

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

Université de Mohammed Seddik Benyahia -Jijel-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire



Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Sciences de la Nature et de la vie**

Filière : Sciences Biologiques

Option : Toxicologie Fondamentale et Appliquée

Thème

Etude phytochimique et activité antibactérienne du jus frais d'*Allium cepa* L. de la région d'El-Milia

Membres du Jury

Président : Mme. BENTERROUCHE I.

Examineur : Mme. KRIBECHE A.

Encadrant : Mme. AMIRA W.

Présenté par

MAKOUF Meryem

BOUTAMMINA Hadjer

BOUTAMMINA Chaima

Année Universitaire : 2022-2023

Numéro d'ordre :

Remerciement

On tient d'abord à remercier le Dieu *ALLAH* le tout puissant de nous avoir donné la force et la volonté pour réaliser ce travail.

On tient à remercier notre encadrante : *Dr. AMIRA Widad*, pour avoir accepté de nous encadrer et de nous diriger, pour son soutien, ses encouragements. Nous la remercions profondément pour ses judicieux conseils, sa patience et sa politesse incomparable.

On tient particulièrement à remercier les membres du jury :

Dr. BENTERROUCHE I. et *Dr. KRIBECHE A.*, d'avoir accepté de juger ce modeste travail et en être les examinateurs de ce mémoire de Master.

Veillez trouver ici le témoignage de nos profonds respects.

Sans oublier de remercier tous les ingénieurs du laboratoire pédagogique de l'Université de Jijel, pour leurs aides techniques et leur disponibilité.

Enfin, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin, de façon directe ou indirecte, à la réussite de ce travail pour lequel nous avons tant consacré en y mettant tout notre cœur.

Dédicace

Avec un énorme bonheur et une extrême joie je dédie ce travail à tous ceux qui j'aime et qui j'apprécie énormément leur aide et leur soutien tout au long de ma vie.

À Mes très chers parents

Pour leur amour inconditionnel, leur encouragement et leur soutien sans faille

Pour leurs nombreux efforts déployés tout au long de mon parcours et d'avoir toujours été là pour moi

Que cette dédicace soit une humble marque de mon amour et de ma profonde admiration pour vous.

À Mes chers frères **Abdallah, Abdelfatah, Saad** et **Abderahmen**

Depuis notre enfance jusqu'à aujourd'hui, vous avez été mes compagnons de jeu, mes confidents et mes piliers de soutien.

Je suis honorée de vous avoir comme frères et je vous porte dans mon cœur pour toujours.

À mes précieuses amies **Kaouther** et **Meriem**

Qui sont toujours avec moi et derrière mon dos. Vous avez enrichi ma vie d'une manière que personne d'autre ne peut.

Je suis reconnaissante de vous avoir dans ma vie.

À tous les membres de ma famille **MAKOUF** et **ZOUAGHI**

À mes chères binômes **Chaima** et **Hadjer**

À toute la promotion Master II Toxicologie Fondamentale et Appliquée 2023.

À toutes les personnes qui ont croisé ma route et ont laissé une empreinte dans ma vie.

Cette dédicace est un témoignage de ma gratitude éternelle envers vous.



Meriem

Dédicace

Avant tout, je suis fière des efforts que j'ai faits pour arriver à ce jour.
Je remercie Dieu « Allah » qui m'a aidé à élaborer ce modeste travail Que je
dédie :

A Mon chère père MOUHAMMED

Pour mon soutien et ma force au grand homme qui m'a encouragé à réaliser mes
ambitions, je suis reconnaissante pour vos conseils et votre soutien tout au long
de mes années d'études. Tu as tout l'amour et le respect, cher père.

Ma chère mère NOURA

Un symbole de tendresse et de sacrifice qui m'a soutenu tout au long de mes
années scolaires avec son amour et ses prières pour moi. Tous mes
remerciements et mon respect à vous. Que Dieu vous protège pour nous.

A mes chères sœurs

Chaïma, Hawaa, Arwa et Alaa, qui sont aussi mes meilleures amies merci pour
votre soutien constant et votre présence réconfortante vous êtes ma source de
joie et de bonheur et je suis fière de vous avoir dans ma vie.

A Mes chères frères Ayoub et Abd Errahmen

Pour leur soutien et leur encouragement.

A Ma meilleure amie Asma

Tout l'amour et merci à toi et je te souhaite toujours du bonheur dans ta vie ma
chérie.

A Mes trinôme, Chaïma et Meryem

À toute ma famille et mes amis, je remercie tous ceux qui m'ont encouragé et
m'ont souhaité du succès, et vous avez tout l'amour et le respect.



HADJER

*Je remercie Dieu « Allah » qui m'a aidé à élaborer ce modeste travail,
que je dédie :*

*A la mémoire de mon oncle paternel Celui qui m'a toujours encouragé
Celui qui a planté le vouloir de réussite en moi Mon grand exemple
dans la vie, que son âme repose en paix*

A mon cher père (Mohammed)

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que
vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de
consentir, vous avez fait plus qu'aucun père n'a fait pour que ses
enfants suivent le bon chemin, je vous dédie ce travail en témoignage
de mon profond respect et amour. Que dieu te garde pour nous.*

De ma vie ma mère (Nora)

*Qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son
sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.*

A mes chers frères

Ayoub et Abderrahmen

A mes chères sœurs

Hadjer, Hawa, Arwa et Alaa rahmen

A mes chères cousines

Hafsa et jomana

A mes chères amies

Et particulièrement, Hadjer, Bouchra, Lamia, Donia et Chaïma

A mes chères binômes

Hadjer et Meryem

A toute ma famille Boutammîna

A tous ceux qui me sont chers

A tous ceux qui aiment la science

Je dédie ce modeste mémoire



Chaïma

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....1

Partie bibliographique

Chapitre I. Généralités sur les plantes médicinales et la phytothérapie

1. Introduction.....3

2. Plantes médicinales.....3

2.1. Définition.....3

2.2. Origines des plantes médicinales.....4

2.2.1. Plantes sauvages.....4

2.2.2. Plantes cultivées.....4

2.3. Métabolites des plantes médicinales.....5

2.3.1. Métabolites primaires.....5

2.3.1.1. Glucides.....5

2.3.1.2. Lipides.....5

2.3.2. Métabolites secondaires.....5

2.3.2.1. Polyphénols.....6

2.3.2.2. Terpènes.....6

2.3.2.3. Alcaloïdes.....6

2.3.2.4. Flavonoïdes.....7

2.3.2.5. Tanins.....	7
3. Phytothérapie.....	7
3.1. Types de phytothérapie.....	7
3.1.1. Phytothérapie traditionnelle.....	8
3.1.2. Phytothérapie moderne.....	8
3.2. Effet thérapeutique des plantes.....	8
3.3. Avantages et inconvénients de phytothérapie.....	8
3.3.1. Avantages.....	8
3.3...2. Inconvénients.....	9

Chapitre II. Généralités sur l'*Allium cepa*

1. Introduction.....	10
2. Description botanique.....	10
3. Classification et position systématiques d' <i>Allium cepa</i>	11
4. Oignons et ses variétés	11
5. Cycle de développement de l' <i>Allium cepa</i>	12
6. Compositions chimiques de l' <i>Allium cepa</i>	14
7. Effet thérapeutique d' <i>Allium cepa</i>	14

Chapitre III. Activité antibactérienne d'*Allium cepa*

1. Monde bactérien.....	16
1.1. Bactéries Gram positive et Gram négative.....	17
2. Antibiotiques.....	17
2.1. Mécanismes d'action des antibiotiques.....	18
2.2. Résistance aux antibiotiques.....	18
2.3. Types de résistance aux antibiotiques.....	19

2.3.1. Résistance normale.....	19
2.3.2. Résistance acquise.....	19
2.4. Mécanismes biochimiques de la résistance aux antibiotiques.....	19
2.4.1. Altération ou Modification de la cible de l'antibiotique.....	20
2.4.2. Inactivation enzymatique de l'antibiotique.....	20
2.4.3. Imperméabilité aux antibiotiques.....	21
2.4.4. Pompes à efflux.....	21
3. Les plantes médicinales comme source antibactérienne.....	21
4. Activité antibactérienne d' <i>Allium cepa</i>	22

Partie expérimentale

Chapitre I. Matériel et méthodes

1. Récolte et préparation du matériel végétal.....	23
2. Méthodes.....	23
2.1. Préparation du jus frais.....	23
2.2. Préparation des solutions diluées.....	24
2.3. Caractérisation Biochimique.....	24
2.3.1. Screening phytochimique (analyse qualitative)	24
2.3.1.1. Recherche des flavonoïdes.....	24
2.3.1.1.2. Recherche des saponines.....	25
2.3.1.1.3. Recherche des tannins.....	25
2.3.1.1.5. Recherche des Coumarines.....	25
2.3.1.1.6. Recherche des Quinones.....	25
2.3.1.1.7. Recherche des Anthocyanes.....	25
2.3.2. Analyse quantitative des composés phénoliques.....	25

2.3.2.1. Dosage des polyphénols totaux.....	25
2.3.2.1.1. Principe.....	26
2.3.2.1.2. Protocole.....	26
2.3.2.1.3. Expression des résultats.....	26
2.3.2.2. Dosage des flavonoïdes.....	27
2.3.2.2.1. Principe	27
2.3.2.2.2. Protocole.....	27
2.3.2.2.3. Expression des résultats.....	27
2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	28
2.4.1. Souches bactériennes.....	28
2.4.2. Les antibiotiques.....	28
2.4.3. Milieux de culture.....	28
2.4.4. Repiquage des souches bactériennes.....	29
2.4.5. Préparation de l'inoculum.....	29
2.5. Test de sensibilité aux jus de l' <i>Allium cepa</i> : Aromatogramme.....	29
2.5.1. Principe de l'aromatogramme.....	29
2.5.2. Application.....	29
2.5.3. Lecture.....	30
2.6. Test de sensibilité aux antibiotiques : Technique d'antibiogramme.....	30
3. Traitement statistique.....	30

Chapitre II. Résultats et Discussion

1. Etude phytochimique.....	31
1.1. Tests généraux de caractérisation.....	31
1.2. Dosages spectrophotométriques des composés phénoliques (polyphénols Et flavonoïdes)	32

2. Etude de l'activité antibactérienne.....	34
2.1. Sensibilité aux antibiotiques : Antibiogramme.....	34
2.2. Sensibilité au jus frais du bulbe d' <i>Allium cepa</i> : test d'inhibition.....	35
Conclusion.....	42
Références bibliographiques.....	44
Annexe	
Résumé	

Liste des abréviations

Abréviation	Désignation
<i>A. cepa</i>	<i>Allium cepa</i>
ABS	Absorbance
ADN	Acide désoxyribonucléique
ARN	Acide ribonucléique
ATB	Antibiotique
<i>B. subtilis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
C	Concentration
CMB	Concentration minimale bactéricide
CMI	Concentration minimale inhibitrice
DO	Densité optique
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
g	Gramme
Gram-	Gram négatif
Gram+	Gram positif
h	Heure
mg EAG/ml	Milligramme équivalent de l'acide gallique par millilitre
mg EQ/ml	Milligramme équivalent de quercitine par millilitre
min	Minutes
ml	Millilitre
mm	Millimètre
nm	Nanomètre
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
<i>P. aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
s	Seconde
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>S. enteritidis</i>	<i>Salmonella Enteritidis</i>
<i>S. Typhi</i>	<i>Salmonella Typhimurium</i>
UV-VIS	Ultra-violet visible
WHO	World Health Organisation
%	Pourcentage
°C	Degré Celsius
µg	Microgramme
µl	Microlitre

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Différentes parties de la plante d'oignon	11
02	Diversité de couleurs d'oignons	12
03	Cycle annuel du bulbe d' <i>Allium cepa</i>	13
04	Effets thérapeutiques majeur d' <i>Allium cepa</i>	15
05	Principaux composants structurels et fonctionnels d'une cellule bactérienne	16
06	Caractéristiques de la paroi cellulaire des bactéries gram-positives et gram-négatives	17
07	Différents mécanismes de résistance aux antibiotiques dans une bactérie Gram négative	20
08	Forme morphologique du bulbe d'oignon	23
09	Protocole général de l'extraction du jus d'oignon	24
10	Protocole de dosage des polyphénols totaux	26
11	Protocole de dosage des flavonoïdes	27
12	Concentration des polyphénols totaux	33
13	Concentration des flavonoïdes	33
14	Diamètre des zones d'inhibition d'extrait d' <i>Allium cepa</i> .	40
15	Comparaison des diamètres des zones d'inhibition du jus pur d' <i>Allium cepa</i> et ses dilutions et des antibiotiques sur les souches bactériennes.	40

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification d' <i>Allium cepa</i> L.	11
02	Liste des souches bactériennes étudiées	28
03	Résultats des tests phytochimiques	31
04	Diamètres des zones d'inhibition (en mm) des bactéries étudiés en présence des différents Antibiotiques	34
05	Diamètre des zones d'inhibition du jus d' <i>Allium cepa</i> sur les souches testées	35
06	Evaluation de l'effet antibactérien selon le diamètre d'inhibition	36

Introduction générale

Introduction générale

Les organismes bactériens, qu'ils soient Gram positif et Gram négatif, comme différentes espèces de *Staphylococcus* et *Escherichia*, causent un large éventail d'infections chez les animaux et les humains. Ils provoquent une série d'infections telles que l'ostéomyélite, l'endocardite, la bactériémie, la septicémie, la pneumonie, la septicémie de plaie, l'arthrite septique, les infections osseuses et articulaires, l'intoxication alimentaire et le syndrome du choc toxique, à cause de ces capacités de survivre dans des conditions difficiles en raison de leurs multiples habitats environnementaux (**Momoh et al., 2023**).

Les antibiotiques synthétiques présentent diverses limites. Leur coût élevé les rend inaccessibles aux patients des pays en voie de développement. De plus, avec le temps, les micro-organismes développent une résistance à ces antibiotiques, réduisant ainsi leur efficacité contre les microbes. En outre, l'utilisation d'antibiotiques peut entraîner des effets indésirables chez l'hôte, tels que des réactions d'hypersensibilité, une suppression du système immunitaire et des réactions allergiques (**Alder, 2005**).

L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'environ 80% des habitants ont recours aux préparations traditionnelles à base de plantes par manque d'accès aux médicaments prescrits mais aussi parce que les plantes ont pu démontrer une réelle efficacité (**Belkhodja, 2016**).

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de molécules présentant un grand intérêt thérapeutique (**Gurib-Fakim, 2006**). Au cours des dernières années, l'intérêt pour la phytothérapie a connu une augmentation significative. En conséquence, les recherches actuelles se concentrent sur l'étude des métabolites secondaires, qui constituent le principal réservoir de nouveaux médicaments (**Bensemmane et al., 2021**).

L'*Allium cepa* est l'un des exemples de plantes herbacées médicinales qui sont parmi les plus anciennes cultivées pour servir de nourriture et aussi à des fins médicinales. C'est un légume avec une longue histoire d'utilisation pour divers types de problèmes de santé. Il couvre de vastes propriétés médicinales, de protection cardiovasculaire, d'antioxydant, d'activité antimicrobienne, d'hyperglycémique et de prévention des infections des voies respiratoires (**Oyawoye et al., 2022**).

L'objectif principal de notre présente étude consiste en une caractérisation phytochimiques et une détermination de la teneur en polyphénols totaux et en flavonoïdes du jus frais, préparé à partir du bulbe d'*Allium cepa*, ainsi que l'évaluation *in vitro* de ses

Introduction générale

potentialités antibactériennes vis-à-vis de trois souches bactériennes (*E. coli*, *S. aureus* et *P. aeruginosa*), pathogènes pour l'homme.

Ce présent travail est réparti comme suit :

- **Une première partie** est une synthèse bibliographique qui regroupe trois chapitres. Le premier comporte des généralités sur les plantes médicinales et phytothérapie, le second porte des généralités sur la plante étudiée (*Allium cepa*), tandis que le troisième décrit l'Activité antibactérienne d'*Allium cepa*.
- **Une deuxième partie**, est la partie pratique, qui comporte deux chapitres. Le premier décrit le matériel et les méthodes utilisés dans cette étude et le deuxième est consacré aux résultats obtenus et leur discussion.
- Enfin le travail est clôturé par une conclusion générale et des perspectives pour des travaux futurs.

Partie bibliographique



Chapitre I :
Généralités sur les plantes médicinales et
phytothérapie



1. Introduction

Les plantes médicinales sont utilisées depuis des milliers d'années dans la médecine populaire par les populations asiatiques et africaines et aussi dans les systèmes de médecine indienne, égyptienne, chinoise, grecque et romaine. De nombreuses plantes sont consommées pour leurs bienfaits sur la santé dans les pays développés (**Jamshidi-Kia et al., 2017**). Selon l'Organisation mondiale de la santé, certains pays continuent de considérer les traitements à base de plantes comme leur principale source de médicaments et les pays en développement utilisent les avantages des composés d'origine naturelle à des fins thérapeutiques (**Greenwell et Rahman, 2015 ; Kumar et Jnanasha, 2017**).

De nombreux médicaments actuels sont issus de produits naturels (**Boy et al., 2018 ; Cragg et Newman, 2018 ; Kayser, 2018**). Aujourd'hui, environ 80% de la population des pays en développement dépendent des produits médicinaux à base de plantes comme source principale de soins de santé et de pratiques médicales traditionnelles (**Bandaranayake, 2006**).

Le savoir thérapeutique traditionnel, thésaurisé et transmis de génération en génération chez les populations rurales, est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées. La préservation de ce patrimoine ancestral en voie d'érosion est plus qu'indispensable et sa perte serait irrémédiable pour l'humanité, si aucun effort n'est déployé pour sa transcription fidèle et urgente (**Derridj et al., 2009 ; Bentabet et al., 2022**).

2. Plantes médicinales**2.1. Définition**

Selon l'OMS, une plante médicinale fait référence à toute plante qui contient une ou plusieurs substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles (**Sofowora, 2010**).

Un certain nombre de plantes sont utilisées dans la médecine traditionnelle depuis de nombreuses années. Certaines semblent fonctionner, même si les données scientifiques ne sont pas suffisantes pour confirmer leur efficacité. Ces plantes devraient être considérées comme des plantes médicinales. Le terme "médicaments bruts d'origine naturelle ou biologique" est utilisé par les pharmaciens et les pharmacologues pour décrire les plantes entières ou les parties de plantes qui ont des propriétés médicinales. Une définition des

plantes médicinales dans le cadre de cette présentation devrait inclure les éléments suivants (Evans, 2008 ; Sofowora, 2008 ; Sofowora, 2013) :

- ❖ Les plantes ou parties de plantes utilisées médicalement dans des préparations galéniques (par exemple, décoctions, infusions, etc.), par exemple l'écorce de Cascara ;
- ❖ Plantes utilisées pour l'extraction de substances pures, soit pour un usage médicinal direct, soit pour l'hémisynthèse de composés médicinaux (par exemple, hémisynthèse d'hormones sexuelles à partir de la diosgénine obtenue à partir d'*ignames Dioscorea*) ;
- ❖ Les plantes alimentaires, les épices et les plantes à parfum utilisées à des fins médicales, comme le gingembre ;
- ❖ Les plantes microscopiques, par exemple les champignons, les actinomycètes, utilisées pour isoler des médicaments, en particulier des antibiotiques. L'ergot (*Claviceps purpurea* poussant sur le seigle) ou *Streptomyces griseus* en sont des exemples ;
- ❖ Les plantes à fibres, par exemple le coton, le lin, le jute, utilisées pour la préparation de pansements chirurgicaux.

2.2. Origines des plantes médicinales

Elle porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes sauvages ou "de cueillette" et aussi les plantes cultivées (Ouedraogo et al., 2021).

2.2.1. Plantes sauvages

Sont des plantes qui poussent naturellement dans une région sans y avoir été introduite par l'homme, utilisées depuis l'Antiquité à des fins médicinales et représentant encore aujourd'hui une part importante du marché mondial (Ouedraogo et al., 2021).

2.2.2. Plantes cultivées

Ce sont les plantes qui sont produites à l'aide de techniques agricoles standardisées, permettent d'obtenir des matières premières de bonne qualité en quantité suffisante et homogènes (Ouedraogo et al., 2021).

2.3. Métabolites des plantes médicinales**2.3.1. Métabolites primaires**

Les métabolites primaires comprennent tous les constituants du végétal qui sont indispensables à sa reproduction, à son développement et à son bon état de fonctionnement (métabolisme général). Parmi ces métabolites primaires :

2.3.1.1. Glucides

Les glucides sont des constituants universels des organismes vivants. Parfois appelés hydrates de carbones, ce sont en première approximation, des composés organiques carbonylés (aldéhydiques ou cétoniques) polyhydroxylés. On englobe dans le groupe des glucides leurs dérivés d'oxydation ou de réduction (acides uroniques, polyols), leurs esters et leurs éthers, leurs dérivés aminés (osamines). Chez les végétaux, on rencontre les glucides :

- Comme élément de soutien, participant à la structure de l'organisme (cellulose et autres polysaccharides pariétaux).
- Comme réserve énergétique, sous forme de polymères (par exemple l'amidon) **(Bruneton, 1999)**.

2.3.1.2. Lipides

Les lipides sont des substances naturelles, esters d'acides gras et d'un alcool ou d'un polyol. Constituants des structures cellulaires comme les phospho et les glycolipides membranaires, éléments de revêtement comme les cires ou les cutines, ce sont aussi des substances de réserves, des sources d'énergie cellulaire. Ces lipides on dite aussi corps gras sont des substances hydrophobes et non volatiles : on parle d'huiles fixes, par opposition aux huiles essentielles. On distingue habituellement :

- Les lipides simples, esters d'acides gras et d'un alcool
- Les lipides complexes : phospholipides, glycolipides, ils jouent un rôle fondamental dans les organismes vivants en particulier comme constituants membranaire **(Chami, 2019)**.

2.3.2. Métabolites secondaires

On appelle métabolites secondaires des composés biosynthétisés naturellement par les végétaux mais qui ne participent pas directement au métabolisme végétal. De nombreux

métabolites secondaires possèdent des propriétés thérapeutiques et sont utilisés en médecine humaine (**Guillaume et Charrouf, 2005**).

2.3.2.1. Polyphénols

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits (**Boizot et Charpentier, 2006**). Les polyphénols ont un rôle essentiel dans les interactions des végétaux avec leur environnement et dans leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles (couleur, astringence, amertume et qualité nutritionnelle) (**Dicko et al., 2006**).

2.3.2.2. Terpènes

Les terpènes, également connus sous le nom d'isoprénoïdes, constituent le groupe le plus important et le plus diversifié de composés naturels que l'on trouve principalement dans les plantes, mais des classes de terpènes plus importantes, telles que les stérols et le squalène, peuvent être trouvées chez les animaux. Ils sont responsables du parfum, du goût et de la pigmentation des plantes. Les terpènes ont de nombreuses fonctions dans les plantes, telles qu'un thermoprotecteur, des fonctions de signalisation, et ne se limitent pas aux pigments, aux arômes et aux solvants, mais ont également diverses utilisations médicinales (**Yang et al., 2012 ; Joshee et al., 2019**).

2.3.2.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes comptent parmi les métabolites secondaires les plus actifs et sont largement répandus dans le règne végétal (en particulier chez les angiospermes). Leur structure contient un ou plusieurs atomes d'azote, soit dans une structure annulaire (alcaloïdes vrais), soit dans une chaîne latérale (pseudoalcaloïdes). Les alcaloïdes sont tristement célèbres en tant que toxines animales et servent de produits chimiques de défense contre les prédateurs (herbivores, carnivores) et, dans une moindre mesure, contre les bactéries, les champignons et les virus (**Wink, 2015**).

2.3.2.4. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés naturels présents dans les parties naissantes d'une plante. Il s'agit d'un pigment abondant, au même titre que les chlorophylles et les caroténoïdes, présent dans presque toutes les plantes. Ils sont connus pour donner du parfum et du goût aux fruits, aux fleurs et aux graines. Les flavonoïdes sont des substances phytochimiques polyphénoliques de faible poids moléculaire sécrétées en tant que métabolites secondaires dans les plantes (**Donadio et al., 2021**). Les flavonoïdes ont été identifiés comme ayant des effets à large spectre chez les micro-organismes et les animaux, avec des structures et des fonctions variées (**Roy et al., 2022**).

2.3.2.5. Tanins

Les tanins sont des composés polyphénoliques des plantes qui leur confèrent une défense contre les agressions des phytopathogènes (bactéries, champignons, virus) et des prédateurs (insectes, mammifères herbivores). Du point de vue de la composition chimique, on distingue deux grandes familles de tanins : les tanins hydrolysables et les tanins condensés. Qu'ils soient hydrolysables ou condensés, les tanins possèdent un large éventail d'activités biologiques, antibactériennes et antioxydantes en particulier, liées à leur caractère réducteur et à leur affinité pour les protéines. Ces substances sont recommandées en nutrition des ruminants, pour leur effet antiparasitaire contre les nématodes (**Hoste et al., 2012**).

3. Phytothérapie

Le mot "phytothérapie" se compose étymologiquement de deux racines grecques : *phyton* et *therapeia* qui signifient respectivement "plante" et "traitement" (**Jamshidi-Kia et al., 2017**). Elle peut donc se définir comme une branche de la médecine qui utilise des préparations pharmaceutiques obtenues à partir de produits végétaux à des fins prophylactiques et thérapeutiques. Ces préparations peuvent être des macérats, des infusions, des décoctions, des teintures, des extraits, des jus frais ou fermentés et des poudres (**Tits, 2010**).

3.1. Types de phytothérapie

On distingue à l'heure actuelle, deux concepts distincts (**Grigourie et al., 2021**) :

3.1.1. Phytothérapie traditionnelle

Empirique, valable dans le temps, mais sans preuves scientifiques ni études cliniques. C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes, et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement (Nencu *et al.*, 2017 ; Grigourie *et al.*, 2021).

3.1.2. Phytothérapie moderne

Elle est basée sur des données scientifiques de phytochimie, de pharmacognosie et de toxicologie (Nencu *et al.*, 2017 ; Grigourie *et al.*, 2021).

Le développement de la médecine moderne est basé sur les pratiques de la médecine traditionnelle à base de plantes, une centaine d'années de croyances et d'observations (Aburjai *et al.*, 2007).

3.2. Effet thérapeutique des plantes

Il est dû à leurs principes actifs représentés par certains constituants chimiques ayant une activité pharmacodynamique, responsables de l'action pharmacologique de la plante. Ce qui est extrêmement intéressant et différent des médicaments synthétiques, c'est que les plantes contiennent plusieurs principes actifs ayant des structures chimiques et des actions différentes. L'ensemble forme ce que l'on appelle le Phyto-complexe. Il est également très important que les différents composants d'un produit végétal (feuilles, fleurs, racines, plante entière, etc.) agissent souvent en synergie, l'effet thérapeutique final étant ainsi potentialisé (Grigourie *et al.*, 2021).

3.3. Avantages et inconvénients de la phytothérapie

3.3.1. Avantages

Selon WHO (2013), les avantages de phytothérapie sont les suivants :

- **Naturel** : Les médicaments à base de plantes sont fabriqués à partir de plantes, des substances naturelles. Ils sont considérés comme une alternative plus sûre aux médicaments synthétiques car ils contiennent moins de produits chimiques susceptibles de causer des effets secondaires nocifs.

- **Abordable :** Les médicaments à base de plantes sont souvent moins chers que les médicaments sur ordonnance, ce qui les rend plus accessibles aux personnes qui ne peuvent pas se permettre des traitements coûteux.
- **Disponibilité :** Les médicaments à base de plantes sont souvent largement disponibles et facilement accessibles dans les marchés locaux, les pharmacies et les boutiques en ligne.
- **Pertinence culturelle :** De nombreuses personnes utilisent des médicaments à base de plantes depuis des siècles en tant que forme de médecine traditionnelle, ce qui est encore populaire dans certaines cultures aujourd'hui.
- **Multiplés avantages :** De nombreux médicaments à base de plantes sont utilisés pour traiter plusieurs affections, ce qui peut les rendre plus pratiques et rentables que de prendre plusieurs médicaments.

3.3.2. Inconvénients

Selon **Adouane, (2016)** les inconvénients de phytothérapie sont :

- **Réglementation limitée :** Contrairement aux médicaments sur ordonnance, les médicaments à base de plantes ne sont pas soumis aux mêmes tests rigoureux et à la même réglementation par les autorités sanitaires, ce qui peut entraîner des problèmes de sécurité et d'efficacité.
- **Manque de preuves scientifiques :** Bien que certains médicaments à base de plantes aient été scientifiquement prouvés efficaces pour certaines affections, beaucoup n'ont pas été suffisamment étudiés pour déterminer leur sécurité et leur efficacité.
- **Risque d'interactions :** Les médicaments à base de plantes peuvent interagir avec d'autres médicaments, entraînant des effets secondaires nocifs ou une réduction de l'efficacité de l'un ou l'autre traitement.
- **Problèmes de contrôle de qualité :** Il peut y avoir des variations dans la qualité et la puissance des médicaments à base de plantes, en fonction de l'endroit et de la manière dont ils ont été cultivés, récoltés et transformés.
- **Réactions allergiques :** Certaines personnes peuvent avoir des réactions allergiques à certaines plantes, ce qui peut entraîner des problèmes de santé graves.



Chapitre II :
Généralités sur l'*Allium cepa*



1. Introduction

L'oignon est une plante herbacée bisannuelle vivace de la famille des Alliaceae (Boukeria, 2017). C'est une espèce universelle, consommée dans toutes les régions du monde. Elle est classée deuxième au rang des légumes les plus cultivés au monde après la tomate (Abdou, 2014). La production mondiale de cette culture maraîchère s'élevait à 82,85 1 06 tonnes par an avec la Chine, l'Inde et les Etats Unis comme les trois premiers pays producteurs (Dinissia *et al.*, 2021).

Cette plante est cultivée pour ses vertus médicinales et alimentaires. Sur le plan médicinal, l'oignon est utilisé pour le traitement des infections, inflammations respiratoires et rhumatismes, ses propriétés hypolipédémiantes sont importantes pour la prévention des maladies cardiovasculaires (Taché *et al.*, 2007). Sur le plan alimentaire, l'oignon est riche en éléments nutritifs tels que les glucides, protides, lipides, sels minéraux (calcium, magnésium, potassium et fer), ainsi qu'en multiples vitamines (C, B, E) (Konate *et al.*, 2018).

2. Description botanique

La tige de l'oignon est constituée par un plateau sur lequel s'insèrent des feuilles allongées, cylindriques et creuses et d'où partent des racines adventives. La base des feuilles peut se renfler lorsque les conditions sont favorables et former un bulbe surmonté par une fausse tige ou collet. Le bulbe d'oignon est composé d'écailles charnues et est recouvert extérieurement d'une ou de plusieurs couches d'écailles desséchées qui sont aussi appelées tuniques.

Après une phase de bulbification, puis d'arrêt de croissance et de dormance, le bulbe se remet normalement en végétation. Au cas où il y a initiation de la floraison, la plante peut émettre une ou plusieurs hampes florales. Ces dernières sont creuses, cylindriques, renflées en un endroit et se terminent par une ombelle composée de 200 à 700 fleurs bisexuées de couleur blanc verdâtre. Le fruit est une capsule contenant des graines de petite taille (200 à 300 par gramme), noires, anguleuses et dures. Chaque ombelle produit généralement 100 à 1 500 graines (Rabiou *et al.*, 2015).

La figure 01 illustre les différentes parties de la plante d'oignon.



Figure 01 : Les différentes parties de la plante d'oignon (Rabiou et al., 2015).

1. Feuilles ; 2. Bulbe ; 3. Racines ; 4. Hampe florale qui porte les inflorescences à son sommet

3. Classification et position systématique d'*Allium cepa*

L'*Allium cepa* est classée comme ci- dessous (Tableau 01).

Tableau 01 : Classification d'*Allium cepa* L.

Règne	Plante
Sous Règne	Trachéophyte = plantes vasculaires
Embranchement	Spermatophytes ou Phanérogames = plantes à graines
Sous embranchement	Angiospermes = plantes à fleurs
Classe	Monocotylédone
Sous classe	Liliidae
Ordre	Liliales
Famille	Liliaceae ou Liliacées
Genre	<i>Allium</i>
Espèce	<i>Allium cepa</i> L.
Nom commun	Oignon
Nom en anglais	Onion

4. Oignon et ses variétés

Selon Platt, (2003) et Shafiq, (2017) les variétés d'oignons sont distinguées et classées par une gamme de caractéristiques de bulbes. Les caractéristiques du bulbe comprennent la couleur, la forme et la taille de la peau. La forme du bulbe peut être oblate, épaisse, plate, obovale, ovale, torpille, etc. Les couleurs de peau peuvent être blanches, jaunes, brunes, rouges et intermédiaires entre ces couleurs (Figure 02).

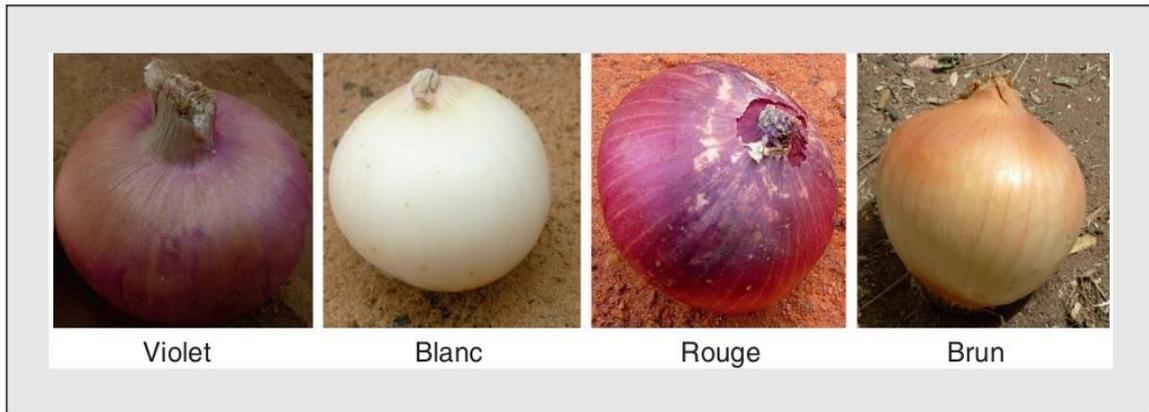
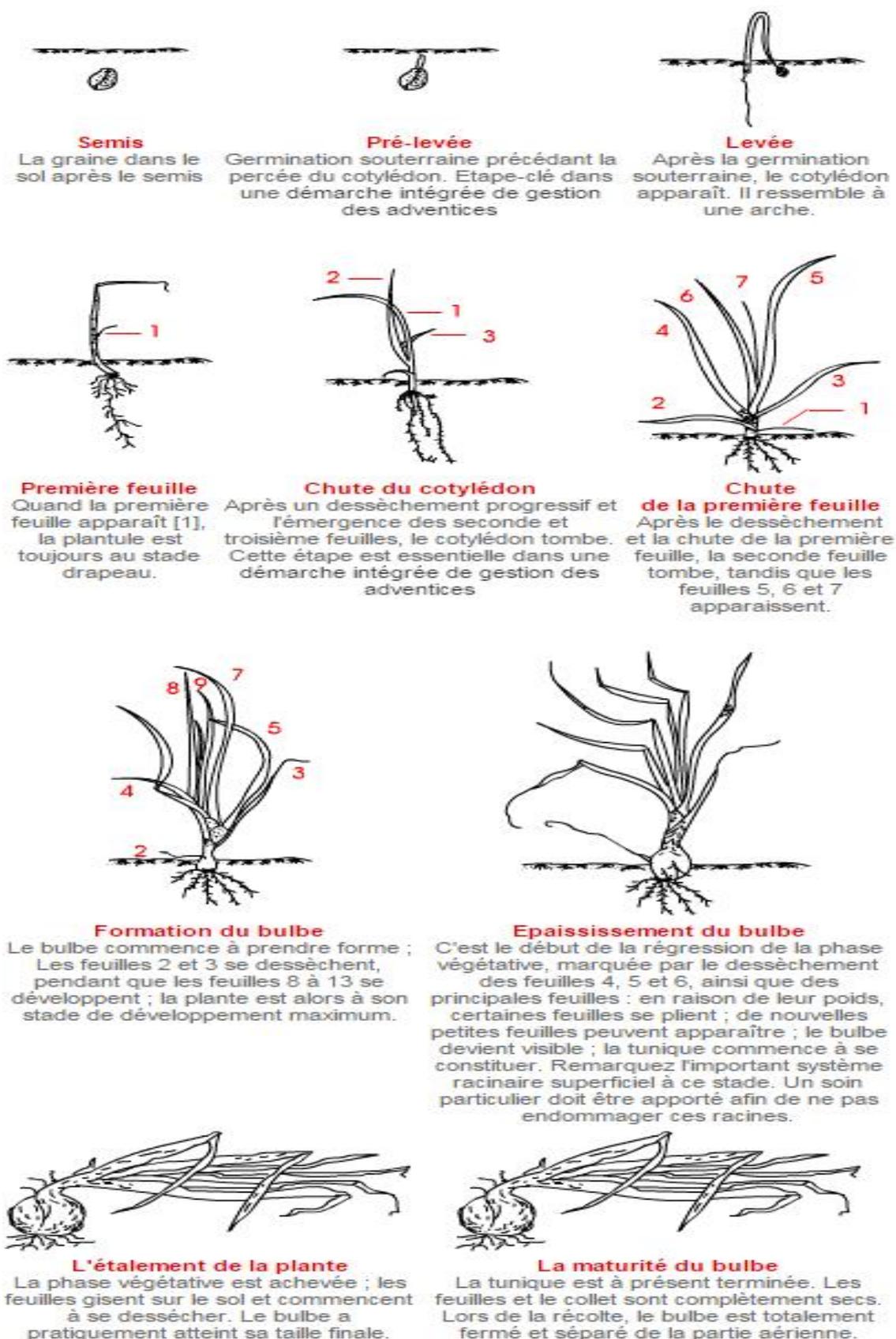


Figure 02 : Diversité de couleurs d'oignons (Abdou et *al.*, 2014).

5. Cycle de développement de l'*Allium cepa*

Le cycle culturel du bulbe l'oignon est généralement annuel pour la production des bulbes et bisannuel pour celle des graines. Il comporte 10 stades de développement, depuis la semence jusqu'au bulbe parvenu à maturité (**Figure 03**).



* Source : Illustrations réalisées à partir des travaux de Ch. Rey, J. Stahl, Ph. Antonin, G. Neury. *Extraits de L'oignon de garde*, CTIFL ed, Paris, France.

Figure 03 : Cycle annuel du bulbe d'*Allium cepa* (Otmame Cherif et Makhlouf, 2020).

6. Composition chimique de l'*Allium cepa*

L'oignon contient divers composés bioactifs, tels que des composés organosoufrés, des flavonols, des acides ascorbiques, des polyphénols et des prébiotiques glucidiques. Le monosulfure de diallyle, le disulfure de diallyle, le trisulfure de diallyle et le tétrasulfure de diallyle sont les principaux composés organosulfurés, tandis que la quercétine, le kaempférol, l'anthocyanine et la lutéoline sont considérés comme les principaux flavonoïdes (Sagar et al., 2022).

Il contient aussi de l'eau, des glucides, des protéines, des lectines, des graisses, des huiles essentielles, des acides organiques, des fibres des vitamines (vitamines B, vitamine C, provitamine A) et des minéraux (potassium, sodium, zinc, fer, phosphore, sélénium, magnésium, manganèse, calcium...) (Konate et al., 2017).

L'oignon est également un pool d'acides aminés libres comprenant l'aspartate (Asp), le glutamate (Glu), l'asparagine (Asn), la sérine (Ser), la glutamine (Gln), l'histidine (His), la glycine (Gly), la thréonine (Thr), l'arginine (Arg), l'alanine (Ala), la tyrosine (Tyr), méthionine (Met), valine (Val), tryptophane (Trp), phénylalanine (Phe), isoleucine (Ile), leucine (Leu) et lysine (Lys) qui fournissent l'azote de l'oignon et produisent le goût caractéristique appelé "umami" (Hansen, 2001).

La quantité de substances chimiques présentes dans l'oignon varie en fonction de la variété, de la situation géographique et des facteurs de stockage. Certaines variétés, notamment les oignons jaunes, rouges et roses, contiennent des quantités élevées de quercétine par rapport aux variétés blanches (Hedges et Lister, 2007).

7. Effets thérapeutique d'*Allium cepa*

L'*Allium cepa* a été utilisé depuis longtemps dans la phytothérapie pour traiter diverses affections. Les anciens l'utilisaient pour ses propriétés antispasmodiques, carminatives, diurétiques, expectorantes et anthelminthiques. Ces composants bioactifs sont bénéfiques en tant qu'agents antimicrobien, anticarcinogènes, antibiotiques, anti-inflammatoires, antioxydante, anti-hypercholestérolémiantes, antiagrégantes plaquettaires antidiabétiques et cardioprotecteurs, ainsi que d'autres avantages nutritionnels (Chakraborty et al., 2022 ; Sagar et al., 2022).

Les extraits ont également une activité antiasthmatique et antiallergique cutanée et pulmonaire. Cuit, il conserve ses vitamines et stimule l'appareil digestif, nettoie l'intestin et

prévient l'hypertension, l'artériosclérose, la nervosité excessive, l'insomnie et certains cancers. Il est également utile pour la cure des calculs rénaux ou de la vessie, des œdèmes, de la rétention d'urine, de l'albuminurie, de la goutte ou du rhumatisme. L'oignon est capable de provoquer l'élimination des toxines par sudation, en particulier en cas de maladies infectieuses. (Chakraborty et al., 2022).

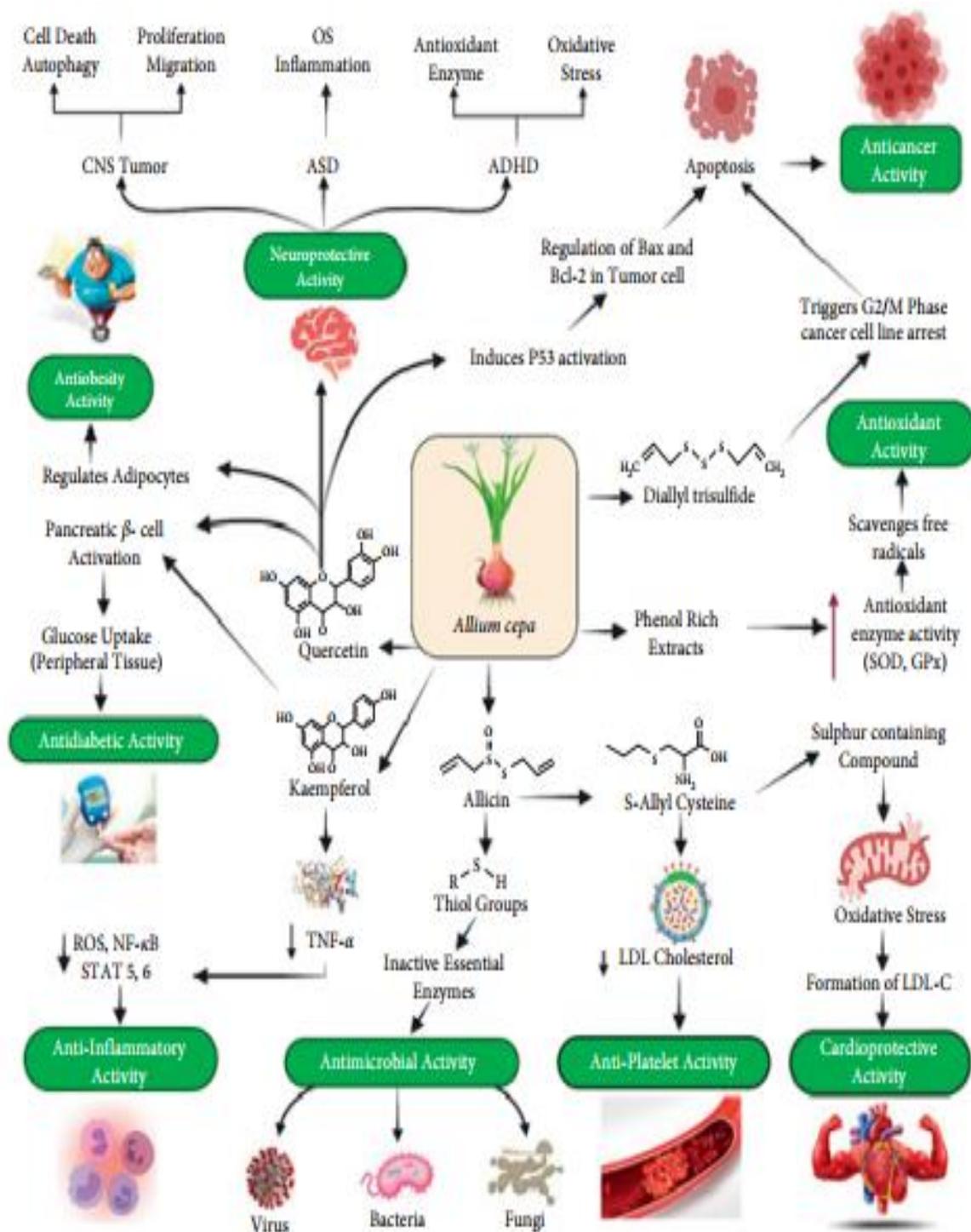


Figure 04 : Effets thérapeutiques majeurs d'*Allium cepa* (Chakraborty et al., 2022).



Chapitre III :
Activité antibactérienne d'*Allium cepa*



1. Monde bactérien

Les bactéries sont des organismes unicellulaires avec une paroi cellulaire contenant du peptidoglycane (Prescott et al., 2018). Elles n'ont pas de noyau et ont généralement un diamètre inférieur à 1 μ m. On peut les observer au microscope optique, à l'état frais ou après coloration. Elles peuvent avoir différentes formes : sphériques (cocci), en bâtonnet (bacilles), incurvées (vibrions) ou spiralées (spirochètes). La microscopie électronique est nécessaire pour voir en détail leur structure. (Prescott et al., 2018).

Les bactéries sont des procaryotes sans noyau, avec un seul chromosome. L'ADN est enroulé et super enroulé à l'intérieur de la cellule grâce à l'ADN gyrase. Les ribosomes bactériens diffèrent des ribosomes eucaryotes et sont une cible pour les thérapies antibactériennes. Les bactéries contiennent également de l'ADN accessoire sous forme de plasmides (Gillespie et Bamford, 2003).

Les bactéries sont présentes en abondance dans le sol, l'eau et l'air, y compris dans des environnements extrêmes en termes de température, pH et salinité. Elles sont également des habitants importants du corps humain, formant le microbiome. Les cellules microbiennes dans et sur notre corps dépassent en nombre les cellules humaines. Ces micro-organismes colonisent notre corps peu après la naissance et participent au développement de notre système immunitaire. Les bactéries dans notre gros intestin aident à la digestion des aliments et produisent des vitamines. Ainsi, le microbiome humain contribue à notre santé et notre bien-être (Prescott et al., 2018).

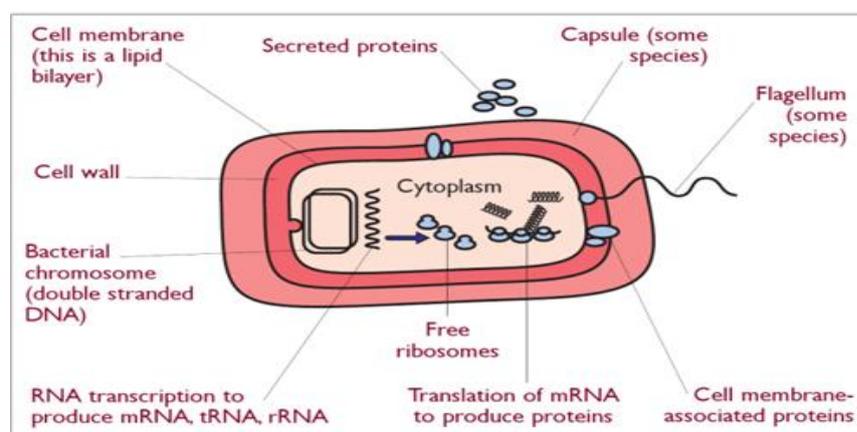


Figure 05 : Principaux composants structurels et fonctionnels d'une cellule bactérienne (Struthers et Westran, 2003).

1.1. Bactéries Gram positive et Gram négative

Les bactéries sont classées en Gram positif et Gram négatif en fonction de la structure de leur membrane cellulaire procaryote (Domalaon et al., 2018). Les parois cellulaires des bactéries à Gram positif comportent une épaisse couche de peptidoglycane et une membrane cellulaire, tandis que les parois cellulaires des bactéries à Gram négatif comportent trois couches, à savoir une membrane interne et une membrane externe, ainsi qu'une couche de peptidoglycane plus fine (Gillespie et Bamford, 2003).

Le peptidoglycane est un composant clé de la paroi cellulaire des bactéries gram-positives. Chez les bactéries gram-négatives, il se trouve entre la membrane cytoplasmique et la bicouche lipidique externe, qui contient également du lipopolysaccharide. La paroi cellulaire des bactéries gram-négatives est plus complexe et comporte des protéines traversant la bicouche lipidique externe, telles que des adhésines et des flagelles. Les porines agissent comme des canaux ioniques, permettant aux molécules hydratées de traverser la membrane. Ces porines facilitent également l'entrée d'antibiotiques, tels que les β -lactamines, vers leur cible. (Struthers et Westran, 2003).

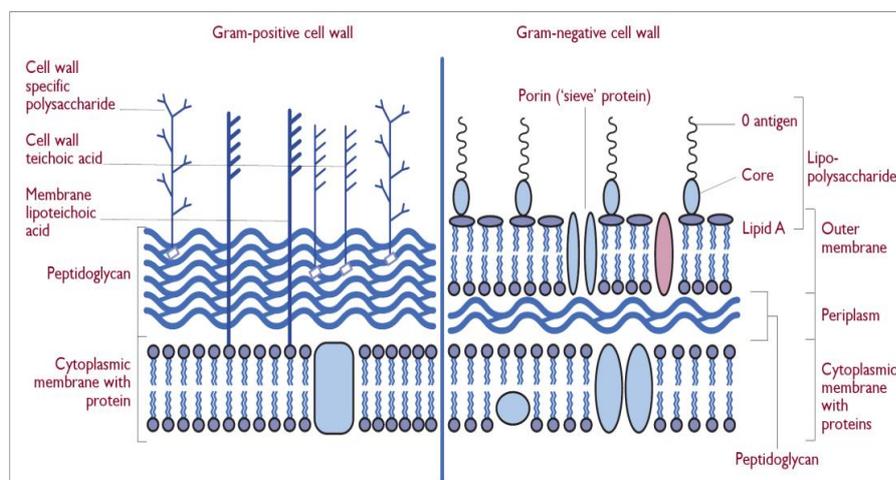


Figure 06 : Caractéristiques de la paroi cellulaire des bactéries gram-positives et gram-négatives (Struthers et Westran, 2003).

2. Antibiotiques

Les antibiotiques sont une classe de composés capables d'inhiber la croissance des bactéries ou de les tuer. La pénicilline est le premier antibiotique découvert et reste le plus connu. Cependant, avant sa découverte, d'autres médicaments antimicrobiens non antibiotiques avaient été utilisés. En 1909, Sahachiro Hata a découvert l'arsphénamine, qui a

été utilisée pour traiter la syphilis et la trypanosomiase en 1910 (Zaffiri et al., 2012 ; Prandi et al., 2023).

La pénicilline a été découverte en 1928 par Alexander Fleming, qui a remarqué qu'une moisissure produisait un composant antimicrobien. Bien qu'il n'ait pas pu isoler la molécule active, il l'a nommée pénicilline. La purification de la pénicilline a été développée par Howard Florey et Ernst Chain en 1940, et la pénicilline a été disponible pour un usage limité dans le traitement humain en 1945 (Gould, 2016 ; Prandi et al., 2023).

2.1. Mécanismes d'action des antibiotiques

L'activité antibactérienne est généralement classée selon l'un des cinq mécanismes suivants : interférence avec la synthèse de la paroi cellulaire bactérienne, inhibition de la biosynthèse des protéines bactériennes, inhibition de la synthèse des acides nucléiques bactériens, inhibition des voies métaboliques et inhibition de la fonction membranaire bactérienne (Kapoor et Saigal, 2017 ; Uddin et al., 2021).

2.2. Résistance aux antibiotiques

Les bactéries qui peuvent se développer même en présence d'antibiotiques sont dites résistantes aux antibiotiques. Le fait qu'une espèce bactérienne soit considérée comme sensible ou résistante à un antibiotique dépend de la concentration minimale inhibitrice (CMI), qui est la concentration d'un antibiotique représentant la barrière entre la résistance et la sensibilité. Si la concentration nécessaire pour tuer la souche bactérienne est inférieure ou égale au seuil de la CMI, cette souche est considérée comme sensible à cet antibiotique. Si la quantité nécessaire est supérieure, elle est considérée comme résistante. La valeur limite de la CMI est fixée en fonction du niveau de sécurité le plus élevé du médicament dans le sérum humain lorsqu'il est administré (Turnidge et Paterson, 2007).

Le taux de développement de la résistance aux antibiotiques dépasse actuellement le taux de développement de nouveaux médicaments. Cela risque de mettre fin à l'âge d'or des antibiotiques et de conduire au début de l'ère post-antibiotique. Cela aurait un effet considérable sur les procédures médicales, car elles dépendent toutes de l'utilisation d'antibiotiques pour gérer les infections (Ashkenazi, 2013).

2.3. Types de résistance aux antibiotiques**2.3.1. Résistance normale**

Peut-être innée (elle est souvent exprimée dans les organismes) ou médiée (les gènes sont normalement présents dans les bactéries mais ne sont activés à des niveaux de résistance qu'à la suite d'un traitement antibiotique) (Carle, 2009).

2.3.2. Résistance acquise

Peut résulter de l'acquisition par la bactérie de matériel génétique par traduction, conjugaison ou transposition, ou de mutations dans son propre ADN chromosomique. Les mécanismes de la RAM (Radar Absorbing Materials) peuvent être divisés en quatre catégories : (1) limitation de l'absorption du médicament ; (2) modification de la cible du médicament ; (3) inactivation du médicament ; et (4) efflux du médicament. En raison de différences structurelles et autres, les bactéries à Gram négatif peuvent utiliser les quatre mécanismes, tandis que les bactéries à Gram positif sont moins susceptibles d'utiliser les mécanismes de limitation de l'absorption d'un médicament (le lipopolysaccharide de la membrane externe est absent) et d'efflux de médicaments (Carle, 2009).

2.4. Mécanismes biochimiques de la résistance aux antibiotiques

Les systèmes de résistance aux antibiotiques des bactéries peuvent être d'origine intrinsèque, comme une membrane perméable, un état physiologique particulier, ou provenant d'éléments mobiles, comme les transposons, intégrons et plasmides. Ils fonctionnent généralement selon un des quatre modes d'actions qui inclut : (1) l'altération ou la modification de la cible, (2) l'inactivation enzymatique de la molécule antibiotique, (3) la réduction de son entrée dans la cellule (impermeabilité) et (4) son expulsion vers le milieu externe (pompes à efflux) (Poole, 2005).

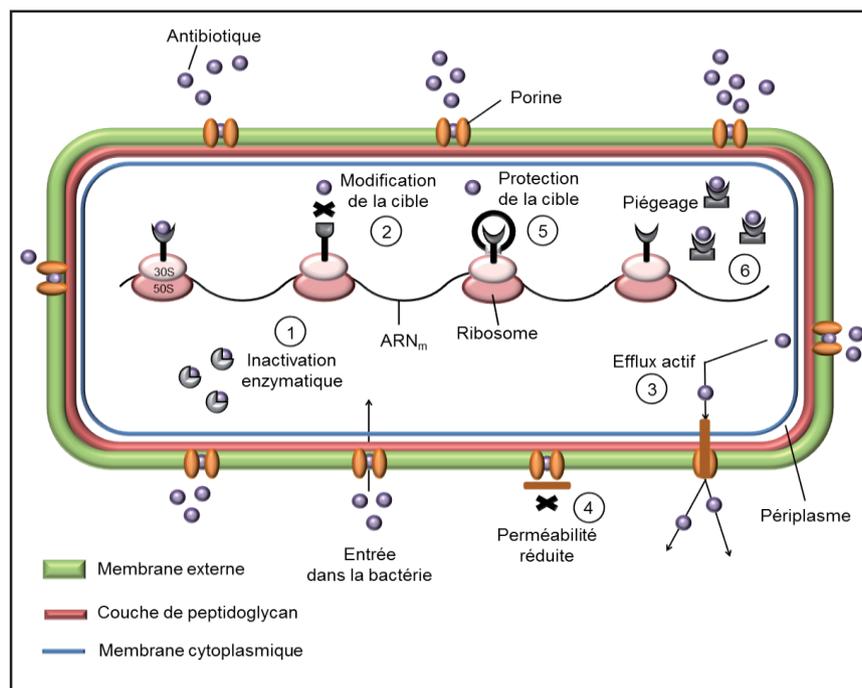


Figure 07 : Différents mécanismes de résistance aux antibiotiques dans une bactérie Gram négative (Muylaert et Mainil, 2013).

2.4.1. Altération ou Modification de la cible de l'antibiotique

Le mécanisme de résistance par altération ou modification de la cible de l'antibiotique se manifeste lorsque la bactérie affecte les cibles des antibiotiques. Dans certains cas, la bactérie peut modifier l'affinité de ses protéines de liaison à des antibiotiques spécifiques, ce qui lui permet de résister à certains antibiotiques tels que les β -lactamines. Par exemple, certaines souches pathogènes peuvent modifier l'affinité des PLP (pyridoxal phosphate) pour ces antibiotiques (Poole, 2004). En outre, une seule modification génétique peut altérer la cible d'un antibiotique, comme une mutation ponctuelle sur un acide aminé de l'ADN gyrase ou de la topoisomérase IV, qui altère la cible des quinolones (Wax *et al.*, 2008 ; Boutaiba Benklaouz, 2023).

2.4.2. Inactivation enzymatique de l'antibiotique

Le principal mécanisme de résistance des bêta-lactames, des aminoglycosides et des phénicolés est l'utilisation d'enzymes qui modifient le noyau actif de l'antibiotique par clivage ou par l'addition d'un groupement chimique. Cette modification empêche la fixation de l'antibiotique sur sa cible et entraîne une perte d'activité de l'antibiotique. Les enzymes

bactériennes peuvent catalyser une variété de réactions biochimiques, notamment des hydrolyses, des acétylations, des phosphorylations, des nucléotidylations, des estérifications, des réductions et des réactions d'addition d'un glutathion (Muylaert et Mainil, 2012 ; Boutaiba Benklaouz, 2023).

2.4.3. Imperméabilité aux antibiotiques

La plupart des antibiotiques ont des cibles intracellulaires, ce qui signifie que la molécule doit traverser la membrane externe et/ou la membrane cytoplasmique pour exercer leur effet antimicrobien. Cependant, les bactéries ont développé des mécanismes pour bloquer la diffusion des antibiotiques à travers ces membranes. Ce phénomène est très courant chez les bactéries à Gram-négatif, pour lesquelles la diffusion des tétracyclines, des fluoroquinolones ou des β -lactamines dépend des porines (Pagès et al., 2008 ; Boutaiba Benklaouz, 2023).

2.4.4. Pompes à efflux

L'efflux est un mécanisme de résistance qui empêche l'accumulation intracellulaire de l'antibiotique à des niveaux suffisants pour exercer son action, ce qui rend l'antibiotique inefficace. Le système d'efflux actif repose sur des protéines transmembranaires ancrées dans la membrane plasmique et/ou la membrane externe des bactéries à Gram-négatif (Walsh, 2003). Ces protéines sont spécifiques d'une classe d'antibiotiques ou peuvent être responsables d'une résistance simultanée à plusieurs classes d'antibiotiques, conférant ainsi une résistance multidrogue (MDR) à certaines bactéries (Boutaiba Benklaouz, 2023).

3. Les plantes médicinales comme source antibactérienne

Au cours des dernières décennies, l'intérêt pour percer les secrets des anciens remèdes à base de plantes s'est accru. À cette fin, diverses stratégies ont été élaborées, le criblage biologique, l'isolement et les essais cliniques pour une variété de plantes. Sur la base des méthodologies de criblage, les valeurs thérapeutiques de nombreux médicaments à base de plantes ont déjà été établies. Bien que les médicaments à base de plantes soient obtenus à partir de sources naturelles, ils sont considérés comme sûrs pour les êtres humains. Comme étant sans danger pour les êtres humains (Izzo et Ernst, 2009).

Les produits naturels ont connu un succès incroyable en servant de guide pour la découverte de nouveaux médicaments antibactériens. En outre, les antibiotiques obtenus de cette manière ont une nature biologiquement conviviale (Walsh, 2003 ; Koehn et Carter,

2005). Il est bien connu que les extraits de plantes bioactives constituent une source prometteuse pour la plupart des médicaments (Bibi et al., 2010). Par exemple, la quinine (Cinchona) et la berbérine (Berberis) sont des antibiotiques obtenus à partir de plantes qui sont très efficaces contre les microbes (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*) (Maridass et De Britto, 2008 ; Bibi et al., 2011).

4. Activité antibactérienne d'*Allium cepa*

L'oignon (*Allium cepa*, L.) est considéré comme un apport alimentaire essentiel et a été d'une importance cruciale pour l'approche médicale (Rose et al., 2005). Les oignons ont différents constituants phytochimiques qui sont riches en une grande variété de métabolites secondaires, tels que les tanins, les terpènes et les terpénoïdes, les alcaloïdes et les flavonoïdes, qui se sont révélés avoir des activités antibactériennes (Cowan, 1999 ; Ibrahim et al., 2019).

Les effets antimicrobiens de l'oignon (*Allium cepa*) ont été largement étudiés. Divers extraits de solvant d'oignon se sont avérés présenter des propriétés antimicrobiennes contre les champignons, les bactéries et les virus. Il a été démontré que les composés organosulfurés présents dans l'oignon inhibent la croissance des micro-organismes. La quercétine, un composé présent dans les oignons, a permis d'inhiber la croissance de certaines bactéries telles que *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Micrococcus luteus*. Les extraits d'oignon ont montré une activité inhibitrice contre plusieurs bactéries, notamment *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus* (causant la carie dentaire), *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia* (causant la parodontite chez les adultes) *Staphylococcus aureus* et *Salmonella enteritidis* (Benkeblia, 2000).

Les extraits d'oignon sont des antimicrobiens très efficaces contre les bactéries. Les bactéries à Gram positif sont plus sensibles à l'extrait d'oignon que les bactéries à Gram négatif, qui sont résistantes à l'extrait d'oignon (Benmalek et al., 2013).

L'activité antibactérienne du jus d'oignon est attribuée à la présence de flavonoïdes et de polyphénols qui ont été signalés comme ayant un large spectre d'activité antibactérienne (Hendrich, 2006). C'est pourquoi les oignons peuvent être considérés comme une bonne source d'additifs naturels pour retarder la détérioration des aliments (Navas et al., 2006).

Partie expérimentale



Chapitre I :

Matériel et méthodes



Ce travail de recherche a été réalisé aux laboratoires pédagogiques d'écotoxicologie et de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Jijel.

L'objectif général de cette étude est de déterminer les composés chimiques présents dans l'extrait frais (jus) de la plante *Allium cepa* et d'évaluer son efficacité en tant qu'agent antibactérien.

1.1. Récolte et préparation du matériel végétal

Dans ce travail de recherche, le matériel végétal est représenté par les bulbes d'*Allium cepa*. Cette plante a été récoltée fraîche en mois de mai 2023 chez un agriculteur de la région d'El-Milia, dans la wilaya de Jijel.

Les échantillons ont été transportés au laboratoire puis nettoyés avec de l'eau, la peau de chaque échantillon est ensuite enlevée afin de récupérer les bulbes.



Figure 08 : Forme morphologique du bulbe d'oignon (photo personnelle).

2. Méthodes

2.1. Préparation du jus frais

Le protocole d'extraction est résumé dans **la figure 09**.

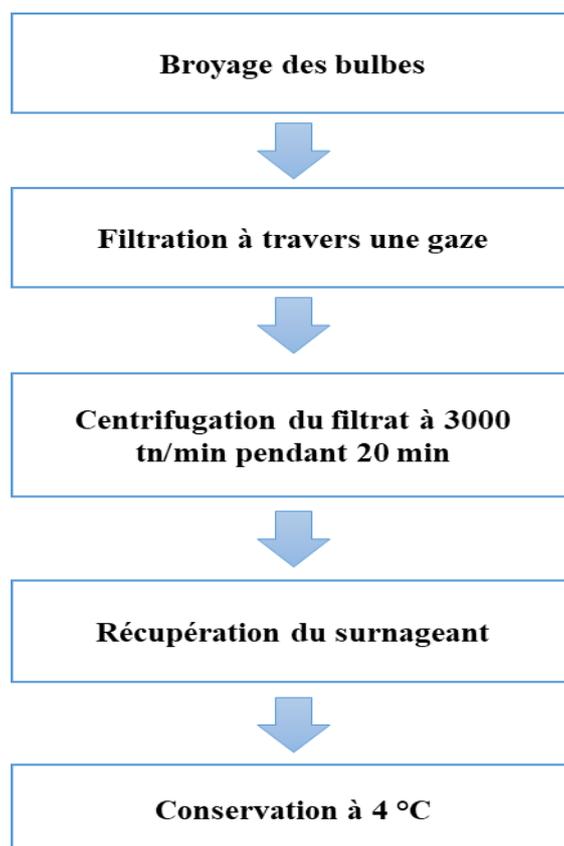


Figure 09 : Protocole général de l'extraction du jus d'oignon.

2.2. Préparation des solutions diluées

A partir du jus pur de bulbes d'oignon C5 (100%) nous avons préparé des jus dilués, par l'eau distillée, pour obtenir des solutions diluées C4 (75%), C3 (50%), C2 (25%) et C1 (5%).

2.3. Caractérisation Biochimique

2.3.1. Screening phytochimique (analyse qualitative)

Afin de mettre en évidence la présence ou l'absence de certains métabolites secondaires, un criblage phytochimique est réalisé dans l'extrait d'*Allium cepa*.

Le criblage phytochimique d'*Allium cepa* nous permet de connaître ses principaux constituants, d'étudier ses activités biologiques spécifiques et de connaître les substances impliquées (Najjaa et al., 2011).

2.3.1.1. Recherche des flavonoïdes

A 5 ml de jus pur du bulbe, on ajoute quelques copeaux de magnésium et quelques gouttes d'acide chlorhydrique (HCl), l'apparition d'une coloration rouge indique la présence des flavonoïdes (Archana *et al.*, 2012).

2.3.1.2. Recherche des saponines

10 ml de jus pur du bulbe ont été agités vigoureusement dans un tube à essai pendant 15s puis laissé au repos durant 15 min. La formation d'une mousse stable est considérée comme une indication de la présence de saponines (Daoudi *et al.*, 2015).

2.3.1.3. Recherche des tannins

Environ 2 ml de jus pur du bulbe ont été testés avec quelques gouttes de chlorure ferrique (FeCl₃) à 10%, ajouté progressivement. Un précipité bleu-noir ou bleu-vert indique la présence de tanins (Itelima *et al.*, 2016).

2.3.1.4. Recherche des stérols

On ajoute 2 ml de chloroforme (CHCl₃) et quelques gouttes d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 1 ml de jus pur du bulbe. L'apparition d'une couleur rouge écarlate dans la couche inférieure du filtrat indique la présence de stérols (Archana *et al.*, 2012).

2.3.1.5. Recherche des coumarines

On prend 2 ml de jus pur du bulbe, on ajoute 3 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 10%, l'apparition d'une couleur jaune indique la présence des coumarines (Savithramma *et al.*, 2011).

2.3.1.6. Recherche des quinones

On ajout quelques gouttes d'hydroxyde de sodium (NaOH) 10% à 5ml de jus pur de bulbe. L'apparition d'une teinte qui vire au jaune, dans la phase aqueuse indique la présence des quinones (Kallo *et al.*, 2018).

2.3.1.7. Recherche des anthocyanes

2.5 ml de jus pur du bulbe sont ajoutés à 1 ml de HCl à 20%, l'apparition d'une coloration rouge indique la présence des anthocyanes (Kallo *et al.*, 2018).

2.3.2. Analyse quantitative des composés phénoliques

2.3.2.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur totale en polyphénols totaux de jus frais de l'*Allium cepa* a été déterminée par la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu.

2.3.2.1.1. Principe

L'ensemble des composés phénoliques est oxydé par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est un mélange d'acide phosphomolybdique et phosphotungstique qui sont réduits lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxyde bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968).

2.3.2.1.2. Protocole

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par (Lachman *et al.*, 2003) (figure 10) :

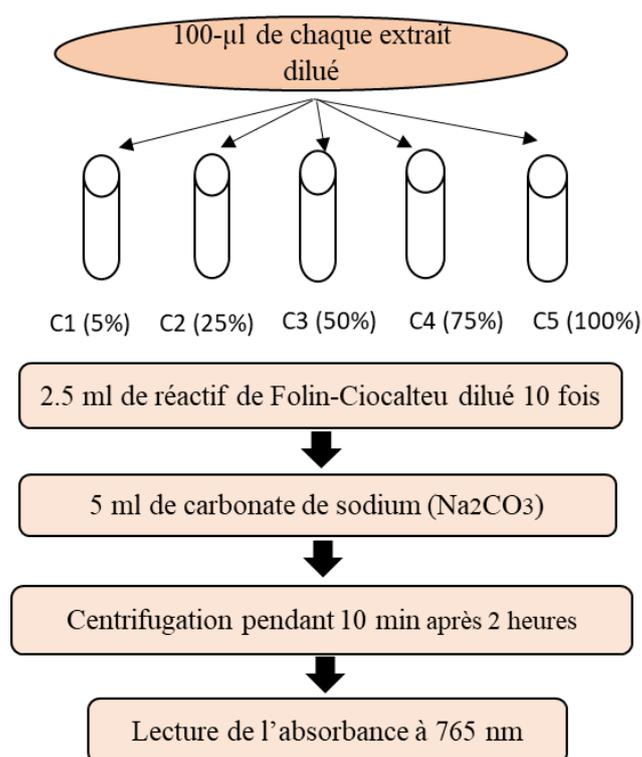


Figure 10 : Protocole de dosage des polyphénols totaux.

2.3.2.1.3. Expression des résultats

L'absorbance a été mesurée au spectrophotomètre Shimadzu UV/VIS – 1240 à 765 nm. La concentration en polyphénols a été calculée à partir d'une courbe standard avec une concentration connue d'acide gallique.

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par ml de jus frais (mg EAG/ml de jus frais).

2.3.2.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) cité par (Ghedadba et al., 2015) est utilisé pour quantifier le contenu en flavonoïdes dans le jus d'*Allium cepa*.

2.3.2.2.1. Principe

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Après l'ajout de la solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3), une couleur jaunâtre se forme. Cette coloration est due à la formation du complexe entre le chlorure d'aluminium et les flavonoïdes ; ceci se traduit par le fait que le métal (Al) a perdu deux électrons pour s'unir à deux oxygènes de la molécule phénolique agissant comme donneurs d'électrons (Ribéreau Gayon, 1968).

2.3.2.2.2. Protocole

Le protocole de dosage est résumé dans la figure 11.

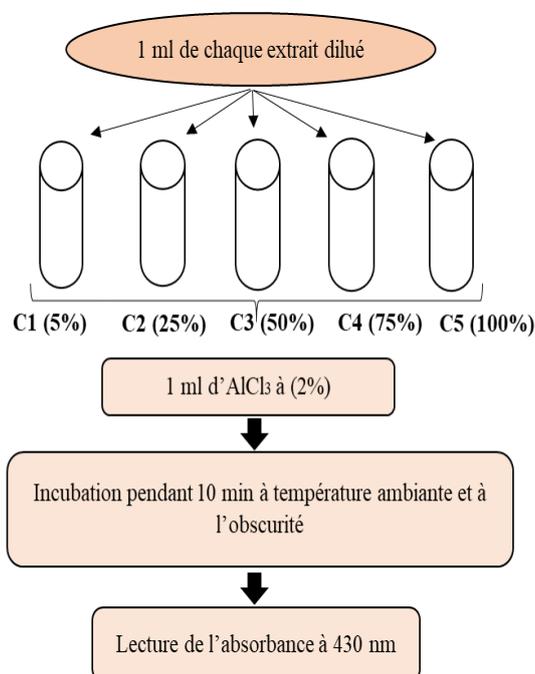


Figure 11 : Protocole de dosage des flavonoïdes.

2.3.2.2.3. Expression des résultats

Les concentrations des flavonoïdes ont été déduites à partir de la gamme de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine. Les résultats ont été exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par ml de jus frais : mg EQ/ml de jus frais.

2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne

2.4.1. Souches bactériennes

Les souches utilisées pour déceler l'activité antibactérienne des extraits de *Allium cepa* sont des souches référentielles de l'American Type Culture Collection (ATCC), dont deux souches à Gram négatif : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, et une souche à Gram positif : *Staphylococcus aureus*. Ce sont des espèces pathogènes ; responsables d'infections graves chez l'homme et dont la plupart sont résistantes aux antibiotiques.

Les bactéries étudiées et leurs références sont rapportées dans **le tableau 02**. Ces souches nous ont été fournies par le laboratoire pédagogique de microbiologie et contrôle de qualité de l'université de Jijel.

Tableau 02 : Liste des souches bactériennes étudiées.

Genre et espèce	N° ATCC	Gram	Famille
<i>Escherichia coli</i>	25922	–	Enterobacteriacées
<i>Staphylococcus aureus</i>	25923	+	Staphylococcacées
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853	–	Pseudomonadacées

2.4.2. Les antibiotiques

Les disques, contenant des antibiotiques prêts à l'emploi, utilisés dans ce travail sont : Ampicilline, Amoxicilline, Pénicilline et Tétracycline.

2.4.3. Milieux de culture

Les milieux de culture utilisés pour la réalisation des tests antimicrobiens sont les suivants :

- La gélose nutritive pour l'isolement et l'entretien des souches bactériennes ;

- La gélose Mueller Hinton pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents extraits de la plante.

2.4.4. Repiquage des souches bactériennes

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées, sur milieu gélose nutritive, par la méthode des stries, puis incubées à l'étuve à 37°C pendant 24 heures, afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées qui ont servi à préparer l'inoculum bactérien.

2.4.5. Préparation de l'inoculum

Des suspensions bactériennes des souches à tester sont préparées, à partir des cultures pures de 24 heures sur milieu d'isolement (gélose nutritive), en raclant à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Décharger l'anse dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% et bien homogénéiser la suspension bactérienne à l'aide d'un vortex pendant quelques secondes. Son opacité doit être équivalente à 0.5 McFarland ou à une DO de 0.08 à 0.10, lue à 625 nm. L'ensemencement doit se faire dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum.

2.5. Test de sensibilité au jus d'*Allium cepa* : Aromatogramme

Pour tester l'activité antibactérienne des extraits d'*Allium cepa*, nous avons fait appel à la technique de l'aromatogramme (Méthode de diffusion en disque) décrite par (**Lokonga et Dasangba, 2020**).

2.5.1. Principe de l'aromatogramme

Le principe de cette méthode consiste à déposer un disque stérile, imbibé d'un extrait, sur un tapis bactérien au début de sa croissance et de mesurer la zone où les bactéries n'ont pas pu se développer. Le diamètre d'inhibition, qui traduit l'activité antibactérienne de l'extrait, est ainsi déterminé.

2.5.2. Application

- ✓ Verser la gélose Mueller-Hinton, préalablement fondue au bain marie bouillant dans une boîte de pétri (90 mm de diamètre) sur une épaisseur de 4 mm.
- ✓ Après solidification, ensemercer la surface de la gélose avec un inoculum fraîchement préparé.

- ✓ Imbiber des disques de papier Whatman, stériles de 6 mm de diamètre, avec 10µl de chaque extrait de jus et les déposés à la surface de la géloseensemencée à l'aide d'une pince stérile, un disque supplémentaire est réservé pour le témoin négatif (eau distillée).
- ✓ Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 heures.

2.5.3. Lecture

Après 24 heures, la lecture des résultats se fait par la mesure de la zone d'inhibition (à l'aide d'une règle à l'extérieure de la boîte) qui est représentée par une auréole formée autour de disque où aucune croissance n'est observée (**Moreira et al., 2005**)

2.6. Test de sensibilité aux antibiotiques : Technique d'antibiogramme

Ce test a été réalisé pour étudier l'antibiogramme standard des germes utilisés et le comparer avec l'effet de nos extraits. Les disques d'antibiotiques sont déposés à la surface d'un milieu gélosé, préalablementensemencé avec une culture pure de la souche à étudier. La sensibilité des bactéries aux antibiotiques est appréciée selon le même protocole qu'avec les disques de papiers imprégnés d'extrait.

3. Traitement statistique

Pour chacun des caractères quantitatifs étudiés, nous avons procédé à une analyse descriptive (moyenne, Ecart- type ...). Les représentations graphiques, les moyennes et les écarts type ont été réalisées par le logiciel Excel 2010.

Pour tester l'effet de la concentration sur les le diamètre des zones d'inhibition, nous avons procédé à une analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur ; le seuil de signification retenu est $P \leq 0.05$. Le test a été réalisé par logiciel R.

Pour étudier la corrélation et les liens possibles entre les composés polyphénoliques et les propriétés antibactériennes et entre les concentrations et les propriétés antibactériennes, Une matrice de corrélation a été effectuée par logiciel XLSTAT.



Chapitre II : **Résultats et discussion**



1. Etude phytochimique

1.1. Tests généraux de caractérisation

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés, qui existent dans la plante par des réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques.

Les résultats du screening phytochimique du jus d'*Allium cepa* sont représentés dans le **tableau 03**.

Tableau 03 : Résultats des tests phytochimiques.

Métabolites secondaires	Présence ou absence dans l'extrait
Flavonoïdes	+
Stérols	-
Tannins	+
Anthocyanes	+
Quinones	+
Coumarines	+
Saponosides	+

D'après ces résultats, nous constatons que le jus frais de l'*Allium cepa* contient les molécules bioactives suivantes : les flavonoïdes, les tannins, les anthocyanes, les quinones, les coumarines et les saponines tandis qu'il ne contient pas des stérols.

Ces résultats sont conformes aux travaux de (Efiog et al, 2020) qui ont constatés la présence des flavonoïdes des tanins et des saponines dans le jus de cette plante.

D'autres travaux effectués sur l'extrait aqueux d'*Allium cepa*, ont confirmé la présence des saponines, tanins, flavonoïdes et composés phénoliques (Enejiyon *et al.*, 2020 ; Momoh *et al.*, 2023).

D'un point de vue biologique, ces constituants comprennent des principes actifs qui sont des précurseurs de drogues extrêmement précieux en thérapie clinique. Ils sont utilisés en thérapie comme anti-oxydants, anti-bactériens, anti-ulcéreux et anti-cancéreux (Haddouchi *et al.*, 2006). Ils sont liés à la réduction de la tension artérielle et du taux de cholestérol (Kumar *et al.*, 2010). Ces composées conduisent aux développement de nouveaux produits puissants qui inhibent la progression de plusieurs maladies comme les tumeurs (Akinboro *et al.*, 2007). Ils ont aussi des effets protecteurs contre différentes pathologies dégénératives (Lenkova *et al.*, 2016).

1.2. Dosages spectrophotométrique des composés phénoliques (polyphénols et flavonoïdes)

L'étude quantitative du jus frais, préparés à partir du bulbe d'*Allium cepa*, au moyen des dosages spectrophotométriques avaient pour objectif la détermination de la teneur des polyphénols totaux et des flavonoïdes.

Deux courbes d'étalonnages ont été tracées pour cet objectif, réalisées avec des solutions d'étalons à différentes concentrations (l'acide gallique pour les polyphénols totaux et la quercétine pour les flavonoïdes).

Les quantités des polyphénols et des flavonoïdes correspondantes ont été rapportées en milligramme d'équivalents de l'étalon utilisé par ml de jus frais (mg EE/ml de jus frais).

Les résultats sont représentés dans **les figures 12 et 13**.

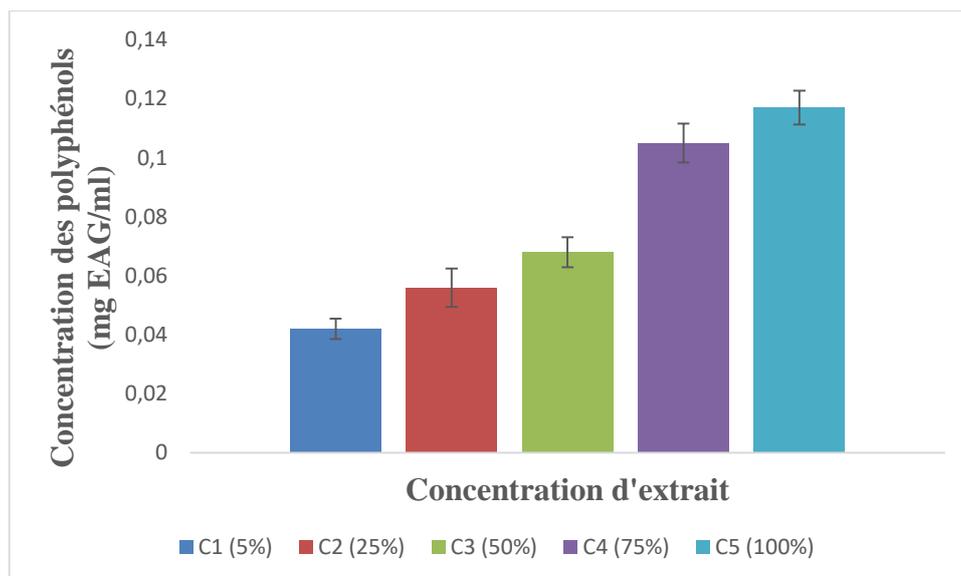


Figure 12 : Concentration des polyphénols totaux.

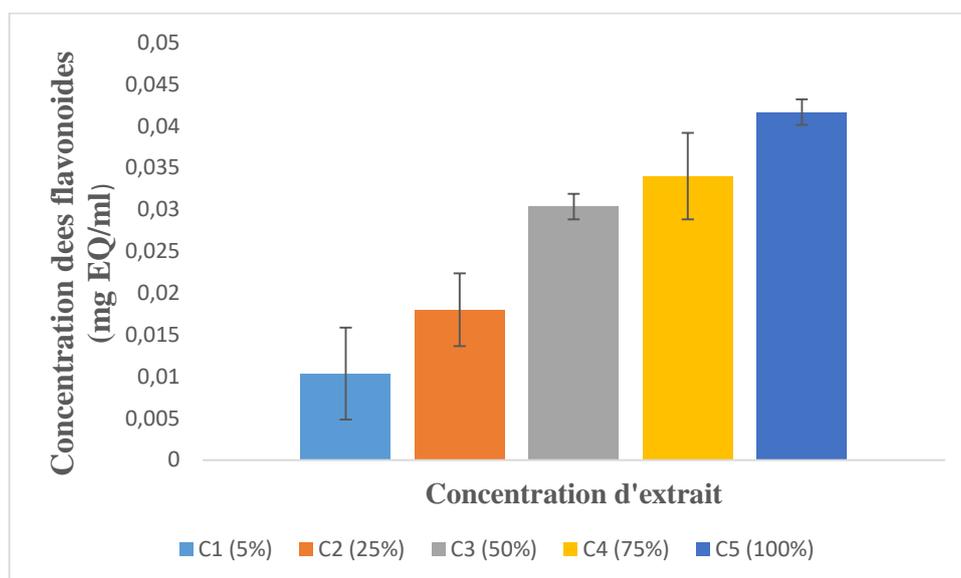


Figure 13 : Concentration des flavonoïdes.

La phytochimie quantitative a révélé des différents taux en polyphénols et flavonoïdes, les polyphénols totaux présentent des valeurs qui varient entre 0.042 mg EAG/ml et 0.12 mg EAG/ml, alors que les flavonoïdes ont donné des valeurs qui oscillent entre 0.010 mg EQ/ml et 0.042 mg EQ/ml.

D'autre part, nous avons constatés un gradient de concentration des composés phénoliques en fonction de dilutions du jus (C1→C5). Ainsi les concentrations des polyphénols et des flavonoïdes totaux augmentent progressivement avec l'augmentation des concentrations d'extrait d'*Allium cepa*.

De nombreuses études épidémiologiques et expérimentales récentes suggèrent que les composés phénoliques, très abondants dans les plantes médicinales et alimentaires, présentent un large éventail d'activités biologiques, en effet ils possèdent un pouvoir antioxydant et antibactérien remarquable ; ils pourraient aussi jouer un rôle dans la prévention des maladies infectieuses, cardiovasculaires et cancéreuses (Djahra *et al.*, 2015).

2. Etude de l'activité antibactérienne

2.1. Sensibilité aux antibiotiques : Antibiogramme

L'antibiogramme consiste à rechercher la sensibilité des souches vis-à-vis des antibiotiques. Le tableau ci-dessous reporte les valeurs en mm des zones d'inhibitions atteintes avec les différentes souches étudiées.

Tableau 04 : Diamètres des zones d'inhibition (en mm) des bactéries étudiés en présence des différents Antibiotiques.

ATB / Souches	Ampicilline	Amoxicilline	Pénicilline	Tétracycline
<i>S. aureus</i>	11.38±0.03	11.76±0.1	10.19±0.22	10.53±0.9
<i>E. coli</i>	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-

(-) : Absence de zone d'inhibition

D'après les résultats du tableau 05, aucune zone d'inhibition autour des disques n'a été observée vis-à-vis de : *E. coli* et *P. aeruginosa*, cela signifie que ces deux souches possèdent un potentiel de résistance très élevé contre l'action des quatre antibiotiques. Cependant la souche *S. aureus*, donne des légères zones d'inhibition, estimées par un diamètre de 11.38mm, 11.76mm, 10.19mm et 10.53mm pour Ampicilline, Amoxicilline, Pénicilline et Tétracycline respectivement, ce qui indique une faible sensibilité de cette souche vis avis aux quatre antibiotiques testés.

2.2. Sensibilité au jus frais du bulbe d'*Allium cepa* : Test d'inhibition

L'activité antibactérienne est caractérisée par la capacité d'une substance à inhiber la croissance des bactéries. La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques dont la prescription à grande échelle et/ou parfois inappropriée de ces agents antibactériens peut entraîner la sélection de souches bactériennes multirésistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers les plantes médicinales qui constituent une source de nouvelles molécules à activité antibactérienne afin de limiter l'apparition de ce phénomène de multirésistance (Bouharb et al., 2014).

L'*Allium cepa* est l'une des plantes les plus répondues dans la médecine traditionnelle et la plus largement citée dans la littérature pour ses propriétés médicinales. Il constitue ainsi l'extrait le plus connu principalement par son pouvoir antibactérien qui est attribué notamment aux composés sulfides qui les contient (Shafiq et al., 2017).

Dans la présente étude l'activité antibactérienne et le pouvoir inhibiteur du jus frais du bulbe de l'*Allium cepa* a été évaluée in vitro, par la méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé, à différentes dilutions (C1 (5%), C2 (25%), C3 (50%), C4 (75%) et C5 (100%)) et sur trois souches bactériennes pathogènes (*S. aureus*, *E. coli* et *P. aeruginosa*).

Le **tableau 05** montre les résultats obtenus après la mesure du diamètre des zones d'inhibition autour des disques, imprégnée de différentes dilutions du jus frais du bulbe.

Tableau 05 : Diamètre des zones d'inhibition du jus d'*Allium cepa* sur les souches testées.

	Diamètre des zones d'inhibition					
	C1 (5%)	C2 (25%)	C3 (50%)	C4 (75%)	C5 (100%)	Eau
<i>S.aureus</i>	-	-	9.02±0.02	14.63±0.47	19.52±0.17	-
<i>E.coli</i>	-	-	-	7.35±0.40	8.20±0.79	-
<i>P.aeruginosa</i>	-	-	-	6.62±0.44	8.84±0.43	-

(-) : Absence de zone d'inhibition

D'après ce tableau on remarque que les diamètres des zones d'inhibition des différentes souches bactériennes étudiées varient de 6.62±0.44mm à 19.52±0.17mm ; ainsi l'inhibition la plus élevée a été observée chez *S. aureus* avec 19.52mm à la concentration C5 (jus pur 100%)

alors que la plus faible était de 6.62mm, observée chez *P. aeruginosa* à la concentration de C4 (75%).

D'après nos résultats nous avons remarqué aussi la croissance des trois souches bactériennes (*S. aureus*, *E. coli* et *P. aeruginosa*) dans les concentrations C1 (5%) et C2 (25%), ce qui nous a permis de conclure que ces concentrations sont insuffisantes pour inhiber ces souches bactériennes. Cependant la concentration C4 (75%), s'est montrée suffisante pour inhiber la croissance de ces trois bactéries. Concernant la concentration C3 (50%), elle ne se révèle active que sur *S. aureus* avec une faible zone d'inhibition qui est de 9.02 ± 0.02 .

D'autre part nous avons constaté que le jus pur d'*Allium cepa* a montré une activité inhibitrice contre toutes les espèces bactériennes testées comme indiqué dans le **tableau 06**. En effet le jus brut a montré une activité maximale contre *S. aureus* (19.52 ± 0.17 mm), une activité modérée contre *E. coli* (8.20 ± 0.79 mm) et une activité minimale contre *P. aeruginosa* (8.84 ± 0.43 mm).

D'après le **tableau 05** nous avons constaté également que le témoin négatif utilisé dans cette étude (eau distillée) n'a montré aucune zone d'inhibition autour des disques, ce qui signifie que l'activité observée est le seul effet des jus du bulbe d'*Allium cepa*.

D'après l'échelle de l'estimation de l'activité antibactérienne donnée par (Moreira et al., 2005) (Tableau 06).

Tableau 06 : Evaluation de l'effet antibactérien selon le diamètre d'inhibition.

Observation	Diamètre d'inhibition
Non sensible	< 8 mm
Sensible	9 à 14 mm
Très sensible	15 à 19 mm
Extrêmement sensible	> 20 mm

On peut conclure que *S. aureus* est très sensible au jus du bulbe d'*Allium cepa*, *P. aeruginosa* est une souche résistante, cependant *E. coli* est sensible.

De nombreux travaux ont souligné le pouvoir antibactérien de l'*Allium cepa*. Ainsi l'étude réalisée par (Enejiyon et al., 2020) a révélé que l'extrait aqueux d'*Allium cepa*,

contenant des composés phytochimiques tels que les tanins, les alcaloïdes les flavonoïdes, les saponines et les anthraquinones, présente de manière constante une activité antibactérienne. Les tests ont été réalisés sur des bactéries Gram négatif et Gram positif, notamment *Staphylococcus aureus* et *E.coli*, et ils ont montré des zones d'inhibition allant de $7,6 \pm 0,2$ à $21,2 \pm 0,5$ mm.

Une autre étude de (**Abdel-Salam et al., 2014**) a également montré que l'HE (huile essentielle) d'oignon a la capacité d'inhiber la croissance bactérienne (*E.coli* ; *S.aureus* ; *S.typhimirium* ; *S.enteritidis* et *B.subtilis*).

Dans une autre étude, l'activité antimicrobienne du jus d'oignon a été testée sur 8 micro-organismes en utilisant les méthodes de diffusion en puits et de diffusion en disque. Il a été observé que *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis* étaient résistants (**Machová et al., 2019**).

Le jus d'*Allium cepa* agit sur les bactéries testées grâce à la présence de composants potentiellement bioactifs tels que les alcaloïdes, le phénol, les composés sulfurés, les flavonoïdes et les tanins, etc. ainsi les résultats du criblage phytochimique montrent que ; des flavonoïdes, des composés phénoliques, des stéroïdes, des saponines, des tanins, des polyphénols et des alcaloïdes étaient présents dans le jus du bulbe, ces composés sont classifiés comme composés antibiotiques très actifs (**Efiong et al., 2020**).

D'après nos résultats nous avons constaté qu'il existe une relation significative entre les composés polyphénoliques et les propriétés antibactériennes. Cela a été confirmé par une corrélation positive forte, entre le taux des polyphénols de du jus de l'*Allium cepa* et l'activité antibactérienne avec des coefficients ($R^2= 0.967$, $R^2= 0.975$, $R^2= 0.956$) (Annexe).

Dans une étude récente menée par (**Momoh et al., 2023**), un extrait d'oignon rouge contenant des flavonoïdes et des composés phénoliques a été testé à deux concentrations différentes, révélant une forte activité antimicrobienne contre *S. aureus* et *E. coli*.

(**Phakawan et Tepsorn, 2021**) constatent aussi que l'extrait d'oignon rouge présente une activité antimicrobienne en raison de ses composés bioactifs, tels que les phénols et les flavonoïdes, en particulier la quercétine.

De même, (**Kim et al., 2004**) a découvert que les oignons ont une activité antimicrobienne en raison de leur teneur en sulfide, en particulier ceux contenant trois atomes de soufre ou plus.

L'activité antimicrobienne de jus peut être expliquée par différents mécanismes.

Des études ont suggéré que les composants antimicrobiens des extraits de plantes (composés phénoliques, terpénoïdes et alcaloïdes) interagissent avec les enzymes et les protéines de la membrane cellulaire microbienne provoquant sa perturbation pour disperser le flux de protons vers l'extérieur de la cellule, ce qui induit la mort cellulaire ou peut inhiber les enzymes nécessaires pour la biosynthèse des acides aminés (**Burt, 2004 ; Gill et Holley, 2006**).

D'autres études ont attribué l'effet inhibiteur des extraits de plantes aux caractères d'hydrophobicité de ces extraits de plantes qui leur permettent de réagir avec les protéines de la membrane cellulaire microbienne et les mitochondries qui perturbent leurs structures et modifient leur perméabilité (**Momoh et al., 2023**).

Une étude supplémentaire menée par (**Savoia, 2012**) a révélé que les flavonoïdes constituent une classe de composés chimiques bénéfiques pour la santé, qui possèdent une activité antimicrobienne contre divers micro-organismes in vitro. Il a été constaté que ces substances sont efficaces pour inhiber la croissance microbienne. En ce qui concerne les composés phénoliques, il a été observé qu'ils peuvent s'insérer dans les membranes lipidiques des micro-organismes Gram-positifs, ce qui entraîne une augmentation de la fluidité membranaire. De plus, ces composés peuvent perturber les complexes lipidiques-protéiques et augmenter la perméabilité membranaire, ce qui a un impact sur la physiologie et le métabolisme des micro-organismes, conduisant finalement à leur mort cellulaire.

D'après nos résultats on peut déduire que l'effet inhibiteur du jus frais de l'*Allium cepa* dépend de l'espèce bactérienne testée, ainsi les bactéries à Gram positives sont avérées plus sensibles que les bactéries Gram négative. Cela peut être justifié par le fait que, ces bactéries possèdent une résistance intrinsèque aux agents biocides qui est en relation avec la nature de leurs membranes externes composées de lipopolysaccharides qui forment une barrière imperméable aux composés hydrophobes. Ces résultats concordent avec ceux de (**Bakri et Douglas, 2005**) qui montrent la plus grande activité inhibitrice des espèces *Allium* sur les bactéries Gram négatif par rapport aux bactéries Gram positif. Ces auteurs ont suggéré que la haute résistance aux extraits de plantes chez les bactéries à Gram- est due à la membrane externe de leur paroi cellulaire, agissant comme une barrière contre de nombreuses substances.

D'autres études, testant l'activité inhibitrice de l'*Allium cepa*, confirment ce phénomène.

Ainsi (Oyawoye et al., 2022) ont rapporté que l'*Allium cepa* a montré une forte activité antibactérienne sur les bactéries à Gram positif. Les bactéries à Gram+ sont les plus sensibles à l'effet de jus avec des diamètres allant jusqu'à 12.5 mm pour *S.aureus*. La souche *E.coli* est moins sensible au jus de l'ail (8-10 mm).

De même, (Benmeddour et al., 2015) ont constaté que les bactéries à Gram+ sont les plus sensibles (*S. aureus*) et la souche à Gram- (*E. coli*) est moins sensible.

Plusieurs autres travaux ont mis en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram (+) par rapport aux Gram (-) (Phakawan et Tepsorn, 2021 ; Eltaweel, 2013), et ils ont attribué ça à la différence dans les couches externes des bactéries Gram (-) et Gram (+). Les bactéries Gram (-), indépendamment de la membrane des cellules, possèdent une couche additionnelle la membrane externe, qui se compose des phospholipides, des protéines et des lipopolysaccharides, cette membrane est imperméable à la plupart des molécules.

(Shinkafi et Dauda, 2013) ont testé l'activité antibactérienne de l'oignon sur quatre isolats bactériens associés à diverses infections oculaires, A savoir *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* et *Streptococcus pneumoniae*. Les auteurs ont constatés que les zones d'inhibition étaient différentes selon la bactérie utilisée, ainsi l'effet antibactérien a été observé particulièrement contre les bactéries Gram +.

D'un autre point de vue les résultats obtenus ont montré une activité antibactérienne dose-dépendante cela a été mise en évidence par l'analyse de la variance (ANOVA) qui indique que les zones d'inhibition sont affectés considérablement à $p < 0.005$ par le facteur concentration (Annexe).

L'effet du jus est observé à partir de la dilution C3 (50%) pour *S. aureus* et à partir de la dilution C4 (75%) pour *E. coli* et *P. aeruginosa* ; Par ailleurs cet effet s'est avéré plus efficace avec le jus pur, ce qui signifie que la dilution a diminuée considérablement l'effet antibactérien du jus de l'*Allium cepa*.

D'après la **figure 14** on remarque que le diamètre des zones d'inhibition augmente considérablement avec l'augmentation de la concentration des extraits, en effet, cela est justifié par les bonnes corrélations positives trouvées entre ces deux paramètres ($R^2 = 0.981$, $R^2 = 0.891$, $R^2 = 0.888$) (Annexe).

Le même résultat a été constaté par (Benkeblia, 2004). Ces résultats sont aussi en accord avec ceux de (Benmeddour et al., 2015) qui ont constaté que le jus frais d'*Allium cepa* montrent une activité inhibitrice significative sur les bactéries à partir de la concentration fortes, mais pas aux concentrations faibles. Donc la zone d'inhibition augmente considérablement avec la concentration des extraits, allant jusqu'à 17 mm de diamètre.

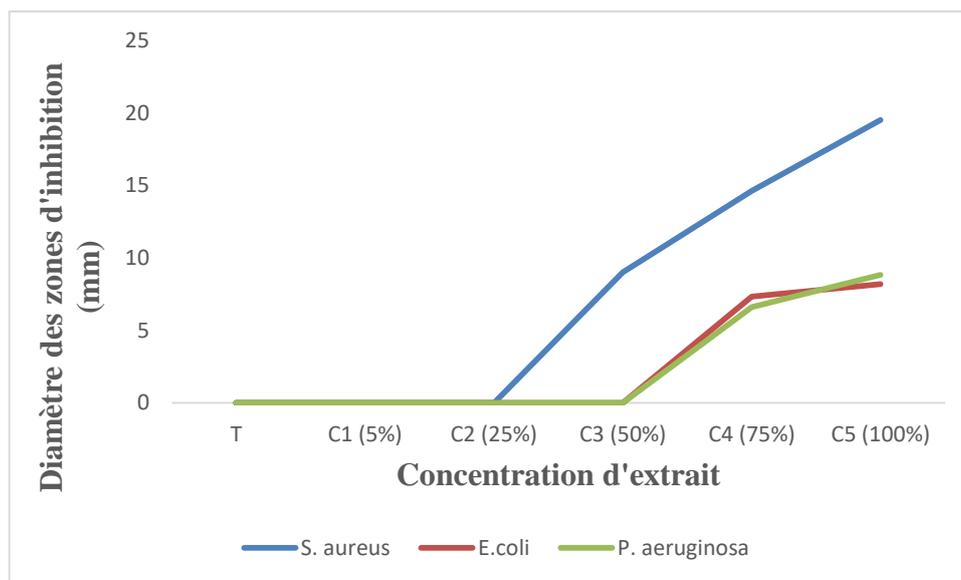


Figure 14 : Diamètre des zones d'inhibition d'extrait d'*Allium cepa*.

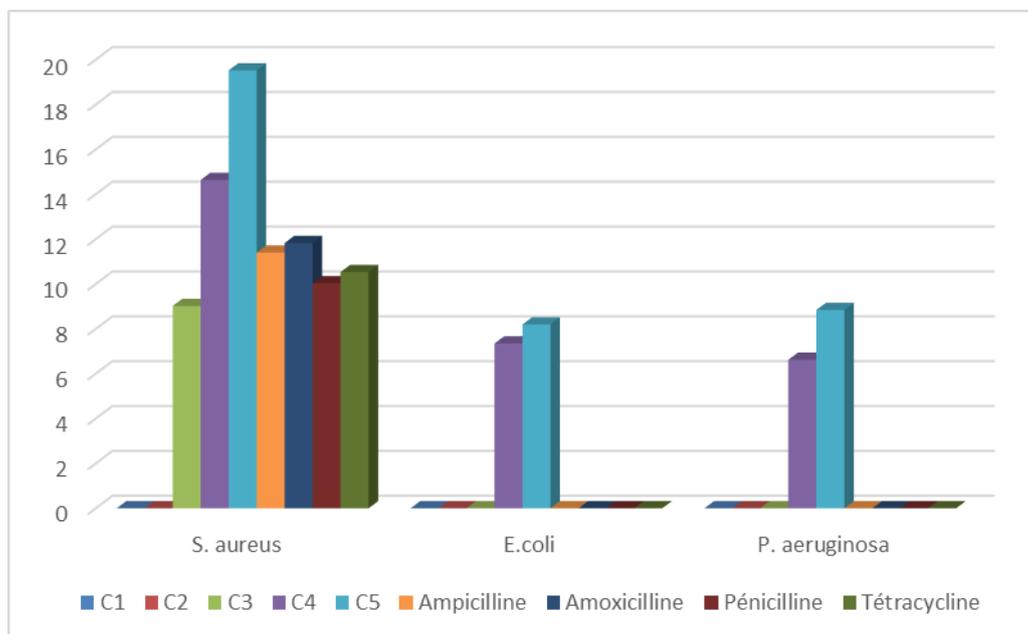


Figure 15 : Comparaison des diamètres des zones d'inhibition du jus pur d'*Allium cepa* et ses dilutions et des antibiotiques sur les souches bactériennes.

L'analyse comparative d'effet antibactérien du jus de l'*Allium cepa* et des antibiotiques montre que l'*Allium cepa* présente une efficacité antibactérienne supérieure et même meilleurs à celle des antibiotiques testés (**Figure 15**).

Donc on peut conclure que l'*Allium cepa* est douée de propriétés antimicrobiennes très appréciés ce qui suggère leur possible utilisation en thérapeutique comme alternative naturelle aux agents chimiothérapeutiques.

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques, et avec le développement de la résistance microbienne aux agents antimicrobiens, ces principes actifs restent la seule moyenne utilisée pour guérir toute sorte de maladie.

L'Algérie possède de nombreux types de plantes à capacité thérapeutique, de sorte que l'exploitation du potentiel biologique de ces plantes est d'une grande importance.

La présente étude avait pour objectif principale l'étude qualitative et quantitative de quelques métabolites secondaires, et l'évaluation de l'activité antibactérienne du jus frais de *Allium cepa* ; plantes largement utilisées en médecine traditionnelle, dans le traitement et la prévention de nombreuses maladies à travers le monde.

Les résultats du criblage phytochimique du jus frais de l'allium cepa, ont permis de mettre en évidence la présence de plusieurs catégories de métabolites secondaires telles que les flavonoïdes, les tannins, les anthocyanes, les quinones, les coumarines et les saponines tandis qu'il ne contient pas de stéroïdes.

D'autre part l'évaluation quantitative des composés phénoliques a révélé la présence de quantités intéressantes en polyphénols totaux et en flavonoïdes.

En ce qui concerne l'activité antibactérienne, les résultats nous ont montrés que *S. aureus* est sensible au jus du bulbe d'*Allium cepa*, *P. aeruginosa* est une souche résistante, cependant *E. coli* est faiblement sensible.

A la lumière de ces résultats nous pouvons conclure que l'*Allium cepa* est une plante à grand intérêt médicinal et ayant divers effets biologiques, notamment l'effet antibactérien, ce qui suggère leur possible utilisation en thérapie comme alternative naturelle aux agents chimiothérapeutiques.

Néanmoins, des études plus approfondies sont nécessaires pour mieux exploiter la plante étudiée. En effet, et comme perspectives on propose de :

- Faire des études *in vivo* pour obtenir une vue plus approfondie sur les activités antibactériennes de l'extrait de cette plante.
- Faire l'isolement et la caractérisation des composés actifs de cette plante, afin de tester indépendamment leurs effets biologiques.

Conclusion

- Evaluer d'autres effets biologiques, *in vitro* comme *in vivo*, des extraits bruts leurs composés actifs en utilisant différentes techniques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

- Abdel-Salam, A. F., Shahenda, M. E., & Jehan, B. A. (2014).** Antimicrobial and antioxidant activities of red onion, garlic and leek in sausage. *African Journal of Microbiology Research*, 8(27), 2574-2582.
- Abdou, R. (2014).** Caractérisation de la diversité génétique de cultivars d'oignon (*Allium cepa* L.) du Niger en vue de leur conservation in situ et de leur amélioration.
- Abdou, R., Malice, M., Bakasso, Y., Saadou, M., & Baudoin, J. P. (2014).** Taxonomie locale et analyse des critères des paysans pour caractériser les différents écotypes d'oignons (*Allium cepa* L.) du Niger. *Cahiers Agricultures*, 23(3), 166-176.
- Aburjai, T., Hudaib, M., Tayyem, R., Yousef, M., & Qishawi, M. (2007).** Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Jordan, the Ajloun Heights region. *Journal of Ethnopharmacology*, 110(2), 294-304.
- Adouane, S. (2016).** *Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès* (Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider-Biskra).
- Akinboro, A., & Bakare, A. A. (2007).** Cytotoxic and genotoxic effects of aqueous extracts of five medicinal plants on *Allium cepa* Linn. *Journal of ethnopharmacology*, 112(3), 470-475.
- Alder, J. D. (2005).** Daptomycin: a new drug class for the treatment of Gram-positive infections. *Drugs of today (Barcelona, Spain: 1998)*, 41(2), 81-90.
- Archana, P., Samatha, T., Mahitha, B., & Chamundeswari, N. R. (2012).** Preliminary phytochemical screening from leaf and seed extracts of *Senna alata* L. Roxb-an ethno medicinal plant. *Int J Pharm Biol Res*, 3(3), 82-89.
- Ashkenazi, S. (2013).** Beginning and possibly the end of the antibiotic era. *Journal of paediatrics and child health*, 49(3), E179-E182.

-B-

- Bakht, J., S. Khan, and M. Shafi. (2014).** In Vitro antimicrobial activity of *Allium cepa* (dry bulbs) against Gram positive and Gram-negative bacteria and fungi. *Pak J Pharm Sci*, 27(1) p. 139-45.

Références bibliographiques

- Bakri, I. M., & Douglas, C. W. I. (2005).** Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. *Archives of oral biology*, 50(7), 645-651.
- Bandaranayake, W. M. (2006).** Quality control, screening, toxicity, and regulation of herbal drugs. *Modern phytomedicine: turning medicinal plants into drugs*, 25-57.
- Belkhodja, H. (2015).** *Effet des biomolécules extraites à partir de différentes plantes de la région de Mascara* (Thèse de doctorat, Université Mustapha Stambouli de Mascara, Département de Bi).
- Benkeblia, N. (2000).** Phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase, pyruvic acid and total phenolics variations in onion bulbs during long-term storage. *LWT-Food Science and Technology*, 33(2), 112-116.
- Benkeblia, N. (2004).** Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *LWT-food science and technology*, 37(2), 263-268.
- Benkeblia, N., & Lanzotti, V. (2007).** *Allium thiosulfinates*: chemistry, biological properties and their potential utilization in food preservation. *Food*, 1(2), 193-201.
- Benmalek, Y., Yahia, O. A., Belkebir, A., & Fardeau, M. L. (2013).** Anti-microbial and anti-oxidant activities of *Illicium verum*, *Crataegus oxyacantha ssp monogyna* and *Allium cepa* red and white varieties. *Bioengineered*, 4(4), 244-248.
- Benmeddour, T., Laouer, H., Benabdi, A. A., & Brahimi, S. (2015).** Évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique des extraits de trois espèces du genre *Allium* : *A. cepa*, *fistulosum* et *sativum* cultivées dans le périmètre agricole de Doussen (Wilaya de Biskra). *Courrier du savoir*, 19, 9-14.
- Bensemmane, N., Bouzidi, N., Daghbouche, Y., Garrigues, S., de la Guardia, M., & El Hattab, M. (2021).** Quantification of phenolic acids by partial least squares Fourier-transform infrared (PLS-FTIR) in extracts of medicinal plants. *Phytochemical Analysis*, 32(2), 206-221.
- Bentabet, N., Rahal, R., & Nassour, S. (2022).** Enquête ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies dermatologiques dans la ville d'Ain Temouchent. *Journal of Applied Biosciences*, 170, 17704–17719.

Références bibliographiques

- Benzeggouta, N. (2005).** Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments (Thèse de Magister, Université Mentouri, Constantine), 43-49.
- Bibi, Y., Nisa, S., Chaudhary, F. M., & Zia, M. (2011).** Antibacterial activity of some selected medicinal plants of Pakistan. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1), 1-7.
- Bibi, Y., Nisa, S., Waheed, A., Zia, M., Sarwar, S., Ahmed, S., & Chaudhary, M. F. (2010).** Evaluation of *Viburnum foetens* for anticancer and antibacterial potential and phytochemical analysis. *African journal of biotechnology*, 9(34), 5611.
- Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, In: Numéro spécial, 79-82.
- Bouharb, H. A. Y. A. T. E., El Badaoui, K. H. A. L. I. D., Zair, T. O. U. R. I. Y. A., Chakir, S., & Alaoui, T. (2014).** Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun (Maroc centrale) pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Biosciences*, 78, 6685-6693.
- Boutaïba Benklaouz, M. (2023).** *Caractérisation des souches d'entérobactéries multirésistantes d'origine aviaire au niveau de l'ouest Algérien* (Thèse de Doctorat, Université IBN KHALDOUN-Tiaret).
- Boy, H. I. A., Rutilla, A. J. H., Santos, K. A., Ty, A. M. T., Alicia, I. Y., Mahboob, T., ... & Nissapatorn, V. (2018).** Recommended medicinal plants as source of natural products: a review. *Digital Chinese Medicine*, 1(2), 131-142.
- Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Lavoisier, Paris, 1120.
- Burt, S. (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- C-
- Carle, S. (2009).** La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important. *Pharmactuel*, 42(2), 6-21.

Références bibliographiques

Chakraborty, A. J., Uddin, T. M., Zidan, M., Redwan, B. M., Mitra, S., Das, R., & Emran, T. B. (2022). *Allium cepa*: a treasure of bioactive phytochemicals with prospective health benefits. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022.

Chami, M. C. (2019). *Développement de méthodologies analytiques innovantes dans le domaine des compléments alimentaires à base de plantes : séparation, purification et caractérisation de marqueurs spécifiques* (Thèse de Doctorat, COMUE Université Côte d'Azur (2015-2019)).

Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.

Cragg, G. M., & Newman, D. J. (2013). Natural products: A continuing source of novel drug leads. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1830(6), 3670-3695.

-D-

Daoudi, A., Sabiri, M., Bammou, M., Zair, T., Ibijbijen, J., & Nassiri, L. (2015). Valorisation des extraits de trois espèces du genre *Urtica*: *Urtica urens* L., *Urtica membranacea* Poiret et *Urtica pilulifera* L. *Journal of Applied Biosciences*, 87, 8094-8104.

Derridj, A., Ghemouri, G., Meddour, R., & Meddour-Sahar, O. (2009). Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (Wilaya de Tizi Ouzou, Algérie) [Ethnobotanical approach of medicinal plants in Kabylie (Wilaya of Tizi Ouzou, Algeria)]. In *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants- SIPAM2009* (pp. 425-434).

Dicko M.H., Gruppen H., Traoré A.S., Voragen A.G., van Berkel W.J. (2006). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. *Biotechnology and Molecular Biology Review.1*: 20-37.

Dinissia, J., Tcheunteu, L. T., Maimouna, A., Alium, H., Nwaga, D., & Megueni, C. (2021). Diagnostique de production de l'oignon dans la partie Septentrionale du Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(3), 923-935.

Djahra, A. B., Bordjiba, O., & Benkherara, S. (2015). Activité antibactérienne des flavonoïdes d'une plante médicinale spontanée *Marrubium vulgare* L. de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien). *Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie*, 24, 29-37.

Références bibliographiques

Domalaon, R., Idowu, T., Zhanel, G. G., & Schweizer, F. (2018). Antibiotic hybrids: the next generation of agents and adjuvants against Gram-negative pathogens. *Clinical microbiology reviews*, 31(2), e00077-17.

Donadio, G., Mensitieri, F., Santoro, V., Parisi, V., Bellone, M. L., De Tommasi, N., ... & Dal Piaz, F. (2021). Interactions with microbial proteins driving the antibacterial activity of flavonoids. *Pharmaceutics*, 13(5), 660.

-E-

Efiong, E. E., Akumba, L. P., Chukwu, E. C., Olusesan, A. I., & Obochi, G. (2020). Comparative qualitative phytochemical analysis of oil, juice and dry forms of garlic (*Allium sativum*) and different varieties of onions (*Allium cepa*) consumed in Makurdi metropolis. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 12(1), 9-16.

Eltaweel, M. (2013). Assessment of Antimicrobial Activity of Onion Extract (*Allium cepa*) on *Staphylococcus aureus*; in vitro study. In *International Conference on Chemical, Agricultural and Medical Sciences* (Vol. 1, pp. 60-2).

Enejiyon, S., Abdulrahman, A. H., Adedeji, A., Abdulsalam, R., & Oyedum, M. (2020). Antibacterial activities of the extracts of *Allium sativum* (Garlic) and *Allium cepa* (Onion) against selected pathogenic bacteria. *Tanzania Journal of Science*, 46(3), 914-922.

Evans, W. C. (2009). *Trease and Evans' pharmacognosy*. Elsevier Health Sciences.

-F-

Foster, T. J. (2017). Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus*. Current status and future prospects. *FEMS Microbiology Reviews*, 41, 430-449.

-G-

Gaouji, A. (2016). *Étude synthétique des mécanismes d'actions des plantes médicinales utilisées dans le traitement de l'asthme* (Thèse de Doctorat).

Ghedadba, N., Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M. C., Bousselfela, H., & Oued-Mokhtar, S. M. (2015). Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubiummé deserti de Noé. *Phytothérapie*, 13(2), 118-129.

Références bibliographiques

Gill, A. O., & Holley, R. A. (2006). Disruption of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Lactobacillus sakei* cellular membranes by plant oil aromatics. *International journal of food microbiology*, 108(1), 1-9.

Gillespie, S., & Bamford, K. (2003). *Medical microbiology and infection at a glance*. Wiley-Blackwell.

Gould, K. (2016). Antibiotics: From Prehistory to the Present Day. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 71, 572-575.

Greenwell, M., & Rahman, P. K. S. M. (2015). Medicinal plants: Their use in anticancer treatment. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(10), 4103-4112.

Grigoriu, C., Varlas, V., Călinescu, G., Bălan, A. M., Bacalbaşa, N., Gheorghe, C.-M., Salmen, T., Zugravu, C. A., & Bohîlţea, R. E. (2021). Phytotherapy in obstetrics – therapeutic indications, limits, and dangers. *Journal of Medicine and Life*, 14(6), 748–755.

Guillaume, D., & Charrouf, Z. (2005). Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*). *Cahiers Agricultures*, 14(6), 509-516.

Gurib-Fakim, A. (2006). Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, 27(1), 1-93.

-H-

Haddouchi, F., Lazouni, H. A., Meziane, A., & Benmansour, A. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. *Afrique science : Revue internationale des sciences et technologie*, 5(2).

Hansen, S. L. (2001). Content of free amino acids in onion (*Allium cepa* L.) as influenced by the stage of development at harvest and long-term storage. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science*, 51(2), 77-83.

Hedges, L. J., & Lister, C. E. (2007). The nutritional attributes of *Allium* species. *Crop and food research confidential report*, (1814), 44.

Hendrich, A. B. (2006). Flavonoid-membrane interactions: possible consequences for biological effects of some polyphenolic compounds 1. *Acta Pharmacologica Sinica*, 27(1), 27-40.

Références bibliographiques

Hoste, H., Martinez-Ortiz-De-Montellano, C., Manolaraki, F., Brunet, S., Ojeda-Robertos, N., Fourquaux, I., ... & Sandoval-Castro, C. A. (2012). Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. *Veterinary parasitology*, 186(1-2), 18-27.

-I-

Ibrahim, R. N., Alsalmani, M. S., & Zedan, T. H. (2019). Study the antibacterial activity of aqueous extraction of onion (*Allium cepa* L.) against *staphylococcus aureus* isolated. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*, 50(3), 1186-1192.

Iserin, P., Masson, M., Restellini, J. P., Ybert, E., De Laage de Meux, A., Moulard, F., ... & Botrel, A. (2001). Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. *Editions Larousse, Paris*, 15.

Izzo, A. A., & Ernst, E. (2009). Interaction between herbal medicines and prescribed drugs. *Drugs*, 69, 1777-1798.

-J-

Jamshidi-Kia, F., Lorigooini, Z., & Amini-Khoei, H. (2017). Medicinal plants: Past history and future perspective. *Journal of herbmed pharmacology*, 7(1), 1-7.

Joshee Nirmal, Sadanand A. Dhekney, et Prahlad Parajuli., (2019). Therapeutic and Medicinal Uses of Terpen, *journal of Plantes médicinales*.

-K-

Kallo, M. S., Adamou, R., Sawadogo, J., Mahamane, A. A., Maarouhi, I. M., & Ikhiri, K. (2018). Enquête ethnobotanique et criblage phytochimique de quelques plantes tinctoriales du Niger en vue d'une volarisation en énergie solaire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(2), 867-883.

Kapoor, G., Saigal, S., & Elongavan, A. (2017). Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *Journal of anaesthesiology, clinical pharmacology*, 33(3), 300.

Kayser, O. (2018). Ethnobotany and medicinal plant biotechnology: From tradition to modern aspects of drug development. *Planta Medica*, 84, 834-838.

Références bibliographiques

Kim, J. W., Kim, Y. S., & Kyung, K. H. (2004). Inhibitory activity of essential oils of garlic and onion against bacteria and yeasts. *Journal of food protection*, 67(3), 499-504.

Konate, M., Parkouda, C., Tarpaga, V., Guira, F., Rouamba, A., & Sawadogo–Lingani, H. (2017). Evaluation des potentialités nutritives et l’aptitude à la conservation de onze variétés d’oignon (*Allium cepa* L.) bulbe introduites au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(5), 2005-2015.

Kumar, A., & Jnanesha, A. (2017). Cultivation, Utilization and Role of Medicinal Plants in Tradition Medicine in Deccan Eco-climate. *International Journal on Agricultural Sciences*, 8(1), 98-103.

Kumar, K. S., Bhowmik, D., Chiranjib, B., & Tiwari, P. (2010). *Allium cepa*: A traditional medicinal herb and its health benefits. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2(1), 283-291.

-L-

Lachman, J., Proněk, D., Hejtmanková, A., Dudjak, J., Pivec, V., Faitová, K. (2003) Total polyphenol and main flavonoid antioxidant in different onion (*Allium cepa* L.) varieties. *Horticultural Science*, 30 (4), 142-147.

Lenkova, M., Bystrická, J., Tomáš, T. Ó. T. H., & Hrstkova, M. (2016). Evaluation and comparison of the content of total polyphenols and antioxidant activity of selected species of the genus *Allium*. *Journal of Central European Agriculture*.

-M-

Machová, M., Bajer, T., Šilha, D., Ventura, K., & Bajerová, P. (2019). Release of volatile compounds from sliced onion analysed by gas chromatography coupled to mass spectrometry and its antimicrobial activity. *Journal of Food and Nutrition Research*, volume 58, issue: 4.

Maridass, M., & De Britto, A. J. (2008). Origins of plant derived medicines. *Ethnobotanical Leaflets*, 2008(1), 44.

Momoh, J. O., Manuwa, A. A., Ayinde, F. A., & Bankole, Y. O. (2023). Nutritional, Phytochemicals, GC-MS and Antibacterial Activities of Aqueous Red Onion (*Allium cepa*) Extract against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *International Journal of TROPICAL DISEASE & Health*, 44(5), 35-51.

Références bibliographiques

Moreira, M. R., Ponce, A. G., Del Valle, C. E., & Roura, S. I. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT-Food Science and Technology*, 38(5), 565-570.

Muylaert, A., & Mainil, J. (2013). Résistance bactériennes aux antibiotiques, les mécanismes et leur "contagiosité". In *Annales de Médecine vétérinaire* (Vol. 156). ULg-Université de Liège, Liège, Belgium.

-N-

Najjaa, H., Zouari, S., Arnault, I., Auger, J., Ammar, E., & Neffati, M. (2011). Différences et similitudes des métabolites secondaires chez deux espèces du genre *Allium*, *Allium roseum* L. et *Allium ampeloprasum* L. *Acta botanica gallica*, 158(1), 111-123.

Nauciel, C., & Vildé, J. L. (2005). *Bactériologie médicale*. Elsevier Masson.

Navas, P.B., Carrasquero-Duran, A. & Flores, I. (2006). Effect of black tea, garlic and onion on corn oil stability and fatty acid composition under accelerated oxidation. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 243–247

Nencu, R., Popescu, L. M., Istudor, V., Costea, T., Dutu, L. E., Gird, C. E. (2017). The selection of technological parameters in order to obtain an extract with important antioxidant activity from stinging nettle leaves. *Farmacia*, 65(2), 295–300.

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, 83, 770-803.

-O-

Otmane Cherif I., Makhoul D., (2020). *Evaluation de l'effet antimicrobien des huiles essentielles de l'oignon (Allium cepa L.)* (Mémoire de master, université d'Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem).

Ouedraogo, S., Yoda, J., Traore, T. K., Nitiema, M., Sombie, B. C., Diawara, H. Z., ... & Semde, R. (2021). Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(2), 750-772.

Oyawoye, O. M., Olotu, T. M., Nzekwe, S. C., Idowu, J. A., Abdullahi, T. A., Babatunde, S. O., ... & Faidah, H. (2022). Antioxidant potential and antibacterial activities

Références bibliographiques

of *Allium cepa* (onion) and *Allium sativum* (garlic) against the multidrug resistance bacteria. *Bulletin of the National Research Centre*, 46(1), 1-7.

-P-

Phakawan, J., & Tepsorn, R. (2021). Antimicrobial enhancement of Red onion crude extract using Epsilon-polylysine. *International Journal of Agricultural Technology*, 17(6), 2223-2234.

Poole, K. (2004). Resistance to β -lactam antibiotics. *Cellular and Molecular Life Sciences CMLS*, 61, 2200-2223.

Poole, K. (2005). Efflux-mediated antimicrobial resistance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 56(1), 20-51.

Prandi, I., Bellato, A., Nebbia, P., Stella, M. C., Ala, U., von Degerfeld, M. M., ... & Robino, P. (2023). Antibiotic resistant *Escherichia coli* in wild birds hospitalised in a wildlife rescue centre. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 93, 101945.

-R-

Rabiou, A., Bakasso, Y., Adam, T., Saadou, M., & Baudoin, J. P. (2015). Biologie, diversité et outils pour l'analyse de la diversité génétique de l'oignon, *Allium cepa* L. (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 19(2). Pages (184-196).

Ribéreau-Gayon, P. (1968). *Les Composés phénoliques des végétaux : par Pascal Ribéreau-Gayon.* (Vol. 254). Dunod.

Rose, P., Whiteman, M., Moore, P. K., & Zhu, Y. Z. (2005). Bioactive S-alk(en)yl cysteine sulfoxide metabolites in the genus *Allium*: the chemistry of potential therapeutic agents. *Natural product reports*, 22(3), 351-368.

Roy, A., Khan, A., Ahmad, I., Alghamdi, S., Rajab, B. S., Babalghith, A. O., ... & Islam, M. R. (2022). Flavonoids a bioactive compound from medicinal plants and its therapeutic applications. *BioMed Research International*, 2022.

Références bibliographiques

-S-

Sagar, N. A., Pareek, S., Benkeblia, N., & Xiao, J. (2022). Onion (*Allium cepa* L.) bioactives: Chemistry, pharmacotherapeutic functions, and industrial applications. *Food Frontiers*, 3(3), 380-412.

Savithramma, N., Rao, M. L., & Suhrulatha, D. (2011). Screening of medicinal plants for secondary metabolites. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 8(3), 579-584.

Savoia, D. (2012). Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics. *Future microbiology*, 7(8), 979-990.

Shafiq, S., Shakir, M., & Ali, Q. (2017). Medicinal uses of onion (*Allium cepa* L.): An overview. *Life Science Journal*, 14(6).

Shinkafi, S. A., & Dauda, H. (2013). Antibacterial activity of *Allium cepa* (onion) on some pathogenic bacteria associated with ocular infections. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*, 1(3), 147-151.

Sofowora, A. (2008). Medicinal plants of Traditional Medicine in Africa. Third (ed.) Spectrum Books. *Ibadan, Nigeria*, 181, 199.

Sofowora, A. (2010). *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. KARTHALA Editions, 375.

Sofowora, A., Ogunbodede, E., & Onayade, A. (2013). The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 10(5), 210-229.

Struthers, J. K., & Westran, R. P. (2003). *Clinical bacteriology*. CRC Press.

-T-

Taché, S., Ladam, A., & Corpet, D. E. (2007). Chemoprevention of aberrant crypt foci in the colon of rats by dietary onion. *European Journal of Cancer*, 43(2), 454-458.

Tits, M. (2010). Place et importance de la phytothérapie en thérapeutique moderne. In *Plantes médicinales et aromatiques*.

Turnidge, J., & Paterson, D. L. (2007). Setting and revising antibacterial susceptibility breakpoints. *Clinical Microbiology Reviews*, 20, 391-408.

Références bibliographiques

-U-

Uddin, T. M., Chakraborty, A. J., Khusro, A., Zidan, B. R. M., Mitra, S., Emran, T. B., ... & Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of infection and public health*, 14(12), 1750-1766.

-W-

Walsh, C. (2003). *Antibiotics: actions, origins, resistance*. American Society for Microbiology (ASM).

Wax, R. G., Lewis, K., Salyers, A. A., & Taber, H. (Eds.). (2007). *Bacterial resistance to antimicrobials*. CRC press.

Wink, M. (2015). Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines*, 2(3), 251-286.

World Health Organization. (2003). *Directives OMS sur les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de récolte (BPAR) relatives aux plantes médicinales*. Organisation mondiale de la Santé.

World Health Organization. (2013). *WHO traditional medicine strategy: 2014-2023*. World Health Organization.

-Y-

Yang, J., Xian, M., Su, S., Zhao, G., Nie, Q., Jiang, X., ... & Liu, W. (2012). Enhancing production of bio-isoprene using hybrid MVA pathway and isoprene synthase in *E. coli*. *PLoS one*, 7(4), e33509.

-Z-

Zaffiri, L., Gardner, J., & Toledo-Pereyra, L. H. (2012). History of antibiotics. From salvarsan to cephalosporins. *Journal of Investigative Surgery*, 25(2), 67-77.

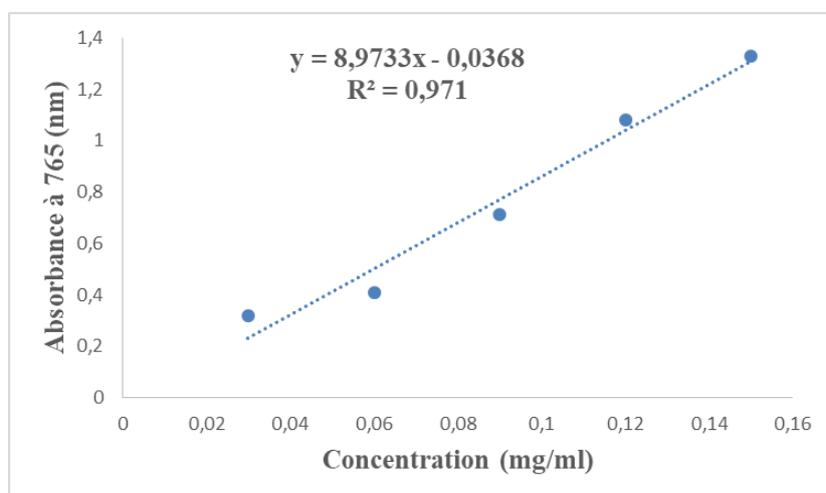
Annexe

Annexe 01 : Matériel utilisé

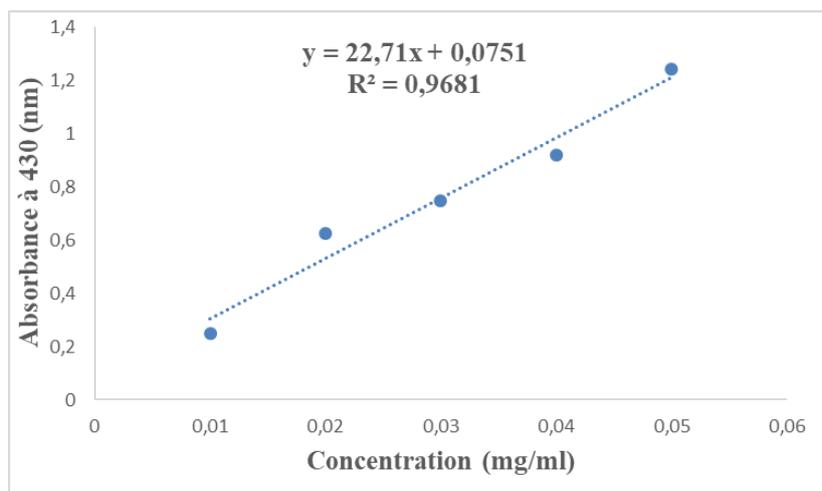
Produits chimiques	Matériels du laboratoire	Appareillage
Eau distillée	Éprouvette graduée	Agitateur magnétique
Eau physiologique	Fiole jaugée	Balance analytique
Acide chlorhydrique (HCl)	Porte-tubes à essai	Centrifugeuse
Hydroxyde de sodium (NaOH)	Tubes à essai	Spectrophotomètre UV
Magnésium (Mg)	Béchers	visible
Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	Flacons en verre	Etuve
Chlorure de fer (FeCl ₃)	Papier filtre	Bain Marie
Chloroforme (CHCl ₃)	Entonnoirs	
Acide gallique	Papier aluminium	
Quercétine	Spatule	
Chlorure d'aluminium (AlCl ₃)	Micropipette	
Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	Boite de pétri	
Réactif de Folin-Ciocalteu	Anse de platine	
Gélose nutritive	<i>Papier Whatman</i>	
G. Muller-Hinton		
Antibiotiques		

Annexe 02 : Courbes d'étalonnage

Courbes d'étalonnage d'acide gallique



Courbe d'étalonnage de quercétine



Annexe 03 : Test de corrélation

S.aureus

	Diamètre d'inhibition	Concentration des polyphenols	Concentration des flavonoïdes
Diamètre d'inhibition	1		
Concentration des polyphenols	0,967	1	
Concentration des Flavonoïdes	0,968	0,943	1

P.aeruginosa

	Diamètre d'inhibition	Concentration des polyphenols	Concentration des flavonoïdes
Diamètre d'inhibition	1		
Concentration des polyphenols	0,957	1	
Concentration des flavonoïdes	0,821	0,943	1

E.coli

	Diamètre d'inhibition	Concentration des polyphenols	Concentration des flavonoïdes
Diamètre d'inhibition	1		
Concentration des polyphenols	0,956	1	
Concentration des flavonoïdes	0,808	0,943	1

Test de corrélation

S.aureus

Concentration	1	
Diamètre d'inhibition	0,981	1

E.coli

Concentration	1	
Diamètre d'inhibition	0,891	1

P.aeruginosa

Concentration	1	
Diamètre d'inhibition	0,888	1

Résumé

Réalisé par : MAKOUF Meryem

Encadrant : Mme. AMIRA Widad

BOUTAMMINA Hadjer

BOUTAMMINA Chaima

Thème : Etude phytochimique et activité antibactérienne du jus frais d'*Allium cepa* L. de la région d'El-Milia

Résumé

Le présent travail est porté sur l'oignon (*Allium cepa*) ; une plantes, herbacées médicinales, largement utilisées en médecine traditionnelle dans le traitement et la prévention de nombreuses maladies.

L'objectif principal consiste en une caractérisation qualitative et quantitative de quelques métabolites secondaires, et l'évaluation de l'activité antibactérienne du jus frais de cette plante.

Les résultats du criblage phytochimique, ont permet de mettre en évidence la présence de plusieurs catégories de métabolites secondaires telle que les flavonoïdes, les tannins, les anthocyanes, les quinones, les coumarines et les saponines avec absence des stérols.

D'autre part l'évaluation quantitative des composés phénoliques, par la méthode colorimétrique, a montré la présence des quantités intéressantes en polyphénols totaux et en flavonoïdes.

L'activité antibactérienne a été déterminée vis-à-vis de trois souches bactériennes

(*S.aureus*, *E.coli* et *P.aeruginosa*) par la méthode de diffusion sur géloses. Les résultats nous ont montrés que *S.aureus* est sensible, *P.aeruginosa* est une souche résistance, cependant *E.coli* est faiblement sensible. Donc on peut conclure que l'*Allium cepa* contient une variété de composés bioactifs qui leur confère des propriétés antibactériennes intéressantes.

Mots clés : Plantes médicinales, *Allium cepa*, criblage phytochimique, activité antibactérienne.

Abstract

This work focuses on onion (*Allium cepa*), a medicinal herbaceous plant widely used in traditional medicine for the treatment and prevention of various diseases.

The main objective is to qualitatively and quantitatively characterize some secondary metabolites and evaluate the antibacterial activity of fresh onion juice.

The results of phytochemical screening have revealed the presence of several categories of secondary metabolites, such as flavonoids, tannins, anthocyanins, quinones, coumarins, and saponins, with the absence of sterols.

Furthermore, the quantitative evaluation of phenolic compounds using a colorimetric method has shown the presence of significant amounts of total polyphenols and flavonoids.

The antibacterial activity was determined against three bacterial strains (*S.aureus*, *E.coli*, and *P.aeruginosa*) using the agar diffusion method. The results have shown that *S.aureus* is sensitive; *P.aeruginosa* is resistant, while *E.coli* is weakly sensitive. Therefore, it can be concluded that *Allium cepa* contains a variety of bioactive compounds that confer interesting antibacterial properties.

Keywords: Medicinal plants, *Allium cepa*, phytochemical screening, antibacterial activity.

تلخيص

هذا العمل يركز على البصل (*Allium cepa*) ، وهو نبات عشبي طبي يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي للعلاج والوقاية من العديد من الأمراض .

الهدف الرئيسي هو توصيف نوعي وكمي لبعض المركبات الثانوية وتقييم النشاط المضاد للبكتيريا لعصير البصل الطازج. أظهرت نتائج الفحص النباتي الكيميائي وجود عدة فئات من المركبات الثانوية مثل الفلافونويدات والتانينات والأنثوسيانين والكينونات والكومارينات والصابونينات مع عدم وجود الستيرويدات.

علاوة على ذلك، أظهر التقييم الكمي للمركبات الفينولية باستخدام طريقة الألوان وجود كميات مهمة من المركبات الفينولية الكلية والفلافونويدات. تم تحديد النشاط المضاد للبكتيريا ضد ثلاث سلالات بكتيرية (*S. aureus*) و *E. coli* و *P. aeruginosa* باستخدام طريقة انتشار الجيلاتين. أظهرت النتائج أن *S. aureus* حساسة، وأن *P. aeruginosa* مقاومة، في حين أن *E. coli* حساسة بشكل ضعيف. وبالتالي، يمكن الاستنتاج من ذلك أن *Allium cepa* يحتوي على مجموعة متنوعة من المركبات النشطة حيويًا التي تمنحها خصائص مضادة للبكتيريا مثيرة للاهتمام.

الكلمات الرئيسية: النباتات الطبية، *Allium cepa*، الفحص النباتي الكيميائي، النشاط المضاد للبكتيريا

