



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أمحمد بوقرة بومرداس

Université M'hamed Bougara de Boumerdes

Faculté des Sciences

Département de Biologie

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en Biologie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

THÈME

Evaluation du potentiel bioherbicide de *Cytisus triflorus* L'Hérit. (Cytise à trois fleurs)

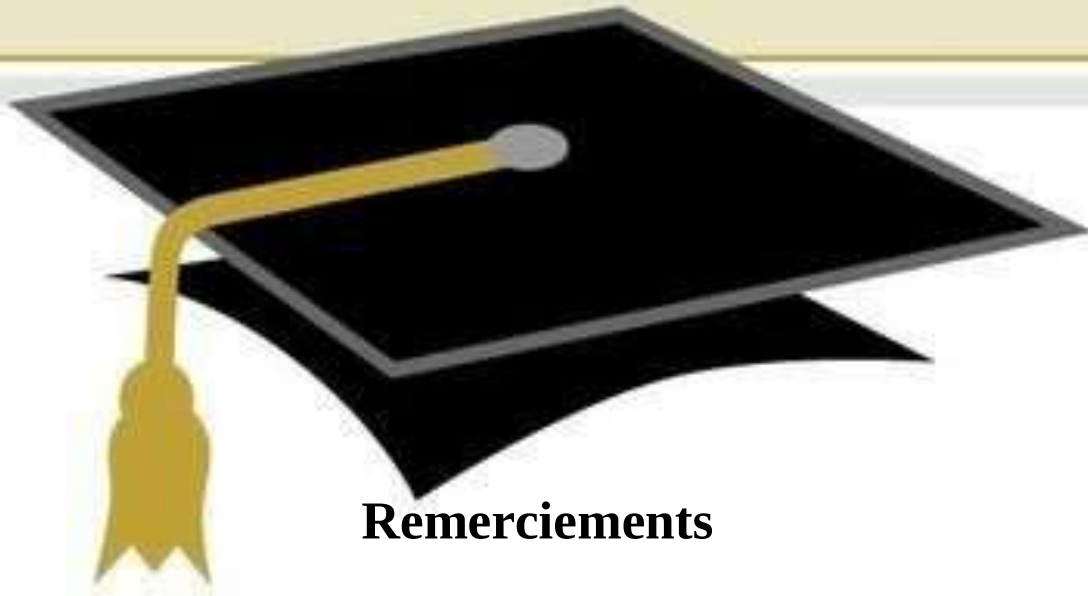
Présenté par :

BECHLA Meriem, BOUDALI Sabrina, MAHFOUF Meriem

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente	Mme OUZID Y.	MCB	UMBB
Examinatrice	Mme HALLADJ F.	MCB	UMBB
Promotrice	Mme AIT KACI K.	MCB	UMBB

2020-2021



Remerciements

Avant tout, nous remercions « ALLAH » le Tout puissant pour nous avoir donné la force, le courage, la volonté, la patience et la santé pour terminer ce modeste travail.

*On tient à exprimer particulièrement nos profonds remerciements et nos entières reconnaissances pour notre promotrice Mme **Aït-Kaci Aourahoun K.** pour nous avoir encadré, pour sa présence et sa disponibilité et ses conseils, pour son intégrité scientifique et intellectuelle et pour nous avoir guidé tout au long de ce travail. On est fières d'avoir été vos étudiantes.*

*Nos vifs remerciements sont agréablement exprimés pour les membres du jury ; à Mme **OUZID** d'avoir accepté de présider ce jury, également à Mme **HALLADJ** de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et l'enrichir par ses critiques ainsi que pour le temps qu'elles vont consacrer à la lecture de ce mémoire.*

Nous n'oublions pas bien sûr les ingénieurs des laboratoires de la faculté des sciences qui ont mis à notre disposition le matériel nécessaire pour la réalisation de ce travail.

Enfin, Nos remerciements vont également à toutes et tous les étudiants de notre promotion de Biochimie appliquée et on leur souhaite une bonne continuation dans les études doctorales, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.





Dédicace

Je dédie ce travail

*A l'homme précieux de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, qu'ALLAH, le très haut, t'accorde santé, bonheur et longue vie à toi mon père **KAMEL**.*

*A la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études, je te dédie ce travail. Puisse Dieu, le tout puissant te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur, à toi maman que j'adore **DORBANE KARIMA**.*

*A mes très chers frères **MOHAMMED RAYENE, YACINE SOLTANE** et ma sœur **MERIEM FERIEL**.*

Je manifeste une pensée pleine de reconnaissance et d'amour pour vous. Je vous souhaite beaucoup de succès et de bonheur dans votre vie. Que Dieu vous protège.

A mes grands-parents et à ma tante, sources de bonheur, d'espoir et de motivation

***LYNDA** et ses petites filles mes adorables*

*cousinettes d'amour **ARWA FAYROUZ** et **AYA SOFIA**.*

Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

*A mes chères copines **MERIEM, AHLEM** et **MERIEM** pour leur soutien, leurs encouragements et leurs aides, je vous souhaite une carrière pleine de succès.*

*A la famille **BOUDALI** et **DORBANE***

A mes amies de près et de loin, qu'ALLAH les mette dans la voie de réussite.

*Sans oublier tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université
et la promo **M2 biochimie appliquée 2021**.*

Boudali Sabrina



Dédicace

Je dédie ce travail

A ma famille, elle qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

*Particulièrement à ma très chère mère **ZOUBIDA** et mon très cher père **AMAR** pour leur patience, leur soutien et leurs encouragements.*

*A mon très cher mari **MERZAK**, qui m'a encouragé toujours et qui a été compréhensif et patient.*

*A ma petite fille **HAFSSA**, je te souhaite une vie pleine de bonheur et que tu réussisses tes études ma belle.*

*A vous mes frères et sœurs **SELMA**, **ABDALWAHAB** et **SARAH** qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'étude.*

*Sans oublier mes sœurs **SABRINA**, **MERTEM** et **AHLEM** pour leur soutien moral, leur patience et leur compréhension tout au long de ce projet.*

Bechela MERTEM



Dédicace

En tout premier lieu, je remercie le Bon Dieu, le Tout Puissant, de m'avoir donné la force et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire, ainsi que beaucoup de courage pour dépasser toutes les difficultés.

*A la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices. Tu as fait plus que ce qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail. Puisse ALLAH, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur, toi maman **SOUAD** que je aime tant.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu, le très haut, t'accorde santé, bonheur et longue vie, toi mon père **KHALED** la joie de ma vie.*

En témoignage

*de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le Tout Puissant, vous protège et vous garde, toi ma très chère sœur **MALAK** et mon très Cher frère **ABDELCRAHIM**.*

A mes grands-parents, ma source d'inspiration et de force, je vous souhaite une bonne santé et une longue vie pleine de joie

*A mes familles **Mahfouf** et **Haouat***

*A mes très chers binômes, vous êtes plus que des sœurs **SABRINA**, **MERTEM**
et **AHEM**.*

*Sous peine de ne pas mentionner une personne, ce travail est dédié
à tous les gens qui m'ont encouragé.*

Mahfouf Meriem

SOMMAIRE

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1 Les Adventices.....	3
1.1 Définition.....	3
1.2 Classification	3
1.2.1 Selon les types biologiques	3
1.2.2 Selon le cycle biologique	5
1.3 Compétitions entre les adventices et la culture.....	6
1.3.1 Compétition pour les éléments fertilisants	7
1.3.2 Compétition pour la lumière	7
1.3.3 Compétition pour l'eau	7
1.3.4 Compétition pour l'espace	7
1.4 Impact des adventices sur les cultures	8
1.5 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes	9
1.5.1. Un exemple pratique de l'allélopathie.....	9
1.5.1.1. Taxonomie et caractères botaniques.....	9
1.5.1.2. Impact de la moutarde des champs sur les cultures.....	10
I.2 Les pesticides	11
2.1 Définition	11
2.2 Classification des pesticides	11
2.3 Les bioherbicides.....	12
2.3.1 Classification des bioherbicides	13
2.3.2 Bioherbicides d'origine microbienne.....	14
2.3.3 Bioherbicides d'origine végétale.....	14
I.3 L'espèce <i>Cytisus triflorus</i> L'Hérit	15
3.1 Position taxonomique et description botanique	15
3.2 Intérêt de <i>C. triflorus</i> L'Hérit.	17

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Matériel végétal test.....	18
1.1 Plante test	18
1.2 Graines test	19
II.2 Préparation de l'extrait test.....	19

II.3 Essais de germination des graines	20
3.1 Test préliminaire de germination	20
3.2 Essai de germination.....	21
3.3 Evaluation des paramètres de la germination	21
3.3.1 Allongement radiculaire et caulinaire	23
3.3.2 Pourcentage de germination	255
3.3.3 Pourcentage d'inhibition	25
3.3.3.1 Concentration inhibitrice de la germination à 50% (IC ₅₀).....	26
3.3.4 Temps moyen de germination	26
3.3.5 Index de vigueur de semis IVS (Vigor index of seedling)	26
3.4 Analyse statistique.....	26

Chapitre III : Résultats et discussion

III. Évaluation de l'effet phytotoxique de <i>Cytisus triflorus</i> sur la germination des graines de cresson, laitue et moutarde des champs.....	27
III.1 Effet sur le pourcentage de germination (PG).....	27
III.2 Effet sur le temps moyen de germination TMG.....	29
III.3 Effet sur l'indice de vigueur de semis (IVS).....	31
IV. Impact du mode d'extraction sur l'effet phytotoxique de <i>Cytisus triflorus</i>	32
IV.1 Impact sur les paramètres de la germination de <i>S. arvensis</i>	32
IV.2 Impact sur la croissance des semis de <i>S. arvensis</i>	34
Conclusion.....	39
Références bibliographiques	40
Résumé	
Abstract	
الملخص	

LISTE DES ABREVIATIONS

AA : avec agitation

Ang. : Anglais.

IG : Inhibition de la germination.

ILPA : Inhibition de la longueur de la partie aérienne

ILR : Inhibition de la longueur de la racine.

LPA : Longueur de la partie aérienne.

LR : Longueur de la racine.

PG : Pourcentage de germination.

ANOVA : analyse de variance (Analysis Of Variance)

Ch : Chaméphyte

CI50 : Concentration inhibitrice à 50%

CIRAD : Le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

DSA : Direction des services agricoles

EPA : Agence de protection de l'environnement

F : Famille

G : Géophyte

g : gramme

H : Hémicryptophyte

I (%) : le taux d'inhibition

IVS : l'indice de vigueur de semis

M : Moyennes

MH : mauvaises herbes

NPh : Nanophanérophyte

ONU : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Ph : Phanérophyte

SA : sans agitation

Th : Thérophyte

TMG : temps moyen de germination

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification de <i>C. triflorus</i> L'Hérit.	16
Tableau 2 : Pourcentage de germination (PG) des trois espèces	27
Tableau 3: Temps moyen de germination (TMG) des espèces traités	30
Tableau 4 : Indice de vigueur de semis (IVS) des trois espèces	31
Tableau 5 : Paramètres de germination des graines de <i>Sinapis arvensis</i> , germées sur les extraits aqueux foliaires de <i>C. triflorus</i> et l'eau distillée (témoin).	33
Tableau 6: Allongement radiculaire et collinaire des graines de <i>S. arvensis</i> traitées par l'extrait de <i>C. triflorus</i> , obtenu avec et sans agitation	35

Liste des figures

Figure 1: Types biologiques selon la classification de Raunkiær (1905).	4
Figure 2 : Cycle biologique des adventices annuelles	5
Figure 3: Cycle biologique des adventices bisannuellee	6
Figure 4: Différentes parties de la plante <i>Sinapis arvensis</i> L.....	10
Figure 5 : Classification des bioherbicides	13
Figure 6: Différentes parties de la plante <i>Cytisus triflorus</i>	17
Figure 7: Localisation de Azazga (Wilaya de Tizi Ouzou) sur la partie nord de la carte d'Algérie.....	18
Figure 8: Les feuilles de <i>C. triflorus</i> utilisées dans l'expérimentation.	19
Figure 9 : Filtration de la solution mère	20
Figure 10 : Différentes solutions à concentrations croissantes (1 – 5) de l'extrait aqueux de feuilles de <i>C. triflorus</i>	20
Figure 11 : Dispositif expérimentale : mise en germination des graines des trois espèces avec traitements à différentes concentrations.	21
Figure 12 : Incubation des boîtes de Pétri.....	22
Figure 13 : Témoin de germination des trois espèces avec l'eau distillée après 24h d'incubation.....	22
Figure 14 : Graines de l'espèce adventice <i>Sinapis arvensis</i> , traitées par l'extrait de <i>C. triflorus</i> à 7.5%, après 4 jours d'incubation.	23
Figure 15 : Mesure de la longueur de l'hypocotyle et de radicule de (<i>Sinapis arvensis</i> L.), traitées par l'extrait des feuilles de <i>C. triflorus</i> 7,5 % avec le logiciel ImageJ.....	24
Figure 16 : Mesure de la longueur de l'hypocotyle et de radicule de cresson sur papier millimétrique, traitées par l'extrait des feuilles de <i>C. triflorus</i> à 7,5 %.	24
Figure 17: Mesure sur papier millimétrique de la longueur de l'hypocotyle et de radicule des graines de laitue, traitées par l'extrait des feuilles de <i>C. triflorus</i> à 7,5 %.....	25
Figure 18 : Effets inhibiteurs de l'extrait de <i>Cytisus triflorus</i> sur PG (pourcentage de germination), sur la laitue, cresson et la moutarde.....	28
Figure 19: Effets de TMG (temps moyen de germination), sur la laitue, cresson et la moutarde	30

Figure 20: Effets inhibiteurs de l'extrait de <i>Cytisus triflorus</i> sur l'indice de vigueur de semis sur la laitue, cresson et la moutarde.	32
Figure 21: Taux d'allongement racinaire de <i>S. arvensis</i> traitée par les extraits de <i>Cytisus triflorus</i>	36
Figure 22: Taux d'allongement caulinaire de <i>S. arvensis</i> traitée par les extraits de <i>Cytisus triflorus</i>	37

Introduction

Introduction

D'après les pronostics de l'ONU (2016), la population mondiale continuera de croître jusqu'en 2050. Parallèlement à cette croissance de la population humaine, les ressources ont été dégradées sur une grande échelle. La détérioration des terres et le mauvais usage des produits chimiques entraînent une forte baisse de la production agricole. Il est donc urgent d'obtenir un rendement agricole élevé grâce à des pratiques améliorées et sûres.

De nombreux produits agrochimiques sont disponibles pour lutter contre différents types de parasites agricoles tels que les insectes, les champignons, les agents pathogènes, les mauvaises herbes, etc. Parmi les principaux ennemis des cultures, les mauvaises herbes « ou adventices » occupent une place très importante et sont considérées comme des plantes nuisibles à la culture, car elles diminuent sensiblement la production agricole quantitativement et qualitativement (**Mosango, 1983**). En effet, les mauvaises herbes pourraient engendrer des pertes de rendement potentielles, allant de 10% à 100%, selon l'espèce adventice, la culture et la pratique culturale (**Montazeri, 2005**). Les pertes de production dues aux mauvaises herbes affectent la production alimentaire mondiale, mais plus particulièrement celle des pays en voie de développement. Ainsi, selon la première analyse menée en 1967 en Afrique, ces pertes étaient de l'ordre de 10 à 56% (**CIRAD, 2001**). Les adventices accentuent en outre, le problème des maladies foliaires, favorisent les pullulations d'insectes et entravent l'exécution de certaines pratiques culturales (**DSA, 2017**).

Parmi les méthodes de lutte contre les adventices, l'usage des herbicides de synthèse. Toutefois, des préoccupations publiques importantes se manifestent dans de nombreux pays, concernant les effets sur la santé des hommes et des écosystèmes en général, dues à la contamination des sols et de l'eau par ces pesticides (**ONU, 2016**). En outre, l'utilisation continue des herbicides pour le contrôle des adventices pose beaucoup de problèmes et constitue une préoccupation majeure pour les scientifiques, particulièrement après l'apparition de certaines formes de résistance chez quelques espèces adventices, malgré leur sélectivité.

Des méthodes alternatives de lutte contre les adventices ont été développées par les scientifiques, utilisant des bioherbicides d'origines diverses, entre autres les phytoherbicides. Certaines espèces de mauvaises herbes et de plantes cultivées sont capables d'exsuder des substances naturelles telles que des phénols, des alcaloïdes, des acides gras et des flavonoïdes dans leur rhizosphère, qui peuvent stimuler, réduire ou même arrêter la germination et la croissance des végétaux poussant dans leur voisinage (**Putnam, 1988 ; Janjic et al., 2008**). Cette capacité est connue sous le nom d'effet allélopathique et peut être utilisée comme méthode de lutte biologique contre les mauvaises herbes.

Introduction

Cytisus triflorus L'Hérit fait partie des espèces ligneuses appartenant à la famille des Fabacées. Cette plante est connue notamment pour ses vertus médicinales (**Aourahoun, 2015**). Parmi les principaux phytoconstituants du genre *Cytisus*, à effet allélochimique, les alcaloïdes, les flavonoïdes et les composés volatils (**Hideki et al, 1989 ; Pardo-Muras et al. 2020**). Reposant sur le fait que ces substances ont été décrites auparavant chez *C. triflorus* (**Ait-kaci Aourahoun, 2015, Ait-kaci Aourahoun, 2019**), on a tenté à travers cette étude d'évaluer le potentiel herbicide d'un extrait aqueux de la plante vis-à-vis de la moutarde des champs *Sinapis arvensis*, adventice courante dans les grandes cultures. D'après **Maatougui (1995)**, plus de 70 espèces de mauvaises herbes peuvent être associées à la culture de la fève en Algérie mais *Avena sterilis* et *S. arvensis* sont les plus répandues. Cette dernière entraîne des chutes de rendement et de qualité et requiert une lutte chimique et culturale très coûteuse. Le colza de printemps, peut subir une baisse de rendement de 20% à une densité de 10 plants/m². Une infestation dense de moutarde des champs d'environ 20 plants au m² dans les céréales de printemps peut réduire le rendement du blé de 53 %, celui de l'avoine de 63% et celui de l'orge de 69% (**Bouchet et Mauring, 1997**).

Le présent travail s'intéresse donc à la recherche, *in vitro*, d'un éventuel potentiel herbicide de l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* vis-à-vis de *S. arvensis*.

Le mémoire comprend un premier chapitre qui est consacré à la synthèse bibliographique. Celle-ci rassemble des généralités sur l'effet allopathique des bioherbicides sur les plantes adventices, suivi d'une description des espèces tests ciblées. Dans le deuxième chapitre, le matériel ainsi que les méthodes adoptées pour la réalisation de ce travail, sont présentés. Nos résultats obtenus sont rapportés et discutés dans le troisième chapitre qui s'achève par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Les Adventices

1.1 Définition

Toutes les espèces qui s'introduisent dans les cultures sont couramment dénommées « adventices » ou mauvaises herbes. Employés généralement dans le même sens, ces deux termes ne sont pas absolument identiques. Pour l'agronome, une « adventice » est une plante introduite spontanément ou involontairement par l'homme dans les biotopes cultivés (**Bournerias, 1979**). Selon **Godinho (1984)** et **Soufi (1988)**, une mauvaise herbe est toute plante qui pousse là où sa présence est indésirable.

Le terme de « mauvaise herbe » fait donc intervenir une notion de nuisance, et dans les milieux cultivés en particulier, toute espèce non volontairement semée est une « adventice » qui devient « mauvaise herbe » au-delà d'une certaine densité, c'est à dire dès qu'elle entraîne un préjudice qui se concrétise, en particulier, par une baisse du rendement (**Barralis, 1984**).

1.2 Classification

1.2.1 Selon les types biologiques

Selon **Richard (2011)**, la végétation est caractérisée par sa physionomie et ses variations qui sont les résultats des types biologiques qui la composent. On distingue cinq types fondamentaux reconnus par **Raunkiaer (1934)** (Fig.1) :

-**Phanérophytes**, représentées par des plantes (arbres, arbustes, arbrisseaux et lianes) dépassant 25cm de hauteur.

-**Chaméphytes**, constituées de sous arbrisseaux, herbes et plantes subligneuses, situées entre le niveau du sol et 50 cm.

-**Hémicryptophytes**, regroupant les plantes basses à bourgeons pérennants situés au ras du sol.

-**Cryptophytes ou Géophytes**, constituant des plantes dont les organes de conservation sont souterrains (rhizomes, bulbes, tubercules).

-**Thérophytes**, plantes monocarpiques qui forment leur graines au cours d'une seule période biologique, celle-ci n'excédant pas 12 mois successifs.

A ces types fondamentaux, on peut ajouter les hydrophytes ou plantes aquatiques à l'exception du plancton et les épiphytes arboricoles qui sont des plantes supérieures vivant sur les phanérophytes.

Les types biologiques permettent de faire une appréciation qualitative de la végétation en rapport avec les conditions climatiques. Ils expriment, par le spectre biologique, l'adaptation aux divers milieux. Ainsi, le spectre biologique d'une forêt diffère de celui d'une végétation adventice par la prédominance des phanérophytes l'abondance des épiphytes et l'absence des géophytes (**Lebrun, 1966**).

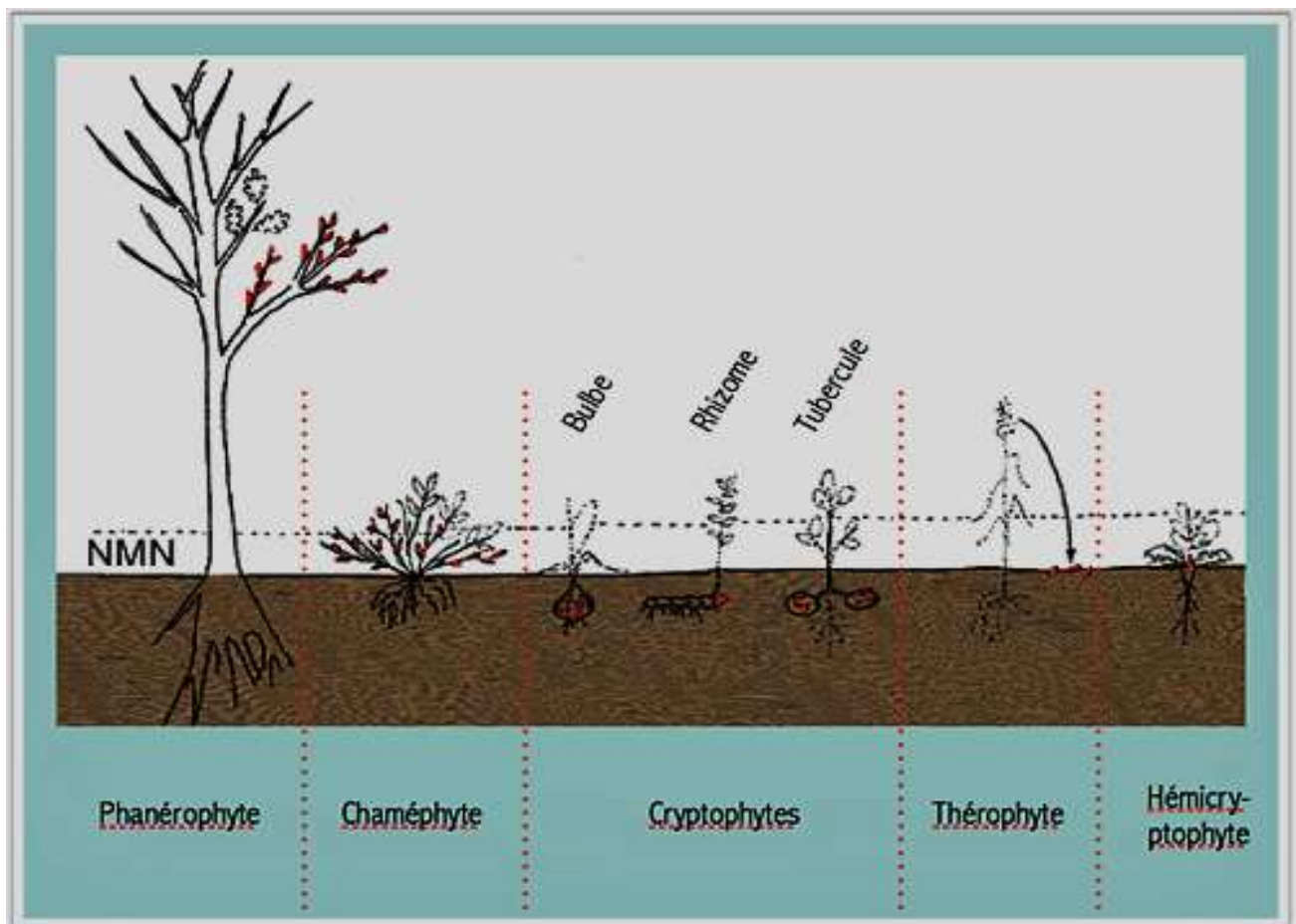


Figure 1 : Types biologiques selon la classification de **Raunkiaer (1905)**.

NMN : niveau moyen de la neige.

1.2.2 Selon le cycle biologique

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.

- **Plantes annuelles**

Les adventices annuelles sont de deux types (McCully *et al.*, 2004) :

- **Les annuelles d'été**, germant au printemps et en été, produisent des organes végétatifs, des fleurs et des graines et meurent la même année. Elles ont la propriété de produire beaucoup de graines et elles poussent très rapidement.
- **Les annuelles d'hiver**, germant 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 (Djellad, 2017) (Fig.2).

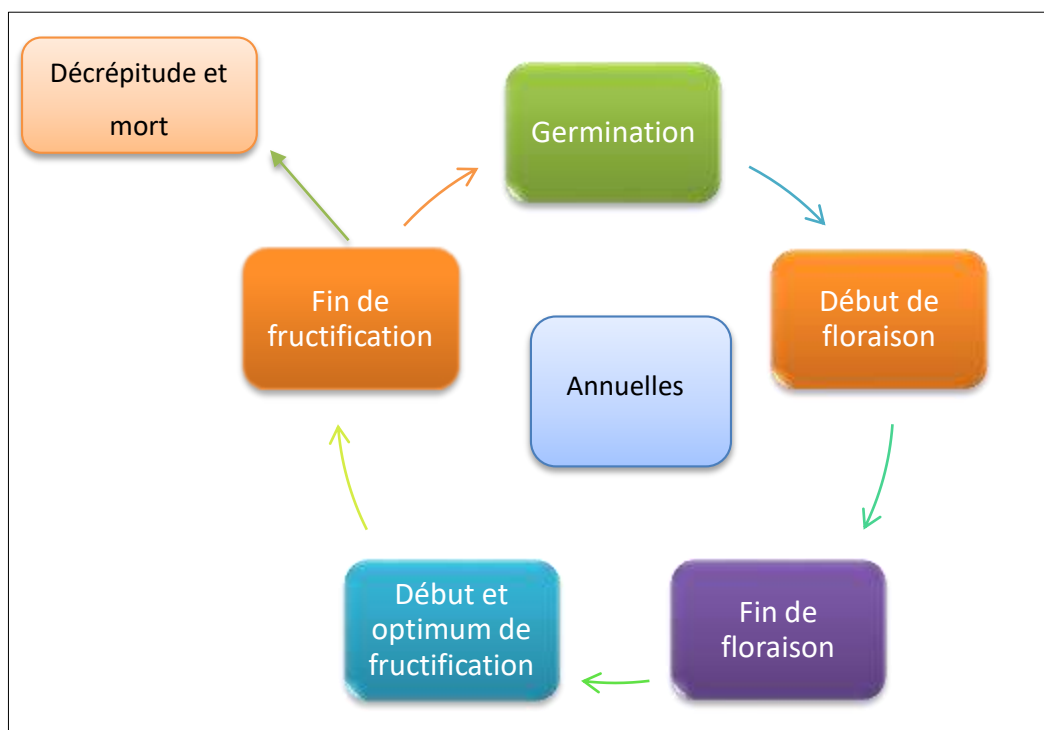


Figure 2 : Cycle biologique des adventices annuelles (Le Floche in Godron, 1968).

- **Plantes bisannuelles**

Ces plantes complètent leur cycle au cours de deux années. La première année, elles produisent des rosettes de feuilles ; la deuxième année elles fleurissent et produisent leurs graines (Le Floche in Godron, 1968 ; Harkas et Hemmam, 1997) (fig.3). Elles sont rares dans les cultures annuelles du fait de la rupture de leur cycle par les travaux culturaux.

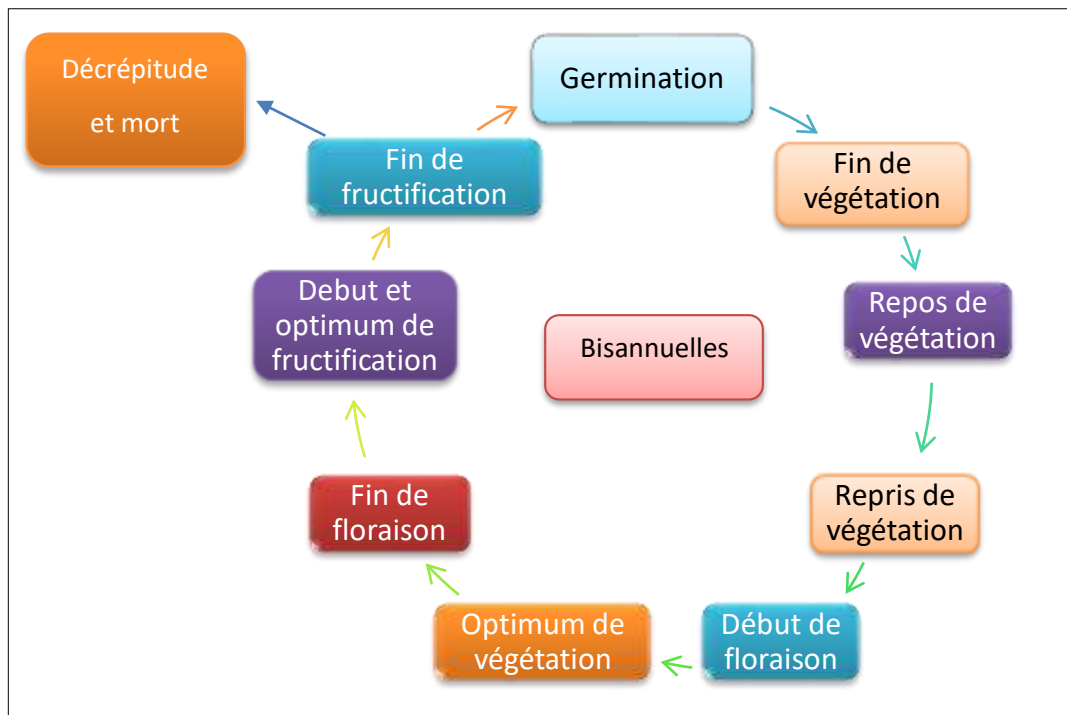


Figure 3: Cycle biologique des adventices bisannuelles (**Le Floche in Godron, 1968**).

- **Plantes vivaces**

Ce type d'adventices se propage par ses organes végétatifs (bulbes, rhizomes, stolons...) mais peut aussi se multiplier par graines. Elles vivent au moins 03 ans et peuvent vivre longtemps ou presque indéfiniment (**Safir, 2007**).

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

1.3 Compétitions entre les adventices et la culture

La compétition se définit comme la concurrence qui s'établit entre plusieurs organismes pour une même source d'énergie ou de matière lorsque la demande est en excès sur les disponibilités (**Lemée, 1967**).

Les espèces cultivées et les mauvaises herbes sont toutes deux classées comme espèces compétitives, la raison pour laquelle elles occupent les mêmes niches écologiques (**Harper, 1977**). La lumière, les éléments nutritifs du sol (tout particulièrement l'azote) et l'humidité du sol sont les plus connus.

1.3.1 Compétition pour les éléments fertilisants

Les mauvaises herbes ont une croissance rapide et vigoureuse. Elles utilisent une très grande partie des éléments nutritifs disponibles dans le sol. Les essais ont montré que la compétition pour les ressources du sol, en particulier l'azote, est plus forte que la compétition pour les ressources aériennes comme la lumière (**Satorre et Snaydon, 1992**).

Selon **Melakhessou (2020)**, la compétition entre la culture et les adventices est souvent maximale lorsqu'elles partagent les mêmes ressources en même temps. C'est souvent le cas de plantes de la même famille et dont l'architecture est très proche (blé et vulpin / colza et moutarde sauvage / betterave et chénopode). A titre d'exemple, une mauvaise herbe comme le *Chenopodium album* absorbe deux fois plus d'azote et autant de phosphore que la plante cultivée qui lui est associée.

1.3.2 Compétition pour la lumière

L'appareil aérien des mauvaises herbes intercepte la lumière et diminue la photosynthèse pour les plantes cultivées (**Montegut, 1980**).

1.3.3 Compétition pour l'eau

Pour synthétiser un gramme de matière sèche, une plante adventice a besoin en moyenne de 2 fois plus d'eau qu'une plante cultivée (6,57 grammes contre 3,20 grammes) (**Dejoux et al., 1999**). D'après **Bada (2007)**, la compétition sous-sol pour l'eau et les nutriments commence quand le système racinaire des concurrents occupe le même espace. Néanmoins, quand l'humidité est un facteur limitant, la compétition pour l'eau peut réellement se produire avant que le système racinaire des plantes occupe le même espace.

1.3.4 Compétition pour l'espace

De nombreuses mauvaises herbes peuvent croître très rapidement et leur surface foliaire recouvre tout l'espace libre. La compétition pour l'espace dépend largement du développement et de la profondeur explorée par le système racinaire. Elle se déroule à la fois au-dessus du sol et au-dessous. Très souvent la masse racinaire des adventices est supérieure de celle des plantes cultivées (**Dejoux et al., 1999**).

1.4 Impact des adventices sur les cultures

Les mauvaises herbes sont considérées comme nuisibles principalement en raison de la compétition qu'elles exercent sur les cultures pour la lumière, l'eau et les éléments minéraux (**Zimdahl, 2004 ; Doré *et al.*, 2006**), même à faibles densités, les adventices peuvent être préjudiciables en produisant des graines qui augmenteront le stock semencier du sol et germeront dans les cultures suivantes.

Les dégâts occasionnés par les adventices sur une culture sont de deux ordres (**ITAB, 2005 ; Valentin-Morrison *et al.*, 2008**) :

- Nuisibilité primaire, c'est-à-dire les effets indésirables de la flore adventice sur le produit final :
 - perte de rendement
 - perte de qualité
 - diminution de débit de chantier (récolte)
- Nuisibilité secondaire, concerne plutôt les dommages indirects impactant la culture suivante :
 - refuge pour certaines maladies ou parasites de la culture
 - augmentation du stock de semences dans le sol.

Les adventices interagissent aussi directement avec la culture, par parasitisme (**Parker, 2009**). Les adventices peuvent aussi héberger et/ou nourrir d'autres organismes dont les effets sur la production peuvent être bénéfiques (**DiTommaso *et al.*, 2016**) ou nuisibles (**Gutteridge *et al.*, 2006**). La plupart des études concernant la compétition entre cultures et adventices non parasites analysent expérimentalement la compétition pour l'utilisation de ressources comme l'eau (**McGiffen *et al.*, 1992**), l'azote (**Teyker *et al.*, 1991**) et la lumière (**Rajcan et Swanton, 2001**). Beaucoup d'études ont cherché à identifier à quel moment la compétition se produit, afin de déterminer les périodes où le désherbage est essentiel pour assurer le potentiel de rendement. Et même si les effets de la compétition se révèlent tardivement (e.g. floraison), le potentiel de nuisibilité se définit dès les premiers stades de développement (**Fahad *et al.*, 2015**). Par exemple, si un colza reste indemne d'adventices jusqu'au stade 4-6 feuilles, la perte de rendement est inférieure à 10% ; par contre, détruire des adventices levant après le stade 4 feuilles n'a pas d'effet sur la perte de rendement (**Martin *et al.*, 2001**).

1.5 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes

Le terme d'allopathie désigne l'émission ou la libération par une espèce végétale ou par l'un de ses organes, vivants ou morts, de substances organiques toxiques entraînant l'inhibition de la croissance de végétaux se développant au voisinage de cette espèce ou lui succédant sur le même terrain (**Whittaker, 1970 ; Putnam, 1985**).

L'allélopathie est un terme introduit pour décrire les interactions chimiques stimulatrices et/ou inhibitrices entre les différents types de plantes incluant les microorganismes (**Molisch, 2001**). C'est un processus impliquant des métabolites secondaires produits par les virus, les microorganismes, les champignons et les plantes et qui influencent la croissance et le développement de systèmes agricoles et biologiques incluant les effets négatifs et positifs (**Torres et al., 1996**).

Dans une définition moins récente, l'allélopathie est présentée comme tout effet nocif ou bénéfique, direct ou indirect d'une plante sur une autre par la production des composés chimiques qui s'échappent dans l'environnement (**Rice, 1984**).

Plusieurs espèces culturales ont montré un effet allélopathique inhibiteur sur la germination et/ou au niveau de la croissance de la plante. Tel l'exemple des résidus de la moutarde (*Sinapsis alba*) qui ont montré un effet inhibiteur sur la croissance du blé-tendre (*Triticum aestivum* L.) (**Dongre et Singh, 2007**) ; les résidus du pois (*Pisum sativum* L.) inhibant la croissance de la laitue (*Lactuca sativa* L.) et du cresson alénois (*Lepidium sativum* L.) (**Kato-Naguchi, 2003**) ; aussi les extraits des feuilles du prosopis (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) ayant inhibé la germination et la croissance racinaire du blé-tendre (**Siddiqui et al., 2009**).

1.5.1. Un exemple pratique de l'allélopathie

- Cas de la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.)

1.5.1.1. Taxonomie et caractères botaniques

Sur le plan taxonomique, la moutarde des champs se rattache à la famille des Brassicacées, genre *Sinapis* et espèce *Sinapis arvensis* L. (**Saxena et Singh, 1987**). Les Brassicacées regroupent 3 700 espèces réparties sur plus de 338 genres (**Simpson, 2010**). Sur le plan botanique, l'espèce est décrite comme une plante herbacée annuelle, thérophyte, velue-hérissée, à tige de 30-80 cm, dressée, rameuse et à feuilles inférieures lyrées, les supérieures sessiles, ovales ou oblongues, sinuées-dentées. Les pédicelles fructifères épais, bien plus courts que les fruits type siliques. Ces derniers sont étalées-dressées, oblongues,

bosselées, glabres, rarement appliquées ou hérissées ; les valves sont à 3-5 nervures avec un bec conique, en alène, un peu plus court que les valves. Les graines globuleuses sont brunâtres et lisses (Tela botanica, 2011) (Fig.4).

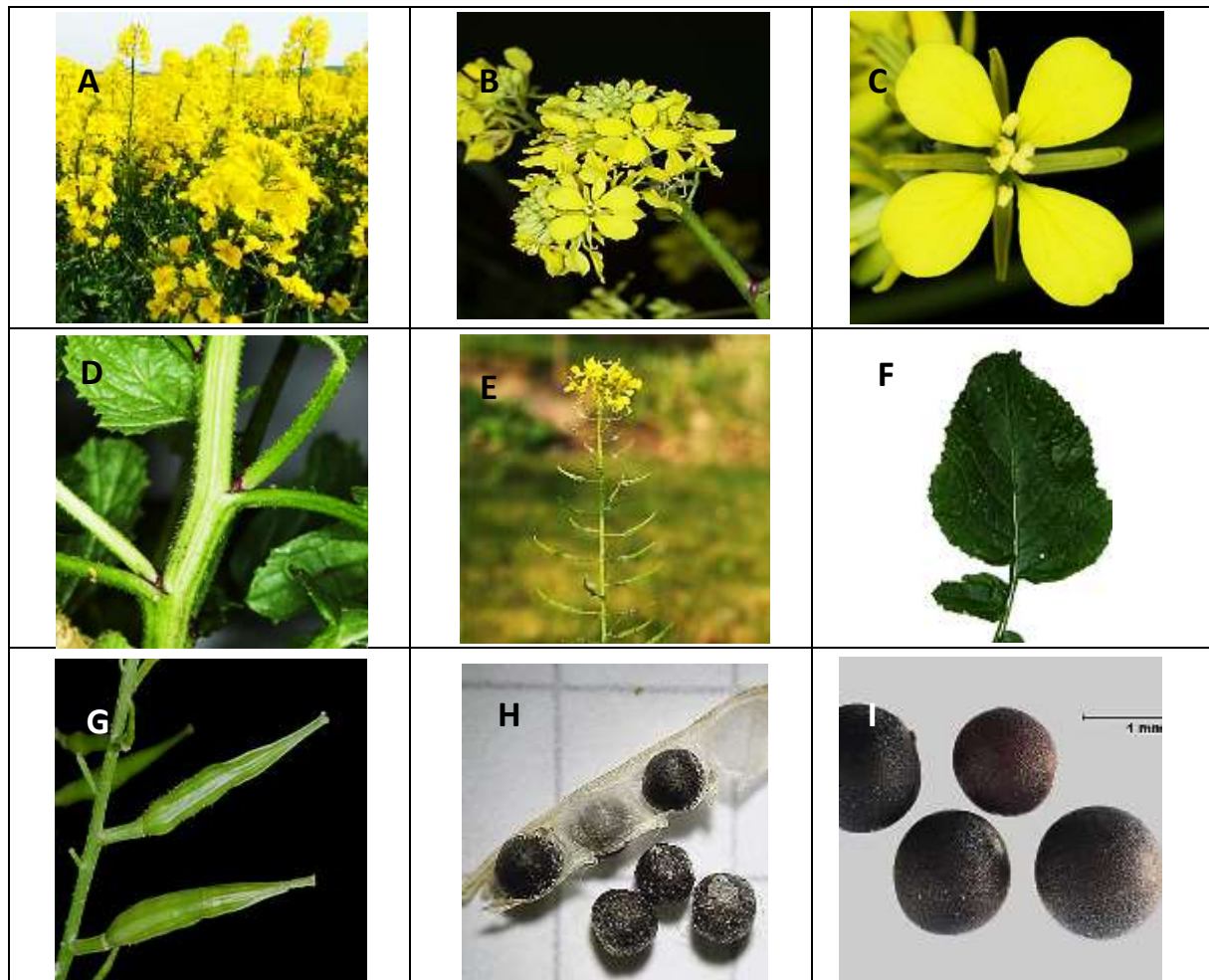


Figure 4 : Différentes parties de la plante *Sinapis arvensis* L.

A. Partie aérienne, B. Inflorescence, C. Fleur, D. Tige, E. Pédicelles fructifères,
F. Feuille, G. Silique, H. Graines matures, I. Graines.

1.5.1.2. Impact de la moutarde des champs sur les cultures

On reconnaît un effet allélopathique à la moutarde des champs tant sur d'autres plantes que sur les mycorhizes du sol. Elle entraîne des chutes de rendement et de qualité et requiert une lutte chimique et culturale très coûteuse. En effet, la moutarde des champs est considérée comme mauvaise herbe et représente surtout un problème pour les céréales de printemps où elle peut causer des pertes de rendements importants qui varient en fonction du moment de son apparition et de sa densité. Une infestation dense de moutarde des champs d'environ 20 plants au m² dans les céréales de printemps peut réduire le rendement du blé de 53 %, celui de l'avoine

de 63% et celui de l'orge de 69% (**Bouchet et Mauring, 1997**). Elle peut aussi nuire à d'autres cultures. La diminution de rendement est particulièrement importante chez les légumineuses comme les haricots et les pois si la moutarde lève une semaine avant la culture. La présence de graines de moutarde des champs dans une récolte de soja, provoque une perte de qualité de l'huile et du tourteau. Le colza de printemps, une espèce appartenant à la même famille de la moutarde, peut subir une baisse de rendement de 20% à une densité de 10 plants/m². En plus, la moutarde des champs est l'hôte de plusieurs insectes (ex : l'altise, la mouche du chou, et la punaise, les lépidoptères) et maladies (ex : hernie des crucifères) qui affectent les crucifères cultivées. C'est aussi une source de nectar pour certains parasites de la fausse-teigne des crucifères (**Cloutier, 2007**).

I.2 Les pesticides

2.1 Définition

Le terme pesticide désigne les substances naturelles ou de synthèse utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes jugés indésirables, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, de champignons ou de bactéries (**Foubert et al., 2012**).

Autrement dit, un pesticide est une substance ou un mélange de substances utilisées pour tuer un parasite. Il peut être un produit chimique, biologique (tel qu'un virus ou des bactéries), antimicrobien, désinfectant ou dispositif utilisé contre tout parasite (**Agrawal et Sharma, 2010**).

Selon **Calvet et al. (2005)**, les pesticides sont utilisés dans plusieurs domaines d'activité pour lutter contre les organismes vivants nuisibles, d'où des usages différents.

2.2 Classification des pesticides

Les pesticides peuvent être classés en fonction de :

- 1) leur cible principale (organismes vivants visés) (**INSERM, 2013**),
- 2) classification chimique (selon leurs caractéristiques chimiques) (**Calvet et al., 2005**),
- 3) selon les risques (toxicologiques) qu'ils peuvent engendrer d'après l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS, 2004**),
- 4) classification selon les usages (**Calvet et al., 2005**).

Les pesticides sont généralement classés en fonction de la cible principale (organismes vivants visés), comme suit :

- **les insecticides** : ce terme pris strictement ne recouvrirait que les substances destinées à tuer les insectes,
- **les acaricides** : contre les acariens,
- **les rodenticides** : contre les taupes et les rongeurs,
- **les corvicides** : contre les oiseaux ravageurs,
- **les hélicides** : contre les limaces qui font des dégâts dans les cultures maraîchères,
- **les nématocides** : contre les vers,
- **les molluscides** : contre les mollusques, limaces, escargots (**Fournier, 1988**).
- **les herbicides** : ce sont les plus utilisés des pesticides en tonnages et en surfaces traitées (47%). Ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes adventices des cultures. Ils appartiennent à plus de 35 familles chimiques différentes. Les plus représentées sont les carbamates (chlorprophame, triallate), les urées substituées (diuron, isoproturon, etc), les Triazines (atrazine, simazine), les phytohormones (2,4-D ou acide 2,4-dichlorophenoxyacétique), les amides (propyzamide, etc) (**Kesraoui-Abdessalem, 2008**).

2.3 Les bioherbicides

Au sens large, les bioherbicides sont des produits de désherbage dérivés d'organismes vivants, y compris tout produit naturel qu'ils produisent au cours de leur croissance, qui suppriment les populations de mauvaises herbes (**Kiewnick, 2007 ; Bailey et al., 2010 ; Glare et al., 2012**). Les origines biologiques de la plupart des bioherbicides sont microbiennes (bactéries, champignons, virus, nématodes), des produits d'origine végétale (farine de gluten de maïs) ou minérales (huiles).

Les bioherbicides peuvent être utilisés dans des milieux naturels tels que les pâturages, les bords de routes et les forêts, ainsi que dans des situations cultivées telles que le gazon, les vergers et les cultures en rangs. Ils sont appliqués sous forme de granulés ou de sprays à l'aide de la technologie d'application traditionnelle de lutte antiparasitaire. Les bioherbicides sont considérés par les autorités réglementaires comme des produits antiparasitaires qui présentent un risque réduit par rapport aux herbicides conventionnels (**Bailey et al., 2010**).

Les bioherbicides ciblent des mauvaises herbes spécifiques dans des situations spécifiques et ne causent pas de dommages aux cultures dans lesquelles ils sont appliqués. Ils peuvent cibler une seule mauvaise herbe ou plusieurs mauvaises herbes, mais les effets potentiels sur les hôtes non ciblés sont bien compris et sont gérés par la biologie du bioherbicide et les restrictions associées à son application.

2.3.1 Classification des bioherbicides

Les bioherbicides sont classés en deux catégories selon leur origine (**Aldetal, 2003 ; Caldwelletal, 2012**) : les produits végétaux et les agents pathogènes. Chaque catégorie comprend de multiples formes d'herbicides d'origine biologique (Fig.4).

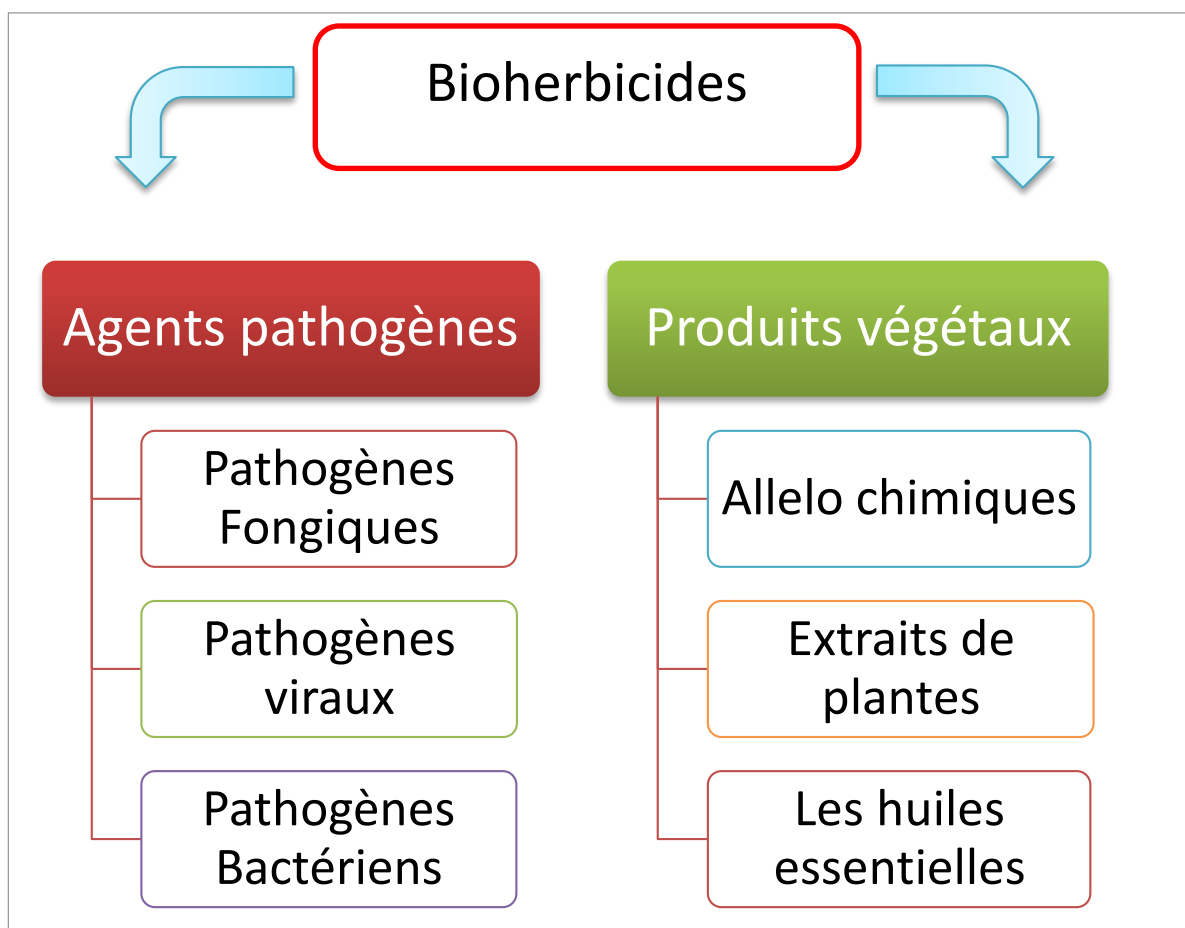


Figure 5 : Classification des bioherbicides (**Aldetal, 2003 ; Caldwelletal, 2012**).

2.3.2 Bioherbicides d'origine microbienne

➤ Les mycoherbicides

Les mycoherbicides sont des champignons utilisés comme herbicides. Ce sont les plus utilisés dans la lutte contre les adventices.

Les métabolites phytotoxiques des agents pathogènes fongiques inhibent les voies de pénétration des plantes et sont toxiques pour les cellules végétales des adventices. *Sclerotinia minor* et *S. sclerotiorum* sont des agents phytotoxiques pour le chardon des champs (*Cirsium arvense*) (Skipper *et al.*, 2013), le principal phytotoxique de ces deux champignons pathogènes étant l'acide oxalique, qui est l'inhibiteur du polyphénol oxydase (PPO), un inhibiteur des molécules de défense des plantes (Macro *et al.*, 1984).

➤ Les virus

Les virus comme *Tobacco Rattle Virus*, peuvent également être utilisés comme bioherbicides pour lutter contre les adventices mais ils sont moins efficaces par rapport aux mycoherbicides.

➤ Les bactéries

Il a été prouvé que de nombreuses manipulations génétiques sur les espèces bactériennes les plus populaires comme *Pseudomonas fluorescens* et *Xanthomonas campestris* étaient utiles pour le contrôle des adventices. Ainsi, *Pseudomonas fluorescens* a la capacité de supprimer la germination de ces derniers, qui comprennent 8 espèces de dicotylédones et 21 espèces de monocotylédones (Banowetz *et al.*, 2008).

2.3.3 Bioherbicides d'origine végétale

Les produits végétaux peuvent être utilisés comme agents de lutte contre les adventices sous trois formes : l'extrait de plantes, l'huile essentielle et les produits allélochimiques. L'inhibition de la germination des mauvaises herbes et la réduction de la croissance des plantes est le principal mode d'action des produits à base de plantes.

Les extraits de n'importe quelle partie de la plante sont susceptibles de contenir divers types de substances naturelles bioactives : les peptides, les alcaloïdes, les terpénoïdes, les composés phénoliques, etc. (Boger et Sandmann, 1989).

➤ **Les extraits bruts**

Les alcaloïdes et les polyphénols sont des extraits obtenus par extraction avec un solvant organique, habituellement alcoolique, ou avec de l'eau distillée, après évaporation du solvant, le marc obtenu est utilisé pour formulation du phytoherbicide (**Falleh et al., 2011**).

Les polyphénols représentent un groupe important et diversifié de substances présentes en abondance dans la majorité des fruits, des herbes et des légumes (**Falleh et al., 2008**). Ces composés jouent un rôle important dans les mécanismes de défense des plantes contre les stress biotiques et abiotique. Ces molécules sont largement répandues dans les feuilles, les tiges, les graines et les fruits de nombreuses plantes comestibles (**Falleh et al., 2011**).

➤ **Les huiles essentielles**

Plusieurs espèces produisent des huiles essentielles contenant des composés pouvant agir comme des bioherbicides. Les huiles essentielles inhibent la germination des graines et la croissance des plantes. En particulier, de nombreuses espèces libèrent des monoterpènes phytotoxiques qui entravent le développement d'espèces herbacées (**Greene, 1882**).

➤ **Les poudres végétales**

Ce type de bioherbicides constitue une forme naturelle efficace et respectueuse de l'environnement aux effets allélopathique et phytotoxique qui contrôlent les adventices (**El-Rokiek et al., 2019**) par la suppression de la germination et la croissance des pousses des adventices.

I.3 L'espèce *Cytisus triflorus* L'Hérit

3.1 Position taxonomique et description botanique

Cytisus triflorus appartient à la famille des Fabacées (ex. Légumineuses), une famille de distribution cosmopolite, avec environ 730 genres et 19400 espèces, occupant ainsi la troisième place après la famille des Asteracées et celle des Orchidacées par le nombre d'espèces (**Judd et al., 2007**).

Selon **Cronquist (1981)**, *Cytisus triflorus* est classée dans le règne végétal comme suit (Tab. 1) :

Tableau 1 : Classification de *C. triflorus* L'Hérit.

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Superdivision	<u><i>Spermatophyta</i></u>
Division	<i>Angiosperme</i>
Classe	<u><i>Magnoliopsida</i></u>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Fabales</i>
Famille	<i>Fabaceae</i>
Sous-famille	<i>Faboideae</i>
Tribu	<i>Genisteae</i>
Genre	<u><i>Cytisus</i></u>
Espèce	<i>C. triflorus</i> L'Hérit.

C. triflorus connue sous son nom vernaculaire « cytise à trois fleurs » et « Ilougui » en kabyle, est une espèce commune du Nord-Est de l'Algérie. Ce cytise est un arbrisseau à rameaux nombreux, effilés, noirâtres, velus surtout vers le haut, atteignant la hauteur de 1- 2 m. Ses feuilles sont pétiolées, d'un vert foncé, hérissées de poils roussâtres, surtout sur le pétiole et la surface inférieure des folioles ; celles-ci sont au nombre de trois, ovales, obtuses. Les fleurs naissent par 3 à l'aisselle des feuilles supérieures, portées sur des pédicelles longs de 10-12 mm ; et hérissés de poils roussâtres ; le calice est velu, en cloche, à deux lèvres ; la corolle est jaune, assez grande. Les fruits secs sont des gousses comprimées, un peu arquées, très-hérissée (Fig.6) (**Delamarck et Decandolle ,1992 ; Spichiger et al., 2004**).

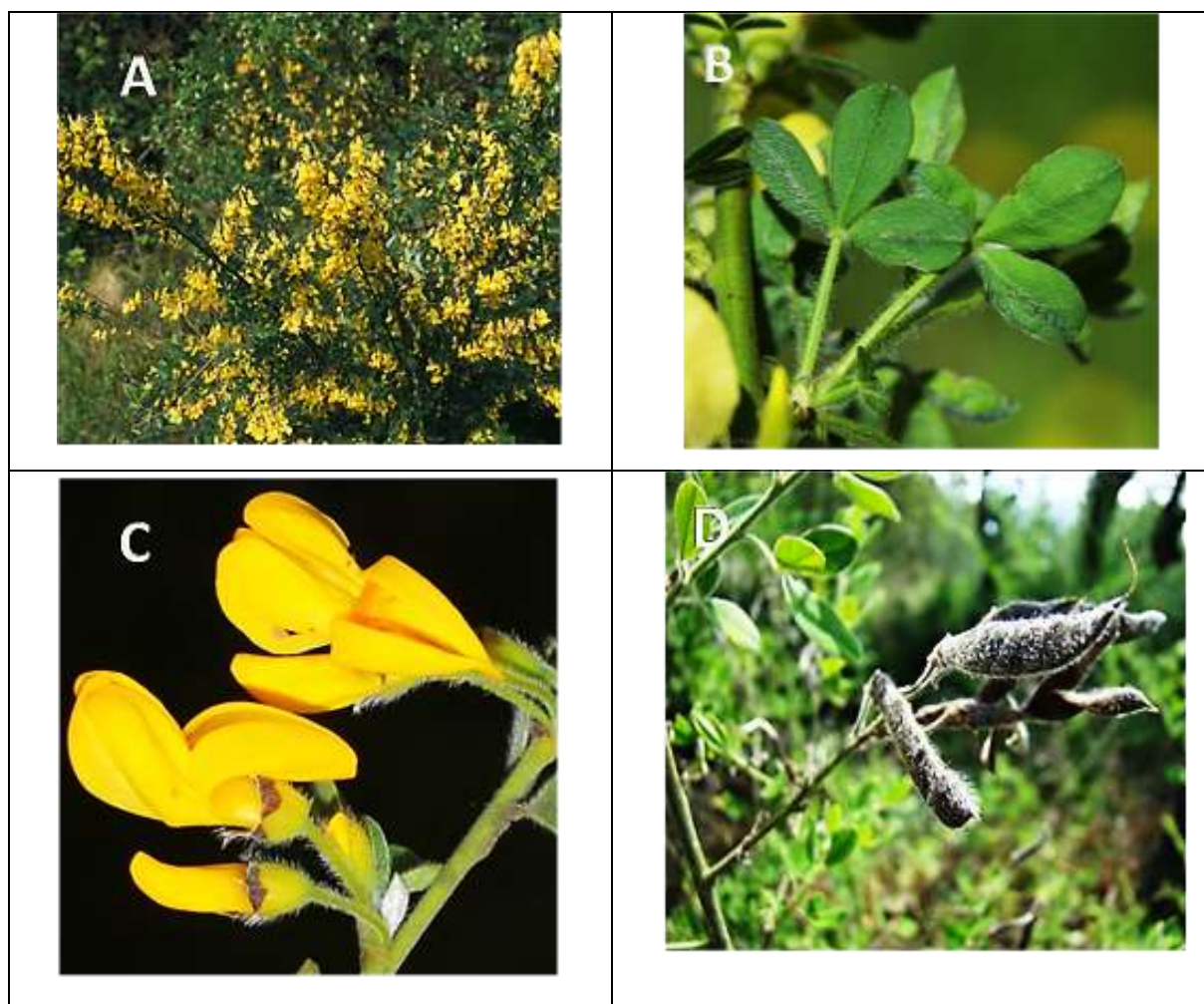


Figure 6 : Différentes parties de la plante *Cytisus triflorus*.

A. Rameaux feuillées, B. Feuilles, C. Fleurs, D. Gousses.

3.2 Intérêt de *C. triflorus* L'Hérit.

La plante *Cytisus triflorus* est largement utilisée en la médecine traditionnelle en raison de ses activités bénéfiques mais malheureusement, un nombre très restreint d'études pharmacologiques ont confirmé scientifiquement une partie de son côté ethnobotanique. En raison de ses propriétés astringentes, antiseptiques et cicatrisation des plaies, *Cytisus triflorus* est utilisée en cataplasme contre l'eczéma et les infections fongiques ou en combinaison avec de l'huile d'olive pour guérir les brûlures (**Hamdi Pasha et al., 2002**). En plus de ses effets hémostatique et antifongique, les feuilles séchées de cette plante sont utilisées en infusion contre l'ulcère de l'estomac (**Baba Aissa, 2011**), comme elles sont employées également comme « le henné » pour traiter et teindre les cheveux (**Ait-Kaci Aourahoun et al., 2015**).

Chapitre II :

Matériel et méthodes

Objectif de l'essai bioherbicide

Le but de la présente étude est d'examiner l'effet allélopathique d'un d'extrait aqueux des feuilles d'une plante médicinale *Cytisus triflorus*, sur la germination et la croissance des graines de l'espèce adventice *Sinapis arvensis* L (moutarde des champs), et celles des espèces cultivées ; le cresson (*Lepidium sativum* L.) et la laitue (*Lactuca sativa* L.). L'expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire de botanique, département de biologie, à l'université M'Hamed Bougara de Boumerdes.

II.1 Matériel végétal test

1.1 Plante test

L'espèce *Cytisus triflorus* a été récoltée en Mars 2021 en plein forêt de Azazga (Tizi Ouzou) (Fig.7).



Figure 7 : Localisation de Azazga (Wilaya de Tizi Ouzou) sur la partie nord de la carte d'Algérie (Meddour-Sahar et Derridj, 2010).

Les feuilles séparées et nettoyées ont été séchées à l'abri de la lumière et de l'humidité avant d'être broyées. Les feuilles de *C. triflorus* sont initialement coupées en petits morceaux afin de faciliter leur broyage (Fig.8). Elles sont broyées directement avec un broyeur électrique. Le broyat des feuilles constitue le matériel végétal final que nous avons utilisé pour la préparation des extraits aqueux. La poudre végétale est conservée soigneusement dans des bocaux en verre secs, en attendant son utilisation ultérieure.



Figure 8 : Les feuilles de *C. triflorus* utilisées dans l'expérimentation (source personnelle).

1.2 Graines test

Les graines de trois espèces dicotylédones tests ont été sélectionnées pour cette expérience : celles du cresson (*Lepidium sativum* L.), de la laitue (*Lactuca sativa* L.) et de la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.). La laitue et le cresson ont été choisis comme espèces modèles pour leurs caractéristiques de croissance bien connues, tandis que la moutarde des champs pour sa nature adventice. Les graines ont été achetées au supermarché de Boudouaou.

II.2 Préparation de l'extrait test

Les extraits aqueux des trois espèces (cresson, laitue, moutarde des champs), ont été préparés de la même manière.

Un infusé à **15%** a été préparé avec la poudre des feuilles de *C. triflorus*. Après 24 h de repos, la solution est filtrée (Fig. 9), puis ramenée au volume de départ avec de l'eau distillée. A partir de l'extrait mère, des dilutions au demi sont préparées : **7,5%, 3,75%, 1,875 % et 0,938 %** (Fig. 10).

Par ailleurs et afin de tester l'effet du mode d'extraction sur l'activité allélopathique de la plante vis-à-vis des graines de la moutarde des champs, une deuxième série de solutions aux mêmes concentrations susmentionnées, ont été préparées à partir d'un extrait des feuilles du cytise, obtenu par infusion pendant 24 h sous agitation magnétique à 2000 r.p.m.



Figure 9 : Filtration de la solution mère (Source personnelle, 2021).



Figure 10 : Différentes solutions à concentrations croissantes (1 – 5) de l'extrait aqueux de feuilles de *C. triflorus* (Source personnelle, 2021).

II.3 Essais de germination des graines

3.1 Test préliminaire de germination

Dans le but d'obtenir des taux maximums de germination et de choisir une durée moyenne d'incubation pour les tests de germination, nous avons réalisé des tests préliminaires de germination sur les trois espèces (cresson, laitue, moutarde des champs).

Les graines des trois espèces sélectionnées ont présenté un taux de germination supérieur à 50 % avec une durée de germination maximale de 7 jours. Après cette durée d'incubation, les racines commencent à se dessécher et certaines d'entre elles présentent des longueurs importantes et se chevauchent.

3.2 Essai de germination

Les graines des trois espèces sont mises à germer dans des boîtes de Pétrie en plastique stériles, de 9 cm de diamètre, tapissées avec deux disques de papier filtre (d'une épaisseur approximative de 2 mm), à raison de 20 graines par boîte (Fig. 11). Les graines ont été choisies presque de la même taille et disposées de manière aléatoire dans chaque boîte de pétri. Les graines de chaque boîte sont traitées avec 6 ml d'eau distillée pour le témoin et 6ml pour les différentes concentrations de l'extrait (**15% ; 7,5% ; 3,75% ; 1,875% ; 0,937%**) avec trois répétitions pour chaque traitement. Les boîtes sont ensuite recouvertes immédiatement avec du papier film pour éviter l'évaporation des solutions tests. Ensuite, elles ont été incubées à l'obscurité dans un incubateur (Fig.12), à une température de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, durant 7 jours, en relevant quotidiennement et à la même heure le nombre des graines germées dans chaque boîte, sur la base desquels seront calculés certains paramètres de germination. La germination des graines est repérée par la sortie de la radicule hors du tégument et dont la longueur est d'au moins de 2 mm (Fig. 13 et 14).

3.3 Evaluation des paramètres de la germination

L'effet allélopathique de l'extrait foliaire de *C. triflorus* est estimé à travers l'évaluation de cinq paramètres de la germination des graines.



Figure 11 : Dispositif expérimental : mise en germination des graines des trois espèces avec traitements de différentes concentrations.



Figure 12 : Incubation des boîtes de pétri.

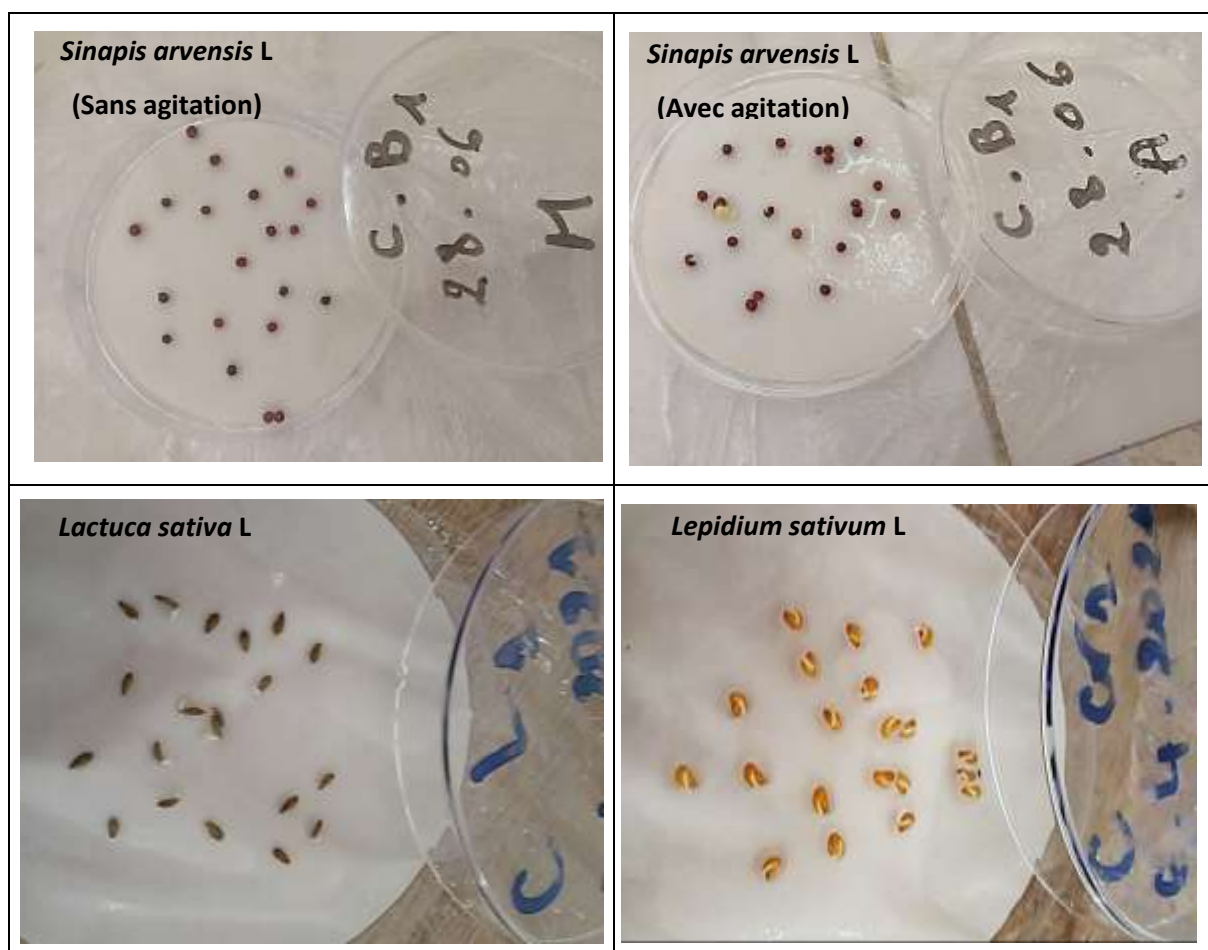


Figure 13 : Témoin de germination des trois espèces avec l'eau distillée après 24h d'incubation.

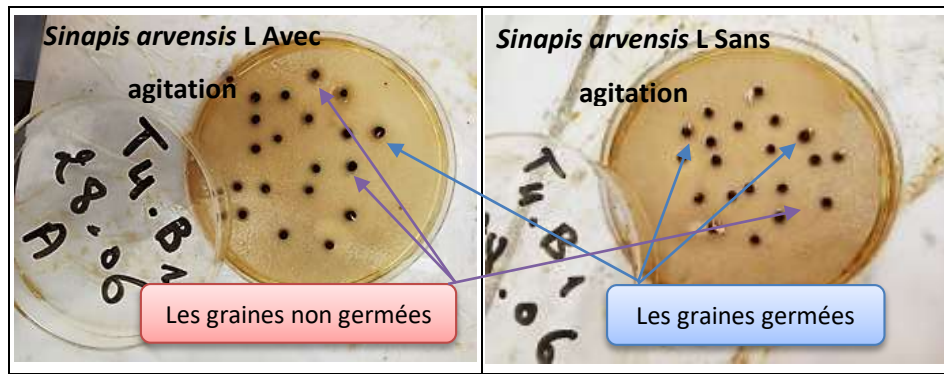


Figure 14 : Des graines de l'espèce adventice *Sinapis arvensis*, traitées par l'extrait de *C. triflorus* à 7,5%, après 4 jours d'incubation.

3.3.1 Allongement radiculaire et caulinaire

Au terme de l'essai arrêté au 7^{ème} jour, les longueurs des racicules (LR) et des hypocotyles (LH) des graines sont mesurées en utilisant le logiciel ImageJ, pour les graines de *Sinapis arvensis* L. (Fig.15), tandis que pour le cresson et la laitue, les mesures ont été faites sur papier millimétrique (Fig. 16 et Fig. 17). Le taux d'allongement radiculaire (AR) est par la suite calculé selon (Srisombat *et al.*, 2012 avec modification).

Où L_t est l'allongement radiculaire/caulinaire moyen par traitement et L_c est l'allongement moyen du témoin.

$$L (\%) = [(L_c - L_t) / L_c] \times 100$$

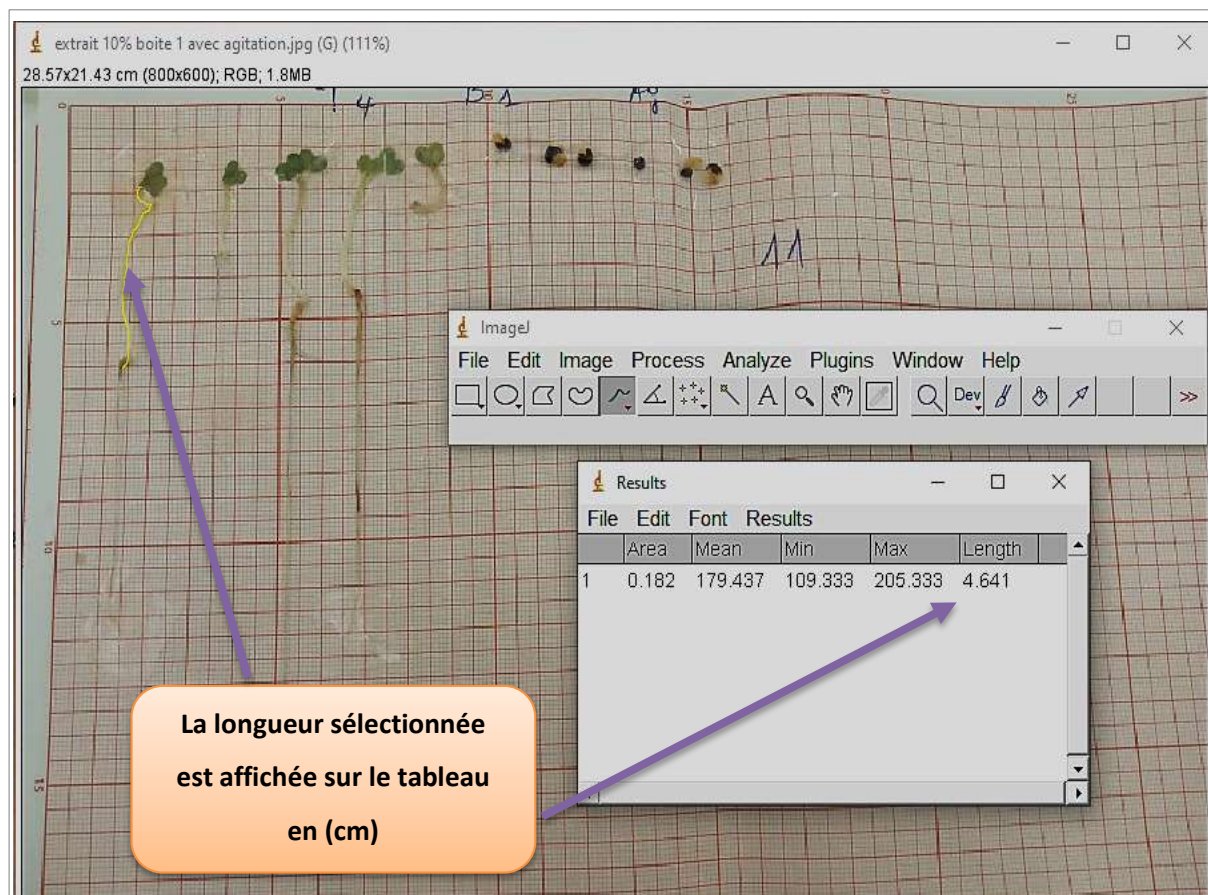


Figure 15 : Mesure avec logiciel ImageJ, de la longueur de l'hypocotyle et de radicule de *Sinapis arvensis* L., traitée par l'extrait des feuilles de *C. triflorus* à 7,5 %

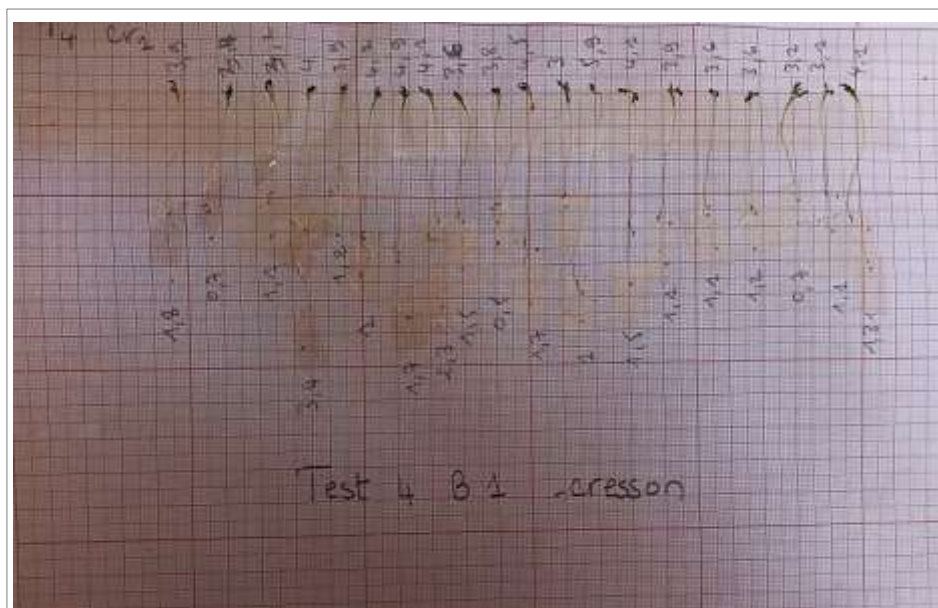


Figure 16 : Mesure de la longueur de l'hypocotyle et de radicule de cresson sur papier millimétrique, traitées par l'extrait des feuilles de *C. triflorus* à 7,5 %.

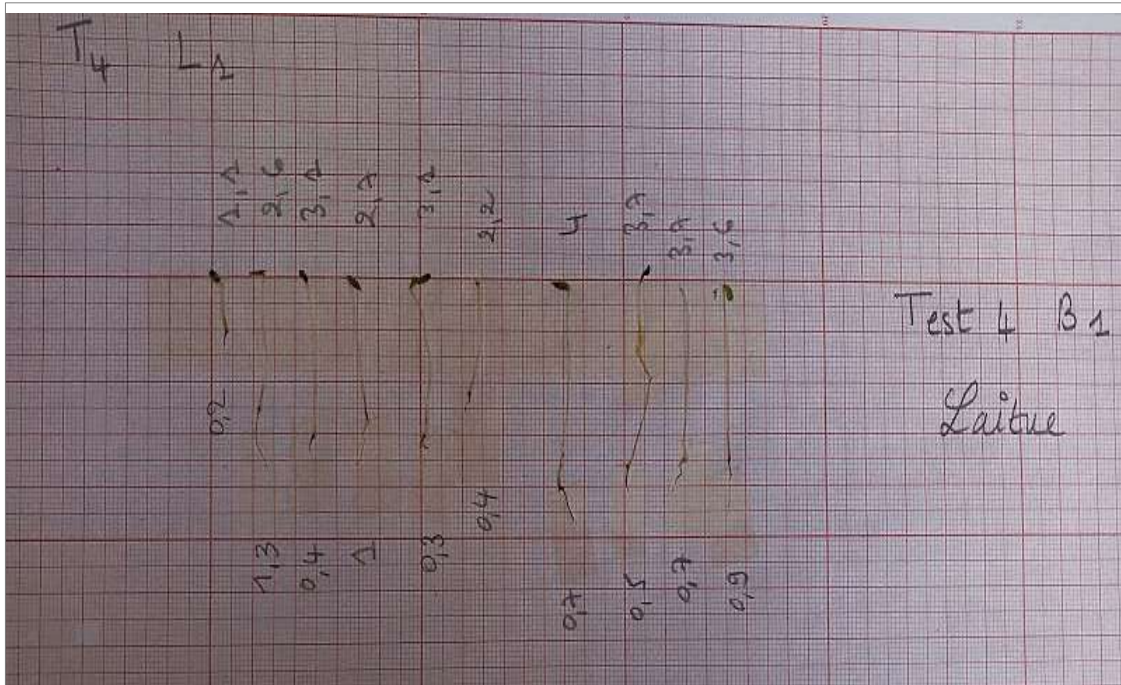


Figure 17 : Mesure sur papier millimétrique de la longueur de l'hypocotyle et de radicule des graines de laitue, traitées par l'extrait des feuilles de *C. triflorus* à 7,5 %.

3.3.2 Pourcentage de germination

Le pourcentage de germination, aussi appelé potentiel de germination ou capacité germinative, correspond au pourcentage des graines germées par rapport au total des graines semées (Côte, 1970).

$$(PG) = (\text{nombre de graines germées} / \text{nombre total}) \times 100$$

3.3.3 Pourcentage d'inhibition

Les pourcentages de germination sont convertis en pourcentages d'inhibition. Les conversions sont effectuées selon la formule utilisée par Dhima *et al.* (2006).

$$\% I = [(PGT - PGE) / PGT] \times 100$$

- % I : le pourcentage d'inhibition par rapport au témoin
- PGT : % germination des graines traitées avec l'eau distillée (témoin)
- PGE : % germination des graines traitées avec l'extrait foliaire (test)

3.3.3.1 Concentration inhibitrice de la germination à 50 % (IC₅₀)

La valeur de concentration inhibitrice (CI₅₀) est définie comme étant la dose qui entraîne une diminution de la germination de 50 % des graines, de la masse végétale ou de la longueur des hypocotyles/radicules. Dans notre cas, cet indice concerne la germination des graines. Ce paramètre est calculé par analyse Probit sur la base du pourcentage d'inhibition selon **Lei et Sun (2018)**.

3.3.4 Temps moyen de germination

C'est le temps moyen nécessaire à la germination de 50 % des graines. Il permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine (**Benidire et al., 2015**).

$$TMG = \Sigma n / \Sigma (n.jn) \times 100$$

n : le nombre des semences germées ;

J : le jour ;

Jn : le nombre de jour après l'ensemencement.

3.3.5 Index de vigueur de semis IVS (Vigor index of seedling)

L'indice de vigueur (VI) des plantules est estimé comme suggéré par **Abdul-Baki et Anderson (1973)**.

$$IVS = (LR + LP) \times PG$$

- **LR** : longueur des radicules (cm),
- **LP** : longueur des pousses (cm),
- **PG** : pourcentage de germination (%).

3.4 Analyse statistique

Les résultats ont été analysés à l'aide du logiciel statistique XLSTAT 2021, à l'aide d'une analyse de variance à un et à deux facteur (ANOVA), suivie du test de comparaison par paires de Tukey. Les différences entre les moyennes individuelles n'étaient considérées comme significatives que si $p < 0,05$.

Chapitre III : Résultats et discussion

L'extrait aqueux foliaire de *Cytisus triflorus* a été testé pour son potentiel phytotoxique, vis à vis de trois espèces : la laitue (*Lactuca sativa* L.), le cresson (*Lepidium sativum* L.) comme espèces modèles et la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.) comme espèce adventice. La faculté de germination des graines sous l'effet de 5 concentrations ainsi que certains paramètres post germination, ont été évalués *in vitro* par semi dans des boîtes de Pétri.

III. Evaluation de l'effet phytotoxique de *Cytisus triflorus* sur la germination des graines de cresson, laitue et moutarde des champs

Rappelons que les tests de phytotoxicité vis à vis des espèces laitue, cresson et moutarde des champs, sont réalisés avec l'extrait foliaire aqueux de *C. triflorus* obtenu sans agitation.

III.1 Effet sur le pourcentage de germination (PG)

Le tableau 2 et la figure 18, récapitulent les pourcentages de germination enregistrés pour l'ensemble des 3 espèces.

Les taux de germination les plus bas et significativement différents de ceux des contrôles, ont été enregistrés aux concentrations 7,5% (51,67, $p < 0,05$), 15% (38,33, $p = 0$) et 15% (41,67, $p = 0,0001$) chez la laitue et la moutarde, respectivement, tandis qu'aucun effet significatif n'a été observé sur la germination des graines du cresson et ce, pour l'ensemble des concentrations testées.

Tableau 2 : Pourcentage de germination (PG) des trois espèces

	PG %		
	Laitue	Cresson	Moutarde
Témoin	91,67±2,89 *	100±0	85±8,66 *
0,9375	83,33±7,64	100±0	90±0
1,875	95±8,66	100±0	73,33±2,89
3,75	85±8,66	100±0	86,67±5,77
7,5	51,67±7,64 *	100±0	71,67±11,55
15	38,33±2,89 *	83,33±20,82	41,67±7,64 *
Analyse statistique			
F	34,711765	1,923077	18,513514
P	0,000001	0,163922	0,000029

Les valeurs représentent la Moyenne de trois réplifications ± SD (n=20), * différence significative avec le témoin au seuil de 0,05.

L'extrait aqueux du cytise montre un effet inhibiteur de la germination des graines de laitue et de moutarde, dose dépendante, et ce à partir des concentrations 1,875% et 3,75% respectivement.

L'extrait aqueux de *Butea monosperma* à 15% s'avère plus efficace que celui du cytise puisqu'il inhibe à 100% la germination de la moutarde (Modhej *et al.*, 2013). Les extraits de blé, d'orge, de canola et de carthame en sont encore plus efficaces, avec 0% de graines germées à 10% et 5 % d'extrait aqueux pour chacune des 3 premières espèces et le carthame (Prasad *et al.*, 2016). Inversement, l'extrait de la moutarde testé à 10 %, a présenté 0% et 22% de germination chez les 3 premières espèces et le carthame.

Plusieurs études ont montré que le taux de germination de l'espèce adventice étudiée est en relation avec les doses de l'extrait testé (Modhej *et al.*, 2013 ; Prasad *et al.*, 2016). Par ailleurs, la tendance de certaines concentrations intermédiaires, à stimuler la germination plutôt que de l'inhiber, a été observée chez d'autres espèces test traitées avec un extrait hydroalcoolique de *Ocimum tenuiflorum* (Islam et Kato-Noguchi, 2014) et *O. basilicum* (Mekky *et al.*, 2019).

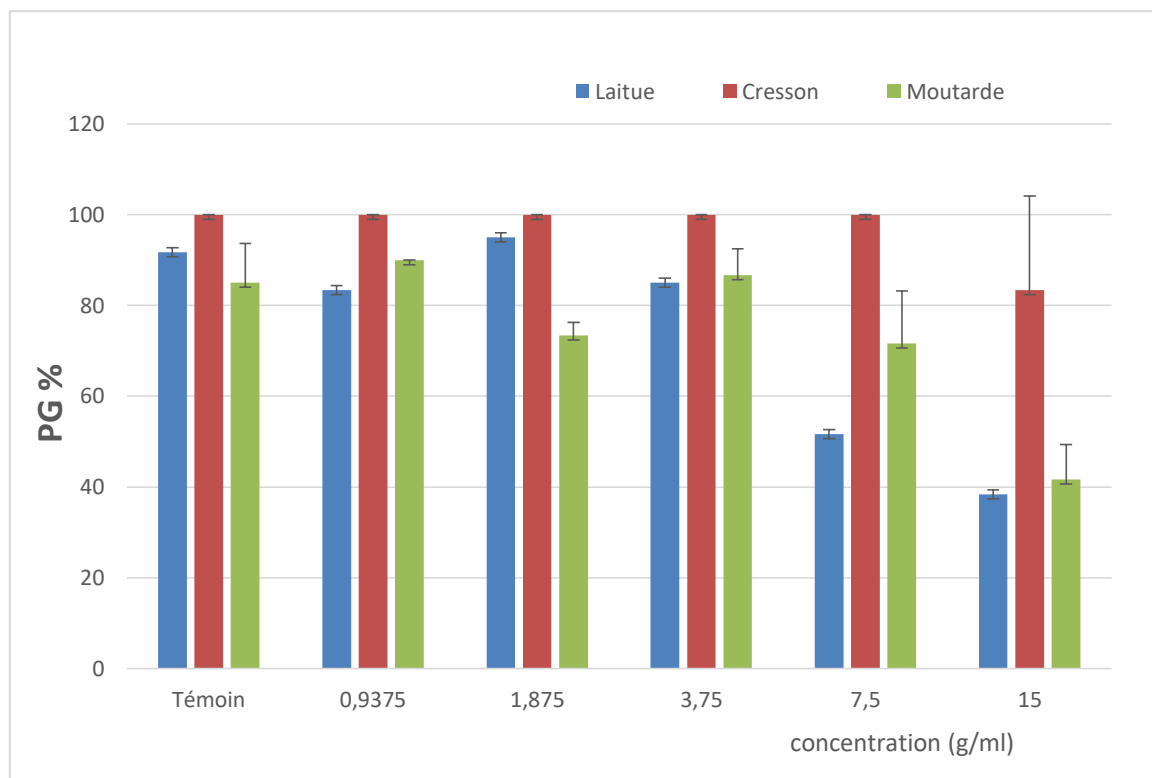


Figure 18 : Effets inhibiteurs de l'extrait de *Cyrtis triflorus* sur PG (pourcentage de germination), sur la laitue, cresson et la moutarde.

L'aptitude des cytises à inhiber la germination des graines de certaines adventices a été antérieurement rapportée chez l'espèce *C. scoparius*, dont le potentiel herbicide serait médié par ses composés volatils ainsi que ses acides phénoliques et flavonoïdes (**Pardo-Muras et al., 2020**). Les alcaloïdes quinolizidines caractéristiques de la tribu des Génistées à laquelle appartient cette espèce, ont également exhibé des effets phytotoxiques vis-à-vis de l'espèce modèle *L. sativa* (**Wink, 1983**). Les glycoalcaloïdes, par ailleurs, se sont révélés comme étant les principaux composés phytotoxiques responsables de la phytotoxicité de la pomme de terre contre la moutarde (**Soltys-Kalina et al., 2019**). Les substances phytotoxiques de *C. scoparius*, identifiées aussi chez *C. triflorus* (**Ait-kaci, 2019**), seraient donc impliquées dans l'effet antigerminatif de l'extrait aqueux de cette espèce.

III.2 Effet sur le temps moyen de germination TMG

Les résultats regroupés dans le tableau 3 et la figure 19, reflètent le temps moyen de germination TMG des trois espèces laitue, cresson et moutarde traitées par les deux extraits. Notons en premier lieu que 50 % des graines des espèces modèles et celles de leurs témoins, ont germé entre le premier et le deuxième jour, aux quatre premières concentrations. En revanche, 50% de germination des graines de moutarde ont lieu dès le troisième jour aux trois premières concentrations, parallèlement à celles du témoin. A la concentration 15%, la germination des graines s'effectue à partir du quatrième jour pour le cresson et le cinquième jour pour la laitue et la moutarde.

L'analyse de la variance a un seul facteur montre des différences hautement significatives entre le TMG du témoin et celui du cresson traité avec l'extrait à 15% ($p=0$) et ceux de la laitue notée pour les concentrations 7.5% ($p=0,0184$) et 15% ($p=0$) et 15% ($p=0,0032$) pour la moutarde. Notons que l'effet inhibiteur de l'extrait de *C. triflorus* vis-à-vis de la moutarde s'amorce à partir du 4ème jour et atteint son maximum d'inhibition à la concentration 15% (41,67%). **Soufi Yassmina (2016)** a enregistré un taux de germination de 70% des graines de moutarde semées sur PDA à 25°C, après une semaine d'incubation.

Il est important de signaler que parfois, l'effet allélopathique n'est pas évident dans le taux de germination final mais dans le temps moyen ou d'autres paramètres du processus de germination (**Imatomi, 2015**). Selon **Fenner (2000)**, le temps moyen est un facteur crucial pour la survie des semis, influençant leur croissance et leur performance dans les étapes ultérieures du développement. Les plantes qui germent lentement pourraient être réduites en hauteur

(Jefferson et Pennacchio, 2003) et, par conséquent, peuvent être plus sensibles au stress et à la prédation et avoir moins de succès dans la compétition pour les ressources.

Tableau 3 : Temps moyen de germination (TMG) des trois espèces

Extrait (%)	TMG		
	Laitue	Cresson	Moutarde
0	1,82±0,31	1,02±0,03	3,27±0,35
0,9375	1,46±0,01	1,07±0,08	3,07±0,33
1,875	2,07±0,62	1±0	3,41±0,17
3,75	1,93±0,07	1,02±0,03	3,43±0,22
7,5	2,97±0,50 *	1,35±0,15	4,13±0,75
15	5,39±0,13 *	4,02±0,85 *	5,05±0,51 *
Analyse statistique			
<i>F</i>	50,55884	34,302545	8,671541
<i>P</i>	0	0,000001	0,001118

Les valeurs représentent la Moyenne de trois répétitions ± SD (n=20), * différence significative avec le témoin au seuil de 0,05.

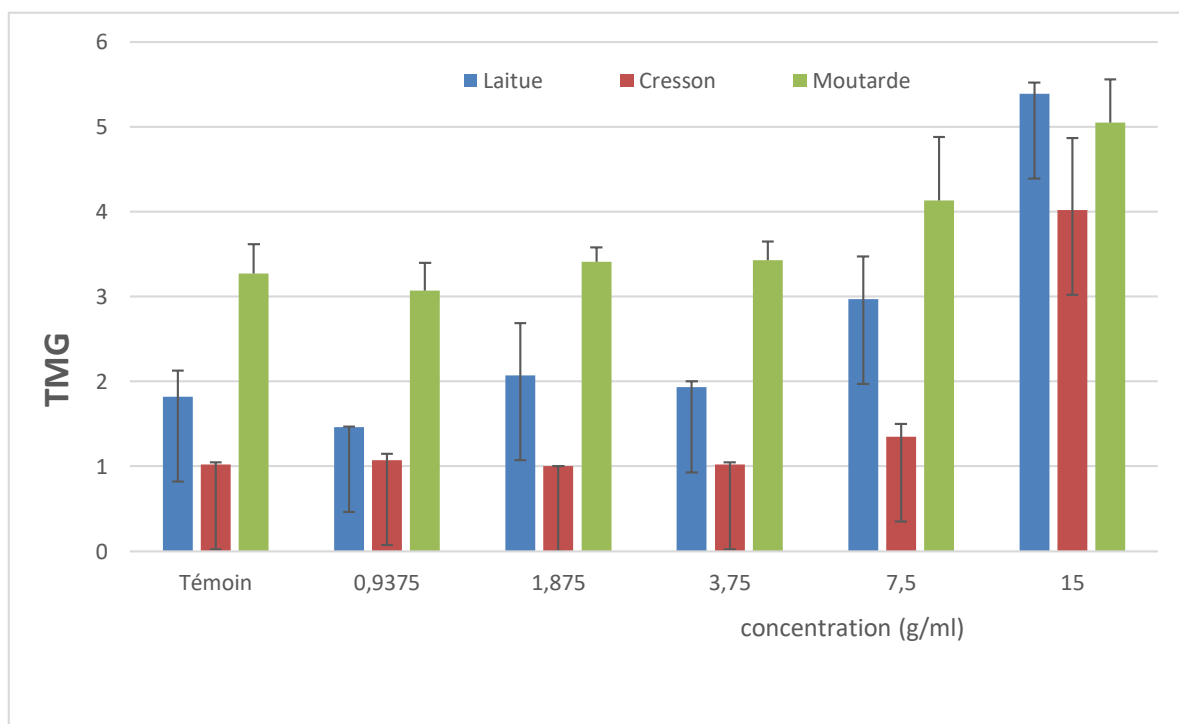


Figure 19 : Effets de TMG (temps moyen de germination), sur la laitue, cresson et la moutarde.

III.3 Effet sur l'indice de vigueur de semis (IVS)

Les indices de vigueur de semis calculés pour les 3 espèces, sont répertoriés dans le tableau 4 et illustrés par la figure 20.

Tableau 4 : Indice de vigueur de semis (IVS) des trois espèces

	IVS		
	Laitue	Cresson	Moutarde
Témoin	451,33±50,16	779,67±64,36	489,35±51,26
0,9375	369,08±42,36	713,00±11,79	610,80±126,39
1,875	359,72±75,15	671,67±29,96	533,77±24,62
3,75	277,62±74,47 *	670,67±39,07	776,70±172,97
7,5	103,52±32,40 *	477,33±49,86 *	391,18±173,66
15	59,55±15,52 *	123,10±62,17 *	69,08±38,55 *
Analyse statistique			
F	26.325059	80.824246	12.695432
P	0.000004	0	0.00019

Les valeurs représentent la Moyenne de trois réplications $\pm$ SD (n=20)., * différence significative avec le témoin au seuil de 0,05.

L'analyse de la variance à un facteur a montré un effet significatif du traitement par l'extrait du cytise sur l'IVS des 3 espèces. Globalement, l'ensemble des concentrations testées ont présenté des IVS inférieurs à ceux des témoins, avec une différence significative à partir de la concentration 3,75 % (277,62, $p=0,0164$) pour la laitue, 7,5% (477,33, $p=0$) pour le cresson et 15% (69,08, $p=0,0082$) pour la moutarde. A l'exception de la moutarde, l'IVS est inversement proportionnel de la concentration de l'extrait, comme le montre clairement la figure 20.

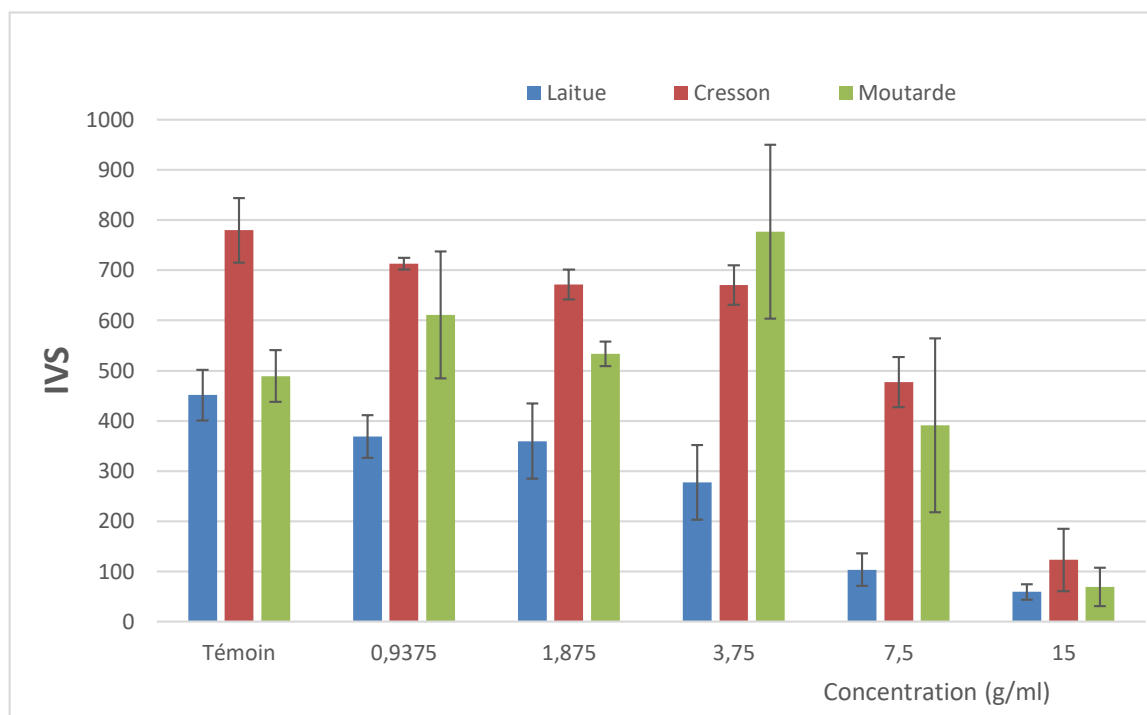


Figure 20 : Effets inhibiteurs de l'extrait de *Cytisus triflorus* sur l'indice de vigueur de semis sur la laitue, cresson et la moutarde.

L'IVS détermine le potentiel d'émergence rapide et uniforme des plantes dans un large éventail de conditions de terrain et une vigueur élevée des semences est associée au potentiel d'augmentation de la croissance et de la productivité de la production agricole (**Wen et al., 2018**). Donc, l'effet phytotoxique de l'extrait aqueux de *C. triflorus* vis-à-vis de la moutarde, se traduirait également par la diminution significative de l'IVS de la moutarde par rapport au témoin.

IV. Impact du mode d'extraction sur l'effet phytotoxique de *Cytisus triflorus*

IV.1 Impact sur les paramètres de la germination de *S. arvensis*

Après les résultats très clairs obtenus avec le cresson, la laitue et la moutarde, cette dernière espèce est considérée pour ce second essai visant à déterminer une éventuelle influence de la méthode d'extraction de l'extrait test, sur l'effet phytotoxique de l'extrait aqueux de *C. triflorus*. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Paramètres de germination des graines de *Sinapis arvensis*, germées sur les extraits aqueux foliaires de *C. triflorus* et l'eau distillée (témoin).

Traitement	Extrait (%)	I (%)	PG (%)	TMG	SVI
Infusé sans agitation (SA)	0	-	85±8,66	3,27±0,35	489,35±51,26
	0,9375	10±0	90±0	3,07±0,33	610,80±126,39
	1,875	18,52±3,21	73,33±2,89	3,41±0,17	533,77±24,62
	3,75	3,70±6,42	86,67±5,77	3,43±0,22	776,70±172,97
	7,5	15,69±13,58	71,67±11,55	4,13±0,75	391,18±173,66
	15	53,70±8,49	41,67±7,64*	5,05±0,51	69,08±38,55
Infusé avec agitation (AA)	0	-	85±5	3,96±0,39	332,43±59,21
	0,9375	-3,92±14,80	88,33±12,58	3,31±0,54	611,62±31,26
	1,875	9,80±8,99	76,67±7,64	3,89±0,35	450,83±11,61
	3,75	16,57±9,39	66,67±12,58	3,88±0,26	361,92±164,67
	7,5	19,61±17,97	68,33±15,28	4,31±0,56	295,63±197,95
	15	80,39±14,80	16,67±12,58*	4,28±1,25	14,30±18,40*

Les valeurs représentent la Moyenne de trois répétitions $\pm$ SD (n=20). I : pourcentage d'inhibition ; PG : pourcentage de germination ; IVS : indice de vigueur de semi. *différence significative avec le témoin au seuil de 0,05.

L'analyse statistique des données expérimentales se rapportant aux paramètres de la germination, a révélé dans l'ensemble l'influence très significative de la concentration de l'extrait sur les valeurs de PG et IVS ($p \leq 0,001$), tandis que le TMG n'est que légèrement affecté par la concentration des extraits ($p \leq 0,05$). Un effet significatif d'ordre croissant, du mode d'extraction, est enregistré par ailleurs sur les paramètres PG ($p \leq 0,05$) et IVS ($p \leq 0,01$). En revanche, le mode d'extraction ne présente aucun effet sur les le TMG. En outre, aucun effet interactif significatif entre les deux facteurs, mode d'extraction et concentration de l'extrait, n'est observé sur l'ensemble des paramètres de la germination des graines de *S. arvensis*. Contrairement à nos résultats, aucune différence statistiquement significative n'a été observée sur le pourcentage de germination de *Brassica oleracea convarietas L. botrytis var. botrytis* (appartenant à la même famille de *S. arvensis*) en fonction de la méthode de préparation des extraits aqueux (infusé et macérât à froid) d'une vingtaine d'espèces test (Findura et al., 2020).

L'effet du facteur mode d'extraction clairement révélé ici, peut être expliqué par la présence dans les deux extraits des diverses substances à effet allélochimique (alcaloïdes, composés phénoliques et huile essentielle), à des concentrations relativement inégales et à des écarts plus ou moins significatifs.

Notons que rares sont les travaux portant sur l'étude de l'impact du procédé d'extraction sur l'effet phytotoxique des extraits botaniques. L'activité biologique que pourrait exercer un extrait d'une plante est très souvent liée au procédé de son extraction. Cela a été démontré par nombreux travaux s'intéressant aux plantes notamment à effets pharmacologiques (**Wang et al., 2020 ; Dechayont et al., 2021**).

Otusanya et Ilori (2012) ont montré que les substances allélochimiques de *Tithonia diversifolia* étaient plus concentrées dans l'extrait méthanolique que dans l'extrait aqueux, ce qui serait à l'origine de son effet phytotoxique plus prononcé sur la croissance de *Sorghum bicolor*, que celui de l'extrait aqueux. Par ailleurs, une étude similaire à la nôtre, a révélé des différences entre les paramètres de germination et la croissance précoce des plantules de radis, en présence d'extraits aqueux de *S. canadensis* obtenus par divers procédés d'extraction (infusion, décoction et macération méthanolique). Les macérats ont eu les effets les plus négatifs sur la germination et la croissance des graines, ainsi que sur la teneur en chlorophylle et la fuite des électrolytes. Les extraits sous forme de décoction et d'infusion ont également limité ces processus, mais dans une bien moindre mesure que les macérats (**Możdżeń et al., 2020**).

IV.2 Impact sur la croissance des semis de *S. arvensis*

Les longueurs des radicules et des hypocotyles des graines de *S. arvensis* traitées par l'infusé foliaire de *C. triflorus*, obtenu sans agitation et avec agitation, sont rapportées dans le tableau 6.

Les longueurs des radicules/hypocotyles des deux groupes de graines ont été significativement affectées par les deux extraits ($p \leq 0,001$), bien que leurs réponses aient été peu différentes. La concentration 15% des deux extraits a exhibé des réductions significatives des longueurs des radicules par rapport aux témoins, tandis que les longueurs des hypocotyles n'ont été affectées que par l'infusé sans agitation à 15%.

Tableau 6 : Allongement radiculaire et collinaire des graines de *S. arvensis* traitées par l'extrait de *C. triflorus*, obtenu avec et sans agitation.

Traitement	Extrait (%)	LR (cm)	LH (cm)
Sans agitation (SA)	0	3,69±0,67	2,07±0,23
	0,9375	4,39±1,28	2,41±0,22
	1,875	4,74±0,47	2,54±0,29
	3,75	5,81±1,41	3,11±0,69
	7,5	3,21±1,14	2,11±0,59
	15	0,89±0,47*	0,69±0,27*
Avec agitation (AA)	0	2,31±0,63	1,62±0,27
	0,9375	4,34±0,29	2,67±0,91
	1,875	3,38±0,09	2,53±0,53
	3,75	2,84±0,68	2,44±0,85
	7,5	2,41±1,06	1,64±0,79
	15	0,33±0,35*	0,23±0,21

Les valeurs représentent la Moyenne de trois réplifications ± SD (n=20). LR : longueur de la radicule ; LH : longueur de l'hypocotyle. *différence significative avec le témoin au seuil de 0,05.

Il est aussi intéressant de soulever l'effet stimulateur des deux extraits sur la croissance radicule/hypocotyle, à des concentrations plus ou moins faibles, bien qu'il soit non significatif par rapport au témoin. Tel est le cas, à titre d'exemple, de l'extrait SA aux concentrations **1,875%** (7,74 cm-3,69 cm et 2,54 cm – 2,07 cm, respectivement) et **3,75%** (5,75 cm – 3,69 cm et 3,11 cm – 2,07 cm, respectivement) ; et l'extrait AA aux concentrations **0,938%** (4,34 cm – 2,31 cm et 2,67 cm – 1,61 cm, respectivement) et **1,875%** (3,38 cm – 2,31 cm et 2,53 cm – 1,62 cm, respectivement). Ceci pourrait être expliqué par une teneur élevée de substances stimulatrice de la croissance des pousses, dans les extraits respectifs, tels que les flavonoïdes et les alcaloïdes. En effet, des effets positifs et négatifs ont été observés respectivement, sur la croissance des racines des plantules de blé, de maïs et de soya (**O'Callaghan et al., 1999 ; Utkina et al., 2017**), selon le type et la concentration de ces substances appliquées de manière exogène. Les concentrations élevées seraient par contre susceptibles de présenter des taux plus importants de substances à effet inhibiteur. En effet, une telle tendance de l'effet phytotoxique a été observée par plusieurs chercheurs (**Benmeddor, 2010 ; Elaloui et al., 2017 ; Tahir et al., 2018**). Selon (**Hadacek et al. 2011**), les concentrations élevées de produits allélochimiques

peuvent influencer négativement les autres plantes, tandis que les faibles concentrations peuvent en être stimulantes. Ce phénomène est connu sous le nom d'hormèse.

L'effet stimulateur/inhibiteur de la croissance racinaires/hypocotyles est mieux illustré par les figures 21 et 22, présentant la variation du taux d'allongement des racines/hypocotyles calculés par rapport aux témoins, en fonction de la concentration des extraits. Les taux négatifs correspondent à une stimulation de la croissance et inversement pour les taux positifs. Ainsi, on note avec l'extrait obtenu sans agitation une augmentation négative des taux d'allongement racinaire, aux concentrations **0,938 % - 3,75%**. Inversement, celles-ci ainsi que l'extrait à **7,5%** obtenus avec agitation, provoquent plutôt une réduction croissante des taux d'allongement racinaire, marquant ainsi une inhibition du développement racinaire qui s'accroît à la concentration **15%**, avec une réduction d'allongement de 85,28 % contre 75,67 % pour l'extrait SA. Dans le cas des hypocotyles (figure 22), les deux extraits semblent agir de la même manière et ce à toutes les concentrations testées. Ainsi, on note une augmentation négative des taux d'allongement des hypocotyles, aux concentrations **0,938 % - 3,75%**, suivi d'une faible augmentation à la concentration **7,5%** où l'on note les taux de d'allongement les plus faibles (SA 1,93%, AA 2%). La concentration 15% exhibe, quant à elle, une réduction accrue de l'allongement des hypocotyles par rapport aux témoins (SA 66,67% contre AA 85,8%), traduisant ainsi une forte inhibition de la croissance des pousses.

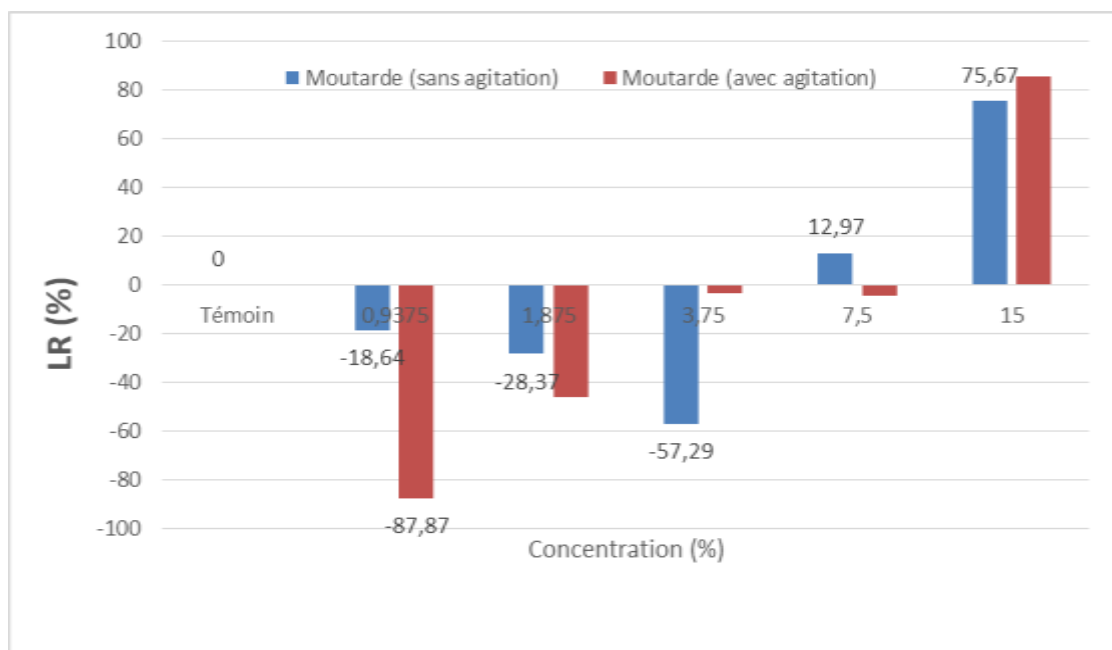


Figure 21 : Taux d'allongement racinaire de *S. arvensis* traitée par les extraits de *Cytisus triflorus*.

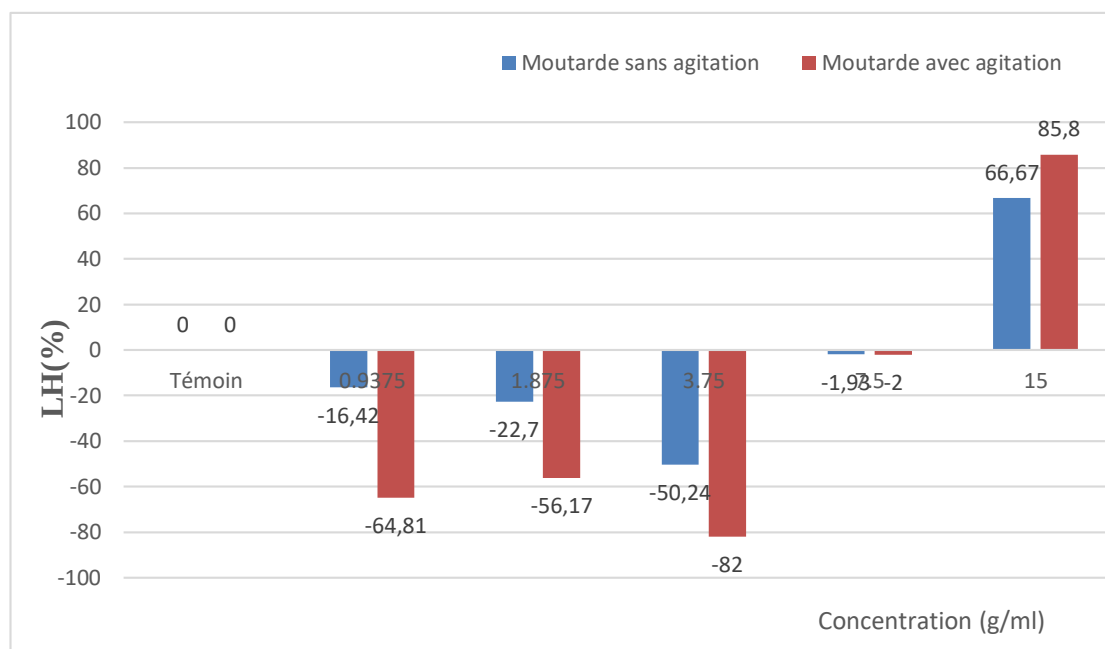


Figure 22 : Taux d'allongement caulinaire de *S. arvensis* traitée par les extraits de *Cytisus triflorus*.

En comparant statistiquement par l'ANOVA à deux facteurs, l'efficacité des 5 concentrations et conjointement l'impact de l'organe sur l'allongement des pousses de *S. arvensis*, après traitement par les deux extraits, aucune différence significative n'existe entre l'effet qu'exercent les deux extraits sur les racines et les hypocotyles. Contrairement à cela, **Otusanya et Ilori (2012)**, ont rapporté des effets inhibiteurs plus importants sur la croissance de la racine que sur la croissance des hypocotyles, à des concentrations de 100% des extraits méthanolique et aqueux. Les longueurs des racines de trois espèces adventices étaient plus affectées par les extraits que celles des pousses. D'autres auteurs ont rapporté des résultats similaires avec d'autres espèces, par exemple, **Al-Sherif et al. (2013)** ont étudié des extraits aqueux, éthanolique et chloroformique de *Brassica nigra* sur deux cultures de *Trifolium alexandrinum* et *Triticum aestivum*, et deux mauvaises herbes, *Phalaris paradoxa* et *Sisymbrium irio*, montrant que la croissance des racines était plus affectée que celle des pousses. Ceci peut être expliqué par le fait que les phytotoxines des extraits botaniques peuvent inhiber davantage les processus de croissance des racines, tels que la division cellulaire, la production d'hormones, la perméabilité des membranes, l'absorption des minéraux, l'activité enzymatique et les relations hydriques (**Gniazdowska et Bogatek, 2005**). De plus, les racines des plantules restent en contact direct avec le papier filtre imbibé des extraits, ce qui pourrait bien affecter ces organes plus que les autres.

Par ailleurs et contrairement aux hypocotyles, les longueurs des radicules sont significativement influencées par le type d'extrait appliqué ($p \leq 0.001$). Cet effet s'avère plus important que celui enregistré pour le PG et le SVI.

Notons que rares sont les travaux portant sur l'étude de l'impact du procédé d'extraction sur l'effet phytotoxique des extraits botaniques. L'activité biologique que pourrait exercer un extrait d'une plante est très souvent liée au procédé de son extraction. Cela a été démontré par nombreux travaux s'intéressant aux plantes notamment à effets pharmacologiques (**Wang et al., 2020 ; Dechayont et al., 2021**). Ainsi, **Otusanya et Ilori (2012)** ont montré que les substances allélochimiques de *Tithonia diversifolia* étaient plus concentrées dans l'extrait méthanolique que dans l'extrait aqueux, ce qui serait à l'origine de son effet phytotoxique plus prononcé sur la croissance de *Sorghum bicolor*, que celui de l'extrait aqueux. Par ailleurs, une étude similaire à la nôtre, a révélé des différences entre les paramètres de germination et la croissance précoce des plantules de radis, en présence d'extraits aqueux de *S. canadensis* obtenus par divers procédés d'extraction (infusion, décoction et macération méthanolique). Les macérâts ont eu les effets les plus négatifs sur la germination et la croissance des graines, ainsi que sur la teneur en chlorophylle et la fuite des électrolytes. Les extraits sous forme de décoction et d'infusion ont également limité ces processus, mais dans une bien moindre mesure que les macérâts (**Możdżeń et al., 2020**).

La composition chimique des deux extraits aqueux serait à l'origine des différences révélées dans leur potentiel phytotoxique. En effet, les extraits aqueux du cytise contiennent des composés antioxydants, de nature diverse (phénols, alcaloïdes, composés volatils), susceptibles d'affecter le pouvoir germinatif des graines de *S. arvensis*.

Il est important de mentionner finalement, que l'effet phytotoxique d'une plante donnée peut éventuellement différer en fonction de l'organe végétal d'où est obtenu son extrait. En effet, substances allélochimiques sont différemment concentrées dans les parties du végétal (**Zimdahl, 2018**). Ainsi, **Tahir et al. (2018)** ont montré des effets inhibiteurs des extraits hexaniques des feuilles et des fleurs de *Moringa oleifera*, sur la germination des graines de *S. arvensis*, aux concentrations 0.45 and 0.90 mg/ml. Inversement aux extraits foliaire et floral, une stimulation de la croissance des semis de moutarde, a été observée avec l'extrait des graines de *M. oleifera*. **Ben-hammouda et al. (2001)** suggèrent que la réponse du blé dur ou du blé tendre varie en fonction de la source des extraits aqueux (racines, feuilles, tiges) et du stade de croissance de l'orge *Hordeum vulgare*.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

L'aspect traité dans ce mémoire a pour objectif d'optimiser les semis en réduisant les mauvaises herbes/adventices par l'application d'une biopréparation à base d'extraits aqueux de *C. triflorus*. Ainsi, la présente étude a révélé un potentiel allélopathique non négligeable des extraits aqueux foliaires de *Cytisus triflorus*, vis-à-vis de la laitue *Lactuca sativa*, le cresson *Lepidium sativum* et la moutarde des champs *Sinapis arvensis* (espèce adventice).

Les essais *in vitro* réalisés par la méthode de semis dans des boîtes de Pétri ont permis d'évaluer quelques paramètres de la germination ainsi que l'effet des extraits sur la croissance des semis. L'infusé testé à 15% et dilué à 7,5 % ; 3,75 % ; 1,875 % ; 0,9375 %, a montré un effet inhibiteur de la germination des graines de laitue et de moutarde, concentration dépendante, et ce à partir des concentrations 1,875% et 3,75%, respectivement. Les trois espèces ont présenté des temps moyens de germination significativement différents de ceux des témoins et ce aux concentrations 15% (4,02j), 15% (5,05 j) et 7,5% et 15 % (2,97j et 5,39j) respectivement pour le cresson, la moutarde et la laitue. L'ensemble des concentrations testées ont présenté des IVS inférieurs à ceux des témoins, avec une différence significative à partir de la concentration 3,75 % (277,62) pour la laitue, 7,5% (477,33) pour le cresson et 15% (69,08) pour la moutarde. A l'exception de la moutarde, l'IVS s'est révélé inversement proportionnel à la concentration de l'extrait.

Par ailleurs, les extraits aqueux obtenus avec et sans agitation magnétique ont exhibé, dans l'ensemble, des effets significatifs sur les valeurs moyennes des PG et IVS des trois espèces. La méthode d'extraction n'a pas par contre affecté le TMG des graines testées. En outre, et contrairement aux hypocotyles, les longueurs des radicules sont significativement impactées par le type d'extrait appliqué ($p \leq 0,001$). Cet effet s'est avéré plus important que celui enregistré pour le PG et le SVI.

Compte tenu des résultats prometteurs que nous avons obtenus dans ce travail, nous sommes conscients qu'une éventuelle mise en œuvre du potentiel bioherbicide de la plante étudiée dans l'agriculture durable et biologique à l'avenir, nécessitera encore de vastes recherches. La première tâche des futures études sera la caractérisation approfondie de la composition chimique des extraits testés, qui sera suivi d'un changement d'échelle expérimentale, car seules les vraies conditions expérimentales sur le terrain permettront une évaluation complète de l'efficacité des préparations allélochimiques de *C. triflorus*.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Références

- **Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973.** Vigor Determination in Soybean Seed by Multiple Criteria. *Crop Science*, 13, 630-633.
- **Agrawal, A. and Sharma, B. 2010.** Pesticides induced oxidative stress in mammalian systems: Review Article. *Int. J. Biol. Med. Res.*, 1(3) : 90 - 104.
- **Ait-kaci Aourahoun K. 2019.** Caractérisation phytochimique et évaluation du potentiel bioactif de deux *Fabaceae-Genisteae* : *Cytisus triflorus* l'Hérit. (Syn. *C. villosus*) et *Genista ferox* poiret. Thèse de Doctorat. Université de Boumerdes.
- **Ait-Kaci Aourahoun K., Fazouane F. and Benayache S. 2015.** Pharmacological potential of *Cytisus triflorus* l'Hérit. extracts as antioxidant and anti-inflammatory agent. *Der Pharmacia Lettre*. 7(5) :104-110.
- **Bailey K.L. 2010.** Canadian innovations in microbial biopesticides. *Can. J. Plant Pathol.* 32 :113–121.
- **Bailey, K.L., Boyetchko, S.M., Längle, T.2010.** Social and economic drivers shaping the future of biological control: A Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biol. Control* 52 : 221–229.
- **Banowitz G.M., Azevedo M.D., Armstrong D.J., Halgren A.B., and Mills D.I. 2008.** Germination-arrest factor (GAF): biological properties of a novel, naturally-occurring herbicide produced by selected isolates of rhizosphere bacteria. *Biol. Control*, 46(3) : 380–390.
- **Barralis G., 1984.** Adventices des cultures 50 à 500 millions de semences/ha. *Cultivar, spécial désherbage*, 178 : 16-19.
- **Ben-Hammouda, M., Ghorbal, H., Kremer, R.J. and Oueslati, O. 2001.** Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheats. *Agronomie*, 21, 65–71.
- **Benidire L., Daoui K., Fatemi Z.A., Achouak W., Bouarab L et Oufdou K. 2015.** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* (L.). *Journal of Materials and Environmental Science*. 3 : 840-851.
- **Benmeddour 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.)

Références Bibliographiques

- sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Thèse de Magister. Université de sétif.
- **Bouchet C. et Maurin G. 1997.** Mauvaises herbes des cultures. Ed le carrousel, ACTA, Paris : 56-63.
 - **Bournerias, M. 1979.** Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Ed. SEDES, Paris : 156-197p.
 - **Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M P. et Coquet Y. 2005.** Les pesticides dans le sol, conséquences agronomiques et environnementales. Ed : France agricole. Paris : 636-637p.
 - **Chung, I.M., Kim, K.H., Ahn, J.K., Lee, S.B., Kim, S.H. and Hahn, S.J. 2003.** Comparison of allelopathic potential of rice leaves, straw, and hull extracts on barnyardgrass. *Agronomy Journal*, 95 : 1063-1070.
 - **Cirad. 2001.** Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.
 - **Come, D. 1970.** Les obstacles à la germination. Monographies de Physiologie Végétale No. 6, Masson, Paris, 14-27, p.
 - **Cronquist. A. 1981.** An intergrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, 21-62, p.
 - **DANIEL CLOUTIER Ph, D., 2007.** Institut de malherbologie et Anne Weill, Ph. D., agr. Club agro-environnemental Bio-Action.
 - **Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Eleftherohorinos, I. G., and Lithourgidis, A. S. 2006.** Allelopathic potential of winter cereal cover crop mulches on grass weed suppression and sugarbeet development. *Crop Science* 46 :1682-1691.
 - **DiTommaso, A., Averill, K.M., Hoffmann, M.P., Fuchsberg, J.R. and Losey, J.E. (2016)** Integrating insect, resistance, and floral resource management in weed control decision making. *Weed Science* 64 : 743-756.
 - **Djellad K. 2017.** Contribution à l'étude de L'influence des mauvaises herbes sur les rendements des céréales dans La région de Tlemcen. Mémoire de Master. Université de Tlemcen.
 - **Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. 2006.** L'agronomie aujourd'hui. Editions Quae, Paris, 367 p.
 - **DSA. 2017.** DSA - Direction des Services Agricoles de la Wilaya d'Alger.

Références Bibliographiques

- **Elaloui M., Ghazghazi H., Ennajah A., Ben Youssef I., Ben Othman N. et Laamouri A. 2017.** Allelopathic effects of *Ziziphus jujuba* and *Z. lotus* leaf extracts on *Triticum durum* and *Lens culinaris*. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 12(1) :1-8.
- **El-Rokiek K.G., Saad el-din S.A., El-wakeel M.A., El-awadi M.E.S., Dawood M.G. 2019.** Allelopathic potential of the pea seed powder as natural herbicide for controlling weeds infested wheat plants. *Bulletin of the National Research Centre* : 43-193.
- **Fahad, S., Hussain, S., Chauhan, B. S., Saud, S., Wu, C., Hassan, S., Tanveer M., Jan A. and Huang, J. 2015.** Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row spacing and weed emergence times. *Crop Protection*, 71, 101-108.
- **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., and Abdelly, C. 2008.** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus-Biologies*, 331(5) : 372–379.
- **Fenner M. 2000.** Seeds. The ecology of regeneration in plant communities. 2nd ed. New York : CABI publishing.
- **Ford M.A. and Q.O.N. Kay. 1985.** The genetics of incompatibility in *Sinapis arvensis* L. *Heredity*, 54: 99-102.
- **Foubert A., Deshayes C., Grondin P., Lefeuvre J.C., Roche H. et Sourd C. 2012.** Rapport Biodiversité : victime silencieuse des pesticides. WWF France. 82p.
- **Fournier J., 1988.** Chimie des pesticides. Cultures et Techniques. Agence de Coopération Culturelle et Technique. Université d'Angers, 350p.
- **Glare, T., Caradus, J., Gelernter, W., Jackson, T., Keyhani, N., Kohl, J., et Marrone, P., Morin, L. and Stewart, A. 2012.** Have biopesticides come of age ? *Trends Biotechnol*, 30 : 250–258.
- **GODINHO I. 1984.** Les définitions d'adventices et mauvaises herbes. *Weed Res. J. Europe Weed Res.*, n°24 : 121-125.
- **Gutteridge, R.J., Jenkyn, J.F., Bateman, G.L. 2006.** Effects of different cultivated or weed grasses, grown as pure stands or in combination with wheat, on take-all and its suppression in subsequent wheat crops. *Plant Pathology*, 55 (5) : 696-704.
- **Hadacek, F., Bachmann, G., Engelmeier, D., Chobot, V. 2011.** Hormesis and a chemical raison d'être for secondary plant metabolites. *Dose-. Response* 9 : 79–116.
- **Haddouche A. et Benrahmoun Z. 2020.** Les phytoherbicides. Mémoire Master. Université M'hamed Bougara, Boumerdes. 29-34 p.

Références Bibliographiques

- **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. INA, El-Harrach, 86p.
- **Hamadache A. 1995.** Les mauvaises herbes des grandes cultures. Biologie, écologie, moyens de lutte. Alger : ITGC, 55p.
- **Hamdi Pacha, Y., Belkhiri, A., Benazzouz, M., Benhamza, L. et Bensegueni, L. 2002.** Evaluation de l'activité cicatrisante suite à des brûlures expérimentales de quelques plantes algériennes, *Revue Méd. Pharm. Afri*, (16), p.17.
- **Hussain, S., Siddiqui, S., Khalid, S., Jamal, A., Qayyum, A., Ahmad, Z. 2007.** Allelopathic potential of Senna (*Cassia angustifolia* Vah L.) on germination and seedling characters of some major cereal crops and their associated grassy weeds. *Pakistan Journal of Botany*, 39(4) :1145–1153.
- **INSERM, 2013.** Pesticides Effets sur la santé. Collection expertise collective. Inserm. Paris. 23-63pp.
- **Islam, A.K.M.M. and Kato-Noguchi, H. 2014.** Phytotoxic Activity of *Ocimum tenuiflorum* Extracts on Germination and Seedling Growth of Different Plant Species. *The Scientific World Journal* : 1-8.
- **ITAB. 2005.** Institut technique de l'agriculture biologique : Maîtriser les adventices en grandes cultures biologiques. Paris : Guide Technique.
- **Janjic, V., Stankovic-Kalezic, R. 2008.** Natural products with allelopathic, herbicidal and toxic effects, Institut za pesticide i zastitu zivotne sredine, Beograd (Serbia); Radivojevic, Lj., Institut za pesticide i zastitu zivotne sredine, Beograd (Serbia), 17(1): 1-20.
- **Jefferson, L. V. and Pennacchio, M. 2003.** Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. *Journal of Arid Environments*, 55 : 275-285.
- **Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Jachak S.M. and Saklani A. 2007.** Challenges and opportunities in drug discovery from plants. *Current science*. 92(9) : 1251-1257.
- **Kadioglu, I., Yanar, Y. and Asav, U. 2005.** Allelopathic effects of weed extracts against seed germination of some plants. *Journal of Environmental Biology*. 26(2) :169-173.

Références Bibliographiques

- **Kesraoui-Abdessalem A. 2008.** Dégradation des pesticides chlortoluron, carbofurane et bentazone en milieux aqueux par les procédés d'oxydation avancée. Thèse de doctorat. Université Paris-Est et Tunis El Manar.
- **Kiewnick, S. 2007.** Practicalities of developing and registering microbial biological control agents. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2 (No. 013), 1–11.
- **Lamarck, M.De et De Candolle, M. 1992.** Flore Française, ou description Succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France. 3éd. Paris. 501503 P.
- **Lebrun J., 1966.** Les formes biologiques dans les végétations tropicales. *Bull. Soc. Bot. France* : 164-175.
- **Lei, C., & Sun, X. 2018.** Comparing lethal dose ratios using probit regression with arbitrary slopes. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 19(1), 1-11.
- **Maatougui, M. E. H. 1995.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture*, numéro spécial Fève : 23- 27.
- **María Pardo-Muras, Carolina G. Puig, X. Carlos Souto, Nuria Pedrol. 2020.** Water-soluble phenolic acids and flavonoids involved in the bioherbicidal potential of *Ulex europaeus* and *Cytisus scoparius*, *South African Journal of Botany*, 133: 201-211.
- **Martin, S.G., Van Acker, R.C. and Friesen. L.F. 2001.** Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science*, 49 : 326 – 333.
- **McCully K., Tremblay R. et Chiasson G. 2004.** Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau- Brunswick (MAPANB), 15 p.
- **McGiffen, M.E., Masiunas, J.B. and Huck, M.G. 1992.** Tomato and nightshade (*Solanum nigrum* L. and *S. ptycanthum* Dun.) effects on soil water content. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117 : 730-735.
- **Meddour-Sahar O. et Derridj A. 2010.** Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 21(3):187-195.
- **Mekky, M.S., Hassanien, A.M.A. Kamel, E.M. et Ismail, A.E.A. 2019.** Allelopathic effect of *Ocimum basilicum* L. extracts on weeds and some crops and its possible use as new crude bio-herbicide. *Annals of Agricultural Sciences*, 64(2) : 211-221.
- **Melakhessou, Z. 2020.** Etude de l'effet des mauvaises herbes sur les caractéristiques morphologiques, agronomiques, et leurs pouvoirs allélopathiques sur blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider de Biskra, 12 p.

Références Bibliographiques

- **Modhej, A., Rafatjoo, A. et Behdarvandi, B. 2013.** Allelopathic inhibitory potential of some crop species (wheat, barley, canola, and safflower) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). International Journal of Biosciences, 3(10) : 1-10.
- **Molisch, H. 2001.** The influence of one plant on another: allelopathy. In: Narwal SS (ed) LaFleur L. J. and Mallik M. A. B. (trans: from German). Scientific Publishers, Jodhpur, India.
- **Montazeri M. 2005.** Biological weed control. Agricultural Research and Education. Press, 207 p. (In Farsi).
- **Montegut J., 1980.** Que sont les mauvaises herbes ? Nuisibilité des mauvaises herbes (Généralités). Rev. Cultivar, n° 125, pp 9-13.
- **Mosango, M. 1983.** Influence des plantes adventices sur les plantes de culture : quelques résultats. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée. XXX,1.
- **O'Callaghan K.J. Jain V. Davey M.R. et Cocking E.C. 1997.** Flavonoid Enhancement of Sorghum Root Development. In: Martínez E., Hernández G. (eds) Highlights of Nitrogen Fixation Research. Springer, Boston, MA.
- **OMS. 2004.** Prévention des risques pour la santé liée à l'utilisation des pesticides dans l'agriculture. serie protection de la santé des travailleurs N°1. 36p.
- **Pardo-Muras, M., Puig, C. G., Souza-Alonso, P. and Pedrol, N. 2020.** The Phytotoxic Potential of the Flowering Foliage of Gorse (*Ulex europaeus*) and Scotch Broom (*Cytisus scoparius*), as Pre-Emergent Weed Control in Maize in a Glasshouse Pot Experiment. Plants, 9, 203 : 1-15.
- **Parker, C. 2009.** Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. Pest Manage. Sci. 65 :453–459.
- **Projet de numérisation de la flore de L'Abbé Coste par le réseau Tela botanica - 2011.**
<https://www.tela-botanica.org/wikini/florecoste/>
- **Putnam, A. R. 1985.** Weed Allelopathy. In Duke, S. O. (Ed.), Weed Physiology. Reproduction and Ecophysiology (Volume 1, pp. 131-155). CRC Press.
- **Putnam, A. R. 1988.** Allelochemicals from Plants as Herbicides. Weed Technology, 2, 510–518.
- **Rajcan, I. and Swanton, C. J. 2001.** Understanding maize–weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. Field Crops Res. 71 :139–150.

Références Bibliographiques

- **Raunkiaer, C. 1934.** The Life Form of Plants and Statistical Plant Geography. Collected Papers. Clarendon Press, Oxford, p. 632p.
- **Rice, E.L. 1984.** Allelopathy. 2nd ed. Orlando (Florida): Academic Press, 424 p.
- **Richard D. 2011.** Flore et végétation du conservatoire botanique Michel Adanson de Mbour (Sénégal) : perspectives pour un plan d'aménagement et de gestion. Mémoire Master. Uni. CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, p 26.
- **Safir A. 2007.** Approche phénologique de quelques groupements d'adventices des cultures dans la région de Tipaza. 73p.
- **Satorre, E.H. and Snaydon, R.W. 1992.** A comparison of root and shoot competition between spring cereals and *Avena fatua* L. Weed Research 32 :345-352.
- **Simpson, M.G. 2010.** Plant systematics, 2nd edition. Academic Press, Burlington, Massachusetts.
- **Soltys-Kalina, D., Murawska, Z., Strzelczyk-Żyta, D., Wasilewicz-Flis, I. and Marczewski, W. 2019.** Phytotoxic potential of cultivated and wild potato species (*Solanum* sp.): role of glycoalkaloids, phenolics and flavonoids in phytotoxicity against mustard (*Sinapis alba* L.). Acta Physiologiae Plantarum, 41(55) : 1-9.
- **Spichiger, R. Savolainen, V. Figeat M. Jeanmonod D. et Perret M. 2004.** Botanique systématique des plantes à fleurs. Edition 3. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne. 413p.
- **Sriombat N., Patamawan P. and Nudchanart K. 2012.** Effet des extractions d'agrumes sur l'inhibition de la croissance des plantes par les graines de laitue (*Lactuca sativa* L) : Essai biologique sur la germination et la longueur des plantules. JPBMS, 22 (22) : 1-4.
- **Tahir, N. A., Qader, K. O., Azeez, H. A. and Rashid, J. S. 2018.** Inhibitory allelopathic effects of *Moringa oleifera* Lamk plant extracts on wheat and *Sinapis arvensis* L. Allelopathy Journal, 44(1): 35-48.
- **Teyker, R.H., Hoelzer, H.D. and Liebl, R.A. 1991.** Maize and pigweed response to nitrogen supply and form. Plant and Soil, 135(2) : 287-292.
- **Torres, A., Oliva, R. M., and Cross, P. 1996.** First World Congress on Allelopathy. A science of the future. SAI (University of Cadiz) Cadiz, Spain.

Références Bibliographiques

- **Utkina, N. K., Elena, L. Chaikina and Mikhail M. 2017.** Anisimov. Influence of Aaptamine Alkaloids on the Growth of Seedling Roots of Agricultural Plants. Natural product communication, 12(9) : 1437-1438.
- **Valantin-Morison M., Guichard L., Jeuffroy M.H. 2008.** Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? Innovations Agronomiques 3 : 27-41.
- **Waterman, P. G. 1994.** Costs and benefits of secondary metabolites to the *Leguminosae* 5: 129-149.
- **Wen D, Hou H, Meng A et al .2018.** Rapid evaluation of seed vigor by the absolute content of protein in seed within the same crop. Sci Rep 8 : 55-69.
- **Whittaker, R. H. 1970.** The biochemical ecology of higher plants. Chemical ecology, 3 : 43-70.
- **Wink, M. (1983).** Inhibition of seed germination by quinolizidine alkaloids. Planta 158 : 365–368.
- **Zimdahl, R. L. 2004.** Weed–Crop Competition: A Review. Oxford, UK: Blackwell Publishing. 220 p.
- **Zimdahl, R.L. 2018.** Fundamentals of Weed Science. 5nd Ed. Academic Press. 253-270.

Résumé

Résumé

Le présent travail a pour but d'évaluer le potentiel phytotoxique des extraits aqueux de *Cytisus triflorus* L'Hérit., obtenus avec et sans agitation, vis-à-vis de *Sinapis arvensis* L. L'essai biologique a porté sur la germination des graines et la croissance des pousses de l'espèce adventice ainsi que sur les espèces modèles *Lactuca sativa* L. et *Lepidium sativum* L. En comparaison au témoin, les paramètres de la germination de la laitue, du cresson et de la moutarde étaient significativement différents de ceux du témoin, à partir des concentrations respectives 3.75%, 7.5%, 15% (IVS) ; 7.5%, 15%, 15% (TMG) et 15% (PG).

L'analyse statistique des paramètres de la germination de *S. arvensis* testée par les deux extraits, a révélé l'influence très significative de la concentration de l'extrait sur les valeurs de PG et IVS ($p \leq 0.001$), tandis que le TMG n'est que légèrement affecté par la concentration des extraits ($p \leq 0.05$). Un effet significatif du mode d'extraction, est enregistré par ailleurs sur les paramètres PG ($p \leq 0.05$) et IVS ($p \leq 0.01$). Les longueurs des radicules/hypocotyles des deux groupes de graines ont été significativement affectées par les deux extraits ($p \leq 0.001$). Contrairement aux hypocotyles, les longueurs des radicules sont significativement impactées par le type d'extrait appliqué ($p \leq 0.001$).

Mots-clés : bioherbicide, *Cytisus triflorus*, extrait aqueux, *Sinapis arvensis*.

Abstract

The aim of this work is to evaluate the phytotoxic potential of the aqueous extracts of *Cytisus triflorus* L'Hérit., Obtained with and without agitation, against *Sinapis arvensis* L. The biological test focused on seed germination and seedling growth of the weed species as well as the model species *Lactuca sativa* L. and *Lepidium sativum* L. Compared to the control, the germination parameters of lettuce, watercress and mustard were significantly different from those of the control, from the respective concentrations 3.75%, 7.5%, 15% (IVS); 7.5%, 15%, 15% (TMG) and 15% (PG).

The statistical analysis of the germination parameters of *S. arvensis* tested by the two extracts, revealed the very significant influence of the concentration of the extract on the values of PG and IVS ($p \leq 0.001$), while the TMG is only slightly affected by the concentration of extracts ($p \leq 0.05$). A significant effect of the extraction mode is also recorded on the parameters PG ($p \leq 0.05$) and IVS ($p \leq 0.01$). The lengths of the radicles / hypocotyls of the two groups of seeds were significantly affected by the two extracts ($p \leq 0.001$). Unlike hypocotyls, the lengths of the radicles are significantly impacted by the type of extract applied ($p \leq 0.001$).

Keywords : bioherbicide, *Cytisus triflorus*, aqueous extract, *Sinapis arvensis*.

الملخص

الهدف من هذا العمل هو تقييم القدرة السامة للنبات من المستخلصات المائية لنبات اللقطة (*Cytisus triflorus*. L'herit) التي تم الحصول عليها بعملية التحريك المغناطيسي او بدونها، لتثبيط انتشار الخردل البري (*Sinapis arvensis*.L) حيث أثر الاختبار البيولوجي على إنبات البذور ونمو النباتات الضارة أيضًا. كما هو الحال في الأنواع النموذجية الخس (*Lactuca sativa* L.) والرشاد المزروع (*Lepidium sativum* L.) مقارنة مع الشاهد، اختلفت معايير إنبات الخس والجرجير والخردل اختلافًا كبيرًا عن تلك الموجودة في الشاهد، من التركيزات المعنية: 3.75%، 7.5%، 15% (IVS)؛ 7.5%، 15%، 15% (TMG) و 15% (PG).

أظهر التحليل الإحصائي لمعاملات إنبات الخردل البري (*S. arvensis*) التي تم اختبارها بواسطة المستخلصين، تأثيرًا مهمًا جدًا لتركيز المستخلص على قيم (PG) و $p \leq 0.001$ (IVS)، بينما تأثرت قيم (TMG) بشكل طفيف فقط. بتركيز المستخلصات ($p \leq 0.05$). تم أيضًا تسجيل تأثير كبير لوضع الاستخراج على قيم (PG) ($p \leq 0.05$) و (IVS) ($p \leq 0.01$). تأثرت أطوال الجذور لكلا المجموعتين من البذور بنسبة تأثير الاهتمام ($p \leq 0.001$)، على عكس السويقات تحت فلقية، فقد تأثر المستخلص المطبق ($p \leq 0.001$) على أطوال جذورها مهمًا جدًا.

الكلمات الرئيسية: اللقطة (*Cytisus triflorus*)، مبيدات حيوية، مستخلص مائي، الخردل البري (*Sinapis arvensis*)