



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : CHOUCHA Nadji

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : Protection des végétaux

Thème

Recherche d'une activité allélopathique dans les métabolites de
(*Atriplex canescens*) pour la lutte contre le développement de
quelques mauvaises herbes céréalières.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
HATTAB Mourad	MCA	Président
HAMINI Faiza	MAA	Examinateur
HOUYOU Zohra	MCA	Encadreur
ALLAL Farida	MCA	Co-Encadreur

Promotion : Juin 2023

Recherche d'une activité allélopathique dans les métabolites de (*Atriplex canescens*) pour la lutte contre le développement de quelques mauvaises herbes céréalières.

Résumé :

Les mauvaises herbes sont l'un des ravageurs les plus importants des cultures agricoles car elles causent de graves dommages aux secteurs végétal et animal. Les pertes qu'ils provoquent sont très importantes, notamment d'un point de vue économique, et cela est dû à la concurrence qu'ils exercent contre les cultures et les rendements.

L'utilisation de pesticides chimiques peut limiter ces herbes, mais elle a de graves dommages pour l'environnement et la santé humaine, nous avons donc recherché une alternative naturelle avec un extrait de plante pouvant jouer le rôle d'herbicide.

Pour cette étude, nous avons choisi une espèce végétale *A. canescens* et préparé un extrait aqueux de cette plante avec différentes concentrations (témoin et 5%, 10% et 15%) pour tester leur activité allélopathique sur la germination des graines et le développement de plantules de quelques mauvaises herbes des cultures des céréales *H. murinum* et *A. sterilis* et sur le blé *T. durum*.

La caractérisation chimique de *A. canescens* a révélé que ce tige de la plante synthétise les flavonoïdes, et les tanins et les alcaloïdes, cependant la racine ne synthétise pas les flavonoïdes et les tanins.

Les résultats ont montré que l'inhibition de la germination et le développement des racelles et des glumelles des mauvaises herbes *H. murinum* et *A. sterilis* plus forte que la plante cultivée *T. durum*, cette inhibition augmente lorsque la concentration des extraits augmente. Cette augmentation n'est pas similaire pour les 3 espèces cibles. Une concentration relativement supérieure à 5% peut être efficace dans la lutte contre les mauvaises herbes testées.

Mots clés : mauvaises herbes, allélopathique, germination, l'inhibition, pesticides
A. canescens.

البحث عن نشاط allopathique في مستقيلات *Atriplex canescens* لمحاربة الأعشاب الضارة

الملخص:

تعتبر الحشائش من أهم آفات المحاصيل الزراعية لأنها تسبب أضراراً جسيمة للقطاع النباتي والحيواني والخسائر التي تسببها كبيرة جداً لا سيما من الناحية الاقتصادية، ويرجع ذلك إلى المنافسة التي تمارسها ضد المحاصيل والغلات، إن استخدام المبيدات الكيماوية يمكن أن يحد من هذه الأعشاب ولكن لها أضرار جسيمة على البيئة وصحة الإنسان، لذلك بحثنا عن بديل طبيعي بمستخلص نباتي يمكن أن يكون بمثابة مبيد أعشاب. في هذه الدراسة اخترنا نوعاً نباتياً

A. canescens واعدنا مستخلص مائي من هذا النبات بتركيزات مختلفة (شاهد و 5% و 10% و 15%)

لاختبار نشاطهم الأليلوباثي على إنبات البذور وتطور الشتلات لبعض الحشائش في محاصيل الحبوب *A. sterilis*

و *H. murinum* وعلى القمح *T. durum*

أظهر التوصيف الكيماوي لـ *A. canescens* أن جذع النبات هذا يصنع (les tanins و les alcaloïdes)

و (flavonoïdes) ، لكن الجذر لا يصنع مركبات (les tanins و les flavonoïdes) .

أظهرت النتائج أن تثبيط إنبات وتطور الجذور والسيقان للحشائش *A. sterilis* و *H. murinum*

أقوى من القمح *T. durum* .

ويزيد هذا التثبيط عندما يزيد تركيز المستخلصات وهذه الزيادة لا تتشابه مع 3 الأصناف المستهدفة. قد يكون التركيز الأعلى نسبياً من 5% فعالاً في مكافحة الحشائش المختبرة .

الكلمات المفتاحية: حشائش ، الأليلوباثية ، إنبات ، تثبيط ، مبيدات ، التطور

A. canescens

Search for allelopathic activity in metabolites of *Atriplex canescens* for weed control.

Abstract:

Weeds are one of the most important pests of agricultural crops, since they cause serious damage to the plant and animal sectors. The losses they cause are very significant, especially from an economic point of view, and this is due to the competition they exert against crops and yields.

The use of chemical pesticides can limit these herbs, but it has serious harm to the environment and human health, so we looked for a natural alternative with a plant extract that can act as a herbicide.

For this study, we chose a plant species *A. canescens* and prepared an aqueous extract of this plant with different concentrations (witness and 5%, 10% and 15%) to test their allelopathic activity on seed germination and seed germination. development of seedlings of some weeds in cereal crops *H. murinum* and *A. sterilis* and on wheat. *T. durum*

The chemical characterization of *A. canescens* revealed that this plant stem synthesizes flavonoids, and tannins and alkaloids, however the root does not synthesize. flavonoids and tannins.

The results showed that the inhibition of germination and development of rootlets and glumellae of weeds *H. murinum* and *A. sterilis* stronger than cultivated plant

T. durum . these inhibition increases when the concentration of the extracts increases this increase is not similar for the 3 target species. A concentration relatively higher than 5% may be effective in controlling the weeds tested.

Keywords: weeds, allelopathic, germination, inhibition, pesticides *A. canescens* .

Remerciements

*Avant tout, je tiens à remercier mes chers
parents d'être
toujours à mes côtés, mes **frères** et toute la
famille*

*Je tiens également à remercier tous les
professeurs et enseignants qui m'ont enseigné,
en particulier **Mme HOUYOU Zohra** et aussi
toutes les **personnes** qui m'ont aidé dans ma
vie et mes études.*

Dédicaces

à mes chers **mère** et **père**, mon
grand **frère** et mes soeurs

Mes **neveux**, le **mari de ma**
sœur et tous les gens que j'aime

Sommaire

Résume :	I
:الملخص:	II
Abstract :	III
Remerciements	IV
Dédicaces :	V
Sommaire :	VI
Liste des figures :	X
Liste des tableaux :	XII
Liste des abréviations :	XIII
Introduction :	1

Chapitre I :Synthèse bibliographique

I. Généralité sur Allélopathie :	4
I.1. Définitions :	4
I.2. Généralités sur les allélochimiques :	4
I. 3. Natures chimiques des composés allélopathiques :	5
I. 3. 1. Alcaloïdes (Quinones) :	5
I. 3. 2. Térpenoïdes :	6
I. 3. 3. Polyphénols :	6
I. 3. 4. Flavonoïdes :	7
I. 3. 5. Tanins	8
I.4.Mode d'actions des composés allélopathiques :	8
I. 5. Voies de libération des composés allélopathiques :	9
I. 5.1. Volatilisation :	9
I. 5.2. Exsudations racinaires :	10
I. 5.3. Lessivage :	10
I. 6.Métabolisme des composés allélopathiques :	11
I. 7.Les allélochimiques dans les différents organes des plantes :	12
I. 8.Manifestations de l'allélopathie :	12
I. 9.Allélopathie et environnement :	12
I.9.1 . La synthèse des allélochimiques est affectée par les stressés environnementaux :	12
I.9.2. Impacts de l'allélopathie sur la biodiversité :	13
I.9.3. Allélopathie et compétition :	13
I.10. Application de l'allelopathie :	14
I.10.1. Concurrence des mauvaises herbes sur la culture :	14
I.10.2. Lutte contre les mauvaises herbes :	14
I.10.3. Gestion des rotations culturales :	14

I.10.4. Itinéraires techniques :.....	14
I.11. Quelques exemples d'expériences sur les plantes allelopathiques :.....	15
I.11.1. Les plantes cultivées :.....	15
I.11.2. Les plantes médicinales :.....	15
I.12. L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes :.....	16
II. Généralités sur les plantes Adventices ou Mauvaises herbes :.....	16
II.1. Notion de plantes adventices (mauvaises herbes) :.....	16
II.2. Facteurs de développements et distribution de la flore adventice :.....	17
II.3. Influence des facteurs de l'environnement dans la distribution de la flore adventice:.....	17
II.3.1. Le climat :.....	17
II.3.2. Le sol :.....	18
II.3.3. Les effets de l'environnement agronomique sur les adventices :.....	18
II.3.4. Impact agro – économique des mauvaises herbe :.....	19
II.4. Caractéristiques biologiques des adventices des cultures :.....	19
II.4.1. Les plantes annuelles (thérophytes) :.....	19
II.4.1.1. Les annuelles d'été :.....	19
II.4.1.2. Les annuelles d'hiver :.....	19
II.4.2. Les espèces bisannuelles :.....	20
II.4.3. Les vivaces (géophytes) :.....	21
II.5. Phase conceptuelles de l'invasion d'une mauvaise herbe :.....	22
II.5.1. Phase de migration :.....	22
II.5.2. Phase d'échappement :.....	22
II.5.3. Phase d'établissement :.....	22
II.5.4. Phase d'expansion :.....	22
II.5.5. Phase d'explosion :.....	23
II.5.6. Phase de retranchement :.....	23
II.6. Capacité d'adaptation des mauvaises herbes :.....	24
II.7. Nuisibilité due aux mauvaises herbes :.....	24
II.7.1. La nuisibilité due à la flore potentielle :.....	25
II.7.2. La nuisibilité due à la flore réelle :.....	25
II.7.3. Seuil de nuisibilité :.....	26
II.7.3.1. Seuil biologique de nuisibilité :.....	26
II.7.3.2. Seuil économique de nuisibilité:.....	26
II.8. Méthodes de lutte contre les Mauvaises Herbes :.....	26
II. 8.1. Moyens préventifs :.....	26
II. 8.2. Méthodes culturales :.....	27

II.8.3. Moyens biologiques :	27
II. 8.4. Moyens mécaniques :	27
II 8.4.1. Travail du sol :	27
II. 8.4.2. Désherbage :	27
II .9.5. Moyens chimiques de lutte contre les mauvaises herbes :	27
III. Généralités sur <i>A. canescens</i> :	28
III.1.Classification :	28
III.2.Répartition et habitat :	28
III.3.Exigences édapho-climatiques :	28
III.4.Morphologie :	29
III.5.Physiologie :	30
III.6.- Intérêt d' <i>A. canescens</i> :	30
III.6.1. Intérêt médicale :	30
III.6.2. - Intérêt écologique :	30
III.6.3. Intérêt fourrager :	31
III.6.4. Intérêt économique :	31
III.7.Mode de multiplication et techniques de plantation :	31
III.7.1.Mode de multiplication :	31
III.7.1.1.Le semis :	31
III.7.1.2.Le bouturage :	31
III.7.1.3.Les éclats de souches :	32
III.7.2.Technique de plantation :	32
III.7.2.1. Pour le semis :	32
III.7.2.2. Pour les plantations :	32

Chapitre II: Matériel et méthodes

I. Préparation du matériel végétal :	34
II. Caractérisation chimique de <i>A. canescens</i> :	34
II.2 Tests phyto-chimiques :	34
II.2 .1. Tanins :	35
II.2 .2. Flavonoïdes :	35
II.2 .3. Stérols et tri terpènes :	35
II.2 .4. Alcaloïdes:	35
III. Travail Expérimental du test allélopathique:	36
III.1. La préparation des solutions Extraits aqueux de <i>A. canescens</i> :	36
III.2. Les tests de germination :	38
III.2.1. Matériel végétal (semence) utilisé pour le test de germination :	38

III.2.1. Déroulement des tests de germination :.....	38
III. 3. Suivi de la germination et notations :.....	39
III.3.1. Détermination du taux de la germination et de son inhibition :	39
III.3.2. Mesures des longueurs de croissance des radicules et des glumelles :.....	40
III.3.3. Indice de vigueur des plantules :	41
III.4. Dosages de la proline (mmol/g MF) :.....	41
III.5 . Analyses statistiques des données :	42

Chapitre III:Résultats et Discussion

I . Phyto-chimie de <i>A. canescens</i> :.....	44
II. Interactions des facteurs de l'expérimentation sur les paramètres mesurés sur les plantes cibles :...45	
III. Effets des extraits aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie racinaire et <i>A. canescens</i> partie aérienne sur le taux d'inhibition de la germination, sur l'inhibition du développement des radicules et des glumelles des plantes cibles:	46
III.1. Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie racinaire sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles :.....	46
III.2. Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie aérienne sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles :.....	48
III.3.Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie racinaire sur le développement des glumelles des plantes cibles:	50
III.4.Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie aérienne sur le développement des glumelles des plantes cibles:	52
III.5.Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie racinaire sur le développement des radicules des plantes cibles:.....	54
III.6.Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie aérienne sur le développement des radicules des plantes cibles:	56
III.7.Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie racinaire sur l'indice de vigueur des plantes cibles :	58
III.8.Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie aérienne sur l'indice de vigueur des plantes cibles :	60
IV. Analyse du comportement physiologique par accumulation de proline chez les Mauvaises herbes	61
IV.1. Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie racinaire sur l'accumulation de la proline des plantes cibles:	61
IV.2. Effet de l'extrait aqueux de l' <i>A. canescens</i> partie aérienne sur l'accumulation de la proline des plantes cibles:	63
V. Analyse en Composante Principale :.....	64
Discussion :	65
Conclusion :.....	68
Perspectives :.....	69
Références bibliographiques	71

Liste des figures

Figure 1: Structure de l'acide Shikimique.....	5
Figure 2 : Structure les molécules phénoliques.....	7
Figure 3: Structure de base des flavonoïdes).....	7
Figure 4: Effet direct ou indirect des molécules allélochimiques.....	9
Figure 5: Voies de libération des molécules allélopathiques.....	10
Figure 6: Les grandes voies de synthèse des métabolites secondaires et relations avec le métabolisme primaire.....	11
Figure 07 : Cycle biologique des adventices annuels.....	20
Figure 08 : Cycle biologique des adventices bisannuels.....	21
Figure09: cycle biologique des adventices pérennes.....	22
Figure 10 : Phases conceptuelles d'invasion progressive d'une mauvaise herbe dans le temps, et la relation avec le pourcentage de terre occupée et non occupée.....	23
Figure11: Type de nuisibilité des mauvaises herbes.....	25
Figure12 : a- Arbuste <i>A. canescens</i> , b- Feuilles <i>A. canescens</i> ,c- Fruites <i>A. canescens</i> d- Graines <i>A. canescens</i>	29
Figure 13 : Plantation d' <i>A. canescens</i> dans le parcours de l'Ouest algérien, Ain Skhoua (Saida).....	32
Figure 14 : Broyage de la plante <i>A. canescens</i>	34
Figure 15: Extraction liquide-liquide avec du chloroforme,.....	36
Figure 16 : La préparation des solutions (Extraits aqueux de <i>A. canescens</i>	37
Figure 17: Filtrations des extraits aqueux de <i>A. canescens</i>	37
Figure 18 : Les tests de germination des graines des plantes cibles, avec extraits aqueux de <i>A. canescens</i>	38
Figure 19 : Mesure des longueurs des glumelles et des radicules.....	40
Figure2 0 : Représentation de dosage de la proline des espèces inventoriées.....	42
Figure 21 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie racinaire à différentes concentrations, (A) : TIG de <i>T. durum</i> , (B) : TIG de <i>A. sterilis</i> , (C) : TIG de <i>H. murinum</i>	47
Figure 22 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie aérienne à différentes concentrations, (A) : TIG de <i>T. durum</i> , (B) : TIG de <i>A. sterilis</i> , (C) : TIG de <i>H. murinum</i>	49
Figure 23 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie racinaire différentes concentrations, (A) :Croissance des glumelles de <i>T. durum</i> de ,(B) Croissance des glumelles de <i>Avena</i>	

<i>sterilis</i> ,(C): Croissance des glumelles de <i>H. murinum</i>	51
Figure 24 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie aérienne différentes concentrations, (A) :Croissance des glumelles de <i>T. durum</i> ,(B) Croissance des glumelles de <i>A. sterilis</i> ,(C): Croissance des glumelles de <i>H. murinum</i>	53
Figure 25 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie racinaire différentes concentrations, (A) :Croissance des racelles de <i>T. durum</i> de ,(B) Croissance des racelles de <i>A. sterilis</i> ,(C): Croissance des racelles de <i>H. murinum</i>	55
Figure 26 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie aérienne différentes concentrations, (A) :Croissance des racelles de <i>T. durum</i> de ,(B) Croissance des racelles de <i>A. sterilis</i> ,(C): Croissance des racelles de <i>H. murinum</i>	57
Figure 27 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie racinaire différentes concentrations, (A):l'indice de vigueur de <i>T. durum</i> ,(B) l'indice de vigueur de <i>A. sterilis</i> , (C): l'indice de vigueur de <i>H. murinum</i>	59
Figure 28 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie aérienne différentes concentrations, (A): l'indice de vigueur de <i>T. durum</i>	60
Figure 29 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie racinaire différentes concentrations, (A): la concentration de la proline de <i>T. durum</i> ,(B) la concentration de la proline de <i>A. sterilis</i> , (C): la concentration de la proline de <i>H. murinum</i>	62
Figure 30 : Effet de l'extrait aqueux de <i>A. canescens</i> partie aérienne différentes concentrations, (A): la concentration de la proline de <i>T. durum</i>	63
Figure 31 : Analyse en composante principale.....	64

Liste des tableaux

Tableau No 1 :	classification de plante <i>A. canescens</i>	28
Tableau N°2 :	Résultats des tests phytochimiques	44
Tableau N°3 :	Coefficient de détermination R^2 de l'ANOVA Multi-variée	45

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
LR	longueur des glumelles
LG	longueur des glumelles
P :	probabilité
IV :	indice de vigueur

Introduction

Introduction :

Les mauvaises herbes ou adventices des cultures sont des plantes qui poussent dans le mauvais endroit. De manière significative, ce sont des plantes qui sont en concurrence avec les plantes que nous voulons développer. Elles sont en concurrence pour l'eau, la lumière du soleil et les éléments nutritifs dans le sol. Dans certains cas, leurs semences contaminent la récolte et réduisent sa valeur. Certaines mauvaises herbes ont la capacité de modifier la chimie du sol, mais subtil avec des effets néfastes sur les espèces de plantes cultivées et, par la suite, les animaux (AAC, 2006).

Les mauvaises herbes causent depuis toujours des ennuis aux producteurs agricoles. De lourdes pertes de rendements et de qualité des récoltes résultent de leur compétition pour l'eau, l'espace, nutriments, lumière... (BRUHER, 2005). Cette compétition que mènent les mauvaises herbes aux cultures peut avoir un effet négatif direct sur le rendement. Ces pertes sont évaluées à 9,7 % de la production agricole mondiale et sont de l'ordre de 10 à 56 % en Afrique (Cramer, 1967 in Traore et al., 2009).

La difficulté à maîtriser l'enherbement constitue l'une des raisons majeures qui obligent les paysans à abandonner les anciennes parcelles pour en créer de nouvelles (Boraud, 2000 in Traore et al., 2009). L'application des agents chimiques pour le contrôle de celles-ci n'a donc cessé d'augmenter. Par conséquent, l'augmentation de l'utilisation d'un certain nombre de pesticides a eu des effets négatifs sur la santé humaine et sur l'environnement (Weih et al. 2008). Ceci exige des systèmes agricoles alternatifs qui sont moins dépendants des pesticides ou basés sur des composés naturels (Singh et al., 2003).

Dans la littérature, plusieurs études ont montré que la capacité à supprimer les mauvaises herbes par une culture est très différente ou variable d'une variété à une autre. Cette différence est expliquée en partie par la capacité de ces cultures à sécréter des substances chimiques affectant la croissance des mauvaises herbes à savoir l'allélopathie (Olofsdotter et al., 2002 ; Wu et al., 2000 ; Sánchez-Moreiras et al., 2004).

L'allélopathie se définit comme « tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement (atmosphère et sol)» Ces composés biochimiques sont appelés composés allélochimiques. Ils peuvent être classés en grande partie comme métabolites secondaires, qui sont généralement considérés comme étant des composés ne jouant aucun rôle dans le processus du métabolisme essentiels à la survie des plantes (Rice, 1984). C'est un phénomène complexe, car il met en jeu, en plus des deux végétaux respectivement "producteur" et "cible"

des molécules, un intermédiaire, le sol, dont les caractéristiques abiotique et biotiques (en particulier la microfaune) sont fondamentales pour l'expression de ce potentiel allélopathique. Cette complexité explique d'ailleurs les nombreuses controverses qui existent encore concernant l'importance écologique de ces interactions, ainsi que la difficulté à les démontrer. (Gallet et al, 2002).

Les composés allélopathiques seraient soit des produits du métabolisme, soit des produits déchets évacués dans la vacuole pour éviter une auto-intoxication. Ils pourraient être continuellement synthétisés et dégradés dans les cellules des plantes ou seulement synthétisés en réponse à un stimulus externe (Putnam et Duke, 1978). L'émission de substances secondaires dans l'environnement peut se faire par différentes voies ; exsudation de composés volatiles par les parties vivantes de la plante. En particulier terpènes et éthylène ; les parties aériennes subissent un lessivage par la pluie ou la rosée qui entraîne des substances solubles ; décomposition des parties mortes de plantes (litière à la surface du sol) peut libérer des toxines soit directement, soit par la décomposition par les microbes du sol ; l'appareil racinaire vivant et intact excrète une grande variété de composés chimiques. (Thomas et al, 1987).

Dans cette optique, l'objectif de cette étude est de tester le pouvoir allélopathique de l'extrait aqueux de plante *Atriplex canescens* sur la germination des graines de deux espèces adventices *Avena sterilis*, *Hordeum murinum*. Pour éviter les interrogations de l'effet d'extrait aqueux *Atriplex canescens* sur les plantes cultivées, il est en parallèle testé sur la germination de graines des plantes cultivées : céréalière le blé dur *Triticum 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 l'allélopathie, sur les plantes adventices et aussi sur *Atriplex canescens*.

Le deuxième chapitre est consacré au 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.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

I. Généralité sur Allélopathie :

I.1. Définitions :

L'allélopathie est l'ensemble de plusieurs interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives, d'une plante sur une autre (micro-organismes inclus) au moyen de métabolites secondaires tels les acides phénoliques, les flavonoïdes, les trapézoïdes et les alcaloïdes (Chadda, 2008).

Ce phénomène consiste à l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes. Le terme allélopathie a été présenté pour la première fois par Molisch en 1937. Ce terme est dérivé du mot grec «allelo» les uns des autres (Ang. of one another) et de «patheia» de souffrir (Ang. suffering) et indique l'effet préjudiciable de l'une sur l'autre, c'est à dire l'inhibition de la croissance d'une plante par une autre grâce à la production et la libération de substances chimiques toxiques dans l'environnement (Heisey, 1997).

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

Les substances libérées par les plantes affectent également d'autres composantes de l'environnement. Ils ont utilisé le terme « interaction allélochimique » qui englobe :

- l'allélopathie - les effets des substances allélopathiques libérées par les plantes sur les facteurs abiotiques (inorganiques et organiques) et biotiques des sols
- la régulation de la production et la libération des substances allélopathiques par les composantes biotiques et abiotiques de l'écosystème. (Inderjit et al. 1999)

I.2. Généralités sur les allélochimiques :

Selon Bounias (1999), le terme « substances allélochimiques » est parfois employé pour désigner également des alcaloïdes végétaux inhibiteurs de la croissance des parasites fongiques. Cependant, dans ce travail, ce terme est lié au problème particulier de la toxicité des substances végétales envers d'autres végétaux. Les allélochimiques sont libérés dans l'environnement par l'exsudation racinaire, la lixiviation par la surface des différentes parties, la volatilisation et/ou par la décomposition des matières végétales (Rice, 1984).

I. 3. Natures chimiques des composés allélopathiques :

Une des singularités des végétaux est de former de nombreux composés parmi lesquels il est à distinguer les composés allélochimiques dont le rôle, au niveau de la cellule, ne semble pas nécessaire tout en pouvant l'être au niveau de la plante entière. Le fait que les composés allélopathiques ne se rencontrent pas chez toutes les espèces indique qu'ils n'entrent pas dans le métabolisme général et qu'ils n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal : ces composés peuvent être classés en grande partie comme des métabolites secondaires, qui sont généralement considérés comme étant des composés ne jouant aucun rôle dans le processus du métabolisme essentiels à la survie des plantes.

Les composés allélopathiques sont des métabolites secondaires appartenant à différentes classes de composés chimiques, issus souvent de la voie de synthèse de Shikimate (Bouton, 2005). L'acide Shikimique, plus connu sous sa forme anionique, les Shikimate, est un intermédiaire biochimique important dans les plantes et les microorganismes. Il doit son nom à la fleur japonaise shikimi, *Illicium religiosum*, Illiciacees) ou anis étoile (Figure 1) (Meyer et al., 2004).

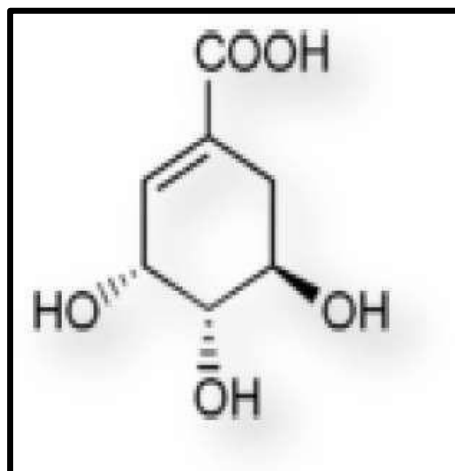


Figure 1: Structure de l'acide Shikimique (Bouton, 2005).

I. 3. 1. Alcaloïdes (Quinones) :

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

Les alcaloïdes sont des molécules d'origine naturelle. On les trouve principalement chez les végétaux, mais aussi chez les animaux et chez certains microorganismes. Les alcaloïdes forment un groupe hétérogène du point de vue de leur structure, de leurs propriétés et de leurs

effets biologiques. Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique, et mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique (BRUNETON. J.,1999)

I. 3. 2. Térpenoïdes :

Les terpenoïdes des plantes sont beaucoup utilisés en raison de leurs qualités aromatiques. Ils jouent un rôle dans les remèdes en herboristerie traditionnelle et font l'objet de recherche pour découvrir des effets antibactériens, antinéoplasiques ou autres effets pharmaceutiques (Ben chacha, 2008).

Les térpenoïdes constituent un vaste groupe de métabolites secondaires de structure diverse, et sont impliqués dans de nombreuses interactions biotiques. Les terpenoïdes sont très largement distribués et beaucoup possèdent des fonctions physiologiques primordiales, comme éléments des stéroïdes liés aux membranes, des pigments caroténoïdes, de la chaîne latérale aphytale de la chlorophylle et d'hormones (acide gibbérelle et acide abscissique). Ils sont formés par la polymérisation des unités à 5 atomes de carbone (isoprène). Le nom à l'origine historique car les premiers membres du groupe ont été isolés de la térébenthine. Ils sont appelés aussi isoprénoïdes car leur dégradation thermique libère l'isoprène (Judd et al., 2002).

I. 3. 3. polyphénols:

Les composés phénoliques ou polyphénols forment une grande famille de composés chimiques très divers depuis les simples acides phénoliques jusqu'aux grands polymères complexes que sont par exemple, les tanins et la lignine. Comme pour d'autres produits secondaires, de nombreux composés phénoliques semblent être impliqués dans des interactions plante/herbivore ; certains (exemple la lignine) sont des composés structuraux importants alors que d'autres semblent n'être que de simples métabolites terminaux qui ne possèdent pas de fonction déterminée (Figure 2) (Hopkins, 2003).

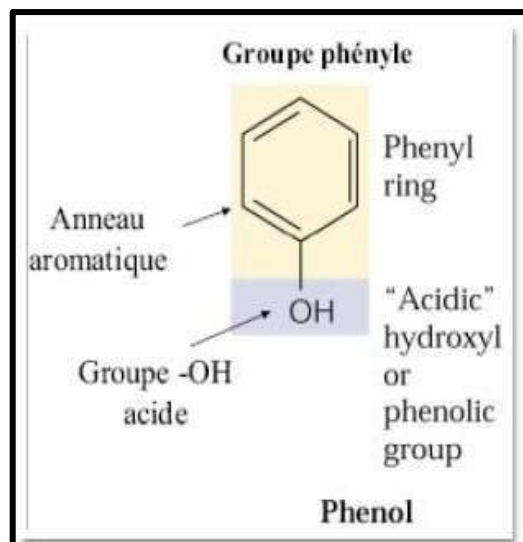


Figure 2 : Structure les molécules phénoliques (Buchnan, 2006).

I. 3. 4. Flavonoïdes :

Terme en latin ; favus jaune. Ont une structure de C₆-C₃-C₆ à poids moléculaire faible, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes. Les flavonoïdes ont des sous-groupes caractérisés à contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, chacun portant une ou plusieurs groupes hydroxyles phénoliques et reliées par un pont carbone

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

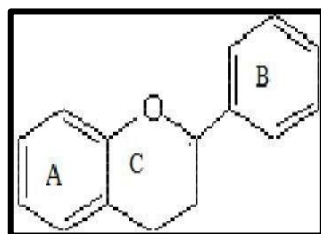


Figure 3: Structure de base des flavonoïdes (BRUNETON. J., (1999).

I. 3. 5. Tanins :

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

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

I.4.Mode d'actions des composés allélopathiques :

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

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

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

_Effet sur la division et la croissance cellulaire du fait qu'elles interfèrent avec les protéines.

_Inhibition de la photosynthèse due à la diminution de la quantité de chlorophylle ou à l'inhibition du transport des électrons.

_Effet sur la respiration par inhibition de la consommation de l'O₂, l'oxydation du NADH ou production d'ATP.

_ Inhibition du métabolisme de l'ARN, de l'ADN, des enzymes et des acides aminés (Inderjit et Keating, 1999).

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

stimulation) en fonction de la dose. Selon (Ferguson et al., 2003), les substances allélopathiques agissent sur :

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

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

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

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

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

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

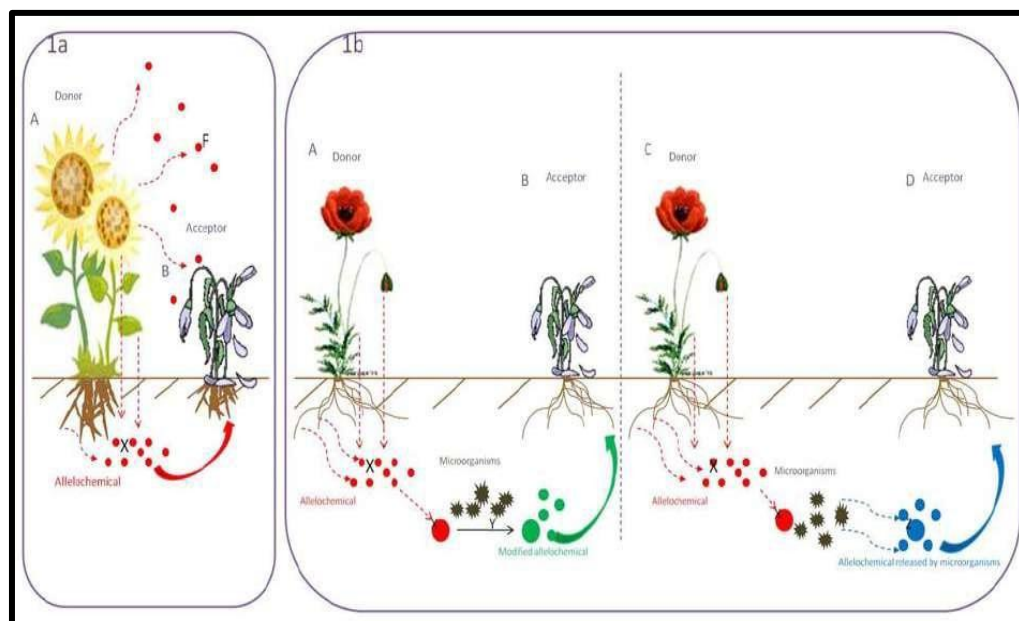


Figure 4: Effet direct ou indirect des molécules allélochimiques

(Soltys et al., 2013)

I. 5. Voies de libération des composés allélopathiques :

Tous les organes végétaux contiennent des quantités variables de substances potentiellement allélopathiques, qui sont libérées dans l'environnement par des voies diverses :

I. 5.1. Volatilisation :

La libération de substances toxiques volatiles par les plantes est un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides ou semi-arides. Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des mono terpènes simples (Bertin et al, 2003).

I. 5.2. Exsudations racinaires :

On appelle exsudats racinaires, toutes les substances organiques solubles et insolubles libérées dans le sol par les racines saines ou lésées. L'exsudation racinaire présente un intérêt particulier pour les phénomènes allélopathiques, parce qu'il s'agit d'une voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (Bertin et al, 2003).

I. 5.3. Lessivage :

Le lessivage de tissus végétaux, principalement de feuilles, par la pluie, le brouillard ou la neige, conduit à la dissolution et au transport de constituants solubles vers le sol. La grande majorité des substances allélopathiques peut être lessivée, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (Boudiaf et Bentayeb, 2017).

Dans les situations naturelles, il est difficile de différencier l'importance relative de ces aspects. Ce phénomène d'allélopathie a été décrit chez les espèces de la famille des Astéracées. Quel que soit le mode d'émission par la plante productrice, les substances vont évoluer et migrer dans le milieu par différentes manières ; volatilisation, ruissellement, lessivage, et dégradation, ... etc. (Boudiaf et Bentayeb, 2017).

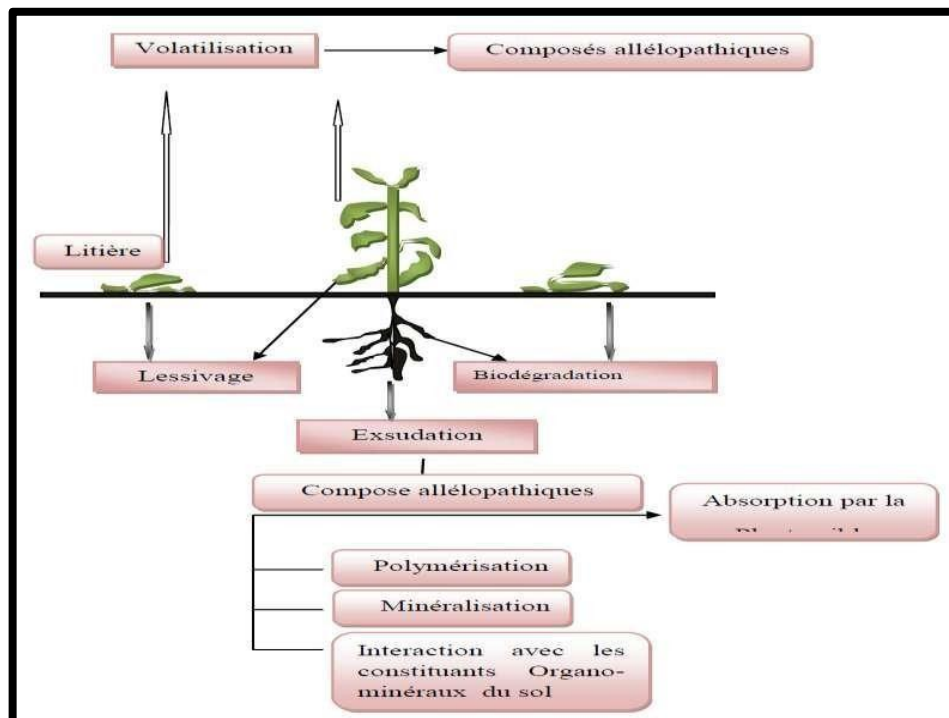


Figure 5: Voies de libération des molécules allélopathiques (Regnault-Roger et al, 2008).

I.6.Métabolisme des composés allélopathiques :

Les produits allélochimiques sont des métabolites secondaires, ils sont présents dans pratiquement tous les tissus de la plante, fruits, fleurs, feuilles en passant par la tige aux racines et rhizomes. On les trouve aussi au niveau du pollen et des graines.

Les métabolites secondaires sont des produits dérivant du métabolisme général et ne jouent apparemment aucun rôle vital ; ils sont propres à chaque espèce, ils sont l'expression de la diversité du monde vivant. Se sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes, mais plutôt, elles interviennent dans les relations avec les stress biotiques et abiotiques ou améliorent l'efficacité de la reproduction. Elles varient en fonction des espèces (Buchnan, 2006).

Un métabolite secondaire est une molécule ,telle que les acides phénoliques les flavonoïdes, les térapnoïdes et les alcaloïdes, que produisent les organismes en dehors des voie métaboliques strictement nécessaires à assurer la survie (on parle de métabolisme primaire dans ce cas), cette gamme de composés est très développée chez les végétaux et constitue un moyen de lutte contre des concurrents écologiques (allélopathie) ou des prédateurs (production des substances toxiques ou des mauvais goût contre un Herbivore) (Figure 6) (Benchacha, 2008).

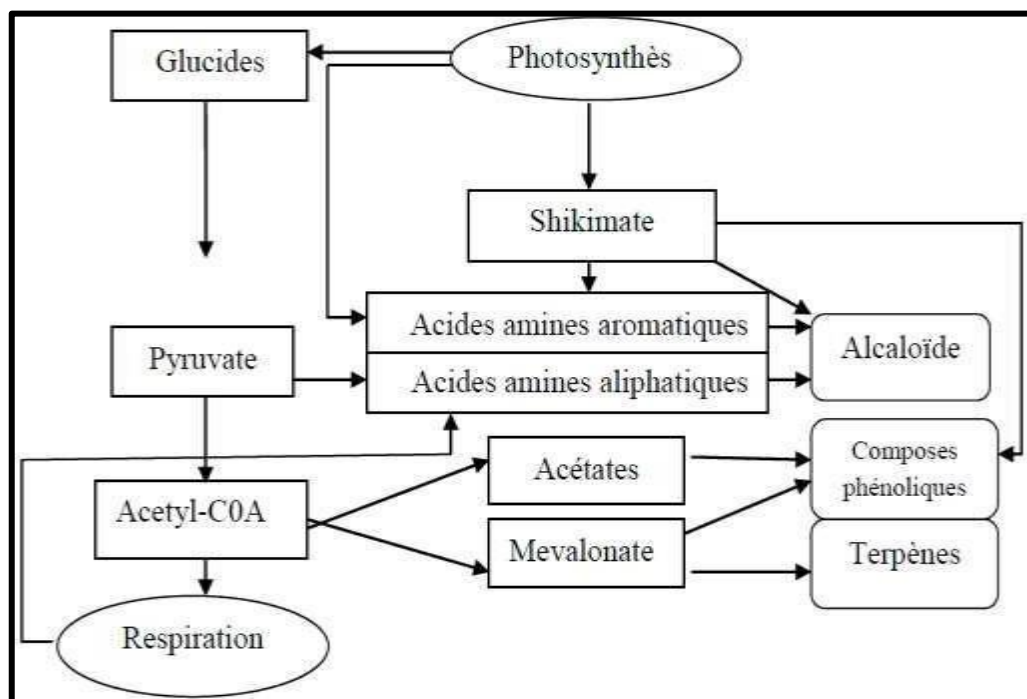


Figure 6: Les grandes voies de synthèse des métabolites secondaires et relations avec le métabolisme primaire (Regnault et al., 2008).

I.7. Les allélochimiques dans les différents organes des plantes :

Les allélochimiques sont généralement secrétées par les racines. Cependant, ils sont également présents en quantités variables dans les tiges, les feuilles et les fruits (Bubel, 1988). Tous les principaux organes de la plante ont le potentiel de stocker les composés allélochimiques. En tant que métabolites secondaires, les allélochimiques ne sont pas répartis dans tous les organes de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement. Par exemple durant le développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule). Les composés allélopathiques sont produits à différents endroits de la cellule et emmagasinés surtout dans les vacuoles. Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre. En outre leur concentration dans la plante varie souvent dans des grandes proportions au cours d'une période de 24 heures (Raven et al., 2003).

I. 8. Manifestations de l'allélopathie :

L'allélopathie est un phénomène complexe : entre la molécule synthétisée dans une plante et l'effet allélopathique proprement dit en conditions naturelles, de multiples facteurs peuvent intervenir, tels que le niveau de production des composés phyto-toxiques dans les plantes, leur relâchement dans le milieu, leur persistance ou leur transformation éventuelle (Delabays, 2005).

Une fois les allélochimiques sont relâchés dans l'environnement, ils provoquent l'inhibition qui peut résulter d'une action directe sur la plante cible et son métabolisme (division cellulaire, synthèse des protéines, perméabilité membranaire, ...), ou d'un effet indirect, par exemple, dans le cas des légumineuses, sur les nodosités responsables de la fixation biologique de l'azote (Elrefai et Moustafa, 2004).

I. 9. Allélopathie et environnement :

I.9.1 . La synthèse des allélochimiques est affectée par les stress environnementaux :

La synthèse des substances allélopathiques, comme tous les métabolites secondaires, est très sensible aux facteurs de l'environnement, qu'ils soient de nature physique, chimique ou biologique. De plus, ces composés participent activement aux interactions de la plante avec son environnement, soit en jouant le rôle de signaux de reconnaissance vis-à-vis de certains micro-organismes, soit en lui permettant de résister à divers agressions, d'origine biologique ou non (Macheix et al. 2005).

Plusieurs études ont vérifié les mécanismes des systèmes d'auto-défense incluant l'allélopathie des plantes. Les plantes répondent aux stress environnementaux à travers des réactions biochimiques variées. Ce qui peut leur fournir une protection contre les agents causaux. Certains allélochimiques sont des substances antimicrobiennes produites uniquement après une blessure ou une attaque par des bactéries ou champignons (Raven et al., 2003).

I.9.2. Impacts de l'allélopathie sur la biodiversité :

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

A titre d'exemple, l'ailant hus altissime (faux-vernis du Japon) interagit en Amérique du Nord avec trois espèces autochtones (Acer rubrum, Acer saccharum, Quercus ruralis). Acer rubrum montre une réponse positive à la présence de l'envahisseur alors que les jeunes Quercus ruralis ont une croissance inhibée en sa présence. Acer rubrum s'est aussi fortement développé aux États-Unis au XX^e siècle, peut-être en partie à cause de l'ailant hus altissime (Gomez-Aparicio L., Canham, 2008).

I.9.3. Allélopathie et compétition :

Le phénomène de l'allélopathie a été souvent considéré comme une part de la compétition ou complètement ignorée. Actuellement, ces deux mécanismes sont bien différenciés et sont généralement regroupés sous le terme d'interférences négatives. Les effets de ces interactions dépendent des facteurs physiques environnementaux et de la combinaison entre la compétition pour les ressources, les composés allélopathiques émis dans l'environnement et les facteurs de facilitation (Delabays et Mermillod, 2004).

L'exposition des plantes sensibles aux allélochimiques peut affecter leur germination, leur croissance et leur développement. En effet, la germination des graines est alors retardée ou le développement des plantes est inhibé. Les variations morphologiques sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement : des effets sur l'allongement de la tige et de la racine (coléoptile et coléorhiz des poacées). Ces variations peuvent être observées aux stades post-levés sur le développement des pousses et des racines (Kruse et al., 2000).

Les plantes présentes dans une parcelle cultivée interfèrent entre elles de différentes manières. Traditionnellement, cette interférence est attribuée principalement à des effets de compétition pour les ressources de l'environnement, telles que l'eau, la lumière ou les substances nutritives (Delabays, 2005). Dans ce même contexte, (Delabays, 2004) soulignent que les phénomènes

de concurrence entre végétaux se composent d'une part, de la compétition pour les ressources du milieu et d'autre part, de l'allélopathie.

I.10. Application de l'allélopathie :

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

I.10.1. Concurrence des mauvaises herbes sur la culture :

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

I.10.2. Lutte contre les mauvaises herbes :

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

I.10.3. Gestion des rotations culturales :

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

I.10.4. Itinéraires techniques :

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

I.11. Quelques exemples d'expériences sur les plantes allelopathiques :

I.11.1. Les plantes cultivées :

L'effet allélopathique du tournesol (*Helianthus annuus* L.) est testé par Anjum et al. (2005) sur le développement des mauvaises herbes de blé comme *Phalaris minor* (*Phalaris minor*), le chénopode blanc (*Chenopodium album* L.), le coronope didyme (*Coronopus didymus* (L.) Sm.), l'oseille (*Rumex dentatus* L.) et la luzerne polymorphe (*Medicago polymorpha* L.). Les résultats obtenus ont montré que les extraits des tiges et des racines d'*H. annuus* L. réduisent le poids frais des mauvaises herbes de 30-90% par rapport au témoin. Le riz (*Oryza sativa* L.) est parmi les céréales les plus étudiées pour ces effets allélopathiques. Le potentiel allélopathique a été décrit sur un nombre élevé de culture comme le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) (Wu et al., 1999), l'orge (*Hordeum vulgare* L.) (Lovett et Houlst, 1995), le tournesol (*Helianthus annuus* L.) (Leather, 1983) et le concombre (*Cucumis sativus* L.) (Putnam et Duk, 1974). Plus de 90 cultivars de riz sont utilisés dans des tests biologiques effectués au laboratoire par Ahn et Chung (2000). Ces tests ont pour objectif de déterminer le potentiel allélopathique de riz sur la germination des graines et le développement des plantules de l'ergot pied de coq (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.).

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

I.11.2. Les plantes médicinales :

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

I.12. L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes :

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

D'après Ben Meddour (2009), les phénomènes d'allélopathie peuvent concerner le contrôle de la croissance des mauvaises herbes dans les différentes cultures, ceci, par des plantes de grande culture comme le blé, le riz et certaines légumineuses ou par d'autres espèces dans lesquelles peuvent intervenir des acides phénoliques et des flavonoïdes ou leurs produits d'oxydation. Ces propriétés peuvent trouver des applications agronomiques et écologiques, en permettant la stimulation ou l'inhibition sélective de la germination et de la croissance des plantes intéressantes pour l'homme.

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

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

II. Généralités sur les plantes Adventices ou Mauvaises herbes :

II.1. Notion de plantes adventices (mauvaises herbes) :

En agronomie, on appelle adventice toute plante poussant dans un champ cultivé, sans y avoir été intentionnellement mise par l'agriculteur cette année-là : « Adventice. Pris du mot latin qui veut dire advenir, qui advient, ou qui vient après coup, par surcroît, qui est surajouté. On dit plantes adventices, celles qui croissent sans avoir été semées. Les mauvaises herbes, entr'autres, sont des plantes adventices ; les bonnes qui viennent, comme on dit, de Dieu grâce, sont autant de plantes adventices. » (Schabol, 1767).

Les adventices, aussi appelées mauvaises herbes, sont des plantes présentes naturellement dans un milieu, qui se développent dans les champs cultivés ou les jardins. Les adventices sont adaptés aux mêmes sols et aux mêmes conditions climatiques que les plantes cultivées. Les pratiques qui favorisent les cultures favorisent aussi les mauvaises herbes (Anonyme1 , 2006). Ce sont des plantes qui se propage naturellement (sans l'intervention de l'homme) dans des habitat naturel ou semi naturel (Brunel et al., 2005).

II.2. Facteurs de développements et distribution de la flore adventice :

Selon Barrallis (1976) in Haouara (1997), la connaissance de l'écophysiologie des mauvaises herbes ou espèces adventices est indispensable et cela pour une meilleure utilisation des techniques de lutte. Le rôle des facteurs de l'environnement dans le développement des adventices a été montré par un certain nombre d'auteurs. Ces derniers ont clairement montrent le rôle déterminant du sol en tant que substrat dans la dynamique de la flore adventice, qui se base essentiellement sur l'humidité et le niveau de fertilité. Ces facteurs sont très sélectifs quand au peuplement des sols en végétation adventices. La classification de Montegut (1980) in Haouara (1997), qui se base sur le facteur thermique, semble être la plus indiquée : en ce sens que chaque espèce adventice exige une période optimale pour sa germination. Ce facteur est étudié avec la levée de dormance des espèces adventices. Si de façon générale, les espèces végétales prolifèrent selon les grands types de climat, certaines espèces adventices dites indifférentes se trouvent sous presque tous les climats. Car ces dernières occupent une aire géographique extrêmement vaste, c'est le cas pour *Agropyrum repens L.*

II.3. Influence des facteurs de l'environnement dans la distribution de la flore adventice:

Le rôle des facteurs de l'environnement dans le développement des adventices a été montré par un certain nombre d'auteurs. Le bourgeois (1993) , Fried et al., 2008 .Ils observent que certains facteurs sont responsable de la distribution et de l'abondance des espèces au sein des communautés de mauvaises herbe .

II.3.1. Le climat :

Au cours d'une même année, la flore varie en fonction du cycle de développement des espèces en relation avec les variations climatiques saisonnières. Dans les champs cultivés, ces

variations sont également déterminées par la croissance de la culture et les pratiques culturales associées. Barralis et Chadoeuf, (1980) in Freid et al., 2008.

Selon Halimi (1980) le régime pluvial joue un rôle essentiel non seulement dans le rythme des phases de développement des plantes, germination bourgeonnement, feuillaison...etc mais également sur l'abondance.

La température est certainement le facteur le plus important de germination parce qu'elle joue un rôle dans la vitesse des réactions biochimiques (Chaussat et al., 1975).

La classification de Montegut (1980) in Haouara (1997), qui se base sur le facteur thermique, semble être la plus indiquée : en ce sens que chaque espèce adventice exige une période optimale pour sa germination. Ce facteur est étudié avec la levée de dormance des espèces adventices.

II.3.2. Le sol :

Le sol intervient plus particulièrement par ses propriétés texturales et chimiques (Breman et Stroosnijder 1982). La texture conditionne la disponibilité en eau pour la végétation et contribue à l'expression du climat du sol, parfois plus important pour les végétaux que le climat proprement dit. En effet en région sèche, l'eau est plus rapidement disponible dans les sols ferrugineux sableux à texture grossière que dans vertisole à texture très argileuse, surtout au début de saison des pluies. En revanche la capacité de rétention en eau est beaucoup plus faible dans les sols à texture grossière, qui sont sujets à un dessèchement très rapide en fin de cycle ou lors d'un arrêt des précipitations. (Seghieri, 1990)

II.3.3. Les effets de l'environnement agronomique sur les adventices :

Les adventices sont indésirables dans les milieux cultivés, par ce qu'elles s'interfèrent avec les cultures par une concurrence directe pour la lumière, l'eau, et les éléments nutritifs, mais aussi en raison de la difficulté de récolte par bourrage des machines, du salissement de la récolte et du sol (stock de graines) (Gazoyer et al., 2002). 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 de semences toxiques (nielle). Elles créent, de plus, un milieu favorable au développement des maladies cryptogamiques, des virus, des insectes et des nématodes (INPV, 2007).

II.3.4. Impact agro – économique des mauvaises herbe :

Les agriculteurs luttent contre les mauvaises herbes notamment parce qu'elles diminuent le rendement des cultures. Certains adventices sont parfois plus concurrentiels que d'autres, et leurs impacts peuvent varier d'une année et d'une culture à l'autre. En agriculture biologique, l'impact d'adventices sur le rendement des cultures n'a pas encore fait l'objet d'études approfondies. Les mauvaises herbes peuvent tout de même réduire le rendement. En comptant les adventices et en mesurant leur biomasse, les chercheurs peuvent déterminer leurs incidences sur le rendement et sur la qualité d'une récolte, sur la production, la qualité et le rendement économique (Hammermeister et al., 2006). Dans certaine situation, le contrôle des mauvaises herbes peut débiter pendant les dernières récoltes (Thibault, 2004). Les habitats des mauvaises herbes sont plus ou moins ouvert et perturbé. Elles trouvent dans des itinéraire technique nouveaux et des conditions favorable qui permet de s'étendue a partir des milieux voisins des parcelles (Chauval et al., 2004).

II.4. Caractéristiques biologiques des adventices des cultures :

II.4.1. Les plantes annuelles (thérophytes) :

Les mauvaises herbes annuelles sont de deux types, les annuelles d'été et les annuelles d'hiver. Si l'on veut élaborer un programme efficace de lutte contre les mauvaises herbes, il importe de faire la distinction entre les deux types d'annuelles (McCully et al., 2004).

II.4.1.1. 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. Les nouvelles plantes qui poussent à l'automne sont habituellement détruites par le gel (McCully et al.,2004).

II.4.1.2. 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).(Figure 07)

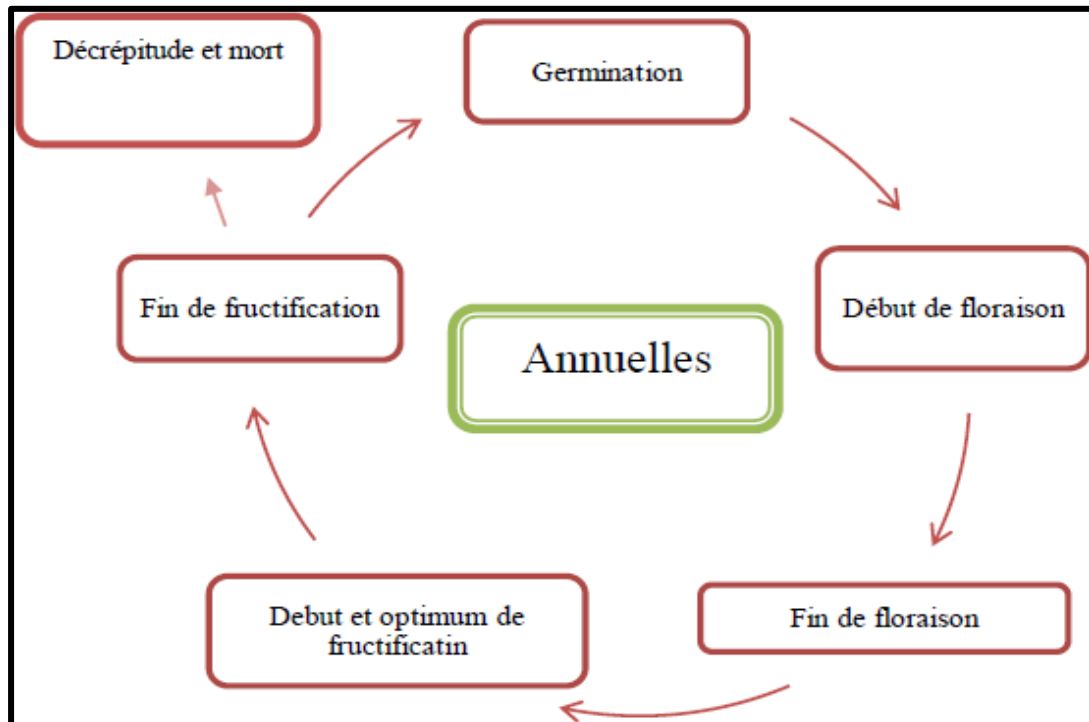


Figure 07 : Cycle biologique des adventices annuels (Le Floche in Godron, 1968)

II.4.2. Les espèces bisannuelles :

Ces espèces complètent leur cycle au cours de deux années. 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). (figure 08) .

Les bisannuelles sont : Hémicryptophyte (ou géophyte) la première année, puis thérophyte la seconde

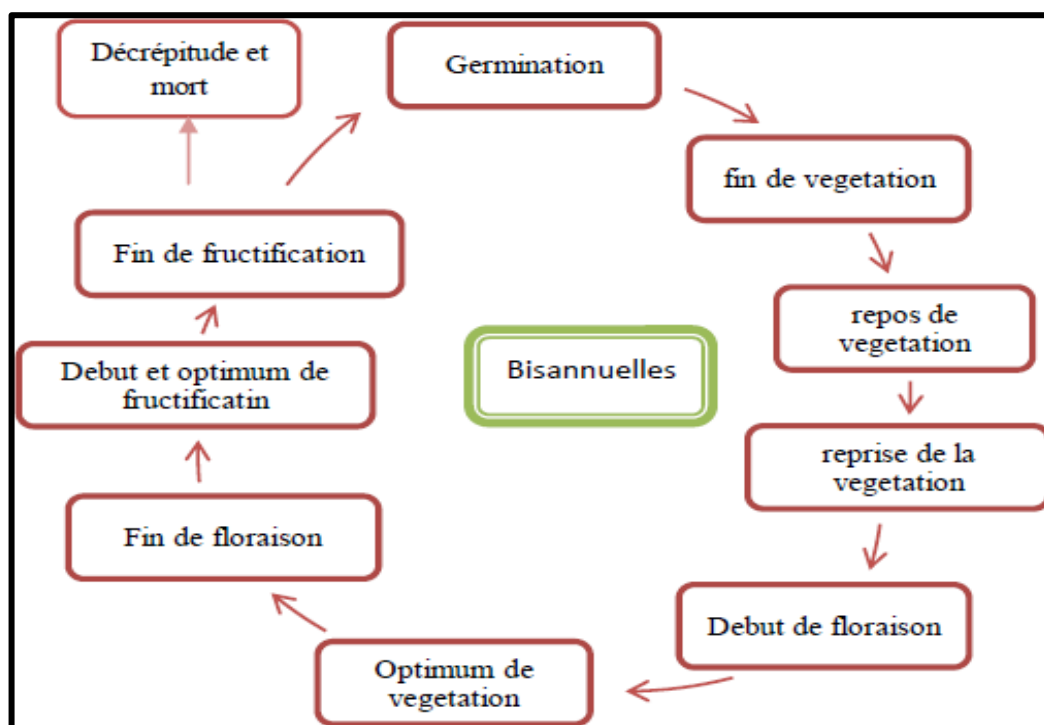


Figure 08 : Cycle biologique des adventices bisannuels (Le Floche in Godron, 1968)

II.4.3. Les vivaces (géophytes) :

Ces espèces 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).

Certaines plantes vivaces poussent en solitaire et on les appelle les vivaces simples, qui se multiplient principalement par les graines, mais elles peuvent se reproduire par le mode végétatif lorsque les racines sont coupées et dispersées par un travail du sol. D'autres mauvaises herbes vivaces poussent en grandes colonies ou en plaques à partir de réseaux de racines ou de rhizomes souterrains. On les appelle les vivaces rampantes. Les vivaces rampantes, se reproduisent à la fois de façon végétative et à partir de graines (McCully et al., 2004). (figure 09).

espèces et ne sont pas bien connues. Les facteurs sont divers, y compris les saisons de croissance particulièrement favorables, l'arrivée de nouveaux pollinisateurs ou d'agents de dispersion, l'espèce s'adaptant à son nouvel environnement par la formation de nouveaux dispersion, l'espèce s'adaptant à son nouvel environnement par la formation de nouveaux génotypes. Bien souvent c'est seulement à cette étape que la plante commence à être perçue comme un organisme nuisible.

II.5.5. Phase d'explosion :

C'est la période où l'aire occupée par l'organisme nuisible s'étend rapidement et souvent il commence à faire l'objet d'inquiétude officielle.

II.5.6. Phase de retranchement :

L'aire de l'organisme nuisible s'étend lentement aux derniers habitats qui restent pour couvrir la totalité de son aire de distribution dans la zone. Ceci ne signifie pas que l'espèce se rencontre sur toute terre propice à tout moment, mais que la probabilité que cela arrive est élevée.

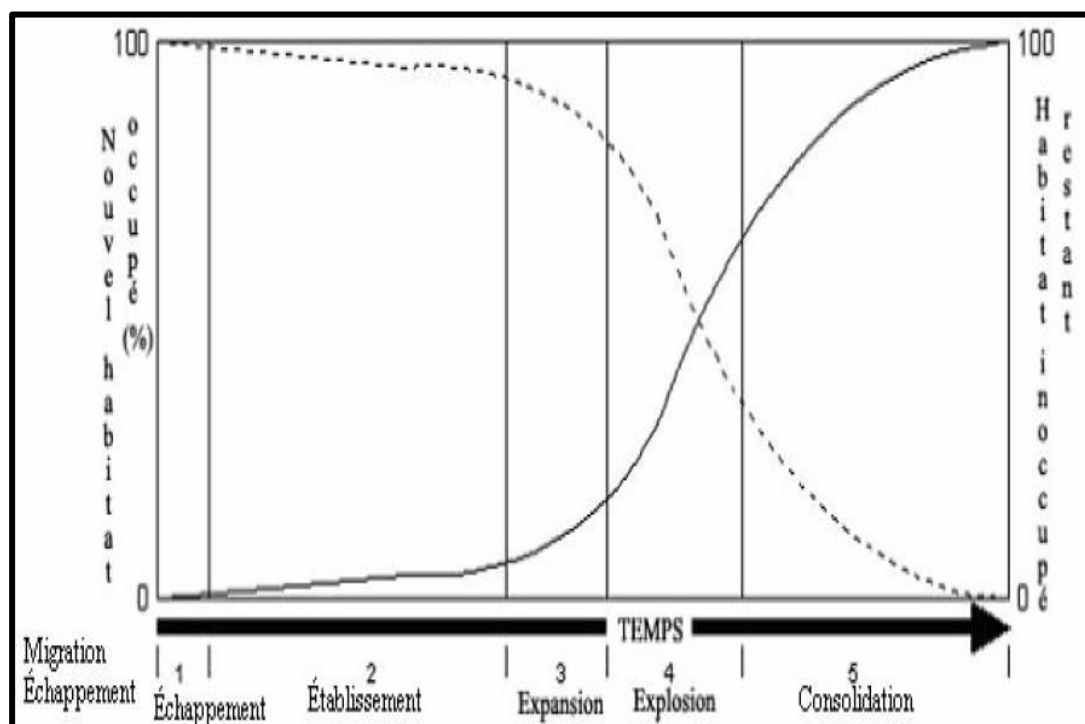


Figure 10 : Phases conceptuelles d'invasion progressive d'une mauvaise herbe dans le temps, et la relation avec le pourcentage de terre occupée et non occupée de Williams (1997.)

II.6. Capacité d'adaptation des mauvaises herbes :

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 (Jones et al., 2009). Ces modes sont fortement dépendants non seulement des travaux agricoles effectués sur la parcelle, mais aussi du mode de reproduction des plantes (sexué ou multiplication végétative). Concernant le travail du sol, celui-ci peut favoriser la dissémination des graines dans le sens de travail de la parcelle, créant des tailles d'agrégats de forme ovale, mais il peut également répartir de manière aléatoire les racines et les graines, qui vont rester accrochées aux outils à dents (tels que charrue), le temps d'être déposées plus loin dans la parcelle. Concernant le mode de reproduction des plantes, celui-ci va également avoir une influence importante sur la répartition des adventices, les plantes dites « annuelles » vont voir la distribution spatiale de leur semence conditionnée soit par le vent (qui pourra apporter une répartition aléatoire), soit par le labour, qui va étirer cette distribution, en suivant un modèle de type agrégatif. Au contraire, les plantes dites « vivaces », qui n'ont besoin que d'un morceau de végétal pour se reproduire, vont avoir une répartition spatiale plus aléatoire, dû aux différents travaux agricoles réalisés sur la parcelle qui les disséminera (Jones et al., 2009).

II.7. Nuisibilité due aux mauvaises herbes :

Le concept de nuisibilité englobe deux sortes d'effets, ceci s'explique par une nuisibilité due à la flore potentielle, et une nuisibilité due à la flore réelle (figure 11). Ces deux concepts montrent clairement les dégâts causés par les mauvaises herbes, et leur effet sur la productivité et le rendement des cultures.

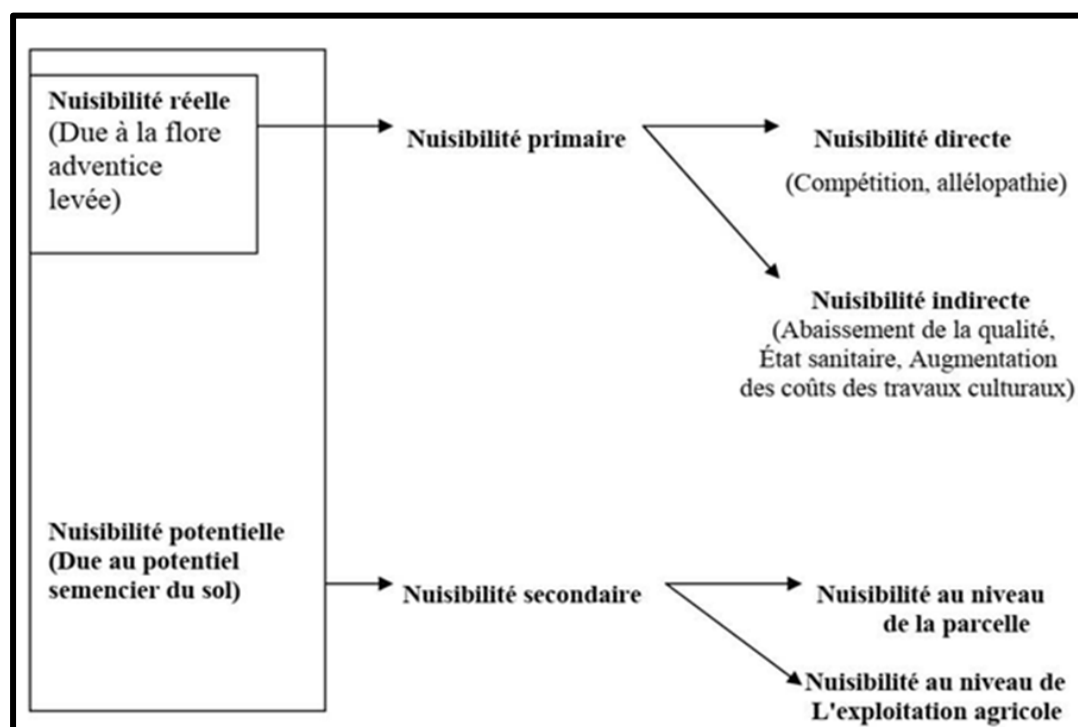


Figure11: Type de nuisibilité des mauvaises herbes (Caussanel ,1988).

II.7.1. 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).

II.7.2. 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).

II.7.3. Seuil de nuisibilité :

II.7.3.1. Seuil biologique de nuisibilité :

Souvent défini par le seul paramètre de la densité (Caussanel, 1988), 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, 1988).

II.7.3.2. Seuil économique de nuisibilité :

Sur une base annuelle de données, le seuil économique annuel de nuisibilité tient compte du coût des opérations de désherbage de post levée mais aussi, éventuellement, des dépenses supplémentaires engagées pour supprimer la nuisibilité indirecte des mauvaises herbes. Il représente le niveau d'infestation (atteint au moment conseillé pour éliminer les mauvaises herbes) à partir duquel une opération de désherbage devient rentable, compte tenu du prix de revient de cette opération et de la valeur de la récolte. Si la valeur du produit récolté est appréciée sous son seul aspect quantitatif, c'est le seuil économique élémentaire de nuisibilité qui est défini. Il dépend de la relation qui lie le niveau d'infestation adventice et la perte de rendement, de la valeur ajoutée au produit récolté, résultant de l'élimination des mauvaises herbes et du coût de l'opération de désherbage (Caussanel, 1988).

II.8. Méthodes de lutte contre les Mauvaises Herbes :

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

II.8.1. Moyens préventifs :

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

II. 8.2. Méthodes culturales :

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

II.8.3. Moyens biologiques :

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

II.8.4. Moyens mécaniques :

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

II. 8.4.1. Travail du sol :

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

II. 8.4.2. Désherbage :

Le désherbage à la main est nécessaire lorsqu'on veut obtenir des champs parfaitement propres. La lutte chimique, biologique, préventive ou mécanique ne peut parvenir seule à éliminer toutes les mauvaises herbes.

II .8.5. Moyens chimiques de lutte contre les mauvaises herbes :

L'usage d'herbicides pour lutter contre les mauvaises herbes est un élément important de tout programme de lutte intégrée contre les mauvaises herbes. Les herbicides ne peuvent toutefois pas être utilisés pour remédier à une mauvaise gestion. Si on opte pour les herbicides, il faut en faire un usage responsable et judicieux et les considérer simplement comme un élément d'un programme général (McCully et al., 2004).

La lutte chimique, biologique, préventive ou mécanique ne peut parvenir seule à éliminer toutes les mauvaises herbes.

III. Généralités sur *A. canescens*:

III.1. Classification :

Tableau N° 1 : classification de plante *A. canescens* (Benmansour,2014)

Règne:	Plante
Embranchement:	Spermaphytes
Sous embranchement:	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones
Famille:	<i>Chénopodiaceae</i>
Genre:	<i>Atriplex</i>
Espèce:	<i>Atriplex canescens</i>

III.2. Répartition et habitat :

Selon (Francllet & Houerou, 1971) *L'A. canescens*, est d'origine d'Amérique du nord, on la trouve au Colorado, Utah, Wyoming, Nevada, New Mexico, Ouest du Texas et le Nord du Mexique (Berri, 2008). elle existe dans les étages bioclimatiques semi arides et aride supérieur et moyen à hiver chaud et froid, elle peut résistée également à la sécheresse (Francllet & Houerou, 1971). Il voit à la fois (Oudina & Selfaoui, 2014) est particulièrement intéressant en raison de sa plus grande résistance au froid.

Selon (Sanderson, Stewart, & Arthur, Durant, 2004) la raison la race répandue est appelée Occidentalise plutôt que Canescens est que le nom de la variété canescens doit donner aux plantes de la localité de type (site à partir duquel l'espèce a été d'abord recueillies et décrites). le type localité pour fourwing saltbush est une zone de badlands le long de la rives de la rivière Missouri Big Bend dans le Dakota du Sud, où la plante a été recueilli par les explorateurs Lewis et Clark et décrit par Frederick Pursh.

III.3. Exigences édapho-climatiques :

L'espèce *A. canescens*, se trouve dans les étages bioclimatique semi-aride et aride supérieur et moyen, à hiver chaud et froid (Francllet et Le Houérou, 1971) entre des isohyètes de 150 à 200mm dans son aire d'origine d'optimum et de température qui peut aller de -2°C jusqu'à +35°C. Elle peut résister également à la sécheresse, et tout cela explique la grandeur de l'aire de répartition de cette espèce dans le monde (Francllet et Le Houérou, 1971).

L'implantation et la croissance de l'Atriplex sont favorisées par une salure faible en surface mais plus importante en profondeur (Pouget, 1980). Cette espèce ne semble pas avoir d'exigences particulière et accepte tout type de sols (Froment, 1972).

III.4.Morphologie :

C'est un arbuste buissonneux de 1 à 3m de haut, formant des touffes de 1 à 3m de diamètre. Le port est plus au moins intriqué, les rameaux blanche, les feuilles courtement pétiolées, entières, alternes, linéaires, lancéolées, un innervées, et grisâtre, de 3 à 5cm sur 0,3 à 0,5cm accompagnées de feuilles axillaires plus petites (0,5 à 1,5 sur 0,1 à 0,3cm) L'inflorescence est dioïque, en épis simples ou paniculés au sommet des rameaux pour les mâles, axillaires ou en épis subterminaux (Bouchoukh, 2010; Benmansour, 2014) pour les fleurs femelles les graines vêtues de 4 ailes à bords denticulé sont des dimensions (de 10 à 20 mm). C'est une plante dioïque (Berri, 2008).

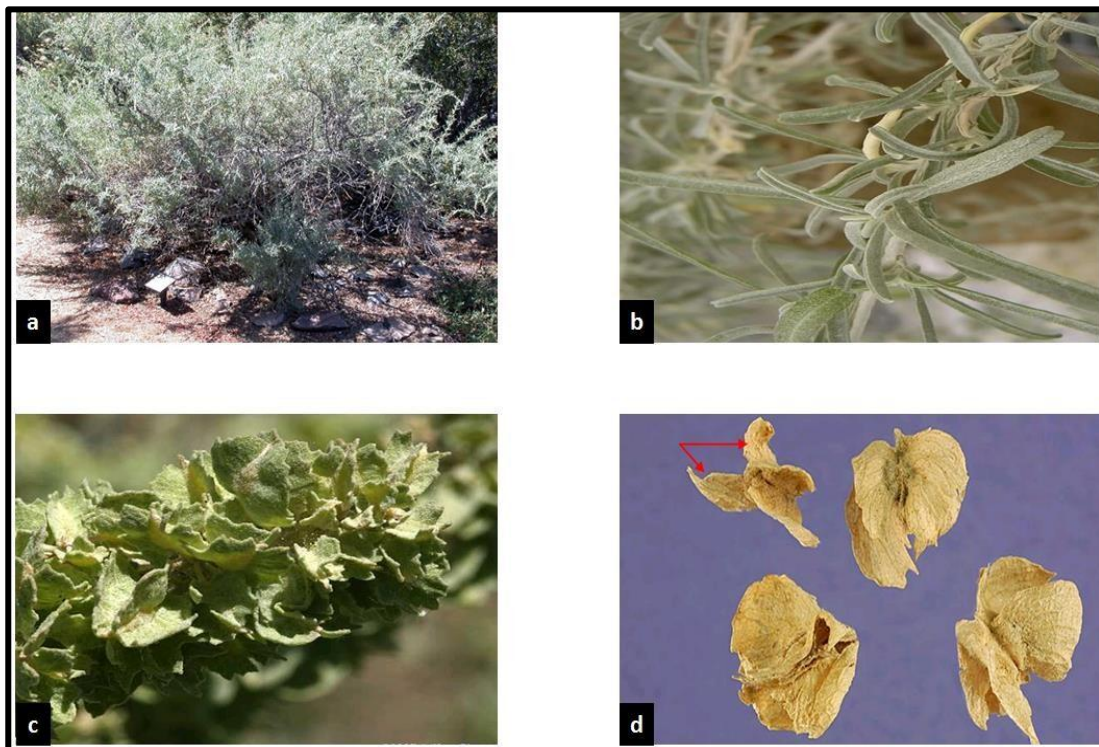


Figure12 : a- Arbuste *d' A. canescens* ,b- Feuilles *d' A. canescens* , c- Fruites *d' A. canescens* , d- Graines *d' A. canescens* (Halfaoui, 2010).

III.5. Physiologie :

- C'est une espèce cultivée dans les étages bioclimatiques semi-aride, aride supérieur et moyen. résiste à des températures très basses dans les régions arides continentales des Etats-Unis:
- Du point de vue résistance à la sécheresse l' *A. canescens* se développe dans son pays d'origine sous des pluviosités de 150 à 200 mm.
- Tolérant les dommages excessifs causés par les insectes, les lapins et les rongeurs et les plantations peuvent nécessiter des mesures de contrôle si des dommages graves apparaissent est particulièrement intéressant en raison de sa plus grande résistance au froid (Oudina & Selfaoui, 2014).
- Ses utilisations comprennent la réhabilitation des terres minières (Aldon, 1981).
- plantations de réhabilitation d'incendie(Ott et al., 2003).
- plantations de réhabilitation d'incendie(Ott et al., 2003).
- l'amélioration des parcours (Monsen & Shaw, 1995).et réserves pour les sols pauvres en éléments nutritifs(Glenn et al.,1996, 1998).
- C'est une plante fourragère de qualité. Non seulement il a la qualité nutritive fine, mais il est agréable aux animaux sauvages et domestiques et tolère la navigation (Cibils et al., 1998; Maywald et al., 1998; Welch & Monsen, 1981, 1984).
- Il montre une variation abondante d la réponse à Le saisons et les précipitations, ainsi que la différenciation génétique. Cela a entraîné une confusion croissante (Sanderson; Stewart& Arthur; Durant, 2004).

III.6.- Intérêt d' *A. canescens* :

III.6.1. Intérêt médicale :

Les feuilles d'Atriplex sont utilisée pour traiter les maladies cardiaques, le diabète et le rhumatisme puisque les feuilles sont le centre des réactions photochimiques, donc riches en principes actif (Walker et al., 2014). L'Atriplex est une plante nutritive, riche en protéine (Francllet, 1971), en sels minéraux et vitamines C, A et D (Benrebiha, 1987), et aussi utilisée comme plante médicinale dans la pharmacopée traditionnelle (Chikhi et al., 2014).

III.6.2. - Intérêt écologique :

Des plantations à base d' *A. canescens* ont donnée de très bon résultats dans la fixation des

dunes. Ils ont marqué aussi une amélioration de quelques propriétés des sols telles que le drainage des horizons superficiels et la perméabilité (Cherfaoui, 1987).

III.6.3. Intérêt fourrager :

L' *A. canescens* est l'un des *Atriplex* mieux appréciés par les vaches, les brebis et les chèvres. Les graines sont particulièrement appréciées car elles présentent une meilleure ingestion volontaire (Le Houérou, 1995). Elle présente une ingestion volontaire aux autres *Atriplex*, les rameaux sont consommés frais, fanes ou sèches, sa valeur fourragère varie de 0.25 à 0.68 UF/Kg Ms ((Haut-commissariat du développement de la steppe HCDS, 2002).

A. canescens a une teneur en matière azotée total (MAT) de l'ordre de 20 à 25% de la matière sèche, avec une teneur en lysine avoisinant 7% des MAT. La présence de grandes quantités de sels et la présence de certaines substances secondaires peuvent limiter leur valeur nutritionnelle. Toujours est-il que l'abreuvement est crucial. Pour des ovins qui vont consommer l'équivalent de 100 à 200g de NaCl par jour (Bouabdelli et Kherifi, 2013).

III.6.4. Intérêt économique :

Des essais menés par Institut National de Recherche Forestière (l'INRF) et Institut National de Recherche Agronomique (l'INRA) Tunisie en 1971 ont montré que l' *A. canescens* peut être utilisé pour la préparation de concentrés pour l'alimentation du bétail, car il est riche en fibres cellulosiques, protéines et éléments minéraux d'une part et, d'autre part, ses tiges ligneuses pour les fours conventionnels.

III.7.Mode de multiplication et techniques de plantation :

III.7.1.Mode de multiplication : Il existe 03 modes de multiplication :

III.7.1.1.Le semis :

La première opération consiste à lever les inhibitions en éliminant les chlorures de sodium et d'autres substances hydrosolubles dans les valves fructifères des fruits par trempage des graines dans l'eau pendant 24 à 48 heures, ensuite à transplanter des semis préparés en pépinières sur le terrain (Francllet et le Houérou, 1971).

III.7.1.2.Le bouturage : C'est un mode de multiplication utilisé en cas de manque de graines, les boutures utilisées doivent être prélevées sur des plantes âgées d'un an et qui doivent porter

des feuilles afin de réussir l'opération (Kouidri et Taibaoui, 2002).

III.7.1.3. Les éclats de souches :

Elle donne des résultats aléatoires, le prélèvement des éclates est assez difficile et leur quantité est assez réduite (Naoumi et Taouti, 2003). Cette méthode reste aléatoire.

Il est déconseillé d'effectuer ce mode de multiplication par temps froids, la reprise est lente et suivie d'un dessèchement des organes (Regagba, 2012)

III.7.2. Technique de plantation :

D'après (Bencharef et al, 1990) dans le cas des Atriplex:

III.7.2.1. Pour le semis :

on a les conditions suivantes:

Trempage des graines pendant 48h sous la température de 15 à 30 °C sous eau courante en remplaçant l'eau trois fois.

Dans le cas de semis direct utilisation des graines trempées pendant plusieurs jours (graines pré germées) les semailles se font en ligne ou en poquet.

III.7.2.2. Pour les plantations :

L'époque de plantation est l'automne et le printemps pour le temps froid.

La densité de plantation conseillée est de 2500 pied/ha avec un écartement de 3 à 4m.



Figure13 : Plantation d' *A. canescens* dans le parcours de l'Ouest algérien, Ain Skhouna (Saida) (Bouchikh-Boucif et al., 2014).

Chapitre II

Matériel et méthodes

I. Préparation du matériel végétal :

- **1er Le fauchage :** A l'aide d'un sécateur et pour la conservation d'écosystème ainsi que le respect de la plante, nous avons coupé un tiers du pied de sa partie aérienne et de sa partie sous terrainne de la plante (tiges, racines).
- **2eme Le séchage :** Les échantillons collectés de *A. canescens* ont été étalés sur un linge propre pendant 60 jours dans une pièce aérée.
- **3eme Le broyage :** Les feuilles séchées de *A. canescens* 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 (Figure 14). Le broyat de *A. canescens* constituant le matériel végétal final que nous avons utilisé pour la préparation des solutions (Extraits aqueux).



Figure 14 : Broyage de la plante *A. canescens*
(Cliché NADJI CH , Février 2023).

II. Caractérisation chimique de *A. canescens* :

II.2 Tests phyto-chimiques :

Les tests phytochimiques ont été effectués sur la partie aérienne et la partie racinaire de la plante *A. canescens* , La détection de certains composés est réalisée en utilisant des méthodes décrites par (Quettier-Deleu., 2000 ; Mojab et al., 2003)

II.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.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.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 :

1 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 surnageante révèlent la présence de stérols et triterpènes.

. 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 des triterpènes.

II.2 .4. Alcaloïdes:

Une masse de 2g 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 (Figure 15). 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.

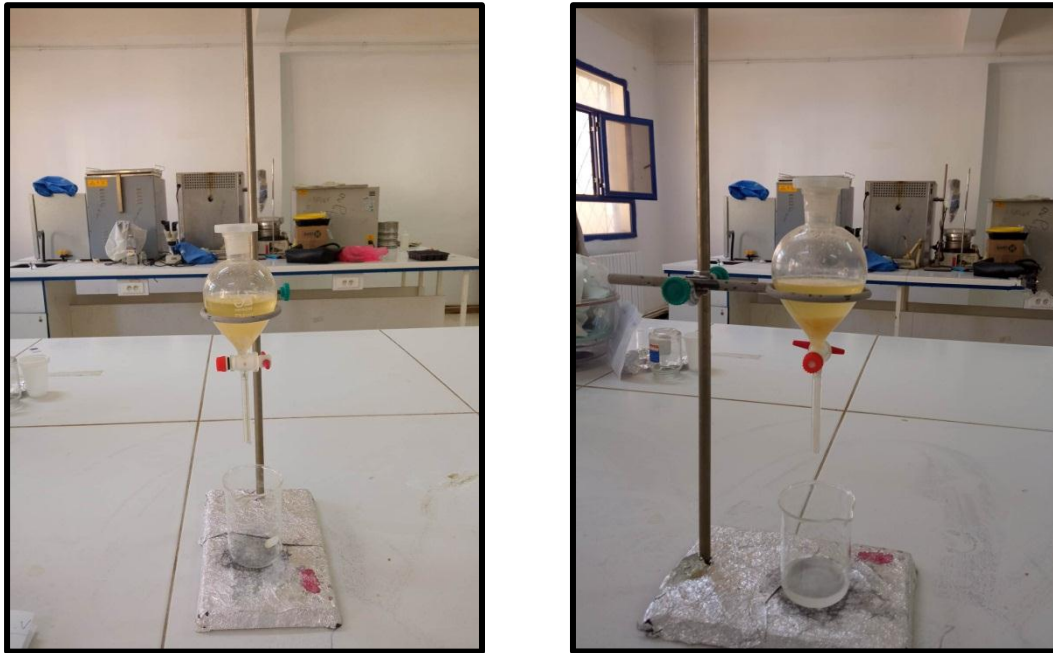


Figure 15: Extraction liquide-liquide avec du chloroforme, (Cliché NADJI CH, Février 2023)

III. 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.

III.1. La préparation des solutions Extraits aqueux de l' *A. canescens* :

Les solutions extraites de deux parties de l' *A. canescens* (aérienne et racinaire) sont préparées à la température ambiante du laboratoire (20-25°C). Les différentes doses considérées sont 5%, 10% et 15% notées respectivement D1, D2 et D3 en utilisant les broyats des deux parties de l' *A. canescens*. Pour cela, à l'aide d'une balance électronique nous avons pesé (10 g, 20 g et 30 g) du broyat, nous avons mis la poudre dans un erlenmeyer et ajouté à la quantité pesée 200 ml d'eau distillée chaude (> 50°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.

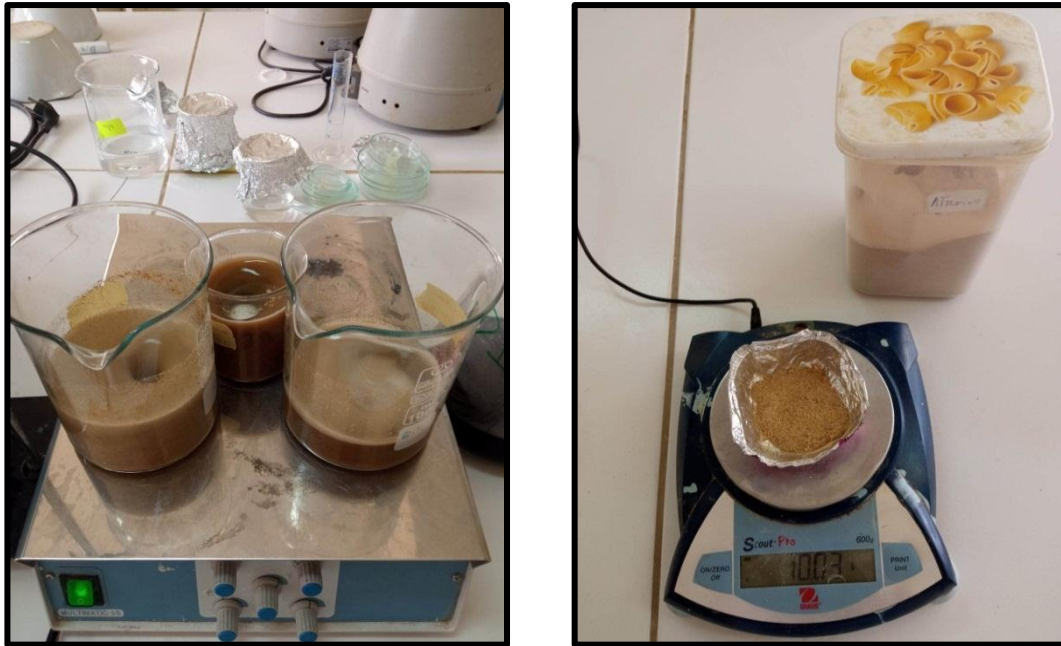


Figure 16 : La préparation des solutions (Extraits aqueux de *A. canescens* , (Cliché NADJI.CH, Février 2023).

➤ **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).

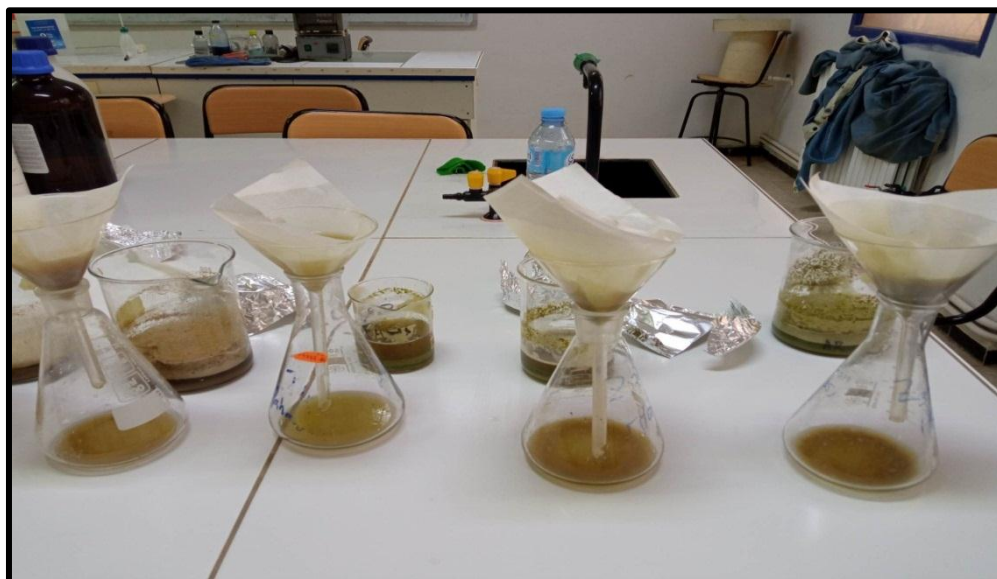


Figure 17: Filtrations des extraits aqueux de *A. canescens* (Cliché NADJI.CH, Février 2023).

III.2. Les tests de germination :

III.2.1. Matériel végétal (semence) utilisé pour le test de germination :

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 et deux mauvaises herbes *T. durum* et *A. sterilis* et *H. murinum*. 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 Mai et Juin 2022, il s'agit de deux espèces mauvaises herbes : orge des rats et folle avoine. Celles de la plante cultivée nous ont été fournies par l'OAIC de Laghouat. *T. durum* et *A. sterilis* et *H. murinum* constituent nos plantes cibles.

III.2.1. Déroulement des tests de germination :

Dans des boîtes de pétri stériles en plastique de 80 mm de diamètre et d'une hauteur de 13 mm (le même type de boîtes est utilisé pour 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 18). Le numérotage comporte le nom de l'espèce cible, la concentration utilisée suivie de la première lettre de la partie de la plante, dont on veut tester le pouvoir allélopathique et le chiffre de la répétition.



Figure 18 : Les tests de germination des graines des plantes cibles, avec extraits aqueux de *A. canescens* (Cliché NADJI.CH, Février 2023).

Dix graines de chaque espèce sont déposées sur le papier absorbant dans chaque boîte de pétri pour les milieux (D1, D2, D3 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 heure. Selon Malcolm et al. (2003), la vitesse et la durée de germination des graines 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 15 jours (du 28 Février au 15 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 (glumelle 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 avec deux niveaux *A. canescens* (partie aérienne et racinaire).
- Facteur 2 : est celui de la plante cible avec trois niveaux *A. sterilis* et *H. murinum* et *T. durum*.
- Facteur 3 : est celui de la concentration utilisée avec quatre niveaux (T, C5%, C10% et C15%).

Un total donc de 72 boîtes de pétri sont manipulées.

Les notations utilisées :

- (ETG0%, ETG5%, ETG10% et ETG15%) = Traitements à partie aérienne;
- (ER0%, ER5%, ER10% et ER15%) = Traitements à partie racinaire ;

III. 3. Suivi de la germination et notations :

III.3.1. Détermination du taux de la germination et de son inhibition :

Après 15 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 des extraits aqueux *A. canescens* 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 :

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

III.3.2. Mesures des longueurs de croissance des racicules et des glumelles :

Après avoir déterminé le nombre des graines qui ont germés dans chaque boîte de pétrie et lorsque la plupart des plantules dans une boîte de pétrie sont faciles à manipuler, nous avons mesuré sur un papier millimétré (Figure 19), les longueurs de croissance de la racicule (radicelle) que nous notons : (LCR) et la longueur de croissance de la (glumelle), que nous notons : (LCG). Cette opération est réalisée pour évaluer la croissance des plantes vis-à-vis du milieu.

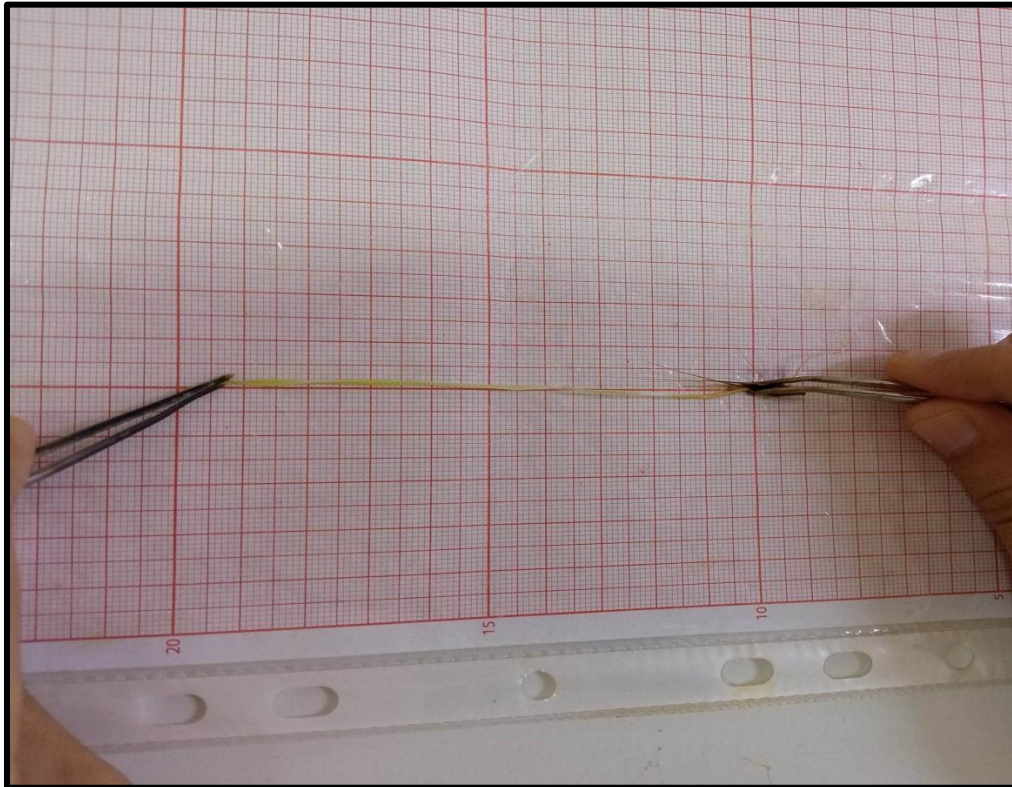


Figure 19 : Mesure des longueurs des glumelles et des racicules

(Cliché NADJI.CH, Mars 2023).

III.3.3. Indice de vigueur des plantules :

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

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

III.4. Dosages 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 tricetohydrindène. 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 Ortho-phosphorique (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).

Nous déterminons la densité optique (DO) à l'aide d'un spectrophotomètre (type 20D) 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 concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.



Figure 20 : Représentation de dosage de la proline des espèces inventoriées
(Cliché NADJICH, Avril 2023).

III.5 . Analyses statistiques des données :

Des analyses statistiques sont effectuées sur les résultats des paramètres mesurés. Pour cela nous avons utilisé le logiciel Minitab 17.

Chapitre III :

Résultats et Discussion

I. Phyto-chimie de *A. canescens* :

Le tableau N°2 révèle que les tanins, les flavonoïdes et les Alcaloïdes sont plus présents chez *A. canescens* partie (partie aérienne) Par contre, les tri terpènes sont présents chez *A. canescens* partie (partie racinaire) et totalement absents chez *A. canescens* (partie aérienne), pour les Alcaloïdes présent dans les deux.

Tableau N°2 : Résultats des tests phytochimiques :

Molécules	<i>A. canescens</i> (partie racinaire)	<i>A. canescens</i> (partie aérienne)
Tanins	–	+++
Flavonoïdes	–	+++
Stérols et tri terpènes	+++	–
Alcaloïdes	++	+++

Notations : – : Négatif ; ++ : Faiblement positif ; +++ : Positif ; ++++ : Fortement positif.

II. Interactions des facteurs de l'expérimentation sur les paramètres mesurés sur les plantes cibles :

La lecture du tableau 03, montre que pour les trois plantes cibles, les interactions les plus élevées des facteurs de l'expérimentation sont notées pour les paramètres longueurs des racelles. L'inhibition de la germination semble le moins affectée par les facteurs, notamment d'autres facteurs non pris en considération ont pu intervenir sur la germination des graines semées dans les différents extraits utilisés. L'indice de vigueur de l'avoine folle semble aussi être le moins affecté par les facteurs de notre expérimentation. Notamment aussi l'accumulation de la proline chez les trois plantes réunies semble être influencée par d'autres facteurs.

Tableau N°3 : Coefficient de détermination R² de l'ANOVA Multi-variée

Paramètre mesuré	Coefficient de détermination R ² <i>T. durum</i>	Coefficient de détermination R ² <i>A. sterilis</i>	Coefficient de détermination R ² <i>H. murinum</i>
TIG (%)	86,86	67,96	82,11
LG (cm)	94,09	91,68	82,28
LR (cm)	99,57	91,43	97,58
IV	98,01	62,79	92,38
Proline accumulée (μ mol/g MF)	17,73	//	65,14

III. Effets des extraits aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire et *A. canescens* partie aérienne sur le taux d'inhibition de la germination, sur l'inhibition du développement des racelles et des glumelles , sur l'indice de vigueur des plantes cibles:

III.1. Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles :

La (figure 21 A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *T. durum* . Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est Très faible pour le témoin avec une valeur de 0% et Très faible pour C1 avec une valeur de 10%. D'autre part nous remarquons qu'à la concentration C2 le taux d'inhibition de la germination est peu élevée avec une valeur de 33.3%, et pour le C3 le pouvoir inhibiteur de l'extrait est de 53.3%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.048$, avec la formation de deux groupes statistiques.

L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 86,86%.

La (figure 21 B), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *A. sterilis*. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est plus élevée pour le C1 et C3 avec une valeur de 100% aussi que pour le C2 avec une valeur de 94.44%. D'autre part, nous remarquons qu'aux témoin le taux d'inhibition de la germination est moyennes avec des valeurs de 50% . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $P= 0.00$ ($P<0.05$), avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 67,95%.

La (figure 21 C), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *H. murinum* . Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition est la plus élevée pour le C2 et C3 avec des valeurs respectives de 96.67 % et 100% ainsi que pour le C1 et témoins le taux d'inhibition de la germination est très faible avec des valeurs respectives 6.67% et 13.33%. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.00$ ($P<0.05$), avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 82,11%.

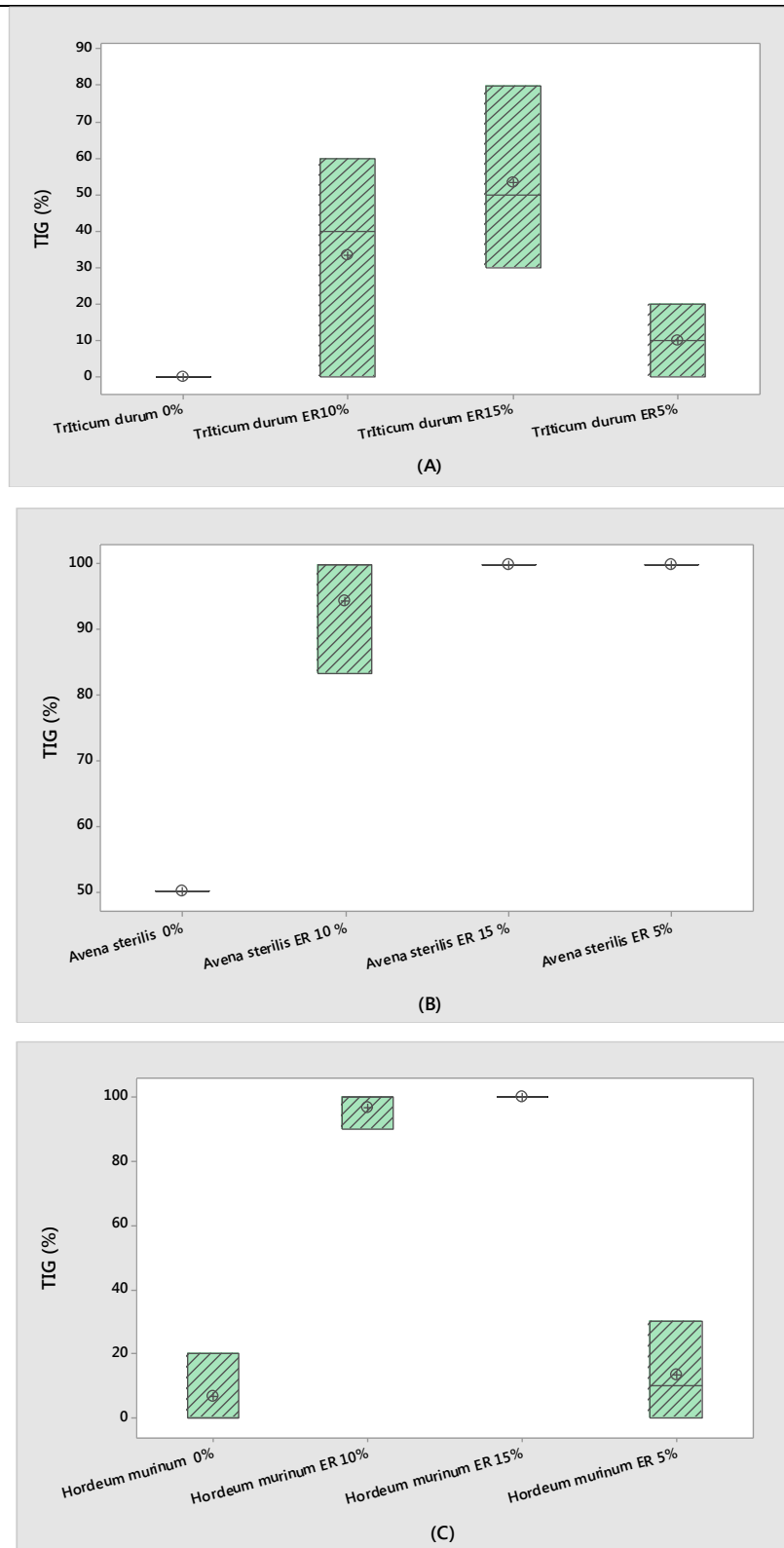


Figure 21 : Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire à différentes concentrations, (A) : TIG de *T. durum* , (B) TIG de *A. sterilis*, (C) TIG de *H. murinum*

III.2. Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne sur le taux d'inhibition de la germination (TIG) des graines des plantes cibles :

La (figure 22A), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *T. durum* . Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est inexistant pour le témoin avec une valeur de 0% et Très faible pour C1 et C2 avec une valeur de 10%. D'autre part nous remarquons qu'à la concentration C3 le taux d'inhibition de la germination est faible 26.67. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.003$, avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 86,86%.

La (figure 22 B), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *A. sterilis*. Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition de la germination est plus élevée pour le C1 et C2 et C3 avec une valeur de 100%. D'autre part, nous remarquons qu'aux témoin le taux d'inhibition de la germination est moyennes avec des valeurs de 50% . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ($P= 0.05$), avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 67,95%.

La (figure 22 C), montre le taux d'inhibition de la germination en fonction des concentrations chez *H. murinum* . Les résultats obtenus montrent que le taux d'inhibition est la plus élevée pour le C1 et C2 et C3 avec une valeur de 100% ainsi que pour le témoin le taux d'inhibition de la germination est Très faible . avec une valeurs respectives 6.67% . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.00$, avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 82,11%.

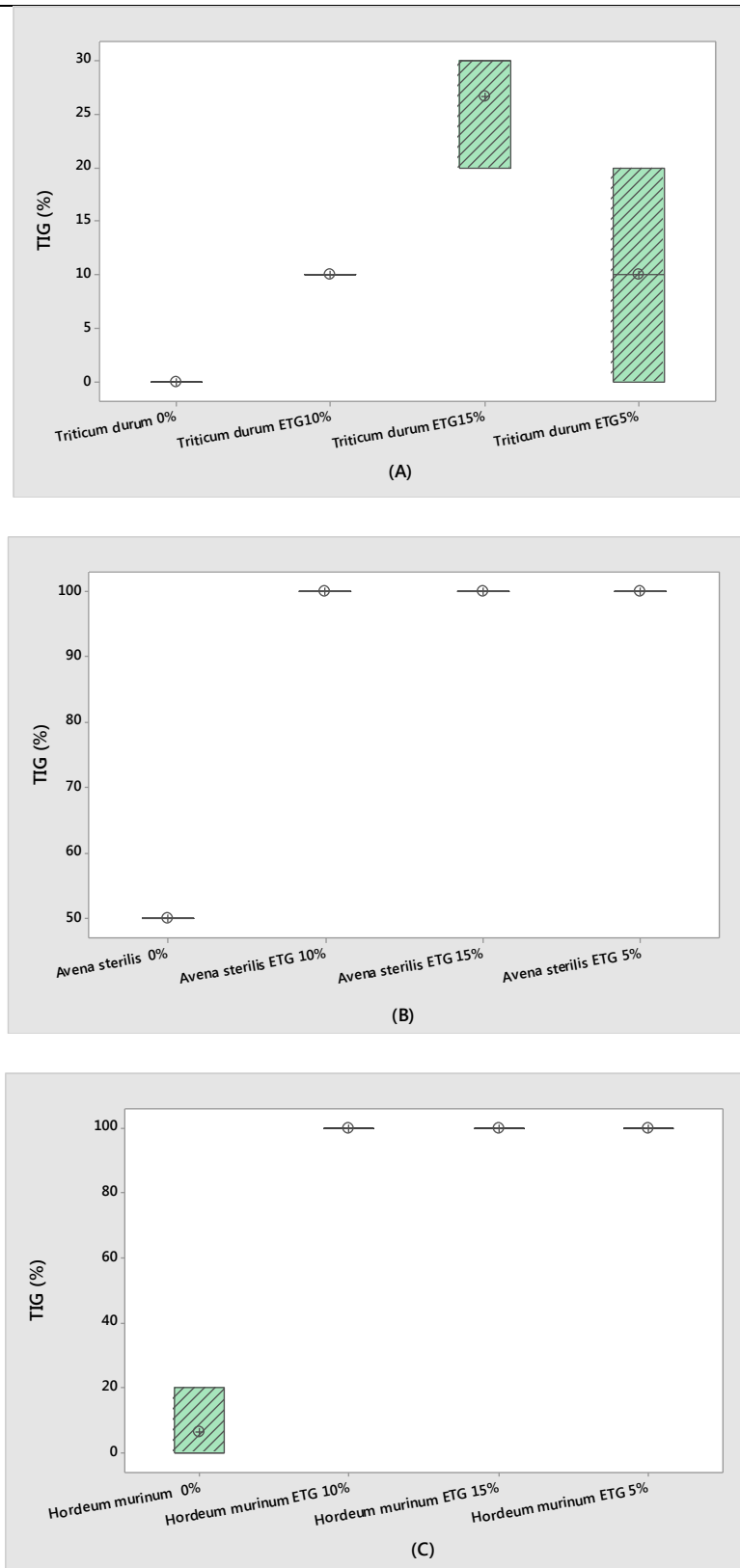


Figure 22 : Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne à différentes concentrations, (A) : TIG de *T. durum* , (B) : TIG de *A. sterilis*, (C) : TIG de *H. murinum*

III.3.Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire sur le développement des glumelles des plantes cibles:

La (figure 23 A), montre la croissance des glumelles en fonction des concentrations chez *T. durum* . Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est élevée pour témoin et C1 avec des valeurs de 5.63 cm et 5.182 cm et moyennement élevée pour C2 et C3 avec des valeurs de 3.444 cm et 2.357 cm . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement Non significative $p= 0.058$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 94,08 cm.

La (figure 23 B), montre la croissance des glumelles en fonctions des concentrations chez *A. sterilis* . Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 14.5cm aussi que pour le C1 et C2 avec des valeurs respectives de 10.25 cm et 10cm . D'autre part, nous remarquons qu'aux concentrations C3 la croissance des glumelles est un peu moins qu'eux avec une valeur de 8 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.661$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 91,68 cm.

La (figure 23 C), montre la croissance des glumelles en fonction des concentrations chez *H. murinum* . Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est la plus élevée pour le témoin et C2 avec une valeur de 10.75 cm ainsi que pour le C1 et C3 avec des valeurs respectives de 8.071 cm et 8cm . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.388$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 82,28 cm.

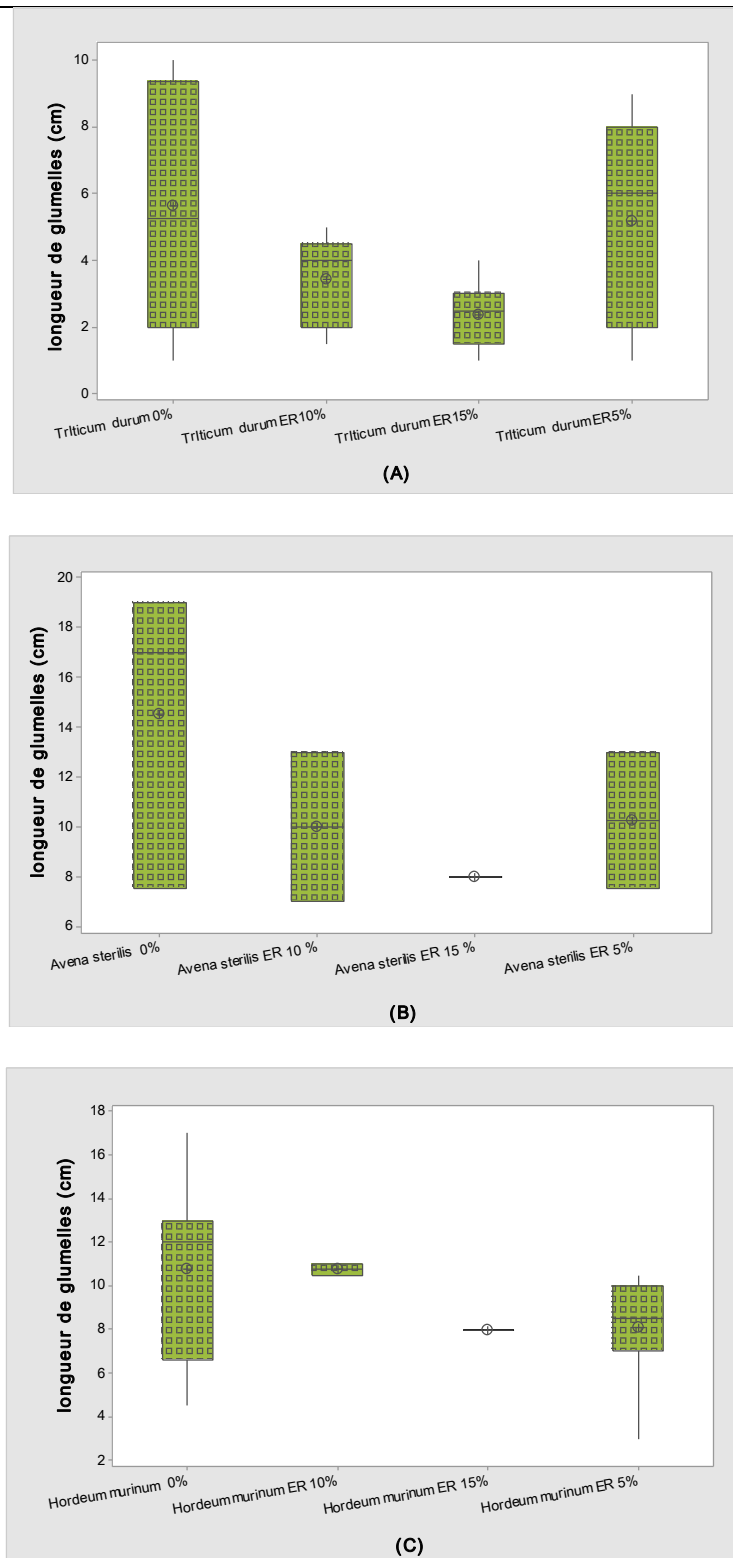


Figure 23: Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire différentes concentrations, (A) :Croissance des glumelles de *T. durum* de ,(B) Croissance des glumelles de *A. sterilis* ,(C): Croissance des glumelles de *H. murinum*

III.4.Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne sur le développement des glumelles des plantes cibles:

La (figure 24 A), montre la croissance des glumelles en fonction des concentrations chez *T. durum*. Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est élevée pour témoin et C1 avec des valeurs de 5.63 cm et 5.45 cm et moyennement élevée pour C2 et C3 avec des valeurs de 3.83 cm et 3.07 cm . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement Non significative $p= 0.160$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 94,08 cm.

La (figure 24 B), montre la croissance des glumelles en fonctions des concentrations chez *A. sterilis*. Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 14.5cm et Très faible pour le C1 et C2 avec des valeurs respectives de 0.30cm et 0.20cm . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.237$, avec la formation de Un seul groupe statistique .

L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 91,68 cm.

La (figure 24 C), montre la croissance des glumelles en fonction des concentrations chez *H. murinum* . Le résultat obtenu montre que la croissance des glumelles est la plus élevée pour le témoin avec une valeur de 10.75 cm et très faible pour le C1 avec une valeur de 0.2cm . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.024$, avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 82,28 cm.

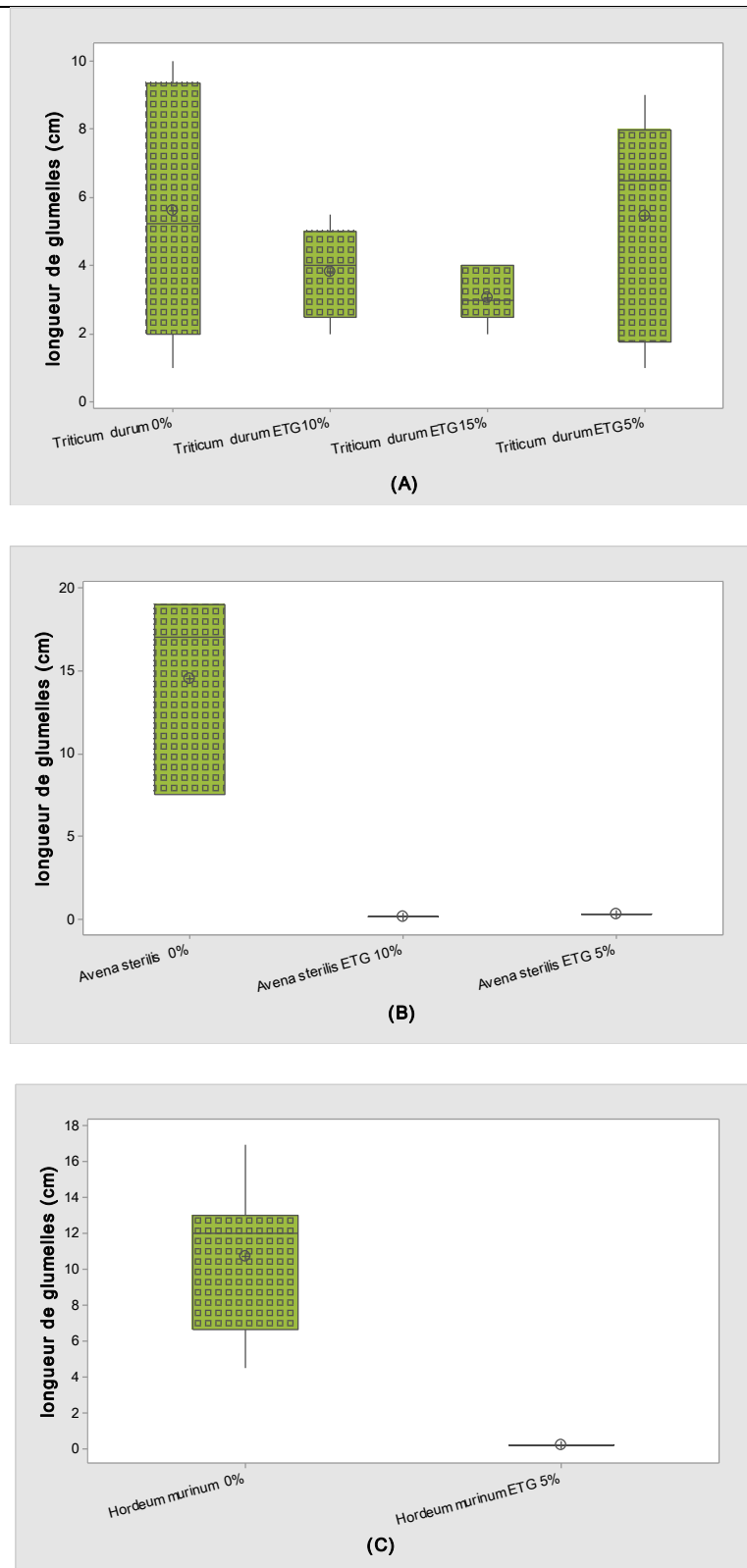


Figure 24 : Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne différentes concentrations, (A) :Croissance des glumelles de *T. durum* ,(B) Croissance des glumelles de *A. sterilis* ,(C): Croissance des glumelles de *H. murinum*

III.5. Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire sur le développement des racelles des plantes cibles:

La (figure 25 A), montre la croissance des racelles en fonction des concentrations chez *T. durum*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racelles est moyennement élevée pour témoin et C1 avec des valeurs de 3.09 cm et 2.50 cm et faible pour C2 et C3 avec des valeurs de 1.75 cm et 1.50 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement Non significative $p= 0.106$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 99,57 cm.

La (figure 25 B), montre la croissance des racelles en fonctions des concentrations chez *A. sterilis*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racelles est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 13.17 cm et moyennement élevée pour le C1 avec une valeur de 5.5 cm et faible pour C2 et C3 avec des valeurs 2.25 cm et 1 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.234$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 91,43 cm.

La (figure 25 C), montre la croissance des racelles en fonction des concentrations chez *H. murinum*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racelles est la plus élevée pour le témoin avec une valeur de 6.009 cm et faible pour le C1 et C2 et C3 avec des valeurs respectives 2cm et 2cm et 1cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.000$, avec la formation de deux groupes statistiques.

L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 97,58 cm.

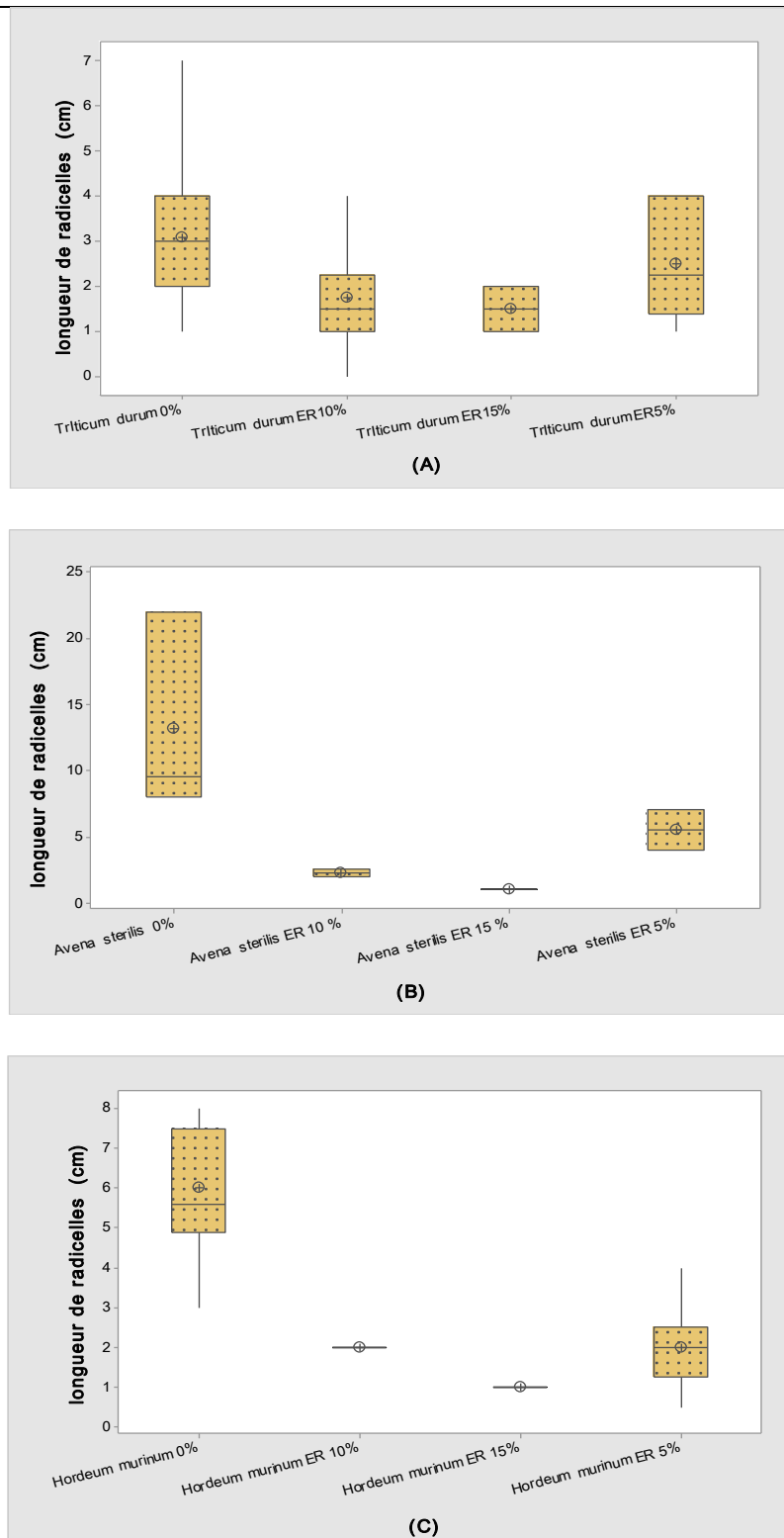


Figure 25 : Effet de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* partie racinaire différentes concentrations, (A) :Croissance des racines de *T. durum* de ,(B) Croissance des racines de *A. sterilis*,(C): Croissance des racines de *H. murinum*

III.6. Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne sur le développement des racinelles des plantes cibles:

La (figure 26A), montre la croissance des racinelles en fonction des concentrations chez *T. durum*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racinelles est moyennement élevée pour témoin et C1 avec des valeurs de 3.30 cm et 2.63 cm et le même pour C2 et C3 avec des valeurs de 2.071 cm et 2 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.325$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 99,57cm.

La (figure 26 B), montre la croissance des racinelles en fonctions des concentrations chez *A. sterilis*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racinelles est plus élevée pour le témoin avec une valeur de 13.17 cm et Très faible pour le C1 avec une valeur de 0.5 cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.290$, avec la formation de Un seul groupe statistique. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 91,43 cm.

La (figure 26 C), montre la croissance des racinelles en fonction des concentrations chez *H. murinum*. Le résultat obtenu montre que la croissance des racinelles est élevée pour le témoin avec une valeur de 6.31 cm et faible pour le C1 avec une valeur 0.5cm. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.003$, avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 97,58 cm.

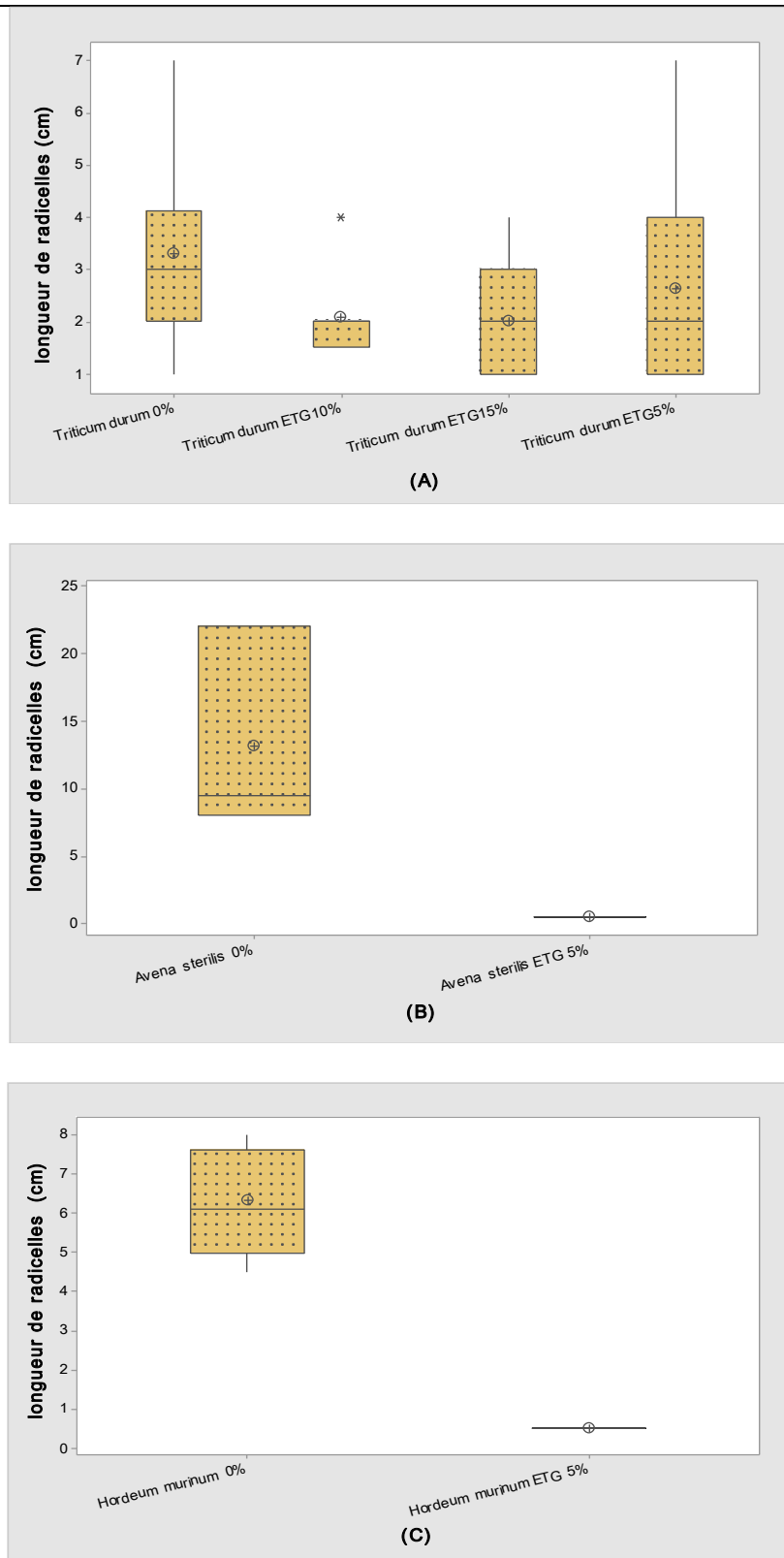


Figure 26 : Effet de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* partie aérienne différentes concentrations, (A) :Croissance des racelles de *T. durum* de ,(B) Croissance des racelles de *A. sterilis*,(C): Croissance des racelles de *H. murinum*

III.7.Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire sur l'indice de vigueur des plantes cibles :

La (figure 27 A), montre que l'indice de vigueur en fonction des concentrations chez *T. durum*. Le résultat obtenu montre que l'indice de vigueur est élevée pour témoin et C1 avec des valeurs de 8.92 et 6.791 et moyennement faible pour C2 avec une valeur de 3.29 et Très faible pour C3 avec une valeur 1.66 . L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ($P = 0.05$), avec la formation de quatre groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 98,01.

La (figure 27 B), montre que l'indice de vigueur en fonctions des concentrations chez *A. sterilis*. Le résultat obtenu montre que l'indice de vigueur est plus élevé pour le témoin avec une valeur de 13.83 et Très faible pour le C2 avec une valeur de 0.68. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ($P=0.05$), avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 62,78.

La (figure 27 C), montre que l'indice de vigueur en fonction des concentrations chez *H. murinum*. Le résultat obtenu montre que l'indice de vigueur est plus élevé pour le témoin avec une valeur de 15.92 et élevée pour le C1 avec une valeur de 8.85 et faible pour le C2 avec une valeur de 0.42. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ($P=0.05$), avec la formation de trois groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 92,38.

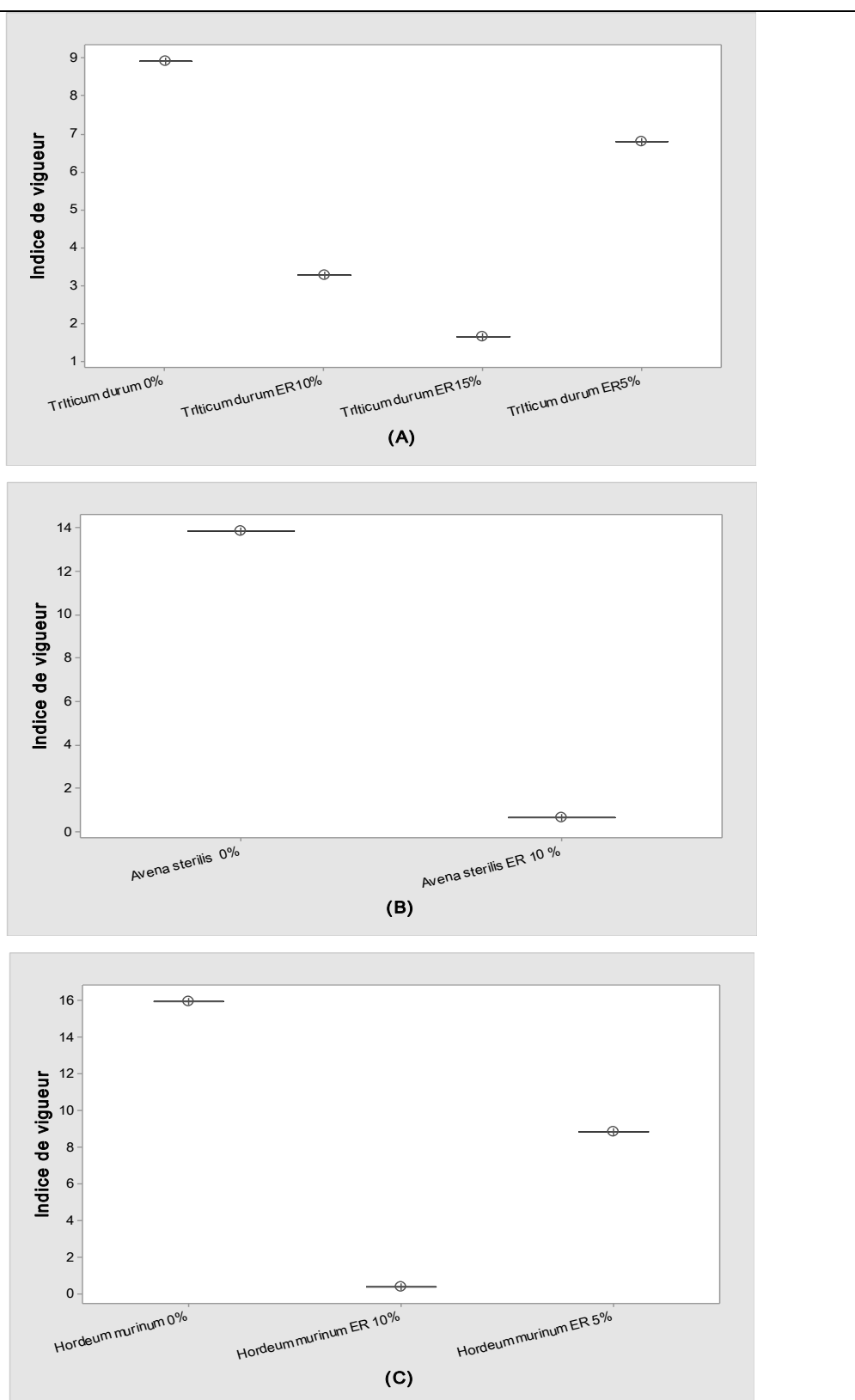


Figure 27 : Effet de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* partie racinaire différentes concentrations, (A): l'indice de vigueur de *T. durum*, (B) l'indice de vigueur de *A. sterilis*, (C): l'indice de vigueur de *H. murinum*

III.8.Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne sur l'indice de vigueur des plantes cibles :

La (figure 28 A), montre que l'indice de vigueur en fonction des concentrations chez *T. durum*. Le résultat obtenu montre que l'indice de vigueur est élevée pour témoin et C1 avec des valeurs de 8.92 et 8.79 et moyen pour C2 et C3 avec des valeurs de 4.90 et 3.30. L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ($P = 0.05$), avec la formation de quatre groupes statistiques. . L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 98,01.

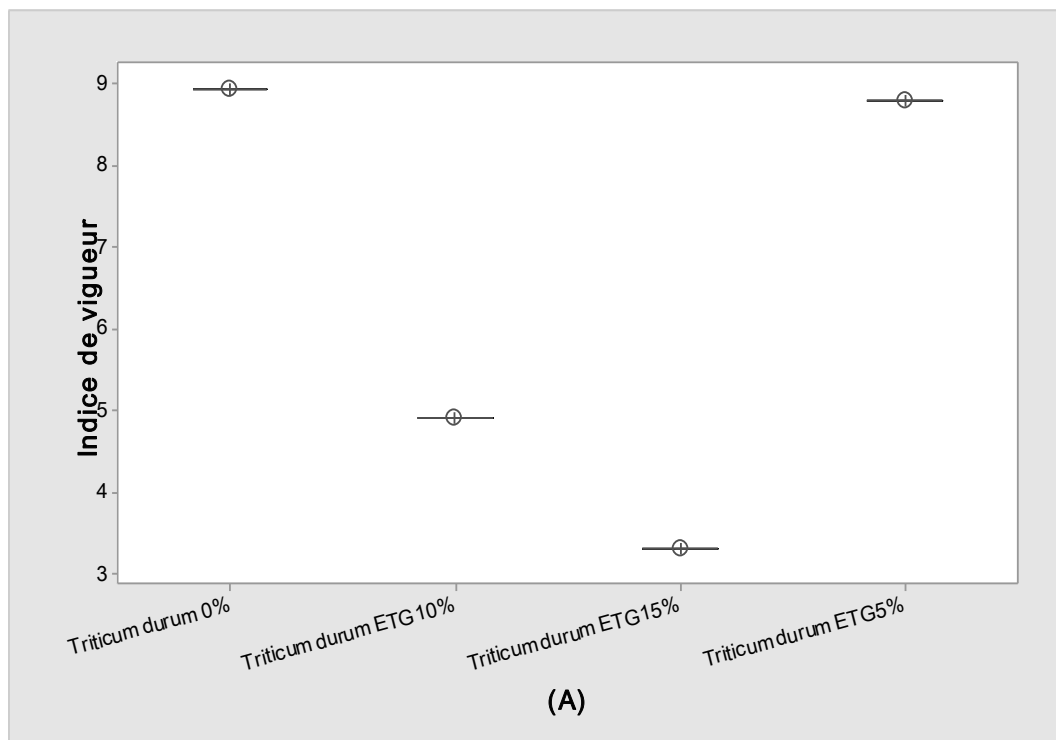


Figure 28 : Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne différentes concentrations, (A): l'indice de vigueur de *T. durum* .

IV. Analyse du comportement physiologique par accumulation de proline chez les Mauvaises herbes

IV.1. Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie racinaire sur l'accumulation de la proline des plantes cibles:

La (figure :29A), montre que la concentration de la proline en fonction des concentrations chez *T. durum* . Les résultats obtenus montrent que la concentration de la proline est plus forte accumulation pour le C2 avec une valeur de 0.90 (micromol/gMF) et moyen pour témoin avec une valeur de 0.65 (micromol/gMF) et faible pour le C3 avec une valeur de 0.23 (micromol/gMF) et très faible pour le C1 avec une valeur de 0.12 (micromol/gMF). L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative $p= 0.00$ avec la formation de quatre groupes statistiques.

L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 17,73 (micromol/gMF).

La (figure 29 B), montre que la concentration de la proline en fonction des concentrations chez *A. sterilis*. Les résultats obtenus montrent la concentration de la proline pour témoin plus fort avec une valeur de 0.80 (micromol/gMF) et fort pour le C1 avec une valeur de 0.57 (micromol/gMF). L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative ($P= 0.037$), avec la formation de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de inexistant.

La (figure 29 C), montre que la concentration de la proline en fonction des concentrations chez *H. murinum* . Les résultats obtenus montrent la concentration de la proline pour témoin plus fort avec une valeur de 0.98 (micromol/gMF) fort pour le C1 avec une valeur de 0.61(micromol/gMF).L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement non significative ($P= 0.002$), avec la formation de de deux groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 65,14 (micromol/gMF).

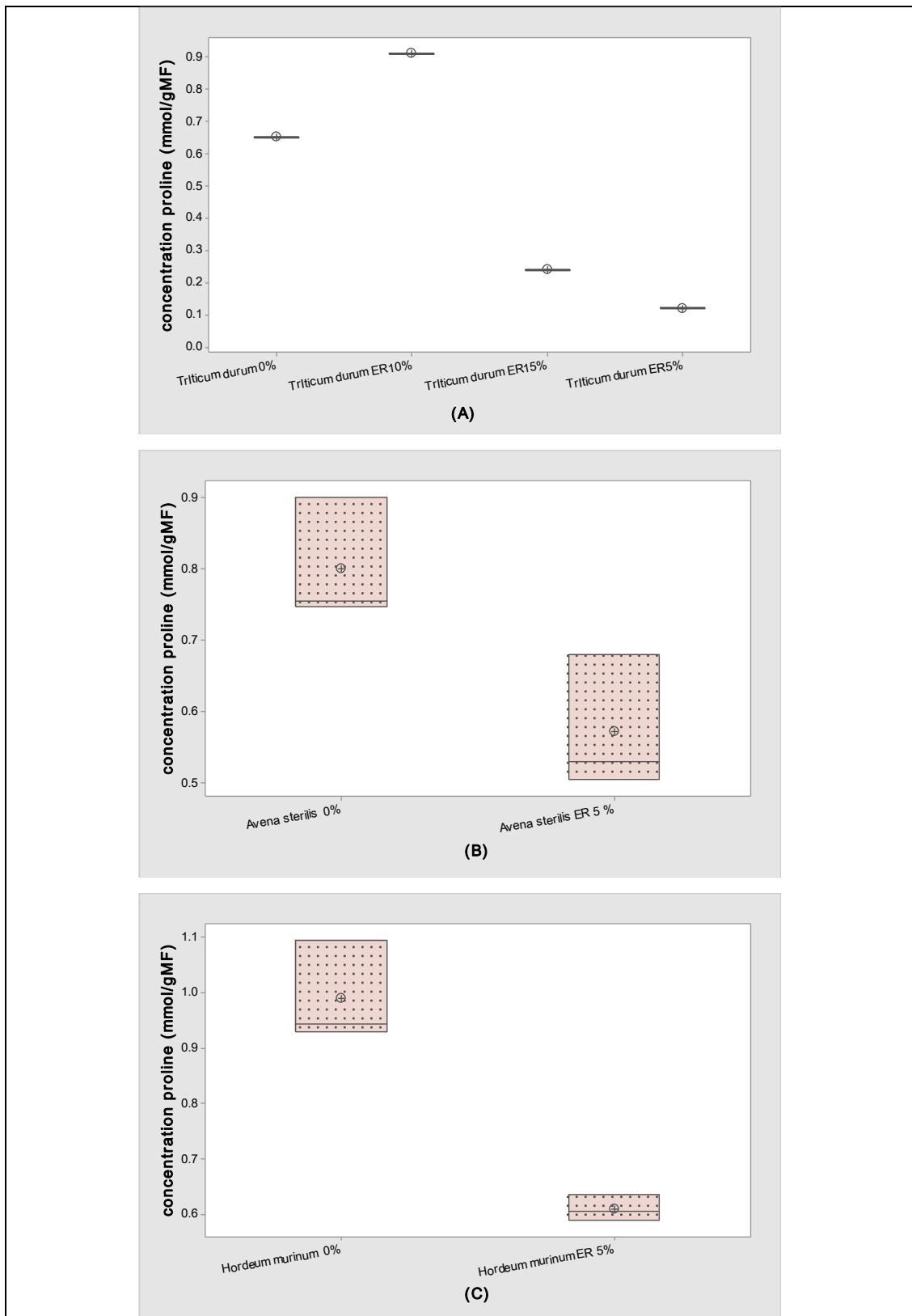


Figure 29: Effet de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* partie racinaire différentes concentrations, (A): la concentration de la proline de *T. durum*, (B) la concentration de la proline de *A. sterilis*, (C): la concentration de la proline de *H. murinum*

IV.2. Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne sur l'accumulation de la proline des plantes cibles:

La (figure :30A), montre que la concentration de la proline en fonction des concentrations chez *T. durum* . Les résultats obtenus montrent que la concentration de la proline est forte accumulation pour le C1 et C1 et C3 avec des valeurs successivement de 1.05 (micromol/gMF) et 1.08 (micromol/gMF) et 1.31 et (micromol/gMF) quant au témoin, il est moins qu'eux avec une valeur de 0.65 (micromol/gMF). L'ANOVA montre qu'il existe une différence hautement significative $p= 0.000$ avec la formation de quatre groupes statistiques. L'interaction entre les facteurs de l'expérimentation est de 17,73 (micromol/gMF).

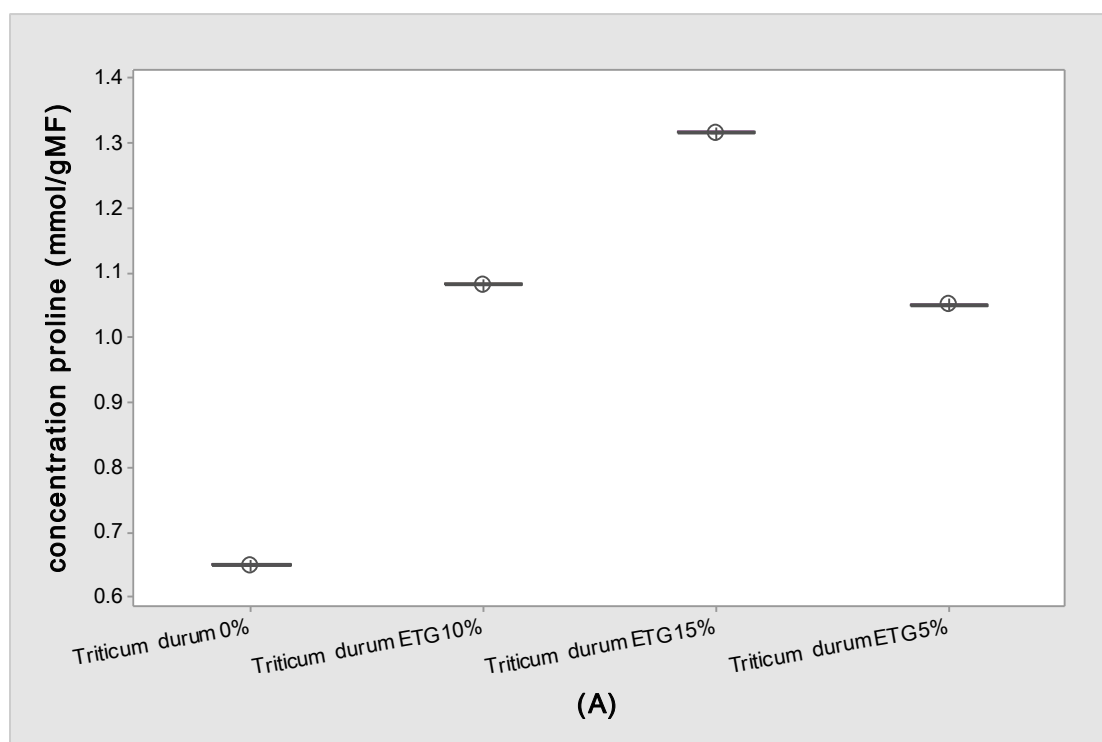


Figure 30: Effet de l'extrait aqueux de l' *A. canescens* partie aérienne différentes concentrations, (A): la concentration de la proline de *T. durum*

V. Analyse en Composante Principale :

L'ACP (Figure 31), 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 61,41% et 26,00% de la variance totale 87,41%. Nous remarquons que la plus grande corrélation de 61,41 % est révélée par F1 par rapport à F2. Les faibles concentrations des extraits aqueux de l'*A. canescens* 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. canescens* plus élevées appliquées sur les mauvaises herbes 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 (C1, C2 et C3) des extraits aqueux provenant de la partie aérienne et C1 et C2 provenant de la partie racinaire de l'*A. canescens*. 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 (C1, C2 et C3) des extraits aqueux. Par contre, les faibles concentrations sont respectivement corrélées comme suit : Les longueurs des tiges de *T. durum* et des deux mauvaises herbes sont corrélées avec le traitement témoin 0% et avec aussi leur indice de vigueur et leurs longueurs des racines (LR). Le traitement C3 de l'extrait racinaire n'a apporté aucune information chez le blé.

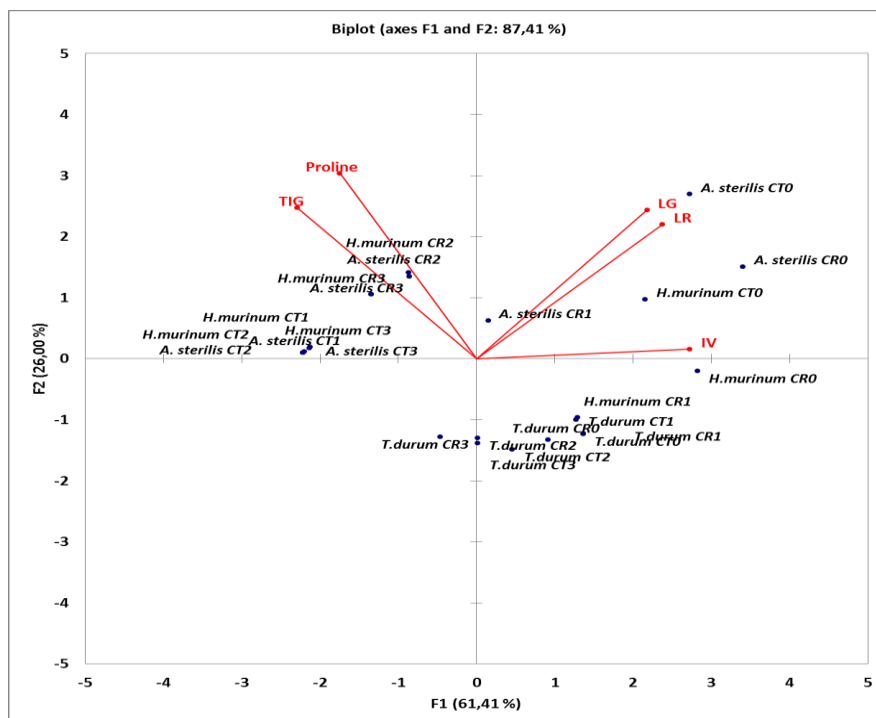


Figure 31 : Analyse en composante principale

Discussion :

Ce travail visait de déterminer l'existence d'un potentiel allélopathique chez *A. canescens*, en conditions de laboratoires. Les tests phytochimiques que nous avons effectués, ont confirmé la présence des composés allélo-chimiques notamment dans partie racinaire tels, les tri terpènes, les alcaloïdes et la présence des composés allélo-chimiques dans partie aérienne notamment, les polyphénols tels que, les flavonoïdes, les tanins et les alcaloïdes. Mais pour être considérés comme composés allélopathique, les molécules doivent notamment être sous forme active libre et protomé et affectent leurs cibles de manières différentes (Blum 2004 ; Thomas, 2011).

Il est admis que dans les conditions naturelles, la germination des graines est un processus biochimique et physiologique où dès le premier contact de la graine avec le stimulus exogène (eau), une enzyme amylase est synthétisée et sécrétée afin de dégrader l'amidon (albumines) pour fournir à l'embryon l'énergie nécessaire à la germination selon Regnault-Roger et al, 2008).

L'effet des extraits de l'*A. canescens* sur la germination des graines et l'inhibition des semis a été observé, les espèces testées ils ont affecté de différentes manières. Nous avons observé que la germination des graines des plantes cibles est retardée ou arrêtée à un stade avancé ou ne se produit pas. Phillippe (1970) montrent que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux produits chimiques, la germination de leurs graines est retardée.

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

Les résultats que nous avons obtenus montrent que l'espèce *A. canescens* affecte de manière générale les espèces adventices et les plantes cultivées, *T. durum*, *A. sterilis* *H. murinum*.

L'effet de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* est observé sur l'inhibition de germination; nous avons remarqué que l'inhibition de germination des graines est retardée ou elle s'interrompt dans un stade avancé. Kruse et al. (2000) ont montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est retardée, la germination s'arrête dans le stade du gonflement de la graine. Pour d'autres, la germination s'arrête au début de l'apparition de la radicule.

Dans le cas de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* partie racinaire influence de manière élevée le taux d'inhibition de la germination des graines des plantes adventice *A. sterilis* et *H. murinum* pour les concentrations 5%, 10% et 15%, cet inhibition augmente avec l'augmentation de la

concentration. Cependant la germination des graines de la plante cultivées *T. durum* tend vers des valeurs faibles ou presque nulle 0%, et de même pour le développement des glumelles et des radicules.

Dans le cas de l'extrait aqueux de l'*A. canescens* partie aérienne :

montre qu'elle Effet de l'extrait aqueux de *A. canescens* partie aérienne sur le taux d'inhibition de la germination des graines des plantes adventice *A. sterilis*, *H. murinum* est très élevée pour les concentrations 5% , 10% et 15% et elle augmente avec l'augmentation de la concentration. Cependant il n'y a pas i d'inhibition pour la germination des graines des plantes cultivées *T. durum* presque 0%, et le même effet est observé pour développement des glumelles et radicules.

Les résultats que nous avons obtenus pour les mauvaises herbes *A. sterilis* et *H. murinum*, concernant le taux d'inhibition de la germination des graines et le développement des radicules et glumelles sont très élevée à la concentration supérieure à 15 % et est moindre pour les autres concentrations.

L'inhibition de la folle avoine a été soulignée aussi par Batish et al. (2002). Ils ont montré l'effet inhibiteur de la Parthenin, qui est une substance isolée des feuilles de *Parthenium hysterophorus* L., sur la germination et le développement des plantules de l'avoine folle.

En générale, nous avons trouvé que l'effet inhibiteur de l'extrait *A. canescens* partie aérienne est un peu plus accentué que celui de la partie racinaire, ceci peut s'expliquer par la présence des molécules métabolites intervenant dans les processus de l'allélopathie.

L'indice de vigueur exprime la force des graines dans le milieu. Pour notre travail, nous remarquons que la vigueur des graines varie d'un milieu à l'autre, de sorte que la force des graines dans les extraits des tiges de l'*A. canescens* est plus forte que celle de ses racines, ce qui nous incite à dire que l'effet de l'extrait racinaire sur les graines des mauvaises herbes est plus forte. Cet effet peut être expliqué par la forte présence des flavonoïdes, des terpénoïdes et surtout des tanins dans (Blum, 2004).

Conclusion et perspectives

Conclusion :

Dans ce travail nous avons testé, dans les conditions de laboratoire et à différentes concentrations, l'effet des extraits d'une plante *A. canescens* sur la germination et le développement de deux mauvaises herbes *A. Sterilis* et *H. murinum* et sur une plante cultivée le blé *T. durum*.

- L'analyse phyto-chimique effectuée sur la poudre de *A. canescens* a révélé que la plante synthétise dans ses tiges et ses racines, des molécules pouvant intervenir dans le processus de l'allélopathie;
- Ces molécules sont surtout des flavonoïdes et les tanins et Alcaloïdes et terpénoïdes;
- Les résultats des tests de germination ont montré que la plante peut avoir un effet inhibiteur sur cette fonction avec différentes concentrations (5%, 10%, 15%) et augmente généralement avec l'augmentation de la concentration.
- L'extrait aqueux de *A. canescens* a manifesté un effet inhibiteur faible sur la germination de la culture céréalière (blé), l'extrait aqueux de *A. canescens* a un meilleur effet inhibiteur de la germination chez les deux mauvaises herbes, permettant de ne pas écarter l'utilisation de cette plante dans la lutte contre les adventices céréalières.
- En plus, l'effet allélopathique positif de l'*A. canescens* partie aérienne et partie racinaire sur le développement et la croissance des glumelles et racelles chez les deux mauvaises herbes testées a été remarquable.
- Le dosage de la proline chez les deux mauvaises herbes était marqué par des différences non significatives révélant que l'effet concentration de l'extrait aqueux d'*A. canescens* est actif de manière homogène dans les processus stressants des plantes cibles.

Perspectives :

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

- Tester d'autres concentrations de l'extrait aqueux de la plante sur la germination et le développement des plantes ;
- D'autres études devraient être menées avec d'autres plantes en pots et sur champs. avec une analyse quantitative de la composition chimique de *A. canescens* ;
- En outre , peut être minimiser les risques des produits chimiques et pour l'amélioration du niveau de protection des cultures contre les adventices par l'utilisation de leurs composés allélochimiques comme un moyen naturel de lutte respectueux à l'environnement ;
- Les résultats de cette étude et d'autres études qui sont réalisées dans le même axe, montrent que l'utilisation des extraits des plantes comme un herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes apportera un grand succès dans le domaine agricole.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **AAC, 2006.** Gestion des mauvaises herbes et de la fertilité du sol en production biologique de bleuets. Agriculture et Agroalimentaire, Canada, Rapport final de recherche E2006-06, 10
- **Aldon, Earl F. (1981).** Long-term plant survival and density data from reclaimed Southwestern coal mine spoils. *Great Basin Naturalist*. P: 41/271-273.
- **Anonyme1 , 2006.** Gestion responsable des herbicides des céréales. Agriculture et Agroalimentaire, Canada, Rapport final de recherche E2006-06, 6 p.
- **Anjum, T., P. Stevenson, D. Hall and R. Bajwa. 2005.** Allelopathic potential of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as natural herbicide. 4th World Congress on Allelopathy, 21-26 August 2005, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia.
- **Asad, S. and R. Bajwa. 2005.** Allelopathic effects of *Senna occidentalis* L. on *Parthenium* weed. 6th National Weed Science Conference, 28-30 March 2005, NWFP Agricultural University, Peshawar. p. 16.
- **Barralis G., 1976.** Méthodes d'études des groupements adventices des cultures annuelles: Application à la Côte D'Or. *Vème Coll. Inter. Biol., Ecol. Et Syst. des mauvaises herbes*, Dijon , pp59-68.
- **Barralis G., Chadoeuf R., 1980.** Etude de la dynamique d'une communauté adventice. I. Evolution de la flore adventice au cours du cycle végétatif d'une culture. *Weed Res.* 20, 231-237.
- **Bajwa, S., & Jindal, S. (2005).** Under Achievement in Science in Relation to Intelligence and Socio-economic Status. *Indian Journal of Psychometry and Education*, 36(2), 142-145.
- **Ben chacha.A., 2008.**-Etude de l'effet alélochimique de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales et aromatiques sur la germination des grains des mauvaises herbes.5- 23p.
- **Ben chacha.A., 2008.**-Etude de l'effet alélochimique de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales et aromatiques sur la germination des grains des mauvaises herbes.5- 23p.
- **Bencharef. M., Benmoussa.Z., Djeda. A., 1990** , Contribution à l'étude de phytoécologie, pastorale et de l'apport des actions d'améliorations dans deux stations Taadmit (W. Djelfa). Mémoire d'Ingénieur : Université de Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.60 p.
- **Benmansour, MY., (2014).** Contribution à l'étude physiologique des *Atriplex* aies de la région de l'Emir Abdelkader. (Wilaya d'Ain Té mouchent). Diplôme de master. Université de Tlemcen. P: 18-19.
- **Benrbiha F.Z. (1987).** Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locales et introduites. Thèse magister en sciences agronomiques. INA. p 5-20.
- **Berri, R., (2008).** Contribution à la détermination de la biomasses consommable d'une halophyte: *atriplex*. Université Kasdi Merbah, Ouargla. -P: 15-19.
- **Bertin, C., Yang Xet esWton, IA., (2003).** The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant soil.* 256 : 67.

- **Blum B-J. 2004.** Perspectives pratiques du contrôle biologique des adventices. AFPP- dixneuvième conférence du columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon8-9 et 10 déc 2004.8p.
- **Boubdelli et Kherifi, (2013).** Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'Atriplex locales et introduites. Mémoire de magister : INA. Alger.118 p.
- **Bouchikh-Boucif, Y., Labani, A., Benabdeli, K., et Bouhelouane, S., (2014).** Allelopathic Effects of Shoot and Root Extracts From Three Alien and Native Chenopodiaceae Species on Lettuce Seed Germination. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Biologie. University of Moulay Taher, Saida, Algeria. P: 52- 53/55.
- **Bouchnan. 2006.-** Métabolisme secondaire.
- **Bouchoukh I. (2010).** Comportement éco physiologique de deux chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin. Mémoire de magister. Université Mentouri Constantine, 16-17p.
- **Boudiaf, A et Bebtayeb D.2017.** Pouvoir allélopathique et biologique des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus L et Mentha spicata L., Mémoire de Master, biodiversité et physiologie végétale. Université Mohamed Boudiaf - m'sila, 88p.
- **Bourgeois T., 1993.** Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun (Afrique). These Doc. UNV., Montpellier II, 249 p.
- **Bouton F., 2005.-** Mise en évidence du potentiel allélopathiques de la graminée FestucaPanuculatadans les prairies subalpines. Rapport de stage de master 01 sciences de la vivant-biodiversité écologie environnement, Univ. Joseph Fourier de biologie. 1- 18p.
- **Boraud, N.K.M. (2000).** Etude floristique et phytoécologique des adventices des complexes sucriers de Côte d'Ivoire : Ferké I, Ferké II, Borotou-koro et Zuénoula. Thèse de doctorat 3 ème cycle, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 186 p.
- **BRUHER S., 2005.** The invasive plant programmed in the French Mediterranean area. Rencontre Environnement, n° 59: 173 – 174p
- **Brunel S. et J. Tison, 2005.** Study on invasive plants in the Mediterranean Basin. Rencontre Environnement, n° 59 : 49 - 50 p.
- **Bruneton,J, 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentation. 3ème Ed. Lavoisier. Paris, 199-388.
- **Bubel, N. 1988,** The new seed-starters handbook. Rodale books, Emmaus. p. 85.
- **Caussanel J et Barralis G, 1973.** Phénomène de concurrence entre les végétaux en 5ème colloque international sur l'écologie et biologie des mauvaises herbes.Ed.columa.Marseille.France.40p.
- **Caussanel J. P., 1989.** Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. Agronomie, 9(3), 219-240.
- **Caussanel J.P., 1988.** Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une Cedex, Agronomie, 8(9), pp 757-766.
- **Chadda D., 2008.-** Influence des matières organiques (feuilles, châtons et racines) du noyer (*Juglansregia L.*) sur le comportement de jeunes plants de pommier (*Malus domestica Borkh*) dans la région de R'haouat (Hidoussa) (Belezma). Thèse magister. Univ Batna, 08-28p.

- **Chauvel B., E. Virren, B. Fumanal et F. Bretagnolle, 2004.** Possibilité de dissémination d'*Ambrosia artemisiifolia* L. via les semences de Tournosol. XII ème Colloque international sur les la biologie des mauvaises herbes, Dijon - 31 août – 2 septembre 2004, 8 p
- **Cherfaoui A.E.K. (1897).** Contribution à l'étude comparative de la germination des grains de quelques Atriplex de provenance Djelfa. Th I.N.A. El Harrah. Alger, 34-36p.
- **Chikhi I. H., Allali., M Dib., A Medjdoub H., Tabti B. (2014).** Antidiabetic activity of aqueous leaf. Asian Pacific. Journal of Tropical Disease: 181-184.
- **Chung, I. M., K. H. Kim, J. K. Ahn, S. B. Lee, S. H. Kim and S. J. Hahn. 2003.** Allelopathy: Comparison of Allelopathic Potential of Rice Leaves, Straw and Hull Extracts on Barnyardgrass. Agronomy Journal 95:1063-1070.
- **Cramer H. H., Bayer F. et Pijollet F., 1967.** La protection des plantes et les récoltes dans le monde. Bayer Pflanzenschutz
- **Delabays.N., (2005).** L'allélopathie et son utilisation en agriculture biologique. Journées techniques fruits et légumes et viticulture biologique.pp.25-33.
- **Delabays.N., 2005.-** L'allélopathie et son utilisation en agriculture biologique. Journées techniques fruits et légumes et viticulture biologique. pp.25-33.
- **Duke SO, Scheffler BE, Dayan FE, Weston LA, and Ota E (2001).** Strategies for using transgenes to produce allelopathic crops. Weed Technology 15:826-834.
- **Ebana, K., W. Yan, R. H. Dilday, H. Namai and K. Okuno. 2001.** Variation in the Allelopathic Effect of Rice with Water Soluble Extracts. Agronomy Journal 93:12-16.
- **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
- **Elrefai et Moustafa, 2004,** allelopathic effect of some cruciferous seeds on *rhizoctonia solani* kuhn and *gossypium barbadense* L, \$volume 7, issue 4, p550-558.
- **Ferguson J.J and Rathinasabathi. 2003.** - Allelopathy: how plants suppress other plants. Cours D'université de Floride : 3.
- **Francllet, A., et Houerou, N., (1971).** Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord
- **Fried G., Chauvel B. et Reboud X., 2008.** Évolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. Innovations Agronomiques, p26.
- **Friedman, J. 1995.** Allelopathy, Autotoxicity, And Germination. In Seed Development And Germination. Crc Press, Florida. Pp. 629-643.
- **Gallet, C. et F. Pélissier. 2002.** Interactions allélopathiques en milieu forestier. Revue forestière française 54(6) :567-576
- **Gazoyer M. Aubinau M. Bougler J. Ney B. et Roger-estrade J., 2002.** La rousse agricole. Ed. La Rousse, Canada, p23. (INPV, www.inpv.edu.dz, consulté le 05/02/2007).
- **Glenn, Edward, P., Moore, David., Sanderson, Stewart., Brown, J. Jed., Lash, Don., Nelson, Mansel, et Waugh, Jody., (1998).** Comparison of growth and morphology of USDA Forest Service RMRS-GTR-125. 2004 9 *Atriplex canescens* varieties occidentalis and *Angustifolia*. Southwestern Naturalist. P.43: 176-182.

- **Gómez-Aparicio, L. Charles D. Canham. 2008.** Neighbourhood analyses of the allelopathic effects of the invasive tree *Ailanthus altissima* in temperate forests. Journal compilation. British Ecological Society.
- **Halfaoui Y. (2010),** Valorisation Des Deux Espèces d'Atriplex (*Atriplex Halimus L.* Et *Atriplex Canescens Pursh Nutt.*) par la culture des tissus in vitro. Thèse de magister, Université d'Oran.
- **Halimi A., 1980.** L'Atlas Blidéen: climats et étages végétaux. Office des Publ. Universitaires.
- **Hammermeister K., Punnett R., 2006.** Combien vous coûtent les mauvaises herbes? .Agbio.ca .Rapport final de recherche – E2006-02 : 1 - 5.
- **Haouara F., 1997.** Mise en évidence de la nuisibilité de quelques adventices (Dicotylédones) dans une culture de céréale (orge : *Hordeum vulgare L.*) dans la région de Mostaganem. Thèse de magister, Ecole national d'agronomie : 14 – 23.
- **HCDS, 2002.** Notice bibliographique sur quelques plantes fourragères et pastoral
- **Heisey, R. M. 1997.** Allelopathy And The Secret Life Of *Ailanthus Altissima*. *Arnoldia* 57(3) :28-36.
- **Hopkins. WG, 2003.**-Physiologie végétale. Boeck et Larcier, Bruxelles. 267-283p
- **Inderjit and K. L. Keating. 1999.** Allelopathy: Principles, procedures, processes and promises for biological control. *Advances in Agronomy* 67:141-231.
- **INPV. 2007.** Désherbage Chimique Des Céréales 2007 – Inpv
- **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, J.T. Overpeck, N. Riedwyl, M. Schulz, A.W. Tudhope, R. Villalba, H. Wanner, E. Wolff, and E. Xoplaki, 2009.** High-resolution palaeoclimatology of the last millennium: A review of current status and future prospects. *The Holocene*, 19, 3-49
- **Judd W.S., Campbell CH.S., Kellogg E.A et Stevens P., 2002.**-Botanique systématique une perspective phylogénétique. 87p
- **Kouidri.M et Taibaoui.B, 2002** ,Etude de l'influence des paramètres édaphiques sur la valeur fourragère d e l'Atriplex canescens dans la steppe Sud-algéroise (Djelfa). Mimiore d'ingénieurat : Université des sciences et de la Technologie Houari Boumediene. 110P.
- **Kruse, M., M. strandberg and B. strandberg. 2000.** Ecological Effects of Allelopathic Plants: à Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 p.
- **Kruse, M., M. Strandberg and B. Strandberg. 2000.** Ecological Effects of Allelopathic Plants: a Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 p.
- **Kong, C. H., P. Wang, H. Zhao, X. H. XU and Y. D. Zhu. 2008.** Impact of allelochemical exuded from allelopathic rice on soil microbial community. *Soil Biology and Biochemistry* 40(7):1862-1869.
- **Leather, G. R. 1983.** Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. *Weed Science* 31:37-42
- **Le Bourgois T., 1993.** Les mauvaises herbes dans la rotation cotonniere au Nord-Cameroun (Afrique). These Doc. UNV., Montpellier II, 249 p.
- **Lovett, J. V. 1991.** Changing perceptions of allelopathy and biological-

- control. *Biological Agriculture and Horticulture* 8:89-100.
- **Macheix, J.-J., A. Fleuriet Et C. Jay-Allemand. 2005.** Les Composés Phénoliques Des Végétaux : Un Exemple De Métabolites Secondaires D'importance Economique. Ppur, Lausanne. Pp. 91-92
 - **McCully K., Tremblay R. et Chiasson G., 2004.** Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau- Brunswick (MAPANB), 15 p.
 - **McCully K. et R. Tremblay et G. Chiasson, 2004.** Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau- Brunswick (MAPANB), 15 p.
 - **Mclaren, J. S. 1986.** Biologically active natural substances from higher plants: status and future potential. *Pest Management Science* 17(5): 559-578.
 - **Meyrer S., Reeb C et Basdeux R., 2004.**-botanique biologie et physiologie végétales.335- 337p.
 - **Monsen, Stephen, B., et Shaw, Nancy, L.,(1995).** Interseeding fourwing saltbush (*Atriplex canescens*) with crested wheatgrass (*Agropyron cristatum*) for winter livestock grazing. In: West, Neil E., (ed)., *Rangelands in a sustainable biosphere, proceedings of the Fifth International Rangeland Congress, Volume 1; 1995 July 23-25; Salt Lake City, UT. Denver, CO: Society for Range Management. P: 381-382.*
 - **Naoumi H et Taouti K, 2003** , Effet de la plantation d'*Atriplex canescens* sur le sol et de la diversité dans la région de Ksar El : Université Amar Telidji Laghouat. 82 p.
 - **Olofsdotter, M., L. B. Jensen and B. Curtois. 2002.-** Improving crop competitive ability using allelopathy – an example from rice. *Plant Breeding* 121:1-9.
 - **Oszmianski J., Wojdylo A., Lamer-Zarawaska E., Swiader K., (2007).** Antioxidant tannins from rosaceae plant roots. *Foods chemistry*.100 (2):579-583.
 - **Ott, Jeffrey, E., McArthur, E., Durant., et Roundy, Bruce, A., (2003).** Vegetation of chained and non-chained seedings after wildfire in Utah. *Journal of Range Management*. P. 56: 81- 91.
 - **Oudina, A B., et Selfaoui, H., (2014).** Effet de l'Action combinée de NaCl et de l'acide salicylique sur la germination des graines de l'*Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*. diplôme de Licence. Université Kasdi Merbah, Ouargla. P:20-57.
 - **PAOLINI; Ph., DORCHIES and H., HOSTE (2003)** Effets des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro intestinales chez le mouton et la chèvre. *Alter Agri*, September 2003 (61), pp. 17-19
 - **Philippe Paul. 1970.** Mise en évidence de l'action inhibitrice sur la germination par *Thymusserpyllum* ssp. *serpyllum* (L.) Briq., *Bulletin de la Société Botanique de France*, 117:5-6, 325-334, DOI: 10.1080/00378941.1970.10838774
 - **Putnam, A. R. and W. B. Duk. 1974.** Biological suppression of weeds : Evidence for allelopathy in accessions of cucumber. *Science* 185:370-372
 - **Putnam, A. R., Duke, W. B.(1978).** Allelopathy in agrosystems. *Ann. Rev*
 - **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.
 - **Raven, P. H., R. F. Evert, S. E. Eichhorn et J. Bouharmont. 2003.** Biologie végétale. De Boeck Université, Paris. pp. 32-38.

- **Raven, P. H., R. F. Evert, S. E. Eichhorn et J. Bouharmont. 2003.** Biologie végétale. De Boeck Université, Paris. pp. 32-38.
- **Regagba, Z., 2012** , Dynamique des populations végétales halophytes dans la région Sudest de Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographiques. Thèse de Doctorat Université Abou Bekr Belkaid. 168 p.
- **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 Edintion, Academic Press, New York. 422 P.
- **Ricklefs, R. E. and G. L. Miller.(2005).** Écologie. De Boeck Université, Bruxelles. p. 427..
- **Roberts H.A., 1981.** Seed banks in soil. Adv. appl. Biol 6, 1-557.
- **Robles C., Borin G., Garzino S. 1999.** Potentialités autotoxiques et allélopathiques de Citrus albidus L. C. R Acad. Sci. Lifes sciences, 322 : 677-685.Rome : Organisation des nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture P: 249-271
- **Safir A., 2007.** Approche phénologique de quelques groupements d'adventices des cultures dans la région de Tipaza.73p.
- **Sanderson, Stewart C., and McArthur, E., Durant (2004).** Fourwing saltbush Atriplex canescens seed transfer zones. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-125. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 10 p.
- **Sánchez-Moreiras, A. M., O. A. Weiss and M. J. Reigosa-Roger. 2004.** Allelopathic evidence in the Poaceae. The Botanical Review 69:300–319.
- **Schabol R., 1767.** Dictionnaire pour la théorie et la pratique du jardinage et de l'agriculture, par principe et démontrées d'après la physique des végétaux. Paris, Debure Père, 531 p.
- **Seghieri J.1990.** - Dynamique saisonnière d'une savane soudano-sahélienne du nord Cameroun, thèse doctorat sciences, université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 200 p.
- **Singh, H. P., D. R. Batish and R. K. Kohli. 2003.** Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. Critical Reviews in Plant Sciences 22:239-311.
- **Soltys D., Krasuska U., Bogatek R., Gniazdowska A. 2013.** Allelochemicals as Bioherbicides – Present and Perspectives. In: Price A.J., Kelton J.A. (Eds) Herbicides Current Research and Case Studies in Use. InTech Publisher. P517-542.
- **Thomas M., (2011).** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification : Application aux molécules bioactives de l'argousier (Hippophae rhamnoides). Thèse. Université d'Orléans.
- **TRAORE K. et MANGARA A., 2009.** Etude Phyto-écologique des Adventices dans les Agro- Écosystèmes Élaéicoles de la Mé et de Dabou. European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.31 No.4 (2009): 519 - 533.
- **Vall E., Dongmo A. L., Abakar O., Meyer C., 2002a.** La traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Nord - Cameroun, et de la Centrafrique. I. Diffusion de la traction animale et sa place dans les exploitations. Revue. Elev. et Méd. vét. Pays Trop., 2002, 55 (2) : 117-128.
- **Vall E., Dongmo A. L., Abakar O., Meyer C., 2002a.** La traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Nord - Cameroun, et de la

- Centrafrique. I. Diffusion de la traction animale et sa place dans les exploitations. *Revue. Elev. et Méd. vét. Pays Trop.*, 2002, 55 (2) : 117-128.
- **Weih, M., U. M. E. Didon, A.-C. Rönnberg-Wästljung and C. Björkman.** 2008. Integrated agricultural research and crop breeding: Allelopathic weed control in cereals and long-term productivity in perennial biomass crops: a review. *Agricultural Systems* 97(3):99-107.
 - **WilliamsWoodward, J.L., Pflieger, F.L., Fritz, V.A., Allmaras, R.R., 1997.** Green manures of oat, rape and sweet corn for reducing common root rot in pea (*Pisum sativum*) caused by *Aphanomyces euteiches*. *Plant Soil* 188, 43-48.
 - **Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D. and Haig, T. 1999.** *Weed Res.* 39, 171-180.8.
 - **Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D. and Haig, T. 2000.** *Aust J. Agric. Res.* 51, 937-944.