



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



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : KHERCHA Wael Aymen**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES**

**OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX**

### **Thème**

**Contribution à l'étude de faculté allélopathique de *Retama raetam* sur la germination et croissance de quelques mauvaises herbes**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
AMEUR Djamila	MAA	Président
MARFOUA Meriem	MCB	Examineur
HOUYOU Zohra	MCA	Encadreur
ALLAL Farida	MCA	Co-encadreur

**Promotion : Juillet 2021**

KHERCHA W.A(2021)

Contribution à l'étude de faculté allélopathique de *Retama raetam* sur la germination et croissance de quelques mauvaises herbes

### Résumé

Les mauvaises herbes causent des ennuis aux agriculteurs. En effet, de lourdes pertes de rendement et de récoltes résultent de la compétition qu'elles provoquent. L'utilisation des herbicides s'avère nocive pour l'environnement ; d'où la nécessité de découvrir des alternatives naturelles qui pourraient réduire les impacts préjudiciables à l'environnement. Parmi les produits naturels d'origine végétale pouvant avoir une action herbicide, nous avons choisi une espèce végétale *Retama raetam*, pour tester un éventuel potentiel allélopathique sur la germination des graines et le développement de plantules de quelques mauvaises herbes.

Un extrait aqueux avec différentes concentrations 5%, 10% et 15%, a été préparé à partir de la plante entière de *Retama raetam*. Nous avons testé cet extrait aqueux sur deux espèces de mauvaises herbes (*cardaria* et *plantago*) et sur trois espèces de plantes cultivées (Blé, Tomate et Luzerne). L'effet inhibiteur d'extrait s'est manifesté notamment sur le développement des plantules, en particulier sur les glumelles des plantes adventices où le taux de germination diminue avec l'augmentation de la concentration. De même, la croissance des plantules diminue lorsque la concentration d'extrait augmente, et la germination des graines des plantes cultivées n'est pas affectée surtout à la concentration 5%. Une concentration relativement supérieure à 10% peut être efficace dans la lutte contre les mauvaises herbes testées.

**Mots clés :** Allélopathie, *Retama raetam*, germination, croissance, inhibition.

خرشة و.ا (2021)

المساهمة في دراسة التضاد البيوكيميائي للرتم وأثره على انبات ونمو الاعشاب الضارة.

### الملخص

تسبب الأعشاب الضارة متاعب للمزارعين. حيث تكبدهم خسائر كبيرة في الغلة والمحاصيل وذلك بالمنافسة التي تقوم بها ضد هذه المحاصيل وهذه الغلة. استخدام مبيدات الأعشاب يضر بالبيئة؛ ومن هنا تأتي الحاجة إلى اكتشاف بدائل طبيعية يمكن أن تقلل من الآثار الضارة على البيئة. من بين المواد الطبيعية ذات الأصل النباتي التي يمكن أن يكون لها تأثير مبيدا للأعشاب، اخترنا نوعاً نباتياً رتم (*Retama raetam*)، لاختبار إمكانات المضادات البيوكيميائية المحتملة على إنتاش البذور ونمو شتلات بعض الأعشاب الضارة.

تم تحضير مستخلص مائي بتركيزات مختلفة (5%، 10%، 15%) من نبات رتم. اخترنا هذا المستخلص المائي على نوعين من الأعشاب ( *cardaria* القنبييرة الحادة، *plantago* لسان الحمل) وعلى ثلاثة أنواع من النباتات المزروعة (القمح، الطماطم والبرسيم). وقد ظهر التأثير المثبط للمستخلص بشكل خاص على نمو الشتلات، ولا سيما على الأوراق الصغيرة الحاملة لبرعم زهرة للأعشاب الضارة حيث ينخفض معدل الإنبات مع زيادة التركيز. من ناحية أخرى، تضاعف نمو النباتات مع زيادة تركيز المستخلص، ولم يتأثر نمو النباتات المزروعة بتركيزات (5%). يكون التركيز الذي يزيد نسبياً عن 10% فعالاً في السيطرة على الحشائش المختبرة.

**الكلمات المفتاح:** التضاد البيئي اوالتضاد بيوكيميائي، نبات رتم، انتاش، نمو، تثبيط.

KHERCHA W.A(2021)

Contribution to the study of the allelopathic faculty of *Retama raetam* on the germination and growth of some weeds.

**Summury**

Weeds causes many problems for farmers. Indeed, heavy losses of yield and harvests results from the competition they cause. The use of herbicides is harmful to the environment; the need to discover natural alternatives that could reduce harmful impacts to the environment. Among the natural products of vegetable origin that can have a herbicide action, we chose a plant species *Retama raetam*, to test the possiblty of allelopathic potential on the germination of seeds and the development of seedlings of some weeds.

The aqueous extract with different concentrations of 5%, 10% and 15%, was prepared from the plant of *Retama raetam*. We tested this aqueous extract on two weed species (*Cardaria* and *Plantago*) and on three crop species (Wheat, Tomato and Lucerne). The inhibitory effect of the extract was manifested in particular on the development of the seedlings. In particular on the glumes of the weeds where the rate of germination decreases with the increase of the concentration. On the other hand, the growth of the seedlings decreases when the concentration of extract increases, and the germination of the seeds of the cultivated plants is not affected mainly at the concentration 5%. A relatively a higher concentration than 10% can be more effective in weeds control.

**Key words:** Allelopathy, *Retama raetam*, germination, growth, inhibition

## REMERCIEMENTS

*Avant tout, Nous tenons à remercier Dieu qui nous a donné le courage et le savoir pour mener jusqu'au bout ce mémoire.*

*Je tiens à présenter mes sincères remerciements et ma gratitude à **Mme HOUYOU Zohra**, qui m'a encadré tout au long de la réalisation de ce mémoire, pour son aide, son orientation et ses conseils judicieux.*

*Je remercie particulièrement l'examinatrice **Mme MARFOUA Meriem**. Pour avoir accepté de participer à mon jury et qui a bien voulu examiner ce travail de recherche de mon mémoire*

*Je tiens également à présenter mes vifs remerciements à **Mme AMEUR Djamila**. Qui m'a fait le plus grand honneur de présider le jury de cette soutenance.*

*Je tiens aussi à remercier tous les enseignants qui ont assuré notre enseignement d'apprentissage durant tout notre cursus universitaire et qui ont veillé à notre formation.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail de recherche.*

## **DEDICACES**

*A LA LUMIÈRE DE MES YEUX ET LE BONHEUR DE MA VIE : **MA MÈRE** QUI M'A APPORTÉ SON APPUI DURANT TOUTES MES ANNÉES D'ÉTUDE, POUR SON SACRIFICE ET SOUTIEN QUI M'ONT DONNÉ CONFIANCE, COURAGE.*

*A MON **CHER PÈRE** QUI M'A APPRIS LE SENS DE LA PERSÉVÉRANCE TOUT AU LONG DE MES ÉTUDES, POUR SON SACRIFICE ET SES ENCOURAGEMENTS.*

*A LA GRANDE ÉQUIPE DE JOIE **YOUCEF ET EYAD***

*A MES FRÈRES (**LATEUR ET RAOUF**) ET MES SŒURS (**KENZA ET SARA**) ; MERCI D'ÊTRE À MES CÔTÉS ET VOS ENCOURAGEMENTS*

*A MA TRÈS CHÈRE TANTE **NAIMA***

*A TOUS MES AMIS (**ISMAIL, TAHAR, FATIMA, ALI,.....**) ET TOUTE MA PROMOTION.*

## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	IV
DEDICACES .....	V
SOMMAIRE .....	VI
Liste des figures .....	IX
Liste des tableaux .....	XI
Liste des abréviations .....	XII
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
I.1. <i>Retama raetam</i> : .....	4
I.1.1. Répartition géographique .....	4
I.1.2. Historique .....	4
I.1.3. Caractéristique de <i>Retama raetam</i> .....	5
I.1.4. Description .....	5
I.1.4.a. Les feuilles .....	6
I.1.4.b. Les fleurs : .....	6
I.1.4.c. Le fruit .....	6
I.1.4.d. Système racinaire .....	6
I.1.5. Intérêt des Retames .....	6
I.1.5.a. Intérêt écologique .....	7
I.1.5.b. Intérêt pharmacologique .....	7
I.1.4.c. Intérêt industriel et économique .....	8
II- Allélopathie .....	8
II.1- Définition .....	8
II.2. Historique de l'allélopathie .....	9
II.3. Natures chimiques des composés allélopathiques .....	9
II.3.1. Alcaloïdes (Quinones) .....	10
II.3.2. Terpènes .....	10
II.3.3. Polyphénols .....	10
II.3.3.1. Flavonoïdes .....	11
II.3.3.2. Tanins .....	12
II.3.3.2.1. Les tanins hydrolysables .....	12
II.3.3.2.2. Les tanins condensés .....	12
II.3.3.3. Les lignanes .....	13
II.3.3.4. Les coumarines .....	13
II.4. Voies de libération de substances allélochimiques .....	13
II.4.1. Volatilisation .....	14

II.4.2. Exsudation racinaire .....	14
II.4.3. Le lessivage .....	14
II.4.4 Décomposition des résidus végétaux.....	14
II.5. Modes d'action des composés allélopathiques .....	15
II.6. Facteurs influant l'activité des composés allélopathiques .....	17
II.7. Les allélochimiques dans les différents organes des plantes.....	17
III. Allélopathie et environnement.....	18
III.1. La synthèse des allélochimiques est affectée par les stress environnementaux .....	18
III.2. Impacts de l'allélopathie sur la biodiversité.....	18
III.3. Application de l'allelopathie .....	19
III.4. Quelques exemples d'expériences sur les plantes allelopathiques .....	19
III.4.1. Les plantes cultivées.....	19
III.4.2. Les plantes médicinales.....	20
III.5. L'allelopathie et la Lutte contre les mauvaises herbes .....	20
IV. Généralités sur les plantes adventices ou mauvaises herbes .....	22
IV.1. Définitions.....	22
IV.2. Les effets de l'environnement agronomique sur les adventices .....	22
IV.3. Nuisibilité des mauvaises herbes.....	23
IV.3.1. La nuisibilité due à la flore potentielle .....	24
IV.3.2. La nuisibilité due à la flore réelle .....	25
IV.5. Seuils de nuisibilité.....	25
IV.5.1. Seuil biologique de nuisibilité .....	26
IV.5.2. Seuil économique de nuisibilité.....	26
IV.6. Lutte contre les mauvaises herbes .....	26
L'incidence d'une mauvaise est particulièrement négative sur la production agricole (Vall et al., 2002). La mise en point des techniques de désherbage approprié nécessite une connaissance de la composition de la flore adventice (Lebreton et al., 2005).....	
IV.6.1. Moyens préventifs .....	27
IV.6.2. Méthodes culturales .....	27
III.6.3. Moyens biologiques.....	27
III.6.4. Moyens mécaniques .....	27
<b>Chapitre II Matériel et méthodes</b>	
I- Récolte de <i>Retama raetam</i> .....	29
I-1- Justification pour le choix de <i>Retama raetam</i> .....	29
I-2- Lieu de récolte de <i>Retama raetam</i> .....	29
II- Préparation du matériel végétal .....	29

Figure 12 : Broyage de la plante <i>Retama raetam</i> . (Cliché KHERCHA W, Mars 2021).....	31
<b>III- Travail aux laboratoires</b> .....	31
<b>III.1- Caractérisation chimique de <i>Retama raetam</i></b> .....	31
<b>III.2- La préparation des solutions (Extraits aqueux de <i>Retama raetam</i>)</b> . .....	32
<b>III.2.1. Filtration</b> .....	33
<b>III.3- Les essai de la germination</b> .....	33
<b>III.3.1- Présentation des espèces utilisées durant le test de germination</b> .....	33
<b>III.3.2. Déroulement des tests de germination</b> .....	34
<b>III.3.3. Incubation des échantillons</b> .....	35
<b>III.4. Suivi de la germination et notations (paramètre étudié)</b> .....	35
<b>III.4.1. Détermination du taux de la germination et de son inhibition</b> .....	35
<b>III.4.2. Mesures des longueurs de croissance des radicules et des glumelles</b> .....	36
<b>III.5. Analyse du comportement des plantules des mauvaises herbes</b> .....	36
<b>III.5.1. Dosage de la proline (mmol /g MF)</b> .....	36
<b>IV. Analyses statistiques des données</b> .....	38
<b>Chapitre III :Résultats et Discussion</b>	
<b>I-Caractérisation chimique de <i>Retama raetam</i></b> .....	40
<b>I-1. Analyse des différents spectres IR enregistrés</b> .....	40
<b>II- Effets des extraits aqueux de <i>Retama raetam</i> sur le taux d'inhibition de la germination et la croissance des radicules et des glumelles</b> . .....	41
<b>II-1. Comportement des plantes cultivées</b> .....	41
<b>II-1.1. La tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)</b> .....	41
<b>II-1.2. Le blé (<i>Triticum durum</i>)</b> .....	43
<b>II-1.3. La luzerne (<i>Medicago sativa</i>)</b> .....	45
<b>II-2. Comportement des mauvaises herbes</b> .....	47
<b>II-2. 1. Cardaria (<i>Lepidium draba</i>)</b> .....	47
<b>II-2. 2.Plantago (<i>Plantago tanceolata</i>)</b> .....	49
<b>III- Analyse du comportement physiologique par accumulation de proline chez les mauvaises herbes</b> .....	51
<b>III-1. Effet de l'extrait aqueux de <i>Retama raetam</i> sur l'accumulation de la proline chez Cardaria</b> .....	51
<b>III-2. Effet de l'extrait aqueux de <i>Retama raetam</i> sur l'accumulation de la proline chez Plantago</b> .....	52
<b>III.3.Discussion</b> .....	53
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	57
<b>Références bibliographiques</b> .....	60
<b>Annexes</b> .....	68

**Liste des figures**

Figure 1: Vue de Retama raetam dans la région de Hamda à Laghouat (2021)..... 5

Figure 2: Structure de base des flavonoïdes (BRUNETON. J., (1999)..... 11

Figure 3: structures de base des tanins hydrolysables (bruneton. 1993)..... 12

Figure 4: Structure de base des tanins condensés (bruneton. 2009)..... 13

Figure 5: Voies de libération des molécules allélopathiques (Regnault-Roger et al,2008). .... 15

Figure 6: Effet direct ou indirect des molécules allélochimiques (Soltys et al., 2013)..... 16

Figure 7: Type de nuisibilité des mauvaises herbes dans les cultures (Chiarappa, 1981). .... 24

Figure 8: Type de nuisibilité des mauvaises herbes (Caussanel ,1988). .... 25

Figure 9: Site de récolte de Retama raetam (Hamda) ..... 29

Figure 10: Fauchage de la plante Retama raetam. (Cliché KHERCHA W, Décembre 2021). 30

Figure 11: Séchage de la plante Retama raetam. (Cliché KHERCHA W, Décembre 2021)... 30

Figure 12 : Broyage de la plante Retama raetam. (Cliché KHERCHA W, Mars 2021)..... 31

Figure 13: Représentation d'un spectrophotomètre infrarouge jasco FT/IR-4200 ..... 32

Figure 14: Préparation des solutions aqueuses de la plante Retama raetam. .... 32

Figure 15: Filtration des solutions aqueuses de la plante Retama raetam..... 33

Figure 16: Les tests de germinations de la solution aqueuses de la plante Retama raetam sur les graines ..... 34

Figure 17: Incubations des boîtes pétries (Cliché KHERCHA W, Mars 2021)..... 35

Figure 18: Mesure des longueurs des glumelles et des radicelles ..... 36

Figure 19: Déterminations de la densité optique de proline avec un spectrophotomètre..... 37

Figure 20: La caractérisation chimique de Retama raetam par spectrophotomètre jasco FT/IR-4200 ..... 40

Figure 21 : Effet de l'extrait aqueux de Retama raetam à différentes concentrations, (A) : Germination des graines de tomate, (B) : Croissance des radicelles de tomate, (C) : Croissance des glumelles de tomate. .... 42

Figure 22 Effet de l'extrait aqueux de Retama raetam à différentes concentrations, (A) : Germination des graines de blé, (B) Croissance des radicelles de blé, (C) Croissance des glumelles de blé..... 44

Figure 23: Effet de l'extrait aqueux de Retama raetam à différentes concentrations, (A) : Germination des graines de luzerne, (B) Croissance des radicelles de luzerne, (C) Croissance des glumelles de luzerne. .... 46

Figure 24 Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A) :  
Germination des graines de *Cardaria*, (B) Croissance des racines de *Cardaria*, (C)  
Croissance des glumelles de *Cardaria*. ..... 48

Figure 25: Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A):  
Germination des graines du *plantago*, (B) Croissance des racines du *plantago*, (C)  
Croissance des glumelles du *plantago*. ..... 50

Figure 26: Evolution de la proline accumulée en fonction de la concentration de l'extrait  
aqueux de *Retama raetam* chez *Cardaria*. ..... 51

Figure 27: Evolution de la proline accumulée en fonction de la concentration de l'extrait  
aqueux de *Retama raetam* chez *plantago* ..... 52

**Liste des tableaux**

Tableau 1: Nomenclature & classification botanique de *Retama raetam* (Quezel et santa, 1996)..... 4

Tableau 2: Résultats de l'analyse spectrophotométrie (IR).....41

Liste des abréviations

**%** : Pourcentage

**ANOVA** : Analyse de la variance.

**Cm**: Centimeters

**F.A.O**: Food and Agriculture Organization

**g /l** : gramme par litre

**g** : gramme

**TG** : Taux de germination.

**TIG** : Taux d'inhibition de la germination

**LG** : Longueur des glumelles.

**LR** : Longueur des radicules.

**P** : probabilité.

**MF** : Matière fraîche

# **Introduction**

Parmi les nombreux ennemis de cultures, les mauvaises herbes occupent une place importante. Leur étude fait l'objet d'une science appelée la malherbologie. Une mauvaise herbe est une plante herbacée ou par extension, une plante ligneuse qui a l'endroit où elle se trouve est indésirable. Elle désigne aussi une plante introduite accidentellement à l'insu de l'homme (Bailly *et al.*, 1980).

Les mauvaises herbes causent depuis toujours des ennuis aux producteurs agricoles de lourdes pertes de rendements et de qualité des récoltes (Hannachi A, 2010). Ces plantes sont progressivement multipliées pour couvrir des superficies de plus en plus importantes et les pertes qu'elles causent peuvent être de l'ordre de 20 à 50 % de la production agricole (Harker, 2001). En Algérie, les mauvaises herbes se sont progressivement multipliées pour couvrir des superficies (INPV, 2016). La présence des mauvaises herbes dans les champs, peut être nuisible à plusieurs titres ; la compétition pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière, affectant directement la croissance de la culture et son rendement. L'infestation massive de ces mauvaises herbes gêne les outils de labour et de moisson et rendent la réussite de ces opérations problématique. Les phénomènes de compétition entre les mauvaises herbes et les cultures interviennent également dans les pertes de rendement (Le Bourgeois et Merlier, 1995).

L'Algérie possède une des flores les plus diversifiées et les plus originales du bassin méditerranéen. Cette flore compte près de 3232 espèces réparties dans près de 150 familles parmi lesquelles près de 653 espèces sont endémiques (Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991).

Depuis les années cinquante, l'agriculture dépend de l'utilisation des herbicides et des pesticides pour éliminer les mauvaises herbes et assurer des rendements élevés. Les herbicides ont pris soin de détruire les mauvaises herbes en pratique agricoles. L'application des agents chimiques pour le contrôle de celles-ci n'a donc pas cessé d'augmenter. Par conséquent, l'augmentation de l'utilisation d'un certain nombre de pesticides a eu des effets négatifs sur la santé humaine et sur l'environnement (Weih *et al.*, 2008).

L'utilisation des herbicides a un effet nocif sur l'environnement. Cet effet a poussé les recherches vers des méthodes biologiques afin de lutter contre les mauvaises herbes

Selon (Chon *et al.*, 2009). L'allélopathie joue un rôle clé dans le contrôle des mauvaises herbes, la protection des cultures. Manipulation appropriée de l'allélopathie en vue d'améliorer la productivité des cultures et la protection de l'environnement par le biais d'une lutte contre les mauvaises herbes de l'environnement, ravageurs, maladies des cultures.

La synthèse de nouveaux produits agrochimiques à base de produits naturels ont attiré l'attention des scientifiques pour la recherche de molécules allélopathiques. Les substances allélochimiques peuvent affecter des fonctions physiologiques telles que la respiration, la photosynthèse et l'absorption d'ions. Plus récemment, cependant, une attention scientifique a également attirée à exploiter les rôles significatifs positifs de l'allélopathie. (Macheix et al, 2005)

Dans cette optique, l'objectif de cette étude est de tester le pouvoir allélopathique de l'extraits aqueux de la plante *Retama raetam*, sur la germination des graines de deux espèces adventices : *Cardaria* (*Lepidium draba* L), adventice des cultures remblais ; *Plantago* (*Plantago tanceolata*) adventice des cultures fourragères et adventices. Et pour éviter l'effet d'extraits aqueux *Retama reatam* sur les plantes cultivées, il est en parallèle testés sur la germination de graines de trois plantes cultivées : céréalière, maraichère, et fourragère (blé, tomate et luzerne).

Les démarches suivies dans la réalisation de ce document sont les suivantes :

Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique. Cette synthèse rappelle des généralités sur l'allélopathie, sur les plantes adventices et aussi sur les rétames.

Le deuxième chapitre est consacré aux matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.

Les résultats obtenus sont présentés dans le troisième chapitre et discutés dans ce même chapitre.

Et enfin nous terminerons par une conclusion et des perspectives.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## I. Généralité sur *Retama raetam*

### I.1. *Retama raetam* :

Est une plante vivace de la famille des Fabaceae. Sa nomenclature et sa classification sont représentées dans le **Tableau N 1**.

Tableau 1: Nomenclature & classification botanique de *Retama raetam* (Quezel et santa, 1996).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Fabales
Super famille	Légumineuses
Famille	Fabaceae
Sous famille	Papilionacées
Genre	Retama
Espèce	Retama raetam

#### I.1.1. Répartition géographique

Selon Zohary, (1989), les rétames sont caractérisés par une large distribution géographique, originaires du Nord-Ouest Africain et probablement des îles Canaries.

*Retama raetam* est localisée dans le sud oranais, le sud de Djelfa, à Aine Safra, Touggourt, au centre de la Kabylie, à l'est de Biskra (Ighil, 1962) et également à Ouargla (Benfakih, 2006). C'est une plante commune des écosystèmes arides qui entourent la méditerranée, cette plante utilise comme stratégie d'acclimatation une dormance partielle pour résister aux périodes de sécheresse (Mittler et al, 2002).

#### I.1.2. Historique

Les rétames sont des légumineuses arbustives, occupant les zones arides, semi- arides et côtières, qualifiées des plantes fixatrices de dunes, leur nom dérive du nom biblique (ROTEM) qui fut changé par les arabes en (R'tem) ou (retam) (Zohary, 1962., Shallaby et al. 1972).

### I.1.3. Caractéristique de *Retama raetam*

Les rétames sont des Légumineuses arbustives, occupant les zones arides, semi-arides et côtières qualifiées de plantes fixatrices des dunes (Zohary, 1962 ; Shallaby et al, 1972), sont des arbustes sahariens de 1 à 3 m de hauteur à rameaux veloutés (Quezel et Santa, 1962)

Selon Miltter (2000), *Retama raetam* s'adapte bien aux conditions les plus extrêmes, Les rétames sont les espèces fixatrices des dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (Zohary, 1962), les racines de *Retama raetam* pénétré jusqu'à 20 m de profondeur dans le sol.

Selon Genmedoce (2006), *Retama raetam* Arbuste très ramifié de la famille des légumineuses, de 1 à 3 m de hauteur, avec des rameaux en forme de balai, les jeunes velus. Feuilles éphémères, linéaires et soyeuses, fleurs en grappes de 2-10, calice marron qui tombe à la floraison, corolle papilionacée, blanche, fruit en gousse monosperme, ellipsoïde, avec un mucron apical court, espèce endémique de sicile méridionale de la province de Caltanissetta, il s'agit d'une plante psammophile typique des dunes.



Figure 1: Vue de *Retama raetam* dans la région de Hamda à Laghouat (2021).

### I.1.4. Description

Selon (Beniston, 1985, Ozenda, 1958), les rétames sont des plantes pérennes, ce sont des arbustes monoïques, pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres de long, caractérisés par un tronc trapu et court. Portant de nombreux rameaux dense, arqués, flexibles et retombants, forment

sillonnés et peu feuillés, les jeunes arbustes sont soyeux d'un vert argenté à gris argenté. Arbrisseau à longs rameaux pouvant dépasser les trois mètres de haut, soyeux, à fond jaunâtre. Les rameaux fortement sillonnés en long, les feuilles inférieures trifoliolées, les autres simples, toutes très caduques. Les fleurs blanches en petites grappes latérales le long des rameaux. Les gousses ovoïdes aigues, terminées en bec (Chehema, 2006).

#### **I.1.4.a. Les feuilles**

Sont très caduques, les inférieurs sont trifoliés, les supérieurs sont simples et unifoliés (Ouezel et Santa, 1962), elles sont minuscules, alternes et linéaires, qui ne demeurent en place que quelques jours.

#### **I.1.4.b. Les fleurs :**

Unisexuée sont en petites grappes latérales, réparties sur de courts racèmes, avec un petit calice bilabié, à lèvres supérieurs profondément bidentées, des pétales à onglets plus ou moins soudés au tube staminal, des étendards dressés avec 10 étamines monadelphes (Quezel et santa, 1962) elles sont de deux couleurs selon l'espèce

- Blanches pour *Retama monosperma* et *Retama raetam*.

- Jaunes pour *Retama sphaerocarpa*.

La floraison est longue et précoce de la fin d'hiver (en janvier - février) à début printemps, selon le climat, elle peut s'étendre jusqu'au mois de Mai (Selami, 2000., Messirdi, 2004).

#### **I.1.4.c. Le fruit**

Selon (Quezel et santa, 1962), le fruit est une étroite gousse indéhissante de moins de 2 cm, acuminées, avec une extrémité aigue, portant une à deux graines.

#### **I.1.4.d. Système racinaire**

Est de type pivotant pouvant atteindre plusieurs mètres de profondeur (Stocker, 1974). Des racines adventives sont également présentes sur les rameaux et colonisent la surface des dunes.

#### **I.1.5. Intérêt des Retames**

Le genre *Retama* regroupe des espèces très intéressantes, du point de vu biochimique, moléculaire et écologique.

### I.1.5.a. Intérêt écologique

La *Retama raetam* joue un rôle très important dans le maintien de l'équilibre des milieux naturels et des écosystèmes, reconnues comme étant des plantes des zones arides et semi arides.

S'adapte aux conditions les plus extrêmes de sécheresse et de salinité grâce à leur morphologie et leur structure xéromorphique elle développe un mécanisme moléculaire qui lui permet de résister aux changements climatiques (manque de nutriments et stress hydrique) et cela en entrant dans une phase de dormance partielle, en supprimant l'expression de certains gènes, grâce à une enzyme de défense qui est l'ascorbate peroxydase (APx). (Mittler et al, 2000)

Grace à leur très grande capacité symbiotique, la *Retama raetama* contribue à la bio fertilisation des sols salins et pauvres, et joue un rôle important dans le cycle de l'azote.

### I.1.5.b. Intérêt pharmacologique

En médecine traditionnelle, *Retama raetam* est utilisé dans le traitement de plusieurs maladies comme l'eczéma, elle est utilisée dans le sud dans les soins en cas de morsures de serpents (El Hamrouni.A, 2001).

Des recherches entreprises sur le genre *Retama*, ont montré que l'extrait aqueux de *Retama raetam* avait un effet diurétique (Maghrani.M et al, 2005), aussi bien qu'hypoglycémique (Maghrani.M et al, 2003), en effet l'administration orale d'une dose de 20mg/kg de l'extrait aqueux de *Retama raetam*, réduisait de façon significative le taux de glucose dans le sang des rats normaux, ainsi que des rats diabétiques.

*Retama raetam* influe aussi sur le métabolisme lipidique, selon (Maghrani.M et al, 2004), l'administration d'extraits aqueux de *Retama raetam* induit une baisse de la concentration des triglycérides dans le plasma des rats normaux et diabétiques et conduirait à une baisse significative du poids.

En plus *Retama raetam* a une activité antioxydante (Saadaoui.B et al, 2006), ainsi qu'antimicrobienne et cytotoxique.

De ce fait, on constate la large capacité pharmacologique du genre *Retama*, et leur éventuelle utilisation en phytothérapie, et donc la nécessité d'approfondir les connaissances sur ces espèces, au niveau moléculaire et génétique.

Selon (Chehma, 2006), *Retama raetam* a été répertorié comme plante médicinale, pharmacopée, sa partie aérienne est utilisée en infusion, en poudre ou en compresse, pour le

traitement des rhumatismes, les blessures et les piqûres de scorpion. Intérêt pastoral : Elle est peu broutée par les dromadaires.

#### **I.1.4.c. Intérêt industriel et économique**

Les Retames sont considérés comme un excellent fourrage, de plus leur bois est utilisé en chauffage. Ils sont riches en fibre, dont la longueur moyenne atteint 1,93mm (Bahi, 1991), ils pourraient donc être valorisés dans l'industrie papetière. Les Retames sont aussi des plantes ornementales en raison de leurs multiples fleurs odorantes les graines des Rétames contiennent des lécithines, des protéines allergènes, utilisées par la plante dans les mécanismes de défense contre les insectes, ce qui pourrait donc être valorisé dans l'industrie des bio insecticides.

## **II- Allélopathie**

### **II.1- Définition**

En 1930, juste avant de décéder, Hans Molisch publie son dernier livre, consacré aux interactions chimiques entre plantes, largement illustrées par les effets de l'éthylène sur la maturation des fruits. À cette occasion, il propose d'utiliser le terme d'allelopathie pour décrire ce type de relations interspécifiques faisant appel à des médiateurs chimiques.

En 1984, Rice propose les fondements de l'allelopathie « moderne » et la définit comme « un effet positif ou négatif, direct ou indirect, d'un végétal -micro-organismes inclus sur un autre par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement ». Cette définition prévaut aujourd'hui et indique bien que ce type d'interaction diffère du parasitisme et de la symbiose ainsi que de la compétition (Chiapusio et al., 1997).

L'Allélopathie, l'inhibition chimique d'une plante par d'autres, représente une forme de guerre chimique entre les espèces pour la concurrence de la lumière, l'eau et les ressources nutritionnelles (Bais et al., 2003). Elle est maintenant reconnue comme jouant un rôle important dans les différents aspects écologiques (Robles et al., 1999).

Depuis quelques années, l'évolution des systèmes de culture en Europe tend vers une moindre « artificialisation » de l'agriculture. Dans ce cadre, l'allelopathie mérite d'être étudiée pour deux raisons : d'une part, les effets négatifs d'une culture sur la suivante risquent d'avantage de s'exprimer dans une agriculture plus intégrée ; d'autre part, les effets allélopathiques « canalisés », pourraient être utilisés dans le cadre d'une protection contre les mauvaises herbes (Putnam et Weston, 1986).

Le terme « allélochimiques » dérive du « allelochemicals » inventé par Whittaker et Feeny (1971) et a été employé la première fois par Chou et Waller en 1983. Depuis ce temps, le terme a été employé en littérature traitant des interactions chimiques interspécifiques entre les organismes.

## II.2. Historique de l'allélopathie

Le terme allélopathie a été présenté pour la première fois par Molisch en 1937. Ce terme est dérivé du mot grec « allelo » les uns des autres (Ang. Of one another) et de « pathia » de souffrir (Ang. suffering) et indique l'effet préjudiciable de l'une sur l'autre, c'est à dire l'inhibition de la croissance d'une plante par une autre grâce à la production et la libération de substances chimiques toxiques dans l'environnement (Heisey, 1997).

Dès l'antiquité, l'homme a observé que certains végétaux gênaient le développement d'autres espèces voisines : Théophraste remarquait que le pois-chiche détruisait les mauvaises herbes. En outre, il est constaté que le noyer ne laissait pousser aucune plante sous son feuillage (Rizvi et Rizvi, 1991). Au siècle dernier, De Candolle suggéra que la fatigue des sols pourrait être due à des exsudats des cultures. En 1937, Molisch (In Chadda, 2008) précisa le phénomène et créa le terme d'allélopathie. En effet, à la fin de sa vie, Hans Molisch (In Chadda, 2008) publie son dernier livre, consacré aux interactions chimiques entre plantes, largement illustrées par les effets de l'éthylène sur la maturation des fruits. A cette occasion, il propose d'utiliser le terme d'allélopathie pour décrire ce type de relations interspécifiques faisant appel à des médiateurs chimiques.

## II.3. Natures chimiques des composés allélopathiques

La quasi-totalité des molécules caractérisées comme agents allélopathiques sont des métabolites secondaires végétaux, c'est-à-dire des composés qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétale (croissance, développements, reproduction.....) (Chiapusio et al., 1997).

Les plantes allélopathiques libèrent certains produits chimiques dans leur environnement qui sont disponibles dans la plupart des plantes en faible concentration (Kohli et al., 1998).

Une variété d'allélochimiques a été identifiée, y compris les acides phénoliques (qui sont les plus importants) tels que les acides p-hydroxybenzoïque, vanillique, p-coumarique, férulique

et chlorogénique, des coumarines, terpénoïdes, alcaloïdes, flavonoïdes, quinones, tannins (Bagchi, 1997) ainsi que des acides gras et des acides aminés (Inderjit, 1996).

### **II.3.1. Alcaloïdes (Quinones)**

Les alcaloïdes constituent avec les hétérosides, la majorité des principes actifs des plantes médicinales. La plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques.

Les alcaloïdes sont des molécules d'origine naturelle. On les trouve principalement chez les végétaux, mais aussi chez les animaux et chez certains microorganismes. Les alcaloïdes forment un groupe hétérogène du point de vue de leur structure, de leurs propriétés et de leurs effets biologiques. Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique, et mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique (BRUNETON. J.,1999)

### **II.3.2. Terpènes**

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

Ce sont des substances du métabolisme secondaire qui dérivent des Isoprénoides dont certains interviennent dans la photosynthèse, ainsi que plusieurs hormones végétales sont de structure Terpénique. Ce sont des produits hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaînes ouverte formées de l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta-carbonées ramifiées dérivées du 2-Méthyle butadiène, appelées unités isopréniques (Hopkins, 2003).

### **II.3.3. Polyphénols**

Les polyphénols ou composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qui on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficiels, ils sont des composés photochimiques polyhydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils subdivisent en sous classe principales ; les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins. Comme ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes, elles ont un rôle principal à la vie de plante, à la défense contre les pathogènes ;

principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes et la protection contre les rayonnements UV ; sachant que tous les composés phénoliques absorbent les rayonnements solaires

Les polyphénols ont également un rôle dans le contrôle de la croissance et le développement des plantes en interagissant avec les diverses hormones végétales de croissance. Les polyphénols sont également utilisés dans l'industrie agro-alimentaire comme additif, colorant, arôme ou agent de conservation (BRUNETON. J., (1999).

### II.3.3.1. Flavonoïdes

Terme en latin ; favus jaune. Ont une structure de C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> à poids moléculaire faible, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes. Les flavonoïdes ont des sous-groupes caractérisés à contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, chacun portant une ou plusieurs groupes hydroxyles phénoliques et reliées par un pont carbone

Les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes. Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire (jus de citron) et de l'industrie pharmaceutique (les fleurs de trèfle rouge traitent les rhumes et la grippe en réduisant les sécrétions nasales), comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales. (BRUNETON. J., (1999).

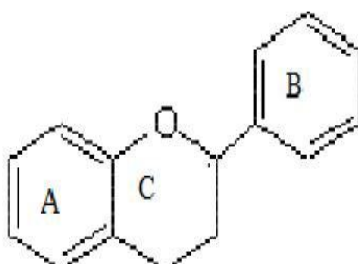


Figure 2: Structure de base des flavonoïdes (BRUNETON. J., (1999).

### II.3.3.2. Tanins

Les tanins sont des polyphénols polaires d'origines végétales. Ils sont présents presque dans chaque partie de la plante. Ils sont d'un grand intérêt pour la nutrition et la médecine à cause de leur capacité antioxydante puissante et leur effet protecteur possible sur la santé humaine (Oszmianski et al, 2007).

Une partie poly phénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (paolini. V., ph. Dorchies, (2003).

#### II.3.3.2.1. Les tanins hydrolysables

Sont des esters d'acide gallique, qui se lient aux molécules de glucose (Bruneton. 1993 ; Hopkins. 2003) et d'acides phénols, qui sont facilement scindés par les enzymes de tannases en oses et en acide phénol (acide ellagique) (Bruneton. 2009).

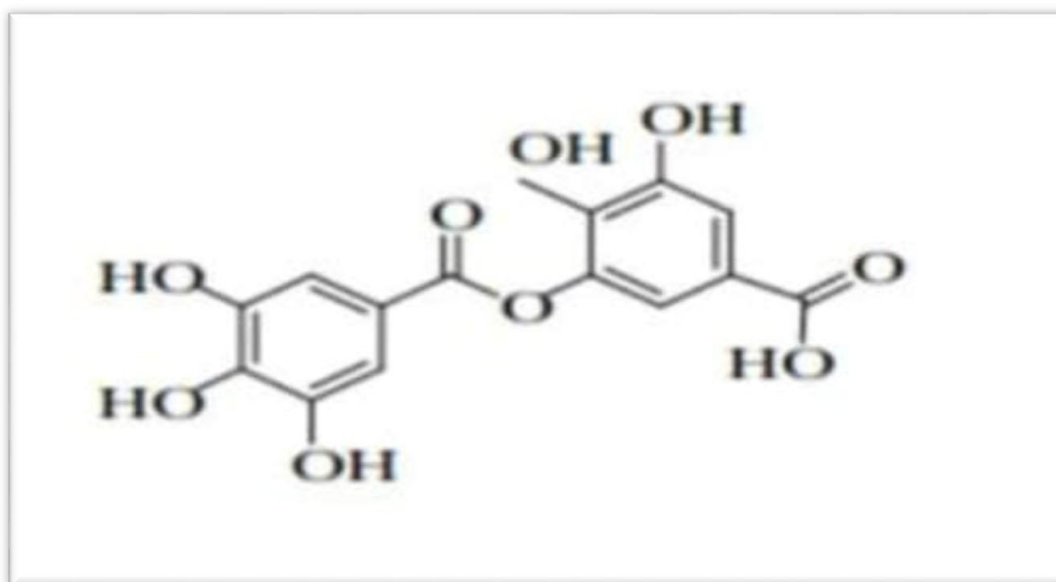


Figure 3: structures de base des tanins hydrolysables (bruneton. 1993).

#### II.3.3.2.2. Les tanins condensés

Sont des composés phénoliques hétérogènes, se trouvent sous forme d'oligomères ou polymères qui sont formés par condensation des molécules de flavonoïdes entre elles. Ils ont tous comme précurseurs des flavonoïdes (C6- C3-C6) et diffèrent entre eux par le type de liaison, le plus souvent épi catéchine et catéchine (Bruneton. 2009).

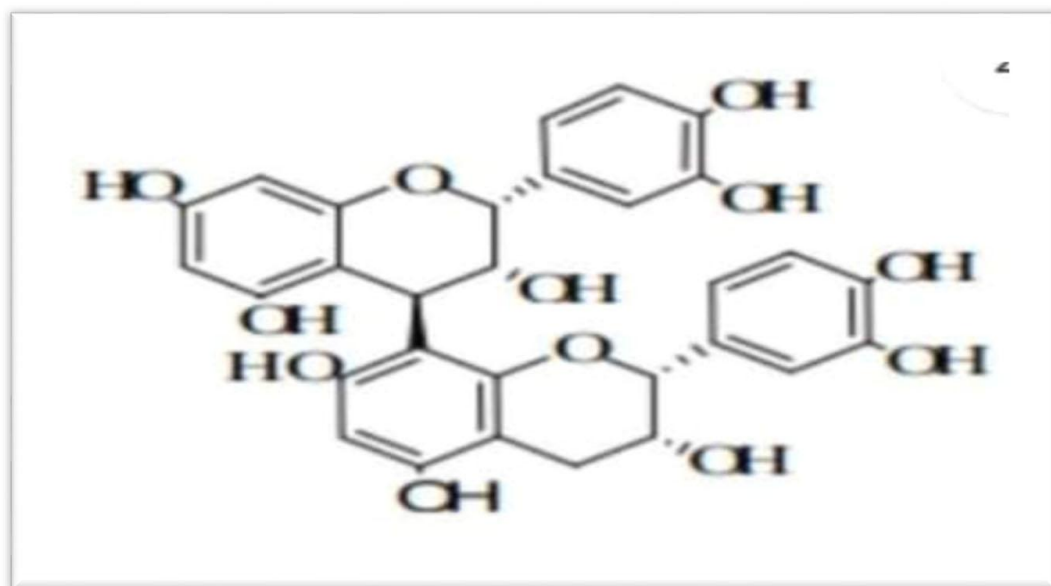


Figure 4: Structure de base des tanins condensés (bruneton. 2009).

### II.3.3.3. Les lignanes

Les lignanes constituent une classe importante de métabolites secondaires dans le règne végétal. La distribution botanique des lignanes est large : plusieurs centaines des composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles. Chez les gymnospermes, Ils sont surtout rencontrés dans les bois alors que chez les Angiospermes, ils ont été identifiés dans tous les tissus, Ils ont été découvert dans toutes les parties des plantes : les racines, les feuilles, les fruites est les graines (Midoun, 2011)

### II.3.3.4. Les coumarines

Les coumarines constituent une classe importante de produits naturels, elles donnent une odeur caractéristique semblable à celle du foin fraîchement fauché. A l'exception des algues, ces composés sont les constituants caractéristiques du règne végétal chlorophyllien.

Les familles les plus riches en coumarines sont : Légumineuse, Rutacées, Apiécées et Thymeleacées. Elles se trouvent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines (Barket et al., 2017).

## II.4. Voies de libération de substances allélochimiques

Les allélochimiques sont libérés dans l'environnement au moyen de quatre processus écologiques

### **II.4.1. Volatilisation**

La libération de substances toxiques volatiles par les plantes. Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des mono terpènes. L'action inhibitrice est exercée par ces plantes sur la croissance des herbes de leur voisinage (Koitababashi, 1997).

### **II.4.2. Exsudation racinaire**

On appelle exsudat racinaire toute substance organique soluble et insoluble libérée dans le sol par les racines saines ou lésées.

L'exsudation racinaire présente un intérêt particulier pour les phénomènes allélopathiques parce qu'il s'agit d'une voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (Chiapasio et al., 2002).

### **II.4.3. Le lessivage**

Le lessivage de tissus végétaux, principalement de feuilles, par la pluie, le brouillard ou la neige conduit à la dissolution et au transport de constituants organiques. La grande majorité des substances allélopathiques peut être lessivée, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (Tukey, 1970).

### **II.4.4 Décomposition des résidus végétaux**

Les substances potentiellement allélopathiques étant présentes dans tous les tissus de plante, la décomposition de résidus végétaux entraîne leur libération dans le sol. Des extraits aqueux de litière de certains conifères (*Picea mariana*, *Pinus resinosa* et *Thuja occidentalis*) inhibent la germination et la croissance juvénile de diverses espèces colonisatrices des terres abandonnées par l'agriculture (Jobidon, 1986).

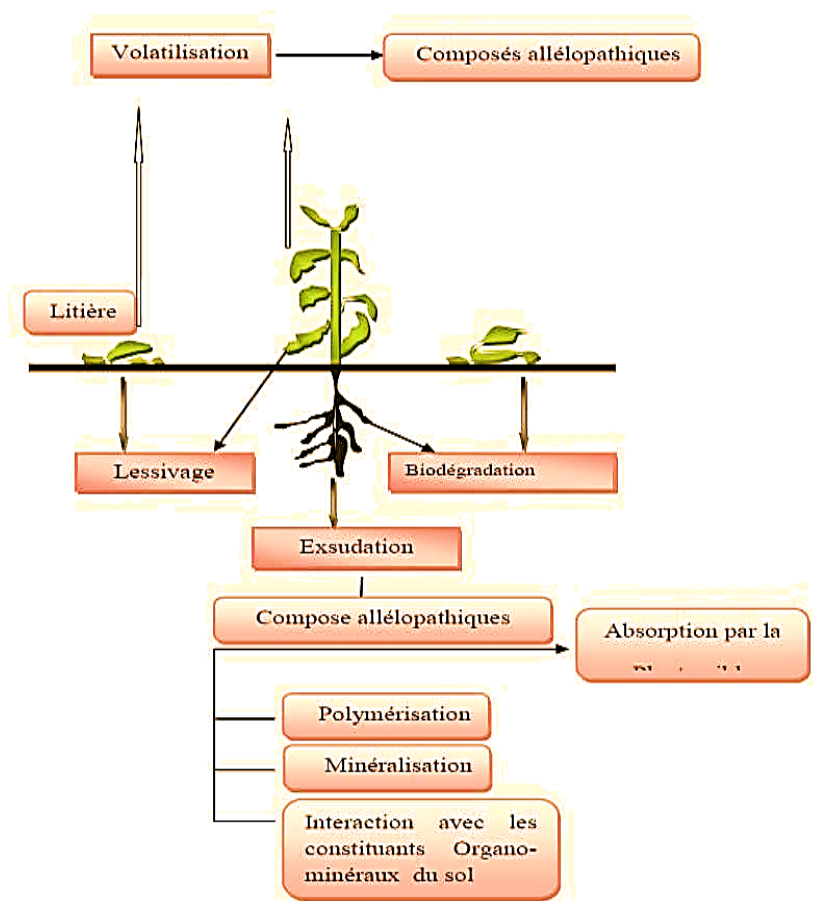


Figure 5: Voies de libération des molécules allélopathiques (Regnault-Roger et al,2008).

## II.5. Modes d'action des composés allélopathiques

Les substances allélochimiques ou chimio-allélopathiques sont généralement inhibiteurs de la croissance des tiges, des feuilles, des racines et de la croissance globale de la plante. Plusieurs composés sont des inhibiteurs de la germination. Le phénomène d'allélopathie ne se manifeste que lorsque la quantité critique des allélochimiques atteint les plantes ou les graines cibles. L'effet allélopathiques des différents organes des plantes agressives peut être différent selon espèces végétales (Friedman, 1995).

L'effet des molécules allélopathiques sur la plante cible peut être direct ou indirect par sa transformation dans le sol par les microorganismes (bactéries, champignons...) (Soltys **et al.**, 2013).

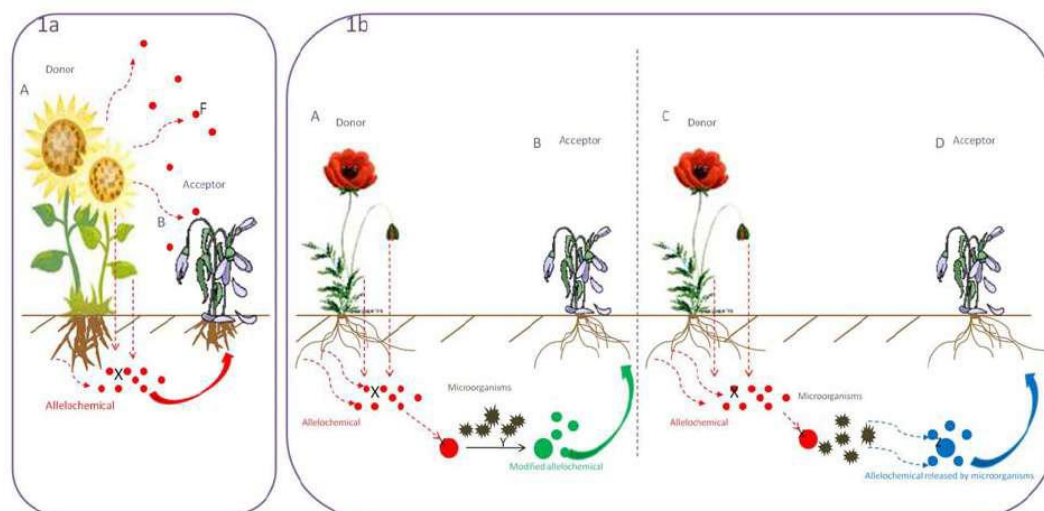


Figure 6: Effet direct ou indirect des molécules allélochimiques (Soltys et al., 2013).

L'explication de l'effet allélochimique écologiquement basé sur l'étude des mécanismes physiologiques, chimiques et biochimiques des interactions entre les êtres vivants. Les molécules allélochimiques de la plante donatrice interfèrent à plupart niveaux physiologiques et biochimiques dans les espèces végétales cible ; donne :

- Effet sur la division et la croissance cellulaire du fait qu'elles interfèrent avec les protéines.
  - Inhibition de la photosynthèse due à la diminution de la quantité de chlorophylle ou à l'inhibition du transport des électrons.
  - Effet sur la respiration par inhibition de la consommation de l'O<sub>2</sub>, l'oxydation du NADH ou production d'ATP.
  - Inhibition du métabolisme de l'ARN, de l'ADN, des enzymes et des acides aminés
- (Inderjit et Keating, 1999).**

Rice (1984) a indiqué que les effets des substances allélopathiques sur la germination ou sur la croissance des plantes cibles ne sont que les signes secondaires de modifications primaires. En fait, peu d'effets spécifiques sont attribuables à ces produits, qui ont aussi bien des actions inhibitrices que des actions stimulantes. Il est important de remarquer que les doses efficaces sont la plupart du temps très élevées et qu'on observe de fortes variations (inhibition ou stimulation) en fonction de la dose. Selon (Ferguson et al., 2003), les substances allélopathiques agissent sur :

**La division cellulaire :** la coumarine inhibe la mitose dans les racines d'oignon

**La croissance et synthèse :** les composés phénoliques ont une action sur la régulation des hormones de croissance

**La photosynthèse et respiration** : la scopolétine réduit la photosynthèse chez le tournesol et le tabac par fermeture des stomates.

La perméabilité membranaire : les composés phénoliques accroissent le flux de potassium hors des tissus racinaires

**L'absorption minérale** : l'acide férulique inhibe l'absorption de potassium par les plantes (confusion avec les effets de la compétition).

**Le cycle de l'azote** : fixation de l'azote et nitrification.

## II.6. Facteurs influant l'activité des composés allélopathiques

D'après Thomson (1985), les facteurs influant l'activité des composés allélochimiques sont :

**-Nature du sol** : les composés allélopathiques ont une activité réduite lorsqu'ils sont fixés par les argiles ou par la matière organique, alors qu'ils sont totalement disponibles dans un sol très sableux ; un amendement calcaire aurait la propriété de lier ces composés et des inactives.

**-Eau** : un apport d'eau dilue les substances et diminue leur activité (rôle du drainage). Aussi les effets sont moindres lorsque les éléments toxiques sont lessivés.

**-Substance actives** : durée de vie des substances (décomposition, migration) ou bien la Synergie.

## II.7. Les allélochimiques dans les différents organes des plantes

Les allélochimiques sont généralement sécrétées par les racines. Cependant, ils sont également présents en quantités variables dans les tiges, les feuilles et les fruits (**Bubel, 1988**). Tous les principaux organes de la plante ont le potentiel de stocker les composés allélochimiques.

En tant que métabolites secondaires, les allélochimiques ne sont pas répartis dans tous les organes de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement. Par exemple durant le développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule). Les composés allélopathiques sont produits à différents endroits de la cellule et emmagasinés surtout dans les vacuoles. Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre. En outre leur concentration dans la plante varie souvent dans des grandes proportions au cours d'une période de 24 heures (Raven et al., 2003).

### III. Allélopathie et environnement

#### III.1. La synthèse des allélochimiques est affectée par les stressés environnementaux

La synthèse des substances allélopathiques, comme tous les métabolites secondaires, est très sensible aux facteurs de l'environnement, qu'ils soient de nature physique, chimique ou biologique. De plus, ces composés participent activement aux interactions de la plante avec son environnement, soit en jouant le rôle de signaux de reconnaissance vis-à-vis de certains micro-organismes, soit en lui permettant de résister à divers agressions, d'origine biologique ou non (Macheix et *al.* 2005). Plusieurs études ont vérifié les mécanismes des systèmes d'auto-défense incluant l'allélopathie des plantes. Les plantes répondent aux stressés environnementaux à travers des réactions biochimiques variées. Ce qui peut leur fournir une protection contre les agents causaux. Certains allélochimiques sont des substances antimicrobiennes produites uniquement après une blessure ou une attaque par des bactéries ou champignons (Raven et *al.*, 2003). L'augmentation des composés allélopathiques phénoliques et terpenoïdes sous stressés environnementaux est bien documentée. Par exemple, une élévation de la lumière UV-B induit l'accumulation de phénylpropanoïdes et des flavonoïdes dans différentes espèces de plantes comme le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), le persil (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W. Hill), la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), le maïs (*Zea mays* L.), le seigle (*Secale cereale* L.), l'orge (*Hordeum vulgare* L.) et le riz (*Oryza sativa* L.) (Kim et *al.*, 2000 ; Ballaré et *al.*, 1995 ; Liu et *al.*, 1995).

#### III.2. Impacts de l'allélopathie sur la biodiversité

L'allélopathie explique en partie le caractère invasif de certaines espèces. Les invasions biologiques sont considérées comme la seconde cause de la dégradation des écosystèmes et de la régression de la biodiversité.

A titre d'exemple, l'*ailant hus altissime* (faux-vernis du japon) interagit en Amérique du nord avec trois espèces autochtones (*acer rubus*, *acer saccharo*, *quercus rural*). *Acer rubus* montre une réponse positive à la présence de l'envahisseur alors que les jeunes *quercus Rural* ont une croissance inhibée en sa présence. *Acer rubus* s'est aussi fortement développé aux Etats-Unis au XXI<sup>e</sup> siècle, peut-être en partie à cause de l'*ailant hus altissime* (Gomez et Canham, 2008).

### III.3. Application de l'allelopathie

En situation naturelle, il semble que l'allelopathie 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).

- **Itinéraires techniques**

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'allelopathie sont pris en compte dans la gestion des plantes de couverture (Caussanel, 1973).

### III.4. Quelques exemples d'expériences sur les plantes allelopathiques

#### III.4.1. Les plantes cultivées

L'effet allélopathique du tournesol (*Helianthus annuus* L.) est testé par Anjum et al. (2005) sur le développement des mauvaises herbes de blé comme *Phalaris mineur* (*Phalaris minor*), le chénopode blanc (*Chenopodium album* L.), le coronope didyme (*Coronopus didymus* (L.) Sm.), l'oseille (*Rumex dentatus* L.) et la luzerne polymorphe (*Medicago polymorpha* L.). Les résultats obtenus ont

montré que les extraits des tiges et des racines d'*H. annuus* L. réduisent le poids frais des mauvaises herbes de 30-90% par rapport au témoin. Le riz (*Oryza sativa* L.) est parmi les céréales les plus étudiées pour ces effets allélopathiques. Le potentiel allélopathique a été décrit sur un nombre élevé de culture comme le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) (Wu et al., 1999), l'orge (*Hordeum vulgare* L.) (Lovett et Hoult, 1995), le tournesol (*Helianthus annuus* L.) (Leather, 1983) et le concombre (*Cucumis sativus* L.) (Putnam et Duk, 1974). Plus de 90 cultivars de riz sont utilisés dans des tests biologiques effectués au laboratoire par Ahn et Chung (2000). Ces tests ont pour objectif de déterminer le potentiel allélopathique de riz sur la germination des graines et le développement des plantules de l'ergot pied de coq (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.).

Les résultats montrent que les extraits aqueux de riz peuvent être une source d'un herbicide naturel. Des différences génétiques existent entre les cultivars étudiés dans leurs potentiels allélopathiques. Les extraits des pailles de riz sont les plus inhibiteurs d'*E. crus-galli* (L.) P. Beauv. Que les extraits des feuilles et des glumes (Chung et al., 2003). Ebana et al. (2001) ont montré que les extraits aqueux des feuilles du riz inhibent la germination des graines et la croissance des racines de la laitue (*Lettuce sativa* L.).

#### **III.4.2. Les plantes médicinales**

Les recherches sur les plantes médicinales ont fait ressortir un certain nombre de plantes qui synthétisent des substances chimiques pouvant empêcher la croissance et baisser le rendement des plantes voisines. Asad et Bajwa (2005) ont étudié le potentiel allélopathiques du séné (*Senna occidentalis* (L.) Link) sur la partenelle (*Tanacetum parthenium* (L.) Sch. Bip.) et ont conclu que les substances extraites de cette espèce peuvent éliminer quelques mauvaises herbes.

#### **III.5. L'allelopathie et la Lutte contre les mauvaises herbes**

L'effet néfaste des résidus des herbicides sur l'environnement et l'apparition des mauvaises herbes résistantes ont élargi la demande pour les cultures biologiques. Ceci exige des systèmes agricoles alternatifs qui sont moins dépendants des pesticides ou basées sur des composés naturels (Singh et al., 2003).

Les phénomènes d'allélopathies peuvent concerner le contrôle de la croissance des mauvaises herbes dans les différentes cultures. Ceci, par des plantes de grande culture comme le blé, le riz et certaines légumineuses ou par d'autres espèces dans lesquelles peuvent intervenir des acides phénoliques et des flavonoïdes ou leurs produits d'oxydation. Ces propriétés peuvent trouver des applications agronomiques et écologiques en permettant la stimulation ou

l'inhibition sélective de la germination et de la croissance des plantes intéressantes pour l'homme.

L'allélopathie a un intérêt majeur pour les chercheurs qui s'intéressent aux systèmes agricoles. Des effets allélopathiques des plantes de cultures à l'égard des mauvaises herbes pourraient être très bénéfiques (Ricklefs et Miller, 2005 ; Duke et al., 2002). L'allelopathie du riz est un mécanisme de défense qui se produit naturellement contre les adventices du riz, qui implique plusieurs facteurs, particulièrement la dynamique des allélochimiques et l'activité microbienne spécifique dans le sol (Kong et al., 2008).

Il est possible d'utiliser les influences allélopathiques dans la pratique agricole. Par exemple, une ligne qui a été plantée en sorgho ne sera envahie par les mauvaises herbes que deux à quatre fois moins que d'autres lignes au cours de la saison culturale suivante. Il est évident que le sorgho libère dans le sol des composés allélopathiques qui réduisent la croissance des mauvaises herbes (Raven et al., 2003).

Des résultats obtenus par Dhima et al. (2006) indiquent clairement que l'orge (*Hordeum vulgare* L.) et certaines populations de seigle (*Secale cereale* L.) peuvent être utilisées seules ou en complément avec la lutte chimiques et mécaniques pour contrôler quelques adventices de céréale. Parmi ces mauvaises herbes, L'ergot de coq (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), la Setaire verticillée (*Setaria verticillat* (L.) P. Beauv.) et la digitale sanguine (*Digitaria sanguinalis* (L.) scop.).

Batlang et Shushu (2007) ont trouvé que les extraits des racines et des feuilles de tournesol (*Helianthus annuus* L.) réduisent la germination des graines, le développement des plantules et le poids sec des adventices. Kong et al. (2008) ont trouvé que les composés extraits des racines du riz peuvent modifier la communauté microbienne du sol et indirectement ont affecté le développement de quelques adventices du riz.

Beaucoup d'intérêts existent en utilisant des produits naturels afin de contrôler les mauvaises herbes dans les agroécosystèmes. Cependant, peu de produits naturels ont été développés et commercialisés (McLaren, 1986). Le Bialaphos et le glufosinate sont les bio-herbicides les plus utilisés avec succès (Sy et al., 1994 ; Mersey et al., 1990). Ces deux produits naturels sont des phytotoxines produites par des bactéries du genre *Streptomyces*, ils sont actuellement disponibles comme bioherbicides commerciaux.

## IV. Généralités sur les plantes adventices ou mauvaises herbes

### IV.1. Définitions

Toutes les espèces qui s'introduisent dans les cultures sont couramment dénommées « adventices » ou mauvaises herbes. Bien que généralement employés dans le même sens, ces deux termes ne sont pas absolument identiques : pour l'agronome, une « adventice » est une plante introduite spontanément ou involontairement par l'homme dans les biotopes cultivés (Bournerias, 1979) Selon Godinho (1984) et Soufi (1988), une mauvaise herbe est toute plante qui pousse là où sa présence est indésirable. Le terme de « mauvaise herbe » fait donc intervenir une notion de nuisance, et dans les milieux cultivés en particulier, toute espèce non volontairement semée est une « adventice » qui devient « mauvaise herbe » au-delà d'une certaine densité, c'est à dire dès qu'elle entraîne un préjudice qui se concrétise, en particulier par une baisse du rendement(Barralis,1984).Ce sont des plantes qui se propagent naturellement (sans l'intervention de l'homme) dans des habitats naturels ou semi naturel (Brunel et al. 2005).

De point de vue botanique : c'est une espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer.

### IV.2. Les effets de l'environnement agronomique sur les adventices

A ces facteurs naturels viennent s'ajouter les effets des pratiques culturales , notamment la préparation du sol (Bridgemohan et *al.*,1991; Le bourgeois et *al.*,1992 ) , Plusieurs auteurs ont montrés le rôle de l'agriculture sur les adventices (Rehali et *al.*,2011) , le bourgeois ( 1993 ) , Loudyi (2006).L'analyse statistique des parcelles suivies par le réseau Biovigilance Flore montre que les choix de l'agriculteur influent plus sur la composition et la diversité des flores que les conditions naturelles (sol, climat) (Fried et *al.*,2008)

En créant les conditions de sol, d'éclairement, etc. les meilleures pour son activité l'agriculteur « appelle » inévitablement les plantes spontanées appréciant ces mêmes conditions. Autrement dit : il favorise les mauvaises herbes contre lesquelles il va devoir lutter. (Pousset ,2003).

Selon Abdelkrim (1995) et Pousset (2003) la répétition plus fréquente des cultures aux mêmes endroits entraîna, année après année, la constitution d'un stock de graines d'adventices que les travaux culturaux enterrèrent en partie, les mettant en état de dormance secondaire ou « imposée ». Ces graines dormantes se réveillaient lorsque de nouveaux grattages du terrain les ramenaient vers la surface. Ainsi naquit cette notion de sol « sale » où le stock de graines

d'adventices est important, provoquant des envahissements plus ou moins systématiques des cultures.

Le retournement du sol enfouit à des profondeurs variables les graines qui se trouvent en surface, Certains sont alors placées dans des conditions d'oxygénation ou d'éclairement momentanément au définitivement incompatibles avec leurs germinations. Dans le même temps des semences plus anciennes sont remontées en surface et celles qui ont conservé leur viabilité trouvent les conditions favorables à leur germination (Montégut ,1975).

### **IV.3. Nuisibilité des mauvaises herbes**

Le concept de nuisibilité englobe deux sortes d'effets, ceci s'explique par une nuisibilité due à la flore potentielle, et une nuisibilité due à la flore réelle (figure 7). Ces deux concepts montrent clairement les dégâts causés par les mauvaises herbes, et leur effet sur la productivité et le rendement des cultures.



généralement entre 5% et 10% du nombre de semences enfouies, les infestations prévisibles d'une culture représentent 200 à 400 adventices par m<sup>2</sup> (Roberts, 1981 ; Barralis et Chadoeuf, 1987).

### IV.3.2. La nuisibilité due à la flore réelle

C'est-à-dire aux plantes qui lèvent réellement au cours du cycle de la culture. Chaque espèce adventice possède sa propre nuisibilité (nuisibilité spécifique) qui contribue à la nuisibilité globale du peuplement adventice dans des conditions d'offre environnementale définies. Lorsque la nuisibilité due à la flore adventice réelle n'est prise en compte que par ses effets indésirables sur le produit récolté, cette nuisibilité est dite primaire. Si les dommages dus à l'action conjuguée de la flore réelle et de la flore potentielle s'étendent aussi à la capacité ultérieure de production, soit au niveau de la parcelle (accroissement du potentiel semencier du sol notamment), soit au niveau de l'exploitation agricole (création et multiplication de foyers d'infestation, contamination du sol ou du matériel végétal, nuisances et pollution), la nuisibilité est qualifiée de secondaire (Caussanel, 1989).

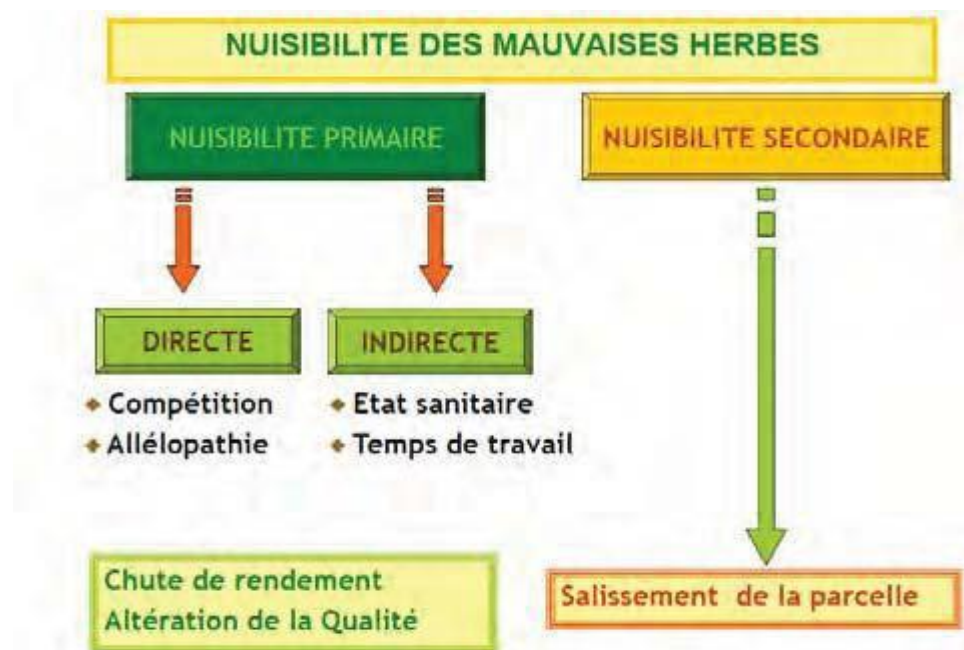


Figure 8: Type de nuisibilité des mauvaises herbes (Caussanel, 1988).

### IV.5. Seuils de nuisibilité

La notion de seuil de nuisibilité est liée au type de nuisibilité adventice que l'on redoute principalement. L'idée simple que le seuil de nuisibilité exprime le niveau d'infestation adventice à partir duquel il est rentable de désherber prête à double confusion.

Tout d'abord, la décision de traiter les mauvaises herbes doit être considérée à différents niveaux : celui d'une parcelle cultivée, celui d'une culture de l'assolement, celui d'une exploitation agricole et celui d'une région à caractéristiques socio-économiques définies. Par ailleurs, déterminer un seuil de nuisibilité pour chacun de ces niveaux exige de faire une synthèse entre des prévisions biologiques (risques d'infestation adventice et espoirs de production potentielle) et des prévisions économiques à plus ou moins long terme, évaluation des coûts de lutte contre les mauvaises herbes et l'estimation de la valeur des produits récoltés (Cramer, 1967 ; Cussans *et al.*, 1986).

#### **IV.5.1. Seuil biologique de nuisibilité**

Il est défini comme le niveau d'infestation, à un moment donné, à partir duquel une baisse de rendement de la culture est mesurée.

Le seuil biologique de nuisibilité se confond alors avec la densité critique, c'est-à-dire la densité à partir de laquelle une perte de rendement est statistiquement décelable dans des conditions expérimentales définies. Dans des essais où la mauvaise herbe est présente pendant toute la durée de la culture, la recherche d'une densité critique peut être faite selon trois méthodes principales, qui ont fait l'objet de nombreux travaux (Caussanel, 1989).

#### **IV.5.2. Seuil économique de nuisibilité**

Sur une base annuelle de données, le seuil économique annuel de nuisibilité tient compte du coût des opérations de désherbage de post levée mais aussi, éventuellement, des dépenses supplémentaires engagées pour supprimer la nuisibilité indirecte des mauvaises herbes. Il représente le niveau d'infestation (atteint au moment conseillé pour éliminer les mauvaises herbes) à partir duquel une opération de désherbage devient rentable, compte tenu du prix de revient de cette opération et de la valeur de la récolte. Si la valeur du produit récolté est appréciée sous son seul aspect quantitatif, c'est le seuil économique élémentaire de nuisibilité qui est défini.

### **IV.6. Lutte contre les mauvaises herbes**

L'incidence d'une mauvaise est particulièrement négative sur la production agricole (Vall *et al.*, 2002). La mise en point des techniques de désherbage approprié nécessite une connaissance de la composition de la flore adventice (Lebreton *et al.*, 2005).

Les moyens de lutte contre les mauvaises herbes peuvent se résumer comme suit :

**IV.6.1. Moyens préventifs**

Les moyens préventifs de lutte contre les mauvaises herbes englobent toutes les mesures qui préviennent l'introduction et la prolifération des mauvaises herbes (McCully et al., 2004).

**IV.6.2. Méthodes culturales**

La lutte culturale suppose le recours aux pratiques culturales ordinairement utilisées dans les cultures, en vue de favoriser la culture aux dépens des mauvaises herbes concurrentes. (McCully et al., 2004).

**III.6.3. Moyens biologiques**

La lutte biologique contre les mauvaises herbes est l'utilisation délibérée des ennemis naturels d'une mauvaise herbe cible pour en réduire la population à un niveau acceptable.

**III.6.4. Moyens mécaniques**

Les moyens mécaniques de lutte contre les mauvaises herbes comprennent des méthodes comme le travail du sol, le désherbage à la main, le binage et le fauchage (McCully et al., 2004).

**a) Travail du sol**

Le travail du sol permet d'arracher les mauvaises herbes du sol, de les enterrer, de les couper ou de les affaiblir en brisant les racines ou les parties aériennes. En général, plus elles sont jeunes et petites, plus les mauvaises herbes sont faciles à éliminer.

**b) Désherbage à la main**

Le désherbage à la main est nécessaire lorsqu'on veut obtenir des champs parfaitement propres.

# **Chapitre II**

## **Matériel et méthodes**

## I- Récolte de *Retama raetam*

### I-1- Justification pour le choix de *Retama raetam*

Depuis 2006, la flore spontanée des régions arides de l'Algérie a suscité l'intérêt de l'équipe désertification et climat du laboratoire de mécanique à l'université de Laghouat, et dans ce contexte nombreux travaux ont été menés dans le cadre de PFE à l'université (Khelifi, 2007 ; Sardoun, 2008 ; Chaouche, 2017 ; Dohssi, 2019). *Retama raetam* une plante pérenne a présenté durant plus d'une décennie d'investigation, un taux de recouvrement relativement élevé et stable sur les espaces steppique dans la région de Laghouat (Malleme et al., 2017 ; Malleme, 2018), la dominance répétée de cette espèce parmi les groupements de végétaux qu'elle occupe, nous a attiré à supposer qu'elle pourrait avoir un effet allélopathique et cela nous a conduit à mener ce travail.

### I-2- Lieu de récolte de *Retama raetam*

La plante *Retama raetam*, a été récoltée le 8 décembre 2020 dans une région agricole nommée HAMDA située environ 9 km Nord-est de la ville (Figure 9).



Figure 9: Site de récolte de *Retama raetam* (Hamda)

## II- Préparation du matériel végétal

### A) Fauchage

A l'aide d'un sécateur (Figure 10), et pour la conservation de l'écosystème ainsi que le respect de la plante, nous avons coupé un tiers du pied de sa partie aérienne (feuilles, tiges).



Figure 10: Fauchage de la plante *Retama raetam*. (Cliché KHERCHA W, Décembre 2021)

### **B) Séchage**

Les échantillons de la plante ont été étalés sur un linge propre (Figure 11), dans une pièce aérée afin de leur permettre de sécher, l'opération a duré 60 jours.



Figure 11: Séchage de la plante *Retama raetam*. (Cliché KHERCHA W, Décembre 2021).

### **B) Broyage**

Nous avons initialement coupé les feuilles et les tiges séchées de *Retama raetam* en petits morceaux afin de faciliter leur broyage, elles sont ensuite broyées directement à l'aide d'un broyeur électrique (Figure 12). Le broyat de *Retama raetam* constituant le matériel végétal final a servi à la préparation des solutions (Extrait aqueux).

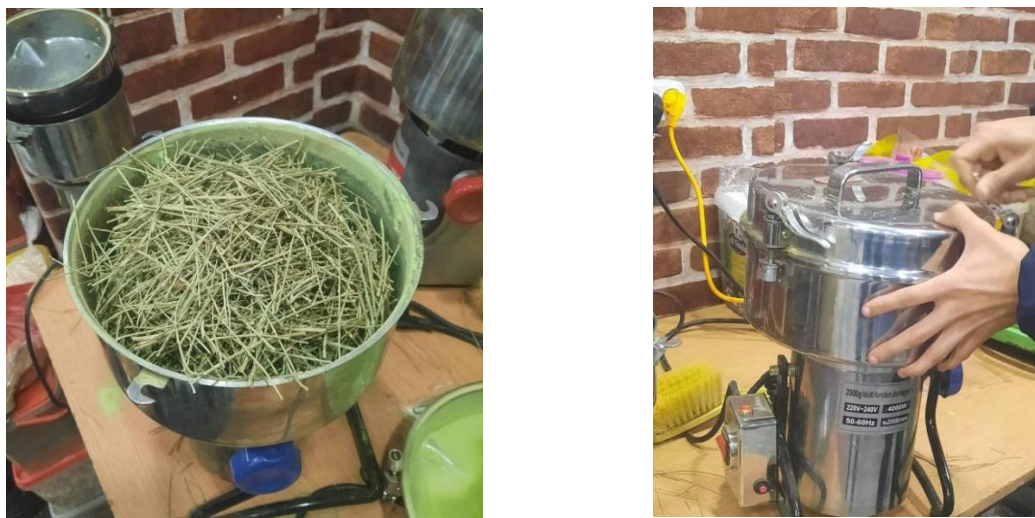


Figure 12 : Broyage de la plante *Retama raetam*. (Cliché KHERCHA W, Mars 2021).

### III- Travail aux laboratoires

Cette partie est réalisée au niveau des laboratoires de l'université Ammar Thelidji de Laghouat.

#### III.1- Caractérisation chimique de *Retama raetam*

##### A) La spectrophotométrie infrarouge

C'est une technique d'analyse qui consiste à soumettre un échantillon à un rayonnement infrarouge. Les molécules organiques soumises à ce rayonnement absorbent ces radiations en modifiant leurs énergies de vibration. La technique recouvre une large gamme de techniques, la plus commune étant un type de spectroscopie d'absorption (Figure 13). Comme pour toutes les techniques de spectroscopie, elle peut être employée pour l'identification de composés ou pour déterminer la composition d'un échantillon.

Pour l'identification des composés une table (Annexe I) de corrélation de spectroscopie infrarouge est utilisée pour déterminer les composés de *Retama raetam*.



Figure 13: Représentation d'un spectrophotomètre infrarouge jasco FT/IR-4200

### III.2- La préparation des solutions (Extraits aqueux de *Retama raetam*).

Les solutions extraites de *Retama raetam* sont préparées à la température ambiante du laboratoire (20 -24°C). Les concentrations considérées sont 5%, 10%, 15% respectivement (C1, C2, C3) (Figure 14). Pour cela et à l'aide d'une balance électronique nous avons pesé (50 g ,100g 150 g) de *Retama raetam* broyée, dans un erlenmeyer nous avons ajouté à la quantité pesée d'eau distillée bouillante (100°C) jusqu'au trait de 1000 ml, et agité pendant 1 heure à l'aide d'un agitateur cette solution est laissée en repos à la température ambiante pendant 24 heures pour refroidissement et pour décantation.



Figure 14: Préparations des solutions aqueuses de la plante *Retama raetam*. (Cliché KHERCHA W, Mars 2021).

### III.2.1. Filtration

Quand la solution est refroidie nous avons procédé à sa filtration, pour cela nous avons utilisé du papier filtre à usage général (PRAT DUMAS), Diam110MM, nous l'avons laissé plusieurs heures jusqu'au passage totale du surnageant dans une fiole Erlenmeyer (1000 ml). Après cette filtration nous avons obtenu une solution limpide (liquide de composition homogène et sans particules) (Figure 15).



Figure 15: Filtrations des solutions aqueuses de la plante *Retama raetam*. (Cliché KHERCHA W, Mars 2021).

### III.3- Les essai de la germination

Tous les tests de germination sont réalisés sur trois plantes cultivées et deux mauvaises herbes (Blé, Tomate et Luzerne) et (Cardaria et Plantago).

#### III.3.1- Présentation des espèces utilisées durant le test de germination

A) **Blé** : (*Triticum*) famille des Poaceae.

B) **Tomate** : (*Solanum lycopersicum*) famille des solanaceae.

C) **Luzerne** : (*Medicago sativa*) famille des Fabaceae.

D) **Cardaria** : (*Lepidium draba 1*) famille des Brassicaceae, (adventice des cultures des remblais).

E) **Plantago** (*Plantago tanceolata*) famille des Plantaginaceae (adventice des cultures fourragères).

### III.3.2. Déroulement des tests de germination

Dans des boîtes de pétri stériles en plastique de 80 mm de diamètre et d'une hauteur de 13 mm le même type de boîtes est utilisé pour chaque espèce cultivée et mauvaise herbe. Des disques en papiers absorbant sont placés dans les boîtes de pétri. Nous avons utilisé 11 boîtes de pétri pour chaque espèce, deux témoins et 3 répétitions pour les 3 concentrations. Chaque boîte est numérotée avec un marqueur permanent (Figure 16), le numérotage comporte le nom de l'espèce, la concentration utilisée et le chiffre de la répétition.

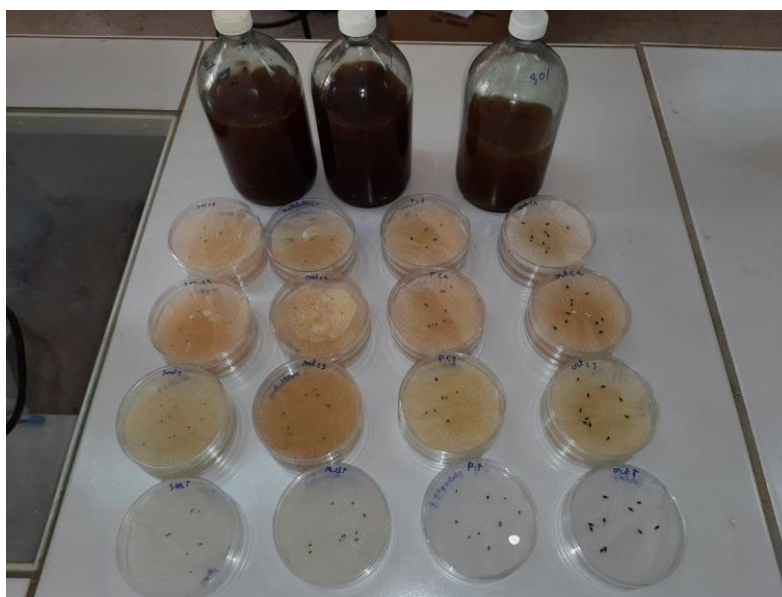


Figure 16: Les test de germinations de la solution aqueuses de la plante *Retama raetam* Sur les graines (Cliché KHERCHA W, Mars 2021).

Nous avons déposé 10 graines de chaque espèce sur le papier absorbant dans chaque boîte de pétri pour (C1, C2, C3, Témoin : solution d'eau distillée pure), avant cela les graines sont stérilisées pendant 10 minute dans une solution de méthanol à 40 %, puis laver soigneusement avec de l'eau distillée. Nous les avons ensuite incubés dans une étuve réglée à 25° C et suivi la germination des graines chaque jour à la même heure.

La durée d'incubation a été de plusieurs jours, variable selon l'espèce étudiée. Selon Malcolm et al. (2003), la vitesse et la durée de germination des graines ne changent pas significativement à des températures ambiantes (de 15 à 25 °C). Toutefois, à 10 °C les graines ont une germination lente. Durant notre test nous avons considéré que la graine a germé lorsqu'elle développe une radicule (radicelle ou coléorhize) et une tigelle (glumelle ou coléoptile).

### III.3.3. Incubation des échantillons

Nous avons réalisé tous les tests de germination durant la période 10 Avril au 20 mai 2021, pour cela nous avons utilisé une étuve réglée à 25°C (Figure 17).

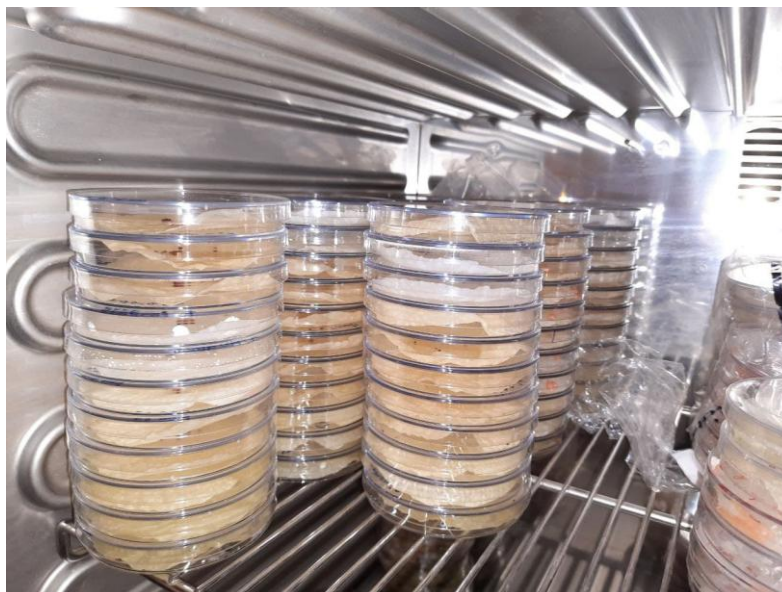


Figure 17: Incubations des boîtes pétries (Cliché KHERCHA W, Mars 2021).

### III.4. Suivi de la germination et notations (paramètre étudié)

#### III.4.1. Détermination du taux de la germination et de son inhibition

Après quelques jours d'incubation (selon l'espèce), l'expérience de la germination est arrêtée et le pourcentage de germination de chaque espèce et dans chaque boîte est déterminé. Nous avons considéré comme graine germée celle qui a développé une radicule et une glumelle où. Le taux de germination est exprimé par le rapport : nombre de graines germées sur nombre total de graines (Côme, 1970). Le pourcentage de germination des graines pour chaque boîte de Petri est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{TG (\%)} = (\text{Nombre de graines germées} / \text{Nombre totale de graines}) * 100$$

L'objectif de notre travail est de tester l'effet inhibiteur des extraits aqueux de *Retama raetam* sur la germination des graines des mauvaises herbes, nous sommes donc intéressés par l'inhibition de la germination pour cela le taux d'inhibition de la germination des graines est par la suite déterminé selon la formule suivante :

$$\text{TIG (\%)} = ((\text{Témoin-Extrait} / \text{Témoin})) * 100$$

**TIG** : Taux d'inhibition de la germination

### III.4.2. Mesures des longueurs de croissance des radicules et des glumelles

Après avoir déterminé le nombre des graines qui ont germés dans chaque boîte de pétrie et lorsque la plupart des plantules dans une boîte de pétrie sont faciles à manipuler nous avons mesuré sur un papier millimétré (Figure 18), les longueurs de la radicule (radicelle) que nous notons : (LCR) et la longueur de croissance de la (glumelle), que nous notons : (LCG). Cette opération est réalisée pour évaluer la croissance des plantes vis-à-vis du milieu.

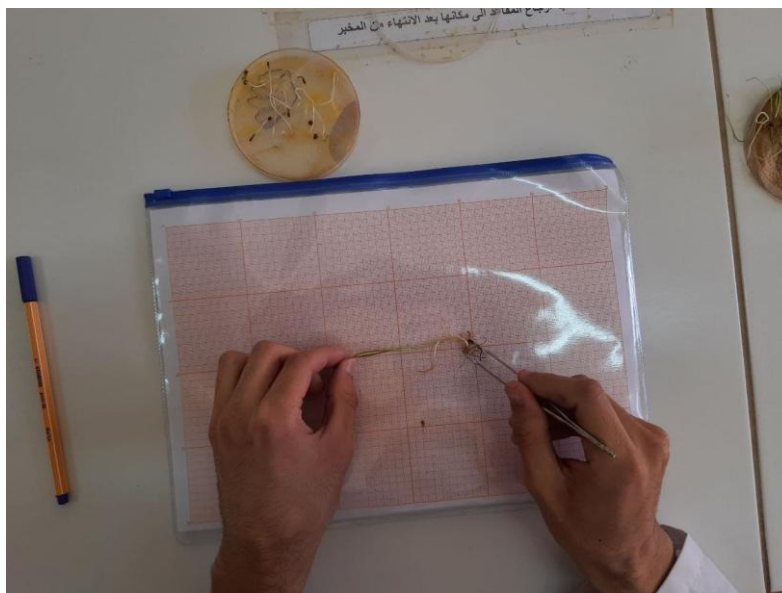


Figure 18: Mesure des longueurs des glumelles et des radicules

(Cliché KHERCHA W, Mars 2020).

### III.5. Analyse du comportement des plantules des mauvaises herbes

Les plantules qui ont dépassé le stade de germination ont été sujet à des tests biochimiques en vue de voir leur comportement vis-à-vis des solutions extraites aqueux de *Retama raetam*. Ce test est surtout réalisé afin de détecter un quelconque stress chez les plantules dont les graines ont pu atteindre le stade de croissance. Pour cela nous avons procédé au dosage de la proline dans les glumelles fraîches des plantules.

#### III.5.1. Dosage de la proline (mmol /g MF)

La méthode suivie est celle de Trolls et (Lindsley, 1955), simplifiée et mise au point par (Rasio et al, 1987).

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche des plantules de *Cardaria* et *Plantago* chaque plante dans des tubes à essai contenant 2 ml e méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans un bain-Marie pendant 60mn. (Les tubes sont recouverts de papier aluminium

pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool.) Après refroidissement, on prélève 1ml d'extrait auquel il faut ajouter :

- 1 ml d'acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).
- 25 mg de ninhydrine ( $\text{C}, \text{H}, \text{O}_4$ ). -1 ml de mélange contenant.
- 120 ml d'eau distillée.
- 300 ml d'acide acétique.
- 80 ml d'acide orthophosphorique ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $d=1.7$ ).

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à  $100^\circ\text{C}$ , la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée est déshydratée par l'ajout d'une spatule 5 mg de Sulfate de Sodium  $\text{NaSO}_4$  anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient). Nous déterminant la densité optique (DO) à l'aide d'un spectrophotomètre (UV) sur une longueur d'onde de 528 nm (Figure 19). Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une « courbe étalon », préalablement établie à partir d'une série de solution de concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.



Figure 19: Déterminations de la densité optique de proline avec un spectrophotomètre  
(Cliché KHERCHA W, Mars 2021).

**IV. Analyses statistiques des données**

Des analyses statistiques sont effectuées sur les résultats des paramètres mesurés. Pour cela nous avons utilisé les logiciels Minitab 17 et Origin Pro 8.

# **Chapitre III**

## **Résultats et Discussion**

## Résultats

### I- Caractérisation chimique de *Retama raetam*

#### I-1. Analyse des différents spectres IR enregistrés

Les spectres IR des constituants purs et de quelques mélanges binaires. Nous avons (Figure 20), deux parties (diagnostique, empreinte digitale) la première due à la vibration d'élongation comprise entre 4000 et 1500  $\text{cm}^{-1}$  et la deuxième due à la vibration de déformation comprise entre 1500 et 400  $\text{cm}^{-1}$ .

L'examen de zone spectrale de la partie une, fait apparaître (Figure 20 et Tableau 2), une bande moyenne, intense entre 3600 et 3200  $\text{cm}^{-1}$  révélatrice de l'association par vibration de valence du groupe N-H (amine primaire).

Une autre bande faible, intense a été localisée pour les différents spectres est entre 2980 et 2829  $\text{cm}^{-1}$ , qui indique la vibration de valence du groupe C-H (alcène).

Une bande étroite, intense entre 1660 et 1604  $\text{cm}^{-1}$  indique la vibration de valence du groupe C=C (alcène cyclique).

L'examen de zone spectrale de la partie deux, fait apparaître (Figure 20 et Tableau 2), une bande moyennement intense entre 1385 et 1380  $\text{cm}^{-1}$  indique la vibration de valence une déformation de liaison C-H (alcène) et enfin une bande intense entre 1085 et 1050  $\text{cm}^{-1}$  qui indique la vibration de valence du groupe C-O alcool primaire.

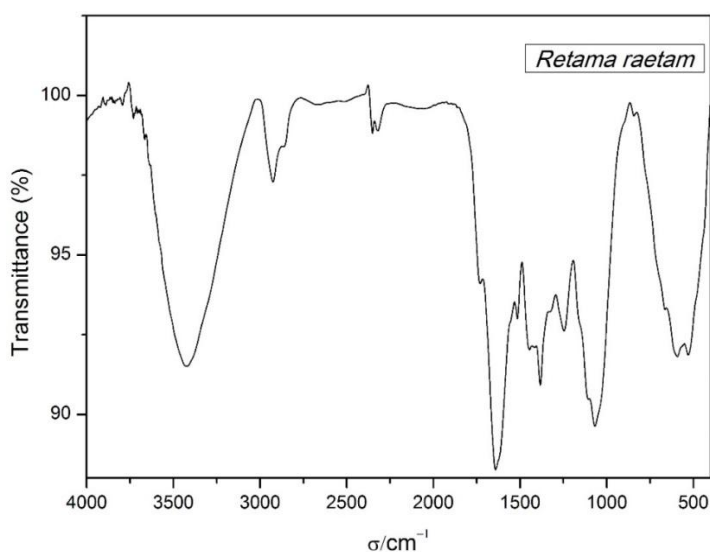


Figure 20: La caractérisation chimique de *Retama raetam* par spectrophotomètre jasco FT/IR-4200.

Tableau 2: Résultats de l'analyse spectrophotométrie (IR)

<i>Liaisons</i>	<i>Nature de vibration</i>	<i>Bande (cm-1)</i>	<i>Nombre d'onde(cm-1)</i>	<i>Intensité</i>
<b>N-H</b> amine primaire	Délongation	3450	3600-3200	Moyennes. Intense
<b>C-H</b> alcène	Délongation	2924	2980-2829	Faible. Intense
<b>C=C</b> alcène	Délongation	1635	1660-1604	Étroite. Intense
<b>C-H</b> alcène	Déformation	1381	1385-1380	Moyennes. Intense
<b>C-O</b> alcool primaire	Délongation	1060	1085-1050	Intense.

## II- Effets des extraits aqueux de *Retama raetam* sur le taux d'inhibition de la germination et la croissance des racines et des glumelles.

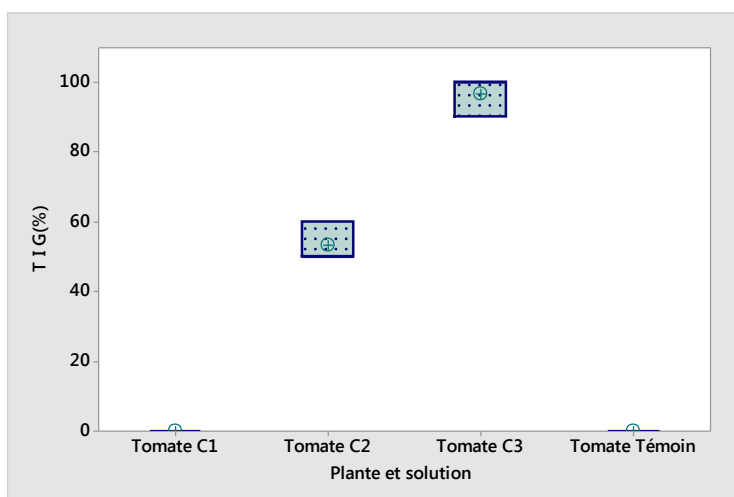
### II-1. Comportement des plantes cultivées

#### II-1.1. La tomate (*Solanum lycopersicum*)

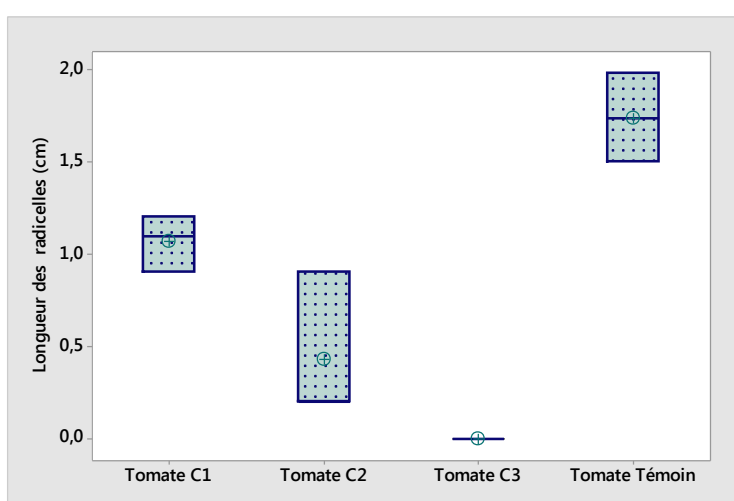
La (figure 21 A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez la tomate. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est élevé pour C3 avec une valeur de 100% et moyennement élevée pour C2 avec une valeur de 60%. D'autre part nous remarquons qu'au témoin et à la concentration C1 le pouvoir inhibiteur de l'extrait est de 0%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $p < 0.05$ ). Avec la formation de trois groupes statistiques.

La (figure 21 B) montre la croissance des racines en fonction des concentrations chez la tomate. Le résultat obtenu montre que la croissance des racines est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 2 cm aussi que pour le C1 avec une valeur de 1.4 cm. d'autre part, nous remarquons qu'aux concentrations C2 et C3, la croissance des racines est faible avec une valeur de 0.9 et 0.1 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $p < 0.05$ ), avec la formation de trois groupes statistiques.

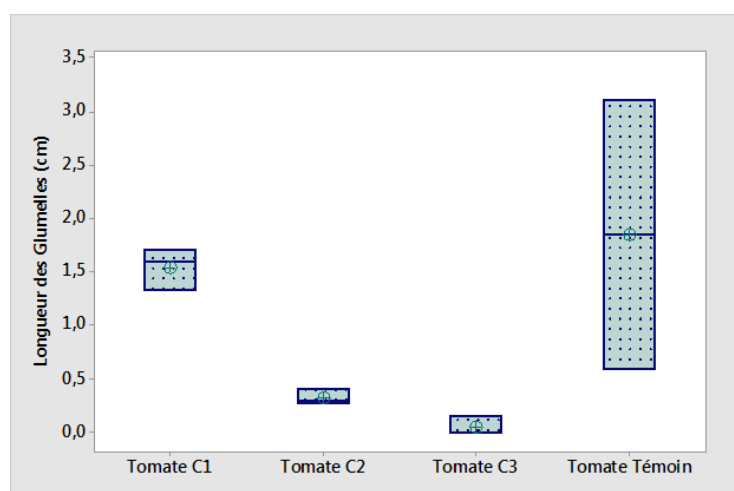
La (figure 21 C), montre la croissance des glumelles en fonction des concentrations chez la tomate. Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est plus élevée pour témoin avec une valeur de 3.2 cm, pour le C1 on observe une valeur de 1.7 cm, d'autre part nous remarquons qu'aux concentrations C2 et C3 la croissance des glumelles est faible avec une valeur de 0.5cm et 0.4 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $p < 0.05$ ), avec la formation de trois groupes statistiques.



(A)



(B)



(C)

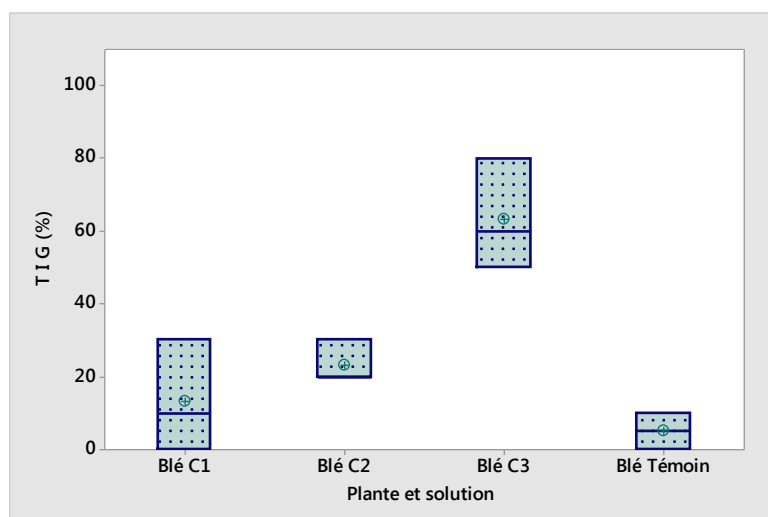
Figure 21 : Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A) : inhibition de la germination des graines de la tomate, (B) : Croissance des racicules de la tomate, (C) : Croissance des glumelles de la tomate.

**II-1.2. Le blé (*Triticum durum*)**

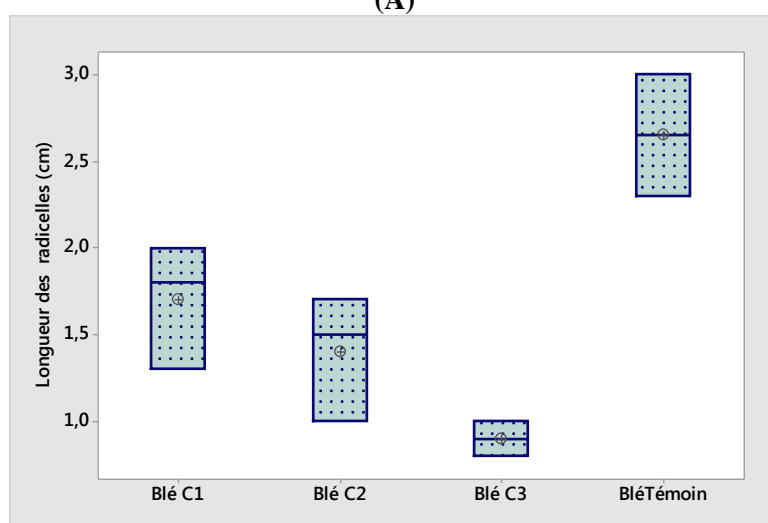
La (figure 22 A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez le blé. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est élevé pour C3 avec une valeur de 80% et moyennement élevée pour C1 et C2 avec une valeur d'environ 30%. D'autre part nous remarquons qu'au témoin le pouvoir inhibiteur de l'extrait est de 10%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $p < 0.05$ ). Avec la formation de deux groupes statistiques.

La (figure 22 B), montre la croissance des racinelles en fonction des concentrations chez le blé. Le résultat obtenu montre que la croissance des racinelles est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 3 cm, pour le témoin nous observons une valeur de 2 cm. D'autre part, nous remarquons qu'aux concentrations C2 et C3 la croissance des racinelles est faible avec des valeurs respectives de 1.7 cm et 1 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de deux groupes statistiques.

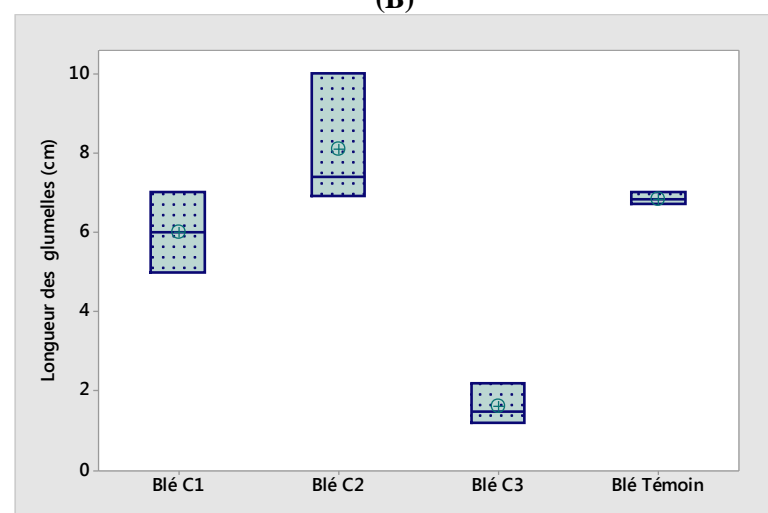
La (figure 22 C) montre la croissance des racinelles en fonctions des concentrations chez le blé. Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est plus élevée pour le C2 avec une valeur de 10 cm aussi que pour le C1 et témoin avec une valeur de 7 cm. d'autre part nous remarquons qu'à la concentration C 3 la croissance des glumelles est faible avec une valeur de 2 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de deux groupes statistiques.



(A)



(B)



(C)

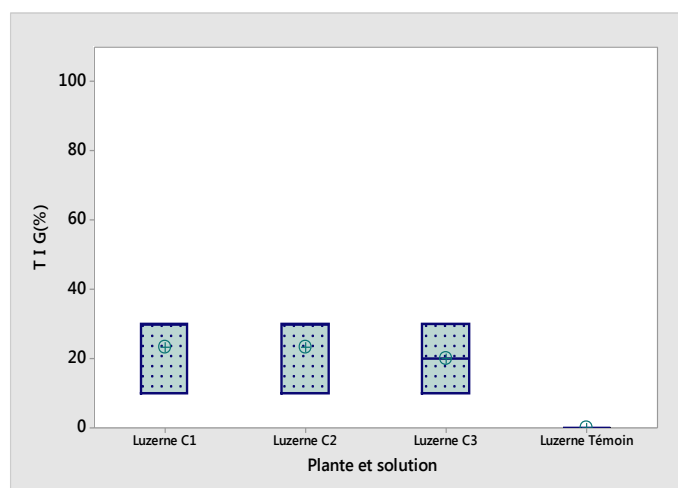
Figure 22 : Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A) : inhibition de la germination des graines du blé, (B) Croissance des racelles du blé, (C) Croissance des glumelles du blé.

**II-1.3. La luzerne (*Medicago sativa*)**

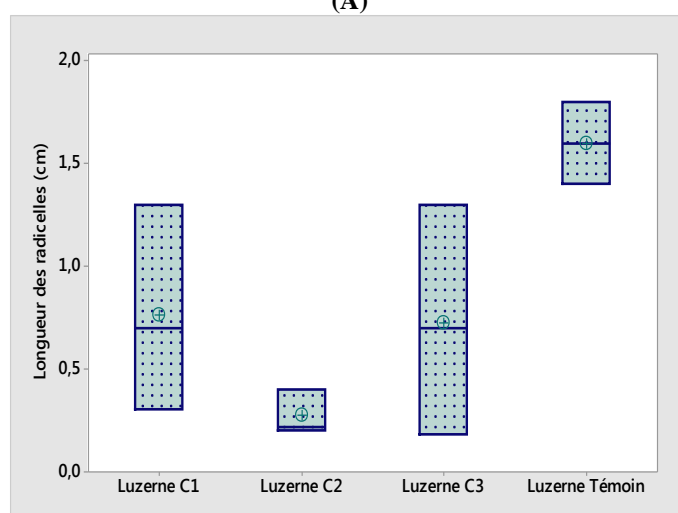
La (figure 23 A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez la luzerne. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est élevé et relativement identique pour C3, C2, C1 avec une valeur de 30%. D'autre part nous remarquons qu'avec le témoin le pouvoir inhibiteur de l'extrait est respectivement de 00%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $p > 0.05$ ). Avec la formation d'un seul groupe statistique.

La (figure 23 B) montre la croissance des racines en fonction des concentrations chez la luzerne. Le résultat obtenu montre que la croissance des racines est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 1.9 cm aussi que pour le C1 et C3 avec une valeur de 1.4 cm. d'autre part, nous remarquons qu'à la concentration C2, la croissance des racines est faible avec une valeur de 0.4 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P = 0.020$ ), avec la formation de trois groupes statistiques.

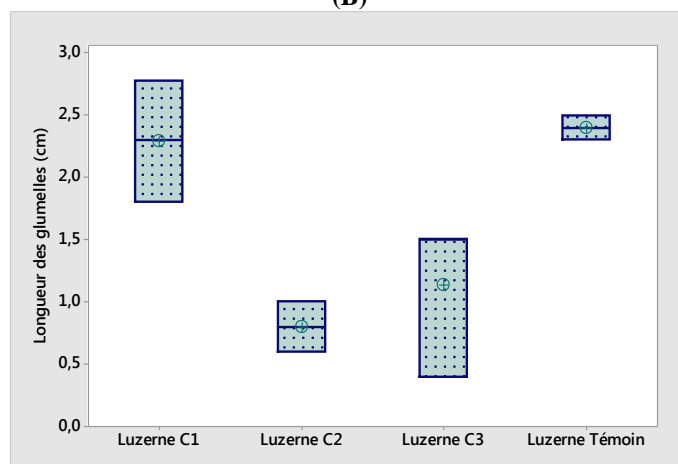
La (figure 23 C) montre la croissance des glumelles en fonction des concentrations chez la luzerne. Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est plus élevée pour C1 avec une valeur de 2.7 cm aussi que pour le témoin avec une valeur de 2.5 cm. d'autre part nous remarquons qu'aux concentrations C3 et C2 la croissance des glumelles est faible avec une valeur de 1.5 cm et 1 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de deux groupes statistiques.



(A)



(B)



(C)

Figure 23: Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A) : inhibition de la germination des graines de la luzerne, (B) Croissance des radicelles de la luzerne, (C) Croissance des glumelles de la luzerne.

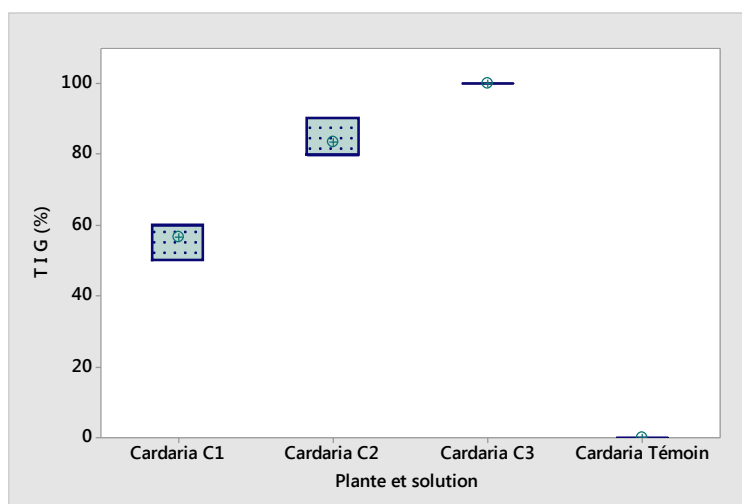
## II-2. Comportement des mauvaises herbes

### II-2. 1. *Cardaria* (*Lepidium draba*)

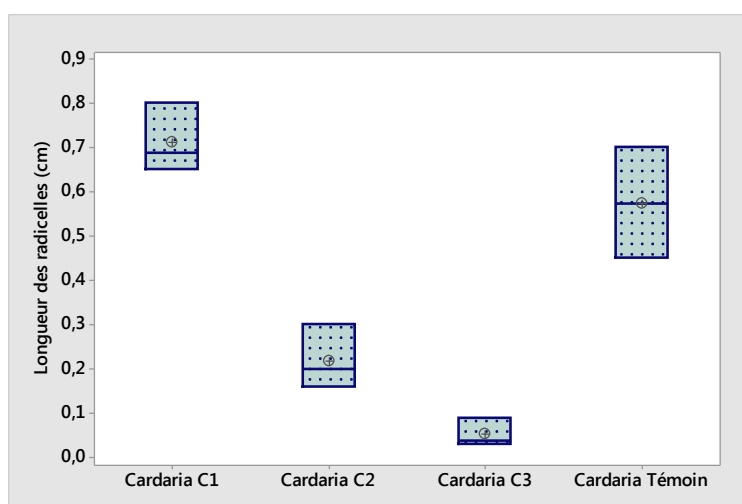
La (figure 24 A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *Cardaria*. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est élevé pour C3 avec une valeur de 100% et moyennement élevée pour C2 avec une valeur de 90%. D'autre part nous remarquons qu'à la concentration C1 le taux d'inhibition de la germination est moyennement élevée avec une valeur de 60%, et pour le témoin le pouvoir inhibiteur de l'extrait est respectivement de 00%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de quatre groupes statistiques.

La (figure 24 B), montre la croissance des racinelles en fonctions des concentrations chez *Cardaria*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racinelles est plus élevée pour le C1 avec une valeur de 0.8 cm aussi que pour le témoin avec une valeur de 0.7cm. D'autre part, nous remarquons qu'aux concentrations C2 et C3 la croissance des racinelles est faible avec des valeurs respectives de 0.3cm et 0.1cm L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de deux groupes statistiques.

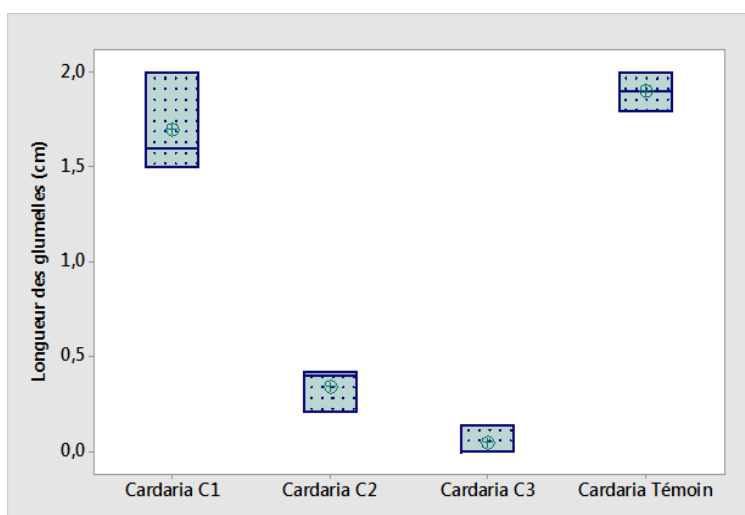
La (figure 24 C), montre la croissance des racinelles en fonction des concentrations chez *Cardaria*. Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est la plus élevée pour le témoin avec une valeur de 2 cm ainsi que pour le C1 avec une valeur de 2 cm. D'autre part nous remarquons qu'aux concentrations C2 et C 3 la croissance des glumelles est faible avec des valeurs respectives de 0.4cm et 0.01cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de deux groupes statistiques.



(A)



(B)



(C)

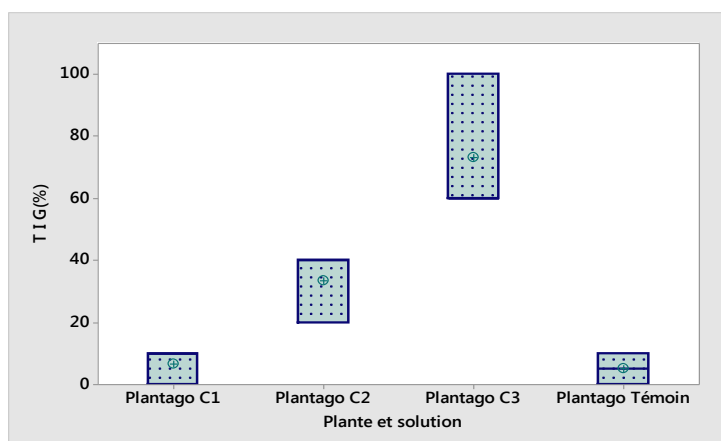
Figure 24 : Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A) : inhibition de la germination des graines de Cardaria, (B) Croissance des racicelles de Cardaria, (C) Croissance des glumelles de Cardaria.

**II-2. 2.Plantago** (*Plantago tanceolata*)

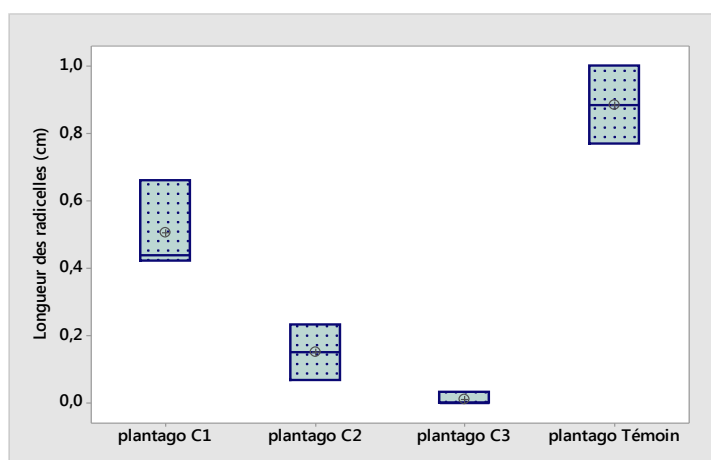
La (figure 25 A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *Plantago*. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est élevé pour C3 avec une valeur de 100% et moyennement élevée pour C2 avec une valeur de 40%. D'autre part nous remarquons qu'aux témoin et concentration C1 le pouvoir inhibiteur de l'extrait est respectivement de 10%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de trois groupes statistiques.

La (figure 25 B) montre la croissance des racines en fonction des concentrations chez *Plantago*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racines est élevée pour le témoin avec une valeur de 1cm, aussi bien que pour le C1 avec une valeur de 0.7cm. D'autre part, nous remarquons qu'aux concentrations C2 et C3, la croissance des racines est faible avec une valeur de 0.3cm et 0.1cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de trois groupes statistiques.

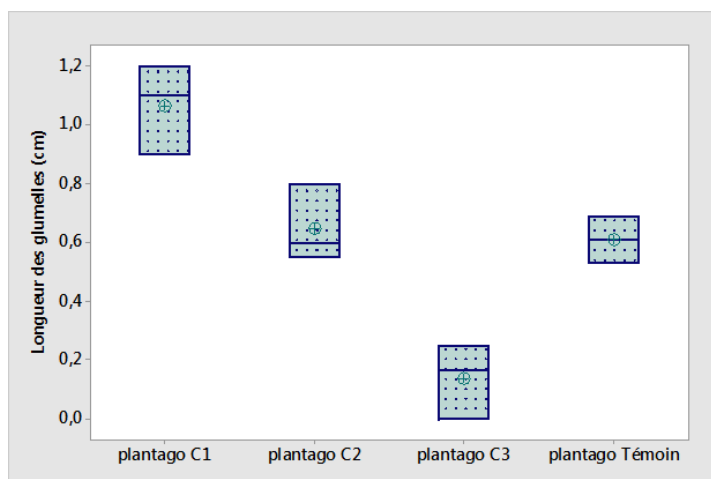
La (figure 25 C), montre que la croissance des glumelles est plus élevée pour le C1 avec une valeur de 1.2 cm, pour le C2 elle est de 0.8cm. D'autre part nous remarquons qu'aux concentrations du témoin et concentration C3 la croissance des glumelles est faible avec des valeurs respectives de 0.7 cm et 0.03 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ( $P < 0.05$ ), avec la formation de deux groupes statistiques.



(A)



(B)



(C)

Figure 25: Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations, (A) : inhibition de la germination des graines du plantago, (B) Croissance des racinelles du plantago, (C) Croissance des glumelles du plantago.

### III- Analyse du comportement physiologique par accumulation de proline chez les mauvaises herbes

#### III-1. Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* sur l'accumulation de la proline chez *Cardaria*

La (figure 26), montre que l'effet de l'extrait aqueux de la plante provoque une forte accumulation de proline chez *Cardaria* avec le témoin. La plus faible accumulation de proline est observée avec la concentration C1, et une valeur intermédiaire est observée avec la concentration C2. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence hautement significative ( $P < 0.05$ ) et la formation de deux groupes statistiques.

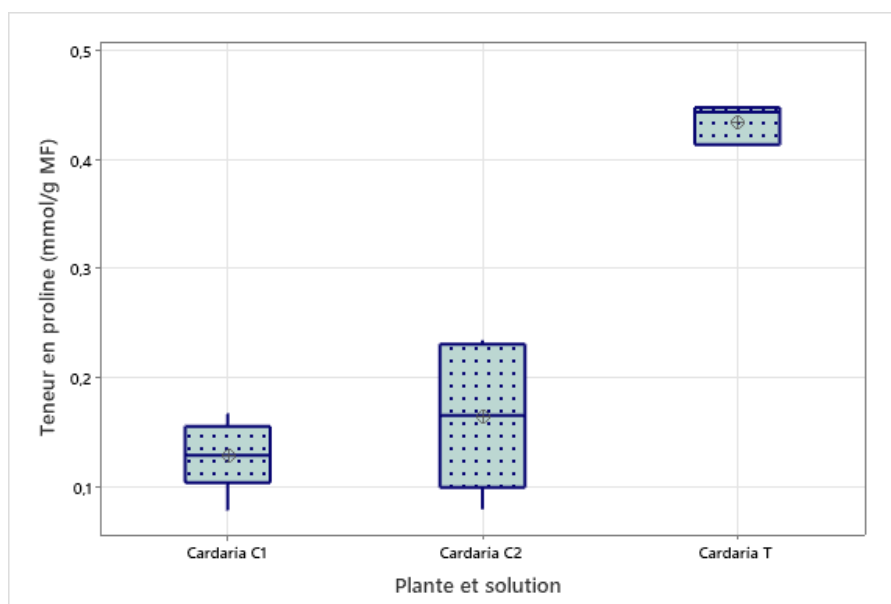


Figure 26: Evolution de la proline accumulée en fonction de la concentration de l'extrait aqueux de *Retama raetam* chez *Cardaria*.

### III-2. Effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* sur l'accumulation de la proline chez *Plantago*

La (figure 27), montre que l'effet de l'extrait aqueux sur plantago, provoque une forte accumulation de proline chez Cardaria avec l'eau distillée (témoin), la plus faible accumulation de proline est observée avec la concentration C1, et une valeur intermédiaire est observé avec la concentration C2. L'ANOVA a révélé une différence hautement significative ( $P < 0.05$ ) et la formation de trois groupes statistiques.

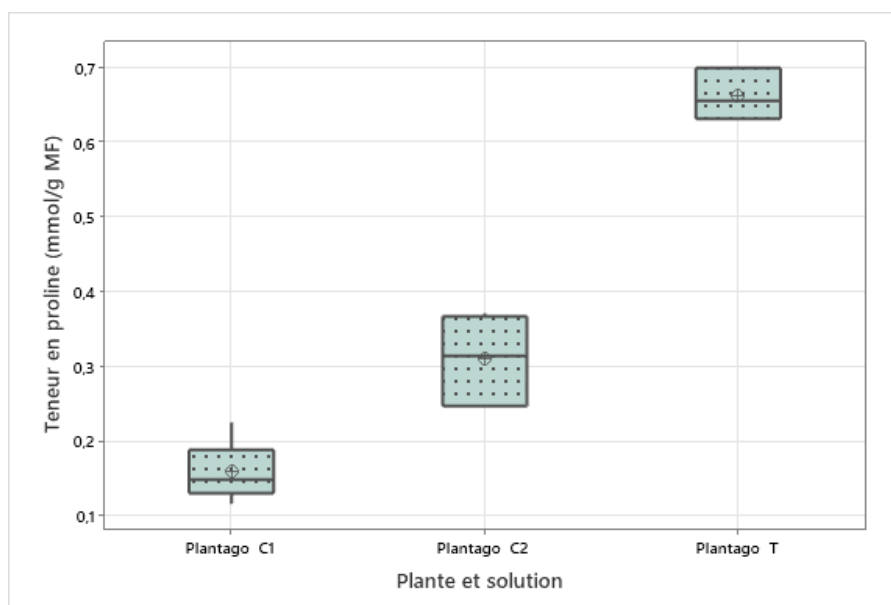


Figure 27: Evolution de la proline accumulée en fonction de la concentration de l'extrait aqueux de *Retama raetam* chez plantago

### III.3. Discussion

Les résultats de notre étude ont montré que l'extrait aqueux de *Retama raetam* a influencé la germination et la croissance des glumelles et des radicules des espèces ciblées. Ceci indique que l'extrait aqueux contient en substances naturelles qui sont capables d'inhiber la germination et la croissance de certaines espèces végétales.

Nous pensons que l'inhibition de la croissance est due probablement à la présence des composés allélochimiques tels que les polyphénols, flavonoïdes et alcaloïdes dans ces extraits. Les différentes doses d'extraits aqueux retenues durant le travail expérimental sont (5%, 10% et 15%) ont eu une action sur le taux de germination et sur le développement et la croissance des graines des espèces testées.

Les résultats que nous avons obtenus montrent que l'espèce *Retama raetam* affecte de manière générale les espèces adventices et les cultivé blé, tomate et luzerne testées. L'effets de l'extrait aqueux de *Retama raetam* est observés sur l'inhibition de germination ; nous avons remarqué que l'inhibition de germination des graines est retardée ou elle s'interrompte dans un stade avancé. Kruse et al. (2000) ont montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est retardée. En ce qui concerne certaines graines, la germination s'arrête dans le stade du gonflement de la graine. Pour d'autres, la germination s'arrête au début de l'apparition de la radicule.

Dans le cas de l'extrait aqueux de *Retama raetam* montre qu'elle a un effet inhibiteur pour la germination des graines des plantes adventice ; plantago (*Plantago tanceolata.*) et Cardaria (*Lepidium draba* et les graines de plantes cultivées (blé, luzerne et tomate). L'inhibition de la germination de l'extrait aqueux de *Retama raetam* pour plantago et Cardaria et blé. Se produit avec les concentrations respectivement avec C1 une faible inhibition et C2 une moyenne inhibition et avec C3 avec une forte inhibition ou une inhibition de germination de 100% avec la majorité des graines. Viles et Reese (1996) ont rapporté que des extraits aqueux d'*Echinacea angustifolia*, ont la possibilité d'empêcher la germination des graines de *Lactuca sativa*. Et selon Dems (2015) l'inhibition de la germination est totale ou quasi-totale sur les graines des trois variétés du blé dur testé (Mohamed Ben Bachir (MBB), Simeto et Waha. Et que cependant Dessaigne et al, (2013), ont signalé que l'effet inhibiteur d'extrait des feuilles de toutes les espèces de mauvaises herbes sur la longueur de la radicule pourraient être dus à la forte accumulation d'allélochimiques dans les méristèmes supérieurs des plantes. Tandis que Esfandiar et al, (2013), ont noté que l'effet allélopathiques pour chaque espèce est exprimé par l'inhibition de germination, cette dernière augmente en fonction de la

concentration de l'extrait, en revanche cette augmentation n'est pas corrélativement similaire pour les deux variétés de blé dur.

Les effets des extraits aqueux de *Retama raetam* sur l'inhibition de germination des graines peuvent être expliqués par les différences des quantités (concentrations) et caractéristiques physicochimiques (espèce allélopathique) qui probablement mettent en jeu des substances allélochimiques spécifiques. Pour chaque espèce allélopathique, l'inhibition augmente lorsque la concentration de l'extrait augmente ; cette augmentation n'est pas proportionnellement similaire pour ces espèces. Toutefois, l'allélopathie ne se manifeste selon Friedman (1995) que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plante ou la graine cible. Arslan et al., (2005), Nandal et Dhillon (2005), Uremis et al., (2005), Turk et Tawaha (2003) et Batish et al., (2002) ont montré que l'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits.

Dans le cas de l'extrait aqueux de *Retama raetam* pour la croissance des glumelles et des radicules des plantes adventice plantago (*Plantago tanceolata.*) et Cardaria (*Lepidium draba*) et des graines de plantes cultivées (blé, luzerne et tomate). L'Extrait aqueux de *Retama raetam* pour plantago et Cardaria avec. On remarque une forte croissance pour la majorité des radicules et des glumelles pour la concentration C1, et une croissance moyenne pour C2, mais d'une valeur faible de croissance pour C3. Ces résultats sont similaires aux travaux de Zeghada (2009), qui a montré que l'effet allélopathique des extraits aqueux de *Titraclinis articulata*, *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, ont un effet inhibiteur sur la germination de *Lactuca sativa* et *Rhaphanus sativus*, avec une inhibition de croissance. Le paramètre croissance des jeunes plantules permet d'observer quelques particularités pour les variétés de blé dur (Vitron, Waha), l'absence de la radicule et la présence de la tigelle ou l'absence des deux à la concentration (100%), avec une croissance normale dans les lots témoins. D'autre part, la faible concentration montre une croissance plus élevée de la tigelle que des radicules. D'après les résultats de notre caractérisation chimique des molécules de *Retama raetam* nous observons que l'extrait des molécules qui détermine les fonctions des composés de l'allélopathie tels que les alcènes, alcool primaire et amine primaire ; qui influence les graines des plantes adventices et cultivées d'une manière différente par l'inhibition de la germination et la croissance des glumelles et des radicules de l'espèce cible. Selon (Hopkins, 2003), les fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.) sont des substances du métabolisme secondaire qui dérivent des Isoprénoides dont certains interviennent dans la photosynthèse, ainsi que plusieurs hormones végétales sont de structure Terpénique. Ce sont

des produits hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaînes ouvertes formées de l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta-carbonées ramifiées dérivées du 2-Méthyle butadiène, appelées unités isopréniques.

La quasi- totalité des molécules caractérisées comme agents allélopathiques sont des métabolites secondaires végétaux, c'est-à-dire des composés qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétale (croissance, développement, reproduction...). (Chiapusio et al., 1997).

L'effet non significatif peut être expliqué par un effet de concentration qui est faible ou la qualité des graines dont l'embryon serait immature.

De nombreux composés phénoliques sont inhibiteurs de germination soit dans les conditions naturelles où ils participent alors aux relations allélopathiques entre les végétaux, soit lorsqu'ils sont apportés de manière exogène dans le milieu expérimental (Reigosa et al., 1999). Les téguments des graines matures sont généralement riches en composés phénoliques qui leur confèrent une couleur brune lorsqu'ils sont oxydés (Vasconcelos et al., 2010). C'est aussi le cas des fruit charnus comme la pomme dont le péricarpe en est riche (Tsao et al., 2005). L'un des rôles de cette accumulation serait d'inhiber la germination des graines dans le péricarpe du fruit (Varga et Köves, 1959). C'est le cas, notamment chez le châtaigner chinois (*Castanea mollissima*) dont la germination des graines est inhibée par l'acide p-coumarique, contenu dans la testa (Liu et al., 2012). Dans certains cas, un mécanisme relativement simple peut être proposé pour comprendre l'action des polyphénols tégumentaires : ces composés priveraient l'embryon d'un apport convenable d'oxygène en le piégeant au passage en raison de leur propre oxydation (Macheix et al., 2005). Par ailleurs, dans les conditions naturelles, les graines tombées au sol sont souvent en contact avec des composés phénoliques simples provenant du lessivage des litières et des humus riches en produits de dégradation de la lignine et en acides humiques. De nombreux composés phénoliques (provenant d'espèces végétales différentes) sont donc présents dans les litières à des concentrations qui évoluent dans le temps avec les transformations chimiques de la matière végétale et les lessivages naturels du sol (Hättenschwiler et Vitousek, 2000). La germination peut être inhibée à une période déterminée (par exemple en automne après libération de la matière végétale sur le sol) alors qu'elle devient possible après quelques semaines ou mois. Cela permet un étalement de la germination dans le temps, sachant que la réponse reste différente selon les espèces. Les inhibitions de germination observées dépendent d'une part de la nature et de la concentration des composés testés et d'autre part de la graine considérée, en particulier de l'épaisseur de son tégument et de sa perméabilité à l'oxygène et aux substances

dissoutes dans l'eau de germination. La germination est généralement améliorée lorsque la teneur en phénols des graines diminue soit au cours de l'évolution naturelle soit à la suite de traitements appliqués aux graines. C'est le cas, par exemple de la germination des graines de *Picea* (Pellisier, 1994). Celle-ci est inhibée par les composés phénoliques présents dans l'humus des sols.

Nos résultats montrent une accumulation de la proline, chez les deux espèces adventices, pourtant *Plantago* accumule plus de proline que *Cardaria*, elle révèle une différence hautement significative, cette accumulation peut être due à un stress provoqué par l'extrait aqueux de *Retama raetam*. Plusieurs auteurs montrent que l'augmentation de la teneur en proline est reliée directement à l'application d'un stress (Cechin et al., 2006). Plus le niveau de stress appliqué augmente plus les teneurs en proline deviennent plus marquées (Savouré et al., 1995). L'accumulation de la proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotiques, hydriques, thermiques) (Blum, 1996).

De nombreux travaux rapportent que la proline s'accumule dans la plante lors qu'elle se trouve en conditions défavorables (Sivarakishnan et al., 1988). Dans les conditions de stress, la cellule entraîne une accumulation élevée de la proline endogène et pourrait donc constituer une approche efficace pour atténuer les effets néfastes de la dessiccation. L'accumulation de proline est l'une des stratégies adaptatives fréquemment observées chez les plantes pour limiter les effets de stress (Acevedo et al., 1989). Il apparaît que la proline peut conférer la tolérance des plantes aux stress par le développement d'un système antioxydant qui peut jouer un rôle d'indicateur d'ajustement osmotique ou autre mécanisme similaire (Eliane et al., 2007).

# **Conclusion et perspectives**

### Conclusion et perspectives

Dans ce travail nous avons testé, dans les conditions de laboratoire et à différentes concentrations, l'effet des extraits d'une plante steppique vivace *Retama raetam* sur la germination et le développement de deux mauvaises herbes et de trois plantes cultivées.

- L'analyse chimique par spectrophotométrie IR effectuée sur la poudre de *Retama raetam* a montré que la plante contient quelques molécules pouvant intervenir dans le Processus de l'allélopathie.
- Les résultats des tests de germination ont révélé que la plante peut avoir un effet inhibiteur sur cette fonction, mais à des concentrations relativement élevées supérieures à  $\geq 10\%$ .
- Sur les mauvaises herbes un meilleur effet inhibiteur de la germination chez les deux mauvaises herbes *Cardaria* et *Plantago*. Pour les plantes cultivées l'effet de l'extrait aqueux de *Retama raetam* a manifesté à un effet inhibiteur faible sur la germination des cultures céréalières, maraichères et fourragères permettant de ne pas écarter l'utilisation de cette plante dans la lutte contre les mauvaises herbes.
- Par ailleurs, L'effet allélopathique positif de *Retama raetam* s'est manifesté sur le développement et la croissance des plantules aussi bien sur la partie aérienne et la partie racinaire chez les deux mauvaises herbes testées.
- Le dosage de la proline chez les deux mauvaises herbes était marqué par des différences non significatives révélant que l'effet concentration de l'extrait aqueux de *Retama raetam* est inactif.
- Les résultats de cette étude et d'autres études qui sont réalisées dans le même axe, montrent que l'utilisation des extraits des plantes comme un herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes apportera un grand succès dans le domaine agricole.

Ces résultats ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes de recherches en physiologie mais également il serait en effet intéressant de :

- Tester d'autres concentrations de l'extrait aqueux de la plante sur la germination et le développement des plantes ;
- D'autres études devraient être menées avec d'autres plantes en pots et sur champs. avec une analyse quantitative de la composition chimique de *Retama raetam* ;
- D'autres études concernant l'extraction et le dosage des composant allélochimiques : phénoliques et flavonoïdes...mériteraient d'être menées ;

- En outre, peuvent être exploités aussi les impacts positifs (stimulation) et leurs avantages dans la production des cultures ;
- La capacité allélopathique d'extrait aqueux de *Retama raetam* peut être intégrée aux applications de la gestion biologique des mauvaises herbes et minimiser les risques des produits chimiques et pour l'amélioration du niveau de protection des cultures contre les adventices par l'utilisation de leurs composés allélochimiques comme un moyen naturel de lutte respectueux à l'environnement.

Cette étude a analysé les effets d'extraits d'une seule plante *Retama raetam* sur la germination des adventices dans des conditions de laboratoire. D'autres concentrations manifestent d'être tester.

D'autres études devraient être menées avec d'autres plantes en pots et sur champs. Avec une analyse quantitative de la composition chimique

Des tests l'extrait aqueux de *Retama raetam* sur d'autres mauvaises herbes seraient très intéressantes.

# **Références bibliographiques**

1. **Abdelkrim H., 1995.** Contribution à la connaissance des groupements de mauvaises herbes des cultures du secteur algérois: approches syntaxonomique et agronomique (Doctoral dissertation, Paris 11).
2. **Acevedo, E., Conesa, A. P., Monneveux, P., & Srivastava, J. P. 1989.** Physiology Breeding Of Winter Cereals For Stressed Mediterranean Environments, Inra Stat. Bioclimatologie, 50-66
3. **Ahn, J. K. and I. M. Chung. 2000.** Allelopathy: Allelopathic potential of rice hulls on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy Journal* 92:1162-1167.
4. **Anjum, T., P. Stevenson, D. Hall and R. Bajwa. 2005.** Allelopathic potential of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as natural herbicide. 4th World Congress on Allelopathy, 21-26 August 2005, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia. Available at [http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/7/2252\\_anjum.htm](http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/7/2252_anjum.htm) [05/07/2009].
5. **Arslan Et Al. (2005), Nandal Et Dhillon (2005), Uremis Et Al. (2005), Turk Et Tawaha (2003) Et Batish Et Al. (2002)** Etude Du Pouvoir Allélopathique De L'harmel (*Peganum Harmala* L.), Le Laurier Rose (*Nerium Oleander* L.) Et L'ailante (*Ailanthus Altissima* (Mill.) Swing.) Sur La Germination De Quelques Mauvaises Herbes Des Céréales, June 2010 Thesis For: Professor: Fenni Mohamed Project: Valorisation Of Bioressources In Algeria Authors: Benmeddour Tarek.
6. **Asad, S. and R. Bajwa. 2005.** Allelopathic effects of *Senna occidentalis* L. on *Parthenium* weed. 6th National Weed Science Conference, 28-30 March 2005, NWFP Agricultural Universtiy, Peshawar. p. 16
7. **Bagchi G.D., Jaiind D.C et Kumar S., 1997.** Arteether: A potent plant growth inhibitor from *Artemisia annua*. *Phytochemistry*. Vol 45.No 6:1131-1133.
8. **Bahi K., 1991-** Contribution A L'Etude De *Retama Monosperma*, Etude Du Système Racinaire Et Recherche Des Associations De Type *Rhizobium*. Etude Anatomique Et Biochimique Des Protéines Et Des Acides Aminés Foliaires De *Retama Monosperma* (Boiss): Mém. De Magistère. Univ. Des Sciences Et De La Technologie D'Oran Mohame Boudiaf (U.S.T.O) Oran.
9. **Bailly R., Aguilar J., Faivre-Amiot A., Mimaud J., Paitier G., Cassedanne P. ; Choppin De Janvry E., Le Nail F., 1980** - Guide Pratique De Défense Des Cultures Ed. Acta Paris 420 P.
10. **Bais H.P, Vepachedu R, Gilroy S, Callaway R.M, Vivanco J .M. 2003.** Allelopathy And Exotic Plant Invasion: From Molecules And Genes To Species Interactions
11. **Barket E. H., Belbey M., Safi S., (2017).** Etude phytochimique de deux plantes endémique (Ouest algérien) *Centaurea nigra*- *Lepidium sativum*. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, Spécialité pharmacognosie et phytothérapie. Université Abdelhamid Ibn, Badis Mostaganem 52p.
12. **Barralis G., 1984.** Adventices des cultures 50 à 500 millions de semences/ha. Cultivar, spécial désherbage, **178** : 16-19.
13. **Barralis G. et Chadoeuf R., 1987.** Potentiel semencier des terres arables. *Weed Res.*
14. **Batlang, U. and D. D. Shushu. 2007.** Allelopathic activity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on growth and nodulation of bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) Verdc.). *Journal of agronomy* 6(4): 541-547.
15. **Bellakhdar, J., 1997.** La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle. Ed Ibis Press, Maroe, Pp. 318-319.
16. **Benfakih.L ;2006.** Recherche Quantitatives Sur Le Criquet Migrateur *Locusta Migratoria* (Orth.Oedipodinae) Dans Le Sahara Algérien. Perspectives De Lutte Biologique A L'aide De Microorganismes Pathogènes Et De Peptides Synthétiques.

- Thèse De Doctorat N°17- 2006.Univ De Limoge. Laboratoire Umr Inra 1061. Institut National Agronomique D'el Harrach P27.
17. **Beniston Nt-Ws., 1985.** Fleurs Algérie. Entreprise Nationale Des Arts Graphiques. Ed. Reghaia.Algérie, 112p
  18. **Blum A. 1996.** Crop Responses To Drought And The Interpretation Of Adaptation Plant Growth Regulation. 20 : 135 - 148 P.
  19. **Bruneton.J, 1993.** Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. La Voisier TEC et DOC, Paris. 2ème édition. P : 268-277.
  20. **Bruneton.J, 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentation. 3ème Ed. Lavoisier. Paris, 199-388.
  21. **Bridgemohan P., BrathwaiteR. A. LetMcDavidC. R., 1991.**Seed survival and patterns of seedling emergence studies of Rottboellia cochinchinensis (Lour.) WD Clayton in cultivated soils.Weed Res.31(5), 265-272.
  22. **Bruneton.J, 2009.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition. Lavoisier Tec et Doc., Paris, 1240 p.
  23. **Bubel, N. 1988,** The new seed-starters handbook. Rodale books, Emmaus. p. 85.
  24. **Bournerias (M.), 1979.** – Guide des groupements végétaux de la région parisienne. SEDES, Paris, 509 pp.
  25. **Chaouche G, 2017.**-Analyse saisonnière du comportement de *Stipa tenacissima* L dans un parcours dans la région de Laghouat, mémoire de Master, Université de Laghouat
  25. **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.
  26. **Cechin L, Rossi S.C., Oliveira V.C. & Fumis T.F. 2006.** Photosynthetic Responses And Proline Content Of Mature And Young Leaves Of Sunflower Plants Under Water Deficit. Photosynthetica 44 (1) : 143-146p.
  27. **Chehma A., 2006.**Etude Floristique Et Nutritive Des Parcours Camelins Du Sahara Septentrional Algérien, Cas Des Régions De Ouargla Et Ghardaia, P 87-106.
  28. **Chehma, A. -2005-** Étude Floristique Et Nutritive Des Parcours Camelins Du Sahara Septentrional Algérien. Cas De La Région D'ouargla Et Ghardaïa. Thèse De Doctorat D'etat, Univ. Annaba, Algérie.
  29. **Chiapusio G, Sanchez A M, Reigosa M J, Gonzalez L, Pellissier F., 1997.** Do Germination Indices Adequately Reflect Allelochemicals Effects On The Germination Process.J. Chem. Ecole. Vol (23): Pp2445-2453
  30. **Chiapusio G., Gallet C., Dobremez J.F et Pellissier F., 2002.** Composées Allélopathiques.
  31. **Chiapusio G., Sanchez A. M., Reigosa M. J., Gonzalez L., Pellissier F., (1997).** Dogermination Indices Adequately Reflect Allelochimical Effects On The Germination Process ., J.Chem. Ecol., 23, Pp.2445-2453.
  32. **Chon, S.U. Nelson C. J.2009.** Allelopathy In Compositae Plants. A Review. Agronomy For Sustainable Development, Springer Verlag/Edp Sciences/Inra.
  33. **Chou C.H Et Waller G.R., 1983.** Allelchimical And Pheromones. Institue Of Botany, Academia Sinica Monograph Series 5, Taipei.
  34. **Chung, I. M., K. H. Kim, J. K. Ahn, S. B. Lee, S. H. Kim and S. J. Hahn. 2003.** Allelopathy: Comparison of Allelopathic Potential of Rice Leaves, Straw and Hull Extracts on Barnyardgrass. Agronomy Journal 95:1063-1070.
  35. **Cramer H. H., Bayer F. et Pijollet F., 1967.** La protection des plantes et les récoltes dans le monde. Bayer Pflanzenschutz
  36. **Chiarappa L., 1981.** Crop Loss Assessment Method's., Suppl. 3., FAO and CAB, Farnham

- Royal, UK.
37. **Dems Mr, 2016.** Etude Du Pouvoir Allélopathique Des Extraits Aqueux Des Mauvaises Herbes Sur La Croissance Et La Germination Du Blé Dur (*Triticum Durum* Desf.). Mémoire De Master, Phytopathologie Et Protection Des Végétaux. Biskra : Université Mohamed Khaider.
  38. **Dessalegne G, Habtamu A, Takele N, (2013).** Allelopathic Effect Of Aqueous Extracts Of Major Weed Species Plant Parts On Germination And Growth Of Wheat. *Journal Of Agricultural And Crop Research*, Vol. 1(3), Pp. 30-35.
  39. **Dhima, K. V., I. B. Vasilakoglou, I. G. Eleftherohorinos and A. S. Lithourgidis. 2006.** Allelopathic potential of winter cereal cover crop mulches on grass weed suppression and sugarbeet development. *Crop Science* 46:1682-1691.
  40. **Dohssi R., 2019.-** Impact des variations climatiques sur le comportement physiologique de deux plantes steppiques (*Retama raetam* et *Astragalus*) armatus. Mémoire de Master UATLaghouat.
  41. **Ebana, K., W. Yan, R. H. Dilday, H. Namai and K. Okuno. 2001.** Variation in the Allelopathic Effect of Rice with Water Soluble Extracts. *Agronomy Journal* 93:12-16.
  42. **El Hamrouni A., 2001-**Conservation Des Zones Humides Littorales Et Des Ecosystèmes Côtiers Du Cap-Bon. Rapport De Diagnostic Des Sites. Partie Relative A La Flore Et La Végétation. République Tunisienne., Ministère De L'Environnement Et De L'Aménagement Du Territoire. Agence De Protection Et D'Aménagement Du Littoral. Pp.6-38.
  43. **Eliane C, Gruszka V, Ivan S, Marcos P, Carlos A , Hugo B , Celso J , Luis G., (2007)** Stress-Induced Synthesis Of Proline Confers Tolerance To Water In Transgenic Wheat. *Journal Of Plant Physiology* ., 164, 1367-1376.
  44. **Esfandiar F, Seyedeh S And Farzad G (2013).** Evaluation The Allelopathic Effect Of Bindweed (*Convolvulus Arvensis* L.) On Germination And Seedling Growth Of Millet And Basil. *Advances In Environmental Biology*, 6(3) : 940-950.
  45. **Friedman, J. 1995.** Allelopathy, Autotoxicity, And Germination. In *Seed Development And Germination*. Crc Press, Florida. Pp. 629-643.
  46. **Godinho M., 1984.** Les définitions " d'adventices " et de " Mauvaises herbes". *Weed Res.*, 24 (2) : 121-125.
  47. **Hannachi A, (2010).** Etude Des Mauvaises Herbes Des Cultures De La Région De Batna : Systématique, Biologie Et Écologie. Mémoire De Magister. Amélioration De La Production Végétale. Sétif. Univ. Ferhat Abbes Sétif. 85 P.
  48. **Harker K. 2001.** Survey Of Yield Losses Due To Weeds In Central Alberta, Canadian *Journal Of Plant Science*. No 81. Pp 339-342.
  49. **Hättenschwiler, S. And Vitousek, P.M. (2000)** The Role Of Polyphenols In Terrestrial Ecosystem Nutrient Cycling. *Trends Ecol. Evol.*, 15 (6), 238-243.
  50. **Heisey ,R. M. 1990.** Allelopathic and herbicidal effects of extracts from tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*). *American Journal of Botany* 77:662-670.
  51. **Heisey, R. M. 1997.** Allelopathy And The Secret Life Of *Ailanthus Altissima*. *Arnoldia* 57(3) :28-36.
  52. **Heisey, R. M. 1997.** Allelopathy and the secret lif of *Ailanthus altissima*. *Arnoldia* 57(3):28-36.
  53. **Heisey, R. M. 1990.** Evidence for allelopathy by tree-of-heaven (*Ailanthus altissima*). *Journal of Chemical Ecology* 16: 2039-2055.
  54. **Heisey, R.M. 1999.** Development of an Allelopathic Compound from Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) as a Natural Product Herbicid. In *Biologically active natural products: agrochemicals*. CRC Press, Florida. pp. 58-68.
  55. **Hopkins G. W., (2003).** *Physiologie Végétale*. De Boeck. 2<sup>é</sup>édition.

56. **Ighil Hariz Z., 1990.** Etude Du Comportement Physiologique, Biochimique Et Structurale Du Rétama Retam Vis À Vis Du Nacl. Thèse De Magister. Université D'oran Algérie, 120 P.
57. **Inderjit and K. L. Keating. 1999.** Allelopathy: Principles, procedures, processes and promises for biological control. *Advances in Agronomy* 67:141-231.
58. **Inderjit, Duke S.O., 2003.** Ecophysiological aspect of allelopathy. *Planta*, 217:529–539. Cité par Dinget al., 2007.
59. **INPV. 2016.** Désherbage Chimique Des Céréales 2016 – Inpv.
60. **Inderjit, Keating K.I. 1999.** Allelopathy: Principles, Procedures, Processes and Promises for Biological Control, *Advances in Agronomy*, 67, 141-231.
61. **Jobidon R., Thibault J.R., Fortin J.A., 1986.** Phytotoxic effect of barley, oat and wheat mulches in eastm Quebec forest palntations. 1. Effects on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *For. Ecol. Manage*, 29: 277-294.
62. **Kohli R.K., Batish D., Singh H.P., 1998.** Allelopathy and its implications in agroecosystems. *J. Crop Prod*, 1:169–202.
63. **Koitaabashi R., Suzuki T., Kawazu T., Sakai A., Kuroiwa T., 1997.** 1, 8-cineole inhibits root growth and synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L. *J. plant. Res.*, 110:1-6.
64. **Kong, C. H., P. Wang, H. Zhao, X. H. XU and Y. D. Zhu. 2008.** Impact of allelochemical exuded from allelopathic rice on soil microbial community. *Soil Biology and Biochemistry* 40(7):1862-1869
65. **Kruse, M., M. Strandberg And B. Strandberg. 2000.** Ecological Effects Of Allelopathic Plants : A Review. Neri Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 P.
66. **Le Bourgeois, T. And Merlier, H. (1995)** Adventrop. Les Adventices D'afrique Soudano-Sahélienne. Cirad Editeur, Montpellier, 640 P.
67. **Le Bourgeois T., Gérardaux, E., Beix, Y., & Déat, M., 1992.** Stratégie de lutte contre les adventices de la culture cotonnière au Nord Cameroun.
68. **Leather, G. R. 1983.** Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. *Weed Science* 31:37-42
69. **Loudyi M. C., RON M. G. et ELKHYARID., 1995.** Influence des variables écologiques sur la distribution des mauvaises herbes des cultures du Saïs (Maroc central). *Weed Res.* 35(4), 225-240.
70. **Liu, G., Li, Q., Liu, Y., Hou, L. And Li, G. (2012)** Influence Of Pericarp, Cotyledon And Inhibitory Substances On Sharp Tooth Oak (*Quercus Aliena* Var. *Acuteserrata*) Germination. *Plos One.*, 7 (10), 1-7.
71. **Liu, L., D. C. Gitz and M. W. McClure. 1995.** Effect of UV-B on flavonoids, ferulic acid, growth and photosynthesis in barley primary leaves. *Physiology Plante* 93:725-733.
72. **Liu, Y., Wang, W.L., Guo, G.X. And Ji, X.L. (2009)** Volatile Emission In Wheat And Parasitism By *Aphidius Avenae* After Exogenous Application Of Salivary Enzymes Of *Sitobion Avenae*. *Entomol. Exp. Appl.*, 130, 215-221.
73. **Lovett, J. V. 1991.** Changing perceptions of allelopathy and biological-control. *Biological Agriculture and Horticulture* 8:89-100.
74. **Lebreton G. et Le bourgeois T., 2005.** Analyse de la flore adventice de la lentille à Cilaos – Réunion. Cirad-Ca / 3P ; UMR PVBMT, 20 p.
75. **Macheix, J.-J. Fleuriet, A. And Jay-Allemand, C. (2005)** Les Composés Phénoliques Des Végétaux : Un Exemple De Métabolites Secondaires D'importance Economique. Ppur Presses Polytechniques, Isbn 2880746256, 9782880746254. 84-86
76. **Macheix, J.-J., A. Fleuriet et C. Jay-Allemand. 2005.** Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR, Lausanne. pp. 91-92.

77. **Macheix, J.-J., A. Fleuriet Et C. Jay-Allemand. 2005.** Les Composés Phénoliques Des Végétaux : Un Exemple De Métabolites Secondaires D'importance Economique. Ppur, Lausanne. Pp. 91-92.
78. **Mallem H, 2018.** Etude du potentiel de la végétation steppique dans la lutte contre la déflation éolienne (Thèse doctorat en sciences). Université Saad Dhahlab, Blida.
79. **Mallem H, Benrima A et Houyou Z, 2017.** Étude floristique des parcours steppiques des régions arides : effet de surpâturage, de l'ensablement et des labours (cas de la zone de Mokrane wilaya de Laghouat) Revue Agrobiologia (2017) 7(1): 334-345.
80. **MontegutJ., 1975.** Ecologie de la germination des mauvaises herbes. La germination des semences, 191-217.
81. **McLaren, J. S. 1986.** Biologically active natural substances from higher plants : status and future potential. Pest Management Science 17(5):559-578.
82. **McCully K., Tremblay R. et Chiasson G., 2004.** Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau- Brunswick (MAPANB), 15.
83. **Mersey, B. G., J. C. Hall, D. M. Anderson and C. J. Swanton. 1990.** Factors affecting the herbicidal activity of glufosinate-ammonium : absorption, translocation and metabolism in barley and green foxtail. Pesticide Biochemistry and Physiology 37(1):90-98.
84. **Melakhessou Z., 2007.** Etude de la nuisibilité directe des adventices sur la cultures du pois chiche d'hiver (*Cicer aritinum* L.) variété ILC 3279 .cas de *Sinapis arvensis* L .Mémoire de magister Université El hadj Lakhdar de Batna, 72 p.
85. **Midoun T., (2011).** Extraction des composees phénoliques et étude leurs activités antioxydant par le voltamètre cyclique. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, spécialité chimie appliquée. Université kas di mer bah Ouargla 53p.
86. **Mitteler.R, Et Al ;2000.** Living Under A Dormant Canopy : A Molecular Acclimation Mechanism Of The Desert Plant *Retama Raetama* The Plant Journal.Blackwell Scienceltd. (2001) 25(4), 407-416.
87. **Mitteler.R, Et Al ;2000.** Living Under A Dormant Canopy : A Molecular Acclimation Mechanism Of The Desert Plant *Retama Raetama* The Plant Journal.Blackwell Scienceltd. (2001) 25(4), 407-416.
88. **Mittler R., 2002.** Living Under A Dormant Canopy : A Molecular Acclimation Mechanism Of The Desert Plant *Retama Raetame*. The Plant Journal. Blackwell Scienceltd.(2001) 25(4), 407-416.
89. **Molisch H, January 1994.** Fther of allelopathuy ,journl of allelopathy pages 1-15.
90. **Oszmianski J., Wojdylo A., Lamer-Zarawaska E., Swiader K., (2007).** Antioxidant tannins from rosaceae plant roots. Foods chemistry.100 (2):579-583.
91. **Ouattar, S. Et T. E. Ameziane. 1989.** Les Céréales Au Maroc : De La Recherche A L'amélioration Des Techniques De Production. Edition Toubkal, Casablanca.123 P.
92. **Ozenda, P. -1958-** Flore Du Sahara Septentrional Et Central. Ed. Cnrs, Paris, 485 P
93. **Pellissier, F. (1994)** Effect Of Phenolic Compounds In Humus On The Natural Regeneration Of Spruce. Phytochemistry., 36 (4), 865-867.
94. **Putnam, A.R. et Weston, L.A.1986.**The Science 6. of Allelopathy. Wiley. New York, p.43.Cité par Bagchiet al.,1997.
95. **Quezel Et Santa ; 1962.**Nouvelle Flore De L'algérie. Tome Lp156-162
96. **Quezel, P., Santa, S., 1962-1963.** Nouvelle Flore De L'algérie Et Des Régions Désertiques Méridionales, Editions Du Centre National De La Recherche Scientifique, Paris, Pp. 475-476.
97. **Raven, P. H., R. F. Evert, S. E. Eichhorn et J. Bouharmont. 2003.** Biologie végétale. De Boeck Université, Paris. pp. 32-38.
98. **Rice E. L. 1974.** Allelopathy. Academic Press, Inc., New York.
99. **Rice E. L., 1984.** Allelopathy. Academic Press. Orlando.
100. **Rice E.L., 1992.** Allelopathy: Basic And Applied Aspects. Chapman & Hall, London, Pp.31-58.
101. **Rice, E. L. 1974.** Allelopathy. Academic Press, New York. 352 P.

102. **Rice, E. L. 1984**, Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press, New York. 422 P.
103. **Rizvi S.J.H., Rizvi V., 1992**. Allelopathy: Basic And Applied Aspects. Chapman & Hall, London, Pp. 1–10. Cité Par Blanco, 2007.
104. **Rizvi S-J-H., Riwvi V.; 1991**.- Allelopathy: Basic And Applied Aspects. Ed. Chapman And Hall. New York.480 P.
105. **Robles C. Bonin G.Et Garzino S., 1999**. Potentialités Autotoxiques Et Allélopathiques De Cistus Albidus L. C.R Acad.Sci. Lifes Sciences, 322 : 677-685.
106. **Robles C. Bonin G.Et Garzino S., 1999**. Potentialités Autotoxiques Et Allélopathiques De Cistus Albidus L. C.R Acad.Sci. Lifes Sciences, 322 : 677-685.
107. **Roberts H.A., 1981**. Seed banks in soil. Adv. appl. Biol 6, 1-557.
108. **Savouré A., Jaoua S. Hua Xuelun. Ardiles W., Van Montagu M. & Verbruggen N. 1995**. Isolation, Characterization, And Chromosomal Location Of A Gene Encoding The Delta 1-Pyrroline-5- Carboxylate Synthetase In Arabidopsis Thaliana. Febs Letters 372 : 13-19 P.
109. **Selami N., 2000**- Contribution A L'Etude De *Retama Monosperma* Etude Du Système Racinaire Et Recherche Des Associations De Type *Rhizobium*. Mém. Ing. En Biotechnologie. Usto. Oran. 38p.
110. **Shallaby A., Monayeri M., Etman Ma., El Habibi Am., Youssef Mp., 1972**-Germination Of Some Desert Medicinal Plant Under Different Condition : Mém. Mag. Univ. Des Sciences Et De La Technologie D'Oran Mohamed Boudiaf (U.S.T.O) Oran.
111. **Shraoui M., Mokhtari H. 2017**. Etude Diachronique Du Comportement De Deux Espèces *Retama Raetam* Et *Astragalus Armatus* Dans La Région De Laghouat Cas De Sidi Makhlous. Mémoire Master Uatl. 67p.
112. **Singh, H. P., D. R. Batish and R. K. Kohli. 2003**. Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. Critical Reviews in Plant Sciences 22:239-311.
113. **Singh, V. and D. K. Jain. 2006**. Taxonomy of Angiosperms. 2nd edition. Rastogi Publications, India. p. 228p.
114. **Sivaramakrishnan S., V.Pattel, G.Flower And Lg. Paleg.,(1988)**. Proline Accumulation And Nitrate Reductase Activity In Contrasting Sorghum Lines During Mid Season Drought Stress. Plantphysiol.,74, P.418426
115. **Soltys D., Krasuska U., Bogatek R., Gniazdowska A. 2013**. Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Perspectives. In: Price A.J., Kelton J.A. (Eds) Herbicides Current Research and Case Studies in Use. InTech Publisher. P517-542.
116. **Soufi Z., 1988**. Les principales mauvaises herbes des vergers dans la région maritime de Syrie. Weed Res., pp199-206.
117. **Stocker., 1974**- Etude Anatomique Et Biochimique Des Protéines Et Des Acides Aminés Foliaires De *Retama Monosperma* (Boiss) : Mém. Mag. Univ.Des Sciences Et De La TechnologieD'Oran Mohamed Boudiaf (U.S.T.O) Oran.
118. **Sy, M., H. Margolis, D. Yue, R. Jobidon and L.-P. Vezina. 1994**. Differential tolerance of coniferous species to the microbially produced herbicide bialaphos, II. Metabolic effects. Canadian Journal of Forest Research 24(11):2199-2207.
119. **Thomson.C., 1985**. The chemistry of allelopathy biochemical intraction among plants.
120. **Tsao, R., Yang, R., Xie, S., Sockovie, E. And Khanizadeh, S. (2005)** Which Polyphenolic Compounds Contribute To The Total Antioxidant Activities Of Apple? J. Agric. Food Chem., 53, 4989-4995.
121. **Tukey H.B., 1970**. The leaching of substances from. Annu.Rev.Plant.Physiol., 21 :30.
122. **Varga, M. And Köves, E. (1959)** Phenolic Acids As Growth And Germination Inhibitors In Dry Früits. Nature, 183 (4658), 401
123. **Vasconcelos, M. Do C.B.M. De, Bennett, R.N., Quideau, S., Jacquet, R., Rosa, E.A.S. And Ferreira- Cardoso, J. V. (2010)** Evaluating The Potential Of Chestnut (*Castanea Sativa* Mill.) Fruit Pericarp And Integument As A Source Of Tocopherols, Pigments And Polyphenols. Ind. Crops Prod., 31, 301-311.
124. **Viles A.L., Reese R.N., 1996**. Allelopathic Potential Of *Echinacea Angustifolia* D.C. Environ. Exp. Bot., 36 :39–43. Cité Par Wu Et Al., 1998.

125. **Weih, M., U. M. E. Didon, A.-C. Rönnberg-Wästljung And C. Björkman. 2008.** Integrated Agricultural Research And Crop Breeding : Allelopathic Weed Control In Cereals And Long-Term productivity In Perennial Biomass Crops : A Review. *Agricultural Systems* 97(3) :99-100
126. **Whittaker, R.H. Et Feeny E.E. 1971.** Allelochemical: Chemical Interactions Between Plant Species. *Science*, 171:757-770.
127. **Zaghada F Z. 2009.** Activité Allélopathique Et Analyse Phytochimique. Mémoire Magister. Université Essénia.Oran. Pp 102
128. **Zohary Michael, 1962.** Plant Life Of Palestine, And Jordan, Ronald, New York. *Science* 11 May : Vol. 163. No.3515, P.523. Doi :10.1126/Science.136.3515.523.

# **Annexes**

## Infrared Spectroscopy Absorption Table

The following table lists **infrared spectroscopy absorptions** by frequency regions.

4000-3000 $\text{cm}^{-1}$						
3700-3584	medium	sharp	O-H	stretching	alcohol	free
3550-3200	strong	broad	O-H	stretching	alcohol	intermolecular bonded
3500- 3400	medium	-	N-H	stretching	primary amine	-
3400-3300 3330-3250	medium	-	N-H	stretching	aliphatic primary amine	-
3350-3310	medium	-	N-H	stretching	secondary amine	-
3300-2500	strong	broad	O-H	stretching	carboxylic acid	usually centered on 3000 $\text{cm}^{-1}$
3200-2700	weak	broad	O-H	stretching	alcohol	intramolecular bonded
3000-2800	strong	broad	N-H	stretching	amine salt	-
3000-2500 $\text{cm}^{-1}$						
3333-3267	strong	sharp	C-H	stretching	alkyne	-
3100-3000	medium	-	C-H	stretching	alkene	-
3000-2840	medium	-	C-H	stretching	alkane	-
2830-2695	medium	-	C-H	stretching	aldehyde	doublet
2600-2550	weak	-	S-H	stretching	thiol	-
2400-2000 $\text{cm}^{-1}$						
2349	strong	-	O=C=O	stretching	carbon dioxide	-
2275-2250	strong	broad	N=C=O	stretching	isocyanate	-
2260-2222	weak	-	C≡N	stretching	nitrile	-
2260-2190	weak	-	C≡C	stretching	alkyne	disubstituted
2175-2140	strong	-	S-C≡N	stretching	thiocyanate	-
2160-2120	strong	-	N=N=N	stretching	azide	-
2150	-	-	C=C=O	stretching	ketene	-
2145-2120	strong	-	N=C=N	stretching	carbodiimide	-
2140-2100	weak	-	C≡C	stretching	alkyne	monosubstituted
2140-1990	strong	-	N=C=S	stretching	isothiocyanate	-
2000-1900	medium	-	C=C=C	stretching	allene	-
2000	-	-	C=C=N	stretching	ketenimine	-
2000-1650 $\text{cm}^{-1}$						

2000-1650	weak	-	C-H	bending	aromatic compound	overtone
1870-1540 cm <sup>-1</sup>						
1818 1750	strong	-	C=O	stretching	anhydride	-
1815-1785	strong	-	C=O	stretching	acid halide	-
1800-1770	strong	-	C=O	stretching	conjugated acid halide	-
1775 1720	strong	-	C=O	stretching	conjugated anhydride	-
1770-1780	strong	-	C=O	stretching	vinyl / phenyl ester	-
1760	strong	-	C=O	stretching	carboxylic acid	monomer
1750-1735	strong	-	C=O	stretching	esters	6-membered lactone
1750-1735	strong	-	C=O	stretching	δ-lactone	γ: 1770
1745	strong	-	C=O	stretching	cyclopentanone	-
1740-1720	strong	-	C=O	stretching	aldehyde	-
1730-1715	strong	-	C=O	stretching	α,β-unsaturated ester	or formates
1725-1705	strong	-	C=O	stretching	aliphatic ketone	or cyclohexanone or cyclopentanone
1720-1706	strong	-	C=O	stretching	carboxylic acid	dimer
1710-1680	strong	-	C=O	stretching	conjugated acid	dimer
1710-1685	strong	-	C=O	stretching	conjugated aldehyde	-
1690	strong	-	C=O	stretching	primary amide	free (associated: 1650)
1690-1640	medium	-	C=N	stretching	imine / oxime	-
1685-1666	strong	-	C=O	stretching	conjugated ketone	-
1680	strong	-	C=O	stretching	secondary amide	free (associated: 1640)
1680	strong	-	C=O	stretching	tertiary amide	free (associated: 1630)
1650	strong	-	C=O	stretching	δ-lactam	γ: 1750-1700 β: 1760-1730
1670-1600 cm <sup>-1</sup>						
1678-1668	weak	-	C=C	stretching	alkene	disubstituted

						(trans)
1675-1665	weak	-	C=C	stretching	alkene	trisubstituted
1675-1665	weak	-	C=C	stretching	alkene	tetrasubstituted
1662-1626	medium	-	C=C	stretching	alkene	disubstituted (cis)
1658-1648	medium	-	C=C	stretching	alkene	vinylidene
1650-1600	medium	-	C=C	stretching	conjugated alkene	-
1650-1580	medium	-	N-H	bending	amine	-
1650-1566	medium	-	C=C	stretching	cyclic alkene	-
1648-1638	strong	-	C=C	stretching	alkene	monosubstituted
1620-1610	strong	-	C=C	stretching	$\alpha,\beta$ -unsaturated ketone	-
1600-1300 $\text{cm}^{-1}$						
1550-1500 1372-1290	strong	-	N-O	stretching	nitro compound	-
1465	medium	-	C-H	bending	alkane	methylene group
1450 1375	medium	-	C-H	bending	alkane	methyl group
1390-1380	medium	-	C-H	bending	aldehyde	-
1385-1380 1370-1365	medium	-	C-H	bending	alkane	gem dimethyl
1400-1000 $\text{cm}^{-1}$						
1440-1395	medium	-	O-H	bending	carboxylic acid	-
1420-1330	medium	-	O-H	bending	alcohol	-
1415-1380 1200-1185	strong	-	S=O	stretching	sulfate	-
1410-1380 1204-1177	strong	-	S=O	stretching	sulfonyl chloride	-
1400-1000	strong	-	C-F	stretching	fluoro compound	-
1390-1310	medium	-	O-H	bending	phenol	-
1372-1335 1195-1168	strong	-	S=O	stretching	sulfonate	-
1370-1335 1170-1155	strong	-	S=O	stretching	sulfonamide	-
1350-1342 1165-1150	strong	-	S=O	stretching	sulfonic acid	anhydrous hydrate: 1230-1120

1350-1300 1160-1120	strong	-	S=O	stretching	sulfone	-
1342-1266	strong	-	C-N	stretching	aromatic amine	-
1310-1250	strong	-	C-O	stretching	aromatic ester	-
1275-1200 1075-1020	strong	-	C-O	stretching	alkyl aryl ether	-
1250-1020	medium	-	C-N	stretching	amine	-
1225-1200 1075-1020	strong	-	C-O	stretching	vinyl ether	-
1210-1163	strong	-	C-O	stretching	ester	-
1205-1124	strong	-	C-O	stretching	tertiary alcohol	-
1150-1085	strong	-	C-O	stretching	aliphatic ether	-
1124-1087	strong	-	C-O	stretching	secondary alcohol	-
1085-1050	strong	-	C-O	stretching	primary alcohol	-
1070-1030	strong	-	S=O	stretching	sulfoxide	-
1050-1040	strong	broad	CO-O-CO	stretching	anhydride	-

1000-650 cm<sup>-1</sup>

995-985 915-905	strong	-	C=C	bending	alkene	monosubstituted
980-960	strong	-	C=C	bending	alkene	disubstituted (trans)
895-885	strong	-	C=C	bending	alkene	vinylidene
850-550	strong	-	C-Cl	stretching	halo compound	-
840-790	medium	-	C=C	bending	alkene	trisubstituted
730-665	strong	-	C=C	bending	alkene	disubstituted (cis)
690-515	strong	-	C-Br	stretching	halo compound	-
600-500	strong	-	C-I	stretching	halo compound	-

900-700 cm<sup>-1</sup>

880 ± 20 810 ± 20	strong	-	C-H	bending	1,2,4-trisubstituted	-
880 ± 20 780 ± 20 (700 ± 20)	strong	-	C-H	bending	1,3-disubstituted	-
810 ± 20	strong	-	C-H	bending	1,4-disubstituted or 1,2,3,4-tetrasubstituted	-



780 ± 20 (700 ± 20)	strong	-	C-H	bending	1,2,3- trisubstituted	-
755 ± 20	strong	-	C-H	bending	1,2-disubstituted	-
750 ± 20 700 ± 20	strong	-	C-H	bending	monosubstituted benzene derivative	-

#### Contributors and Attributions

- [OChemOnline](#)