



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 de l'effet de la méthode d'extraction sur le
potentiel phytotoxique de l'extrait aqueux
de *Cytisus triflorus* L'Hérit.**

Présenté par :

OUTAFAT Khadidja et AGOUNI Nawel

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente	Mme FAZOUANE F.	Pr	UMBB
Examinatrice	Mme HALLADJ F.	MCB	UMBB
Promotrice	Mme AIT KACI K.	MCB	UMBB

2021-2022

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 entière reconnaissance pour notre promotrice Mme **Ait-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 exprimés pour les membres du jury, Mme **FAZOUANE F.** d'avoir accepté de présider ce jury, également à Mme **HALLADJ F.** 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 et des laboratoires de CNCC (Centre national de Contrôle et certification des semences) 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 ma très chère mère, la lumière de mes jours, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ton encouragement, tes sacrifices et ton affection ont été toujours ma source de force. Puisse Dieu Le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur, à toi maman que j'adore

FATIMA ZOÛRA.

*A mon cher père, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager durant mes années d'études, que dieu, le très haut, t'accorde santé, bonheur et longue vie, toi mon père **ALI**, la joie de ma vie.*

*A mes très chers frères **MOÛAMED, YUCEF, ABDELKRIM** ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le Tout Puissant, vous protège et vous garde.*

*A ma chère copine **NAWEL** pour son soutien, encouragements, je te souhaite une carrière pleine de succès.*

A ma famille et mes amis qui me donnent de l'amour et de la vivacité et à qui je Souhaite plus de succès.

OUÛAÛA KHADÛJA



Dédicace

*Je veux remercier Dieu avant tout clément et miséricorde pour
Être mon meilleur confident et pour me permettre de réaliser mes rêves et être
toujours avec moi.*

Je dédie ce mémoire

*A mon père **ABDELMADJIDE***

*Tu es un pilier solide et incontournable pour ma personne et mon parcours. Que
DIEU te donne santé et longue vie.*

*A ma très chère mère **SIAD Dalila**, qui n'a cessé de donner d'elle-même pour que je
sois heureux et qui m'a toujours encouragée dans les moments les plus difficiles
A mes trois trésors sœurs : qui m'ont soutenu tout au long de la réalisation de ce
travail.*

*A mes grands-pères **AGOUNI Slimane** **RABI YARAHMO** et **SIAD Ali***

A mes chères grands-mères

A mes cousins et cousines.

A mes ami (e) s :

Ma gratitude restera sans limites.

AGOUNI Nawel



SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1 Les Mauvaises herbes.....	3
1.1 Définition.....	3
1.2 L'origine des mauvaises herbes.....	3
1.3 Classification.....	4
1.3.1 Selon les types biologiques.....	4
1.3.2 Selon le cycle biologique.....	6
1.4 Concurrence entre les mauvaises herbes et la culture.....	9
1.4.1 Concurrence pour l'eau.....	9
1.4.2 Concurrence pour la lumière.....	9
1.4.3 Concurrence pour l'espace.....	9
1.4.4 Concurrence pour les éléments nutritifs.....	9
1.5 Impact des mauvaises herbes sur les cultures.....	9
1.6 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes.....	10
1.7 Un exemple pratique de l'allélopathie.....	11
1.7.1 Caractéristiques taxonomiques et botaniques.....	11
1.7.2 L'effet de la moutarde noire sur les cultures.....	13
1.8 Le mécanisme d'action des plantes à effet phytotoxique (allélochimique).....	13
I.2 Les pesticides.....	14
2.1 Définition.....	14
2.2 Classification des pesticides.....	14
2.3 Risques toxicologiques et environnementaux des pesticides.....	15
2.4 Les bioherbicides.....	16
2.4.1 Classification des bioherbicides.....	16
2.4.1.1 Bioherbicides d'origine microbienne.....	17
2.4.1.2 Bioherbicides d'origine végétale.....	18
2.4.2 Mode d'action biochimique des bioherbicides.....	19
I.3 L'espèce <i>Cytisus triflorus</i> L'Hérit.....	19
3.1 Position taxonomique et description botanique.....	19
3.2 Intérêt de <i>C. triflorus</i> L'Hérit.....	20

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Matériel végétal test	23
1.1 Plante test	23
1.2 Identification de la plante	23
1.3 Préparation de la plante test et sa conservation.....	24
1.4 Graines test.....	24
II.2 Préparation de l'extrait aqueux test.....	25
2.1 Extraction par macération et agitation.....	25
II.3 Essais de germination des graines.....	27
3.1 Test préliminaire de germination.....	27
3.2 Evaluation des paramètres de la germination	28
3.3 Taux de réduction radiculaire et caulinaire.....	30
3.3.1 Pourcentage de germination.....	31
3.3.2 Pourcentage d'inhibition.....	31
3.3.4 Temps moyen de germination.....	31
3.3.5 Index de vigueur de semis IVS (Vigor index of seedling)	32
II.4 Détermination de la matière sèche (MS).....	32
4.1 Procédure.....	32
4.2 Mesure de poids frais	32
4.3 Mesure de poids sec	32
4.4 Détermination de la matière sèche.....	33
II.5 Analyse statistique.....	34

Chapitre III : Résultats et discussion

III .1. Evaluation de l'effet phytotoxique de l'extrait aqueux foliaire de <i>Cytisus triflorus</i> sur les paramètres de germination des graines laitue et de moutarde noire.....	36
III 2. Effet phytotoxique de l'extrait aqueux foliaire de <i>C. triflorus</i> sur le paramètre de la croissance des graines de la laitue et de la moutarde.....	38
III 3. Effet sur la matière sèche MS.....	41
III 4. Effet de la méthode d'extraction sur l'activité phytotoxique de l'extrait aqueux foliaire de <i>C. triflorus</i>	43
Conclusion	48
Références bibliographiques.....	51

LISTE DES ABREVIATIONS

AM : agitation magnétique

Ang. : Anglais.

US: ultrason

ANOVA : analyse de variance (Analysis Of Variance)

IG : Inhibition de la germination.

LR : Longueur de la racine.

PG : Pourcentage de germination.

Ch : Chaméphyte

CNCC : Le centre national de contrôle et de certification des semences et plants

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

H : Hémicryptophyte

I (%) : le taux d'inhibition

IVS : l'indice de vigueur de semis

MH : mauvaises herbes

MS : matière sèche

NPh : Nanophanérophyte

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

Ph : Phanérophyte

Th : Thérophyte

TMG : temps moyen de germination

ITC : Allyl-isothiocynate

TR : Taux de réduction

LH : longueur d'hypocotyle

R.p.m : Rotation par minute

J: Jour

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification de <i>C. triflorus</i> L'Hérit.....	21
Tableau 2 : Paramètres de germination des graines de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de <i>C. triflorus</i>	36
Tableau 3 : Longueur des racines et des hypocotyles des graines de la laitue et de la moutarde traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de <i>C. triflorus</i>	39
Tableau 4 : Le pourcentage de la matière sèche de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de <i>C. triflorus</i>	42
Tableau 5 : Résultats de l'ANOVA appliquée aux paramètres de germination des graines de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits aqueux AM et US de <i>C. triflorus</i>	43

Liste des figures

Figure 1: Origines possible des espèces devenues mauvaise herbe.....	4
Figure 2 : Types biologiques	6
Figure 3 : Cycle biologique des plantes annuelles.....	7
Figure 4: Cycle biologique des plantes bisannuelles.....	8
Figure 5: Différentes parties de la plante (<i>Brassica nigra</i> L.).....	12
Figure 6 : Mode d'action des Allélochimiques.....	14
Figure 7 : Classification des bioherbicides	17
Figure 8: Différentes parties de la plante <i>Cytisus triflorus</i>	20
Figure 9: Localisation d'Azazga (Wilaya de Tizi Ouzou) sur la partie nord de la carte d'Algérie.....	22
Figure 10: Les feuilles de <i>C. triflorus</i> utilisées dans l'expérimentation.....	24
Figure 11 : Un renflement à la surface de l'Erlenmeyer.....	24
Figure 12 : Mesure de poids des feuilles de <i>C. Triflorus</i> utilisée dans l'expérimentation.....	26
Figure 13 : Solution mère.....	26
Figure 14 : Filtration de la solution mère.....	26
Figure 15 : Différentes solutions à concentration décroissantes (1 – 6) de l'extrait aqueux des feuilles de <i>C. triflorus</i>	27
Figure 16 : Dispositif expérimental : mise en germination de graines de <i>Lactuca Sativa</i> avec témoin l'eau distillée.....	28
Figure 17 : Incubation des boîtes de Pétri	28
Figure 18 : Des graines de l'espèce <i>Lactuca sativa</i> L., traitées par différentes concentrations de l'extrait aqueux de <i>C. triflorus</i> avec deux méthodes (ultrason, agitation), après 7 jours d'incubation	29
Figure 19: Des graines de l'espèce adventice <i>Brassica nigra</i> L., traitées par l'extrait aqueux de <i>C. triflorus</i> à 7,5% avec deux méthodes (ultrason, agitation) après 3 jours d'incubation.....	29
Figure 20 : Mesure avec logiciel ImageJ de la longueur de l'hypocotyle et de la racine de <i>Lactuca Sativa</i> L. traitée par l'extrait aqueux des feuilles de <i>C. triflorus</i> à 7,5 %.....	30
Figure 21: Des pousses des deux espèces avec traitements de différentes concentrations avant séchage.....	33

Figure 22: Des pousses des deux espèces avec traitements de différentes concentrations après séchage.....	34
Figure 23 : Effet de l'extrait aqueux US de <i>C. triflorus</i> sur les paramètres LH, LR et MS de la moutarde noire.....	40
Figure 24 : Effet de l'extrait aqueux AM de <i>C. triflorus</i> sur les paramètres LH, LR et MS de la moutarde noire.....	41
Figure 25 : Effet de la méthode d'extraction de l'extrait de <i>C. triflorus</i> sur le PG de la moutarde.....	43
Figure 26 : Effet de la méthode d'extraction de l'extrait de <i>C. triflorus</i> sur le LR de la moutarde.....	44
Figure 27 : Effet de la méthode d'extraction de l'extrait de <i>C. triflorus</i> sur le LH de la moutarde.....	44
Figure 28 : Effet de la méthode d'extraction de l'extrait de <i>C.triflorus</i> sur la MS de la moutarde.....	44

Introduction

D'après les pronostics de l'ONU (2016), la population mondiale continuera à 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 ont entraîné 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**).

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.

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

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I.1 Les Mauvaises herbes

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 Origine des mauvaises herbes

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

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

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

Ces mauvaises herbes peuvent avoir plusieurs origines :

- Des espèces pionnières ou colonisatrices.
- Provenir d'habitats perturbés, et de certains milieux ouverts non perturbés.
- Des espèces de formations stables.
- Des espèces allochtones, envahissantes.

- Des espèces inféodées aux milieux artificialisés. De manière schématique, on peut représenter les milieux d'origine des mauvaises herbes comme indiqué sur la figure 01.

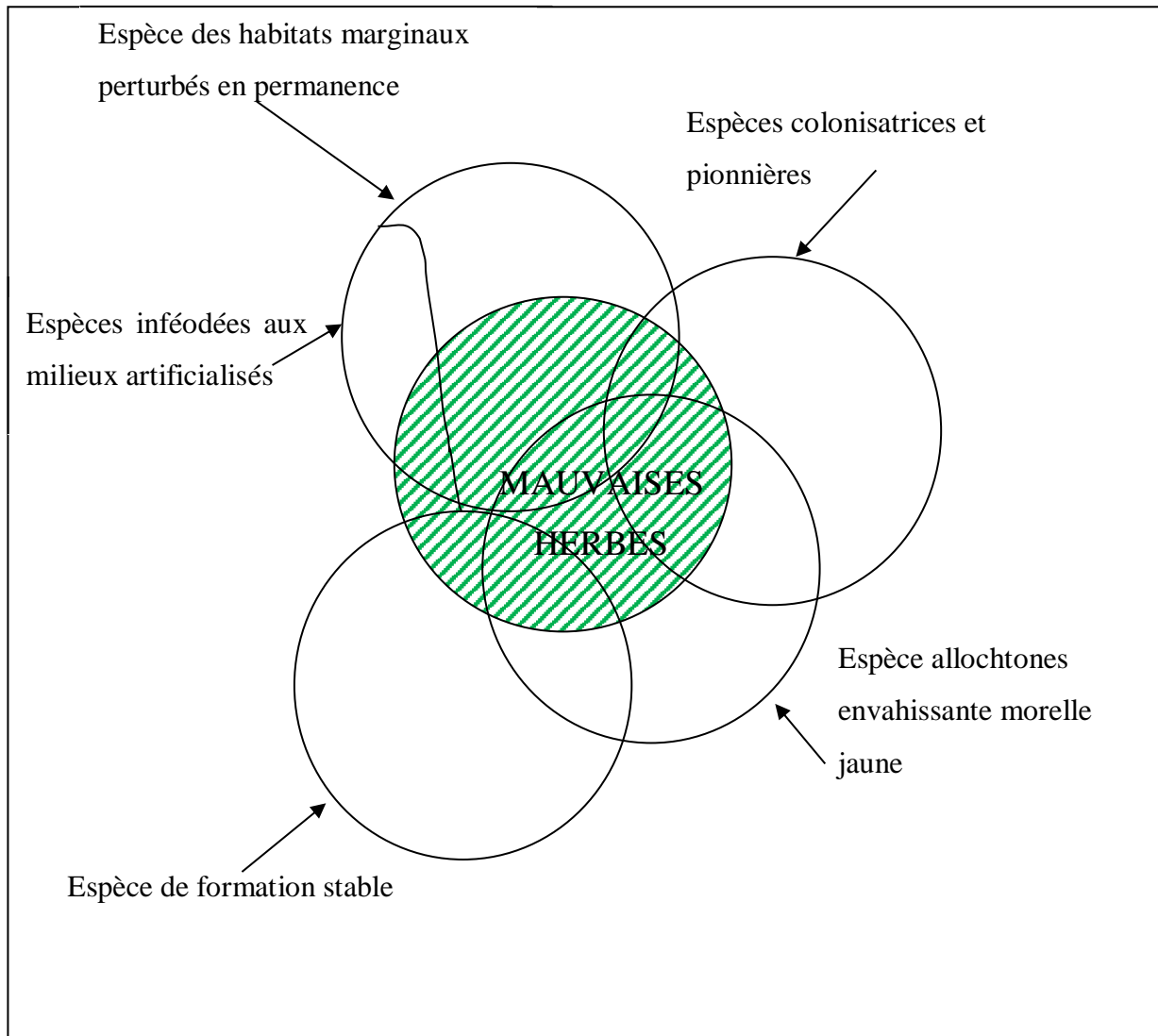


Figure 01 : Origine possible des espèces devenues mauvaise herbe (Maillet, 1992).

1.3 Classification

1.3.1 Selon les types biologiques

Selon Richar (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) :

-**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 leurs 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 (**Lebrun, 1966**).

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**).

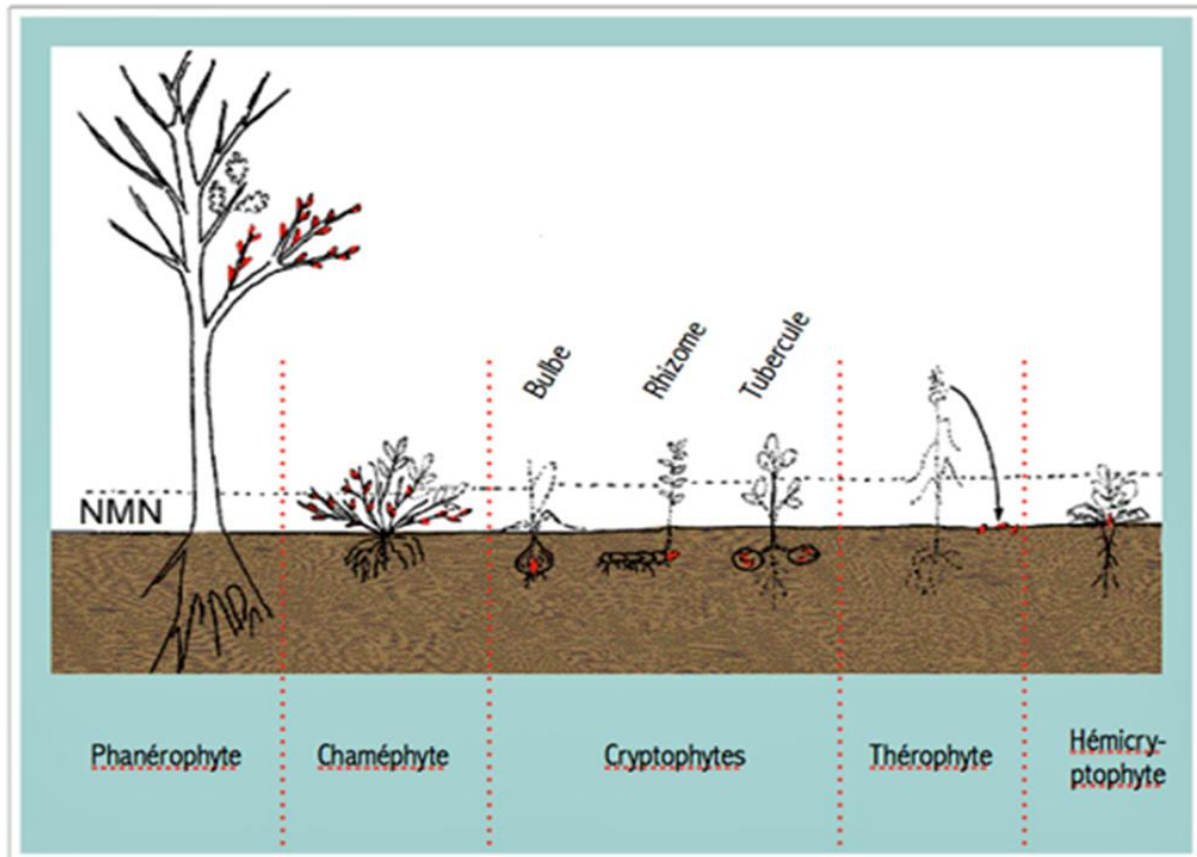


Figure 2 : Types biologiques selon la classification de **Raunkiaer (1905)**.
NMN : niveau moyen de la neige.

1.3.2 Selon le cycle biologique

- **Plantes annuelles**

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

- **Les annuelles d'été**

Les plantes annuelles d'été germent au printemps et en été, produisent des organes Végétatifs, des fleurs et des graines et meurent la même année. Les mauvaises herbes annuelles d'été ont en commun la propriété de pousser très rapidement et de produire beaucoup de graines. Les nouvelles plantes qui poussent à l'automne sont habituellement détruites par le gel (**Djellad, 2017**).

- **Les annuelles d’hiver**

Les plantes annuelles hivernantes germent de la fin août - début novembre et passent l’hiver à l’état de rosettes. Le printemps suivant, elles poussent très rapidement, fleurissent, produisent des graines puis meurent à la fin de la saison (**Djellad, 2017**).

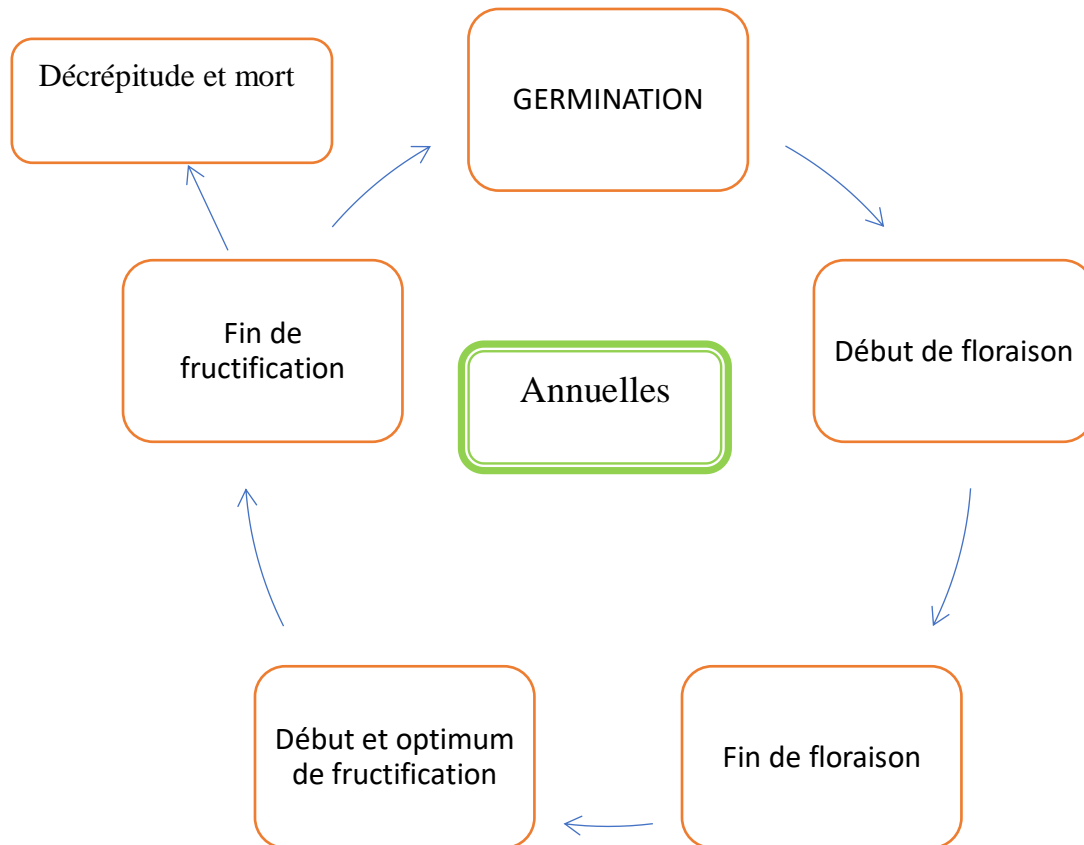


Figure 03 : Cycle biologique des plantes annuelles (**Hanitet, 2012**).

- **Les bisannuelles**

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

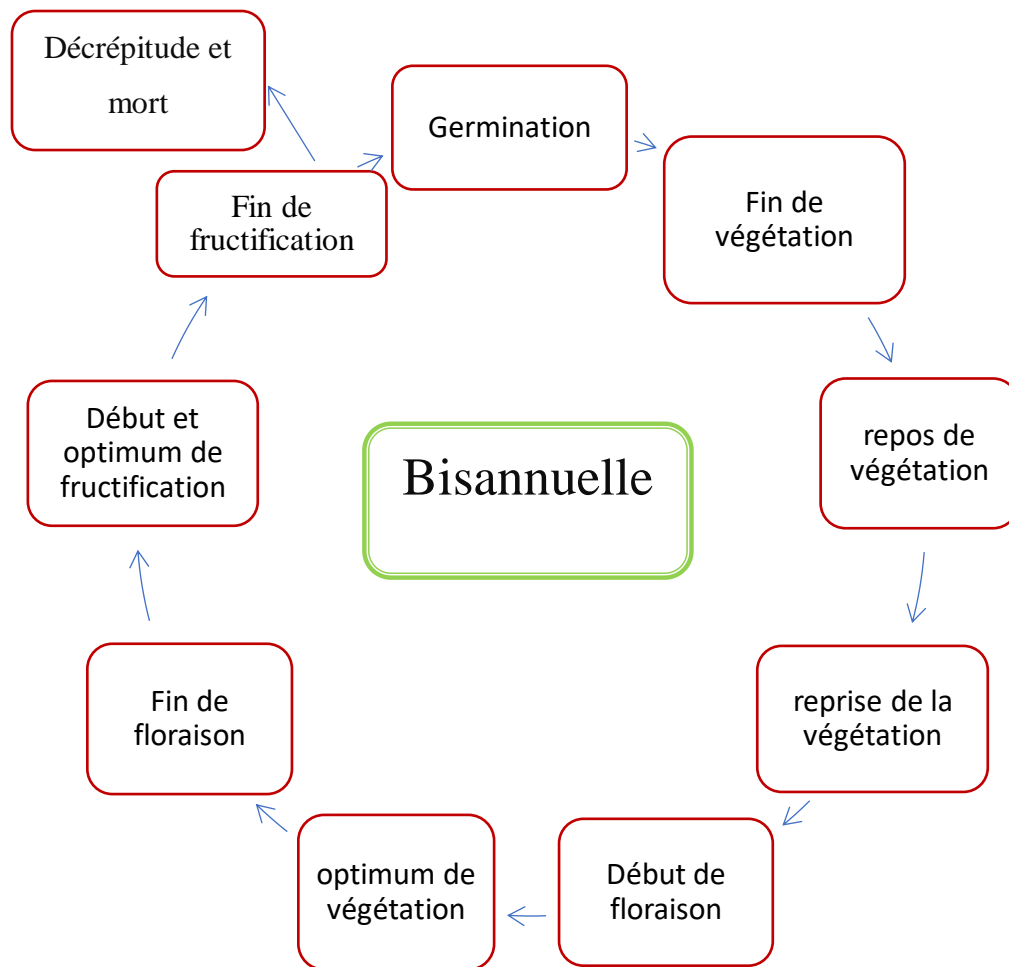


Figure 04 : Cycle biologique des plantes bisannuelles (**Hanitet, 2012**).

- **Les vivaces**

Les mauvaises herbes vivaces repoussent année après année et sont particulièrement difficiles à détruire une fois qu'elles sont établies. Toutes les plantes vivaces peuvent se reproduire végétativement ou par graines. De nouveaux plants peuvent naître à partir de structures végétatives spécialisées comme les rhizomes, les tubercules, les stolons ou les tiges souterraines. Certaines plantes vivaces poussent en solitaire et on les appelle les vivaces simples, qui se multiplient principalement par les graines, mais elles peuvent se reproduire par le mode végétatif lorsque les racines sont coupées et dispersées par un travail du sol (**McCully et al., 2004**).

D'autres mauvaises herbes vivaces poussent en grandes colonies ou en plaques à partir de réseaux de racines ou de rhizomes souterrains, on les appelle les vivaces rampantes. Les vivaces rampantes, se reproduisent à la fois de façon végétative et à partir de graines (**McCully et al., 2004**).

1.4 Concurrence entre les mauvaises herbes et la culture

La concurrence est la compétition qui s'établit entre plusieurs organismes pour une même source où la demande excède les disponibilités.

Les mauvaises herbes peuvent avoir un effet négatif direct vis-à-vis des éléments nécessaires à la croissance : eau, éléments fertilisants, lumière, espace de développement.

1.4.1 La concurrence pour l'eau

Selon (**Tirichine, 1993 in Hanitet 2012**), le développement des mauvaises herbes engendre une diminution de la disponibilité en eau dans le sol ce qui engendre un déficit hydrique et provoque le phénomène de stress hydrique qui a un effet néfaste sur la croissance de la plante cultivée. Lorsque les conditions du milieu sont sèches, la nuisibilité directe entre les mauvaises herbes et la culture est plus élevée.

1.4.2 La concurrence pour la lumière

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

1.4.3 La concurrence pour l'espace

Peu d'espèces peuvent s'implanter lorsque certaines mauvaises herbes se développent en peuplements très dense dans la surface cultivée (**Longchamps, 1977**). Dans le sol, la compétition pour l'espace dépend largement de la profondeur explorée par les racines et du développement total du système racinaire ainsi que du développement de l'appareil aérien.

1.4.4 La concurrence pour les éléments nutritifs

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**).

1.5 Impact des mauvaises herbes 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).

1.6 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes

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

L'allélopathie a un intérêt majeur pour les chercheurs qui s'intéressent aux systèmes agricoles. Des effets allélopathiques des plantes de cultures à l'égard des mauvaises herbes pourraient être très bénéfiques (Ricklefs et Miller, 2005 ; Duke *et al.*, 2002). L'allelopathie du riz est un mécanisme de défense qui se produit naturellement contre les adventices du riz, qui

implique plusieurs facteurs, particulièrement la dynamique des allélochimiques et l'activité microbienne spécifique dans le sol (**Kong et al., 2008**).

Batlang et Shushu (2007) ont trouvé que les extraits des racines et des feuilles de tournesol (*Helianthus annuus* L.) réduisent la germination des graines, le développement des plantules et le poids sec des adventices. (**Kong et al., 2008**) ont trouvé que les composés extraits des racines du riz peuvent modifier la communauté microbienne du sol et indirectement ont affecté le développement de quelques adventices du riz.

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

1.7 Un exemple pratique de l'allélopathie

- Cas de la moutarde noire (*Brassica nigra* L.).

1.7.1 Caractéristiques taxonomiques et botaniques

Sur le plan taxonomique, la moutarde noire se rattache à la famille des Brassicacées, genre *Brassica* et espèce *Brassica nigra* L. (**Koch, 1833**). Les Brassicacées regroupent 3709 espèces réparties sur plus de 338 genres (**Al-Shehbaz et al., 2006**). Sur le plan botanique, La moutarde noire est une plante annuelle, velue-hérissée à la base. Elle possède une tige dressée d'environ 1 mètre, à rameaux étalés. Les feuilles sont toutes pétiolées, les inférieures pennatifides et lyrées (avec un lobe terminal beaucoup plus grand que les autres), glauques à marge denticulée ou dentée, les supérieures lancéolées, entières ou un peu dentées. Le racème porte des fleurs assez grandes jaunes de 10-12 mm à pédicelle court appliqué contre l'axe, odorante. La floraison s'étale d'avril à octobre. Le fruit est une silique, appliquée contre l'axe, linéaire, de 1-2,5 cm x 2-3 mm, sessile, glabre, subtétragone, un peu bosselée, à bec grêle de 4 à 5 fois plus court que les valves. A maturité, les graines sont brun-noirâtre et ont une saveur très piquante, Il contient entre 8 à 12 graines (**Simpson, 2010**).

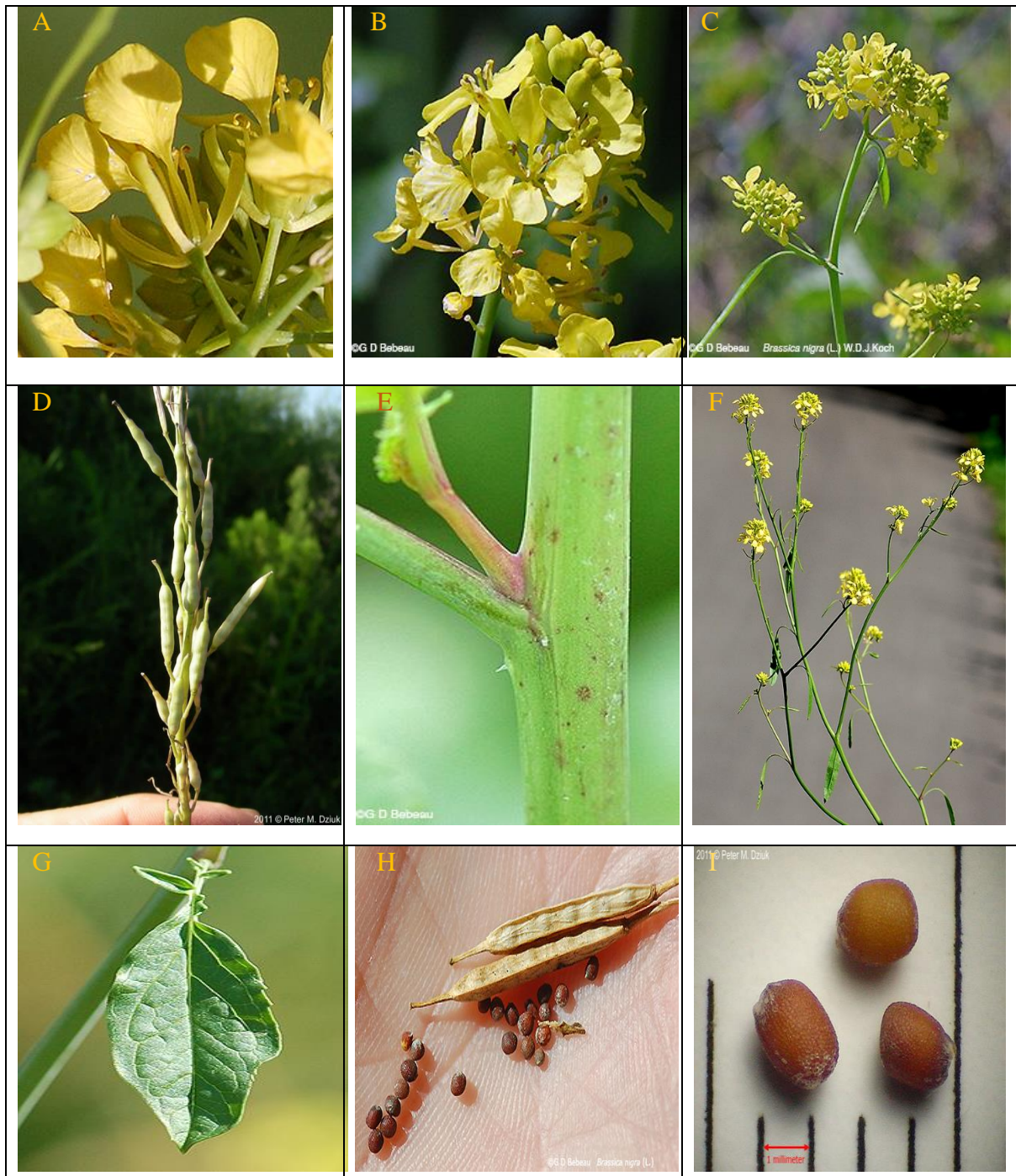


Figure 5 : Différentes parties de la plante (*Brassica nigra* L.) (Peter, 2011; Bebeau, 2013).

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

1.7.2 Effet de la moutarde noire sur les cultures

La moutarde noire (*Brassica nigra* L. Koch.) contient des composés allélochimiques solubles dans l'eau qui inhibent la germination et la croissance d'autres espèces. Ces substances, collectivement appelées allélochimiques sont généralement des produits végétaux secondaires ou des déchets produits des principales voies métaboliques des plantes (**Whittaker and Feeny, 1977 ; Hall and Henderlong, 1989 ; Chon and Kim, 2002**). Ce sont souvent des substances solubles dans l'eau qui sont libérées dans l'environnement par exsudation des racines, lessivage et décomposition des résidus végétaux. Plusieurs espèces de Brassica ont été signalées comme ayant des effets allélopathiques sur d'autres espèces végétales, réduction de la germination des graines et de l'émergence des cultures à petites céréales subséquentes lorsqu'elles sont cultivées en rotation comme par exemple l'allyl-isothiocyanate (ITC). Les composés volatils comme isoprénolide et benzénolide libérés par *Brassica* dégradent seulement des tissus, suppriment également la croissance de certaines mauvaises herbes (**Tollsten et Bergstrom, 1988**).

1.8 Le mécanisme d'action des plantes à effet phytotoxique (allélochimique)

Les allélochimiques sont principalement des métabolites secondaires (terpènes, alcaloïdes, molécule aromatiques ...), qui sont impliqué dans des interactions allélopathiques. (**Seigler, 1996**). Les facteurs abiotiques contrôlent la libération des composés et leur persistance dans le milieu (humidité, température, texture du sol, pH ...) (**Burgos-Lean, 1988**).

Ces produits chimiques affectent les processus physiologiques des plantes tels que la croissance, la division et l'élongation des cellules (**AL Jehaishy, 2017**). La production de phytohormones (IAA et GA) est réprimée dans les plantes adventices en raison de ces facteurs physiologiques de base. Le processus d'élongation cellulaire est limité (**Gulzar, 2016**). La production excessive d'hormone de stress (Éthylène et ABA). La modification de la perméabilité membranaire et de l'absorption minérale, la modification de la photosynthèse et de la respiration, ou bien encore par des interférences négatives avec les hormones de croissance. Le mode d'action des produits allélochimiques dans les plantes est illustré dans la figure 6.

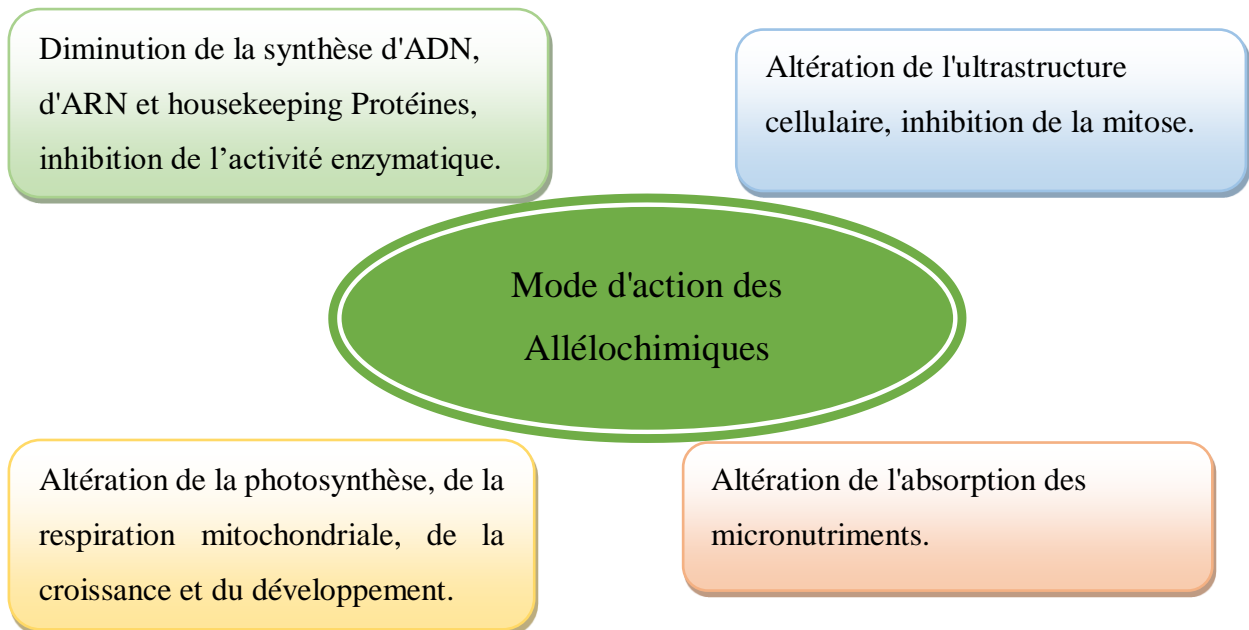


Figure 6 : Mode d'action des Allélochimiques (Dhanda *et al.*, 2022).

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, nématodes.
- **Les molluscides** : contre les mollusques, limaces et les escargots (**Fournier, 1988**).
- **Les herbicides** : ce sont les pesticides les plus utilisés (47 %) en termes de tonnage traité et de surface. Ils aident à éliminer les mauvaises herbes dans les cultures. Ils appartiennent à plus de 35 familles chimiques différentes. Les plus représentatifs sont les carbamates (chlorprophame, triallate), les urées substituées (diuron, isoproturon, etc.), les triazines (atrazine, simazine), les phytohormones (acide 2,4-D ou 2,4-dichlorophénoxyacétique), les amides (propryzamide etc.) (**Kesraoui-Abdessalem, 2008**).

2.3 Risques toxicologiques et environnementaux des pesticides

La contamination de l'environnement est directement liée aux propriétés physicochimiques des substances actives : les molécules persistantes, solubles dans l'eau et mobiles comme beaucoup d'herbicides présentent un risque beaucoup plus important de présence dans les eaux en particulier souterraines, risques confirmés par les contrôles effectués. Des produits très volatiles ont plus de risque de se retrouver dans l'atmosphère, mais là le domaine est moins connu parce que moins exploré, la compréhension des phénomènes qui les régissent est donc indispensable afin d'appréhender le mouvement des pesticides dans l'environnement. On peut

par exemple penser qu'un insecticide neurotoxique, du fait de l'homologie des cibles sera plus toxique pour l'homme, les vertébrés ou les arthropodes présents dans l'environnement qu'un herbicide ou qu'un fongicide. Les pesticides ayant été créés pour détruire des espèces vivantes, leur potentiel toxique sur les humains ou l'environnement a rapidement été incriminé. Si leur toxicité aigüe est avérée (**Dawson et al. 2010**), les effets d'une exposition à long terme de faibles doses de pesticides sont plus difficiles à évaluer. Cette exposition chronique est suspectée de nuire à la santé humaine en perturbant les systèmes nerveux, endocrinien, immunitaire, reproductif, rénal, cardiovasculaire et respiratoire (**Mostafalou et Abdollahi, 2013**). Plusieurs pesticides entre autres les herbicides (alachlore, atrazine) font partie de la liste des perturbateurs endocriniens (**Merhi, 2003**).

2.4 Les bioherbicides

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 sont des agents de lutte biologique appliqués de la même manière que les herbicides chimiques pour contrôler les mauvaises herbes, les herbicides biologiques peuvent être utilisés dans les milieux naturels comme les pâturages, les bords de chemin et les forêts, ainsi que dans les milieux cultivés comme les pelouses, les vergers et les cultures en rangs. Ils sont appliqués sous forme de granulés ou de pulvérisations à l'aide de techniques d'application antiparasitaires conventionnelles (**Bailey et al., 2010**).

Les bioherbicides ciblent des adventices spécifiques dans des conditions spécifiques sans causer de dommages aux cultures qui sont appliquées. Ils peuvent cibler une ou plusieurs mauvaises herbes, mais les effets potentiels sur les hôtes non ciblés sont bien connus et gérés grâce à la biologie des herbicides biologiques et aux limites associées à leur application (**Nursat et al., 2006**).

2.4.1 Classification des bioherbicides

Les herbicides biologiques sont divisés en deux catégories selon leur origine (**Aldetal, 2003 ; Caldwell et al., 2012**) : les produits végétaux et les agents pathogènes. Chaque catégorie comprend plusieurs formes d'herbicides biosourcés (Figure 7).

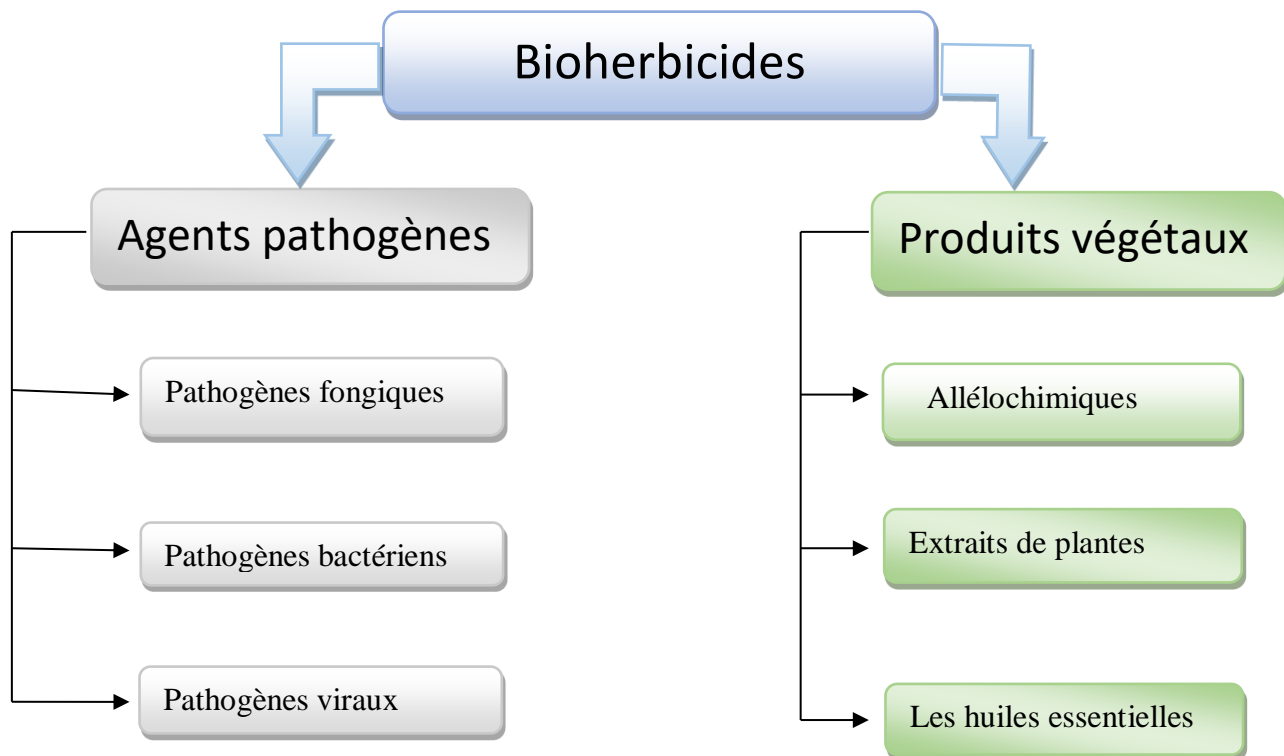


Figure 7 : Classification des bioherbicides (Aldetal, 2003 ; Caldwelletal, 2012).

2.4.1.1 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 (*Ciridium arvense*) (Skipp *et al.*, 2013).

- **Virus**

Des virus comme *Tobacco Rattle Virus* peuvent également être utilisés comme herbicides biologiques pour lutter contre les mauvaises herbes, mais ils sont moins efficaces que les fongicides (Kollmann, 2007).

- **Bactéries**

De nombreuses manipulations génétiques des espèces bactériennes les plus répandues telles que *Pseudomonas fluorescens* et le *Colza xanthomonas* ont été démontrées pour le contrôle des mauvaises herbes. Ainsi, *Pseudomonas fluorescens* a la capacité d'inhiber la germination de ce dernier, qui comprend 8 espèces dicotylédones et 21 espèces monocotylédones (**Banowitz et al., 2008**).

2.4.1.2 Herbicides biologiques d'origine végétale

Les produits végétaux peuvent être utilisés comme agents de lutte contre les mauvaises herbes sous trois formes : extraits de plantes, huiles essentielles et produits allélochimiques. L'inhibition de la germination des mauvaises herbes et la réduction de la croissance des plantes sont les principaux modes d'action des produits à base de plantes. Les extraits de n'importe quelle partie de la plante peuvent contenir diverses substances naturelles biologiquement actives : peptides, alcaloïdes, terpénoïdes, phénoliques, etc. (**Borg & Sandman, 1989**).

- **Les extraits brutes**

Les alcaloïdes et les polyphénols sont des extraits obtenus par l'extraction avec des solvants organiques (généralement de l'alcool) ou de l'eau distillée, et après évaporation du solvant, le résidu obtenu peut être utilisé dans la formulation d'herbicides pour plantes (**Falleh et al., 2011**). Ces composés jouent un rôle important dans les mécanismes de défense des plantes contre les stress biotique 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. Ainsi, 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.

2.4.2 Modes d'action biochimiques des herbicides

De nombreuses voies de biosynthèse produisent des substances essentielles à la croissance et au développement normal des plantes. Les herbicides qui inhibent la biosynthèse des caroténoïdes réagissent sur plusieurs sites, bien qu'il semble y avoir quelques sites communs susceptibles d'être attaqués. Indépendamment du rôle de l'appauvrissement en acides aminés, la synthèse de deux classes différentes d'acides aminés est connue pour être fortement inhibée par les herbicides : les acides aminés aromatiques et les acides aminés à chaîne ramifiée.

Pour que les cellules végétales restent fonctionnelles, leurs systèmes membranaires, en particulier la membrane plasmique qui sépare le cytoplasme de l'espace extracellulaire, doivent rester intacts. Les deux herbicides qui ont leur action au niveau du photosystème I de la réaction lumineuse de la photosynthèse sont le paraquat et le diquat. Le seul herbicide synthétique connu pour inhiber la glutamine synthétase est le glufosinate (**Dan Hess, 1993**).

Le mode d'action biochimique des herbicides consiste en général, en l'inhibition de la biosynthèse de molécules indispensables pour la plante à travers l'inhibition de leur enzyme de biosynthèse, ce qui se répercute sur leur biomasse.

- Inhibition de la biosynthèse d'acides aminés
- Inhibition de l'amylase
- Inhibition de la biosynthèse des lipides
- Inhibition de la biosynthèse des caroténoïdes
- Inhibition de la photosynthèse

I.3 L'espèce *Cytisus triflorus* L'Hérit, Cytise à trois fleurs

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**).

Cytisus triflorus l'Hérit est une plante médicinale du Nord-Est de l'Algérie, connue sous le nom de " Ilougui ". Est un arbrisseau à rameaux nombreux, effilés, noirâtres, velus surtout vers le haut, et qui atteint la hauteur d'un homme (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 3 ensemble 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 gousses sont comprimées, un peu arquées, très-hérissée (Delamarck et Decandolle, 1992 ; Spichiger *et al.*, 2004).

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

La plante *Cytisus triflorus* est largement utilisée en médecine traditionnelle pour ses activités bénéfiques, mais malheureusement des études pharmacologiques très limitées ont confirmé scientifiquement une partie de son aspect ethnobotanique. En raison de ses propriétés astringentes, antiseptiques et cicatrisantes, *Cytisus triflorus* peut être utilisée en cataplasme pour l'eczéma et les infections fongiques, ou combiné avec de l'huile d'olive pour soigner les brûlures (Hamdi Pasha *et al.*, 2002). En plus des effets hémostatiques et antifongiques, les feuilles séchées de cette plante sont utilisées en infusion pour les ulcères gastriques (Baba-Aissa, 2011), car elles sont également utilisées comme « henné » pour traiter et teindre les cheveux (Ait-Kaci Aourahoun *et al.*, 2015).



Figure 8 : Différentes parties de la plante *Cytisus triflorus*. (Delamarck et Decandolle, 1992 ; Spichiger *et al.*, 2004).

Tableau 1 : Place de l'espèce *Cytisus triflorus* dans la systématique. (Auvray et Malécot, 2013).

<i>Cytisus triflorus</i> L'Hérit.	
Règne	<i>plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Fabales</i>
Famille	<i>Fabaceae</i>
Sous-famille	<i>Faboideae</i>
Genre	<i>Cytisus</i>
Espèce	<i>Cytisus triflorus</i> L'Hérit. (Syn. <i>Cytisus villosus</i> Pourr.)
Nom commun	Broom, Cytise à trois fleurs.

Chapitre II

Matériel et méthodes

Objectif de l'essai bioherbicide

Le but de la présente étude est d'examiner l'effet allélopathique d'un extrait aqueux des feuilles d'une plante médicinale *Cytisus triflorus* sur la germination et la croissance des graines de l'espèce adventice moutarde noire (*Brassica nigra* L.), et celle d'une espèce cultivée, la laitue (*Lactuca sativa* L.). L'expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire de germination de CNCC (Centre national de Contrôle et certification des semences), Rue des frères OUDEK, Oued Smar, Wilaya d'Alger et 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

Les feuilles de *Cytisus triflorus* ont été récoltées dans la région d'Azazga, wilaya de Tizi-Ouzou (Fig. 9) durant le mois de mai de l'année 2022.

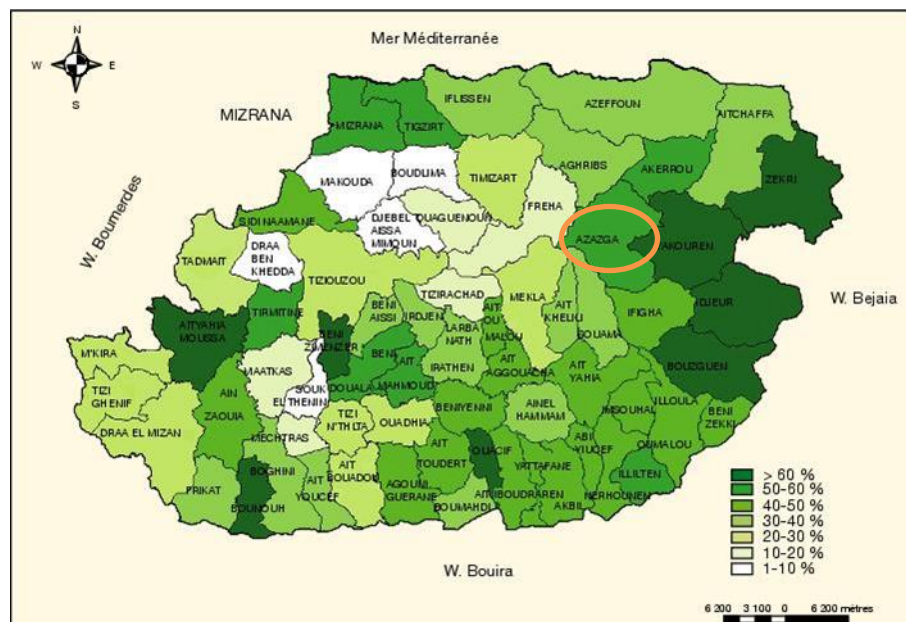


Figure 9 : Localisation d'Azazga (Wilaya de Tizi-Ouzou) sur la partie nord de la carte d'Algérie (Meddour-Sahar et Derridj, 2010).

1.2 Identification de la plante

L'identification botanique de notre espèce a été réalisée par Dr. Ait kaci, laboratoire de botanique, département de biologie à l'université M'Hamed Bougara de Boumerdes.

1.3 Préparation de la plante test et sa conservation

Les feuilles de *C. triflorus* récoltées et nettoyées sont séchées à l'abri de la lumière et de l'humidité avant de les broyer. Les feuilles de *C. triflorus* sont initialement coupées en petits morceaux pour faciliter le broyage (Fig.10) effectuée directement avec une meuleuse électrique. Les feuilles hachées constituent le matériel végétal final que nous utiliserons pour préparer l'extrait aqueux. La poudre végétale est soigneusement conservée dans des bocaux en verre sec jusqu'à son utilisation ultérieure.



Figure 10 : Les feuilles de *C. Triflorus* dans l'expérimentation .

1.4 Graines test

Les graines de deux espèces dicotylédones tests ont été sélectionnées pour cette expérience : de la laitue (*Lactuca sativa* L.) et de la moutarde noire (*Brassica nigra* L.). La laitue a été choisie comme espèce modèle pour ses caractéristiques de croissance bien connues, tandis que la moutarde noire pour sa nature adventice. Les graines ont été achetées au supermarché de Boudouaou. Un renflement à la surface de l'Erlenmeyer indique la présence des substances volatiles (Fig. 11).



Figure 11 : Un renflement à la surface de l'Erlenmeyer

II.2 Préparation de l'extrait aqueux test

Les extraits aqueux des deux espèces (laitue, moutarde noire) ont été préparés de la même manière.

2.1 Extraction par macération et agitation

Un infusé à 15% a été préparée avec la poudre des feuilles de *C. triflorus*. Pour cela, on a pesé une quantité appropriée de *C. triflorus* dans une balance (Fig.12) et préparé l'extrait en plaçant 17,5 g de *C. triflorus* dans un volume de 160 ml d'eau distillée bouillante dans un Erlenmeyer pendant 24H d'agitation magnétique permanente à 2000 r.p.m (Fig. 13). Après 24 h, la solution est filtrée (Fig.14), puis ramenée au volume de départ avec de l'eau distillée. A partir de l'extrait mère, des dilutions au demi sont préparées **15% ; 11% ; 7,5% ; 3,75% ; 1,875% ; 0,9375 %** (Fig.15). 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 noire, une deuxième série de solutions aux mêmes concentrations susmentionnées, ont été préparées à partir d'un extrait des feuilles du cytise, obtenu par Extraction par ultrasons.



Figure 12 : Mesure de poids des feuilles de *C. triflorus* utilisées dans l'expérimentation.



Figure 13 : Solution mère après 24 h d'agitation magnétique à 2000 r.p.m.



Figure 14 : Filtration de la solution mère.

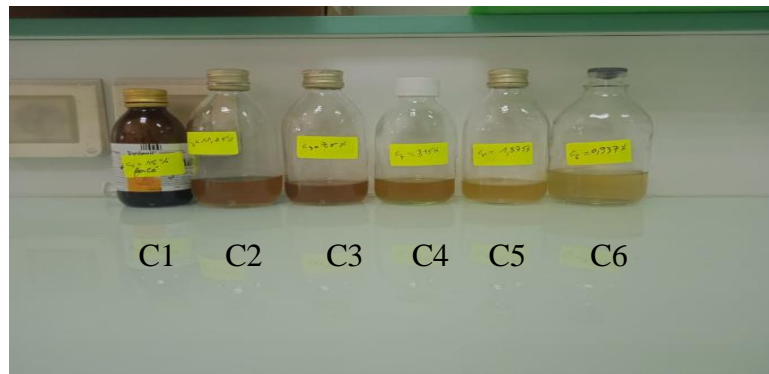


Figure 15 : Différentes solutions à concentration décroissantes (1-6) de l'extrait aqueux des feuilles de *C. triflorus*.

II.3 Essais de germination des graines

3.1 Test préliminaire de germination

Afin d'obtenir le taux de germination maximal et de choisir la durée moyenne d'incubation des essais de germination, nous avons réalisé des essais préliminaires de germination sur deux espèces (laitue, moutarde noire).

Le taux de germination des graines des deux cultivars sélectionnés était supérieur à 50 % et le temps de germination le plus long était de 7 jours. Après cette période d'incubation, les racines commencent à se dessécher, dont certaines ont de grandes longueurs et des chevauchements. Les graines des deux espèces sont mises à germer dans des boîtes de Pétri en plastique stériles de 9 cm de diamètre, tapissées avec deux disques de papier filtre (d'une épaisseur de 2mm), à raison de 20 graines par boîte. Des graines d'approximativement la même taille ont été sélectionnées et disposées au hasard dans chaque boîte de Pétri (Fig.16). Les graines de chaque boîte ont été traitées avec 6 ml d'eau distillée pour le contrôle et 6 ml pour les différentes concentrations d'extrait (15% ; 11% ; 7,5% ; 3,75% ; 1,875% ; 0,9375 %), avec 3 répétitions pour chaque traitement, La boîte de Pétri a ensuite été immédiatement recouverte d'un film pour éviter l'évaporation de la solution à tester. Elles sont ensuite incubées à l'obscurité à 25 ± 2 °C pendant 7 jours dans un incubateur (Fig.17), et le nombre de graines germées dans chaque boîte est enregistré 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.19).

3.2 Evaluation des paramètres de la germination

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



Figure 16 : Dispositif expérimental : mise en germination de graine de *Lactuca Sativa* avec l'eau distillée.



Figure 17 : Incubation des boîtes de Pétri.

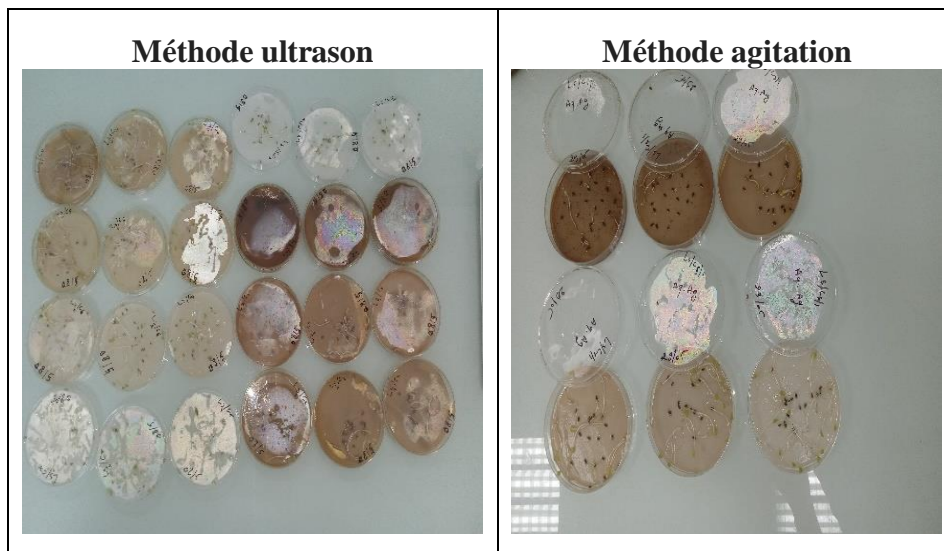


Figure 18 : Des graines de l'espèce *Lactuca sativa* L, traitées par différentes concentrations de l'extrait de *C. triflorus* avec deux méthodes (ultrason, agitation) après 7 jours d'incubation.

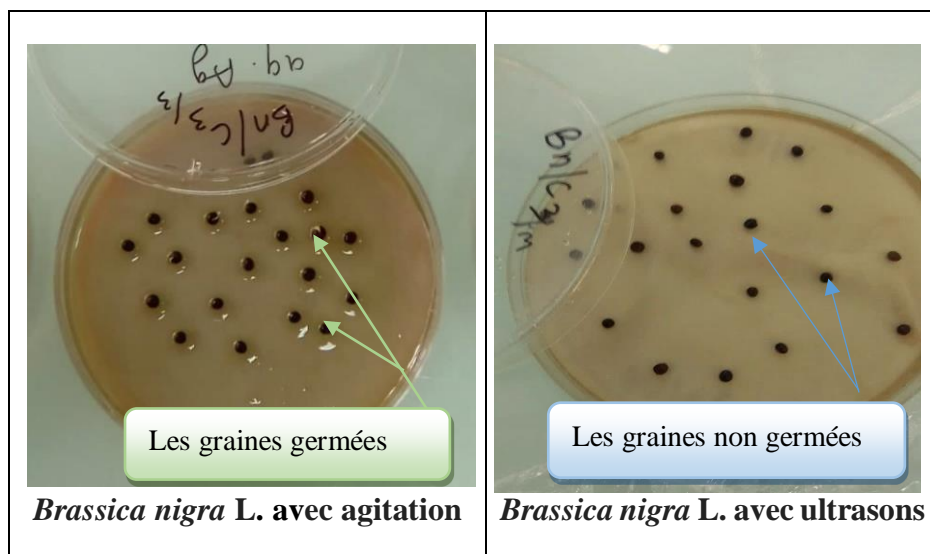


Figure 19 : Des graines de l'espèce adventive *Brassica nigra*, traitées par l'extrait de *C. triflorus* à 7,5% avec deux méthodes (ultrason, agitation) après 3 jours d'incubation.

3.3 Taux de réduction radicaire et caulinaire

Au terme de l'essai arrêté au 7^{ème} jour, les longueurs des radicules (**LR**) et des hypocotyles (**LH**) des graines sont mesurées en utilisant le logiciel Image J, pour les graines de *Brassica nigra* L. Tandis que pour la laitue, les mesures ont été faites sur papier millimétré (Fig. 20). Le taux de réduction radicaire (**AR**) est par la suite calculé comme indiqué par la méthode de (Srisombat *et al.*, 2012) avec modification.

$$L (\%) = [(Lc - Lt) / Lc] \times 100$$

Où Lt est l'allongement radicaire/caulinaire moyen par traitement et Lc est l'allongement moyen du témoin

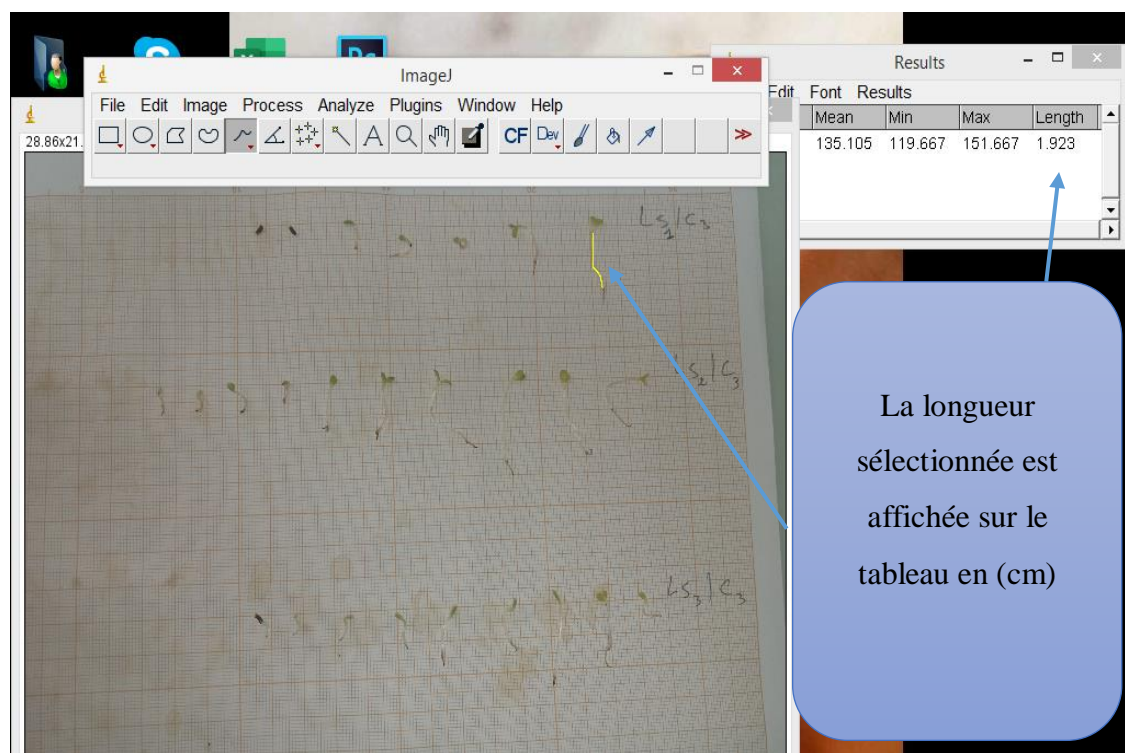


Figure 20 : Mesure avec logiciel ImageJ, de la longueur de l'hypocotyle et de radicule de *Lactuca Sativa* L., traitée par l'extrait des feuilles de *C. triflorus* à 7,5 %.

3.3.1 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).

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

3.3.2 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 : 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).

3.4 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).

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

n : le nombre des semences germées.

J : le jour.

Jn : le nombre de jours après l'ensemencement.

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

II.4 Détermination de la matière sèche (MS)

La matière sèche est déterminée suivant la méthodologie de (**Pereira et al.,2009**) avec des **modifications**. Le poids sec des pousses est enregistré après 7 jours comme suit :

Les pousses sont retirées et séchées au four à 70 °C pendant 48 h pour déterminer la teneur en matière sèche.

4.1 Procédure

- Peser les tubes à essai vides à l'aide d'une balance analytique et noter le poids.
- Mettre des pousses de chaque boîte et les mettre dans leurs tubes à essai spécifiques.

4.2 Mesure de poids frais

- Peser chaque tube à essai et noter le poids frais obtenu en milligrammes.

$$PF = EF - Tv$$

- **PF**: poids frais (mg).
- **EF** : échantillon frais.
- **Tv** : tube vide.

4.3 Mesure de poids sec

- Mettre les tubes à essai dans l'étuve à 70°C et sécher pendant 48 h.

- Après 48h, noter le poids sec de chaque Tube à essai.

$$PS = ES - Tv$$

- **PS** : poids sec (mg).
- **ES** : échantillon sec.
- **Tv** : tube vide.

4.4 Détermination de la matière sèche

Selon (**Bouhaouel et al.,2019**) avec **modification** la matière sèche est déterminée après perte de poids de l'échantillon par évaporation de l'eau à l'étuve (poids sec) divisée sur le nombre des semences germées.

$$MS = PS / \Sigma n$$

- **MS** : Matière sèche (mg).
- **PS** : poids sec.
- **n** : le nombre des semences germées.



Figure 21 : Des pousses des deux espèces avec traitements de différentes concentrations Avant séchage.

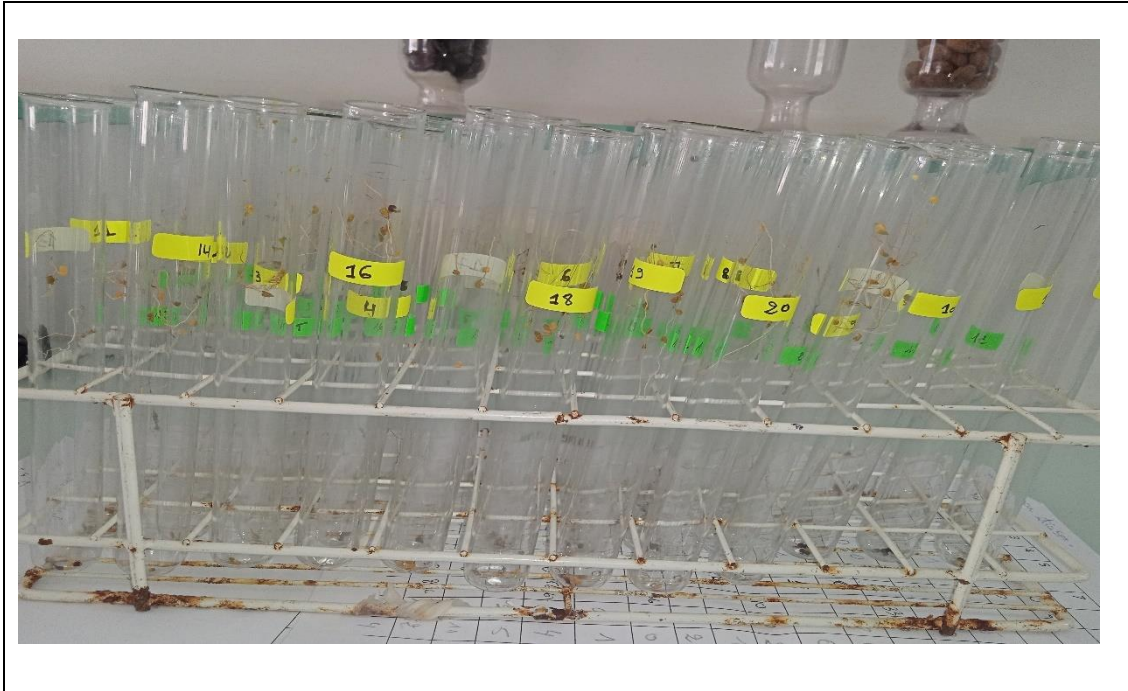


Figure 22 : Des pousses des deux espèces avec traitements de différentes concentrations après séchage.

II.5 Analyse statistique

Les résultats ont été analysés à l'aide du logiciel statistique EXCEL, une analyse de variance à un et à deux facteurs (ANOVA) a été effectuée.

Chapitre III

Résultats et discussion

L'extrait aqueux foliaire de *Cytisus triflorus* obtenu avec agitation magnétique (AM) et sous ultrason (US) a été testé pour son potentiel phytotoxique, vis à vis de deux espèces : la laitue (*Lactuca sativa* L.) comme espèce modèle et la moutarde noire (*Brassica nigra* L.) comme espèce adventice. La pouvoir de germination des graines sous l'effet de six concentrations ainsi que certains paramètres post germination, ont été évalués *in vitro* par semi dans des boîtes de Pétri.

1. Evaluation de l'effet phytotoxique de l'extrait aqueux foliaire de *Cytisus triflorus* sur les paramètres de germination des graines laitue et de moutarde noire

Les paramètres de germination (pourcentage de germination, indice de vigueur de semis et le temps moyen de germination) des graines de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de *C. triflorus*, sont évalués au 7^{ème} jour de leur germination. Les résultats sont rapportés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Paramètres de germination des graines de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de *C. triflorus*.

Traitement	Extrait (%)	PG		TMG		IVS	
		Laitue	Moutarde	Laitue	Moutarde	Laitue	Moutarde
Avec agitation	0	76,67±11,55	68,33±22,56	2,51±0,20	2,82±0,34	349,53±91,26	288±180,2
	0,937	88,33±11,55	65±0	2,55±0,36	2,95±0,35	421,34±76,60	487±44,22
	1,875	76,66±11,55	53,33±16,07	2,76±0,10	3,22±0,25	293,94±54,21	290,8±144,2
	3,75	63,33±2,89	41,67±7,63	3,12±0,43	3,51±0,44	152,44±31,98	147,8±66, 2
	7,5	43,33±7,64	26,67±11,54	3,39±0,56	3,75±0,43	20,34±16,27	25,97±24,6
	11	18,33±20,21	20±13,22	2,36±2,06	4,34±0,73	1,54±2,22	11,13±11,83
	15	10±5	20±13,22	5,05±0,59	4,61±0,34	0,30±0,26	7,88±7,3
Anova	P	2,3585E-06	0,0081	0,025	0,001	0,00000009	0,00009
Avec ultrason	0,937	90±10	53±13,22	5,33±1,15	3,43±0,373	396,09±115,7	247,57±93,7
	1,875	85±10	51,67±10,40	5,66±0,64	3,71±0,177	294,69±80,71	113,5±13,3
	3,75	65±10	36,67±10,40	3,77±0,12	4,28±0,626	144,64±30,88	51,57±22,1
	7,5	40 ±10	21,67±5,773	3,04±0,13	4,42±0,234	42,82±43,45	6,1±3,00
	11	40±8,66	18,33±2,886	2,99±0,18	4,83±0,144	6,97±2,92	3,13±1,70
	15	16,67±11,55	18,33±10,40	2,67±0,12	5±0,5	1,09±1,08	3,81±0,65
Anova	p	2,8025E-06	0,0008	0,000006	0,00187	5,16E-06	3,61692E-05

Les valeurs représentent la Moyenne de trois répétitions ± SD (n=20). PG : pourcentage de germination ; TMG : temps moyen de germination ,IVS : indice de vigueur de semi.

Les extraits aqueux de *C. triflorus* ont présenté un effet significatif ($p < 0,05$) sur les taux de germination des graines de la laitue et de la moutarde, qui se sont montrés dose-dépendants. Les PG enregistrés pour la laitue varient entre 88,33% - 10% pour l'extrait AM et entre 90% - 16% pour l'extrait US, selon l'ordre croissant des concentrations, contre 76,67% pour le témoin. Les extraits AM et US se sont montrés plus ou moins efficaces en tant qu'inhibiteurs de la germination des graines de moutarde, avec des PG variant de 65% - 20% et 53% - 18%, respectivement, contre 68,33% pour le témoin.

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). 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). Par ailleurs, la tendance de certaines concentrations intermédiaires, à stimuler la germination plutôt que de l'inhiber, a été observée chez d'autres espèces testées avec un extrait hydroalcoolique de *Ocimum tenuiflorum* (Islam et Kato-Noguchi, 2014) et *O. basilicum* (Mekky *et al.*, 2019). 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.

Notons en premier lieu que 50 % des graines des espèces modèles et celles de leurs témoins, ont germé dans le deuxième jour, aux six premières concentrations. En revanche, 50% de germination des graines de moutarde ont lieu entre le deuxième et troisième jour aux trois concentrations 7,5% ; 3,75% ; 1,875% et 0,9375%, parallèlement à celles du témoin. Aux concentrations 15%, et 11,25%, la germination des graines s'effectue à partir du quatrième jour et entre le deuxième et cinquième jour pour la laitue. 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 sur le taux de germination final, mais sur 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.

L'analyse de la variance à un facteur a montré un effet significatif du traitement par l'extrait du cytise sur l'IVS des 2 espèces. Globalement, l'ensemble des concentrations testées ont présenté des IVS inférieurs à ceux des témoins, avec une différence significative.

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. Contrairement à la concentration 0,987% pour les deux espèces, la tendance de certaines concentrations intermédiaires à stimuler la germination plutôt que de l'inhiber, a été observée chez d'autres espèces testées avec un extrait hydroalcoolique de *Ocimum tenuiflorum* (**Islam et Kato-Noguchi, 2014**) et *O. basilicum* (**Mekky et al., 2019**).

2. Effet phytotoxique de l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* sur les paramètres de la croissance des graines de la laitue et de la moutarde noire.

Les longueurs des racines et des hypocotyles des graines de *Brassica nigra* traitées par l'infusé foliaire de *C. triflorus*, obtenu avec agitation et avec ultrason sont rapportées dans le tableau 3.

Les longueurs des racines/hypocotyles des deux groupes de graines ont été significativement affectées par les deux extraits ($p \leq 0,00001$), bien que leurs réponses aient été peu différentes. La concentration **15%** des deux extraits AM et US a exhibé des réductions significatives des longueurs des racines de la laitue (0,08 cm – 0,13), respectivement) et de la moutarde (0,24 cm - 0,09 cm) par rapport à leurs témoins (9,04 cm - 2,73 cm). Les longueurs minimales des hypocotyles de la laitue et de la moutarde sont enregistrées aussi à la concentration 15% d'extraits AM et US, soit : 0,0 cm – 0,05 cm contre 4,5 cm pour le témoin de la laitue et 0,1 cm - 0,06 cm contre 1,23 cm pour la moutarde.

Tableau 3 : Longueur des radicules et des hypocotyles des graines de la laitue et de la moutarde, traitées par les extraits aqueux de *C. triflorus*.

Traitement	Extrait (%)	LR (cm)		LH (cm)	
		Laitue	Moutarde	Laitue	Moutarde
Avec agitation	0	9,04±0,43	2,73±0,97	4,5±0,11	1,23±0,33
	0,9375	7,71±0,47	5,04±0,66	6,1±0,14	2,45±0,02
	1,875	5,13±0,04	3,13±0,88	6,34±0,13	2,05±0,46
	3,75	2,75±0,21	2,01±0,8	4,45±0,23	1,43±0,4
	7,5	1,39±0,03	0,6±0,3	1,30±0,11	0,24±0,15
	11,25	0,14±0,05	0,3±0,15	0±0	0,15±0,11
	15	0,08±0,01	0,24±0,09	0±0	0,1±0,034
Anova	P	0,00000001	0,000001	3,43795E-11	0,0000001
Sous ultrason	0	9,04±0,43	2,73±0,97	4,5±0,11	1,23±0,33
	0,9375	6,64±0,46	2,92±0,48	6,40±0,43	1,48±0,10
	1,875	4,92±0,20	1,61±0,38	5,35±0,39	0,66±0,29
	3,75	3,13±0,11	0,88±0,35	3,52±0,07	0,48±0,17
	7,5	1,34±0,46	0,11±0,01	1,54±0,32	0,16±0,073
	11,25	0,93±0,02	0,1±0,05	0,19±0,06	0,08±0,024
	15	0,13±0,03	0,09±0,12	0,05±0,03	0,06±0,046
Anova	P	0,0000003	0,0000003	0,0000001	0,0000002

Les valeurs représentent la Moyenne de trois répétitions ± SD (n=20). LR : longueur de la radicule ; LH : longueur de l'hypocotyle.

Par ailleurs, il est intéressant de soulever l'effet stimulateur des deux extraits sur la croissance radicule/hypocotyle de la moutarde, à des concentrations plus ou moins faibles. Tel est le cas, à titre d'exemple, de l'extrait AM aux concentrations **0,9375 %** (5,04 cm- témoin 2,73 cm et 2,45 cm – témoin 1,23 cm, respectivement), et l'extrait US aux concentrations 0,938% (2,92 cm – témoin 2,73 cm et 1,48 cm – témoin 1,23 cm, respectivement) et **1,875%** (1,61cm – 2,73 cm et 0,66 cm – 1,23 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 soja (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. 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 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 racicules/hypocotyles est mieux illustré par les figures 23 et 24 qui présentant la variation de l'allongement des racicules/hypocotyles mesuré par rapport aux témoins en fonction de la concentration des extraits. Les valeurs d'allongement supérieures à celles des témoins correspondent à des taux négatifs d'allongement, ce qui reflète une stimulation de la croissance et inversement pour les taux positifs qui correspondent aux allongements inférieurs à ceux des témoins. Ainsi, on note avec l'extrait obtenu avec agitation, des longueurs raculaires supérieures à celle du témoin (1,23 cm) aux concentrations 0,938 % (2,45 cm) -1,875 % (2,05 cm) (fig. 23). En revanche, un allongement des hypocotyles de la moutarde supérieur à celui du témoin est enregistré avec la concentration 0,938% de l'extrait aqueux obtenu avec la méthode aux ultrasons (1,48 cm – 1,23 cm, respectivement). **Elbouzidi *et al.* (2021)** ont aussi enregistré un effet allélopathique positif et significatif sur l'allongement des racicules et des coléoptiles des graines de la variété kanakis de blé dur, traitées avec une solution aqueuse des fleurs de *Matricaria chamomilla* concentrée à (50% et 100%).

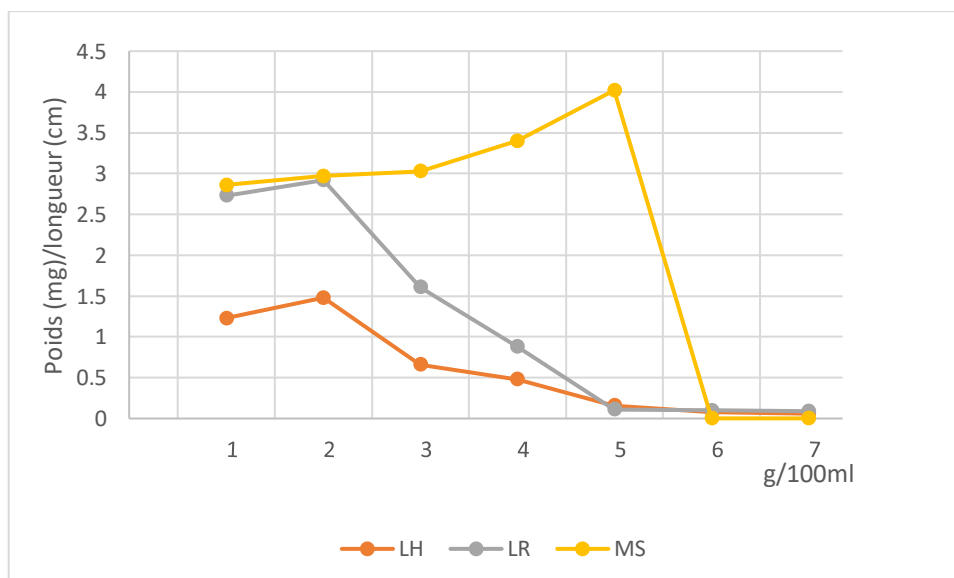


Figure 23 : Effet de l'extrait aqueux US de *C. triflorus* sur les paramètres LH, LR et MS de la moutarde noire .LH : Longueur hypocotyle ;LR : Longueur Racicule ; MS : Matière sèche.

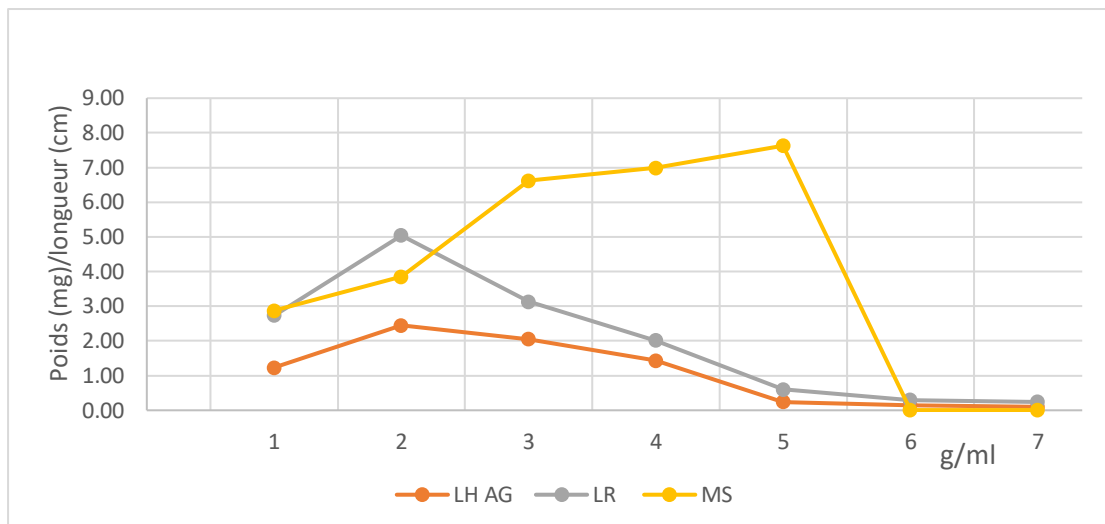


Figure 24 : Effet de l'extrait aqueux AM de *C. triflorus* sur les paramètres LH, LR et MS de la moutarde noire. LH : Longueur hypocotyle ;LR : Longueur Radicule ;MS : Matière sèche

1.2 Effet sur la matière sèche MS

Le poids de la matière sèche des pousses de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de *C. triflorus*, sont évalués au 7^{ème} jour de leur germination. Les résultats sont rapportés dans le tableau 4.

L'analyse de la variance à un facteur a montré un effet significatif du traitement par les extraits du cytise sur la MS de la moutarde noire ($p < 0,05$), tandis que les graines de laitue n'ont été affectées significativement que par l'extrait US. Une augmentation hautement significative de la MS des pousses de la moutarde est enregistrée notamment avec l'extrait AM aux différentes concentrations, traduisant ainsi un effet positif sur les pousses en matière d'expression métabolique. En effet, il est à signaler que des études récentes ont montré que certains extraits botaniques ne présentent aucun effet phytotoxique, bien au contraire, ils augmentent le PG. La même tendance a été observée pour d'autres paramètres comme la longueur, le poids et la vigueur de semis. De même, certaines études antérieures ont également montré que l'extrait de feuille de pilon contient une hormone de croissance efficace, la zéatine, qui peut augmenter le rendement des cultures de %31. **Mathew (2016) et Khan et al. (2017)** ont également démontré que l'application d'extrait de feuille de pilon frais augmentait la croissance et le rendement du blé et le poivre.

Tableau 4 : Poids de la matière sèche de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits foliaires aqueux AM et US de *C. triflorus*.

Traitement	Extrait (%)	MS (mg)	
		Laitue	Moutarde
Avec agitation	0	0,96±0,01	2,87±1,17
	0,9375	0,9±0,06	3,85±1,53
	1,875	0,82±0,03	6,62±1,18
	3,75	1±0,05	6,99±2,39
	7,5	0,84±0,06	7,63±0,125
	11,25	0,83±0,73	0,0066±0
	15	0,85±0,51	0,0066±0
Anova	P	0,98695026	0,0001
Sous ultrason	0	0,96±0,01	2,87±1,17
	0,9375	1,93±0,03	2,96±1,76
	1,875	1,78±0,12	3,025±0,89
	3,75	1,25±0,42	3,39±1,37
	7,5	1,14±0,27	4,02±2,3
	11,25	0,9±0,09	0,002±0
	15	1,04±0,19	0,002±0
Anova	P	0,00012	0,003

Les valeurs représentent la moyenne de trois répétitions ± SD (n=20), MS : matière sèche

En outre, selon une étude récente, des extraits de plantes médicinales à la concentration 25% augmentaient significativement le poids sec des hypocotyles de concombre, de citrouille et de courge ($p < 0,001$). Les poids des pousses du concombre étaient supérieurs à ceux du témoin (0,08 g) après traitement avec les extraits de poinciana royal (0,18 g), du mimosa (0,16 g), de la fausse marguerite (0,14 g) et du pilon (0,13 g). Les concentrations à 50 % ont également montré un effet significatif sur le poids sec des pousses du concombre, de la citrouille et de la courge de bouteille ($p < 0,001$). Le poids des pousses de concombre a augmenté après traitement avec la poinciana royale (0,41 g), bougainvillier (0,23 g), la courge de lierre (0,21 g), la menthe (0,21 g) et le coton du diable (0,18 g). La même tendance a été enregistrée avec la matière sèche des radicules du concombre notamment, traités avec les extraits aqueux de quelques espèces médicinales (Sumi *et al.*, 2022).

2. Effet de la méthode d'extraction sur l'activité phytotoxique de l'extrait aqueux de *C. triflorus*.

Les graines de la laitue et de la moutarde ont été traitées par l'extrait aqueux de *C. triflorus* obtenu par agitation magnétique et sous ultrason. L'impact de la méthode d'extraction sur certains paramètres de germination et de croissance des pousses, est estimé à travers une analyse de la variance à deux facteurs. Les résultats sont illustrés par le tableau 5.

Tableau 5 : Résultats de l'ANOVA appliquée aux paramètres de germination des graines de la laitue et de la moutarde noire traitées par les extraits de *C. triflorus* AM et US.

Espèce	P value			
	PG	LR	LH	MS
Laitue	0,099	0,738	0,27	0,0001
Moutarde	0,248	0,0000002	0,00000005	0,0001

Les valeurs représentent le p valeur de anova 2. PG: Pourcentage de Germination ; LH : Longueur hypocotyle ; LR : Longueur Radicule ; MS : Matière sèche.

Selon l'ANOVA appliquée aux paramètres PG, LR et LH de la laitue, aucune différence significative n'existe entre les moyennes de chacun de ces paramètres obtenus avec les deux méthodes, au seuil de signification de 0,05, contrairement à la matière sèche qui est influencé par la méthode d'extraction ($p = 0,0001$). En revanche, concernant la moutarde, à l'exception de PG, l'ensemble des paramètres LR, LH, et MS sont influencés par la méthode d'extraction avec une différence hautement significative entre les moyennes obtenues avec les deux méthodes AM et US (figures 25, 26, 27, 28).

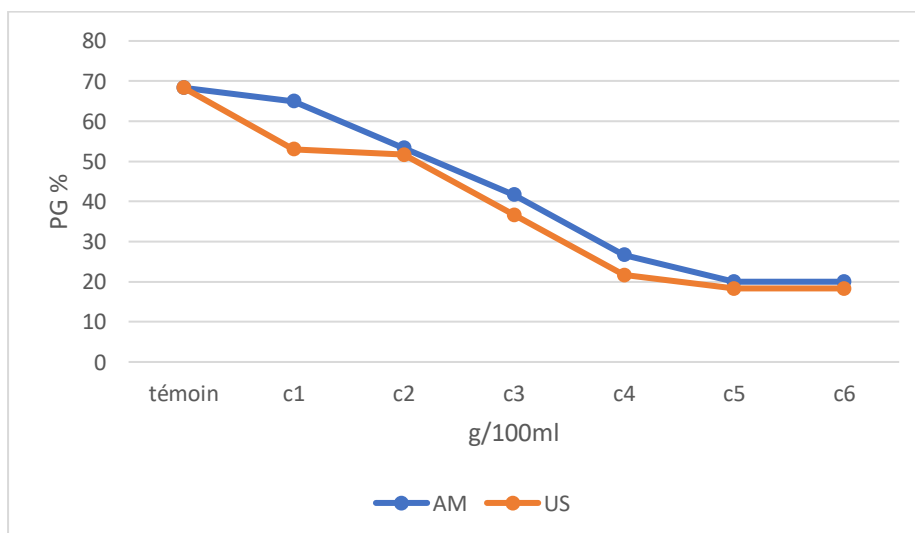


Figure 25 : Effet de la méthode d'extraction de l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* sur le pourcentage de germination de la moutarde. PG: Pourcentage de Germination AM : Agitation Magnétique ;US: Ultrason .

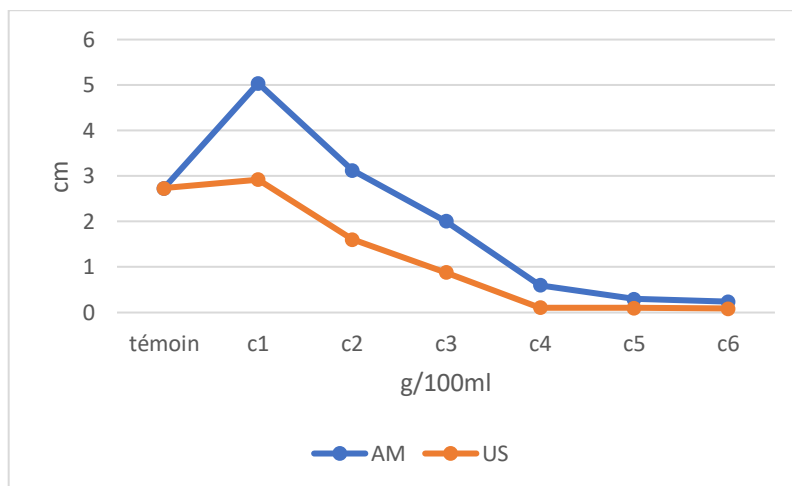


Figure 26 : Effet de méthode d'extraction de l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* sur la longueur des racines de la moutarde. AM : Agitation Magnétique ;US: Ultrason .

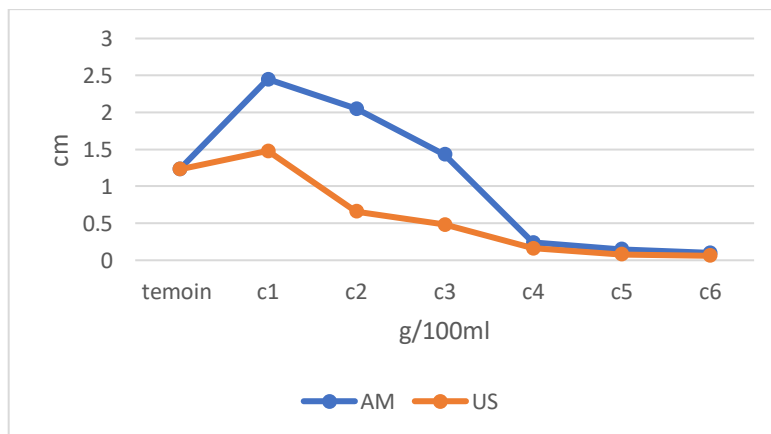


Figure 27 : Effet de méthode d'extraction de l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* sur la Longueur des hypocotyles de la moutarde. AM : Agitation Magnétique ;US: Ultrason .

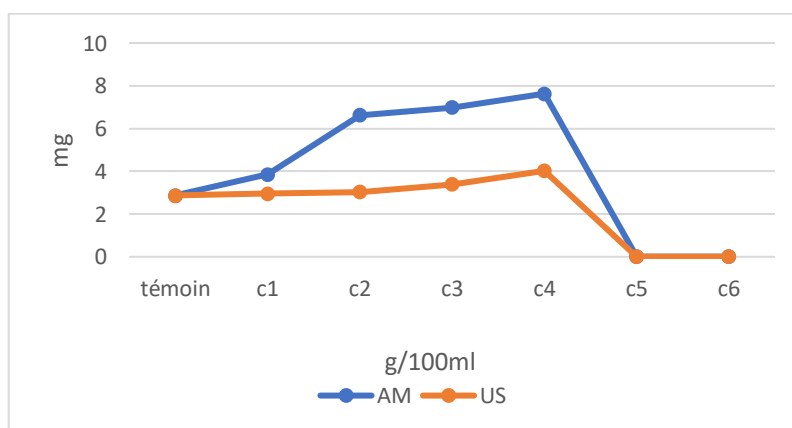


Figure 28 : Effet de méthode d'extraction de l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* sur la matière sèche de la moutarde. AM : Agitation Magnétique ;US: Ultrason .

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 la moutarde) en fonction de la méthode de préparation des extraits aqueux (infusé et macérat 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**). 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 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**).

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 *Brassica nigra*, 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, les 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 et 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 aussi 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 feuilles de *C. triflorus* obtenu par agitation magnétique ou sous ultrason. 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* et de la moutarde noir *Brassica nigra* (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 préparé à 15% et dilué à 11,25% ; 7,5% ; 3,75% ; 1,875% et 0,9375%, a montré un effet inhibiteur de la germination des graines de moutarde à partir de 0,975% pour les deux méthodes, tandis que des taux de germination inférieurs à celui du témoin ont été obtenus à partir de 3,75% d'extrait pour la laitue. Les deux espèces ont présenté des temps moyens de germination significativement différents de ceux des témoins avec la concentration 15% (4,61jour ; 5 jour), comparé au témoin (2,82 jour), respectivement par les deux méthodes AM et US pour la moutarde. L'index de vigueur de semis IVS des pousses la laitue et de la moutarde (7,88- 3,81) ont été réduit significativement après traitement avec les extraits aqueux de *C. triflorus* obtenu par Agitation magnétique et sous ultrason de *C. triflorus* à 15% (0,30- 1,09 et 7,88- 3,81, respectivement) par rapport à leurs témoins respectifs (349,53- 288). Le poids de la matière sèche MS des pousses de la laitue (0,0066 mg - 0,002 mg) et de la moutarde (0,85mg - 1,04mg) a connu une forte réduction à 15% d'extrait AM et US, comparé à leurs témoins (0,96 mg – 2,87 mg).

Par ailleurs, les extraits aqueux obtenus avec agitation magnétique et sous ultrason ont exhibé, dans l'ensemble des effets significatifs sur les valeurs moyennes des PG, IVS, TMG et MS des deux espèces test. A l'exception du paramètre MS pour la laitue traitée avec l'extrait aqueux foliaire de *C. triflorus* obtenu par agitation magnétique, la méthode d'extraction n'a pas affecté le pourcentage de germination des graines testées. En outre, et contrairement aux hypocotyles, les longueurs des radicules sont significativement impactées par le type d'extrait appliqué ($p \leq 0,0001$) pour la moutarde contrairement à la laitue, et effet s'est avéré plus important que celui enregistré pour le PG, SVI et TMG.

Conclusion

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 Bibliographiques

- **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 evaluation 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 agents. *Der Pharmacia Lettre*, 7(5) :104-110.
- **Aktar, W., Sengupta, D. et Chowdhury, A. (2009).** Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdiscip. Toxicology.*, 2: 1–12.
- **Al-Jehaishy, W.S.H. (2017).** Use Plant Residues in Biological Control of Some Weeds and Allelopathic effect in Growth and Some Physiological and Anatomical characteristics. Ph.D. Thesis, Department of Biology College of Science ,University of Mosul. p7
- **Al-Shehbaz, I.A., Beilstein, M.A. and Kellogg, E.A. (2006)** Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): An overview. *Plant Systematics and Evolution*, 259 (2-4): 89-120.
- and verzinum (genisteae, fabaceae). *edinburgh journal of botany* 70, 61-120.
- **Auvray, G. et Malécot, V. (2013).** A revision of *Cytisus* sections *alburnoides*, *spartopsis*
- **Baba-Aïssa, F. (2011).** Encyclopédie des plantes utiles: Flore Méditerranéenne (Maghreb, Europe méridionale) Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident .Bab El Oued Alger: El Maarifa. 471 p.
- **Bailey K.L. (2010).** Canadian innovations in microbial biopesticides. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 32 :113–121.
- **Bailey, K.L. (2014).** The bioherbicide approach to weed control using plant pathogens. In *Integrated Pest Management*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, pp. 245–266.
- **Bailly R., Mamarot J. et Psarski P. (1981).** Mauvaises herbes des grandes cultures. Ed. Association de coordination technique agricole ; Paris 74 p.
- **Banowetz 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-

Références Bibliographiques

- occurring herbicide produced by selected isolates of rhizosphere bacteria. *Biological Control*, 46(3) : 380–390.
- **Barralis, G. (1984).** Adventices des cultures 50 à 500 millions de semences/ha. *Cultivar, spécial désherbage*, 178 : 16-19.
 - **Batlang, U. and D. D. Shushu. (2007).** Allelopathic activity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on growth and nodulation of bambara groundnut (*Vigna subterranean* (L.) Verdc.). *Journal of agronomy*, 6(4): 541-547.
 - **Bebeau, D. (2013).** The friends of the wild flower garden, Incorporated site .flowering plants of Minnesota.
 - **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.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Thèse de Magister. Université Ferhat Abbas-Sétif, P13.
 - **Bouhaouel I., Gfeller, A., Boudabous, Kh., Fauconnier, M.L., Slama, O., Ayed, H. Amara, S. et Du Jardin, P. (2019).** Effects of physico-chemical and biological properties of soil on the allelopathic activity of barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*) root exudates against *Bromus diandrus* Roth. and *Stellaria media* L. weeds. *Allelopathy journal*, p17.
 - **Bournerias, M. (1979).** Guide des groupements végétaux de la région parisienne. Ed. SEDES, Paris : 156-197p.
 - **Burgos-Lean, W. (1979).** Phytotoxicité induite par les résidus de récolte de Sorghum vu/gare dans les sols sableux de l'Ouest Africain. Thèse de doctorat, université de Nancy, France, 123 p.
 - **Caldwell C. J., Hynes R. K., Boyetchko S. M., Korber D. R. (2012).** Colonization and bioherbicidal activity on green foxtail by *Pseudomonas fluorescens* BRG100 in a pesta formulation. *Can. J. Microbiol.* 58, 1–9. 10.1139/w11-109

Références Bibliographiques

- **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.
- **Chon, S.-U., and J.-D. Kim. (2002).** Biological activity and quantification of suspected allelochemicals from alfalfa plant parts. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*, 188 : 281 - 285.
- **Cirad. (2001).** Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.
- **Dan Hess F. (1993).** Herbicide Effects on Plant Structure, Physiology, and Biochemistry in Altman, J. (Ed.). *Pesticide Interactions in Crop Production: Beneficial and Deleterious Effects* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351075459>.
- **Dawson, A.H., Eddleston, M., Senarathna, L., Mohamed, F., Gawarammana, I., Bowe, S.J., Manuweera, G. and Buckley, N.A. (2010).** Acute Human Lethal Toxicity of Agricultural Pesticides: A Prospective Cohort Study. *PLoS Medicine* 7, e1000357. doi:10.1371/journal.pmed.0070357
- **Delamarck, M. et Decandolle, M. (1992).** Flore Française, ou description Succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France. 3éd. Paris. P. 501-503.
- **Dhanda, P., Dalal, J., et Gupta, L. (2022).** Biological control of weeds through medicinal plants. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 9: 745-746.
- **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 Khalida. (2017).** Contribution A L'étude De L'influence Des Mauvaises Herbes Sur Les Rendements Des Cereales Dans La Region De Tlemcen, Memoire De Master, Universite De Tlemcen
- **Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J. (2006).** L'agronomie aujourd'hui. Editions Quae, Paris, 367 p.

Références Bibliographiques

- **Dore, T., Sene, M., Pellissier, F., Et Gallet, C. (2004).** Approche agronomique de l'allelopathie, 251-252 p.
- **DSA. (2017).** DSA - Direction des Services Agricoles de la Wilaya d'Alger.
- **Duke, S. O., F. O. Dayan, A. M. Rimando, K. K. Schrader, G. Alitta, A. Oliva and J. G. Romagni. (2002).** Chemicals from nature for weed management. *Weed Science* 50:138-151.
- **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.
- **Elbouzidi, A., N, Bencheikh., S, Seddoqi., M, Bouhrim., Y, Bouramdane and M, Addi . (2021).** Investigation of the Allelopathic Effect of *Matricaria chamomilla* L. Parts' Aqueous Extracts on Germination and Seedling Growth of Two Moroccan Varieties of Durum Wheat <https://www.hindawi.com/journals/ija/2021/4451181/>
- **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 : Centre for Agriculture and Bioscience International publishing.
- **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 Biotechnology*, 30 : 250–258.

Références Bibliographiques

- **Godinho I. (1984).** Les définitions d'adventices et mauvaises herbes. *Weed Res. J. Europe Weed Research*, n°24 : 121-125.
- **gulzar, A., Siddiqui, M. B., & Bi, S. (2016).** Phenolic acid allelochemicals induced morphological, ultrastructural, and cytological modification on *Cassia sophera* L. and *Allium cepa* L. *Protoplasma*, 253(5), 1211-1221.
- **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.
- **Hall, M. H., and P. R. Henderlong. (1989).** Alfalfa autotoxic fraction characterization and initial separation. *Crop Sciences*, 30, 1255—125.
- **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 . Pharmacie d'Afrique* , (16), p.17.
- **Hanitet K. (2012).** Les groupements des adventices des cultures dans la région d'Oran, Université d'Oran, 72p, P 9
- **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 zai 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.

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.
- **Khan, S., S.M.A. Basra, I. Afzal and A. Wahid. (2017).** Screening of moringa landraces for leaf extract as biostimulant in wheat. *International Journal of Agricole Biology*, 19: 999-1006. 35.
- **Kiewnick, S. (2007).** Practicalities of developing and registering microbial biological control agents. *Change Advisory Board Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2 (No. 013).
- **Kollmann, J., Banuelos, M. J., and Nielsen, S. L. (2007).** Effects of virus infection on growth of the invasive alien *Impatiens glandulifera*. *Preslia* 79, 33–44.
- **Kong, C. H., P. Wang, H. Zhao, X. H. XU and Y. D. Zhu. (2008).** Impact of allelochemical exuded from allelopathic rice on soil microbial community. *Soil Biology and Biochemistry* 40(7):1862-1869.
- **Lebrun J., (1966).** Les formes biologiques dans les végétations tropicales. *Bullutin de la société Botanique de France* : 164-175.
- **Longchamps.J.P. (1977).** Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes : nuisibilité des mauvaises herbes (généralités). *Revue Phytoma*,288,7-11.
- **Maillet, J. (1992).** Faut-il sauver les mauvaises herbes ?, Colloque sur les Nouvelles pratiques culturales et nouvelles mauvaises herbes, 9-12 juin 1993, Laboratoire de biologie et écologie végétales place Viala, Ecole nationale supérieure agronomique, Montpellier.
- **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.
- **Matthew, A. (2016).** Moringa leaf extract on the growth and yield of pepper (*Capsicum annum L.*). *Asian Research Publising Network J. Agri. Biol. Sci.*, 11 : 107-109.
- **McCully K., Tremblay R.et Chiasson G. (2004).** Guide de lutte intégrée contre les 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.
- **McLaren, J. S. (1986).** Biologically active natural substances from higher plants : status and future potential. *Pest Management Science* 17(5):559-578.

Références Bibliographiques

- **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.
- **Merhi, M. (2008).** Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses: caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin.
- **Mersey, B. G., J. C. Hall, D. M. Anderson and C. J. Swanton. (1990).** Factors affecting the herbicidal activity of glufosinate-ammonium : absorption, translocation and metabolism in barley and green foxtail. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 37(1):90-98.
- **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.
- **Montazeri, M. (2005).** Biological weed control. *Agricultural Research and Education Press*, 207 p. (In Farsi).
- **Montegut J. (1980).** Les mauvaises herbes des cultures. Aspect généraux et fondamentaux pp.1-24.
- **Mosango, M. (1983).** Influence des plantes adventices sur les plantes de culture : quelques résultats. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*. XXX,1.
- **Mostafalou, S. and Abdollahi, M. (2013).** Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 268, 157-17.
- **Nusrat Agrawal, A., kumar, N., et Kumar, J. (2018).** Bioherbicides for friendly weed control. *Pesticide Formulation Technology*, Ministry of Chemicals and Fertilizer, Govt. of India). *International Journal of Advanced Research (IJAR)*, 550-552 ISSN: 2320-5407.
- **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.

Références Bibliographiques

- **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 Management Science*, 65 :453–459.
- **Pereira, W. A., Sávio, F. L., Borém, A., & Dias, D. C. F. S. (2009).** Influence of the seed arrangement, number and size of soybean seed on seeling length test. *Revista Brasileira de Sementes*, 31: 113-121.
- **Peter, M. (2011).** Minnesota wild flowers field guide to the flora of Minnesota www.Minnesota-wild-flowers.com.
- **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 Research*.. 71 :139–150.
- **Raunkiaer, C. (1934).** The Life Form of Plants and Statistical Plant Geography. *Collected Papers*. Clarendon Press, Oxford, p. 632p. *Rev Bras Sementes*, 31(1), 113-121. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100013>
- **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.
- **Ricklefs, R. E. and G. L. Miller. (2005).** *Écologie*. De Boeck Université, Bruxelles. p. 427.
- **Satorre, Snaydone. (1992).** A comparaison of root and shoat compétition between spring cereals and *Avena fantna* L. *Rev. Weed research* Vol .32n°1. pp345-352.
- **Seigler ,DS.(1996).** Chemistry and mechanisms of allelopathic interactions. *Agronomy research*, 88: 876-85.
- **Simpson, M.G. (2010).** *Plant systematics*, 2nd edition. Academic Press, Burlington, Massachusetts.

Références Bibliographiques

- **Singh, H. P., D. R. Batish and R. K. Kohli. (2003).** Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22:239-311.
- **Skipp R. A., Bourdot G. W., Hurrell G. A., Chen L. Y., Wilson D. J., Saville D. J. (2013).** *Verticillium dahliae* and other pathogenic fungi in *Cirsium arvense* from New Zealand pastures: occurrence, pathogenicity and biological control potential. *N. Z. J. Agric. Res.* 56, 1–21. 10.1080/00288233.2012.732092.
- **Sołtys-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. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 22 (22) : 1-4.
- **Sumi Ashiya Akter, Jhan Pijush Kanti, Rubel Mehede Hassan and Ahmed Rayhasian J. (2022).** Effect of Medicinal Plant Extracts on Seed Germination and Early Seedling Growth of Three Cucurbits. *Plant Science*, 21(3) : 401-415.
- **Sy, M., H. Margolis, D. Yue, R. Jobidon and L.-P. Vezina. (1994).** Differential tolerance of coniferous species to the microbially produced herbicide bialaphos, II. Metabolic effects. *Canadian Journal of Forest Research* 24(11):2199-2207.
- **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.
- **Tirichine A. (1993).** Détermination de la phase de sensibilité maximale du blé tendre aux mauvaises herbes. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie, INA 93p.
- **Tollsten, L., and G. Bergstrom. (1988).** Headspace volatiles of whole plant and macerated plant parts of *Brassica* and *Sinapis*. *Phytochemistry* 27, 4013—4018.

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.
- **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, D. C., and P. P. Feeny. (1977).** Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science* 171, 757—770.
- **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 foliaires de *Cytisus triflorus* L'Hérit., obtenus par agitation magnétique et sous ultrason, vis-à-vis de *Brassica nigra* 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. Selon l'ANOVA appliqué aux paramètres Pourcentage de germination, Longueur de la racine et Longueur d'hypocotyle de la laitue, aucune différence significative n'existe entre les moyennes de chaque paramètre obtenu avec les deux méthodes, au seuil de signification de 0,05, contrairement à la matière sèche qui est influencée par la méthode d'extraction ($p = 0,0001$). En revanche, concernant la moutarde, à l'exception de Pourcentage de germination, l'ensemble des paramètres Longueur de la racine, Longueur d'hypocotyle, et la matière sèche sont influencés par la méthode d'extraction avec une différence hautement significative entre les moyennes obtenues avec les deux méthodes avec agitation magnétique et ultrason.

L'analyse statistique des paramètres de la germination de *B. nigra* testée par les deux extraits, a révélé l'influence très significative de la concentration de l'extrait sur les valeurs de temps moyen de germination, l'indice de vigueur de semis, Pourcentage de germination et la matière sèche ($p \leq 0,001$). Un effet significatif du mode d'extraction, est enregistré par ailleurs sur les paramètres temps moyen de germination, l'indice de vigueur de semis, et la matière sèche ($p \leq 0,001$) et aucun effet sur le pourcentage de germination. Les longueurs des radicules/hypocotyles des deux groupes de graines ont été significativement affectées par les deux extraits ($p \leq 0,001$) et un effet significatif du mode d'extraction a été observé.

Mots-clés : bioherbicide, *Cytisus triflorus*, extrait aqueux, *Brassica nigra*

Abstract

The aim of this work is to evaluate the phytotoxic potential of aqueous extracts of *Cytisus triflorus* L'Hérit., obtained by magnetic stirring and under ultrasound, against *Brassica nigra* L. The biological test focused on the germination of seeds and growth of the weed species as well as on the model species *Lactuca sativa* L. According to the ANOVA applied to the parameter's germination percentage, root length and length hypocotyl of the lettuce, no significant difference exists between the means of each parameter obtained with the two methods at the significance level of 0.05 except for the dry matter which is influenced by the extraction method ($p = 0.0001$). On the other hand, concerning mustard, except for germination percentage, all the root length, length hypocotyl, and dry matter parameters are influenced by the extraction method with a highly significant difference between the means obtained with the two magnetic stirring and under ultrasound methods.

The statistical analysis of the parameters of the germination of *B. nigra* tested by the two extracts, revealed the very significant influence of the concentration of the extract on the values of the average germination time, seedling vigor index, germination percentage and dry matter ($p \leq 0.001$). A significant effect of the extraction mode is also recorded on the average germination time, seedling vigor index and dry matter parameters ($p \leq 0.001$) and there is no effect on the germination percentage. The lengths of the radicles/hypocotyls of the two groups of seeds were significantly affected by the two extracts ($p \leq 0.001$) and a significant effect of the mode of extraction was observed.

Keywords: bioherbicide, *Cytisus triflorus*, aqueous extract, *brassica nigra*

الملخص

الهدف من هذا العمل هو تقييم القدرة السامة للنبات من المستخلصات المائية لنبات اللقعة (*Cytisus triflorus.L'herit*) التي تم الحصول عليها بعملية التحريك المغناطيسي وتحت الموجات فوق الصوتية، لتثبيط انتشار الخردل الاسود (*brassica nigra. L*) ، ركز الاختبار البيولوجي على إنبات البذور والنمو الجذري لأنواع النباتات الضارة وكذلك على النوع النموذجي الخس (*Lactuca sativa .L*) بالمقارنة وقال ANOVA المطبقة على المعاملات نسبة الإنبات و اطوال الجذور السوقيات تحت فلكية للخس، لا يوجد فرق كبير بين متوسطات كل متغير تم الحصول عليه بالطريقتين، في مستوى دلالة 0.05 ، على عكس المادة الجافة التي تتأثر بطريقة استخلاص (p=0.001). من ناحية اخرى ، فيما يتعلق بالخردل الاسود ، بصرف النظر عن نسبة الإنبات، تتأثر جميع المعاملات نسبة الإنبات اطوال الجذور السوقيات تحت فلكية و المادة الجافة بطريقة الاستخراج مع وجود فرق مهم للغاية بين المتوسطات التي تم الحصول عليها باستخدام طريقتين التحريك المغناطيسي وتحت الموجات فوقالصوتية.

أظهر التحليل الإحصائي لمعاملات إنبات الخردل الاسود (*brassica nigra. L*) ، التي تم اختبارها بواسطة المستخلصين، تأثيراً مهماً جداً لتركيز المستخلص على القيم متوسط وقت الإنبات وموشرقوة الشتلات و نسبة الإنبات ، (p≤0.001) المادة الجافة كما تم تسجيل تأثير كبير جدا لطريقة الاستخراج على معاملات متوسط وقت الإنبات و وموشرقوة الشتلات و (p≤0.001) المادة الجافة وليس لها تأثير على نسبة الإنبات.تأثرت اطوال الجذور السوقيات تحت فلكية لمجموعتي البذور تأثراً مهماً بكلا المستخلصين (p≤0.001) ولوحظ كذلك تأثير هام لطريقة الاستخلاص .

الكلمات الرئيسية: (*Cytisus triflorus*) اللقعة ، مبيدات حيوية، مستخلص مائي، الخردل الاسود (*brassica nigra. L*).