels sont répandus dans les cultures vivrières et médicales. Ces antioxydants naturels sont notamment des polyphénols et les caroténoïdes, présentent un large éventail d'effets biologiques, notamment des effets anti-inflammatoires, anti-âge et anticancéreux. L'efficacité de l'extraction est essentielle pour examiner les sources d'antioxydants et faciliter leur

application dans les aliments fonctionnels, les médicaments et les additifs alimentaires (**Ping et al., 2017**).

L'oignon (*Allium Cepa L.*) est l'un des légumes les plus consommés et cultivés au monde. L'oignon (*Allium Cepa*) est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des amaryllidacées. Est riche en fibres alimentaires. Il contient une forte concentration de vitamine B6, de magnésium, de calcium, de potassium, d'acide folique et de phosphore ainsi que des vitamines et des minéraux. Le bulbe d'oignon, avec sa propriété aromatique, est la troisième épice horticole la plus importante avec une valeur commerciale considérable. En plus de ses vertus culinaires, *A. Cepa* est aussi traditionnellement utilisé pour sa valeur médicinale supérieure aux cultures indigènes. Plusieurs travaux ont été fait dans le but de valider ses prétentions traditionnelles (**Salwa, 2023**). Une étude est faite afin de démontrer les propriétés antioxydantes de l'*Allium Cepa*, en raison de leur richesse en composés bioactifs, dans le cadre général de la valorisation des plantes médicinales. Cette étude s'est focalisée sur les analyses qualitative et quantitative, les évaluations du potentiel antioxydant de l'extrait aqueux préparés à partir des bulbes de la plante : *Allium Cepa*.

Les principales parties de ce travail se résument comme suit :

La première partie a été consacrée aux données bibliographiques dont le premier chapitre concerne des généralités sur les plantes médicinales. Le deuxième aborde des notions sur le stress oxydatif et l'activité antioxydante. Le troisième chapitre décrit la plante étudiée *Allium Cepa* en détails.

La deuxième partie traite les conditions d'expérimentation dont le premier chapitre explique le matériel végétal utilisé et les différentes méthodes et techniques réalisées pour aboutir ce travail, et le deuxième chapitre présente les résultats phytochimiques et biologiques obtenus et les discute.

Enfin le travail a été clôturé par une conclusion perspective.

Partie bibliographique

Chapitre I

Les plantes médicinales

I. Plantes médicinales

I.1. Généralités

Selon la Xème édition de la Pharmacopée française (2012), les plantes médicinales "sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Ces plantes sont aussi utilisées pour des intérêts alimentaires ou hygiéniques. D'une autre façon, les plantes médicinales sont souvent employées en médecine traditionnelle et/ou moderne dont au moins une partie comporte une ou des substances qui possèdent des propriétés thérapeutiques (**WHO, 2002**).

Leur fonctionnement advient des composés phytochimiques (métabolites primaires ou secondaires) qui procèdent seuls ou de la synergie entre ces différentes molécules. La matière végétale utilisée en thérapeutique forme la drogue végétale. Elle peut être la plante entière, une ou plusieurs parties de plantes ou d'extraits (**Lehmann, 2013 et Limonier, 2018**). Ces drogues végétales proviennent de plantes sauvages ou cultivées. La teneur en principes actifs peut varier de manière importante, Il faut donc faire attention à l'origine géographique et aux conditions écologiques. La qualité finale de la drogue dépend des conditions de culture, de récolte, de séchage, de fragmentation et de stockage. (**WHO, 2000b et OMS, 2013**).

Les plantes médicinales sont bonnes pour la santé car elles contiennent des substances actives responsables de leurs effets thérapeutiques. De nombreuses espèces végétales peuvent entraîner des intoxications graves et même la mort. La toxicité des plantes est principalement due à l'utilisation prolongée, à l'utilisation à fortes doses et à l'utilisation de ces plantes par des personnes vulnérables. L'empoisonnement des plantes est courant dans la plupart des régions du monde. Certaines plantes sont classées comme toxiques à valeur médicinale, tandis que d'autres contiennent des composés potentiellement toxiques à des fins médicinales. Ce travail d'intégration concerne la collecte de données sur les plantes médicinales, alimentaires et aromatiques potentiellement toxiques. Ces plantes provoquent chaque année des intoxications légèrement différentes et parfois mortelles en Afrique du Nord, en Méditerranée et dans le monde. (**El Alami, 2021**).

I.1.2. Origine des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont caractérisées par deux origines. Ce sont les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", et les plantes cultivées (**Chabrier, 2010**).

I.1.2.1. Plantes sauvages

Ce sont les plus précédemment utilisées, leur répartition et développement sont en fonction de certains éléments tels que le type de sol et surtout du climat. Des conditions comme la température, la latitude, l'altitude, la composition du sol, peuvent avoir un impact sur ces plantes (**Chabrier, 2010**).

I.1.2.2. Plantes cultivées

Ces plantes permettent d'obtenir un bon rendement qualitatif et quantitatif homogène. En effet, la culture des plantes médicinales répond à des directives de l'OMS sur les bonnes pratiques agricoles et des bonnes pratiques de récolte relatives aux plantes médicinales (**WHO, 2003a**).

I.1.3. Méthodes de préparation et formes de présentation médicamenteuse

I.1.3.1. Méthode de préparation

Les préparations des produits végétaux utilisent des procédés de drogue préparatoires (concassage, broyage, pressage, exsudation ou extraction selon diverses techniques) pour atteindre la forme souhaitée avec des solvants appropriés (eau, éthanol, mélanges hydro-éthanoliques, glycérine, huile, acétone, et ainsi de suite). La méthode de préparation doit être surveillée et validée car elle affecte le contenu et la concentration des produits chimiques actifs. Si des solvants de classe II et III sont utilisés, leur teneur résiduelle doit être déterminée. Les poudres, les tisanes, les extraits fluides/mous/secs, les teintures mères, les glycérolés, les suspensions intégrales de plantes fraîches (SIPF) et les extraits fluides de plantes standardisées (EPS) sont tous des exemples de préparations. Le mode de préparation influence la forme, la composition et la quantité de principe actif recherché. Il n'y a pas de type de solvant pour l'extraction, mais la nature de ce dernier détermine les propriétés de l'extrait. Pour conserver les constituants recherchés, la méthode d'extraction doit être soigneusement choisie. Compte tenu de la corrosivité et de la toxicité de certains solvants, l'utilisation d'eau, puis d'alcool (éthanol), comme solvants est généralement appropriée pour la préparation de phyto-médicaments. (**Chabrier, 2010**).

I.1.3.2. Différents types d'extraits

Les extraits sont des préparations à base de médicaments à base de plantes qui sont soit liquides (extraits liquides et colorants), semi-solides (extraits mous ou fermes), soit solides (extraits scellés). Ces extraits peuvent être séchés à l'aide de diverses méthodes, notamment la lyophilisation, l'atomisation et l'évaporation induite par la chaleur (**Limonnier, 2018**). Ces extraits peuvent être mesurés, standardisés, quantifiés (ou normalisés) et purifiés. Les concentrations des extraits titrés sont ajustées à l'aide d'une substance inerte ou en associant différents lots d'extraits titrés, avec une tolérance acceptable à une concentration précisée en constituants à activité thérapeutique connue. Les extraits quantifiés sont ajustés à une gamme prédéterminée de constituants en combinant différents lots d'extraits. Les autres extraits sont classés selon leurs procédés de fabrication (solvant végétal, conditions d'extraction et état du médicament) et leurs spécifications (**Pharmacopée européenne, 2008**). Du fait de leur complexité chimique, les plantes médicinales ont une large gamme d'activités, c'est pourquoi elles ont fréquemment plusieurs usages thérapeutiques (**Société Française, 2007**).

I.1.3.3. Les procédures d'extraction les plus courantes

I.1.3.3.1. Infusion

Elle consiste à verser de l'eau bouillante sur des plantes au moment précis où l'eau entre en ébullition. Il faut alors couvrir le récipient et laisser infuser le temps nécessaire, de dix minutes à une heure selon les plantes (**Sassi, 2008**).

I.1.3.3.2. Macération

Le liquide de macération peut être de l'eau, de l'alcool ou du vinaigre. Dans le cas de la macération à l'eau, les plantes doivent être versées dans le liquide froid ou tiède pendant quelques heures (10 ou 12 heures). Les macérations à l'eau ne doivent pas dépasser une douzaine heures par risque d'oxydation et de fermentation du liquide (**Pierre et Lis, 2007**).

I.1.3.3.3. Décoction

Il s'agit de faire bouillir l'eau dans laquelle on a mis les plantes. Le temps d'ébullition va de 10 minutes à une demi-heure selon la (ou les) plante(s). Les décoctions sont généralement réalisées à partir des racines, d'écorce et de baies, auxquelles on ajoute parfois des feuilles et des fleurs (**Iserin, 2001**).

I.2. La phytothérapie

I.2.1. Historique

En termes d'utilisation des plantes pour traiter ou prévenir des maladies, on parle de phytothérapie. Les feuilles, les fleurs et les grappes associées, les racines et les plantes entières sont utilisées. Les plantes qui ont été cultivées ou celles qui ont poussé spontanément peuvent être utilisées, mais les règles de culture appropriées doivent être respectées. Les plantes peuvent être utilisées en interne ou en topique sous forme de tisanes, de gélules, de cosmétiques alcoolisés et de colorants à base d'extraits. La totalité de la plante comprend un certain nombre de constituants qui interagissent et agissent ensemble, contrairement à l'allo thérapie qui concentre une ou un petit nombre de molécules en quantité importante.

L'homme de Néandertal utilisait les plantes il y a 60 000 ans, et les chamois ont eu un rôle important dans la cueillette, l'apprentissage de l'utilisation et la transmission de la connaissance des plantes au cours de l'évolution d'Homo sapiens. L'utilisation des plantes pour la nutrition, le traitement de maladies spécifiques et pour parvenir à un monde plus spirituel était très répandue. Les Grecs, Hippocrate, Aristote, Théophraste, Galien, Dioscoride et les Romains ont enseigné la technique du traitement par les plantes en associant leurs connaissances à plus de 500 plantes médicinales répertoriées. En 529, le pape Grégoire le Grand interdit l'enseignement de la phytothérapie en France, et ce n'est qu'au début des années 1900 que le Moyen-Orient, l'Afrique du Nord et l'Espagne commencent à la pratiquer. Puis Avicenne (980-1037 ; distillateur) produit les premières huiles essentielles.

Au début du XIXe siècle, la morphine de l'opium, la strychnine vomitogène et la quinine de quinquina écorce ont été isolées. En fait, plusieurs systèmes thérapeutiques anciens et moins nocifs sont encore à la base de certaines civilisations, notamment chinoise, ayurvédique, arabe, tibétaine et indienne. (Létard et *al.*, 2015).

I.2.2. Définition de la phytothérapie

Les mots « phytothérapie » et « thérapeute » sont liés et peuvent être traduits respectivement par « plante » et « traitement ». Il est possible de profiter des qualités médicinales des plantes en les utilisant sous forme de préparations « galéniques » pour soigner ou prévenir des maladies grâce à l'étude des plantes médicinales dite de phytothérapie (Chemar, 2016).

I.2.3. La phytothérapie en Algérie

Les bénéfices spécifiques que les plantes médicinales ont pour la santé humaine expliquent pourquoi elles sont utilisées (**Dutertre, 2011**). Ils sont en fait utilisés de diverses manières, y compris l'infusion, la macération et la décoction. Racine, feuille et fleur sont des exemples de certaines ou de toutes leurs parties qui peuvent être utilisées (**Dutertre, 2011**).

L'homme utilise les plantes médicinales depuis près de 7 000 ans et certains animaux les utilisent également à des fins thérapeutiques. La plus grande variété de diversité biologique utilisée par les humains est constituée des quelque 35 000 espèces végétales utilisées dans le monde à des fins médicinales. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin critique malgré l'influence croissante du système de santé moderne. Leurs préparations à base de plantes contiennent un ou plusieurs principes actifs qui peuvent être utilisés à diverses fins thérapeutiques.

La place des plantes dans la médecine traditionnelle est importante en Algérie. Ils sont largement employés dans de nombreux domaines liés à la santé. Ces dernières années, l'utilisation de la phytothérapie pour traiter diverses maladies, dont le diabète, les rhumatismes (**Elqaj et al., 2007**).

I.2.4. Les bienfaits de la phytothérapie

La phytothérapie offre de nombreux avantages. Voyons donc quelques-uns des bienfaits de la phytothérapie et comment elle peut nous aider.

➤ Elle n'utilise pas de produits chimiques

L'objectif de la recherche en médecine naturelle est de s'éloigner de l'utilisation excessive de médicaments et de traiter les maladies sous-jacentes dont nous souffrons d'une manière beaucoup plus douce pour notre corps. L'automédication n'est pas une ligne de conduite recommandée. Par conséquent, miser sur la phytothérapie est une bonne idée.

➤ C'est une forme de thérapie économique

Nous sommes conscients du prix d'achat d'un sirop à la pharmacie. Mais que faire si une infusion de gingembre peut aussi avoir des effets très positifs sur l'apaisement de notre anxiété ? On peut utiliser la phytothérapie car c'est moins cher. Il suffit de savoir ce que vous recherchez.

➤ **Elle n'a presque jamais d'effets secondaires**

Ce troisième bienfait de la phytothérapie incite de nombreux médecins à conseiller à leurs patients sous traitement oncologique de l'utiliser. Ainsi, en utilisant des plantes, ils peuvent diminuer leurs nausées, se sentir mieux et être plus motivés pour vaincre leur maladie. Les plantes de phytothérapie peuvent être consommées par voie orale, topique, voire topique sous forme d'huiles essentielles. Pour sélectionner l'approche qui serait la plus efficace dans notre situation, il est crucial de prendre en considération les conseils des professionnels. **(Raquel Lemos Rodríguez, 2022).**

I.3. Les métabolites des plantes médicinales

L'ensemble du règne végétal produit des milliers de molécules organiques de faible masse qui ont été historiquement appelées métabolites secondaires. Ces molécules ont été fréquemment utilisées tout au long de l'histoire de la race humaine comme médicaments, épices, parfums, cosmétiques et substances antiparasitaires, ainsi que dans les rituels religieux et culturels **(Gaurav et al., 2015).**

Au cours des 150 dernières années, la recherche s'est concentrée sur l'examen de la variété chimique des métabolismes secondaires des plantes, conduisant à l'identification de nombreuses classes de composés, notamment les terpènes, les flavonols, les alcaloïdes, les phénylpropanoïdes, les glucosinolates et les polycétides. Ces composés secondaires ont été historiquement distingués des produits métaboliques primaires, notamment les sucres, les acides aminés, les acides nitriques et les acides gras, comme n'étant pas nécessaires à la survie des plantes **(Gaurav et al., 2015).**

Selon leur fonction au sein de l'organisme, les composants du métabolisme de la plante ont été divisés en deux catégories de métabolites primaires et secondaires **(Fernandez, 2019).**

I.3.1. Les métabolites primaires

Le métabolisme primaire regroupe l'ensemble des composants d'une plante nécessaires à son développement, sa reproduction et sa santé globale (métabolisme général).

Tableau.1 : Liste des grandes familles de métabolites primaires (**Fernandez, 2019**).

Famille des métabolites primaires	Les composés
Vitamines	<i>Vitamines B1, D3, K, A.</i>
Lipides	<i>Acide gras, glycérides, phosphomipides.</i>
Dérivés aminés	Protéines, acides aminés libres, peptides.
Saccharides	Monosaccharides, oligosaccharides et polysaccharides.

I.3.2. Les métabolites secondaires

La capacité d'une plante à s'adapter à des circonstances stressantes dans un environnement de croissance difficile et changeant, qui peut impliquer la production de certains types chimiques, est la synthèse de complexes de métabolites secondaires et d'interactions dans la stabilisation structurelle et fonctionnelle via des canaux et des processus de signalisation (**Mollavali et al., 2017**).

Un grand nombre de molécules secondaires sont biosynthétisées à partir de métabolites primaires et s'accumulent dans les cellules végétales (**Mollavali et al., 2017**).

I.3.2.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires (**Lin et al., 2016**) ils proviennent de deux voies métaboliques : la voie de l'acide shikimique et la voie de l'acide acétique (**Reis Giada, 2013**). Ce sont des Constituants, composés d'au moins un noyau benzénique sur lequel est fixé au moins un groupement hydroxyle libre ou bien engagé dans une autre fonction : éther, ester ...etc.) (**Dubray, 2010**). La plupart des composés phénoliques solubles sont synthétisés dans le réticulum endoplasmique intracellulaire des plantes et stockés dans des vacuoles (**Gan et al., 2018**).

I.3.2.1.1. Classification

Sur la base de leurs structures chimiques, les composés phénoliques peuvent être divisés en différents sous-groupes tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les lignines, les quinones (**Gan et al., 2018**).

I.3.2.1.1.1. Acides phénoliques

Le terme « acides phénoliques » décrit généralement les composés phénoliques ayant un groupe acide carboxylique. Ils sont l'une des principales classes de composés phénoliques végétaux (**Kumar et Goel, 2019**). Ils se trouvent dans la variété des aliments à base de plantes, à savoir les

graines, les peaux de fruits et les feuilles de légumes en contiennent les plus fortes concentrations. Ils sont utilisés dans les industries thérapeutiques, cosmétiques et alimentaires (**Kumar et Goel, 2019**).

I.3.2.1.1.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont une classe de composés largement présentés dans la nature (**Wang et al., 2018**). Les structures flavonoïdes sont basées sur un squelette de 15 atomes de carbone (C6 C3-C6) constitué de deux cycles benzéniques A et B liés via un cycle hétérocyclique C contenant de l'oxygène (**Grgic et al., 2020**). Les flavonoïdes jouent une variété d'activités biologiques chez les plantes, les animaux et les bactéries. Dans les plantes, ils sont responsables de la couleur et de l'arôme des fleurs et ils les protègent de différents stress biotiques et abiotiques. (**Panche et al., 2016**).

I.3.2.1.1.3. Tannins

Les tannins sont une famille complexe de composés poly phénoliques hydrosolubles. Synthétisés comme métabolites secondaires par de nombreuses plantes (**Feng et al., 2020**). Trouvé principalement dans l'écorce, les tiges, les graines, les racines, les bourgeons et les feuilles (**Das et al., 2020**). Ils ont un rôle fondamental dans la défense de la plante contre les insectes, les infections alimentaires, les champignons ou les bactéries (**Pizzi, 2019**).

Chimiquement, les tanins sont souvent divisés en deux groupes principaux : les tanins hydrolysables HT et les tanins condensés CT (**Adamczyk et al., 2017**).

I.3.2.1.1.4. Coumarines

Le nom de la coumarine a été tiré d'un mot français « coumarou » qui désigne la fève tonka, dont la dénomination botanique était à l'époque « coumarounadorata » (**Al-warhi et al., 2020**). Les coumarines constituent une large famille de métabolites secondaires que l'on trouve dans diverses espèces de plantes, champignons et des microorganismes (**Annunziata et al., 2020**).

I.3.2.2. Composés soufrés

En raison de leur abondance et de leur impact aromatique, les composés contenant du soufre constituent un groupe important. En particulier, le soufre est un composant essentiel présent dans les acides aminés cystéine et méthionine. Selon (**Kremer et al., 2015**), les sous-produits de la décomposition de ces molécules organiques comprennent des composés volatils hydrocarbonés et

alkyl-soufrés tels que les thiols et les sulfures (disulfures, trisulfures, etc.). Le soufre contient des molécules de faible poids moléculaire que l'on trouve fréquemment dans la nature, notamment des bactéries présentes chez les animaux, les plantes et les champignons. Ces molécules jouent un rôle crucial dans la biologie cellulaire. A cause de leurs propriétés chimiques particulières, telles que le nombre élevé d'états d'oxydation pouvant produire divers chémotypes aux fonctions variées, telles que l'activité redox, la liaison aux métaux et la catalyse, les atomes de soufre peuvent en fait être impliqués dans un large éventail de réactions. La forte réactivité du soufre contre les ROS et le NO est attribuée à la formation de radicaux qui causent des dommages oxydatifs et de nitrosothiols, médiateurs clés de la signalisation du NO, qui ont des effets thérapeutiques et physiologiques sur de nombreux tissus, dont le foie. Ensuite, selon (Milito et al. 2019), les caractéristiques des groupes sulfhydryle confèrent des activités biologiques majeures aux produits soufrés d'origine naturelle.

I.3.2.3. Terpènes

Les terpénoïdes ou isoprénoïdes, sont des produits naturels à base d'isoprène qui jouent un rôle fondamental dans le métabolisme de tous les organismes (Bergman et al., 2019). Ils sont une classe de produits naturels dérivés de l'acide mévalonique (AVM), qui sont composés d'une pluralité d'unités structurelles isoprène (C5) (Yang et al., 2020).

Les terpénoïdes exercent des fonctions écologiques essentielles pour les plantes telles que la défense contre les prédateurs, les agents pathogènes ou les concurrents, ainsi que la protection de l'environnement (Namdar et al., 2019).

I.3.2.4. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont parmi les composés métaboliques secondaires les plus actifs et les plus largement distribués dans le règne végétal, en particulier chez les angiospermes. Leurs structures contiennent un ou plusieurs atomes d'azote, soit en structures cycliques (vrais alcaloïdes), soit en chaînes latérales (pseudoalcaloïdes). Les alcaloïdes sont malheureusement bien connus comme poisons pour les animaux et fonctionnent probablement principalement comme des défenses chimiques contre les prédateurs (herbivores et carnivores) et, dans une moindre mesure, contre les bactéries, les champignons et les virus. Les alcaloïdes et les amines ont fréquemment des neurorécepteurs comme cibles moléculaires, ou ils peuvent affecter d'autres étapes de la transmission d'un signal neuronal, telles que l'absorption ou la dégradation des neurotransmetteurs ou des seconds messagers par les canaux ioniques ou les enzymes. D'autres alcaloïdes sont

mutagènes en ce sens qu'ils intercalent ou alkylent l'ADN. L'apoptose est causée par un certain nombre d'alcaloïdes qui interfèrent avec l'ADN, les télomères, la télomérase, la topoisomérase, le cytosquelette ou la synthèse des protéines (**Wink, 2015**).

I.3.2.5. Saponines

Les saponines forment un groupe important des métabolites secondaires végétaux qui sont répandus dans tout le règne végétal (**Desai et al., 2009**). Le mot « saponine » est dérivé du mot latin « sapo » qui signifie savon. Ces composés ont d'immenses propriétés moussantes lorsqu'elle est secouée avec de l'eau (**Biswas et Dwivedi, 2019**). Ils ont un squelette rigide d'au moins quatre cycles hydrocarbonés auxquels des sucres en groupe d'un ou deux sont attachés (généralement pas plus de 10 unités). Ils sont subdivisés en glycosides triterpénoïdes et stéroïdes (**Kregiel et al., 2017**).

Ils sont généralement trouvés dans les racines, les tubercules, les feuilles, les fleurs ou les graines (**Man et al., 2010**). Ils ont un rôle dans la protection et la défense des plantes contre les agents pathogènes et les attaques d'insectes (**Desai et al., 2009**).

Chapitre II

Le stress oxydatif

II. Le stress oxydatif

II.1. Définition

Le terme « stress oxydant » fait référence à la condition qui résulte d'un déséquilibre favorisant les espèces pro-oxydantes par rapport aux espèces antioxydantes. Ce déséquilibre résulte soit d'une génération accrue d'agents oxydants (radicaux libres et ROS) soit d'une altération des mécanismes de défense. Les premières études dans le domaine ont démontré le rôle important que jouent les intermédiaires oxygénés, également appelés radicaux libres, dans les phénomènes physiologiques et leurs effets délétères sur les processus cellulaires.

Favorisant le bon fonctionnement du métabolisme cellulaire, les réactions d'oxydation sont des processus courants et essentiels au sein de nos cellules. En fait, les réactions d'oxygénation se produisent tout au long de nombreux processus biologiques qui visent à maintenir un équilibre ou à synthétiser les molécules nécessaires. Au cours de la respiration, chaque cellule transforme par exemple l'oxygène en eau, le métabolisme cellulaire produit et utilise en permanence des espèces oxydatives. Cependant, comme tout phénomène significatif, un déséquilibre de ces réactions d'oxydation peut conduire à un dysfonctionnement cellulaire, appelé stress oxydatif. Le stress oxydant est vraiment une question d'équilibre (**Baraka-Vidot, 2014**).

II.2. Causes du stress oxydatif

De multiples enquêtes montrent que les facteurs alimentaires et les niveaux d'activité physique jouent un rôle important dans les modifications du stress oxydatif. De nombreux facteurs liés au mode de vie moderne augmentent significativement la production mitochondriale de ROS, une forte contribution de graisses saturées et de sucre, et l'inactivité physique. L'alcoolisme, le tabagisme et le manque de produits frais (qui contiennent des antioxydants) contribuent tous à une augmentation du stress oxydatif. Contrairement aux apparences, l'activité physique augmente réellement le stress oxydatif avec le temps. Cependant, au fil du temps, le stress oxydatif provoqué par l'exercice encourage la biogenèse, le maintien et l'élimination des mitochondries dysfonctionnelles, réduisant ainsi la production de ROS. De plus, le stress oxydatif provoqué par l'exercice améliore la défense endothéliale contre les radicaux libres d'oxygène. Ainsi, une activité physique constante entraîne une légère réduction du stress oxydatif. De plus, puisque les mitochondries sont le principal site de production de ROS, le dysfonctionnement des mitochondries

fournies et/ou acquises augmenteront significativement le stress oxydatif. En tant que source, les membranes mitochondriales sont exposées aux ROS par elles-mêmes ; cependant, les dommages oxydatifs à ces membranes peuvent également augmenter la production de ROS, conduisant potentiellement à un cercle vicieux. Il est important de noter que les monoamine-oxydase A et B, qui sont situées sur la membrane mitochondriale, produisent des ROS tandis que d'importants neurotransmetteurs de l'humeur et de la psychose comme la sérotonine, la noradrénaline et la dopamine sont métabolisés dans les cellules cérébrales. Le dernier point, mais non le moindre, est le stress psychologique - Un stress physiologique particulièrement intense - entraîne un certain nombre de modifications morphologiques et neurochimiques, dont le stress oxydatif (**Assies et al., 2014**).

II.3. Origine du stress oxydant

La production de quantités excessives d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) ou un dysfonctionnement du système antioxydant entraîne le stress oxydatif, selon **Kim et al. (2015)**. De nombreux facteurs contribuent au stress oxydatif, qui entraîne la formation d'espèces réactives à l'oxygène dans l'organisme. Les espèces réactives de l'oxygène comprennent des molécules non radicalaires qui sont chimiquement instables ainsi que des radicaux libres, ou des espèces qui sont asymétriquement équipées d'un électron. En conséquence, les espèces réactives de l'oxygène ont des propriétés pro-oxydantes vis-à-vis de leur environnement. Trois mécanismes physiologiques de production d'espèces réactives de l'oxygène sont typiquement décrits, dont la chaîne de transfert d'électrons au niveau des mitochondries et la flambée respiratoire des cellules phagocytaires, qui sont cruciaux pour la défense immunitaire. De même l'activité des enzymes de type oxydase. Il est important de noter l'activation d'enzymes comme la NADPH-oxydase (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate oxydase) et la myéloperoxydase (MPO) lors de réactions inflammatoires. En effet, ils permettent une création importante d'espèces réactives à l'oxygène. Ainsi, les oxydants jouent un rôle important dans l'inactivation et la destruction des micro-organismes par peroxydation et déstabilisation des membranes lipidiques, ainsi que par oxydation et inactivation de leurs protéines structurales. En oxydant leur matériel génétique (**De Moffarts et al., 2005**).

Outre, les interactions avec leur environnement, il existe d'autres sources ou moyens par lesquels les espèces réactives de l'oxygène peuvent générer de l'oxygène exogène. Par exemple, consommer des substances toxiques, respirer des substances oxydées ou oxydantes, ou même être

exposé à des radiations sont tous nocifs. Il existe de nombreux scénarios qui pourraient conduire à un stress toxique. Chaque composant cellulaire pourrait potentiellement interagir avec des espèces réactives de l'oxygène et conduire à son oxydation. Mais les lipides sont les cibles privilégiées des espèces réactives à l'oxygène, suivis des protéines et des éléments constitutifs du matériel génétique cellulaire. L'oxydation de ces composants cellulaires peut entraîner des anomalies du métabolisme cellulaire, telles que des modifications de la fluidité membranaire induites par la peroxydation des lipides ou une diminution de l'activité d'une enzyme suite à son oxydation (**De Moffarts et al., 2005**).

II.4. Les antioxydants

La protection antioxydante, qui comprend à la fois des molécules endogènes et exogènes, protège les systèmes biologiques de la toxicité des radicaux libres.

Les deux types de voies enzymatiques et non enzymatiques sont inclus dans les antioxydants endogènes.

Les trois principales enzymes antioxydantes sont la glutathion peroxydase (GSH-Px), la catalase (CAT) et la SOD. Comme mentionné précédemment, O₂ est converti par SOD en H₂O₂, qui est ensuite décomposé par CAT en oxygène et eau, accélérant la formation de radicaux hydroxyles. De plus, le GSH-Px transforme les peroxydes et les radicaux hydroxyles en formes non toxiques en oxydant le glutathion réduit (GSH) en disulfure de glutathion, qui est ensuite réduit en GSH par le glutathion réductase. La glucose-6-phosphate déshydrogénase et la glutathion-S-transférase sont d'autres enzymes antioxydantes.

Les antioxydants libres d'enzymes sont des molécules qui interagissent avec les RONS et complètent les réactions en chaîne des radicaux libres : la bilirubine, le tocophérol (vitamine E) et l'alpha-carotène sont présents dans le sang, tandis que l'albumine et l'acide urique représentent 85 % des anti-oxydants. -capacité oxydante dans le plasma.

Les antioxydants exogènes comprennent l'acide ascorbique (vitamine C), qui élimine les anions radicaux hydroxyle et superoxyde, l'α-tocophérol (vitamine E), qui est impliqué contre la peroxydation lipidique des membranes cellulaires, et les antioxydants phénoliques, qui comprennent les dérivés du stilbène (resvératrol, acides phénoliques, et flavonoïdes), les lécithines d'huile, le sélénium, le zinc et des médicaments tels que l'acétylcystéine.

Le stress oxydatif correspond à un déséquilibre entre la synthèse et l'élimination des RONS dû à une production en excès et/ou à une capacité réduite à les neutraliser ou à réparer les dommages qu'ils causent (**Liguori et al., 2018**).

II.5. Stress oxydatif et pathologies humaines

Lorsque les cellules ou l'un des tissus sont soumis à une production anormale de radicaux libres endogènes ou exogènes qui dépasse leurs capacités antioxydantes, on parle de stress oxydatif (**Favier, 2006**). L'équilibre entre les effets positifs et négatifs des radicaux libres est très délicat, cependant la création de ces radicaux peut être contrôlée par un organisme vivant. Enzymes, protéines, petites molécules antioxydantes et oligonutriments sont autant de composants des systèmes de régulation nécessaires à l'activité des enzymes. (**Kehili, 2018**).

La surabondance de radicaux libres non neutralisés par les défenses est très nocive pour les macromolécules indispensables à nos cellules, entraînant des anomalies de l'expression des gènes et des récepteurs membranaires, la prolifération ou la mort cellulaire, des troubles du système immunitaire, la mutagénèse et des dépôts de protéines ou lipofuscinon dans les tissus. De nombreuses maladies humaines ou animales intègrent donc dans leur pathogenèse le stress oxydatif, qu'il soit local ou systémique, ainsi que l'inflammation à laquelle il est fréquemment associé. Le stress oxydatif est le principal facteur déclenchant de nombreuses maladies graves, dont celles liées au vieillissement. C'est le cas des tumeurs malignes, des pathologies oculaires (telles que la cataracte et la dégénérescence maculaire) et des maladies neurodégénératives (telles que l'ataxie, la sclérose latérale et la maladie d'Alzheimer). L'exemple le plus illustratif est la sclérose amyotrophique latérale familiale, qui est causée par un défaut génétique dans le gène de l'enzyme antioxydante superoxyde dismutase. Le développement de la pathologie est secondaire dans de nombreuses autres maladies. Mais, le stress oxydatif contribue à ses conséquences immunitaires ou vasculaires. Cela est vrai pour les maladies infectieuses comme le sida ou le choc septique, le diabète, la maladie de Parkinson ou l'insuffisance rénale. Il apparaît donc crucial de tester les effets thérapeutiques de molécules antioxydantes naturelles ou synthétiques susceptibles d'agir dans la prévention des maladies dégénératives à condition qu'elles soient administrées très tôt dans le développement de mécanismes irréversibles et à doses modérées car la production basale de radicaux libres est essentielle à de nombreuses fonctions et ne doit pas être supprimée (**Favier, 2006**).

Chapitre III
Allium Cepa



III. *Allium Cepa*

III.1. Historique et origine

Allium Cepa est une plante qui a été utilisée par les humains depuis le Néolithique et ils sont encore utilisés partout dans le monde. Au cours de cette longue période, il y a toujours eu des gens qui ont apprécié l'utilisation des oignons et les ont utilisés en quantités considérables, mais il y a aussi eu ceux qui les ont rejetés et détestés (**Koch et Lawson, 1996**). Les oignons ont été cultivés dans le monde entier, en au moins 175 pays, pendant environ 5000 ans. Les anciens Égyptiens considéraient le bulbe sphérique comme un symbole de l'univers. Le nom est probablement tiré du latin inusité qui signifie « un », et les Romains ont introduit l'oignon en Grande-Bretagne, d'où il a peut-être été transporté vers les Amériques (**Burnie et al., 1999**). Le premier rapport écrit connu sur l'oignon vient des Sumériens et remonte à 2600-2100 av. Dans le papyrus Ebers, qui est basé sur les écrits et les connaissances de l'Égypte ancienne on découvre que le poireau jouait un rôle important dans le royaume de l'ancienne Egypte. Le grand médecin Hippocrate a suggéré l'oignon comme diurétique, laxatif et emmena-gogue. Il a également utilisé l'oignon pour le traitement de la pneumonie et, à l'extérieur, pour la cicatrisation des plaies putrides (**Koch et Lawson, 1996**).

III.2. Répartition géographique

L'*Allium Cepa* est une plante bulbeuse largement cultivée dans presque tous les pays (**Fig.1**) du monde. Selon les dernières statistiques disponibles de la FAO, en 2016, les principaux producteurs d'oignons étaient la Chine et l'Inde, suivies par l'Égypte et les États-Unis, l'Iran, la Turquie, la Fédération de Russie et le Pakistan., Bangladesh et Brésil. Les oignons produits dans les pays européens représentaient 10,9% de la production mondiale, l'Asie (65,5%) étant le producteur le plus important (**Marrelli et al., 2019**).

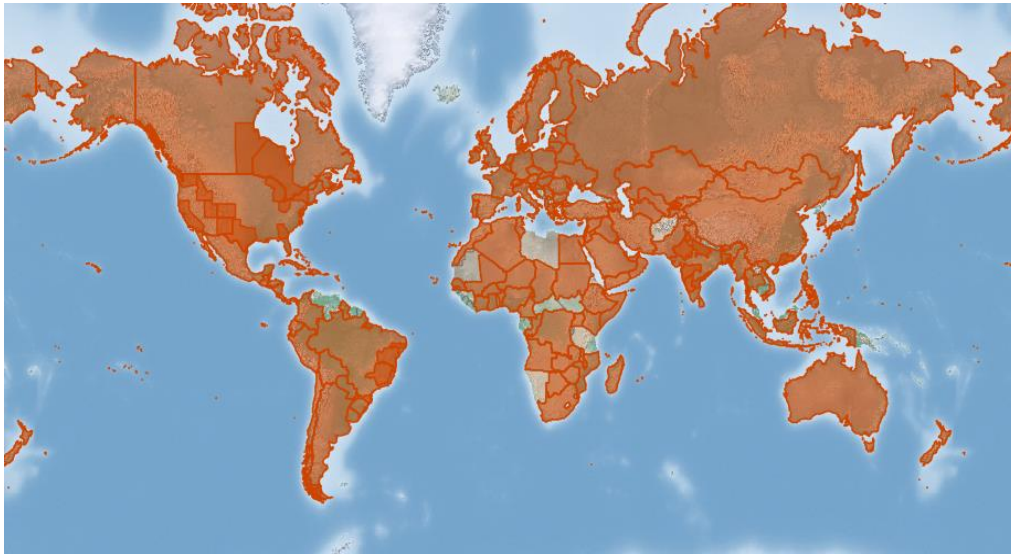


Figure.1 : Répartition géographique de la plante *Allium Cepa* (Marrelli et al., 2019).

III.3. Marqueurs morphologiques

Rouamba et al., (1997) signalent que la couleur et la forme des bulbes d'oignon sont les principaux descripteurs morphologiques (Tab.2) qui permettent de différencier les variétés d'Afrique. Vingt-huit marqueurs morphologiques ont été identifiés à partir de caractères des bulbes, des feuilles, des tiges, des fleurs et des graines de l'oignon. Si ces marqueurs sont facilement observés à l'œil, ils ont l'inconvénient d'être dominants, d'être influencés par l'environnement et de dépendre souvent du stade de développement de la plante (Cramer et al., 1999).

Tableau.2 : Marqueurs morphologiques de l'*Allium Cepa* (Cramer et al., 1999).

Organes	Locus	Déterminisme génétique
Bulbes	<i>I</i>	Inhibe la couleur des bulbes.
	<i>C</i>	Facteur de base de la couleur des bulbes.
	<i>R et L</i>	Contrôlent de façon complémentaire la production d'un pigment rouge
	<i>G</i>	Control la couleur jaune des bulbes ; l'homozygote gg donne la couleur chartreuse
	<i>P</i>	Contrôle la couleur violette.
Feuilles	<i>a</i>	Feuillage de couleur albinos : locus contrôlant le déficit de la chlorophylle des feuilles
	<i>y</i>	Feuillage de couleur jaune
	<i>pg</i>	Feuillage de couleur vert pale
	<i>gy</i>	Responsable de la brillance du feuillage
Graines	<i>b</i>	Couleur brune du tégument des graines
Fleurs	<i>Ea</i>	Anthères exposées : anthères ne se développant pas normalement autour des pistils
	<i>ya</i>	Contrôle la couleur des anthères jaunes

III.3.1. Description du bulbe d'*Allium Cepa*

Les bulbes des variétés de l'oignon diffèrent considérablement par leur forme (**Fig.2**) sphérique, aplatie, conique, allongée ; leur couleur ; leur gout et leur aptitude à la conservation (**Shigyo et al., 2008**). Blanche, jaune, brune, rouge ou violette, la couleur des bulbes a été utilisée comme un critère majeur pour analyser la diversité génétique, ainsi que pour classer, sélectionner et créer de nouvelles variétés de l'oignon (**Kim et al., 2009**). Les oignons d'Afrique de l'Ouest sont de couleur violette, blanche et parfois jaune, alors que les autres pays d'Afrique montrent une dominance des variétés à bulbes rouges ou jaunes (**Currah, 2002**).

La couleur est principalement régie par une série de gènes à hérédité mendélienne mono- et oligogénique (**Reiman, 1931**). La couleur blanche du bulbe peut être attribuée soit à un gène inhibiteur (II) de couleur incomplètement dominant, qui supprime toute coloration, soit à un gène récessif (*rr*) conduisant aux mutants incolores apparus dans les variétés de couleur rouge, jaune ou brune (**Davis et al., 1967**). Ces mutants ont servi de point de départ à la création de nouvelles variétés de l'oignon à bulbe blanc au Niger (**Nabos, 1976**). **Kim et al., (2004)** indiquent l'existence d'un autre allèle (*P*) indépendant qui contrôle la couleur violette des bulbes. Selon **Fossen et al., (1996)**, la présence des composés flavonoïdes de la famille des anthocyanes produit au niveau du bulbe des couleurs variant du rouge au violet.

III.3.2. Description des feuilles d'*Allium Cepa*

Les pigments chlorophylliens des feuilles de l'oignon sont variables et permettent d'identifier les types d'oignon. La couleur des feuilles des plantules de l'oignon peut être blanche, jaune, verte pâle ou verte. **Jones et al., (1944)** ont étudié le déterminisme génétique du déficit de la chlorophylle des feuilles de l'oignon. Les plantules albinos (*a*), jaunes (*y*), vertes pâles (*pg*) ont toutes des génotypes homozygotes récessifs et meurent immédiatement après la germination. Selon les mêmes auteurs, la brillance du feuillage, résultant de la présence de cire sur la surface des feuilles, est conditionnée par des allèles récessifs au locus (*gy*).

III.3.3. Description des fleurs d'*Allium Cepa*

Plusieurs loci régissent la stérilité mâle et la morphologie florale de l'oignon. Chez certaines plantes, les périanthes ne se développent pas normalement autour des anthères. **Davis (1966)** mentionne que ces traits font référence aux anthères exposées ou « *exposed anthers* » (*ea*) et sont conditionnés par les génotypes récessifs à ce locus (*ea*). Selon **Jones et al., (1944)**, la couleur des anthères est contrôlée par le locus *ya* (*yellow anthers*) : *ya ya* correspond aux plantes à anthères jaunes et *Ya Ya* ou *Ya ya* correspondent aux plantes à anthères vertes. En outre, le périanthe blanc a été signalé comme étant récessif et contrôlé par un seul locus (**Davis, 1966**).

III.3.4. Description des graines d'*Allium Cepa*

Les différentes variétés de l'oignon ont des graines à tégument noir ou brun. Selon **Davis (1966)**, la couleur du tégument des graines est déterminée par le locus *b* avec *B_* donnant un tégument noir et le génotype *bb* donnant un tégument brun.



Figure.2 : Différentes parties de la plante *Allium Cepa* (**Rabiou et al., 2015**).1:Feuilles, 2:Bulbe, 3:Racines, 4:Hampe florale qui porte des inflorescences à son sommet.

III.4. Statistiques de production

L'*Allium Cepa* est une plante bulbeuse biennale largement cultivée, avec une production mondiale de 74 250 809 tonnes sur une superficie de 4 364 000 hectares (**Tab.3**). La Chine et l'Inde sont les principaux pays producteurs d'oignons, suivis des États-Unis, de l'Égypte, de l'Iran, de la Turquie, du Pakistan, du Brésil, de la Fédération de Russie et de la République de Corée. La productivité de l'oignon est la plus élevée en République de Corée (66,16 t/ha), suivie des États-Unis (56,26 t/ha), de l'Espagne (53,31 t/ha) et des Pays-Bas (51,64 t/ha) ; la productivité moyenne dans le monde est de 19,79 t/ha. D'un point de vue économique, le commerce international des exportations d'oignons est de 6,77 millions de tonnes. Les Pays-Bas sont le plus gros exportateur d'oignons (1,33 million de tonnes), suivis de l'Inde, de la Chine, de l'Égypte, du Mexique, des États-

Unis, de l'Espagne et de l'Argentine. Le Bangladesh, la Malaisie, la Fédération de Russie, le Royaume-Uni, le Japon et l'Arabie saoudite sont les principaux pays importateurs d'oignons du monde. (FAO, 2016).

Tableau.3 : Tops 10 pays producteurs d'*Allium Cepa* au monde (FAO, 2016).

Rang	Pays	La production totales (Tonnes)
1	La chine	23 849 053
2	L'inde	19 415 425
3	Les États-Unis	3,320,870
4	L'Égypte	2,208,080
5	Iran	1,922,970
6	Turquie	1,900,000
7	Pakistan	1,701,100
8	Brésil	1,556,000
9	Russie	1,536,300
10	République Corréenne	1,411,650

III.5. Classification et description de l'*Allium Cepa*

L'*Allium Cepa* contient plus de 780 espèces (Burnie et al., 1999) avec une grande diversité de caractères morphologiques. Le nombre de chromosomes de l'*Allium Cepa* est de 16 (2n). Il a été classé par niveau hiérarchique (Tab.4).

L'oignon appartient à la famille des Amaryllidacées ; la plante est bisannuelle ou vivace (selon le cultivar) et sent mauvais lorsqu'on l'écrase (OMS, 1999). La plante a des racines fibreuses adventives peu profondes (Ranjitkar, 2003), un bulbe et des feuilles tubulaires. La tige atteint 100–200 cm de haut pendant la deuxième année de vie de la plante. Les feuilles vertes de la plante sont une extension des feuilles extérieures de stockage des aliments. L'inflorescence est en forme d'ombelle et se développe à partir d'un méristème apical en forme d'anneau. L'ombelle est l'agrégation de fleurs à divers stades de développement et contient 200 à 600 petites fleurs individuelles, bien que ce nombre puisse varier de 50 à 1 000 (Ross, 2001). Il est composé de

petites fleurs blanches ou blanc verdâtre qui poussent à l'extrémité de la tige la deuxième année de la plante. Le bulbe d'oignon a une forme allant de plat à globulaire, et les oignons sont généralement de trois couleurs : rouge, blanc, et jaune (Fritsch, 2005). Les fruits sont des capsules et contiennent des graines noires. Le bulbe est composé de bases de feuilles charnues et élargies. Le bulbe d'oignon comestible peut atteindre 10 cm de diamètre et il est composé de plusieurs couches superposées sur un noyau central. Les bases extérieures des feuilles du bulbe perdent de l'humidité et deviennent écailleuses au moment de la récolte, et les feuilles intérieures s'épaississent à mesure que le bulbe se développe. La majorité des espèces d'oignon poussent dans des terres ouvertes, ensoleillées et sèches, principalement dans des climats humides. Cependant, les espèces d'*Allium* ont été adoptées dans d'autres niches écologiques du monde (Fritsch et Friesen, 2002).

Tableau.4 : Classification hiérarchique de l'*Allium Cepa* (Burnie et al., 1999).

Royaume	Plantae
Sous-royaume	Tracheobio
Super-division	Spermatophyta
Division	Liliopodes
Sous-classe	Liliales
Ordre	Liliacées
Genre	<i>Allium</i>
Espèce	<i>Allium Ceoa</i> L.

III.6. Composition phytochimique de l'*Allium Cepa*

L'oignon est une source importante de contenus nutritionnels tels que les flavonoïdes. Il est particulièrement riche en trois composés phytochimiques importants, à savoir les flavonoïdes, les composés organosoufrés et les fructanes. Ces substances sont connues pour leurs effets bénéfiques sur la santé.

Les oignons sont les principaux fournisseurs de flavonoïdes et de composés organosoufrés qui sont de puissants antioxydants. Si nous examinons les paramètres qui contribuent aux propriétés

antioxydantes des oignons, nous pouvons constater une diminution de la gamme d'acide ascorbique. Sa concentration varie actuellement de 1,18 à 3,89 mg/100 g de poids frais (PF). Dans les variétés d'oignons sauvages, la teneur en acide ascorbique a été identifiée comme étant généralement comprise entre 5,0 et 10,0 mg/100 g de poids frais FW (**Kandoliya et al., 2015**).

Les constituants organosoufrés des oignons sont principalement composés de quatre sulfures de diallyle : le diallyltétrasulfure (DTTS), le diallylmonosulfure (DMS), le diallyltrisulfure (DTS) et le diallyldisulfure (DDS). Les di- et tri-sulfures étaient les principaux composés extraits par distillation à la vapeur de la fraction volatile de l'oignon. Les principaux composants contenant du soufre dans les oignons sont les sulfoxydes de la cystéine, tels que l'allicine. Ils agissent comme intermédiaires biosynthétiques pour les ACSO et agissent également comme peptides de stockage. Les composés volatils, y compris l'allicine et les composés soufrés liposolubles tels que le disulfure de diallyle (DADS) et le sulfure de diallyle (DAS) proviennent de différentes voies métaboliques dans les légumes (**Lancaster et Shaw, 1989**).

L'odeur et le goût uniques de l'huile d'oignon sont dus à la présence de ces composés (**Lanzotti, 2006**). En plus de ces composés soufrés et des flavonoïdes, il existe plusieurs autres ingrédients présents dans les oignons tels que les lectines (très abondantes), les prostaglandines, la pectine, le fructane, l'adénosine, la biotine, les phospholipides, les acides gras, les glycolipides, l'acide nicotinique et les vitamines B1, B2, B6, C et E. Ses effets biologiques font l'objet d'études depuis plusieurs décennies.

Outre les constituants mentionnés ci-dessus, la présence de certaines sapogénines et saponines stéroïdiennes a également été signalée dans les oignons. Ces composants jouent un rôle important dans les activités pharmacologiques et biologiques et possèdent des propriétés antibactériennes, antithrombotiques, anti-inflammatoires, antitumorales, antifongiques et hypocholestérolémiques (**Fenwick et al., 1985**). La présence de composés S volatils donne aux oignons une saveur piquante.

Les oignons sont connus comme une excellente source de flavonoïdes. La sous-classe des flavonoïdes, qui comprend la quercétine, est considérée comme l'un des principaux flavonoïdes nutritionnels des oignons. D'autres flavonols tels que la quercétine, l'isorhamnétine et le kaempférol ont également été trouvés dans les oignons (**Lanzotti, 2006**). Les métabolites secondaires (phénoliques) présents dans les oignons ont un effet antioxydant et provoquent des cycles

aromatiques hydroxylés (Nutila et al., 2003). Les composés phénoliques sont des contenus antioxydants importants des plantes (Farhat et al., 2020).

III.7. La valeur nutritionnelle de l'*Allium Cepa*

En fait, les plantes d'oignon ont de nombreux avantages pour la santé en raison de leur contenu nutritif. La fibre brute dans les produits alimentaires est de plus en plus reconnue comme un agent utile pour contrôler les processus oxydatifs et comme ingrédient fonctionnel dans les aliments. De plus, les fibres brutes dans l'alimentation sont nécessaires à la digestion et à l'élimination des déchets (Pan et al., 2019). Les fibres provoquent la contraction des parois musculaires du tube digestif, ce qui contrecarre la constipation (Samydurai et al., 2012).

A. cepa. L ont une forte teneur en humidité. Ses variétés sont sensibles à la détérioration et doivent être protégées des risques environnementaux. Pour cette raison, ils sont susceptibles d'être infectés par des micro-organismes. En raison de la forte teneur en humidité des légumes crus, l'eau nécessaire à leur digestion est minime. Cela assure une digestion plus rapide, moins de pression sur le système digestif et une meilleure assimilation. (Kwenin et al., 2011).

L'examen de la composition des éléments minéraux présents dans les oignons a révélé que le calcium et le fer sont respectivement essentiels au développement osseux et à la production d'hémoglobine. En plus de cela, de nombreux avantages importants pour la santé sont associés à l'oignon lorsqu'il est consommé cru en salade. Les oignons sont très importants dans l'industrie alimentaire en raison de leur riche contenu nutritionnel. Cependant, des recherches supplémentaires doivent être menées pour trouver des moyens de préserver le contenu nutritionnel précieux (pour la santé humaine) des oignons transformés par l'utilisation de technologies appropriées (Vance et al., 2003).

Dans les deux variétés d'oignons (*Allium cepa L.*), le sodium s'est avéré nettement inférieur au potassium. Il a été établi qu'un régime pauvre en sodium est utile dans la prévention de l'hypertension artérielle, tandis qu'un taux élevé de potassium protège contre les effets d'une consommation excessive de sodium. Le zinc, un constituant des oignons, joue un rôle important dans le maintien du bon fonctionnement du métabolisme des acides nucléiques et du système reproducteur (Atukorala et al., 1987). Les bulbes d'oignons sont enrichis en vitamine C, en fibres alimentaires et en acide folique. Les composés antioxydants présents dans les oignons aident à

combattre l'inflammation. Ils sont enrichis de fibres hautement solubles appelées fructanes. Les oignons contiennent une faible quantité de calcium, de fer, de folate, de magnésium, de phosphore et de potassium. Ces minéraux ont un effet significatif sur la santé humaine (**Fernandes et al., 2015**). Les oignons crus contiennent 9 à 10 % de glucides sous forme de glucose fructose (**Gennaro et al., 2002**). Les fibres représentent 0,9 à 2,6 % du poids total de l'oignon. Les fibres de fructane présentes dans l'oignon aident à nourrir les bonnes bactéries dans l'intestin (**Martín-Cabrejas et al., 2002**). Ils contiennent une petite quantité de protéines (moins de 1 gramme).

III.7.1. Vitamines et Minéraux

Les oignons contiennent de nombreuses vitamines et minéraux. Ils sont une riche source de vitamine C, vitamine B, en particulier B6. La vitamine C aide à maintenir les fonctions immunitaires et est nécessaire à la santé de la peau et des cheveux. La vitamine B est nécessaire à la croissance et aux activités métaboliques, en particulier pendant la grossesse. La vitamine B6 aide à la formation des globules rouges. Les oignons contiennent également des minéraux tels que le potassium et le calcium. Ces minéraux sont nécessaires au bon fonctionnement du cœur car ils abaissent la tension artérielle. Le calcium est également présent dans les oignons et aide à renforcer les os (**Mlcek et al., 2015**). Les oignons ont différentes variétés dans différentes régions du monde. Ils varient le contenu en termes de contenu tels que les vitamines, les glucides et les fibres présentes (**Islam et al., 2013**).

III.8. L'importance pharmaceutique de l'*Allium Cepa*

III.8.1. Effet anti-diabétique

Les oignons sont utilisés pour traiter le diabète et ses complications (**Mootoosamy, Mahomoodally, 2014**). Chez les rats gras diabétiques Zucker (ZDF), les oignons ont un effet anti-obésité. L'utilisation régulière d'oignons rouges crus dissout les graisses et aide les femmes obèses à perdre du poids (**Yoshinari et al., 2012**). Le diabète de type 2 et d'autres conditions liées au mode de vie sont également traités avec de la soupe à l'oignon (**Ebrahimi-Mamaghani et al., 2014**). L'extrait récupère la fonction α -glucosidase des intestins, régule les pics de glycémie postprandiale dans les modèles de rats Sprague Dawley (SD) et protège les souris de la neuropathie diabétique. Chez les rats diabétiques, il augmente l'hyperglycémie et la résistance à l'insuline causées par un régime riche en graisses et la streptozotocine. L'*A. Cepa* (oignon rouge) présente des symptômes d'hypoglycémie chez les patients diabétiques de types 1 et 2 (**Bhanot et Shri, 2010**). Dans le

modèle de rongeurs diabétiques à base de streptozotocine à régime riche en graisses, les bulbes alimentaires d'*A. Cepa* ont montré des propriétés antidiabétiques. L'oignon est une plante médicinale saine qui est utilisée pour traiter les patients diabétiques. Tous les ingrédients antidiabétiques, y compris les oignons, peuvent être utilisés pour traiter le diabète sucré (**Miron et al., 2008**). Chez les rats diabétiques induits par l'alloxane, *A. Cepa* a un impact hypoglycémiant. De plus, les oignons ont un effet antihyperglycémiant et réduisent les défauts métaboliques chez les rats atteints de diabète induit par la streptozotocine.

III.8.2. Effet Cicatrisant

L'oignon est largement utilisé dans la préparation de médicaments ayurvédiques pour la cicatrisation des plaies (**Abdel-Maksoud, El-Amin, 2011**). Cela indique également son efficacité biologique dans la prévention de l'infection des plaies de sternotomie médiane chez les patients pédiatriques (**Wananukul et al., 2013**). L'extrait d'oignon a un effet bénéfique sur la santé de la lignée cellulaire de fibroblastes de la peau humaine et est utilisé pour traiter les chéloïdes. Le résumé de la peau d'oignon montre l'efficacité biologique de la prévention des cicatrices hypertrophiques et des chéloïdes. Le gel d'extrait d'oignon démontre également une défense hypertrophique des cicatrices parasternales (**Khan et al., 2014**). Ceci est également utilisé comme médicament topique et prévient les plaies hypertrophiques postopératoires après une chirurgie chéloïde (**Shockman et al., 2010**). De même, *A. Cepa*-allantoïne en gel de pentaglycane est utilisé pour traiter les plaies cutanées hypertrophiques et pour améliorer l'apparence esthétique des cicatrices postopératoires et des cicatrices de brûlures (**Draelos, 2008**).

III.8.3. Effets anti-génotoxiques et antimutagènes

En inhibant le SAF, les oignons (*A. Cepa L.*) ont des effets inhibiteurs sur les cellules cancéreuses et la prolifération des adipocytes (**Wang et al., 2012**). Les légumes *Allium* inhibent la prolifération des cellules cancéreuses du sein MCF-7 et réduisent le risque de cancer de la prostate. Les oignons (*A. Cepa*) présentent une activité antimutagène et antigénotoxique contre le carcinome de l'intestin. La zidovudine ou la névirapine provoque des changements cytogénotoxiques dans les cellules racinaires d'*A. Cepa* (**Lee et al., 2013**). Les oignons contiennent de la quercétine flavonoïde, qui a des propriétés anticancéreuses sur des sites particuliers. Les polyphénols isolés d'oignons (*A. Cepa*) induisent l'apoptose dans les cellules leucémiques humaines en inhibant les

voies de signalisation PI3K/Akt et en supprimant les inhibiteurs de la protéine 1 de l'apoptose (Onwuamah *et al.*, 2014).

III.8.4. Effet antimicrobien

L'extrait vert d'oignon dissous dans de l'eau ozonée inactive le typhimurium *Salmonella enterica*. Il inactive également les virus entériques internalisés et infectés à la surface (Chen et Huang *et al.*, 2013) et empêche le développement de bactéries gram-positives et gram-négatives in vitro (Sak, 2014). *S. Typhimurium* internalisé est inactivé avec UV-C rayonnés et désinfectants chimiques utilisant des oignons verts (Sun *et al.*, 2014). Pour décontaminer l'eau d'*Escherichia coli* O157 : H7, des oignons verts, de la lumière pulsée (PL) et un désinfectant tensioactif PL sont utilisés dans une étude, cepa rouge et blanc ont affiché des différences chimiques et ont montré une bonne activité antimicrobienne et antioxydante (Benmalek *et al.*, 2013).

III.8.5. Effet antiparasitaire

L'huile d'oignon s'est avérée efficace contre l'infection à *Schistosoma Mansoni* *Cryptosporidium Parvum* chez la souris dans une expérience (Ali *et al.*, 2011). L'huile d'oignon (*A. Cepa*) s'est avérée extrêmement efficace dans le traitement des infections par les vers. Les oignons réussissent également à lutter contre les vers d'anguille (*Di tylenchus dipsaci*), un petit nématode parasite apaisant qui provoque des feuilles enflées et tordues (Khalil *et al.*, 2011).

III.8.6. Effet analgésique

Les oignons sont utilisés comme antidépresseurs (Peron *et al.*, 2013) car ils suppriment la synthèse du facteur lacrymogène synthase (LFS). Chez un rat comme modèle de dépression, la poudre d'oignon a un effet antidépresseur. Le jus d'oignon frais peut réduire la douleur et l'inflammation dans les conditions aiguës et chroniques, car il a un effet anti-inflammatoire plus fort (Kawai *et al.*, 2008).

III.8.7. Effet antipyrétique

L'hépatotoxicité est causée par l'extrait liquide de bulbe de *Cepa* sur le paracétamol et le tétrachlorure de carbone (Porchezian et Ansari, 2000). L'utilisation d'alliums réduit la génotoxicité causée par une série de composés pharmaceutiques synthétiques. Il diminue également la toxicité, la génotoxicité et la cytotoxicité du métamizole sodique et de l'acide acétylsalicylique (Arkhipchuk, 2004).

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériels et méthodes

IV. Matériels et méthodes

Le travail a été réalisé au laboratoire de structure, élaboration et applications des matériaux moléculaires de la faculté des sciences exactes et au laboratoire pédagogique de la faculté des sciences de la nature et vie.

L'objectif de ce présent travail est de :

- ✓ Réaliser une extraction par solvant.
- ✓ Déterminer les métabolites secondaires présents dans l'*Allium Cepa*.
- ✓ Quantifier les flavonoïdes et les polyphénols présents dans le bulbe d'*Allium Cepa*.
- ✓ Evaluer l'activité anti-oxydante *in vitro* de l'*Allium Cepa* par spectrophotométrie en utilisant les méthodes de piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazyle (DPPH^{*}), acide 2,2'-azino-bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) (ABTS⁺⁺) et le pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP).

IV.1. Matériels végétal

Une plante médicinale à savoir : *Allium Cepa* fait l'objet de cette étude. Sa sélection s'est faite sur la base de sa très grande présence et sa très large utilisation traditionnelle dans les régions méditerranéennes et plus particulièrement en Algérie. La récolte de cette plante a été effectuée au niveau de la Wilaya de Mostaganem en mois d'aout. La partie végétale sélectionnée pour cette étude comprend les bulbes de l'*Allium Cepa*.



Figure.3 : *Allium Cepa* utilisé au laboratoire.

IV.2. Méthodes

IV.2.1. Préparation de l'extrait

Après avoir été bien nettoyés et débarrassés des particules et de la poussière, les bulbes d'*Allium Cepa* ont été broyées à l'aide d'un mortier permettant d'obtenir des particules fines (Diallo, 2004).

La méthode d'extraction consiste à mixer le broyat d'*Allium Cepa* avec de l'eau distillée chaude, puis filtrer la solution obtenue pour séparer la phase aqueuse de la phase solide et garder uniquement l'extrait liquide. Ce dernier a été ensuite lyophilisé pour retenir ses vertus naturelles (Fig.4).



Figure.4 : Extrait d'*Allium Cepa* lyophilisé.

Le lyophilisat obtenu a été pesé pour déterminer son rendement

$$R\% = (PF / PI) \times 100$$

R : Rendement en pourcentage (%)

PF : Poids de l'extrait sec en gramme

PI : Poids de la matière végétale mise à l'extraction en gramme. (**Nathan, 2014**).

IV.2.2. Analyse qualitative

IV.2.2.1. Le screening phytochimique

L'extrait de l'*Allium Cepa* a été soumis à divers tests phytochimiques en vue de mettre en évidence les grands groupes chimiques contenus dedans, en utilisant la méthode standard basée sur des réactions de coloration et de précipitation. A cet effet, plusieurs types de réactifs ont été utilisés (**Houmènou et al., 2018**).

Les résultats sont classés selon l'apparition :

(-) : Absence

(+) : Présence en faible quantité

(++) : Présence en quantité moyenne

(+++): Présence en quantité importante.

IV.2.2.1.1. Flavonoïdes

Cents microlitres de HCL et quelques copeaux de magnésium sont ajoutés à 1 ml d'extrait. L'apparition d'une coloration rouge ou orange indique la présence des flavonoïdes (**Bentabet, 2015**).

IV.2.2.1.2. Saponine

Deux millilitres de l'extrait d'*Allium Cepa* ont été placés dans des tubes à essai qui ont été ajustés à 5 ml avec de l'eau distillée, les tubes sont agités au vortex et laisser reposer pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides (**N'Guessan et al., 2009**).

IV.2.2.1.3. Alcaloïdes

Le test est réalisé par une réaction de précipitation avec le réactif de Mayer (Annexe I). 500 µl de HCL (1 %) ajoutés à 1,5 ml de l'extrait d'*Allium Cepa*, puis 3 gouttes de réactif de Mayer sont ajoutées. La présence de précipité blanc indique la présence d'alcaloïdes (**Roghini et Vijayalakshmi, 2018**).

IV.2.2.1.4. Tannins

La présence des tannins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml de l'extrait d'*Allium Cepa* et 2 à 3 gouttes de solution de FeCl₃ à 1 %. L'apparition d'une coloration vert foncé ou bleue verte indique la présence des tanins. L'apparition d'une coloration vert foncé indique la présence des tanins catéchiques. L'apparition d'une coloration bleu-vert indique la présence des tanins galliques (**Bentabet, 2015**).

IV.2.2.1.5. Stérols et tri terpènes

Dix millilitres ml de la solution à analyser sont évaporés. Le résidu est dissous dans 0.5 ml d'anhydride acétique, puis 0.5 ml de chloroforme et 2 ml de H₂SO₄ sont ajoutés. L'apparition d'un anneau rouge brunâtre à l'interphase et une coloration violette de la couche surnageante indiquent la présence de stérols et tri terpènes (**Roghini et Vijayalakshmi, 2018**).

IV.2.2.1.6. Oses et holosides

Un ml de l'extrait d'*Allium Cepa* et 5 ml d'éthanol donnent un aspect floconneux en présence des mucilages (**Bruneton, 1999**).

IV.2.2.1.7. Caroténoïdes

Après évaporation à sec de 5ml de l'extrait étheré (Annexe I), 3 gouttes d'une solution saturée de trichlorure d'antimoine SbCl₃ ont été ajoutées dans le chloroforme. La présence de caroténoïdes a été révélée par l'apparition d'une coloration bleue devenant rouge par la suite (**Harborne, 2005**).

IV.2.2.1.8. Coumarines

Cinq millilitres (5ml) d'extrait étheré obtenu après une macération de 24 heures ont été évaporés à l'air libre, puis repris avec 2ml d'eau chaude. La solution a été partagée entre 2 tubes à essai. La présence de coumarines s'est manifestée après l'ajout de 0,5ml de NH₄OH à 25% dans

l'un des tubes et observation de la fluorescence sous UV à 366nm. Une fluorescence intense dans le tube où il a été ajouté de l'ammoniaque indique la présence de coumarines, l'autre tube sert de témoin (**Raman, 2006**).

IV.2.2.1.9. Anthocyanes

À deux millilitres d'infusé 5% (Annexe I), 2ml d'acide chlorhydrique ont été additionnés. La présence d'anthocyanes a été montrée par l'apparition d'une coloration rose-rouge qui vire au bleu violacé par addition d'ammoniac (**Senhaji et al., 2005**).

IV.2.2.1.10. Proanthocyanidols

Deux millilitres d'infusé ont été additionnés à 2ml d'acide chlorhydrique concentré. Ensuite, le mélange a été maintenu au bain-marie bouillant pendant cinq minutes. Une réaction positive est déterminée par l'apparition d'une coloration rouge (**Senhaji et al., 2005**).

IV.2.2.1.11. Quinones

Les quinones ont été mises en évidence par la réaction de Brissemoret et Combes. 1g de broyat d'*Allium Cepa* a été introduit dans un erlenmeyer de 250ml, puis humecté avec H₂SO₄ dilué à 10%. Ensuite, 20ml d'un mélange à volume égal d'éther et de chloroforme ont été ajoutés et laissé réagir pendant 24 heures. Après filtration, 5ml du filtrat a été placé dans une capsule et évaporé à sec, puis le résidu a été repris par quelques gouttes d'alcool 95°. Une solution d'acétate de Nickel 5% a été ajoutée. Selon la nature de la quinone, il est apparu : Une coloration bleue et précipité : Benzoquinones ; Une coloration violette et précipité : Naphtoquinones ; Une coloration rouge sans précipité : Anthraquinones (**Harborne, 2005**).

IV.2.2.1.12. Mucilages

Après avoir introduit 1ml de décocté 10% (Annexe I) dans un tube à essai, 5ml d'éthanol absolu ont été ajouté, suivi d'une agitation. Le mélange a été reposé pendant une dizaine de minutes et la présence de mucilage dans la drogue a été indiquée par l'obtention de précipité floconneux (**Amadou, 2005**).

IV.2.2.1.13. Composés réducteurs

Les sucres réducteurs ont été mis en évidence dans les décoctés par le réactif de Fehling (Annexe I). Après avoir introduit 5ml de décocté dans un bécher de 100ml, la solution a été évaporée à sec au bain-marie. Au résidu, a été ajouté 1ml de réactif de Fehling (0,5ml de réactif A et 0,5ml de réactif B, mélange extemporané). La présence de composés réducteurs a été révélée par l'obtention d'un précipité rouge-brique (**Mogode Debete, 2005**).

IV.2.2.1.14. Stupéfiants

0,5g de broyat d'*Allium Cepa* ont été introduit dans un tube à essai. Ensuite, 5ml d'éther de pétrole ont été ajoutés. Le mélange a subi une agitation pendant 15min. Après décantation de la phase éthéro-pétroliques dans une capsule et évaporation à sec au bain-marie, 4 gouttes de KOH 5% ont été ajoutés dans l'alcool. La présence de tétrahydrocannabinols a été indiquée par une coloration violette (**Diallo, 2005**).

IV.2.2.1.15. Protéines

Les protéines ont été mises en évidence par la méthode de Lowry. A 1ml d'extrait végétal, 5ml de solution A (98ml de Na_2CO_3 à 2% dans NaOH 0,1N, 1ml de sulfate de cuivre à 1% et 1ml de tartrate double de potassium sodium) ont été additionnés. Après avoir agité et laissé au repos pendant 10 minutes, 0,5ml de réactif de Folin ont été ajoutés. Ensuite, le mélange a été agité puis laisser reposer pendant 30 minutes. La présence de protéines a été indiquée par l'apparition d'une coloration bleue (**kone, 1998**).

IV.2.2.1.16. Hétérosides cardiotoniques

La solution à analyser a été obtenue par addition à 1g de broyat d'*Allium Cepa*, 10ml d'alcool 60° et 5ml d'une solution d'acétate de plomb neutre à 10%. Cette solution a été portée au bain-marie bouillant pendant 10 minutes puis filtrée. Le filtrat a été agité avec 10ml de chloroforme (CHCl_3). Après une décantation, la phase chloroformique a été soutirée et partagée entre 3 tubes à essai. Evaporés au bain-marie à sec, les résidus ont été repris avec 0,4ml d'iso-propanol. Dans le tube 1, un millilitre de réactif de Baljet (Annexe I), dans le tube 2, un millilitre de réactif de Kedde (Annexe I) et dans le tube 3, un millilitre de réactif de Raymond-Marthoud (Annexe I) ont été introduits. Quatre gouttes de potasse (KOH 5%) dans l'éthanol ont été ajoutées à chaque tube et

observé après une dizaine de minutes. En présence de cardénolides, les colorations suivantes se développent : tube 1 : orangée, tube 2 : rouge violacé, tube 3 : violet fugace (**Diallo, 2005**).

IV.2.2.1.17. Hétérosides cyanogéniques

Cinq millilitres d'un mélange à volume égal d'eau et de toluène ont été ajoutés dans un tube à essai contenant 1g de poudre végétale. La partie supérieure du tube a été nettoyée puis mis en contact avec le bout du papier Picosodé (Annexe I) trempé de réactif de Guignard (Annexe I). Après 10 minutes, le rougissement du papier Picosodé a été traduit par la présence d'hétéroside cyanogénique ; la couleur rouge est due à l'acide cyanhydrique (**Diallo, 2005**).

IV.2.2.1.18. Dérivés anthracéniques

-Mise en évidence des anthraquinones libres par le test de Bornsträger

A 1 gramme de broyat, 10ml de chloroforme ont été ajoutés. Le mélange a été chauffé pendant 3mn au bain-marie puis filtré à chaud et complété à 10ml. Ensuite, à 1ml de l'extrait chloroformique obtenu, 1ml de NH₄OH dilué a été additionné et agité. La présence d'anthraquinones libres a été indiquée par la coloration plus ou moins rouge.

-Mise en évidence des anthraquinones combinées

- O-hétérosides

A partir des résidus de broyat épuisé par le chloroforme, un hydrolysate a été préparé auquel a été ajouté 10ml d'eau et 1ml d'HCl concentré. Dans un tube à essai, l'ensemble a été ensuite maintenu au bain-marie bouillant pendant 15min. 5ml de l'hydrolysate ont été agités avec 5ml de chloroforme. Après décantation, la phase organique a été soutirée et mise dans un tube à essai. Celle-ci a été agitée avec 1ml de NH₄OH dilué au demi. La présence d'anthraquinone a été révélée par la coloration rouge plus ou moins intense qui indique la présence de génines O-hétérosides. Si la réaction est négative ou faiblement positive, la recherche des O-hétérosides à génine réduite est nécessaire.

- O- Hétérosides à génines réduites

Dans un tube à essai, 5ml d'hydrolysats et 3 gouttes de FeCl₃ (chlorure ferrique) à 10% ont été introduits. Le tout a été porté au bain-marie bouillant pendant 5 minutes puis refroidi. Après agitation de la solution avec 5ml de chloroforme, la phase chloroformique a été soutirée et introduite dans un tube à essai contenant 1ml de NH₄OH dilué au demi. Ensuite, le mélange a été agité. En présence de produit d'oxydation anthranol, anthrone, la coloration rouge sera plus intense que précédemment.

- C-hétérosides

La phase aqueuse, qui a été conservée au cours de la caractérisation des O-hétérosides, a été reprise par 10ml d'eau distillée et 1ml de FeCl₃ 10%. Puis, le tube à essai a été maintenu dans un bain-marie bouillant (après ébullition) pendant 30 min. Après refroidissement, la solution a été agitée avec 5ml de chloroforme. La phase chloroformique soutirée a été secouée avec 1ml de NH₄OH dilué. L'existence des C-hétérosides est confirmée par la coloration plus ou moins rouge après agitation qui indique la présence de génines C-hétérosides (**Diallo, 2005**).

IV.2.3. Analyse quantitative

IV.2.3.1. Dosage des polyphénols

Les polyphénols ont été déterminés spectrophotométriquement par la méthode de Folin-Ciocalteu (**Heilerova et al., 2003**).

0,2 ml de l'extrait d'*Allium Cepa* dilué (250 µg/ml) ont été additionnés avec 1,5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (1/10). Le mélange est laissé reposer 5 minutes à l'obscurité. Par la suite, 1,5 ml de la solution Na₂CO₃ (75%) a été ajouté à l'ensemble. Après 60 minutes d'incubation à 23°C, l'absorbance a été mesurée à 750 nm contre un blanc (**Fig.5**).

La quantification des polyphénols a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ($Y = aX + b$) réalisée par un extrait étalon, l'acide gallique, à différentes concentrations dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme de lyophilisat (mg EAG/g).

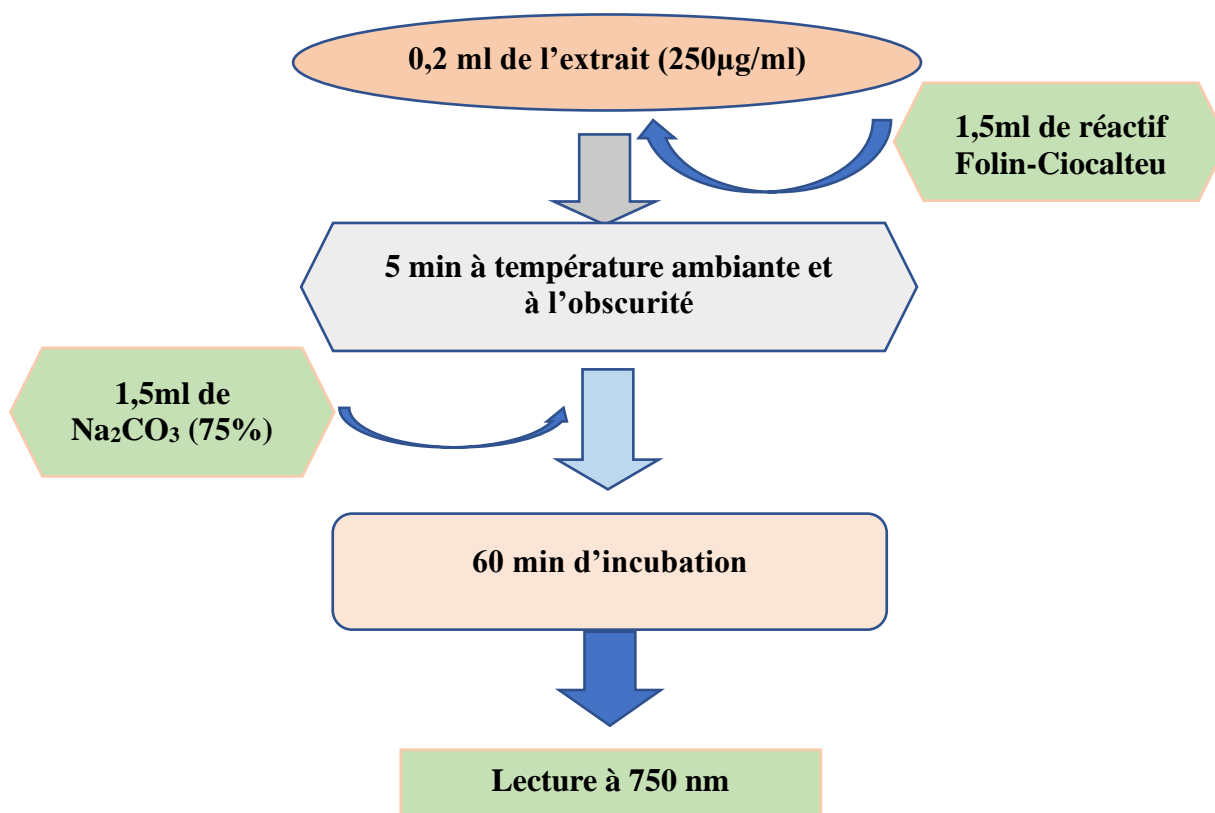


Figure.5 : Protocole de dosage des composés phénoliques (Heilerova et al., 2003).

IV.2.3.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode au AlCl₃ a été employée pour la détermination de la teneur des extraits en flavonoïdes (Huang et al., 2004). Un millilitre et demi (1,5ml) de l'extrait d'*Allium cepa* (2mg/ml) ont été ajoutés à un volume égal d'une solution de 2% AlCl₃. Le mélange a été vigoureusement agité, et l'absorbance a été lue à 430 nm. Après 30 minutes d'incubation à température ambiante (Fig.6). Une courbe d'étalonnage ($Y = aX+b$) réalisée par la quercétine à différentes concentrations pratiquées dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons a servi pour la quantification des flavonoïdes. La teneur en flavonoïdes a été exprimée en milligramme équivalent quercétine par gramme d'extrait (mg EQ /g).

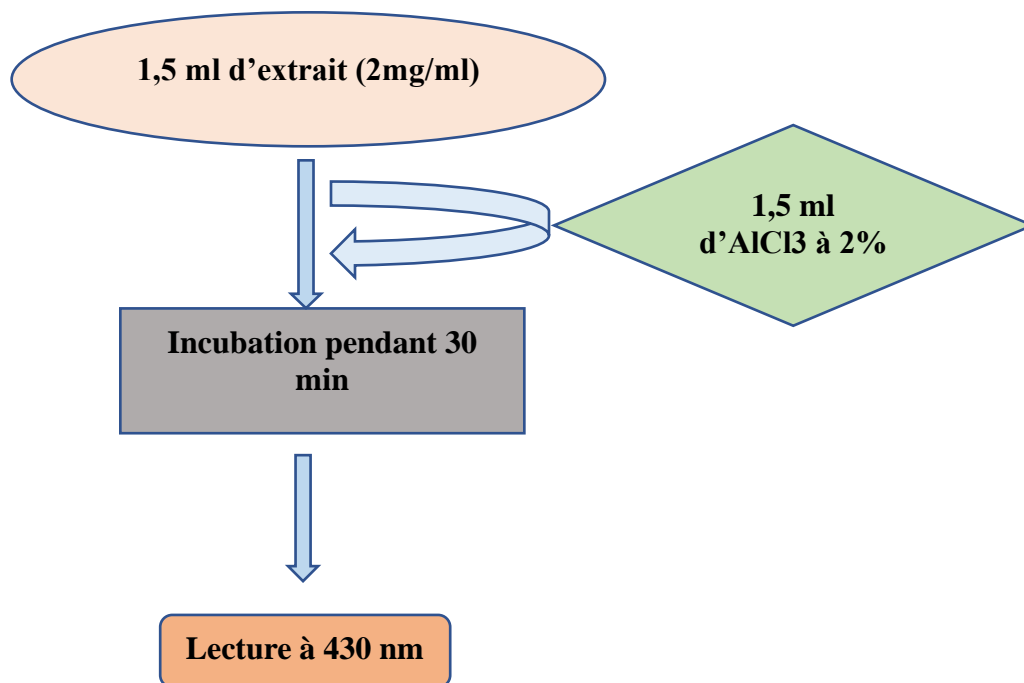


Figure.6 : Protocole de dosage des flavonoïdes (Huang *et al.*, 2004).

IV.3. Evaluation de l'activité antioxydante

IV.3.1. Test de piégeage du radical libre DPPH

Le dosage est basé sur la mesure de la capacité réductrice des antioxydants vis-à-vis du DPPH (2,2 diphényl-1-picryl-hydrazyl). Le DPPH est un radical libre stable à température ambiante, de couleur violet foncé, il est réduit en présence d'une molécule antioxydante dont la couleur passe du violet foncé au jaune (Huang *et al.*, 2005).

Pour réaliser l'analyse, 2,9 ml de la solution méthanolique de DPPH (0,025 g/l) est ajouté à 100 µl de la solution de l'extrait d'*Allium Cepa* à différentes concentrations. Le mélange est vigoureusement agité, puis les tubes sont incubés à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes. La longueur d'onde d'absorption maximale a été préalablement déterminée. Toutes les lectures sont effectuées à 515 nm. Les échantillons, l'antioxydant de référence (l'Acide ascorbique) et le blanc sont préparés dans les mêmes conditions opératoires (Fig.7).

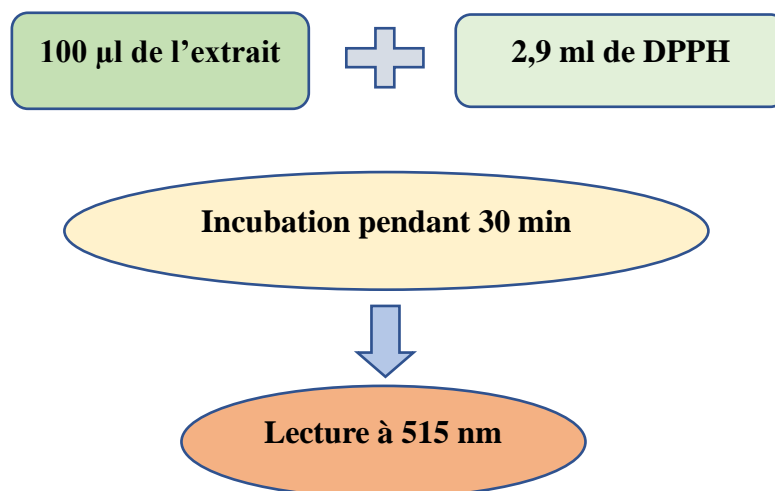


Figure.7 : Protocole d'étude de l'activité antiradicalaire DPPH (Huang *et al.*, 2005).

L'activité antiradicalaire est estimée selon l'équation suivante :

$$\text{DPPH (\%)} = ((\text{Abs contrôle} - \text{Abs e} / \text{Abs c}) \times 100$$

Abs c : Absorbance du témoin (solution de DPPH)

Abs e : Absorbance de l'échantillon.

IV.3.2 Activité « scavenger » du radical ABTS⁺

L'activité antiradicalaire a été également évaluée par le test de décoloration du radical cation ABTS⁺ selon la technique utilisée par Khan *et al.*, (2012). L'ABTS a été dissous dans l'eau distillée à une concentration de 7 mmol. La solution du radical cation ABTS⁺ a été obtenue en incubant pendant 12 à 16 h à l'obscurité et à la température ambiante un mélange à volumes égaux de la solution mère d'ABTS avec une solution de persulfate de potassium à 2,45 mmol. La solution ABTS⁺ a été diluée avec du méthanol jusqu'à une absorbance de $0,700 \pm 0,02$ à 734 nm avant l'utilisation. Ensuite, 1,5 ml de la solution d'ABTS⁺ a été mélangé avec 50 µl d'extrait ou de la référence (Trolox) à différentes concentrations. Les absorbances sont mesurées à 734 nm après une incubation de 10 minutes à l'obscurité et à la température ambiante (Fig.8). Trois essais ont été effectués pour chaque concentration de produit testé.

Le pourcentage d'inhibition du radical ABTS⁺ des différents extraits est exprimé par la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = ((\text{Abs c} - \text{Abs t}) / \text{Abs c}) \times 100$$

Abs c : Absorbance du contrôle (solution d'ABTS)

Abs t : Absorbance de l'extrait + l'ABTS⁺

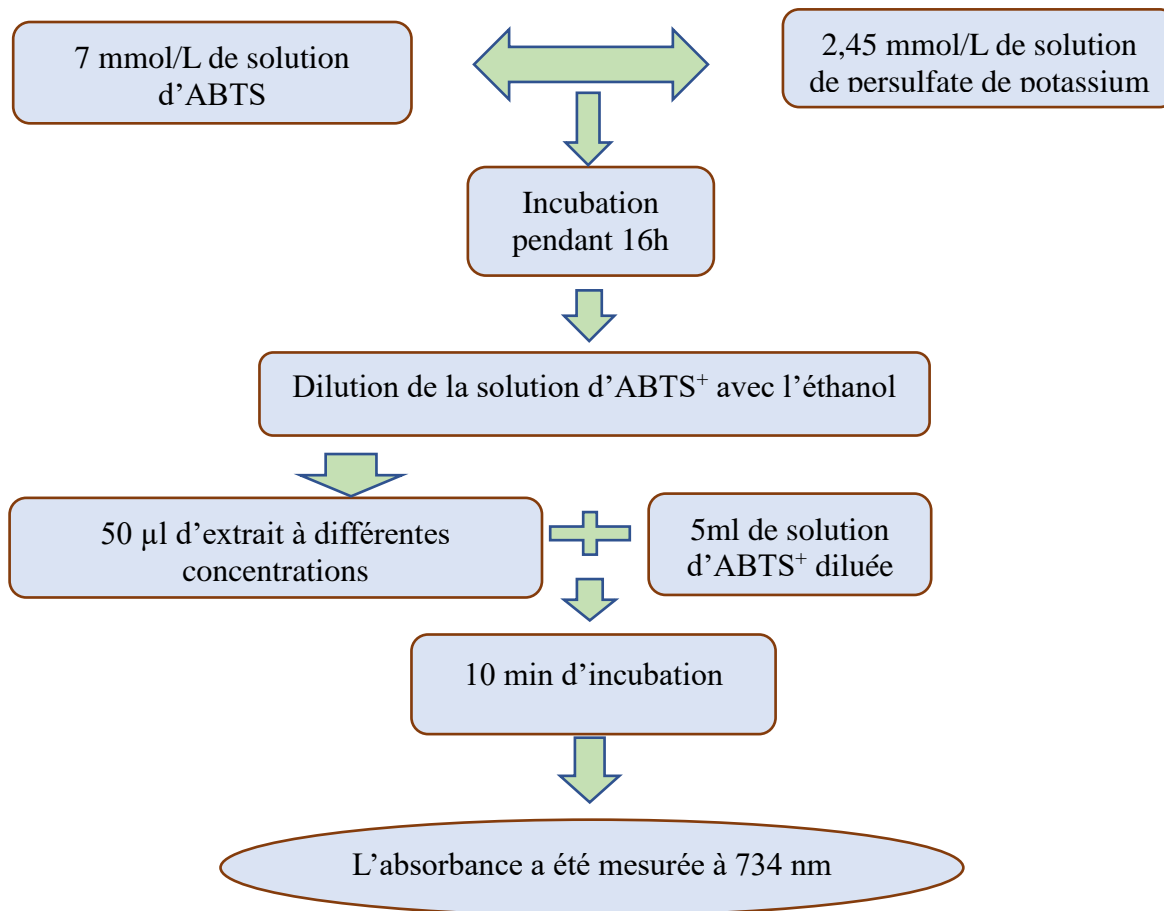


Figure.8 : Protocole d'étude de l'activité antiradicalaire ABTS⁺

IV.3.3. Test du pouvoir antioxydant par réduction du Fer (FRAP)

Le pouvoir réducteur est la disposition des antioxydants présents dans l'extrait à réduire le fer ferrique Fe³⁺ du complexe ferricyanure en fer ferreux Fe²⁺. La forme réduite donne une couleur verte proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait (**Dar et al., 2017**).

Le test FRAP a été conduit conformément à la méthode proposée par (Benzie et Strain, 1996) avec certaines modifications. Le réactif FRAP a été préparé à partir de tampon acétate 300mM (pH 3,6), de chlorure ferrique hexa hydraté ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 20mM et de TPTZ 10mM dans HCl 40 mM. Ces solutions ont été mélangées respectivement : 10/1/1 (v/v/v) et le mélange a été chauffé à une température de 37°C. 0,3ml d'extrait d'*Allium Cepa* de différentes concentrations (0,2, 0,4, 0,6, 0,8 et 1 mg/ml), ont été mélangés avec 300µl d'eau pure et ensuite avec 9ml de réactif FRAP. Après 30 minutes d'incubation, l'absorbance a été lue à 593nm au spectrophotomètre (Fig.9). Le contrôle positif a été représenté par une solution d'un antioxydant standard ; Trolox (0 à 300µmol/l) dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons. L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Singleton et Rossi, 1965).

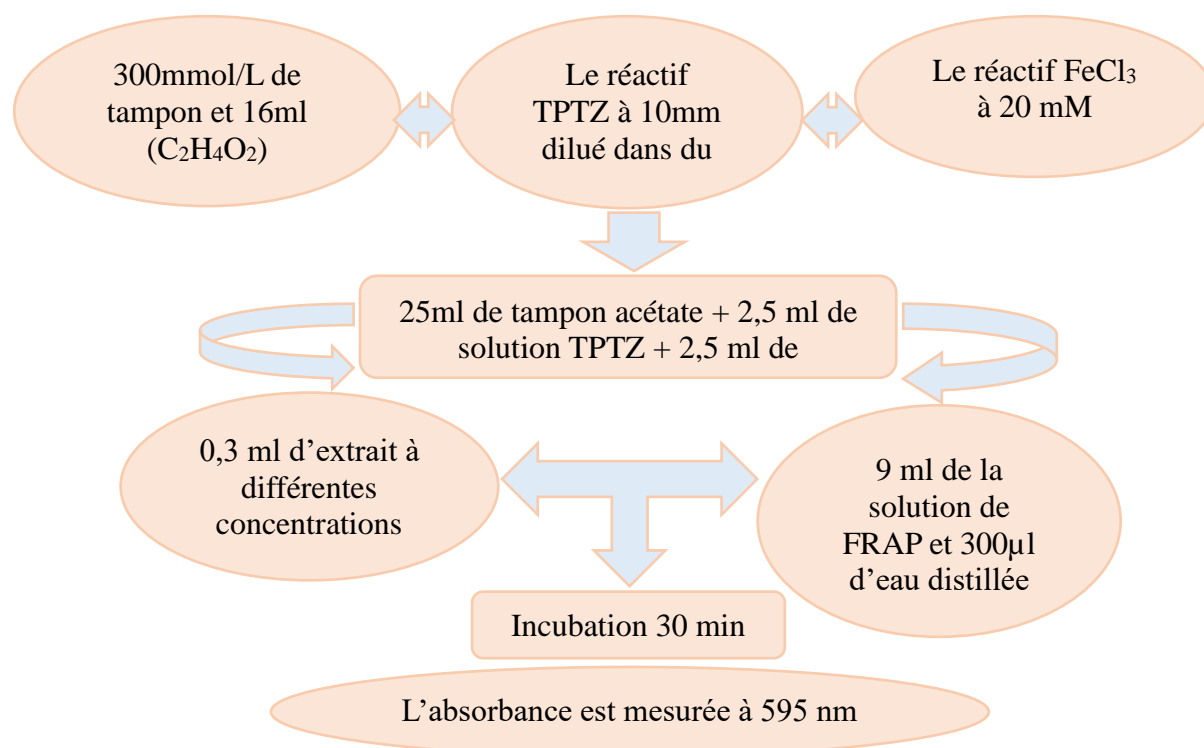


Figure.9 : Protocole d'étude de pouvoir réducteur fer (FRAP).

IV.3.4. Détermination de la concentration inhibitrice (IC_{50})

L' IC_{50} est définie comme étant la quantité ou la concentration d'antioxydants (extrait ou toute autre substance antioxydante) nécessaire pour inhiber ou faire disparaître 50% des radicaux. Les IC_{50} sont calculées graphiquement par des pourcentages d'inhibition en fonction des différentes

concentrations des extraits testés. Pour chaque extrait ou antioxydant de référence, une courbe de régression linéaire ($Y = aX + b$) est établie afin de calculer l'IC₅₀ qui permettra la caractérisation du pouvoir antioxydant des extraits. Une faible valeur de l'IC₅₀ indique une forte activité antioxydante (Molyneux, 2004).

IV.3.5. Analyse statistique

Les corrélations ont été établies en utilisant le coefficient de corrélation de Pearson (r) dans les corrélations linéaires bivariées ($P < 0,01$). Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel XL STAT pour Windows 2016.

Chapitre II

Résultats et discussion

V. Résultats et discussion

V.1. Résultats

V.1.1. Le rendement de l'extraction

Le rendement de l'extrait d'*Allium Cepa* obtenu est de 9,75% (Tab.5).

Tableau.5 : Rendement d'extraction d'*Allium Cepa*.

Extraits	Poids sec utilisée (g)	Poids sec obtenus (g)	Rendement (%)
<i>Allium Cepa</i>	400	39	9,75

V.1.2. Etude qualitative

V.1.2.1. Screening phytochimique

La phytochimie qualitative est basée sur des réactions colorées ou de précipitation par des réactifs chimiques spécifiques réalisée sur l'extrait de la plante étudiée. Le criblage phytochimique a permis de caractériser quelques groupes chimiques existants dans les bulbes de l'*Allium Cepa* (Tab.6). La détection de ces composés chimiques est basée sur des réactions de précipitation, et d'observation visuelle d'un changement de couleur.

Les résultats expérimentaux des tests effectués ont permis de déceler la présence de divers composés tels que les Stérols et triterpènes, Génines libres, Tanins et Tanins catéchiques, les Protéines, les anthocyanes, leuco anthocyanes, les flavanes, hétérosides cardiotoniques, et des flavanones, les caroténoïdes, les oses et holosides, les composés réducteurs, les O-hétérosides à génine réduits, C-hétérosides, dans les bulbes d'*Allium Cepa*. Et l'absence des saponosides, mucilages, stupéfiants, anthraquinones libres, alcaloïdes, O-hétérosides, hétérosides cyanogéniques, coumarines, flavones, flavanols, hétérosides flavonoïques, isoflavones, catéchines, chalcones, dihydrochalcones, auronnes, catéchols, et des tanins galliques.

Tableau.6 : Screening phytochimique de l'*Allium Cepa*.

Métabolites secondaires			Tests	<i>Allium Cepa</i>
Alcaloïdes			Mayer et dragendorff	---
Stérols et triterpènes			Test de Libermann-Burchard	+++
Caroténoïdes			Réaction de Carr-price	+
Flavonoïdes	Flavones		Test de Shinoda	---
	Flavanones			++
	Flavonols			---
	Génines libres			+++
	Leuconthocyanes			+
	Flavanes			+
	Hétérosides flavonoïques			---
Isoflavone				---
Tanins			Test de chlorure ferrique	+++
Tanins catéchiques				+++
Tanins galliques				---
Saponosides			Test de mousse	---
Coumarines			Test de fluorescence	---
Anthocyanes				++
Prothocyanidols				---
Chalcones				---
Dihydrochalcone				---
Cathéchines				---
Aurones				---
Cathécols				---
Mucilages			Extrait+alcool	---
Oses et holosides			Test legal	+++
Composés réducteurs				+++
Stupéfiants				---
Protéines			Test d'acide trichloroacétique	+
Hétérosides cardiotoniques				++
Hétérosides cyanogéniques				---
Dérivés Anthracéniques	Anthraquinones libres		Test de Brissemoret et Combes	---
	Anthraquinones combinées	O-hétérosides		---
		O-hétérosides à génine réduite		+++
		C-hétérosides		++

V.1.3. Etude quantitative

V.1.3.1. Teneurs en composés phénoliques de l'extrait d'*Allium Cepa*

L'étude quantitative des extraits phénoliques au moyen des dosages spectrophotométriques, avait pour objectif de déterminer la teneur totale des polyphénols et des flavonoïdes. Pour cela, deux courbes d'étalonnages ont été tracées ; une réalisée avec l'acide gallique (**Fig.10**) à différentes concentrations (dosage des polyphénols) et l'autre avec la quercétine (**Fig.11**) (dosage des flavonoïdes). Des mesures de densité pour chaque extrait sont réalisées à 750 nm et 430 nm pour les polyphénols et les flavonoïdes respectivement. Les quantités

des composés phénoliques ont été rapportées en mg équivalent de l'étalon utilisé par gramme d'extrait et sont déterminées par l'équation de type : $Y = a X + b$. Les résultats obtenus pour évaluer la teneur en polyphénols et en flavonoïdes sont présentés dans le (tableau 7).

La détermination des polyphénols a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire $y=0,0588x$ et $R^2=0,995$ réalisé par une solution étalon d'acide gallique à différentes concentrations. Les absorbances des échantillons ont été mesurées à 765 nm en utilisant un spectrophotomètre UV-vis.

L'extrait du bulbe d'*Allium Cepa*, démontre sa richesse en phénols totaux. Il enregistre une valeur de $(100,64 \pm 0,31)$ mgEAG/g.

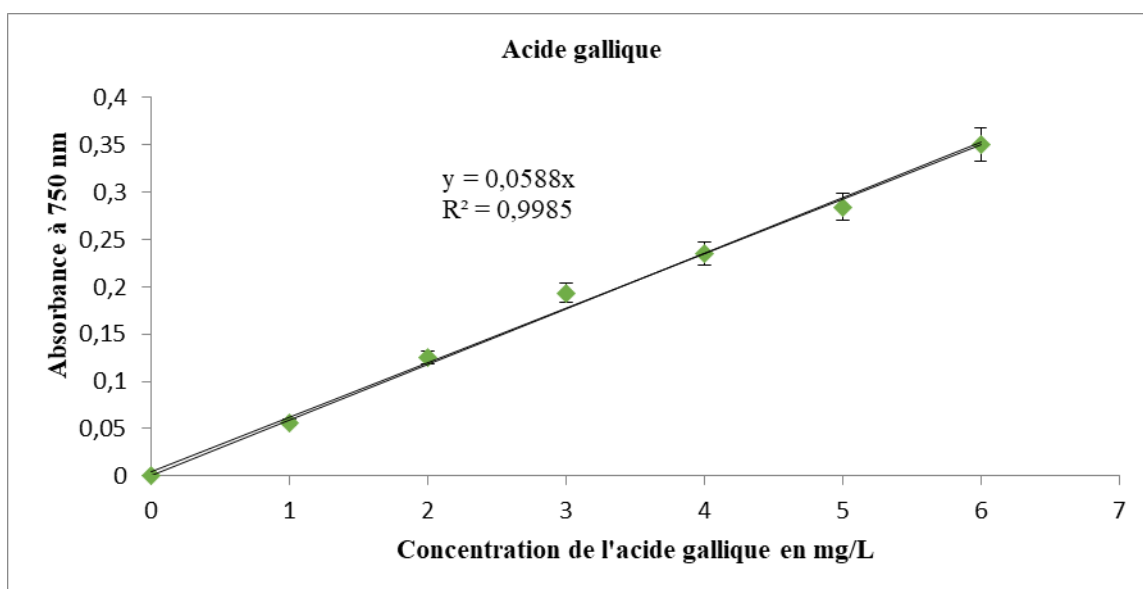


Figure.10 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les teneurs en flavonoïdes sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression des droites d'étalonnages de la quercétine et cela via l'équation linéaire $y=0,5305x + 0,0183$ et $R^2=0,9855$. La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme équivalent de quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait). La lecture de l'absorbance était dans une longueur d'onde de 430 nm.

La détermination des quantités de flavonoïdes totaux montre que l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* est riche en flavonoïde totaux $(11,24 \pm 0,3 \text{ mg EQ/g})$, (Tab.7).

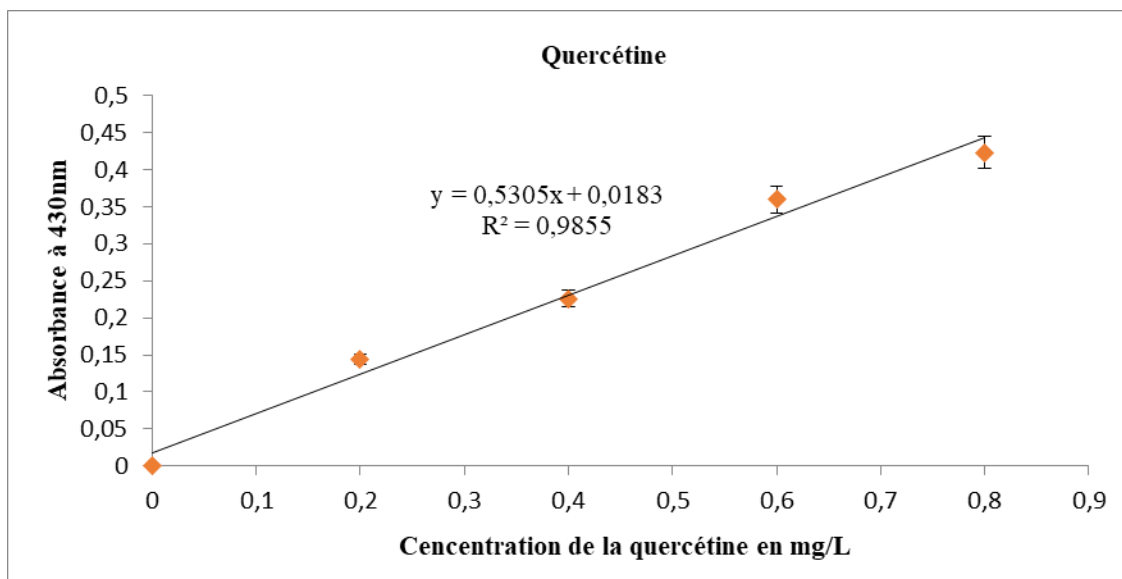


Figure.11 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Tableau.7 : Teneur en polyphénols de la plante *Allium Cepa* (chaque valeur représente la moyenne de trois essais \pm écart-types).

Echantillons	Teneur en polyphénol Totaux mg EAG/g	Teneur en Flavonoïdes totaux mg EQ/g.
<i>Allium Cepa</i>	100,64 \pm 0,31	11,24 \pm 0,3

V.1.3.2. Evaluation *in vitro* de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante de l'extrait d'oignon étudiée a été évaluée par trois techniques différentes, le piégeage du radical libre DPPH, la chélation des ions métalliques du fer FRAP et le test de « scavenger » du radical ABTS^{•+}.

V.1.3.2.1. Test de piégeage du radical libre DPPH'

L'activité anti radicalaire de l'extrait d'*Allium Cepa*, ainsi que le standard acide ascorbique a été déterminée par la méthode de piégeage du radical DPPH (Fig.12,13).

L'extrait aqueux d'*Allium Cepa* a présenté une activité antioxydants importante avec un pourcentage d'inhibition de (69,33 \pm 0,44%) a la concentration 0,5 mg/ml. Le taux d'inhibition du DPPH de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*, est inférieur à celui de l'acide ascorbique.

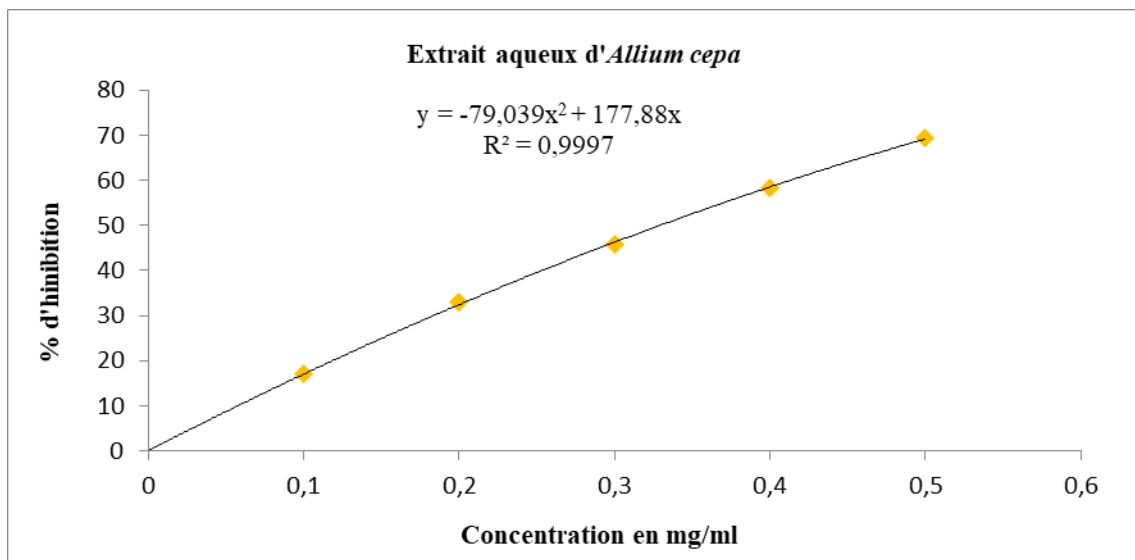


Figure.12 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*.

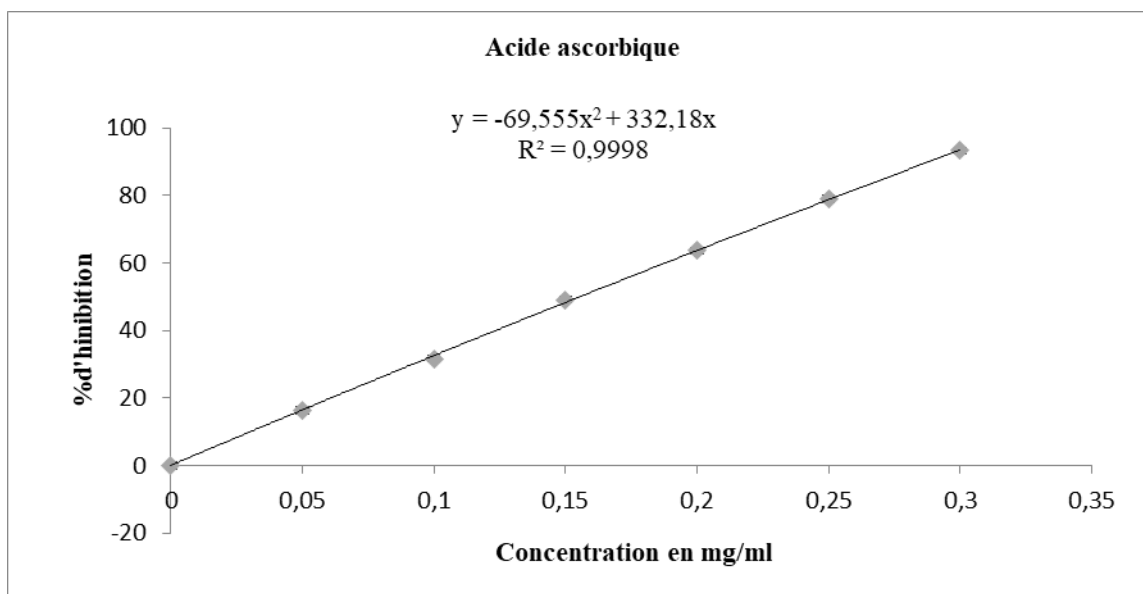


Figure.13 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des Concentrations de l'acide ascorbique.

V.1.3.2.2. Activité « Scavenger » du radical ABTS^{•+}

L'activité anti radicalaire du radical ABTS^{•+} est basée sur la capacité d'un échantillon à piéger le cation radical (ABTS^{•+}) par rapport à un antioxydant standard Trolox (**Farhat et al.,**

2013). L'activité antioxydante de l'extrait d'*Allium Cepa*, ainsi que le standard trolox a été déterminée par la méthode de piégeage du radical ABTS^{•+}, et est exprimée en pourcentage d'inhibition.

Les résultats des tests d'inhibition de l'absorbance du radical ABTS^{•+} par l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*, approuvent une activité antioxydants importante avec un pourcentage d'inhibition de (74,37±1,25%) a la concentration 0,5 mg/ml (**Fig.14**). Le taux d'inhibitions d'ABTS^{•+} enregistré en présence de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*, est beaucoup plus important que celui de Trolox (**Fig.15**).

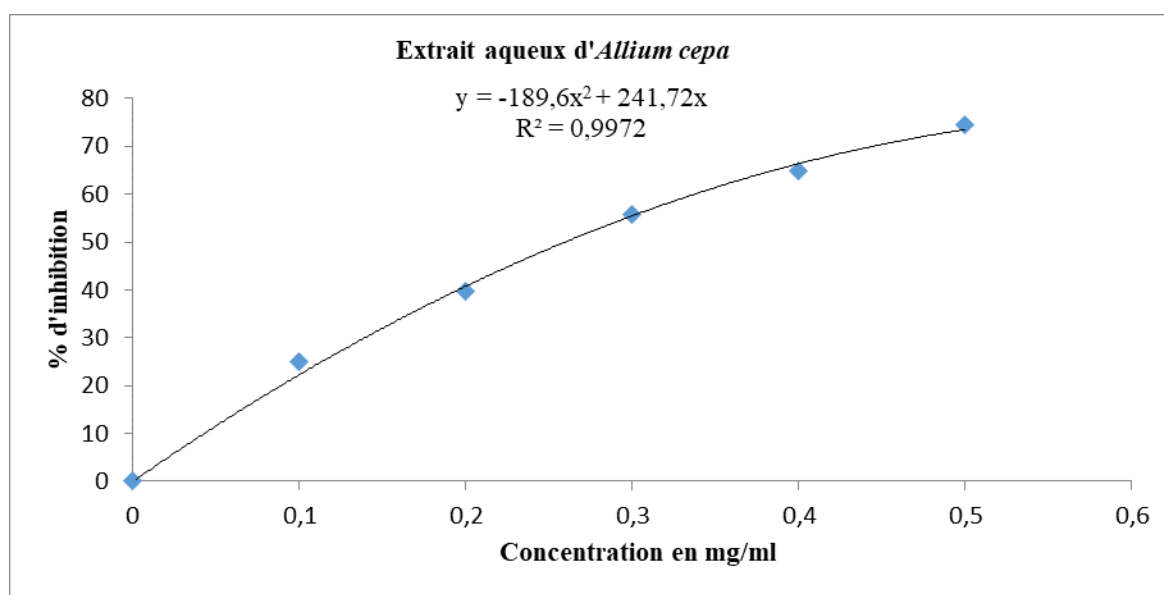


Figure.14 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{•+} de l'extrait d'*Allium Cepa*.

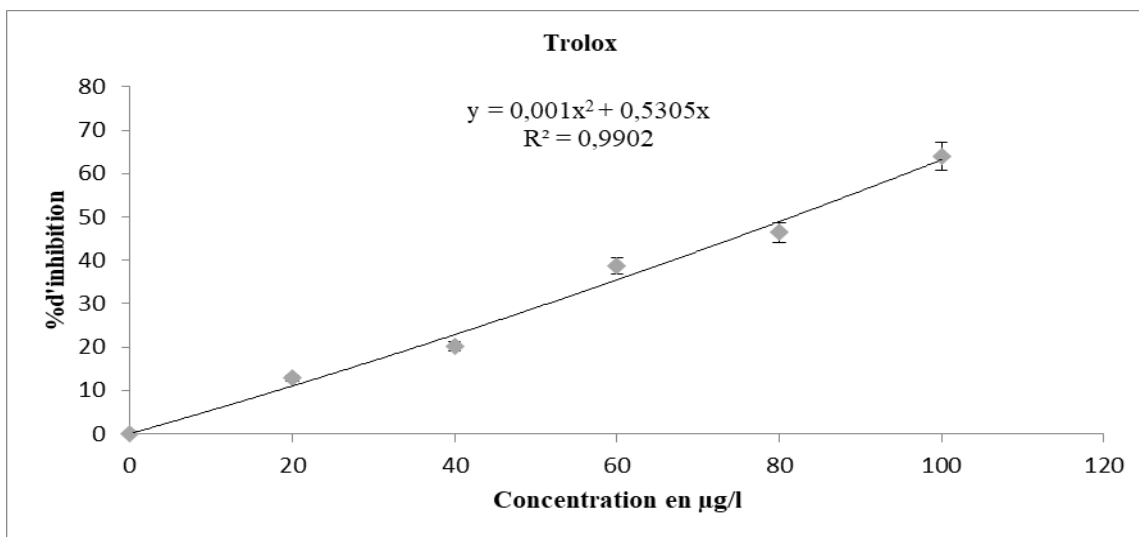


Figure.15 : Pourcentage d'inhibition d'ABTS en fonctions des concentrations de Trolox.

V.1.3.2.3. Test du pouvoir antioxydant par réduction du Fer (FRAP)

Les résultats ont montré que la capacité de réduction est relative à l'augmentation des concentrations utilisées. Pour l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* les résultats obtenus révèlent un pouvoir réducteur important. L'absorbance était de $(0,79 \pm 0,1)$ à la concentration 0,5 mg/ml, avec une $IC_{50_{FRAP}}$ de $0,52 \pm 0,02$ mg/ml (**Fig.16**). Cet extrait a une activité réductrice meilleure que celle d'Heptahydraté du sulfate ferreux $(FeSO_4)_7H_2O$ ($0,68 \pm 0,01$ mg/ml) avec une IC_{50} de $0,87 \pm 0,08$ mg/ml (**Fig.17**).

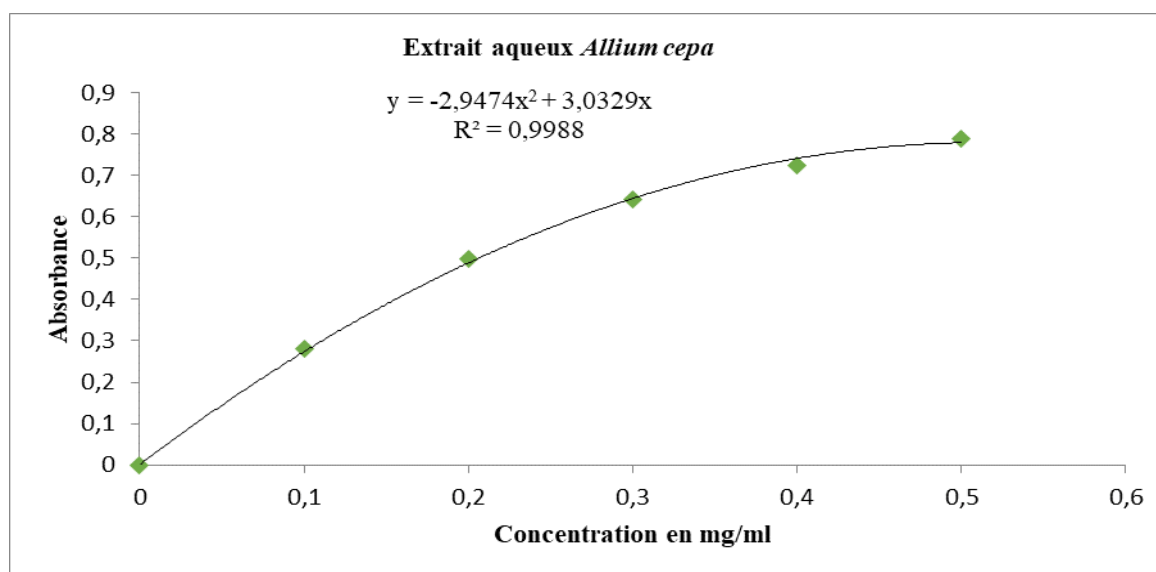


Figure.16 : Absorbance de FRAP en fonction des concentrations de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*.

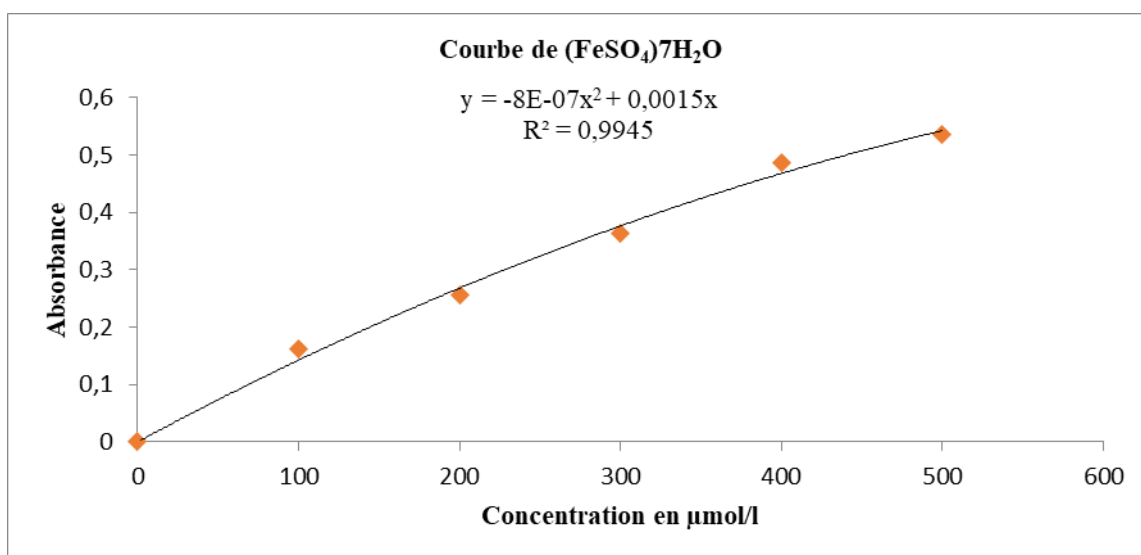


Figure.17 : Absorbance de FRAP en fonction des concentrations de (FeSO₄)₇ H₂O.

V.1.3.2.4. Détermination de la concentration inhibitrice (IC₅₀)

IC₅₀ est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car elle exprime la quantité d'antioxydant nécessaire pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC₅₀ est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est élevée (Pokorny et al., 2001). La concentration de l'échantillon essentiel pour inhiber 50% du DPPH et ABTS radicalaires a été calculée par la régression linéaire des pourcentages d'inhibition calculés en fonction des différentes concentrations d'extrait préparé. Les valeurs d'IC₅₀ trouvées pour l'extrait étudié sont représentées dans le tableau 8 :

Tableau.8 : Valeurs des IC₅₀ de l'extrait d'*Allium Cepa*

Extraits	IC ₅₀ en mg/ml		
	IC ₅₀ Dpph	IC ₅₀ ABTS	IC ₅₀ Frap
<i>Allium Cepa</i>	1,32±0,02	0,35±0,02	0,21±0,01
Acide ascorbique	0,152±0,1		
Trolox		0,08±0,03	
(FeSO ₄) ₇ H ₂ O			0,04±0,01

Les résultats de l'IC50 de DPPH, ABTS et FRAP (**Tab.8**) de l'extrait d'*Allium Cepa* expriment une capacité de piéger des radicaux DPPH, ABTS et FRAP puissante.

V.1.3.3.1. V.1.3.2.5. Corrélation de DPPH, ABTS et le FRAP

L'analyse de corrélation de Pearson examine la relation entre deux variables. Une analyse de corrélation permet de déterminer : l'intensité de la corrélation et dans quelle direction va la corrélation. L'intensité et la direction de la corrélation sont indiquées dans le coefficient de corrélation de Pearson r. Le coefficient de corrélation de Pearson varie entre -1 et 1.

0 exprime une relation nulle entre les deux variables, une valeur négative (corrélation négative) signifie que lorsqu'une des variables augmente, l'autre diminue. Cependant une valeur positive (corrélation positive) indique que les deux variables varient ensemble dans le même sens donc le coefficient est égal à 1.

Les résultats obtenus montrent la présence d'une corrélation élevée de l'activité antioxydante (DPPH, ABTS et le FRAP) de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*, avec une corrélation maximale de $r=0,922$ (**Tab.9**).

Variabes	DPPH <i>Allium Cepa</i>	ABTS <i>Allium Cepa</i>	FRAP <i>Allium Cepa</i>
DPPH <i>Allium Cepa</i>	1	0,996	0,983
ABTS <i>Allium Cepa</i>	0,996	1	0,991
Frap <i>Allium Cepa</i>	0,983	0,991	1

Tableau 9 : Coefficients de corrélation entre l'activité antioxydante (DPPH, ABTS et FRAP) de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*.

Une corrélation remarquable a été déterminée entre les teneurs en phénols totaux et les flavonoïdes et l'activité antioxydante de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*. La corrélation la plus élevée est de $r=0.999$ (Tab.10).

Variabes	DPPH <i>Allium Cepa</i>	ABTS <i>Allium Cepa</i>	FRAP <i>Allium Cepa</i>	Flavonoïdes <i>Allium Cepa</i>	Polyphénols <i>Allium Cepa</i>
DPPH <i>Allium Cepa</i>	1	0,996	0,983	0,867	-0,758
ABTS <i>Allium Cepa</i>	0,996	1	0,991	0,906	-0,701
FRAP <i>Allium Cepa</i>	0,983	0,991	1	0,84	-0,792
Flavonoïde <i>Allium Cepa</i>	0,867	0,906	0,84	1	-0,333
Polyphénols <i>Allium Cepa</i>	-0,758	-0,701	-0,792	-0,333	1

Tableau.10 : Coefficients de corrélation entre les phénols totaux, les flavonoïdes et l'activité antioxydante (DPPH, ABTS et FRAP) l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*.

V.2. Discussion

L'expérimentation effectuée au laboratoire a donné une naissance à une évaluation quantitative et qualitative de la plante *Allium Cepa*. Le rendement de l'extrait d'*Allium Cepa* est de l'ordre de 9,5% qui est moindre comparé aux études réalisées par **Razavi et Kenari (2016)** dont la valeur de leur rendement était de 11,22%.

La différence des rendements observés avec ceux de la littérature varient en fonction de la méthode d'extraction et des facteurs influençant tels, le solvant, la température, le temps d'extraction et le coefficient de diffusion de solvant.

Le criblage phytochimique de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* a permis de démontrer une présence en quantité importante des composés tels que les tanins, les tanins catéchiques, les composés réducteurs, les stérols et triterpènes, les génines, les oses et holosides, et les O-hétérosides à génine réduites. Et une présence en quantité moyenne des anthocyanes, des C-hétérosides, des hétérosides cardiotoniques, et des flavanones. Une faible présence des flavanes, leuco anthocyanes, protéines et caroténoïdes a été également observée lors du screening phytochimique de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*. Par contre, les saponosides, les proanthocyanes, les mucilages, les stupéfiants, les anthraquinones libres, les alcaloïdes, les O-hétérosides, les hétérosides cyanogéniques, les coumarines, les flavones, les flavanols, les hétérosides flavonoïques, les isoflavones, les catéchines, les chalcones, les dihydrochalcones, les aurones, les catéchols, et les tanins galliques sont absents. Ces résultats se concordent avec ceux trouvés par **Boucetta et Ben Mesbah (2021)** dans la présence de certains métabolites comme les tanins, flavonoïdes, stérols et triterpènes et l'absence des coumarines et des saponines. Et sont aussi similaires à ceux prouvés par **CEC Ugwoke et CO Ezugwe (2011)** qui ont déterminé la présence des oses, des composés réducteurs et des protéines.

La détermination des teneurs en phénols totaux et en flavonoïdes dans l'extrait d'*Allium Cepa* a été faite en utilisant séparément les méthodes colorimétriques (Folin-Ciocalteu et trichlorure d'aluminium (AlCl₃)). La teneur en phénols totaux estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu pour l'extrait a été rapportée en mg équivalent d'acide gallique/g d'extrait. Les résultats montrent que l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* a une forte teneur en phénols totaux

100,64±0,31mgEAG/mg, une valeur très élevée comparée à celle trouvée par **Mudathir et al., 2017** qui est de 28.94±2.331mg EAG/g d'extrait.

La teneur en flavonoïdes déterminée par la méthode au trichlorure d'aluminium pour l'extrait d'*Allium Cepa* a été rapportée en mg équivalent de quercétine /g d'extrait. Les résultats révèlent que l'extrait présente une teneur modérée égale à 11,24±0,3mgEQ/mg. En se basant sur ces données, on peut déduire que les flavonoïdes représentent 11,31% des phénols totaux présents dans l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*. Selon **Zine Mahdjouba et Amouri Mustapha (2021)**, la teneur en flavonoïdes dans l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* doit être de 160.0259 mg EQ/g d'extrait et qui est nettement supérieure.

Ces différences de valeurs des composés phénoliques s'expliquent par le fait qu'il y a des facteurs qui influent considérablement sur les teneurs en flavonoïdes et en polyphénols, à savoir l'extrait de la plante lui-même (méthode d'extraction), la variété de la plante, sa collecte (moment et saison de récolte), ainsi que les facteurs environnementaux, la température et l'eau (**Bouabbache et Khouchane, 2018**).

Afin d'évaluer l'activité antioxydante de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa*, plusieurs méthodes ont été utilisées à citer le test de piégeage du radical libre DPPH : L'activité antioxydante de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) 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 par son passage de la couleur violette (DPPH[•]) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 515nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances antiradicalaires (**Majhenic et al., 2007**). Les résultats du pouvoir antioxydant de l'extrait testé approuvent un pourcentage d'inhibition de 69,33% à une concentration de 0,5mg/ml avec une valeur d'IC₅₀ équivalente à 1,32±0,02mg/ml, comparés aux résultats de **Ouedraogo et al., (2015)** avec un pourcentage d'inhibition de 36,83%.

Selon les résultats enregistrés, l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* est doté d'un pouvoir antioxydant modéré, son pourcentage d'inhibition respectif est de (69,33±0,44%), mais relativement faible que celui d'acide ascorbique dont la valeur est de (93,18±1,57%). Il a été démontré que les molécules antioxydantes telles que l'acide ascorbique, tocophérol, flavonoïdes et les tanins réduisent et décolorent le DPPH en raison de leur capacité à céder l'hydrogène (**De**

Pooter et Schamp, 1986). Les polyphénols contenus dans l'extraits d'*Allium Cepa* sont probablement responsables de l'activité antioxydante de cet extrait.

Selon les résultats obtenus lors du test de mesure de pourcentage d'inhibition du radical ABTS⁺. Il paraît que le pourcentage d'inhibition du radical libre accroît avec l'accroissement de la concentration. Pour l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* l'activité antiradicalaire vis-à-vis du radicale ABTS⁺ est très puissante avec une valeur d'IC₅₀ de 0,09±0,02 et un pourcentage d'inhibition de 74,37%, ces résultats sont amplement excellents comparés à ceux de **Ouedraogo et al., (2015)** avec un IC₅₀ de 0,16± 0,01.

L'activité antioxydante de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* a été également évaluée en utilisant la méthode de FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible (**Benzie et Strain, 1996**). Il est universel peut être appliqué aussi bien chez les plantes que les plasmas et dans les extraits organiques et aqueux (**Wong et al., 2008**). La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de Fe³⁺/ complexe ferricyanide à la forme ferreuse. Par conséquent, Fe²⁺ peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de la densité de la couleur bleu dans le milieu réactionnel à 700nm (**Chao et al.,2002**). Le pouvoir réducteur de l'extrait aqueux d'*Allium Cepa* est important avec une valeur d'IC₅₀ de 0,21±0,1mg /ml, ce qui est appuyé par les études de **Mudathir et al.,2017**.

Le pouvoir réducteur de l'espèce *Allium Cepa* est probablement dû à la présence de groupement hydroxyle dans les composés phénoliques qui peuvent servir comme donneur d'électron. Par conséquent, les antioxydants sont considérés comme des réducteurs et inactivateurs des oxydants (**Siddhuraju et Becker, 2007**). Quelques études antérieures ont également montré que le pouvoir réducteur d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (**Lee et al.,2004, Kumaran et al., 2007**).

Les résultats obtenus des différents tests (ABTS⁺, DPPH, FRAP) sont indépendamment liés au coefficient de corrélation (**Revelle, 2015**). Les résultats de ce présent travail sont en concordance avec ceux de **Zine Mahdjouba et Amouri Mustapha (2021)**, de l'extrait *Allium Cepa* qui démontrent une forte corrélation positive entre les tests de piégeage des radicaux libre (DPPH, ABTS⁺ et FRAP). De plus, une corrélation importante a été observée entre les teneurs en phénols totaux et les flavonoïdes et l'activité antioxydant des extraits aqueux d'*Allium Cepa*.

Conclusion



Conclusion

L'*Allium Cepa* L est une plante médicinale qui contient une variété de métabolites secondaires, y compris les composés phénoliques qui sont caractérisés par des propriétés biologiques importantes, ce qui justifie leur utilisation dans plusieurs domaines.

A la lumière des résultats obtenus, le screening phytochimique a démontré que l'extrait d'*Allium Cepa* est riche en tanins, tanins catéchiques, composés réducteurs, stérols et triterpènes, génines, oses et holosides, O-hétérosides à génine réduites, anthocyanes, C-hétérosides, hétérosides cardiotoniques, flavanones et avec une faible quantité en flavanes, leuco anthocyanes, protéines et caroténoïdes.

Concernant l'évaluation, *in vitro*, de l'activité antioxydante, elle est importante puisqu'il y a présence de flavonoïdes et des polyphénols. Pour ce qui est des différents tests, DPPH, ABTS, FRAP, il a été conclu que l'activité antioxydante est présente vu la teneur d'*Allium Cepa* en flavonoïdes et polyphénols.

Enfin, les études expérimentales récentes sur les propriétés antioxydantes d'*Allium Cepa* soulignent le remarquable pouvoir antioxydant de la plante, suggérant qu'elle pourrait avoir des usages thérapeutiques et apporter une contribution significative à la prévention de certaines maladies, tels que le cancer et les maladies infectieuses.

Etant donné que l'Algérie possède une immense biodiversité et que chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires aux caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui nécessitent d'être exploitées par la recherche, des orientations futures peuvent être proposées comme suit :

- Mener des études biochimiques sur les oignons et autres espèces végétales.
- Trouver de nouvelles substances bioactives naturelles pouvant répondre à différents problèmes de santé et de constituer une alternative des médicaments synthétiques.
- Développer des médicaments antiradicalaires à base de plantes, doués d'une activité antioxydante.
- S'investir dans d'autres parties de la plante, à savoir, les fruits, les fleurs et les graines.

Conclusion

- L'étude in vivo de l'effet de cette plante sur le stress oxydant en mesurant l'activité des enzymes antioxydantes (Catalase, Superoxyde dismutase ...).
- L'utilisation d'autres techniques d'extraction afin d'optimiser le rendement ainsi que la qualité des composés phénoliques.
- La quantification et la caractérisation des métabolites secondaires de cette plante.
- L'évaluation d'autres activités biologiques telles que les activités antimicrobiennes, anticancéreuse, antitumorale, analgésiques.
- La validation de ces résultats in vitro par des tests in vivo.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

A

A. N. Panche ,A. D. Diwan and S. R. Chandra Flavonoids: an overview Published online by Cambridge University Press: **29 December 2016** Journal of Nutritional Science

Abdel-Maksoud, G., & El-Amin, A. R. (2011). A REVIEW ON THE MATERIALS USED DURING THE MUMMIFICATION PROCESSES IN ANCIENT EGYPT. *Mediterranean Archaeology & Archaeometry, 11*(2).

Abedini Amin., (2014). Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles D'Hyp-tis atrorubens Poit. (Lamiaceae), sélectionnées par un criblage d'extraits de 42 plantes. Thèse, Université Lille 2 (France). p12-13.

Amadou, D. (2005). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* WILLD. (Myrtaceae). Thèse, Pharmacie, Université de Bamako (Mali). 99 pp.

Arkhipchuk, V. V., Goncharuk, V. V., Chernykh, V. P., Maloshtan, L. N., & Gritsenko, I. S. (2004). Use of a complex approach for assessment of metamizole sodium and acetylsalicylic acid toxicity, genotoxicity and cytotoxicity. *Journal of Applied Toxicology: An International Journal, 24*(5), 401-407.

Arkhipchuk, V. V., Goncharuk, V. V., Chernykh, V. P., Maloshtan, L. N., & Gritsenko, I. S. (2004). Use of a complex approach for assessment of metamizole sodium and acetylsalicylic acid toxicity, genotoxicity and cytotoxicity. *Journal of Applied Toxicology: An International Journal, 24*(5), 401-407.

Atukorala, T. M. S., & Waidyanatha, U. D. S. (1987). Zinc and copper content of some common foods.

B

Babu, P. S., & Srinivasan, K. (1999). Renal lesions in streptozotocin-induced diabetic rats maintained on onion and capsaicin containing diets. *The Journal of nutritional biochemistry, 10*(8), 477-483.

Benmalek Yamina, Ouahiba Ait Yahia, 1 Aicha Belkebir, 1 and Marie-Laure Fardeau., (2013), Anti-microbial and anti-oxidant activities of *Illicium verum*, *Crataegus oxyacantha* ssp *monogyna* and *Allium cepa* red and white varieties, *Journal of Bioengineering*. 4(4) :244–248.

Bentabet Lasgaa N. Étude phytochimique et évaluation des activités biologiques de deux plantes *Fredoliaaretioides* et *echiumvulgare* de l'ouest algérien. Thèse de doctorat (2015), P 20-21. Available on : www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue2/.../6-1-53-637.pdf

Benzie I.F.F. et Strain J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma as a measure of “antioxidant power” the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239, 70– 76.

Benzie, I. and Strain, J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power: The FRAP Assay”. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.

Bhanot, A., & Shri, R. (2010). A comparative profile of methanol extracts of *Allium cepa* and *Allium sativum* in diabetic neuropathy in mice. *Pharmacognosy research*, 2(6), 374.

Bruneton, J. (1999). Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc Lavoisier, 1120p.

C

Chabrier Jean-Yves. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de doctorat. UHP-Université Henri Poincaré. 184p

Chebaibi. A, Z. Marouf · F. Rhazi-Filali · M. Fahim · A. Ed-Dra., (2016), Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc. *Journal of ResearchGate*, (11201) :1- 8.

Chemar K., (2016) – Etude ethnobotanique de quelques plantes médicinales spontanées de la région EL Outaya. Mémoire de Mester, Univ. Med Khider, Biskra, 8-11

Chung Y-C., Chang C-T., Chao W-W., Lin C-F., et Chou S-T. (2002) Antioxidative activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50, 2454–2458.

D

Dar, R.A., Brahman, P.K., Khurana, N., Wagay, J.A., Lone, Z.A., Ganaie, M.A. & Pitre, K. S. (2017). Evaluation of antioxidant activity of crocin, podophyllotoxin and kaempferol by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Arabian Journal of Chemistry*, 10: S1119-S1128.

De Pooter H.L. et Schamp N. (1986). Comparaison de la composition volatile de certaines espèces de *Calamintha satureja*. In: *Progress in essential oil research*. Ed. E-J. Brunk, Walter De Gruyter, Berlin. 139-150p.

Demoffrats.B, N. Kirschvink, J. Pincemail 2, P. Lekeux., (2005). Impact physiologique et pathologique du stress oxydant chez le cheval, *Journal of Annales de Médecine Vétérinaire*, (149) :19.

Diallo, A. (2005). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* Willd (MYRTACEAE). Thèse de Doctorat en Pharmacie. Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Bamako, Mali.

Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K. et Maïga, A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *C.R. Chimie*, 7 : 1073–1080.

Dibong, S.D., Mpondo, M.E., Nigoye, A., Kwin, M.F. & Betti, J.L., (2011). Ethnobotanique et phytomédecine des plantes médicinales de Douala, Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, (37) : 2496 – 2507

Dorant, E. V. D. B., van den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., & Sturmans, F. E. R. D. (1996). Consumption of onions and a reduced risk of stomach carcinoma. *Gastroenterology*, 110(1), 12-20.

Dorsch, W., & Wagner, H. (1991). New antiasthmatic drugs from traditional medicine? *International Archives of Allergy and Immunology*, 94(1-4), 262-265.

Draeos, Z. D. (2008). The ability of onion extract gel to improve the cosmetic appearance of postsurgical scars. *Journal of cosmetic dermatology*, 7(2), 101-104.

Dutertre J., (2011). Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse. Doc. Univ. Bordeaux 2 - Victor Segalen. U.F.R des sciences médicales.120p.

E

Ebrahimi-Mamaghani, M., Saghafi-Asl, M., Pirouzpanah, S., & Asghari-Jafarabadi, M. (2014). Effects of raw red onion consumption on metabolic features in overweight or obese women with polycystic ovary syndrome: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 40(4), 1067-1076.

Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D. (2007). La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques".

F

FAO. (2016). Commission du codex alimentarius : Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires comité du codex sur les contaminants dans les aliments. FAO, Utrecht, PaysBas.

Farhat, N., Hussain, S., Syed, S. K., Amjad, M., Javed, M., Iqbal, M., ... & Kiran, R. (2020). Dietary phenolic compounds in plants: Their antioxidant and pharmacological potential. *Postepy Biologii Komorki*, 47(3), 307-20.

Felidj M., Bouazza M. et Ferouani T., (2010). Note sur le cortège floristique et l'intérêt de la plante médicinale *Ammoides pussila* (verticillata) dans le Parc national des Monts de Tlemcen (Algérie occidentale). *Journal of International journal of tropical geology, geography and ecology*, (34) :147 – 154.

Fenwick, G. R., Hanley, A. B., & Whitaker, J. R. (1985). The genus *Allium*—part 1. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 22(3), 199-271.

Fernandez Xavier., (2019). Développement de méthodologies analytiques innovantes dans le domaine des compléments alimentaires à base de plantes Séparation, purification et caractérisation de marqueurs spécifiques, Thèse, Université Côte d'Azur. P 51-52.

G

Gangopadhyay, K. S., Khan, M., Pandit, S., Chakrabarti, S., Mondal, T. K., & Biswas, T. K. (2014). Pharmacological evaluation and chemical standardization of an ayurvedic formulation for wound healing activity. *The International Journal of lower extremity wounds*, 13(1), 41-49.

Gaurav D. Moghe and Robert L., (2015). Something Old, Something New: Conserved Enzymes and the Evolution of Novelty in Plant Specialized Metabolism, *Journal of American Society of Plant Biologists*, 169 (3):1512-23.

Gennaro, L., Leonardi, C., Esposito, F., Salucci, M., Maiani, G., Quaglia, G., & Fogliano, V. (2002). Flavonoid and carbohydrate contents in Tropea red onions: effects of homelike peeling and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 1904-1910.

H

Han, M. H., Lee, W. S., Jung, J. H., Jeong, J. H., Park, C., Kim, H. J., ... & Choi, Y. H. (2013). Polyphenols isolated from *Allium cepa* L. induces apoptosis by suppressing IAP-1 through inhibiting PI3K/Akt signaling pathways in human leukemic cells. *Food and chemical toxicology*, 62, 382-389.

Harborne, J.B. (2005). Phytochemical methods. New Delhi: Springer Pvt. Ltd. India, p17.

Heilerová L., Bučkova M., Tarapčík P., Silhár S., Labuda J. (2003). Czech Journal Food Science 21 (2): 78- 84.

Houmènou, V., Adjatin, A., Assogba, F., Gbénou, J., & Akoègninou, A. (2018). Etude phytochimique et de cytotoxicité de quelques plantes utilisées dans le traitement de la stérilité féminine au Sud-Bénin. *European Scientific Journal*, 14(6), 156-171.

I

Iserin P. (2001) Encyclopédie des plantes médicinales. Ed.Larousse-bordas, paris :275 p.

Iserin Paul. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd Edition., Dorling Kindersley Limited., Londres. Edition : Larousse. p.164.

J

Jaime, L., Mollá, E., Fernández, A., Martín-Cabrejas, M. A., López-Andréu, F. J., & Esteban, R. M. (2002). Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 122-128.

Jean-Christophe Létard, Jean-Marc Canard, Vianna Costil, Pierre Dalbiès, Bernard Grunberg, Jean Lapuelle, Commissions nutrition et thérapies complémentaires du CREGG Dans Hegel. (2015) /1(N°1), pages 29 à 35 ÉditionsALN éditions

Jeong S.M., Kim S.Y., Kim D.R., Jo S.C., Nam K.C., Ahn D.U., et Lee S.C. (2004) Effects of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 52, 3389–3393.

K

Kandoliya, U. K., Bodar, N. P., Bajaniya, V. K., Bhadja, N. V., & Golakiya, B. A. (2015). Determination of nutritional value and antioxidant from bulbs of different onion (*Allium cepa*) variety: A comparative study. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 4(1), 635-641.

Kehili Nardjess. (2018). L'effet protecteur d'un antioxydant naturel contre le stress oxydatif induit par le chlorure de cadmium, Thèse, Université Badji-Mokhtar, Annaba. p.15.

Khan, A. I., Shaik, M. S., Ali, A. M., & Bebi, C. V. (2012). Study of blended learning process in education context. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 4(9), 23.

Kone, F. (1998). Etude ethnobotanique, tri phytochimique et évaluation de l'activité antiplasmodiale de deux plantes ivoiriennes : *Mitragyna inermis* et *Terminalia glaucescens*. Thèse de doctorat en pharmacie – UFR de Pharmacie d'Abidjan. N° 358/98. P110.

Kumaran, A. et Karunakaran, R.J. (2007) In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 40, 344–352.

L

Lancaster, J. E., & Shaw, M. L. (1989). γ -Glutamyl peptides in the biosynthesis of S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides (flavour precursors) in *Allium*. *Phytochemistry*, 28(2), 455-460.

Lanzotti V. The analysis of onion and garlic. J Chromatography A. (2006). ;1112(1-2):3-22.

Lanzotti, V. (2006). The analysis of onion and garlic. *Journal of chromatography A*, 1112(1-2), 3-22.

Lehmann H. (2013). Le médicament à base de plantes en Europe : statut, enregistrement, contrôles. Thèse de Doctorat en Sciences Pharmaceutiques, Université de Strasbourg, Strasbourg, 342 p

Li H-B, Wong C-C., et Cheng K-W., Feng C. (2008) Antioxidant properties in vitro and total Phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. *Lebensmittel- Wissenschaft and Technology*. 41(3), 385–390.

Limonier A-S. (2018). La phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de Doctorat en Sciences Pharmaceutiques, Faculté de pharmacie, Aix-Marseille Université, Marseille, 99 p.

M

Majhenic L., kerget M.S., et Knez Z. (2007) Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*. 104, 1258–1268.

Mantawy, M. M., Ali, H. F., & Rizk, M. Z. (2011). Therapeutic effects of *Allium sativum* and *Allium cepa* in *Schistosoma mansoni* experimental infection. *Revista do instituto de medicina*.

Mlcek, J., Valsikova, M., Druzvikova, H., Ryant, P., Jurikova, T., Sochor, J., & Borkovcova, M. (2015). The antioxidant capacity and macroelement content of several onion cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(6), 999-1004.

Mogode Debete, J. (2005). Étude phytochimique de *Cassia nigra* Vahl (Caesalpinaceae) utilisée dans le traitement des dermatoses au Tchad. Thèse Doct., Univ. Bamako, p234. www.ke-neya.net/fmpos/theses/2005/pharma/05P31/pdf/05P31.pdf.

Molyneux, P. (2004) The Use of Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 26, 211-219.

Mootosamy, A., & Mahomoodally, M. F. (2014). Ethnomedicinal application of native remedies used against diabetes and related complications in Mauritius. *Journal of ethnopharmacology*, 151(1), 413-444.

N

N'guessan, K., Kadja, B., Zirihi, N.G., Traoré, D. et Aké-Assi, L. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire), *Sciences et Nature*, 6(1) : pp1-15.

Nascimento Cavalcante Antonio do, Layana Karine Farias Lima, Cristiany Marinho Araujo, Felipe Pereira da Silva Santos, Matheus Oliveira do Nascimento, João Marcelo de Castro Sousa, Mahra Rai, et Chistiane Mendes Feitosa. (2020). Toxicity, cytotoxicity, mutagenicity and in vitro antioxidant models of 2-oleyl-1,3-dipalmitoyl-glycerol isolated from the hexane extract of *Platonia insignis* MART seeds, *Journal of Toxicology Reports*, (7): 209–216.

Niyaz A. Dara, Insha Amina, Wasia Wania, Shafiq A. Wania, Asif B. Shikarib, Shabir H. Wanic,d,Khalid Z. Masoodi. (2017) . Abscisic acid: A key regulator of abiotic stress tolerance in plants *Plant Gene* 11 (2017) 106–111.

Nuutila AM, R. Puupponen-Pimia, M. Aarni and K.M. OksmanCaldentey. (2003), Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity, *Journal of Food Chemistry*, 81: 485-493.

Nuutila, A. M., Puupponen-Pimiä, R., Aarni, M., & Oksman-Caldentey, K. M. (2003). Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food chemistry*, 81(4), 485-493.

O

OMS. (2013). Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023. Organisation mondiale de la Santé, Suisse.

Onwuamah, C. K., Ekama, S. O., Audu, R. A., Ezechi, O. C., Poirier, M. C., & Odeigah, P. G. C. (2014). Exposure of *Allium cepa* root cells to zidovudine or nevirapine induces cytogenotoxic changes. *PloS one*, 9(3), e90296.

Onwuamah, C. K., Ekama, S. O., Audu, R. A., Ezechi, O. C., Poirier, M. C., & Odeigah, P. G. C. (2014). Exposure of *Allium cepa* root cells to zidovudine or nevirapine induces cytogenotoxic changes. *PloS one*, 9(3), e90296.

Ouedraogo Abdou, Moumouni KOALA, Constantin DABIRE, Adama HEMA, Valérie B.E.J.T. BAZIE, Lamoussa Paul OUATTARA, Charlemagne GNOULA, Eloi PALE et Roger H.C. NEBIE. (2015). Teneur en phénols totaux et activité antioxydante des extraits des trois principales variétés d'oignons (*Allium cepa* L.) cultivées dans la région du CentreNord du Burkina Faso, *Journal of International journal of biological and chemical sciences*, 9(1) : 281-291.

P

Pan, Z., Zhang, R., & Zicari, S. (Eds.). (2019). *Integrated processing technologies for food and agricultural by-products*. Academic Press.

Peron, A. P., Mariucci, R. G., de Almeida, I. V., Düsman, E., Mantovani, M. S., & Vicentini, V. E. P. (2013). Evaluation of the cytotoxicity, mutagenicity and antimutagenicity of a natural antidepressant, *Hypericum perforatum* L. (St. John's wort), on vegetal and animal test systems. *BMC complementary and alternative medicine*, 13(1), 1-9.

Petropoulos, S. A., Fernandes, Â., Barros, L., Ferreira, I. C., & Ntatsi, G. (2015). Morphological, nutritional and chemical description of "Vatikiotiko", an onion local landrace from Greece. *Food Chemistry*, 182, 156-163.

Ph.Eur. (2008). a. European Directorate for the Quality of Medicines and HealthCare (EDQM) of the Council of Europe. *European Pharmacopoeia*. Ph.Eur.: Strasbourg, France.

Ph.Eur. (2008). b. *Pharmacopée Européenne* (8 th edn). Ph.Eur.-Conseil d'Europe: Strasbourg.

Ph.Eur. (2008). c. *Pharmacopée Européenne* (9 th edn). Ph.Eur.-Conseil d'Europe: Strasbourg.

Pierre M., Lis.M. (2007) *Secrets des plantes*. Editions Artemis, Paris 1 : 463.

Ping Xu Dong, Ya Li, Xiao Meng, Tong Zhou, Yue Zhou, Jie Zheng, Jiao-Jiao Zhang et Hua-Bin Li. (2017). Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants: Extraction, Assessment and Resources, *Journal of International Journal of Molecular Sciences*, 18(1): 96.

Porchezian, E., & Ansari, S. H. (2000). Effect of liquid extract from fresh *Abutilon indicum* leaves and *Allium cepa* bulbs on paracetamol and carbontetrachloride induced hepatotoxicity. *Die Pharmazie*, 55(9), 702-703.

R

Raman, N. (2006). Phytochemical technique. New Delhi. Indian Publishing Agencies, p19.

Roghini, R. and Vijayalakshmi, K. (2018) Phytochemical Screening, Quantitative Analysis of Flavonoids and Minerals in Ethanolic Extract of Citrus paradisi. International Journal of Pharmaceutical Sciences & Research, 11, 4859-4864.

Ronghua Huang, Eresha Mendis, Se-Kwon Kim. (2005). international Journal of Biological Macromolecules 36 120–127 Factors affecting the free radical scavenging behavior of chitosan sulfate .

S

Sak, K. (2014). Site-specific anticancer effects of dietary flavonoid quercetin. *Nutrition and cancer*, 66(2), 177-193.

Sakakibara, H., Yoshino, S., Kawai, Y., & Terao, J. (2008). Antidepressant-like effect of onion (*Allium cepa* L.) powder in a rat behavioral model of depression. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 72(1), 94-100.

Samydurai, P., & Thangapandian, V. (2012). Nutritional assessment, polyphenols evaluation and antioxidant activity of food resource plant *Decalepis hamiltonii* Wight & Arn. *Journal of applied pharmaceutical science*, (Issue), 106-110.

Sassi M. (2008). Les plantes médicinales. Dar el fikr. Tunis.

Senhaji, O., Faid, M., Elyachioui, M., Dehhaoui, M. (2005). Étude de l'activité antifongique de divers extraits de cannelle. pp222.h <http://france.elsevier.com/direct/mycmed/>.

Shaapan, R. M., Khalil, F. A., & Abu El Ezz, N. M. T. (2011). Cryptosporidiosis and Toxoplasmosis in native quails of Egypt. *Research Journal of Veterinary Sciences*, 4(2), 30-36.

Shockman, S., Paghdal, K. V., & Cohen, G. (2010). Medical and surgical management of keloids: a review. *Journal of drugs in dermatology: JDD*, 9(10), 1249-1257.

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.

Singleton, V. and Rossi, J. (1965) Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

Société Française. (2007). *Ethnopharmacologia*. Société Française d’Ethnopharmacologie.

Sun, F., Wu, C., Wu, Y., & Xu, T. (2014). Porous BPPO-based membranes modified by multisilicon copolymer for application in diffusion dialysis. *Journal of membrane science*, 450, 103-110.

T

Tătăringă, G., Miron, A., Păduraru, I., Hăncianu, M., Gafițanu, E., & Stănescu, U. (2008). Characterization of some extractive fractions isolated from raw *Allium cepa* L. bulbs. *Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi*, 112(2), 522-524.

Tian-yang Wang, Qing Li, Kai-shun Bi Asian Journal of Pharmaceutical Sciences. Volume 13, Issue 1, January (2018). Pages 12-23 Review Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate.

U

Ugwoke, C. E. C., & Ezugwe, C. O. (2010). Phytochemical screening and proximate composition and onion bulb (*Allium cepa* L.). *Journal of pharmaceutical and Allied Sciences*, 7(2).

V

Vance, C. P., Uhde-Stone, C., & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New phytologist*, 157(3), 423-447.

W

Wananukul, S., Chatpreodprai, S., Peongsujarit, D., & Lertsapcharoen, P. (2013). A prospective placebo-controlled study on the efficacy of onion extract in silicone derivative gel for the prevention of hypertrophic scar and keloid in median sternotomy wound in pediatric patients. *J Med Assoc Thai*, 96(11), 1428-1433.

Wang, Y., Tian, W. X., & Ma, X. F. (2012). Inhibitory effects of onion (*Allium cepa* L.) extract on proliferation of cancer cells and adipocytes via inhibiting fatty acid synthase. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 13(11), 5573-5579.

WHO. (2000). b. Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

WHO. (2002). a. General guidelines for methodologies on research and evaluation of traditional medicine. World Health Organization, Genève, Suisse.

WHO. (2002). b. Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

WHO. (2003). a. Directives OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.

X

Xu, W., Chen, H., Huang, Y., & Wu, C. (2013). Decontamination of Escherichia coli O157: H7 on green onions using pulsed light (PL) and PL–surfactant–sanitizer combinations. *International journal of food microbiology*, 166(1), 102-108.

Y

Yoshinari, O., Shiojima, Y., & Igarashi, K. (2012). Anti-obesity effects of onion extract in Zucker diabetic fatty rats. *Nutrients*, 4(10), 1518-1526.

Z

Zeng Yawen, Yuping Li, Jiazhen Yang, Xiaoying Pu, Juan Du, Xiaomeng Yang, Tao Yang et Shuming Yang. (2017). Therapeutic Role of Functional Components in Alliums for Preventive Chronic Disease in Human Being, *journal of Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, (28): 1-13. c.

Zine Mahdjouba, Ammouri Mustapha. (2021). Évaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante des extraits polyphénoliques issus d'*Allium cepa*, p19-27 Université Ibn Khaldoun–Tiaret.

Annexes

Annexe I

Composition des réactifs

Réactif de Fehling

Réactif à chaud

Solution A

CUSO₄35 g

Eau distillée500 ml contenant 5 ml d'H₂SO₄

Laisser refroidir puis compléter au litre avec l'eau distillée

Solution B

Sel de Seignette150 g

Eau distillée500 ml

Refroidir puis ajouter 300 ml de lessive de soude non carbonaté, compléter au litre avec l'eau distillée.

Mélanger les 2 solutions à volume égal au moment de l'emploi.

®Réactif de Baljet

Acide picrique1 g

Ethanol 50°.....100 ml

Papier picrosodé

En trempant du papier a filtré dans une solution obtenue à chaud de 1g d'acide picrique et 100g d'eau, solution préalablement additionnée de 10 g de carbonate de soude ; ce papier se colore en rouge en présence des vapeurs d'acide cyanhydrique (imbibé le papier).

®Réactif de Guignard

Préparation papier picrosodé

Acide picrique1 g

Carbonate de sodium10 g

Eau distillée100 ml

@Réactif de Dragendorff

Il s'agit d'un mélange (V/V) de deux solutions A et B.

- Solution A

Nitrate de bismuth.....1,7 g

Acide tartrique concentré.....20 g

Eau distillée..... 100 ml

- Solution B

Iodure de potassium.....10 g

Eau distillée100 ml

Le mélange a été ensuite additionné de 10 g d'acide tartrique. Une agitation de 30mn a été nécessaire après avoir ramené son volume à 100 ml avec de l'eau distillée.

@Réactif de MAYER

Chlorure de mercure.....1,36 g

Iodure de potassium.....5 g

Eau distillée.....100 ml

Extrait éthéré

Broyat d'*Allium Cepa*.....2g

Ether.....40ml

Deux grammes (2g) de broyat d'*Allium Cepa* ont été mis dans 40ml d'éther. Après une macération de 24 heures, le mélange a été filtré et complété à 20ml (extrait éthérique).

Solution de FeCl₃ (1%)

Chlorure de fer (III)... 1g

Eau distillée 100ml

Dilution le réactif Folin-ciocalteu

Folin-ciocalteu concentré1ml

Eau distillée9ml

Solution de carbonate du sodium (7.5%)

Carbonate du sodium7.5g

Eau distillée100ml

Solution de chlorure d'aluminium (2%)

Chlorure d'aluminium.....2g

Ethanol100ml

Solution d'acétate de sodium (50g/L)

Acétate de sodium 25g

Eau distillée 100ml

Solution de quercétine

Quercétine...5mg

Ethanol50ml

Solution d'acide gallique

Acide gallique.....15mg

Ethanol40ml

Eau distillée 10ml

Infusé de 5%

Broyat d'*Allium Cepa*.....5g

Eau distillée.....95ml

Peser 5g de broyat d'*Allium Cepa*, puis introduire 95ml d'eau distillée bouillante.

Infusé de 10%

Broyat d'*Allium Cepa*.....10g

Eau distillée.....90ml

Peser 10g de broyat d'*Allium Cepa*, puis introduire 90ml d'eau distillée bouillante.

Décocté de 5%

Broyat d'*Allium Cepa*.....5g

Eau distillée.....95ml

Peser 5g de broyat d'*Allium Cepa*, ajouter l'eau distillée et porter le tout à ébullition.

Décocté de 10%

Broyat d'*Allium Cepa*.....10g

Eau distillée.....90ml

Peser 5g de broyat d'*Allium Cepa*, ajouter l'eau distillée et porter le tout à ébullition.

Annexe II

Les tests d'ABTS, DPPH, FRAP

