



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



Université Abbes Laghrou de Khenchela  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : biologie moléculaire et cellulaire

### Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologique

Spécialité : Biochimie appliquée

### Thème

**Extraction composition chimique ,activité antimicrobiennes et antioxydantes des trois  
huiles essentielles de la famille des Alliaceès ail ,oignon.**

### Présenté par :

Badis ithar selma  
Khennab Nadia  
Daoudi chourouk

### Jury de soutenance :

<b>Président:</b>	Takouachat.	Univ. ABBES Laghrou Khenchela
<b>Encadrante:</b>	MCB Djemil. R	Univ. ABBES Laghrou Khenchela
<b>Examineur:</b>	MCA. Maamar .	Univ. ABBES Laghrou Khenchela

Année Universitaire : 2022-2023

## **Remerciements :**

*Tout d'abord nous tenons à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et surtout la patience d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la Réussite.*

*Nous tenons remercier notre promotrice DJEMIL Randa pour sa Patience et ses précieux conseils, pour sa disponibilité exceptionnelle et ses nombreuses critiques constructives.*

*Nous remercions également le jury, c'est un honneur pour nous d'avoir L'opportunité de discuter avec vous des résultats de la Recherche.*

*Nous souhaiterons également remercier nos professeurs de la faculté pendant les cinq années de notre parcours et à tous ceux qui ont contribué de Près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.*

*Nous adressons aussi un grand merci pour toute personne qui a participé de près ou de loin pour l'accomplissement de Ce travail.*

## DÉDICACE:

❖ DAOUDI CHOUROUK

AVEC UN ÉNORME PLAISIR, UN CŒUR OUVERT, UNE IMMENSE JOIE ET  
SOURIRE AUX LÈVRES JE

DÉDIE MON TRAVAIL:

- ✓ MON PÈRE : PAPA, L'ÉPAULE SOLIDE, LE PREMIER ENCADRE, L'ŒIL  
ATTENTIF COMPRÉHENSIF ET LA PERSONNE LA PLUS DIGUE  
DE MON ESTIME ET DE MON RESPECT.
- ✓ MA MÈRE : MAMA, TU M'AS DONNÉ LA VIE, LA TENDRESSE ET LE  
COURAGE POUR RÉUSSIR.
  
- ✓ MES CHERS FRÈRES ILAISS, AYOUB.
  
- ✓ A MA SŒUR SOURIA MERCI D'ÊTRE TOUJOURS LÀ QUAND J'AI BESOIN ET  
MA PETIT SŒURS WADJADAN : NOTRE AMOUR SPÉCIAL NE SE LIMITE  
PAS À DES DISCOURS ET À DE BELLE PAROLE, VOUS AVEZ DU PRIX À MES  
YEUX, QUE DIEU VOUS GARDE.
- ✓ A MES COPINES MON BINOME ITHAR ET NADIA
  
- ✓ JE DEDIE CE TRAVAIL A L'ÂME DE DÉFUNT NOTRE CHER COUSIN SAMI
- ✓ JE DÈDIE CE TRAVAIL À MON CHER FIANCÈ DJAMEL . .
  - ✓ TOUS CEUX QUI M'AIMENT ET TOUS QUI J'AIME.
  - ✓ A TOUTE MA FAMILLE MATERNELLE ET PATERNELLE.
  - ✓ A TOUTE MES COLLÈGE ET DE MA CLASSE ET LA PROMOTION EN  
GÉNÉRAL.

MERCI

# DÉDICACE

JE DÉDIE CE TRAVAIL à :

MA MÈRE, QUI M'A ENTOURÉ D'AMOUR, D'AFFECTION ET QUI FAIT TOUT POUR MA  
RÉUSSITE,

QUE DIEU LA GARDE .

MON PÈRE , L'ÉPAULE SOLIDE QUI M'A AIDÉ à DEVENIR CE QUE JE SUIS AUJOURD'HUI,  
QUE DIEU LE GARDE

ET LE PROTÈGE

MES CHERS FRÈRES IHSSENE ET AMER, MA SŒUR KAOUTHAR

JE DÉDIE CE TRAVAIL A L'ÂME DE MA SŒUR MANAR QUI LÀ OÙ ELLE EST,

CONTINUE DE VEILLER SUR NOUS

JE DÉDIE CE MÉMOIRE POUR MONSIEUR BADIS ZAKARIA, QUI A ÉTÉ UNE SOURCE  
CONSTANTE D'INSPIRATION ET DE SOUTIEN TOUT AU LONG DE MON PARCOURS  
ACADÉMIQUE. SA PATIENCE ET SON ENCOURAGEMENT ONT ÉTÉ PRÉCIEUX POUR LA  
RÉALISATION DE CE TRAVAIL.

- ✓ A TOUTE MA FAMILLE MATERNELLE ET PATERNELLE.
- ✓ A TOUTE MES CHERS COPINE NADJET ,AMIRA ,HADJER  
,ASMA,JIJI
- ✓ SANS OUBLIER MON BINÔME NADIA ET CHOROUK POUR  
POUR SON SOUTIEN MORAL, SA PATIENCE ET SA  
COMPRÉHENSION TOUT AU LONG DE CE PROJET.

BADIS ITHAR SELMA

# DÉDICACE

Du profond de mon cœur ,je dédie ce travail aux précieuses personnes illuminant ma vie les trésors inestimable que je chéries profondément .

**A MA CHERE MERE :** Avec tous les mots empreints de tendresse et d'émotion ,A ma force inébranble,Mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être .

**A MON TRES CHER PERE :** A l'homme, mon précieux offre du dieu ,qui doit ma vie ,ma réussite et tout mon respect ,tu as toujours été a mes coté pour me soutenir et m'encourager ,ce travail est dédie a mon super-héros , décédé trop tot ,que ce travail traduit ma gratitude et mon affection .

**A MON FRÈRE :** A ma source constante d'inspiration, A mon unique frère(ELAZHER) . Je veux que tu sois ici à mes cotés ! , ,tu es mon soutien et mon compagnon dans cette vie ,mon frère lointain au sein de l'aliénation , tu me manque , je t'aime mon deuxième père .

**A MES SŒURS :** je trouvé en vous tout l'Amour ,le réconfort et le soutien possibles, grâce à vous , J'ai trouvé le courage et la force de continuer , tu es mon point de référence ,l'ancre de ma vie , mes éternelles copines, les proches de mon cœur ;

( SOUMIA,AICHA,SOUHILA,MERIEM ,CHAIMA).

A mes petits cœurs mes nièces et mes neveux :

(ISLEM,ALAE,MAHDI,ZAHRA,TAHA,ADEM,MAISSEM,ROMAISSA,LÉANA,RESSLAN)

Vous avez tous mes éloges, mon appréciation et mes remerciements pour vos efforts précieux et précieux et votre don constant toutes ces années (MONSIEUR BADIS ZAKARIA).

A qui la coïncidence nous a réunis , et à mes compagnons dans ce travail , merci ( ITHAR , CHORUOK ).

**A MES COPINES :** l'amitié entre amies est une fleur blanche qui pousse dans le cœur et fleurit dans le cœur ,mais elle ne face pas .

Je dédie ce travail de recherche qu'il soit une contribution considérable de la recherche scientifique

**Khennab Nadia**

# Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Sommaire**

**Résumé**

**Liste des abréviations**

**Liste des symboles**

**Introduction général** 1

## **Chapitre I : Généralité Sur Allium CEPA et Allium SATIVUM**

I. Généralité Sur Allium CEPA	5
1. Introduction	5
2. Description Botanique	5
3. Classification	6
4. Origine	6
5. Utilisation	7
6. Composition chimique	8
7. Récolte	10
8. La conservation	11
9. L'OIGNON ET SES VARIETES	12
9.1-Oignon jaune	12
9.2-Oignon rouge	12
9.3-Oignon blanc	13
10. Activités	14
10.1-Activité antidiabétique	14
10.2-Activité antibactérienne	14
10.3-Activité Anti-nématode	15
10.4-Activité anti-cancérogène et anti-mutagénique	15
10.5-Anti-agrégante plaquettaire	15
10.6-Activité Anti-inflammatoire	15
11. Production	16
II. Généralité sur allium SATIVUM	19
1. Introduction	19
2. Classification d'allium SATIVUM	19
3. Description botanique	20
4. Origine	21
5. Culture	22
6. Composition chimique	22
7. Différent activités d'allium sativum	23

7.1-Propriétés préventives vis-à-vis du cancer	23
7.2-Activité antimicrobienne et antiparasitaire	23
7.3-Activité antioxydante	24
7.4-Activité inhibitrice de l'agrégation plaquettaire	24
7.5-Activité Antidiabétique	24
7.6-Activité anti-hypertensive	24
7.7-Effet hypocholestérolémiant	25
7.8-Effet sur la digestion	25
8. Différentes variétés	25
8.1-L'ail d'automne	25
8.2-L'ail de printemps	26
9. Utilisation et production	26
9.1-Différentes utilisations de l'ail	26
9.2-Production de l'ail	28
10. Récole et conservation	29
10.1-La récolte	29
10.2-La conservation	30

## **Chapitre II : Métabolites secondaires**

1. Introduction	36
2. Définition des métabolites secondaires	36
3. Classement des métabolites secondaires	37
3.1-Composés phénoliques	37
3.2-Les acides phénoliques	40
3.3-Les flavonoïdes	41
3.4-Les tanins	42
3.4.1-Classification et structure de tanins	42
3.5-Les coumarines	44
3.6-Les saponines	46
3.7-Terpenoïdes	46
3.7.1-Biosynthèse des terpènes	47
3.7.2-Classification de terpène	48
3.8-Alcaloïdes	52
3.8.1-Définition	52
3.8.2-Biosynthèse des alcaloïdes	52
3.8.3-Structure et classification des alcaloïdes	53
3.8.4-Propriétés des alcaloïdes	55
3.8.5-Intérêts des terpènes et des stérols	55
3.8.6-Intérêts des composés phénoliques	55

**PARTIE EXPERIMENTALE**  
**Chapitre III : MATERIELS ET METHODES**

1. Matériels	58
1.1-Matière végétale	
1.2-Matière microbienne	58
1.3-Echantillonnage	58
1.4 -Réactifs chimiques	59
1.5 -Matériels du laboratoire	59
1.6 -Appareillage	60
2. Méthodes	60
2.1-nettoyage et broyage	60
2.2-Criblage phytochimique	60
2.3-Extraction et dosage des composés phénoliques	62
2.3.1-Extraction par macération	62
2.3.2. Détermination du rendement d'extraction	63
2.3.3. Quantification des composés phénoliques	64

**Chapitre IV : Résultat et Discussions**

1. Criblage phytochimique	72
1.1-Criblage phytochimique pour les extraits d'éthanol	72
1.2-Criblage phytochimique pour les extraits de l'hexane	73
1.3-Criblage phytochimique pour les extraits de l'acétone	74
1.4-Criblage phytochimique pour les extraits de l'eau	75
2. Rendement de l'extraction par macération	77
3. Analyse quantitative des composés phénoliques	78
3.1-Teneurs en polyphénol totaux	78
3.2-Teneurs en flavonoïdes totaux	80
3.3-Teneurs en flavonols totaux	83
<b>Conclusion générale</b>	<b>86</b>

## Liste des figures

Figure 01 : Les différentes parties de la plante d'oignon.....	5
Figure 02 : Utilisation antibactérienne traditionnelle d' <i>Allium cepa L.</i> .....	8
Figure 03 : oignon jaune .....	12
Figure 04 : oignon rouge.....	13
Figure 05 : oignon blanc .....	13
Figure 05 : Les variétés de <i>Allium cepa L.</i> en France.....	14
Figure 01 : L'ail cultivé ( <i>Allium SATIVUM</i> ) (Bernice, 2009) .....	19
Figure 02 : cultures d'ail.....	19
Figure 03 : 1- ail blanc                      2- ail violet                      3- ail rose .....	24
Figure 01 : Squelette de base des polyphénols (Vermerris et Nicholson, 2006).....	32
Figure 02 : Voie shikimate chez les plantes (Hoffmann, 2003).....	32
Figure 03 : mécanisme de cyclisation des chalcones et des stilbénes (collin et creast , 2006).....	33
Figure 04 : Quelques phénols et acides phénoliques .....	35
Figure 05 : Squelette de base des flavonoïdes (Collin et Creast, 2011) .....	36
Figure 06 : Classification des tanins (Vermerris et Nicholson, 2006).....	36
Figure 07 : Structure des tanins hydrolysables (Bruneton, 1999).....	37
Figure 08 : Structure de tanins condensé (Jacques Macheix <i>et al.</i> , 2005).....	38
Figure 09 : Structure de coumarine simple .....	39
Figure 10 : Structure de coumarine complexe .....	39
Figure 11 : Structures des saponines .....	40
Figure 12 : Molécule d'isoprène (Malecky, 2008).....	41
Figure 13 : Formation de l'isoprène actif (IPP) de l'acide mévalonique et isomérisation en DMAPP (Lamarti <i>et al.</i> , 1994a) .....	41
Figure 14 : Exemples de quelques monoterpènes (Padua <i>et al.</i> 1992).....	43
Figure 15 : Exemples de quelques sesquiterpènes (El Haib, 2011).....	43
Figure 16 : Structure de phytane (Malecky, 2008 .....	44
Figure 17 : Structure de cyclophytane (Malecky, 2008).....	44
Figure 18 : Structure de 3, 7, 11, 15, 19-Pentaméthyleicosane (Malecky, 2008) .....	44
Figure 19 : Noyau stérane (Leray, 2010).....	45
Figure 20 : Structure d'exemple de caroténoïde ( $\beta$ -carotène) (Djahra, A.B, 2015).....	45
Figure 21 : Origine biosynthétique de différentes classes d'alcaloïdes (Nacoulma, 2012) .....	47
Figure 22 : Principaux cycles azotés des alcaloïdes (Seghiri, 2005).....	48
FigureIII 02 : Protocole d'extraction par macération d'ail et d'oignon .....	58
FigureIII 03 : Protocole de dosage des polyphénols totaux.....	60

FigureIII 04 : Réaction entre le chlorure d'aluminium et les flavonoïdes .....	61
FigureIII 05 : Protocole de dosage des flavonoïdes totaux .....	62
FigureIII 06 : Protocole de dosage des flavonols totaux.....	63
Figure IV.01 : Rendement des extraits d'méthanol d'allium cepa et allium sativum.....	71
Figure IV.02 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique .....	72
Figure IV.03 : Teneur en polyphénols totaux dans les extraits éthanolique <i>d'allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	73
Figure IV.04 : courbe d'étalonnage de la rutine.....	75
Figure IV.05 : Teneur en flavonoïdes totaux dans les extraits éthanoliques De <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	76
Figure IV.06 : courbe d'étalonnage de la quercétine .....	78
Figure IV.07 : Teneur en flavonols totaux dans les extraits éthanoliques De <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	78

Figure IV.08 :

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : Composition d'Allium SATIVUM frais (Favieret al.,1994 ; Souci, 1994) .....	10
Tableau 2 : Statistiques de l'exportation d'Ail dans le monde en 2010 : Les 10 premiers Pays exportateurs (FAOSTAT, 2010).....	21
Tableau 3 : Réactifs chimiques.....	28
Tableau 4: Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits d'éthanol, des plantes <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	33
Tableau 5 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'eau, des plantes <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	42
Tableau IV. 1 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits d'éthanol des plantes <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	66
Tableau IV.2: Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'eau des plantes <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	67
Tableau IV.3 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'acétone des plantes <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	68
Tableau IV.4: Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'eau des plantes <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> ... ..	70
Tableau IV.5: rendement des extraits de méthanol d' <i>allium cepa</i> et d' <i>allium sativum</i> .....	71
Tableau IV.6 : absorbance de la gamme de concentration d'acide gallique .....	72
Tableau IV.7: Teneur en polyphénols totaux dans les extraits éthanolique d' <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	73
Tableau IV. 8: Teneur en polyphénols totaux dans les extraits d'éthanol d' <i>allium cepa</i> et <i>allium sativum</i> .....	74
Tableau IV.9 : absorbance de la gamme de concentration de la rutine .....	75
Tableau IV.10: Teneur en flavonols totaux dans les extraits éthanoliques d' <i>allium cepa</i> et d' <i>allium sativum</i> .....	75
Tableau IV.11: Teneur en flavonoides totaux dans les extraits d'éthanol d' <i>allium cepa</i> et d' <i>allium sativum</i> .....	76
Tableau IV.12 : : absorbance de la gamme de concentration de la quercétine .....	77
Tableau IV.13 :teneur en flavonols totaux dans les extraits éthanoliques d' <i>allium cepa</i> et d' <i>allium sativum</i> .....	78
Tableau IV.14 : teneur en Flavonols totaux dans les extraits d'éthanol d' <i>allium cepa</i> et d' <i>allium sativum</i> .....	79

## Résumé :

Ce travail de recherche représente une étude qualitative et quantitative sur une espèce de l'allium sativum et allium cepa cultivée dans la région de *khenchela*. Les méthodes utilisées sont : les tests préliminaires ou criblage phytochimique sur les métabolites secondaires en utilisant les réactifs chimiques, qui sont basé sur l'apparition ou la disparition de la couleur, le test colorimétrique de Folin-Ciocalteu pour quantifier les polyphénols totaux, la méthode du trichlorure d'Aluminium pour quantifier les flavonoïdes totaux et la méthode d'acétate de sodium pour quantifier les flavonols totaux. Les tests de quantification sont basés sur la spectroscopie ultraviolette visible. Cette étude a porté sur les différentes compositions chimiques des plantes. L'effet de solvants d'extraction a été étudié en utilisant un solvant polaire (méthanol). Les résultats du criblage phytochimiques obtenus ont été très significatifs, et ont montrés la différence dans la composition des différents chimiques des plantes, concernant la présence des métabolites secondaires et la quantité, ainsi que l'effet des solvants (eau, acétone, éthanol et hexane). Le meilleur rendement d'extraction a été obtenu pour l'extrait d'Allium cepa par rapport à l'extrait d'allium sativum. Les résultats du dosage des polyphénols totaux, flavonoïdes totaux et flavonols totaux ont été très significatifs et très variables et ont montré la différence entre la composition des deux plantes *Allium cepa* et *Allium sativum* et l'effet des solvants d'extraction.

## Mots clés :

l'ail, oignon, « *Allium Sativum* », « *Allium Cepa* », criblage phytochimique, solvants d'extraction, polyphénols totaux, flavonoïdes totaux , flavonols totaux.

### **Absstract :**

This research represents a qualitative and quantitative study on a species of allium sativum and allium cepa grown in Khenchela . The methods used are: preliminary tests or phytochemical screening on secondary metabolites using chemical reagents, which are based on the appearance or disappearance of color, Folin-colorimetric testCiocalteu to quantify total polyphenols, the Aluminium trichloride method to quantify total flavonoids and the sodium acetate method to quantify total flavonols. Quantification tests are based on visible ultraviolet spectroscopy. This study focused on the different chemical compositions of plants. The effect of extraction solvents was studied using a polar solvent (methanol). The results of the phytochemical screening obtained were very significant, and showed the difference in the composition of the different plant chemicals, concerning the presence of secondary metabolites and quantity, as well as the effect of solvents (water, acetone, ethanol and hexane). The best extraction yield was obtained for Allium cepa extract compared to allium sativum extract. The results of the determination of total polyphenols, total flavonoids and total flavonols were very significant and highly variable and increased the difference between the composition of the two plants Allium cepa and Allium sativum and the effect of extraction solvents.

### **Keywords:**

garlic, onion, "Allium Sativium" "Allium Cepa", phytochemical screening, extraction solvents, total polyphenols, total flavonoids flavonols

يمثل هذا البحث دراسة نوعية وكمية على نوع من وسبب الأليوم المزروعة في منطقة خنشلة. الطرق المستخدمة هي: الاختبارات الأولية أو التقدير الاجمالي البوليفينول، وطريقة ثنائي كلوريد الألومنيوم لتقدير الاجمالي الفالفونويد وطريقة أسيتات الفحص الكيميائي النباتي على المستقلبات الثانوية باستخدام Ciocalteu colorimetric olin الكواشف الكيميائية، والتي تستند إلى مظهر أو اختفاء اللون، واختبار الصوديوم إلى الكم الكلي. وتستخدم اختبارات القيس الكمي إلى التحليل الطيفي المرئي لأشعة فوق البنفسجية. ركزت هذه الدراسة على التركيبات الكيميائية المختلفة للنباتات. تمت دراسة تأثير مذيبات الاستخراج باستخدام مذيب قطبي

(الميثانول. كانت نتائج الفحص الكيميائي النباتي التي تم الحصول عليها كبيرة للغاية، وأظهرت الاختلاف في تكوين المواد الكيميائية النباتي المختلفة، فيما يتعلق بوجود المستقلبات الثانوية والكمية،

وكذلك تأثير المذيبات (الماء والأسيتون والإيثانول والهكسان). تم الحصول على

أفضل عائد استخراج لمستخلص sativum.

كانت نتائج تحديد البوليفينول الكلي والفالفونويد الكلي والفالفونول الإجمالية كبيرة

ceda Allium مقارنة بمستخلص allium

جدًا ومتغيرة للغاية وزادت من ceda Allium و sativum Allium وتأثير مذيبات الاستخراج.

الفرق بين تكوين النباتين

**الكلمات المفتاحية**

" Allium cepa " ، الفحص الكيميائي النباتي، مذيبات الاستخراج، البوليفينول الكلي، الفالفونويد

الثوم، البصل، "Sativum Allium"

الكلي الفالفونول.

## Liste des abréviation :

- Abs : absorbance
- ALT : Alanine amino transférase
- AST : Aspartate aminotransférase
- DMAPP : diméthylallyl-pyrophosphate
- GPP : Glycémie post-prandiale
- ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères Industrielles
- L'ESCAP : la coopération européenne en phytothérapie
- LDL : Lipoprotéine de base densité
- NIH : L'institut national de la santé Américaine
- OMS : organisation mondiale de la santé
- UV-VIS : ultra-violet visible

## Liste des symboles

- Al : aluminium
- AlCl<sub>3</sub> : chlorure d'aluminium
- C : carbone
- CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH : éthanol
- CHCl<sub>3</sub> : chloroforme
- C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub> : acétate de sodium
- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> : acide acétique
- C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> : Isoprène
- C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> : hexane
- cm : centimètre
- CO<sub>2</sub> : dioxyde de carbone
- FeCl<sub>3</sub> : chlorure ferrique
- g : gramme
- H : hydrogène
- HCl : Acide chlorhydrique
- H<sub>2</sub>O : eau
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : acide sulfurique
- CoA : coenzyme A
- Kg : kilogramme
- LDL : Lipoprotéine de basse densité
- m : mètre
- mg : milligramme
- mg EAG/g : milligramme équivalent de l'acide gallique par gramme
- mg EQ/g : milligramme équivalent de quercitine par gramme
- mg ER/g : milligramme équivalent de rutine par gramme
- ml : millilitre
- mm : millimètre
- NaOH : hydroxyde de sodium
- nm : nanomètre
- **µl** : microlitre
- R % : rendement en pourcentage

# **Introduction Générale**

### **Introduction général :**

La phytothérapie est un mot d'origine grecque qui désigne l'art de se soigner par les plantes. L'usage médicinal des plantes se perd dans l'origine des temps : les premiers hommes les mâchaient pour traiter leurs maux, exactement comme le font encore les singes sauvages aujourd'hui. En Chine, en Inde, en Mésopotamie, en Égypte... les premiers textes connus de la médecine par les plantes se répartissent entre 3000 et 1500 ans avant notre ère

« Aujourd'hui encore, la phytothérapie demeure le recours principal dans de nombreux pays en voie de développement », explique le Pr Pierre Champy, responsable de l'enseignement de la phytothérapie à la faculté de pharmacie de Châtenay- Malabry. En France, de nombreux médicaments sont issus des plantes, et la phytothérapie a longtemps été délaissée, considérée comme un remède de « bonne femme ». Depuis quelques années, elle revient sur le devant de la scène.

À l'inverse, certaines plantes peuvent se révéler toxiques si l'on s'écarte d'un usage bien établi. La germandrée, traditionnellement utilisée en tisane, s'est révélée, sous forme de poudre, nocive pour le foie. Les gélules ou les comprimés de plantes apparaissent plus adaptés à la vie moderne car ils s'administrent facilement. Les formes sèches sont faites à partir de poudre de plantes ou d'extraits secs, avec une quantité de principes actifs trois à quatre fois plus concentrée que la poudre. Il existe aussi des extraits fluides et des teintures : le solvant est alors un mélange eau-alcool qui permet d'extraire plus de principes actifs de la plante. La présence d'alcool peut cependant limiter leur utilisation. « Mais l'extrait fluide est sans aucun doute la forme la plus proche de la plante fraîche », souligne le Dr Paul Goetz. **(Renneberg R, 2008)**

Une compréhension de métabolisme est pivotalement à comprendre le comportement phénotypique de tous les organismes vivants (êtres humains y compris) où le métabolisme est intégral à la santé et au fonctionnement correcte. Les métabolites sont les produits intermédiaires des réactions métaboliques catalysées par les enzymes variées qui se produisent naturellement dans des cellules. Ce terme est habituellement employé pour décrire des petites molécules, bien qu'une application plus grande soit souvent pratiquée

Des métabolites primaires sont synthétisés par la cellule parce qu'elles sont indispensables pour leur accroissement. Les préposés du service significatifs sont des acides aminés, des alcools, des vitamines (B2 et B12), des polyols, des acides organiques, ainsi que des nucléotides (par exemple inosine-5'-monophosphate et guanosine-5'-monophosphate).

Les métabolites secondaires sont des composés produits par un organisme qui ne sont pas exigés pour des procédés métaboliques primaires, bien qu'elles puissent avoir fonctionnements écologiques et autres importants. Elles comprennent des médicaments, des parfums, la saveur, la teinture, des pigments, des pesticides et des additifs alimentaires avec des applications en agriculture, industrie et pharmaceutiques. Les molécules du métabolisme secondaire des plantes appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes, et les stéroïdes **(Shastri V, 2006)**.

-Allium capa est une plante très utilisée en cuisine, elle fait par ailleurs pleurer, suite à une teneur importante en dérivé souffré (à cause d'un sulfoxyde). En phytothérapie, il s'agit plutôt d'une

## **Introduction Générale**

---

plante de deuxième intention, on peut toutefois noter son utilisation sous forme de remède naturel lors de piqûres d'insectes ou en cas d'allergie. Dans son indication lors d'excès de cholestérol, on préférera en général l'ail (aussi riche en alliline). Cette plante est très utilisée en homéopathie, nommée par son nom latin ou binomial. Principalement utilisée lors d'allergie, de sinusite ou de rhume des foins (**ESCOP, UK 2003**).

Depuis des siècles, l'ail est à la fois un aliment essentiel dans de nombreuses traditions culinaires et une plante utilisée en phytothérapie. Proposé principalement pour préserver la santé des vaisseaux sanguins en luttant contre l'excès de cholestérol et l'hypertension artérielle. *Allium sativum* est une plante cultivée et consommée depuis plus de 5 000 ans. De tout temps, il a été considéré comme une panacée : dans la Rome antique, Pline l'Ancien dénombrait soixante et une maladies soignées par l'ail. Avant la découverte des antibiotiques, les gousses d'ail écrasées étaient utilisées comme antiseptique dans le traitement des plaies. (**The Complete German Commission E Monographs, 1998**).

Les gousses d'ail contiennent des acides phénols (responsables de leurs propriétés antiseptiques) et des flavonoïdes. Mais leur composé le plus important est l'alliline qui, une fois l'ail broyé, est transformée en allicine sous l'action d'une enzyme présente dans les gousses. En présence d'oxygène, l'allicine se transforme ensuite en composés soufrés qui semblent être les principes actifs responsables des effets thérapeutiques de l'ail.

Ce travail de recherche est divisé en deux grandes parties : partie bibliographie et partie expérimentale.

### **La partie bibliographie de ce manuscrit inclue deux chapitres :**

-Dans le premier chapitre nous nous sommes intéressés à citer des connaissances bibliographiques concernant l'*allium cepa* et l'*allium sativum*.

- Le deuxième chapitre, a été consacré à une étude bibliographique sur les principales classes des métabolites secondaires, leurs biosynthèses, leur classification, leurs propriétés chimiques, leurs effets biologiques et leurs importances.

La partie expérimentale inclue deux chapitres :

-Le premier chapitre expérimental, est consacré aux matériel et méthodes utilisés incluant le criblage phytochimique, solvants utilisés, méthode d'extraction, ainsi que les dosages des différents composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes totaux et flavonols totaux) présents au niveau d'*allium cepa* et *allium sativum*.

-Le deuxième chapitre expérimental regroupe tous les résultats obtenus dans cette étude et leurs interprétations.

---

**Chapitre I :**  
**Généralité Sur Allium CEPA et Allium**  
**SATIVUM**

---

## I. Généralité Sur *Allium CEPA*

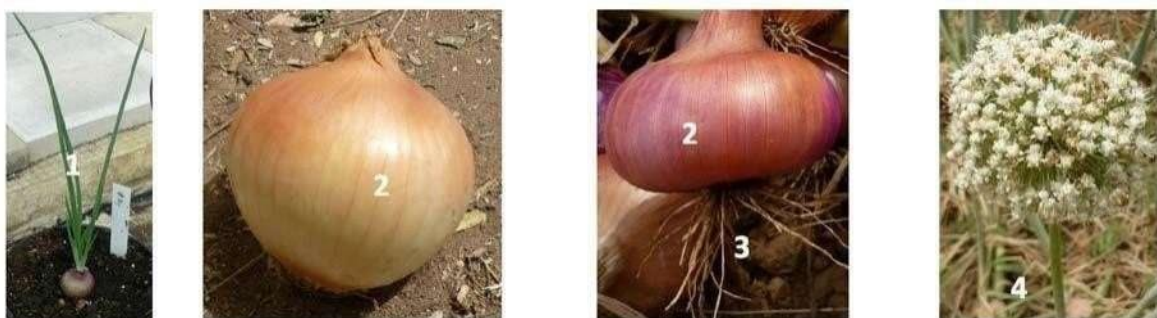
### 1. Introduction :

L'oignon est un aromate universel, consommé dans toutes les régions du monde. Il en existe plusieurs variétés, dont certaines sont particulièrement riches en antioxydants. L'oignon fait partie de la grande famille des alliacés et, tout comme l'ail, on lui attribue certaines propriétés bénéfiques pour la santé. Côté cuisine, il est un ingrédient incontournable et se retrouve dans de nombreuses spécialités culinaires bien françaises.

### 2. Description Botanique :

L'oignon est une espèce herbacée, vivace par son bulbe unique (composé des bases épaissies des feuilles s'enveloppant les unes dans les autres), cultivée comme une annuelle ou bisannuelle. C'est une plante haute de 60 à 100 cm, dont les feuilles de couleur verte sont cylindriques, creuses (ce qui distingue cette espèce du poireau et de l'ail, autres espèces cultivées appartenant aussi au genre (*Allium*)). La tige florale dressée est également creuse avec un renflement vers sa base. Le bulbe est relativement gros, de forme sphérique, parfois plus ou moins aplati.

Les fleurs sont petites (de 4 à 5 mm de large), de couleur blanche ou verte, regroupées en une ombelle sphérique, en position terminale sur la tige. Les fleurs ont une symétrie trimère, à trois sépales, trois pétales et six étamines. L'ovaire unique est divisé en trois loges. Le fruit est une capsule s'ouvrant par trois valves, libérant chacune généralement deux graines. Chez certaines variétés, il arrive que des bulbilles se développent à la place des fleurs (Figure. 04) (Hamdini, 2009)



**Figure 01 : Les différentes parties de la plante d'oignon**

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

(Rabiou *et al*, 2015)

### 3. Classification :

**Règne :** végétal

**Sous regne :** viridiaeplantae (plante verte)

**Division :** Tracheophyton (plante vasculaire)

**Embranchement :** spermatophyte (phanérogame : plante à graine)

**Sous-embranchement :** Angiosperme

**Classe :** Magnoliopsida

**Super ordre :** Liliaceae ou Alliaceae

**Ordre :** Asparagales

**Famille :** Amaryllidaceae

**Genre :** *Allium*

**Espèce :** *cepa*

**Drogue :** Le bulbe

### 4. Origine :

A son origine, l'oignon est issu d'une espèce sauvage qui aujourd'hui n'existe plus dans la nature. C'est une plante potagère qui de nos jours n'est connue que sous forme cultivée. Cette plante originaire d'Asie centrale et de Palestine est l'un des premiers légumes cultivés par l'homme (depuis 5000ans). Il apparaît dans toutes les civilisations avec différentes interprétations : dans l'ancienne Chine il était le symbole de l'intelligence, il est cité dans la Bible et les Egyptiens le donnaient en offrande aux dieux. Depuis la Préhistoire, les oignons sont cultivés mais comme ils donnent mauvaise haleine, il s'agissait d'un aliment vulgaire et c'était surtout la classe ouvrière qui le consommait. Ce sont les romains qui en conquérant la majeure partie de l'Europe ont contribué au développement de l'oignon dans la culture occidentale et ils l'utilisaient pour les longs voyages car c'est un légume qui se conserve longtemps. Ensuite, il a été introduit par *Christophe Colomb* en Amérique lors de son second voyage en 1493. Aujourd'hui, l'oignon est cultivé un peu partout dans le monde mais il est surtout présent dans les zones tempérées (**Hamdini, 2009**).

➤ **Noms locaux :**

**Anglais :** Onion

**Français :** Oignon

**Bambara :** Diaba

**Sonrhai :** Albachar gani

**En Arab :** لصلبلا

**5. Utilisation :**

➤ **USAGES ALIMENTAIRES :**

- Les bulbes d'*Allium cepa* constituent partout un légume apprécié.
- Ils peuvent être consommés crus, coupés en fines tranches pour assaisonner les salades, bouillis avec d'autres légumes, ou frits avec d'autres légumes et de la viande. Ils constituent un élément essentiel de nombreuses sauces et condiments africains. S'ils sont consommés en petites quantités pour leur goût piquant, on peut les considérer comme condiment.
- Les oignons crus hachés ont des propriétés antibiotiques, et peuvent réduire la contamination par les bactéries, les protozoaires ou les vers intestinaux dans les salades.
- Elle fait par ailleurs pleurer, suite à une teneur importante en dérivé soufré (à cause d'un sulfoxyde).
- En médecine traditionnelle les oignons sont utilisés en externe pour traiter les furoncles, les panaris, les blessures et les piqûres d'insectes, et en interne pour soulager la toux, la bronchite, l'asthme, les affections gastro-intestinales et la migraine ([www.Prota4U.org](http://www.Prota4U.org))
- le bulbe est utilisé contre les abcès, accouchements difficiles, ulcère de Buruli, oedème, diurétique, ictère, toux, diarrhée, morsure de serpent, stérilité féminine, fièvre, paludisme, hémorroïdes, fortifiant, leucorrhée, rougeole, sinusite, dyspepsie, aménorrhée, amygdale, convulsion, purgatif, vomitif, ascite. aménorrhée, épistaxis, brûlures, épilepsie, hoquet, dracunculose, émétique, insomnie. contre la schistosomiase urinaire. contre le rhume (pharmacopée africaine 2012).

- Le bulbe pour les cheveux, insectes venimeux.



Figure 02 : Utilisation antibactérienne traditionnelle d'*Allium cepa L.*

(Source : <http://www.creapharma.ch/oignon.htm>)

➤ **Préparations – Sous quelle forme ?**

Gélule à base d'oignon

- Cataplasme
- Infusion à base des pelures d'oignon pour blondir les cheveux
- Sirop
- Miel
- Remède d'oignon et vinaigre (contre la toux)
- Teinture
- Jus d'oignon
- Pommade
- Oignon contre le rhume

**6. Composition chimique :**

Comme les autres légumes, *Allium cepa L.* est très riche en eau, ce qui représente 86 à 93% du poids de l'oignon pour les jaunes et peut atteindre 90 à 93% pour les blancs. Son apport énergétique est dû essentiellement aux glucides et hydrates de carbones qui constituent 7% de sa

masse. Parmi les minéraux présents, le soufre est le plus marqué car il peut atteindre jusqu'à 50 mg pour un oignon cru de 100 g (<http://www.aprifel.com/fiches.produits.php?p=57>) .

*Allium cepa* L. contient les quelques nutriments importants suivants :

- **Le manganèse.** Il agit comme cofacteur de plusieurs enzymes, ce qui facilite

Différents processus métaboliques. Il participe aussi à la prévention de dommage causé par les radicaux libres.

([http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon_nu)).

- **La vitamine B6.** Elle est aussi appelée Pyridoxine. C'est un coenzyme du métabolisme des protéines et des acides gras et elle est impliquée dans la fabrication des neurotransmetteurs. La pyridoxine entre également dans la croissance de globules rouges et aide ces derniers à transporter plus d'oxygène. De plus, elle est nécessaire à la transformation du glycogène en glucide et contribue ainsi au bon fonctionnement du système immunitaire.

([http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon_nu)) .

- **La vitamine C.** Elle assure la santé des os, cartilages, dents et gencives. Elle protège contre les infections, favorise l'absorption du fer dans les végétaux et accélère la cicatrisation.

([http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon_nu)).

Tableau 1 : Composition d'*Allium SATIVUM* frais (Favieret al.,1994 ; Souci, 1994)

Composants	(g)	Vitamines	(mg)	Minéraux	(mg)	Apports énergétiques (kcal)
Glucides	7.10	Vitamine C (Acide ascorbique)	7.000	Phosphore	33.00	34.00
Protides	1.30	Provitamine A (Carotène)	0.010	Calcium	25.00	
Lipides	0.20	Vitamine B1 (thiamine)	0.060	magnésium	10.00	
Eau	9.00	Vitamine B2 (Riboflavine)	0.020	Soufre	50.00	
Fibre alimentaire	2.10	Vitamine B3 Ou PP (Nicotinamide)	0.300	Sodium	6.00	

		Vitamine B5 (Acide panothénique)	0.110	Chlore	25.00	
		Vitamine B6 (Pyridoxine)	0.140	Bore	0.170	
		Vitamine B9 (acide folique)	0.020	Fer	0.300	
		Vitamine E (tocophérols)	1.140	Cuivre	0.050	
				Zinc	0.200	
				Manganèse	0.150	
				Nickel	0.002	
				Cobalt	0.013	
				Chrome	0.001	
				Molybdène	0.010	
	1			Fluor	0.040	
				Iode	0.002	
				Sélénium	0.003	

## 7. Récolte :

### ➤ Traitement après la récolte :

Les cultivars africains ou ‘Texas Grano’ peuvent être récoltés 70–80 jours après le repiquage (120–130 jours après le semis) ou la plantation de bulbes de semence, et les cultivars plus tardifs 150–180 jours après le semis. Dans les zones côtières du Sénégal, les bulbes de semence de ‘Violet de Galmi’ mis en place en octobre peuvent être récoltés en janvier. ‘Violet de Galmi’ ou ‘Texas Grano’ semés entre septembre et janvier sont récoltés de février à mai, et ‘Jaune de Valence’ semé entre janvier et mars est récolté de juin à août. Cet étalement de la production est plus difficile à l’intérieur des terres au Sénégal, où la plus grande partie des semis se fait en décembre pour récolter en mars. La récolte se fait avant que les températures journalières excèdent 38°C à des latitudes de 10–25°.

Les échalotes ont un cycle, de la plantation à la récolte, d’environ 75 jours avec les jours les plus courts et des températures fraîches, et elles produisent alors quelques inflorescences. Avec des jours plus longs, le cycle est encore plus court (60 jours, pas de floraison).

Les plantes récoltées sont généralement laissées à sécher pendant quelques jours au champ, les feuilles des unes recouvrant les autres ; elles sont ensuite liées en bottes avec leurs feuilles, ou bien on coupe les feuilles et on rassemble les bulbes en sacs ou en caisses. Les collets doivent être coupés à environ 4 cm au-dessus du bulbe pour éviter d'endommager les tissus charnus du bulbe. Lorsque la température de l'air est supérieure à 38°C, la température à la surface du sol peut excéder 45°C, notamment sur les sols noirs, de sorte qu'il vaut mieux sécher les bulbes sous abri afin d'éviter les dommages dus à la chaleur.

Dans les régions équatoriales, comme au Kenya, la production d'oignons est continue, par conséquent le maintien de la qualité est moins important que dans les climats entre les latitudes 10° et 25° où durant au moins six mois il n'y a pas d'oignons fraîchement récoltés disponibles sur le marché, et où il importe de choisir des cultivars ayant de bonnes qualités de conservation. Il y a de grandes différences entre les cultivars en ce qui concerne leur conservation ; une teneur élevée en matière sèche est liée à de bonnes caractéristiques de conservation. Les types 'Texas Grano' ont une conservation notablement médiocre. Les bulbes d'oignons se détériorent rapidement à des températures qui éliminent rapidement leur dormance (5–15°C). On peut les conserver plus longtemps à des températures proches de 0°C, ou à 20–30°C, mais ils doivent être convenablement séchés, à une humidité relative optimale de 65–80%. Les entrepôts ne nécessitent qu'une ventilation libre si les bulbes sont suspendus en bottes ou en tresses, dans des caisses superposées bien ventilées ou sur des étagères. Les sacs en textile de 25–50 kg doivent être disposés de telle sorte que l'air puisse circuler entre eux. Le stockage en vrac en couches de plus de 40 cm d'épaisseur ou en récipients de plus de 1 m<sup>3</sup> ne peut être pratiqué qu'avec une ventilation forcée. La dormance des bulbes d'oignons peut être accrue par application d'un inhibiteur de croissance (hydrazide maléique - MH) 15 jours avant la récolte ; on le pulvérise sur les plantes avant que les feuilles aient perdu leur couleur verte, et le produit est transporté des feuilles vers les méristèmes. Les bulbes importés peuvent avoir été produits avec traitement au MH, étant donné que la législation européenne n'exige pas la mention de ce traitement.

#### **8. La conservation :**

Les oignons se conservent à l'abri de l'humidité, et surtout de la lumière qui les fait germer. Les oignons frais se conservent une semaine au maximum dans le bac à légumes du réfrigérateur.

❖ **Ne jamais conserver un oignon entamé mais le jeter, car il s'oxyde au contact de l'air et devient toxique.**

## 9. L'OIGNON ET SES VARIETES :

Il existe de nombreuses variétés d'oignons dans le monde, ils sont généralement classés selon la couleur du bulbe (<http://sante.plante.fr/les-vertus-de-loignon.60909.html>).

### 9.1-Oignon jaune

L'oignon jaune a un goût fort et piquant. Il se conserve bien au sec et au frais. Il convient mieux à la cuisson et à cause de son goût piquant, il est indigeste lorsqu'il est mangé cru. Parmi les oignons jaunes, on distingue les variétés suivantes :

- Oignon doux Cévennes
- Oignon doux de Trébons
- Jaune paille des vertus
- Jaune de Mulhouse

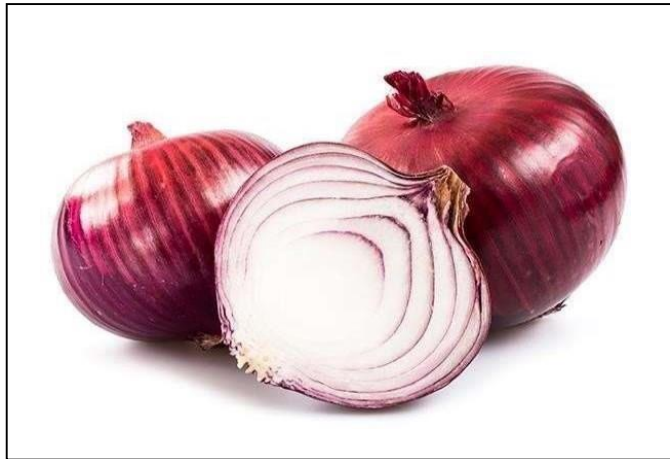


**Figure 03 : oignon jaune**

### 9.2-Oignon rouge

L'oignon rouge a un goût fort mais pas piquant et sa couleur tend vers le violet d'où son appréciation en salade. Il est mieux consommé cru et très riche en antioxydant. Parmi ces oignons, on distingue les variétés suivantes :

- Rouge de Brunswinck
- Rouge gros plat d'Italie
- Echalions (oignon allongé)



**Figure 04 : oignon rouge**

### **9.3-Oignon blanc**

L'oignon blanc a un goût légèrement sucré et plus doux. Lorsqu'il est récolté avant sa maturité complète, il ne se conserve pas longtemps mais reste aussi délicieux en salade. Parmi ces oignons, on distingue les variétés suivantes :

- Blanc de Paris
- Blanc très hatif de la Reine
- Oignon Cébette



**Figure 05 : oignon blanc**



**Figure 05 : Les variétés d'*Allium cepa L.* en France**

(Source : <http://sante.planet.fr/les-verts-de-l-oignon.60909.html>)

## 10. Activités :

### 10.1-Activité antidiabétique :

L'évaluation de l'activité hypoglycémiant chez les patients diabétiques de type 1 et de type 2, ayant reçu de l'extrait brut d'*Allium cepa* (100 g) a entraîné : Chez les patients diabétiques de type 1 une baisse de la glycémie à jeun par environ 89 mg / dl par rapport contre 145 mg / dl pour l'insuline. Chez les patients diabétiques de type 2 une baisse la glycémie à jeun de 40 mg / dl contre 81 mg / dl au glibenclamide Donc il pourrait être utilisé comme un supplément diététique en matière de gestion de type 1 et / ou le diabète de type 2 (**Eldin et al., 2010**). L'extrait éthanolique de pelure d'oignon a donné forte activité inhibitrice  $\alpha$ -glucosidase.

L'activité inhibitrice de  $\alpha$ -glucosidase de l'extrait l'oignon est corrélé à la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante de l'extrait. Ces résultats suggèrent que l'oignon qui a une haute teneur en quercétine a le potentiel de contribuer en tant que complément alimentaire pour contrôler l'hyperglycémie et les complications du diabète lié au stress oxydatif (**Kim et al., 2010 ; EMA. Europea 2012**).

### 10.2-Activité antibactérienne

Les extraits d'oignon ont donné une activité inhibitrice sur *Streptococcus mutans* et *Streptococcus sobrinus*, les principales bactéries causales de la carie dentaire, et *Porphyromonas gingivalis* et *Prevotella intermedia*, considérés comme les principales bactéries causales de parodontite de l'adulte *Staphylococcus aureus*, *Salmomella enteritidis* et trois champignons, *Aspergillus niger*, *Penicillium* et *cyclopium Fusarium oxysporum*

(pubmed.org, EMA. Europea 2011, Benkeblia 2000).

L'activité antimicrobienne a été attribuée à la capacité d'inhiber la synthèse de l'ARN et de perturber les membranes cellulaires par l'allicine.

- **Anti-protozoaire :**

Cinq souches de *Leishmania*, y compris *L. major*, *L. major*, *L. tropica*, *L. mexicana* et *L. donovani* ont été jugés sensibles l'extrait aqueux de l'oignon (EMA. Europea, 2011).

- **Antifongique :**

L'huile d'oignon a complètement inhibé la croissance de *Microsporium canis*, *Trichophyton* et *M. gypseum*, *Aspergillus versicolor* et *Penicillium rubrum* tandis que la croissance de *Chrysosporium queenslandicum* et *Trichophyton mentagrophytes* a été complètement inhibée par 500 ppm d'huile l'oignon (EMA Europea, 2011).

### **10.3-Activité Anti-nématode :**

Les oligosaccharides de la fraction d'eau de l'extrait méthanolique d'oignons ont été identifiés comme principes actifs contre les nématodes, *Meloidogyne exigua* Goeldi.

### **10.4-Activité anti-cancérigène et anti-mutagénique :**

L'extrait méthanolique de l'oignon blanc en concentration de 1000 ng /ml a donné une activité anti-proliférative sur les cellules cancéreuses humaines. (Perchellet et al., 1990).

### **10.5-Anti-agrégante plaquettaire :**

Selon Jung et al. 2002 l'extrait aqueux de l'oignon a induit un effet antithrombotique chez le rat diabétique.

Makheja et Bailey 1990 ont indiqué que les polysulfures, trisulfures particulièrement diméthyle et diallyle, trouvés dans des extraits d'oignon ont inhibé la synthèse de thromboxane dans les plaquettes.

### **10.6-Activité Anti-inflammatoire :**

Une fraction de l'extrait butanolique et éthanolique à 50% d'oignons séchés 200 mg/ kg a montré un effet anti-œdémogénique induite par la carragénine.

- **Neuroprotectrice :**

L'extrait d'oignon et de di-n-propyle trisulfure a eu un effet très améliorateur du trouble de la mémoire chez des gerbilles de Mongolie mâles.

- **Effets sur la peau :**

L'extrait méthanolique de la peau de l'oignon séchée 50 et 100 µg / ml a inhibé la formation de la mélanine.

### **11. Production :**

Les statistiques de la FAO indiquent une production annuelle mondiale de bulbes secs d'oignons de 49 millions de t en 2001, la Chine continentale étant le plus grand producteur avec 15 millions de t ; l'Inde a produit 5 millions de t, et les Etats-Unis plus de 3 millions de t ; le Brésil, l'Indonésie, l'Iran, le Japon, la Corée du Sud, le Pakistan, la Russie, l'Espagne et la Turquie venant ensuite avec plus de 1 million de t chacun. Certains pays qui produisent plus de 500 000 tonnes pour une population relativement peu nombreuse sont d'importants exportateurs en direction de l'Afrique, comme les Pays-Bas. Les échalotes sont soit incluses dans les données concernant les oignons en bulbes, soit comptabilisées avec les oignons verts. Le Mexique fait état d'une production de plus de 1 million de t dans cette dernière rubrique. Cependant, ces chiffres doivent être considérés avec précaution, par ex. pour les pays d'Asie où les "oignons" peuvent inclure *Allium fistulosum* L. En outre, les données sont souvent incomplètes pour les pays tropicaux. La production de l'Afrique tropicale atteint 1,5 million de t, en comparaison de 2,2 millions de t pour l'Afrique non tropicale. Il est difficile de savoir si ces "oignons secs" sont tous multipliés par graines, ou s'ils incluent les échalotes. La plupart des pays d'Afrique tropicale importent des oignons en bulbes, soit à partir du Niger qui exporte une grande partie des 200 000 t qu'il produit, soit en provenance d'Europe ou d'Afrique du Sud. Les échalotes sont exportées du nord de la Côte d'Ivoire et du Mali vers les pays voisins.

**II. Généralité sur allium SATIVUM :****1. Introduction :**

L'Algérie est un des pays disposant d'un important réservoir de plantes phytothérapeutiques, Ces dernier s'occupent une place importante dans la thérapie de la population algérienne, Grâce à leurs propriétés préventives et curatives à l'égard des maladies humaines et à leur exploitation dans différents usages notamment la fabrication des médicaments. Parmi les plantes médicinales qui ont acquis une grande importance, On nomme l'ail cultivé (*Allium SATIVUM*). Ce dernier a été étudié par plusieurs auteurs (environ 7000 travaux publiés), les études sont basées sur ses substances bioactives et leur mode d'emploi, et ses propriétés phytothérapeutiques comme les activités antitumorales, antibactériennes et anti-oxydants, qui ont été attribuées aux extraits d'ail.

L'*Allium SATIVUM* est une plante médicinale par excellence, elle est non nocive pour la santé humaine avec un usage modéré.

**Noms locaux :**

**Anglais :** Garlic

**Français :** Ail

**Arab :** موث

**Bambara :** Layi

**Sonrhai :** Lay

**2. Classification d'allium SATIVUM :**

La classification traditionnelle de l'ail, distingue les cultivars selon des critères morpho-physiologiques en fonction de leur période de végétation et de la couleur de la tunique des bulbes et des bulbilles (**TOUIL et al., 2015**)

**Règne :** Plante végétal

**Sous règne :** Trachéophyte

**Embranchement :** Spermatophytes ou Phanérogames

**Sous embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Monocotyledonae

**Sous classe :** Liliidae

**Ordre :** Liliales

**Famille :** Liliaceae ou Liliacées

**Genre :** Allium

**Espèce :** Allium sativum

**Nom commun :** Ail

**Drogue :** le bulbe

Sous l'appellation d'Allium sont rassemblées, l'espèce cultivée (*Allium sativum* L) et plusieurs espèces sauvages (**MEDJELDI MARZOUGUI, 2012**) :

- L'ail des ours, espèce forestière aux feuilles et fleurs en étoiles très odorantes (*Allium ursinum*).
- L'ail rose, à fleurs roses et à saveur plus sucrée (*Allium roseum*).
- L'ail d'Espagne ou rocambole de couleur rouge à fleurs mauves et à saveur plus douce (*Allium scoroprasum*).
- L'ail sauvage d'Amérique (*Allium canadense*).
- L'ail sauvage d'Europe (*Allium oleraceum*).
- L'ail des vignes (*Allium vineale*).

Le genre *Allium* comprend de nombreuses autres espèces couramment employées dans l'alimentation ; notamment l'échalote, l'oignon, le poireau et la ciboulette (**BREMNESS, 1994 et DETHIER, 2010**).

### **3. Description botanique :**

Il s'agit d'une plante herbacée, vivace par l'intermédiaire d'un bulbe ou « tête d'ail » ou « drogue ». Elle a une odeur caractéristique, et une forme arrondie ou ovale, d'un diamètre d'environ 4 cm, constitué d'un plateau dur formé de cailloux « gousses » en nombre de 8 à 20 (**Tescher et al., 2005**). Ces gousses rassemblent 12 à 16 bulbilles. Elles ont un diamètre de 5 à 10 mm et sont composées d'une enveloppe externe. Ses feuilles sont linéaires, engainantes à limbe allongé, plat, étroit, atténué, en pointe. Elles mesurant 1 à 2,5 cm de large et 30 à 60 cm de

long. (Bernice, 2009). Et sa tige est cylindrique, feuillée jusqu'au milieu, Elle peut atteindre 50 cm de hauteur (Girre, 1980). Elle se termine par des fleurs (Fig.1) (Bruneton, 1999).

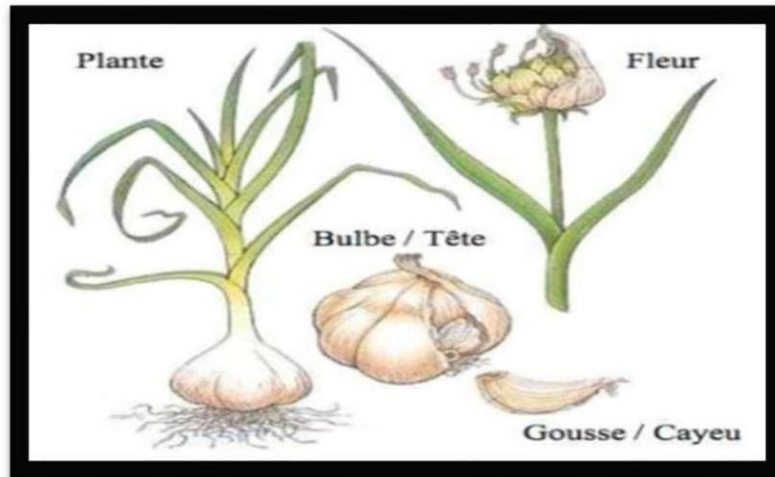


Figure 01 : L'ail cultivé (*Allium SATIVUM*) (Bernice, 2009).

#### 4. Origine :

L'ail est originaire d'Asie centrale, on le retrouvait à l'état sauvage dans une région allant de la Chine à l'Inde en passant par l'Égypte et l'Ukraine.

Aujourd'hui l'ail « commun » (*Allium Sativum*) est largement cultivé à travers le monde. L'ail sauvage (*Allium Ursinum*) encore appelé ail des ours se trouve en Asie et en Europe centrale et dans presque toute la France sauf en région méditerranéenne et dans le sud-ouest où il est très rare. Il apprécie les zones ombragées, en sous-bois, et pousse dans des sols profonds et humides.

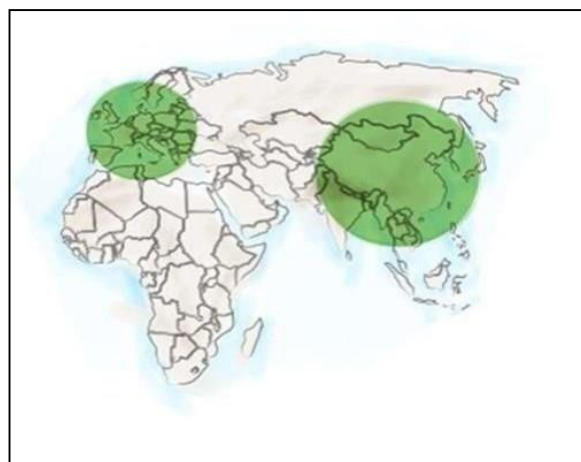


Figure 02 : cultures d'ail

### 5. Culture :

L'ail est cultivé sur presque tout type de sol. Il préfère les sols argileux, profonds, riches en humus et en nutriments, situés dans des endroits ensoleillés (Teuscher et al., 2005). Les sols lourds ne sont pas recommandés et les sols sableux et trop légers exigent une régie de culture plus rigoureuse (Dufresne et Ouellet, 2009). Sa multiplication se fait par voie végétative grâce à ses cailleux (Teuscher et al., 2005).

### 6. Composition chimique :

La valeur énergétique de l'ail est 138,7 kcal/100g. La gousse contient 65% d'eau, 28% de polysaccharides de stockage, 2% de protéines dont essentiellement des enzymes (alliinase et peroxydases...), 12% d'acides aminés libres (alanine, arginine, acide aspartique, asparagine, histidine, leucine, méthionine, proline, tryptophane, phénylalanine, sérine, thréonine et valine. L'ail est riche en calcium, en phosphore et en soufre (SALEH et al., 2015). On y trouve aussi du potassium, du zinc, du cuivre, du magnésium et des oligo-éléments comme, le sélénium et germanium. Cette plante renferme aussi des vitamines A, B1, B2, PP, C, les acides gras essentiels (vitamine F).

D'autres composants sont également identifiés, parmi lesquels on a les pigments phénoliques, les terpénoïdes, les saponines ( $\beta$ -chlorogénines) et les antibiotiques (AGARWAL, 1996 ; MEDJELDI MARZOUGUI, 2012).

**Tableau 2 : Statistiques de l'exportation d'Ail dans le monde en 2010 : Les 10 premiers Pays exportateurs (FAOSTAT, 2010)**

Composant	(g)	Minéraux	(Mg)	Vitamines	
Eau	63.7	Na	17	C (mg)	30
Protéines	7	Mg	21	B12 (mg)	1.2
Glucide	24.5	P	134	Folâtres ( $\mu$ g)	03
Amidon	22.1	K	446	Energie (kcal)	133
Lipides	3	Ca	38		
Fibres	0.5	Fe	1.4		

## 7. Différent activités d'*allium sativum* :

### 7.1-Propriétés préventives vis-à-vis du cancer

La prise régulière d'ail dans l'alimentation quotidienne semble avoir un rôle dans la prévention des cancers. Le principe actif impliqué dans cette propriété serait l'allicine, qui a montré une action inhibitrice sur des tumeurs (Goetz et Ghedira, 2012). La S-allylcystéine inhiberait le processus de cancérogénèse et les saponines ont également montré une activité antitumorale. (Séverine, 2005). Le mécanisme de la suppression du cancer entraîne la mort cellulaire par apoptose et diminution du taux de la prolifération cellulaire (Nakagawa et al., 2001). L'ajoéne pourrait contribuer à l'apoptose (Hassan, 2004).

### 7.2-Activité antimicrobien et antiparasitaire :

L'Allicine et d'autres composés soufrés sont considérés comme les principaux composés responsables de l'effet antimicrobien de l'ail. L'ail est efficace contre un certain nombre de bactéries Gram négatif, Gram positif et certains champignons.

Certaines bactéries Gram positif sont plus sensibles au jus d'ail, comme c'est le cas de *Staphylocoque aureus*, que les bactéries Gram négatif. Les germes réagissant à l'extrait d'ail sont nombreux comme *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus subtilis*, *Shigella* et *Vibrio cholerae* (AHSAN et al., 1996).

Il a été montré que l'extrait aqueux d'ail peut être utilisé associer aux antibiotiques conventionnels, contre les agents d'infections nosocomiales fréquentes dans les hôpitaux. Parmi les champignons qui sont sensibles à l'ail, on a le *Candida albicans*. Il a été constaté dans une étude que la polymyxine B (PMB), est efficace contre diverses levures et les champignons filamenteux lorsqu'elle est utilisée en combinaison avec l'allicine.

Les virus sensibles à l'ail sont nombreux. Par exemple le *Cytomégalovirus* humain (HCMV), le virus B de la grippe, l'*Herpès simplex virus* de type 1, le *virus Herpès simplex* de type 2, le *virus parainfluenza* de type 3, le *virus de la vaccine*, le *virus de la stomatite vésiculaire* et le *rhinovirus humain* de type 2 (MIKAILI et al., 2013).

L'ail élimine les parasites intestinaux et les larves d'insectes. Son huile essentielle a été testée en association avec le traitement du paludisme, le résultat était encourageant (GOVINDAN et al., 2016, BENMEDDOUR et al., 2015).

**7.3-Activité antioxydante :**

L'allixine et le sélénium les composants organiques soufrés solubles dans les lipides et les flavonoïdes, des composés phytochimiques antioxydants de l'extraits frais d'ail (AGE) exerce une action anti-oxydant en piégeant les radicaux libres, ce qui contribue à l'athérosclérose, l'activation du facteur de transcription induite par un oxydant, le facteur nucléaire (NF)-kappa B, qui a une signification clinique humaine dans l'expression du gène du virus d'immunodéficience et athérogènes (**Borek, 2011**).

**7.4-Activité inhibitrice de l'agrégation plaquettaire :**

L'ail inhibe l'agrégation plaquettaire aussi bien in vitro qu'in vivo. Des extraits aqueux, chloroformique ou méthanolique issus de la drogue inhibent le collagène, L'ADP, l'acide arachidonique, l'épinéphrine et la thrombine induite in vitro par l'agrégation plaquettaire. Les composés responsables de l'inhibition de l'adhésion et de l'agrégation plaquettaires sont les vinylthiines et les dialkyloligosulfures (**Touait et Bouitna, 2015**).

**7.5-Activité Antidiabétique**

L'administration par voie orale de l'extrait d'ail a diminué de manière significative la glycémie, l'urée, l'acide urique, de créatinine, AST et ALT, l'augmentation de l'insuline sérique chez les rats diabétiques, mais pas chez les rats normaux. Une comparaison a été faite entre l'action de l'extrait d'ail et le glibenclamide (600 microgrammes / kg). L'effet antidiabétique de l'extrait était plus efficace que celle observée avec le glibenclamide. En outre l'extrait aqueux de l'*Allium sativum* à 300mg/kg a donné le meilleur effet hypoglycémiant chez des rats rendus diabétiques avec alloxane. Les effets hypoglycémians pourraient représenter un deuxième mécanisme protecteur contre le développement de l'hyperglycémie commun dans le diabète sucré (**Eyo et al., 2011**).

**7.6-Activité anti-hypertensive :**

Les  $\gamma$ -glutamylpeptides et la  $\gamma$ -glutamylallyl-cysteine-sulfoxyde de feuille d'ail pourraient exercer un effet bénéfique sur l'hypertension. L'allicine diminue le taux calcique cellulaire, entraînant une relaxation des muscles lisses vasculaires et une réduction de la pression artérielle (**Hughes et Lawson, 1991**). L'étude réalisée par **Benavides et al.,2007** a démontré que les polysulfures organiques dérivés d'ail sont convertis par les érythrocytes en gaz de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S). Ce dernier peut relaxer le muscle lisse vasculaire, induire une vasodilatation des vaisseaux sanguins isolés et réduire la pression sanguine (**Lefter, 2007 ; Elrod et al., 2007**).

### 7.7-Effet hypocholestérolémiant

Les composés soufrés ajoène, méthylajoène, allicine, 1,3-vinyldithiine et diallyl disulfide, pris individuellement, inhibent la synthèse du cholestérol dans des proportions situées entre 37 et 72 % (Sendl et al.,1992). D'après Masuuraen 2001, les saponines de l'ail inhibent l'absorption du cholestérol dans la lumière de l'intestin, probablement par formation d'un complexe entre les deux molécules. Un second effet constaté est la diminution du cholestérol LDL dans le plasma sanguin, sans diminuer le taux de HDL chez un animal souffrant d'hypercholestérolémie (Harenberg et al., 1988).

### 7.8-Effet sur la digestion

L'ail est reconnu comme une plante carminative, soulageant la détresse épigastrique et abdominale, les éructations, les flatulences, les coliques et la nausée. La présence de fructanes est également notable. Le fructane est un polysaccharide particulier en nutrition humaine. En effet, ni l'homme ni Escherichia coli, bactérie principale du colon, ne sont capables de le cliver, étant donné qu'ils ne possèdent pas l'enzyme fructane-hydrolase. La consommation de fructane équilibrerait la flore intestinale vers davantage de bifidobactéries, qui hydrolysent le fructane dans le gros intestin et non dans l'intestin grêle, faisant de l'ail un aliment prébiotique dans le régime alimentaire (DETHIER, 2010).

## 8. Différentes variétés :

Les variétés sont classées selon leur période de plantation. Deux périodes se dégagent :

### 8.1-L'ail d'automne :

L'ail blanc et ail violet en référence à la couleur des caïeux et des tuniques. Ils seront plantés à l'automne entre fin septembre et novembre avant l'arrivée du gel, et récolté entre fin mai et fin juin suivant les variétés. Sa conservation est moyenne car il ne gardera son arôme que 6 mois mais ces variétés produisent de gros caïeux. L'ail violet est commercialisé de juillet à décembre, et jusqu'en janvier pour l'ail blanc (aNIail). La plantation en automne permet le développement des racines durant l'hiver, alors que la croissance ne débute qu'avec la chaleur du printemps.

- ✓ **Ail violet d'automne** : variétés Germidou, Primor, Sprint, Valdour, ...  
(PROSEMAIL).

- ✓ **Ail blanc d'automne** : variétés Corail, Jolimont, Messidor, Messidrome, ... (PROSEMAIL).

### 8.2-L'ail de printemps :

C'est l'ail rose. Ses bulbes sont moins gros mais sa conservation est plus longue que l'ail d'automne, jusqu'à un an après la récolte. Il se consomme de juillet à mars (aNIail). On le trouve avec ou sans bâton, c'est-à-dire avec ou sans hampe florale.

- ✓ **Ail rose alternatif** : avec bâton, on le dit alternatif car il peut être planté en automne/hiver jusqu'à mars avec une récolte vers mai juin à juillet. Les variétés sont Edenrose, Jardirose, Sultop, ... (PROSEMAIL)
- ✓ **Ail rose de printemps** : sans bâton. La plantation se fait au printemps, avec une possibilité en hiver (de janvier à mars) dans certaines régions en fonction de la variété et du climat. La récolte se fera au mois de juillet. Les variétés sont Arno, Cledor, Fructidor, Printanor, ... (PROSEMAIL)
- ❖ D'après ITCMI (2010), les principales variétés cultivées en Algérie sont : Rouge local, Rose de Kabylie et Violet de Kadours.



Figure 03 : 1- ail blanc

2- ail violet

3- ail rose

## 9. Utilisation et production :

### 9.1-Différentes utilisations de l'ail :

- **Utilisation culinaire**

Depuis l'aube des temps, l'ail est considéré comme l'épice de vie. Il apporte du goût et relève la saveur des sauces, des viandes et des plats. Il est considéré comme une épice par la

classification Anglaise, car ne présentant pas de chlorophylle. Il est classé parmi les plantes aromatiques vue son odeur et son piquant, considéré comme condiment car utilisé dans les assaisonnements et les marinades et enfin on l'associe au groupe de légumes pour l'apport nutritionnel qu'il peut apporter. L'ail est vendu frais, séché, en poudre, en granules comme condiment. La gousse entière peut être cuite accompagnant les légumes. L'ail est consommé dans le monde entier mais surtout chez les asiatiques et les méditerranéens. Les Italiens apprécient beaucoup une sauce à base d'ail et d'huile d'olive, appelée « Aïoli ». L'ail accompagne parfaitement le poisson les fruits de mer, la volaille, l'agneau ...

- **Produits pharmaceutiques**

L'huile essentielle d'ail est vendue sous forme de gélules en pharmacie et en parapharmacie. L'organisation mondiale de la santé (OMS) considère « cliniquement établi » l'usage de l'ail comme un aliment complémentaire, traitement adjuvant, aux mesures alimentaires destinées à diminuer les taux de lipides dans le sang (cholestérol et triglycérides) et admet que l'ail peut être utile lors de l'hypertension artérielle modérée. Une commission du ministère de la santé Allemand, reconnaît l'usage de l'ail dans le traitement adjuvant des régimes destinés à diminuer les lipides du sang et dans la prévention des modifications vasculaires liées à l'âge. L'ESCOP reconnaît l'usage d'ail dans la prévention d'athérosclérose et dans le traitement des excès de lipides dans le sang. Le NIH considère comme « fondé sur de bonnes évidences scientifiques » l'usage de l'ail pour « diminuer modérément les taux sanguins en cholestérol. La recherche scientifique travaille sur les associations de l'ail et les antibiotiques pour élargir le spectre d'action de ces derniers et aussi l'association de l'ail avec les huiles essentielles des autres plantes.

- **L'ail dans l'industrie agroalimentaire**

L'ail est utilisé comme antioxydant dans les huiles pour les conserver longtemps. On remplace les antibiotiques par la poudre d'ail dans l'aliment de bétail, de volaille et de poisson, pour qu'il n'y ait pas de résidus d'antibiotiques dans la viande (SALEH et al.,2015). Dans le poisson fumé, la charcuterie et la viande fraîche conservée à 4°C, on met de l'ail pour éviter leur altération et leur rancissement (NURWANTORO et al., 2015).

**9.2-Production de l'ail :**

- **Production de l'ail dans le monde**

Si la Chine reste le principal acteur sur le marché mondial de l'ail, elle doit faire face en 2019, à des contraintes d'ordre économique. Dans la guerre commerciale menée par les Etats- Unis contre la Chine, l'augmentation des taux d'importation freine l'arrivée d'ail chinois et favorise ainsi l'importation d'ail de pays comme le Mexique et le Pérou. Le prix élevé de l'ail chinois dans une volonté spéculative détourne les acheteurs sur d'autres origines et génère des stocks conséquents en Chine. Le consommateur européen privilégie quant à lui l'ail communautaire. Cette situation profite aux producteurs espagnols qui grâce à une meilleure récolte (en volumes et en qualité) en dépit d'une diminution de la surface cultivée (-20 % par rapport à 2018) s'ouvrent vers de nouveaux marchés, notamment à destination des Etats-Unis et du Canada. En Italie, la baisse de récolte, en raison de conditions climatiques défavorables au printemps, entraîne une augmentation des prix. Par contre, des pays comme l'Ukraine et l'Australie voient leur production en nette progression, contrairement à l'Argentine qui connaît une baisse d'environ 30 % par rapport à 2018.

- **En Algérie :**

Les zones de production sont multiples. On a les régions sublittoral et les hautes plaines comme : Biskra, oud-souf, Médéa, M'sila, Skikda, Batna, Tizi-Ouzou, Bejaia, Tlemcen, Guelma, Batna et Oum el bouaghi.

La superficie cultivée en ail en 2016 en Algérie a été de 10.000 hectares pour un rendement moyen de 110 q/ha.

Tableau 3 : Réactifs chimiques

Pays exportateurs	Production de l'année 2010	Pourcentages
<b>Chine</b>	1 365 187	82,2 %
<b>Argentine</b>	89 265	5,4 %
<b>Espagne</b>	65 802	4,0 %
<b>Pays- bas</b>	26 932	1,6 %
<b>Inde</b>	24 665	1,5 %
<b>Mexique</b>	12 370	0,7 %
<b>France</b>	10 637	0,6 %
<b>Italie</b>	10 509	0,6 %
<b>Emirats Arabes Unis</b>	10 477	0,6 %
<b>Etats Unis</b>	9 483	0,6 %

## 10. Récole et conservation :

### 10.1-La récolte :

Le moment de la récolte dépend de la région de culture et de la variété. Il est important de choisir le bon moment, si le bulbe est récolté trop tôt, il ne sera pas à maturité, l'enveloppe ne sera pas bien formée, s'il est récolté trop tard, les caïeux risquent de commencer à se séparer. (Allen, 2009)

Chaque feuille correspond à une tunique du bulbe. On dit qu'on commence à récolter lorsque 40 à 50 % des feuilles du plant sont jaunies et desséchées alors que les autres sont encore vertes. (Bachmann, 2001)

L'ail est récolté avec ou sans ses feuilles (ail équeuté). Une fois récolté, il faut l'enlever rapidement du champ (en quelques jours maximum) pour le mettre à sécher en entrepôt, pour ne pas qu'il soit abîmé par le soleil. On éliminera de la récolte les bulbes endommagés ou atteints de maladie pour ne pas contaminer les autres.

**10.2-La conservation :**

Pour l'ail destiné à l'entreposage, la température et l'humidité doivent être constantes pour empêcher la germination. Le taux d'humidité relative recommandé est de 60 à 70% afin d'éviter le dessèchement des bulbes sans favoriser le développement de moisissure. La température de stockage varie selon les producteurs. Ceci permet une conservation de l'ail jusqu'à 6 à 7 mois. Des contrôles de contamination causée par le champignon *Penicillium*, responsable de moisissure des bulbes, doivent être faits régulièrement car cette maladie typique d'entreposage se propage facilement. (Allen,2009) (Bachmann, 2001)

L'ail que nous achetons doit être conservé dans un endroit sec, à l'abri de la lumière et à température ambiante. Il se conservera alors plusieurs mois. L'ail ne doit surtout pas être placé au réfrigérateur, car le froid le fait germer. Dans le cas de l'ail importé, sa conservation est souvent courte une fois que nous l'achetons quelque soit les conditions de conservation. En effet, il a déjà la plupart du temps plusieurs mois d'âge, et le transport réfrigéré favorise sa germination.

---

# **Chapitre II :**

## **Métabolites secondaires**

---

### 1. Introduction :

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protéides, acides nucléiques), ils accumulent fréquemment des métabolites dits « secondaire » dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire.

Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpènes, Composés phénolique ...) Qui sont très inégalement répartis chez les végétaux mais dont le niveau d'accumulation peut quelquefois atteindre des valeurs élevées, La notion de « métabolite secondaire » résultait initialement de trois groupes d'observations : D'abord une difficulté à attribuer à ces métabolites une fonction précise dans la physiologie même De la plante, ensuite une répartition très inégale selon les végétaux, quelquefois entre des espèces très voisines ou même espèce , enfin une certaine « inertie biochimique » car ces substances sont rarement remobilisées dans la plante après qu'elles y ont été accumulées . cependant , comme cela sera montré dans cet ouvrage pour les composés phénolique , la désignation de « secondaire » apparaît aujourd'hui de plus en plus discutable à la lumière des résultats obtenus au cours des vingt dernières années .

### 2. Définition des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (**Lutge et al., 2002 ; Abderrazak et Joël, 2007**). Exercer un rôle majeur dans l'adaptation des végétaux à leur environnement. Ils assurent des fonctions clés dans la résistance aux contraintes biotiques (phytopathogènes, herbivores, etc.) et abiotiques (UV, température...etc).

Sur le plan agronomique, le rôle de ces composés dans la protection des cultures est connu (résistance aux maladies cryptogamiques, aux infections bactériennes, à certains insectes) (**Raven et al., 2000**).

Sur le plan pharmacologique, les métabolites secondaires constituent la fraction la plus active des composés chimiques présents chez les végétaux et on estime aujourd'hui qu'environ 1/3 des médicaments actuellement sur le marché contiennent au moins une telle substance végétale (**Newman et Cragg, 2012**)

Il est à noter que le métabolisme secondaire des plantes est lié au métabolisme primaire par cinq voies métaboliques principales :

- La voie de l'acide shikimique,
- De l'acide malonique,
- De l'acide mévalonique
- Des acides aminés
- Du glucose 3P via la voie des pentoses phosphate.

### **3. Classement des métabolites secondaires :**

Les métabolites secondaires dépassant actuellement 100 000 substances identifiées, Ils appartiennent à trois grandes familles :

- Les composés aromatiques ou polyphénols (acides phénoliques, flavonoïdes, anthocyanidines, tanins) et les quinones.
- Les terpénoïdes et leurs dérivés.
- Les alcaloïdes.

Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine (**Bruneton, 1993**).

#### **3.1-Composés phénoliques :**

Les composés phénoliques forment un très vaste ensemble de substances qu'il est difficile de définir simplement.

L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside, une définition purement chimique des phénols est toutefois insuffisante pour caractériser les composés phénoliques végétaux : elle inclurait des métabolites secondaires possédant ces éléments structuraux alors même qu'ils appartiennent manifestement à des groupes phytochimiques bien différenciés, c'est ainsi que de très nombreux alcaloïdes (boldine, morphine, etc.) et d'assez nombreux terpènes (thymol, gossypol, carnosol) possèdent dans leur structure, noyau benzénique et hydroxyle phénolique, il est donc nécessaire de faire intervenir un critère biosynthétique pour mieux cerner les limites du groupe.

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs, racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Boizot et Charpentier, 2006).

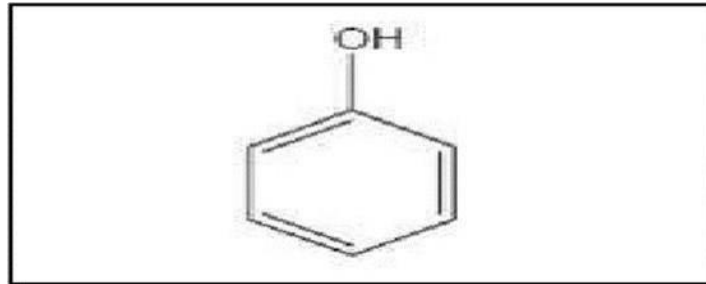


Figure 01 : Squelette de base des polyphénols (Vermerris et Nicholson, 2006).

• Biosynthèse des composés phénoliques :

Les composés phénoliques constituent un des groupes les plus importants chez les végétaux, issus de la grande voie d'aromagenèse ; shikimates ou acide shikimique (figure 02) et de la voie acétate-malonate (figure 02) (Bruneton, 2009).

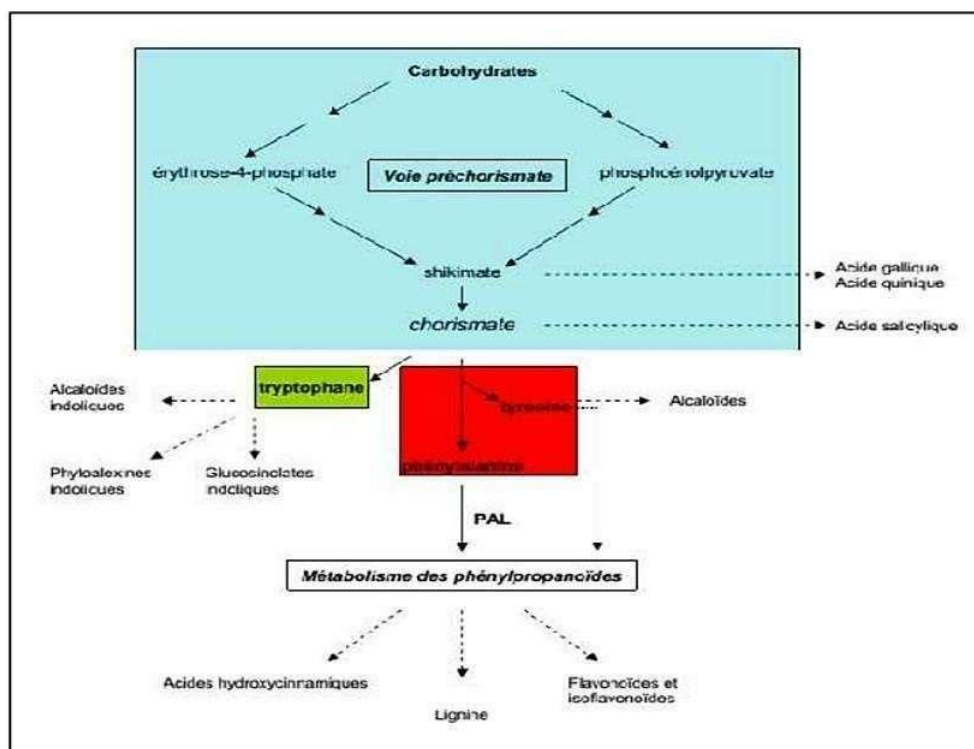


Figure 02 : Voie shikimate chez les plantes (Hoffmann, 2003).

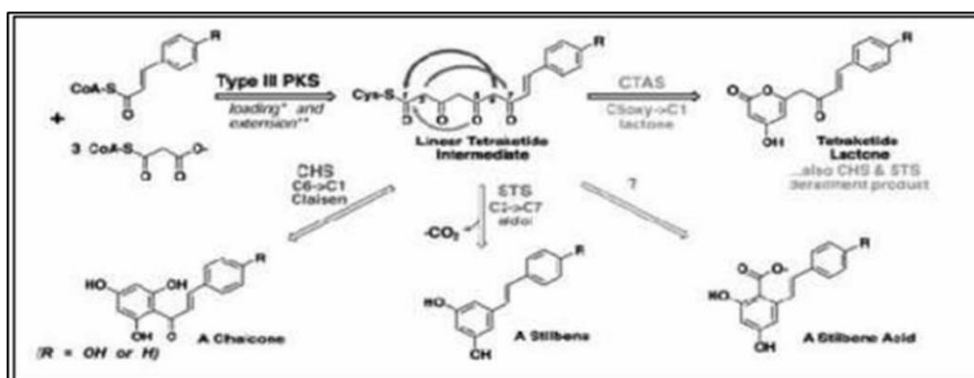


Figure 03 : mécanisme de cyclisation des chalcones et des stilbènes (collin et creast , 2006)

- **Classification des composés phénoliques :**

Les composés phénoliques, ce terme recouvre un groupe très vaste et diversifié de composés chimiques. Ces composés peuvent être classés en un certain nombre de façons.

Harborne et Simmonds (1964) ont classés en groupes ces composés sur la base du nombre d'atomes de carbone dans la molécule (Vermerris et Nicholson, 2006) (tableau 01).

**Tableau 4: Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits d'éthanol, des plantes *allium cepa* et *allium sativum***

Structure	Classe
C <sub>6</sub>	Phénols simples
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acide phénolique et composante liée
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>	Acétophénone et acide phenylacétique
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acide cinnamique et aldéhyde cinnamyle et alcool cinnamyle
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Coumarines, isocoumarine et chromone
C <sub>15</sub>	Chalcones, aurones, dihydrochalcones
C <sub>15</sub>	Flavanes

C <sub>15</sub>	Flavones
C <sub>15</sub>	Flavnones
C <sub>15</sub>	Flavonoles
C <sub>15</sub>	Anthocyanidines
C <sub>15</sub>	Anthocyanines
C <sub>30</sub>	Biflavonyls
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> ,C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Benzophénones, xanthones, stilbenes
C <sub>6</sub> ,C <sub>10</sub> , C <sub>14</sub>	Quinones
C <sub>18</sub>	Betacyanines
Lignans, neolignans	Dimers ou oligomers
Lignin	Polymers
Tanin	Oligomers
Phlobaphenes	Polymers

Les principales classes de composés phénoliques sont : les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide chlorogénique), les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénoles , les tanins , et les coumarines ( **King et Young, 1999** ) .

### 3.2-Les acides phénoliques :

Les acides phénoliques sont des substances phytochimiques ayant au moins un groupe carboxyle et un groupe hydroxy-phénolique. On englobe sous la dénomination générale d'acides phénoliques, Ils font partie des formes les plus simples des composés phénoliques et se séparent en deux grands groupes distincts: les acides hydroxybenzoïques qui sont des dérivés de l'acide benzoïque et ont une structure en C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>, ils sont très communs aussi bien sous forme libre que combinée à l'état d'ester ou d'hétérosides ; et les acides hydroxycinnamiques qui dérivent de l'acide cinnamique et possèdent une structure en C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> (**Figure 04**)

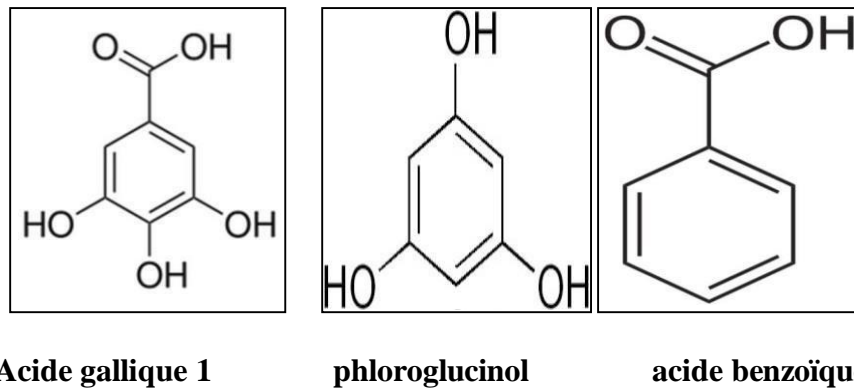


Figure 04 : Quelques phénols et acides phénoliques

### 3.3-Les flavonoïdes :

Le terme « flavonoïde » désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Seyoum *et al.*, 2006). Ils sont considérés comme les pigments quasi universels des végétaux, Presque toujours hydrosolubles, ils sont, entre autres et pour certains, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Jacques Macheix *et al.*, 2005 ; Bruneton, 2009).

Tous les flavonoïdes (plus de 4000) possèdent le même élément structural de base, à savoir l'enchaînement 2-phénylchromane (Bruneton, 1999).

- **Structure de flavonoïdes :**

Les flavonoïdes ont tous la même structure chimique de base, ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitué de deux cycles aromatiques (A) et (B) qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (C) (figure 04) (Emerenciano *et al.*, 2007)

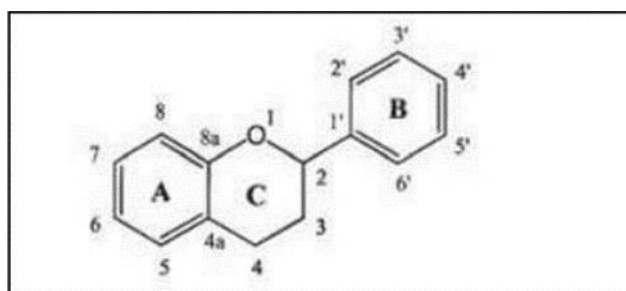


Figure 05 : Squelette de base des flavonoïdes (Collin et Creast, 2011).

### 3.4-Les tanins :

Les tanins sont métabolites secondaires polyphénoliques, hydrosolubles, de masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 Da, ayant la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines et de se colorer par les sels ferriques (Ghestem *et al.*, 2001; Atefeibu, 2002; Krief, 2004).

Ces métabolites secondaires sont localisés dans les feuilles, l'écorce et les fruits de nombreuses plantes, Ils font ainsi partie intégrante de notre alimentation (vin, thé, divers fruits...) (Simon, 2003).

#### 3.4.1-Classification et structure de tanins :

On distingue habituellement, chez les végétaux supérieurs, trois groupes de tanins différents par leur structure : les tanins hydrolysables, les tanins complexes et les tanins condensés (figure 06) (Vermerris et Nicholson, 2006).

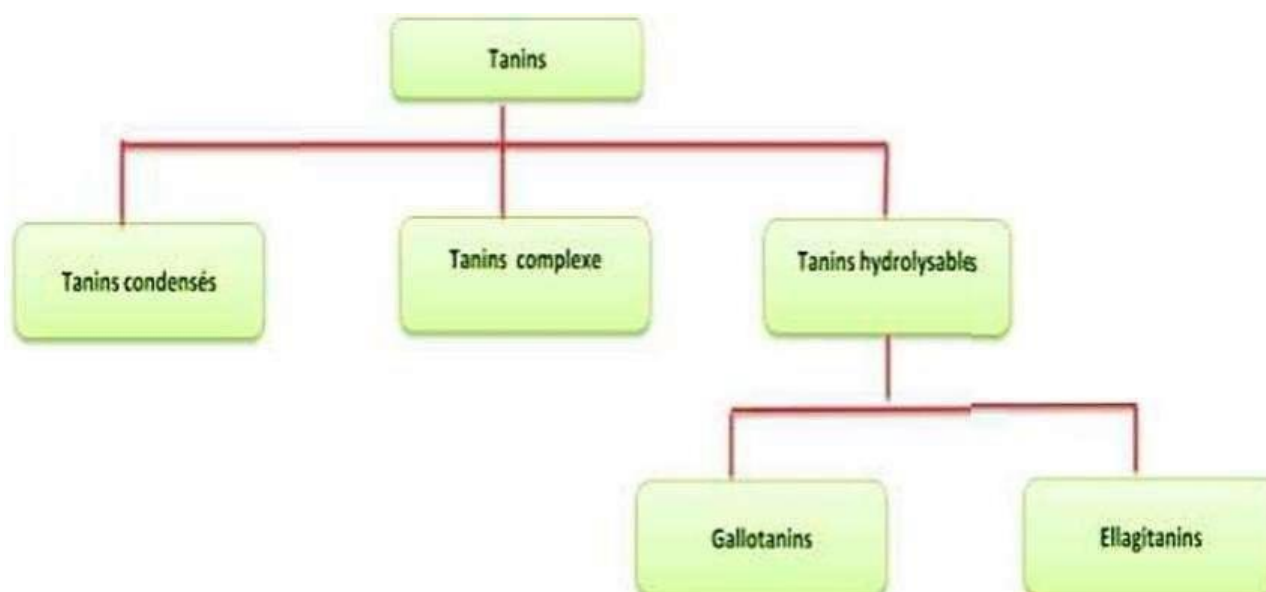


Figure 06 : Classification des tanins (Vermerris et Nicholson, 2006).

- Les tanins hydrolysables :

Tanins hydrolysable (TH) sont des esters d'acides phénoliques (acide gallique ou ellagique) associée à un polyol (habituellement le glucose) (Collin et Creast, 2011). Ils sont divisés en deux types :

Les tanins galliques qui sont les esters d'oses (glucose) et d'acides galliques.

- Les tanins ellagiques qui sont des esters d'oses et d'acide ellagiques (Bruneton, 1999, Atefeibu, 2002).
- Les tanins ellagiques qui sont des esters d'oses et d'acide ellagiques (Bruneton, 1999, Atefeibu, 2002).

Dans les deux cas, la fraction osidique est estérifiée par plusieurs molécules d'acide ellagique ou plusieurs molécules d'acide gallique (figure 07) (Ghestem *et al.*, 2001). Ils sont caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique. (Jacques Macheix *et al.*, 2005).

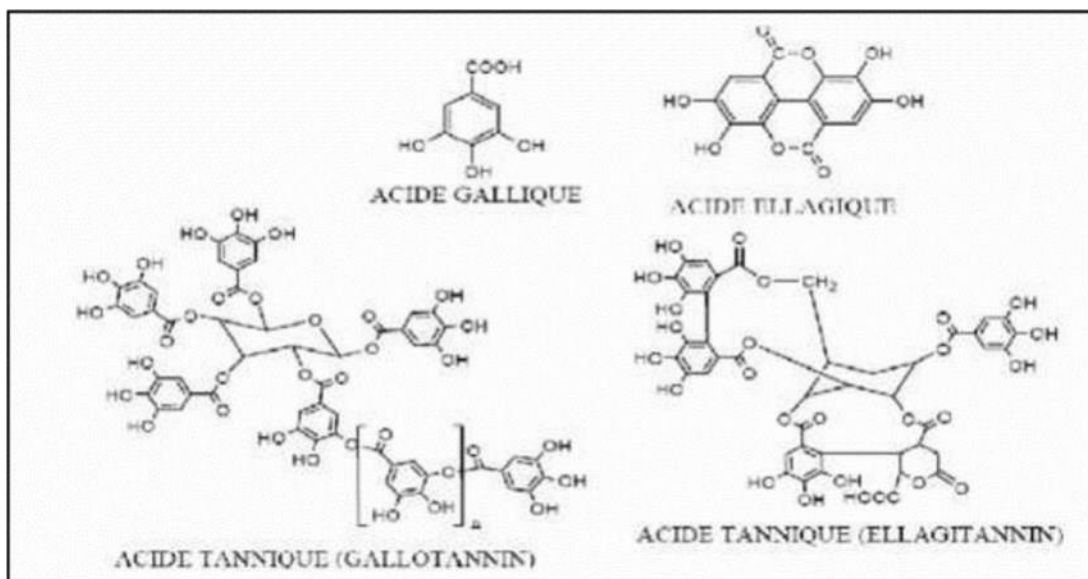
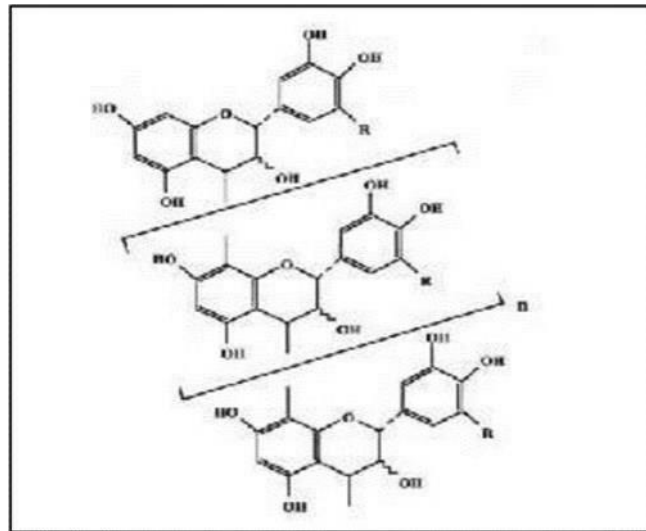


Figure 07 : Structure des tanins hydrolysables (Bruneton, 1999).

- **Tanins non hydrolysable ou tanins condensé :**

Les Tanins condensé sont des oligomère (proanthocyanidines) ou des polymères de flavane-3-ols (éventuellement de flavane-3,4-diols) dérivés de la (+) - catéchine ou de ses nombreux isomères (figure 08). Ils sont résistants à l'hydrolyse et seules des attaques chimiques fortes permettent de les dégrader. Ainsi par traitement acide à chaud, il se transforment en pigments rouges (**Jacques Macheix *et al.*, 2005**).



**Figure 08 : Structure de tanins condensé (Jacques Macheix *et al.*, 2005)**

- **Tanins complexes :**

Tanins complexes sont définis comme des tanins dans lequel une unité de catéchine glycosidique est lié soit à un gallotannin ou d'une unité ellagitannin. Comme son nom l'indique, la structure de ces composés peut être très complexe. Un exemple est Acutissimin A, ceci est une unité glucosidique du flavogallonyl lié à C1, avec trois autres liaisons ester hydrolysables supplémentaires à un polyol à chaîne ouverte D-glucose dérivé (**Vermerris et Nicholson, 2006**).

### 3.5-Les coumarines :

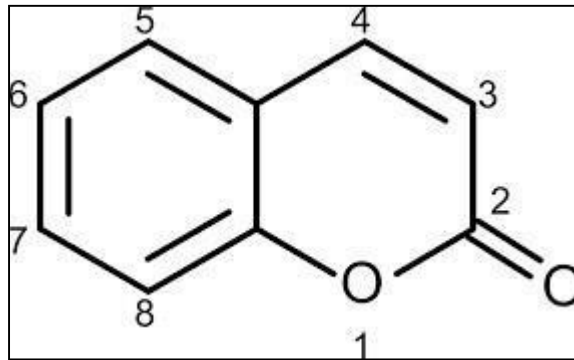
Ces composés constituent une classe importante de produits naturels et donnent une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché, elles se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Plus de milles structures de coumarines ont été décrites et les plus simples d'entre elles sont largement distribuées dans le règne végétal avec une abondance remarquable au sein des angiospermes. Les familles les plus riches en coumarines sont : les légumineuses, les rutacées, les apiécées et les thymeleacées. Elles se trouvent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les graines. Se

trouvant dans la nature, soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres, elles sont responsables de l'odeur caractéristique du foin.

- **Structure chimique et classification :**

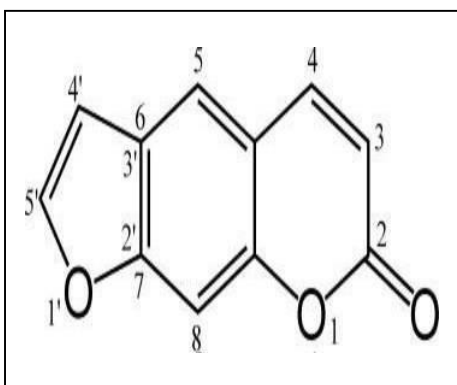
Les coumarines sont caractérisées par une structure qui comporte le noyau benzo (2 H) -1 pyranone, résultant de la lactonisation de l'acide ortho-hydroxy- cis cinnamique C-2. Toutefois leurs structures restent très diverses et peuvent être classés en deux grands groupes. Coumarines simples et Coumarines complexes où un noyau furanne ou pyrane est associé au noyau benzo  $\alpha$  pyrone.

**1. Les coumarines simples :** Ce sont celles qui ont des substituants dans le cycle benzénique. Elles peuvent être des dérivés hydroxylés, méthoxylés, alkylés, alcoxylés et glycosylés de la molécule mère.

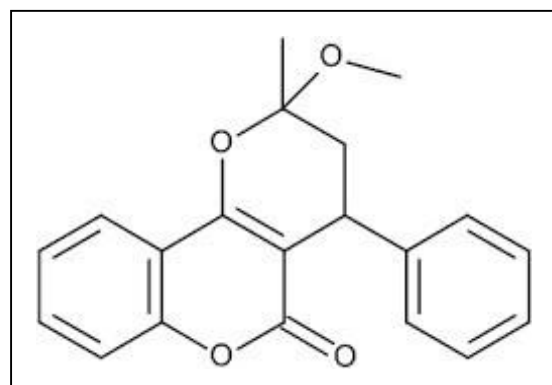


**Figure 09 : Structure de coumarine simple**

**B) Coumarines complexes :** ils se constituent d'un noyau furane ou pyrane associé au noyau benzo- $\alpha$ -pyrone, la prénylation est à l'origine des coumarines polycycliques :



**Furanocoumarine**



**pyranocoumarine**

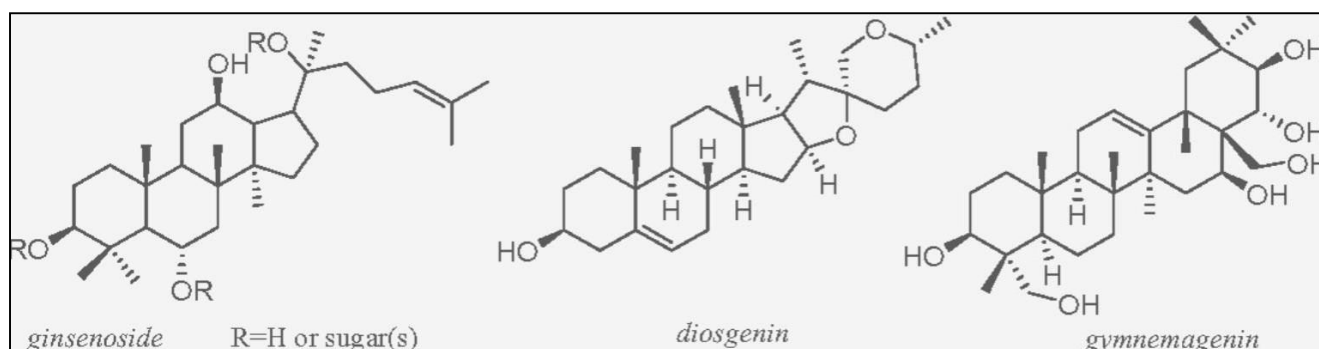
**Figure 10 : Structure de coumarine complexe**

### 3.6-Les saponines :

Les saponosides ou saponines sont un groupe de métabolites secondaires, abondamment trouvés dans certaines familles du règne végétal. Ils sont principalement produits par les plantes supérieures, mais aussi par des animaux marins inférieurs et quelques bactéries. Leur nom provient du latin *sapo* signifiant "savon" en raison de leurs propriétés à former des solutions moussantes en présence d'eau. Ce sont des hétérosides de poids moléculaire élevé, qui se composent d'une partie lipophile l'aglycone (ou génine) et d'une partie hydrophile osidique. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires en leurs molécules explique leur comportement moussant en solution aqueuse.

- **Structure et classification chimique :**

Au niveau structural, les saponines sont des molécules composées de deux entités : une génine (aussi appelée aglycone) et une fraction glycoside. La partie aglycone (sapogénine) est constituée d'un noyau stéroïdique ou triterpénique



**Figure 11 : Structures des saponines.**

### 3.7-Terpenoïdes :

Les terpénoïdes constituant un ensemble connu et très vaste des métabolites secondaire des végétaux, ce sont des molécules polyisoprénique qu'on trouve également dans le règne animal (Nait Said, 2007).

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels de structure cyclique ou non (acyclique, monocyclique, bicyclique ou tricyclique) (Djahra A.B, 2015), résultant de la combinaison de plusieurs unités d'isoprènes (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>) (figure 9), et ont pour formule de base des multiples de celle-ci, c'est-à-dire (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub> (Nait Achour, 2012).

Le terme terpénoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc) (Malecky, 2008).

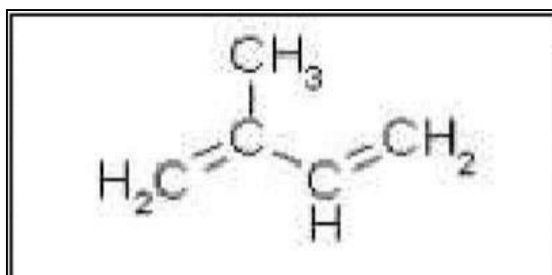


Figure 12 : Molécule d'isoprène (Malecky, 2008).

### 3.7.1-Biosynthèse des terpènes :

La biosynthèse des terpènes (Figure11) suit la voie de l'acide mévalonique (MVA). Ce dernier subit une phosphorylation ensuite une décarboxylation et une déshydrogénation et on obtient alors de l'isopentenylpyrophosphate (IPP) ou isoprène actif. C'est le IPP qui constitue l'unité isoprénique d'enchaînement, et s'isomérisé en diméthylallyl pyrophosphate (DMAPP) grâce à une enzyme, l'IPP isomérase figure11 (Lamarti *et al.* 1994a).

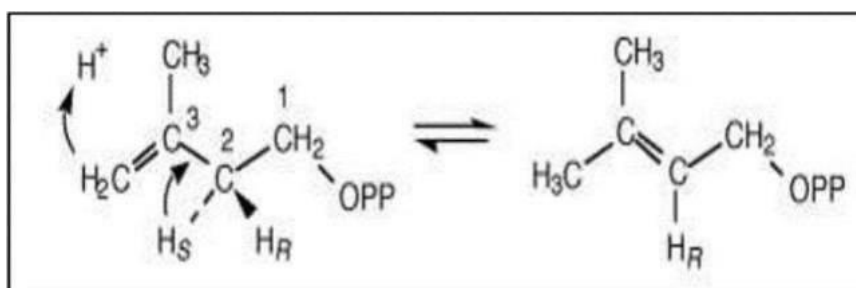


Figure 13 : Formation de l'isoprène actif (IPP) de l'acide mévalonique et isomérisation en DMAPP (Lamarti *et al.*, 1994a).

La condensation du diphosphate d'isopentényle (IPP) (entité nucléophile) sur le diphosphate de diméthylallyl (DMPP) (entité électrophile) mène au diphosphate de géranyle (GPP, C10), précurseur des mono terpènes. Une condensation supplémentaire de type tête-à queue de l'IPP sur le GPP conduit au diphosphate de farnésyle (FPP, C15), précurseur des sesquiterpènes. Une élongation supplémentaire du diphosphate de farnésyle avec une entité d'IPP, conduit au diphosphate de géranylgeranyl (GGPP), précurseur des diterpènes et des caroténoïdes. Tandis qu'une condensation "tête-à-tête » de deux molécules de diphosphate de farnésyle aboutit au squalène (C30), précurseur des triterpènes, des stérols (Lamarti *et al.*, 1994b). Ces précurseurs acycliques isopréniques peuvent subir différentes réactions chimiques (oxydation, cyclisations

suivies de transpositions), ce qui permet de dénombrer à ce jour plus de 22000 isoprénoides (Vandermoten *et al.*, 2008).

### 3.7.2-Classification de terpène :

Dans le règne végétal, les terpénoids sont classées dans la catégorie des métabolites secondaires (avec les flavonoïdes et les alcaloïdes). Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène (tableau 02) (Singh, 2007).

**Tableau 5 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'eau, des plantes *allium cepa* et *allium sativum***

Le nombre d'atome de carbone	Classe
5	Hémiterpène
10	Monoterpène
15	Sesquiterpène
20	Diterpène
25	Sesterpène
30	Triterpène
40	Tetraterpène
>40	Polyterpènes

- **Hémiterpène :**

Dans la nature, il existe peu de composés naturels ayant une formule de C<sub>5</sub> ramifiée; parmi certains composés naturels trouvés chez les plantes qui peuvent être considérés comme hémyterpène, seul l'isoprène a toutes les caractéristiques biogénétiques des terpènes (Loomis et Croteau, 1980).

- **Monoterpène :**

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>), selon

le mode de couplage «tête-queue». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales (figure 14) (Padua *et al.*, 1992).

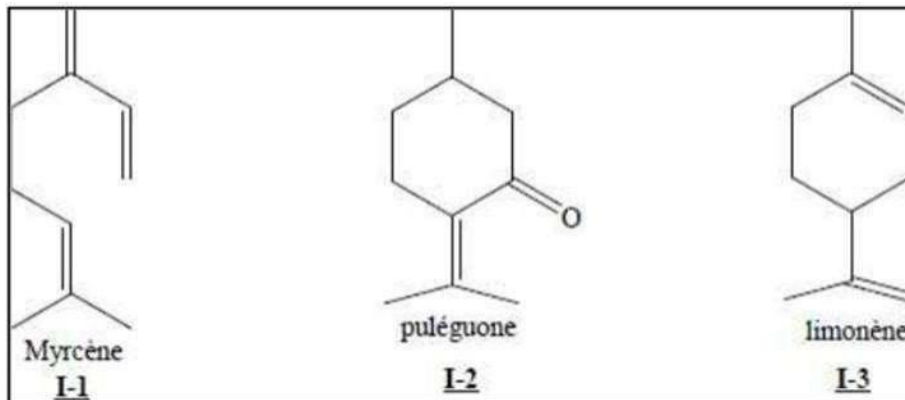


Figure 14 : Exemples de quelques monoterpènes (Padua *et al.* 1992).

- **Sesquiterpène :**

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures  $C_{15}H_{22}$  (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques (figure 15). Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (El Haib, 2011).

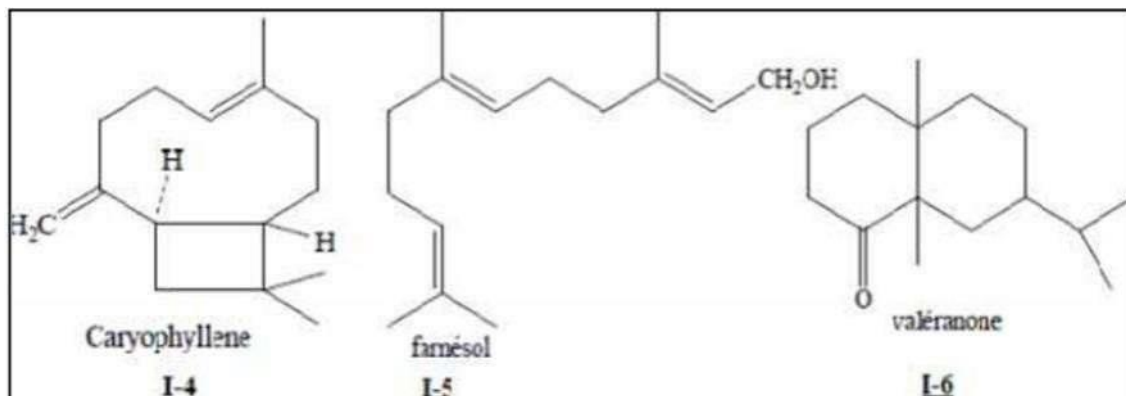


Figure 15 : Exemples de quelques sesquiterpènes (El Haib, 2011).

- **Diterpène :**

Les diterpènes sont formés de quatre unités isoprènes ( $C_{20}H_{32}$ ) (Hernandez Ochoa, 2005), ils comprennent les gibbérellines (phytohormones du développement impliquées dans des processus cellulaires fondamentaux tels que la germination (Graebe, 1987). Il existe environ 2700 diterpènes dans la nature dont la majorité est sous forme cyclique. Parmi les diterpènes linéaires, on rencontre la famille Phytane (figure 16). Cycliques sont des dérivés de cyclophytane

(figure 17) (Malecky, 2008).

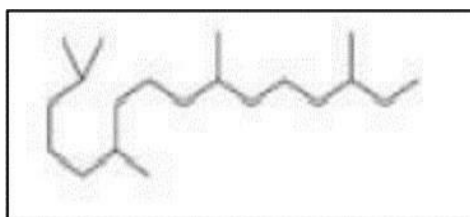


Figure 16 : Structure de phytane (Malecky, 2008)

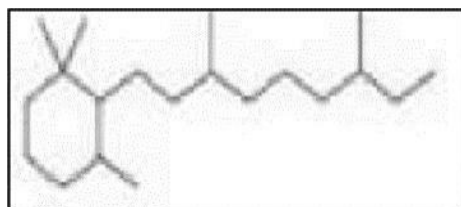


Figure 17 : Structure de cyclophytane (Malecky, 2008).

- **Sesterpène :**

Les sesterpènes sont des dérivés d'hydrocarbures en C<sub>25</sub> (Hernandez Ochoa, 2005), construits à partir de 5 unités d'isoprènes. L'acide mévalonique (MVA) semble être le précurseur de cette classe. Ils ont été isolés des plantes, des champignons, des insectes, et des éponges. Il y a plus de 150 sesterpènes bien connus, parmi lesquels une trentaine a une structure de furfurane, dérivé du 3,7,11,15,19-Pentaméthyleicosane (figure 18). Les sesterterpènes sont plutôt rares dans la nature; ils se trouvent soit sous forme linéaire soit cyclique, avec un, deux, trois ou quatre cycles (Malecky, 2008).

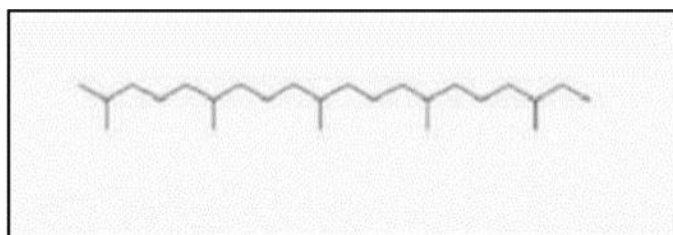


Figure 18 : Structure de 3, 7, 11, 15, 19-Pentaméthyleicosane (Malecky, 2008).

- **Triterpène :**

Les triterpènes sont des composés en C<sub>30</sub> issus de la cyclisation de l'époxysqualène ou du scalène (Krief, 2004). Ils comprennent les gibbérellines (phytohormones du développement impliquées dans des processus cellulaires fondamentaux tels que la germination (Graebe, 1987).

Les stéroïdes sont un groupe de triterpènes plus ou moins modifiés métaboliquement et dérivés du squalène mais ayant en commun la structure stérane (figure 19),

hydrocarbure tétracyclique saturé, le 1,2-cyclopentanoperhydro-phénanthrène. Ce composé entièrement saturé produit de la diagénèse des stérols végétaux, est présent dans les dépôts organiques sédimentaires et les pétroles (Leray, 2010).

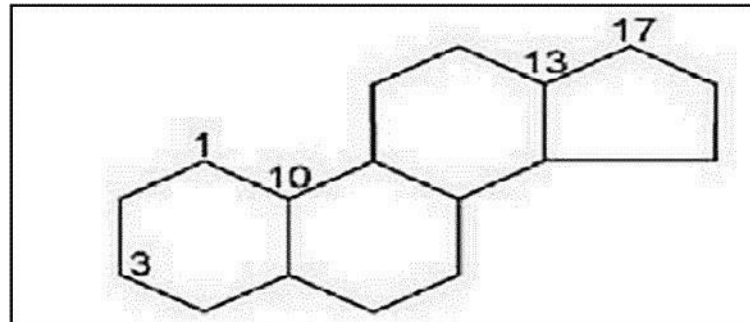


Figure 19 : Noyau stérane (Leray, 2010).

- **Tétraterpène :**

Les Tétraterpènes contiennent une longue chaîne de 40 atomes de carbones, à doubles liaisons conjuguées de configuration « trans » dont les extrémités sont des chaînes ouvertes ou des cycles (Ayad, 2008).

Les tétraterpènes les mieux connus sont les caroténoïdes. Ces derniers sont polyènes et presque tous les hydrocarbures de caroténoïde ont la formule moléculaire  $C_{40}H_{54}$ . Aussi, puisque le squelette carbonique de ces composés a une structure de polyisoprène, ils peuvent être considérés comme tétraterpènes (figure 20) (Singh, 2007).

Les caroténoïdes sont des constituants membranaires des chloroplastes et forment un groupe de pigments liposolubles. Ils contribuent à la coloration jaune, orange ou rouge des fruits et légumes. On les retrouve souvent dans les plantes alimentaires (Lysette Bossokpi, 2003).

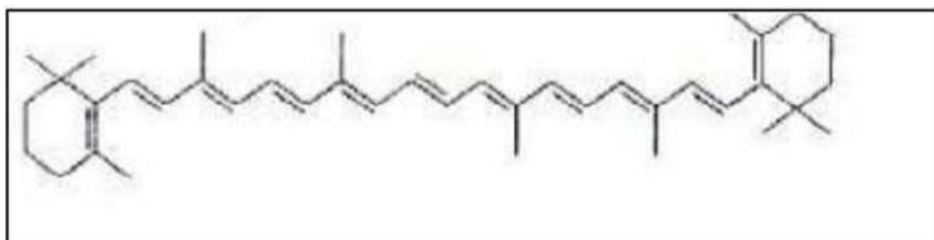


Figure 20 : Structure d'exemple de caroténoïde ( $\beta$ -carotène) (Djahra, A.B, 2015).

- **Polyterpènes :**

On citera le cholestérol, le caoutchouc naturel qui est produit par la coagulation par chaleur de la sève et de l'hévéa (**Nait Achour, 2012**).

### **3.8-Alcaloïdes :**

#### **3.8.1-Définition :**

Le terme alcaloïde a été introduit par W. Meisner au début du XIXe siècle pour désigner des substances naturelles réagissant comme bases, comme des alcalis (de l'arabe al Kalys, la soude et du grec eidos, l'aspect) (**Bruneton, 2009**).

Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un degré variable de caractère basique (**Harborne et Herbert, 1995**).

Leurs noms se terminent souvent par "ine". Les alcaloïdes renferment toujours du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, et le plus souvent, en plus, de l'oxygène (exceptionnellement quelques alcaloïdes contiennent du soufre) (**Djahra, A.B, 2015**).

Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent uniquement dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles ou dans les fruits (**Harborne et Herbert, 1995**).

Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques, la plupart du temps à partir des acides aminés tels que la lysine, l'ornithine, la tyrosine et le tryptophane (**Harborne et Herbert, 1995; Dewick, 2001; Bhat et al., 2005**).

#### **3.8.2-Biosynthèse des alcaloïdes :**

Dans la plante la biosynthèse des alcaloïdes est variable, elle dépend de l'espèce considérée, des conditions environnementales auxquelles l'espèce est soumise, de la période et des conditions de récolte de la plante (**Houmani, 1994; Baiza et al., 1998**).

Contrairement à la plupart des autres types de métabolites secondaires, les nombreuses classes d'alcaloïdes ont des origines biosynthétiques unique (figure 21) (**Ziegler et Facchini, 2008**). Les noyaux de base de ces différents alcaloïdes dérivent des acides aminés du métabolisme primaire (**Nacoulma, 2012**).

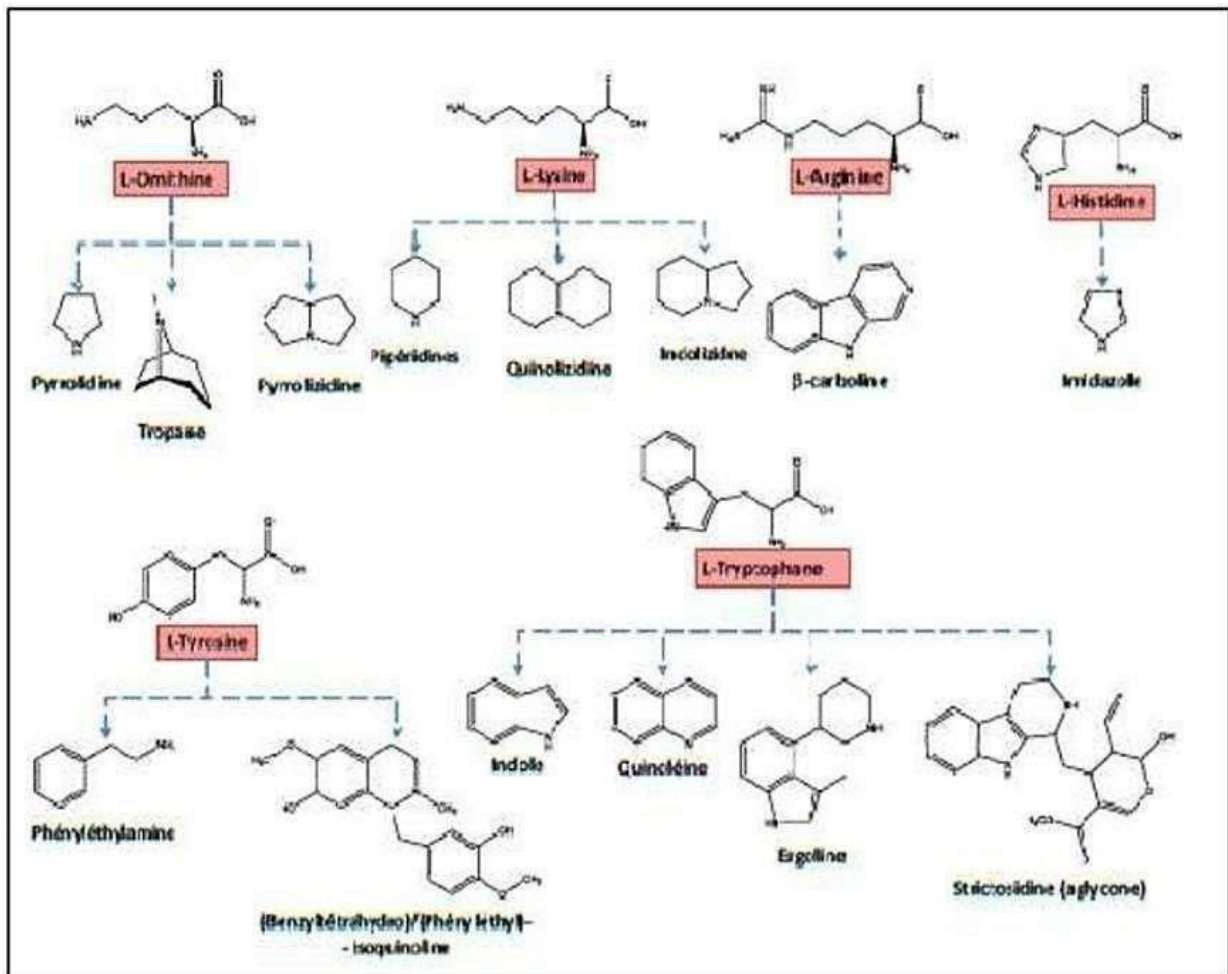


Figure 21 : Origine biosynthétique de différentes classes d'alcaloïdes (Nacoulma, 2012).

### 3.8.3-Structure et classification des alcaloïdes :

On estime qu'il y a plus de 10 000 alcaloïdes différents déjà isolés (ou détectés) à partir de sources végétales, animales ou de micro-organismes. Proposer une classification pour les alcaloïdes est une tâche difficile, en raison du grand nombre de composés connus et surtout à cause de la diversité structurale (Mauro Neves, 2006).

Selon leur composition chimique et surtout leur structure moléculaire, les alcaloïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes

**Des phénylalanines:** capsaïcine du piment, colchicine du colchique.

**Des alcaloïdes isoquinoléiques:** morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenues dans l'opium du pavot; et des alcaloïdes indoliques: ergométrine, ergotamine, ergotoxine de l'ergot des céréales.

**Des alcaloïdes quinoléiques:** tige feuillée de la rue commune.

**Des alcaloïdes pyridiques et pipéridiques:** ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la ciguë.

**Des alcaloïdes dérivés du tropane:** scopolamine et atropine de la belladone. Des alcaloïdes stéroïdes: racine de vétrate, douce-amère ou aconite (aconitine) (Nacoulma, 2012). Selon l'origine biosynthétique On distingue trois types d'alcaloïdes

**Alcaloïdes vrais:** d'après certains auteurs, ils sont issus seul règne végétal. Ils existent à l'état de sels et l'on peut ajouter qu'ils sont bio synthétiquement formés à partir d'un acide aminé.

**Pseudo-alcaloïdes:** Ils représentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas dérivés des acides aminés.

**Proto-alcaloïdes:** Se sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique ; ils ont une réaction basique et sont élaborés *in vivo* à partir d'acides aminés (Bruneton, 1999; Nacoulma, 2012).

Les principaux cycles azotés des alcaloïdes sont de type (Figure 22): Indole (a), quinoline (b), isoquinoline (c), tropane (d), pyridine (e), quinolizidine (f), morphine (g) et solanidine (h) (stéroïde).

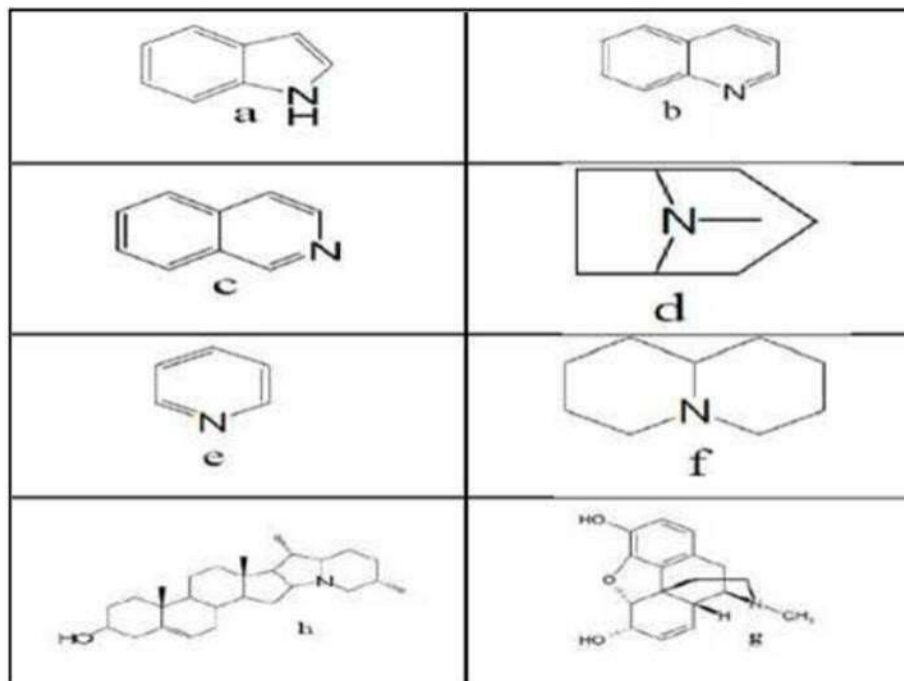


Figure 22 : Principaux cycles azotés des alcaloïdes (Seghiri, 2005).

### 3.8.4-Propriétés des alcaloïdes :

Les alcaloïdes forment un groupe hétérogène du point de vue de leur structure, de leurs propriétés et de leurs effets biologiques. Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique, et mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique (**Bruneton, 1999**).

Les alcaloïdes sont des molécules très intéressantes du point de vue biologique car certaines sont le principe actif de plusieurs extraits de plantes anciennement utilisés comme médicaments, comme poisons ou encore comme psychotropes (**Hess,2002**).

### 3.8.5-Intérêts des terpènes et des stérols :

- Les terpénoïdes sont connus comme doués de propriétés antifongiques et antibactériennes. Le mécanisme des terpénoïdes n'est pas bien connu mais, il pourrait induire une destruction de la membrane du microorganisme par une action lipophile.
- Les triterpènes font un groupe de produits naturels de première importance dans les terpènes. Ils sont responsables d'une multitude d'activités biologiques : cytostatique, antivirale, insecticide, anti-inflammatoire, molluscicide et analgésique.
- Le  $\beta$ -sitostérol appartient à la famille des stérols végétaux ou phytostérols, composés naturels présents dans toutes les plantes. Le  $\beta$ -sitostérol est comparable au cholestérol. Il peut aider à réduire le taux de cholestérol en limitant la quantité de cholestérol qui peut entrer dans le corps. Le  $\beta$ -sitostérol est également reconnu pour son activité anti-inflammatoire.
- Les stérols sont des constituants de membranes cellulaires qui jouent un rôle très important dans la perméabilité de celles-ci et aussi dans la prolifération cellulaire.

### 3.8.6-Intérêts des composés phénoliques :

- Les polyphénols constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales; ils ont la capacité de moduler l'activité d'un grand nombre d'enzymes et de certains récepteurs cellulaires. Ils sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits. Ces composés sont réputés aussi pour leur caractère anti-oxydant, neutralisant les radicaux libres et limitant ainsi certains dommages oxydatifs responsables de plusieurs maladies. En outre, un grand nombre de polyphénols sont reconnus pour

leurs propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuse.

---

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

---

---

**Chapitre III :**  
**MATERIELS ET METHODES**

---

Ce travail de recherche a été réalisé au laboratoire pédagogique de chimie de la faculté des sciences exactes et sciences de la nature et vie, département des sciences de la matière.

- **Objectif général :**

Etudier l'effet des solvants d'extraction sur la compositions de la plante *allium cepa* et la plante *allium sativum* qui est cultivée de la Wilaya de ouad souf.

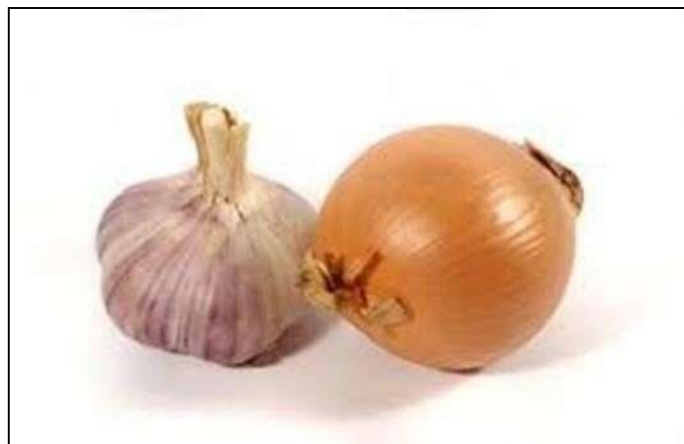
- **Objectifs spécifiques :**

- Caractérisation qualitative des métabolites secondaires qui existent dans les deux plantes de *allium cepa* et *allium sativum* par un criblage phytochimique.
- Extraction par macération dans un solvant polaire.
- Etude quantitative des différents extraits obtenus par quantification des polyphénols totaux, des flavonoïdes totaux et des flavonols totaux par dosage colorimétrique.

## 1. Matériels

### 1.1-Matière végétale

Dans ce travail de recherche, le matériel végétal est représenté par les bulbes de l'oignon et l'ail. Cette plante a été récoltée au mois Mars 2023 D'un agriculteur de la région de la wilaya de kenchela



**Figure 01 : l'ail et l'oignon**

## 1.2-Matière microbienne :

Les souches	Code	Références
Escherichia coli (-)	ATCC 8739	labos de recherche université Abbes Laghrour Khenchela
Staphylococcus aureus (+)	ATCC 6538	labos de recherche université Abbes Laghrour Khenchela
Bacillus subtilis (+)	ATCC 6633	labos de recherche université Abbes Laghrour Khenchela
Pseudomonas aeruginosa (-)	ATCC 9027	labos de recherche université Abbes Laghrour khenchela
Candida albicans	ATCC1023 1	labos de recherche université Abbes Laghrour khenchela

## 1.3 -Echantillonnage

On préparé deux types d'échantillonnage :

- Bulbe d'oignon
- Bulbe d'ail

### 1.4 -Réactifs chimiques

Une série de produits chimiques ont été utilisés pour la réalisation de ce travail de recherche.

Ils sont représentés dans le tableau III.1

**Tableau III. 1 : Réactifs chimiques**

Réactifs chimiques	
Hexane	Eau distillée
Ethanol / méthanol	Acétone
Réactif de dragendorf	Réactif de Mayer
Liqueur de Fehling	Acide chlorhydrique(HCl)
Hydroxyde de sodium (NaOH)	Magnésium
Acide sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Chlorure de fer(FeCl <sub>3</sub> )
Acide acétique(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	Chloroforme (CHCl <sub>3</sub> )
Anhydride acétique	Rutine
Acide gallique	Chlorure d'aluminium
Carbonate de sodium	Quercetine
Réactif de Folin-ciocalteu	Acétate de sodium

### 1.5 -Matériels du laboratoire

Le matériel du laboratoire utilisé est représenté en différentes verreries et outils, Ils sont représentés dans le tableau III.2.

**Tableau III. 2 : Matériels du laboratoire**

Matériels du laboratoire	
Éprouvette graduée	Porte-tubes à essai
Béchers	Papier filtre
Entonnoirs	Papier aluminium

Erlenmeyers	Parafilm
Tubes à essai	Spatule
Fiole jaugée	Creuset
Micropipette	Bain marie

### 1.6 -Appareillage

Les appareils utilisés dans cette recherche sont (annexe II):

- Plaque chauffante
- Balance de précision
- Rotavapor
- Spectrophotomètre UV-visible

## 2. Méthodes

### 2.1-nettoyage et broyage

Une fois on a récolté la plante ,On va nettoyer les échantillons , On enlève la peau de chaque échantillon pour récupérer les bulbe .

Après le nettoyage de tous les échantillons sont broyés séparément dans un broyeur. Après en utilise directement pour éviter l'oxydation des bulbe et la dégradation des principes actifs.

### 2.2-Criblage phytochimique

Ce sont des techniques qui permettent de déterminer les différents groupes chimiques contenus dans un organe végétal. Ce sont des réactions physicochimiques qui permettent d'identifier la présence des substances chimiques.

Les groupes phytochimiques sont nombreux, mais on peut citer les principaux : les alcaloïdes, les polyphénols (flavonoïdes, anthocyanes, tannins), les saponosides, les stéroïdes, les coumarines, les stérols, les terpènes...etc.

#### 2.2.1-Préparation des extraits

Afin de préparer les extraits, on fait passer séparément et avec précisément 2g de chaque plante, dans un creuset à l'aide d'une balance. On prépare quatre récipients afin de mettre séparément dans chacun 50 ml des solvants suivants : eau, hexane, acétone et éthanol. On fait introduire la quantité pesée de chaque échantillon, on laisse macérer à température ambiante

pendant 2 heures. Après filtration avec papier Wattman n° 3, on obtient quatre extraits pour chaque échantillon.

### **2.2.2-Tests phytochimiques**

#### **2.2.2.1. Recherche des flavonoïdes**

**Test 1 (Test de Shinoda) :** A 5 ml d'extrait à tester, on ajoute, quelques copeaux de magnésium et quelques gouttes d'acides chlorhydrique (HCl), l'apparition d'une coloration rose ou rouge indique la présence des flavonoïdes (**Archana P et al.,2012**).

#### **Test 2 (NaOH)**

On prend 1ml de chaque extrait, on ajoute quelque goutte de soude (NaOH). L'apparition d'une couleur brun-jaunâtre indique la présence de flavonoïdes (**Archana P et al.,2012**).

- **Recherche des tannins**

On prend 1ml de chaque extrait, on ajoute 2 ml d'eau distillée et quelque goutte de chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>) diluée à 1%. L'apparition d'une coloration vert foncé ou bleue verte indique la présence des tanins (**Ayoola G et al.,2008**).

- **Recherche des coumarines**

On Prend 2ml de chaque filtrat, on ajoute 3ml de NaOH à 10%, l'apparition d'une couleur jaune indique la présence des coumarines (**Savithramma N et al.,2011**).

- **Recherche des saponines :**

A 1 ml de l'extrait aqueux, on a ajouté quelques gouttes d'eau distillée dans un tube à essai.

La solution a été agitée vigoureusement et l'apparition d'une mousse persistante stable pendant 2 min indique la présence des saponines (**Maria R et al.,2017**).

- **Recherche des sucres réducteurs :**

On ajoute quelque goutte de la liqueur de Fehling à 1ml d'extrait puis on chauffe les tubes contenant les mélanges au bain marie à 40° C. Un test positif est indiqué par l'apparition d'une couleur rouge brique (**Archana P et al.,2012**).

- **Recherche des glycosides :**

On fait introduire 1ml du chaque filtrat dans un tube à essai et on ajoute 0.4 ml d'acide acétique, on ajoute une goutte de chlorure ferrique ( $FeCl_3$ ) et quelques gouttes de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré. L'apparition d'une coloration anneau marron indique la présence des glycosides (Archana P et al.,2012).

- **Recherche des stérols et terpènes :**

- **Test 1**

On ajoute 1 ml d'anhydride acétique à 1ml de chaque filtrat, par la suite on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (réaction de Liebermann). L'apparition d'un anneau rouge indique la présence des triterpènes, et l'apparition d'une couleur verte indique la présence de stérols ((Savithramma N et al.,2011 et Archana P et al.,2012).

- **Test 2**

On ajoute 2 ml de chloroforme ( $CHCl_3$ ) et quelques gouttes d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) à 1 ml de chaque filtrat (réaction de Salkawski). L'apparition d'une couleur rouge écarlate dans la couche inférieure du filtrat indique la présence de stérols (Archana P et al.,2012).

- **Recherche des alcaloïdes :**

- **Test 1**

On prend 1 ml de chaque filtrat, on ajoute à chaque tube quelques gouttes de réactif de dragendorff. L'apparition d'un précipité rouge-orangé indique la présence des alcaloïdes (Archana P et al.,2012) .

- **Test 2**

On prend 1 ml de chaque filtrat, on ajoute quelques gouttes de réactif de Mayer. L'apparition d'une couleur blanc-jaunâtre indique la présence des alcaloïdes (Archana P et al.,2012).

## **2.3-Extraction et dosage des composés phénoliques**

### **2.3.1-Extraction par macération :**

- **Principe :**

La macération est une méthode traditionnelle couramment employée. Elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant sans ou avec agitation. Dans cette méthode on utilise des quantités considérables de solvants. En plus, elle se déroule à température ambiante, ce qui est très positif pour conserver l'intégrité des molécules (Spigno G.,2007 et Budic-letocc I et al.,2005).

▪ **Mode opération :**

155g de chaque échantillon (*bulbe d'ail et bulbe d'oignon*) sont mises à macérer séparément dans des béchers, en utilisant un solvant polaire (méthanol), pendant 24 heure à température ambiante. La filtration est réalisée sur papier filtre. Le filtrat de chaque échantillon est versé dans un ballon (solvant plus matières solubilisées) et évaporé à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif muni d'une pompe à vide à une température de 60 °C pour éliminer tous le solvant (Méthanol). Pour chaque échantillon (l'ail, oignon) (annexe III), on a obtenu deux extraits secs à analyser qu'on a pesés avec soin afin de quantifier leurs masses d'extraction : un extrait méthanolique, Le protocole d'extraction est résumé dans la figure III.2.

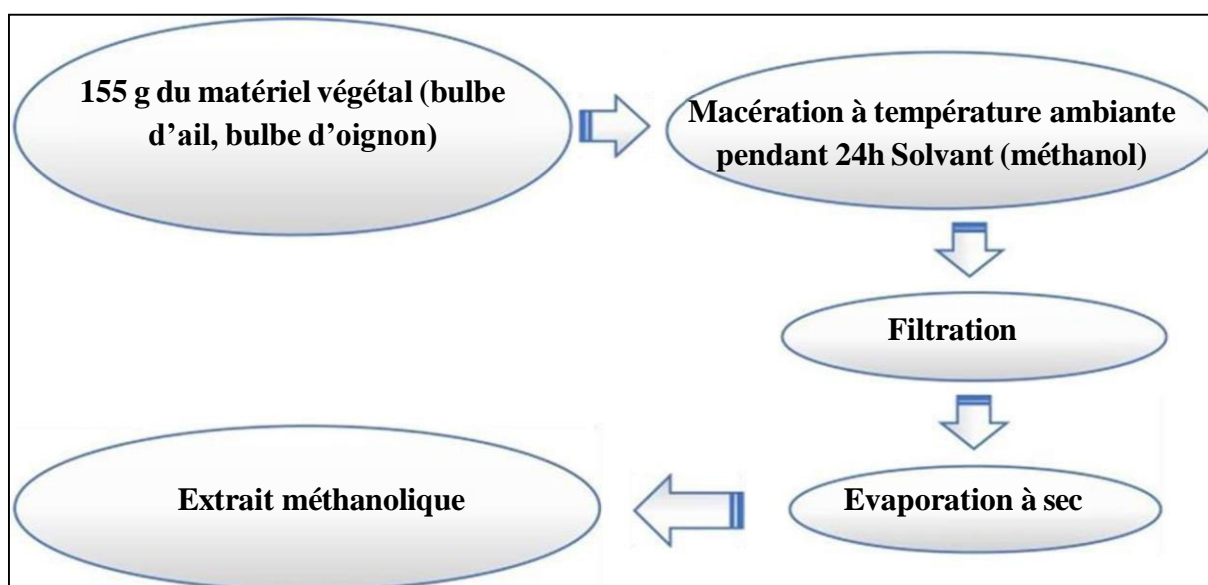


Figure 02 : Protocole d'extraction par macération d'ail et d'oignon.

### 2.3.2. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement est exprimé en pourcentage massique par rapport à la quantité de matière sèche selon la formule :

$$R (\%) = [M1 / M0] \times 100$$

**R %** : Rendement des extraits.

**M1** : Masse de l'extrait sec obtenu exprimée en g.

**M0** : Masse initial de l'organe de la plante séché exprimée en g.

### 2.3.3. Quantification des composés phénoliques

La détermination des composés phénoliques : polyphénols totaux, flavonoïdes totaux et flavonols totaux présents dans les différentes parties de la plante *Allium Sativum et Allium Cepa* étudiée a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible.

#### 2.3.3.1. Dosage des polyphénols totaux

##### ▪ Principe

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (**Singleton V.L et al.,1999**). Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique.

Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif de Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleu constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (**Boizot N.,2006**).

##### ▪ Protocole

Le protocole utilisé (figure III.3) est basé sur celui décrit par Singleton et al. (**Singleton V.L.,1965**) en y apportant quelques modifications. Brièvement, dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 200 µl de chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois, et 800 µl d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 %. Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min à l'obscurité (annexe IV). L'absorbance est lue à **765 nm**. Chaque lecture est répétée trois fois. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0,03 à 0,3 mg/ml). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/ g).

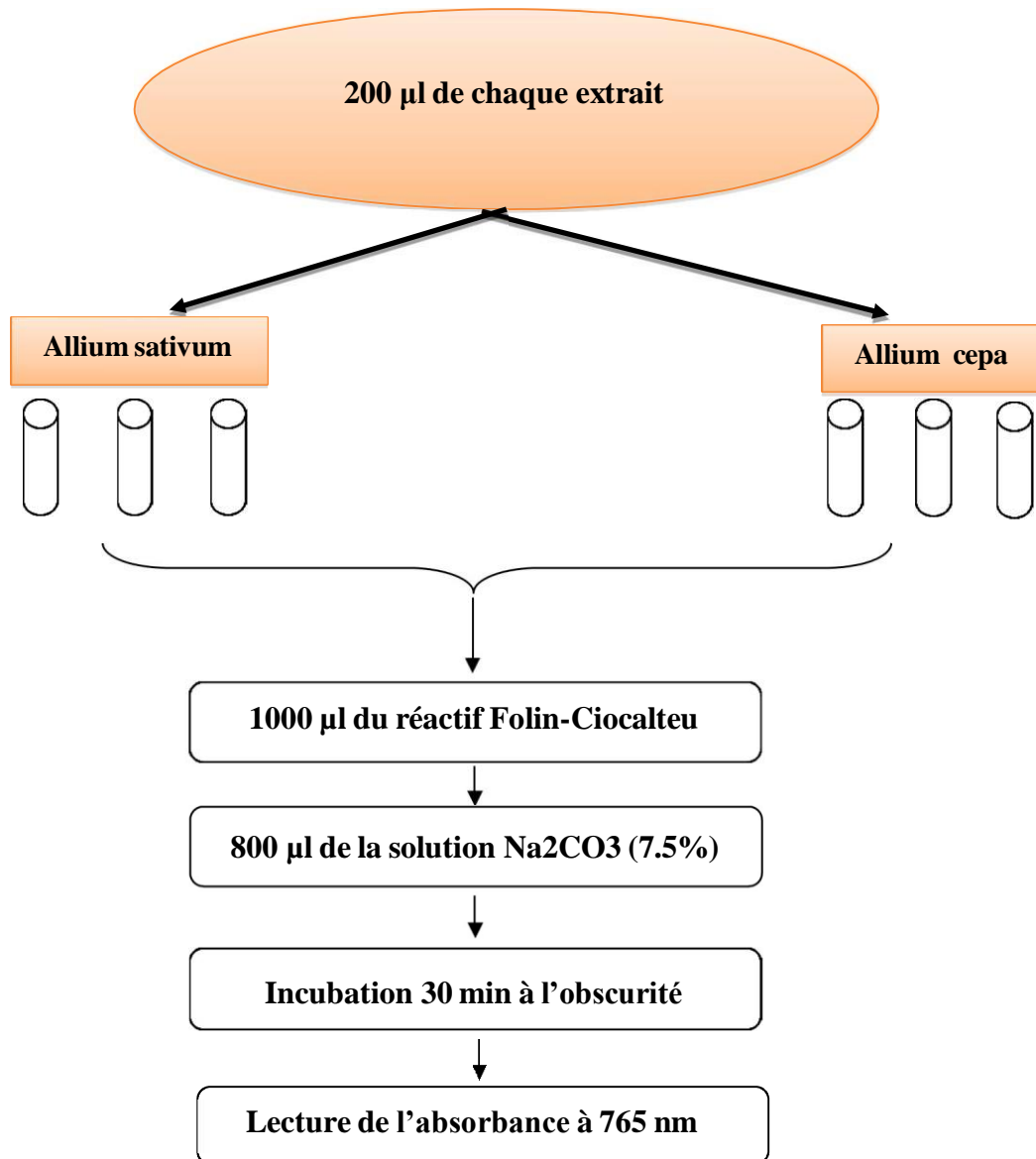


Figure 03 : Protocole de dosage des polyphénols totaux

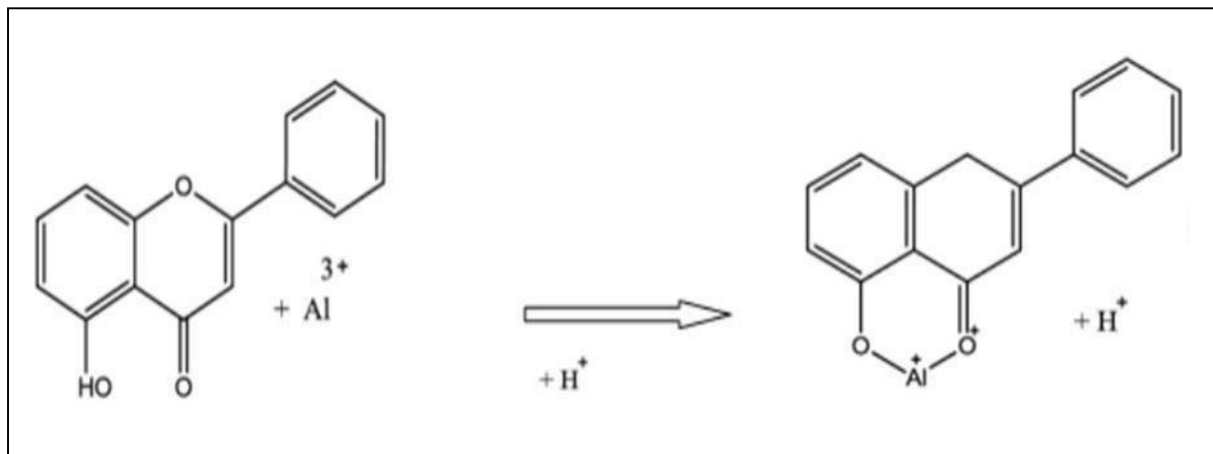
### 2.3.3.2. Dosage des flavonoïdes totaux

#### ▪ Principe

La méthode de trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) cité par Djeridane et al. Est utilisé pour quantifier le contenu en flavonoïdes dans nos extraits (Djeridane A et al.,2006).

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (-OH) libre, en position 5 qui est susceptible de former avec son groupement -CO et le chlorure d'aluminium un complexe coloré. L'apparition de la couleur jaune indique la formation de ce complexe.

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 P.,1968**). La formule du complexe entre le chlorure d'aluminium et le composé phénolique est présentée par la figure III.4.



**Figure 04 : Réaction entre le chlorure d'aluminium et les flavonoïdes**

Ce dernier présente une absorption maximale à **420 nm** dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des flavonoïdes présente dans l'échantillon.

#### ▪ Protocole

0.5 ml de chaque extrait ou standard (préparé dans l'éthanol) sont ajoutés à 0.5 ml de la solution d' $AlCl_3$  (2 % préparé dans l'éthanol). Après une heure d'incubation à l'obscurité (annexe IV), l'absorbance a été mesurée à  $\lambda = 420 \text{ nm}$  (figure III.5). Chaque lecture est répétée trois fois.

La quantification des flavonoïdes totaux a été établie en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisé par un standard étalon qui est la rutine, préparé à différentes concentrations de 0.01 à 0.1 mg/ml dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de rutine par gramme de matière sèche (mg ER/g).

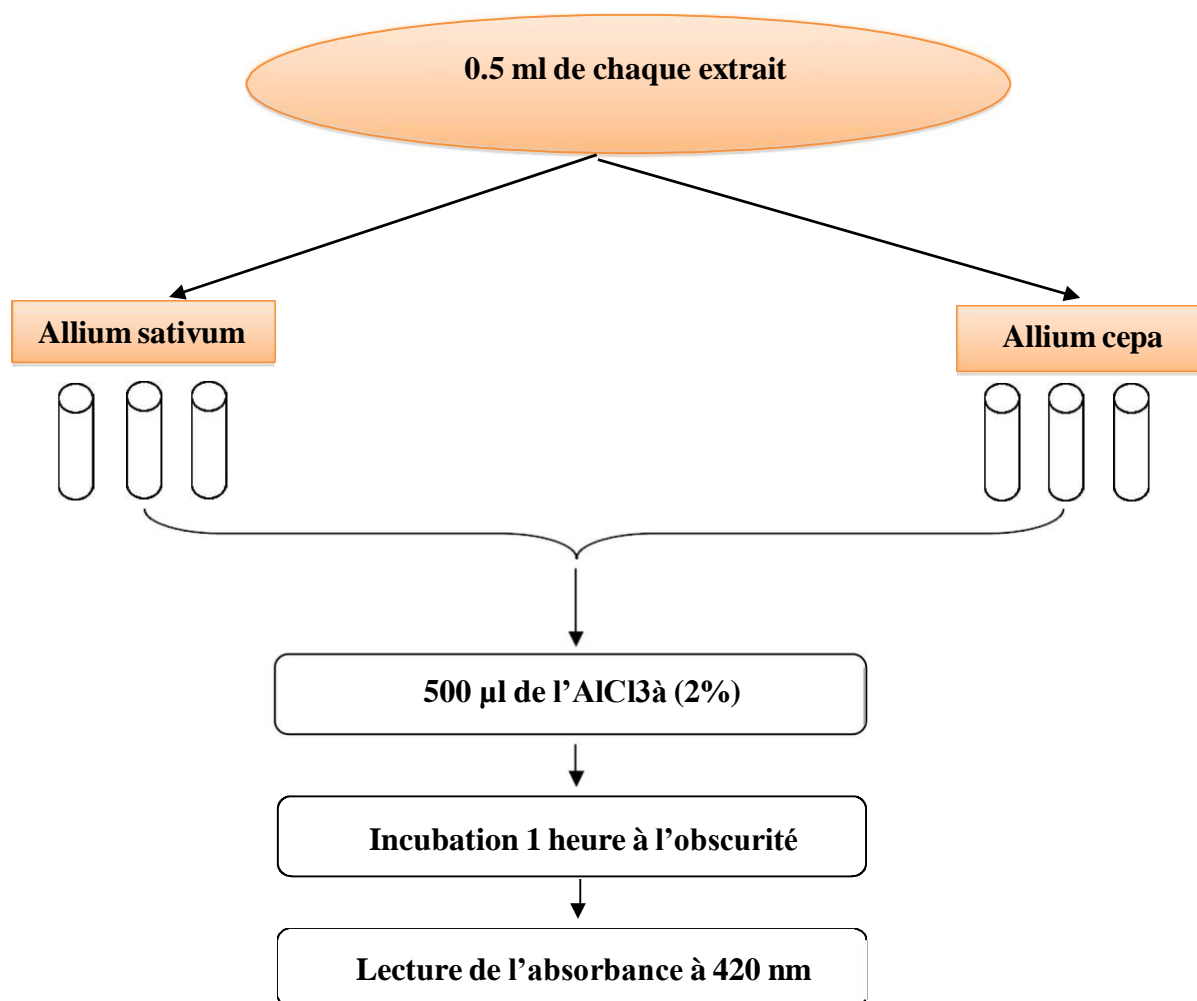


Figure 05 : Protocole de dosage des flavonoïdes totaux

### 2.3.3.3. Dosage des flavonols totaux

La méthode d'acétate de sodium est utilisée pour le dosage des flavonols totaux, avec quelque modification (Kosalec I et al.,2004).

#### ▪ Protocole

On ajoute 1 ml d'une solution d' $\text{AlCl}_3$  (2%) et 1.5 ml d'acétate de sodium (50 g/l) pour 1 ml de chaque extrait, l'incubation se fait pendant 2 heures et demie à l'obscurité. L'apparition de couleur jaune foncé indique la présence des flavonols (annexe VII). L'absorbance de chaque solution a été mesurée à  $\lambda = 440 \text{ nm}$ .

Une courbe d'étalonnage a été réalisé en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la quercétine à différente concentration (0.01 à 0.1 mg/ml). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de la quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g). Ce protocole est résumé dans la figure III.6 suivante :

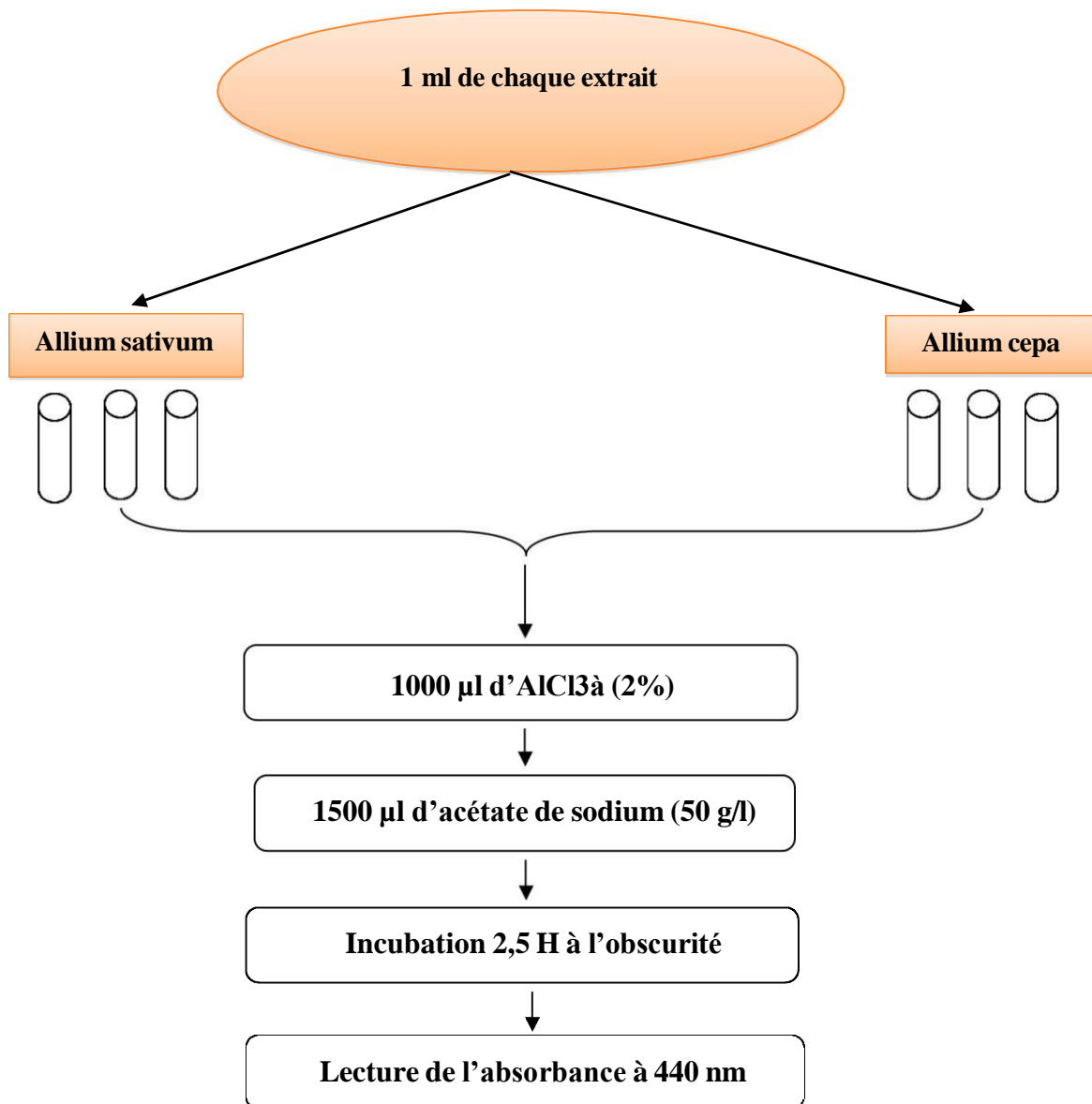


Figure 06 : Protocole de dosage des flavonols totaux

---

# **Chapitre IV :**

## **Résultat et Discussions**

---

### 1. Criblage phytochimique :

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 (annexe IV).

#### 1.1-Criblage phytochimique pour les extraits d'éthanol

Les résultats du criblage phytochimique effectué sur la plante *Allium cepa* et *Allium sativum* macérés dans éthanol dans les tableau IV.1 suivants.

**Tableau IV. 1 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits d'éthanol, des plantes *allium cepa* et *allium sativum***

		Plantes		Allium cepa	Allium sativum
		Tests	Shinoda		
Composés phénoliques	Flavonoïde	Shinoda	-	-	-
		NaOH	++	+	+
	Tanins		+	-	-
	Coumarines		-	-	-
	Saponines		-	-	-
Métabolites Primaire	Sucres réducteurs		-	-	-
	Glycosides		+	-	-
Stérol et Terpène	Liebermann		+	-	-
	Salkowski		-	-	-
Alcaloïde	Mayer		++	+++	+++
	Dragendrof		+	+	+

(-) : Absence (+) : Présence (++) : Présence forte (+++) : Présence très forte

- **Interprétation des résultats :**

On a utilisé deux tests différents pour la détection des flavonoïdes dans les extraits d'éthanol, qui sont le test de Shinoda et le test de NaOH, les résultats indique la présence des flavonoïdes et des tanins uniquement dans l'oignon, l'absence des coumarines dans les deux plantes , la présence des saponines uniquement dans l'ail, la présence des sucres réducteurs uniquement dans l'oignon, l'absence des glycosides dans l'ail, pour la détection des stérols on a utilisé deux tests différents qui sont le test de Libermann Burchard et le test de Salkowski, dans le test de libermann burchard on peut constater la présence des stérols dans *allium cepa*, et pour le test salkowski indique l'absence des stérols dans les deux plantes, pour la détection des alcaloïdes on a utilisé le test de Mayer et le test de Dragendrof, la présence des alcaloïdes est observer dans les deux plantes.

### 1.2-Criblage phytochimique pour les extraits de l'hexane :

Les résultats du criblage phytochimique effectué sur les plantes : *allium cepa* et *allium sativum* macérés dans l'hexane sont rassemblés dans le tableau IV.2 suivants.

**Tableau IV. 2 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'eau, des plantes *allium cepa* et *allium sativum*.**

		Plantes		
		Tests	Allium cepa	Allium sativum
Composes phénolique	Flavonoïde	Shinoda	-	-
		NaOH	+	+
	Tanins		-	-
	Coumarines		-	-
	Saponines		-	+
Métabolites Primaire	Sucres réducteurs		-	-
	Glycosides		+	-
Stérol et terpène	Libermann			
	Burchard		+	-

	Salkowski	-	-
Alcaloïde	Mayer	-	+++
	Dragendrof	+	+

(-) : Absence (+) : Présence (++) : Présence forte (+++) : Présence très forte

- **Interprétation des résultats**

On a utilisé deux tests différents pour la détection des flavonoïdes dans les extraits de l'eau, qui sont le test de Shinoda et le test de NaOH, dans le test shinoda indique l'absence des flavonoïdes dans les deux plantes, et dans le test NaOH indique la présence de flavonoïdes dans les deux plantes. L'absence des tanins et les coumarines dans les plantes, la présence des saponines uniquement dans l'ail, l'absence des sucres réducteurs dans les deux plantes, la présence des glycosides dans l'oignon. Concernant les stérols, on a utilisé deux tests qui sont test de Libermann Burchard et test de Salkowski, on a constaté la présence des stérols par le test libermann burchard dans l'allium cepa, pour la détection des alcaloïdes, on a utilisé Mayer et le test de Dragendrof, le test de Mayer indique la présence des alcaloïdes uniquement dans l'ail, et pour le test Dragendrof indique la présence des alcaloïdes dans les deux plantes.

### 1.3-Criblage phytochimique pour les extraits de l'acétone :

Les résultats du criblage phytochimique effectué sur les plantes : *allium cepa* et *allium sativum* macérés dans l'acétone sont rassemblés dans le tableau IV.3 suivants.

**Tableau IV. 3 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits de l'acétone, des plantes *allium cepa* et *allium sativum*.**

	Plantes		Allium cepa	Allium sativum
	Tests			
Composes phénolique	Flavonoïde	Shinoda	-	+
		NaOH	+++	+
	Tanins		-	-
	Coumarines		-	-

Métabolites Primaire	Saponines	-	+
	Sucres réducteurs	-	-
	Glycosides	+	+
Stérol et terpène	Libermann	+++	+++
	Salkowski	-	-
Alcaloïde	Mayer	+	+++
	Dragendrof	++	++

(-) : Absence (+) : Présence (++) : Présence forte (+++) : Présence très forte

- **Interprétation des résultats :**

On a utilisé deux tests différents pour la détection des flavonoïdes dans les extraits de l'acétone, qui sont le test de Shinoda et le test de NaOH, le test de shinoda indique l'absence des flavonoïdes pour l'oignon. L'absence des tanins et les coumarines pour les deux plantes, la présence de saponines uniquement dans l'ail, l'absence des sucres réducteurs dans les plantes, la présence des glycosides dans les deux plantes. Concernant les stérols, on a utilisé deux tests qui sont test de Libermann Burchard et test de Salkowski, on a constaté l'absence des stérols dans le test de salkowski, pour la détection des alcaloïdes, on a utilisé Mayer et le test de Dragendrof, en rassemblant les résultats on a constaté la présence de ces derniers dans *allium cepa* et *allium sativum*.

#### 1.4-Criblage phytochimique pour les extraits de l'eau :

Les résultats du criblage phytochimique effectué sur les plantes : *allium cepa* et *allium sativum* macérés dans l'eau sont rassemblés dans le tableau IV.4 suivants.

**Tableau IV. 4 : Résultats des tests phytochimiques préliminaires des extraits d'eau des plantes *allium cepa* et *allium sativum*.**

		Plantes		
		Tests	Allium cepa	Allium sativum
Composes phénolique	Flavonoïde	Shinoda	-	-
		NaOH	-	+
	Tanins		+	-
	Coumarines		-	-
	Saponines		-	++
	Métabolites Primaire	Sucres réducteurs		-
Glycosides		-	+++	
Stérol et terpène	Libermann		++	-
	Burchard			
	Salkowski		-	-
Alcaloïde	Mayer		+	++
	Dragendrof		++	+

(-) : Absence (+) : Présence (++) : Présence forte (+++) : Présence très forte

• **Interprétation des résultats :**

On a utilisé deux tests différents pour la détection des flavonoïdes dans les extraits de l'eau, qui sont le test de Shinoda et le test de NaOH, les résultats de test NaOH indiquent la présence des flavonoïdes dans *l'ail*. La présence des tanins dans *l'oignon*. L'absence des coumarines dans les deux plantes, la présence des saponines dans *allium sativum*, l'absence des sucres réducteurs dans les deux plantes, l'absence des glycosides dans *l'oignon*. Concernant les stérols, on a utilisé deux tests qui sont test de Libermann Burchard et test de Salkowski, on a constaté la présence des stérols dans *allium cepa* pour le test libermann burchard, pour la détection des alcaloïdes, on

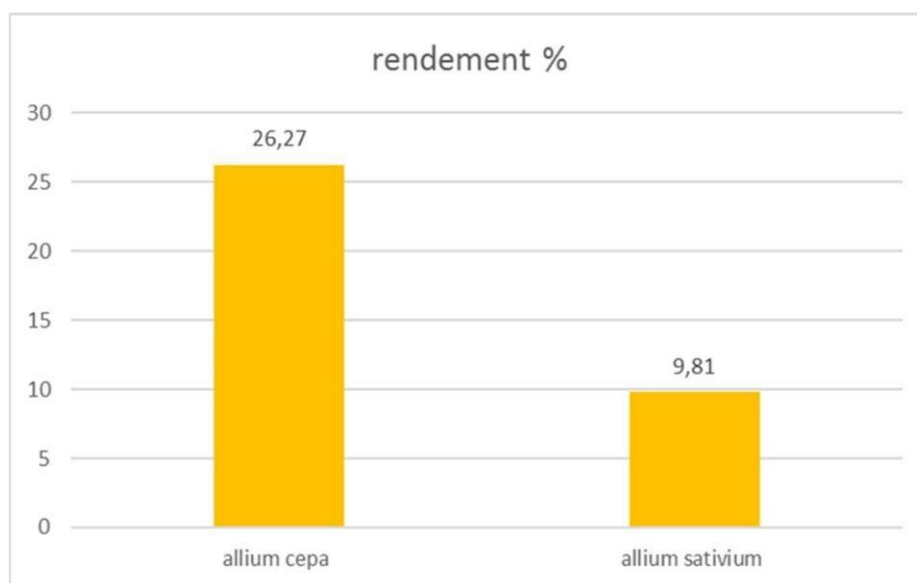
a utilisé Mayer et le test de Dragendrof, en rassemblant les résultats on a constaté la présence de ces derniers dans les deux plantes.

## 2. Rendement de l'extraction par macération :

Les extraits ont été préparés par macération, en utilisant un solvant polaire qui est le méthanol, nous avons constaté que le rendement obtenu pour les extraits de l'allium cepa est supérieur par rapport aux extraits de l'allium sativum, ces résultats sont rassemblés dans le tableau IV. 5

**Tableau IV. 5 : Rendement des extraits de méthanol d'allium cepa et d'allium sativum:**

Echantillons	Masse initiale(g)	Masse finale(g)	Rendement (%)
Allium cepa	155	5.9	26.27
Allium sativum	155	15.8	9.81



**Figure IV.01 : Rendement des extraits d'méthanol d'allium cepa et allium sativum**

### ❖ Interprétation des résultats :

Il est très clair que les valeurs de rendement d'extraction entre les différentes plantes qui sont *Allium cepa* et *Allium sativum*. La plus grande valeur revient aux *allium cepa* (26.27%) suivi par *Allium sativum* (9.81%).

### 3. Analyse quantitative des composés phénoliques :

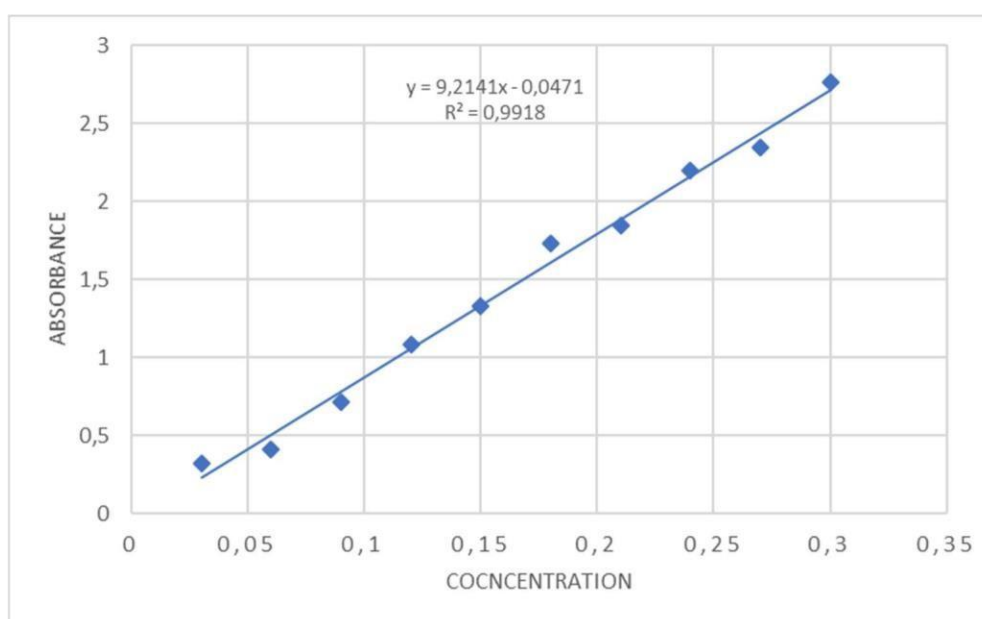
#### 3.1-Teneurs en polyphénol totaux :

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, C'est l'une des méthodes les plus anciennes conçue pour déterminer la teneur en polyphénols des plantes médicinales et des nourritures. L'acide gallique est le standard employé le plus souvent dans cette méthode.

En utilisant un graduant de concentration allant de 0.03 à 0.3 (mg/ml), pour l'acide gallique, on obtient les valeurs des absorbances correspondantes (tableau IV.6) à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis, les résultats obtenus sont représentés par une courbe d'étalonnage (figure IV.2). L'équation linéaire obtenue à partir de cette courbe est :  $Y = 9.2141 X - 0.0471$ , où Y représente l'absorbance et X représente la concentration. La valeur de  $R^2 = 0.9918$

**Tableau IV. 6 :** Absorbances de la gamme de concentration d'acide gallique

<b>Concentration</b>										
<b>(mg /ml)</b>	0.3	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.03
<b>Absorbance à</b>										
<b>(765nm)</b>	2.760	2.344	2.197	1.843	1.734	1.3310	1.081	0.711	0.411	0.320

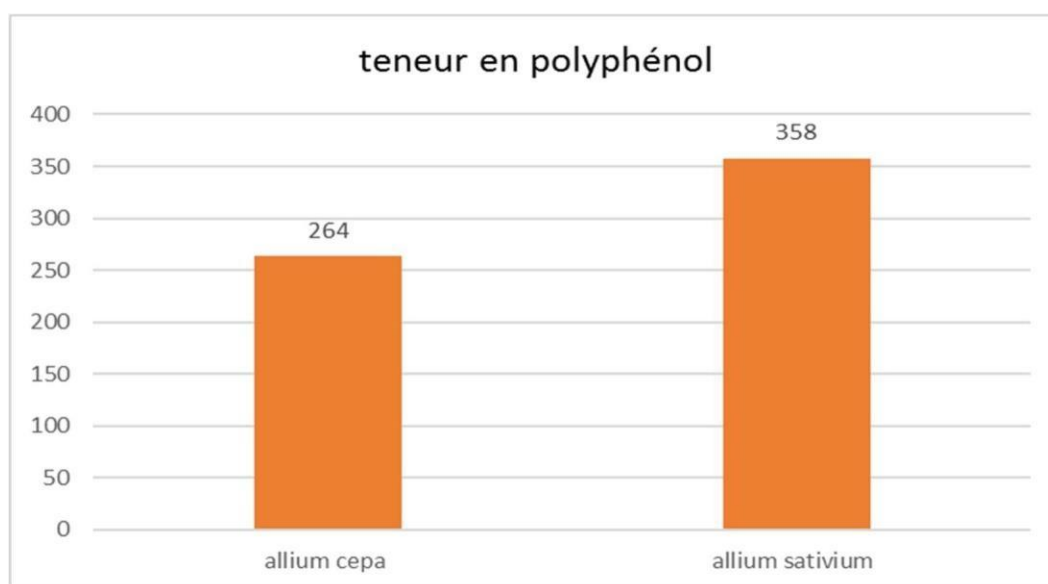


**Figure IV.02 :** courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Les concentrations des polyphénols totaux des extraits d'éthanol sont calculées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique ( $Y = 9.2141 X - 0.0471$ ). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par un gramme de l'extrait (mg EAG/g d'extrait). Ces résultats ont permis de donner des estimations sur les quantités des polyphénols totaux contenus dans les échantillons *d'Allium cepa* et *d'Allium sativum*. Chaque essai a été répété trois fois ainsi que, chaque valeur reportée dans le tableau suivant est une moyenne (tableau IV.8.). La figure (IV.4) représente ces résultats.

**Tableau IV. 7 : Teneur en polyphénols totaux dans les extraits éthanoliques D'allium cepa et allium sativum**

Echantillon	Extrait d'éthanol	
	Allium cepa	Allium sativum
Concentration (mg/ml)	1	1
Absorbance moyenne (nm)	2.412	3.254
Polyphénols totaux (mg EAG/g)	267	358



**Figure IV.03 : Teneur en polyphénols totaux dans les extraits éthanolique *d'allium cepa* et *allium sativum***

La quantification des polyphénols totaux dans les extraits d'éthanol de les deux plantes: l'oignon et l'ail été rassemblée dans le tableau (IV.8) suivant:

**Tableau IV. 8: Teneur en polyphénols totaux dans les extraits d'éthanol d'*allium cepa* et *allium sativum*.**

	Plante	Polyphenols totaux en mg EAG/g d'extraits
Extrait d'éthanol	Allium cepa	267 ± 0.016
	Allium sativum	358± 0.057

❖ **Interprétation des résultats :**

Il est très clair de constater d'après les résultats obtenus, que les deux plantes testées, contiennent des polyphénols mais avec des teneurs différentes.

La teneur en polyphénols totaux est variable selon la plante, on peut constater que d'après les résultats présentés par la figure (IV.3) que la teneur la plus élevée en polyphénols totaux revient à *L'allium sativum* (358±0.057 mg EAG/g) suivi *l'allium cepa* (276 ± 0.016 mg EAG/g).

**3.2-Teneurs en flavonoïdes totaux :**

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>), la rutine a été utilisé comme standard, elle est employée le plus souvent dans cette méthode.

En utilisant un graduant de concentration allant de 0.01 à 0.1 (mg/mL), pour la rutine, on obtient les valeurs des absorbances correspondantes (tableau IV.9) à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis, les résultats obtenus sont représentés par une courbe d'étalonnage (figure IV.4). L'équation linéaire obtenue à partir de cette courbe est :  $Y = 35.77 X - 0.25$ , où Y représente l'absorbance et X représente la concentration. La valeur de  $R^2 = 0.989$ .

Tableau IV. 9: Absorbances de la gamme de concentration de la rutine

Concentration (mg /ml)	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
Absorbance (420nm)	2.981	2.952	2.633	2.011	1.884	1.378	1.315	0.813	0.384	0.121

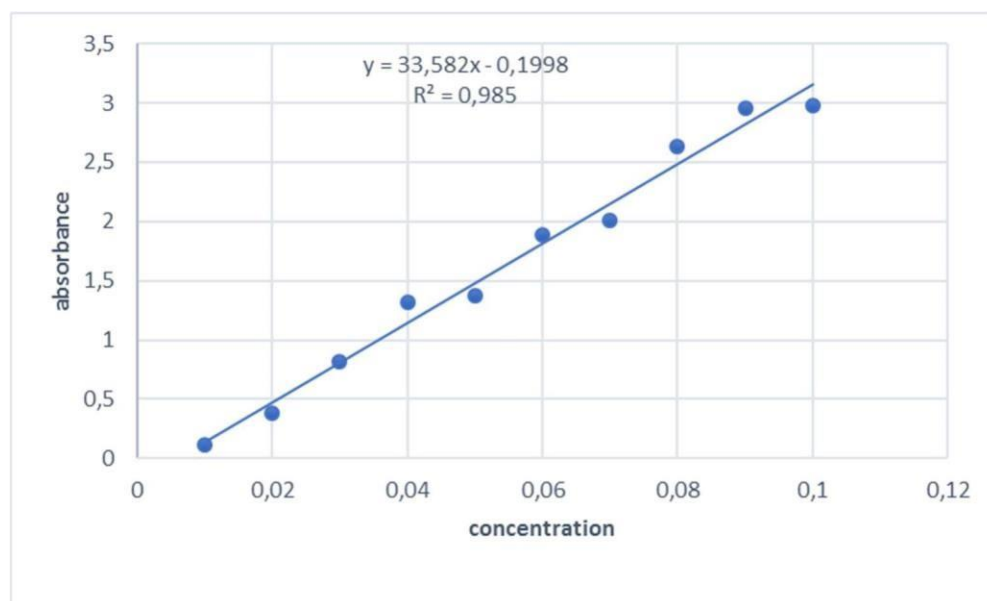


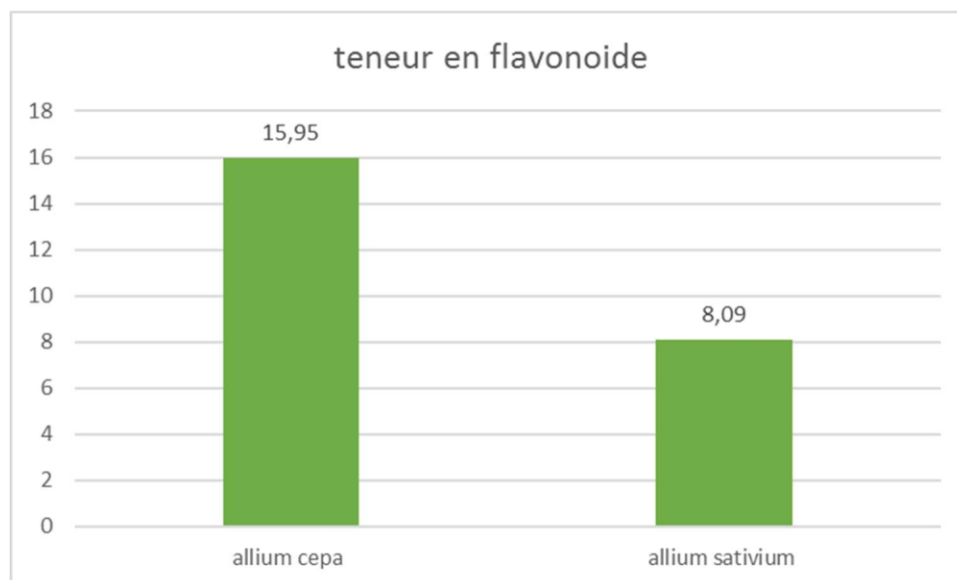
Figure IV.04 : courbe d'étalonnage de la rutine

Les concentrations des flavonoïdes totaux des extraits d'éthanol sont calculées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec la rutine ( $Y = 33.582X - 0.1998$ ). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent de la rutine par un gramme de l'extrait (mg EAG/g d'extrait). Ces résultats ont permis de donner des estimations sur les quantités des flavonoïdes totaux contenus dans les échantillons d'*Allium cepa* et d'*Allium sativum*. Chaque essai a été répété trois fois ainsi que, chaque valeur reportée dans le tableau suivant est une moyenne (tableau IV.10). La figure (IV.5) représente ces résultats.

Tableau IV. 10 : Teneur en flavonoïdes totaux dans les extraits éthanoliqes D'allium cepa et allium sativum

Echantillon	Extrait d'éthanol	
	Allium cepa	Allium sativum
Concentration (mg/ml)	1	1

Absorbance moyenne (nm)	0.336	0.072
Flavonoïdes totaux (mg EAG/g)	15.95	8.09



**Figure IV.05 : Teneur en flavonoïdes totaux dans les extraits éthanoliques D'*allium cepa* et *allium sativum*.**

La quantification des flavonoïdes totaux dans les extraits d'éthanol des deux plantes : l'oignon et l'ail été rassemblée dans le tableau (IV.11) suivant :

**Tableau IV. 11 : Teneur en flavonoïdes totaux dans les extraits d'éthanol d'*allium cepa* et *allium sativum*.**

	Plante	Flavonoïdes totaux en mg EAG/g d'extraits
Extrait d'éthanol	Allium cepa	15.95 ± 0.045
	Allium sativum	8.09 ± 0.003

❖ **Interprétation des résultats :**

Il est très clair de constater d'après les résultats obtenus, que toutes les plantes testées, contiennent des flavonoïdes totaux mais avec des teneurs différentes.

La teneur en flavonoïdes totaux est variable selon la plante, on peut constater que d'après les résultats présentés par la figure (IV.5) que la teneur la plus élevée en flavonoïdes totaux revient à *L'Allium cepa* ( $15.95 \pm 0.045\text{mgER/g}$ ) suivi par l'*Allium sativum* ( $8.09 \pm 0.003\text{mgER/g}$ ).

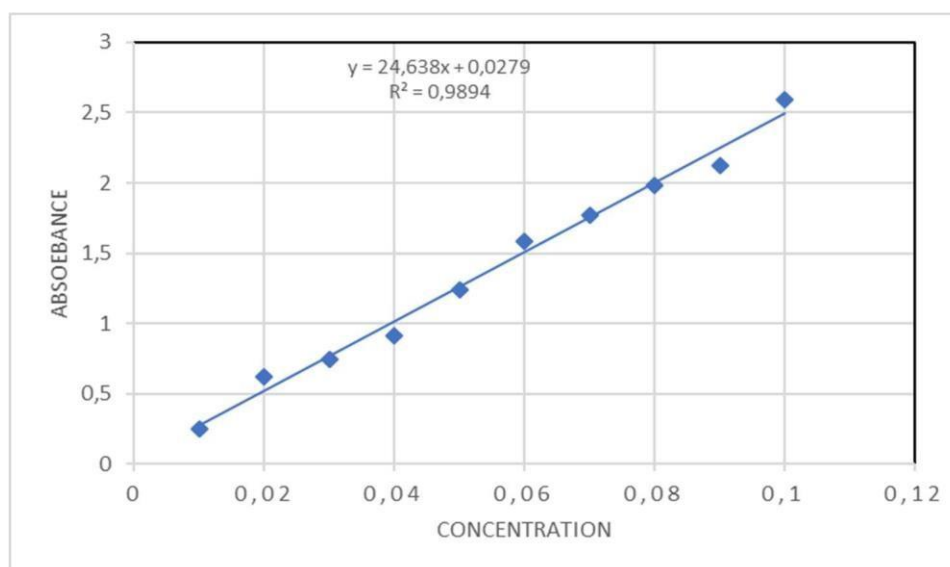
**3.3-Teneurs en flavonols totaux :**

La teneur en flavonols totaux a été estimée par la méthode d'acétate de sodium, la quercétine a été utilisé comme standard.

En utilisant un graduant de concentration allant de 0.01 à 0.1 (mg/ml), pour la quercétine, on obtient les valeurs des absorbances correspondantes (tableau IV.12) à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis, les résultats obtenus sont représentés par une courbe d'étalonnage (figure IV.9). L'équation linéaire obtenue à partir de cette courbe est :  $Y = 24.59 X - 0.008$ , où Y représente l'absorbance et X représente la concentration. La valeur de  $R^2 = 0.994$ .

**Tableau IV. 12 : Absorbances de la gamme de concentration de la quercétine**

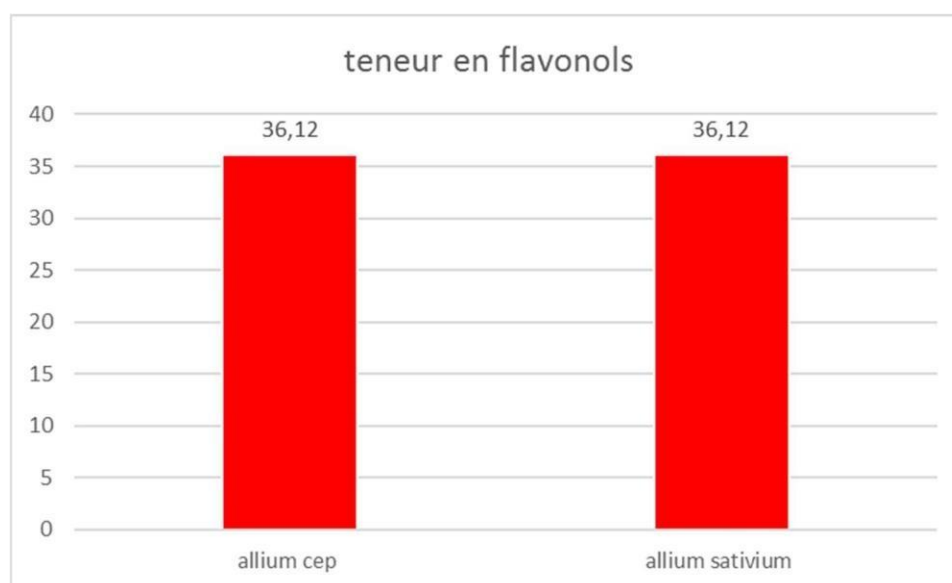
Concentration (mg /ml)	0.1	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
Absorbance(440nm)	2.594	2.123	1.981	1.773	1.58	1.24	0.918	0.748	0.625	0.251

**Figure IV.06 : courbe d'étalonnage de la quercétine**

Les concentrations des flavonols totaux des extraits d'éthanol sont calculées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec la quercétine ( $Y = 24.638 X + 0.0279$ ). Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent de la quercétine par un gramme de l'extrait (mg EQ/g d'extrait). Ces résultats ont permis de donner des estimations sur les quantités des flavonols totaux contenus dans les échantillons d'*Allium cepa* et d'*allium sativum*. Chaque essai a été répété trois fois ainsi que, chaque valeur reportée dans les tableaux suivants est une moyenne (tableau IV.13). La figures (IV.7) représentent ces résultats.

**Tableau IV. 13 : Teneur en flavonols totaux dans les extraits éthanoliques D'*allium cepa* et *allium sativum***

Echantillon	Extrait d'éthanol	
	Allium cepa	Allium sativum
Concentration (mg/ml)	1	1
Absorbance moyenne (nm)	0.918	0.918
Flavonols totaux (mg EAG/g)	36.12	36.12



**Figure IV.07 : Teneur en flavonols totaux dans les extraits éthanoliques D'*allium cepa* et *allium sativum*.**

La quantification des flavonols totaux dans les extraits d'éthanol des deux plantes : l'oignon et l'ail été rassemblée dans le tableau (IV.14) suivant :

**Tableau IV. 14 : Teneur en flavonols totaux dans les extraits d'éthanol d'*allium cepa* et d'*allium sativum*.**

	Plante	Flavonols totaux en mg EAG/g d'extraits
Extrait d'éthanol	<i>Allium cepa</i>	36.12± 0.077
	<i>Allium sativum</i>	36.12± 0.067

❖ **Interprétation des résultats :**

Il est très clair de constater d'après les résultats obtenus, que les deux plants testés, contiennent la même teneur des flavonols totaux.

**4.Activité antibactérienne :**



**Figure IV8 : Préparation des souches**

L'activité antibiologique des huiles essentielles de l'oignon rapportée dans cette étude a montré que globalement, les bactéries à Gram négatif étaient plus sensibles à l'huile d'oignon que les bactéries à Gram positif, à cause de la différence de la composition chimique de la paroi de deux groupes bactériens. Les bactéries à Gram négatif ont une paroi qui permet la pénétration des molécules lipophiles due à la présence des LPS (lipopolysaccharides), tandis que celles à Gram positif ont une paroi constituée essentiellement de peptidoglycane qui laisse passer les molécules hydrophiles. On constate que le diamètre des zones d'inhibition est proche à zéro. Donc il n'y a pas d'activité pour les deux plantes .

### Conclusion générale :

Ce travail de recherche avait pour objectif d'évaluer qualitativement et quantitativement les compositions chimiques des : plantes médicinales *allium cepa* et *allium sativum* cultivées dans la région Khenchela elle est beaucoup plus utilisée dans la cuisine. La méthode choisie pour l'extraction est la macération.

Le criblage phytochimique basé sur les tests spécifiques a permis de mettre en évidence la présence des flavonoïdes, tanins, coumarines, alcaloïdes, stérols, saponines et composés réducteurs dans les deux plantes. Ces métabolites secondaires ont une grande valeur thérapeutique et médicinale vis-à-vis le stress environnemental ou oxydatif, en assurant des mécanismes de défenses aux agressions provoquant les maladies. La présence de ces composés dans *Allium cepa* et *Allium sativum* et l'utilisation de solvants d'extraction de polarité différentes : eau, acétone, éthanol et hexane a donné des résultats très variables et très distinctes, d'après leur contenu et leur présence.

L'extraction par macération des deux plantes *Allium sativum* et *Allium cepa* étudiées dans cette recherche, en utilisant le solvant d'éthanol, nous a permis d'obtenir des rendements différents d'*allium cepa* par rapport à *allium sativum* . Les meilleurs rendements ont été obtenu en plante d'*Allium cepa* 26.27 %.

L'estimation quantitative des polyphénols totaux, des flavonoïdes totaux et flavonols totaux dans les extraits analysés montre que tous les extraits sont riches en ces composés. Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, en utilisant la spectrophotométrie UV-Vis, et l'acide gallique comme standard. La teneur en polyphénols totaux de l'extrait éthanolique d'*Allium sativum* (358 mg EAG/g) suivie par l'extrait éthanolique d'*Allium cepa* (267 mg EAG/g).

Le dosage quantitatif des flavonoïdes totaux a été réalisé par la méthode de chlorure d'aluminium en utilisant la rutine comme standard. La teneur des flavonoïdes totaux pour la plante d'*Allium cepa* (15.95 mg ER/g) et la teneur pour la plante d'*Allium sativum* (8.09 mg ER/g).

La teneur en flavonols totaux a été réalisé selon la méthode d'acétate de sodium, et en utilisant la quercétine comme standard. Les résultats obtenus sont les mêmes pour les deux plantes (36.12 mg EQ/g).

L'activité antibiologique des huiles essentielles de l'oignon rapportée dans cette étude a montré que globalement, les bactéries à Gram négatif étaient plus sensibles à l'huile d'oignon que les bactéries à Gram positif, à cause de la différence de la composition chimique de la paroi de deux groupes bactériens. Les bactéries à Gram négatif ont une paroi qui permet la pénétration des molécules lipophiles due à la présence des LPS (lipopolysaccharides), tandis que celles à Gram positif ont une paroi constituée essentiellement de peptidoglycane qui laisse passer les molécules hydrophiles.

Notre étude expérimentale nous a permis de faire une estimation qualitative et quantitative sur les plantes *Allium cepa* et *Allium sativum*, ces plantes est très riches en différents composés métaboliques qui pourrait être utilisé dans le domaine pharmaceutique et médical.

# **Références Bibliographiques**

**-A-**

**Act** : KIM JH, 2010, Action anti-bactérienne de l'extrait de *Allium cepa* par voie orale contre les bactéries pathogènes, (www.Pubmed.org consulté le 04Avril 2013).

**Abderrazak M. et Joël R. (2007).** *La botanique de A à Z. Ed. Dunod.* Paris.

**AHSAN M., CHOWDHURY A.K.Z., ISLAM S.N., AHMED Z.U. (1996).** Garlic Extract and Allicin : Broad Spectrum Antibacterial Agents Effective Against Multiple Drug Resistant Strains of *Shigella dysenteriae* type 1 and *Shigella flexneri*, Enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Vibrio cholera*. *Phytotherapy Research*,10, 329-331.

**Allen J.** La culture de l'ail – Fiche technique [Internet]. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales – Ontario. 2009 [cité 15 oct 2015]. Disponible sur : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/09-012w.htm#5>

**Aouadi R., Aouidet A., Elkadhi A. 2000.** Effect of fresh garlic (*Allium sativum*) on lipid metabolism in male rats. *Nutr. Res.* Pp 273-280.

**Archana P., Samatha T., Mahitha B., Ramaswamy N., 2012** : Preliminary phytochemical screening from leaf and seed extracts of *Senna alata* L.Roxb-an Ethnomedicinal plant. *Journal of pharmaceutical and biological research.* Vol(3). P : 82- 85.

**Atefeibu, E.S.I. (2002).** Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne d'*Acacia Nilotica* Var *Andesonii*. Mémoire de Doctorat en pharmacie, Université cheikh Anta Diop, Dakar. Cité par Boudjellal, K.H. (2009).

**Ayad, R. (2008).** Recherche et détermination structural des métabolites secondaires de l'espèce *Zygophyllum cornutum*. Mémoire de magister en chimie organique, Université Mentounri Costantine.

**Ayoola G., Coker H., Adesegun S., Adepoju-Bello A., Obaweya K., Ezennia E., 2008** : Medicinal Plants Used for Malaria Therapy in Southwestern Nigeria. *Journal of pharmaceutical Research.* Vol(7). P : 1021.

**-B-**

**Bachmann J.** Cultiver l'ail biologique [Internet]. 2001 [cité 10 nov 2015]. Disponible sur : [http://www.organicagcentre.ca/Docs/ATTRA/garlic\\_production\\_f.pdf](http://www.organicagcentre.ca/Docs/ATTRA/garlic_production_f.pdf).

**Baiza, A.M., Adriana, Q., Jozé A.R., Maldonado-Mendoza, I., & Loyola-Vargas, V.M. (1998).** Growth patterns and alkaloid accumulation in hairy root and untransformed root cultures of *Datura stramonium*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*,

**Bassene, E., Mahamat, B., Lo M., Boye C.S., Faye B. (1995).** Comparaison de l'activité

antibactérienne de trois Combretaceae : *C. micranthum*, *Guiera senegalensis* et *Terminalia avicennioides*. Fitoterapia.

**Benavides GA., Squadrito GL., Mills RW. 2007.** Hydrogen sulfide mediates the vasoactivity of garlic. Proc Natl Acad Sci USA. Pp 17977-17982.

**BENMEDDOUR T., LAOUAR H., BENABDI A. et BRAHIMI S. (2015).** Evaluation of antibacterial and antifungal activity of extracts from three species of the genus *Allium* : *A. cepa*, *fistulosum* and *sativum* grown in agricultural area of doussen (wilaya of Biskra). Courrier du Savoir, 19, 9-14

**Bernice D. 2009.** Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail. Université de Liège. Pp 2-10.

**Bhat, S.V & Nagasampagi, B.A. (2005).** Sivakumar, M. Chemistry of Natural Products. Narosa, New Delhi, India.

**BOREK C, 2001,** Effets antioxydantes de l'extrait l'ail sur la santé des personnes âgées, Journal Nutrition, Boston, USA.

**Boizot N., & Charpentier.J.P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra.

**Bouzerگونه F., (2003).** Etude phytochimique de la plante *Helianthemum Kahiricum*. Thèse de magister, Université Hadj lahkdar-Batna.

**BREMNESS L. (1994).** Larousse des Plantes Aromatiques et Médicinales : 700 espèces. Paris. 304.

**Bruneton J. 1999.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Paris : Tec&Doc ; Cachan : Eminter. Pp 1120.

**Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie*, phytochimie, plantes médicinales. Technique et documentation. Paris: Lavoisier.

**Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, Phytochimie-Plantes médicinales* (3è éd). Paris: Techniques et documentations.

**Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, Phytochimie- Plantes médicinales. (4è éd). Paris : Techniques et documentations.

**Budic-Letoc I., Lovric T., Pezo I., Klujuzuric J.G.,2005:** Study of dynamics of polyphenol extraction during traditional and advanced maceration processes of the babic grape variety. Food Technology and Biotechnology. Vol 43(1). P: 47-53.

-C-

**Caru S et Brumagne M., 2016** - Diététiciennes au réseau santé diabète.

[www.resausantediabete.be](http://www.resausantediabete.be).

**Classification** (<http://www.onionsgate.com/?page=variéte>).

**Collin, S., Creast, G.** (2011). Polyphynol et procédé. 1ère Ed, Lavoisier: paris.

**Croteau, R., Kutchan, T.M., Lewis, N.G.** (2000). Naturel products (Secondary metabolites). *Biochemistry & Molecular Biologie of plants*.

-D-

**DETHIER B. (2010)**. Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail. Mémoire de Master, Université de Liege. Belgique.

**Dewick, P. M.** (2001). *Medicinal Natural Products*. Wiley.

**Djahra, A.B.** (2015). Cours phytochimie II 2eme Année master. Université Echahid Hamma Lakhdar El-oued.

**Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N., 2006**

: Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food chemistry*. Vol(97). P : 654-660.

**Dufresne C., Ouellet C. 2009**. Filière des plantes médicinales biologiques du Québec (*Allium sativum*). Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation de Québec (MAPAQ). Pp5-7.

-E-

**Elrod JW., Calvert JW., Morrison J. 2007.** Hydrogen sulfide attenuates myocardial ischemia-reperfusion injury by preservation of mitochondrial function. *Proc Natl Acad Sci USA*. Pp 15560-15565.

**Europea Medicines Agency (EMA), 2012,** Committee on Herbal.

**European Scientific Cooperative On Phytotherapy Monographs** – The Scientific Foundation for Herbal Medicinal Products 2nd edition, ESCOP, UK 2003

**EYO J.E, OZOUGURE J.C., P.C.ECHI, 2011,** Hypoglycaemic effects of *Allium cepa*, *Allium sativum*, and *Zingiber officinale* aqueous extracts on Alloxane induced Diabetic *rattus Novergicus*, *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences*, 121-126.

**EYO J. E, OZOUGURE J.C., P.C. ECHI, 2011,** Hypoglycaemic effects of *Allium cepa*, *Allium sativum*, and *Zingiber officinale* aqueous extracts on Alloxane induced Diabetic *rattus Novergicus*, *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences*, 121-126.

**El Haib, A.** (2011). Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Mémoire de doctorat en Chimie organique et catalyse, Université de Toulouse.

**Emerenciano, V.P., Barbosa, K.O., Scotti M. T., & Ferrero, M.J.P.** (2007). Self organising maps in chemotaxonomic studies of Asteraceae: a classification of tribes using flavonoid data. *Journal of brazilian chemical society*.

-F-

**Favier JC., Ireland Ripet J., Toque C., Feinberg M. 1994.** Répertoire général des aliments. Ciquel Tec et Doc /Paris. Pp 897.

-G-

**Garnier G., Bezanger-Beauquesne L., Debraux G. 1961.** Ressources médicinales de la flore française. Vigot-Paris. Pp 1511.

**Ghasemzadeh, A., & Ghasemzadeh, N. (2011).** Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. *Journal of Medicinal Plants Research*.

**Ghestem, A., Segun, E., Paris, M., et Orecchioni, A.M. (2001).** Le préparateur en pharmacie: Botanique-Pharmacognosie Phytothérapie-Homéopathie. Ed, Lavoisier Tec et Doc: Paris

**Girre L. 1980.** Connaître et reconnaître les plantes médicinales. Rennes : Ouest France. Pp 333.

**Goetz P., Ghedira K. 2012.** Phytothérapie anti-infectieuse. Université de Monastir Springer-Verlag France, Paris. Pp216.

**GOVINDAN V.P., PANDURANGA A.N., MURTHY P.K. (2016).** Assessment of in vivo antimalarial activity of arteether and garlic oil combination therapy. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 5, 359.

**Graebe, J.E. (1987).** Gibberellin biosynthesis and control. *Annu. Rev. Plantphysiol.*

**-H-**

**Hamdini S., 2009** - La culture d'oignon, Université sidi Med Ben abdellah Fès, Licence.

**Harenberg J., Giese C., Zimmermann R. 1988.** Effects of dried garlic on blood coagulation, fibrinolysis, platelet aggregation, and serum cholesterol levels in patients with hyperlipoproteinemia. *Atherosclerosis*. Pp247-249.

**Hassan HT. 2004.** Ajoene (Natural garlic compound): A new anti-leukaemia agent for AML therapy. *Leuk Res*. Pp 667-671.

**homejardin.com 2007-2018**

**Hughes BG., Lawson D. 1991.** Antimicrobial effects of *Allium sativum* L garlic compounds and commercial garlic supplement product. In *phytotherapy research*. Pp 1.

**Hess, (2002).** *Alkaloids, nature's curse or blessing* (1<sup>é</sup> éd). Ed. Wiley-VCH, New York: USA

**Hopkins, W.G. (2003).** Assimilation du carbone et productivité, (2<sup>é</sup> éd). (R, Sarge, Trad.). Ed: de boeck université.

**Hoffmann, L. (2003).** Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes; analyse de l'interaction de la caféoyl-coenzyme A 3-O-méthyltransférase (CCoAOMT) avec son substrat et caractérisation fonctionnelle d'une nouvelle acyltransférase, l'Hydroxycinnamoyl-CoA: shikimate/quinatate hydroxycinnamoyl Transférase (HCT). Thèse de doctorat en biologie moléculaire et cellulaire. Université Louis Pasteur - Strasbourg I. Frensh.

**Hernandez Ochoa, L.R. (2005).** Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine «solvant/actif» d'origine végétale. Thèse de doctorat en Sciences des Agro ressources, Université de Toulouse.

**Harborne, J. B., & Herbert B. (1995).** *Phytochemical Dictionary: A*

*Handbook of Bioactive Compounds from Plants*. Bristol: Taylor & Francis.

**Houmani, Z. (1994).** Effet de séchage sur la composition en alcaloïdes tropaniques

d'une plante médicinale: *Datura stramonium* L. Mémoire de Magistère.

**-I-**

**IMAD M, ELDIN T, ELHADI MA, ELWAHAB HM, 2010,** Étude préliminaire des effets cliniques d'hypoglycémie de *Allium cepa* (oignon rouge) de type 1 et de type 2 chez les diabétiques, 4, page 71-77.

**-J-**

**Jacques Macheix, J., Fleuriet, A., et Allemand, C.J. (2005).** *Les composés phénoliques des végétaux (un exemple de métabolite secondaires d'importance économique)*. Ed, Presse polytechniques et universitaires romandes : Italie.

**Jung S. 2005.** Apport des drogues végétales dans la prévention des maladies cardio-vasculaires liées à l'hypercholestérolémie. Université Henry Poincare-Nancy 1. Pp 18-19.

**-K-**

**Kaur, S.J., Grover, I.S., & Kumar, S. (2000).** Modulatory effects of tannin fraction isolated from *Terminalia arjuna* on the genotoxicity of mutagens in *Salmonella typhimurium*. *Food and chemical toxicology*.

**King A., & Young G. (1999).** characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Jof the American dietetic association*, 99, 213-218.

**Kolodzie, J., Kayser, O., Latte, K.P., & Ferreira D. (1999).** Evaluation of the antimicrobial potency of tannins and related compounds using the microdilution both method. *Planta medica*.

**Kosalec I., Bakmaz M., Pepeljnjak S., Vladimir-Knez E.I.C.S., 2004 :** Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta Pharm.* Vol(54). P: 65-72.

**Krief, S. (2004).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Mémoire de doctorat en écologie et chimie Des Substances Naturelles, Université De Muséum National.

**-L-**

**Lamarti, A., Badoc, A., Deffieux, G., et Carde, J-P. (1994a).** Biogénèse des monoterpènes (II- La chaîne isoprénique). *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 133,79-99.

**Lamarti, A., Badoc, A., Deffieux, G., et Carde, J-P. (1994b).** Biogénèse des monoterpènes (III-Monoterpènes synthétases). *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*.

**Lam (Rutaceae).** Mémoire de doctorat en Pharmacie, Université de Bamako.

**Lefer DJ. 2007.** A new gaseous signaling molecule emerges : cardiopro-TECTIVE role of hydrogen sulfide. *Proc Natl Acad Sci USA*. Pp 17907-17908.

**Leray, C. (2010).** *Les lipides dans le monde vivant*. Ed. Lavoisier : Paris.

**Loomis, D., & Croteau, R. (1980).** Biochemistry of Terpenoids: A Comprehensive Treatise. In : P. K. Stumpf and E. E. Conn (eds.) *The Biochemistry of Plants. Lipids: Structure and Function*. *Academic Press*.

**Lutge U., Kluge M., Bauer G. (2002).** *Botanique* (3<sup>e</sup> èd). Technique et documentation. Lavoisier. Paris.

**Lysette Bossokpi, I.P. (2003).** Etude des activités biologiques de *fagara zanthoxyloides*.

**-M-**

**Malecky, M. (2008).** Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins. Mémoire de doctorat en Physiologie de la Nutrition Animale (biotechnologie), l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Paris.

**Malešev, D., & Kuntić, V. (2007).** Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. *Journal of the Serbian chemical society*.

**Maria R., Shirley M., Xavier C., Jaime S., David V., Rosa S., Jodie D., 2017** :Preliminary phytochemical screening, total phenolic content and antibacterial activity of thirteen native species from Guayas province Ecuador. *J. King Saud Univ – Sci*.

**Masuura H. 2001.** Saponins in Garlic as Modifiers of the Risk of Cardiovascular Disease. *Journal of Nutrition*. Pp 1000-1005.

**Mauro Neves, M.** (2006). Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs: la (+)Joseph Fourier- GrenobleI.

**Medecinal Products (HMPC)**, Assessment report on *Allium cepa* L., bulbus, rapporteur par Milan Nagy, 19 Pages .www.ema.europa, eu (consulté le 4 Avril 2013).

**MEDJELDI MERZOUGUI S.** (2012). Peroxydase d'origine végétale : Purification, caractérisation biochimique, immobilisation et application dans la détermination des peroxydes au niveau des aliments conservés. Thèse de Doctorat. Biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie.

**Merghem, R.** (2009). *Eléments de biochimie végétale* (16). Ed, Bahaeddine. Algérie.

**MIKAILI P., MAADIRAD S., MOLOUDIZARGARI M., AGHAJANSHAKERI S. et SARAHROODI S.** (2013). Therapeutic use and pharmacological properties of garlic, shallot, their biologically active compounds. Iranian journal of basic medical sciences, 16, 1031-1048.

**Mota, R., Thomas, G., & Barbosa Filho, J.M.** (1985). Anti-inflammatory actions of tannins isolated from the bark of *Anacardium occidentale* L. *Journal of ethnopharmacology*.

-N-

**Nacoulma, A.P.** (2012). Reprogrammation métabolique induite dans les tissus hyperplasiques formés chez le tabac infecté par *Rhodococcus fascians*: aspects fondamentaux et applications potentielles. Thèse de Doctorat en Sciences Pharmaceutiques. Université Libre de Bruxelles Europe. Belgique.

**Nait Achour, K.** (2012). Etude de la composition chimique des essences de quatre espèces d'eucalyptus poussant dans la région de Tizi ouzou. Mémoire de magister en biologie, Université de Mouloud Mameri Tizi Ouzou.

**Nait Said, N.** (2007). Etude phytochimique des extraits chloroformique des plants "*Pituranthos chloranthus*" et "*Marrubium vulgare*". Mémoire de magister en chimie organique, Université de El Hadj Lakhdar, Batna.

**Nakagawa H., Tsuta K., Kiuchi k., Senzaki H., Tanaka K., Hioki k., Tsubura A.** 2001. Growth inhibitory effects of diallyl disulfide on human breast cancer cell lines. *Carcinogenesis*. Pp 891 - 892.

**Narayana, K.R., Reddy, M.S., Chaluvadi M.R., & Krishna D.R.** (2001). **Bioflavonoids** classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*.

**Newman, D.J., Cragg, G.M. (2012).** Naturel products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 of 2010. *J.Nat. Prod.*

**Nonaka, GI., Nishioka, I., Nishi-Zawa, A., Yamagishi, T., Kashiwada Y., Dutschman, G.E., Bodner, A.J., Kilkuskie, R.E., Cheng, Y.C., & Lee, K.H. (1990).** Inhibitory effects of tannins on HIV reverse trasceptase and HIV replication in H9 lymphocyte cells. *Journal of natural products.*

**NURWANTORO, BINTORO V.P., LEGOWO A.M., PURNOMOADI A. et SETIANI B.E. (2015).** Garlic Antioxidant (*Allium sativum* L.) to Prevent Meat Rancidity. *Procedia Food Science*,3, 137 – 141.

**-P-**

**PROSEMAIL.** Les variétés d'ail françaises : caractéristiques [Internet]. Le plant certifié d'ail - PROSEMAIL (Association des producteurs de plants certifiés d'ail et d'échalote). [Cité 27 oct 2015]. Disponible sur : <http://plant-certifie-ail.org/pages/caracteristiques.php> .

**Padua, L.S., Bunyaphatsara, N., & Lemmens, R.H.M.J. (1992).** Plant Resources of South- East Asia.

**-R-**

**Rabiou A., Yacoubou B., Toudou A., Mahamane S. Et Jean-Pierre B., 2015** - Biologie, diversité et outils pour l'analyse de la diversité génétique de l'oignon, *Allium cepa* L. (synthèse bibliographique).

**Raven, H., Evert, R.F., et Eichhorn S.E. (2000).** *Biologie végétale* (6<sup>e</sup> éd). (B.jules., et M. Charles, Trad.). Paris.

**Renneberg R.** Biotechnology pour des débutants. Elsevier, 2008 ; Pp. 92-138.

**Ribéreau-Gayon P., 1968** : Les Composés phénoliques des végétaux : par Pascal RibéreauGayon. Dunod.

**-S-**

**SALEH N.E., MICHAEL F.R., TOUTOU M.M. (2015).** Evaluation of garlic and union Powder as phyto-additives in the Diet of sea Bass (*Dicentrarcus labrax*). *Egyptien Journal of Aquatic Research*, 41, 211–217.

**Savithramma N., Limga Rao M., Suhrulatha D., 2011** : Screening of medicinal plants for secondary metabolites. *Journal of Scientific Research*. Vol(8). P : 580-581.

**Sendl A., Schliack M., Löser R., Stanislaus F., Wagner H. 1992.** Inhibition of cholesterol synthesis in vitro by extracts and isolated compounds prepared from garlic and Wild garlic. *Artherosclerosis*. Pp79-85.

**Seghiri, R. (2005).** Recherche et Détermination Structurale des Métabolites Secondaires du Genre *Centaurea*: *C. africana*, *C. nicaensis*. Mémoire de doctorat en Chimie Organique, Université Mentouri, Constantine.

**Séverine J. 2005.** Apport des drogues végétales dans la présentation des maladies cardio vasculaire liées à l'hypercholestérolémie. Université Henri Poincaré-Nancy 1. Pp 36.

**Seyoum, A., Asres, K., & El-Fiky, F.K. (2006).** Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Phytochemistry*.

**Shastri V.** Industrial Biotechnology. Maison d'édition de Gyan, 2006 ; Pp. 1-38.

**Simon, C. (2003).** Structure et dynamique de protéines de la salive humaine en interaction avec les tanins du vin de Bordeaux. Mémoire de doctorat en chimie-physique- mention en chimie analytique, Université Bordeaux1.

**Singleton V.L., Rossi J.R., 1965 :** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic – phosphotungstic acid. *Am. J. Enol. Vitic.* Vol(16). P: 144.

**Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M., 1999:** Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* Vol(299). P : 152.

**Singh, G. (2007).** *Chemistry of terpenoids and carotenoids*. 1er Ed. Discovery : India.

**Souci SW., Fachmann W., Krant H. 1994.** La composition des aliments, Tableaux de valeurs nutritives. 5ème ed Medpharm Germany. Pp1091.

**Spigno G., Faveri D.M., 2007:** Antioxidants from grape stalks and marc: influence of extraction procedure on yield, purity and antioxidant power of the extracts. *Journal of Food Engineering.* Vol (78). P: 793-801.

### -T-

**Teuscher E., Anton R., Lobstein A. 2005.** Plantes aromatiques. Épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Lavoisier, Paris. Pp 361

**THAKARE VN, PANKAJ S, KOTHAVADE, DHOTE VV, AVINASH D, 2009,** antifertility of extract *Allium cepa*, *International Journal of PharmTech Research Pharmatech*, Inde, Vol 1, Page 73-78.

**The Complete German Commission E Monographs - Therapeutic Guide to Herbal Medicinesq,** American Botanical Council, US 1998

**Touait A., Bouitna N. 2015.** Etude de l'extraction et de l'activité biologique des huiles essentielles d'*Allium sativum* L. de la région Djendel (Ain-defla). Université Djilali Bounaamade Khemis Miliana. Pp 27-33.

**TOUIL A., LITAIEM J. ET ZAGROUBA F. (2015).** Isothermes de sorption et propriétés thermodynamique de l'*Allium sativum*. Journal of the Tunisien Chemical Society, 17, 105-114

-V-

**Vandermoten, S., Cusson, M., Francis, F., et Haubruge, E. (2008).** La biosynthèse des isoprénoides chez les pucerons: une cible potentielle de nouveaux bio-insecticides? *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*

**Vermerris, W., & Nicholson, R. (2006).** *Phenolic compound biochemistry*. Ed, Springer: U.S.A.

[http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?Doc=oignon\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?Doc=oignon_nu).

<https://www.creapharma.ch/oignon.htm>

(<http://www.aprifel.com/fiches produits.php?p=57>)

([http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon\\_nu](http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliment/fiche.aspx?doc=oignon_nu))

[https://uses.plantnet-project.org/fr/Allium\\_cepa\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Allium_cepa_(PROTA))

(<http://www.onionsgate.com/?page=variété>).

# **Annexe**

**Annexe I** : Les réactifs utilisés pour le criblage phytochimique**Solution de FeCl<sub>3</sub> (1%)**

Chlorure de fer (III)..... 1g Eau  
distillée ..... 100ml

**Réactif Dragendorff**✓ **Solution A**

Nitrate de bismuth ..... 1.7g Acide tartrique  
concentré.....20g Eau distillée .....100ml

✓ **Solution B**

Iodure de potassium.....10g Eau  
distillée ..... 100ml

Le mélange est ensuite additionné de 10g d'acide tartrique et son volume est ramené à 100ml avec l'eau distillée.

**Réactif de Mayer**

Chlorure de mercure ..... 1.36g Iodure de  
potassium ..... 5g Eau  
distillée .....30ml

Agiter jusqu'à dissolution puis ajouter :

Eau distillée.....100 ml

▪ **Dilution le réactif Folin-ciocalteu**

Folin-ciocalteu concentré .....1ml

Eau distillée..... 9ml

▪ **Solution de carbonate du sodium (7.5%)**

Carbonate du sodium .....7.5g

Eau distillée..... 100ml

▪ **Solution de chlorure d'aluminium (2%)**

Chlorure d'aluminium ..... 2g Ethanol  
..... 100ml

▪ **Solution d'acétate de sodium (50g/L)**

Acétate de sodium ..... 25g

Eau distillée..... 100ml

▪ **Solution de quercétine**

Quercétine ..... 5mg

Ethanol .....50ml

▪ **Solution de rutine**

Rutine .....5mg  
 Ethanol ..... 50ml

**Solution d'acide gallique**

Acide gallique...15mg  
 Ethanol .....40ml Eau  
 distillée .....10ml



Réactif de dragendroff



les solutions préparées

**Annexe II : appareils de laboratoire :**

Balance électrique



plaque chauffante





Evaporateur rotatif



Spectrophotomètre UV- VIS

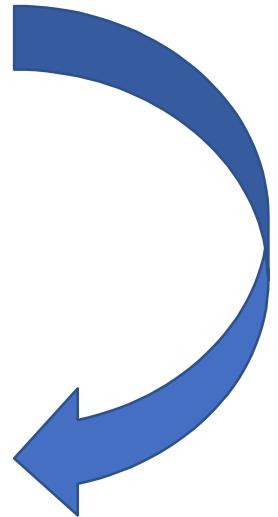
**Annexe III: Etapes de l'extraction**



Etape 1



Etape 2 (macération 24)



h)



Etape 3(Filtration après 24h)



Etape 4(évaporation)



les extraire

Annexe IV: Résultat du criblage phytochimique





Annexe V:



Les standard de dosage

Annexe VI



Dosage de flavonoïdes totaux