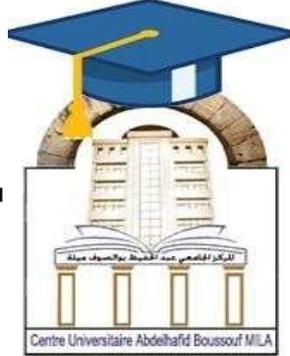


الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref:.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie Département des Sciences de Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie Végétale

Spécialité : Biotechnologie Végétale

Thème :

Potentiel allélopathique des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L.

Préparé par:

-Hafirassou Wissam

-Hamimed Khadidja

-Houfani Anfal

Devant le jury:

Président: SAHLI Mouhamed

Examinatrice : BELATTAR Hakima

Promotrice : TALHI Fahima

MCB C. U Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

MCA C. U Abdelhafid BOUSSOUF-Mil

MCB C. U Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance à notre encadreur, Dr Talhi Fahima, pour nous avoir encadré et dirigé ce travail et pour sa disponibilité, pour ces directives et conseils et pour son suivi régulier pour l'élaboration de ce modeste travail.

Nos remerciements vont aussi aux membres de jury Dr Sahli Mouhamed et Dr Belattar Hakima d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés dans ce travail.

Dédicace

Je remercie mon Dieu Allah qui est toujours présent avec moi le meilleur et dans la pire, et de m'avoir donné la force, le courage et la patience pour achever ce travail.

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que dédie ce modeste travail à mes très chers parents Houcine et Samira Pour l'amour qu'ils m'apportent, leur soutien, leurs efforts, et leur encouragement.

A mon cher frère : Abd El hamid ; à mes sœur ; Salma, Wissam, Imen ,Safa , et ma petite sœur Radja Merci pour votre soutiens, aides et amours, je vous souhaitez tout le bonheur du monde...

A toutes mes amies spécialement Wissam, Fairouz, Yasmine ,Nour elhouda , Imen, Anfal,

En fin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.



Dédicace

Je remercie mon Dieu Allah qui est toujours présent avec moi le meilleur et dans la pire, et de m'avoir donné la force, le courage et la patience pour achever ce travail.

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que dédie ce modeste travail à mes très chers parents Abd-El rahman et Bariza Pour l'amour qu'ils m'apportent, leur soutien, leurs efforts, et leur encouragement.

A mes cher frère : Abd El baki, Ismail, Mohamed, Houssam; à ma sœur Meriem ; et mon marie ayoub Merci pour votre soutiens, aides et amours, je vous souhaitez tout le bonheur du monde...

A toutes mes amies spécialement Wissam, Abir, Yasmine, Nour elhouda, Ahlam, Khadidja

En fin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.



Dédicace

Je remercie mon Dieu Allah qui est toujours présent avec moi le meilleur et dans la pire, et de m'avoir donné la force, le courage et la patience pour achever ce travail.

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que dédie ce modeste travail à mes très chers parents Ammar et Fatiha Pour l'amour qu'ils m'apportent, leur soutien, leurs efforts, et leur encouragement.

A mon cher frère : Amir, Houssam Eddine, Salah Eddine, Aymen Merci pour votre soutien, aide et amour, je vous souhaite tout le bonheur du monde...

A toutes mes amies spécialement Yasmine, Khadidja, Anfal, Nour elhouda, Selma.....

En fin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.



Résumé

Rosmarinus officinalis L. est une plante appartenant à la famille des Lamiacées, largement distribuée dans le monde et présente de multiples propriétés médicinales.

L'objectif de ce travail est d'estimer la teneur en polyphénols et d'évaluer l'activité antioxydante des feuilles et des fleurs de cette plante, ainsi d'étudier son potentiel allélopathique sur la germination et la croissance de quelques espèces végétales.

L'extraction a mis en évidence 2 extraits différents, l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique.

La quantification des polyphénols par le teste spectro photométrique a révélé leurs présences en quantités considérables dans l'extrait méthanolique des feuilles *Rosmarinus officinalis* L. par rapport à l'extrait florale.

L'activité antioxydante de l'extrait méthanolique a été évaluée par le teste du piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont montré un pouvoir réducteur important de l'extrait foliaire par rapport à l'extrait floral.

L'étude du potentiel allélopathique de l'extrait aqueux sur la germination et le développement de quatre espèces de céréales et de légumineuses (blé dur, blé tendre, lentilles et pois chiches) a montré une diminution de tous les paramètres étudiés (le taux de germination et une augmentation du taux d'inhibition, vitesse de germination, index de germination, longueur relatives des pousses et longueur relatives des racines, taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance) notamment pour les concentrations (75% et 100%).

Mots clés : Plantes médicinales, *Rosmarinus officinalis* L., potentiel allélopathique, teneur en polyphénols, activité antioxydante.

Abstract

Abstract:

Rosmarinus officinalis L. is a plant belonging to the family Lamiaceae, widely distributed in the world and has multiple medicinal properties.

The objective of this work is to estimate the polyphenols content and evaluate the antioxidant activity of the leaves and flowers of this plant, as well as to study its allopathic potential on the germination and growth of some plant species.

The extraction revealed 2 different extracts, the aqueous extract and the methanol extract.

The quantification of the polyphenols by the spectro photometric test revealed their presence in considerable quantities in the methanol extract of the *Rosmarinus officinalis* L. leaves compared to the floral extract.

The antioxidant activity of the methanol extract was evaluated by the free radical DPPH trap assay. The results obtained showed an important reductive power of the leaf extract compared to the floral extract.

The study of the allelopathic potential of aqueous extract on the germination and development of four species of cereals and legumes (durum wheat, soft wheat, lentils and chickpeas) showed a decrease in all studied parameters (germination rate and an increase in inhibition rate, germination rate, germination index, relative shoot length and relative root length, inhibition rate and/or growth stimulation) especially for concentrations (75% and 100%).

Keywords: Medicinal plants, *Rosmarinus officinalis* L., allelopathic potential, polyphenols content, antioxidant activity.

Rosmarinus officinalis L. هو نبات ينتمي إلى عائلة Lamiaceae، منتشر على نطاق واسع في العالم وله خصائص طبية متعددة.

الهدف من هذا العمل هو تقدير محتوى اللبولىفونول وتقييم النشاط المضاد للأكسدة لأوراق وأزهار هذا النبات، وكذلك دراسة إمكاناته الأليوبائية على إنبات ونمو بعض الأنواع النباتية. كشف الاستخراج 2 مستخلصات مختلفة، المستخلص المائي ومستخلص الميثانول. كشف التحديد الكمي للبوليفينول عن طريق الاختبار الطيفي عن وجودها بكميات كبيرة في مستخلص الميثانول لأوراق *Rosmarinus officinalis* L. مقارنة بمستخلص الأزهار.

تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة لمستخلص الميثانول من خلال اختبار مصيدة الجذور الحرة DPPH. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها قوة اختزالية مهمة لمستخلص الأوراق مقارنة بمستخلص الأزهار. دراسة القدرة الأليوبائية للمستخلص المائي على إنبات وتطور أربعة أنواع من الحبوب والبقوليات (القمح القاسي والقمح الطري والعدس والحمص) انخفاض في جميع المعدلات المدروسة (معدل الإنبات وزيادة معدل التثبيط، ومعدل الإنبات، ومؤشر الإنبات، وطول التسديد النسبي وطول الجذر النسبي، ومعدل التثبيط و/أو تحفيز النمو) وخاصة بالنسبة للتركيزات (75٪ و 100٪).

الكلمات الرئيسية: النباتات الطبية، *Rosmarinus officinalis* L.، الإمكانات الأليوبائية، محتو بالبوليفينول، النشاط المضاد للأكسدة.

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Racine de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	04
Figure2	Tige de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	05
Figure 3	Feuille linéaire de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	05
Figure 4	La fleur de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	06
Figure 5	Fruit de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	07
Figure6	Répartition géographique de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. dans le monde.	09
Figure7	Localisation des métabolites secondaires dans les végétaux.	19
Figure 8	Modes de libération des allélochimiques dans l'environnement.	20
Figure 9	Les grandes voies de synthèse des métabolites secondaires et relation avec le Métabolisme primaire.	21
Figure10	Voies de libération des molécules allélopathiques.	24
Figure11	Facteurs influençant la production des Allélochimiques par les plantes.	25
Figure12	Facteurs affectant le comportement et l'activité phytotoxique des allélochimiques.	26
Figure13	Zone de prospection de <i>Rosmarinus</i> L.(Google maps2022).	38
Figure 14	Fleurs sèches.	39
Figure15	Feuilles sèches	39
Figure16	Poudre des fleurs et des feuilles.	39
Figure17	Schéma d'extraction aqueuse	42
Figure18	Préparation des extraits organiques.	43
Figure19	Dispositif expérimentale de la germination et la croissance des grains.	46

Figure20	Teneur en polyphénols totaux de différents extraits des feuilles et fleur de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	50
Figure21	Pourcentage d'inhibition du radical de DPPH par les différentes concentrations des extraits de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	51
Figure22	Germination et la croissance des espèces céréalières et légumineuse.	53
Figure 23	Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinusofficinalis</i> L.sur la germination des graines.	54
Figure 24	Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.sur le taux d'inhibition de Germination des graines.	55
Figure 25	La vitesse de germination(%).	56
Figure 26	L'index de germination.	57
Figure27	Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.sur la longueur relative des pousses.	57
Figure 28	Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinusofficinalis</i> L.sur la longueur relative des racines.	58
Figure 29	Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (tige).	59
Figure 30	Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (racine).	60
Figure31	La Courbe d'étalonnage des échantillons.	

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I	Type d'alcaloïdes et leur précurseur acide Aminé.	34
Tableau II	Les différentes classes terpénoides.	36
Tableau III	Valeurs des IC 50 du DPPH pour les extraits.	51

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AG	Acide Gallique.
C	Concentrations.
CM	Concentration de la solution mère.
G	Gramme.
GAE	Equivalent en acide gallique.
H	Heur.
L	Linné.
mg	Milligramme.
mg/ml	Milligramme par millilitre.
ml	Millilitre.
min	Minute.
mm	Millimètre.
Ng	Nombre de graines germées.
R	Rosmarinus.
RLC	Longueur des racines dans le témoin.
RLT	Longueur des racines dans le traitement
T	Témoin.
Vit C	Vitamine C.
%	Pourcentage.
µl	Microlitre

Sommaire

Résumé	
Liste des figures.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste d'abréviations.....	IV
Introduction.....	02
Partie I :Revue bibliographique	
Chapitre 1 : Description botanique	
Plantes médicinales	05
Généralités sur la famille des Lamiacées	05
Caractéristiques botaniques des Lamiacées.....	05
3. Description botanique du genre <i>Rosmarinus</i>	06
3.1 Différentes espèces de <i>Rosmarinus</i> L.	06
3.2 Espèce <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	06
Description botanique	07
Classification botanique	10
5.1 Noms vernaculaires	11
5.2 Habitat de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	11
Répartition géographique.....	11
Usage thérapeutique	13
Indication usuelles	13
Composition chimique de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	13
Utilisation du <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	14
Usages traditionnels	14
2 .Utilisations cosmétiques	14
Utilisations culinaires	14
Usage interne	15
Usage externe	15
Activité biologique du romarin	16
Maladies et ravageurs	18
Récolte et séchage du romarin	18
Chapitre II : Allélopathie	
Définition	21
Généralité sur les allélochimiques	22
1. Métabolites secondaires impliqués dans le phénomène allélopathique	24
Voies de libération des composés allélopathiques	26
Facteurs influençant la production et l'activité des allélochimiques.....	27
5 . Application de l'allelopathie	31
Chapitre III : Les métabolites secondaires	
Introduction	34
I.Principales classes de métabolites secondaires.....	34
I .1 Les composés phénoliques	34

1-2- Classification des polyphénols	35
I .2 Les alcaloïdes	35
2.2 Propriétés chimiques et distribution	35
2.3 Classification	35
2.4 Le Rôle biologiques des alcaloïdes	37
I .3 Les terpénoides	38
3.2 Rôle biologiques des terpénoides	38
3.3 Classe des terpénoides	38
PARTIE 2 : Matériel et méthodes	
I Matériel végétal	41
1.Echantillonnage	41
2.Séchage	42
3.Broyage	42
4.Les plantes testées	43
II Préparation des extraits	44
Extraction aqueuse	44
Extraction par le méthanol ..	45
III Dosage des polyphénols	46
IV Activité antioxydante par le DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil)	46
V Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. sur la germination et la croissance de quelques céréales et légumes secs	47
Désinfection des graines	48
Partie III: Résultats et discussion .	
I .1 Dosage des composés phénoliques.....	52
I .2 Activité antioxydante par le DPPH	53
II .Effet de l'extrait aqueux de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. sur la germination des Espèces végétales	55
1.Taux de germination	56
2.Taux d'inhibition de germination.....	56
3.Vitesse de germination	57
4.Index de germination	58
5.Longueur relatives des pousses	59
6.Longueur relative des racines	60
7.Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (tige).....	60
8.Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (racine)	61
Conclusion et Perspectives	65
Références bibliographique	
Annexe	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, l'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant. Les laboratoires de chimie et de biologie à travers le monde ont emboîté le pas à la médecine traditionnelle pour la recherche des voies et moyens de venir à bout des pathologies diverses, ceci par la recherche de nouveaux principes actifs et la compréhension de leurs modes d'action. Ainsi, d'après les estimations, 80% de la population mondiale dépend principalement de la médecine traditionnelle (OMS, 2012). Une analyse des prescriptions médicales menée aux Etats unis entre 1959 et 1980 a montré que 25% d'entre elles contenaient un principe issu du règne végétale (Farnsworth, 1988), tandis que environ 60% de prescriptions en Europe proviennent directement ou indirectement des plantes (Rao et al., 2004).

Le recours aux pratiques traditionnelles à base de plantes médicinales est expliqué par plusieurs raisons tels que le coût élevé des produits pharmaceutiques, les habitudes socioculturelles des populations, la nécessité de disposer d'options thérapeutiques pour les agents pathogènes résistants et l'existence des maladies pour les quel les il n'y a pas de traitement efficace (Duke, 1993; Coxet Balik, 1994).

L'Algérie est caractérisée par une grande superficie tendant de la mer Méditerranée au nord à la profondeur du Sahara africain au sud, cette extension lui donne une diversité dans la situation climatique, ce qui produit une couverture végétale grande et variée, et selon (Hanifi, 1991) comparativement aux pays du Maghreb, la flore Algérienne est représentée par 3000 espèces et 1000 genres.

Et devant cette grande diversité de plantes médicinales, nous avons choisi *Rosmarinus officinalis* L. qui est répandus dans les régions du nord dans un climat tempéré et semi-aride, ce choix est venu du fait de sa large diffusion et de sa grande utilisation par la population en médecine traditionnelle en raison de ses diverses propriétés thérapeutiques et efficaces ; c'est l'une des plantes médicinales les plus utilisées à travers le monde. Les extraits et les huiles essentielles de cette plante sont largement utilisés, dans la médecine traditionnelle, depuis des siècles contre une multitude de maux. Aujourd'hui, le romarin est entré dans la médecine moderne.

Pour donner plus de valeur à cette plante, nous avons effectué une étude portée sur l'évaluation de l'activité anti oxydante de l'extrait méthanolique des feuilles et des fleurs, et étudié le pouvoir allélopathique de l'extrait aqueux des deux parties (feuilles et fleurs) sur la germination et la croissance de quelques espèces céréalières et légumineuses.

INTRODUCTION

Pour réaliser notre objectif, nous avons adopté le plan suivant:

La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique qui résume les données actuelles disponibles sur *Rosmarinus officinalis*L.

La deuxième partie est réservée pour le matériel végétal utilisé et les méthodes suivies pour la réalisation de ce travail.

La partie résultats et discussion présente les résultats obtenus au cours de ce travail ainsi que leur discussion.

Finalement on a terminé notre travail par une conclusion générale avec des perspectives.

Partie I :

Revue bibliographique
Chapitre 1: Description
botanique

Plantes médicinales

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Sanago,2006).

1. Généralités sur la famille des Lamiacées

La famille des Lamiacées comprend environ 3000 espèces dont l'aire de répartition est extrêmement étendue, mais avec une prépondérance dans les régions méditerranéennes, Tel que le cas du thym, de la lavande, du basilic, de la sauge, de la mélisse et du romarin (Spichiger et al., 2002). Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, des arbustes et rarement des arbres ou des lianes, producteurs d'huiles essentielles, largement répandues autour du monde et dans tout type de milieux (Harley et al.,2004).

De nombreuses espèces des Lamiacées ont des hétéromorphes assez prononcés avec des feuilles étroites et coriaces avec des bords recourbés et de nombreux poils (Chamber et al., 1845). La forme de la fleur et la présence d'huiles essentielles caractérisent cette famille. Pour la plupart des plantes de ce genre, la partie carrée de la tige et les feuilles opposées sont également des caractéristiques de la plante. De nombreuses espèces de cette famille ont des plantes d'abeilles (Small et Grâce,2001).

2. Caractéristiques botaniques des Lamiacées

Les Lamiacées sont des familles de plantes herbacées à buissonnantes à tiges quadrangulaires, simples, opposées, à feuilles souvent poilues, à poils sécrétoires, aromatiques. L'adaptation à la sécheresse est courante. Les inflorescences sont cymeuses ou racémeuses, parfois en pseudo verticilles (Small et Grâce,2001).

La reproduction est sexuée, avec des fleurs désignées comme nectarifères, bilatéralement symétriques, hypogynes et généralement pentamériques. Calice persistant, parfois bilipé ; corolle généralement bilabiale. Les étamines peuvent être constituées de quatre étamines, parfois de deux étamines et de deux staminodes. Les graines sont exalbuminées. Le nombre de chromosomes de base d'origine peut être

$x=14$; trouvé $n = 14, 13, 12, 10, 9, 7, 6$ (Spichiger et al.,2004).

3. Description botanique du genre *Rosmarinus*

Romarin est un arbrisseau toujours vert ligneux très aromatique. Les feuilles sont linéaires, aux marges enroulées, avec des crêtes, vertes dessus, et des soies plus ou moins blanches dessous. Calice en forme de cloche à deux oreilles.

Romarin porte des verticilles de fleurs mauves, corolle bleu pâle ou blanchâtre à 2 lèvres, partie supérieure entière ou légèrement absente, pas plus longue que la partie inférieure, cette dernière est trilobée (Meigs,1960).

3.1 Différentes espèces de *Rosmarinus* L.

La systématique du genre *Rosmarinus* n'est pas toujours homogène, ce qui conduit les auteurs à citer de nombreux noms d'espèces, qui ne sont pas tous actuellement en usage.

Des auteurs allemand et italiens mentionnent 4 espèces répertoriées surtout en Afrique du Nord (Heinz et Hoppe,1975).

Rosmarinus chilensis (Dumont,Bosc)

Rosmarinus laxiflorus

Rosmarinus Lavandulaceus

Rosmarinus tournefortii (DeNoë)

La flore d'Algérie selon (QuezeletSenta,1963),cite 2 espèces du genre *Rosmarinus*, qui sont les suivantes:

****Rosmarinus officinalis* L.** : Inflorescence et calice à poils roses très courts constitués de poils serrés. Inflorescences en épis très courts à bractées écailleuses de 1-2 mm, rapidement caduques(dont *Rosmarinus laxi florus*(deNoë).

****Rosmarinus tournefortii* de Noë** : Inflorescence et calice à poils doubles, un court et un à longs poils glandulaires dressés. Inflorescences longues, à bractées cordiformes amples, de 3-4 mm de long (dont *R.officinalis* L. var. *lavandula ceus* Batt.non de Noë).

3.2 Espèce *Rosmarinus officinalis* L.

Rosmarinus officinalis L. est une espèce de la famille des Lamiaceae, appartenant à l'ordre des Lami formes (Messaili,1995).

Les fleurs sont pentamères, généralement hermaphrodites. Calice bilabial plus ou moins persistant. Corolle bilipée, longue tubulaire, parfois à 4-5 lobes subégaux ou à une seule lèvre

inférieure trilobée, extrémité supérieure bilobée. Les étamines sont constituées de 4 étamines, le 5ème pôle est dégénéré, parfois avec 2 étamines et 2 staminodes. Le gynécée forme 2 carpelles biologiquement ovulés, chacun subdivisé en 2 cellules non ovulées par un mauvais partitionnement(Madadori,1982).

Le style bifide gymno- basique est le fruit constitué par 3 akènes plus ou moins soudées par leur face interne (Quezel,1963).

4. Description botanique

Les différentes

-Racine:la racine du *Rosmarinus officinalis* L.est profonde et pivotante (**Figure1**).



Figure 1:Racine de *Rosmarinus officinalis*
L.(Anonyme.2010)

-**Tige** : arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètre cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile.L'écorce est linéaire à cyme plus ou moins simulant des épis (**Sanon ,1992**)(**Figure 2**).



Figure2:Tige de *Rosmarinus officinalis* L.
(**Anonyme.2010**)

- **Feuille** : Linéaire, gaufrée, coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés vers dâtre en dessus plus ou moins hispi des blanchâtre en-dessous de 18 à 50x1.5 à3mm.

Les feuilles sèches dégagent une forte odeur et un gout amer. Elles contiennent jusqu'à 2% d'huile essentielle oleum Romarinus=Oleum anthos, renfermant du Cinéol et du Borneol, des alcaloïdes et des acides organiques. Ces feuilles, voire l'essence de romarin, entrent dans la composition de nombreux produits antirhumatismaux du fait de leur fortement rubéfiant sur la peau(**Janvola et Jinistodola,1983**)(**Figure 3**).



Figure 3: Feuille linéaire de *Rosmarinus officinalis* L.
(Photo personnelle).(février.2022-**Grarem.Gouga**)

- **Fleurs** : en mai, très courtes grappes axillaires et terminales. Chaque fleur environ 1 cm de long de couleur purpurin ; bleu pâle ou blanchâtre en cloche bilabée à lèvre supérieure ovale entière et à lèvre à 2 lobes lancéolés. Lèvre supérieure en casque légèrement bifide. Lèvre inférieure à 3 lobes dont le médian est large et concave (figure4) (Makhloufi,2009).



Figure 4:La fleur de *Rosmarinus officinalis* L. (photo personnelle)
(février 2022 ,Grarem-Gouga)

Les 2 étamines sont plus longues que la corolle .L’ovaire présente 2 carpelles surmontées d’un style long courbe et bifide. La fleur est tétra cyclique avec une formule florale $5S+5P+ 4E+2C$ sachant que:

S : sépales

P: pétales

E:étamines

C:carpelles

- **Fruit:** est tétrakène de forme ovale située au fond du calice. Peut être sous forme de baie, sèche et lisse(**Figure5**).



Figure 5: Fruit de *Rosmarinus officinalis*L.(Valter,2015)

5. Classification botanique

La position systématique selon (Quezel et Santa, 1963). La suivantes :

Règne :Plantes

Embranchement :Spermaphytes

Sous-embranchement :Angiospermes

Classe :Dicotylédones

Sous-classe :Gamopétales

Ordre :Tubi florales

Sous-ordre :Lamiales

Famille :Lamiacées

Genre :*Rosmarinus*

Espèce :*Rosmarinus officinalis* L.

5.1 Nomsvernaculaires

- *France: romarin,en censier herbeaux couronnes, herbeaux troubadours
- *Allemagne: Rosmarin,Weihrau chkraut, Bodekraut
- *Angleterre: Rosemary,old man
- *Espagne: Romero
- *Italie: Rosmarino,taes marino
- *Belgique: Rosmarijn
- *Grèce: Dendrolibano
- *Inde: Rusmari
- *Chine: Mitiehiang
- *Afrique du Nord:Iklil el jabal,Couronne de montagne (**Ducros,1930**). Iazir ou azir ou yiazir (dans le sud tunisien et algérien) (**Bouchat,1956**).

5.2Habitat de *Rosmarinus officinalis* L.

C'est une plante méditerranéenne vivace touffue au feuillage persistant parfumé. Il peut vivre plus de trente ans, ainsi dans des conditions optimales il peut atteindre une hauteur de 1 à 2 m(**Small et Grace, 2001**). Cette petite plante ligneuse fleurit toute l'année dans les climats chauds. Elle pousse à basse altitude, dans des endroits secs et arides (garrigue, maquis, rocaïlles près de la côte) (**Ozenda, 1977**). C'est une excellente source de nectar fréquentée par les abeilles. Ses fleurs sont à la base d'un miel aromatique, à l'odeur camphrée (**Boullard,1977**).

6. Répartition géographique

-Dans le monde

Rosmarinus officinalis L. est une plante sauvage commune, et c'est sans doute l'une des plus appréciées du fait de sa présence dans les jardins et parcs aux bordures odorantes (**Quezel et santa,1963**).

Elle est spontanée dans tout le bassin méditerranéen, en particulier sur les côtes qui exigent des sols calcaires, des altitudes basses, du plein soleil et une sécheresse modérée. En raison de ces exigences, il est originaire de pays méditerranéens tels que l'Italie, l'Espagne, la Tunisie, le Maroc, l'Algérie, l'ex-Yougoslavie, l'Albanie, l'Égypte, la Palestine, la Grèce, Chypre et l'Asie Mineure du Nord-Ouest, le Portugal, l'Espagne (**Davis, 1982 ; Greuter et al.,1986; Tutin et al.,1972**) (**Figure 6**).

-En l'Algérie

En Algérie cette plante est bien apparente en différentes régions. Elle est souvent cultivée comme plante d'ornement, on trouve le romarin dans toute les communes, Garrigues, forêts claires et avec une floraison annuelle (Beloued,2001).

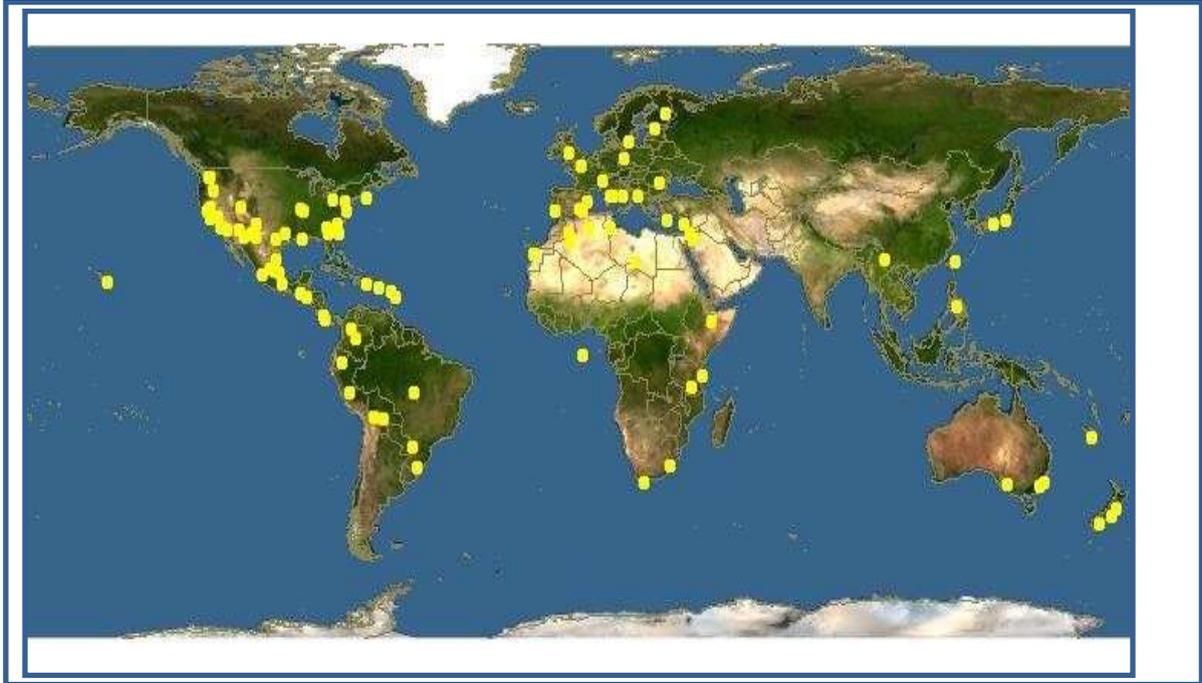


Figure 6: Répartition géographique de *Rosmarinus officinalis* L. dans le monde (Anonyme,2010)

7. Usage thérapeutique

Le romarin est composé d'huiles essentielles puissantes qui lui confèrent des propriétés: digestive, stimulante, détoxifiante, diurétique, expectorante, anti-inflammatoire, antispasmodique, anti-névralgique, tonique. Le romarin est recommandé pour la récupération, les urmenage, la dépression et les personnes sujettes aux palpitations cardiaques, aux maux de tête, à l'anxiété et à l'insomnie (Zhiri et Baudoux, 2006).

Elle est également bénéfique en cas de difficultés digestives dues à la faiblesse des organes digestifs, en les dynamisant tout en augmentant la sécrétion de bile et en facilitant la digestion.

Elle est également utilisée pour la fumigation, dans le cas de l'asthme. En usage externe, on utilise une préparation de romarin cuit au vin et en pommade pour les gonflements douloureux des entorses, contusions ou rhumatismes articulaires, et une décoction de feuilles en gargarisme contre les aphtes et les amygdalites. Pour soulager les rhumatismes, nous prendrons un bain et nous ajouterons de la soupe de feuilles de romarin. (Blanc, 2010).

Le romarin était utilisé pour conserver la viande il y a des milliers d'années. Cette plante contient des produits chimiques très antioxydants comme l'acide carnosique (1,5 et 2,5%) et le carnosol (0,3-0,4%). L'acide carnosique est également utilisé par la thyroïde pour produire des hormones thyroïdiennes.

Le romarin contient des composés qui empêchent la baisse de l'acétylcholine dans la maladie d'Alzheimer. Il améliore également la circulation sanguine vers le cerveau (Kabouche, 2005). Il a également des propriétés anticancéreuses. Dans des études en laboratoire, il a été démontré que le romarin inhibe l'aflatoxine, un cancérigène présent dans de nombreux aliments destinés à la consommation humaine ou animale, chez l'homme. L'huile essentielle de romarin stimule le foie pour produire des enzymes protectrices (Jhonson, 1999).

8. Indications usuelles

Il est utilisé dans le traitement des troubles digestifs liés à l'insuffisance des voies biliaires: indigestion, crampes, ballonnements, constipation. Il peut être utilisé pour les infections bronchiques et ORL (grippe, bronchite...) et est recommandé en cas de grande fatigue. En usage externe, il soulage les douleurs rhumatismales et inflammatoires (Cazau-beyret, 2013).

9. Composition chimique de *Rosmarinus officinalis* L.

L'huile essentielle du *Rosmarin* (1 à 2% dans la plante) contient: de l'alpha-pinène (7 à 80%), de la verbénone (1 à 37%), du camphre (1 à 35%), de l'eucalyptol (1 à 35%), du bornéol (4 à

19%), de l'acétate de bornyle (jusqu'à 10%) et du camphène. En plus de l'huile essentielle on trouve dans le *romarin*: 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol;des lactones diterpénique spicrosalvine, dérivés de l'acide canosolique, romanol, romadial, des acides phénolique, des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques l'acide citrique, glycolique,et glycérique, des stérols,de la choline, du mucilage(Bellakhdar,1997)et de la résine (Beloued,1998).

10. Utilisation du *Rosmarinus officinalis*L.

1.Usages traditionnels

Rosmarinus officinalis L. utilisé localement au Mexique pour soulager les douleurs rhumatismales (Ventura-Martínez et al., 2011) et améliorer la circulation sanguine et les soins de la peau (Hamedo et Abdelmigid, 2009). Le thé au romarin peut être utilisé pour traiter les maux de tête et les rhumes,il est donc utilisé comme diurétique efficace et stabilisateur de l'humeur (Halouietal.,2000).

2.Utilisations cosmétiques

Rosmarinus officinalis L. est couramment utilisé comme additif de parfum dans les savons et autres cosmétiques pour traiter la cellulite, les rides et normaliser l'excès de sébum dans la peau (Hamedo et Abdelmigid,2009).

3. Utilisations culinaires

Le romarin est une épice ancienne très répandue dans la cuisine méditerranéenne. Les extraits de feuilles de romarin sont également utilisés dans la production alimentaire pour empêcher le matériau de se gâter en raison de ses propriétés antioxydantes. Son efficacité dans la conservation des aliments peut être constatée dans une variété d'aliments, y compris le bœuf congelé et les galettes de porc congelées (Laraetal.,2011).

4. Usage interne

Le romarin est connu pour ces multiples propriétés. En raison de sa teneur en huile essentielle, le médicament est utilisé comme carminatif et stimulant de l'estomac pour les troubles digestifs, les ballonnements, les flatulences, et aussi pour stimuler l'appétit et les sécrétions gastriques. Il est utilisé comme cholagogue, rare en Allemagne et plus répandu en France, d'abord et avant tout en raison du principe d'amertume. Le romarin a également un effet menstruel en raison de la congestion qu'il provoque dans les organes pelviens.

Ses propriétés menstruelles sont utilisées pour traiter l'aménorrhée, l'oligoménorrhée, l'adysménorrhée (**Garnier et al., 1961**).

L'acide rosmarinique produit une activité anti-inflammatoire chez le rat (**Anton et Wichtl, 1999**). C'est aussi un fongicide, et son extrait aqueux tue *E. coli* (**Diaz et al., 1988**). Une infusion de feuilles de romarin calme les nerfs, surtout pendant la ménopause (**Volak et Stodola, 1983**). Il est donc ami avec les femmes et il lutte également contre les infections cutanées (**Messegué, 1973**).

5. Usage externe

Les huiles essentielles et certaines préparations à base de romarin entrent dans la composition d'huile et de pommade comme liniment analgésique rhumatismes et additifs de bain comme stimuli sanguins locaux et leur effet vaso dilatateur (**Anton et Wichtl, 1999**).

Il est également utilisé pour se baigner avec le nez bouché, les rhumes et l'oppression, insomnie, nervosité et trouble intestinaux.

-En médecine traditionnelle

Il est utilisé en compresse pour éviter les retards et la cicatrisation Eczéma, et plus généralement, comme pesticide (**Anton et Wichtl, 1999**).

-En médecine vétérinaire

Il est largement utilisé la bonté du romarin, à la fois pour une utilisation topique (antiseptique, cicatrisant) ou interne (suppléments, choléra et cholérétique) (**Bezanger et al., 1980**).

-En alimentation

Lorsqu'il est frais, le romarin est utilisé dans les ingrédients du vinaigre, sa haute

teneur en bornéol lui confère de fortes propriétés antiseptiques, ce qui en fait un le premier choix pour les fongicides en conserve(I.T.E.I.P.M.A.I,1991).

La plante est largement utilisée dans l'industrie alimentaire comme conservateur et antioxydant,utilisée pour conserver la viande et les graisses (Perrot et Paris,1971).

-En parfumerie

L'utilisation du romarin dans les parfums est très ancienne. On connaît notamment l'eau de la Reine de Hongrie, un alcoolat très utilisé au XVIIe siècle et qui aurait pu être imaginé dès le XIVesiècle,avec le romarin comme ingrédient principal.

L'eau florale de romarin est souvent utilisée en cosmétique pour son pouvoir purifiant. Idéale pour les peaux grasses ou à tendance acnéique, elle purifie et assainitla peau grâce àses propriétés conditionnantes et rééquilibrantes. Il est introduit dans les shampoings pour lutter contre les pellicules, et dans les lotions capillaires, il aide à favoriser la pousse des cheveux en améliorantla circulation sanguine vers le cuirchevelu.

Par conséquent, il est particulièrement utilisé dans les lotions de soins capillaires en raison de son effet stimulant sur les follicules pileux et de la prévention de la calvitie prématurée. (Kaufmanetal., 1999).

11. Activité biologique du romarin

-Activité antimicrobienne

Différents extraits de romarin ont démontré une activité inhibitrice sur les cultures de *S.aureus*, *S. albus*, *E. coli*, *Corynebacterium*spp, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*,*Salmonellaspp*, *Listeriamonocytogens* et *Vibriocholerae*. Deux de ses composants, le carnosol et l'acide ursolique, sont responsables de cet effet antimicrobien et les champignons *Aspergillus sp*, *Penicillium spp*, *Alternaria spp*. et autres micro-organismes de fermentation alimentaire tels que *Lactobacillus brevis*,*Pseudomonas fluorescens*, *Rhodotorularia glutinis* et *Kluyveromyces bulgaricus* (Alonso,2004).

-Activité anti-inflammatoire

L'acide rosmarinique est un agent anti-inflammatoire non stéroïdien naturel. Il inhibe le facteur C3 du complément, un médiateur du processus inflammatoire (Al-Sereitia et al.,1999 ; Alonso, 2004). L'acide rosmarinique a un effet piégeant les

radicaux libres d'oxygène actif(Zhao et al.,2001).

-Activité antiseptique

En tant qu'antiseptique, le romarin purifie le sang et aide à contrôler de nombreux organismes pathogènes. Il est assez puissant pour tuer les infections bactériennes mais pas si puissant, cependant, pour éliminer complètement les populations bactériennes naturelles du tube digestif qui maintiennent les intestins en équilibre sain. La qualité antiseptique du romarincatrise les plaies (Williamson et al., 1988 ; ESCOP, 2003). L'eau distillée des fleurs est utilisée comme collyre (Chiej, 1984). Il peut être utilisé comme désinfectant, comme bain de bouche et pour traiter la fièvre ou les rhumatismes (Calabrese et al.,2002).

-Activité antivirale

L'évaluation de l'activité antivirale d'un extrait commercial de romarin a montré une inhibition de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) à de très faibles concentrations. Cependant, le carnosol présente une activité (anti-VIH) à des concentrations modérées,qui ne sont pas cytotoxiques (Aruomaetal.,1996).

-Activité ovicide

L'huile essentielle du romarin s'est avérée un agent ovicide contre trois espèces de moustique (*Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* et *Culex quinquefasciatus* (Gill J et al.,2007) ,de même (Gillij et al) ont trouvé que cette huile présente une activité répulsive contre les moustiques (*Aedes aegypti*) (Prajapati et al.,2005).

- Activité antioxydante

L'activité antioxydante du romarin est connue depuis environ 30 années. En raison des propriétés antioxydantes, le romarin est largement accepté en tant qu'épices dont l'activité antioxydant el aplusélevée (Wangetal., 2008).

Plusieurs auteurs ont étudié l'utilisation des extraits du romarin comme antioxydant pour conserver les produits à base de viande(Fernandez-Lopez et al.,2005;Sebrotynek et al.,2005;Balentine et al.,2006).

- Activité anti-cancérogène

Grace à certains composants (Carnosol, Rosmaridiphénol, Rosmanol et l'acide rosmarinique) le romarin est considéré comme une thérapie contre le cancer (Atik bekaraet *al.*, 2007).

-Effet anti-acétyl cholinestérase

L'extrait méthanolique du romarin a montré une inhibition modérée (17%) de l'enzyme à une concentration de 0.1% (Adsersen et *al.*, 2006).

- Activité anti-hépatotoxique

De nombreuses études ont été menées pour étudier les effets anti-hépatotoxiques du romarin, avec des travaux portant sur l'évaluation de l'efficacité d'un extrait méthanolique de romarin pour normaliser certains paramètres histologiques et biochimiques du foie après ingestion de tétrachlorure de carbone (CCL4). Les résultats montrent que l'extrait prévient la peroxydation des lipides (information, nécrose, normalise les niveaux d'activité de la bilirubine, du glycogène et de l'alanine amino transférase) et augmente finalement l'activité de la glutathion-S-transférase (GST) (Marieetal., 2004).

12. Maladies et ravageurs

Ilyades champignons qui provoquent des dégâts sur les feuilles de romarin tel que «*Axochyтарosmarini* » et «*Couturacostagnei* ».

Un dessèchement en « crosse » du sommet des tiges très fréquent après des périodes humides sur posse tendes au printemps, est causé par du «*Botrytis* ». Ce phénomène est présent aussi sur les romarins de massifs ornementaux.

Les insectes peuvent aussi causer des dégâts importants car ils sélectionnent l'apex des jeunes pousses. Parmi les insectes responsables de ce phénomène «*Chrisolina americana*» et «*Arimamarginata*» (I.T.E.I.P.M.A.I, 1991).

Le dépérissement du romarin peut être causé soit par «*Botrytis*», «*Arimamarginata* », soit par des techniques de coupes non adaptées à cette plante. En effet, les dates de coupe sont bien souvent fixées par les commandes des industriels (plante fraîche), ce qui aboutit parfois à des problèmes de reprises. Par ailleurs, le système mécanique de coupe n'est pas toujours adapté au romarin (haute urin suffisante)

(I.T.E.I.P.M.A.I,1991).

13. Récolte et séchage du romarin

De manière générale, la récolte d'une plante est réalisée quand les principes actifs sont à leur maximum, afin de pouvoir compter sur des effets utiles et constants. (Reclu,2004).

Les feuilles et tiges herbacées sont récoltées lorsque la fleur commence à se développer, 12 à 18 mois après plantation (Reclu, 2004). Les feuilles se récoltent toute l'année mais sont plus parfumées l'été. Il faut donc les cueillir à cette période.

La récolte se fait par temps chaud et sec soit deux ou trois heures après le lever du soleil quand la rosée s'est dissipé (Reclu, 2004 ; Gilli,2005; Harding,2011).

Quant aux fleurs et sommités fleuries (partie supérieure du végétal), elles sont récoltées au même moment de la journée que les feuilles quand les fleurs commencent à s'épanouir. L'odeur résidant principalement dans le calice, celui-ci doit être pris délicatement et séché (Reclu,2004).

La récolte des parties aériennes en fleurs se fait soit à la machine pour les cultures de romarin soit à la serpette (manuellement) pour les parcelles de romarin sauvage (Fernandez,2012). La plante rapidement séchée est passée au cribble afin de n'obtenir plus que des feuilles et des fleurs (Gilly,2005).

Afin de ne pas abîmer les plantes sauvages, les récoltes seront modestes (Scherf, 2012).

Pour le séchage : - Feuilles et tiges herbacées : étalées sur des châssis de toile à larges mailles ou sur de la paille bien sèche, et séchées dans une pièce exposée aux rayons du soleil. Il faut les brasser régulièrement afin que l'air pénètre uniformément.

A conserver dans une pièce non humide (Reclu,2004). Les feuilles séchées sont ensuite séparées des tiges (Scherf,2012).

- Fleurs et sommités fleuries : espacées sur des claies garnies de papier, remuées de temps en temps, dans une pièce ensoleillée ou à l'étuve (Reclu,2004).

Une fois sec, conserver le romarin dans des bocaux ou boîtes garnis de papier et bouchés ou en petites bottes enveloppées dans du papier et gardées au sec.

Conservation: en vironnan (Reclu,2004).

Chapitre II :
Allélopathie

Définition

La capacité de certaines espèces de plantes à affecter d'autres plantes a été bien documentée depuis l'Antiquité. Les premiers écrits sur ce sujet sont attribués à Théophraste (300 avant JC), un élève d'Aristote qui a remarqué les effets néfastes des choux sur une vigne et a suggéré que de tels effets auraient été causés par des "odeurs" des plants de chou (**Willis, 1985**).

Ce phénomène est connu sous le nom d'allélopathie ce terme a été introduit pour la première fois par Molisch en 1937. Ce terme est dérivé du grec « allelo » pour l'autre (Ang. l'un de l'autre) et « patheia » de la souffrance (Ang. d'autre part, c'est-à-dire empêcher la croissance d'une plante par une autre par la production et le rejet de produits chimiques toxiques dans l'environnement (**Heisey, 1997**).

Toute fois, le terme est généralement accepté pour couvrir à la fois des effets de stimulation et d'inhibition d'une plante sur une autre (**Rice, 1984**). Certains biologistes utilisent le terme dans un sens plus large, les entomologistes l'utilisent dans les interactions plante insecte et les microbiologistes dans les interactions plante-microorganisme.

En 1996, la société internationale d'allélopathie (The International Allelopathy Society, IAS) définit l'allélopathie comme suit: « Tout processus impliquant des métabolites secondaires produits par les plantes, micro-organismes, virus et champignons qui ont une incidence sur la croissance et le développement de l'agriculture et les systèmes biologiques (à l'exclusion des animaux), y compris les effets positifs et négatifs » (**Torres et al., 1996**).

Le terme allélopathie correspond selon (**Boullard, 1997**) au phénomène où certaines plantes supérieures sont capables de réagir biologiquement en présence d'autres espèces, il s'agit donc d'une interaction à distance entre végétaux pluricellulaires ou entre végétaux et champignons, liée à l'influence de métabolites d'une espèce sur une autre espèce.

Inderjit et al., 1999 ont utilisé le terme dans un sens plus large, de telle sorte que les substances libérées par les plantes affectent également d'autres composantes de l'environnement. Ils ont utilisé le terme « interaction allélochimique » qui englobe :

- l'allélopathie

- les effets des substances allélopathiques libérées par les plantes sur les facteurs abiotiques (inorganiques et organiques) et biotiques des sols.

- la régulation de la production et la libération des substances allélopathiques par les composantes biotiques et abiotiques de l'écosystème.

2. Généralité sur les allélochimiques

La libération de substances organiques par divers végétaux peut se révéler toxique (**Parry, 1982**). Les substances chimiques synthétisées par les plantes allélopathiques qui exercent des influences sur d'autres plantes sont appelées allélochimiques. La plupart des allélochimiques sont classés comme des métabolites secondaires et produits dérivés de la principale voie métabolique de la plante.

Les allélochimiques sont des métabolites secondaires non nécessaires à la croissance produits par des organismes vivants (les plantes) qui ont des effets stimulateurs ou inhibiteurs sur la croissance, la santé, le comportement ou la biologie des populations d'organismes voisines (plantes, insectes, microorganismes, etc.) (**Haig, 2008**). Les allélochimiques peuvent être trouvés en concentrations différentes dans plusieurs parties de plantes (feuilles, tiges, racines, rhizomes, graines, fleurs et même les pollens) (Figure 7) et leur voie de libération dans l'environnement varie selon les espèces (**Bertin et al., 2003**). Ces composés allélochimiques sont généralement des molécules de faible poids moléculaire qui peuvent être hydrophiles ou lipophiles (**Inderjit et al., 1999**). Ces composés chimiques peuvent être des acides phénoliques, des flavonoïdes, des terpénoïdes et des alcaloïdes.

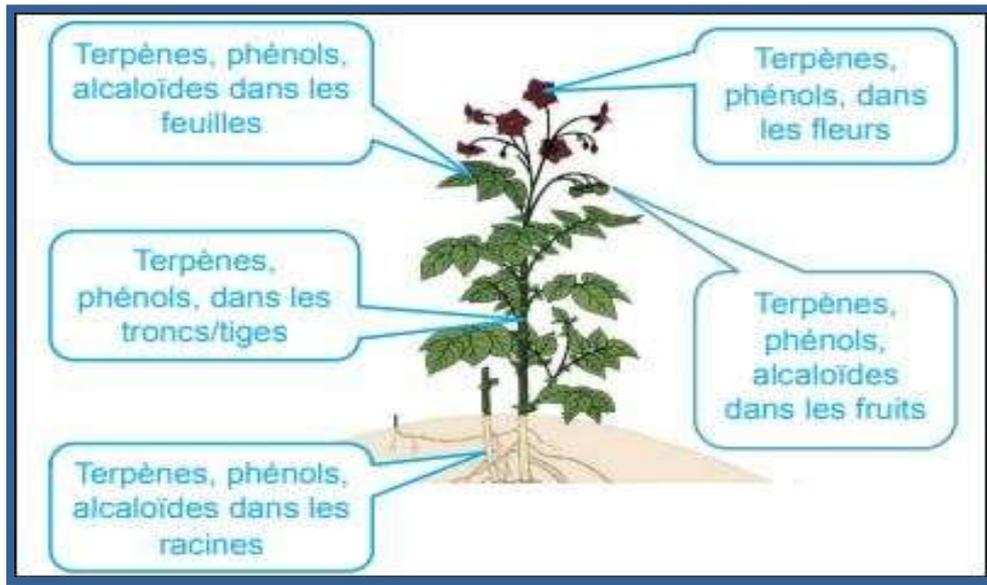


Figure 7: Localisation des métabolites secondaires dans les végétaux (Bertin et al., 2003).

Les composés allélopathiques sont libérés dans l'environnement par diverses voies (Figure 8):

1- Les eaux d'égouttement traversant le feuillage et les eaux d'écoulement le long des troncs et les tiges des plantes : les allélochimiques des feuilles de noyer noir, *Juglans nigra* L., lavées par la pluie, peuvent ainsi par exemple inhiber la croissance de la végétation sous l'arbre (Bode, 1958).

2- La volatilisation à partir des parties vertes d'une plante.

3- La décomposition de la matière végétale morte et de la litière en forêt : par exemple, le seigle (*Secale cereale* L.), lorsqu'il est utilisé comme matériau de paillage. En dehors de l'ombrage et du maintien de l'humidité du sol, le seigle en paillis inhibe la germination et la croissance des « mauvaises herbes » grâce à la libération des composés phytotoxiques (Barnes and Putnam, 1986).

4- Les exsudats racinaires : les exsudats racinaires de *Sorghum bicolor* L. Moench. contiennent du sorgho leone qui inhibe la croissance de différentes plantes telle qu'Eragrostis (Zuccagni) Trotter (Einhelligand Souza, 1992).



Figure 8: Modes de libération des allélochimiques dans l'environnement. (Anonyme.2007)

2. Métabolites secondaire simplifiés dans le phénomène allélopathique

La quasi-totalité des molécules caractérisées comme agents allélopathiques sont des métabolites secondaires végétaux. Ces métabolites se rencontrent généralement en faibles quantités (moins de 1% du poids sec), dépendent fortement du stade physiologique et de développement de la plante (Akula et Ravishankar, 2011). Leur production peut être soit largement répondue soit limitée à certaines familles botaniques, ou à certains genres voir à certaines espèces particulières (Hopkins, 2003). Elles sont impliquées dans les mécanismes de défenses des plantes, elles contribuent aussi dans les processus de compétition inter et intraspécifiques des végétaux, dans les différents types d'associations et sont ainsi impliquées dans les phénomènes d'attractions (substances sémio-chimiques) (Croteau et al., 2000).

L'extraordinaire diversité de métabolisme végétal est à l'origine de plusieurs dizaines de milliers de structures qui peuvent être classées en trois grandes catégories; les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes. Ils dérivent principalement du métabolisme primaire via les molécules charnières comme l'acide shikimique, l'acétyl-CoA et l'acide mévalonique, et il existe donc des liens étroits entre les grandes fonctions physiologiques des végétaux (photosynthèse et respiration) et la production de métabolites secondaires potentiellement allélopathiques (fig.9) (Chiapusio et al.,

2008).

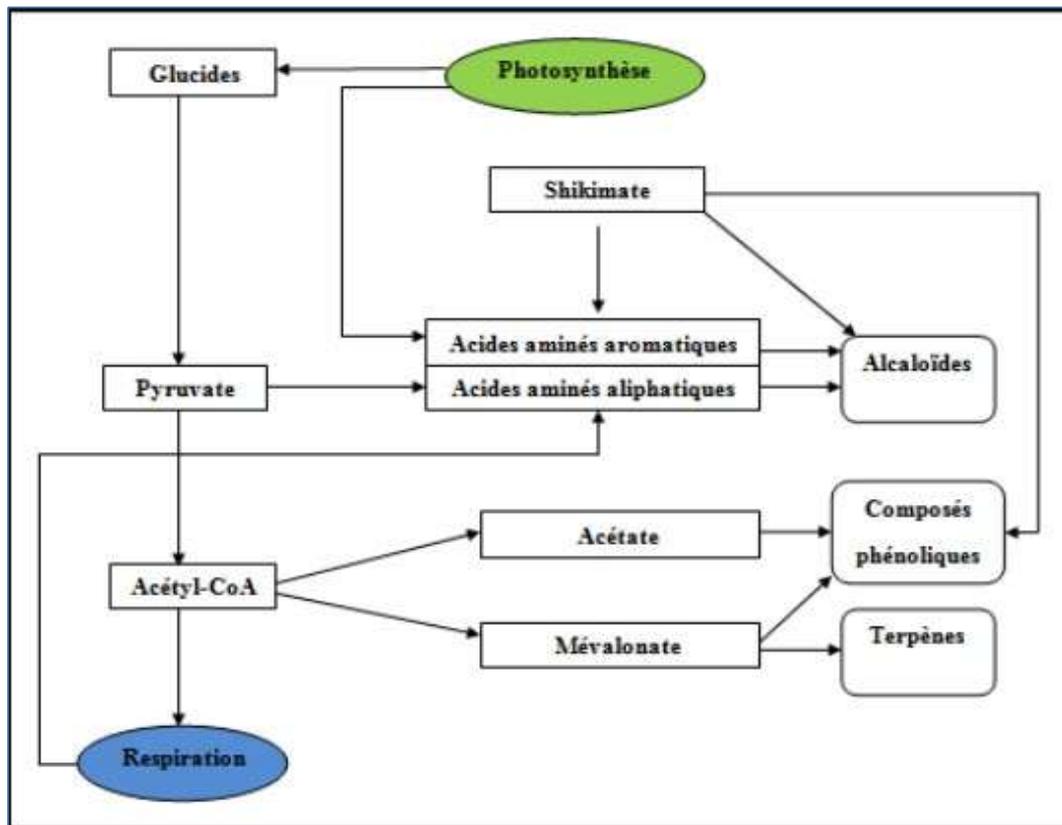


Figure 9: Les grandes voies de synthèse des métabolites secondaires et relation avec le métabolisme primaire (Chiapusio et al., 2008).

a. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques ou polyphénols forment une grande famille de composés chimiques très divers de puis les simples acides phénoliques jusqu'aux grands polymères complexes (Hopkins, 2003). Ils représentent 8000 molécules caractérisées, ils sont typiques des plantes vasculaires et constituent 40% du charbon organique dans la biosphère (Croteau et al., 2000). Ils ont différentes fonctions dans les différentes espèces; défense contre le spathogènes (ex. lignanes), molécules de dissuasion alimentaire, attraction des pollinisateurs, présentent une source d'antioxydants puissants, molécules qui donnent couleur, arômes, parfums aux plantes (ex. flavonoïdes) et un rôle structural (ex. lignine, constituante du bois) (Croteau et al., 2000; Merouene et al., 2014; Modnicki et al., 2019).

b. Terpénoïdes

Les terpénoïdes, constituent le groupe de métabolites secondaires des plantes le plus

abondant et le plus structurellement divers (plus de 23000 structures) (**Cheng et al., 2007**). Ils sont formés par la polymérisation des unités à 5 atomes de carbone (isoprène). Ce sont des aromes volatiles, parfums, phytoalexines, hormones végétales (ex. Gibbérelline), molécules avec action pharmacologique, stéroïdes de membrane, certaines toxines, caroténoïdes... (**Croteau et al., 2000**). Les monoterpènes et les diterpènes, qui sont les principaux composants des huiles essentielles, agissent comme agents allélopathiques, attractifs dans les interactions plante-plante ou plante-pathogène/herbivore ou répulsifs (**Grabmann, 2005**).

c. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés hétérocycliques azotés et basiques, dérivent des acides aminés (tyrosine, tryptophane, ornithine, arginine, et lysine) (**Yinyang et al., 2014**). Ils représentent un groupe de métabolites très diversifié avec 12000 molécules (**Croteau et al., 2000**). Les alcaloïdes sont rencontrés chez 15 à 20% des plantes supérieures vasculaires. Le goût amer des substances en plus de leur toxicité, sont généralement suffisants pour repousser les herbivores, les insectes et les microorganismes. On retrouve dans ce groupe la morphine, la cocaïne et la mescaline qui sont des drogues puissantes, la quinine, la nicotine, la strychnine, etc. (**Bourmita et al., 2013**).

3. Voies de libération des composés allélopathiques

En général, les allélochimiques sont des molécules phytotoxiques, qui exercent leurs effets à des quantités faibles, mais constantes ou des concentrations croissantes sur des longues périodes (**Duke, 2015**). Ils sont émis dans l'environnement selon différents mécanismes illustrés par la figure 10 (**Chiapusio et al., 2008**). L'effet allélopathique peut être dû à un composé allélochimique ou à un mélange de molécules. Une fois libérés dans le sol, les propriétés physiques, chimiques et biologiques des allélochimiques changent (**Latif et al., 2016**). En plus, les composés peuvent être transformés et dégradés par les microbes du sol (**Massalha et al., 2017**).

Les composés volatiles émis par les parties vivantes de la plante, sont en particulier terpènes et éthylène (**Xavier et Laurant, 1987; Bertinet et al., 2003**).

L'exsudation racinaire correspond à l'émission par les racines d'un ensemble d'ions, d'enzymes, de mucilages, d'oxygène libre et divers composés contenant des métabolites primaires et secondaires, qui sont produits par la plante et diffusés dans le

sol (L'Etang,2012).

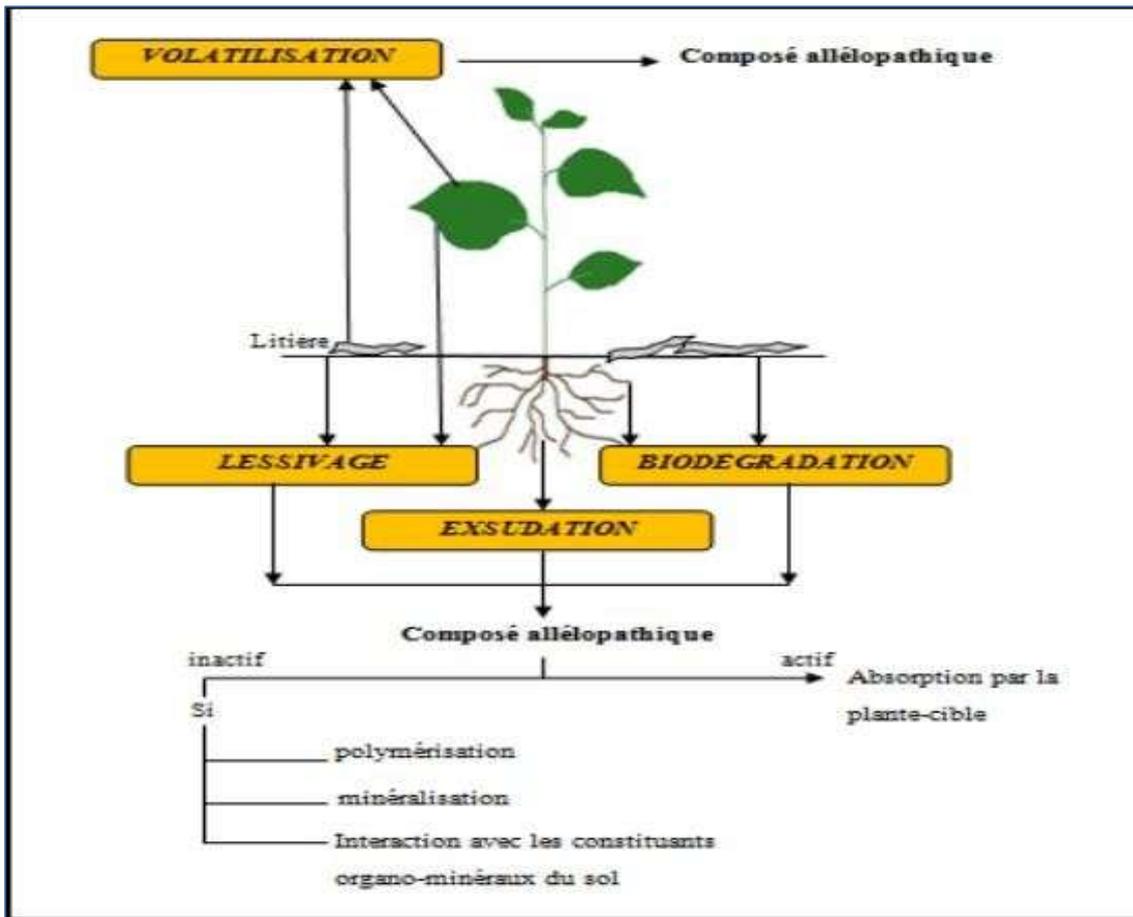


Figure10: Voies de libération des molécules allélopathiques
(Chiapusio et al., 2008).

4. Facteurs influençant la production et l'activité des allélochimiques

Les facteurs abiotiques (température, lumière et sol) et biotiques (cycle biologique, compétition, agents pathogènes, organismes nuisibles) peuvent influencer la production d'allélochimiques par les plantes (Rivoal et al., 2011) (Figure 11). Dans de nombreuses situations, ces composés chimiques peuvent atteindre d'autres plantes et peuvent induire une activité inhibitrice ou stimulatrice sur les plantes cibles.

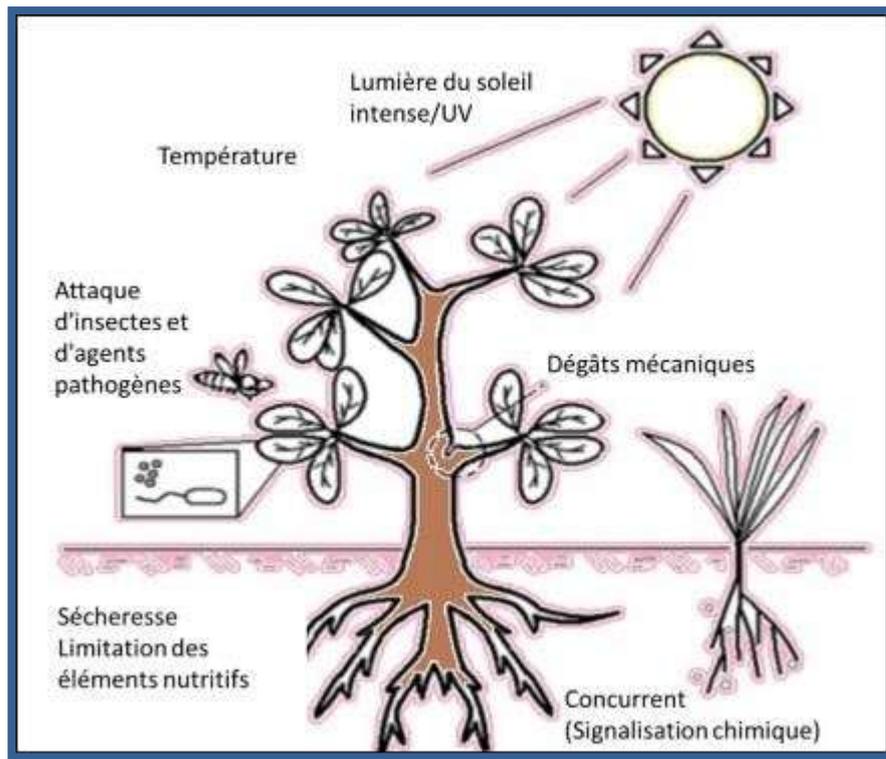


Figure 11: Facteurs influençant la production des allélochimiques par les plantes. (Albuquerque et al., 2010).

De plus, les propriétés physicochimiques des allélochimiques ainsi que leur activité phytotoxique peuvent être affectées par de nombreux facteurs. Ceux-ci comprennent des facteurs du sol et des facteurs liés aux plantes sources et cibles, lesquels sont influencés par les paramètres climatiques (Kobayashi, 2004).

a. Facteurs abiotiques

- **Facteurs du sol**

L'allélopathie est un phénomène fortement lié aux conditions environnementales des plantes (Blanco, 2007). Les plantes qui se développent dans des environnements riches en nutriment ont tendance à avoir une production d'allélochimiques inférieure aux plantes se développant sur des sites pauvres en éléments nutritifs (Tangetal., 1995). Par exemple, des individus d'*Helianthus annuus* L. cultivés dans des conditions de carence en nutriments, se sont révélés plus efficaces pour inhiber la germination d'*Amaranthus retroflexus* L. (Hall et al., 1982) que d'autres individus cultivés en milieu riche en nutriments.

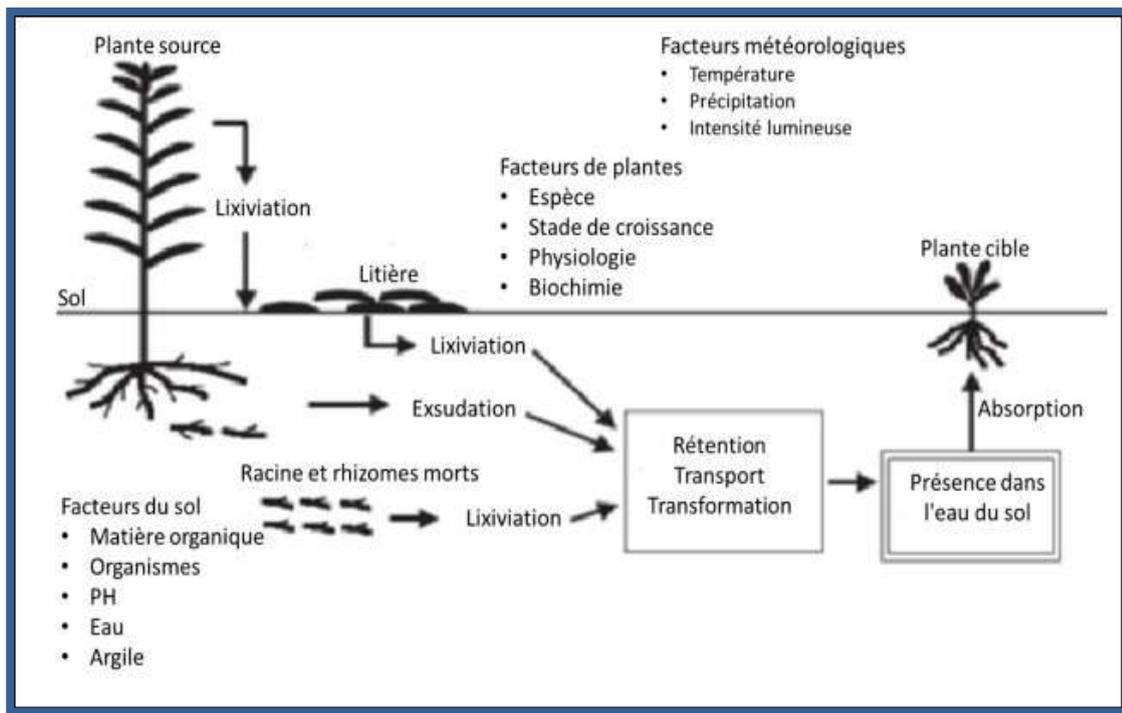


Figure 12: Facteurs affectant le comportement et l'activité phytotoxique des allélochimiques. (Kobayashi, 2004).

Les caractéristiques physico-chimiques du sol jouent un rôle important dans la détermination de la persistance des allélochimiques dans les sols (Inderjit, 2005). L'un des principaux processus qui contrôlent les niveaux toxiques des allélochimiques dans l'eau du sol est l'équilibre d'adsorption-désorption qui est, à son tour, fonction de différents facteurs du sol tels que le pH, la matière organique, l'humidité et la texture (Inderjit et al., 2000 ; Kobayashi, 2004).

L'addition d'éléments nutritifs au sol pauvre peut parfois surmonter l'effet allélopathique (Kalburtji et al., 2001). Le pH du sol est l'un des facteurs importants qui influent sur la biodiversité microbienne et les réactions chimiques du sol. Par conséquent, l'activité allélochimique varie selon les différents niveaux de pH du sol. La phytotoxicité des allélochimiques augmente de façon significative lorsque le pH décroît (Wang et al., 2012 ; Norouzi et al., 2015). De plus, il a été montré que l'activité allélopathique de plantes sources cultivées dans des sols secs était plus efficace que celle provoquée à partir d'autres plantes sources cultivées dans des sols bien arrosés (Pedrol et al., 2006). La présence d'herbicides, de pesticides et de métaux lourds dans le sol influence fortement la production d'allélochimiques (Lehman et al.,

1994;Reigosa et al.,1999).

- **Facteurs climatiques**

Différents stress abiotiques pourraient avoir des impacts sur les propriétés allélopathiques. Les radiations lumineuses affectent les plantes sources en fonction de leur longueur d'onde, de leur intensité mais aussi de la photopériode (**Koeppe et al., 1970 ;Melkania,1992;Reigosa et al.,1999;Mallik,2002**).Les stress hydriques et thermiques peuvent augmenter la production des allélochimiques et altérer les propriétés phytotoxiques des allélochimiques (**Einhellig and Eckrich, 1984**). La température élevée pourrait accentuer l'activité allélopathique dans l'environnement en modifiant la propriété des allélochimiques de venant plus toxiques sous stress thermique ou en affectant la sensibilité des plantes cibles (**Einhellig, 1996 ; Chaves Lobón et al., 2002 ; Wang et al.,2011**).

- **Facteur«feux de forêts »**

Les feux de forêt fréquents stimulent la production d'allélochimiques par les plantes sources. Cette production peut être une conséquence de modifications physiques par le feu ou une stratégie visant à réduire la prolifération des plantes combustibles à proximité des plantes(**Williamson et al., 1992**). Notons cependant que le feu est aussi un facteur important pour réduire la concentration allélochimiques dans le sol de la forêt, par la combustion de l'humus et la litière présentant des concentrations élevées en allélochimiques (**Lovett,1986 ;Mallik, 2003**).

b. Facteurs biotiques

La production d'allélochimiques est contrôlée génétiquement et il peut y avoir des différences significatives dans la teneur en allélochimiques entre les génotypes végétaux. De plus, cette production peut varier selon le stade de développement et le type d'organe de la plante (**Fernandezetal., 2009**).

La réponse des plantes cibles varie selon la source des composés allélochimiques et le stade de croissance des plantes (**Ben Hammouda et al., 2001**). La principale espèce qui pousse en présence d'*Acacia dealbata* Lien. , espèce envahissante en Europe, est plus affectée par les allélochimiques que cette espèce produite au moment de sa floraison; La sensibilité des espèces végétales aux allélochimiques dépend principalement des caractéristiques physiologiques et biochimiques de chaque plante (**Kobayashi, 2004**). La sensibilité différente de la plante cible aux extraits phytotoxiques de la plante source a été

rapportée en fonction de l'espèce, des différences génétiques intraspécifiques (Inderjit *et al.*, 2011), des organes de la plante et des stades de croissance (Rietveld *et al.*, 1983 ; Chung et Miller, 1995 ; Miller, 1996 ; Wu *et al.*, 2015). (Jose et Gillespie, 1998) ont découvert que la juglone, connue pour ses propriétés alléliques, inhibe la croissance de *Glycine max* L. Merr. Plus que *Zea mays* L. Yamamoto (1995) a montré que la coumarine inhibe la croissance de *Zoysia japonica* Steud. Mais cela a encouragé la croissance d'*Anthoxanthum odoratum* L. La réponse des espèces végétales commensales aux produits allélochimiques produits par une espèce particulière peut varier considérablement et les effets allélopathiques peuvent être spécifiques à l'espèce (Inderjit *et al.*, 2011).

5. Application de l'allélopathie

En situation naturelle, il semble que l'allélopathie contribue à la répartition spatiale des espèces et à l'organisation des successions végétales. Les phénomènes allélopathiques trouvent également de nombreuses applications dans le domaine de l'agriculture:

- **Concurrence des mauvaises herbes sur la culture**

Les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes.

- **Lutte contre les mauvaises herbes**

On envisage la sélection de variétés ayant un pouvoir allélopathique, par exemple pour le riz ; des substances allélopathiques peuvent servir à l'élaboration d'herbicides, comme la Cynméthylène développé par Shell à partir de Cinéol (composé terpénique de l'Eucalyptus) pour le désherbage des cultures de soja, d'arachide et de cotonnier.

- **Gestion des rotations culturales**

On observe des effets d'une culture sur la suivante, soit à cause de phénomènes d'autotoxicité (le sorgho ou le riz pluvial peut subir un effet dépressif s'il est implanté après un précédent de la même culture avec de fortes variations variétales), Soit à travers des successions nettoyantes (dans le cas de la culture de tournesol); les associations de cultures peuvent être perturbées par des substances allélopathiques (par exemple leur action sur la fixation de l'azote peut gêner l'établissement des légumineuses dans les prairies) (Caussanel, 1973).

- **Itinéraires technique**

La présence de résidus de récolte constitue, actuellement, un problème qui prend de l'importance avec le développement des techniques de travail minimum. L'enfouissement des résidus de récolte permet de diluer les composés allélopathiques libérés par leur décomposition et de limiter leurs effets sur la culture suivante. Les phénomènes d'allélopathies ont pris en compte dans la gestion des plantes de couverture (**Caussanel, 1973**).

Chapitre III :
Les métabolites
secondaires

Introduction

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. Ils possèdent des métabolites dits «secondaires» par opposition aux métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides et les lipides. Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, dont plus de 200000 molécules ont été identifiées (**Saidi,2019**).

I- Principales classes de métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont repartis en plusieurs grandes familles chimiques : les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes (**Mamadou,2011**).

I.1 Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des métabolites secondaires, ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance, ou la production (**Labioud, 2016**). Mais ils représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des différents domaines (**Saidi,2019**). Ils sont synthétisés par les plantes, présents dans les vacuoles des tissus végétaux et contribuent à la qualité organoleptique et nutritionnelle des aliments qui en contiennent (**Zemmouri, 2015**). Comme la plupart des métabolites secondaires, les polyphénols sont synthétisés par les plantes afin d'accomplir certaines fonctions. Ils sont généralement impliqués dans:

- La défense contre les rayonnements ultra violets
- La défense contre l'agression par les pathogènes, les parasites et les prédateurs
- La production des arômes et parfums et la contribution dans la pigmentation
- La protection des cultures contre la peste et la germination des graines avant la récolte (**Bravo,1998; Dai et Mumper,2010**).
- Ces composés montrent des activités anti-carcinogènes, anti-inflammatoires, anti athérogènes, analgésiques, antibactériens, antiviraux, anticancéreux... (**Ali, Hahn, et Paek, 2007**).

1-2- Classification des polyphénols

Les composés phénoliques représentent une grande famille dont la structure de base est le phénol, un cycle carbonique hydroxylé (Richard, 2012). Sont divisés en plusieurs catégories: les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins qui sont des produits de la polymérisation des flavonoïdes, les acides phénoliques, les coumarines, les lignanes et d'autres classes existent en nombres considérables (Bouchouka, 2016).

I .2 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances naturelles réagissant comme des bases, dont l'atome d'azote est compris dans un système hétérocyclique, figurent parmi les principes actifs les plus importants en pharmacologie et en médecine et renferme des molécules ayant des réactions communes à certains types de réactifs (Richard, 2012).

2.2 Propriétés chimiques et distribution

On les trouve dans plusieurs familles des plantes, en tant que des métabolites secondaires, principalement chez les plantes à fleurs (Badiaga, 2011). 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 (Muniz, 2006). Les alcaloïdes peuvent être extraits à partir de leurs sources naturelles par traitement avec des acides (habituellement acide chlorhydrique ou sulfurique, bien que des acides organiques). La plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (Bruneton, 2009).

2.3 Classification

L'atome d'azote dans les alcaloïdes provient, en général, d'un acide aminé dont la structure carbonée reste souvent intacte dans la structure finale de l'alcaloïde. Une façon raisonnable est alors de classer les alcaloïdes en groupes, selon leur précurseur biosynthétique quelque types sont décrits dans le Tableau II ci-dessous (Muniz, 2006). On distingue trois classes d'alcaloïdes:

* **Les alcaloïdes vrais**, qui représentent de plus grand nombre d'alcaloïdes, sont

toxiques. Ils dérivent d'acides aminés et comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique, dont les précurseurs sont des acides aminés.

Ce sont des substances douées d'une grande activité biologique, même à faibles doses.

Ils apparaissent dans les plantes, soit sous forme libre, soit sous forme d'un sel, soit comme N-oxide (**Aniszewski, 2007**).

Exemples:

- Précurseur de L-ornithine :Cocaïne,Atropine,Europine,Hygrine.
- Précurseur de L-tyrosine: Dopamine,Morphine,Papavérine,Adrénaline.
- Précurseur de L-tryptophane:Sérotonine, Catharantine,Quinidine,Corynanthéidine.
- Précurseur de Acide nicotinique: Anabasine,Nicotine,Cassinine,Evoline.

* **Les pseudo-alcaloïdes** qui sont des métabolites présentant les caractéristiques des alcaloïdes vrais mais ne sont pas dérivés d'un acide-aminé (terpéniques).

Exemples:

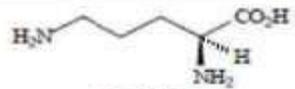
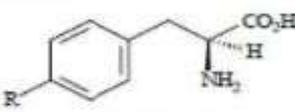
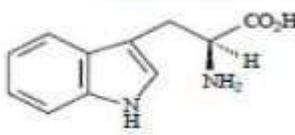
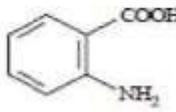
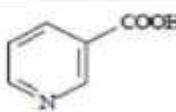
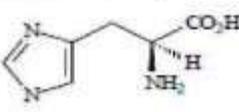
- Précurseur de L-tyrosine:hordenine,mescaline.
- Précurseur de L-tryptophane: yohimbine.
- Précurseur de L-ornithine:4-hydroxy-stachydrine,stachydrine.

* **Les proto-alcaloïdes** qui sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un système hétérocyclique; ils ont un caractère basique et sont élaborés in vivo à partir d'acides aminés, solubles dans l'eau et ils sont souvent appelés amines biologiques (**Badiaga, 2011 ;Richard, 2012**). Ils peuvent aussi résulter d'amination, ou de réaction de transamination dans une voie connectée avec les précurseurs ou les postcurseurs d'acides aminés (**Aniszewski, 2007**).

Exemples:

- Précurseur d'Acétate:coniine,pinidine,évonine,wilforine.
- Précurseur d'Acide pyruvique:cathine,cathinone,éphédrine,noréphédrine.
- Précurseur d'Acide férulique:capsaïcine.
- Précurseur de Géraniol: aconine,aconitine,actinidine,atisine,gentianine.

Tableau I : Type d'alcaloïdes et leur précurseur acide aminé (Muniz,2006).

Acide aminé	Type d'alcaloïde
 Ornithine	Pyrrolidines, pyrrolizidines, tropanes
 Lysine	Pipéridines, quinolizidines, indolizidines
 R = H, Phénylalsmine R = OH, Tyrosine	Alcaloïdes du type éphédrine, isoquinoléines
 Tryptophane	Indoles
 Acide anthranilique	Quinoléines, quinazolines, acridines
 Acide nicotinique	Pyridines
 Histidine	Imidazoles
Via aminations	Alcaloïdes terpéniques et stéroïdiens

2.4 Le Rôle biologiques des alcaloïdes

Les alcaloïdes sont utilisés dans plusieurs médicaments, ils affectent chez l'homme le système nerveux particulièrement les transmetteurs chimiques tels l'acétylcholine, norépinephrine, acide gamma aminobutyrique (GABA), dopamine et la sérotonine et sont utilisés comme anti-cancer, sédatifs et pour leur effet sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (Iserin,2001)

I .3 Les terpénoïdes

Les terpènes sont des substances généralement lipophiles qui dérivent d'une unité simple à cinq atomes de carbone nommée isoprène. Leur grande diversité trouve son origine dans le nombre d'unités de base qui composent la chaîne, ainsi que dans les divers modes d'assemblage. La formation de structures cycliques, l'addition de fonction comprenant de l'oxygène et la conjugaison avec des sucres ou d'autres molécules peuvent rendre leurs structures complexes (**Hopkins,2003**).

3.2 Rôle biologiques des terpénoïdes

-Les terpénoïdes entrent dans le domaine des interactions végétales (agents allélopathiques,notamment inhibiteurs de germination)que dans celui des interactions végétal-animal:protection contre les prédateurs (insectes, champignons) et attraction des pollinisateurs et pourraient constituer des supports à une « communication » et ce d'autant mieux que leur variété structurale autorise le transfert de «messages biologiques» sélectifs(**Jean,2009**).

- des stimulants du système nerveux central pouvant être convulsivants à haute dose (anis,badiane...), des cholérétiques (romarin, sauge...), des vermifuges (tanaisie, chénopode...) et pour l'usage externe, on trouve des révulsifs, des rubéfiants (essence de térébenthine...), des cicatrisants (lavande...)ou des anti-inflammatoires, devant leurs propriétés auxazulènes(camomille,matricaire...).

- Ils sont présents dans les végétaux, dont ils sont souvent les constituants « de senteur » ; on les extrait sous forme d'huile essentielle pour la parfumerie (**Boukhobza et Goetz,2014**).

3.3 Classe des terpénoïdes

La classification des terpenoïdes est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène en donnant:

Tableau II : les différentes classes terpénoïdes (Boukhobza et Goetz, 2014).

Squelette carboné	Type de terpenoïdes	Exemple de molécule
C 5	Hemiterpenes	Isoprène
C 10	Monoterpènes	Géraniol, menthol,
C 15	Sesquiterpènes	β -santalol, carotol
C 20	Diterpènes	Sclaréol, manool
C 30	Triterpènes	Lanostérol
C 40	Tetraterpènes	Caroténoïdes
+ C 40	Polyterpènes	Caoutchouc

PARTIE II :
Matériel et méthodes

I Matériel végétal

La partie expérimentale de cette étude a été réalisée dans le laboratoire de département des Sciences de la Nature, Institut de Science et Technologie, Centre universitaire Abdelhafid bousof Mila.

Le matériel végétal utilisé est constitué des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. appartenant à la famille des Lamiaceae comme une plante source des métabolites secondaires ; plus deux variétés des céréales et deux variétés des légumineuses sur lesquelles on a réalisé notre expérimentation.

1. Echantillonnage

Les feuilles et les fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. ont été prospectées le mois de Janvier 2022 dans la région de Grarem Gouga localisée dans l'est du chef-lieu de la wilaya de Mila sur l'axe Constantine-Jijel (figure 13).



Figure 13 : Zone de prospection de *Rosmarinus* L. (Google maps 2022).

2. Séchage

Le séchage est un procédé consistant à abaisser la teneur en eau contenue dans la plante. Les feuilles et les fleurs sont séchées à l'air libre à l'abri de la lumière pour préserver au maximum l'intégrité des molécules, en évitant les altérations et la prolifération des micro-organismes.



Figure14: Fleurs sèches.

Figure15: Feuilles sèches.

3. Broyage

Le broyage a été réalisé à l'aide d'un broyeur électrique pour obtenir une poudre fine ; cette dernière est conservée jusqu'à l'utilisation.



Figure16 : Poudre des fleurs et des feuilles.

4. Les plantes testées

On a utilisé 4 variétés (2 variétés de céréales et 2 variétés légumineuses) fournis par la direction de Céréales et Légumes secs de radjas Wilaya de Mila.

Tableau III : Espèces céréalières et légumineuses.

	Nom de variété	Nom scientifique	Famille
Les céréales	Blé dur: Vitron 	<i>Triticum durum.</i>	Poaceae
	Blé tendre: ARZ 	<i>Triticum aestivum.</i>	Poaceae
Les légumes	Lentille: Syrie229 	<i>Lens culinaris.</i>	Fabaceae
	Pois chiche: Flip 	<i>Cicerari etinum.</i>	Fabaceae

II Préparation des extraits

1. Extraction aqueuse

Nous avons pratiqué une macération dans 500ml d'eau distillée avec 50g de la poudre de *Rosmarinus officinalis* L. pendant 24 heures avec agitation.

Après 24h, on a fait la filtration par le papier filtre pour obtenir une solution homogène et sans particule en suspension (extrait aqueux liquide limpide).

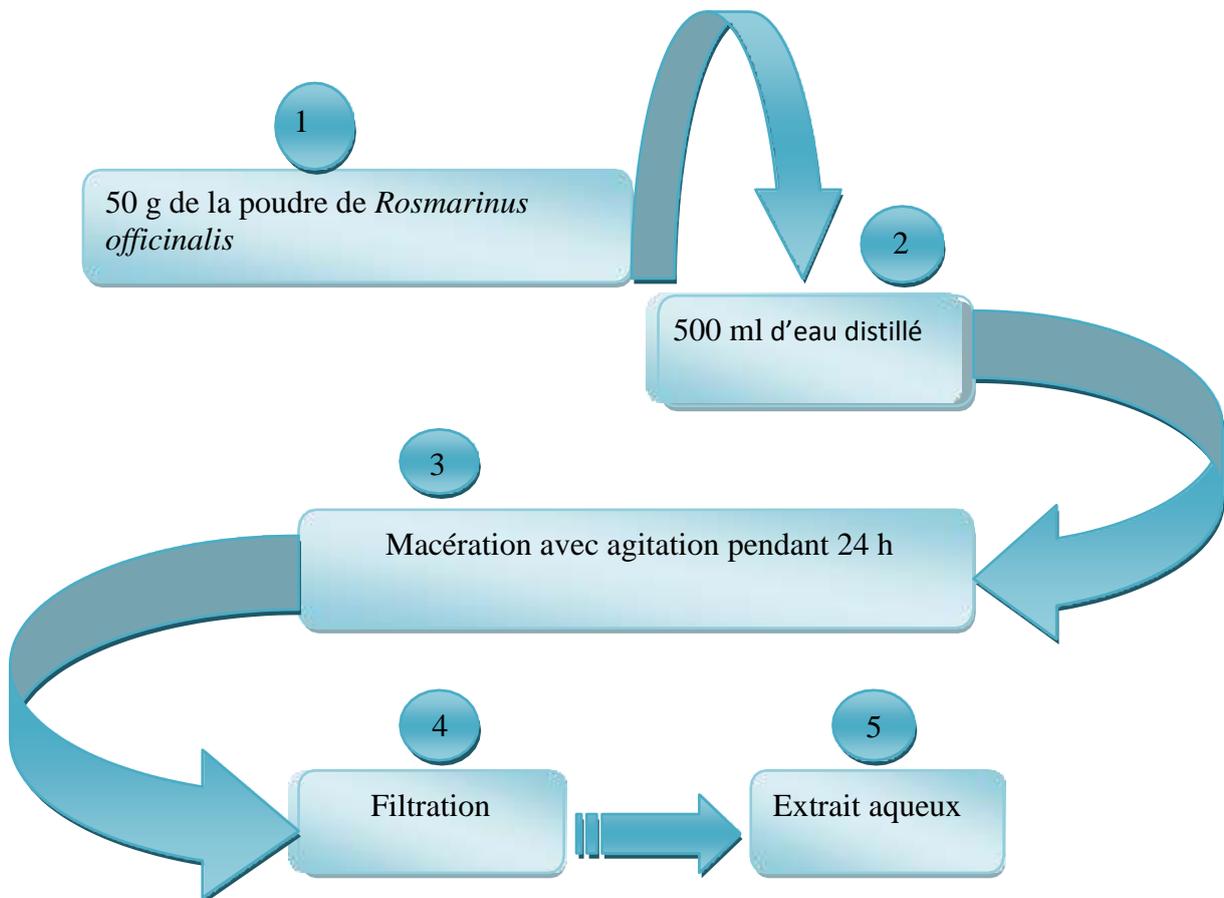


Figure17: Schéma d'extraction aqueuse

2. Extraction par le méthanol

Les solvants organiques sont des produits chimiques contenant du carbone, capables de dissoudre et de diluer d'autres substances sans les modifier ni se modifier eux-mêmes. Un solvant est un liquide dans lequel on introduit une ou plusieurs substances—les solutés—de manière à constituer une phase homogène: la solution.

- **Protocole**

On a fait la macération de 50 g de broyat dans 250 ml du méthanol avec agitation pendant 24 heures puis on a fait la filtration par un papier filtre. Cette opération est répétée trois fois avec renouvellement du solvant. Le filtrat de l'extrait est évaporé dans un rotavapor à 40 C° jusqu'à l'évaporation et l'obtention d'un extrait organique. L'extrait a été conservé dans le réfrigérateur jusqu'à son utilisation.

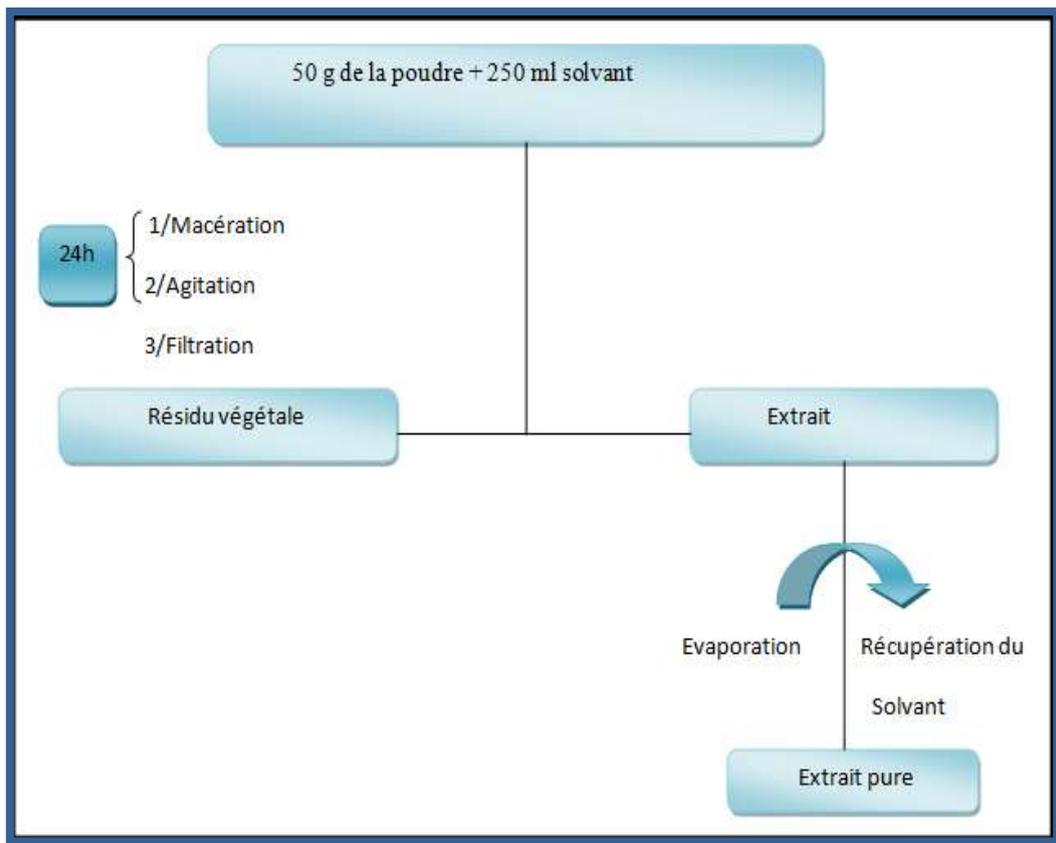


Figure 18: Préparation de extrait méthanolique.

Partie III : Résultats et discussion

III Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu selon la méthode citée par (Singleton and Rossi,1965).

➤ Principe

L'ensemble des composés phénoliques est oxydé par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier, est de couleur jaune, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et l'acide phosphomolybdique qui sont réduits lors de l'oxydation des phénols en mélange d'oxyde bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon,1968). La coloration bleue produite est proportionnelle au taux de composés phénoliques, et possède une absorbance maximale à environ 765 nm (Ojeil et al.,2010).

La réaction d'oxydation est accélérée en milieu alcalin (dans notre cas, par un ajout de carbonate de sodium).

➤ Protocole

Un volume de 200µl de chaque extrait a été mélangé à 1ml de Folin-Ciocalteu (dilué 10%).

Les solutions ont été mélangées et incubées pendant 4 minutes. Après l'incubation, 800µl de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3 à 7,5%) a été ajoutée. Le mélange final a été écoulé puis incubé pendant 2h dans l'obscurité à température ambiante. Ainsi, l'absorbance de la couleur bleue résultante a été mesurée à $\lambda_{\text{max}}=765$ nm avec un spectrophotomètre. Les expériences sont répétées 2 fois et sont rapportées à une courbe étalon et exprimées en équivalent d'acide gallique. Le blanc est préparé de la même façon sauf que l'extrait est remplacé par le solvant.

➤ Expression des résultats

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage, établie avec l'acide gallique et exprimée en microgramme équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait ($\mu\text{gEAG}/\text{mg}$).

IV Activité antioxydante par le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil)

Afin d'étudier l'activité antiradicalaire de nos extraits, nous avons utilisé la méthode du piégeage du radical libre du DPPH, selon le protocole de (Masuda et al.,1999).

➤ Principe

Partie III : Résultats et discussion

La méthode 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est un test standard utilisé pour évaluer les propriétés antioxydantes qui est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est un radical stable soluble dans le méthanol ou l'éthanol qui présente une absorption caractéristique à 517 nm qui lui confère une coloration violette, cette couleur passe du violet au jaune lorsque le DPPH est réduit en diphenylpicrylhydrazine par un capteur de radicaux libres, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu (Sanchez-Moreno, 2002 ; Maataoui et al., 2006). Ce changement de couleur est suivi par spectrophotomètre.

La réaction peut être résumée sous la forme de l'équation:



Où AH est un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH pour le transformer en DPPH-H.

Du point de vue méthodologique, le test au radical libre DPPH est recommandé pour des composés contenant les groupes SH, NH et OH (Salah et al., 1995).

➤ Protocole

Le protocole expérimental utilisé est celui de (Brand-williams et al., 1995). La solution du DPPH est préparée par solubilisation de 4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. 50 µl des solutions d'extraits à différentes concentrations sont ajoutés à 2 ml de DPPH.

Le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30 minutes et la décoloration par rapport au contrôle négatif qui contient uniquement la solution de DPPH est mesurée à 517 nm.

Le contrôle positif est représenté par une solution d'acide ascorbique comme un antioxydant standard. L'évaluation de l'activité antiradicalaire en utilisant la méthode DPPH est exprimée en pourcentage selon la relation suivante:

$$\% \text{d'activité antiradicalaire} = \frac{(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon})}{\text{Abs contrôle}} \times 100.$$

V Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. sur la germination et la croissance de quelques céréales et légumes secs.

Partie III : Résultats et discussion

1. Désinfection des graines

On a désinfecté les graines avec l'eau de javel/ eau distillée pendant quelques secondes puis on a fait le rinçage de ces graines avec l'eau de robinet 3 fois. Nous avons choisies des graines saines et qui ont presque la même taille.

➤ Protocole

Les graines sont placées dans des boîtes de pétrie (10 graines pour chaque boîte) contenant du papier filtre Whatman N°3 humidifié par les différentes concentrations de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. (Cm, C1, C2, C3). Le témoin a été préparé avec l'eau distillée, trois répétitions ont été utilisées pour chaque concentration / plante.



Figure 19: Dispositif expérimental de la germination et la croissance des graines.

Partie III : Résultats et discussion

➤ Observation et mesure

Les boîtes de Pétri sont placées à une température ambiante pour une durée de 10 jours on notant quotidiennement le nombre des graines germées, la longueur des racines et des tiges. Plusieurs paramètres ont été calculés :

1- Taux de germination (Tg)

Le taux de germination a été calculé selon la formule donnée par **Côme(1970)**: I

$$Tg = Ng / Ns \times 100$$

Tg: Taux de germination.

Ng: Nombre de graines germées.

Ns: Nombre de graines semées.

2-Taux d'inhibition de germination (Ti)

Selon **Benkhetou (2010)** le taux d'inhibition est calculé par la formule suivante:

$$Ti = (Ns - Ng) / Ns \times 100$$

Ti : Taux d'inhibition germination.

Ns: Nombre de graines semées.

Ng: Nombre de graines germées.

3-Vitesse de germination

La vitesse de germination est calculée par la formule suivante proposée par **Côme**

(1970) :

$$V = (N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n) / (N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 + \dots + N_n T_n)$$

V: Vitesse de germination.

Nn: Nombre de graines germées au temps Tn.

4-Index de germination (Ig)

L'index de germination est une expression quantitative de la germination qui concerne

Partie III : Résultats et discussion

le taux de germination quotidien à la valeur maximale de la germination notée (Throneberry et Smith, 1955). Il est calculé par l'équation suivante:

$$I_g = N_1 + N_2 - N_1/2 + N_3 - N_2/3 + N_n - N_{n-1}/n$$

I_g : Index de germination.

N_n: Pourcentage de germination au n^{ème} jour.

5-Longueur relatives des pousses (R_s)

Selon Rho et Kil (1986) ce paramètre est calculé par la formule suivante:

$$R_s = M_s/M_c \times 100$$

R_s: Longueur relative des pousses.

M_s : Longueur moyenne des pousses des plantes traitées.

M_c: Longueur moyennes des pousses des plantes témoins.

6-Longueur relative des racines (R_r)

La longueur relative des racines est calculée selon la formule donnée par Rho et Kil (1986) :

$$R_r = M / M_c \cdot 100$$

R_r: Longueur relative des racines.

M : Longueur moyenne des racines des plantes traitées.

M_c: Longueur moyennes des racines des plantes témoins.

7-Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance

Ce paramètre est calculé selon formule donnée par Abiyuet Nagappanen 2015:

$$T_i = (RLT - RLC) / RLC \cdot 100$$

T_i: Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance des tiges ou des racines.

RLC: Longueur des tiges ou des racines des plantes témoin.

RLT: Longueur des tiges ou des racines des plantes traitées.

Partie III:
Résultats et discussion

I .1 Dosage des composés phénoliques

L'utilisation de la méthode de Folin-Ciocalteu pour le dosage des polyphénols totaux est l'une des plus anciennes méthodes utilisées. L'absorbance a été mesurée à 765 nm, et la teneur en polyphénols a été calculée par l'équation $y = 0.0001x + 0.006$ établi par l'acide gallique (Figure 1)(annexe 3). Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g EAG/mg}$

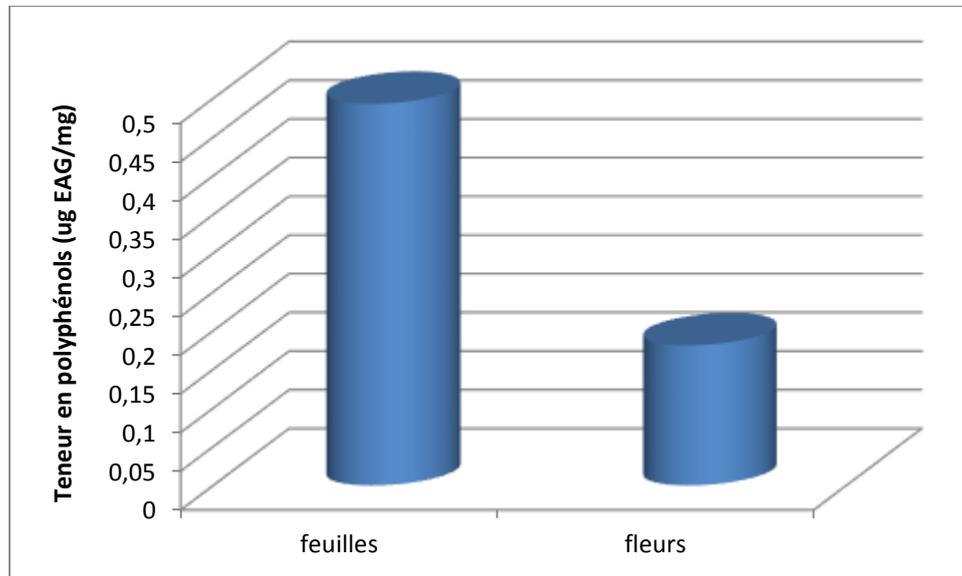


Figure 20 : Teneur en polyphénols totaux de différents extraits des feuilles et fleurs de *Rosmarinus officinalis* L.

En termes de rentabilité, on constate que les feuilles de *Rosmarinus officinalis* L. contiennent une quantité en polyphénols égale à $0,493 \mu\text{g EAG/mg}$, cette teneur est plus importante que dans les fleurs ($0,181 \mu\text{g EAG/mg}$).

Les résultats obtenus par (Fadili et al., 2015) montrent des valeurs inférieures à nos résultats, ils sont de l'ordre de $0,185 \mu\text{g EAG/mg}$ pour l'extrait méthanolique des feuilles; de même Kahouli en 2010 a trouvé une teneur égale à $0,228 \mu\text{g EAG / mg}$, cette valeur est aussi inférieure à nos résultats..

L'étude réalisée par (Hyun et al., 2015) a donné une teneur égale à de $0,216 \mu\text{g EAG /mg}$ pour l'extrait méthanolique de *Rosmarinus officinalis* L.

Benbott et al., 2018 qui ont mesuré la teneur des polyphénols pour deux extraits différents (aqueux et méthanolique) des feuilles récolté de deux régions distinctes Ain Melilla et Ouargla. Ils ont trouvé une valeur égale à $2,19 \mu\text{g EAG/mg}$ pour l'extrait aqueux et $2,19 \mu\text{g EAG/mg}$ pour l'extrait méthanolique (Région de Ouargla) et $1,689$

μg EAG/mg pour l'extrait aqueux et 2,628 μg EAG/mg pour l'extrait méthanolique (Région d'Ain Melilla) le résultat sont été supérieurs aux nos résultats.

Cette différence entre les teneurs en polyphénols peut être due soit à l'origine géographique de la plante (Ebrahimzadeh et al, 2008), la variété, la saison de récolte, les conditions climatiques et environnementales, les différentes maladies qui peuvent affecter la plante, la maturité de la plante (Park et Cha, 2003). Ainsi que la durée de conservation, le solvant d'extraction et les conditions de stockage (Ozgülven and Tansi, 1998).

I.2 Activité antioxydante par le DPPH

L'activité antioxydante de l'extrait méthanolique des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. et de l'antioxydant standard (l'acide ascorbique) vis à-vis le radical libre du DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable à 517nm.

Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances sans radicalaires (Bougandoura et Bendimerad, 2013).

Les résultats obtenus sont montrés dans la figure 21.

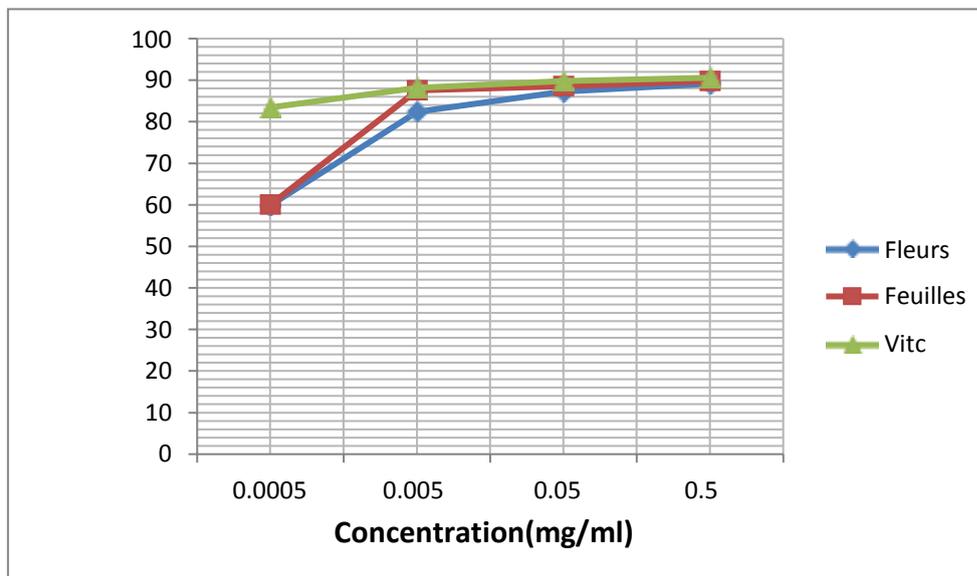


Figure 21 : Pourcentage d'inhibition du radical de DPPH par les différentes concentrations des extraits de *Rosmarinus officinalis* L.

Dans la présente étude, l'habilité de l'extrait de *Rosmarinus officinalis* L. à piéger le DPPH est évaluée sur la base de sa valeur IC50 (DPPH) définie comme étant la concentration de l'extrait à tester qui diminue de moitié l'absorbance de la molécule de DPPH à 517 ou bien la concentration efficace de l'extrait qui cause la perte de 50% de l'activité du DPPH(Dorman et al.,2003) (Tableau V).

Tableau III : Valeurs des IC50

Extrait	Fleurs	Feuilles	VitC
IC50(mg/ml)	0.099	0.041	0.035

L'extrait méthanolique des feuilles à une activité antioxydante plus importante (0,041mg/ml) à celui des fleurs (0,099 mg/ml), cette activité reste moins importante à celle de la vitamine C.

Cette activité peut être attribuée à la teneur élevée en polyphénols, car une étroite corrélation entre l'activité antioxydante et le contenu en composés phénoliques des extraits végétaux a été démontré par de nombreux chercheurs (**Pe´rez et al., 2007 ; Tawaha et al.,2007 ; Hua L et al., 2008 ; Falleh H et al., 2008**). Par contre, (**Kahkonen et al., 1999**) trouvaient que le pouvoir antioxydant des extraits végétaux n'est pas nécessairement lié à une teneur élevée en ces composés . L'activité antioxydante ne dépend pas seulement de la quantité des polyphénols, mais aussi des facteurs structuraux comme le nombre et la position des groupements hydroxyles ou methoxyles (**Shahidi et Wanasundara, 1992**).

Ces principes actifs peuvent désactiver les radicaux libres par deux principaux mécanismes : par réduction en leur transférant des électrons ou par transfert d'atome d'hydrogène. Ces deux processus peuvent également se produire en parallèle (**Huang et al .,2005**), mais selon (**Fotietal.,2004**) le piégea du radical DPPH est principalement fondé sur le transfert d'électrons, le transfert d'atome d'hydrogène étant une voie marginale de la réaction.

De Pooter et al., 1986 a montré que les molécules antioxydantes telles que l'acideascorbique, tocophérol, flavonoïdes et les tanins réduisent et décolorent le DPPH

Partie III : Résultat et discussion

en raison de leur capacité à céder l'hydrogène. Il est clair que même à de faibles concentrations, l'extrait montre un pourcentage d'inhibition important, ce qui permet de déduire que les composés phénoliques contenus dans l'extrait méthanolique de la partie aérienne de *R. officinalis* sont très efficaces comme antioxydants.

II. Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. sur la germination des espèces végétales

La germination est suivie quotidiennement pendant 10 jours et après cette période de culture, l'expérience s'arrête et le pourcentage de germination de chaque espèce est déterminé. Les photos de la fig. 22 représentent les résultats obtenus.

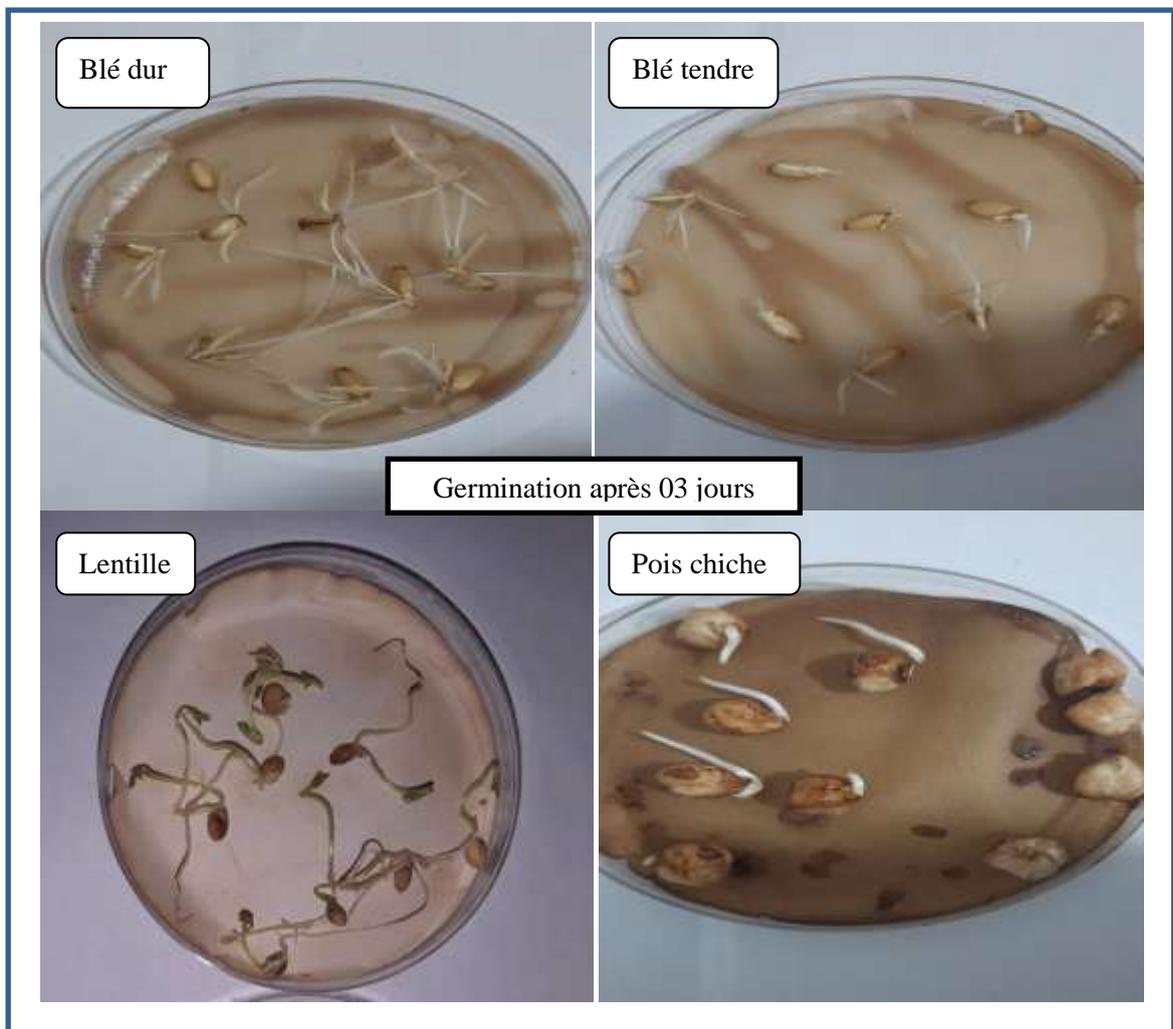


Figure 22: Germination et croissance des espèces céréalières et légumineuse.

➤ Effet sur la germination et la croissance des espèces

L'analyse des résultats montre que l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. quelque soit sa concentration, ralentisse tous les paramètres étudiés surtout avec la concentration la plus élevée.

1. Taux de germination

Le pourcentage de germination des graines traitées avec l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. est enregistré dans le tableau 1 (Annexe 2) et illustré par l'histogramme de la figure 23.

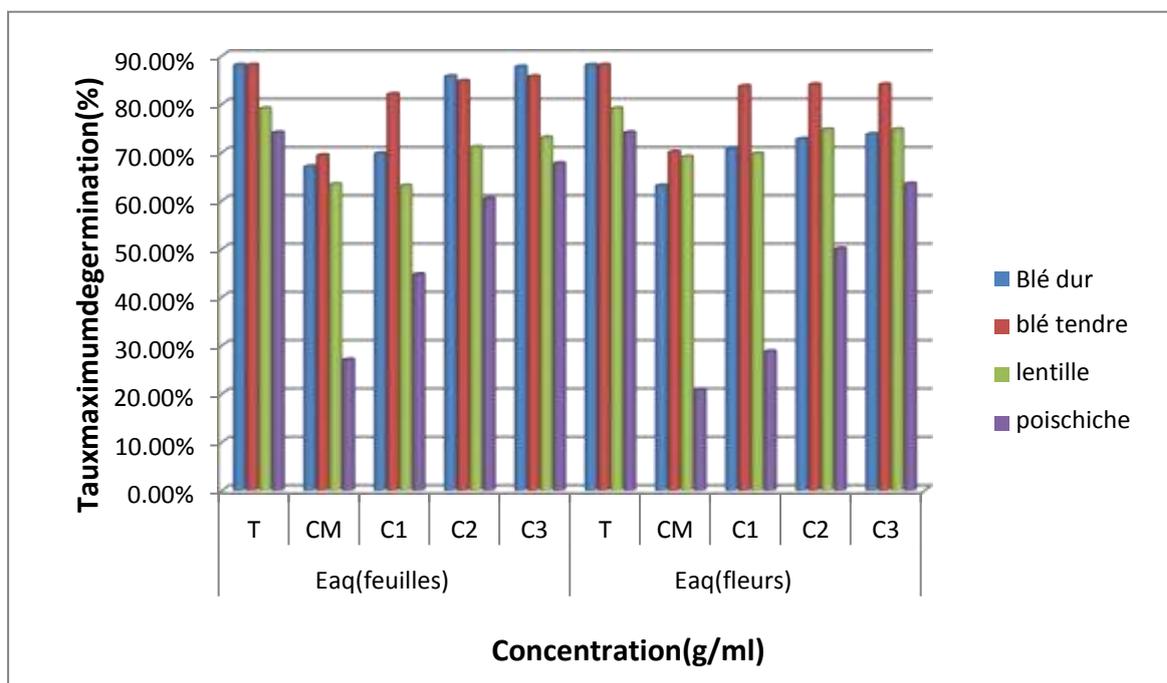


Figure 23 : Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* sur la germination des graines.

On remarque que le taux de germination le plus important est observé lorsque les graines sont traitées avec la concentration(C3); mais carets moins important que le témoin.

En remarque aussi que l'effet de l'extrait aqueux des feuilles est plus important que l'extrait des fleurs.

2. Taux d'inhibition de germination

Le pourcentage d'inhibition de germination des graines traitées avec l'extrait

Partie III : Résultat et discussion

Aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. est enregistré dans le tableau 2 (Annexe 2) et illustré par la figure 24.

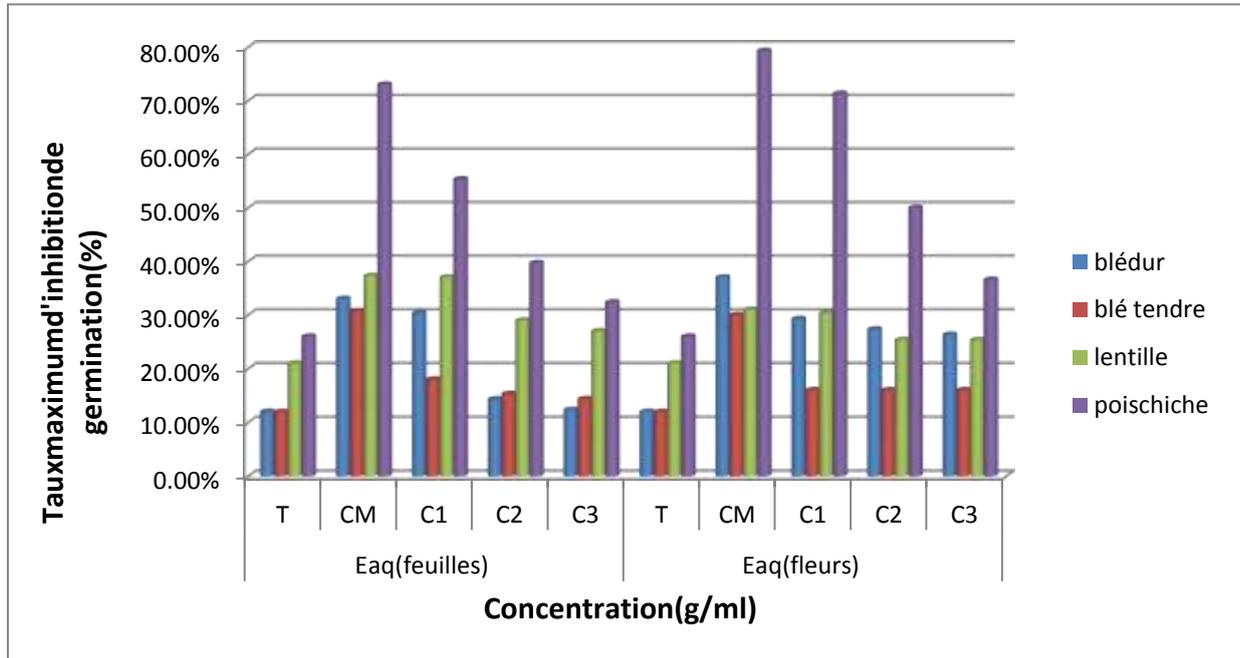


Figure 24: Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* Sur le taux d'inhibition de germination des graines.

Le taux d'inhibition de germination le plus important est observé lorsque les graines sont traitées avec la concentration la plus élevée (Cm).

Il est à noter également que l'effet de l'extrait aqueux des feuilles est supérieur à celui de l'extrait des fleurs.

3. Vitesse de germination

Le tableau 3 (Annexe 2) et la figure 25 montrent la vitesse de germination obtenue pour les graines des espèces traitées avec l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de Romarin.

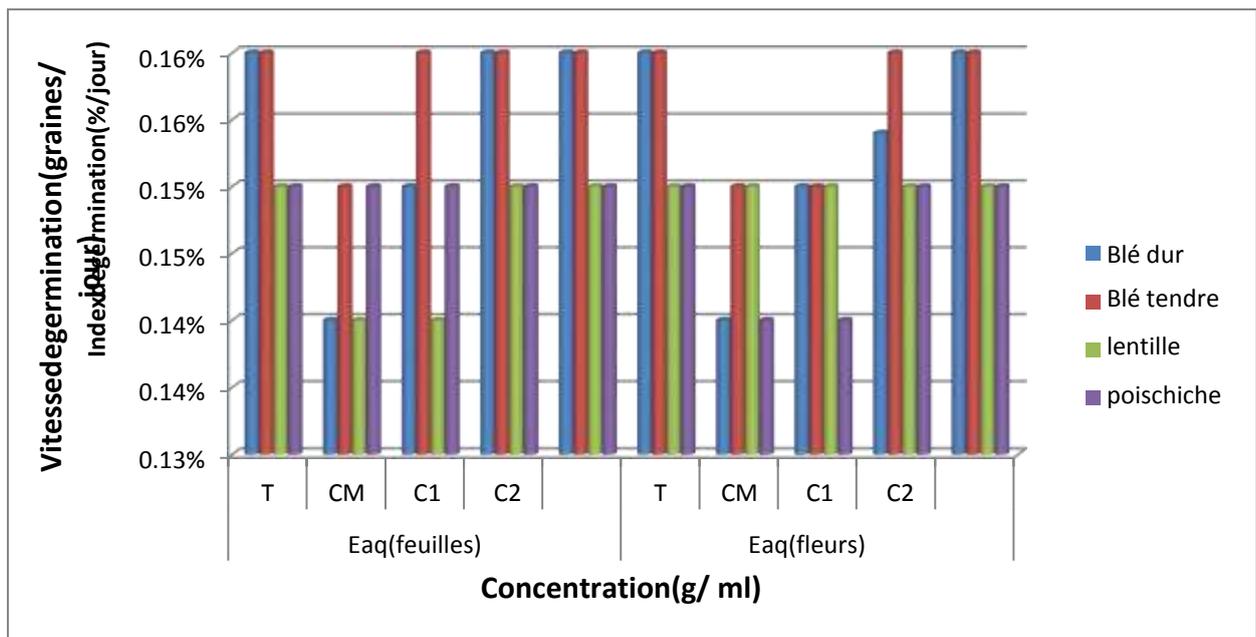


Figure 25: La vitesse de germination (graine/jour)

La vitesse la plus élevée a été observée dans les concentrations C2 et C3, La concentration de Cm a montré une vitesse de germination moins importante pour les deux extraits.

On remarque aussi que la vitesse de germination des graines traitées par l'extrait aqueux des feuilles est plus importante à celle des graines traitées par l'extrait foral.

4. Index de germination

Le tableau 4(Annexe 2)et la figure suivante (figure 26)montrent l'index de germination obtenu chez les espèces traitées par l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L.

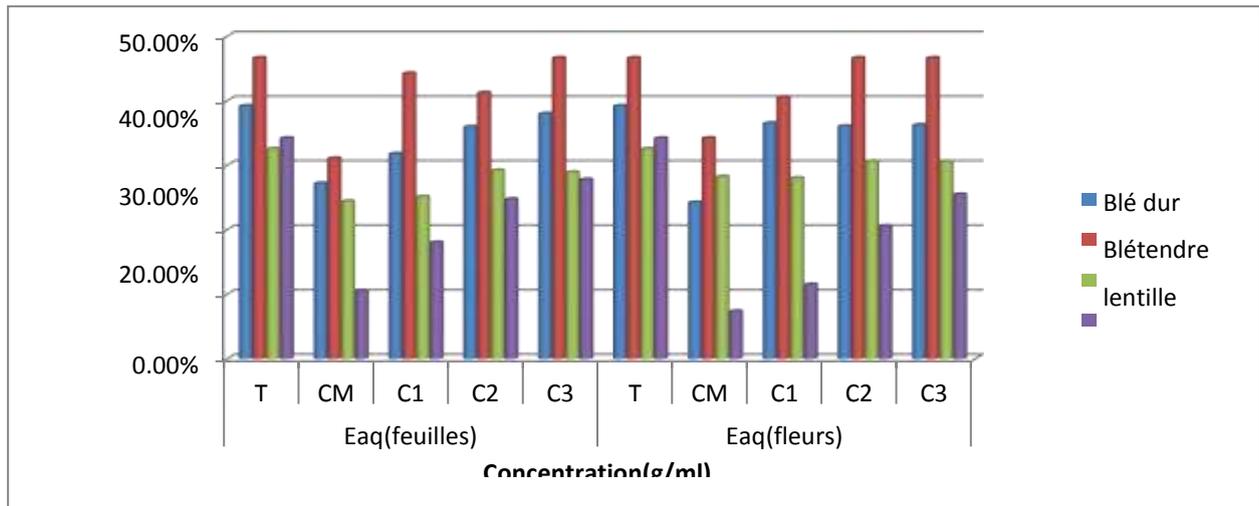


Figure 26: L'index de germination.

On note que l'index de germination le plus important est observé lorsque les graines sont traitées avec les concentrations (C2 et C3), mais il reste moins important que celui du témoin.

5. Longueur relatives des pousses

Le tableau 5 (Annexe 2) et la figure 27 montrent l'effet de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* sur la longueur relative des pousses des espèces céréalières et des légumineuses.

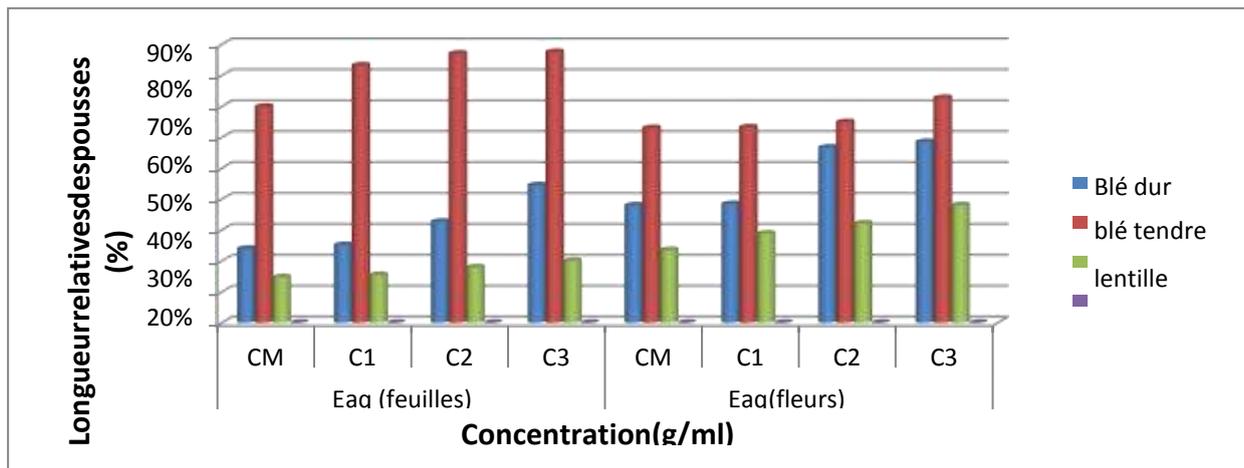


Figure 27: Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* sur la longueur relative des pousses.

On remarque que la longueur relative des pousses la plus importante est observée lorsque les graines sont traitées avec la concentration (C3).

On remarque que pour le pois chiche toutes les concentrations induisent un effet inhibiteur total(100%), et il n'ya pas une apparition des tiges dans ces concentrations.

6. Longueur relative des racines

La longueur relative des racines des graines traitées avec l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. est représentée dans le tableau 6 (Annexe 2) et illustrée par la figure suivante.

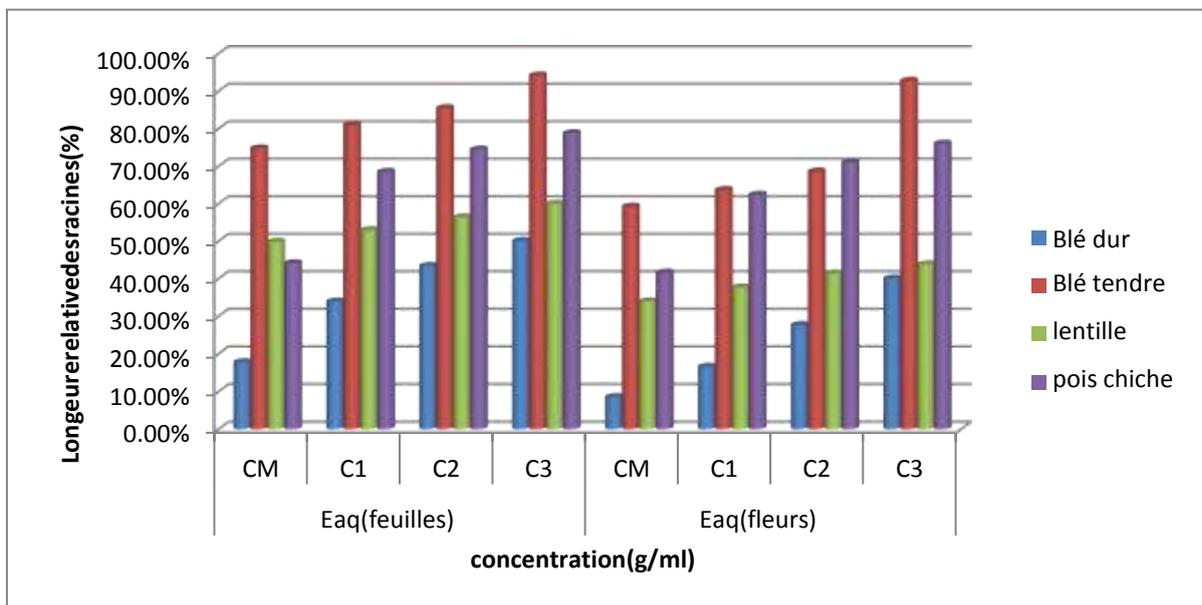


Figure28: Effet de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. sur la longueur relative des racines.

D'après les résultats, nous avons remarqué que la longueur relative des racines des graines traitées par l'extrait foliaire est supérieure à celle traitée avec l'extrait florale et que cette longueur est dose dépendant.

7. Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (tige)

Les deux extraits feuilles et fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. ont induit un effet inhibiteurs sur la croissance des tiges des 4 espèces ; les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 7(Annexe 2) et la figure 29.

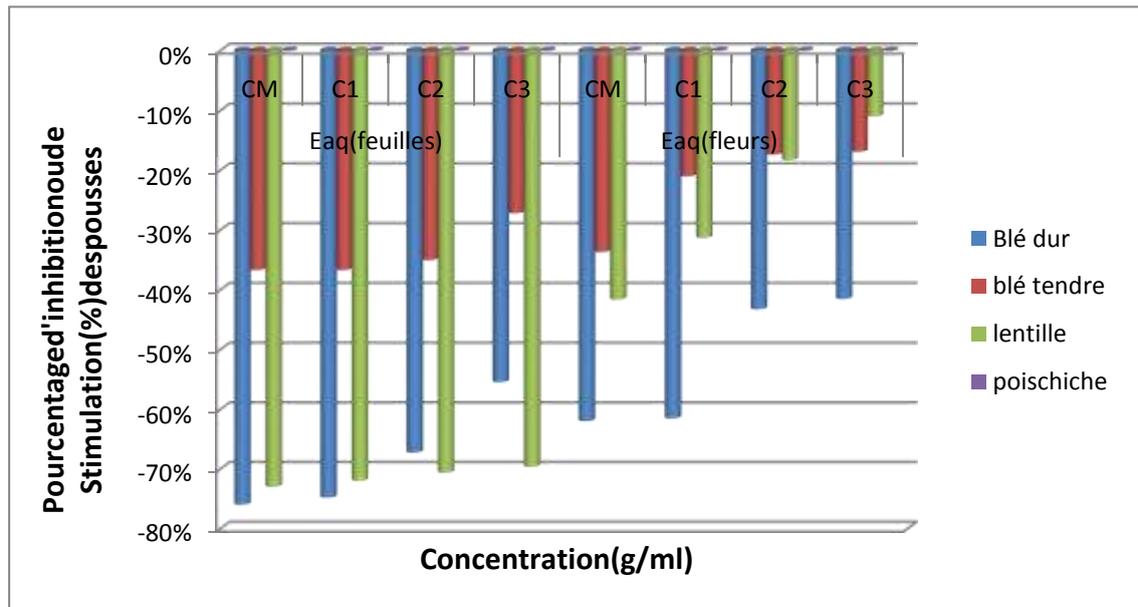


Figure29: Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (tige).

L'histogramme de la figure 27 montre que le taux d'inhibition de croissance des tiges est plus important lorsque les graines sont traitées avec l'extrait aqueux des feuilles et il est maximal à la concentration (CM).

L'exposition des graines de pois chiche aux différentes concentrations provoque un effet inhibiteur total, et il n'y a pas une apparition des tiges.

8. Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (racine)

Les deux extraits feuilles et fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. ont induit un effet inhibiteur sur la croissance des racines des 4 espèces ; les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 8 (Annexe 2) et la figure 30.

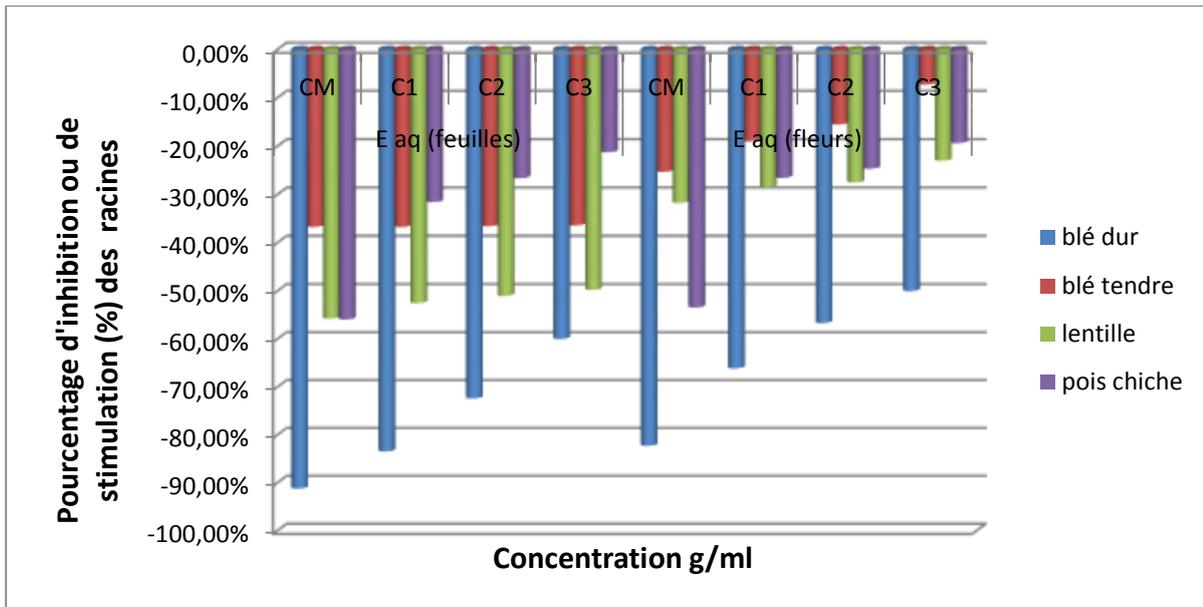


Figure 30: Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (racine).

L'histogramme de la figure 30 montre que le taux d'inhibition de croissance des racines est plus important lorsque les graines sont traitées avec l'extrait aqueux foliaire que l'extrait aqueux de floral, et il est maximal à la concentration (Cm).

L'exposition des graines de pois chiche aux différentes concentrations provoque un effet inhibiteur total, et il n'y a pas une apparition des racines.

Ce travail détermine l'existence d'un phénomène allélopathique en conditions expérimentales, il fournit la preuve que le végétal contient des composés allélochimiques dont l'action peut potentiellement s'exercer en conditions naturelles. D'un point de vue physiologique, la germination sensu stricto commence avec l'imbibition de la graine et se termine avec le début de la croissance marqué par l'allongement de la radicule (Côme, 1970).

La germination d'une graine ne peut avoir lieu que si certaines conditions favorables sont réunies à savoir : l'oxygène, la température, l'eau. Par ailleurs, il est bien connu que des substances naturelles produites par des plantes sont capables de retarder voir d'inhiber la germination des graines et la croissance des plantules, c'est le phénomène de l'allélopathie.

L'évaluation du potentielle allélopathique de l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de romarin à différentes concentrations a été testée sur la germination et la croissance

Partie III : Résultat et discussion

des graines deux espèces céréalières (blé dur et tendre) et deux légumineuses (lentilles et pois chiches).

L'augmentation de la concentration en extrait aqueux a provoqué des effets inhibiteurs sur les paramètres de germination et de croissances étudiées surtout l'extrait de feuille.

Les résultats que nous avons obtenus ont montré que l'effet de l'extrait aqueux sur la germination et le développement des graines testées était inhibiteur, en particulier à des concentrations élevées (Cm), ce qui signifie que la germination des graines a été retardée, arrêtée ou n'a pas eu lieu. C'est-à-dire, plus la concentration de composés allélopathiques dans le substrat est forte, plus l'effet inhibiteur sera fort sur la croissance et le développement des plantes cibles. Plusieurs études sur l'allélopathie ont mené à cette conclusion ; par exemple l'effet inhibiteur de l'Avoine *Avena fatua* L. (espèce invasive) est au maximum aux premiers stades de la vie de la plante c'est-à-dire lorsqu'elle produit des substances allélopathiques en plus forte concentration (**Pérez, 1991**). **Weidenhamer et al., (1989)** sont allés plus loin en montrant que les effets phytotoxiques sont clairement dépendants de la densité des plantes cibles. La phytotoxicité manifestée par une plante diminue avec l'augmentation de la densité des plantes productrices de substances allélopathiques.

Pour les légumineuses (pois chiches et lentilles), nos résultats montrent que l'extrait aqueux de romarin a un effet inhibiteur important sur la germination des graines et la croissance des plantules, en particulier chez le pois chiche. La longueur des racines et des pousses des espèces étudiées est sévèrement affectée surtout avec les concentrations les plus importantes et comparativement au lot témoin (traité à l'eau distillée).

La raison de cette inhibition est peut être due au faible taux de division cellulaire ou à l'inhibition des hormones de croissance qui pourrait être dus aux composés phytochimiques de *Rosmarinus officinalis* L.

Les résultats obtenus ont montré que l'extrait foliaire a un effet inhibiteur plus fort sur la germination que l'extrait floral. En effet, (**Hao et al., 2007**) ont démontré que le potentiel allélopathique peut changer avec les différentes parties de la plante, par la concentration d'extraits et les fractions extraites.

Conclusion et Perspectives

Conclusion et perspectives

De nos jours, un grand nombre des plantes aromatiques et médicinales possède des propriétés biologiques très importantes trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir l'industrie, la médecine, la pharmacie et l'agriculture.

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) est une plante médicinale importante depuis les temps les plus reculés.

L'objectif de cette étude est d'estimer la quantité des polyphénols dans les extraits floraux et foliaires de *Rosmarinus officinalis*, d'évaluer son pouvoir antiradicalaire, et d'étudier le potentiel allélopathique de l'extrait aqueux des deux parties de la plante sur la germination et le croissances de certaines espèces végétales.

Les résultats du dosage quantitatif des polyphénols totaux de l'extrait méthanolique des feuilles et des fleurs, réalisés par le réactif de Folin-Ciocalteu ont révélé que les feuilles de romarin sont très riches en polyphénols (0,493 µg EAG/mg) par rapport aux fleurs (0,181 µg EAG /mg).

La détermination de l'activité antiradicalaire vis-à-vis le radical DPPH montre quel'extraitméthanoliquedesfeuillesderosmarin(0.041mg/ml)présenteunpouvoirantioxydantplusimportantqueceluidel'extraitdesfleurs(0.099mg/ml)àlaconcentration (0.5 mg).

Les résultats obtenus concernant l'effet allélopathique ont montré que l'extrait aqueux des feuilles et des fleurs de romarin avait un effet inhibiteur sur la germination et la croissance des espèces testées (blé tendre, blé dur, lentille et pois chiche). Cette inhibition est dose dépendante et elle est plus importante pour l'extrait aqueux foliaire.

L'ensemble de ces résultats restent une première étape dans la valorisation de cette plante et cela peut inciter d'autres études plus détaillées pour une meilleure connaissance des principes actifs de *Rosmarinus officinalis*L.de cet effet, et comme perspectives on propose de:

- Tester l'effet de cet extrait sur d'autres espèces céréalières très consommé par l'homme comme le riz, le maïs et aussi d'autres espèces légumineuses pouravoirunevueplusclaireetgénéralesurl'utilisationdecetteplante.
- Développer des médicaments antiradicalaires à base des plantes, doués d'une activité antioxydante.
- Orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires de l'activité antioxydante des composés polyphénoliques.

*Références
bibliographique*

Références bibliographique

A

- **Abiyu-Enyew and Nagappan-Raja. (2015).** Allelopathic Effect of *Lantana camara* L. Leaf Powder on Germination and Growth Behaviour of Maize, *Zea mays* Linn. and Wheat, *Triticum turgidum* Linn. Cultivars. Asian Journal of Agricultural Science 7(1): 4-10.
- **Adersen, A., Kjølbye, A., Dall, O., Jäger, AK. (2006).** Screening of plants used in Danish folk medicine to treat memory dysfunction for acetylcholinesterase inhibitory activity. J Ethnopharmacol. 104:418-422.
- Akula, R. and Ravishankar, G.A. (2011).** Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. Plant Signaling and Behavior; 6 (11):1720-1731.
- Ali, M. B., Hahn, E.J. and Paek, K.Y. (2007).** Methyl jasmonate and salicylic acid induced oxidative stress and accumulation of phenolics in *Panax ginseng* bioreactor root suspension cultures. Molecules, 12(3), 607-621.
- Alonso, J. (2004).**Treaty of Fitofarmacos and Nutraceuticos. Barcelona: Corpus, p: 927-930.
- AL-Sereitia, M. R., ABU-Amerb, K. M. and Sena, P. (1999).**Pharmacology of rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) and its therapeutic potentials. India J. Exp. Biol., 37 (2): 124-131.
- **Aniszewski, T. (2007).** Alkaloids - Secrets of Life: Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role: Elsevier Science.
- Anton, R., Wichtl, M. (1999).** Plantes thérapeutiques (tradition, pratique officinale, science et thérapeutique), 3ème édition allemande sous la direction de MAX WICHTL, MARBURG, édition française par ROBERT ANTON, Strasbourg avec la collaboration de MARTINE BERNARD.
- Aruoma, O. I., Spencer, J. P., Rossi, R., Aeschbach, R., Khan, A., Mahmood, N., MUNOZ, A., Murcia, A., Butter, J. and Halliwell, B. (1999).** An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and provencal herbs. Food Chem. Toxicol., 34: 449-456.
- **Atik-Bekkara. (2007).** Composition chimique de L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. Biologie et santé .7 :6-11.

B

- Badiaga, M. (2011).** Etude ethnobotanique, phytochimique et l'activité biologique de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Thèse du grade de Docteur en Chimie Organique. Collaboration interuniversitaire; Université de Bamako et Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand - Mali. pp 20-26.
- Balentine, C.W., Crandall, P.G. (2006).** The pre-and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and during storage of ground beef. *Meat Science*.73, p.413-421.
- BOUCHAT, J. (1956).** Beni Ounif (Sud Oranais).Etude géographique, historique et médicale, *Arch, Inst, Pasteur, Alger*, 34, pp :575-671.
- Barnes, J.P. and Putnam , A.R. (1986).**Evidence for Allelopathy by Residues and Aqueous Extracts of Rye (*Secale cereale*). *Weed Science* 34: 384–390.
- Bellakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle.
- Beloued, A. (1998).** Plantes médicinales d'Algérie : Office des publications universitaires.
- Beloued, A. (2001).** Medicinal plants in Algeria. University publications office,Algiers, ISBN: 9961.0.0304.4, pp: 277.
- Ben-Hammouda, M., Ghorbal, H., Kremer, R. and Oueslati, O. (2001).** Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheats. *Agronomie* 21: 65–71.
- Ben-Khettou, H. (2010).** Contribution à l'étude de l'aptitude à la germination des graines d'*Agrania spinosa* L. (SAPOTACEAE) dans la région d'Ouargla. Mémoire ing. éco., univ. Ouargla.
- Bertin, C., Yang, X. and Weston, L.A. (2003).** The role of roots exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant soil*; (256): 67-83.
- Bezanger-Beauouesln, E.,P Inkas, M., Torck, M., Trotin, F. (1980).** PIANtES médicinalesd es régionst empérées,P ARIS: Ed Maloine, 235p.
- BOELENS, M.H., 1985,** The Essential Oil from *Rosmarinus officinalis* L., *Pertumer and favorist*, 10, 21-37.
- Blanco, J.A. (2007).** The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models. *ecological modelling* 209: 65–77.

Références bibliographique

- Blanc, M. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse du grade de Docteur en Science pharmacie. Université de Limoges - France. p 38-40.
- Bode, D.H.R. (1958).** Beiträge zur Kenntnis allelopathischer Erscheinungen bei einigen Juglandaceen. *Planta* 51: 440–480.
- Bouchouka, E. (2016).** Extraction des polyphénols et étude de l'activité antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. Thèse de doctorat en Biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar - Annaba, pp 20-24.
- Bougandoura, N., Bendimerad, N. (2013).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature and Technology*, 14.
- Boukhobza, F. and Goetz, P. (2014).** Phytothérapie en odontologie - Editions CdP : Initiatives Santé.
- Boullard, B. (1977) .** Plantes et champignons : dictionnaire Edition 2. p 900.
- Boullard, B. (1997).** Plantes et champignons: dictionnaire. 2^{ème} édition. Estem, Paris. p. 24.
- Bourmita, Y., Belboukhari, N., Cheriti, A. et Ould-El Hadj, M.D. (2013).** Recherche préliminaire des sources végétales sahariennes à alcaloïdes pour usage bioinsecticides. *Algerian Journal of Arid Environment*; 3(1): 98-102.
- Bravo, L. (1998).** Polyphénols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Journal of nutrition*, 56 (11), 317-333.
- Brand-Williams, W., CUVELIER, M. E. et Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*.
- Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4^e Édition Tec and Doc. Paris. (Collection Lavoisier), ISBN: 978-2-7430-1188-8, 1292p.

C

- Cazau-Beyret, N. (2013).** Prise en charge des douleurs articulaires par aromathérapie et phytothérapie. Thèse du grade de Docteur en pharmacie. Université Toulouse III Paul Sabatier - France. p 112-127
- Calabrese, V., Scapagnini, G., Catalano, C., Dinotta, F., Geraci, D. and Morganti, P. (2002).** Biochemical studies of a natural antioxidant isolated from rosemary and its application in cosmetic dermatology. *Int. J. of Tissue Reactions*, 22 (1): 5-13.

Références bibliographique

- Caussanel, J et Barralis , G.(1973).** Phénomène de concurrence entre les végétaux en 5eme colloque international sur l'écologie et biologie des mauvaises herbes.Ed.columa.Marseille.France.40p.
- Chaves, M.M., Pereira,J.S., Maroco, J. ,Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osório, M.L., Carvalho , I. (2002).** How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of botany* 89: 907–916.
- Cheng ,A.X., Lou,Y.G., Mao ,Y.B., Lu, S., Wan, L.J. and Chen, X.A . (2007).** Plant terpenoids: biosynthesis and ecological functions. *Journal of Integrative Plant Biology*; 49 (2): 179–186.
- Cheng, H.H. (1995).** Characterization of the mechanisms of allelopathy: modeling and experimental approaches.UNIVERSITY OF M.
- Chiapusio, G., Gallet , C., Dobremez , J.F., et Pellissier , F . (2008).** Les composées allélopathiques: des molécules phytochimiques pour demain? (Bio-pesticides d'origine végétales). Ed. Tec Doc, 51-64p.
- ChieJ, R. (1984).**Encyclopedia of Medicinal Plants. MacDonald ISBN 0-356- 10541-5.
- Come, D. (1970).** Les obstacles à la germination (Monographie et physiologie végétale n° 6). Éd. Masson et Cie (Paris), pages 14, 24 et 27.
- Cox, P.A., Balick, M.J . (1994).** The ethnobotanical approach to drug discovery. *Sci. Am.*, 270 (6), pp 82-87.
- Croteau ,R., Kutchan ,T.M. and Lewis ,N.G. (2000).** Natural Products (SecondaryMetabolites). *American Society of Plant Physiologists*; chapter 24: 1250 1318.

D

- Davis, P.H . (1982).**Flora of Turkey and the East Aegan Islands, 7, EDINBURGH: Ed Edinburgh University Press,7 5-76.
- Dai, J et Mumper,R.J . (2010).** Plant phenolic: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Journal of molecules*, 15, 7313-7352, ISSN: 1420- 3049.
- De-pooter,H.L. et Schamp, N. (1986).** Comparaison of the volatils composition of some Calamintha satureja species. In : *Progress in essential oil research*. Ed. E-J. Brunk, Walter De Gruyter, Berlin. 139-150p.

Références bibliographique

- Diaz, R., Quevedo, S. J., Ramos, C. A. (1988).** Phytochemical and antibacterial screening of some species of Spanish Lamiaceae, *Fitoterapia*, 19(4), 329-332.
- Dorman, H. J. D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M. J. (2003).** Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 83, 255–262.
- Ducros, A.H. (1930).** Essais sur le droguier populaire arabe de l'inspecteurat des pharmacies du Caire, *Mem Inst d'Egypte*, 15, p :166+9 planches.
- Duke, J.A. (1983).** Handbook of Energy Crops. Unpublished. Disponible sur http://www.hort.purdue.edu/newcrop/Indices/index_ab.html/ Site accédé le 13 Mai, 2014.
- Duke, S.O. (2015).** Proving allelopathy in crop-weed interactions. *Weed Science*; (63): 121-132.

E

- Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F., Hafezi, S. (2008).** Antioxidant activities of Iranian corn silk. *Turkish Journal of biology* 32, 43-49.
- Einhellig, F.A. and P.C., Eckrich. (1984).** Interactions of temperature and ferulic acid stress on grain sorghum and soybeans. *Journal of Chemical Ecology* 10: 161–170.
- Einhellig, F.A. and Souza, I.F. (1992).** Phytotoxicity of sorgoleone found in grain Sorghum root exudates. *Journal of Chemical Ecology* 18: 1–11.
- Einhellig, F.A. (1996).** Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal* 88: 886–893.
- Escop. (2003).** ESCOP Monographs: The Scientific Foundation for Herbal Medicinal Products, 2nd ed. Exeter (UK): European Scientific Cooperative on Phytotherapy and Thieme.

F

- Fadili, K., Amalich, S., N'dedianhoua, S.K., Bouachrine, M., Mahjoubi, M., El Hilali, F., Zair, T., (2015).** Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc : *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides* [Polyphénols content and antioxidant activity of two species from Moroccan High Atlas : *Rosmarinus officinalis* and *Thymus satureioides*].

Références bibliographique

- Fadili,K., Amalich ,S., Soro, K.N., Bouachrine ,M., Mahjoubi ,M., EL Hilali, f., Zair ,T. (2015).** Polyphenols content and antioxidant of two species from Moroccan high Atlas: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. *Journal of innovation and scientific research*, Vol.17, pp.24-33
- Falleh ,H., Ksouri ,R., Chaieb ,K., Karay- Bouaroui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Abdelly , C. (2008) .** Phenolic composition of *Cynara Cardunculus* L. Organs, and their biological activities. *C. R. biologies*. 331 : 372-379.
- Farnsworth, N.R . (1988).** Screening plants for new medicines. Washington, D.C. Biodiversity Wislson, E. O. (Ed.) National Academy Press. 9, pp 83-97.
- Fernandez , X., Chemat, F., Do ,T.K.T. (2012).** Les huiles essentielles : vertus et applications. Paris : Vuibert. 159p.
- Fernandez-Lopez. (2005).** Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat science*.p.69 :371-380.
- Fernandez, C., Monnier, Y., Ormeño, E., Baldy, V., Greff, S., Pasqualini, V., Mévy,. J.P. and Bousquet-Mélou, A. (2009).** Variations in Allelochemical Composition of Leachates of Different Organs and Maturity Stages of *Pinus halepensis*. *Journal of Chemical Ecology* 35: 970–979.
- Foti, M. C., Daquino, C., Geraci, C. (2004).** Electron-transfer reaction of cinnamic acids and their methyl esters with the DPPH radical in alcoholic solutions. *Journal of Organic Chemistry*, 69, 2309–2314.

G

- Garnier, G., Bezanger., Beauquesne, L., Debraux, G. (1961).** Ressources médicinales de la flore française. Ed. Vigot Frères .Tome II. Paris.
- Gilly, G. (2005).** Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse : botanique, culture, chimie, production et marché. Paris : L'Harmattan, 414p.
- Grabmann, J. (2005).** Terpenoids as Plant Antioxidants. *Vitamins and Hormones*; (72): 505-535.
- Greuter, W., Burdet, H.M. et Long, G. (1986).** A critical inventory of vascular plants of the circum-mediterranean countries.3.Dicotyledones (*Convolvulaceae**Labiatae*). Edition des conservatoire et jardin botanique de la ville de Genève.Secretariat MedChecklist Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem.
- Gui , J. (2007).** Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants.

H

- Haig, T. (2008).** Allelochemicals in Plants. In R. S. Zeng, A. U. Mallik, and S. M. Luo [eds.], *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*, 63–104. Springer New York, New York, NY.
- Hall, A.B., Blum, U. and Fites ,R.C. (1982).** Stress modification of allelopathy of *Helianthus annuus* L. debris on seed germination. *American Journal of Botany* 776–783.
- Haloui, M., Louedec, L., Michel, J.B. and Lyoussi, B. (2000).** Experimental diuretic effects of *Rosmarinus officinalis* and *Centaurium erythraea*. *Journal of ethnopharmacology*, 71(3), 465- 472.
- Hamedo, H. A. and Abdelmigid, H. M. (2009).** Use of antimicrobial and genotoxicity potentiality for evaluation of essential oils as food preservatives. *The Open Biotechnology Journal*, 3(1).
- Hanifi, N . (1991).** Importance des ressources phylogénétiques et leur utilisation en Algérie. In *conservation des ressources végétales*. Publication d'Actes éditions. p47-49.
- Harding , J. (2011).** *Bienfaits des herbes & des plantes : un guide pour la culture et l'utilisation des herbes aromatiques et des plantes médicinales*. Bath : Parragon, 256p.
- Heinz., A. et Hoppe. (1975).** *Drogen Kunde, Band I Angiosperm* Berlin New-York:Ed Walter de GRUYTER (8), pp:942-943.
- Heisey, R. M. (1997).** Allelopathy and the secret life of *Ailanthus altissima*. *Arnoldia* 57(3):28-36.
- Hopkins, G. W. (2003).** *Physiologie végétale*. Ed. De boeck, Bruxelles, Belgique. 495P
- Hua , I., Xiaoyu ,W., Peihong ,L., Hua ,W. (2008).** Comparative study of antioxidant activity of grape (*Vitis Vinifera*), seed powder assessed by different methods. *Journal of food drug analysis*, 16(6), 67-73
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. (2005).** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 1841-1856.
- Hyun, H.B., Shrestha, S., Boo, K.H., Cho, S.K. (2015).** Evaluation of antioxidant potential of ethyl acetate fraction of *Rosmarinus officinalis* L. and its major components. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 58, 715-722.

I

- Inderjit. and Keating, K.I. (1999).** Allelopathy: Principles, Procedures, Processes, and Promises for Biological Control. In D. L. Sparks [ed.], *Advances in Agronomy*,

Références bibliographique

141–231. Academic Press.

-Inderjit, Asakawa, C. and Dakshini ,K. (2000). Allelopathic potential of *Verbesina encelioides* root leachate in soil. *Canadian Journal of Botany* 77: 1419–1424.

-Inderjit. (2005). Soil Microorganisms: An Important Determinant of Allelopathic Activity. *Plant & Soil* 274: 227–236.

-Inderjit, Wardle, D.A., Karban, R. and Callaway R.M. (2011). The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. *Trends in Ecology & Evolution* 26: 655–662.

-Iserin, P. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales. 2e Edition Larousse-VUEF. London. ISBN: 2-03-560252-1, p 16.

-I.T.E.I.P.M.I. (1991). Généralités sur le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). Fiches techniques élaborées à partir de sources multiples. Mise à jour (Janvier), pp.2-5,7-12.

J

-Janvolak,K., Jinistodola,L. (1983). Plantes médicinales illustration de Francis et Severa. Traduction française 1985-by Griind . 256-258p.

-Jean, B. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e ed.) : Lavoisier.

-Jhonson, L. (1999). Antioxydants et anticancéreux. *Journal of Biofutur*, 1999 (186), 14 17.

-Jose, S. and GILLESPIE ,A.R. (1998). Allelopathy in black walnut (*Juglans nigra* L.) alley cropping. II. Effects of juglone on hydroponically grown corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) growth and physiology. *Plant and Soil* 203: 199–206.

K

-Kabouche, A. (2005). Etude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae. Thèse de doctorat en chimie. Université Mentouri - Constantine, p 22.

-Kahkonen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J., Pihlaja, K., Kujala, T.S. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3954–3962.

-Kahouli, I. (2010). Effet antioxydant d'extraits de plantes (*Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis*, *Origanum majorana*, *Oléa Europea* L.) dans l'huile de canola chauffée. Université Laval.

-Kalburtji, K.L., Mosjidis , J.A. and Mamolos , A.P. (2001). Allelopathic plants. 2.

Références bibliographique

Lespedeza cuneata. Allelopathy Journal 8: 41–49.

-**Kaufman, P.B., Cseke, L., Warber, S., Duke, J. et Briemann, H. (1999).** Natural products from plants. CRC Press L.L.C; chap, Vol.6, pp:190-192.

-**Kobayashi, K. (2004).** Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. Weed Biology and Management 4: 1–7.

-**Koepe, D.E., L.M., Rohrbaugh, E.L., Rice. and Wender, S.H. (1970).** The effect of Xradiation on the concentration of scopolin and caffeoylquinic acids in tobacco. Radiation Botany 10: 261–265.

L

-**Labiod, R. (2016).** Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calaminthanepeta*: activité antibactérienne, antioxydante et activité fongicide. Thèse de doctorat en Biochimie, Option Biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar - Annaba, pp 23-27.

-**Lehman, M.E., BLUM, U. and GERIG, T.M. (1994).** Simultaneous effects of ferulic and p-coumaric acids on cucumber leaf expansion in split-root experiments. Journal of Chemical Ecology 20: 1773–1782.

-**L'etang, M. (2012).** Effet de différents paramètres de l'environnement sur le déterminisme biochimique d'exsudats racinaires de *Crotalaria* spp. : Application à la nématoregulation en production végétale. Thèse Doc. en Sciences Agronomiques, et Biotechnologies agro-alimentaires. Univ. des Antilles et de la Guyane. 165p.

-**Lara, M., Gutierrez, J., Timon, M. and Andres, A. (2011).** Evaluation of two natural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP. Meat Science, 88(3), 481-488.

-**Latif, S., Chiapusio, G. and Weston, L.A. (2016).** Allelopathy and the Role of Allelochemicals in Plant Defence. Advances in Botanical Research; (82): 19- 54.

-**Lovett, J.V. (1986).** Allelopathy: the Australian experience. 75–99.

M

-**Maataoui, B., Hmyene, A., Hilali, S. (2006).** Activités antiradicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie [*Opuntia ficus indica*]. Lebanese science journal 7, 3-8.

-**Madadori, M.K. (1982).** Les plantes médicinales. Guides vert. Salar. 624p.

-**Makhloufi, A. (2009).** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux

Références bibliographique

plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Mémoire doctorat. Université Aboubaker Belkaid Bechar, 136p.

- Mallik, A.U. (2002)**. On the question of paradigm in the science of allelopathy. 289–297.
- Mallik, A.U. (2003)**. Conifer Regeneration Problems in Boreal and Temperate Forests with Ericaceous Understory: Role of Disturbance, Seedbed Limitation, and Keytsonne Species Change. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22: 341–366.
- Mamadou, B. (2011)**. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea latifolia* Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali. Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand II.
- Marie -Elisabeth 1 Lucchesi, Farid-Chemat. and Jacqueline -Smadja.(2004)**. Flavour And Fragrance Journal Flavour Fragr. J.; 19: 134-138.
- Massalha, H., Korenblum, E., Tholl, D. and Aharoni, A. (2017)**. Small molecules belowground: the role of specialized metabolites in the rhizosphere. *Plant Journal*; (90): 788-807.
- Masuda, T., Yonemori, S., Oyama, Y., Takeda, Y., Tanaka, T., Andoh, T., Shinohara, A., Nakata, M. (1999)**. Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: activity of the leaf extracts from seashore plants. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 47, 1749-1754.
- Melkania, N.P. (1992)**. Allelopathy in forest and agroecosystems in the Himalayan region. In S. J. H. Rizvi, and V. Rizvi [eds.], *Allelopathy*, 371–388. Springer Netherlands.
- Merouane ,A., Noui ,A., Medjahed ,H., Benhadj- Ali ,K.N. et SAADI A. (2014)**. Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *Internatinal Jounal of Biological and Chemical Sciences* 8(4): 1865-1870.
- Messaili, B. (1995)**. Systématique spermaphytes .Botanique. O.P.U. Alger. 63p.
- Messegue , M . (1973)**. Mon herbier de santé. Ed. Robert Laffont. Paris.136.
- Miller, D.A .(1996)**. Allelopathy in Forage Crop Systems. *Agronomy Journal* 88: 854.
- Modnicki ,D., Lamparski ,R., Balcerek ,M. and Zaluski ,D . (2019)**. The effect of the produce of phenolic compounds in some Brassicaceae plants on *Dolycoris baccarum* AND *Carpocoris fuscispinus* feeding and developpement (Pentatomidae, Hemiptera). *Acta Sci. Pol. Agricultura*; 18(1): 29-37.

Références bibliographique

-**Muniz, M.N . (2006).** Synthèse des alcaloïdes biologiquement actifs la (+) – anatoxine-a et la (±)- camptothécine. Thèse du grade de Docteur en Chimie. Université Joseph Fourier, Grenoble I - France. pp 15-17.

N

-**Norouzi, Y., Mohammadi, G.R. and Nosratti, I. (2015).** Soil Factors Affecting the Allelopathic Activities of Some Plant Species.

O

-**Ojeil, A., EL-Darra, N., EL-Hajj, Y., Mouncef, P.B., Rizk, T.J., Maroun, R.G.(2010).** Identification et caractérisation de composés phénoliques extraits du raisin château KSARA. Lebanese science journal 11, 117-131.

-**OMS : Organisation mondiale de la Santé. (2012).** Médecine traditionnelle : des textes anciens aux nouveaux médicaments, 90 (8), pp 557-632. <http://www.who.int/bulletin/volumes/90/8/12-020812/fr/> Site accédé le 06/08/2014.

-**Ozenda, P. (1977) .** Flore du Sahara Edit. du CNRS, p 625.

-**Özgüven, M., Tansi, S., (1998).** Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. as in influenced by ecological and ontogenetical variation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22, 537-542.

P

-**Park, H.J., Cha, H.C., (2003).** Flavonoids from leaves and exocarps of the grape Kyoho. Korean Journal of Biological Sciences 7, 327-330.

-**Parry, G. (1982).** Le cotonnier et ses produits. Maisonneuve et Larose, Paris. P.88.

-**Pedrol, N., L. Gonzalez. and Reigosa , M.J. (2006).** Allelopathy and abiotic stress. In M. J. Reigosa, N. Pedrol, and L. González [eds.], Allelopathy, 171–209. Springer Netherlands.

-**Pe´rez, M.B., Calderon, N.L., Croci, C. A. (2007).** Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) .Food Chemistry, 104, 585–592.

-**Perrot ,E., Paris ,P . (1971).** Les plantes médicinales, presses universitaires de France.

Références bibliographique

Q

- Quezel , P. et Santa, S. (1963).** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques 23mériodionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris.pp.781-783-793.
- Quezel, P., Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. C.N.R.S. (Ed). Paris, 565p.

R

- Rao, M.R, palada, M.C., becker, B.N. (2004).** Medicinal and aromatic plants in agroforestry systems. Agroforest. Syst., 61, pp 107-122.
- Reclu , M. (2004).** Manuel de l'herboriste : comprenant la culture, la récolte, la conservation, les propriétés médicinales des plantes du commerce, et un dictionnaire des maladies et des remèdes. Nîmes : C. Lacour, 160p.
- Reigosa, M.J., SÁNCHEZ-MOREIRAS, A. and GONZÁLEZ, L. (1999).** Ecophysiological Approach in Allelopathy. Critical Reviews in Plant Sciences 18: 577–608.
- Rho ,B.J. and Kil, B.S. (1986).** Influence of phytotoxication from *Pinus rigida* on the selected plants. Journal of Natural Science, 5: 19-27.
- Ribereau-Gayon, P. (1968).** Les Composés phénoliques des végétaux : par Pascal RibéreauGayon. Dunod.
- Rice, E. L. (1984).** Allelopathy. 2nd Edintion, Academic Press, New York. 422 p
- Richard, A. (2012).** Synthèse bibliographique de la phytothérapie et de l'aromathérapie appliquées à la dermatologie. Thèse du grade de Docteur Vétérinaire. Université Claude-Bernard, Lyon I - France. pp 22-31.
- Rietveld, W.J., Schlesinger, R.C. and Kessler , K.J. (1983).** Allelopathic effects of black walnut on european black alder coplanted as a nurse species. Journal of Chemical Ecology 9: 1119–1133.
- Rivoal, A., C. Fernandez, S. Greff, N. Montes, and VILA , B. (2011).** Does competition stress decrease allelopathic potential? Biochemical systematics and ecology 39: 401– 407.

S

- Saidi, I. (2019).** Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des Fabaceae: *Gleditsiatria canthos* de la région de Sidi Bel Abbès: extraction des substances bioactives. Thèse de doctorat en Science biologique, Option Enzyme, Microorganismes et Bio-industries. Université Djillali Liabès – Sid Bel Abbés. p 4-29.

Références bibliographique

- Salah, N., Miller, N.J., Paganga, G., Tijburg, L., Bolwell, G.P., Riceevans, C . (1995).** Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. Archives of biochemistry and biophysics 322, 339-346.
- Sanchez-Moreno, C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. Food science and technology international 8, 121-137.
- Sanago, R. (2006).** Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako (Mali), 53.
- Sanon, E. (1992).** Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun. Algérie N°686 Alger. 121p.
- Scherf, G. (2012).** La culture et les vertus des plantes médicinales. Aartselaar (Belgique) : Chantecler, 95p
- Sebrotyne , K . (2005).** Comparison of natural rosemary extract and BHAIBHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. Meat science .69:289-296.
- Shahidi, F., Wanasundara, P. K. J. P. D . (1992).** Phenolic antioxidants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32, 67–103.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965).** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture 16, 144-158.
- Small, E. et Grace,D. (2001).** Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid par conseil national de recherches Canada, fabrary, In Edition, p193.
- Spichiger ,R. E., Savolainen ,V., Figeat ,M. and Jeanmonod ,D. (2002).** Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2e édition, 413 p.
- Spichiger, R.O ., Savolainen, V., Figeat, M ., Jeanmonod, D., Perret, M. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs. Ed. Presses Polytechniques et universitaires Romandes, 3ème édition, p 413.

T

- Tang , C.S. (1995).** NISHIMOTO . Plant stress and allelopathy. (UNIVERSITY OF H., W.F. CAI, K. KOHL, and R.K.

Références bibliographique

- Tawaha, K., Alali, F. Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., EL-Elimat, T. (2007).** Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species .Food Chemistry ,104 ,1372–1378.
- Throneberry, G.O. et Smith, F.G. (1955).** relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability. plant physiology, 30: 337-343.
- Torres, A., Oliva, R. M., castellano, D. and cross, P. (1996).** Proceedings of First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future. SAI, University of Cadiz, Cadiz, Spain. p. 278.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine D.H.,Walters, S.M., Webb, D.A. (1972).** Flora Europaea, Diapensiaceae to Myoporaceae, vol.3, CAMBRIDGE: Ed University press, p -187.

V

- Valnet, J. (1984).** Aromathérapie, traitement des maladies par les essences des plantes. 10ème Ed. Maloine, S.A. Editeurs.
- Ventura-Martinez, R., Rivero -OSORNO, O., Gomez, C. and Gonzalez-Trujano, M.E. (2011).** Spasmolytic activity of *Rosmarinus officinalis* L. involves calcium channels in the guinea pig ileum. Journal of ethnopharmacology, 137(3), 1528-1532.
- Volak ,S., Stodola , J. (1983).** Plantes médicinales. Illustrations de Frantisek seven. Ed. Gründ. Paris.

W

- Wang, R.J . (2008).** Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. Food Chem. 108:1019-1022.
- Wang, R.L., Zeng, R.S. , Peng, S.L. , Chen, B.M. , Liang, X.T. and X.W. Xin . (2011).** Elevated temperature may accelerate invasive expansion of the liana plant *Ipomoea cairica*. Weed Research 51: 574–580.
- Wang, R., Rehman, S.U., Liang, X. , SonG, Y. , Su, Y. , Baerson, S.R. and Zeng, R . (2012).** Effects of simulated acid rain on the allelopathic potential of invasive weed *Wedelia trilobata*. Allelopathy Journal 30: 23–32.
- Williamson, E. M., Evans, F. J. and Wren, R. C. (1988).** Potter's New Cyclopedia of Botanical Drugs and Preparations. Saffron Walden (UK): C.W. Daniel Company Limited.

Références bibliographique

-Williamson, G.B., Richardson, D.R. and Fischer, N.H. (1992). Allelopathic mechanism in fire-prone communities. In S. J. H. Rizvi, and V. Rizvi [eds.], *Allelopathy*, 59–75. Springer Netherlands.

-Willis, R.J . (1985). The historical bases of the concept of allelopathy. *Journal of the History of Biology* 18: 71–102.

-Wu, A.P., Li, Z.L., He, F.F., Wang, Y.H. and Dong, M. (2015). Screening Allelochemical Resistant Species of the Alien Invasive *Mikania micrantha* for Restoration in South China. *PLOS ONE* 10: e0132967.

X

-Xavier. F. et Laurant ,T. (1987). Etudes des effets allélopathiques d'une couverture de *Kikuyu* (*Pennisetum clandestinum*) sur *Geranium*, cultures vivrières et certaines plantes adventices. *Mém. Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers*, 154 p.

Y

-Yinyang,J ., Mpondo , E.,Tchatat ,M., Ndjib, R.C., Mvogo -Ottou ,P.B. et Dibong S.D . (2014). Les plantes à alcaloïdes utilisées par les populations de la ville de Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*; (78): 6600-6619.

Z

-Zemmouri, H. (2015). Etude des activités biologiques et effets comparatifs de *Borago Officinalis* et *Urtica dioica* sur l'inflammation bronchique dans un modèle d'asthme expérimental chez les rats de la souche wistar. Thèse de doctorat en Biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar - Annaba, pp 23-26.

-Zhao, J., Zhu, W. H., Hu, Q . and Guo, Y. Q. (2001). Compact callus cluster and suspension cultures of *Catharanthus roseus* with enhanced indole alkaloid biosynthesis in vitro. *Cell Dev. Biol. Plant*, 37: 68-72.

- Zhiri, A., Baudoux,D. (2006). Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies. édition Inspir Development. Luxembourg.

Annexe

Annexe

Annexe01

Les verreries et matériels	les appareils	Les produits
<ul style="list-style-type: none">- Bécher 500 MI• Entonnoir.• Pissettes• Becher 100 ml.• Portoir• Verre de montre• Pipette en verre 1 –10 mL• Embouts bleus• Papier filtre• Tubes à hémolyse• Portoir en plastique• Spatule.• Erlen Meyer.• Barreaux magnétique.• Boites de pétri.• Boittes de pétri en verre	<ul style="list-style-type: none">-Balance de précision-Agitateur-Agitateur magnétique-Rota vapeur-Spectrophotomètre-Etuve-Micropipettes : 10-100μL et 100-1000 μL	<ul style="list-style-type: none">-Eau distillé-Eau de javel-Méthanol-Chloroforme-Phénol 5%-Carbonate de sodium (Na₂CO₃)-1diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)-Folin Ciocalteu-Acide gallique-Acide ascorbique

Annexe

Annexe02

Tableau 1 : Pourcentages de germination chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	Pois chiche
E Aq (feuilles)	T	87,99%	88%	79%	74%
	CM	66,96%	69,29%	63,30%	26,96%
	C1	69,66%	81,97%	62,97%	44,63%
	C2	85,65%	84,66%	71%	60,28%
	C3	87,64%	85,62%	72,99%	67,62%
E Aq (fleurs)	T	87,99%	88%	79%	74%
	CM	62,99%	69,97%	68,98%	20,66%
	C1	70,64%	83,62%	69,63%	28,65%
	C2	72,65%	83,97%	74,63%	49,97%
	C3	73,65%	83,97%	74,66%	63,39%

Tableau 2 : Pourcentages d'inhibition de la germination chez les céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	T	12,01%	12%	21%	26%
	CM	33,04%	30,71%	37,30%	73,04%
	C1	30,34%	18,03%	37,03%	55,37%
	C2	14,35%	15,34%	29%	39,72%
	C3	12,36%	14,38%	27,01%	32,38%
E Aq (fleurs)	T	12,01%	12%	21%	26%
	CM	37,01%	30,03%	31,02%	79,34%
	C1	29,28%	16,03%	30,37%	71,35%
	C2	27,35%	16,03%	25,37%	50,03%
	C3	26,35%	16,03%	25,34%	36,61%

Annexe

Tableau 3 : Vitesse de germination chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	T	0,16	0,16	0,15	0,15
	CM	0,14	0,15	0,14	0,15
	C1	0,15	0,16	0,14	0,15
	C2	0,16	0,16	0,15	0,15
	C3	0,16	0,16	0,15	0,15
E Aq (fleurs)	T	0,16	0,16	0,15	0,15
	CM	0,14	0,15	0,15	0,14
	C1	0,15	0,15	0,15	0,14
	C2	0,15	0,16	0,15	0,15
	C3	0,16	0,16	0,15	0,15

Tableau 4 : Index de germination chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	T	39,16%	46,60%	32,50%	34,16%
	CM	27,15%	31,03%	24,37%	10,48%
	C1	31,74%	44,20%	25,08%	17,98%
	C2	35,92%	41,20%	29,16%	24,70%
	C3	37,95%	46,60%	28,88%	27,75%
E Aq (fleurs)	T	39,16%	46,60%	32,5	34,16%
	CM	24,21%	34,17%	28,20%	7,33%
	C1	36,48%	40,48%	27,97%	11,48%
	C2	36,01%	46,60%	30,56%	20,53%
	C3	36,20%	46,60%	30,52%	25,43%

Tableau 5 : Longueur relatives des pousses chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	CM	24%	69,94%	14,75%	0
	C1	25,18%	83,30%	15,48%	0
	C2	32,72%	87,14%	17,97%	0
	C3	44,54%	87,64%	20,07%	0
E Aq (fleurs)	CM	38%	63,03%	23,55%	0
	C1	38,45%	63,27%	28,88%	0
	C2	56,72%	64,94%	32,16%	0
	C3	58,54%	72,78%	38,07%	0

Annexe

Tableau 6 : Longueur relatives des racines chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	CM	17,73%	74,68%	49,77%	44,06%
	C1	33,86%	81,01%	52,89%	68,43%
	C2	43,33%	85,44%	56,32%	74,37%
	C3	50%	94,14%	59,92%	78,75%
E Aq (fleurs)	CM	8,50%	59,17%	33,88%	41,57%
	C1	16,53%	63,60%	37,62%	62,33%
	C2	27,60%	68,51%	41,31%	71%
	C3	40%	92,72%	43,79%	75,97%

Tableau 7 : Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (tige) chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	CM	-76%	-36,72%	-73%	0
	C1	-74,81%	-36,72%	-72%	0
	C2	-67,27%	-35,05%	-70,66%	0
	C3	-55,45%	-27,21%	-69,66%	0
E Aq (fleurs)	CM	-62%	-33,70%	-41,66%	0
	C1	-61,54%	-21,04%	-31,33%	0
	C2	-43,27%	-17,40%	-18,33%	0
	C3	-41,54%	-16,93%	-11%	0

Tableau 8 : Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance (racine) chez les espèces céréalières et légumineuses.

		blé dur	blé tendre	lentille	pois chiche
E Aq (feuilles)	CM	-91,20%	-36,72%	-55,75%	-55,93%
	C1	-83,46%	-36,72%	-52,50%	-31,56%
	C2	-72,40%	-36,56%	-51%	-26,62%
	C3	-60%	-36,39%	-49,75%	-21,25%
E Aq (fleurs)	CM	-82,26%	-25,31%	-31,75%	-53,43%
	C1	-66,13%	-18,98%	-28,50%	-26,56%
	C2	-56,66%	-15,50%	-27,50%	-24,68%
	C3	-50%	-7,27%	-23%	-19,37%

Annexe03

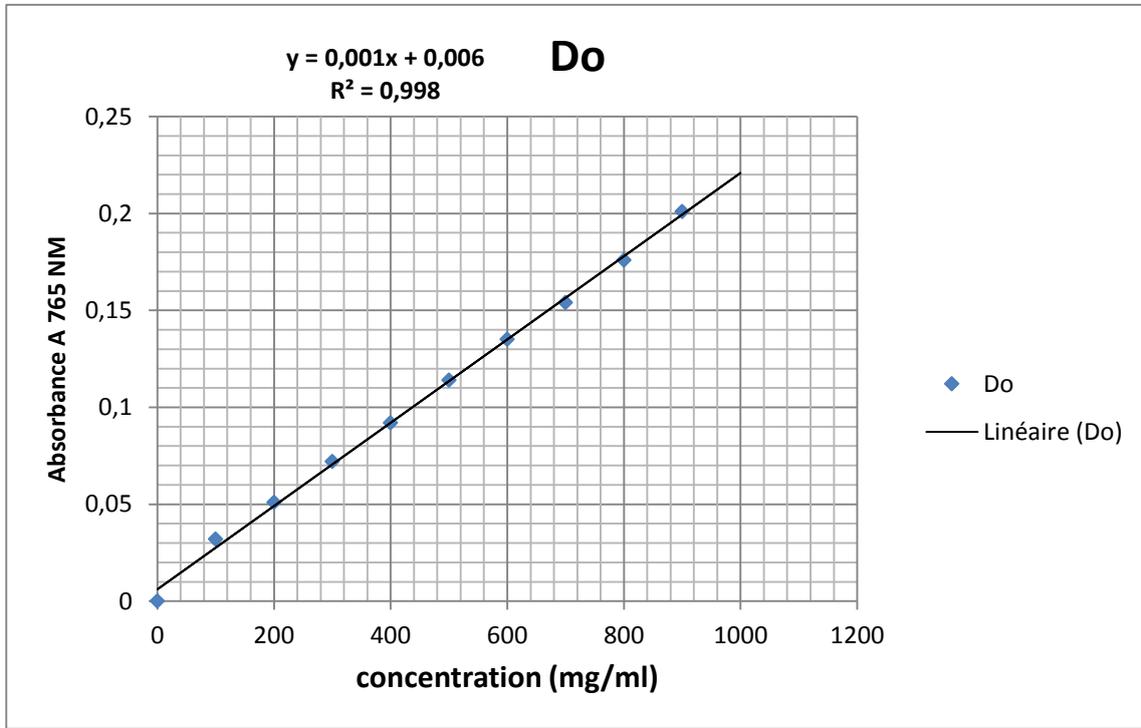


Figure 1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Préparé par :
-Hafirassou Wissam
-Hamimed Khadidja
-Houfani Anfal

Date de soutenance :
06/07/2022

Thème : Potentiel allélopathique des feuilles et des fleurs de *Rosmarinus officinalis L.*

Diplôme : Mastère en Biotechnologie végétale et amélioration des plantes

Résumé

Rosmarinus officinalis L. est une plante appartenant à la famille des Lamiacées, largement distribuée dans le monde et présente de multiples propriétés médicinales.

L'objectif de ce travail est d'estimer la teneur en polyphénols et d'évaluer l'activité antioxydante des feuilles et des fleurs de cette plante, ainsi d'étudier son potentiel allopathique sur la germination et la croissance de quelques espèces végétales.

L'extraction a mis en évidence 2 extraits différents, l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique.

La quantification des polyphénols par le teste spectrophotométrique a révélé leurs présences en quantités considérables dans l'extrait méthanolique des feuilles *Rosmarinus officinalis L.* par rapport à l'extrait florale.

L'activité antioxydante de l'extrait méthanolique a été évaluée par le teste du piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus ont montré un pouvoir réducteur important de l'extrait foliaire par rapport à l'extrait floral.

L'étude du potentiel allélopathique de l'extrait aqueux sur la germination et le développement de quatre espèces de céréales et de légumineuses (blé dur, blé tendre, lentilles et pois chiches) a montré une diminution de tous les paramètres étudiés (le taux de germination et une augmentation du taux d'inhibition, vitesse de germination, index de germination, longueur relatives des pousses et longueur relatives des racines, taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance) notamment pour les concentrations (75% et 100%).

Mots clés : Plantes médicinales, *Rosmarinus officinalis L.*, potentiel allélopathique,

Devant le jury:- Président :SAHLI.M

M.C.B

- Examinatrice : BELATTAR.H

M.C.A

-Promotrice:TALHI.F

M.C.B