



République Algérienne Démocratique Et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Echahid Hamma LAKHDAR D'El Oued

Faculte Des Sciences De La Nature Et De La Vie

Departement De Biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme De Master Académique

Domaine : Sciences Naturelles Et De La Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité Et Physiologie Végétale

Thème

Effets Physiologiques De L'activité Allélochimique D'une Plante
Sahariennes (*Retama raetam*) Sur Une Espèce Model (*Zea mays*)

✚ Présenté par :

BELGOT Kheira - SEROUTI Khadidja - YAHIAOUI Ahmed

Soutenue le : / 06/2021 devant le jury composé de:

Président:	Mr. HADDAD Azzeddine	M.C.A. Université d'El Oued
Examineur :	Mr. ALALI Ahmed	M.C.B, université d'El-Oued
Promoteur :	Mr. MEHDA Smail	M.A.A, Université d'El Oued
Co promotrice:	Mme. BOUAFIANE Mabrouka	Doctorante, U.K.M.Ouargla

Année Universitaire 2020/2021



remerciement

*Avant toute chose ,nous remercions Allah,
l'omnipotent ,pour nos avoir donné la force ,la patience
et le courage pour mener ce travail à son terme.*

*la président de nos mémoire ,Mr. HADDAD Azeddine
,qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de
cette mémoire.*

*A' notre encadreur de mémoire , Mr. MEHDI
Smail,pour avoir accepté de nos encadrer pour son
dynamisme, son aide et ses précieux conseils ,nos ont
permis d'avancer plus loin dans mes recherches.*

*A' notre Co promotrice de mémoire , Mme.
BOUAFIANE Mabrouka ,son aide et ses précieux conseils
,nos ont permis d'avances plus loin dans nos recherches.*

*A' notre jury de mémoire Mr. ALALI Ahmed ,qui
nous ont a fait l'honneur de juger ce travail que ce
travail soit témoignage de notre reconnaissance et de
notre*

profond respect.

Dédicace



Je dédie ce modeste travail à :

Ma chèremère

Mon cherpère

Mes sœurs

Tous nos enseignants

Tous Mes chères amies

Khadiga

Dédicace

A l'aide de dieu le tout puissant,

Nous avons pu réaliser ce travail

Je dédie ce modeste travail :

à la famille .

ET ...

*A tous ceux qui Nous ont aidé de près ou de loin pour
pouvoir réaliser ce travail.*

Ahmed

Dédicace



Je dédie ce modeste travail à :

l'esprit de mon Père

mes deux mères, Naima et Majda

Mes frères et mes sœurs

Tous nos enseignants

Tous Mes chères amies

Kheira

Résumé

Les mauvaises herbes provoquent de nombreux effets négatifs sur les cultures céréalières. La découverte des pesticides naturels et la réduction de l'utilisation des pesticides chimiques contribuent à préserver la vie humaine et l'environnement en général.

Dans cette optique, l'objectif de ce travail est de tester de l'activité allélochimique de l'extrait aqueux de la partie racinaire d'une espèce spontanée saharienne « *Retama reatam* » sur la germination des graines et le développement des plantules d'une espèce modèle « *Zea mays* ».

L'extrait a été préparé avec trois concentrations différentes (10%, 15%, 20%) à partir des racines de la plante (*Retam reatam*) et son effet a été testé sur une variété de maïs (*Zea mays*).

L'effet de l'extrait apparaît sur la croissance des plantules plus que sur la germination des graines, presque également sur la partie radicules et coléoptiles. Et leur effet augmente à mesure que le pourcentage de concentration augmente. Cette augmentation n'est pas la même pour les trois concentrations.

La concentration (20%) a été la plus efficace.

Les mots clés : Allelopathie / Inhibition / Germination / Extrait / *Retama reatam* / *Zea mays*

Abstract

Weeds cause many negative effects on cereal crops. The discovery of natural pesticides and the reduction of the use of chemical pesticides contribute to preserving human life and the environment in general.

In this perspective, the objective of this work is to test the allelochemical activity of the aqueous extract of the root part of a Saharan spontaneous species "*Retama reatam*" on the germination of seeds and the development of seedlings of a model species "*Zea mays*".

The extract was prepared with three different concentrations (10%.15%.20%) from the roots of the plant (*Retam reatam*) and its effect was tested on a variety of corn (*Zea mays*).

The effect of the extract appears on the growth of the seedlings more than on the germination of the seeds, almost equally on both the radicles and coleoptiles.

And their effect increases as the percentage of concentration increases. This increase is not the same for all three concentrations.

The concentration (20%) was the most effective.

Key words: Allelopathie / Inhibition / Germination / Extrait /*Retama reatam* /*Zea mays*

المخلص

تتسبب الأعشاب الضارة في كثير من التأثيرات السلبية على محاصيل الحبوب. إن اكتشاف المبيدات الطبيعية و التقليل من استعمال المبيدات الكيميائية يساهم في الحفاظ على حياة الانسان وعلى البيئة بشكل عام.

الهدف من هذه الدراسة هو العمل و اختبار الفعالية الأليلوباتية للمستخلص المائي من جذور نبات صحراوي عشوائي (*Retam reatam*) على انتشار البذور و تطور النبيتات للنوع (*Zea mays*).

تم تحضير المستخلص بثلاثة تراكيز مختلفة (10%.15%.20%) من جذور نبات (*Retam reatam*) وتم تجريب مفعوله على صنف من الذرة (*Zea mays*).

يظهر تأثير المستخلص على نمو النبيتات أكثر منه على انتشار البذور وبشكل تقريبا متساوي على كل من الجزء الجذري و السويقي . ويزداد تأثيرهما كلما زادت نسبة التركيز . هذه الزيادة ليست متماثلة بالنسبة للتركيز الثلاثة . التركيز (20%) كان الأكثر فعالية .

الكلمات المفتاحية: Allelopathie / Inhibition / Germination / Extrait / *Retama reatam* / *Zea mays*

Table des matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	

Introduction

Partie 1 Synthèse bibliographique

Chapitre I Généralité sur le phénomène d'allélopathie

I.	Définition et historique :	3
II.	Les composés allélochimiques:	3
II.1.	Nature des composés allélochimiques :	3
II.2.	Voies de libération de substances allélochimiques:	4
II.2.1.	Volatilisation:	4
II.2.2.	Exsudation racinaire:	5
II.2.3.	Lessivage:	5
II.2.4.	Décomposition des résidus végétaux:.....	5
III.	Mécanisme d'action des produits allélochimiques:	5
III.1.	Absorption minérale :.....	6
III.2.	Cytologie et ultrastructure :.....	6
III.3.	Phytohormones :.....	6
III.4.	Perméabilité membranaire :	7
III.5.	Photosynthèse :.....	7
III.6.	Respiration:	7
III.7.	Synthèse des protéines:	7
III.8.	Activité enzymatique:	7
III.9.	Teneur en proline :	8
III.10.	Croissance et amélioration:	8
IV.	Facteurs influençant la production et l'activité des allélochimiques :.....	8
V.	Allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes :.....	9

Chapitre II Généralité sur les Rétames

I.	Origine :	11
II.	Distribution géographique :	11
III.	Description générale :	11
IV.	Systematique :	12
V.	Capacité symbiotique des Rétames :	13
VI.	Intérêts des espèces de genre <i>Retama</i> :	13
VI.1.	Intérêts écologique :	13
VI.2.	Intérêts pharmacologique :	14
VI.3.	Intérêts industriels et économique :	14
VI.4.	Les Rétames et les substances naturelles :	14

Partie 2: Etude expérimentale

Chapitre III Matériel et méthodes

I.	Matériel végétal:	16
I.1.	Espèce utilisé pour l'extraction:	16
I.2.	Echantillonnage :	16
I.3.	Séchage :	17
I.4.	Broyage :	17
I.5.	Espèce test :	17
II.	Méthodologie de travail :	18
II.1.	Préparation de l'extrait :	18
II.2.	Test de germination :	19
II.3.	Exploitation des résultats :	19
II.3.1.	Taux maximal de germination (TG):	19
II.3.2.	Longueur des radicules et coléoptiles:	19

Chapitre IV Résultats et discussions

I.	Résultats :	20
I.1.	Taux de germination :	20
I.1.1.	Taux de germination maximal rapporté pour les graines traitées par l'extrait aqueux de <i>Retama raetam</i> :	20
I.2.	Analyse de croissance:	21

I.2.1.	Longueurs radicules et coléoptiles :	21
I.2.1.1.	Longueurs radicules de Zea mays traité par l'extrait aqueux de <i>Retama</i> <i>raetam</i> :	21
I.2.1.2.	Longueurs coléoptiles de Zea mays traité par l'extrait aqueux de <i>Retama</i> <i>raetam</i> :	22
II.	Discussion :.....	23

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des Abréviations

TG	taux de germination
LR	longueur des radicelles
EA	Extrait aqueux

Liste des figures

Figure 1 : Voies de libération des molécules allélopathiques d'après Chiapusio et <i>al.</i> (2008).	4
Figure 2 : Facteurs affectant l'activité phytotoxique des composés allélochimiques. D'après (Kobayashi, 2004)	8
Figure 3 : Approches de protection des plantes .Sellami et al. (2015).....	10
Figure 4 : Représentation photographique de l'espèce <i>Retama reatam</i>	16
Figure 5 : Représentation photographique de l'échantillonnage.	16
Figure 6 : broyeur électrique utilisé.	17
Figure 7 : représentation photographique des étapes de l'extraction.....	18
Figure 8 : Taux de germination maximal rapporté pour les graines de <i>Zea mays</i> traitées par l'extrait aqueux de <i>Retama raetam</i>	20
Figure 9 : Longueurs des racines de plantules <i>Zea mays</i> traitées par l'extrait aqueux de <i>Retama raetam</i> à différentes concentrations.....	21
Figure 10 : Longueurs des coléoptiles de plantules <i>Zea mays</i> traitées par l'extrait aqueux de <i>Retama raetam</i> à différentes concentrations.	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Noms chimiques de quelques alcaloïdes isolés de <i>R. monosperma</i> , <i>R. raetam</i> , <i>R. sphaerocarpa</i>	15
--	----

Introduction



Introduction :

Les zones géographiques varient en fonction des conditions environnementales, cette diversité entraîne une différence de couvert végétal d'une région à l'autre. Les plantes se répartissent selon leurs besoins et selon leur capacité d'adaptation. Certaines zones se caractérisent par leurs conditions environnementales difficiles qui ne favorisent pas la croissance des plantes, comme ce que l'on trouve dans les milieux désertiques arides. Avec un couvert végétal modeste, qui se compose de types de plantes adaptées à ces conditions, et malgré la diversité simple et le nombre limité de plantes dans les zones désertiques, ces plantes font l'objet d'une grande attention en raison des modifications et des adaptations qu'elles présentent et qui leur permettent de résister à des conditions environnementales et climatiques difficiles. (Youssef, 2007).

Le phénomène de l'allélopathie est défini comme « toute action directe ou indirecte, positive ou négative, d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement » (RICE, 1984 ; GALLET et PELLISSIER, 2002)

Les plantes allélopathiques libèrent des composés, à savoir des allélochimiques, dans l'environnement par l'exsudation des racines, le lessivage par la rosée et la pluie, la volatilisation ou la décomposition des tissus végétaux (Rice 1984).

Les caractéristiques des allélochimiques affectent la croissance des plantes voisines en termes de suppression de la croissance (Rice 1984) et de promotion de la croissance (Lovett et Jackson 1980).

Les composés allélopathiques affectent les processus fondamentaux de la plante comme la photosynthèse, la balance hormonale, la synthèse des protéines, la production de chlorophylle, les relations plante-eau, la perméabilité membranaire, la division cellulaire, la germination et le prélèvement de nutriments (Ferguson et al., 2003).

La plupart des allélochimiques sont classés comme des métabolites secondaires et produits dérivés de la principale voie métabolique de la plante. Souvent, leur fonctionnement dans la plante est inconnu. Cependant, certains allélochimiques sont également connus pour leurs fonctions structurales (par exemple, comme intermédiaires de lignification) ou de jouer un rôle dans la défense contre les herbivores et les agents pathogènes des plantes (Corcuera, 1993 ; Niemeyer, 1988).

Les composés allélopathiques se comportent comme des herbicides naturels ; ils ont fréquemment plusieurs sites d'action et des effets divers sur les organismes ciblés. On trouve parmi ces composés des acides phénoliques, des flavonoïdes, des terpénoïdes, des alcaloïdes, etc....., les produits allélochimiques sont présents pratiquement dans tous les tissus de la plante, dans les fruits, les fleurs, les feuilles en passant par la tige aux racines et rhizomes. Aussi au niveau du pollen et les graines. Ces produits sont très répandus dans les plantes spontanées (BEN CHACHA, 2008).

L'incorporation de ces substances allélochimiques dans la gestion de l'agriculture peut réduire l'utilisation d'herbicides, de fongicides et d'insecticides ; aussi diminuer la détérioration de l'environnement. (ANAYA, 1999).

L'utilisation des herbicides a un effet nocif sur l'environnement. Cet effet a poussé les recherches vers des méthodes biologiques (approches éco-friendly) afin de lutter contre les mauvaises herbes (BELADI A., 2014).

Dans cette optique, l'objectif de cette étude est de tester le pouvoir allélopathique des extraits aqueux des racines de l'espèce spontanée saharienne *Retama raetam*, sur la germination et le développement des graines des (*Zea mays*). Les démarches suivies dans ce travail de recherche sont expliquées dans les paragraphes suivants :

- Le premier chapitre : est consacré à la synthèse bibliographique. Cette synthèse rappelle sur le phénomène de l'allélopathie et l'espèce *Retama raetam*.

- Le deuxième chapitre : ou chapitre matériel et méthodes, les descriptions botaniques et biologiques sur le matériel végétal utilisé sont présentées. De plus, les méthodes suivies dans la réalisation de ce travail sont expliquées.

- Les résultats et une discussion générale.

- Conclusion générale.

Partie 1

Synthèse bibliographique



Chapitre I
Généralité sur le
phénomène d'allélopathie



I. Définition et historique :

Le terme d'allélopathie a été introduit pour la première fois par Hans Molisch, scientifique autrichien, en 1937 pour décrire les interactions biochimiques néfastes et bénéfiques entre tous les types de plantes incluant les micro-organismes.

Elroy Leon Rice, en 1984, renforce cette définition dans sa monographie sur l'allélopathie «Tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement».

Cette définition aujourd'hui indique bien que ce type d'interaction diffère du parasitisme et de la symbiose ainsi que de la compétition (Chiapusio et al., 1997).

En 1996, la société internationale d'allélopathie (The International Allelopathy Society, IAS) définit l'allelopathie comme suit: « Tout processus impliquant des métabolites secondaires produits par les plantes, micro-organismes, virus et champignons qui ont une incidence sur la croissance et le développement de l'agriculture et les systèmes biologiques (à l'exclusion des animaux), y compris les effets positifs et négatifs » (Torres et al., 1996), cette définition distingue l'allélopathie de la compétition entre deux ou plusieurs espèces pour les ressources du milieu (nutriments, eau, lumière) (Putnam et Duke, 1978).

II. Les composés allélochimiques :

Les composés allélochimiques sont des métabolites secondaires non nécessaires à la croissance, produits par des organismes vivants qui ont des effets stimulateurs ou inhibiteurs sur la croissance, la santé, le comportement ou la biologie des populations d'organismes voisins (plantes, insectes, microorganismes, etc.) (Haig, 2008).

Les composés allélochimiques peuvent être trouvés en concentrations différentes dans plusieurs parties de plantes (feuilles, tiges, racines, rhizomes, graines, fleurs et même les pollens) et leur voie de libération dans l'environnement varie selon les espèces (Bertin et al., 2003). Ces composés sont généralement des molécules de faible poids moléculaire qui peuvent être hydrophiles ou lipophiles (Inderjit et al., 1999).

II.1. Nature des composés allélochimiques :

Les produits naturels reconnus avec un potentiel allélopathique ont été classés dans les groupes suivants: (a) gaz cytotoxiques, (b) acides organiques, (c) acides aromatiques, (d) lactones simples insaturées, (e) coumarines, (f) quinones, (g) flavonoïdes, (h) tanins, (i) alcaloïdes, et (j) trapézoïdes et stéroïdes (Mushtaq & Siddiqui, 2018).

Plusieurs voies de biosynthèse sont responsables de la production des classes de ces composés chimiques, bien qu'ils ne soient pas nécessaires pour les processus primaires de croissance et de reproduction des espèces allopathiques (Pagare et al, 2015).

II.2.Voies de libération de substances allélochimiques :

Les allélochimiques sont libérés dans l'environnement au moyen de quatre processus écologiques : l'exsudation racinaire, la lixiviation par la surface des différentes parties, la volatilisation et/ou par la décomposition des matières végétales.

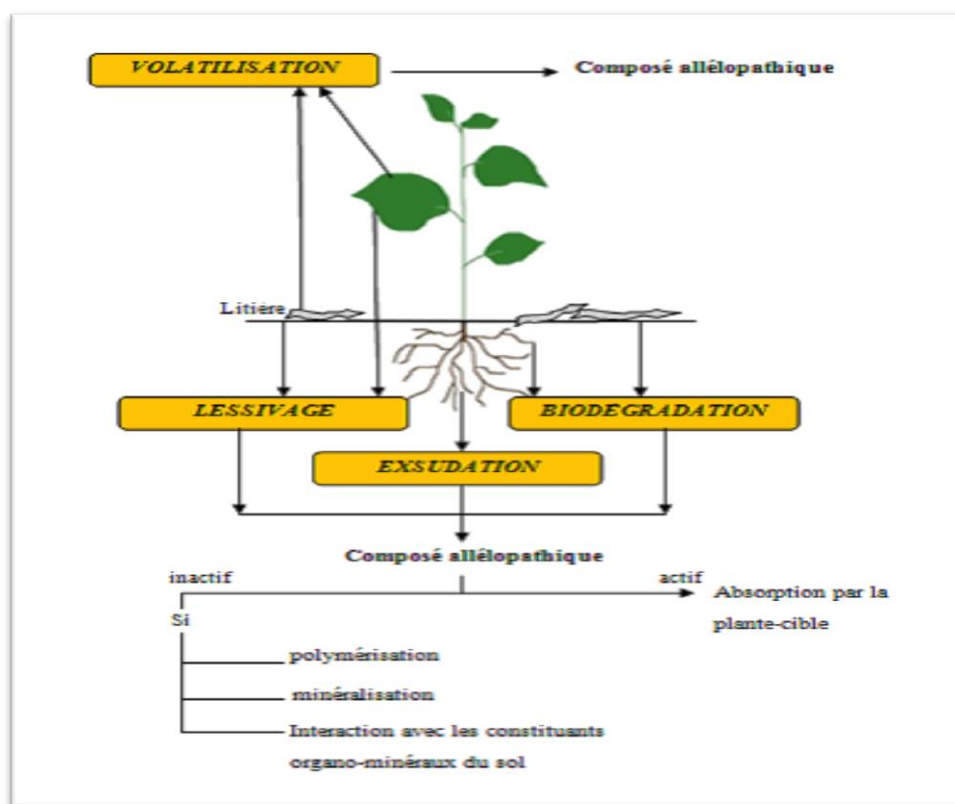


Figure 1 : Voies de libération des molécules allélopathiques d'après Chiapusio et *al.*(2008).

II.2.1. Volatilisation:

C'est la libération de substances toxiques volatiles par les plantes, ce phénomène est écologiquement plus important dans les milieux arides et semi-arides, et les substances émises par cette voie sont le plus souvent des monoterpènes.

Les plants du genre *Salvia* des écosystèmes désertiques sont connus pour produire des composés volatils tel que le camphre, le 1-8 cinéole, les α -pinène et β -pinène ou encore les diterpènes.

L'action inhibitrice est exercée par ces plantes sur la croissance des herbes de leur voisinage. Par exemple, le cinéole volatilisé puis stocké dans les sols inhibe la prolifération cellulaire des racines de *Brassica* ssp. Mais son effet biologique est fortement dépendant des conditions climatiques car cette molécule est facilement lessivable (Koitababashi ; 1997).

II.2.2. 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 (Chiapusio et al., 2002).

II.2.3. Lessivage:

Le lessivage de tissus végétaux, principalement les 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.2.4. 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 *Thuya occidentalis*) inhibent la germination et la croissance juvénile de diverses espèces colonisatrices des terres abondonnées par l'agriculture (Jobidon, 1986 ; Reigosa et al., 1996).

Il est aussi à noter que lors de la décomposition de certains résidus végétaux dans le sol, une partie peut se volatiliser et dès lors avoir un effet sur la germination et la croissance des plantules. C'est le cas par exemple des quinones issues de la décomposition des résidus de culture qui inhibent la germination du coton (Bradow, 1993).

III. Mécanisme d'action des produits allélochimiques:

L'allélopathie pourrait être caractérisée comme «une composante impérative de l'impédance végétale intercéder par l'ajout de métabolites secondaires produits par les plantes dans le sol rhizosphère (Weston, 2005).

Ces métabolites secondaires sont exsudés dans la rhizosphère et affectent le développement des plantes qui poussent dans le à proximité de plantes allélopathiques (Akemo, Regnier et Bennett, 2000).

Les composés chimiques qui infligent des impacts allélopathiques sont appelés allélochimiques, qui sont généralement considérés comme ces groupes chimiques, par exemple, les alcaloïdes, les flavonoïdes, les glucosinolates, les phénoliques et les terpénoïdes (Reigosa, Souto, & Gonz, 1999).

Le mode d'activité d'une substance pourrait être globalement divisé en action directe et indirecte (Blum, 2002).

Influences par la modification du sol propriétés, état nutritionnel et modification de la population ou du rôle des micro-organismes et les nématodes expriment une action indirecte. L'action directe comprend le biochimique / physiologiques influences des allélochimiques sur différents processus essentiels de la plante métabolisme. Les procédures affectées par les allélochimiques comprennent:

III.1. Absorption minérale :

les allélochimiques peuvent modifier le taux d'absorption des ions en plantes (Baar, Ozinga, Sweers et Kuyper, 1994) ; telle que les acides phénoliques réduisent l'absorption à la fois de macro et de micronutriments (Akemo et al., 2000).

III.2. Cytologie et ultrastructure :

les composés allélochimiques a été semblaient réprimer la mitose des racines des plantes (Celik & Aslanturk, 2010; Gulzar et al., 2016; Mohamadi et Rajaie, 2009; Mushtaq et al., 2019; Teerarak, Laosinwattana et Charoenying, 2010).

III.3. Phytohormones :

les hormones de croissance des plantes, IAA (acide indole acétique) est disponible dans les deux et formes inactives (inactivées par l'IAA-oxydase). L'IAA-oxydase est réprimée par différents allélochimiques (Chou, 1980). Aussi, la production d'éthylène et d'ABA (acide abscisique) a augmenté en cas de stress allélopathique (Bogatek, Oracz, & Gniazdowska, 2005).

III.4. Perméabilité membranaire :

divers composés organiques exercent leur influence par la modification de la perméabilité de la membrane (Galindo et al., 1999). L'exsudation des produits chimiques des racines sur les boutures de racines a été utilisée comme indice de pénétrabilité car les membranes végétales sont difficiles à étudier (Gniazdowska & Bogatek, 2005).

III.5. Photosynthèse :

les acides benzoïque et cinnamique ont réduit la teneur en chlorophylle du soja, inhibant ainsi la photosynthèse (Baziramakenga, Simard et Leroux, 1994). Les inhibiteurs photosynthétiques peuvent être des inhibiteurs d'électrons, des inhibiteurs de l'échange d'énergie, des accepteurs d'électrons ou un mélange des éléments ci-dessus (Batish, Singh, Et Kaur, 2001).

III.6. Respiration:

les allélochimiques peuvent fortifier ou réprimer la respiration, les deux peut nuire à la vitalité du système de production d'énergie (Batish et al., 2001).

III.7. Synthèse des protéines:

plusieurs études ont utilisés des sucres ou des acides aminés C14 radiomarqués pour tracer leur incorporation dans les protéines, et ensuite rapporté que les allélochimiques obstruent synthèse des protéines (Bertin et al., 2007).

III.8. Activité enzymatique:

Rice (1984) a donné un compte rendu de divers allélochimiques qui limiter l'activité enzymatique spécifique des plantes (Muscolo, Panuccio, & Sidari, 2001).

Les allélochimiques de *N. plumbaginifolia* ont stimulé la catalase (CAT) et activité de la superoxyde dismutase (SOD) (Singh, Singh et Singh, 2015).

III.9. Teneur en proline :

Accumulation de proline dans les plantes exposées à tout stress (Hayat et al., 2012).

III.10. Croissance et amélioration:

lors de l'exposition à des allélochimiques, la croissance et le développement des plantes est influencé. Les impacts immédiatement visibles comprennent taux de germination réprimé ou entravé; graines obscurcies et gonflées; réduit extension de la racine ou de la radicule et de la pousse ou du coléoptile; gonflement ou pourriture de la racine conseils; torsion de l'axe de racine; décoloration, absence de poils radiculaires; augmenter en nombre de racines séminales; diminution de l'accumulation de biomasse sèche; et réduit potentiel de reproduction (Wu, Pratley, Lemerle, Haig et Verbeek, 1998).

IV. Facteurs influençant la production et l'activité des allélochimiques :

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. Les facteurs abiotiques (température, lumière et sol) et biotiques (cycle biologique, compétition, agents pathogènes, organismes nuisibles) peuvent influencer la production d'allélochimiques par les plantes sources (Rivoal et al., 2011).

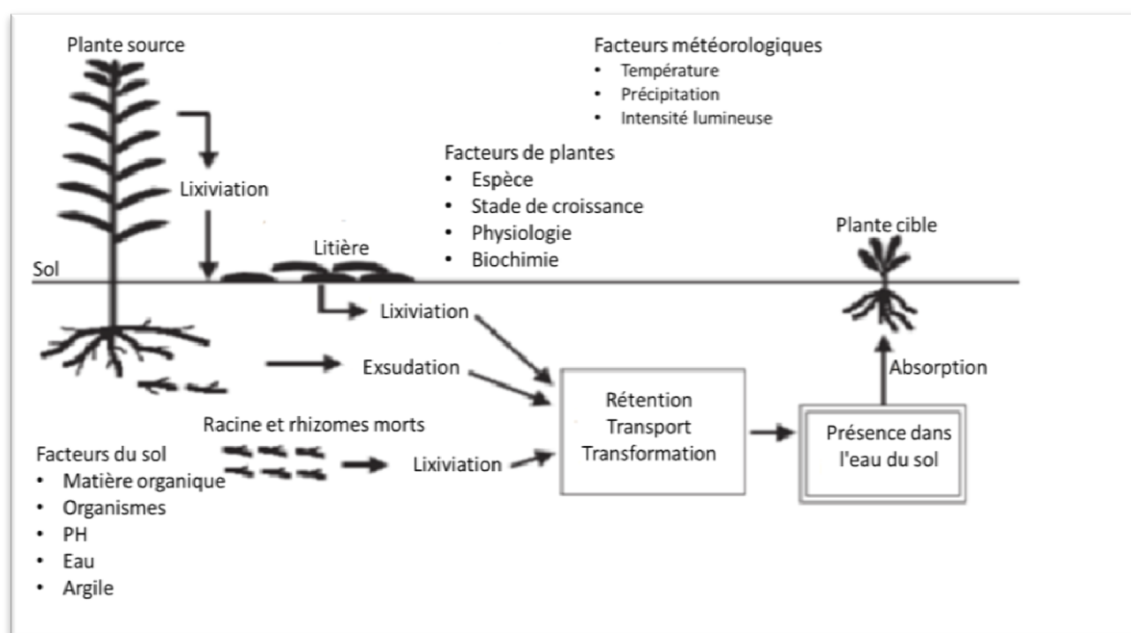


Figure 2 : Facteurs affectant l'activité phytotoxique des composés allélochimiques. D'après (Kobayashi, 2004)

V. Allélopathie 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).

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).

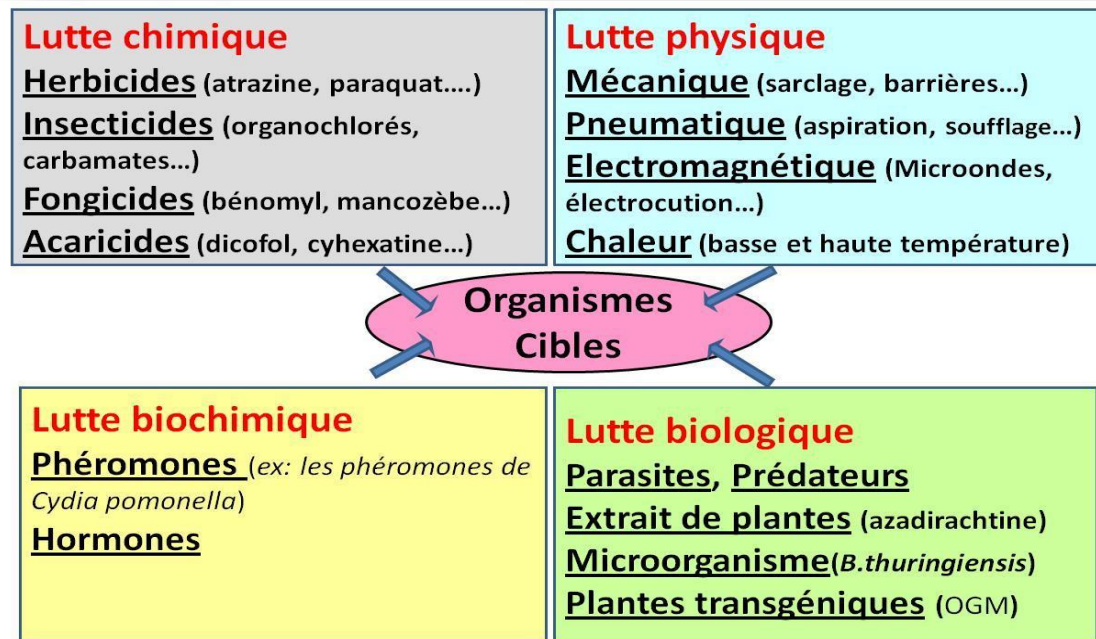


Figure 3 : Approches de protection des plantes .Sellami et al. (2015)

Chapitre II

Généralité sur les Rétames



I. Origine :

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

Le genre *Retama* fut depuis longtemps confondu avec les genres *Genista* et *Spartum* on les désigna par *Genista retam*, ensuite on utilisa le *Spartium* pour désigner les deux espèces : *Spartium sphaerocarpa* et *Spartium monosperma*, la nomination a ensuite été changé et le nom de *Retama* a été considéré comme un genre regroupant ces deux espèces.

II. Distribution géographique :

Les rétames sont caractérisés par une large distribution géographique, originaires du nordouest Africain et probablement des îles Canaries.

Rétama monosperma se localise au sud de l'Europe, sur les pourtours du bassin méditerranéen, et le long de la côte de l'Espagne (Andalousie), Portugal, Italie, et dans le désert sud asiatique.

En Algérie les rétames occupent une surface considérable du nord vers le sud *Rétama monosperma* colonise de larges étendues sur le littoral oranais, le littoral algérois, et le long du littoral de la région de Jijel.

Rétama raetam est localisé dans le sud oranais, sud de Djelfa, Ain Safra, El-oued (el-magren) Touggourt, au centre de la Kabylie, à l'est de Biskra, également à Ouargla, c'est une plante C3 commune des écosystèmes arides qui entourent la méditerranée, cette plante utilise comme stratégie d'acclimation une dormance partielle pour résister aux longues périodes de sécheresse.

Rétama sphaerocarpa se trouve principalement en petite Kabylie, Ghardaïa, Djebel Amour et les plaines de Batna.

III. Description générale :

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, fortement sillonnés et peu feuillés, les jeunes arbustes sont soyeux d'un vert argenté à gris argenté.

Les feuilles sont très caduques, les inférieurs sont trifoliolés les supérieurs sont simples et unifoliées, elles sont minuscules, alternes et linéaires, qui ne demeurent en place que quelques jours.

Les fleurs, unisexuées sont en petites grappes latérales, réparties sur de courts racèmes, avec petite calice bilabié, à lèvres supérieurs profondément bidentées, pétales à onglets plus ou moins soudés au tube staminal, étendard dressé avec 10 étamines monadelphes elles sont de deux couleurs selon l'espèce :

✚ Blanches pour *Rétama monosperma* et *Rétama raetam*..

✚ Jaunes pour *Rétama sphaerocarpa*.

La floraison est longue et précoce de la fin d'hiver à début printemps, selon le climat, elle peut s'étendre jusqu'au mois de mai .

Le fruit est une étroite gousse indéhissante de moins de 2cm, acuminées, avec une extrémité aigüe, portant une à deux graines . Les graines contiennent de la cytosine, un alcaloïde toxique.

Le système racinaire est de type pivotant pouvant atteindre plusieurs mètres de profondeur. Des racines adventives sont également présentes sur les rameaux et colonisent la surface des dunes.

Les rétames se multiplient au printemps par semis ou par bouturage de tiges aoutées, dans des sols pauvres, bien drainés même sablonneux à forte salinité.

En Algérie Le genre *Rétama* compte trois espèces :

✚ *Rétama monosperma*.

✚ *Rétama sphaerocarpa*.

✚ *Rétama raetam*.

IV. Systématique :

Selon la nouvelle classification, le genre *Retama* et ses espèces suivent le taxon suivant :

Règne: Végétal

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Eu-angiospermes

Classe: Eudi-cotylédones

Sous classe: Rosides

Famille: Fabaceae

Sous famille: Papilionaceae

Tribu: Genisteae

Genre: Retama

Espèce: *monosperma* (L.) Boiss.

raetam (Forsskal) Webb

sphaerocarpa (L.) Boiss.

dasycarpa. Cosson.

Nom vernaculaire: R'tem.

V. Capacité symbiotique des Rétames :

Les Rétames ont une grande capacité symbiotique, faisant partie de la famille des fabacées, leurs racines se terminent par de petits renflements qu'on appelle nodules ou nodosités, qui abritent une faune microbienne très diversifiée. Cette association symbiotique leur permet de fixer l'azote atmosphérique et de le convertir en azote organique assimilable (NO₃).

Les bactéries nodulatrices isolées des racines de *Retama raetam* sont souvent des *Sinorhizobium*, des *Rhizobiums* et des *agrobacteriums*.

VI. Intérêts des espèces de genre *Retama* :

VI.1. Intérêts écologique :

Les rétames jouent 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.

Les rétames sont des espèces fixatrices de dunes, grâce à leur système racinaire très développé, selon (ZOHARY, 1959), les racines de *Retama raetam* pénètrent jusqu'à 20m de profondeur dans le sol.

D'après (FARCHICHI, 1997) *Retama raetam* grâce à son potentiel germinatif élevé, sa tolérance au stress hydrique et son mode de ramification racinaire, peut être considéré comme une espèce pionnière apte à coloniser les cordons dunaires, son utilisation dans les opérations de végétation de ces milieux fragiles est recommandable.

Grace à leur très grande capacité symbiotique, les rétames contribuent à la bio fertilisation des sols salins et pauvres et jouent un rôle important dans le cycle de l'azote.

VI.2. Intérêts pharmacologique :

Les rétames sont été répertoriés comme étant des plantes médicinales des régions arides. En médecine traditionnelle, *Retama raetam* est utilisée dans le traitement de plusieurs maladies comme l'eczéma. Elle est utilisée dans le sud dans les soins en cas de morsures de serpents. Des recherches entreprises sur le genre *Retama*, ont montré que l'extrait aqueux de *Retama raetam* avait un effet diurétique, aussi bien qu'hypoglycémique.

VI.3. Intérêts industriels et économique :

Les rétames sont considérés comme un excellent fourrage, de plus leur bois est utilisé en chauffage, de plus ils sont des plantes ornementales en raison de leurs multiples fleurs odorantes. D'autres part les graines des rétames contiennent des lectines, 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.

VI.4. Les Rétames et les substances naturelles :

Les rétames ont fait l'objet de nombreuses études pour leur toxicité quant aux métabolites secondaires qu'elles produisent, ce sont des plantes productrices de substances naturelles biologiquement actives. Vingt-huit alcaloïdes ont été isolés à partir des trois espèces du genre *Retama* d'après El-Shazley et al. (1996) (Tableau 1).

Pour les flavonoïdes et iso-flavonoïdes, plusieurs études montrent que la partie aérienne des différentes espèces du genre *Retama* sont très riches de ces molécules on citons les exemples de: 7-hydroxy-6'-methoxy-3',4'-methylenedioxyisoflavone 7-o- α -glucoside (6'-methoxypseudobaptigenin 7-o- β -glucoside), un isoflavone de type genistein 7-o- β -glucoside (genistin), le daizein 7-o- β -glucoside (daizein) et un flavonol glucoside unique, rhamnazin-3-o- β -glucopyranosyl-(1-5)- β -arabinofuranoside chez *R. sphaerocarpa*. Il est intéressant de noter aussi que *R. raetam* et *R. sphaerocarpa* contiennent de rare flavones, des retamatrioside et qu'un nouveau iso-flavonoïde a été identifié chez *R. retam*, genistein 7-O-xylosyl 8-Cglucoside.

	Retamine	
	Anagyrine	
<i>R. monosperma</i>	Cytisine	El-Shazley <i>et al.</i> , 1996
	Lupanine	
	Spheroкарpine	
<i>R. raetam</i>	Methylcytisine	
	sparteine N-	
	cytisine	El-Shazley <i>et al.</i> , 1996
	retamine	
	anagyrine	
	lupanine	
<i>R. sphaerocarpa</i>	Retamine	
	alpha-sparteine	El-Shazley <i>et al.</i> , 1996
	cytisine	
	spheroкарpine	

Tableau 1 : Noms chimiques de quelques alcaloïdes isolés de *R. monosperma*, *R. raetam*, *R. sphaerocarpa*

Partie 2:

Etude expérimentale



Chapitre III

Matériel et méthodes



I. Matériel végétal:

I.1. Espèce utilisé pour l'extraction:

Nous avons choisis la partie racinaire de *Retama raetam* espèce spontanée saharienne pour la préparation de l'extrait utilisé dans notre travail (Voir la partie bibliographique).



Figure 4 : Représentation photographique de l'espèce *Retama raetam*.

I.2. Echantillonnage :

L'échantillonnage a été faite en mois de Février 2021, au sein de la période de floraison de l'espèce (Figure N:5), les racines ont été récoltées après décapage de sol de plus de 20 cm pour bien délimiter l'échantillonnage dans la rhizosphère (Figure N :5).



Figure 5 : Représentation photographique de l'échantillonnage.

I.3. Séchage :

Cette étape est réalisée dans l'objectif d'abaisser la teneur en eau de la partie récolter de la plante et d'empêcher ainsi les réactions d'altération (surtout l'oxydation) qui peuvent se produire. Ceci limite la prolifération des microorganismes. Les racines de la plante en été étalées dans une chambre aérée sur du papier journal à température ambiante pendant un mois.

I.4. Broyage :

Le matériel végétal séché est réduit en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique (Figure N), La poudre obtenue est conservée à l'abri de l'air et de l'humidité. Le broyat va constituer la matière sèche qui sera utilisée pour préparation de l'extrait.



Figure 6 : broyeur électrique utilisé.

I.5. Espèce test :

Pour tester l'activité allélochimique de l'extrait des racines de *Retama reatam*, nous avons choisis les graines de maïs (*Zea mays*), notre choix est justifier par la haute sensibilité de cet espèce envers les composés allélochimique..

Le maïs est une herbacée annuelle, a tallage faible ou même nul. C'est une graminée monoïque qui présente de larges diversités morphologiques selon les variétés appartenant au genre *Zea* qui est un représentant de la tribu des Myadées (Doebley et litis, 1980). (photo des graines de Maïs).

II. Méthodologie de travail :

La préparation de tous les extraits aqueux ainsi que les tests de germinations sont réalisés au niveau des laboratoires de la faculté des sciences de la nature et de vie (Université El Chahid Hama Lakhdar -El Oued).

II.1.Préparation de l'extrait :

Nous avons réalisé une macération pour la préparation d'un extrait aqueux des racines de *Retama reatam*. Pour cela 10g, 150 et 20g de la poudre de la plante a été macérer dans 100 ml eau distillé, les flacons ont été chauffé dans un bain marie(To ne dépasse pas 50C") avec agitation pendant 30min: puis nous avons laissé le mélange se décanté. Après 24 heures une filtration à l'aide papier filtre a été réalisé.

Le filtrat est conservé dans des flacons en verre stériles couvert par du papier aluminium pour éviter une possible photo-réaction des molécules, nous avons noté sur chaque flacon la concentration de l'extrait (concentrations considérées sont 10% 15 % et 20 %). En général, nous avons préparé les extraits un jour avant les tests de germination afin d'éviter une éventuelle contamination. Celle-ci peut entrainer une altération des caractéristiques physicochimiques des extraits.



Figure 7 : représentation photographique des étapes de l'extraction.

II.2. Test de germination :

Nous avons sélectionné des graines de maïs qui ont presque la même taille et même couleur. Les graines ont été désinfectées par l'eau de javel, et rincées trois fois avec l'eau distillée. Nous avons utilisé des boîtes de Pétri stériles en plastique de 90 mm de diamètre et d'une hauteur de 13 mm tapissées de disques de papier filtre standard d'un diamètre égal à celui des boîtes. Chaque boîte est numérotée sur le couvercle, 15 graines de maïs sont placées dans chaque boîte de Pétri et à l'aide d'une pipette graduée nous avons introduit 10ml de l'extrait végétal préparé ou bien de l'eau distillée pour le Témoin. Pour chaque concentration, nous avons retenu 3 répétitions. L'expérimentation est suivie durant 6 jours tout respectant le protocole expérimental et notant quotidiennement le nombre des graines germées et qui servent par la suite aux analyses de la germination.

II.3. Exploitation des résultats :

Nous avons retenus trois paramètres à mesurer durant notre expérimentation :

II.3.1. Taux maximal de germination (TG):

Le taux de germination selon COME (1970) correspond au pourcentage maximal des graines germées par rapport au total des grains semés, il est estimé par la formule suivante :

$$\text{➤ TG \%} = \frac{\text{Nombre des graines germées} \times 100}{\text{Nombre des graines semées}}$$

II.3.2. Longueur des radicules et coléoptiles:

La longueur de la radicule et coléoptile sont mesurées à l'aide de la règle.

Chapitre IV

Résultats et discussions



I. Résultats :

L'étude réalisée porte sur l'évaluation de pouvoir allélochimique de l'extrait aqueux de partie racinaires de plante spontanée saharienne (*Retama raetam*). Pour cela un test de germination a été réalisé, les variations dans le taux de germination, les longueurs radicule et de la coléoptile sont suivies.

I.1. Taux de germination :

Le taux de germination est un rapport entre le nombre des graines germées et le nombre des graines semées. Il est estimé pour étudier l'action de l'extrait à différentes concentrations sur la germination des graines traitées par rapport aux graines du lot témoin.

I.1.1. Taux de germination maximal rapporté pour les graines traitées par l'extrait aqueux de *Retama raetam* :

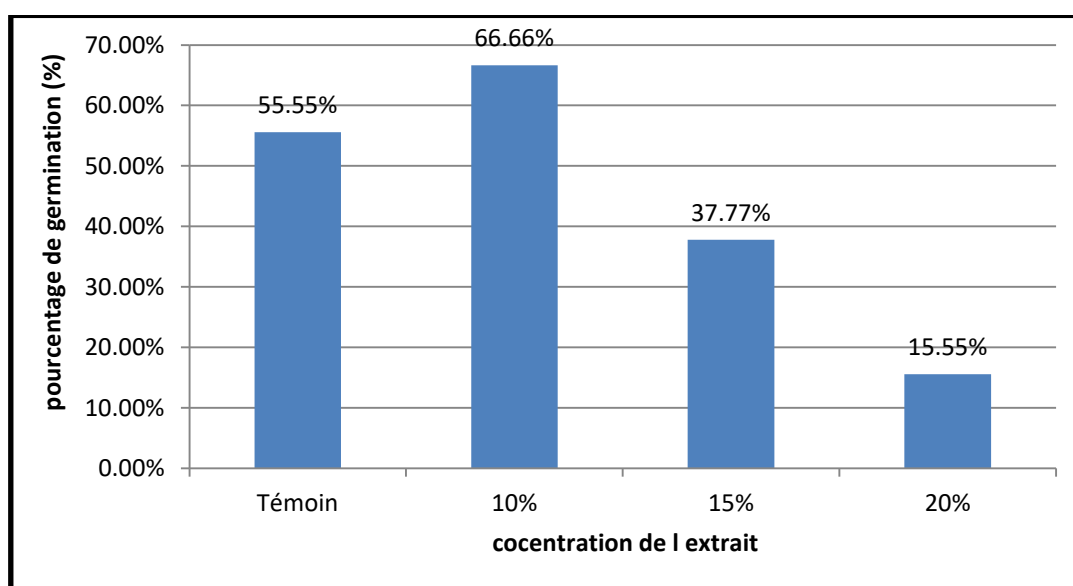


Figure 8 : Taux de germination maximal rapporté pour les graines de *Zea mays* traitées par l'extrait aqueux de *Retama raetam*.

Les résultats obtenus (Fig. 8) montrent un fort taux de la germination des graines de *Zea mays* traitées par l'extrait aqueux de *Retama raetam*. Du fait que le taux de germination le plus élevé est de 66.66 % pour les graines qui sont traitées par l'extrait aqueux de la concentration (10%), suivi par le taux de germination de 37.77% pour les graines qui sont traitées par l'extrait aqueux de la concentration (15%) ensuite le taux de germination le plus bas est de 15.55 % pour les graines qui sont traitées par la solution de concentration (20%).

I.2. Analyse de croissance:

I.2.1. Longueurs radicules et coléoptiles :

I.2.1.1. Longueurs radicules de *Zea mays* traité par l'extrait aqueux de *Retama raetam* :

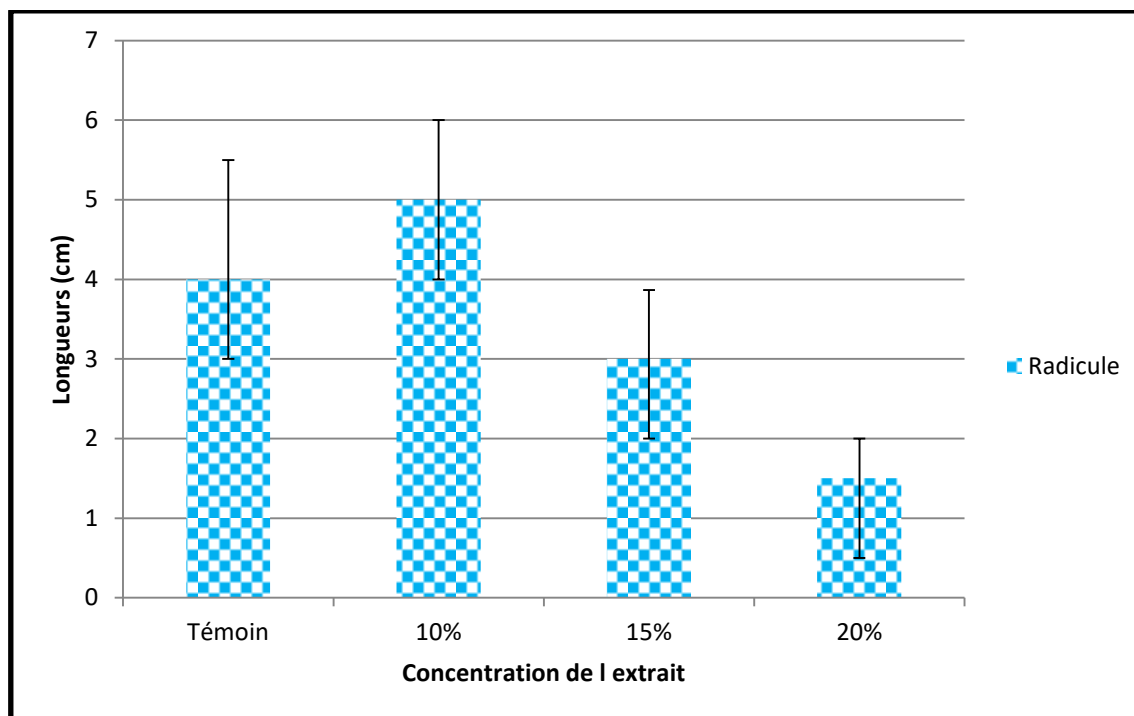


Figure 9 : Longueurs des racelles de plantules *Zea mays* traitées par l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations.

La figure 9 montre une bonne croissance des racicules dans le lot traité par l'extrait aqueux de *Retama raetam* à concentration 10% qui ont enregistré une maximale valeur de 5cm plus que de la longueur des racelles de témoin (4cm). Tandis que la plus petite LR à été noté dans le lot traité par l'extrait à concentration 20% est de 1,5cm.

I.2.1.2. Longueurs coléoptiles de *Zea mays* traité par l'extrait aqueux de *Retama raetam* :

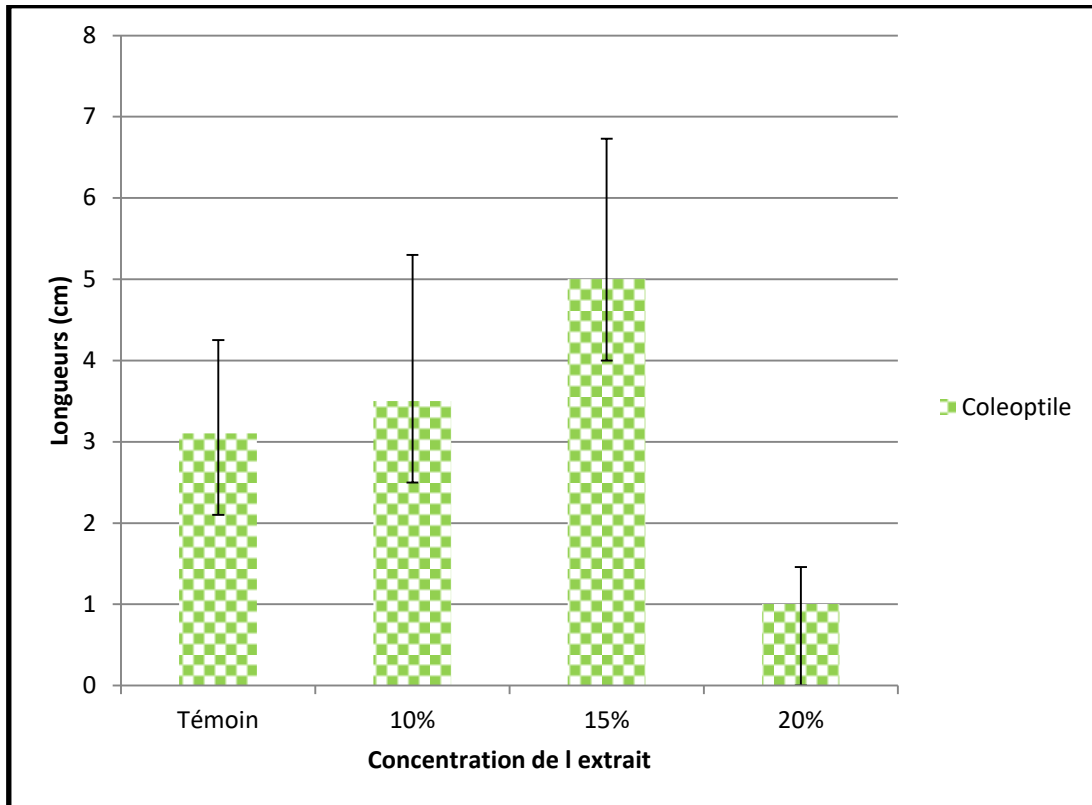


Figure 10 : Longueurs des coléoptiles de plantules *Zea mays* traitées par l'extrait aqueux de *Retama raetam* à différentes concentrations.

Le maximale longueur des coléoptiles 5cm a été remarquée chez le concentration 15% et pour le témoin et les concentrations 10% et 20% d'EA sont marquée de 3.1cm, 3.5cm et 1cm respectivement.

II. Discussion :

L'étude expérimentale sur l'effet de l'extrait aqueux des racines de l'espèce spontanée saharienne (*Retama raetam*) sur la germination des graines de l'espèce modèle (*Zea mays*), en conditions expérimentales nos résultats fournissent la preuve que les extraits végétaux contiennent des composés allélochimiques dont l'action peut potentiellement s'exercer en conditions naturelles.

Ainsi l'hypothèse forte que la plante de (*Retama raetam*) contient des composés allélochimiques dont l'action peut potentiellement s'exercer en conditions naturelles.

La germination d'une graine ne peut avoir lieu que si certaines conditions favorables sont réunies à savoir : l'oxygène, la température, l'eau, photopériodisme. Cependant il est bien connu que des substances naturelles produites par des plantes interfèrent avec la germination (allélopathie).

Les différentes doses d'extraits aqueux retenues (10%, 15% et 20%) ont eu une action sur le taux de germination et sur le développement et la croissance des graines de l'espèce test (*Zea mays*) ou les faibles doses de l'extrait on montre une stimulation de la germination et de la croissance, alors que les fortes doses induisent une inhibition des paramètres étudiés, cette inhibition est relativement liée avec l'augmentation des concentrations.

La notion générale des effets allélopathiques telle qu'elle a été définie par RICE (1984) « c'est tout effet direct ou indirect positif ou négatif d'une plante sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement » et la définition de QASSEM (1995) ; QASSEM et FOY (2001) qui limite la notion de allélopathie aux effets néfastes, ont été démontrées pour les espèces envahissantes.

Généralement l'espèce *Zea mays* cible utilisée ont montré une sensibilité à l'extrait racinaire aqueux de *Retama raetam*.

Selon des études phytochimiques *Retama raetam* est riche en flavonoïdes, alcaloïdes (Abdel Halim et al. 1997).

De ce fait, la capacité d'inhiber la germination des graines, est un processus complexe, plusieurs hypothèses peuvent être posées dont la capacité de certaines molécules qui se trouve dans les extraits à inhiber l'action de l'enzyme amylase ou bien d'occuper leurs sites membranaires, ou bien à l'action mimétique ou antagoniste de ces molécules vis-à-vis des hormones de croissances ou à l'inhibition de leurs actions tissulaire (Feeny, 1976).

Selon Chuihua. K et al. (2003, 2004), les flavonoïdes inhibent la germination et le développement des graines de *Echinochloa crus-Galli*, *Cyperus difformis* et *Cyperus iris*. D'autre part, Leather GR et Einhellig FA (1988) ont noté que le phénol influence les processus physiologiques des plantes comme la perméabilité membranaire et les activités enzymatiques, alors que Zobel et Brown (1991) ont admis que les coumarines inhibent la germination de quelques plantes.

En outre, les alcaloïdes, flavonoïdes ont la capacité d'inhiber l'action de certaines enzymes végétales telle que ATPase, ou bloque le déroulement de certains phénomènes tels que le métabolisme oxydatif, le transport membranaire, la réduction de la synthèse de certaines protéines et lipides. D'autres travaux expliquent l'action de quelques métabolites secondaires végétales comme le benzoxazolinones comme substances inhibitrice de l'auxine de coléoptile de l'avoine (Bais et al., 2004 ; Lesuffleur, 2007).

Les résultats désignent que l'extrait de la plante spontanée (*Retama raetam*) avoir l'effet inhibiteur de croissance le plus fort et la grande réduction de longueurs radicules et coléoptiles a concentration de (20%) par rapport les deux autres concentration (10% ,15%) cette capacité est e probablement due à la richesse en molécules allélochimiques.

Certaines substances allélochimiques peuvent inhiber la croissance en biomasse (matière sèche et matière fraîche) de plantule, ils agissent en inhibant la photosynthèse ce qui ralentit la croissance des phototrophes. Cette substance inhibe le PSII en empêchant le transfert d'électrons entre les quinones (Leu et al., 2008).

(Muller, 1965) a indiqué que La division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement, sont sensibles à la présence des composées allélopathique.

Conclusion



Conclusion

L'étude de l'effet inhibiteur de la germination des extraits aqueux de la partie racinaire de l'espèce spontanée saharien (*Retama raetam*) sur la germination des graines et le développement des plantules d'une espèce modèle (*Zea mays*) a permis de mettre en exergue le pouvoir allélopathique de l'extrait.

L'allélopathie ne se manifeste que lorsqu'une quantité suffisante des substances allélopathiques atteint la graine cible, c'est un effet concentration-dépendant. Dans ce travail, nous avons testé dans les conditions de laboratoire et à différentes concentrations, l'effet des extraits aqueux des racines de (*Retama raetam*) sur les graines de l'espèce de (*Zea mays*).

Nous avons constaté que le extrait aqueux a un effet sur le taux de germination, les longueur des racicules et des coléoptiles des plantules.

A travers notre étude, on conclue :

Les extraits des racines de (*Retama raetam*) inhibent la germination des graines. En générale, l'inhibition augmente lorsque la concentration des extraits augmente.

Concernant la longueur maximale des plantules, nous relevons des différences beaucoup plus marquées aux fortes concentrations.

Ainsi, nous retiendrons que l'effet allélopathique se manifeste aux fortes concentrations et d'autant plus que la plante croît et se développe.

L'étude de ces phénomènes nécessite la multiplication des efforts, et des études multidisciplinaires qui vont mettre en évidence les modalités d'action, les cibles des molécules secondaires et leurs possibilités d'utilisation aux champs et leur devenir dans l'environnement.

Références bibliographiques



Abdel Halim, O.B., Abdel Fattah, H., Halim, A.F., Murakoshi, I., (1997). Comparative chemical and biological studies of the alkaloidal content of *Lygos* species and varieties growing in Egypt. *Acta Pharm. Hung.* 67 (6), 241–247.

Abhilasha, D., Quintana, N., Vivanco, J., & Joshi, J. (2008). Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* sl restrain the native European flora? *Journal of Ecology*, 96(5), 993–1001.

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.

Akemo, M. C., Regnier, E. E., & Bennett, M. A. (2000). Weed suppression in spring-sown rye (*Secale cereale*)–pea (*Pisum sativum*) cover crop mixes. *Weed Technology*, 14(3), 545–549.

Baar, J., Ozinga, W. A., Sweers, I. L., & Kuyper, T. W. (1994). Stimulatory and inhibitory effects of needle litter and grass extracts on the growth of some ectomycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(8), 1073–1079.

Bais H. P., Vepachedu R., Gilroy S., Callaway R.M. et Vivanco J. M., (2004). Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. *Science* 301,1277-1380.

Batish, D. R., Singh, H. P., & Kaur, S. (2001). Crop allelopathy and its role in ecological agriculture. *Journal of Crop Production*, 4(2), 121–161.

Baziramakenga, R., Leroux, G. D., Simard, R. R., & Nadeau, P. (1997). Allelopathic effects of phenolic acids on nucleic acid and protein levels in soybean seedlings. *Canadian Journal of Botany*, 75(3), 445–450.

Baziramakenga, R., Simard, R. R., & Leroux, G. D. (1994). Effects of benzoic and cinnamic acid on growth, chlorophyll and mineral contents of soybean. *Journal of Chemical Ecology*, 20, 2821–2833.

Bertin, C., Weston, L. A., Huang, T., Jander, G., Owens, T., Meinwald, J., & Schroeder, F. C. (2007). Grass roots chemistry: Meta-tyrosine, an herbicidal nonprotein amino acid. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(43), 16964–16969.

BERTIN, C., XIAOHAN YANG, and L.A. WESTON. (2003). The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant & Soil* 256: 67–83.

Bogatek, R., Oracz, K., & Gniazdowska, A. (2005). Ethylene and ABA production in germinating seeds during allelopathy stress. In *Fourth world congress in allelopathy*. 75(3), 445–450.

Bounias, M. 1999. *Traité de toxicologie générale : du niveau moléculaire à l'échelle planétaire*. Springer-verlag, France. pp. 648-649.

Bradow J.M., 1993. Inhibition of cotton seedling growth by volatile ketones emitted by cover crop residues. *J.Chem.Ecol.*, 19 :1085-1108.

Celik, T. A., & Aslanturk, O. S. (2010). Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of *Inula viscosa* leaf extracts with *Allium* test. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2010(189252), 1–8.

Cheng, H. H. (1992). A conceptual framework for assessing allelochemicals in the soil environment. In *Allelopathy Dordrecht, The Netherlands: Springer*. (pp. 21–29).

Chiapusio G., Gallet C., Dobremez J.F et Pellissier F.,(2002). Composées allélopathiques : herbicides de demain. In Regnault-Roger C., Philogène B J.R et Vincent C. *Biopesticides d'origines végétales*. Ed Lavoisier. Paris.

Chiapusio G., Sanchez A.M., Reigosa M.J., Gonzalez L. et Pellissier F., 1997. Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process. *J. Chem. Ecol.*, 23 : 2445-2453.

Chou, C. H. (1980). Allelopathic researches in the subtropical vegetation in Taiwan. *Comparative Physiology and Ecology*, 5(4), 222–234.

Duke, S. O., Dayan, F. E., Rimando, A. M., Schrader, K. K., Aliotta, G., Oliva, A., & Romagni, J. G. (2002). Chemicals from nature for weed management. *Weed Science*, 50(2), 138–151.

Einhellig, F. A. (2002). The physiology of allelochemical action: Clues and views. In M. J. Reigosa Roger & N. Pedrol (Eds.), *Allelopathy from molecules to ecosystems* Enfield,UK: Science Publishers. (pp. 1–23).

Feeny P.,(1976).- Plant appetency and chemical defense. Ed. Plenum Press, New York. from allelopathic rice on soil microbial community. *Soil Biology and Biochemistry* 40(7):1862-1869.

Galindo, J. C., Hernández, A., Dayan, F. E., Tellez, M. R., Macias, F. A., Paul, R. N., & Duke, S. O. (1999). Dehydrozalanin C, a natural sesquiterpenolide, causes rapid plasma membrane leakage. *Phytochemistry*, 52(5), 805–813.

Gniazdowska, A., & Bogatek, R. (2005). Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27(3), 395–407.

Gulzar, A., Siddiqui, M. B., & Bi, S. (2016). Phenolic acid allelochemicals induced morphological, ultrastructural, and cytological modification on *Cassia sophera* L. and *Allium cepa* L. *Protoplasma*, 253(5), 1211–1221.

Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: A review. *Plant Signaling and Behavior*, 7(11), 1456–1466.

Inderjit and K. L. Keating.(1999). Allelopathy: Principles, procedures, processes and promises for biological control. *Advances in Agronomy* 67:141-231.

Ishak, M. S., & Sahid, I. (2014). Allelopathic effects of the aqueous extract of the leaf and seed of *Leucaena leucocephala* on three selected weed species. *AIP Conference Proceedings*, 1614(1), 659–664.

Jensen, L. B., Courtois, B., Shen, L., Li, Z., Olofsdotter, M., & Mauleon, R. P. (2001). Locating genes controlling allelopathic effects against barnyard grass in upland rice. *Agronomy Journal*, 93(1), 21–26.

Jobidon R., Thibault J.R., Fortin J.A.,(1986). Phytotoxic effect of barley, oat and wheat mulches in eastern Quebec forest plantations. 1. Effects on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). For. Ecol. Manage.,. Cité par Blanco,(2007). 29 : 277–294

Khalid, S., Ahmad, T., & Shad, R. A. (2002). Use of Allelopathy in agriculture. Asian Journal of Plant Sciences, 3, 292–297.

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

Koitaababashi 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.

Kong, C. H., P. Wang, H. Zhao, X. H. XU and Y. D. Zhu. (2008). Impact of allelochemical exuded.

KRUSE M., STRANDBERG M., STRANDBERG B. (2000)Ecological effects of allelopathic plants. A review, Department of TerrestrialEcology, Silkeborg, Denmark, Rep. No. 315

Leather, G.R. et F.A. Einhellig. (1988). Bioassay of naturally occurring compounds for phytotoxicity. 6 J. Chem. Ecol. 14: 1821-1828.

Lesuffleur F., (2007). Rhizdéposition à court terme de l'azote et exsudation racinaire des acides aminés par le trèfle blanc (*Trifolium repense* L) 17-37p

Leu E.A.Kriegre-Liszkay C.Goussias E.M.Gross., (2008).polyphenolic allelochemicals form the aquatic angiosperm *Myriophyllum spicatum* L.inhibit photosystem II.plant physiology 130.pp.2011-2018.

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.

Mohamadi, N., & Rajaie, P. (2009). Effects of aqueous eucalyptus (*E. camadulensis* Labill) extracts on seed germination, seedling growth and physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Sorghum bicolor*. Research Journal of Biological Sciences, 4(12), 1292–1296.

Muller C.H., (1965). Inhibitory terpenes volatilized from Salvia shrubs. Bulletin of the 92. pp38-45.

Muscolo, A., Panuccio, M. R., & Sidari, M. (2001). The effect of phenols on respiratory enzymes in seed germination. *Plant Growth Regulation*, 35(1), 31–35.

Mushtaq, W., & Siddiqui, M. B. (2018). Allelopathy in Solanaceae plants. *Journal of Plant Protection Research*, 58(1), 1–7.

Mushtaq, W., Ain, Q., & Siddiqui, M. B. (2018). Screening of alleopathic activity of the leaves of *Nicotiana plumbaginifolia* Viv. on some selected crops in Aligarh, Uttar Pradesh, India. *International Journal of Photochemistry and Photobiology*, 2(1), 1–4.

Mushtaq, W., Ain, Q., Siddiqui, M. B., & Hakeem, K. U. R. (2019). Cytotoxic allelochemicals induce ultrastructural modifications in *Cassia tora* L. and mitotic changes in *Allium cepa* L.: A weed versus weed allelopathy approach. *Protoplasma*, 256, 857. <https://doi.org/10.1007/s00709-018-01343-1>.

Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., & Bansal, Y. K. (2015). Secondary metabolites of plants and their role: Overview. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(3), 293–304. *Phytopathol.* 16:431-451.

Putnam, A. R. (1985). Weed allelopathy. *Weed Physiology*, 1, 131–155.

Putnam, A. R., Duke, W. B. (1978). Allelopathy in agrosystems. *Ann. Rev.*

Qasem, J. R., & Foy, C. L. (2001). Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: A review. *Journal of Crop Production*, 4(2), 43–119.

QASEM, J.R., AND C.L. FOY. (2001). Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects. *Journal of Crop Production* 4:43- 119

Reigosa, M. J., Souto, X. C., & Gonz, L. (1999). Effect of phenolic compounds on the germination of six weeds species. *Plant Growth Regulation*, 28(2), 83–88.

RICE E.L., (1984). - Allelopathy. - 2e edition. - Orlando: AcademicPress, 1984. -422 p
Rice, E. L. (1984). Allelopathy (2nd ed., p. 421). New York, NY: Academic Press.

Ricklefs, R. E. and G. L. Miller.(2005). Écologie. De Boeck Université, Bruxelles. p. 427..

RIVOAL, A., C. FERNANDEZ, S. GREFF, N. MONTES, and B. VILA. (2011). Does competition stress decrease allelopathic potential? Biochemical systematics and ecology 39: 401–407.

Rizvi, S. J. (2012). Allelopathy: Basic and applied aspects (p. 23). Berlin, Germany: Springer.

Sheteawi, S. A., & Tawfik, K. M. (2007). Interaction. Effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiata*) growth and yield. Journal of Applied Science and Research, 3(3), 251–262.

Singh, A., Singh, D., & Singh, N. B. (2015). Allelopathic activity of *Nicotiana plumbaginifolia* at various phenological stages on sunflower. Allelopathy Journal,4(5), 271–282.

Singh, B., Jhaldiyal, V., & Kumar, M. (2009). Effects of aqueous leachates of multipurpose trees on test crops. Estonian Journal of Ecology, 58(1), 38–46.

Singh, B., Uniyal, A. K., & Todaria, N. P. (2008). Phytotoxic effects of three *Ficus* species on field crops. Range Management and Agroforestry, 29(2), 104–108.

Singh, H. P., D. R. Batish and R. K. Kohli. (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals 36(2), 315–325.

Teerarak, M., Laosinwattana, C., & Charoenying, P. (2010). Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L. f. var. *grandiflorum* (L.) Kob. on bioassay plants. Bioresource Technology, 101(14), 5677–5684.

Torres, A., R. M. Oliva, D. Castellano and P. Cross. (1996). Proceedings of First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future. SAI, University of Cadiz, Cadiz, Spain. p. 278

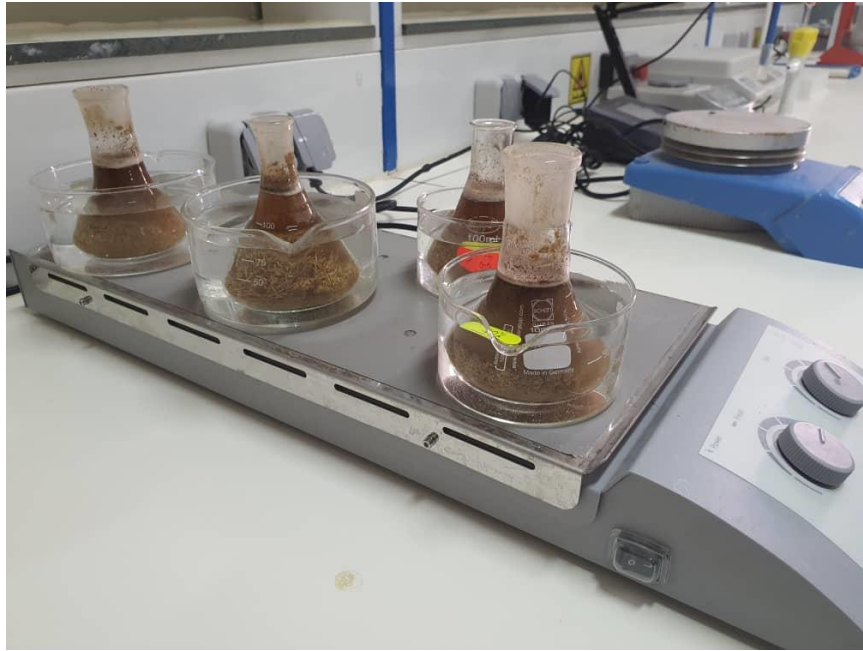
Tukey H.B., (1970). The leaching of substances from. Annu.Rev.Plant.Physiol.,21 :30.

Weston, L. A. (2005). History and current trends in the use of allelopathy for weed management. *Cornell University Turfgrass Times*, 13, 529–534.

Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., Haig, T., & Verbeek, B. (1998). Wheat allelopathic potential against an herbicide-resistant biotype annual ryegrass. In *Proceedings of the Australian Agronomy Conference*, Wagga, Australia (pp. 567–571).

Annexes

الملحق: الأجهزة المستعملة في المختبر .



Agitateur magnétique chauffant - خلاط مغناطيسي مسخن



Balance - ميزان



Autoclave - جهاز تعقيم



طاحونة كهربائية - broyeur électrique