

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Amar Telidji -Laghouat
Faculté des Sciences
Département : SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences agronomiques

Option : protection des végétaux

THEME

**Recherche d'un potentiel allélopathique dans les métabolites de
Retama raetam et *Astragalus armatus* contre la germination et la croissance de
quelques mauvaises herbes**

Par : REBAH Amira & RAHMOUNI Khadra

Devant le jury composé de :

Dr Hamida MALLEM	MCA	Présidente
Dr Mériem MARFOUA	MCB	Examinatrice
Dr Zohra HOUYOU	MCA	Promotrice
Dr Farida ALLAL	MCA	Co-Promotrice

Promotion Juin 2023





Remerciements



Tous nos remerciements à l'encadrante, Mme HOUYOU Zohra, pour les efforts fournis, pour l'accueil, et pour l'aide apportée dans ce travail, ainsi qu'à tous les enseignants du département d'Agronomie de l'Université Ammar Thelidji qui nous ont accompagnés tout au long de notre parcours académique et sans oublier la direction administrative.

Nous tenons également à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail et d'avoir fourni des notes et des critiques qui permettraient son amélioration.





Dédicaces



A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible Merci d'être toujours là pour moi.

RAHMOUNI Khadra





Dédicaces

Je dédie ce travail à :
A ma chère mère qui m'a soutenu
Toute ma vie;
A mes frères et soeurs.
Et tous les parents, du grand au
petit;
A tous mes amis
A tous mes professeurs De
l'Université.

اللهم ارحم ابي واغفر له واجعل قبره روضة من رياض الجنة

Amira Rebbah



Résumé

Thème : Recherche d'un potentiel allélopathique dans les métabolites de *Retama raetam* et *Astragalus armatus* contre la germination et la croissance de quelques mauvaises herbes

Résumé :

La présence des adventices dans un champ de céréales est nuisible sur les plans agronomiques et économiques. La découverte d'un herbicide naturel peut réduire les impacts préjudiciables à l'environnement. Dans le but de rechercher des produits naturels d'origine végétale qui peuvent avoir une action herbicide, nous avons choisi deux espèces végétales *Retama raetam* et *Astragalus armatus*, pour tester leur potentiel allélopathique sur la germination des graines et le développement des plantules de deux mauvaises herbes des cultures céréalières *Avena sterilis* et *Hordeum murinum* et aussi sur le blé dur *Triticum durum*.

La caractérisation chimique d'*A. armatus* et *R. raetam* a révélé que ces deux plantes synthétisent dans leurs feuilles, les flavonoïdes, les tri-terpénoïdes et les tanins ; cependant *A. armatus* ne synthétise pas les alcaloïdes. Des extraits aqueux sont préparés à partir des feuilles des deux plantes aux concentrations respectives de 5%, 10% et 15%, 20% et un témoin à 0% pour *R. raetam* et 2.5%, 5%, 7,5% et 10% et un témoin 0% pour *A. armatus*. Les graines des plantes cibles sont ensuite mises pour germination dans ces extraits, à une température de 22 à 25°C.

Les résultats ont montré que l'inhibition de la germination des graines de deux mauvaises herbes augmente lorsque la concentration des extraits aqueux augmente, cette inhibition est > 90%, dans la majorité des cas et est relativement faible chez le blé. Le développement des plantules est relativement meilleur dans l'extrait d'*A. armatus*. Nos résultats sont prometteurs en domaine de lutte biologique contre ces deux mauvaises herbes céréalières.

Mots clé : *Retama raetam*, *Astragalus armatus*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Triticum durum*, Allélopathie, Phytochimie.

Abstract

Theme: Search for an allelopathic potential in the metabolites of *Retama raetam* and *Astragalus armatus* against the germination and growth of some weeds

Abstract:

The presence of weeds in a cereal field is harmful in both agronomic and economic terms. The discovery of a natural herbicide can reduce the harmful impact on the environment. With the aim of finding natural products of plant origin that can have a herbicidal action, we chose two plant species, *Retama raetam* and *Astragalus armatus*, to test their allelopathic potential on the germination of seeds and the development of seedlings of two cereal crop weeds, *Avena sterilis* and *Hordeum murinum*, and also on durum wheat *Triticum durum* (SIMETO variety).

Chemical characterization of *A. armatus* and *R. raetam* revealed that these two plants synthesise flavonoids, tri-terpenoids and tannins in their leaves; however, *A. armatus* does not synthesise alkaloids. Aqueous extracts were prepared from the leaves of the two plants at concentrations of 5%, 10%, 15%, 20% and a 0% control for *R. raetam* and 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and a 0% control for *A. armatus*. The seeds of the target plants were then germinated in these extracts at a temperature of 22 to 25°C.

The results showed that the inhibition of seed germination of the two weeds increased as the concentration of the aqueous extracts increased. This inhibition was > 90% in the majority of cases and was relatively low in wheat. Seedling development was relatively better in the *A. armatus* extract. Our results are promising in terms of biological control of these two cereal weeds.

Key words: *Retama raetam*, *Astragalus armatus*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Triticum durum*, Allelopathy, Phytochemistry.

المخلص

الموضوع: البحث عن إمكانات allelopathic في مستقلبات *Retama raetam* و *Astragalus armatus* ضد إنبات ونمو بعض الحشائش

ان وجود الأعشاب عراضلا في حقل الحبوب ضار زراعياً واقتصادياً. يمكن أن يقلل اكتشاف مبيدات الأعشاب الطبيعية من الأثار الضارة على البيئة. من أجل البحث عن منتجات طبيعية من أصل نباتي يمكن أن يكون لها عمل مبيدات أعشاب، اخترنا نوعين نباتيين *Retama raetam* و *Astragalus armatus*، لاختبار إمكاناتهما الأليوباثية على إنبات البذور وتنمية الشتلات لاثنين من الأعشاب الضارة من محاصيل الحبوب *Avena sterilis* و *Hordeum murinum* وأيضاً على القمح القاسي

(من نوع SIMETO)

كشفت الوصف الكيميائي لـ *A. armatus* و *R. raetam* أن كلا النباتين يصنعان les flavonoïdes les tri terpènes و les tanins في أوراقهما؛ ومع ذلك، فإن *A. armatus* لا يصنع les alcaloïdes. يتم تحضير المستخلصات المائية من أوراق كلا النباتين بتركيزات 5% و 10% و 15% و 20% و 0% لـ *R. raetam* و 2.5% و 5% و 7.5% و 10% و 0% لـ *A. armatus*. ثم يتم وضع بذور النباتات المستهدفة للإنبات في هذه المستخلصات، عند درجة حرارة من 22 إلى 25 درجة مئوية.

أظهرت النتائج أن تثبيط إنبات البذور لاثنين من الأعشاب الضارة يزداد عندما يزداد تركيز المستخلصات المائية، ويكون هذا التثبيط < 90%، في غالبية الحالات وهو منخفض نسبياً في القمح. تطوير الشتلات أفضل نسبياً في مستخلص *A. armatus*. نتائجننا واعدة في مجال مكافحة البيولوجية لهذه الحشائش.

الكلمات الدلالية : *Retama raetam*, *Astragalus armatus*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*, *Triticum durum*, Allélopathie, Phytochimie

Liste des figures

	Page
Figure 01: Mécanismes d'action des allélochimiques d'après Muhammad et <i>al.</i> (2019).....	13
Figure 02 : Photographie d'un arbuste de <i>Retama raetam</i> (Site 1).....	16
Figure 03 : <i>Astragalus armatus</i> en Algérie dans la région de Laghouat (Cliché Rebbah / Rahmouni, 17 Décembre,2022).....	20
Figure 04: Spectrophotomètre jasco FT/IR-4200. Cliché Rebbah / Rahmouni Février, 2023).....	24
Figure 05: Extraction liquide-liquide avec du chloroforme, (Cliché Rebbah / Rahmouni Février, 2023).....	27
Figure 06 : La préparation des solutions (Extraits aqueux de d'A. <i>armatus</i> et R. <i>raetam</i>), (Cliché Rebbah, Rahmouni, 19 Février2023).....	29
Figure 07 : Filtrations des extraits aqueux d'A. <i>armatus</i> et R. <i>raetam</i> (Cliché Rebbah, Rahmouni, 20 Février2023).....	30
Figure 08 : Les tests de germination des graines des plantes cibles, avec extraits aqueux de d'A. <i>armatus</i> et R. <i>raetam</i> (Cliché Cliché Rebbah, Rahmouni, 01Mars 2023).....	31
Figure 09 : Mesure des longueurs des Tigelles et des radicelles (Cliché Rebbah, Rahmouni, Mars 2023).....	33
Figure 10 : Dosages de la proline(Cliché Rebbah, Rahmouni, Mars 2023).....	35
Figure 11 : caractérisation chimique de <i>R.raetam</i> par spectrophotomètre jasco FT/IR 4200.....	38
Figure 12 : La caractérisation chimique d'A. <i>armatus</i> par spectrophotomètre jasco FT/IR4200.....	40
Figure 13: Effet de l'extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur le taux d'inhibition de la	

germination (TIG) des graines des plantes cibles.....	42
Figure 14: Effet de l'extrait aqueux de <i>A.armatus</i> sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles.....	44
Figure 15: Effet de l'extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur la croissance des Tigelles des plantes cibles.....	46
Figure 16 : Effet de l'extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur la croissance des radicelles des plantes cibles.....	48
Figure 17: Effet de l'extrait aqueux d' <i>A.armatus</i> sur la croissance des Tigelles des plantes cibles.....	50
Figure 18 : Effet de l'extrait aqueux d' <i>A.armatus</i> sur la croissance des radicelles des plantes cibles.....	52
Figure 19 : Effet de l'extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur l'indice de vigueur des plantes cibles.....	54
Figure 20 : Effet de l'extrait aqueux <i>A. armatus</i> sur l'indice de vigueur des plantes cibles.....	56
Figure 21 : Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait de <i>R. raetam</i>	58
Figure 22 : Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait	60
Figure 23 : Analyse en Composante Principale.....	62

List des tableaux

Tableau No1: classification, le genre <i>Retama</i>	14
Tableau No2: classification, le genre <i>Astragalus</i>	19
Tableau No3: Phytochimie d' <i>A. armatus</i> et <i>R. raetam</i>	37
Tableau No4: Résultats de l'analyse spectrophotométrie (IR) de <i>R.raetam</i>	39
Tableau No5: Résultats de l'analyse spectrophotométrie (IR) d' <i>A. armatus</i>	40

Liste des abréviations

% : Pourcentage

ANOVA : Analyse de la variance.

Cm: Centimètre

g : gramme

TG : Taux de germination.

IG : Inhibition de la germination

TIG : Taux d'inhibition de la germination

P: probabilité

IV: indice de vigueur

Sommaire

Remerciement	I
Dédicace	II
Résumé	III
Abstract	IV
المخلص	V
List des figures	VI
Liste des tableaux.....	VII
Liste des abréviations.....	VIII

Introduction.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I Synthèse bibliographique

I.I. Généralités sur les plantes adventices (mauvaises herbes).....	5
I .1. Définition des adventices	5
I .2. Biologie des mauvaises herbes.....	5
I .2.1. Les plantes annuelles.....	5
I .2.2. Les bisannuelles.....	5
I .2.3. Les vivaces	6
I .3.Capacité d'adaptation	6
I .4. Aspects de nuisibilité.....	6
I 4.1.Interactions biologiques entre mauvaises herbes et plantes cultivées	6
I 4.2.Compétition due aux mauvaises herbes.....	7
I 4.3.L'épuisement des éléments nutritifs.....	7
I .4.4. Notion de la Nuisibilité	7

I .4.4.1. La nuisibilité due à la flore potentielle	8
I .4.4.2. La nuisibilité due à la flore réelle	8
I 4.4.3.Seuil biologique de nuisibilité	8
I .4.4.4. Seuil économique de nuisibilité	9
I .5. Impact agronomique des mauvaises herbes	9
I .5.1. Impact économique des mauvaises herbes.....	9
I .5.2. Moyens de lutte contre les mauvaises herbes	9
I .2. Généralités sur l'allélopathie.....	10
I.2.1. Notion de l'allélopathie	10
I. 2.2. Composés allélopathiques ou allélochimiques	11
I.2 .3. Nature des composés allélochimiques	11
I .2.4.Voies de libération de substances allélochimiques.....	11
I .2.5.Facteurs influençant la production des composés allélochimique.....	12
I.2.6.Modes d'action des composés allélochimiques	12
I .2.7.Les effets primaires et secondaires des composées allélopathiques.....	13
I .2.8.L'allélopathie et la lutte contre les adventices	14
I.3.Généralités sur les rétames.....	14
I. 3.1.Systématique.....	14
I .3.2.Description générale.....	15
I .3.3.Génétique et caryologie.....	16
I .3.4.Présentation des espèces.....	16
I .3.5.Distribution géographique.....	17

I .3.6.Capacité symbiotique des rétames.....	17
I .3.7.1.Intérêt des rétames.....	17
I .3.7.2.Intérêt écologique.....	17
I .3.7.3Intérêt pharmacologique.....	18
I .3.7.4.Intérêt industriel et économique.....	18
I .4. Généralités sur les plants Astragalus.....	19
I .4.1. systématique.....	19
I .4.2. Présentation du genre Astragalus	19
I .4.3.Morphologie.....	19
I .4.3.1.Description botanique du genre Astragalus	19
I .4.3.2.Description generale.....	20
I .4.4.Répartition géographique du genre Astragalus	21
I .4.5.Astragalus en médecine traditionnelle.	21
I .4.5.1.En médecine humaine.....	21
I .4.5.2.En médecine vétérinaire.....	21
I .4.6. Activités biologiques.....	21

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II . 1. Description generale des espèces cibles utilisées durant le test de l'allélopathie.....	23
II.1.1. <i>Triticum durum</i>	23
II.1.2. <i>Hordeum murinum</i>	23
II .1.3. <i>Avena sterilis</i>	23
II.2. Preparation du matériel végétal.....	23

II.3. Caractérisation chimique de d'Astragalus armatus et Retama raetam.....	24
II.3.1. La spectrophotométrie infrarouge : (Spectres FT-IR)	24
II.3.2. Tests phyto-chimiques.....	25
II.3.2.1. Tanins.....	25
II.3. 2.2.Flavonoïdes.....	26
II.3.2.3 Stérols et tri terpènes.....	26
II.3. 2.4. Alcaloïdes.....	26
II.4. Travail Expérimental du test allélopathique.....	27
II.4.1. La préparation des solutions Extraits aqueux.....	27
II.4.2. Les tests de germination.....	30
II.4.2.1. Matériel végétal (semence) utilisé pour le test de germination.....	30
II.4.2.2. Essai du pouvoir allélopathique.....	30
II.4. 3. Suivi de la germination et notations.....	32
II.4.3.1. Détermination du taux de la germination et de son inhibition.....	32
II.4.3.2. Mesures des longueurs de croissance des racelles et des Tigelles	33
II.4.3.3. Indice de vigueur des plantules.....	33
II.4.3.4. Dosages de la proline (mmol/g MF)	34
II.4.3.5. Analyses statistiques des données.....	35

Chapitre III :Résultats et Discussion

II.1. Caractérisation phyto-chimique des plantes utilisée.....	37
III.1.1. Tests phyto-chimique.....	37
III.1.1.2. Résultats des analyses spectrométrique par l’Infra rouge.....	37
III.1.1.2.1. Analyse des différents spectres IR enregistré de <i>R.raetam</i>	37
III.1.1.2.2. Analyse des différents spectres IR enregistrés d’ <i>A. armatus</i>	39
III.2.Effets des extraits aqueux de <i>R.raetam</i> et <i>A.armatus</i> sur le taux d’inhibition de la germination, sur l’inhibition du la croissance des Tigelles et des racelles des plantes cibles.....	41
III.2.1. Effets de l’extrait aqueux de <i>R.raetam</i> <i>A.armatus</i> sur le taux d’inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles.....	41
III.2.1.A. Effet de <i>R.raetam</i>	41
III.2.2.B. Effet d’ <i>A. armatus</i>	43
III.3. Effet de l’extrait aqueux de <i>R.raetam</i> et <i>A.armatus</i> sur la croissance des Tigelles et radicelle des plantes cibles	45
III.3.1 Effet de l’extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur la croissance des Tigelles des plantes cibles	45
III.3.2.Effet de l’extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur la croissance des racelles des plantes cibles.....	47
III.3.3.Effet de l’extrait aqueux d’ <i>A.armatus</i> sur la croissance des Tigelles des plantes cibles	49
III.3.4.Effet de l’extrait aqueux d’ <i>A.armatus</i> sur la croissance des racelles des plantes cibles	51
III.4.Effet de l’extrait aqueux d’ <i>A. armatus</i> et <i>R.raetam</i> sur l’indice de vigueur des plantes cibles	53
III.4.1. Effet de l’extrait aqueux de <i>R.raetam</i> sur l’indice de vigueur des plantes cibles	53

III.4.2.Effet de l'extrait aqueux <i>A. armatus</i> sur l'indice de vigueur des plantes cibles	55
III.5. Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait de <i>R. raetam</i> et <i>A.armatus</i> .	57
III.5.1. Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait de <i>R. raetam</i>	57
III.5.2. Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait d' <i>A. armatus</i>	59
III.6. Analyse en Composante Principale.....	61
Discussion	63
Conclusion	67
perspectives.....	68
Références bibliographiques.....	69

Introducción

Dans plusieurs régions d'Algérie, les céréales représentent les ressources principales d'agriculteur, elles constituent la base de la nourriture des Algériens (**Lerin, 1986**). En Algérie, la production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays, la superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3.5 millions d'ha et malgré ce la l'Algérie reste un pays importateur de toutes les céréales qui occupent le premier rang avec (39.22 %) des importations (**Djermoun, 2009**).

Les céréales restent trop sensibles à la concurrence des adventices qui peuvent considérablement affecter le rendement et causer d'importantes pertes des récoltes et qui sont considérées comme facteur limitant à côté des aléas climatiques, l'impact des mauvaises herbes sur la culture entraîne une dépendance importante aux herbicides qui pourront avoir des conséquences environnementales et agronomiques lourdes pour l'agriculture (**Djellad, 2017**).

Ces mauvaises herbes se retrouvent à tous les stades de croissance des cultures. Ils absorbent les mêmes nutriments que les plantes cultivées et utilisent également des ressources telles que l'eau, la lumière et l'espace qui seraient autrement utilisées pour les cultures Cette mauvaise herbe a causé des problèmes aux producteurs agricoles (**Kouakou et al, 2016**).

En Algérie, les mauvaises herbes ont progressivement multiplié pour couvrir des superficies de plus en plus importantes (surtout en céréaliculture) (**INPV, 2016**). L'influence des adventices sur la culture favorise l'intérêt des agriculteurs pour l'adoption des herbicides dans la lutte chimique (**OlinaBassala, 2010**).

Alors qu'il faut réduire l'emploi des herbicides pour des raisons environnementales, sanitaires et règlementaires (**Colbach et al, 2016**).

Ainsi l'augmentation des phénomènes de résistance aux herbicides accélèrent la demande des moyens de lutte alternatives (**Dessaint et al, 2001; Weih et al., 2008; Duhoux, 2011**).

Une alternative potentielle et compatible avec l'agriculture biologique serait l'utilisation de molécules naturelles (**Nay et Zhang, 2019**). L'allélopathie est considérée comme une technique prometteuse pour la lutte biologique ; Elle est l'émission de substances antagonistes ou toxiques dans le milieu ambiant par des végétaux (morts ou vivants) empêchant l'implantation ou le développement d'autres espèces (**Mamarot et Rodriguez, 2014**).

L'allélopathie. C'est un ensemble d'interactions biochimiques directes ou indirectes positives ou négatives d'une plante sur une autre (**Macías et al.,2007; Rice,1974**).

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 (**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 ciblent. On trouve parmi ces composés des acides phénoliques, des flavonoïdes, des terpénoïdes, des alcaloïdes, etc.

Les produits allélochimique 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 réponsus 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 Par ce que L'utilisation des herbicides a un effet nocif sur l'environnement. (**BELADI A., 2014**).

Nous avons choisi ces deux plantes, *Astragalus armatus* et *Retama raetam*, car elles sont abondantes dans la région de Laghouat, nous avons donc voulu tester leur potentiel allélopathique et les utiliser comme herbicides naturels.

Dans cette optique, l'objectif de cette étude est de tester le pouvoir allélopathique de l'extraits aqueux de deux plantes *Astragalus armatus* et *Retama raetam*, sur la germination des graines de deux espèces adventices : *Avena sterilis* et *Hordeum murinum*. Pour éviter les interrogations de l'effet d'extraits aqueux *Retama raetam* et *Astragalus armatus* sur les plantes cultivées, il est en parallèle testés sur la germination de graines des plantes cultivées : céréalière, *Tritium durum*.

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 les plantes adventices (mauvaises herbes) et sur le phénomène de l'allélopathie et aussi sur et Retama raetam *Astragalus armatus*.
- Le deuxième chapitre est consacré aux matériel 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.

*Synthèse
Bibliographique*

I.1. Généralités sur les plantes adventices (mauvaises herbes)

I.1.1. Définition des adventices (mauvaises herbes)

Le terme « Adventice ou autrement dit 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**).

Les adventices sont définies comme « toutes plantes qui se développent spontanément dans les milieux modifiés par l'homme » (**Godinho 1984; Brunel et al. 2005**). Les mauvaises herbes sont l'ensemble des plantes qui se développent dans une parcelle agricole autre que l'espèce cultivée (**Friry, 2013**)

I.1.2. Biologie des mauvaises herbes

I.1.2.1. Les plantes annuelles

Les mauvaises herbes annuelles sont de deux types, les annuelles d'été et les annuelles d'hiver (**McCully et al. 2004**)

➤ Les annuelles d'été

Les plantes annuelles d'été germent au printemps et en été, produisent des organes végétatifs, des fleurs et des graines et meurent la même année. Les mauvaises herbes annuelles d'été ont en commun la propriété de pousser très rapidement et de produire beaucoup de graines (**McCully et al., 2004**).

➤ Les annuelles d'hiver

Les plantes annuelles hivernantes germent de la fin août début novembre et passent l'hiver à l'état de rosettes. Le printemps suivant, elles poussent très rapidement, fleurissent, produisent des graines puis meurent à la fin de la saison (**McCully et al., 2004**).

I.1.2.2. Les bisannuelles

Les mauvaises herbes bisannuelles germent au printemps, développent leurs organes végétatifs durant la première année et passent l'hiver à l'état de rosette puis fleurissent, produisent des graines et meurent la deuxième année (**McCully et al., 2004**).

I.1.2.3. Les vivaces

Vivent au moins 03 ans et peuvent vivre longtemps ou presque indéfiniment, ce type d'adventices se propage par ses organes végétatifs (bulbes, rhizomes, stolons...) mais peut aussi se multiplier par graines (**Safir, 2007**). En Algérie, ce sont les adventices annuels qui sont les plus répandues. Dans une proportion moindre, on rencontre également des bisannuelles et des vivaces (**Hamadache, 1995**).

I.1.3. Capacité d'adaptation

Il est avéré que les mauvaises herbes ou adventices ont tendance à se développer au sein d'une parcelle cultivée selon deux modes de propagation : de manière isolée ou en agrégats (**Cardina et al. 1997**). Ces modes sont fortement dépendants des travaux agricoles effectués sur la parcelle, mais aussi du mode de reproduction des plantes (sexué ou multiplication végétative) (**Jones et al. 2009**).

La capacité des adventices à devenir envahissantes dépend d'un certain nombre de caractères adaptés au contexte agricole. Elles sont adaptées aux mêmes sols, aux mêmes conditions climatiques que les plantes cultivées et aux pratiques culturales. Le développement des adventices dépend d'un certain nombre de caractères phéno-morpho-physiologiques (**CIRAD, 2001**).

Parmi les quels;

- ✓ Ressemblance morphologique et/ou physiologique avec les plantes cultivées.
- ✓ La maturité des grains synchrones avec la récolte.

I.1.4. Aspects de nuisibilité

I.1.4.1. Interactions biologiques entre mauvaises herbes et plantes cultivées

La nuisibilité directe due à la flore adventice, nuisibilité dont les effets négatifs sont mesurés sur le rendement du produit récolté, résulte de diverses actions dépressives auxquelles sont soumises les plantes cultivées pendant leur cycle végétatif de la part des mauvaises herbes qui les entourent (**Caussanel, 1989**).

I.1.4.2. Compétition due aux mauvaises herbes

La compétition se définit comme la concurrence qui s'établit entre plusieurs organismes pour une même source d'énergie ou de matière lorsque la demande est en excès sur les disponibilités (**Lemée, 1967**). La lumière, les éléments nutritifs du sol (tout particulièrement l'azote) et l'humidité du sol sont les plus connus ; plusieurs mises au point sur leur rôle dans les mécanismes de la compétition ont été présentées. Certaines mauvaises herbes comme, par exemple, la folle avoine (*Avena sterilis* L) présente de nombreux avantages compétitifs sur les céréales cultivées. La perte de rendement que subit la céréale à la récolte peut être directement reliée à des caractères biologiques ou physiologiques qui assurent le succès de la folle avoine dans la compétition pour la lumière ou les éléments nutritifs. Des plantules de folle avoine provenant de graines des espèces de folles avoines à racines profondes sont également favorisées dans leur « compétition pour l'espace », notamment au cours des premiers stades de développement (**Caussanel, 1988**).

I.1.4.3. L'épuisement des éléments nutritifs

Les mauvaises herbes peuvent en profiter les engrais plus que les cultures. (**Blackshaw et al. 2004**) ont récemment examiné les réponses respectives du blé, et de 22 mauvaises herbes agricoles à la fertilisation phosphatée. Une forte fertilisation phosphatée dans une culture avec une réaction relativement faible au phosphore, peut-être une mauvaise pratique agronomique s'il y a présence d'espèces de mauvaises herbes, qui sont capables de réagir vivement au phosphore du sol. Le développement de nouvelles stratégies de gestion des engrais qui favorisent plus les cultures que les mauvaises herbes seraient un ajout important aux programmes de lutte intégrée contre les ennemis des cultures (**Djellad, 2017**).

I.1.4.4 Notion de la Nuisibilité

Le concept de nuisibilité englobe deux sortes d'effets, ceci s'explique par une nuisibilité due à la flore potentielle: dont il faudrait tenir compte, si pour chaque espèce, chacun des organes de multiplication conservés dans le sol à l'état de repos végétatif (semences, bulbes, tubercules, etc..) donnait un individu à la levée, et une nuisibilité due à la flore réelle: c'est-à-dire aux plantes qui lèvent réellement au cours du cycle de la culture. Ces deux concepts montrent clairement les

dégâts causés par les mauvaises herbes, et leur effet sur la productivité et le rendement des cultures (**Caussanel, 1989**)

I.1.4.4.1. La nuisibilité due à la flore potentielle

Dont il faudrait tenir compte si, pour chaque espèce, chacun des organes de multiplication conservés dans le sol à l'état de repos végétatif (semences, bulbes, tubercules, etc..) donnait un individu à la levée. En fait, ce risque doit être réduit dans les prévisions. En effet, avec un potentiel semencier de l'ordre de 4 000 semences viables par m² et si l'on admet que les levées au champ représentent généralement entre 5% et 10% du nombre de semences enfouies, les infestations prévisibles d'une culture représentent 200 à 400 adventices par m² (Roberts, 1981 et Caussanel, 1988).

I.1.4.4.2. 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, 1988).

I.1.4.4.3. Seuil biologique de nuisibilité

Souvent défini par le seul paramètre de la densité (**Cussans et al, 1986 in Caussanel, 1989**), 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**).

I.1.4.4.4. 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. (Caussanel, 1989).

I.1.5. Impact agronomique des mauvaises herbes

La concurrence des mauvaises herbes pour la culture se fait au niveau de l'espace, la lumière, l'eau et les éléments nutritifs (Longchamp, 1977), cette concurrence est d'autant plus importante en début de culture, qu'aux premiers stades de développement, car les mauvaises herbes absorbent plus vite les nutriments que la culture (Le Bourgeois, 1993). Mais aussi en raison de la difficulté de récolte par bourrage des machines (Djellad, 2017).

Les mauvaises herbes déprécient la qualité des récoltes par l'augmentation du pourcentage d'impuretés dans les récoltes, par le goût et l'odeur désagréable (ail sauvage, faux fenouil) sur céréales et par la présence des semences toxiques (nielle). Elles créent, de plus, un milieu favorable au développement des maladies cryptogamiques, des virus, des insectes et des nématodes (INPV, 2010).

I.1.5.1. Impact économique des mauvaises herbes

Les mauvaises herbes, comme tous les autres parasites animaux ou végétaux des cultures entraînent une réduction de la productivité potentielle de celle-ci. Les pertes occasionnées par les mauvaises herbes à l'échelle mondiale sont estimées à 9 % des récoltes. Selon (Caussanel et al, 1986), les pertes dues aux mauvaises herbes dans le monde sont respectivement de 20 à 30% du rendement potentiel pour les cultures de blé, alors qu'en Algérie 20 à 50% des pertes de rendement sont dues uniquement aux mauvaises herbes qu'en Algérie 20 à 50% des pertes de rendement sont dues uniquement aux mauvaises herbes qu'en Algérie 20 à 50% des pertes de rendement sont dues uniquement aux mauvaises herbes (Djellad, 2017).

I.1.5.2. Moyens de lutte contre les mauvaises herbes

La gestion de l'enherbement est un défi majeur des agriculteurs pour une production acceptable, elle nécessite un travail soutenu de désherbage (Ka et al., 2019). Face à cette situation l'agriculture moderne, fait appel à tous moyens de lutte utilisés pour le contrôle des adventices. Selon (Alaoui 2005), l'utilisation des stratégies de lutte qui incluent une combinaison

de méthodes de lutte culturales, manuelles, mécaniques, chimiques, et même biologiques visant la réduction des populations de mauvaises herbes à un niveau jugé agronomiquement et économiquement acceptables, est demandé. Cette combinaison de méthodes de lutte s'appelle la lutte intégrée. Elle s'établit mondialement comme une des méthodes les plus vigoureuses en phytoprotection (**Hmimina; Touré, 2014**).

Des études récentes ont montrées que la lutte intégrée est une importante composante d'une agriculture durable, du fait qu'elle minimise l'utilisation des produits chimiques de synthèse et encourage les alternatives biologiques. D'après (**Vermue2014**), il est possible de réduire les recours aux produits organiques de synthèse, en combinant les effets partiels de différentes pratiques agronomiques. La combinaison du semis direct, de la rotation des cultures, des résidus de surface, l'ajustement de la densité et l'arrangement de la fertilisation des cultures offre un contrôle supérieur des mauvaises herbes (**Nichols et al. 2015**).

La réduction de moitié de la quantité d'herbicide sans perte de contrôle des mauvaises herbes et de rendement des cultures, est possible grâce à la combinaison de binage et sarclage. Les méthodes de contrôle mécanique, physique et les stratégies de lutte non chimique contre les mauvaises herbes, sont les principaux outils de gestion des adventices (**Pannacci et al., 2017**). Ainsi, la lutte biologique utilisant les biopesticides constitue un outil facilitant l'implantation de programmes de lutte offrant un équilibre acceptable entre le besoin de protéger les cultures et le respect simultané de l'environnement et de la santé humaine (**Kouadria et al., 2019**).

I.2. Généralités sur l'allélopathie

I.2.1. Notion de l'allélopathie

La notion de l'allélopathie porte sur différentes significations d'après les auteurs. Elle se définit comme tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement (atmosphère et sol) (Rice, 1984).

D'après Torres et al. (1996), elle comprend l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces végétales. Quand certaines plantes supérieures sont capables de réagir biologiquement en présence d'autres espèces, il s'agit de l'allélopathie (Boulard, 1997).

L'allélopathie est définie par International Allelopathy Society" comme tout processus impliquant des métabolites secondaires produits par les plantes, les algues, les bactéries et les champignons

qui influe sur la croissance et le développement des systèmes agricoles et biologiques (**Movellan et al., 2012**).

L'allélopathie est l'émission de substances antagonistes ou toxiques par des végétaux dans le milieu ambiant et empêchant l'implantation ou le développement d'autres espèces. Certains végétaux secrètent des substances qui empêchent la germination des graines ou la croissance d'autres végétaux à proximité (**Triplet, 2015**)

I.2.2. Composés allélopathiques ou allélochimiques

Les substances organiques produites par une plante sont appelées composés allélochimiques (**Movellan et al. 2012**).

Les composés allélochimiques peuvent être présents dans plusieurs parties de la plante (feuilles, tiges, racines, rhizomes, graines, fleurs et même pollens) à des concentrations différentes, et leur voie de libération dans l'environnement varie selon l'espèce. Généralement, ces composés sont des molécules à faible poids moléculaire qui peuvent être hydrophiles ou lipophiles. (**Inderjit et al, 1999**).

Les effets des composés allélochimiques sont similaires à ceux des herbicides. Plus largement, de nombreuses molécules d'origine végétale sont phytotoxiques, ce qui les rend potentiellement des herbicides naturels avec des modes d'action nouveaux et une biodégradabilité plus élevée que les herbicides synthétiques conventionnels. Le principe d'action des bioherbicides est similaire aux mécanismes d'interaction hôtes/agents pathogènes et à l'allélopathie. Les allélochimiques d'une plante introduite peuvent avoir des effets plus puissants sur les plantes non coévoluées de la zone réceptrice de la plante introduite (**Jarchow et Bradley, 2009**).

I.2.3. Nature des composés allélochimiques

Les produits naturels reconnus avec un potentiel allélopathique ont été classés dans les groupes suivants: gaz cytotoxiques, acides organiques, acides aromatiques, lactones simples insaturées, coumarines, quinones, flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, et trapézoïdes et stéroïdes (**Mushtaq&Siddiqui,2018**).

I.2.4. Voies de libération de substances allélochimiques

En général, les allélochimiques sont des molécules phytotoxiques, qui exercent leurs effets à des quantités faibles, mais constantes ou des concentrations croissantes sur des longues

périodes (**Duke, 2015**). Ils sont émis dans l'environnement selon différents mécanismes. Volatilisation, lessivage, décomposition des résidus et exsudation racinaires (**Chiapusio et al., 2008**).

L'effet allélopathique peut être dû à un composé allélochimique ou à un mélange de molécules. Une fois libérés dans le sol, les propriétés physiques, chimiques et biologiques des allélochimiques changent (**Latif et al. 2016**).

Les terpènes et l'éthylène sont des composés volatils produits par les parties vivantes de la plante. (**Xavier et Laurant, 1987; Bertin et al., 2003**).

L'exsudation racinaire est l'émission par les racines d'une combinaison d'ions, d'enzymes, de mucilages, d'oxygène libre et de divers composés contenant des métabolites primaires et secondaires, produits par la plante et diffusés dans le sol.

I.2.5. Facteurs influençant la production des composés allélochimique

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**).

I.2.6. Modes d'action des composés allélochimiques

Le mode d'action de certains composés allélochimiques est similaire aux herbicides synthétiques mais beaucoup d'entre eux influencent plusieurs fonctions physiologiques chez la plante. Cela rend la résistance des plantes à ces allélochimiques plus difficiles (**Li et al, 2010**).

Ces composés agissent par de multiples voies comme l'inhibition de la division et de l'élongation cellulaire et de la synthèse des protéines, la modification de la perméabilité membranaire et de l'absorption minérale (**Doré et al., 2004**).

Les composés allélochimiques, de nature phénolique, inhibent fortement la germination et la croissance de la plante cible. Certains composés altèrent la photosynthèse et le métabolisme mitochondriale et interagissent avec les phytohormones (**Singh et al., 2000; Rssaisi et al., 2013**). Certains d'autres composés, perturbent la nutrition azotée (**Diallou et al., 2015**).

I.2.7. Les effets primaires et secondaires des composés allélopathiques

La réponse morphologique des plantes cible exposées aux substances allélopathiques, représente des effets secondaires (réduction de croissance, échec de germination des semences) de changements physiologiques et anatomiques qui ont lieu dans la cellule. Ces derniers représentent les effets allélopathiques primaires (sites d'action cellulaires des molécules allélopathiques). L'effet biologique du composé allélopathique et les symptômes observables chez la plante-cible n'est pas toujours facile à établir (Figure01). (Chiapusio et. Khaur 2010).

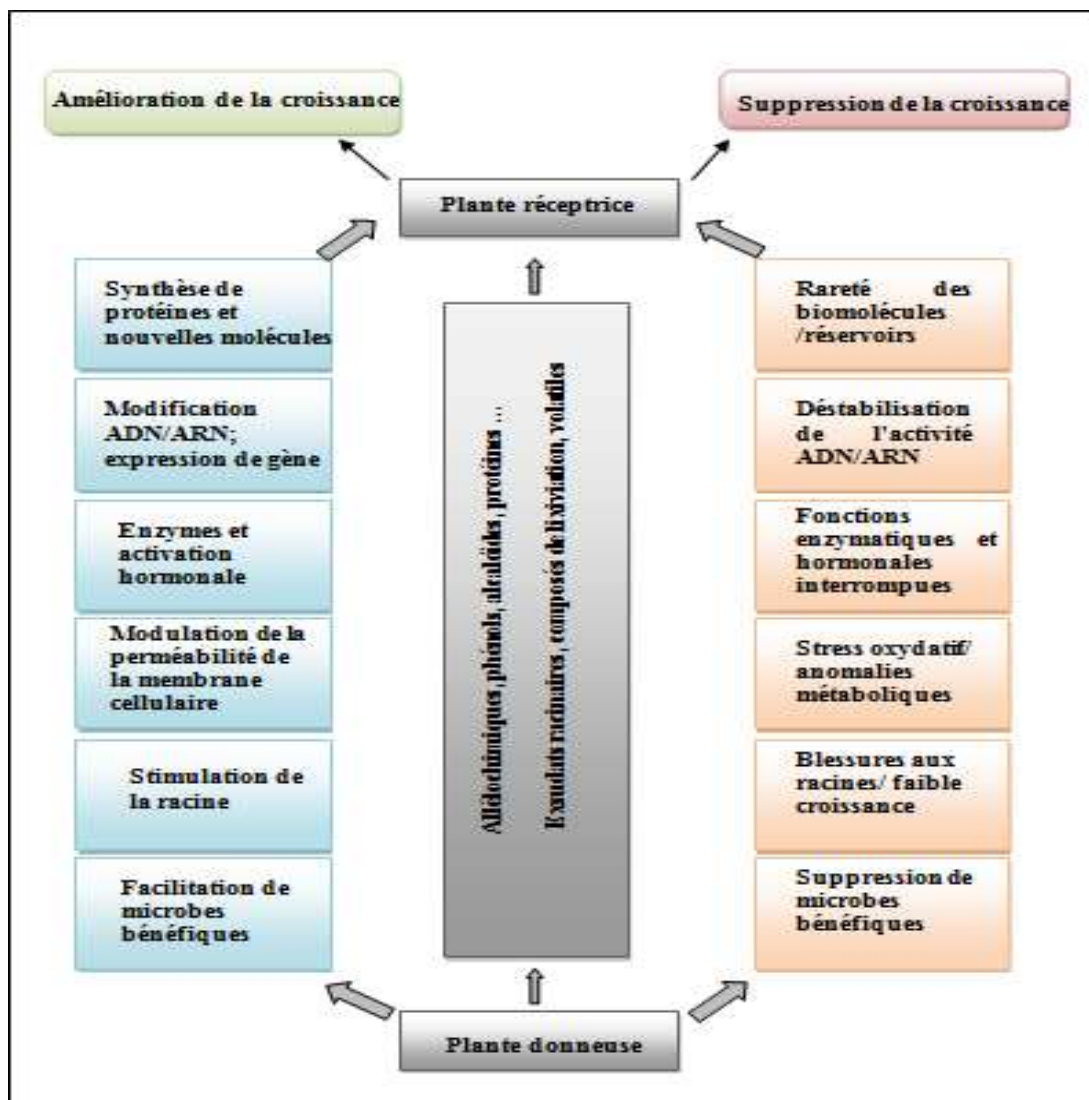


Figure01: Mécanismes d'action des allélochimiques d'après Muhammad et al. (2019).

I.2.8. L'allélopathie et la lutte contre les adventices

L'utilisation non judicieuse des herbicides de synthèse pourrait entraîner des problèmes de résistance aux herbicides, à l'environnement et à la santé. Par conséquent, depuis deux décennies, l'accent est mis sur l'utilisation de substances organiques dérivées de plantes comme alternatives aux substances inorganiques herbicides pour le contrôle des mauvaises herbes. L'allélopathie est une approche écologique et biologique de gestion des mauvaises herbes, qui peut être utilisée comme outil de lutte contre les mauvaises herbes (Arif et al., 2015). Selon (Quennesson et Oste2017).La couverture végétale du sol est exploitée en agriculture pour la gestion des adventices, grâce à l'allélopathie entre plante

I.3 Généralités sur les *R.raetam*

I.3.1. Systématique

Tableau 01 : 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
Genre	Rétama
Espèces	R.sphaerocarpa R. monosperma. R.raetam

I .3.2. Description générale

Les rétames sont des plantes pérennes, et 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 (**Beniston, 1985 ; Ozenda, 1958**).

Les feuilles sont très caduques, les inférieurs sont trifoliolés les supérieurs sont simples et unifoliés (**Quezel et Santa, 1962**), elles sont minuscules, et linéaires, qui ne demeurent en place que quelques jours.

Les fleurs, unisexuées sont en petites grappes latérales, réparties sur de courts racèmes, À lèvres supérieurs profondément bidentées, pétales à onglets plus ou moins soudés au tube staminal, étendard dressé avec 10 étamines monadelphes (**Quezel et Santa, 1962**).

Ils sont de deux couleurs selon les trois espèces en Algérie Rétama

- 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 (**Selami, 2000; Messirdi, 2004**). Le fruit est une étroite gousse indéhissante de moins de 2cm, acuminées, avec une extrémité aigue, portant une à deux graines (**Quezel et Santa, 1962**). Les graines contiennent de la cytosine, un alcaloïde toxique.

Le 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.

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.



Figure02 : Photographie d'un arbuste de *R.raetam* (Site 1)

I.3.3. Génétique et caryologie

Le genre *Rétama* a fait l'objet de peu de travaux dans le domaine de la cytogénétique en Algérie (Resse, 1957), et les premières études cytogénétiques ont révélées l'existence d'un seul cytotype polyploïde ($2n=48$) chez *R. raetam* et *R.monosperma* d'Algérie (Resse, 1957 ; **Farnandez A. Queiros M., 1978**).Le même nombre ($n=24$; $2n=48$) a été déterminé chez *R.sphaerocarpa* par Gallego-Martin et al .en 1988.

I.3.4.Présentation des espèces

Rétama raetam :

Arbuste saharien de 1 à 3,5 m de hauteur à rameaux veloutés, fleurs blanches de 8-10 mm, étendard égalant la carène ou plus long, gousse non dilatée sur sa nature ventrale contenant une petite graine (Quezel et Santa, 1962).

Les deux espèces *Rétama raetam* et *Rétama monosperma* se ressemblent beaucoup et présentent des caractères peu distinctifs au niveau moléculaire serait donc nécessaire pour

faciliter leur identification et permettre ainsi une meilleure valorisation de leurs diversités génétiques.

I.3.5. Distribution géographique

Les rétames sont caractérisés par une large distribution géographique, originaires du nordouest Africain et probablement des îles Canaries (**Zohary, 1959**).

Rétama raetam est localisé dans le sud oranais, sud de Djelfa, Ain Safra, Touggourt, au centre de la Kabylie, à l'est de Biskra (**Ighil, 1962**), également à Ouargla (**Allal-benfakih.1 ; 2006**), 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 (**Mittler et al, 2002**).

I.3.6. Capacité symbiotique des *R.raetam*

Faisant partie de la famille des légumineuses, les rétames ont une grande capacité symbiotique. Leurs racines se terminent par de petits renflements appelés nodules ou nodosités, qui abritent une grande variété de microbes. Cette association symbiotique leur permet de fixer l'azote atmosphérique et de le convertir en azote organique assimilable (NO₃).

Les Sinorhizobiums, les Rhizobiums et les Agrobactériums sont les bactéries nodulatrices qui sont souvent isolées des racines de Rétama raetam. Selon (**Hatimi1995**).

Les rétames jouent un rôle important dans le cycle du nitrogène, et il existe chez les rétames monosperma une association symbiotique mycorhizienne qui participe à la croissance de la biomasse et à la nutrition phosphatée et azotée.

I.3.7.1. Intérêt des *R.raetam*

Le genre Rétama regroupe des espèces très intéressantes, du point de vue biochimique, moléculaire et écologique.

I.3.7.2. Intérêt écologique

Les rétames, qui sont des plantes des zones arides et semi-arides, jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre des milieux naturels et des écosystèmes. Grâce à leur morphologie et à leur structure xéromorphique, les rétames s'adaptent aux conditions de sécheresse et de salinité les plus extrêmes. Selon (**Mittler et al 2000**). Rétama raetam s'adapte bien aux conditions les plus difficiles et développe un mécanisme moléculaire qui lui permet de résister aux changements climatiques (manque de nutriments et stress hydrique). Cela se produit

en entrant dans une phase de dormance partielle, en supprimant l'expression de certains gènes grâce à une enzyme de défense appelée ascorbate peroxydase (APx). Selon (Zohary 1961).

Les rétames sont des espèces fixatrices de dunes grâce à leur système racinaire très développé. Selon (Farchichi.A en 1997).

Rétama raetam peut être considéré comme une espèce pionnière capable de coloniser les cordons dunaires grâce à son potentiel germinatif élevé, sa tolérance au stress hydrique et son mode de ramification radriculaire. Il est recommandé de l'utiliser dans les opérations de revégétation de ces milieux fragiles. Les rétames contribuent à la bio-fertilisation des sols salins et pauvres et jouent un rôle important dans le cycle de l'azote grâce à leur très grande capacité symbiotique.

I.3.7.3 Intérêt pharmacologique

Selon l'UNESCO (1995), *Rétama* est une plante utile dans les régions arides. *Rétama raetam* est utilisé en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies, telles que l'eczéma. Dans le sud, il est également utilisé pour traiter les morsures de serpents.

De plus, le *rétama raetam* possède une activité antioxydante, antimicrobienne et cytotoxique (Maghrani.M et al., 2003).

Ainsi, il est démontré que les rétames ont une grande capacité pharmacologique et qu'ils peuvent être utilisés en phytothérapie. Par conséquent, il est impératif d'approfondir les connaissances sur ces espèces, tant au niveau moléculaire que génétique.

I.3.7.4. Intérêt industriel et économique

Les rétames sont considérés comme un excellent fourrage et le bois qu'ils produisent est utilisé pour le chauffage. Ils sont riches en fibres, dont la longueur moyenne atteint 1,93 mm (Bahi, 1991), ils pourraient donc être valorisés dans l'industrie papetière. Les rétames sont également utilisées comme plantes ornementales en raison de leurs nombreuses fleurs parfumées.

Les graines de rétames contiennent des lécitines, des protéines allergènes, qui sont utilisées par la plante pour se défendre contre les insectes, ce qui pourrait être bénéfique pour l'industrie des bio insecticides.

I.4. Généralités sur les plants *A. armatus*

I.4.1. Systématique

Tableau 02 : classification, le genre *Astragalus* et ses espèces suivent le taxon suivant

Selon Quézel et Santa (1962) et Lock, Schrire (2005)

Règne	Plante (plantae)
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Dialypétales
Famille	Fabaceae
Sous famille :	Papilionacées
Ordre :	Fabales
Tribu :	Galegée
Genre :	<i>Astragalus</i>
Espèce :	<i>Armatus</i>
Sous espèce :	<i>Astragalus armatus ssp.numidicus</i> (Labeled ,2016)

I.4.2. Présentation du genre *Astragalus*

L'*Astragalus* est considéré comme le genre le plus important chez les plantes à fleurs (Watrous et Cane 2011), et il est l'un des genres les plus populaires de la famille Fabaceae. L'*Astragalus* comprend environ 3000 espèces d'herbes, de sous-arbustes ou d'arbustes annuels ou pérennes qui se trouvent dans les régions et arides tempérées (Li et al., 2014 ; Zarre et Azani, 2013). Le genre *Astragalus* est probablement originaire de l'Eurasie, plus précisément des régions entre les montagnes du sud-ouest asiatique et le plateau de l'Himalaya (Podlech, 1986 ; Lock et Simpson 1991).

I.4.3. Morphologie

I.4.3.1. Description botanique du genre *Astragalus*

Il s'agit d'un arbuste à épines blanchâtres de 80 cm de haut qui est très épineux et très coriace. Rameaux glabres et écailleux. Pétioles aigus et durs.

Les feuilles sont pennées avec des folioles petites et très caduques, et elles sont espacées le long des feuilles. Flammes d'un Blanc rougeâtre.

Le fruit se trouve dans une vésicule renflé qui contient une odeur nulle et une Saveur amère. La Floraison commence en janvier *A.armatus* est une espèce à feuilles pennées dont les folioles tombent et dont le rachis devient épineux. Ce changement n'est pas saisonnier mais permanent. En été, la végétation s'arrête et les folioles tombent complètement. Ces deux modes permettent à la plante de réduire la surface foliaire et, par conséquent, de réduire les pertes d'eau par transpiration. Les livres de Quzel et Santa en 1962, Ozenda en 1991 et Chehma en 2006.

I.4.3.2. Description generale

Astragalus armatus est une espèce à feuilles composées pennées et dont les folioles tombent et le rachis devient épineux: dans ce cas, il ne s'agit pas d'une modification saisonnière mais définitive. En plus en été on observe un arrêt de la végétation avec une chute totale des folioles. Ces deux modes permettent à la plante de réduire la surface foliaire et donc diminuer les pertes d'eau par transpiration.

Plante gousse uniloculaire no divisée longitudinalement par une cloison, à parois parcheminées; calice renflé en vésicule, enfermant le fruit; plante très épineuse, les pétioles · devenant durs et aigus ; folioles petites, très caduques; rameaux écailleux, glabres. Lisièr etrès commun au Sahara (**Ozenda, 2004**).



Figure 03: *A.armatus* en Algérie dans la région de Laghouat (Cliché Rebbah / Rahmouni, 17 Décembre, 2022)

I.4.4. Répartition géographique du genre Astragalus

L'astragale est généralement présent dans le monde entier. L'astragale est l'un des plus grands genres de la famille des Fabacées et est particulièrement particulièrement dans le monde. Environ 3000 espèces de l'Astragalus vivent dans les régions continentales et arides de l'ouest de l'Amérique du Nord et de l'Asie centrale. D'autres espèces sont également présentes à l'Est et au Sud, ainsi que dans les régions tempérées d'Amérique du Sud et d'Afrique du Nord. Les astragales, qui se trouvent en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie), sont des plantes d'origine arabo-saharienne originaires de la Méditerranée. Il y a plus de 50 espèces différentes révélées. Ozenda (1991) ainsi que Quezel et Santa (1991)

I.4.5. Astragalus en médecine traditionnelle

I.4.5.1 En médecine humaine

Les espèces du genre Astragalus sont appréciées dans la médecine traditionnelle à travers le monde et utilisées comme herbes médicinales contre l'ulcère de l'estomac, la toux, la bronchite chronique, l'hypertension, les troubles gynécologiques, diabète et les morsures venimeuses de scorpion ainsi que pour le traitement du diabète (Bellakhdar., 1997) de la néphrite, de la leucémie ou du cancer de l'utérus (Sun et al, 2011)

I.4.5.2 En médecine vétérinaire

A. armatus Willd est l'un des arbustes rares du désert qui joue un rôle important dans la production animale en raison de sa valeur nutritive potentiellement élevée. Cette plante est importante pour la nutrition animale en raison de ses qualités telles que son abondance. En outre, contrairement aux plantes annuelles qui ont généralement des périodes de croissance plus courtes et des rendements plus faibles, l'espèce mentionnée est compétente dans les zones où l'élevage est une source essentielle de revenus pour les agriculteurs. (Gokkuş et Koc., 2001).

I.4.6. Activités biologiques

Les études sur le genre Astragalus ont révélé qu'il contient de nombreux métabolites secondaires biologiquement actifs, des anthraquinones et des flavonoïdes (Neo et al., 2011 ; Sun WAl, 2011).

Matériel et Méthodes

II .1. Description générale des espèces cibles utilisées durant le test de l'allélopathie

II .1.1. *triticum durum* :

Le Simeto d'origine italienne se distingue par un rendement élevé, un poids de mille grains élevé, une qualité de semoule exceptionnelle et une teneur en protéines de 15,80 %. Les agriculteurs apprécient grandement cette variété pour sa capacité d'adaptation et son niveau de production élevé, avec un rendement moyen de 19,85 g/plant. La plante mesure 90,25 cm de hauteur (Abis, 2012).

II .1.2. *Hordeum murinum* :

L'Orge des rats est une plante herbacée annuelle. Elle appartient à la famille des poacées comme le blé et l'avoine. Elle peut atteindre 40 centimètres de haut et pousse en touffe.

II .1.3. *Avena sterilis* :

Les folles avoines sont les graminées annuelles les plus nuisibles des cultures d'hiver et de début de printemps. La folle avoine *A.sterilis* présente de nombreux avantages compétitifs sur les céréales cultivées. La perte de rendement que subit la céréale à la récolte peut être directement reliée à des caractères biologiques ou physiologiques qui assurent le succès de la folle avoine dans la compétition pour la lumière ou les éléments nutritifs (Caussanel, 1988).

II.2. Préparation du matériel végétal

1er Le fauchage : Les échantillons *A. armatus* et *R. raetam* ont été collectés dans la région de Laghouat en fin Novembre 2022. A l'aide d'un sécateur, nous avons coupé les feuilles des deux plantes.

2emeLe séchage : Les échantillons collectés d'*A.armatus* et *R. raetam* ont été étalés sur un linge propre pendant 60 jours dans une pièce aérée.

3emeLe broyage : Les feuilles séchées d'*A.armatus* et *R. raetam* sont déchiquetées à l'aide d'une paire de ciseaux en petits morceaux, afin de faciliter leur broyage. Elles sont par la suite directement broyées à l'aide d'un broyeur électrique. Le broyat de d'*Astragalus armatus* et

R. raetam constituant le matériel végétal final que nous avons utilisé pour la préparation des solutions (Extraits aqueux).

II.3. Caractérisation chimique de d'*A. armatus* et *R. raetam*

II.3.1. La spectrophotométrie infrarouge : (Spectres FT-IR)

Afin de confirmer l'existence des interactions intermoléculaires au sein des mélanges multi constituants, nous avons procédé à une analyse par infra-rouge, en utilisant un spectrophotomètre de type jasco FT/IR-4200 (figure 04). Cette technique d'analyse 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 celle que nous avons utilisée. Comme pour toutes les techniques de spectroscopie, elle peut être employée pour l'identification de composés ou pour déterminer la composition d'un échantillon.



Figure 04: Spectrophotomètre jasco FT/IR-4200. Cliché Rebbah / Rahmouni (Février, 2023)

La spectroscopie infrarouge est principalement, utilisée pour étudier les interactions entre les molécules, en analysant le profil du mode vibratoire, à savoir : la position, la largeur et l'intensité des bandes spectrales. La position du pic ou de la bande indique non seulement la présence d'un groupe particulier, mais donne également une bonne idée de l'environnement qui l'affecte.

Il est bien connu que les forces intermoléculaires dues aux interactions par liaison hydrogène, entraînent un changement remarquable de certains des modes de vibration, permettant ainsi l'étude des interactions. La formation de la liaison hydrogène est d'une importance capitale dans de nombreux procédés industriels, elle joue un rôle central dans les processus biologiques au niveau moléculaire. Elle est responsable de la réorganisation structurale des molécules de mélanges, elle détermine également la structure et les propriétés de beaucoup de molécules et macromolécules biologiques.

La Spectroscopie infrarouge joue un rôle crucial dans l'étude de la liaison hydrogène. Les spectres IR ont été enregistrés afin d'examiner les différentes interactions présentes dans les mélanges étudiés au niveau moléculaire. Les spectres ont été enregistrés entre 4000 cm^{-1} et 2000 cm^{-1} et révèlent tous la présence de bandes intenses et larges entre 3500 et 3000 cm^{-1} . Pour l'identification des composés, une table (Annexe I) de corrélation de spectroscopie infrarouge est utilisée pour déterminer les composés d'*Astragalus armatus* et *R.raetam*.

II .3.2. Tests phyto-chimiques

Les tests phyto-chimiques ont été effectués en même temps sur les deux broyats des deux plantes d *A. armatus* et *R. raetam*. La détection de certains composés est réalisée, aux laboratoires du département des sciences agronomiques, en nous basons sur des méthodes décrites par (Quettier-Deleu., 2000 ; Mojab et al.2003).

II.3.2.1. Tanins

Une masse de 2 g de la poudre végétale (partie aérienne), a été macérée dans 50 ml D'éthanol à 50 % pendant 24 h. Après filtration, quelques gouttes de FeCl_3 1 % ont été

ajoutées à 2 ml du filtrat.

- L'apparition d'une couleur vert foncé indique la présence des tanins.

II.3.2.2. Flavonoïdes

Une masse de 2 g de la poudre végétale, a été macérée dans le méthanol à 80 % pendant 24H.

Après filtration, 2ml d' AlCl_3 2 % ont été ajoutés à 1ml du filtrat.

L'apparition d'une couleur jaune foncé indique la présence de flavonoïdes.

II.3.2.3 Stérols et tri terpènes

Une masse de 2 g de la poudre végétale, a été macérée dans un volume d'éthanol 70% pendant 24H. Après filtration et évaporation à sec le résidu obtenu a été dissout dans 20 ml de chloroforme.

Réaction de Liebermann Buchard

10 ml de la solution précédemment préparée a été évaporé à sec, le résidu obtenu a été dissout dans 5 ml d'anhydride acétique puis 5 ml de chloroforme. A l'aide d'une pipette 1 ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) a été ajouté au fond du tube sans agiter. Après 30 minutes, la formation d'un anneau rouge brunâtre à la zone de contact des deux liquides et une coloration violette de la couche surnageant révèlent la présence de stérols et tri terpènes.

Test de Salwaski

Un volume égal d'acide sulfurique est ajouté à la deuxième partie du filtrat, l'apparition de la couleur jaune puis sa transformation en rouge indique la présence du tri terpènes.

II.3.2.4. Alcaloïdes

Une masse de 2 g de la poudre végétale a été macérée dans 50 ml d'acide chlorhydrique 1% pendant une nuit. Après filtration, on ajoute de l'ammoniac afin d'alcaliser le filtrat. Une extraction liquide-liquide avec du chloroforme est réalisée trois fois (Figure05). La phase organique est récupérée puis évaporée sous pression réduite à sec à une température de 55°C . Ce résidu sec est solubilisé dans 2 ml d'acide chlorhydrique (HCl 1%) en ajoutant par la suite quelques gouttes de réactif de Mayer. L'apparition d'un précipité blanc indique la présence des alcaloïdes.



Figure05 : Extraction liquide-liquide avec du chloroforme, (Cliché **Rebbah / Rahmouni Février, 2023**)

II.4. Travail Expérimental du test alléopathique

Cette partie est réalisée aussi au niveau des laboratoires du département des sciences agronomique de l'université Ammar Thelidji de Laghouat.

II.4.1. La préparation des solutions Extraits aqueux de : *R. raetam* et *A.armatus*

Les solutions extraites *R.raetam* sont préparées à la température ambiante du laboratoire (20-25°C). Les différentes doses considérées sont 0%, 5%, 10%, 15% et 20% notées

respectivement *R. raetam* 0%, *R. raetam* 5%, *R. raetam* 10%, *R. raetam* 15% et *R. raetam* 20% en utilisant les broyats de la plante *R. raetam*. Pour cela, à l'aide d'une balance électronique nous avons pesé (10 g, 20 g et 30 g et 40 g) du broyat, nous avons mis la poudre dans un erlenmeyer et ajouté à la quantité pesée 200 ml d'eau distillée bouillante (100°C); après cela la solution est agitée pendant 40 min à l'aide d'un agitateur. Cette solution est ensuite laissée en repos à la température ambiante pendant 24 heures pour refroidissement et pour décantation.

Les solutions extraites *A. armatus* sont préparées à la température ambiante du laboratoire (20-25°C). Les différentes doses considérées sont 2.5%, 5%, 7.5% et 10% notées respectivement *A. armatus* 0%, *A. armatus* 2,5%, *A. armatus* 7.5%, et *A. armatus* 10%, en utilisant les broyats de la plante *A. armatus*. Pour cela, à l'aide d'une balance électronique nous avons pesé (60 g, 10 g et 15 g et 20g) du broyat, nous avons mis la poudre dans un erlenmeyer et ajouté à la quantité pesée (200 ; 2400 ml) d'eau distillée bouillante (100°C) ; après cela la solution est agitée pendant 40 min à l'aide d'un agitateur. Cette solution est ensuite laissée en repos à la température ambiante pendant 24 heures pour refroidissement et pour décantation.



Figure 06 : La préparation des solutions (Extraits aqueux de d'A. armatus et R. raetam),
(Cliché Rebbah, Rahmouni, 19 Février 2023).

Filtration

Quand la solution est refroidie nous avons procédé à sa filtration, pour cela nous avons utilisé du papier filtre d'un diamètre de 110mm, nous avons laissé l'opération plusieurs heures jusqu'au passage totale du surnageant dans un erlenmeyer (1000 ml). Après cette filtration nous avons obtenu une solution limpide (liquide de composition homogène et sans particules).



Figure 07: Filtrations des extraits aqueux d'A.armatus et R. raetam (Cliché Rebbah, Rahmouni, 20 Février 2023)

II.4.2. Les tests de germination

II.4.2.1. Matériel végétal (semence) utilisé pour le test de germination

Les semences des mauvaises herbes utilisées pour le test de germination ont été récoltées dans les champs cultivés dans la région de Laghouat, entre les périodes de Mars et Avril 2023, il s'agit de deux espèces mauvaises herbes : (A. sterilis et H.murinum) Celles de la plante cultivée nous ont été fournies par l'OAIC, il s'agit de semences de blé dur (T. durum). Une plante cultivée (Céréalière) et deux mauvaises herbes (adventices des céréales) sont utilisées. Tous les tests de germination sont donc réalisés sur une plante cultivée (Blé) et deux mauvaises herbes (avoine folle et l'orge des rats).

II.4.2.2. Essai du pouvoir allélopathique :

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 l'espèce cultivée et pour les mauvaises herbes), des disques en papiers absorbant sont placés. Chaque boîte est ensuite numérotée selon sa contenance avec un marqueur permanent (Figure 08).

Le numérotage comporte le nom de l'espèce cible, la concentration utilisée suivie de la première lettre du nom de la plante, dont on veut tester le pouvoir allélopathique et le chiffre de la répétition.

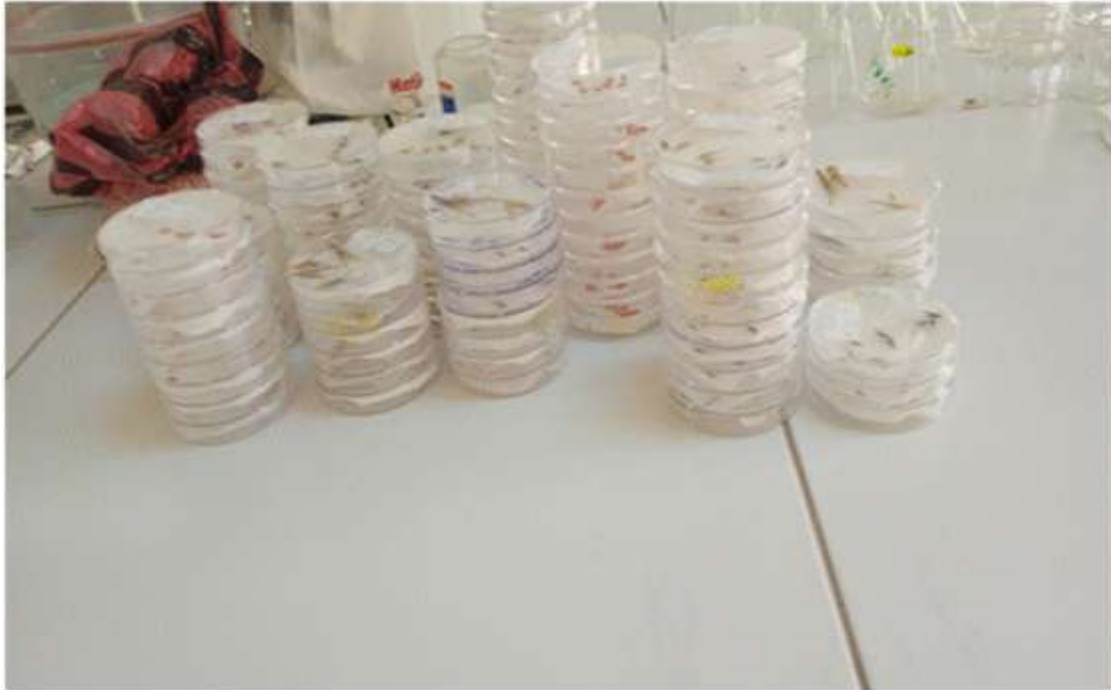


Figure 08: Les tests de germination des graines des plantes cibles, avec extraits aqueux de d'*A. armatus* et *R. raetam* (Cliché Rebbah, Rahmouni, 01Mars 2023).

Dix graines de chaque espèce sont déposées sur le papier absorbant dans chaque boîte de pétri pour les milieux (Concentrations considérées et le témoin). Toutes les graines ont été stérilisées dans une solution d'éthanol à 60 % pendant 10 minutes, puis rincer trois fois avec de l'eau distillée. Par la suite, nous avons incubé toutes les boîtes dans une étuve réglée à (25 ± 1) °C et suivi la germination des graines chaque jour à la même ne changent pas significativement à des températures ambiantes entre 15 et 25 °C. Toutefois, à 10 °C les graines ont une germination lente. La durée d'incubation durant notre travail expérimental a été de 7 jours (du 28 Février au 05 Mars 2023) et est arrêtée lorsqu'au moins, pour une concentration testée, le taux de germination de l'ensemble des semences (graines) atteint 100%. Durant notre test, nous avons considéré graine germée, lorsqu'elle développe une radicule (radicelle ou coléorhize) et une tigelle (Tigelle ou coléoptile).

Le test de germination est réalisé en randomisation complète avec trois facteurs à trois répétitions :

Facteur 1 : est celui de la plante allélopathique à deux niveaux *R.raetam* et *A. armatus*

Facteur 2 : est celui de la plante cible à trois niveaux *A. sterilis*, *H.murinum* et *T. durum*.

Facteur 3 : est celui de la concentration utilisée à quatre niveaux (T 0%, C5%, C10%, C15% et C20%) pour *R. raetam* et cinq niveaux (T 0% ,C2.5%, C5%,C7.5%,C10%) pour *A.armatus*

Un total donc de 75 boîtes de pétri sont manipulées.

II.4. 3. Suivi de la germination et notations

II.4.3.1. Détermination du taux de la germination et de son inhibition

Après sept jours d'incubation, l'expérience de la germination est arrêtée et le pourcentage de germination de chaque espèce et dans chaque boîte est déterminée. Nous avons considéré comme graine germée celle qui a développé une radicule et une glumelle. Le taux de germination est exprimé par le rapport : nombre de graines germées sur nombre total de graines. Le pourcentage de germination des graines pour chaque boîte de Pétri 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 de l'extrait aqueux de *R.raetam* et *A. armatus* sur la germination des graines des mauvaises herbes. Nous nous sommes donc intéressés à l'inhibition de la germination en déterminant le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines par la formule suivante : **TIG (%) = ((Témoin- Concentration) /Témoin)) *100 (BENTABAL, M., & HASSANI, S 2018)**

II.4.3.2. Mesures des longueurs de croissance des radicelles et des Tigelle

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 09), les longueurs de croissance de la (radicelle) que nous notons : (LCR) et la longueur de croissance de la (Tigelle), que nous notons : (LCG). Cette opération est réalisée pour évaluer la croissance des plantes vis-à-vis du milieu.

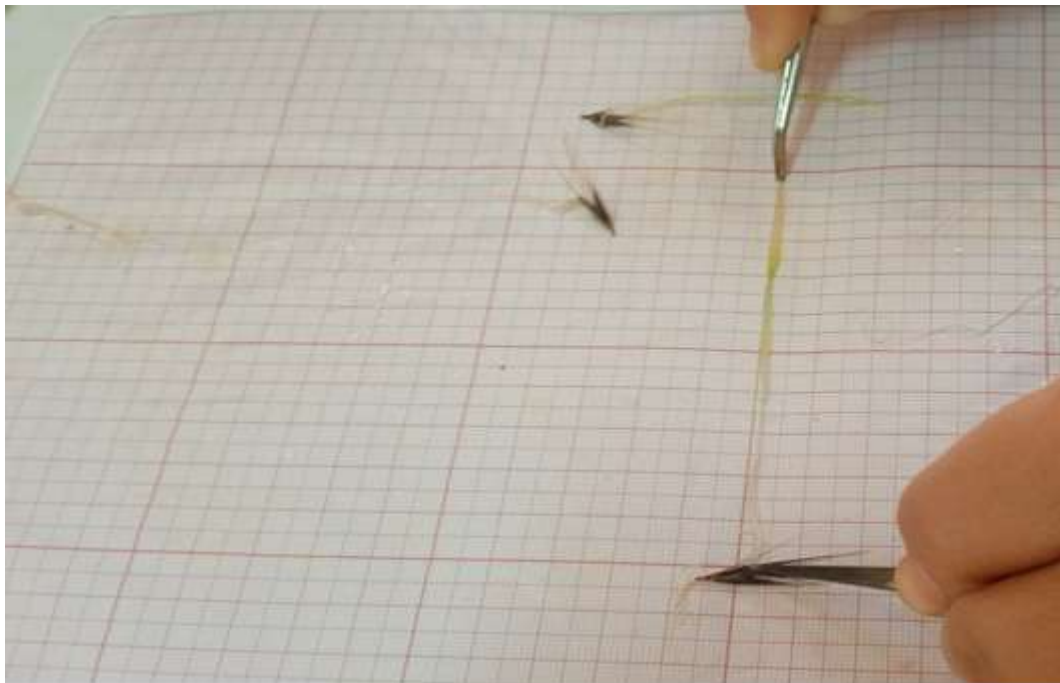


Figure 09 : Mesure des longueurs des Tigelles et des radicelles (Cliché Rebbah, Rahmouni, Mars 2023).

II.4.3.3. Indice de vigueur des plantules

C'est un indicateur très important, qui permet de voir pour quel traitement le plant de (*A. sterilis*, *H. murinum* et *T. durum*) est le plus vigoureux (Delamarre, 2014). L'indice de vigueur (IV) est calculé par la relation suivante :

$$\text{IV} = (\text{Longueur tige} + \text{Longueur racine}) \times \text{Taux de germination}$$

II.4.3.4. Dosage de la proline (mmol/g MF)

La proline, acide pyrimidine 2-carboxylique, est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tricétohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires (El Jaafari, 1993). 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 dans des tubes à essai contenant 2 ml de méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans bain-marie pendant 60 mn. (Les tubes sont recouverts de papier aluminium pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool). Après refroidissement ; on prélève 1 ml d'extrait auquel il faut ajouter: 1 ml d'acide acétique (CH₃COOH); 25 mg de ninhydrine (C₆H₆O₄) ; 1 ml de mélange contenant : 120 ml d'eau distillée ; 300 ml d'acide acétique ; 80 ml d'acide Orthophosphorique (H₃PO₄. d=1.7). La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5ml de toluène sont ajoutés à la contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée et déshydratée par l'ajout d'une spatule de sulfate de sodium NaSO₄ anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient). La densité optique (DO) est déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre UV (type 20 D) sur une longueur d'onde de 528 nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une courbe d'étalonnage préalablement établie à partir d'une série de solution de proline.

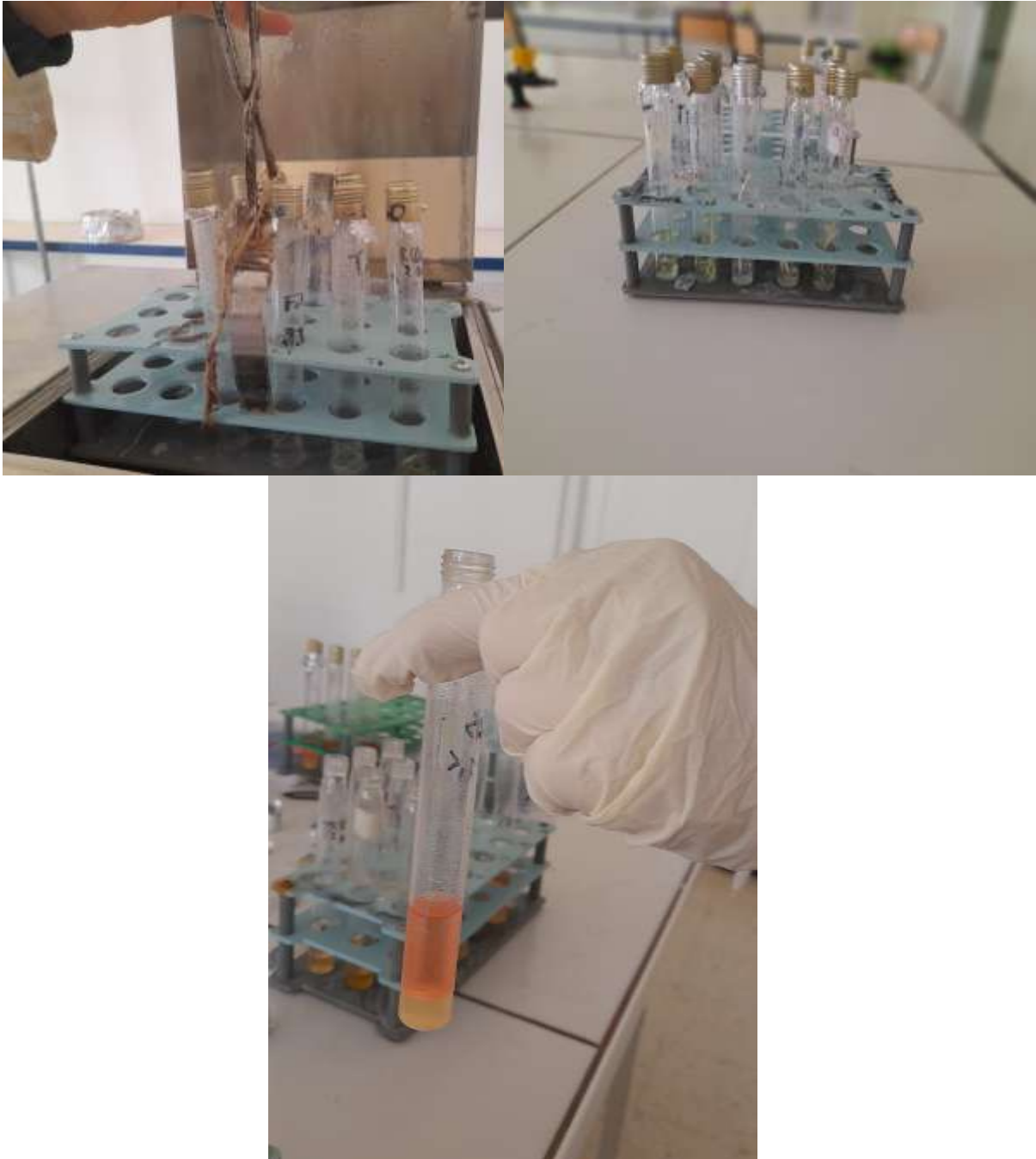


Figure 10 : Dosages de la proline (Cliché Rebbah, Rahmouni, Mars 2023).

II 4.3.5. Analyses statistiques des données

Les données collectées ont été soumises à des analyses de la variance (ANOVA) multi variée, dans notre cas à trois facteurs avec un risque de 5% et ensuite à une analyse en composante principale (ACP) par utilisation du Logiciel XlStat version 2016

Résultats et Discussion

III. Chapitre Résultats

III.1. Caractérisation phyto-chimiques des plantes utilisées

III . 1.1. Tests phytochimiques

Le tableau N° 03, révèle que les tanins, les flavonoïdes sont plus présents chez *les deux plantes*. Par contre, les alcaloïdes sont présents chez *R. raetam* et totalement absents chez *A. armatus*. Les Stérols et tri terpènes sont plus présents dans les feuilles de *R. raetam*.

Tableau N° 03 : Phytochimie d'*A. armatus* et *R. raetam*

Molécules	<i>A.armatus</i>	<i>R.raetam</i>
Tanins	+++	+++
Flavonoïdes	++	+++
Stérols et tri terpènes	+	++
Alcaloïdes	-	++++

Notations : (- : Négatif; +: Faiblement positif; ++ : Moyennement positif ; +++ : Positif et ++++ : Fortement positif).

III. 1.1.2. Résultats des analyses spectrométrique par l'Infra rouge

III. 1.1. 2.1. Analyse des différents spectres IR enregistré de *R.raetam*

Sur le spectre IR, nous avons deux zones spectrales à interpréter (Figure 11) : diagnostique, empreinte digitale.

La première zone est due à la vibration d'élongation comprise entre 4000 et 1500 cm^{-1} . Quant à la deuxième, elle correspond à la vibration de déformation comprise entre des nombres d'onde de 1500 à 400 cm^{-1} .

L'examen de la 1^{ère} zone spectrale fait apparaitre (Figure 06 et Tableau N° 04), une bande moyenne, intense entre 3600 et 3200 (σ/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 (σ/cm^{-1}), qui indique la vibration de valence du groupe C-H (alcène).

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

L'examen de 2^{ème} zone spectrale fait apparaître (Figure 11 et Tableau N° 04) :

Une bande moyennement intense entre 1385 et 1380 cm^{-1} indiquant la vibration par déformation de liaison C-H (alcène) et enfin une bande intense entre 1085 et 1050 cm^{-1} qui indique la vibration de valence du groupe C-O d'un alcool primaire.

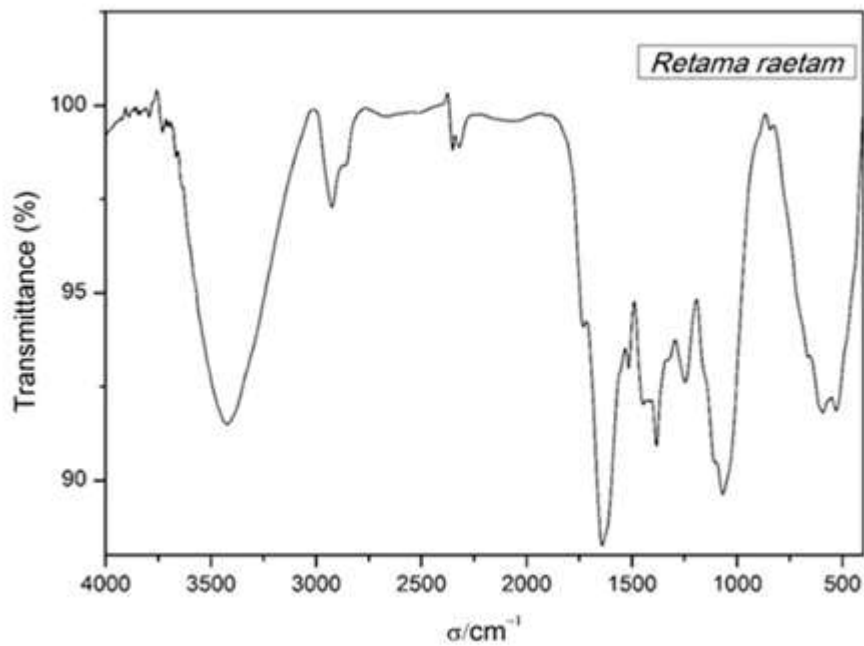


Figure 11 : La caractérisation chimique de *R.raetam* par spectrophotomètre jasco FT/IR 4200.

Tableau N° 04: Résultats de l'analyse spectrophotométrie (IR) de *R.raetam*

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

III.1.1. 2.2. Analyse des différents spectres I R enregistrés d'*A. armatus*

Les spectres sont généralement enregistrés de 400 à 4000 cm^{-1} avec une résolution de 2 cm^{-1} (Figure 12) et (Tableau 05). Les spectres IR ont été enregistrés afin d'examiner les différentes interactions présentes dans les mélanges étudiés au niveau moléculaire. Les spectres ont été enregistrés entre 4000 cm^{-1} et 2000 cm^{-1} et révèlent tous la présence de bandes intenses et larges entre 3500 et 3000 cm^{-1} .

Nous avons deux parties (diagnostique, empreinte digitale), la première due à la vibration d'élongation comprise entre 4000 et 1500 cm^{-1} et la deuxième due à la vibration de déformation comprise entre 1500 et 400 cm^{-1} .

L'examen de zone spectrale de la partie une fait apparaitre, une bande large (Figure 12) et (Tableau 05) entre 3500 et 3300 cm^{-1} révélatrice de l'association par vibration de valence du groupe OH lié (alcool ou phénol). Une autre bande a été localisée pour les différents spectres est de 2950 cm^{-1} , qui indique la vibration de valence du groupe SP3 C-H lié < 3000 (Aléne)

Une bande très intense de 1650 cm^{-1} indique la vibration de valence du groupe C=O δ -lactone formation d'Amide.

L'examen de la zone spectrale de la partie deux, fait apparaitre (Figure 12) et (Tableau 05), une bande moyennement intense entre 1440 et 1390 cm^{-1} indique la vibration de valence une

déformation de liaison C-H (alcène) et enfin une bande fine de 1070 cm⁻¹ qui indique la vibration de valence du groupe C-N une élancement.

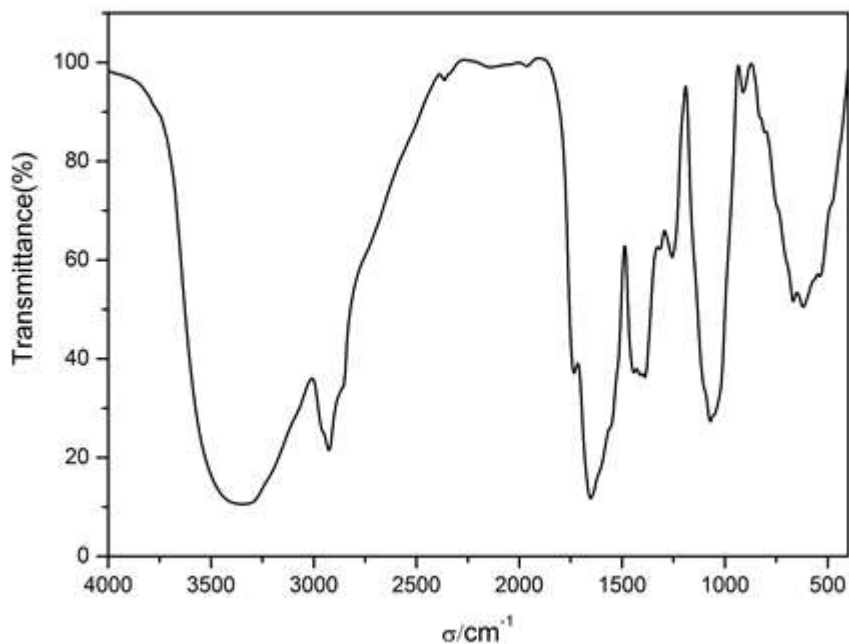


Figure 12: La caractérisation chimique d'*A. armatus* par spectrophotomètre jasco FT/IR-4200.

Tableau 05 : Résultats de l'analyse spectrophotométrie (IR) d'*A. armatus*

Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité du pique	Forme du pique	Nature de liaison	Type de vibration
3500-3300	Faible	Large	O-H Alcool/phénol Intermoléculaire	Elongation
2950	moyenne	Etroite	Sp³ C-H Alcène	Elongation
1650	Forte	Etroite	C=O δ-lactane	Déformation
1440-1390	Moyenne	Etroite	C-H Alcène	Déformation
1070	Moyenne	Etroite	C-N Amine	Elongation

III.2. Effets des extraits aqueux de *R.raetam* et *A.armatus* sur le taux d'inhibition de la germination, sur l'inhibition de la croissance des Tigelles et des racelles des plantes cibles

III.2.1.Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* *A.armatus* sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles

III.2. 1.A. Effet de *R.raetam*

La figure 13 (A), montre l'inhibition de la germination de semence du blé dur. Nous observons que l'inhibition est totale (100%) pour l'application de l'extrait *R.raetam* à 15% et 20%. L'application de l'extrait *R. raetam* 10% a provoqué 90 d'inhibition de la germination *T.durum*. L'inhibition de la germination de *T.durum* est de 53.33 % pour la concentration de l'extrait *R.raetam* (5%) avec le témoin eau (0%) la germination de *T. durum* est totale (100%) donc (0%) d'inhibition. L'ANOVA montre, l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques.

Le figure 13 (B), montre l'inhibition de la germination de semence de L'orge des rats ; Nous observons que l'inhibition totale (100%) pour l'application de l'extrait *R. raetam* à 15% et 20%, l'application de l'extrait *R. raetam* 10% a provoqué 96.30% d'inhibition de la germination *H. murinum* .L'inhibition de la germination de *H. murinum* est de 77.78 %, pour la concentration de l'extrait *R. raetam* (5%) avec le témoin eau (0%) la germination de *H. murinum* est totale. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques.

La figure 13 (C), montre l'inhibition de la germination de semence de la folle avoine. Nous observons une inhibition totale 100% pour l'application de l'extrait *R.raetam* à 15% et 20%. L'application de l'extrait *R.raetam* 10% a provoqué 96.30% d'inhibition de la germination *A. Sterilis* .L'inhibition de la germination de *A. Sterilis* est de 85.19 pour la concentration de l'extrait *R. raetam* (5%) avec le témoin eau (0%) la germination de *A. sterilis* est d'environ 70%. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence non significative ($p > 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 77.73%.

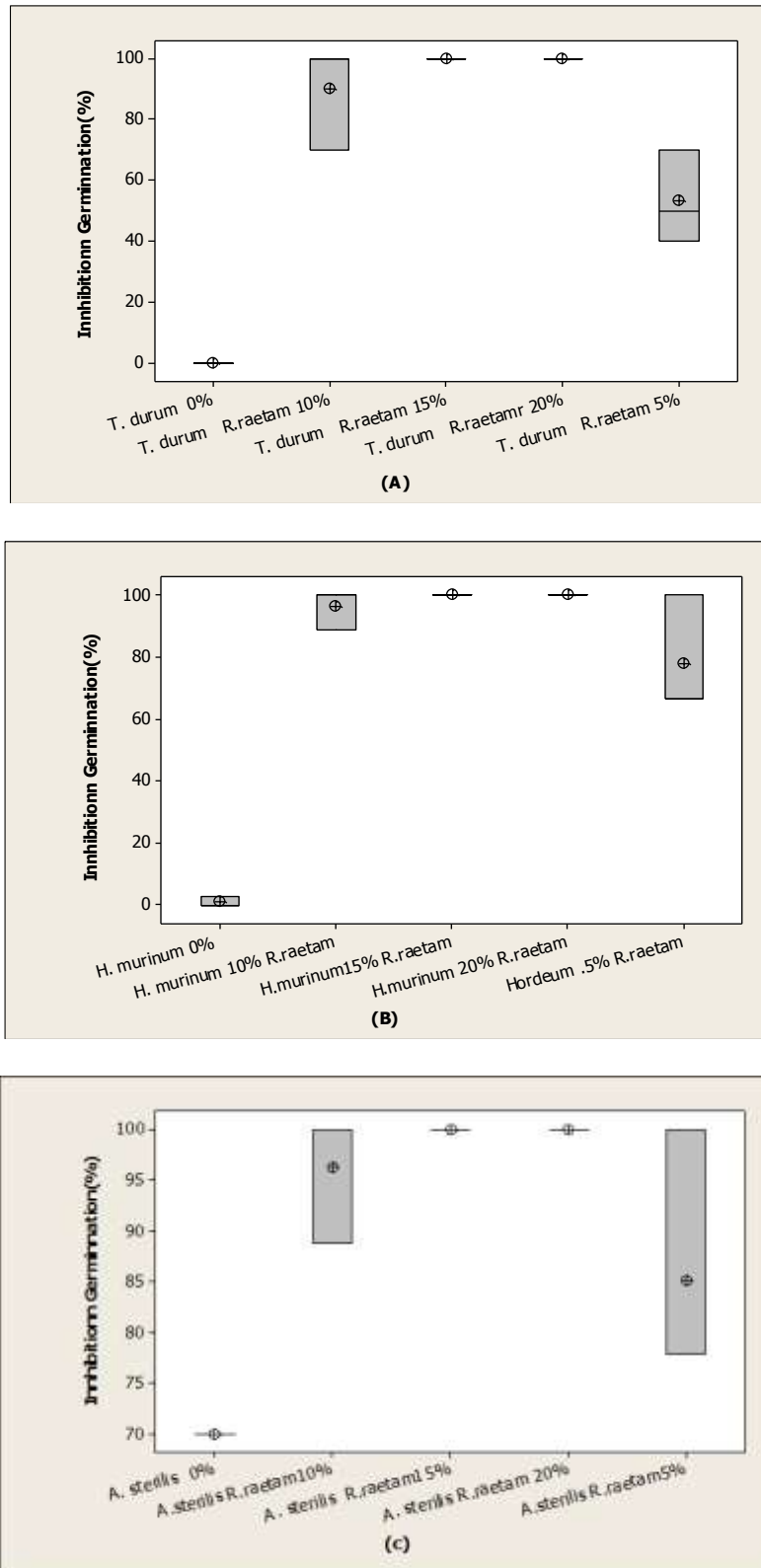


Figure 13: Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* sur le taux d'inhibition de germination (TIG) des graines des plantes cibles

III.2. 1.B. Effet d'*A. armatus*

La figure 14 (A), montre l'inhibition de la germination de semence du blé dur. Nous observons que l'inhibition est 23.33% pour l'application de l'extrait *A.armatus* à 10% et la germination est inhibée à 40 % pour l'extrait à 7.5%. L'application de l'extrait *A.armatus* 5% a provoqué 33.33% d'inhibition de la germination chez *T. durum*. L'inhibition de la germination de *T.durum* est de 30% pour la concentration de l'extrait *A.armatus* (2.5%). Dans le témoin eau (0%), la germination de *T. durum* est totale (100%) donc (0%) d'inhibition. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence non significative ($p>0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques.

La figure 14 (B), montre l'inhibition de la germination de l'orge des rats. Nous observons que l'inhibition est de 96.67% pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (10%) et (2.5%) et est de 93.33 %pour l'extrait concentré à (7.5%). L'application de l'extrait *A. armatus* (5%) a provoqué 90% d'inhibition de la germination *H.murinum* Avec le témoin eau (0%) la germination de *H.murinum* est totale 100%. L'ANOVA montre, l'existence d'une différence significative ($p<0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques

La figure 14 (C), montre l'inhibition de la germination de semence de la folle avoine. Nous observons que l'inhibition totale (100%) pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (2.5%) et (5%) et (10%). L'application de l'extrait *A. armatus* (7.5%) a provoqué 95% d'inhibition de la germination *A. sterilis*. Dans le témoin eau (0%) la germination d'*A.sterilis* est de 70%. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p<0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 86,27%.

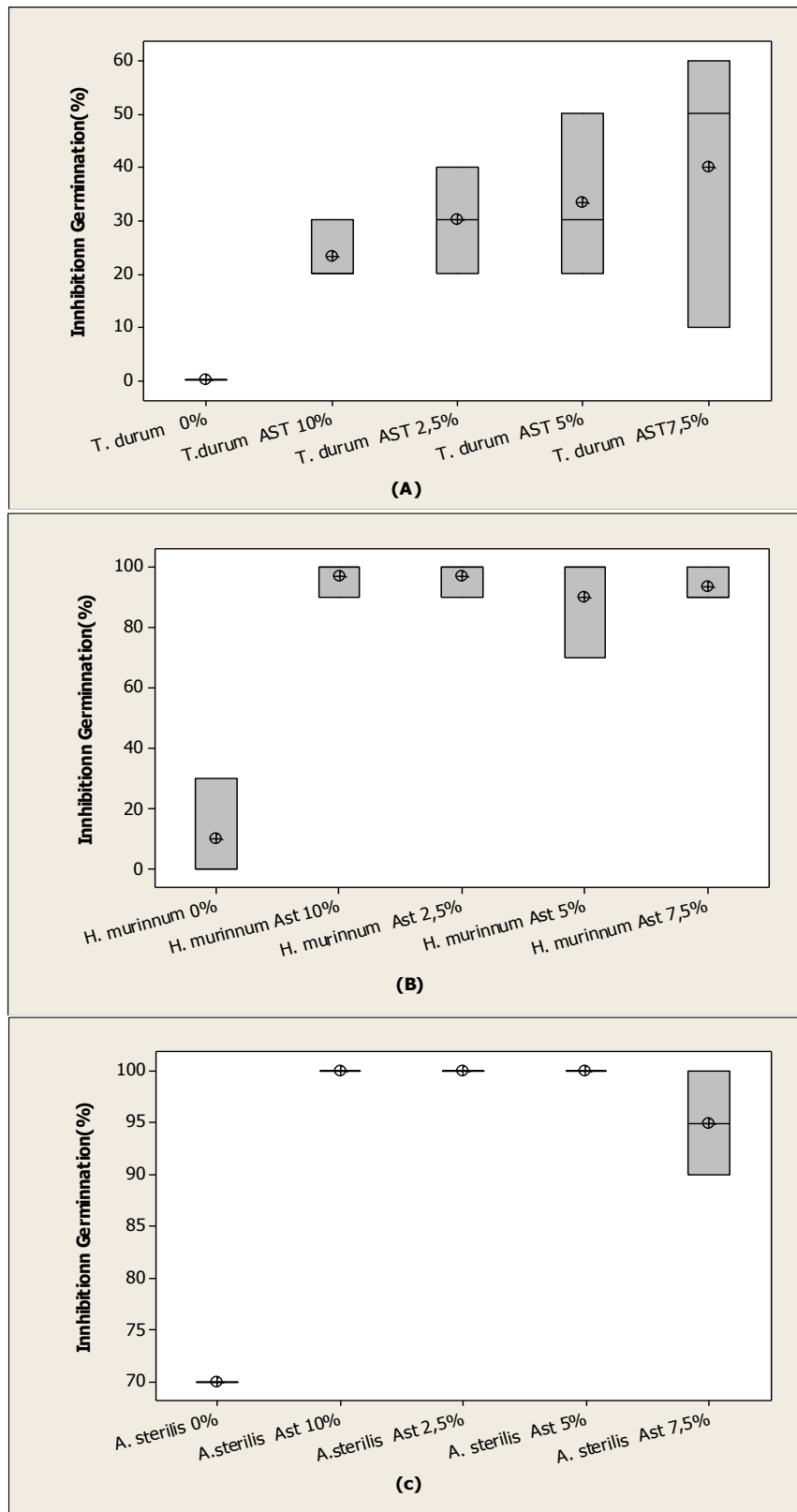


Figure 14 : Effet de l'extrait aqueux de *A. armatus* sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles

III.3. Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* et *A.armatus* sur la croissance des Tigelles et radicule des plantes cibles

III.3.1. Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* sur la croissance des Tigelles des plantes cibles

La figure 15 (A), montre les effets de l'extrait *R.raetam* sur le développement des Tigelles de l'espèce cible blé. Nous observons une longueur moyenne des Tigelles de 5.38 cm pour l'application de l'extrait *R.raetam* à (5%) et est 2.40 cm à l'extrait (10%). L'application de l'extrait *R. raetam* (15%) a permis une croissance des Tigelles du blé de 3.50cm. Dans l'eau (0%), la longueur des Tigelles de blé est 15.33cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques.

La figure 15 (B), montre les effets de l'extrait de *R. raetam* sur le développement des Tigelles de l'espèce cible *H.murinum*. Nous observons un développement des Tigelles de 0.95 cm pour l'application de l'extrait *R.raetam* à (5%) et il est de 5.1 cm à l'extrait (10%). Dans le témoin eau (0%) la longueur moyenne des Tigelles du l'orge des rats est 7.4 cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques.

La figure 15 (C), montre les effets de l'extrait *R.raetam* sur le développement des Tigelles de la folle avoine. Nous observons une longueur moyenne des Tigelles de 0.20 cm pour l'application de l'extrait *R.raetam* à (5%) et (10%). Avec le témoin eau (0%) la longueur des Tigelles de l'avoine folle est 4.05 cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques.

L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 73.68%.

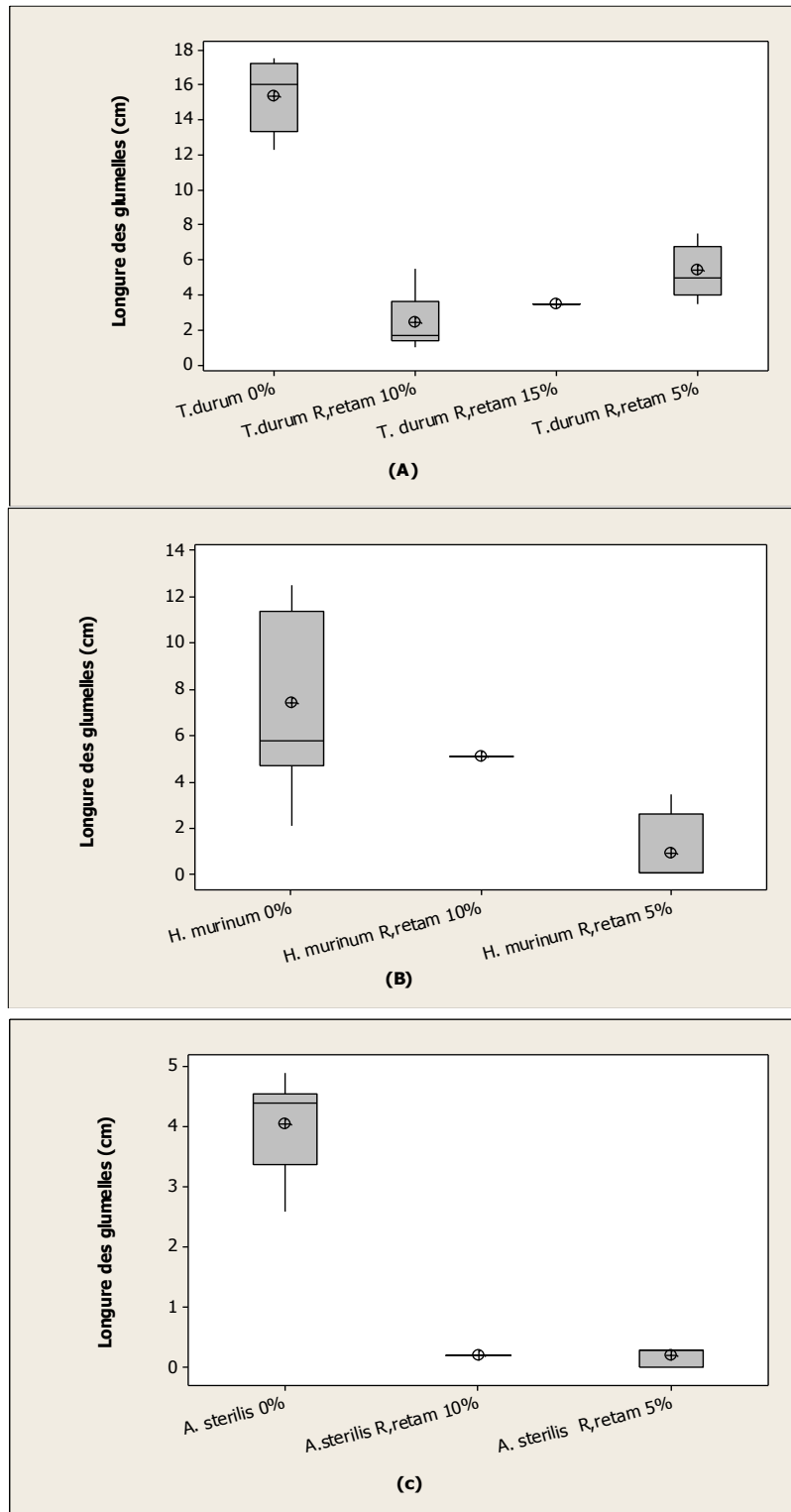


Figure 15: Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* sur la croissance des Tigelles des plantes cibles

III.3.2.Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* sur la croissance des racines des plantes cibles

Le figure 16 (A), montre les effets de extrait *R.raetam* sur développement des racines de l'espèce cible blé. Nous observons une longueur moyenne des racines de 1.88 cm, pour l'application de l'extrait *R.raetam* à (5%) et de 0.86 cm à l'extrait (10%). L'application de l'extrait *Rétama raetam* (15%) a provoqué une croissance de 0.10 cm de Longueurs des glumelles *T.durum*. Dans le témoin eau (0%), la Longueur des racines du blé est 8 cm .L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p<0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques

Le figure 16 (B), montre les effets de extrait *R. raetam* sur développement des racines de Espèce cible (*H.murinum*). Nous observons que la longueur moyenne des racines est 1.73 pour l'application de l'extrait *R. raetam* à (5%) et 1.10 à l'extrait (10%). Avec le témoin eau (0%) la longueur moyenne des racines de l'avoine folle est 4 cm .L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p<0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques. L'interaction entre les acteurs de l'expérimentation est de 83.66%.

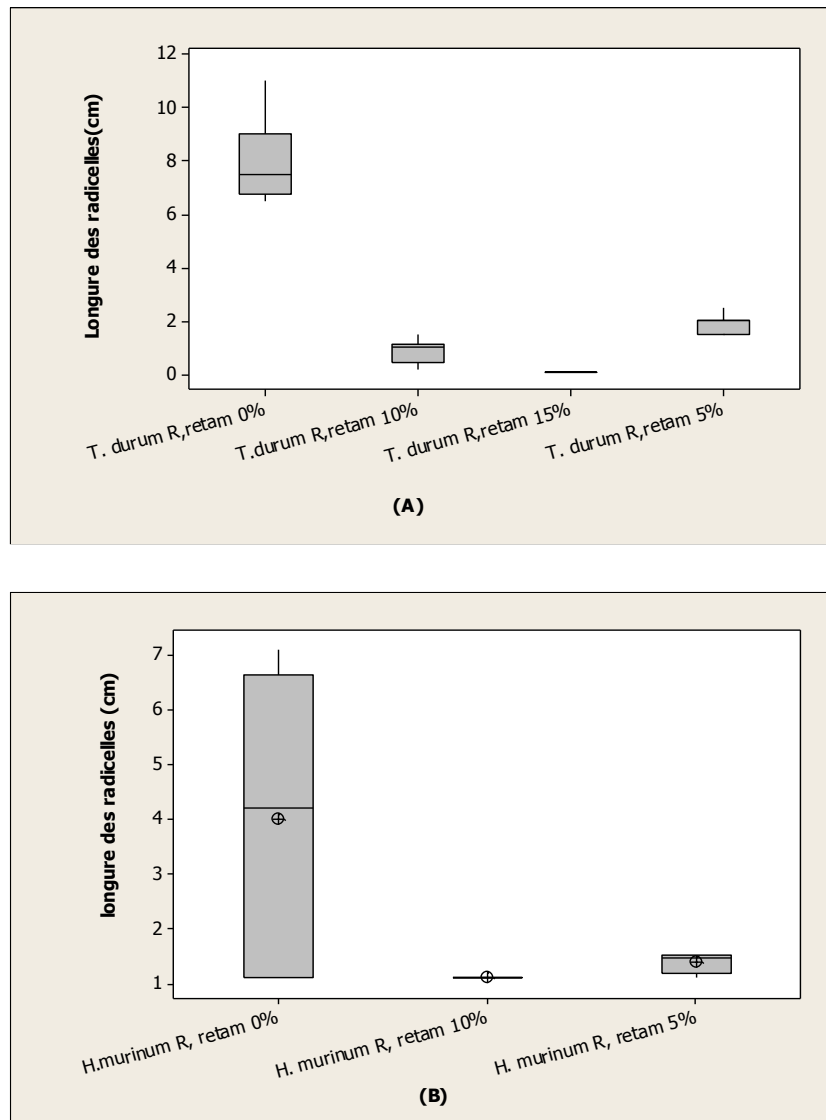


Figure 16: Effet de l'extrait aqueux de *R. raetam* sur la croissance des racines des plantes cibles

III.3.3.Effet de l'extrait aqueux d'*A.armatus* sur la croissance des Tigelles des plantes cibles

La figure 17 (A), montre les effets de extrait *A. armatus* sur développement des Tigelles de Espèce cible *T.durum*. Nous observons une longueur des Tigelles de 12.83 cm pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (2.5%) et de 5.11 cm avec l'extrait (5%). L'application de l'extrait *A.armatus* (7.5%) a provoqué une croissance 2.44 cm de longueur des Tigelles du blé et 9.77 cm pour l'extrait à (10%). Avec le témoin eau (0%) la longueur est de 15.33 cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques

La figure 17 (B), montre les effets de extrait *A.armatus* sur développement des Tigelles de Espèce cible orge des rats. Nous observons une longueur des Tigelles de 9 cm pour l'application de l'extrait *Astragalus armatus* à (2.5%) et 2.23 à l'extrait (5%) L'application de l'extrait *A.armatus* concentrée à (7.5%) un développement de 2.83 cm de longueur des Tigelles de *H.murinum* .Avec le témoin eau (0%) la longueur est 7.40 cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques.

La figure 17 (C), montre les effets de extrait *A. armatus* sur développement des Tigelles de Espèce cible (*A.sterilis*); Nous observons une longueur des Tigelles de 2.50 cm pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (7.5%). Avec le témoin eau (0%) la Longueurs est de 14.60 cm .L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence non significative ($p < 0.001$) avec la formation de deux groupes statistiques.

L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 67.95%.

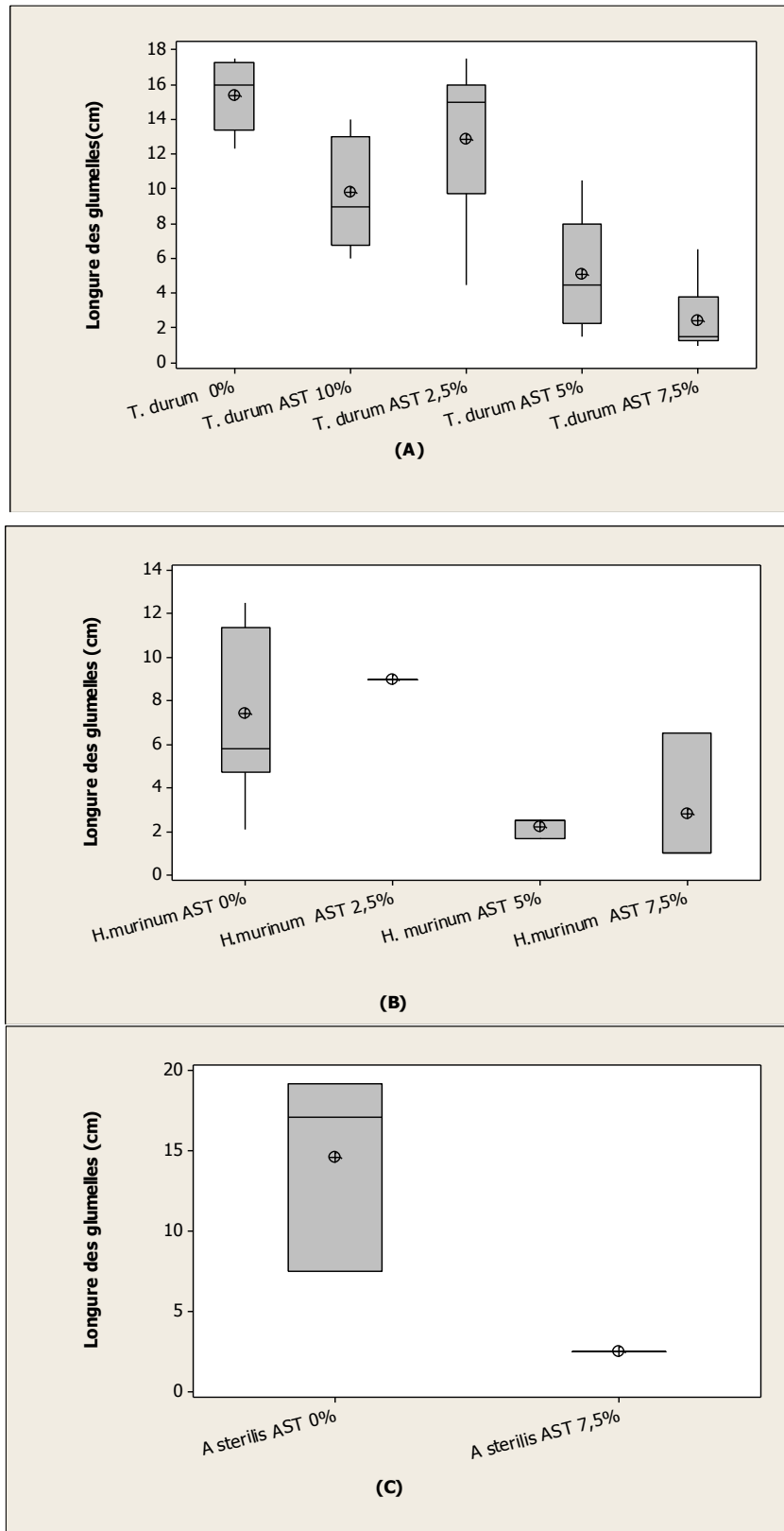


Figure 17: Effet de l'extrait aqueux *d'A. armatus* sur la croissance des Tigelles des plantes cibles

III.3.4 Effet de l'extrait aqueux d'*A.armatus* sur la croissance des racines des plantes cibles

La figure 18 (A), montre les effets de l'extrait d'*A. armatus* sur développement des racines de l'espèce cible *T.durum*. Nous observons que la Longueur des racines 6.44cm pour l'application de l'extrait *A. armatus* à (2.5%) et 1.11 à l'extrait (5%) L'application de l'extrait *A. armatus* (7.5%) a provoqué 1.24 de Longueur des racines *T.durum* et 4.10 pour l'extrait à (10%) . avec le témoin eau (0%) la Longueur est 8 .L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques

La figure 18 (B), montre l'effet des extraits *A.armatus* sur développement des racines de *H.murinum*. Nous observons une longueur des racines de 2.5 cm pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (2.5%) et de 1.70 cm à l'extrait (5%). L'application de l'extrait *A.armatus* (7.5%) provoque un développement de 2.16 cm de la longueur des racines *H.murinum*. Pour le témoin eau (0%) la longueur est de 4 cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence non significative ($p > 0.001$) avec la formation de 1 groupe statistique.

La figure 18 (C), montre Les effets de l'extrait *A. armatus* sur développement des racines de *A.sterilis*. Nous observons une longueur des racines de 1.90 cm pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (7.5%). Dans le témoin eau (0%) la Longueur est 13.16 cm. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$). L'interaction entre les acteurs de l'expérimentation est de 56.60%.

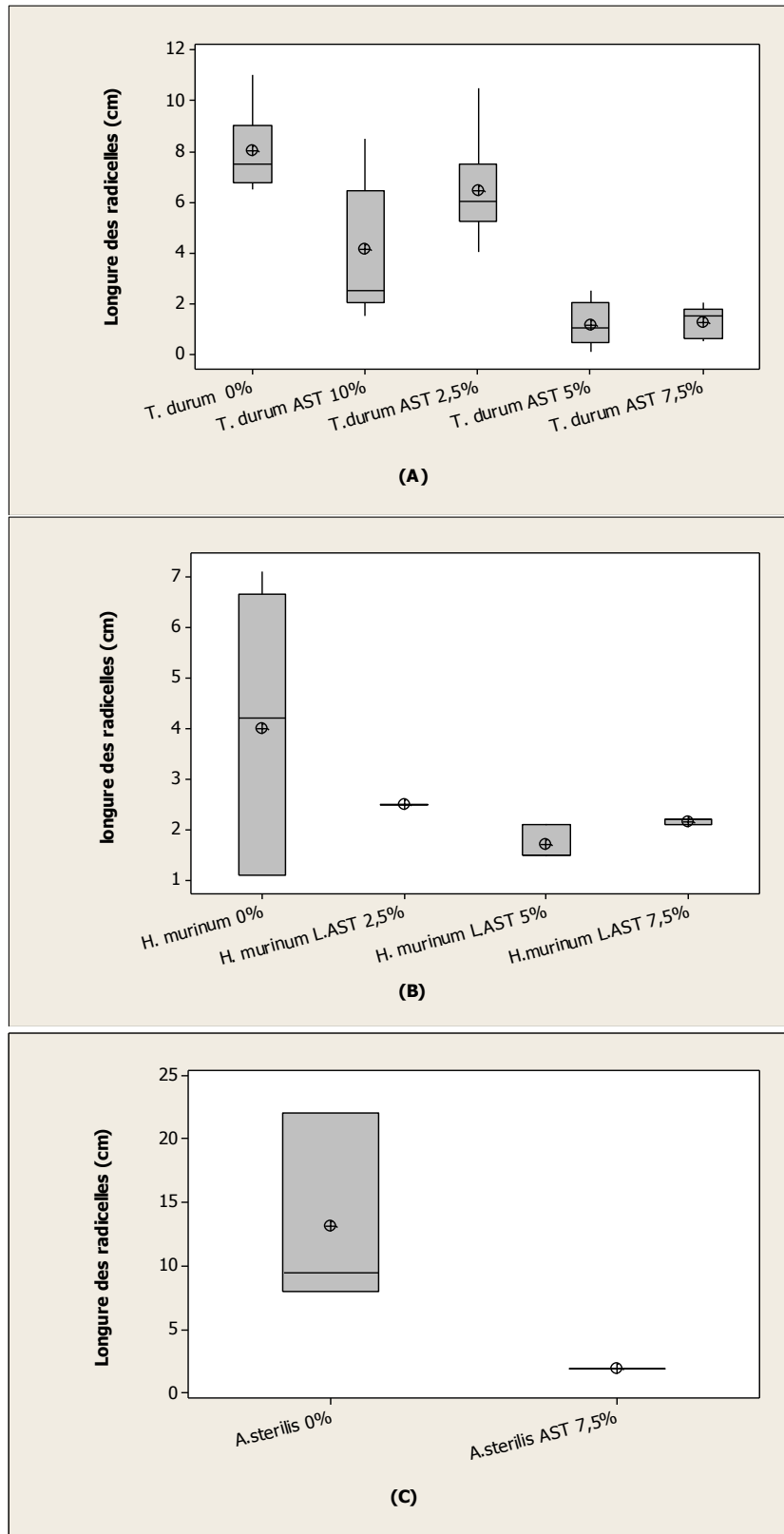


Figure 18: Effet de l'extrait aqueux d'*A. armatus* sur la croissance des racines des plantes cibles

III.4.Effet de l'extrait aqueux d'*A. armatus* et *R.raetam* sur l'indice de vigueur des plantes cibles

III.4.1. Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* sur l'indice de vigueur des plantes cibles

La figure 19(A), montre que l'indice de vigueur est relativement élevé d'une valeur de 23,33 pour les concentrations du témoin chez les espèces du *T.durum* et pour l'application de l'extrait *Rétama raetam* à (5%) provoqué 4,35 et 0,32 pour l'extrait (10%). L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence non significative ($p > 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques.

La figure 19 (B) montre que l'indice de vigueur est élevé pour les concentrations du témoin chez les espèces du *H.murinum* est 10,12 et pour l'application de l'extrait *R.raetam* à (5%) provoqué 0,44 et 0,19 à l'extrait *R. raetam* (10%) L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p > 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques

L'interaction entre les acteurs de l'expérimentation est de 65.47%.

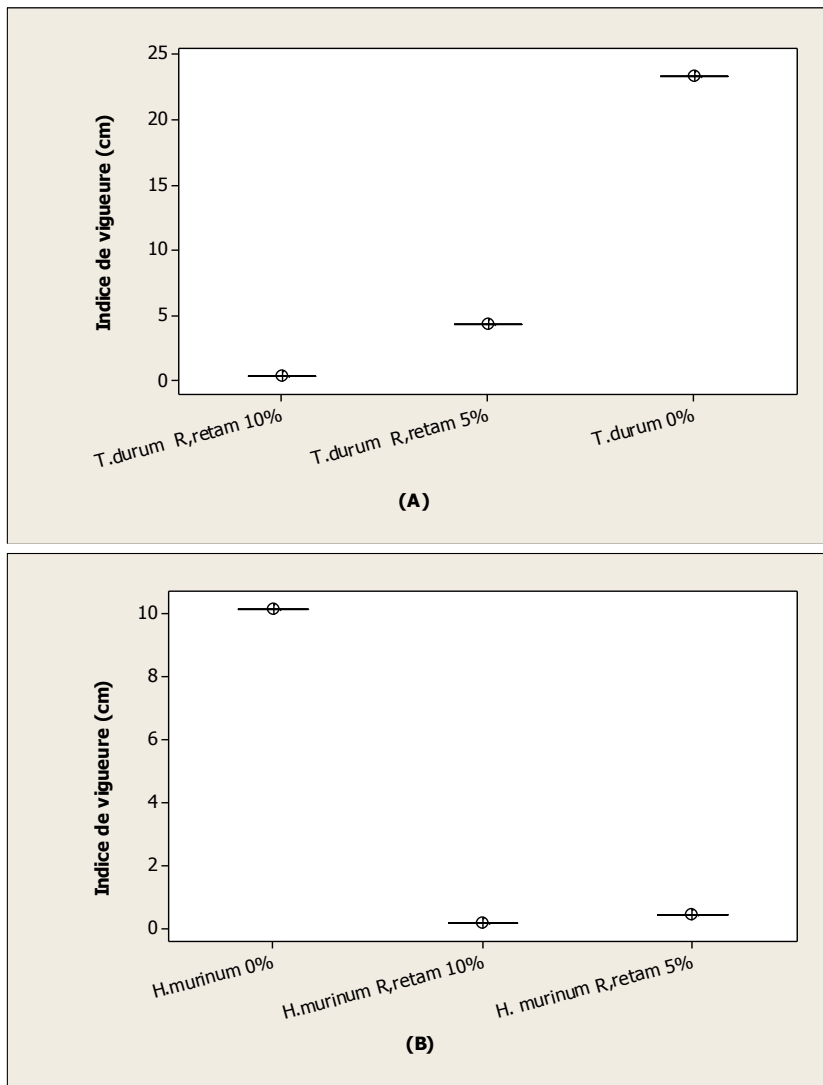


Figure19 : Effet de l'extrait aqueux de *R.raetam* sur l'indice de vigueur des plantes cibles

III.4.2 Effet de l'extrait aqueux *A. armatus* sur l'indice de vigueur des plantes cibles

La figure 20 (A), montre que l'indice de vigueur pour les concentrations du témoin est relativement le plus élevé chez le blé il est de 23,33. Pour l'application de l'extrait *A. armatus* à (2,5%) l'indice de vigueur est 13,48 et est 4,10 à la concentration (5%) et 2,20 à l'extrait (7,5%). Avec l'application de l'extrait *A. armatus* (10%) on observe un indice de vigueur de 10,62. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques.

La figure 20 (B), montre que l'indice de vigueur est élevé pour les concentrations du témoin chez les espèces du *H. murinum* est 10,12, le plus faible indice de vigueur 0,34 est observé pour (7,5%). L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 3 groupes statistiques.

La figure 20 (C) montre que l'indice de vigueur est élevé pour les concentrations du témoin chez *A. sterilis* il est de 8,29 et pour l'application de l'extrait *A. armatus* à (7,5%) on observe un indice de vigueur de 0,22. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques. L'interaction entre les acteurs de l'expérimentation est de 72.81%.

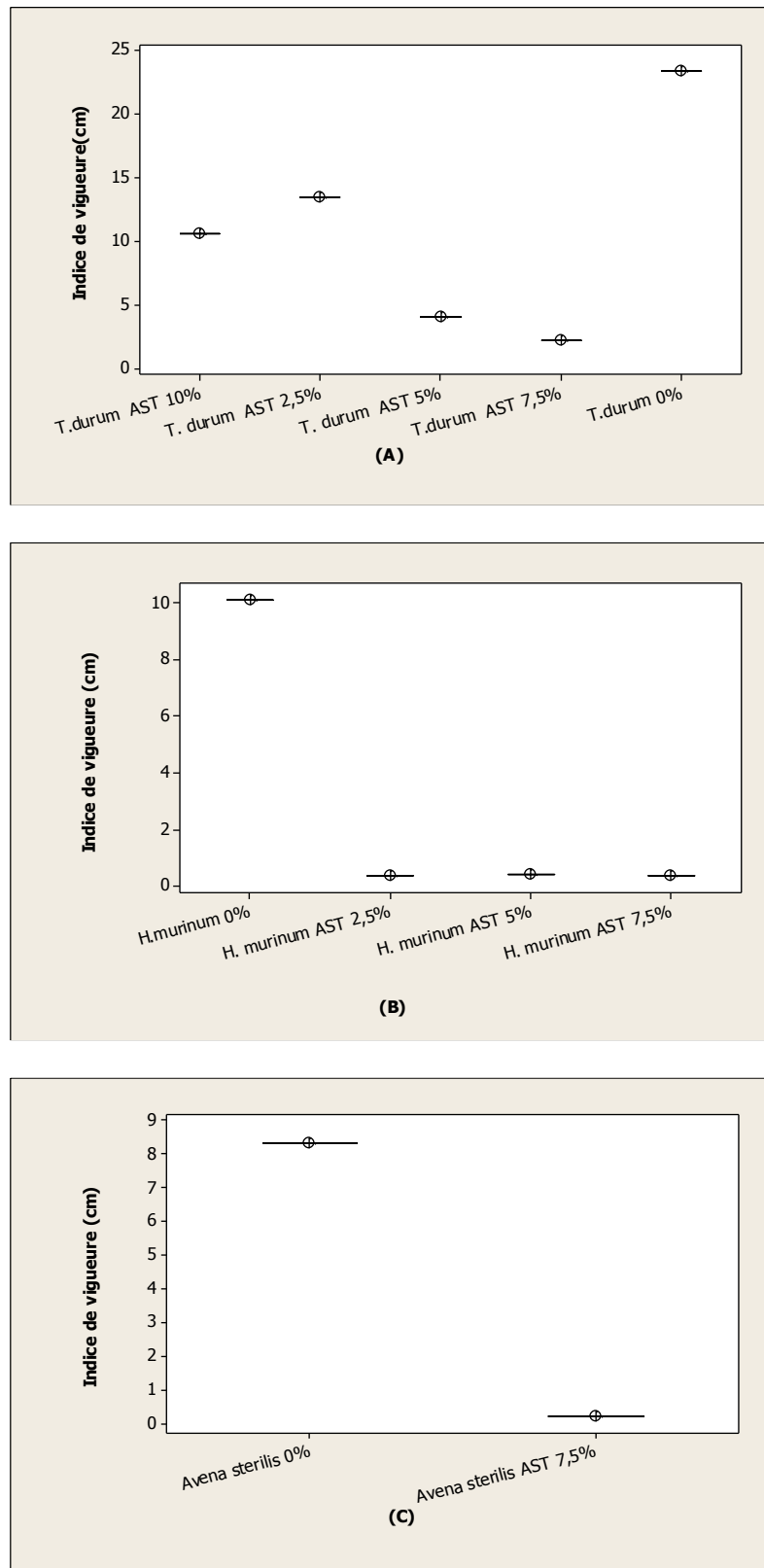


Figure20 : Effet de l'extrait aqueux *A. armatus* sur l'indice de vigueur des plantes cibles

III.5. Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait de *R. raetam* et *A.armatus*

III.5.1. Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait de *R. raetam*

La figure 21 (A), montre les résultats de la proline accumulée par le blé traité à l'extrait de *R. raetam*. Nous observons une accumulation de proline de 0.17 ($\mu\text{mol/g MF}$) pour le témoin (0%), l'application de l'extrait *R. raetam* à (5%) provoque une accumulation de 0.27 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline et de 0.92 ($\mu\text{mol/g MF}$) pour (10%).L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p<0.001$) avec la formation de 2groupes statistiques.

La figure 21(B), indique l'accumulation de la proline chez *H. murinum* traité par l'extrait de *R. raetam*. Nous observons dans Témoin une accumulation de 0.18 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline. Avec l'application de l'extrait *R.raetam* à (5%) 0.38 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline est accumulée chez l'orge des rats. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p<0.001$) avec la formation de 2groupes statistiques.

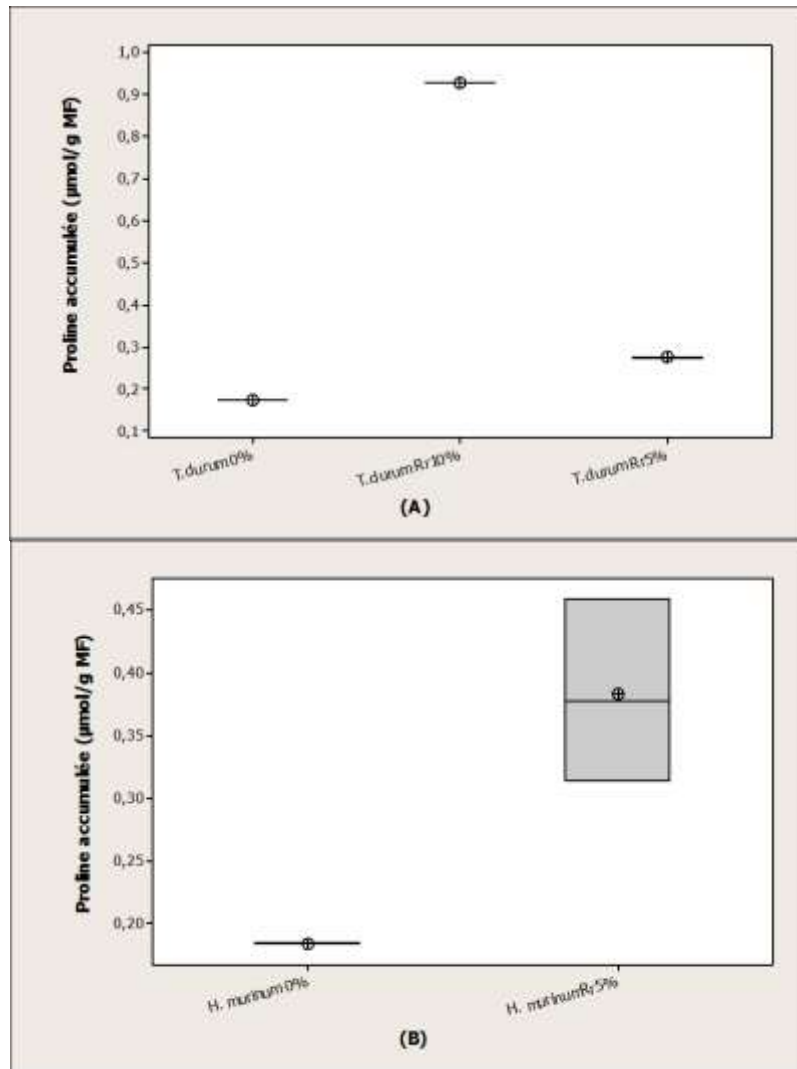


Figure 21 : Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait de *R. raetam*

III.5.2. Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait d'*A. armatus*

La figure 22(A), montre les résultats de la proline accumulée par *T. durum* traitée à l'extrait d'*A. armatus*. Nous observons 0.17 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline chez les sujets du témoin. Pour l'application de l'extrait d'*A. armatus* à (2.5%), 0.15 ($\mu\text{mol/g MF}$) de Proline est observée et 0.19 ($\mu\text{mol/g MF}$) pour (5%). 0.24 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline sont observés chez le blé pour la concentration de l'extrait *A.armatus* (7.5%). L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 4 groupes statistiques. La figure 22(B) représente les résultats de proline de l'Espèce cible *H.murinum* traitée à l'extrait de *A. armatus*. Nous observons dans le Témoin 0.18 ($\mu\text{mol/g MF}$). Pour l'application de l'extrait d'*A. armatus* à (5%) provoqué 0.68 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline accumulée. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques.

La figure 22(C), montre les résultats de proline accumulée par *A.sterilis* traité à l'extrait d'*A. armatus*. Nous observons que le résultat de proline du Témoin chez les espèces du *A. sterilis* et 0.12 ($\mu\text{mol/g MF}$) et pour l'application de l'extrait *A.armatus* à (7.5%) 0.13 ($\mu\text{mol/g MF}$) de proline sont accumulées. L'ANOVA a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0.001$) avec la formation de 2 groupes statistiques.

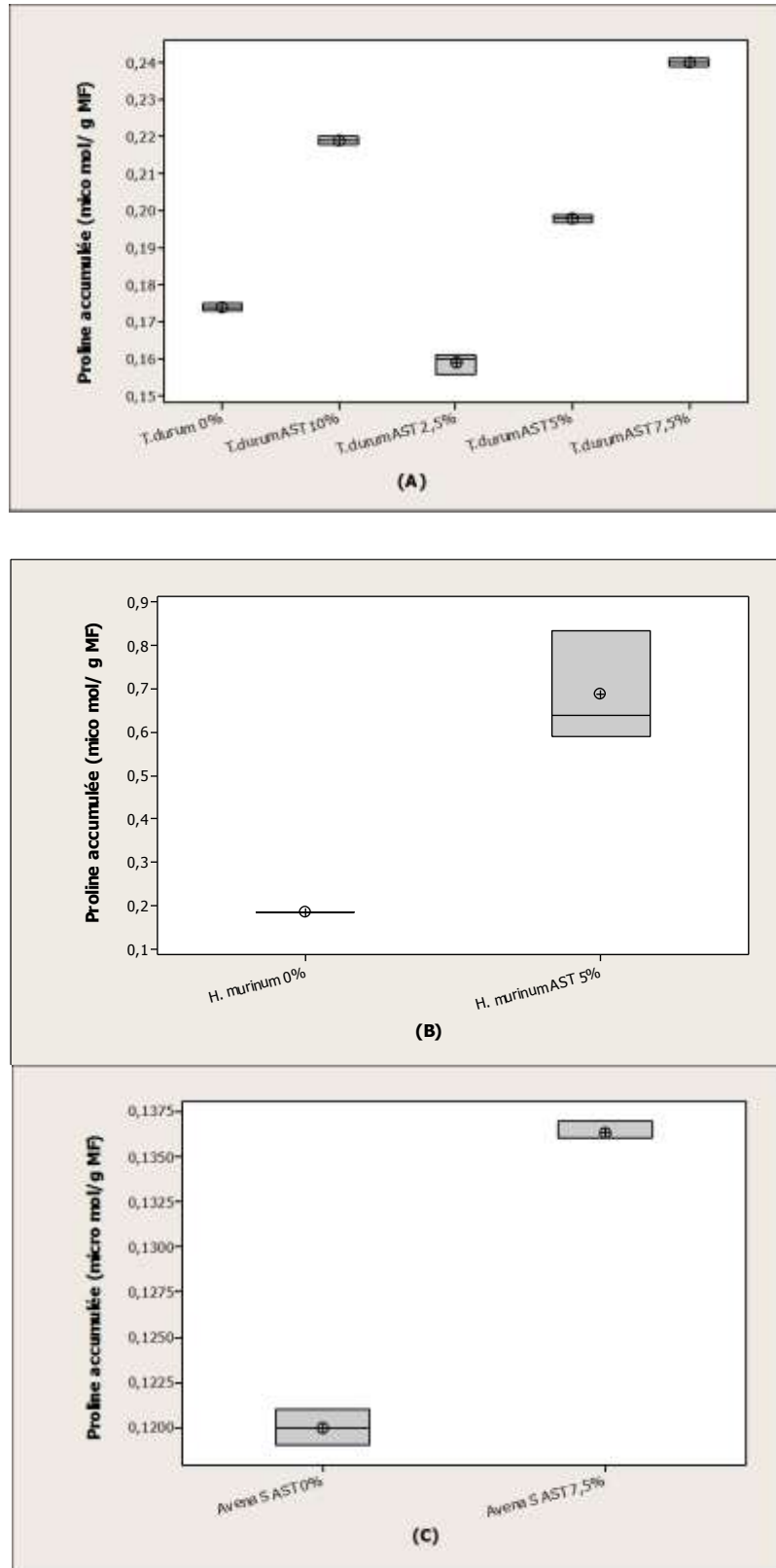


Figure 22: Accumulation de la proline des d'Espèces cibles à l'extrait d' *A. armatus*

III.6. Analyse en Composante Principale

L'ACP (Figure 23) permet de synthétiser et de compléter le manque d'information sur l'évolution du système en visualisant les meilleures corrélations observables. La composante principale de l'ACP est déterminée selon deux composantes F1 et F2 expliquant respectivement 78,80% et 11,13% de la variance totale 89,93%. Nous remarquons que la plus grande corrélation de 78,80 % est révélée par F1 par rapport à F2. Les faibles concentrations des extraits aqueux de l'*A. armatus* et de *R. raetam* appliquées sur les mauvaises herbes avec toutes celles appliquées sur le blé sont situées à droite et les concentrations des extraits aqueux de l'*A. armatus* et de *R. raetam* plus élevées appliquées sur les mauvaises herbes avec celles de *R. raetam* 15% et 20% sont localisées à gauche. Cette disposition permet d'expliquer les corrélations entre les facteurs de germination et de croissance des espèces cibles avec les concentrations des extraits aqueux provenant l'*A. armatus* et de *R. raetam*. D'une part, la corrélation la plus importante est observée entre le taux d'inhibition de la germination et l'accumulation de la proline pour les deux adventices *H. murinum*, *A. sterilis* avec les traitements 5%, 10% et 20% des extraits aqueux de *R. raetam* appliquées sur les deux mauvaises herbes ainsi que les deux plus forte concentrations 15% et 20% des extraits de cette plante appliquée sur le blé. L'ACP, montre aussi qu'une importante corrélation est observée entre le taux d'inhibition de la germination et l'accumulation de la proline pour les deux adventices *H. murinum*, *A. sterilis* pour toutes les concentrations de l'extrait aqueux d'*A. armatus*. Par contre, les faibles concentrations sont respectivement corrélées comme suit : Les longueurs des tiges et aussi indice de vigueur de *T. durum* et des deux mauvaises herbes sont corrélés avec les traitements du témoin 0%. Les traitements 15% et 20% de *R. raetam* chez le blé et l'avoine folle n'ont apporté aucune information. De même les traitements 5% et 7,5% de de l'extrait d'*A. armatus* n'a apporté aucune information chez les deux mauvaises herbes.

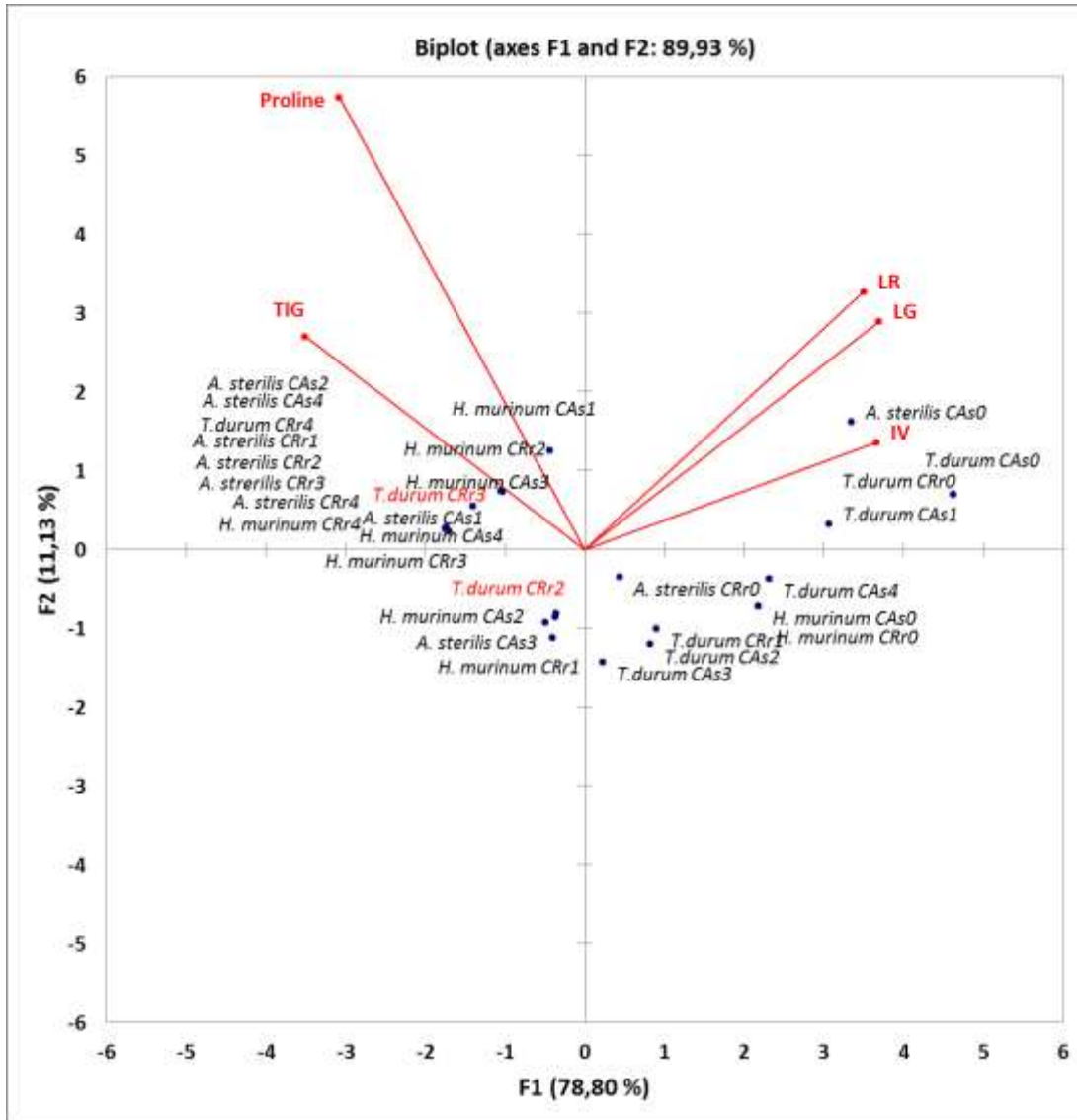


Figure23: Analyse en Composante Principale

Discussion

Les résultats de l'analyse infrarouge ont montré que les deux espèces, *R. raetam* et *A. armatus*, synthétisent diverses molécules métabolites organiques dans leurs feuilles. Les tests phytochimiques que nous avons effectués ont révélé la présence de composés allélochimiques dans les feuilles des deux espèces à savoir les terpénoïdes, les alcaloïdes et les polyphénols tels que, les flavonoïdes et les tanins. Mais pour être considérés comme composés allélopathique, les molécules doivent être sous forme active libre et protomé et avoir divers effets sur leurs cibles de manières différentes (Thomas, 2011). L'effet des extraits aqueux de *R. raetam* et *A. armatus* sur la germination des graines et l'inhibition des semis a été observé ; ces extraits ont également été testés sur diverses mauvaises herbes et espèces. Les extraits aqueux de *R. raetam* ont empêché la germination de certaines graines de mauvaises herbes. Nous avons observé que la germination des graines est retardée, arrêtée ou ne se produit pas à un stade avancé. Selon Philip (1970), lorsque les plantes sensibles sont exposées à des produits chimiques, la germination des graines est provoquée. Selon cet auteur, la germination de certaines graines s'arrête au stade du gonflement des graines. Pour d'autres, la germination s'arrête dès l'apparition des racines.

Nous avons constaté un effet inhibiteur sur le développement des plantules lorsque la germination des graines n'est pas inhibée. Nous avons observé des effets sur la radicule, et sur la Tigelle ou les deux en cas d'inhibition. Dans certaines situations, le développement de la radicule s'arrête, tandis que dans d'autres situations, il est compensé Blum (2004). L'absence de tigelle, l'inhibition de la taille ou encore le retardement du développement sont des signes de l'effet sur la croissance de la partie aérienne. Selon Kruse et al. (2000), les substances allélochimiques peuvent avoir un impact par des changements morphologiques, qui sont généralement observés pendant les premiers stades de développement, des effets sur l'allongement de la Tigelle et de la radicule. Dans la plupart des tests que nous avons réalisés, l'effet inhibiteur des extraits est plus important sur le développement des plantules : longueur de la racine et longueur de la partie aérienne.

Les différences de quantité concentration et de caractéristiques physicochimiques (espèce allélopathique) qui mettent en jeu des substances allélochimiques spécifiques, telles que les

flavonoïdes alcaloïdes, terpénoïdes et tanins, dont la présence a été mise en évidence par les tests phyto-chimiques que nous avons effectués, peuvent expliquer les différents effets des extraits aqueux sur la germination des graines et le développement des plantules.

Notre travail expérimental a également montré que pour chaque espèce allélopathique, l'inhibition augmente avec la concentration de l'extrait, mais cette augmentation n'est pas proportionnellement égale pour les deux espèces. Friedman (1995) affirme que l'allélopathie ne se manifeste que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plante ou la graine cible. Selon 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 la concentration des extraits.

Pour les deux adventices que nous avons étudiés, la germination des graines est inhibée totalement par les extraits de *R. raetam* à la concentration 15% et 20%. La germination des graines est totalement inhibée par les extraits de *A. armatus* à une concentration 2.5% et 10%. Machado (2007), a signalé aussi que la germination de la folle avoine est inhibée complètement par des extraits 15% et plus pour d'autres espèces allélopathiques : *Peganum harmala*, *Nerium oleander* et *Ailanthus altissima*.

Les extraits aqueux de *A. armatus* que nous avons testés inhibent la croissance des plantules de (*H. murinum*) à des concentrations de 2.5 %, 5%, 7.5% et 10%. Les extraits aqueux de *R. raetam* de 10 %, 15 % et 20 % entravent la croissance des plantules de *H. murinum*.

Les extraits aqueux de *R. raetam* que nous avons testés ne provoquent pas l'inhibition de la croissance des semis (*A. sterilis*) à des concentrations de 5 % et 10 %, mais à une concentration de 15 % et 20 % une inhibition de la croissance des grains est visible et elle augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits. Batish et al. (2002) ont également souligné l'inhibition de la folle avoine. Ils ont démontré que le Parthenin, une substance isolée des feuilles de *Parthenium hysterophorus* L., a un effet inhibiteur sur la germination et le développement des plantules de l'avoine folle.

Selon les résultats obtenus, la germination des graines de blé n'est pas affectée de la même façon par les différentes concentrations des extraits aqueux et parfois l'effet est limité ou minime, ces résultats sont en accord avec ceux de Dogan (2004).

La force des graines dans le milieu est représentée par l'indice de vigueur. Nous avons observé dans notre travail que la force des graines varie d'un milieu à l'autre, de sorte que la force des graines dans les extraits de *R.raetam* est plus forte (haute) que dans les extraits aqueux de *A. armatus*, ce qui nous incite à dire que l'effet de *A.armatus* sur les graines des mauvaises herbes est plus fort que l'effet de *R.raetam*. Cet effet peut être expliqué par la forte présence des flavonoïdes, des terpénoïdes et surtout des tanins dans *A. armatus* (Blum, 2004).

Conclusion

L'étude de l'effet des extraits aqueux de la partie aérienne de deux espèces spontanées steppiques *R. raetam* et *A. armatus* sur la germination des graines et le développement des plantules d'une trois plante cibles : deux mauvaises herbes *A. sterilis* et *H. murinum*, et sur une culture céréalière blé dur *T. durum*.

- Les analyse phyto-chimiques sur la poudre de deux plante *A. armatus* et de *R. raetam* ont confirmé la présence de molécules allélopathique dans les feuilles des deux espèces ;
- Ces molécules sont surtout des polyphénols, des alcaloïdes et des terpénoïdes, pouvant intervenir dans le processus de l'allélopathie;

Sur la base des résultats des tests de germination que nous avons obtenus, nous concluons que:

- Les extraits aqueux de *R. raetam* sont plus inhibentde lagermination des graines des deux mauvaises herbes à la concentration 15%, 20%.
- Les extraits aqueux d'*A. armatus* sont inhibiteurs de la germination des graines de mauvaises herbes avec des taux dépassant les 90% d'inhibition ;
- Pour la concentration 5% de l'extrait aqueux d'*A. armatus* nous avons observons une inhibition de la croissance des Tigelles des deux mauvaises herbes relativement plus forte ;
- Cette même observation a été notée pour la croissance des racelles des plantules qui ont pu germées ;
- L'indice de vigueur des graines des plantes cibles est plus fort pour les faibles concentrations des extraits aqueux.
- Acp montre que pour la plante cible de faible concentration sont coulé avec L'indice de vigueur et longueur des Tigelles et longueur des racelles Poure le fort concentration est inhibe la germination des plante cible est provoque une strasse de plante cible.

Perspectives

Nos résultats ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes de recherches en physiologie végétale mais également il serait intéressant de :

- Tester d'autres concentrations de l'extrait aqueux des deux plantes sur la germination et le développement d'autres mauvaises herbes ;

D'autres études devraient être menées avec d'autres plantes en pots et sur champs avec une analyse quantitative de la composition chimique de *Astragalus armatus* et *Retama raetam*.

Références bibliographiques

- Abis S., 2012.** "Le blé en méditerranée. Sociétés, commerce et stratégies", Economie et territoire/relations commerciales, pp. 241- 247.
- Alaoui S.B., 2005.** Les Particularités des adventices vivaces et les bases de raisonnement d'une stratégie de lutte intégrée. Symposium National Sur les Adventices Vivaces, Mohammadi, Maroc 24 Février; 15p
- Allal-benfakih.l; 2006 .**Recherche quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* Orth.Oedipodinae dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques .thèse de doctorat N°17-UNIV de limoge. Laboratoire UMR INRA 1061 Institut National Agronomique d'El Harrach.p27.
- Arif M., Cheema Z.A., A. Khaliq A. & Hassan A., 2015.** Organic Weed Management in Wheat through Allelopathy. International Journal of Agriculture and Biology; 17 1:127-134.
- Bahi K. 1991.** Contribution à S. *Etude phytochimiques de la plante Rétama sphaerocarpa (L) Boiss et évaluation de son activité antibactérienne* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- Barralis G., 1984.** Adventices des cultures à 500 millions de semences/ha. Cultivar, Spécial Désherbage; (178): 16-19.
- Beniston WS., 1985-** Fleurs d "Algérie. Entreprise nationale des arts graphiques. Ed. Reghaia. Algérie. 112p.
- Ben chacha. A. 2008.**Etude de l'effet allélochimique de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales et aromatiques sur la germination des grains des mauvaises herbes.5-23p.
- BENTABAL, M., & HASSANI, S. (2018)** *Effet de stress salin sur la germination et la croissance des plantules de Genista saharae et Retama retam L* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE kasdi Merbah ouargla).
- Bertin C., Yang X. & Weston LA., 2003.** The rôle of roots exudates and allelochemicals in the rhizosphere. Plant soil; 256: 67-83.
- Beladi, H. Chao, Q., & Rohrer, GS (2014).** Sélection des variants et distribution des plans cristallographiques intervariants dans la martensite dans un alliage Ti-6Al-4V. *Acta materialia*, 80 , 478-489.
- Bellakhdar, J.,1997,** La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle, Ibis Press, Paris, France
- Bellamdani, M., & Hamadache, M. (1995).** 467-PA11 Le traitement de la tuberculose pulmonaire à bacilles multi-resistants, à Alger. *Tubercle and Lung Disease*, (76), 90-91.
- Boulard B., 1997.** Plantes et champignons: dictionnaire. 2ème édition. Estem, Paris. p. 24

Blackshaw et al. 2004 Imane, B. O. U. A. I. C. H. A. O. U. I. *Aperçu sur la flore adventice des espaces verts gazonnés du pôle universitaire de M'Sila* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).

Blum B.-J. 2004. Perspectives pratiques du contrôle biologique des adventices. AFPP-dixneuvième conférence du coloma. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon 8-9 et 10 déc 2004. 8p.

Brunel S. & Tison J., 2005. Study on invasive plants in the Mediterranean Basin Rencontre environnement; (59):49-5.

Cardina J., Johnson G. & Sparrow D., 1997. The nature and consequence of weed spatial distribution. *Weed Science*; 45 (3): 364-373.

Caussanel J.P., 1989. Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie*, EDP Sciences; 9 (3): 219-240.

CIRAD, 2001. Malherbologie tropicale.

Chehma en 2006. DRISS BATOUL, F. Z., LEKHOUIMES, H., LEKHOUIMES, Z., & TEILLI, K. *Inventaire des plantes spontanées de la région de Debila et Hassani Abdelkrim da la Wilaya d'El-Oued* (Doctoral dissertation -University of Eloued).

Chiapusio G., Gallet C., Dobremez J.F., et Pellissier F., 2008. Les composées allélopathiques: des molécules phytochimiques pour demain? (Bio-pesticides d'origine végétales. Ed. Tec Doc, 51-64p.

Colbach N., Colas F., Gibot-Leclerc S., Granger S., Guyot S., Meziere D., Pointurier O., Queyrel W., Voisin A.S. et Bockstaller C., 2016. Analyse et modélisation des effets des pratiques agricoles sur les services et disservices écosystémiques dépendant des adventices. Application à l'évaluation et la conception de systèmes de culture économes en herbicides. Rapport de recherche Agrosup, Univ. Bourgogne Franche Comté, Dijon. France, 37p.

Corcuera, 1993 ; Niemeyer., BELGOT, K., SEROUTI, K., & YAHIAOUI, A. Effets Physiologiques De L'activité Allélochimique D'une Plante Sahariennes (Retama raetam) Sur Une Espèce Model (Zea mays).

Delamarre CA, Jouglain P, Deschamp N, Mignot L, Girou S. 2014. Produire des plants en agriculture Biologique .56p; Cirad France.

Dessaint F., Chadoeuf R. et Barralis G., 2001. Diversité des communautés de mauvaises herbes des cultures annuelles de Côte-d'Or (France). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*; 5 (2): 91-98.

Diallou M.D., Guisse A., Sall S.N., Dick R.P., Assigbetse K.B., Dieng A.L. & Chotte J.- L., 2015. Influence of tropical leaf litter on nitrogen mineralization and community structure of ammonia-oxidizing bacteria. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*; 19 (2): 173-183.

Djellad Khalida., (2017), Contribution A L'étude De L'influence Des Mauvaises Herbes Sur Les Rendements Des Cereales Dans La Region De Tlemcen, Memoire De Master, Universite De Tlemcen

Djermoun, A. (2009). La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Nature & Technology*, (1), 45.

Doré, T., Sène, M., Pellissier, F., & Gallet, C. (2004). Approche agronomique de l'allélopathie. *Cahiers Agricultures*, 13(3), 249-256.

Duhoux A., 2011. Caractérisation de la résistance non liée à la cible aux herbicides inhibiteurs de l'ACCase et de l'ALS chez le vulpin des champs (*Alopecurus myosuroides*). Sciences de l'environnement.

Duke S.O., 2015. Proving allelopathy in crop-weed interactions. *Weed Science*; (63): 121-132

El Jaafari S., 1993. Contribution à l'étude des mécanismes biophysiques et Biochimiques de résistance à la sécheresse chez le blé. Thèse de doctorat. Univ. Gembloux. Belgique: 214p.

Farchichi, A. 1996. La lutte contre l'ensablement et pour la stabilisation des dunes: Essai de la fixation biologique des dunes en Tunisie présaharienne. Recherches sur la désertification dans la Jeffara. *Rev. Tunis. Geogr.* 12: 49–102.

Farnandez A. Queiros M., 1978. Contribution à la connaissance cytotaxonomique des Spermaphyta du Portugal. IV. Leguminosae suppl.3. *Bol. Soc. Brot.* 52: 79-164.

Ferguson et al, 2003. BELGOT, K., SEROUTI, K., & YAHIAOUI, A.. Effets Physiologiques De L'activité Allélochimique D'une Plante Sahariennes (*Retama raetam*) Sur Une Espèce Model (*Zea mays*).

Friry J., 2013. Analyse de l'effet de l'environnement, du précédent et des pratiques culturales, sur la composition des communautés d'adventices des bananeraies de Guadeloupe. Mém. Master. 2 Biodiversité Végétale Tropicale, Univ. Montpellier 2 Sciences et Techniques, 27p.

Gallego-Martin F., Sandez Anta M.A., Navarro Andrés F., 1988. Acerca de la cariología de algunas genisteas del centro-occidente español. *Lazaroa*. 9: 55–60.

Jarchow M.E. & Bradley J.C., 2009. Allelopathy as a mechanism for the invasion of *Typha angustifolia*. *Plant Ecology*; (124): 113-124.

Godinho I., 1984. Les définitions d' "adventice" et de "mauvaise herbe". *Weed Research*; (24): 121-125.

Gokkuş, A., Koc, A., 2001. Range Management. Ataturk University, Agriculture Faculty Publication No. 228.

Hanana M., Bejia A., Amri I., Gargouri S., Jamoussi B. et Hamrouni L., 2014. Activités biologiques des huiles essentielles de pins. *Journal of New Sciences*; 4(3): 18- 32.

Hatimi, A., 1995 Root symbiotes of three arborescent legume crops in the littoral dunes of Souss-Massa. In '[INRA Colloquia; Limiting factors in symbiotic nitrogen fixation in the Mediterranean basin]' pp. 183-90. (INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) .

Hmimina; Touré, 2014 Deguine, J. P., Russell, D., & Ferron, P.. Protection des cultures: de l'agrochimie à l'agroécologie. Protection des cultures, 1-192.

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

INPV, 2010 Documents Techniques Dès L'Institut Nationale Protection Végétal

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.

Jones, P.D., K.R. Briffa, T.J. Osborn, J.M. Lough, T.D. van Ommen, B.M. Vinther, J. Luterbacher, E.R. Wahl,

F.W. Zwiers, M.E. Mann, G.A. Schmidt, C.M. Ammann, B.M. Buckley, K.M. Cobb, J. Esper, H. Goosse, N. Graham, E. Jansen, T. Kiefer, C. Kull, M. Küttel, E. Mosley-Thompson Overpeck,

Ka S.L., Mbaye M.S., Gueye M., Camara A., Dieng B. et Noba K., 2019. Flore adventice du sorgho (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) en Haute Casamance, zone soudanienne du Sénégal. International Journal of Biological and Chemical sciences; 13(1): 411-425.

Khan R., Waqas M. & Khan A., 2012. Allelopathy of *Ammi visnaga* (L.) Lam. toward legumes. *Herbologia* ; 13 (1):11-19

Kouakou J.N., Kouame F.K., Ipou J.I. et Gue A., 2016. Importance relative des mauvaises herbes de la culture du maïs dans le département de M'Bahiakro. International Journal of Innovation and Applied Studies; 17 (3): 768-778

KOUADRIA, M., HASSANI, A., & GHEZALI, D. 2019. Désherbage des sols céréaliers cultivés en semis direct (région des hauts plateaux Algériens par utilisation de l'extrait aqueux des feuilles d'*Eucalyptus globulus*. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7(1).

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

Le Bourgeois, T. et H. Merlier. 1995. Adventrop : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. Editions Quae, Paris. pp. 13-14.

Lemée, 1967: HOUAMED NADJIB, T. Y. Inventaire floristique des Adventices Des Cultures Céréalières. Wilaya de BBA en Algérie (la Commune De Sidi M'barek (Doctoral dissertation).

Lerin F., 1986. Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Mont pellier, pp 81-93.2-

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

Li, X., Qu, L., Dong, Y., Han, L., Liu, E., Fang, S., Zhang, Y., Wang, T., 2014. A review of recent research progress on the *Astragalus* genus. *Molecules*, 19: 18850–18880.

Li Z.H., Wang Q., Ruan X., Pan C-D. & Jiang D.A., 2010. Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*; 15 (12): 8933–8952.

Lindsley, (1955) Troll, W., & Lindsley, J. Une méthode photométrique pour la détermination de la proline. *Tourillon de chimie biologique*, 215 (2), 655-660.

Lock, J.M., Simpson, K., 1991. Legumes of West Asia, a checklist. Royal Botanical Gardens, Kew.

Longchamp, 1977: Machine, Y.. Efficacité des herbicides les plus utilisés dans la culture du blé dur, de la région de Sétif (Doctoral dissertation).

Macías, F. A., J. M. G. Molinillo, R. M. Varela and J. C. G. Galindo. 2007. Allelopathy a natural alternative for weed control: a review. *Pest Management Science* 63:327-348.

Machado S., 2007. Allelopathic potential of various plant species on downy Brome: Implications for weed control in wheat production. *Agronomy Journal*; (99):127–132

Maghrani M et AL. 2005. Acute diuretic effect of aqueous extract of *Retama raetam* in normal rats. *Journal of ethno- pharmacology*. Science direct

Mamarot J. et Rodriguez A., 2014. Mauvaises herbes des cultures. Ed. ACTA. Paris, France. 569P.

McCully et al.2004 : OUMAIMA, M. M., ENA, M. S. B., RACHIQ, P. M. S., & AMRANI, P. M. K. L'UTILISATION DES PLANTES AROMATIQUES ET MÉDICINALES CONTRE LES ADVENTICES.

Messirdi.R, 2004, étude cytogénétique de *Rétama raetam*.memoire d'ingénieur d'état en biotechnologie, USTO; 12-25p.

Mittler.R, et al; 2000. Living under a dormant canopy: a molecular acclimation mechanism of the desert plant *Retama raetame*.the plant journal.Blackwell ScienceLtd. 25(4), 407-416.

Movellan J., Rocher F., Faucher M., Marivingt-Mounir C., Bonnemain J.L. et Chollet J.F., 2012. Synthèse d'analogues halogénés de la m-tyrosine : évaluation des propriétés biologiques de la m-tyrosine et de ses dérivés. 42e congrès du Groupe Français des Pesticides, 30 mai 1er juin.

Muhammad Z., Inayat N., Majeed A., Rehmanullah, Ali H. & Ullah E., 2019. Allelopathy and Agricultural Sustainability: Implication in weed management and crop protection—an overview. *European Journal of Ecology*; 5 (2): 54-61.

Mushtaq, W., & Siddiqui, MB (2018). Allélopathie chez les solanacées. *Journal of Plant Protection Research*, 58 (1).

NAIMI, D. (2021). Utilisation des extraits de Romarin dans la lutte contre les mauvaises herbes des céréales (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).

Nay B., et Zhang W., 2019. Nature chimique herbicide : le potentiel des substances naturelles en agriculture. *Revue des Oenologues et des Techniques Vitivinicoles et Oenologiques*; (172):9-11.

Nichols V., Verhulst N., Cox R. & Govaerts B., 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles. *Field Crop Research*; (183): 56-68.

Niu, Y, Wang, H., Xie, Z., Whent, M., Gao, X., Zhang, X., Zou, S., Yao, W., & Yu, L. (2011). Structural analysis and bioactivity of a polysaccharide from the roots of *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bg. var. *mongolicus* (Bge.) Hsiao. *Food Chemistry*, 128, 620–626.

N. Riedwyl, M. Schulz, A.W. Tudhope, R. Villalba, H. Wanner, E. Wolff, and E. Xoplaki, 2009. Highresolution palaeoclimatology of the last millennium: A review of current status and future prospects. *The Holocene*, 19, 3-49

Olina Bassala J.P., 2010. Le semis direct sans labour et avec utilisation des herbicides dans la zone cotonnière au Nord Cameroun. Diffusion, impacts agronomiques

Ozenda P., 1958-Flore du Sahara septentrional et central .CNRS, Paris. 486p.

Pannacci et al., 2017: Chauvel, B., Darmency, H., Munier-Jolain, N., & Rodriguez, A.. Gestion durable de la flore adventice des cultures. Editions Quae.

Podlech, D., 1986. Taxonomic and phytogeographical problems in *Astragalus* of the old world and south-west Asia. *Proceedings of the royal society of edinburgh. Section B. Biological Sciences*, 89: 37–43. Dio : 10.1017/s0269727000008885.

Quennesson S. et Oste S., 2017. Gestion des adventices par la couverture végétale du sol en agriculture et espaces verts: panorama de techniques utilisées. 6e conférence sur les moyens alternatifs de protection pour une production intégrée; 21, 22 et 23 Mars, Lille, France.

Quettier-Deleu, C. 2000. Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Hulls and Flour. *Journal of Ethno-pharmacology*, 72, 35-42. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00196-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00196-3)

Quezele et Santa .1962.Nouvelle flore de l'Algérie. Tome I.p156-162.

Quezel, P., Santa, S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. In: CNRS (Ed.), Vol. 1–2. Paris. France.

Rasio A., Sorrentinio G., Cedola M.C., Pastore D. & Wittner G., 1987. Osmotic and elastic adjustment of durum wheat leaves under stress conditions. *Genetic Agr.*41: 427 – 436.

Reese G., 1957. Über die polyploidiespektren in der nordsaharischen Wüstenpflanzen. *Flora.*, 146(3) : 478–487.

Regnault-roger C., Philogene B. JR et Vincent CH., (2008).-Bio pesticides d'origine végétale .Ed.TEC&DOC, Paris: 51-60 p

Rice E. L. (1984). Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press, New York.PP:422.

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.

Roberts H.A., 1981. Seed banks in soil. *Adv. appl. Biol* 6, 1-557.

Safir, 2007, BOUTEMTAM, D., MAHDI, I., & LICIR, M. Inventaire des adventices de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la région de Béni Slimane et évaluation de leurs impacts sur le rendement (Doctoral dissertation).

Sellami BELGOT, K., SEROUTI, K., & YAHIAOUI, A et al. (2015). Effets Physiologiques De L'activité Allélochimique D'une Plante Saharienne (*Retama raetam*) Sur Une Espèce Model (*Zea mays*).

Selmi N. 2000. Contribution à l'étude de rétama monosperma étude du système racinaire et recherche des associations de type Rhizobium. Mémoire d'ingénieur en biotechnologie. USTO.ORAN .38P.

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 technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (U.S.T.O) Oran.

Sun, L. M., Wang, X. L., Deng, W. L., Ding, L. S., & Peng, S. L. (2011). Chemical constituents from *Astragalus ernestii*, Chinese. *Journal of Natural Medicines*, 9, 3841.

Touré A., (2014). Gestion agronomique et dynamique des mauvaises herbes dans les systèmes de riz de bas fond en Afrique de l'Ouest. Thèse Doc. en Sci. Agro., Univ. Abomey-Calavi, Bénin; 250p.

Triplet P., (2015). Dictionnaire de la diversité biologique et de la conservation de la nature.721p.

UNESCO. 1960. Recherches sur la zone aride - XIII- Les plantes médicinales des régions arides, BP Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, place de Fontenoy, Paris-7e

Vermue A., 2014. Contribution à l'évaluation multicritère des systèmes de culture en protection intégrée contre les adventices: cas des émissions de protoxyde d'azote. Thèse Doc. en Sci. Agro., Univ. De Bourgogne, Dijon, France, 122p.

Watrous, K.M., Cane J.H., 2011. Breeding biology of the thread stalk milkvetch, *Astragalus filipes* (Fabaceae), with a review of the genus. *American Midland Naturalist*, 165, 2: 225–240.

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

Zohary M., 1959. A revision of the genus *Retama* (Boiss). *Bull. Res. Counc. Isr.*, 7 (D): 12.

Zohary; 1962. Plant life of Palestine, Israel, and Jordan, Michael Zohary. Ronald, New York, 1962. Science 11 may Vol. 163 . no.3515, p.523. DOI: 10.1126/science.136.3515.523.

Sites consultés:

<https://www.ville-bron.fr/bienvenue-bron/decouvrir-bron/les-chemins-des-savoirs/les-herbes-folles-de-bron/etape-2-orge-des-rats>

http://www.saharanature.com/image_aff.php?aff_image=album/photos/plantes/fabaceae/retama_raetam/tna4709_6.jpg Consulté le 23/06/2015.

ANNEXES

2000-1650	weak	-	C-H	bending	aromatic compound	overtone
1870-1540 cm ⁻¹						
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 cyclopentenone
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 ⁻¹						
1678-1668	weak	-	C=C	stretching	alkene	disubstituted

2000-1650	weak	-	C-H	bending	aromatic compound	overtone
1870-1540 cm ⁻¹						
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 cyclopentenone
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 ⁻¹						
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	α,β -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	-
$1000-650\text{ cm}^{-1}$						
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	-
$900-700\text{ cm}^{-1}$						
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](#)