

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIES ET D'AGRO ECOLOGIE



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Option : Agro-Environnement et bioindicateurs

Thème

Evaluation de l'effet allélopathique de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) sur la germination et la croissance de blé dur (*Triticum durum*) dans des conditions contrôlées.

Présenté par :

BAHRI AÏCHA

YAHY WAFI

Soutenu devant le jury :

Mme. ALLAL L.	Pr	U. Blida 1	Présidente.
Mr. ABBAD M.	MCA	U. Blida 1	Promoteur.
Mr. DALI A.	Doctorant	U. Blida 1	Co-promoteur.
Mr. HAMIDI Y.	MCB	U. Blida 1	Examineur.

Année universitaire : 2020/2021

Résumé

Notre travail porte sur la recherche de l'évaluation de l'effet allélopathique des extraits par broyage et macération des organes aériennes et racinaires sèches de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) sur la germination et la croissance de blé dur (*Triticum durum*). Cet effet est exercé par des substances allélopathique présentes dans les organes aériennes plus que dans la partie racinaire. Les résultats obtenus ont révélé que les extraits de cet adventice ont un effet négatif sur le taux de germination, et la longueur des hypocotyles et la longueur des racelles et la biomasse fraîche et sèche des plantules de blé dur. Cette variation d'effet et en fonction des concentrations des extraits qui le taux d'inhibition était augmenté par l'augmentation de la concentration d'extrait. Cet effet affecte la faculté germinative le taux de réduction entre 15.78% et 28.94% pour une solution concentré à 75% et 100 % de l'extrait de la partie aérienne, la longueur des racelles et les hypocotyles le taux de réduction varient entre 19.22% et 46% pour la longueur des racelles et 20.06% et 42.21% pour la longueur des hypocotyles, alors qu'il varie entre 7.57% et 18.67% pour la biomasse fraîche et 26.05% et 30.51% pour la biomasse sèche de ces organes.

Mots clés : Allélopathique, extraits aqueux, *Raphanus raphanistrum*, faculté germinative, blé dur.

Abstract

Our work relates to the research of the evaluation of the allelopathic effect of extracts by grinding and by maceration of the dry aerial and root organs of ravenelle radish (*Raphanus raphanistrum*) on the germination and the growth of durum wheat (*Triticum durum*). This effect is exerted by allelopathic substances present in the aerial organs more than in the root part. The results obtained revealed that the extracts of this weed have an effect on the rate of germination, and the length of hypocotyls and the length of rootlets and the fresh and dry biomass of the durum wheat seedling. This variation in effect and depending on the concentrations of the extracts, the rate of inhibition was increased by increasing the concentration of extract. This effect affects the germination faculty the reduction rate between 15.78% and 28.94% for 75% and 100% of the extract from the aerial part, the length of the rootlets and hypocotyls the reduction rate varies between 19.22% and 46% | for the length of the rootlets is 20.06% and 42.21% for the length of the hypocotyls, while it vanishes between 7.57% and 18.67% for the fresh biomass and 26.05% and 30.51% for the dry biomass of these organs.

Key words: Allelopathic, aqueous extracts, *Raphanus raphanistrum*, germination rate, durum wheat

المخلص

يتعلق عملنا بالبحث في تقييم التأثير الأليلوباثي للمستخلصات عن طريق طحن الأعضاء الهوائية والجذور الجافة لفجل البري (*Raphanus raphanistrum*) على إنبات ونمو القمح الصلب (*Triticum durum*). يحدث هذا التأثير من خلال المواد الأليلوباثية الموجودة في الأعضاء الهوائية أكثر من الجزء الجذري . أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن مستخلصات هذه الحشائش لها تأثير على معدل إنبات وطول الهيبيكوتيل وطول الجذور والكتلة الحيوية الرطبة والجافة لنباتات القمح الصلب .

هذا الاختلاف في التأثير يدل على تركيز المستخلصات التي زاد فيها معدل التثبيط بزيادة تركيز المستخلص. وكذلك يؤثر هذا التأثير على قدرة الإنبات بنسبة التخفيض بين 15.78% و 28.94% ل 75% و 100% من المستخلص من الجزء الهوائي. وطول الجذور والهيبيكوتيل تتراوح نسبة التخفيض بين 19.22% و 46% لطول الجذور 20.06% و 42.21% لطول الهيبيكوتيل، بينما يتلاشى بين 7.57% و 18.67% للكتلة الحيوية الطازجة و 26.05% و 30.51% للكتلة الحيوية الجافة لهذه الأعضاء .

الكلمات المفتاحية : مستخلصات أليلوباثية، مستخلصات مائية، رافانوس رافانيستروم ، قمح صلب ، قدرة الإنبات

Remerciements

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا هداانا الله

Nous remercions avant tout « ALLAH » tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

*En commençant par remercier tout d'abord Monsieur : **ABBAD MOHAMED**, notre promoteur, pour avoir accepté de diriger ce modeste travail et pour ses conseils utiles et sa gentillesse.*

*Nous remercions beaucoup les membre de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail. Merci à **Mm ALLAL L** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce travail. Je tiens à remercier également **Mr HAMIDI Y**. Qui a accepté d'examiner ce travail.*

Ce travail a été réalisé au laboratoire de recherche de culture maraîchère de notre département, nous remercier tout les personnes du laboratoire.

Enfin nos profonds remerciements a tous les personnes que nous ont aidés de près ou de loin.



Dédicaces

Avec l'aide de **DIEU** le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :

A ma très chère mère **khadidja**, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, la bonté, la source de mes efforts, d'amour et de tendresse qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vous m'avez toujours aidé par vos conseils et vos sacrifices. Puisse Dieu le tout puissant t'accorder meilleure santé et longue vie.

A mon très chère père **Djeloule** ; le premier et le dernier homme de ma vie, source d'amour, d'affection, de générosité. Tu étais toujours là près de moi pour me soutenir, m'encourager et me guider avec tes précieux conseils. Que ce travail soit le témoignage des sacrifices que vous n'avez cessé de déployer pour mon éducation. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et l'admiration que je porte au grand homme que vous êtes. Puisse Dieu le tout puissant vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A mes chères **sœurs** et mes **frères** pour leurs encouragements permanents, et leurs soutiens moral, je te souhaite un plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

A la fleure de la maison, ma très chère petite « **Salsabil et Tenhinane** »

A tous les membres de la famille **BAHRI**

A mon meilleur ami **Louiza**, merci pour tous les moments inoubliables qu'on a passé ensemble.

A mes amies et mes camarades.

A mon binôme **wafa**. A tous les amis d'études promotion agroenvironnement et bio indicateurs A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

A tous mes professeurs du primaire, du moyen, du secondaire, et de l'enseignement supérieur.

Je vous dis « merci »

Aïcha



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents, la lumière de ma vie :

C'est grâce à vos efforts et votre soutien que j'ai pu tracer mon chemin, réaliser mes rêves, et surmonter toutes les épreuves difficiles que j'ai rencontré tout au long de ma vie, que Dieu vous protège, je vous aime.

A ma petite sœur Ritadje et mes frères Moussa et Mohammed :

Je te remercie pour ton amour, je te souhaite un plein de joie, de bonheur, de réussite et sérénité.

A ma famille :

Pour leurs aides et leurs soutiens qui m'ont permis de surmonter mes difficultés et de m'encourager afin d'arriver.

A mon binôme Aïcha :

Pour les forts d'amitié qui nous unissent, les meilleurs moments que nous avons passé ensemble et les souvenirs inoubliables.

A mes professeurs :

Pour l'effort qu'ils ont déployé durant la période de ma formation, pour leur assistance ainsi que pour leur encadrement et la confiance qu'ils m'ont témoignée

Je vous dis « merci »

Wafa



Liste des tableaux

Tableau 1 :Classification botanique du blé	10
Tableau 2 : Caractéristiques des grandes zones de production céréalière algérienne...	18
Tableau 3 : Caractéristiques de la variété VITRON	30

Liste des figures

Figure 1 : Photo descriptive d'épillet et fleur de blé.....	11
Figure 2 : Coupe d'un grain de blé.....	12
Figure 3 : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé.....	13
Figure 4 : cycle de développement de blé.....	14
Figure 5 : Morphologie de (<i>Raphanus raphanistrum L.</i>).....	26
Figure 6 : Le radie ravenelle (<i>Raphanus raphanistrum</i>).....	29
Figure 7 : Séparation et séchage des différents organes.....	30
Figure 8 : Broyage des différents organes (feuilles, tiges et racines) de radie ravenelle (<i>Raphanus raphanistrum</i>) à l'aide d'un broyeur électrique.....	31
Figure 9 : Pesé de la matière sèche par une balance.....	31
Figure 10 : Macération de la solution mère à l'aide d'un agitateur.....	32
Figure 11 : Préparation de l'essai de germination.....	33
Figure 12 : Mesures de la partie racinaire des graines de blé durent la phase de germination par logiciel DIGIMIZER.....	34
Figure 13 : Aspect général du Balance de précision utilisée pour mesurer les biomasses.....	34
Figure 14 : La faculté germinative (FG%) des graines de blé traitée pendant 8 jours degermination par les différentes concentrations d'extrait aqueux de la partie racinaire et la partie foliaire de radis ravenelle (<i>Raphanus raphanistrum</i>).....	36
Figure 15 : Le taux d'inhibition (TI%) des graines de blé traitée pendant 8 jours de germination par les différentes concentrations d'extrait aqueux de la partie racinaire et la partie foliaire de radis ravenelle (<i>Raphanus raphanistrum</i>).....	37
Figure 16 : Effet des différentes concentrations des extraits aqueux de la partie aérienne de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la longueur des hypocotyles et les radicules de blé dur après 8 jours de germination.....	38
Figure 17 : Effet des différentes concentrations de la partie racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la longueur des hypocotyles et les radicules de blé dur après 8 jours de germination.....	39
Figure 18 : Effet des différentes concentrations des extrais aqueux de la partie aérienne de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse fraîche des radicules et les hypocotyles de blé dur après 8 jours de germination.....	40

Figure 19 : Effet des différentes concentrations des extrais aqueux de la partie racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse fraiche des racelles et les hypocotyles de blé dur après 8 jours de germination.....	41
Figure 20 : Effet des différentes concentrations des extrais aqueux de la partie aérienne de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse sèche des racelles et les hypocotyles de blé dur après 8 jours de germination.....	42
Figure 21 : Effet des différentes concentrations des extrais aqueux de la partie racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse sèche des racelles et les hypocotyles de blé dur après 8 jours de germination.....	43

Liste des abréviations

FAO : Food and agriculture Organisation (organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

INPV : Institut national de la protection des végétaux.

ITGC : Institut Technique des Grandes cultures.

% : Pourcentage.

C° : Degré Celsius.

Table de matière

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....1

PARTIE I: RECHERCH BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur le phénomène d'allélopathie..... 3

I.1.Introduction..... 3

I.2.Définition de l'allélopathie..... 3

I.3. Vois de libération des composés allélopathiques.....3

I.4. Application de l'allelopathie..... 4

I.5. Généralités sur substances allelochimiques..... 4

I.5.1. Effets des substances allelochimiques sur les plantes..... 5

I.5.2. Métabolisme de la plante.....5

I.5.3. Mode d'actions des composés allelochimiques..... 6

I.6. Quelques exemples de plantes allelopathiques.....7

I.6.1. Les plantes toxiques..... 7

I.6.2. Les plantes médicinales..... 7

I.6.3.Les grands arbres..... 7

I.6.4.Plantes cultivées..... 8

I.7. Allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes.....8

I.8.Etapes d'allélopathie..... 8

Chapitre II : Généralités sur la culture de blé dur..... 9

II.1. Taxonomie..... 9

II.2. Classification et origine du blé dur..... 9

II.2.1. Classification botanique.....	9
II.2.2. Origine génétique.....	10
II.2.3. Origine géographique.....	10
II.3. Morphologie et histologie du grain de blé.....	10
II.3.1. Morphologie.....	10
II.3.1.1. Appareil racinaire.....	10
II.3.1.2. Tige et feuille.....	11
II.3.1.3. Epi.....	11
II.3.1.4. Epillets.....	11
II.3.2. Histologie.....	11
II.3.2.1. Les Enveloppes.....	12
II.3.2.2. L'endosperme (amande ou albumen).....	12
II.3.2.3. Le germe (embryon).....	12
II.4. Biologie et cycle biologique du blé.....	13
II.4.1. Cycle biologique du blé.....	13
II.4.2. Les stades et phases repérés.....	14
II.4.2.1. Germination-levée.....	14
II.4.2.2. Tallage.....	14
II.4.2.3. Montaison – Gonflement.....	14
II.4.2.4. Epiaison- Floraison.....	15
II.4.2.5. Remplissage du grain.....	15
II.5. Les exigences du blé.....	15
II.5.1. Exigences édaphique.....	15
II.5.2. Exigence climatiques.....	15
II.5.2.1. Température.....	15
II.5.2.2. Eau.....	16
II.5.2.3. Lumière.....	16
II.5.2.4. Fertilisation.....	16
II.5.2.4.1. Azote (N).....	16
II.5.2.4.2. Phosphore (P).....	16
II.5.4.3. Potassium (K).....	16
II.6. Importance du blé dur.....	17
II.6.1. Importance alimentaire.....	17
II.6.2. Importance économique.....	17

II.7. Production de blé dur.....	17
II.7.1. Dans le monde.....	17
II.7.2. En Algérie.....	17
II.8. Les Zones de production de blé en Algérie.....	18

Chapitre III : Généralité sur les adventices..... 19

III.1. Introduction.....	19
III.2. Définition d’adventices.....	19
III.3. Type biologiques et mode de reproduction des adventices des cultures.....	19
III.3.1. Les plantes annuelles (thérophytes).....	19
III.3.1.1. Les annuelles d’été.....	19
III.3.1.2. Les annuelles d’hiver.....	20
III.3.2. Les espèces bisannuelles.....	20
III.3.3. Les vivaces (géophytes).....	20
III.4. Origine des adventices.....	20
III.5. Nuisibilité des adventices.....	21
III.5.1. Nuisibilité primaire.....	21
III.5.1.1. Nuisibilité directe.....	21
III.5.1.2. Nuisibilité indirecte.....	22
III.5.2. Nuisibilité secondaire.....	22
III.6. Impact économique des adventices.....	22
III.7. Impact agronomique des adventices.....	23
III.8. Méthodes de lutte contre les adventices.....	23
III.8.1. Désherbage.....	23
III.8.2. Composition de la rotation culturale.....	23
III.8.3. Désherbage mécanique.....	23
III.8.4. Désherbage chimique.....	24
III.8.5. Lutte intégrée.....	24
III.9. Les avantages des adventices.....	24

Chapitre IV : Généralité sur Le radis sauvage (*Raphanus raphanistrum*)....26

IV.1. Description.....	26
IV.2. La taxonomie.....	27

IV.3. Biologie.....	27
IV.4. Nuisibilité et utilité.....	28

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre IV : Matériel et méthodes.....	29
1. Objectif de l'expérience.....	29
2. Matériels utilisés.....	29
2.1. Matériel végétal.....	29
2.1.1. Plante adventices.....	29
2.1.2. Plante cultivées.....	29
3. Préparation des extraits de l'adventice.....	30
3.1. Séchage.....	30
3.2. Broyage.....	31
3.3. Extraction par macération au laboratoire.....	31
3.3.1. Macération de la matière sèche.....	31
3.3.2. Préparation d'essai de germination.....	32
3.3.2.1. Stérilisation des graines.....	32
3.3.2.2. Dispositif expérimentale.....	33
4. Paramètres mesurés.....	33
4.1. Taux de germination final des graines.....	33
4.2. Taux d'inhibition.....	33
4.3. Longueur de radicule et de tige.....	34
4.4. Mesure de la biomasse fraîche et de sèche des plantules.....	34
4.5. Analyse statistique.....	35

Chapitre V: Résultats et discussions..... 36

1. Effet des extraits aqueux de la partie racinaire et foliaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur les paramètres de germination.....	36
1.1. Effet sur le taux de germination des graines de blé (TG%).....	36
1.2. Effet sur le taux d'inhibition de germination des graines de blé (TI%).....	37
2. Effet des extraits aqueux de la partie aérienne et racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur les paramètres de croissance.....	38

2.1. Effet de la partie aérienne de(<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la longueur des hypocotyles et les radicellesde blé (cm).....	38
2.2. Effet de la partie racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la longueur des hypocotyles et les radicelles de blé (cm)	39
2.3.Effet de la partie aérienne de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse fraîche des radicelles et les hypocotyles (g).....	40
2.4.Effet de la partie racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse fraîche des radicelles et les hypocotyles (g).....	41
2.5.Effet de la partie aérienne de(<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse sèche des radicelles et les hypocotyles (g).....	42
2.6.Effet de la partie racinaire de (<i>Raphanus raphanistrum</i>) sur la biomasse sèche des radicelles et les hypocotyles (g)	43
3. Discussion.....	44

Conclusion

Références bibliographie

Introduction

Introduction

L'allélopathie est tout effet direct ou indirect, positif (stimulation) ou négatif (inhibition), d'une plante (micro-organisme inclus) sur une autre par le biais de composés biochimiques (métabolites secondaires) libérés dans l'environnement (atmosphère et sol), qui sont généralement considérés comme étant des composés ne jouant aucun rôle dans le processus du métabolisme essentiel à la survie des plantes. **(Gallet et Pellissier, 2002)**. L'exposition des plantes sensibles aux allélochimiques peut affecter leurs germinations, leurs croissances et leurs développements **(Kruse et al., 2000)**. Ces composés allélochimiques jouent un rôle important dans la compétition à ressources environnementales telles que l'eau, la lumière et les substances nutritives ; dans l'armement chimique de défense des plantes contre leurs prédateurs, et dans la coopération intra- et interspécifique. L'incorporation de ces substances allélopathiques dans la gestion de l'agriculture peuvent diminuer l'utilisation des pesticides de synthèses.

Pour mettre en évidence le phénomène d'allélopathie, la plupart des essais sont effectués au laboratoire ou en sous serre en conditions contrôlées. **(Kalinova et Vrhotova, 2009)**. En conditions naturelles, l'étude est plus complexe car les interactions biotiques et abiotiques du sol peuvent influencer la présence des composés allélopathiques. De plus, de nombreux facteurs, comme les conditions environnementales ou l'état phytosanitaire de la plante, influencent la synthèse et la libération de ces molécules **(Duke, 2015)**. En général, les allélochimiques sont des phytotoxiques qui exercent leurs effets à des quantités faibles, mais constantes ou des concentrations croissantes sur des longues périodes **(Duke, 2015)**. L'effet allélopathiques peut être dû à un composé allélochimiques ou à un mélange de molécules. Une fois libérés dans le sol, les propriétés physiques, chimiques et biologiques des allélochimiques changent **(Latif et al., 2016)**. En plus, les composés peuvent être transformé et dégradés par les microbes du sol **(Massalha et al., 2017)**.

Les céréales en particulier le blé, constituent la principale base du régime alimentaire pour le consommateur algérien. En Algérie, ce secteur occupe une place vitale en termes socio-économiques et parfois politique. Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales en particulier le blé tendre du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissant

de la population. En effet, la production locale de céréales ne couvre qu'un peu plus de 30% des besoins du pays (Ammar, 2014). Cette spéculation reste trop sensible à la concurrence des adventices qui peuvent considérablement affecter le rendement et causer d'importantes pertes des récoltes et qui sont considérées comme facteur limitant à côté des aléas climatiques, l'impact des adventices sur la culture entraîne une dépendance importante aux herbicides qui pourront avoir des conséquences environnementales et agronomiques lourdes pour l'agriculture et la société (Djellad, 2017). Les adventices causent depuis toujours des ennuis aux producteurs agricoles, et de lourdes pertes de rendements et de qualité des récoltes résultant de la compétition des adventices (Zaougui, 2018).

Pour cela, l'objectif de cette étude est basé d'une part sur l'évaluation de l'effet allélopathique de différentes concentrations d'un extrait aqueux par broyage des organes secs de la partie aérienne et la partie racinaire de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) sur la germination des graines de blé (*Triticum durum*) ainsi que leur croissance en conditions contrôlées. D'autre part, cette étude a pour objectif également de vérifier la présence ou l'absence de l'effet allélopathique de cette plante testée ; déterminer l'organe végétal et la concentration (partie aérienne ou racinaire) qui exerce plus cet effet. Notre travail a été structuré en quatre parties comme suit :

- La première partie a été essentiellement consacrée aux données bibliographiques sur le phénomène d'allélopathie, ensuite la culture de blé dur et les plantes adventices.
- La deuxième partie expérimentale, incluant des différentes techniques (Matériels, méthodes, matériels biologiques).
- La troisième partie a été consacrée à la présentation des résultats obtenus et leurs interprétations, suivie de la discussion.
- Enfin, une conclusion avec des perspectives.

Recherches
bibliographiques

Chapitre I :

Généralité sur le phénomène
d'allélopathie

Chapitre I

Généralités sur le phénomène d'allélopathie

I.1. Introduction

La composition et la structure des communautés végétales dans les environnements sont fortement influencées par les interactions biotiques qui se produisent entre les plantes (**Schob et al., 2013**). Ces interactions peuvent être classées comme positives ou négatives. Des interactions positives se produisent lorsque la présence d'une plante facilite l'établissement, la croissance ou la reproduction de plantes voisines, généralement en modifiant et en améliorant les conditions microclimatiques et la disponibilité des ressources pour ces plantes (**Macek et al., 2016**). Les interactions négatives incluent la compétition pour limiter les ressources, par exemple l'eau et les nutriments (**Tilman, 1988**), mais aussi l'allélopathie, qui est une interaction chimiquement médicamenteuse qui a reçu beaucoup moins d'attention.

I.2. Définition de l'allélopathie

Le phénomène de l'allélopathie est connu depuis de 2000 ans (**Rice, 1984**). Il consiste à l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes. 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**). Les substances libérées par les plantes affectent également d'autres composantes de l'environnement (**Inderjit et al., 1999**).

I.3. 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 :

- Volatilisation : La libération de substances toxiques volatiles par les plantes est un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides ou semi-arides. (**Bertin et al., 2003**).

- Exsudation racinaires : elle représente toutes substances organiques solubles et insolubles libérées dans le sol par voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, (**Bertin et al., 2003**).

- 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 (**Tukey, 1970**).

I.4. Application de l'allélopathie

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

- **Concurrence des adventices sur la culture**

Les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour de 90 espèces d'adventices.

- **Lutte contre les adventices**

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

- **Gestion des rotations culturales**

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

- **Itinéraires techniques**

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

I.5. Généralités sur les substances allelochimiques

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

inconnu. Cependant, certaines allélochimiques sont également connues pour leurs fonctions structurales (par exemple, comme intermédiaires de lignification) ou de jouer un rôle dans la défense contre les herbivores et les agents pathogènes des plantes (**Corcuera, 1993**).

Selon **Bounias (1999)**, le terme « substances allélochimiques » est parfois employé pour désigner également des alcaloïdes végétaux inhibiteurs de la croissance des parasites fongiques. Cependant, ce terme est lié au problème particulier de la toxicité des substances végétales envers d'autres végétaux.

I.5.1. Effets des substances allélochimiques sur les plantes

L'exposition des plantes sensible aux allélochimiques peut affecter leurs germinations, leurs croissances et leurs développements. 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 tigelle et de la racine (coléoptile et coléorhiz des Poacées). Ces variations peuvent être observées aux stades post-levés sur le développement des pousses des racines (**Kruse et al., 2000**). De nombreux métabolites secondaires peuvent participer à ces interférences. Un des exemples classiques concerne l'action inhibitrice qu'exerce le noyer (*Juglan nigra* L.) sur le développement de différentes espèces herbacées ou ligneuses. D'autres exemples concernent les plantes de milieux désertiques ou semi-désertiques, les feuilles de la plante buissonnante *Encelia farinosa* produisent une substance phénolique qui inhibe la croissance des plantes annuelles et évite ainsi la compétition pour l'eau (**Macheix et al., 2005**).

I.5.2. Métabolisme de la plante

- **Métabolisme primaire**

Le métabolisme peut également être subdivisé différemment. Par exemple toutes les cellules renferment des glucides phosphorylés, des acides aminés, des lipides et des acides nucléiques, ces molécules sont la base de la machinerie moléculaire de la cellule sont dénommées métabolites primaires (**Hopkins, 2003**).

- **Métabolisme secondaire**

Les métabolites secondaires sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes, contrairement aux métabolites primaires qui jouent un rôle essentiel pour le métabolisme et le développement végétal (protéines, lipides, glucides, acides aminés et acides nucléiques). Ce sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes. Les métabolites

secondaires comportent : les composés phénoliques, les alcaloïdes les terpènes, les flavonoïdes, les tanins... (**Abderrazaket *al.*, 2007**).

I.5.3. Mode d'action des composés allelochimiques

Dans les interactions plantes-plantes, les substances allélochimiques ont généralement inhibiteurs de la croissance des racines, des tiges, des feuilles et de la croissance globale de la plante. Plusieurs composés sont inhibiteurs de la germination. Toutefois, l'allélopathie ne se manifeste que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plante ou la graine cible. Ainsi, l'effet allélopathique des différents organes des plantes agressives peut être différent selon les espèces végétales (**Friedman, 1995**). 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 la synthèse : les composés phénoliques ont une action sur la régulation des hormones de croissance
- La photosynthèse et la 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.

Delabays, (2004), attire l'attention sur qu'un même composé peut avoir de multiples sites d'action : par exemple, l'acide férulique agit aussi bien sur la respiration mitochondriale que sur la synthèse de la chlorophylle et l'activité des hormones de croissance. **Macheix *et al.*, (2005)**, ont donné l'exemple de composés phénoliques pour expliquer l'action des composés allélopathiques dans les relations des plantes avec les facteurs de milieu. Ils ont illustré l'action de ces composés comme suite :

- Les composés phénoliques interviennent dans les symbioses Rhizobium/Légumineuses par l'activation des gènes de nodulation – inhibition des gènes de nodulation.

- Ils interviennent également dans les réactions hôte/parasite par l'activation des gènes de virulence – Barrière physique ou chimique, constitutive ou induite,
- Ils jouent un rôle dans la protection contre le rayonnement UV
- Ils interviennent dans les relations plantes/animaux en influençant la couleur et la pollinisation.

I.6. Quelque exemple des plantes allelopathiques

I.6.1. Les plantes toxiques

Le potentiel allélopathique du laurier rose (*Nerium oleander* L.) est étudié dans plusieurs essais biologiques en laboratoire. L'effet des extraits aqueux des racines, des feuilles et des bourgeons de *N.oleander* L. sont testés aussi sur la germination et le développement des plantules de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) et du blé tendre (*Triticum aestivum* L. (**Benmaddour, 2010**). La toxicité de *Nerium oleander* est due à des glycosides stéroïdiens rattachés aux cardenolides cardiotoniques, présents dans toutes les parties de la plante à des taux de l'ordre de 1,5 à 2%. (**Victoria et al.,2013**).

I.6.2. 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.) Sur la partenelle (*Tanacetum parthenium* L.) et ont conclu que les substances extraites de cette espèce peuvent éliminer quelques adventices. Elle est testée également sur les principales adventices des *Poacées* associés à ces cultures : la folle avoine (*Avena fatua* L.), le chiendent (*Dactyloctenium aegyptium* L.) Les données sur le pourcentage de germination, la longueur des pousses et des racines, le poids frais et sec des pousses, des racines et le nombre de feuilles sont enregistrées en tant que mesures de son potentiel allélopathique et un effet remarquable a été observé sur la germination d'*A. Fatua* L.

I.6.3. Les grands arbres

Parmi les arbres allélopathiques, l'Ailanthé (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.). Cet arbre contient un ou plusieurs composés phytotoxiques dans les racines et les feuilles. L'ailanthone est la toxine majeure qui a été isolée et identifiée à partir de ces différentes parties en 1960 par Gasinovi et al., (1964). **Heisey (1999)** a testé l'ailanthone sur champ pour sa capacité à contrôler les adventices dans les cultures légumières, il a démontré que ce composé réduit la population des adventices quelques semaines après l'application mais l'activité herbicide a été de courte durée.

I.6.4. Plantes cultivées

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 de cop (*Echinochloa crus-galli* L.). Les résultats montrent que les extraits aqueux de riz peuvent être une source d'un herbicide naturel.

I.7. Allélopathie et la lutte contre les adventices

L'effet néfaste des résidus des herbicides sur l'environnement et l'apparition des adventices résistants ont élargi la demande pour les cultures biologiques. Ceci exige des systèmes agricoles alternatifs qui sont moins dépendants des pesticides ou basées sur des composés naturels (**Singh et al., 2003**). Les phénomènes d'allélopathies peuvent concerner le contrôle de la croissance des adventices 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 agro-écologiques en permettant la stimulation ou l'inhibition sélective de la germination et de la croissance des plantes intéressantes pour l'homme (**Ricklefs et Miller, 2005**).

L'allelopathie du riz est un mécanisme de défense qui se produit naturellement contre les adventices du riz, qui implique plusieurs facteurs, particulièrement la dynamique des allélochimiques et l'activité microbienne spécifique dans le sol (**Kong et al, 2008**).

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

I.8. Etapes d'étude de l'allélopathie

Pour montrer qu'une plante exerce une action allélopathique phytotoxique envers une autre plante, plusieurs étapes sont essentielles. La première consiste à identifier et à quantifier les composés sécrétés par les plantes productrices (terpènes, stéroïdes, phénols), puis d'étudier leur devenir dans le sol. Ces composés allélopathiques doivent ensuite être absorbés par la plante cible où peuvent alors des effets phytotoxique (**Chapuiso, 2000**).

Chapitre II :
Généralité sur la culture de blé
(*Triticum durum*)

Chapitre II : Généralité sur la culture de blé (*Triticum durum*)

II.1. Taxonomie

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des *Gramineae*. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec appelé caryopse, constitué d'une graine et de tégument (Feillet, 2000). Plusieurs espèces cultivées, spontanées et sauvages ont été décrites dont les plus répandues dans le monde sont le blé tendre *triticumaestivum*L. et le blé dur *triticum durum* L. (Hamadache, 2013). Le blé cultivé aujourd'hui dans le monde appartient au genre *Triticum* qui regroupe plusieurs espèces leur génome de base comporte sept chromosomes, avec plusieurs variantes, les plus importantes pour la genèse du blé étant notées A, B et D par les généticiens (Le stum, 2017), l'endosperme de blé dur a la structure la plus dure de tous les blés. L'aleurone du blé dur est plus large et plus vitreuse que celle de blé tendre ce qui lui confère l'aptitude particulière à être transformé en semoule (Liu et al., 1996). Selon (Hamadache, 2013), Le blé dur se distingue du blé tendre par des caractères morpho-physiologiques, cytologiques et technologiques:

- Un nombre de chromosome inférieur soit 28 portés par les génomes A et B contre 42 pour le blé tendre.
- Un système racinaire plus profond et plus puissant.
- Un tallage-épi plus faible.
- Une feuille longue étroite et glabre.
- Un épi compact, barbu à glumes longues fortement carénées.
- Un grain dur allongé à texture vitreuse et à brosse peu développée.

II.2. Classification et origine du blé dur

II.2.1. Classification botanique

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille qui sont caractérisées par des critères morphologiques particuliers. Le blé dur est une monocotylédone qui obéit à la classification détaillée est par le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Classification botanique du blé

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Super Orde	Comme liniflorales
Orde	Poales
Famille	Graminacée
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre	Triticum
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

(Hennouni, 2012)

II.2.2. Origine génétique

Le blé dur comme le blé tendre appartiennent au genre *Triticum*. Ce genre comporte de nombreuses espèces autres que le blé, qui se répartissent en trois groupes distincts selon leur nombre de chromosomes :

- Le groupe diploïde ($2n = 14$ chromosomes) ou groupe de *Tritium monococcum*
- Le groupe tétraploïde ($2n = 28$ chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccon* (amidonnier), dans lequel on trouve *T.durum* (blé dur).
- Le groupe hexaploïde ($2n = 42$ chromosomes) ou groupe de *Triticum sativum*, auquel appartient *T.sativum* (blé tendre), ou appelé *T. vulgare*.

II.2.3. Origine géographique

Selon Vavilové in Erroux (1961), le blé dur a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique Nord. Alors que pour Griganc (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine). (Hennouni, 2012)

II.3. Morphologie et histologie du grain de blé

II.3.1. Morphologie

Le blé se présente d'abord comme une plante herbacée, dont l'appareil végétatif se caractérise par un :

II.3.1.1. Appareil racinaire

Elle est du type fasciculé peu développé. 55% du poids total des racines se trouve

entre 0 et 25 cm de profondeur, 17.5% entre 25 et 50 cm, 14.9% entre 50 et 75%, 12% au-delà. En terre très profond (sols de limon), les racines descendent jusqu'à 1.50 mètre.

II.3.1.2. Tige et feuille

La tige ne commence vraiment à prendre son caractère de tige qu'au début de la phase végétative, la tige en quelque sorte télescopée à partir d'un massif cellulaire qui forme le plateau de tallage. La tige elle-même ou chaume s'allonge considérablement à la montaison, et porte 7 ou 8 feuilles rubanées, engainantes sur tout la longueur d'un entre nœud. Les feuilles ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe (**Hacini ,2014**).

II.3.1.3. Epi

Il est aussi du bourgeon terminal du plateau de tallage. Lorsque le développement de la tige est terminé, l'épi apparaît enveloppé dans la dernière feuille, et après quelques jours on peut étudier sa structure en détail. L'épi comporte une tige pleine ou rachis coudée et étranglée à intervalles réguliers et portant alternativement à droite et à gauche un épillet.

II.3.1.4. Epillets

Ne comportent pas de pédoncule il est attaché directement sur le rachis. Les épillets nombreux. Ils représentent petits groupes de fleurs, inséré sur l'axe de l'épi. Il est protégé à sa base par deux glumes (bractées), les fleurs sont protégées par des glumelles et des glumellules. Après la fécondation, la fleur donne naissance à un fruit unique, le caryopse ou grain, qui comporte un embryon ou germe plaqué sur les réserves. (**Hacini ,2014**)

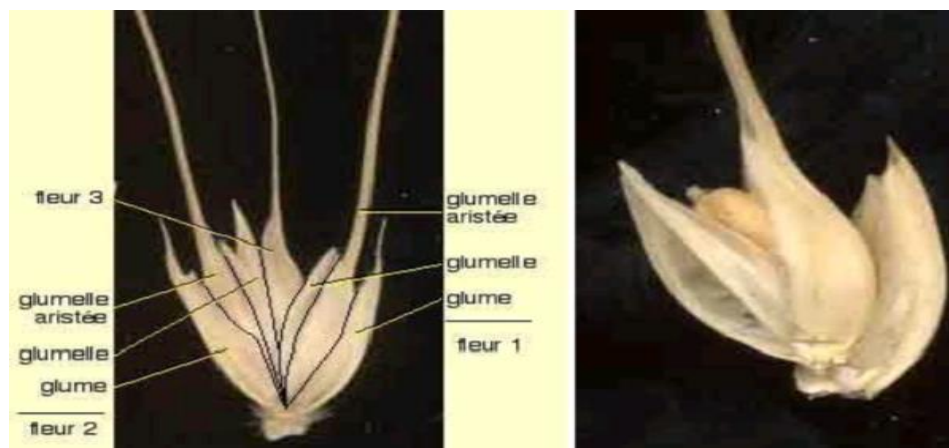


Figure 1 :Photo descriptive d'épillet et fleur de blé. (**HACINI ,2014**)

II.3.2. Histologie

Les graines de blé sont des fruits appelées caryopses. Elles ont une forme ovoïde, possèdent sur l'une de leur faces une cavité longitudinale (le sillon) et à l'extrémité

opposée de l'embryon des touffes de poils (la brosse). (Ait et Ait, 2008). Le grain de blé se compose de trois parties principales :

II.3.2.1. Les Enveloppes

Les enveloppes sont de nature cellulosique qui protège le grain et représentent 14 à 16% de la masse du grain. Elles renferment une teneur importante en protéines, en matières minérales et en vitamine du complexe B ; elles contiennent en outre les pigments qui donnent la couleur des grains. Les enveloppes ont une épaisseur variable et sont formées de trois groupes de téguments soudés :

- Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de 3 assises cellulaires :
 - Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
 - Mésocarpe, formé de cellules transversales.
 - Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.
- Le testa ou tégument de la graine constituée de 2 couches de cellules.
- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent. (Ait et Ait, 2008)

II.3.2.2. Endosperme (amande ou albumen)

Constitue presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon. On y trouve l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination. Il forme environ 80% du poids d'un grain et est constitué granules d'amidon enchâssés dans le réseau protéique (gluten).

II.3.2.3. Germe (embryon)

Il constitue de réserve, riche en protéines et en lipide pour la jeune plantule et forme environ 2.5% à 30% du grain de blé.

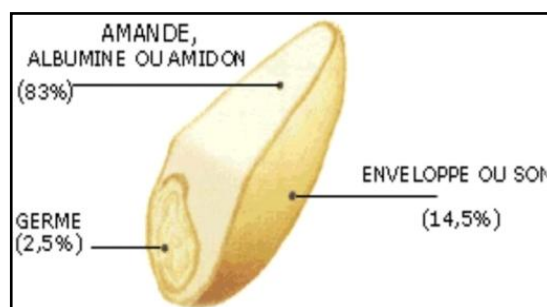


Figure 2 : Coupe d'un grain de blé. (Hacini, 2014)

Le germe comprend deux parties : la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain. Enfin, le germe est riche en vitamine B1, B6 (Nedjah, 2015)

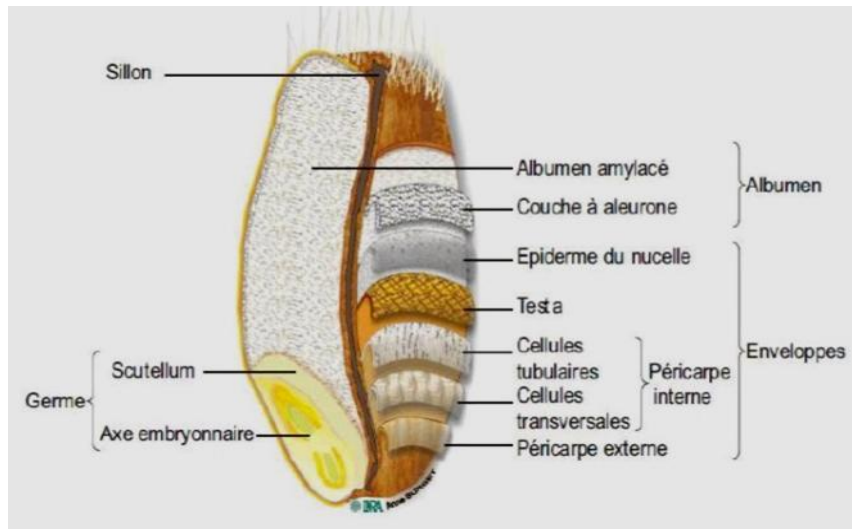


Figure3 :Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé. (BOUNNECHE, 2015)

II.4. Biologique et cycle biologique du blé

II.4.1. Cycle biologique du blé (figure4)

- **Période végétative** : Elle commence de la levée à la fin du tallage. Elle se caractérise par l'apparition successive des premières feuilles, imbriquées les unes dans les autres au niveau du plateau de tallage. Dès que la quatrième feuille émerge, la talle primaire apparaît à l'aisselle de la feuille plus âgée. Le tallage qui commence pendant cette phase est un simple processus de ramification. Le nombre de talles formées est fonction de l'espèce et du génotype (Soltner, 1980).

- **Période reproductrice** : Elle est caractérisée essentiellement par le passage de l'apex ou bourgeon terminal de la période végétative à une ébauche d'inflorescence. Elle débute au cours du tallage et compte trois stades : la formation de l'ébauche épi, l'initiation florale (montaison-gonflement) et la méiose –fécondation (Soltner, 2005).

- **Période de maturation** : Elle s'étend de la fécondation à la maturation complète du grain. Elle est caractérisée par l'élongation du dernier entre-nœud qui élève l'épi au-dessus de la dernière feuille et par l'élaboration des substances de réserves (amidon, protéines) grâce à leur migration vers l'albumen du grain. Au cours de cette période, le grain passe successivement par trois stades : grain laiteux, grain pâteux et grain dur (Soltner, 2005).

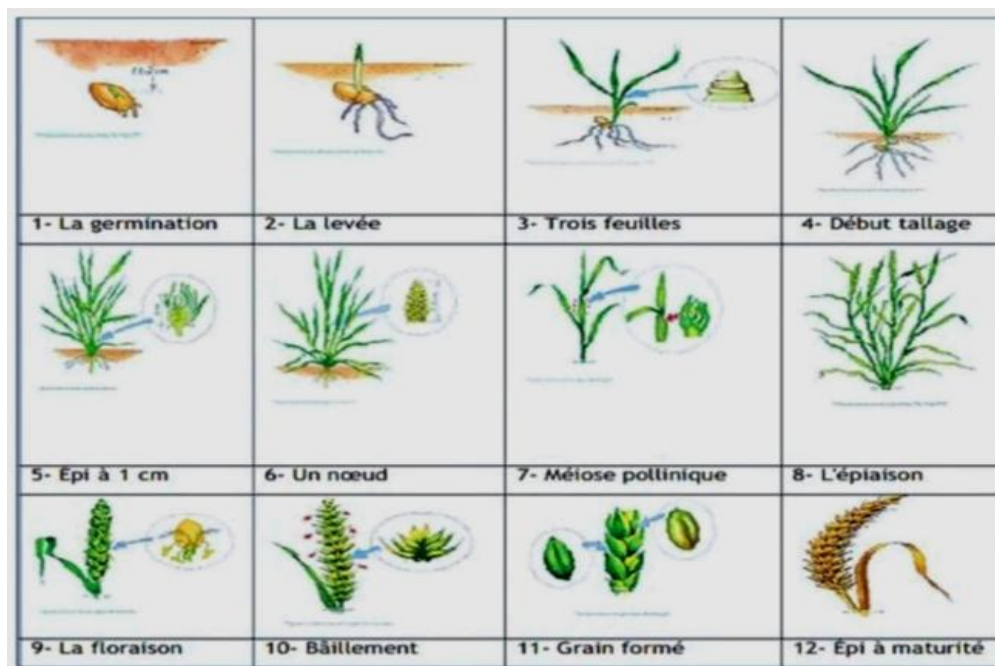


Figure 4 : cycle de développement de blé.(Zaaboubi, 2007)

II.4.2. Les stades et phases repérés :

II.4.2.1. Germination-levée : cette phase correspond à la mise en place du nombre de pieds/m². Le sol est percé par la coléoptile qui est un étui protecteur de la première feuille. La levée est notée quand 50% des plantes sont sorties de la terre. Pendant ces phases, les jeunes plantes sont sensibles au manque d'eau qui provoque une perte des plantes et au déchaussage (Karou et al., 1998).

II.4.2.2. Tallage : le début de cette phase est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la tige latérale primaire puis d'autres tiges naissant successivement à l'aisselle des 2^{ème} et 3^{ème} feuille de la tige centrale, l'ensemble restant court noué, formant un plateau de tallage situé au niveau du sol. Ces tiges primaires peuvent ensuite émettre des tiges secondaires, lesquelles à leur tour émettent des tiges tertiaires (Gates, 1995). La fin du tallage est celle de la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gates, 1995).

II.4.2.3. Montaison - Gonflement : elle se manifeste à partir du stade épi à 1 cm, par l'élongation du premier entre-nœud (Gates, 1995). Ce stade est sensible aux basses températures variant entre (4 et 0 C°). Selon Baldy (1984), la montaison constitue la phase la plus critique du développement du blé tout stress hydrique ou thermique au cours de cette période réduit le nombre d'épi montant par unité de surface, cette phase s'achève une

fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle (stade Gonflement).

II.4.2.4. Epiaison- Floraison : L'épiaison se termine par l'apparition de l'épi hors de la graine de la dernière feuille. Les épis dégainés fleurissent généralement entre 4 et 8 jours après l'épiaison. Les basses températures au cours de ce stade réduisent fortement la fertilité des épis (**Bahlouli et al., 2005**).

II.4.2.5. Remplissage du grain : Après la fécondation, l'évolution du poids du grain se fait en trois étapes : phase de multiplication des cellules, phase de remplissage du grain dont les fortes températures au cours de cette phase provoquent l'échaudage du grain et enfin la phase de dessèchement du grain, qui prend de son humidité pour atteindre son poids sec final (**wardlan, 2002**).

II.5. Exigences de la culture de blé

Un bon comportement de la culture durant tout son cycle de développement exige la réunion de certains facteurs qui conduisent à l'observation d'un rendement et parmi les exigences on peut citer :

II.5.1. Exigences édaphique

Selon (**Ait et al., 2008**), le blé exige un sol bien préparé, meulé et stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver pour éviter l'asphyxie de la culture et permettre une bonne nitrification au printemps. Sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres battantes (limoneuses en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux bons rendements. Particulièrement un sol de texture argilo-calcaire, argilo-limoneux, argilo-sableux ne présentant pas de risques d'excès d'eau pendant l'hiver. Les séquences de travail du sol à adopter doivent être fonction du précédent cultural, de la texture du sol, et de la pente.

Le pH optimal se situe dans une gamme comprise entre 6 à 8.

II.5.2. Exigence climatiques

II.5.2.1. Température

Une température supérieure à 0° (zéro de végétation du blé) est exigée pour la germination des céréales. Cependant l'optimum se situe entre 20° et 22°C. La température conditionne la nitrification et l'activité végétative du blé au cours du tallage et de la montaison. (**Hacini, 2014**)

II.5.2.2. Eau

Selon **Soltner (1990)**, l'eau a une grande importance dans la croissance de la plante. En plus de l'eau de constitution des cellules et de celle qui entre les synthèses glucidiques

catalysées par la chlorophylle, l'eau est le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute. A cet égard, (Ait et al., 2008), voient qu'il est intéressant de définir le coefficient de transpiration du blé, c'est-à-dire la quantité d'eau qui doit traverser la plante pour l'élaboration d'une certaine quantité de matière sèche. Pour le blé, suivant les variétés, la valeur du coefficient de transpiration varie de 450 à 550 grammes d'eau pour un gramme de matière sèche.

2.5.2.3. Lumière

C'est la source d'énergie qui permet à la plante de décomposer le CO₂ atmosphérique pour en assimiler le carbone et réaliser la photosynthèse des glucides. La lumière est un facteur climatique essentiel et nécessaire pour la photosynthèse. En effet, un bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement. Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la floraison et le développement des plantes (Nedjah, 2015).

II.5.2.4. Fertilisation

La fertilisation est raisonnée sur le principe de la restitution au sol des quantités d'éléments (NPK) fertilisants prélevés par les récoltes. Le blé a besoin de ces trois éléments essentiels et le rôle de chaque élément sur le plant de blé est le suivant :

II.5.2.4.1. Azote (N)

C'est un facteur déterminant du rendement

- Il permet la multiplication et l'élongation des feuilles et des tiges.
- Il a pour rôle d'augmentation de la végétative.

II.5.2.4.2. Phosphore (P)

C'est un facteur de croissance qui favorise le développement des racines des racines en cours de végétation.

- C'est un facteur de précocité qui favorise la maturation.
- Il accroît la résistance au froid et aux maladies.
- C'est un facteur de qualité.

II.5.4.3. Potassium (K)

- Il régule les fonctions vitales de la croissance végétale.
- Il est nécessaire à l'efficacité de la fumure azotée.
- Il permet une économie d'eau dans les tissus de la plante.
- Il assure une meilleure résistance contre la verse et les maladies. (Hacini, 2014)

II.6. Importance du blé dur

II.6.1. Importance alimentaire

Les blés constituent la première ressource alimentaire de l'humanité, et la principale source de protéine. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples industriels. (Nedjah, 2015). Le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (Nadjem, 2012)

II.6.2. Importance économique

Le blé dur représente environ 8% des superficies cultivées en blé dans le monde dont 70% sont localisées dans les pays du bassin méditerranéen. La Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, et les pays d'Afrique nord, sont en effet, parmi les principaux producteurs. Par ailleurs, le blé dur occupe une place centrale dans l'économie Algérienne. En 2012, a atteint une production de blé de 51,2 millions quintaux contre une production mondial de 690 millions de tonne. Sur une superficie de 3 Mha réservée à la céréaliculture, 1785000 ha sont destinés à la culture du blé. (Nedjah, 2015)

II.7. Production de blé dur

II.7.1. Dans le monde

Selon Merouche (2015), la production de blé dur est soumise à deux variabilités : la récolte en Afrique du nord très irrégulière car dépendant des pluies d'hiver et de printemps, et la production en Amérique du Nord découlant de décisions de semis sur des bases économiques et agronomiques (avec peu d'alternative en zone aride). La zone méditerranéenne dans son ensemble consomme 62% du blé dur mondial et la principale zone importatrice de la planète. L'Amérique du Nord centrale est la principale zone exportatrice de la planète. Elle réalise 72% des exportations mondiales. Le Canada est le premier exportateur de blé dur et l'Algérie est le premier importateur.

II.7.2. En Algérie

Le blé occupe une place très importante dans la structure spatiale de l'activité de notre pays. Selon la FAO (2014), l'Algérie est classée en quatrième position au niveau africaines et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production de blé 2.4 million de tonnes, colletée est constituées en moyenne de blé dur 58,7%. Il couvre environ 60% des superficies céréalières emblavées qui représentent environ 45% de la surface agricole utile (ITGC, 2014). Sur un total de 238 millions d'hectares, l'Algérie ne dispose que 8,46 Millions d'ha de terres utiles pour l'agriculture, soit moins de 4% de la superficie du pays, les terres au repos représentent en moyenne 3 millions d'hectares chaque année.

La superficie emblavée en blés s'est située à 1,5 millions d'hectares pour le blé dur. (MADR, 2015 in aknouche et al., 2017).

II.8. Zones de production de blé en Algérie

La culture céréalière en Algérie est pratiquée sur une aire géographique très variable du point de vu climatique, allant du sub humide à l'aride, avec une forte concentration sur la franche 300-400 mm (Cadi, 2005), qui marque d'une profonde empreinte la production quantitativement (Mekhlouf, 1998). Les majeures parties de l'emblavure céréalière se trouvent sur les hautes plaines, cette région est caractérisée par des altitudes qui se varient entre 900 et 1200mm, des hivers froids et un régime hydrique irrégulier et faible (Baldy, 1974). La superficie cultivable empiète sur cinq grands ensembles (tableau 1.2) qui se différent par le cumul annuel des pluies qui déterminent dans large mesure le potentiel de production.

Tableau 2 : Caractéristiques des grandes zones de production céréalière algérienne

Zones	Pluie	Céréale(10^{-3}) tonne	Jachère(10^{-3}) tonne	Stresse
Littoral	600	64	0	Néant
Plaine intérieure	450-600	850	400	Gel
Haut plateaux	350-450	1500	900	Gel-sec
Steppe	200-350	400	0	Sec
Montagne	350-600	300	0	-

(Mara, 1992)

Chapitre III :

Généralité sur les plantes adventices

Chapitre III

Généralité sur les plantes adventices

III.1. Introduction

La connaissance de la flore adventice et des facteurs agro-écologiques responsables de la distribution et la prolifération des adventices est fondamentale pour l'entreprise de stratégies efficaces de lutte contre celles-ci (**Mangara et al., 2010**). La gestion intégrée de la flore ne peut s'envisager sans une connaissance approfondie des caractéristiques biologiques majeures des espèces en relation avec le milieu permettant leur développement (**Pousset, 2016**). L'emploi des herbicides associé aux pratiques agricoles sont responsables de la modification des communautés des adventices (**Sarabi, 2019**).

III.2. Définition d'aventices

Le terme « Adventice » fait donc intervenir une notion de nuisance, et dans les milieux cultivés en particulier, toute espèce non volontairement semée est une « adventice » qui devient « mauvaise herbe » au-delà d'une certaine densité, c'est-à-dire dès qu'elle entraîne un préjudice qui se concrétise, en particulier, par une baisse du rendement (**Barralis, 1984**). Pour **Robin (2014)**, un adventice c'est toute plante qui accompagne une espèce cultivée dont la présence n'est pas souhaitée. Le terme « adventice », utilisé par les botanistes en référence au territoire national, est utilisé par les écologistes en référence à la parcelle cultivée. Il désigne au départ toutes espèces introduites sur les parcelles (étymologiquement *adventicium* signifie : « venant d'ailleurs »).

III.3. Type biologiques et mode de reproduction des adventices des cultures

D'après **Halli et al. (1996)**, on peut classer les mauvaises herbes en trois grandes catégories selon leur mode de vie : annuelles, bisannuelles et vivaces.

III.3.1. Les plantes annuelles (thérophytes)

Elle 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 est importe de faire la distinction entre les deux types d'annuelles (**McCully et al., 2004**).

III.3.1.1. 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.

III.3.1.2. Les annuelles d'hiver

Les plantes annuelles 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.

III.3.2. Les espèces bisannuelles

Complètent leur cycle au cours de années. La première année, elles produisent des rosettes de feuilles ; la deuxième année fleurissent et produisent leur graines (**Harkas et Hemmam, 1997**). Elles sont rares dans les cultures annuelles du fait de la rupture de leur cycle par les travaux culturaux.

III.3.3. Les vivaces (géophytes)

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 multiplier par graines (**Safir, 2007**). En Algérie, ce sont les adventices annuels qui sont les répandues. Dans une proportion moindre, on rencontre également des bisannuelles et des vivaces (**Hamadache, 1995**)

III.4. Origine des adventices

La majorité de « mauvaises herbes » sont d'origine locale et provient de deux grands types de milieux (**Maillet, 1992**) :

- Soit des milieux régulièrement perturbés (bords de cours d'eau par exemple).
- Soit de formations végétales de début de succession secondaire.

Actuellement, avec la diminution du travail du sol, ces milieux deviennent des fournisseurs importants de nouvelles espèces de mauvaises herbes. Enfin, on peut considérer un groupe distinct constitué d'espèces allochtones, envahissantes au sens biogéographique du terme, qui n'existent pas dans les formations végétales naturelles locales et dont l'introduction peut remonter à plusieurs millénaires au contraire être d'origine récente (**Maillet et Guillerm, 1992**). Ces mauvaises herbes peuvent avoir plusieurs origines, ces espèces peuvent montrer comme suit :

- Etre des espèces pionnière ou colonisatrices.
- Provenir d'habitats perturbés, et de certains milieux ouverts non perturbés.
- Etre des espèces de formation stables.
- Etre des espèces allochtones, envahissantes.
- Etre des espèces inféodées aux milieux artificialisés.

III.5. Nuisibilité des adventives

Pour analyser les effets des adventives sur les performances d'une culture, on distingue la nuisibilité primaire qui correspond à un effet indésirable des adventives sur le produit (rendement ou qualité) et la nuisibilité secondaire qui correspond aux dommages que cette flore potentielle ou réelle peut avoir sur la capacité de production ultérieure (augmentation du stock semencier par exemple). La nuisibilité primaire s'exerce à la fois sur la qualité et la quantité de la récolte. On distingue alors la nuisibilité directe qui correspond à la diminution de production quantitative et la nuisibilité secondaire qui correspond aux autres effets indésirables tels que la diminution de la qualité des récoltes (**Hamadache, 2013**).

III.5.1. Nuisibilité primaire

III.5.1.1. Nuisibilité directe

- **Prélèvement d'eau**

Comme les plantes cultivées les adventives font circuler dans leurs tissus d'importantes quantités d'eau pour édifier leurs matières sèches. La croissance rapide des adventives entraîne des besoins en eau importants qui se situent souvent avant ceux des plantes cultivées (**Pousset, 2003**).

- **Prélèvement d'éléments fertilisants**

Tous les prélèvements s'effectuent au moment de la croissance rapide des adventives et épuisent les réserves du sol, entraînant des carences lorsque la plante cultivée a des besoins importants (**Pousset, 2003**). Une forte fertilisation phosphatée dans une culture avec une réaction relativement faible au phosphore, peut être une mauvaise pratique agronomique s'il y a présence d'espèces d'adventice, qui sont capables de réagir vivement au phosphore du sol. Le développement de nouvelles stratégies de gestion des engrais qui favorisent plus les cultures que les mauvaises herbes serait un ajout important aux programmes de lutte intégrée contre les ennemis des cultures (**Blackshaw et al., 2004**).

- **L'effet écran**

Les adventives à croissance rapide et à feuilles larges créent un écran qui gêne la photosynthèse de la plante cultivée c'est le cas par exemple du chénopode. Certaines adventives lianescentes arrivent à étouffer les plantes cultivées en s'enroulant autour de leur tige. C'est le cas par exemple du liseron des champs : *Convolvulus arvensis* (**Belaid et Dotchev, 1990**).

- **Télétoxicité : Allélopathie**

Les adventices possèdent cet effet allélopathique (**Caussanel, 1988**). Le terme allélopathie désigne l'émission-la libération par une espèce végétale ou par l'un des organes vivants ou morts des substances organiques toxiques entraînant l'inhibition de la croissance des végétaux se développant au voisinage de cette espèce ou lui succèdent à l'endroit où se trouve cette partie émettrice.

III.5.1.2. Nuisibilité indirecte

- **Dissémination et conservation des parasites de cultures**

Certaines adventices admettent et abritent les mêmes parasites et les mêmes prédateurs que les plantes cultivées (**Pousset, 2003**).

III.5.2. Nuisibilité secondaire

- **Frais de triage**

Les semences des adventices constituent toujours dans les récoltes de grains des impuretés qu'il faut toujours éliminer par triage. L'opération du triage est souvent délicate parfois même impossible. La délicatesse et l'impossibilité de cette opération réside en l'absence de différences de grosseur ou de densité comme c'est le cas de la folle avoine dans l'avoine cultivée (**Putnam, 1985**).

- **Intoxication alimentaire**

Un certain nombre d'adventices sont vulnérantes et susceptibles de provoquer des intoxications alimentaires plus ou moins graves du fait de la présence de leurs semences ou de fragments de la plante dans les produits végétaux utilisés par l'homme ou les animaux domestiques comme c'est le cas des graines de la morelle noire (*solanum nigrum*) dans les céréales (**Pousset, 2003**).

- **Pollution génétique**

Ce ci s'observe particulièrement chez les adventices de la même famille botanique et surtout du même genre comme c'est le cas *Brassicaceae* ou *Asteraceae* où il ya risque d'apparition de descendants de cultivar génétiquement pollués ou non purs.

III.6. Impact économique des adventices

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

20 à 50% des pertes de rendement sont dues uniquement aux mauvaises herbes (**Djellad, 2017**).

III.7. Impact agronomique des adventices

La concurrence des adventices pour la culture se fait au niveau de l'espace, la lumière, l'eau et les éléments nutritifs. Cette concurrence est d'autant plus importante en début de culture, qu'aux premiers stades de développement, car les adventices absorbent plus vite les nutriments que la culture, mais aussi en raison de la difficulté de récolte par bourrage des machines (**Djellad, 2017**). Les adventices déprécient la qualité des récoltes par l'augmentation du pourcentage d'impuretés dans les récoltes, par le goût et l'odeur désagréable (ail sauvage, faux fenouil) sur céréales et par la présence des semences toxiques (nielle). Elles créent, de plus, un milieu favorable au développement des maladies cryptogamiques, des virus, des insectes et des nématodes (**INPV, 2010**).

III.8. Méthodes de lutte contre les adventices

III.8.1. Désherbage

Diverses mesures préventives sont possibles. Toutes les pratiques agricoles influençant la composition et l'abondance des communautés d'adventices, elles peuvent toutes être utilisées pour gérer leur nuisibilité. Le désherbage manuel est ou a été également utilisé pour certaines cultures (cultures potagères, Riz).

III.8.2. Composition de la rotation culturale

L'espèce cultivée a un fort impact sur la composition de la communauté d'adventices. Certaines espèces sont fréquemment associées à une culture donnée : chénopode et Amarante dans les betteraves, gaillet et véronique dans les céréales, brassicacées dans le colza etc. (**Fried et al., 2009**). Ainsi les cultures sont généralement dominées par des adventices dont la saison de germination est similaire à la saison de semis de la plante cultivée (automne, printemps ou été) (**Gunton et al., 2011**). Les cultures pérennes comme la luzerne présentent également une plus grande proportion d'adventices pérennes que les cultures annuelles (**Mieess et al., 2010**). La composition de la rotation de culture est levier agronomique majeur permettant de contrôler la composition de la communauté d'adventice et d'empêcher l'implantation d'une flore adventice très spécialisée vis-à-vis de la culture et donc très compétitive.

III.8.3. Désherbage mécanique

Il détruit les parties aériennes des adventices, fragmente et expose à l'air leurs systèmes racinaires. C'est le principe du désherbage mécanique. Il détruit préférentiellement les espèces pérennes et les monocotylédones (**Myers et al., 2005**). Il

peut être combiné avec le faux semis : un léger travail du sol permet d'activer les graines en surface, qui peuvent ensuite être détruites mécaniquement ou chimiquement. Le travail du sol modifie également la disposition des graines dans le sol. Le semis direct ou le travail du sol sans retournement entraînent une accumulation des graines dans les premiers centimètres du sol (**Cardina et al., 2002**), elles ont alors une forte probabilité de germer, ce qui peut être un avantage s'il est possible d'effectuer un désherbage. Elles sont également plus sensibles à la prédation (**Ball et Miller, 1990**). Ceci favorise les graines sans dormance ou de faible longévité. En revanche, en cas de labour avec retournement, les graines sont distribuées de manière homogène dans le sol (**Martinez-Ghersa et al., 2000**). Leur probabilité de germination est faible mais elles peuvent conserver leurs capacités germinatives plusieurs années et germer si le sol est à nouveau retourné (**Albrecht et Auerswald, 2009**).

III.8.4. Désherbage chimique

Il existe des désherbants totaux et des molécules très spécifiques qui sont très efficaces pour désherber des champs avant mise en culture. Afin d'éviter des traitements inutiles et ne pas tuer la plante cultivée, l'agriculteur doit pouvoir identifier les herbes folles présentes dans ses parcelles. Les herbicides sont plus ou moins spécifiques. On distingue deux grandes classes d'herbicides, les anti-dicotylédones, utilisables sur les cultures de monocotylédones et les anti-monocotylédones, utilisables sur les cultures de dicotylédones. Néanmoins, il existe des herbicides dont la spécificité est plus fine. De manière générale, les herbicides favorisent les adventices appartenant à la même famille que la culture, qui y sont sensibles (**Cirujeda et al., 2011**).

III.8.5. Lutte intégrée

La lutte intégrée ou les méthodes de culture modernes s'inspirant des mécanismes naturels- la permaculture, l'agroforesterie, l'agriculture naturelle – limitent le besoin de désherbage en utilisant une combinaison de techniques et d'approches (biologiques, permanent, un paillage de matériaux organiques, l'utilisation d'engrais verts, la densification des cultures de manière à ne pas laisser la lumière atteindre le sol et ainsi empêcher la croissance des mauvaises herbes.

III.9. Les avantages des adventices

Schaub (2010), mentionne que les herbes compagnes peuvent aussi présenter quelques aspects positifs :

- ✓ Amélioration de la structure du sol.

- ✓ Plantes hôtes pour les prédateurs. Elles servent de nourriture et de refuge pour les parasites et les auxiliaires.
- ✓ Lutte contre l'érosion et elles assurent une meilleure régulation de l'eau.
- ✓ Absorption des excédents de fertilisation.
- ✓ Ou comme plantes médicinales, les plantes fournissent à la médecine quotidienne la grande majorité des remèdes comme l'infusion du pissenlit pour les états fébriles.
- ✓ Source de fourrage pour les animaux d'élevage
- ✓ Plantes potagères utilisés dans des mets comme le chardon des céréales (*Scolymus hispanicus* Def.), la ravenelle (*Raphanus raphanistrum* L.) et le charbon épineux (*Caduncellus pinnatus* (Desf.) DC.).

Chapitre IV :
Généralité sur le radis sauvage
(*Raphanus raphanistrum*)

Chapitre IV

Généralité sur Le radis sauvage (*Raphanus raphanistrum*)

La Ravenelle, Radis ravenelle ou Radis sauvage (*Raphanus raphanistrum*) est une plante hermaphrodite annuelle commune de la famille des *Brassicaceae*. Elle est originaire d'Europe mais est devenu par la suite un naturalisé et adventice agricole (**Holm et al., 1997**)

IV.1. Description

C'est une plante annuelle d'hiver d'une hauteur de 30 à 60 cm, racine pivotante mince. Tiges dressées, de 3 à 9 cm de haut, librement ramifiées au-dessus, lisses ou avec des poils courts et hérissés dirigés vers le bas. Rosette basale les feuilles sont à pétiole courts, obovales-oblongues, de 5 à 20 cm de long, pennées lobées en 5 à 15 segments très divisés et peu dentés, les segments les plus proches de la tige étant plus loin progressivement plus grand, les feuilles de la tige supérieure sont réduite, pétiolée, souvent entière. L'inflorescence est une grappe ramifiée à nombreuses fleurs. Les fleurs mesurent de 12 à 18 mm de diamètre avec sépales dressés, fermés, pétales jaunes ou plus rarement blanc ou violet, généralement avec une nervure foncée ou violette distincte, étamines 4 longues et 2 courtes. Les pédicelles de fructification mesurent de 1 à 2.5 cm de long. Le fruit est une silique presque cylindrique. Lorsqu'il est frais, il mesure 2 à 7.5cm de long, 3 à 6 mm d'épaisseur, avec une pointe en forme de bec sans pépins de 1 à 3 cm de long, mais quand sec est ligneux, à plusieurs nervures dans le sens de la longueur, et généralement resserré entre les graines, de telle sorte que le 1- à 10 les gousses ensemencées ressemblent à des perles sur une ficelle. Le nombre de chromosomes pour l'espèce est $n = 9$; $2n = 18$ (**Warwick et al., 2000a**).

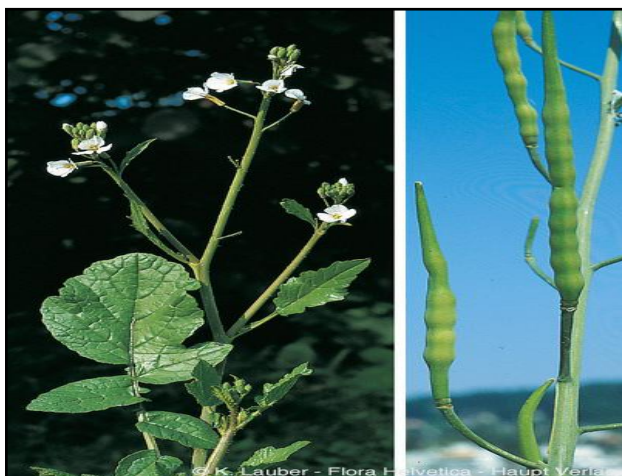


Figure 5 : Morphologie de (*Raphanus raphanistrum L.*)(Konrad, 2012).

III.2. Taxonomie

Cette espèce a classé selon la taxonomie suivante

- Règne : *Plantae*
- Embranchement : *Spermatophyta*
- Sous-embranchement : *Angiospermes*
- Classe : *Dicotyledonae*
- Ordre : *Capparidales*
- Famille : *Brassicacées*
- Genre : *Raphanus*
- Espèce : *Raphanus raphanistrum*

III.3. Biologie

La germination des graines de radis sauvage commence dès les premières pluies abondantes en hiver. La lumière a peu d'influence sur la germination (**Mekenian et willemsen 1975**). Par contre, un travail de sol qui enterre légèrement la graine la stimule. La plupart des graines germent dans les premiers 5 cm de sol mais certaines peuvent émerger à partir d'une profondeur de 8 cm. La floraison a lieu trois à six semaines après émergence et se poursuit pendant environ sept semaines. La étant indéterminée, la floraison peut avoir lieu de juin à septembre. La production de graines est très variable selon le succès de la pollinisation car le radis sauvage accepte le pollen d'autres espèces de crucifères (**Conner et al., 1995**). Chaque silique contient d'une à dix graines et chaque plant produit environ 150 graines selon la taille du plant. Les siliques restent fermées à maturité mais se brisent facilement en plusieurs sections contenant chacune une graine. Ceci est un problème car lors du battage des récoltes, certaines graines de radis sont dispersées et d'autres sont récoltées avec la culture (**Warwick et al., 2000**). Les graines produites dans l'année ont un faible taux de germination car le tégument de la graine prévient sa germination. La viabilité des graines déclin très vite, d'autant plus qu'elles sont près de la surface ou que le sol est fréquemment travaillé. Contrairement à la moutarde, les graines de radis ont peu de capacité de dormance, une demi-vie de deux ans étant typique en sol cultivé. Les radis à fleurs jaunes produisent moins de graines dormantes que les variétés à fleurs blanches ou violacées (**Mekenian et Willemsen, 1975**).

III.4. Nuisibilité et utilité

Le radis sauvage est surtout une adventice des cultures de céréales. L'un des problèmes du radis est que sa semence est difficile à séparer des récoltes de blé et d'avoine en raison de sa grosseur et de sa forme. La graine contiendrait aussi une huile produisant un composé volatil capable d'inhiber la germination des graines d'autres espèces qui entrent en son contact. Ceci est un problème sérieux pour l'entreposage de grains destinés à la semence. Enfin, la tige encore verte du radis sauvage peut tacher la récolte lors du battage, les feuilles de *Raphanus raphanistrum* sont mangés par des personnes pendant les pénuries alimentaires (**Holm et al., 1997**). Le radis est l'hôte de la plupart des maladies et ravageurs des crucifères dont la piéride du chou, qui est un important pollinisateur de la plante. En grande quantité (plus de 30 % de la ration), le radis peut être toxique pour les animaux qui le consomment. Le radis sauvage est une source de pollen et de nectar pour les abeilles et un grand nombre d'autre pollinisateurs (**Kay 1976 ; Stanton 1984a ; Conner et al., 1995**).

Chapitre V :

Matériels et méthodes

Chapitre V

Matériels et méthodes

1. Objectif de l'expérience

Le but de notre travail est d'étudier l'évaluation de l'effet allélopathique des extraits aqueux a différentes concentrations de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) obtenu par broyage des organes sèches aériennes et souterraines sur la germination et la croissance de blé dur (*Triticum durum*) pendant la phase de germination en condition contrôlées et ce dans le but d'une part de vérifier l'absence ou la présence de l'effet allélopathique de cette plante. D'autre part, déterminer l'organe qui exerce plus cet effet.

2. Matériels utilisés

2.1. Matériel végétal

2.1.1. Plante adventices

L'espèce envahissante choisie pour préparer les différentes concentrations des extraits aqueux utilisés comme solution d'irrigation est le radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*). La récolte de cette espèce a été réalisée au niveau de la station expérimentale de département de Biotechnologies de l'université de Blida 01 le 24 Janvier 2021 stade de floréson .(Figure 6)



Figure 6: Le radie ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) (Source personnelle, 2021).

2.1.2. La plante cultivée

Pour notre expérimentation, nous avons utilisé la semence de blé dur (*Triticum durum*), variété Vitron, comme matériel végétal cultivé. C'est une espèce qui fait partie de la famille des *Poaceae*. Nous avons choisie la semence qui ne présente aucune anomalie ou signe d'un attaque par les ravageurs.

Tableau 3: Caractéristiques de la variété VITRON

Origine	Espagne
Dénomination locale	Hoggar
Type de variété	Lignée pure
Caractéristiques morphologiques	Compacité de l'épi : compact Couleur de l'épi : blanc Hauteur de la plante à la maturité : 90-100cm
Caractéristiques qualitative	Poids de mille grains (PMG) : élevé Mitadinage : résistante Moucheture : résistante
Caractéristiques culturales	Cycle végétatif : semi-précoce Tallage : moyen Résistance : Au froid : résistante A la verse : tolérante A la sécheresse : sensible
productivité	Rendement en grain optimale : 60 Qx/ha

(Boufenar et *al.*, 2006)

3. Préparation des extrais de l'adventice

La récolte de radis ravenelle a été réalisée en mois de Janvier. Cette espèce a subies les étapes suivantes :

3.1. Séchage

Une séparation des organes racines, tiges et feuilles a été faite suivi par séchage de ces organes à l'air libre au niveau du laboratoire de culture maraichère sur un papier pendant 20 jours, a l'abri de la chaleur et de la lumière pour préserver le pouvoir allélopathique. Nous avons éliminé aussi les feuilles qui portent des signes d'attaques par les ravageurs ou les micro-organismes.

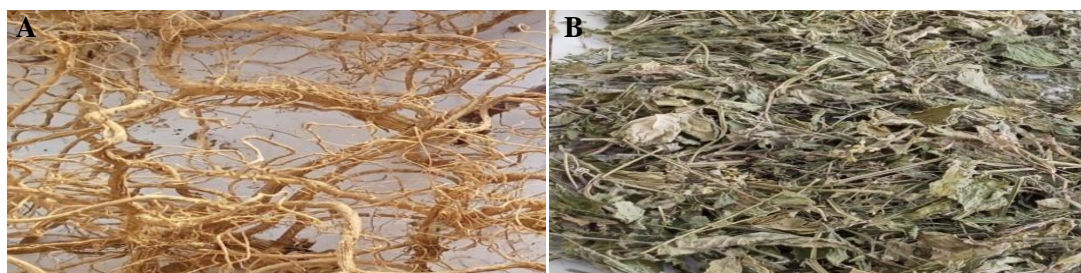


Figure 7: Séparation et séchage des différents organes à l'abri de chaleur et de la lumière. **A** : Partie racinaire ; **B** : Partie aérienne (Source personnelle, 2021).

3.2. Broyage

Après le séchage des organes de la plante adventice, nous avons initialement coupé l'adventice en petite morceaux pour faciliter leurs broyages, ce dernier a été réalisé à l'aide d'un broyeur électrique. Une poudre fine a été obtenue de la partie aérienne et de la partie racinaire.



Figure 8 : Broyage des différents organes (feuilles, tiges et racines) de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) à l'aide d'un broyeur électrique (Source personnelle, 2021).

3.3. L'extraction par macération au laboratoire

La préparation des extraits aqueux ainsi que les tests de germinations sont réalisées au niveau du laboratoire de culture maraîchère du département de Biotechnologie de l'université Blida 01.

3.3.1 Macération de la matière sèche

Nous avons pesé 24 g de poudre (partie aérienne ou racinaire) préparée précédemment pour la plante de radis ravenelle à l'aide d'une balance électronique. Macéré dans 2000 ml de l'eau de robinet et agiter pendant 48 heures à l'aide d'un agitateur. Après l'agitation, nous avons filtré le mélange à l'aide d'un papier filtre. Après cette filtration nous avons préparé 4 solutions des différentes concentrations. (Ben-Ghabrit, 2017).



Figure 9: Pesé de la matière sèche par une balance (Source personnelle, 2021)



Figure 10: Macération de la solution mère à l'aide d'un agitateur (Source personnelle, 2021).

- **Préparation des traitements utilisés**

Le tableau suivant résume les doses des différents traitements testés durant notre essai.

Tableau 4 : Différentes concentrations de l'extrait

	Témoin	T1=25%	T2=50%	T3=75%	T4=100%
Extrait mère	0ml	25ml	50ml	75ml	100ml
Eau Distillée	100ml	75ml	50ml	25ml	0 ml

Description des différents traitements

- Matière sèche pour les deux partis utilisés

{

 - T0 : Eau (témoin)
 - T1 : Eau + 25% de l'extrait
 - T2 : Eau + 50% de l'extrait
 - T3 : Eau + 75% de l'extrait
 - T4 : 100% de l'extrait

L'extrait de partie aérienne ou racinaire est conservé dans les bouteilles fermées et étiquetées dans un réfrigérateur.

3.3.2. Préparation d'essai de germinations

3.3.2.1. Stérilisation des graines

Un trempage des graines de blé dur dans l'eau distillé a été réalisé pendant 2 minutes pour éliminer les impuretés. Cette opération a été suivi par une immersion de ces graine dans l'hypochlorite de sodium avec une concentration de 2% pendant 5 minutes puis nous avons lavé les graine par l'eau distillé pour l'élimination de toute trace de l'eau de javel ce que nous avons utilisé pour stériliser les graines avant. Ensuite, 10 graines ont été ensemencées dans des boîtes de Pétri contenant un papier absorbant pour garder l'imbibition des graines pendant la période de germination.

Par la suite, les boîtes ont été mises dans une chambre de culture réglée à 25°C et suivie pendant 8 jours. Un suivi régulier des graines a été réalisé pour effectuer quelques analyses durant la phase de germination.

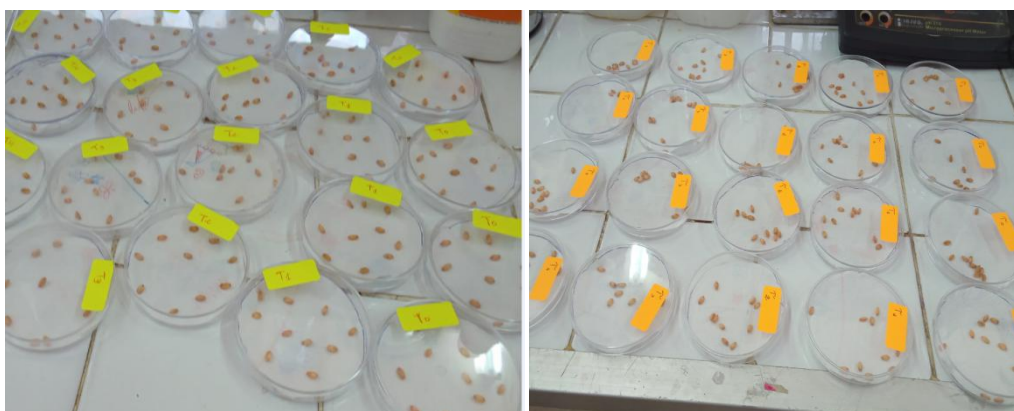


Figure 11: Préparation de l'essai de germination (Source personnelle, 2021).

3.3.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté durant notre expérience est un dispositif complètement randomisé, avec deux facteurs étudiés qui sont respectivement : l'organe (partie racinaire ou partie foliaire) ainsi la dose de solution testée (25%, 50%, 75% et 100%) comparé à un témoin (solution d'irrigation contenant l'eau). Chaque traitement a été répété 04 fois, soit au total 40 unités expérimentales testées.

4. Paramètres mesurés

De nombreux paramètres sont étudiés pour évaluer l'effet allélopathique de radis sauvage sur la germination des graines de blé dur à savoir :

4.1. Taux de germination (TG%)

D'après **CHERIF et al., (2016)**, le taux de germination des graines correspond au pourcentage de graines germées par rapport au nombre total de graines semées, il est calculé par la formule suivante :

$$TG \% = \frac{NGG}{NGS} \times 100$$

Dont : NGG : Nombres de graines germées, NGS : Nombres de graines semées

4.2. Taux d'inhibition

D'après **CHERIF et al.,(2016)**, le taux d'inhibition il est estimé en calculant le rapport de nombre de grains semés moins le nombre de graines germées par rapport au total des graines

$$TI \% = 100 - TG \%$$

4.3. Longueur de radicelle et des coléoptiles (cm)

L'évaluation de ce paramètre a été réalisée à l'aide du logiciel Digimezer Version 4.0.0.0 copyright © 2005-2011 MedCalc. Software (www.Digimizer.com) pour mesurer la longueur des radicelles et des coléoptiles des graines du blé germées.

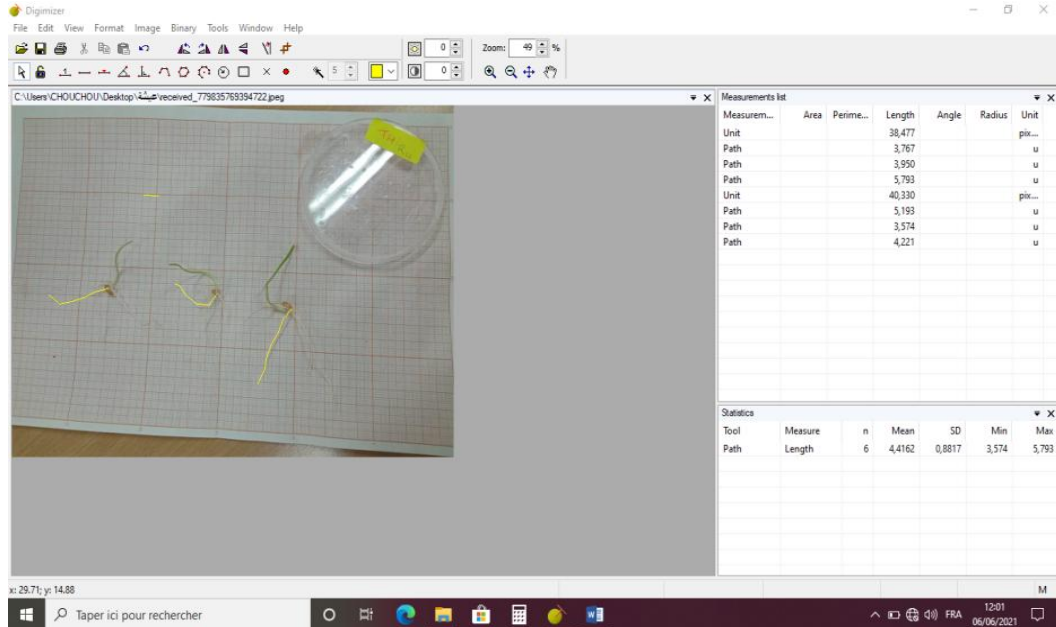


Figure 12: Mesures de la partie racinaire des graines de blé durant la phase de germination par logiciel DIGIMIZER (Source personnel, 2021).

4.4. Mesure de la biomasse fraîche et la biomasse sèche (g)

Afin de test de germination, nous avons pesé les radicelles et les coléoptiles à l'aide d'une balance de précision pour déterminer les biomasses fraîches puis sèches de ces organes.

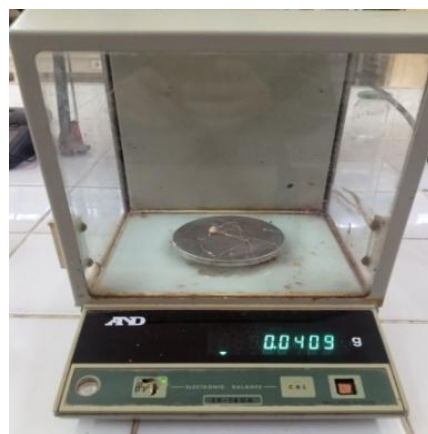


Figure 13: Aspect général du Balance de précision utilisée pour mesurer les biomasses (Source personnelle, 2021).

4.6. Analyse statistique

Les données obtenues sont soumises à une analyse de la variance à deux facteurs étudiés (organe utilisée pour l'extraction et dose de solution testée). Les données sont présentées sous forme des courbes. Ces représentations sont réalisées par le logiciel Excel 2007. Les données présentées représentent une moyenne de 04 répétitions. La comparaison des moyennes a été faite par le test de la plus petite différence significatif au seuil 5%. Une valeur de probabilité (P) égale à 0,05 est considérée comme une valeur statistiquement significative, alors que lorsque il est inférieur à 0,05 est considérée comme hautement significative.

Chapitre VI :

Résultats et discussions

Chapitre VI

Résultats et discussions

1. Effet des extraits aqueux de la partie racinaire et foliaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur les paramètres de germination

1.1. Effet sur le taux de germination des graines de blé (FG%)

Les résultats relatifs de taux final de germination (FG%) des graines de blé sont présentés dans la courbe suivante.

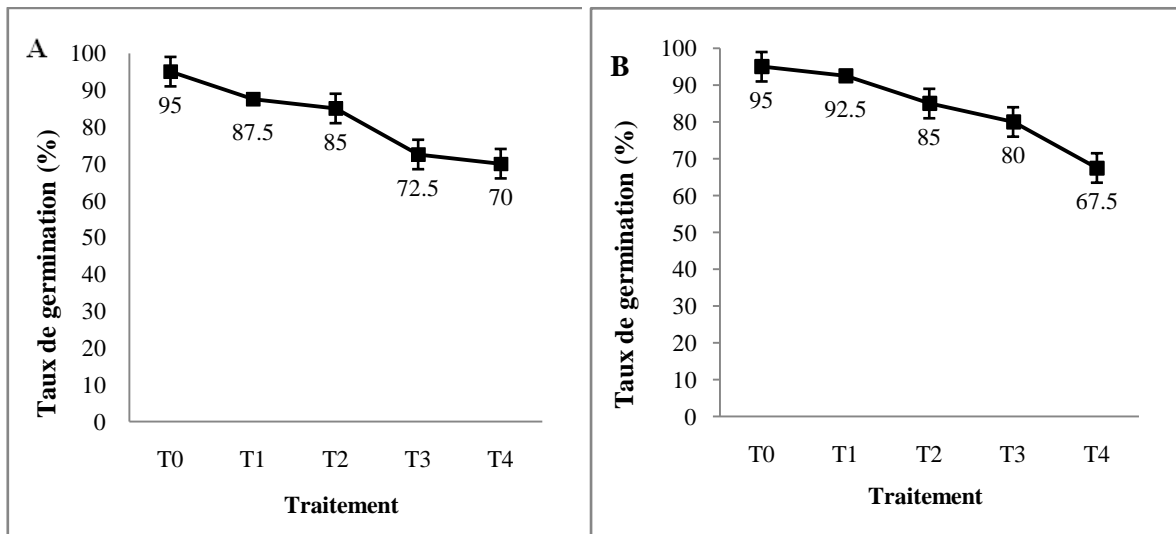


Figure 14 : La faculté germinative (FG%) des graines de blé traitée pendant 8 jours de germination par les différentes concentrations d'extrait aqueux de la partie racinaire (A) et la partie foliaire (B) de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*).

D'après les résultats illustrés dans les figures 14, nous remarquons une régression continue et significativement remarquable de la faculté germinative des graines de blé dur et ce en fonction de la concentration de la solution aqueuse appliquée. Cet effet allélopathique est plus remarquable pour les lots de semences alimentées par la solution aqueuse concentrée à 75% et 100%. Pour cela, les réductions révélées correspondent à 23,15% et 26,31% pour les solutions de la partie racinaires respectivement par rapport au témoin. Alors qu'elles basculent entre 15,78% et 28,94% pour les mêmes solutions de la partie aériennes. En revanche, l'application des solutions concentrées à 25% et 50% a révélée des régressions non significative de la faculté germinative des graines de blé dans ces milieux alimentaires. Elles correspondent à une diminution de 7,36% et 10,52% pour les solutions de la partie racinaire alors qu'elles sont de 2,62% et 10,50 pour les solutions de la partie aériennes.

1.2. Effet sur le taux d'inhibition de la germination des graines de blé (TI%)

Les résultats relatifs de taux d'inhibition de germination (TI%) des graines de blé sont présentés dans la courbe suivante.

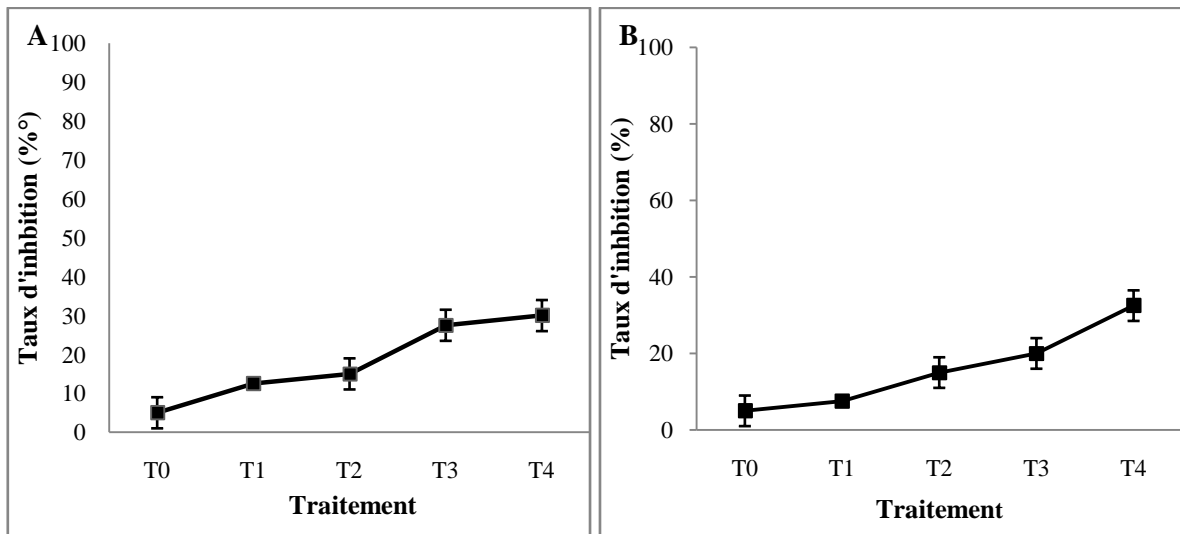


Figure 15: Le taux d'inhibition (TI%) des graines de blé traitées pendant 8 jours de germination par les différentes concentrations d'extrait aqueux de la partie racinaire (A) et la partie foliaire (B) de radis ravenelle (*Raphanus raphanistrum*).

D'après les résultats illustrés dans les figures 15, nous remarquons une augmentation continue et significativement remarquable de taux d'inhibition de la germination des grains de blé dur proportionnelle à la concentration de la solution aqueuse appliquée. Cet effet allélopathique est plus remarquable pour les lots de semences alimentées par la solution aqueuse concentrée à 75% et 100%. Pour cela, les augmentations d'inhibition correspondent à 400% et 500% pour les solutions de la partie racinaires respectivement par rapport au témoin. Alors qu'elles basculent entre 300% et 550% pour les mêmes solutions de la partie aériennes.

2. Effet des extraits aqueux de la partie aérienne et racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur les paramètres de croissance

2.1. Effet de la partie aérienne de (*Raphanus raphanistrum*) sur la longueur des hypocotyles et les radicules de blé (cm)

Les résultats relatifs de l'effet des extraits aqueux des différentes concentrations de la partie aérienne sur la longueur des hypocotyles et les radicules des plantules de blé dur cultivées pendant 8 jours de germination sont présentés dans la figure 16. .

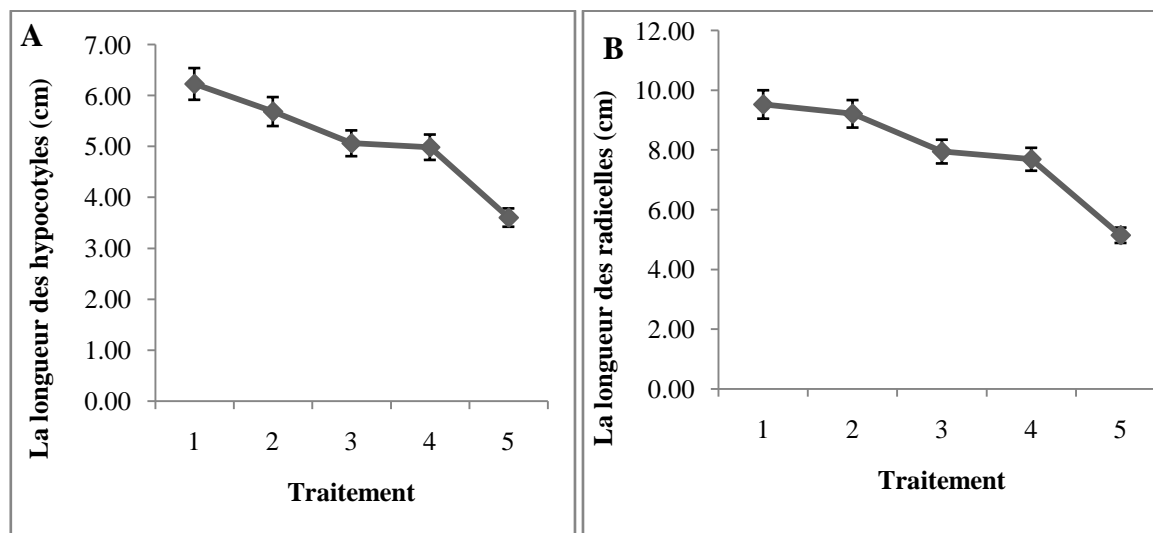


Figure 16 : Effet des différentes concentrations des extraits aqueux de la partie aérienne de (*Raphanus raphanistrum*) sur la longueur des hypocotyles (A) et les radicules (B) de blé dur après 8 jours de germination.

D'après les résultats présentés dans la figure 16, nous remarquons que l'effet allélopathique est certain sur la longueur des deux parties aérienne et racinaire de la culture de blé. Cet effet allélopathique est plus remarquable pour les lots de semences irriguées par la solution aqueuse concentrée à 75% et 100%. Pour cela, les réductions révélées varient entre 20,06% et 42,21% pour la longueur des hypocotyles respectivement par rapport au témoin. Alors qu'elles basculent entre 19,22% et 46% pour les mêmes solutions sur la longueur de la partie racinaire. En revanche, l'application des solutions concentrées à 25% et 50% a révélé des réductions qui varient entre 8,88% et 18,61% respectivement pour l'effet de la partie aérienne sur la longueur des hypocotyles. Alors qu'elles sont de 3,25% et 16,49% pour l'effet de la partie aérienne sur la longueur des radicules respectivement par rapport au témoin.

2.2. Effet de la partie racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur la longueur des hypocotyles et les radicules de blé (cm)

Les résultats relatifs de l'effet des extraits aqueux des différentes concentrations de la partie racinaire sur la longueur des hypocotyles et les radicules des plantules de blé dur cultivées pendant 8 jours de germination sont présentés dans la figure 17.

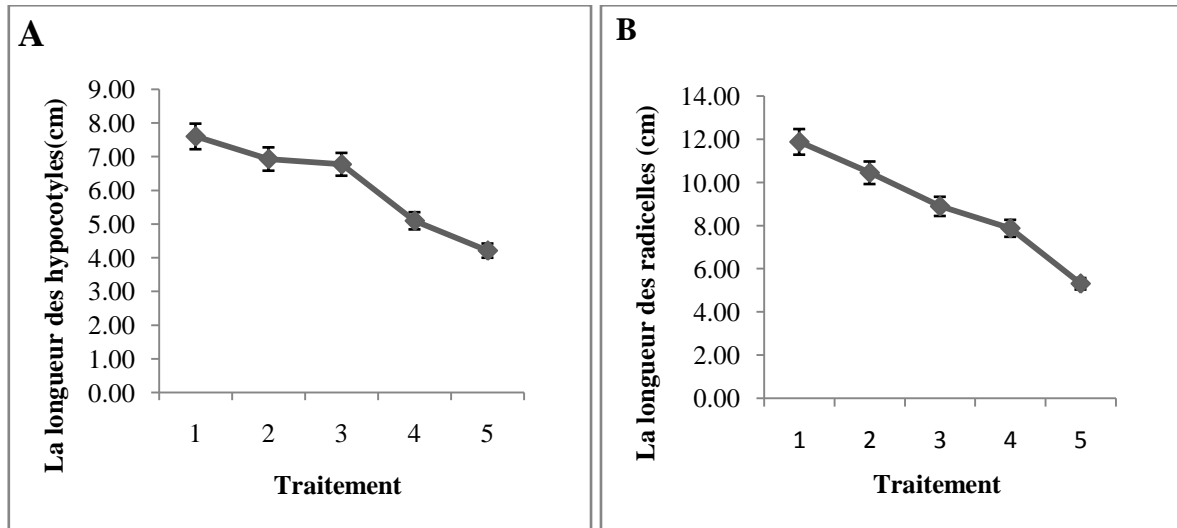


Figure 17 : Effet des différentes concentrations de la partie racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur la longueur des hypocotyles (A) et les radicules (B) de blé dur après 8 jours de germination.

D'après ces résultats exposés dans les deux courbes, nous remarquons que l'effet allélopathique certains sur la longueur des deux parties aérienne et racinaire de la culture de blé dur. Cet effet est proportionnel avec la concentration de la solution aqueuse testé. Pour cela, les réductions révélées basculent entre 8,81% et 10,92% en présence des solutions concentrées à 25% et 50% pour la longueur des hypocotyles et elles varient entre 12,03% et 25,16% pour les mêmes concentrations sur la longueur de la partie racinaire. En autre, l'effet allélopathique devient très remarquable en présence de 75% et 100% de la solution aqueuse. Les chutes révélées sont de 32,89% et 44,60% pour l'effet de la partie racinaire sur la longueur des hypocotyles et 33,75% et 55,38% pour l'effet la partie racinaire sur la longueur des radicules respectivement par rapport au témoin.

2.3. Effet de la partie aérienne de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse fraîche des racinelles et les hypocotyles (g)

Les résultats relatifs de l'effet des extraits aqueux des différentes concentrations de la partie aérienne sur la biomasse fraîche des racinelles et des hypocotyles des plantules de blé dur cultivées pendant 8 jours de germination sont présentés dans la figure 18.

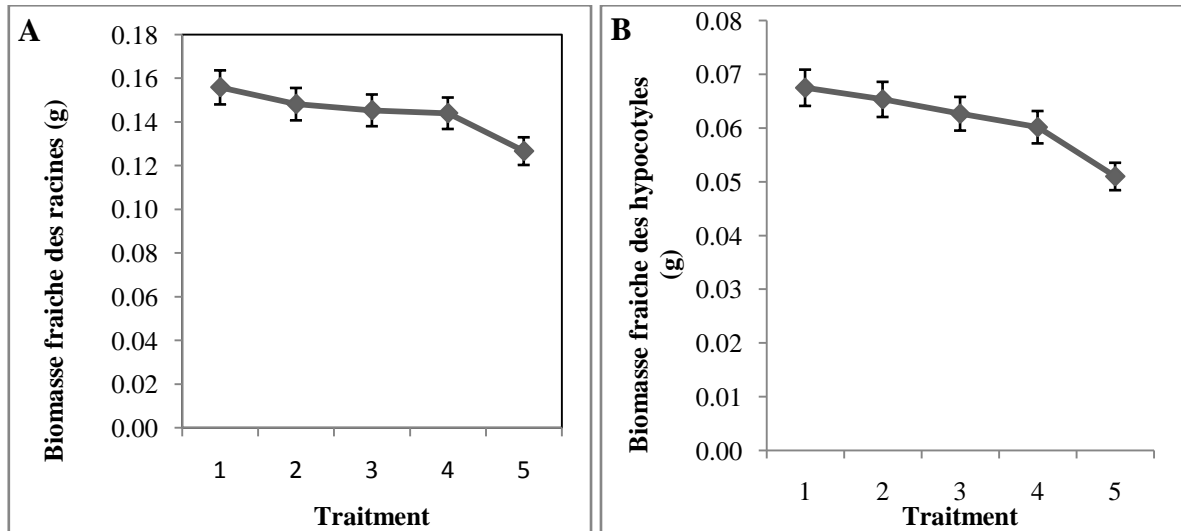


Figure 18 : Effet des différentes concentrations des extraits aqueux de la partie aérienne de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse fraîche des racinelles (A) et les hypocotyles (B) de blé dur après 8 jours de germination.

D'après les résultats mentionnés dans les deux courbes de la figure 18, nous remarquons que l'effet allélopathique de la partie aérienne de *Raphanus raphanistrum* sur la biomasse fraîche des racinelles (A) et les hypocotyles (B) est certain. Cet effet varie en fonction de la concentration de la solution aqueuse appliquée. Les régressions affichées sont de 7,57% et 18,67% sur la biomasse fraîche de la partie racinaire respectivement par rapport au témoin et 10,81% et 24,44% sur la biomasse fraîche de la partie aérienne respectivement par rapport au témoin.

2.4.Effet de la partie racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse fraîche des radicules et les hypocotyles (g)

Les résultats relatifs de l'effet des extraits aqueux des différentes concentrations de la partie racinaire sur la biomasse fraîche des radicules et des hypocotyles des plantules de blé dur cultivées pendant 8 jours de germination sont présentés dans la figure 19.

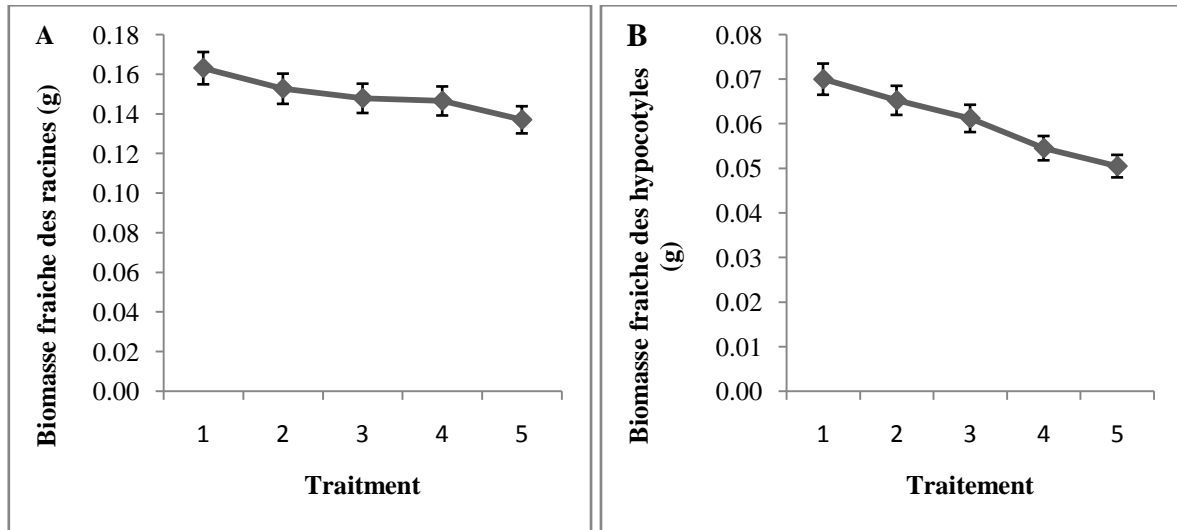


Figure 19 :Effet des différentes concentrations des extraits aqueux de la partie racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse fraîche des radicules (A) et les hypocotyles (B) de blé dur après 8 jours de germination.

D'après ces résultats exposés dans les deux courbes de la figure 19, nous remarquons que l'effet allélopathique certains sur la biomasse fraîche des radicules des jeunes plantules de blé dur après 8 jours de culture. Cet effet est proportionnel avec la concentration de la solution aqueuse testé. Pour cela, les réductions révélées basculent entre 6,37% et 9,38% en présence des solutions concentrées à 25% et 50% pour la biomasse fraîche des radicules et elles varient entre 6,85% et 12,75% pour les mêmes concentrations sur la biomasse fraîche des hypocotyles respectivement par rapport au témoin. En outre, l'effet allélopathique devient très remarquable en présence de 75% et 100% de la solution aqueuse. Les chutes révélées sont de 10,17% et 16% pour l'effet de la partie racinaire sur la biomasse fraîche des radicules et 22,14% et 27,85 sur la biomasse fraîche des hypocotyles respectivement par rapport au témoin.

2.5 Effet de la partie aérienne de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse sèche des radicules et les hypocotyles(g)

Les résultats relatifs de l'effet des extraits aqueux des différentes concentrations de la partie aérienne sur la biomasse sèche des radicules et des hypocotyles des plantules de blé dur cultivées pendant 8 jours de germination sont présentés dans la figure 20.

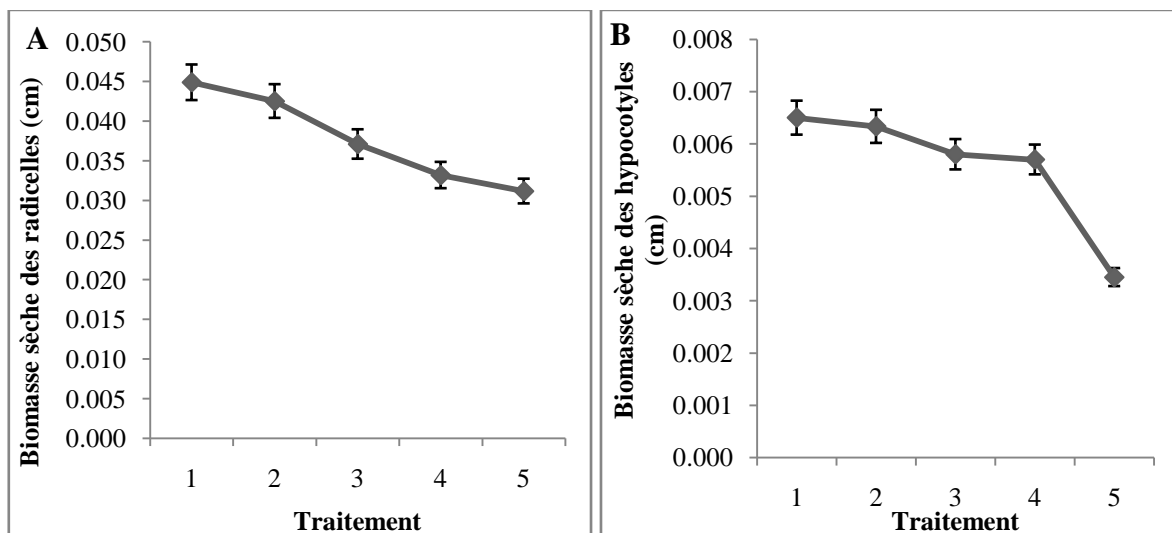


Figure 20 : Effet des différentes concentrations des extraits aqueux de la partie aérienne de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse sèche des radicules (A) et les hypocotyles (B) de blé dur après 8 jours de germination.

D'après les résultats présentées dans la figures 20, nous remarquons une réduction continue significativement remarquable de la biomasse sèche des radicules et des hypocotyles de jeunes plantules de blé dur après 8 jours de culture et ce en fonction de la concentration de la solution aqueuse appliquée. Cet effet allélopathique est plus remarquable en présence de 75% et 100% de la solution aqueuse. Pour cela, les réductions révélées varient entre 26.05% à 30.51% pour la biomasse sèche des radicules respectivement par rapport au témoin. Alors qu'elles basculent entre 12.30% à 49.92% pour les mêmes concentrations sur la biomasse sèche des hypocotyles respectivement par rapport au témoin. En revanche, application des solutions concentrées à 25% et 50% a révélée des régressions varient entre 5.34% à 17.37% pour l'effet de la partie aérienne sur la biomasse sèche des radicules et 2.61% et 10.76% sur la biomasse sèche des hypocotyles respectivement par rapport ou témoin.

2.6. Effet de la partie racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse sèche des radicules et les hypocotyles (g)

Les résultats relatifs de l'effet des extraits aqueux des différentes concentrations de la partie racinaire sur la biomasse sèche des radicules et des hypocotyles des plantules de blé dur cultivées pendant 8 jours de germination sont présentés dans la figure 21.

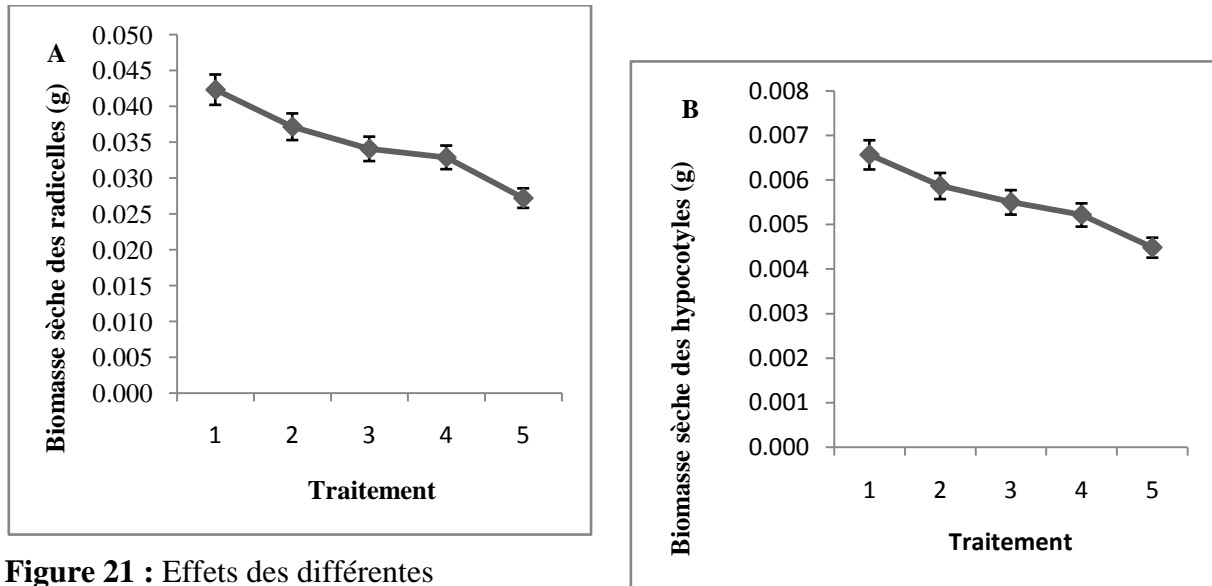


Figure 21 : Effets des différentes

concentrations des extraits aqueux de la partie racinaire de (*Raphanus raphanistrum*) sur la biomasse sèche des radicules (A) et les hypocotyles (B) de blé dur après 8 jours de germination.

D'après ces résultats exposés dans les deux courbes de la figure 21, nous remarquons que l'effet allélopathique est certains sur la biomasse sèche des radicules et les hypocotyles des jeunes plantules de blé dur après 8 jours de culture. Cet effet est proportionnel avec la concentration de la solution aqueuse testé. Cependant, les diminutions révélées basculent entre 11.9% et 19.04% en présence des solutions concentrées à 25% à 50% pour la biomasse fraîche des radicules et elles varient entre 10.6% à 16.66% pour les mêmes concentrations sur la biomasse sèche des hypocotyles respectivement par rapport au témoin. En autre, l'effet allélopathique devient très remarquable en présence de 75% à 100% de la solution aqueuse. Les chutes révélées sont de 21.42% à 35.17% pour l'effet racinaire sur la biomasse sèche des radicules et 21.21% à 31.81% sur la biomasse fraîche des hypocotyles respectivement par rapport au témoin.

Discussion

Les résultats obtenus montrent que les extraits de la partie aérienne et de la partie racinaire de l'adventiste (*Raphanus raphanistrum*) affectent la germination et la croissance des graines de blé dur (*Triticum durum*), en réduisant le taux de germination, l'élongation des radicules et les hypocotyles ainsi que l'élaboration de la matière fraîche et sèche. En fait, cette inhibition est due à une grande partie à la richesse de ces extraits en substance allélochimiques inhibitrice. L'inhibition varie selon la concentration de la partie végétale (**Arslan et al., 2005**), et il semble que les feuilles de cet espèce ont effet allélopathique significativement remarquable que les racines. Le taux de germination faible au niveau des lots traités par les extraits aqueux purs (100%) en comparant avec celle des lots témoins. De ce fait, la capacité d'inhiber la germination des grains, est un processus complexe, plusieurs hypothèses peuvent être pesées dans la capacité de certaines molécules qui se trouve dans les extraits à inhiber l'action de l'enzyme amylase ou bien d'occuper leurs sites membranaires, ou bien à l'action mimétique ou antagonistes de ces molécules vis-à-vis des hormones de croissance ou à l'inhibition de leurs actions tissulaire (**Feeny, 1976**). Les travaux de **Hegab et al., (2008)** ont montrés que l'extraits de blette (*Beta vulgaris* L.) de 8% et 12% de concentration inhibe significativement la germination des graines et le développement des plantules de blé. De ce fait, nous pouvons également que l'effet des extraits sur le développement des plantules du blé est différent selon l'espèce allélopathique et la variété utilisée. Cette action inhibitrice probablement liée à la concentration des extraits en molécules actives (richesse en polyphénols et en flavonoïdes) capable d'inhiber la germination des graines. **Kruse et al., (2000)**, ont montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux substances allélochimiques, la germination des graines est retardée.

L'allongement des hypocotyles plus sensible a des très faibles concentrations que les radicules. Ces résultats n'est pas similaire aux recherches de **Hopkins (2003)**, qui représente l'allongement des racines est particulièrement sensible à l'auxine (AIA) ; a des très faible concentrations provoque la croissance des racines excisées ou intactes, et à des concentrations plus élevé, ils stimulent l'allongement des tiges et en inhibant fortement la croissance des racines. Concernant élaboration de la matière fraîche et sèche des parties aériennes et racinaires de l'espèce étudiée, nous avons constaté que les taux de pertes sont significatifs dès la faible concentration. Ces résultats sont similaires aux travaux de (**Zeghada, 2009**), ou il montre que l'effet allélopathique des extraits aqueux de *Titraclinis articulata*, *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, ont un effet inhibiteur sur la germination de *Lactuca sativa* et *Raphanus sativus*, avec une inhibition de croissance.

Conclusion

Conclusion

Le phénomène d'allélopathie est l'interférence chimique d'une ou plusieurs substances d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes. L'allélopathie couvre à la fois des effets d'inhibition et de stimulation. Les substances chimiques synthétisées par les plantes allélopathique et qui sont impliquées dans ce phénomène sont appelées allélochimiques (**Benmeddour, 2010**). Dans ce travail, nous avons testé dans les conditions contrôlées l'effet de différentes concentrations des extraits aqueux pur 100% et dilué à 25%, 50%, 75%, de radis sauvage (*Raphanus raphanistrum*) sur la germination et la croissance des graines de variété de blé dur Vitron, a permis de mettre en évidence le pouvoir allélopathique des extraits obtenus à travers des origines aériennes et racinaires de cette adventice vis-à-vis les graines de blé dur tests.

A travers les résultats obtenus, nous avons constaté que les extraits préparés ont un effet sur les paramètres étudiés durant la phase de germination à savoir : le taux de germination, le taux d'inhibition et aussi sur les paramètres de croissance à savoir : la longueur de l'hypocotyle et les racelles, la biomasse fraîche et sèche de l'hypocotyle et les racelles. L'effet allélopathique inhibiteur testé dépend la dose d'extrait ainsi l'organe utilisé (foliaire ou racinaire) pour ce la, pour les lots traités par les extraits dilués à 50%, 75% une inhibition partielle a été enregistrés. Pour les graines traitées par les extraits dilués à 25% présentent un faible taux d'inhibition. Pour les lots traités à faibles concentrations, la croissance des racelles est plus importante que celle de l'hypocotyle. Les résultats obtenus constituent une justification scientifique sur les problèmes dus par les mauvaises herbes sur les cultures. Ils sont encourageants et il serait par conséquent intéressant de continuer cette étude dans le but :

- d'élargir des inventaires floristiques dans les champs de céréales pour fixer la liste des espèces adventices, en tenant compte de l'influence des facteurs pédoclimatiques et le milieu agricole sur la composition qualitative et quantitative des adventices pour le choix d'une méthode de lutte adéquate.

- D'isoler les molécules responsables de cette inhibition, afin détecter leur modes d'action et leurs interactions éventuelles entre les espèces.
- De préserver nos variétés locales
- D'orienter la recherche scientifique vers la réalisation des études approfondies sur l'allélopathie qui est considéré comme une source d'une large diversité de substance

chimiques qui pourraient être exploités comme bio herbicide et permettent de résoudre des problèmes de résistance chimique apparaissent chez certaines adventices.

Références bibliographiques

Références bibliographique

- **Abderrazak, M** : Joel, R. la botanique de A à Z. Ed. Dunod. Paris. **2007**, p, 177.
- **Ahn, J. k. and I. M. Chung. 2000:** Allelopathy: Allelopathic potential of rice hulls on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy Journal* 92: 1162-1167.
- **Ait S., Ait K., 2008 :** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie", Thèse de doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba.
- **Aknouche D., Laib R. 2017 :** Amélioration de la production du blé dur : cas de la zone sud de Constantine. Mémoire de master, Biologie et génome végétale. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine.
- **Albrecht H., Auerswald K., 2009:** Seed traits in arable weed seed banks and their relationship to land-use changer. *Basic and Applied Ecology* 10, 516-524p.
- **Ammar M, (2014):** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie.
- **Arslan, M., I. Uremis and A. Uludag. 2005:** Determining bio-herbicidal potential of rapeseed, radich and turnip extracts on germination inhibition of culeaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. *Journal of Agronomy* 4: 134-137.
- **Asad, S. and R. Bajwa. 2005:** Allelopathic effects of senna occidentalis L. on Parthenium weed. Sixth National weed Science Conference, 28-30 March 2005, NWFP Agricultural Universtiy, Peshawar. P.16
- **Bahlouli F., Bouzerzour H & Benmahammed A., 2005:** Selection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi-arid conditions. *Pakistan journal of agronomy* 4, 360-365.
- **Baldy G, 1974 :** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et leur influence sur la production des principales zones céréalières. Document du projet céréale, 170.
- **Baldy G, 1974 :** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et leur influence sur la production des principales zones céréalières. *Document du projet céréale*, 170.

- **Ball D.A., Miller S.D., 1990:** Weed seed population response to tillage and herbicide use in three irrigated cropping sequences. *Weed Science* 38, 511-517p.
- **Barralis G., 1984:** Evolution du potential semencier des adventices annuelles dans un sol cultivé VII Colloque Inter. Ecol. Biol. Syst. Mauvaises herbes, Paris, 29-35. **Belaid, D. Dotchev, D., 1990:** Eléments de phytotechnie générale. OPU- 155p.
- **Ben-Ghabrit S, 2017:** Effets allélopathiques d'un adventice envahissant *Verbesina encelioides* sur la germination et la croissance du blé dur. *Marocaine de Protection des plaéntes*, 2017, N°11 : 17-278.
- **Benmaddour T, (2010) :** Etude du pouvoir allélopathique de l' Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander* L.) et l'ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales mémoire de magister. Valorisation des ressources végétales Sétif : université Ferhat Abbes.79 p.
- **Bennebbour T., 2010 :** Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel « *Peganumharmala* L.), le laurier rose « *Nerium oleander* L.) et l'ailante « *Ailanthus altissima* « Mill.) Swing.) Suer la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Mémoire ingénieur en biologie et physiologie végétale, université FERHAT ABBAS-SETIF. 17P.
- **Bertin C, Xiaohan Yang, Leslie A. Weston, 2003:** The role of exudates and allelochemicals in the rhizosphere, *Plant and Soil* 256: 67-83p.
- **Blackshaw R.E, R.N., Brandt H.H., Janzen, et T. Entz., 2004:** weed species response to phosphorus fertilization. *WeedSci.* 52: 406-412.
- **Boufenar-Zaghouanne, F., Zaghouane O., 2006 :** Le guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie. ITGC/ICARDA. 1^{ère} édition.P152.
- **Bounaias, M. 1999 :** Traité de toxicology générale : du niveau moléculaire à l'échelle planétaire. Springer-verlag, France. Pp. 649-649.
- **Bounneche H, 2015** "fric : technologie de fabrication et qualité" mémoire de magister, département de technologies alimentaires, université Constantine 1.
- **Cadi A, 2015 :** Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le Nord de l'Algérie. *Rév. ITGC. Céréaliculture*44, 36-39.
- **Cardina J., Herms C.P., Doohand.J., 2002:** Crop rotation and tillage system effects on weed.

- **Caussanel J, 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., 1988** : Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : situation de concurrence bispécifique. *Agronomie* (1989) Elsevier. L.N.R.A. Rev. Agronomie, vol 9, n°3, Paris, pp : 219-240.
- **Caussanel JP, Barralis G, Vacher C, Fabre E, Morin C, Branthomf X. 1986** : La nuisibilité des mauvaises herbes : résultats expérimentaux. *Perspectives agricoles*, **109** : 22-28.
- **Cherif R., A. Kemassi, Z. Boual, N. Bouziane, F. Benbrahim, A. Hadjseyd, T.Gharib, A. Ould el Hadj- Khelil, M.L. Sakeur et M.D. Ould el Hadj. 2016** : Activités biologiques des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa* L. (Ascepiadaceae.). *Lebanese Science Journal*, 17(1) : 25-35
- **Chiapusio, G 2000** : Devenir des composés allélopathiques. Thèse de l'Université de Savoie et de l'Université de Vige
- **Cirujeda A., Aibar J., Zaragoza C., 2011** : Remarkable change of weed species in Spanish cereal fields from 1976 to 2007. *Agronomy for Sustainable Development* 31, 675-688p.
- **Conner JK, Sterling A. (1995)**: Testing hypotheses of functional relationships: a comparative traits in five insect-pollinated plants. *Am J Bot* (in press).
- **Corcuera, L.J. 1993**: Biochemical basis for the resistance of barley to aphids. *Phytochemistry* 33:741-747.
- **Debiton C, (2010)** : Identification des critères du grain de blé favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse de doctorat présentée à l'Université Blaise Pascal pour l'obtention du grade de docteur d'Université, Clermont Ferrand France.
- **Delabays N, 2004** : Inhibition de la croissance des mauvaises herbes après incorporation au sol de résidus végétaux : allélopathie ou modification du cycle de l'azote. XIXème conférence du COLUMA, journées internationales sur la lutte contre les Mauvaises Herbes, AFPP.

- **Djelladkh, (2017) :** Contribution A L'étude De L'influence Des Mauvaises Herbes Sur Les Rendement Des Céréales.
- **Djelti H, (2014) :** Etude de la qualité du blé utilise en meunière algérienne.
- **Duke, S.O., 2015:** Proving allelopathy in crop-weed interactions. *Weed Science* 63, 121-132.
- **FAO.2014 :** Afrique classement des pays producteurs de matières premières : 2p.
- **Feeny. P., 1976:** Plant appetency and chemical defense. Ed. Plenum press, New York.
- **Feillet, P 2000 :** Le grain de blé. Edition INRA : composition et utilisation p 308.
- **Ferguson, J. J. and B. Rathinassabapathi. 2003:** Allelopathy: How plants suppress other plants. Hort. Sci. Deptt., Co-op Ext. Ser., instt. Of food and agricultural Sci., University of Florid, Gainesville, 32611.
- **Fried, G., Petit, S., Dessaint, F. & Reboud, X. 2009:** Arable weed decline in Northern France: Crop edges as refugia for weed conservation? *Biological conservation* 142:238-243.
- **Friedman, J. 1995:** Allelopathy, Autotoxicity, and germination. In seed development and germination. CRC Press, Florida.pp. 629-643.
- **Gallet, C., Pelissier F., 2002:** Interactions allélopathiques en milieu forestière française (LIV), n°6,p.567-576.
- **Gate P, 1995:** Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. *Lavoisier, Paris*, 151.
- **Gunton R.M., Petit S., Gaba S., 2011:** Functional traits relating arable weed communities to crop characteristics. *Journal of Vegetation Science* 22,541-550p.
- **Hacini N, 2014 :** Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum Desf.*) sur les aptitudes adaptatives et qualitatives", Thèse se doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba.
- **Halli L., Abaidi I. et Hacene N., 1996 :** Contribution à l'étude phréologique des adventices des cultures dans les stations INA (céréales), de l'ITGC (légumineuses) et de l'ITCMI (pomme de terre). Thèse Ing. El-Harrach, 86p.
- **Hamadache, A 2013 :** le blé tome 1.
- **Hammadache A, 1995 :** Les mauvaises herbes des grandes cultures (Biologie, Ecologie, Moyen de lutte) Institut technique des grandes cultures. Alger p40.

- **Hammadache A, 2013 :** Grandes cultures. Principaux itinéraires techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord. Tome I : Le blé. 256 p.
- **Hannachi A, (2010) :** Etude des mauvaises herbes des cultures de la région de Batna : Systématique, Biologie et Ecologie. Mémoire de magister. Amélioration de la production végétale. Sétif. Université. Ferhat Abbas Sétif. 85p.
- **Harkas N et Hemmam D. 1997 :** Essais de synthèse des stades phénologiques des adventices des cultures, blé dur (*Triticum durum*), pois chiche (*Cicer arietinum*) dans la station de l'ITGC d'Oued smar. El Harrach Mémoire Ing. INA. El Harrach, 65p.
- **Hegab M, Khodary S, Hammouda O Et Ghareib H. 2008:** Auto toxicity of chard and its allelopathy potentiality on germination and some metabolic activities associated with growth of wheat seedlings. African Journal of Biotechnology.7(7):884-892.
- **Heisey, R. M. 1999:** Development of an Allelopathic Compound from Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) as a Natural Product Herbicide. In Biologically active natural Product: agrochemicals. CRC Press, Florida. pp. 58-68.
- **Hennouni N, 2012 :** **Evaluation** du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*triticum durum desf*) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de plantes traitées avec un fongicide", Thèses de doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba.
- **Holm L., Doll J., Holm E., Pancho J. and Herberger J. 1997:** World weeds: Natural histories and distribution. John Wiley and Sons, New York, NY. 1129PP.
- **Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J. and Herberger, J. 1997:** World weeds: Natural histories and distribution. John wiley& Sons, New York, NY. 1152PP.
- **Hopkins W.G., 2003:** Physiologie végétale. Traduction de la 2^{ème} édition américaine par serge. r. Ed. de boeck, p.66-810.
- **Hopkins, G. (2003) :** Physiologie végétale. Edition De Boeck (1^{er} édition). Paris. P. 280.
- **Inderjit and K. L. Keating. 1999:** Allelopathy: Principles, procedures, processes and promise for biological control. Advances in Agronomy 67: 0141-231.
- **Kalinova, J., Vrchotova N., 2009 :** Level of Catechin, Myricetin, Quercetin and Isosuercitrin in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*), changes of Their Levels

during Vegetation and Their Effect on The Growth of Selected Weeds. J. Agric. Food Chem. 57, 2719-2725.

- **Karou M., Hffid R., Smith D. N & Samir K., 1998:** Roots and shoot water use and water use efficiency of spring durum wheat early-season. drought Agronomie **18**, 181-186.
- **Kay, Q. O. N. 1976:** Preferential pollination of *Raphanus raphanistrum* by pieris and Eristalis SPP. Nature **261**: 230-232.
- **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.
- **Konrad L, (2012) :** Flora Helvetica (En ligne), (consulté le 18/5/2021). Disponible sur Internet (<https://www.inflora.ch/fr/flor/Raphanus-raphanistrum.html>.)
- **Kruse M., Strandberg M et Strandberg B, 2000:** Ecological effects of allelopathic Plants: a Review. Neri Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66p.
- **Kruse, M., M. Strandberg and B. Strandberg. 2000:** Ecological Effects of Allelopathic Plants: à Review. NERI Tchnical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66. P.
- **Kruse, M., M. Strandberg and B. Strandberg. 2000:** Ecological Effects Allelopathic plants: a Review. NERI Technical Report No.315. National Environmental Research institute, Silkeborg, Denmark. 66p.
- **Latif, S., Chiapusio G., Weston L.A., 2016:** Allelopathy and the Role of Allelochemicals in plant Defences in Botanical Research.
- **Le stum, H 2017.** Le blé
- **Liu C.Y, Shepherd K.W et Rathjen A. T. 1996:** improvement of durum wheat pasta making and breadmaking qualities. Cereal chemistry 73 (2): 155-165.
- **Macek P, Prieto I, Mackova J, Piston N, Pugnaire FI. 2016:** Functional plant types Drive plant interactions in a Mediterranean Mountain Range. Front plant Sci. 2016; 7. <https://doi.org/10.3389/Fpls.2016.00662> PMID: [27242863](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27242863/)

- **Macheix, J.-J., A. Fleuriet et C. Jay – allemand. 2005 :** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR, Lausanne.pp. 91.92.
- **Maillet J., 1992 :** Caractéristiques bionomiques des adventices d'origines américaine introduites en France. *Symp. Etnobotanica* 92, Cordoba.
- **Mangara A., N'DaAdopo Achille A., Traorek., Keche M., Soro K. & Toure M., 2010 :** Etude phytoécologique des adventices en cultures d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dans les localités de Bonoua et N'douci en Basse côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, **36**, 2367-2382.
- **Mara, 1992 :** Secteur agricole et perspective de sa promotion et son développement. *Rapport générale de la commission national consultative sur l'agriculture*, 292.
- **Martines-Ghersa M.A., Ghersa C.M., Satorre E.H., 2000:** Coevolution of agricultural systems and their weed companions: Implications for research. *Field Crops Research* 67, 181-190p.
- **Massalha, H., Korenblum E., Tholl D., Aharoni., 2017:** Small molecules belowground the role of specialized metabolites in the rhizosphere. *Plant Journal* 90,788-807.
- **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.
- **Mekenian, M. R. and Willemsen, R.W. 1975:** Germination characteristics of *Raphanus raphanistrum*. L. Laboratory studies. *Bull. Torrey Bot. Club***102**:243-252.
- **Mekhlouf A, 1998 :** Etude de la transmission héréditaire des capacitaires associés au rendement en grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). *Thèse de magister, INA, El Harrach*, 67.
- Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou BekrBlkaid-Tlemcen : 25-27p.
- **Merouche A, 2015 :** Besoins en eau et maîtrise de l'irrigation d'appoint du blé dur dans la vallée du Chleff ", thèse de doctorat, département d'hydraulique agricole, école supérieur d'agronomie.
- **Miss H., Médiène S., Waldhardt R., Caneill J., Munier-Jolain N., 2010:** Contrasting weed species composition in perennial alfalfas and six annual crops: Implications for integrated weed management. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 657-666p.

- **Myers M.W., Curran M.W., Curran W.S., Vangessel M.J., Majek B.A., Mortensen D.A., Calvin D.D., Karsten H.D., Roth G.W., 2005:** Effect of soil disturbance on annual weed emergence in the northeastern United States. *Weed Technology* 19, 274-282p.
- **Nadjem, K 2012 :** "contribution a l'étude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride.", mémoire de magister, département des sciences agronomiques, Université FERHAT Abbas Sétif, 2012.
- **Nedjah, I 2015 :** Changements physiologiques chez des plantes (Blé *dur triticum durum Desf.*) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb) ", Thèse de doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba.
- **Parry, G. 1982 :** Le cotonnier et ses produits. Maisonneuve et Larose, Paris. P.88.
- **Pousset J, 2003 :** Agricultures sans herbicides. Principes et méthodes. Editions Agrodécision, Paris, 703 p.
- **Pousset J, 2016 :** Agricultures sans herbicides. 2 éd. Paris (France) : France Agricole. 415 p. (Agriproduction. Productions végétales et Grande cultures).
- **Putnam, N., 1985:** Weed Allelopathy in weed physiology-Ed S.O.DUKE. Florida- pp: 135-155.
- **Raven, P. H., R. F. Evert, S. E. Eichhorn et J. Bouharmont. 2003 :** Biologie végétale. De Boeck Université, Paris. pp. 32-38.
- **Rice, E. L. 1984.** Allelopathy. Second Edintion, Academic Press, New York. 422 p.
- **Ricklefs, R. E. and G. L. Miller. 2005 :** Ecologie. De Boeck Université, Bruxelles. p. 427.
- **Robin M, 2014 :** Analyse et modélisation des effets des pratiques culturales et de la situation de production sur les dégâts causés par les bio-agresseurs des cultures. Application au blé d'hiver. 253p. (Doctoral dissertation), Polytechnic National Institute of Toulouse, France.
- **Safir A, 2007 :** Approche phrénologique de quelques groupements d'adventices des cultures dans la région de Tipaza. 73p.
- **Sarabi W, 2019:** Factors that influence the level of weed seed predation: A review. *Weed Biology and Management*, **19**, 61-74.

- **Schaub C, (2010):** Mieux connaître les adventices pour maîtriser le désherbage. Disponible sur internet (www.bas-rhin.chambagri.fr/fileadmin). Documents P1-42.
- **Schob D, Armas C, Pugnaire FI. 2013:** Direct and indirect interactions co-determine species composition in nurse plant systems. *Oikos*. 2013; 122: 1371-1379. <https://doi.org/10.1111/j.1600.3013.00390.x>
- **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.
- **Soltner D, 1990 :** Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairie. *Coll. Sciences et technique agricole Paris, 304P.*
- **Soltner, D 1980 :** Les grandes productions végétales. Edi. Collection des sciences et des techniques agricoles, 15-55.
- **Soltner,D 2005 :** La base de la production végétale. *Tom I, Le sol et son amélioration 24eme Edi. Collection science et technique agricole.* 472.
- **Stanton, M. L. 1984a:** Developmental and genetic sources of seed weight variation in *Raphanus raphanistrum L.* (Brassicaceae). *Am. J. Bot.* **71:** 1090-1098.
- **Tilman D. 1988:** Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton, New Jersey: Princeton University Press; 1888.
- **Tukey H.B, (1970):** The leaching of substances from plants. *annu rev plant physiologic,* 21:305-58.
- **Victoria H et, Merad R, Mohamed A, (2013):** Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. Paris, Springer- Verlag. 391p.
- **WardlawI.F, 2002:** Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. *Annals of Botany* **90,** 469-476.
- **Warwick, S. I., Beckie, H. J., Thomas, A. G. and McDonald, T. 2000b:** The biology of Canadian weeds. 8. *Sinapis arvensis L.*(updated). *Can. J. Plant Sci.* **80:** 939-961.
- **Warwick, S. I., Francis, A. and LaFlèche, J. 2000a:** guide to the wild germplasm of Brassica and allied crops (tribe Brassiceae, Brassicaceae), 2nd edition.[Online] Available: [http:// www.scib.gc.ca/spp_pages/brass/index_e.php](http://www.scib.gc.ca/spp_pages/brass/index_e.php) [2005 Jan.07].

- **Zaaboubi S, 2007 :** Effet comparatifs de deux outils aratoires (Disque-Dents) et de différents précédent culturaux sur des propriétés physiques d'un sol cultivé en céréales dans la régions de timgad Mémoire magister. Université de Batna.pp.78.
- **Zaghada F Z. 2009:** Activité allelopathique et analyse phytochimique. Mémoire magister. Université ES-Sénia.Oran.Pp 102.
- **Zaouagui A, (2018) :** Etude de l'effet allelopathique des extraits aqueux des adventices sur la germination et la croissance de blé dur (*Triticum durum*). Mémoire de Master, Université Mohamed Khider De Biskra. P1-4.