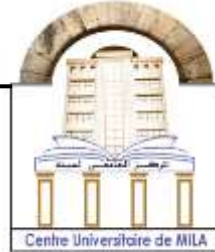


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie Végétale

Spécialité : Biotechnologie Végétale et Amélioration des Plantes

Thème :

Effet de l'extrait de *Inula viscosa* L. sur la germination et la croissance de quelques espèces végétales

Présenté par :

➤ ZERARA Rima

Devant le jury :

Président : M^{me} HIMOUR Sara MCB C. U Abdelhafid BOUSSOUF-MILA

Examineur: M^{me} BENTAHAR Soumia MCB C. U Abdelhafid BOUSSOUF-MILA

Promoteur : M^{me} TALHI Fahima MCB C. U Abdelhafid BOUSSOUF-MILA

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de

*mémoire, **M^{em} TALHI Fahima** , je la remercie de m'avoir*

encadré ,orienté , conseillé .

***M^{eme}HIMOUR Sara** la présidente et **M^{eme}BENTAHAR Soumia** l'examinatrice d'avoir*

acceptées de juger notre travail.

Je désire aussi remercie les professeurs de Centre Universitaire Mila , qui m'ont fourni

les outils nécessaires à la réussite dans mes études universitaires .

Je remercie mes amis qui ont toujours été là pour moi , leur soutien inconditionnel et

leurs encouragements ont été d'un grande aide.

Dédicace

*Je dédie cette travail à l'âme pure de **mon père***

*A **ma mère** pour tous leur sacrifice , leur amour leur soutien et leur prière tout long de
mes études*

*A mon cher mari **Sabir** pour sa patience et son soutien*

*A mes chers sœur **Ghada** et **Anfel** pour leurs encouragements et leur soutien moral*

*A mon cher frère **Mohamed** pour leur appui et leur encouragement*

A tout ma famille et ma belle famille

Résumé

Inula viscosa L. est une plante appartenant à la famille des Astéracées, largement distribuée dans le monde et présente de multiples propriétés médicinales. La présente étude est portée sur l'évaluation du potentiel allélopathique de son extrait aqueux sur la germination et la croissance de quatre espèces végétales (blé dur, blé tendre, lentille et pois chiche)

La macération aqueuse nous a permis d'obtenir un extrait aqueux qui a été utilisé pour irriguer les graines des quatre espèces végétales.

Les résultats obtenus ont montré que cet extrait a un effet inhibiteur sur les paramètres étudiés (taux de germination, taux d'inhibition, vitesse de germination, longueur relative des pousses et des racines, taux d'inhibition ou/et stimulation des pousses et des racines) pour toutes les espèces étudiées; et que cet effet est proportionnelle avec la concentration en extrait.

Mots clé :

Inula viscosa L. Allélopathie, métabolites secondaires, extrait aqueux, inhibition

ملخص

Inula viscosa L . هي نبات ينتمي الي الفصيلة النجمية موزعة في جميع أنحاء العالم ولها خصائص طبية متعددة ,تركز هذه الدراسة على تقييم إمكانيات التضاد الحيوي لمستخلصها المائي على انبات ونمو أربعة أنواع نباتية (القمح, الصلب , القمح اللين, العدس, الحمص).

أتاح لنا النقع المائي الحصول على مستخلص مائي تم استخدامه لنقع البذور الأنواع النباتية الأربعة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن هذا المستخلص له تأثير مثبط على العوامل المدروسة (معدل الانبات ,معدل التثبيط ,الطول النسبي للسيقان و الجذور, معدل تثبيط و تحفيز نمو السيقان و الجذور لجميع الأنواع المدروسة)

وهذا التأثير يتناسب مع تركيز المستخلص

الكلمات المفتاحية :

Inula viscosa L ,التضاد الحيوي , المستقلبات الثانوية ,مستخلص مائي, تثبيط

Abstract

Inula viscosa L. is a plant belonging to the Asteraceae family, widely distributed in the world and has multiple medicinal uses. On the evaluation of the allelopathic potential of its aqueous extract on the germination and growth of four plant species (durum wheat, soft wheat, lentil and chickpea).

The aqueous maceration allowed us to obtain an aqueous extract which was used to irrigate the seeds of four plant species .

The results obtained showed that this extract on the studied parameters (germination rate , inhibition rate germination speed , relative length of shoots and roots , inhibition rate or/ and stimulation of shoots and roots).

For all species studied , and that this effect is proportional to the concentration of extract .

Key words :

Inula viscosa L . , Allélopathia , secondary metabolites , aqueous extract ,inhibition .

Table des matières

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Partie I : Revue bibliographique

Chapitre I : botanique de *Inula viscosa* L.

1-La famille des Asteraceae.....	1
2- <i>Inula viscosa</i> L.	1
3-Description botanique de <i>Inula viscosa</i> L.	2
4-Position systématique.....	3
5-Appellation	4
6-Répartition géographique	4
7-Aspecte phytochimique.....	5
8-Utilisation des <i>Inula viscosa</i> L.....	5
8-1- L'inule visqueuse pour lutter contre la mouche de l'olivier	5
8-2- L'inule visqueuse pour fixer les insectes auxiliaires dans les cultures.....	6
8-3- Plante médicinale.....	6
9- Propriétés médicinales de l' <i>inule visqueuse</i>	6
10-Activités biologiques de <i>Inula viscosa</i> L.	7

Chapitre II : allélopathique

1-Généralité.....	9
2-Définition de l'allélopathie	9
3-Composé allélopathique	9
4-Voies d'excrétion des composé allélopathique	10
a- Volatiles	10
b- Exsudation racinaires	10
c- Le lessivage	10
5-Effet des substances allélochimiques sur les plantes	10
6- Application de l'allélopathie	11

Chapitre III: Les métabolites secondaire

1-Généralité.....	12
1-1-Les polyphenols	12
1-1-1-Classification des polyphénols.....	12
a / Les flavonoïdes.....	13
b / Les tanins.....	13
1-1-3- Rôles des composés phénoliques.....	15
1-2- Les alcaloïdes.....	15
1-2-1- Rôles des alcaloïdes.....	16
1-3-Les terpènes.....	16
1-3-1-Définition	16
1-3-2-Classification des terpènes.....	17

Partie II : Matériel et méthode

1-Matériels végétales	19
------------------------------------	-----------

1-1-Echantillonnage	19
1-2-Préparation de la poudre	19
2-Espèces céréalières et légumineuses.....	20
3-Méthode	21
3-1-Préparation de l'extrait aqueux	21
3-2-Effet de l'extrait aqueux de <i>Inula viscosa</i> L. sur la germination et la croissance de quelques espèces céréalières et des légumineuses.....	21
✓ Protocole	22

Partie III : Résultat et discussion

1- Effet de extrait d' <i>Inula viscosa</i> L. sur la germination des espèces céréalières et légumineuses sec.....	25
1-1- Variation du taux de germination en fonction de germination en fonction de concentration.....	28
1-2- Variation du taux d'inhibition de germination fonction de concentration.....	28
1-3- Variation du vitesse de germination fonction de concentration	29
1-4- Variation du index de germination fonction de concentration	30
1-5- Variation du longueur relatives des pousses fonction de concentration.....	31
1-6- Variation du longueur relative des racines fonction de concentration	32
1-7- Variation du taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance des pousses fonction de concentration	33
1-8- Variation du taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance des racines fonction de concentration.....	34
2- Discussion	35

Conclusion et perspectives

Références bibliographiques

Annexe

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	<i>Inulaviscosa</i> L.(résidence centre université de mila avril 2022)	02
Figure 2	<i>Inulaviscosa</i> L. et ses parties	03
Figure 3	répartition géographique de <i>Inulaviscosa</i> L .dans le monde	04
Figure 4	lutter contre la mouche de l'olivier par <i>Inula visosa</i> L.	05
Figure 5	Squelette de base des flavonoïdes	13
Figure 6	Classification de tanin selon leur structure chimique	14
Figure 7	Squelette de base des alcaloïdes	16
Figure 8	Préparation de poudre	19
Figure 9	Les étapes de préparation de l'extrait aqueux	21
Figure 10	Dispositif expérimentale de la germination et la croissance des graines légumineuses et céréalières	22
Figure 11	Effet de extrais de <i>Inula viscosa</i> L. sur la germination et la croissances des espèces céréalières	26
Figure 12	Effet de extrais de <i>Inula viscosa</i> L. sur la germination et la croissances des espèces légumineuses	27
Figure 13	Taux de germination	28
Figure 14	Taux d'inhibition de germination	29
Figure 15	Vitesse de germination	30
Figure 16	Index de germination	31
Figure 17	Longueur relative des pousses	32
Figure 18	Longueur relatives des racines	33

Figure 19	Taux d'inhibition ou stimulation de croissance des pousses	33
Figure 20	Taux d'inhibition ou stimulation de croissance des racines	34

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	page
Tableaux I	certaines activités polyphénols	15
Tableaux II	variétés testées	20
Tableaux III	Effet des extrait de <i>Inula viscosa</i> L. , sur la germination des graines	annexe
Tableaux IV	Vitesse de germination	annexe
Tableaux V	Index de germination	annexe
Tableaux VI	Longueur relatives des posses	annexe
Tableaux VII	Longueur relatives des racines	annexe
Tableaux VIII	Taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des posses	annexe
Tableaux IX	Taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des racines	annexe

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
C	concentration
cm	Centimètres
Cm	Concentration mère
<i>I. viscosa</i>	<i>Inula viscosa</i> L .
g	gramme
mm	Millimétré
m	Centimètre
ml	Millilitre
V	Volume
m	Mètre
%	Pourcentage

Introduction

Introduction

Les plantes sont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisque elle sert pour nourrir, se soigner et par fois dans ses rites religieux. L'utilisation des plantes médicinales devenue certainement un art au fil des siècles. La thérapeutique par les plantes s'est dissociée comme source de remède pour se soigner ou prévenir des maladies est originaire des millénaires jusqu'à la récente civilisation chinoise, indienne et du proche-orient. elle est des pratiques magiques pour devenir empirique puis scientifique (**Benkiki,2006**).

L'Algérie dispose d'une grande diversité floristique à laquelle s'ajoute une tradition d'utilisation des plantes. La recherche de nouvelles molécules doit être entreprise au sein de cette biodiversité végétale en se servant de données ethnobotaniques (**Boukemaya et al., 2015**).

Les extraits bruts des plantes commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle en molécules naturelles bioactives. Ils font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour le traitement des maladies infectieuses et pour la protection des aliments contre toute combustion et comme des anti-inflammatoires, et des anti-analgésiques (**Ouldmammar et Abane, 2021**).

Les plantes avec leur nombre illimité constituent un réservoir immense de nouveaux composés médicinaux potentiels grâce à ses molécules qui présentent l'avantage d'une grande diversité de structure chimique et d'activités biologiques. Les plantes médicinales sont caractérisées par leur richesse en principes actifs et en substances telles que les polyphénols et les flavonoïdes qui sont dotées des propriétés importantes et différentes (**Ramli, 2013**).

Des études approfondies sur les composants chimiques des espèces végétales ont conduit à l'identification de plusieurs substances, y compris de leur effet sur les phénomènes de germination et de croissance de certain espèces de céréales et légumineuses. Notre choix est porté sur une plante de la famille des Asteraceae: *Inula viscosa* L. cette dernière est l'une des plantes les plus distribuées dans le règne végétale (**Reeb, 2010**).

L'objectif de notre travail consiste à étudier l'effet de l'extrait aqueux de cette plante sur le processus de germination et de croissance des graines de certaines céréales et des légumineuses.

La présente étude s'articule autour de deux parties, dont la première concerne la recherche bibliographique sur la plante, l'allélopathie et les métabolites secondaires. La deuxième partie, rassemble le matériel utilisé, les méthodes et les techniques appliquées pour réaliser les différents tests ainsi les résultats obtenus dans cette étude et leurs discussions.

L'étude est clôturée par une conclusion générale dont laquelle les principaux résultats obtenus sont illustrés ; ces derniers pourraient stimuler d'autres travaux de recherches pour la valorisation du patrimoine végétale et pour cela différentes perspectives sont évoquées.

Partie I: Etude bibliographique

Chapitre I : Botanique de Inula viscosa L.

1-Famille des Asteraceae

La famille des Astéracées aussi appelée « famille de l'aster » ou « composées » est la plus large famille de spermatophytes mais également l'une des plus évoluées. Elle contient 1 530 genres et plus de 23 000 espèces. Les genres les plus importants sont :

- les séneçons, *Senecio* avec 1 500 espèces,
- les vernonias, *Vernonia* avec 1 000 espèces,
- les cousinias, *Cousinia* avec 600 espèces,
- eupatoires, *Eupatorium* avec 600 espèces.
- les epervières, *Hieracium* avec plus de 40 espèces,
- les centaurees, *Centaurea* avec 36 espèces (**Filleul, 2018**).

Les plantes de cette famille se rencontrent sur toute la surface de la terre, c'est une famille cosmopolite avec une diversification plus importante au niveau des régions sèches, comme par exemple, dans le bassin méditerranéen, le sud de l'Afrique, le Mexique et l'Amérique du sud ainsi qu'au sud-ouest des Etats-Unis et en France.

2- *Inula viscosa* L.

Il s'agit d'une plante sauvage méditerranéenne, sur nommée "insecticide végétal" de par son rôle dans la protection des cultures par la lutte biologique. C'est une plante vivace, à racine pivotante, avec un port dressé, d'assez grande taille (jusqu'à 1,50 m de hauteur). Ses tiges sont assez ramifiées et deviennent ligneuses à la base avec l'âge. Toute la plante est couverte de poils glanduleux qui libèrent une résine odoriférante et collante, à odeur de camphre. Les fleurs sont regroupées en capitules (~10 à 20 mm de diamètre). Deux types de fleurs y sont présents (**Reeb, 2010**) :

- des fleurs à pétales soudés en languettes jaunes (ligulées), à l'extérieur du capitule.
- des fleurs en tubes (tubulées), jaune orangé, au centre du capitule (**Reeb, 2010**).



Figure 01 : *Inula viscosa* L. (photo personnelle, résidence du centre université de Mila, avril 2022).

3-Description botanique de *Inula viscosa* L.

Inula viscosa L. communément appelée magramane est une plante visqueuse et herbacée, annuelle et vivace, de 50 cm à 1 m de haut (**Quezel et Santa, 1963**).

La tige de *I. viscosa* est érigé, feuillu, avec des fruits à la base, les feuilles collantes du liseron, tiges épineuses, légèrement collantes, lancéolées, dentées apicales et aiguës. Les fleurs sont radieuses, jaunes et disposées en inflorescences. La floraison commence en septembre et les fruits sont des akènes avec des poils jaunâtres sur le dessus (**Bonnier, 1990**). La reproduction est assurée par la voie sexuelle et les graines sont propagées par division ou reproduction asexué (**Bartels, 1997**).



Figure 02 : *Inula viscosa* L. et ses parties (photo personnelle ; résidence centre université Mila avril 2022)

4-Position systématique

Selon (Quezel et Santa, 1963), la classification botanique de *Inula viscosa* L. est la suivante:

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Astérides

Ordre : Astérales

Famille : Astéraceae

Genre : *Inula*

Espèce : *Inula viscosa* L.

5-Appellation

Nom commun : Inule, aunée visqueuse

- Nom Anglais: stichkyfleabane (**wanget et al., 2004**).
- Nom Maroc: terhalâ (**Zeggwagh et al ., 2006**).
- Nom Kabylie: amagrammane (**Baba Aissa, 1999**).
- Vernaculaires: magrammane (**Baba Aissa, 1999**).
- Nom Algérie : magramen ou mersit (**Zeguerrou et al., 2013**).
- Nom français : Inule visqueuse (**Baba Aissa, 2000**).

6-Répartition géographique

Inula viscosa L. est largement distribué dans tout le bassin méditerranéen, sur les sols salins, les prairies humides et les bords des cours d'eau (**Quezel et Santa , 1963**).

Selon (**benyahia et al., 1991**), le magramane est largement distribué en Algérie en sol rocaille et argile.



Figure 03: répartition géographique de *Inula viscosa* L.dans le monde (**Benyahia , 2014**).

7-Aspecte phytochimique

Un grand nombre d'espèces appartenant au genre *Inula* ont été étudiées chimiquement et dont lesquels de nombreux métabolites secondaires ont été identifiés. Les études réalisées par **(Benayache et al., 1991)** sur les parties aériennes d'*Inula viscosa* L. ont montré sa richesse en flavonoïdes, terpènes et lactones sesquiterpéniques. D'autres composés sont aussi présents chez cette espèce, on note:

l'apigénine, quercétine, 2-O-méthylcampférol (classe des flavonoïdes) **(Bicha, 2003)**, 3 β -acétyldammara-20, 24-diène (terpènes) **(Oksöz, 1976 ; Bohlman, 1977)**, α -santonine et inulviscolide (lactones sesquiterpéniques) **(Bicha, 2003)**. La plante contient également d'autres substances mineures. Cependant, les racines contiennent de nombreuses substances actives telles que inuline et camphre **(Fournier, 1947)**

8-Utilisation de *Inula viscosa* L.

8- 1- *Inula viscosa* L. pour lutter contre la mouche de l'olivier

L'*Inula visqueuse* L. attire les abeilles mais pas seulement. Une mouche, *Myopitesstylata*, aime pondre dans ses fleurs qui se transforment alors en galle. Les larves de *Myopites* attirent à leur tour un "hyper parasite" (parasitoïdes), *Eupelmusurozonus*, qui va pondre à son tour dans la galle ; les larves de *Eupelmusurozonus* se nourrissent d'une partie des larves de *Myopites*. Au printemps, *Eupelmusurozonus* sort de la galle tombée au sol et va pondre cette fois-ci dans l'olive parasitée par la mouche de l'olivier (*Bactroceraoleae*). Cette fois-ci, la larve de *Eupelmusurozonus* va se nourrir de celle de *Bactroceraoleae* **(Isabelle, 2021)**.

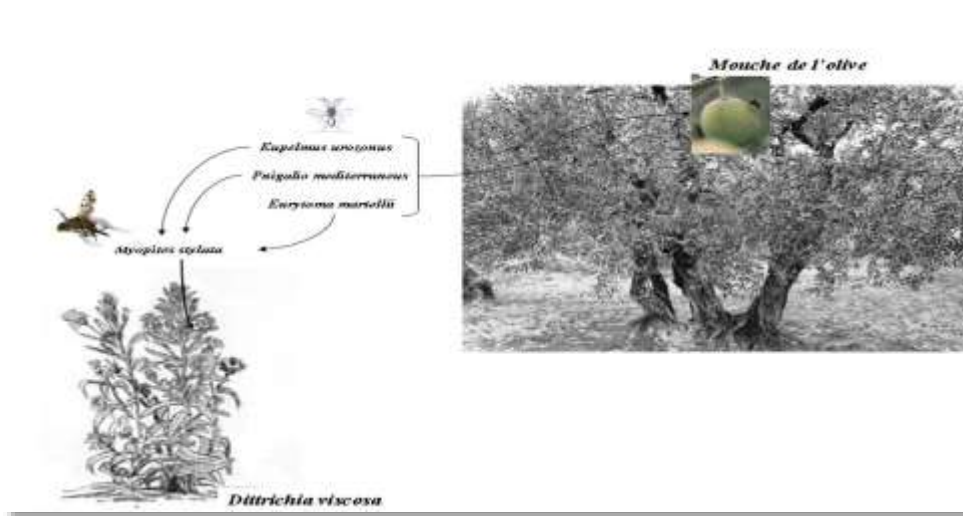


Figure 04 : lutter contre la mouche de l'olivier par *Inula viscosa* L. (reeb, 2020)

8-2- L'*Inule visqueuse* L. pour fixer les insectes auxiliaires dans les cultures

Inula viscosa L. riche en pollen, sert de garde-manger (par ses fleurs mais aussi par son feuillage pour certaines larves d'auxiliaires) et d'abri à de nombreux insectes auxiliaires utiles pour lutter contre les ravageurs : chrysopes, guêpes parasitoïdes, syrphes... Sur le même principe cité précédemment, elle attire (et englu) également des pucerons bien appréciés par les guêpes parasitoïdes, les coccinelles et les larves de nombreux autres auxiliaires (Isabelle ,2021).

8-3- Plante médicinale

Inula viscosa L. fait partie des plantes médicinales traditionnelles du bassin méditerranéen, du fait de ses nombreuses propriétés : anti-inflammatoire, antifongiques, antibactériennes, antiseptiques, cicatrisantes (Isabelle , 2021).

9-Propriétés médicinales de *Inule viscosa* L.

Inula viscosa L. est utilisée comme un antiseptique calmant, asséchant des voies respiratoires, antispasmodique respiratoire, expectorant, cholagogue et cholérétique, bactéricide, antiviral, tonique, diurétique, diaphorétique, emménagogue, vermifuge.

Elle est utilisée aussi dans les infections des bronches et les infections pulmonaires (toux, trachéite, bronchite, catarrhe, encombrement pulmonaire) ; dans la stimulation de la digestion ; affections hépatobiliaires (ictère) ; affections des voies urinaires ; règles irrégulières ou insuffisantes ; abcès, ulcères ; parasitose, et en dermatoses.

10- Activités biologiques d'*Inula viscosa* L.

La médecine traditionnelle attribue de nombreuses propriétés curatives à *Inula viscosa* L. (Susplugas et al., 1980).

- Activité anti-inflammatoire (Manezet al ., 2000).
- Activité antidiabétique (Zeggwagh et al ., 2006).
- Activité antipyrétique et antiseptique (Lauro et Rolih, 1990).
- Activité antifongique (Cafarchia et al ., 2002)
- Activité antimicrobienne (Adam et al ., 1989).
- Activité curative de blessure (Enam et al ., 2007).
- Activité hypolipidemiante (Zeggwagh et al ., 2006).
- Activité anti-ulcérogénique (Alkofahi, 1999).
- Activité antioxydant (Remli, 2013).
- Activité antivirale (Sassi et al ., 2008).
- Activité anti tumoral (Rozenblat et al . ,2008)

Ainsi *Inula viscosa* L. est utilisée dans plusieurs applications telles que :

- Application de feuilles fraîches ou poudre de feuilles sèches sur les plaies ouvertes .
- Pour l'arrêt de l'hémorragie et sert comme antiseptique , aussi utilise d'une pâte à partir de poudre des feuilles mélangées avec de l'huile d'olives comme une pommade au corps.
- Elle possède une activité biologique pour prolonger la durée de conservation de nourriture (Franco et al ., 2008).
- Elle est utilisée dans le traitement des troubles gastroduodénaux (Alarcon et al ., 1993).

- Les feuilles de *Inula viscosa* L. sont utilisées en cataplasme pour traiter les abcès, la gale,
- Dermatoses, furoncles, des ulcères, des gerçures et comme cicatrisant des plaies Cutanées(**Hmamouchi, 2001**).
- La racine crue écrasée est intervenu dans le traitement de l'hypertension, de la tuberculose, des affections poitrinaires, des infections respiratoires et bronchiques (**BellaKhdar, 1997**).
- La partie aérienne de cette plante est utilisée pour le traitement de la pression artérielle et diabète et des pathologies rénales (**Eddouks et al., 2002**).
- Elle est utilisable comme anthelminthique, expectorant, et pour traitement de l'anémie et le cataplasme pour les douleurs de rhumatisme et aussi prescrite comme un agent dans l'induction de l'avortement et la stérilité des femelles (**Karim et al., 1990 ; Al-Khalil et al., 1992**).
- Au niveau de l'appareil respiratoire, elle agit comme sédatif de la toux et des spasmes bronchiques (**Benayache et al., 1991**).

Chapitre II : Allélopathie

1-Généralité

Selon (**Mermillod et Delabays, 2002**) les plantes présentes dans une parcelle interfèrent entre elles de différentes manières . Outre la compétition classique pour l'eau, les nutriments et la lumière, il a été mis en évidence ces dernières années une influence induite par les molécules chimiques, appelée allélopathie.

En effet, de nombreuses espèces végétales synthétisent des molécules capables d'inhiber la germination et la croissance des plantes voisines .

2- Définition de l'allélopathie

Le phénomène de l'allélopathie est connu depuis plus de 2000 ans (**Rice, 1984**).

Il consiste à l'interférence chimique d'une espèce végétale sur la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes. Toutefois, le terme est généralement accepté pour couvrir à la fois des effets de stimulation et d'inhibition d'une plante sur une autre (**Rice, 1984**). Certains biologistes utilisent le terme dans un sens plus large, les entomologistes l'utilisent dans les interactions plante insecte et les microbiologistes dans les interactions plante-microorganisme.

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

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

3-Composé allélopathique

Les allélochimiques sont des métabolites secondaires non nécessaires à la croissance produit par des organismes irritants tels que les plantes inhibiteurs de la croissance, de la santé, du comportement ou de la biologie des organismes associés (plantes, insectes, micro-organismes, etc.) (**Haig, 2008**).

4-Voies d'excrction des composes allélopathiques

On générale tous les organes végétaux comprennent des quantités variables de substances potentiellement allélopathiques qui sont excrétés à l'extérieure par des voies diverses :

a-volatilisation

Un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides ou semi-arides. Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des mono terpènes simples (**Bertin et al., 2003**).

b-Exsudation racinaires

On appelle exsudats racinaires toutes les substances organiques solubles et insolubles libérées dans le sol par les racines saines ou lésées.

L'exsudation racinaire présente un intérêt particulier pour les phénomènes allélopathiques parce qu'il s'agit d'une voie de libération directe des toxines dans la rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (**Bertin et al., 2003**).

c-Le lessivage

Le lessivage de tissus végétaux, principalement de feuilles, par la pluie, le brouillard ou la neige conduit à la dissolution et au transport de constituants solubles vers le sol.

La grande majorité des substances allélopathiques peut être lessivée, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (**Tukey, 1970**).

5-Effets des substances allélochimiques sur les plantes

L'exposition des plantes sensibles aux allélochimiques peut affecter leurs germinations, leurs croissances et leurs développements. En effet, la germination des graines est alors retardée ou le développement des plantes est inhibé. Les variations morphologiques sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement : des effets sur l'allongement de la tigelle et de la racicule (coléoptile et coléorhiz des

poacées). Ces variations peuvent être observées aux stades post-levés sur le développement des pousses et des racines (**Kruse et al., 2000**).

De nombreux métabolites secondaires peuvent participer à ces interférences. un des exemples classiques concerne l'action inhibitrice qu'exerce le noyer (*juglan snigra* L.) sur le développement de différentes espèces herbacées ou ligneuses.

5-Application de l'allélopathie

En situation naturelle, il semble que l'allélopathie contribue à la répartition spatiale des espèces et à l'organisation des successions végétales.

Les phénomènes allélopathiques comprend plusieurs applications dans le domaine de l'agriculture :

- compétition des mauvaises herbes sur la culture dont les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes.
- lutte contre les mauvaises herbes avec la meilleure sélection de variétés ayant un pouvoir allélopathique.
- gestion des rotations culturales on observe des effets d'une culture sur la suivante, soit à cause de phénomènes d'auto-toxicité , soit à travers des successions nettoyantes (dans le cas de la culture de tournesol) .
- les associations de cultures peuvent être perturbées par des substances allélopathiques (**Boudiaf et Bentayeb, 2017**) .

Chapitre III : Les métabolites secondaires

1-Généralités

Les plantes possèdent des métabolites dits secondaires par opposition aux métabolites primaires que sont les protéines, les glucides, et les lipides, ces composés diffèrent en fonction des espèces. Leur rôle intervient dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires (**Königfranzblau, 2000**).

On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés azotés dont les alcaloïdes, les terpènes et les composés phénoliques. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés possédant une très large gamme d'activités biologiques.

1-1- Les polyphénols

Les polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisées par un ou plusieurs noyaux aromatiques hydroxylés, les polyphénols sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatique qui les composent et des substitutions qui les relient (**Youla et Latrous, 2017**).

1-1-2 Classification des polyphénols

Une classification de ces substances a été proposée par (**Harborne, 1980**).

On peut distinguer les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure de squelette de base.

Deux principales classes sont largement répandues :

- Les flavonoïdes.
- Les tanins.

a/ Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont désignés sous le nom de vitamine P (P étant la première lettre de mot perméabilité), en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux Sanguins (Nijveldt et al., 2001). Ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Guignard, 1996 ; Medic et al., 2003).

À l'état naturel les Flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides (Ghestem et al., 2001 ; Bruneton, 1999) .

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont : flavones, isoflavandiol, flavonols, flavandiols, aurones, chalcones, anthocyanins (Effendi et Yajun, 2008).

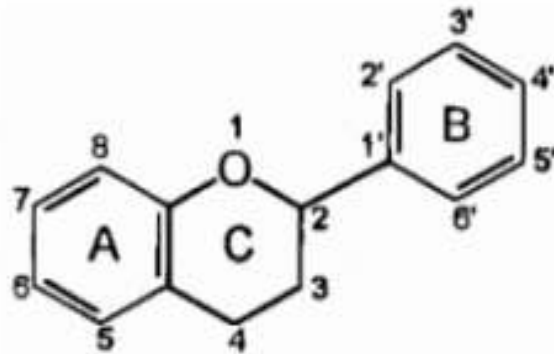


Figure 05 : Squelette de base des flavonoïdes (Bicha , 2003)

b / Les tanins

Les tannins (ou tanins) sont des substances polyphénoliques hydrosolubles de structure variée, de saveur astringente (Hurabielle, 1981) naturellement produits par les plantes qui ont la propriété de transformer la peau fraîche en un matériau imputrescible :

le cuir . Cette propriété de tannage provient de la création de liaisons entre les molécules de tannins et les fibres de collagène de la peau, et à leur aptitude à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides...) et à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des gélatines, des stéroïdes et des alcaloïdes pour former un précipité (Bruneton, 1999).

Ils sont très réponsus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaine famille comme les conifères, les fagacée, les rosacée (Ghestern et al., 2001).

Ils peuvent exister dans divers organes : l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les grains (khanbabe et Ree, 2001). On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs trois groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biogénétique : les tanins hydrolysables, les tanins non hydrolysables (condensés) et les tanins complexes (Bruneton, 1999)

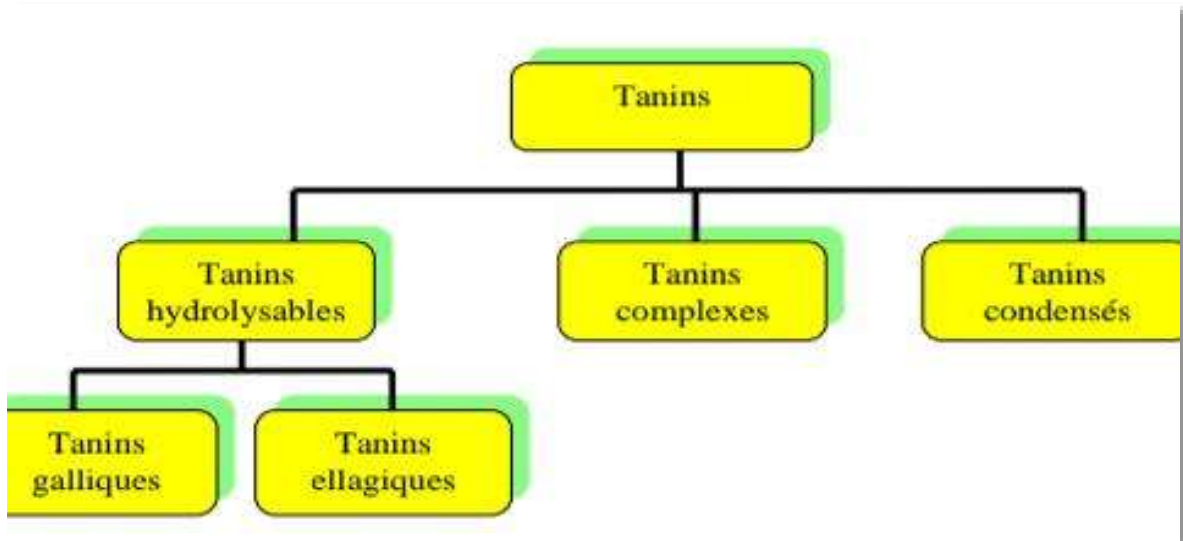


Figure 06 : Classification de tanin selon leur structure chimique (Wilfred et Ralp , 2006)

1-1-3- Rôles des composés phénoliques

Les composés phénoliques possèdent des propriétés biologiques diverses d'où leur utilisation en thérapeutique. Ils participent dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leur propriétés antioxydants (**Fleuriet et al., 2005**).

En outre, un certain nombre de molécules polyphénoliques ont été testés cliniquement comme des antiagrégants plaquettaires, ou hypotenseurs avec des résultats moins probants (**Martin et Andriantsitohaina, 2002**). Certains composés sont dotés de certaines activités résumées dans le tableaux I.

Tableaux I : certaines activités polyphénols (**Larbi et Amrous , 2018**)

Certaines classes des polyphénols	Activités
Flavonoïdes	Anti tumorales Anti carcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydants
tannins	Antioxydants Anti tumorales Anti-inflammatoires et antibactériennes Anti diarrhéique Digestibilités des protéines
Tannins galliques	Antioxydants

1-2- Les alcaloïdes

Un alcaloïde est une substance organique azotée relativement stable d'origine végétale (**Mauro, 2006**), et de distribution restreinte à caractère alcalin et présentant une

structure moléculaire hétérocyclique complexe ; existe à l'état de sels et bio synthétiquement formés à partir d'un acide aminé (Reynier, 2007).

Les alcaloïdes existent rarement à l'état libre dans la plante, le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins (Roux et Catier, 2007).

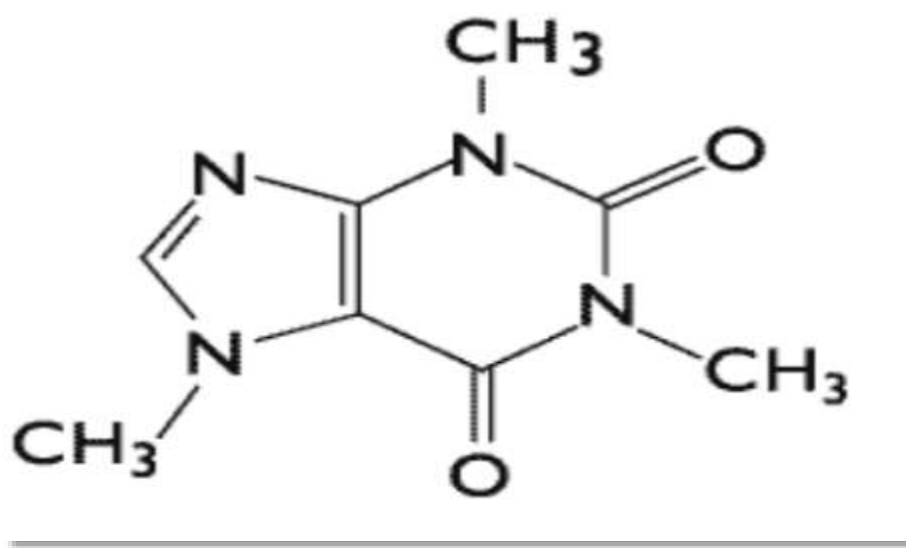


Figure 07 : squelette de base des alcaloïdes (karour, 2020) .

1-2-1- Rôles des alcaloïdes

Ils possèdent une activité pharmacologique significative. bien que beaucoup d'entre eux sont employés pour leurs propriétés analgésiques (comme la morphine, la codéine), dans la cadre de protocoles de sédation (anesthésie, atropine) souvent accompagnés des hypnotiques, ou comme agents antipaludéens (quinine, chloroquinine) ou agent anticancéreux (taxol, vinblastine, vincristine), mais certains d'entre eux soient toxiques (comme la strychnine ou l'aconitine) (Zenk et Jueng, 2007).

1-3-Terpènes

Les terpènes, appelés aussi terpénoïdes, constituent une classe de substances naturel les extrêmement abondante. Ce sont des constituants habituels des cellules végétales présents chez toutes les plantes et possèdent des activités biologiques très diverses. plusieurs d'entre eux sont exploités à l'échelle industrielle (industries des

cosmétiques, du caoutchouc, de l'agroalimentaire pour les arômes et les colorants alimentaires,ect) (Belloum, 2007).

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels résultant de la combinaison de plusieurs unités d'isoprènes (C₅H₈), dont la formule de base est constituée de multiples de celle-ci, c'est-à-dire(C₅H₈)_n (Benyahia et al., 2014).

1-3-1-Classification des terpènes

a-Les monoterpènes

Ils sont les plus simples constituants des terpènes, ils sont odorants, très volatils et majoritaire dans la composition d'une huile essentielle. Ils peuvent être acycliques (ex: myrcènes, ocimènes), monocycliques (ex : α et γ terpènes, p-cymène) ou bicycliques (ex : pinènes) et sont porteurs de groupements fonctionnels variés(Bonnafous et al., 2013).

b-Les sesquiterpènes

Ce sont des composés volatils et fortement odorants. leur squelette de base est constitué de 15 atomes de carbones. Selon (Bruneton et al., 2009) c'est la classe la plus diversifiée des terpènes, vu qu'il renferme plus de 3000 molécules. Ce sont des composés volatils et fortement odorants.

c-Les diterpènes

Les diterpènes constituent une des classes des terpènes ayant tous un squelette carboné en C₂₀. Ils sont présents chez certains insectes et chez divers organismes marins, ils sont répandus notamment chez les végétaux supérieurs, telle que les Asteraceae, on les classe en fonction de leur diversité structurale, la structure peut être acyclique et cyclique ou tricycliques(Bruneton et al., 2009).

d-Les triterpènes

Les triterpènes sont des composés en C₃₀, issus de la condensation de six molécules d'isoprène, ils forment un groupe important de produits naturels.

Selon (Malecky et al., 2008), il existe plus de 1700 triterpènes dans la nature, dont la majorité est sous forme tétracyclique ou pentacyclique, la forme acyclique étant rare.

Parmi les triterpènes acycliques, il cite le squalène, qui est le précurseur des autres triterpènes, tout affirmant que la plupart des triterpènes sont des alcools, sous forme libre ou glycosidesaponines)(Malecky et al., 2008).

e-Les tétraterpènes

Leur squelette renferme C₄₀, selon (Malecky et al., 2008) les seuls représentants de ce groupe sont les caroténoïdes, substance colorée en jaune, orange ou rouge, aux quelles de nombreuses fleurs et fruits doivent leurs couleurs.

Partie II : Matériel et méthodes

1-Matériels végétal

Pour faire ce travail, nous avons utilisé les feuilles de *L'Inula viscosa* L. comme source des métabolites secondaire ; et pour mettre en œuvre l'expérience, nous avons utilisé deux variétés de légumineuses et deux variétés de céréales.

1-1- Echantillonnage

les feuilles de *Inula viscosa* L .ont été prospecté le mois de Mars dans la résidence du centre universitaire Abdelhafid BOUSSOF .

1-2-Préparation de la poudre

Les feuilles sont lavées à l'eau courante pour éliminer tous les débris, puis séchées à l'obscurité. Après séchage, les feuilles sont réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre ainsi obtenue est conservée dans des flacons en verre hermétiquement fermés à une température ambiante jusqu'à leur utilisation pour la préparation des différents extraits







Figure 08 : préparation de poudre :(A) feuilles fraiche , (B) séchage des feuilles ,(C) poudre des feuilles

2-Espèces céréalières et légumineuses

On a utilisé quatre espèces : deux céréales et deux légumineuses fournis par la Direction de Céréales et Légumes Secs de Radjasse wilaya de Mila.

Tableaux II :Espèces testées

	Nom variétés	Nom scientifique	Famaille
Céréales	Blédur: vitron 	<i>Triticum durum Desf.</i>	Poaceae
	Bléstendre :ARZ 	<i>Triticum aestivum L.</i>	Poaceae
Légumineuses	Poischiche:filp 	<i>Cicerarietinum</i>	Fabaceae
	Lentille:Syrie 229 	<i>Lens culinaris.</i>	Fabaceae

3-Méthode

3-1- Préparation de l'extrait aqueux

50g de la poudre de *Inula viscosa* L. ont été macérée avec 500 ml d'eau distillé, puis mis sous agitation mécanique pendant 24 heures.après, le mélange est filtré pour obtenir un extrait aqueux.

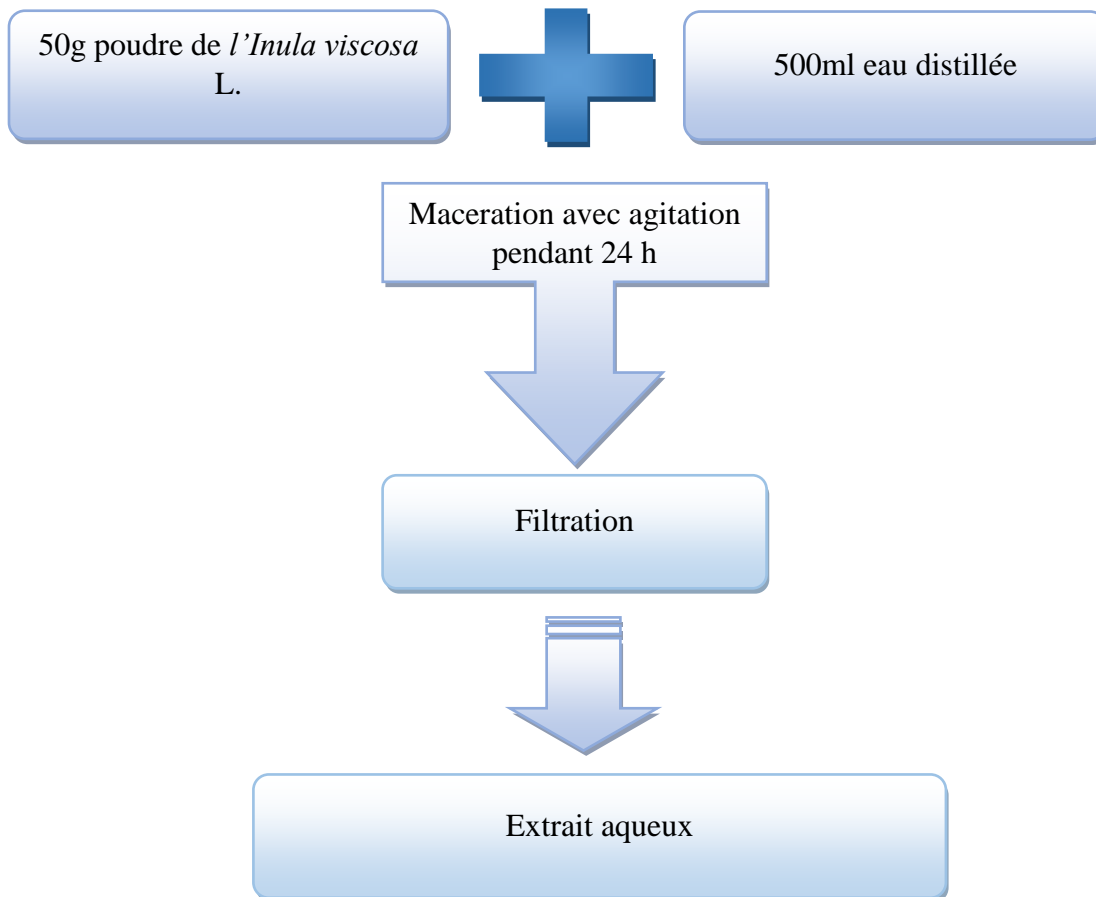


Figure 09: Schéma d'extraction aqueuse

3-2- Effet de l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. sur la germination et croissance de quelques espèces céréalières et des légumineuses

L'évolution de l'effet allélopathique de l'extrait aqueux est mettre évidence en utilisant le protocole suivant :

✓ Protocole

Le protocole expérimental est celui utilisé par (**Bindu et Jain, 2009**) avec quelques modifications.

L'expérience a été réalisée dans des boîtes de pétri stériles de 12 cm de diamètre, et dont lesquelles le papier Wattman N°3 humidifié par les différentes concentrations de l'extrait aqueux a été utilisé comme un support de germination.

Cm=100%
C1=75%
C2=50%
C3=25%

Avant d'être utilisées, les graines testées ont été choisies saines puis désinfectées avec l'eau de javel / eau distillée (1v/3v) ; puis 10 graines ont été placées dans chaque boîte de Pétri. Le traitement témoin n'a été traité qu'avec l'eau distillée (Figure 10).



Figure 10 : dispositif expérimentale de la germination et la croissance des graines

L'expérience a été réalisée pendant une période de dix jours avec trois répétitions pour chaque traitement. Une graine est considérée comme germée lors de l'apparition de radicule. La germination a été enregistrée quotidiennement et les résultats ont été déterminés en mesurant différents paramètres :

- **Taux de germination**

Le taux de germination a été calculé selon la formule donnée par (Côme , 1970) :

$$Tg = Ng / Ns \times 100$$

Tg: Taux de germination

Ng: Nombre de graines germées.

Ns: Nombre de graines semées.

- **Taux d'inhibition de germination (Ti)**

Selon (Ben khettou , 2010) le taux d'inhibition est calculé par la formule suivante :

$$Ti = (Ns - Ng) / Ns \times 100$$

Ti : Taux d'inhibition germination

Ns : Nombre de graines semées.

Ng : Nombre de graines germées.

- **Vitesse de germination**

La vitesse de germination est calculée par la formule suivante proposée par (Côme, 1970) :

$$V = (N1 + N2 + N3 + \dots + Nn) / (N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn)$$

V : Vitesse de germination

Nn : Nombre de graines germées au temps Tn

- **Index de germination (Ig)**

L'index de germination est une expression quantitative de la germination qui concerne le taux de germination quotidien à la valeur maximale de la germination notée (**Throneberry et Smith, 1955**). Il est calculé par l'équation suivante :

$$I_g = N_1 + N_2 - N_1/2 + N_3 - N_2/3 + \dots + N_n - N_{n-1}/n$$

I_g : Index de germination

N_n : Pourcentage de germination au n^{ème} jour

➤ **Longueur relatives des pousses (Rs)**

Selon (**Rho et Kil, 1986**) ce paramètre est calculé par la formule suivante :

$$R_s = M_s / M_c \times 100$$

R_s : Longueur relative des pousses

M_s : Longueur moyenne des pousses des plantes traitées

M_c : Longueur moyennes des pousses des plantes témoins

➤ **Longueur relative des racines (Rr)**

La longueur relative des racines est calculée selon la formule donnée par (**Rho et Kil, 1986**) :

$$R_r = M / M_c \cdot 100$$

R_r : Longueur relative des racines

M : Longueur moyenne des racines des plantes traitées

M_c : Longueur moyennes des racines des plantes témoins

➤ **Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance**

Ce paramètre est calculé selon formule donnée par (**Abiyu et Nagappan, 2015**) :

$$T_i = (RLC - RLT) / RLC \cdot 100$$

T_i : Taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance des tiges ou des racines

RLC : Longueur des tiges ou des racines des plantes témoin

RLT : Longueur des tiges ou des racines des plantes traitées

Partie II : Résultats et discussion

1-Effet de l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. sur la germination des espèces céréalières et légumineuses sec

Dans cette étude, on a étudié l'effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Inula viscosa* L. à différentes concentrations sur plusieurs paramètres (taux de germination et d'inhibition de germination, la vitesse de germination, l'index de germination, longueur relative des pousses et des racines et taux d'inhibition ou stimulation de croissance) des espèces céréalières et des légumineuses (figures 11 , 12) .

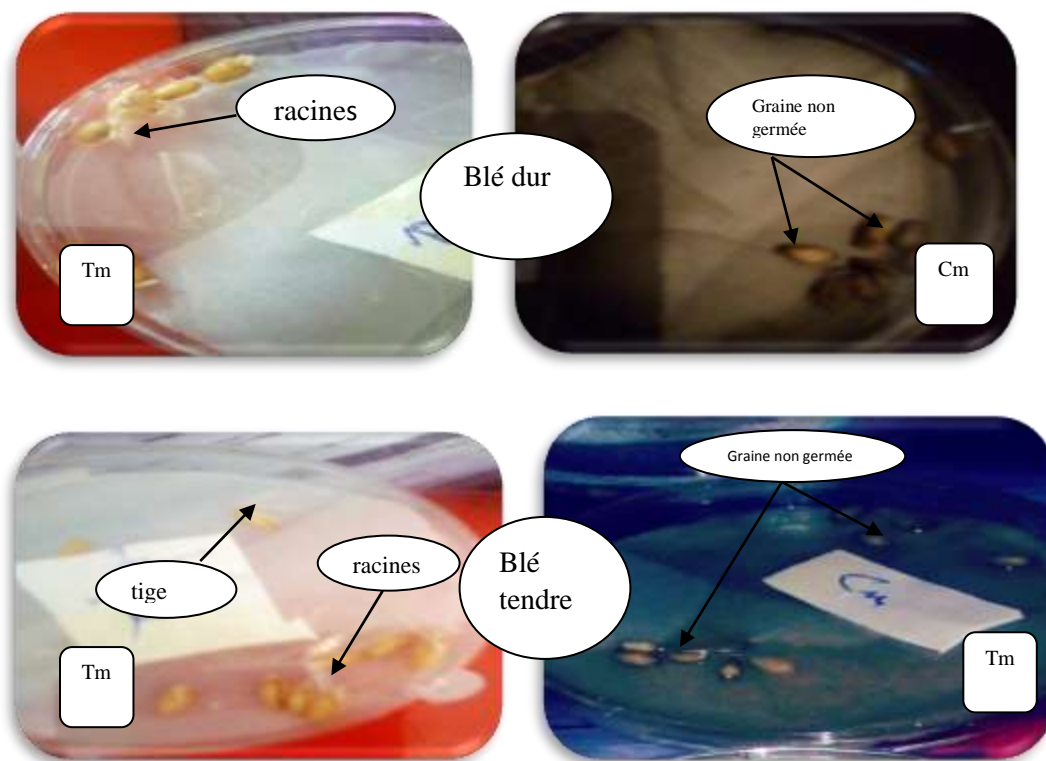


Figure 11 : Effet de extrais de *Inula viscosa* L. sur la germination et la croissance des espèces céréalières

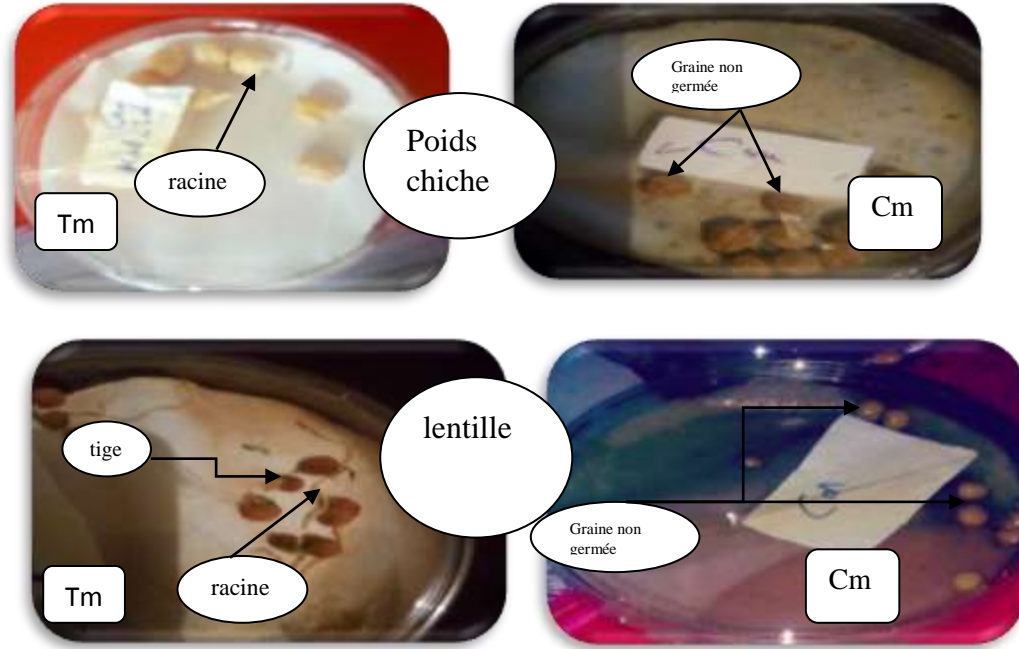


Figure 12 : effet de extrais de *Inula viscosa* L. sur la germination et la croissances des espèces légumineuses

1-1- variation du Taux de germination en fonction de concentration

Le tableau III (annexe) représente les résultats du taux de germination des quatre espèces obtenus avec les différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. ses données sont illustrés par l'histogramme de la figure13.

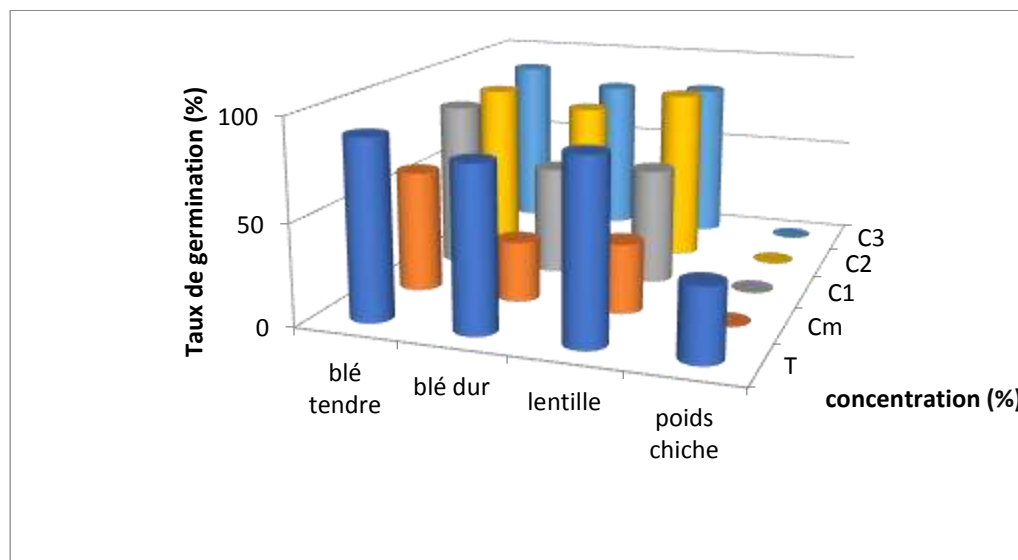


Figure 13: Taux de germination

La figure précédente montre que le taux de germination le plus important est observé chez le lot témoin pour toutes les espèces. L'arrosage des graines des deux espèces céréalières et les deux espèces légumineuses par l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. à différentes concentrations a provoqué une diminution dans le taux de germination, ce dernier est en relation avec la concentration en extrait. Pour les espèces céréalières le taux de germination de blé tendre est plus élevé par rapport au blé dur tandis que pour les légumineuses il n'y pas de germination pour le poids chiche dans toutes les concentrations .

1-2- variation du taux d'inhibition de germination en fonction de concentration

L'histogramme de La figure 14 montre que le taux d'inhibition le plus élevés est observé pour les espèces arrosées par l'extrait aqueux aux concentration Cm% , C1% pour toutes les espèces (céréalières et légumineuses). On remarque aussi pour les deux

espèces céréalières le taux d'inhibition du blé dur est supérieur au taux d'inhibition du blé tendre ; pour le poids chiche il a montré une inhibition total dans toutes les concentrations.

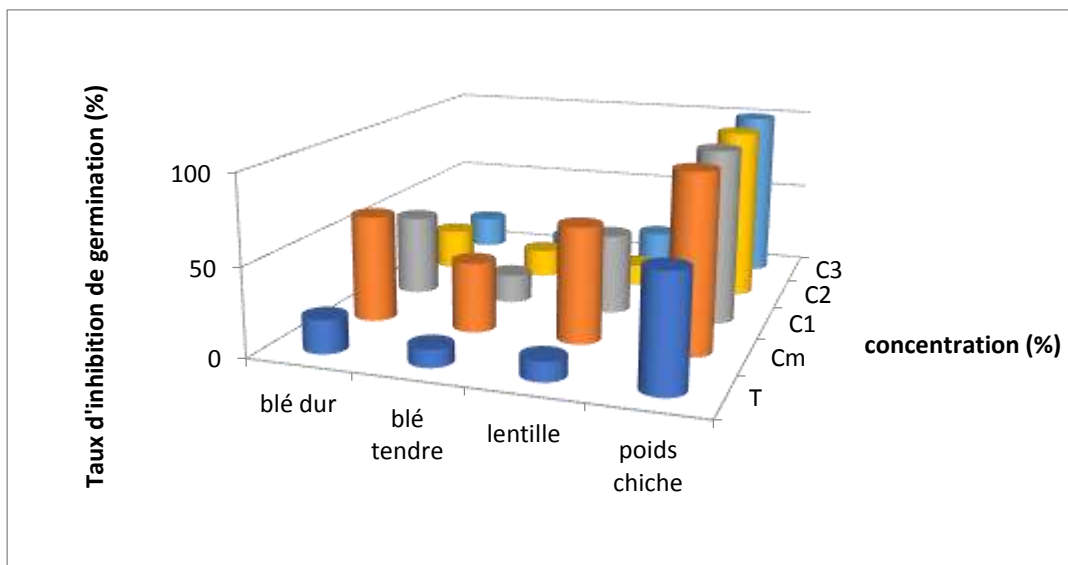


Figure 14 : Taux d'inhibition de germination

1-3- Variation du vitesses de germination en fonction de concentration

Le tableau IV (annexe) et l'histogramme de la figure 15 montrent que la vitesse de germination la plus importante est observée chez le lot témoin des espèces céréalières et des légumineuses. L'arrosage des graines par les différentes concentrations de l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. a provoqué une diminution dans les vitesses de germination, cette diminution est proportionnelle à la concentration de l'extrait.

Pour les deux espèces céréalières le blé dur a enregistré les vitesses concerne les plus élevées par rapport au blé tendre .

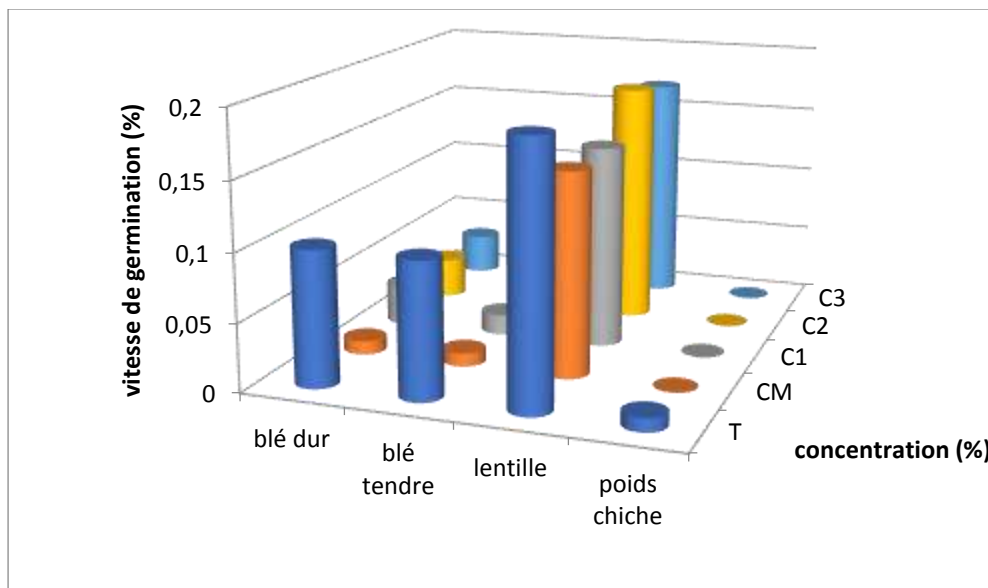


Figure 15 : Vitesse de germination

1-4-Variation du index de germination en fonction de concentration

Les résultats de l'expression quantitative de taux de germination quotidienne par rapport à la valeur maximale de germination notée sont représentés dans la figure 16 ces résultats ont montré l'absence de germination pour pois chiche à différentes concentrations. Les lots traités par les autres concentrations de l'extrait ont montré une augmentation en fonction de la concentration. Ces valeurs restent toujours moins importantes que les valeurs enregistrées dans les lots témoins.

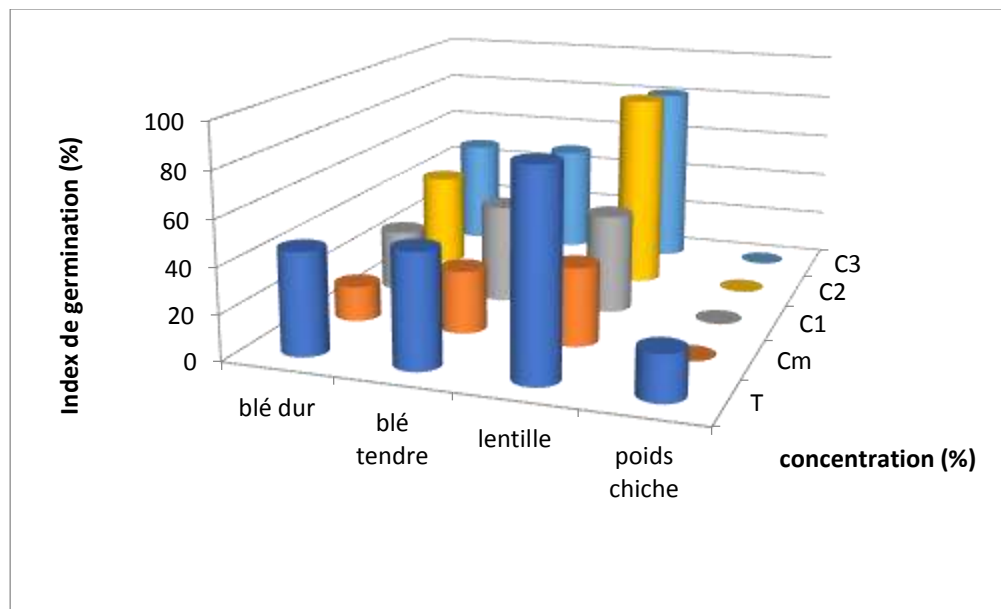


Figure 16 : Index de germination

1-5-Variation du longueur relative des pousses en fonction de concentration

Les résultats de mesure de la longueur relative des pousses sont enregistrés dans la figure 17 Ils révèlent que la croissance de la longueur des pousses augmente progressivement avec la concentration. Les allongements maximaux des pousses sont enregistrés pour les traitements C3 suivi par les traitements C2 et C1 respectivement, et ça pour toutes les espèces.

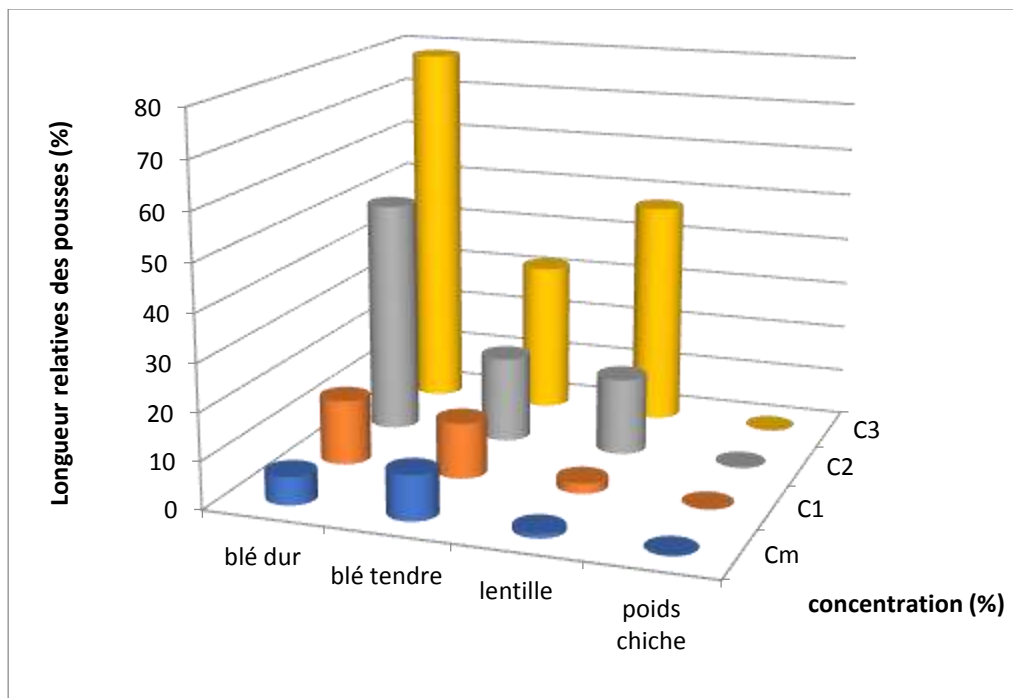


Figure 17 : longueur relatives des pousses

1-6- Variation du longueur relatives des racines en fonction de concentration

La longueur relative des racines a été mesurée après dix jours de semi des graines. Les résultats obtenus sont montrés dans la figure 18 cette longueur est en fonction de la concentration. Les valeurs maximales sont enregistrées dans les lots traités par les extraits aqueux à la concentration C3 suivi par les lots traités par des concentrations C2 et finalement les lots traités par les extraits à la concentration C3. Il est important de signaler que pour les espèces céréalières, l'extrait aqueux a exercé un effet inhibiteur important pour le blé tendre que pour le blé dur.

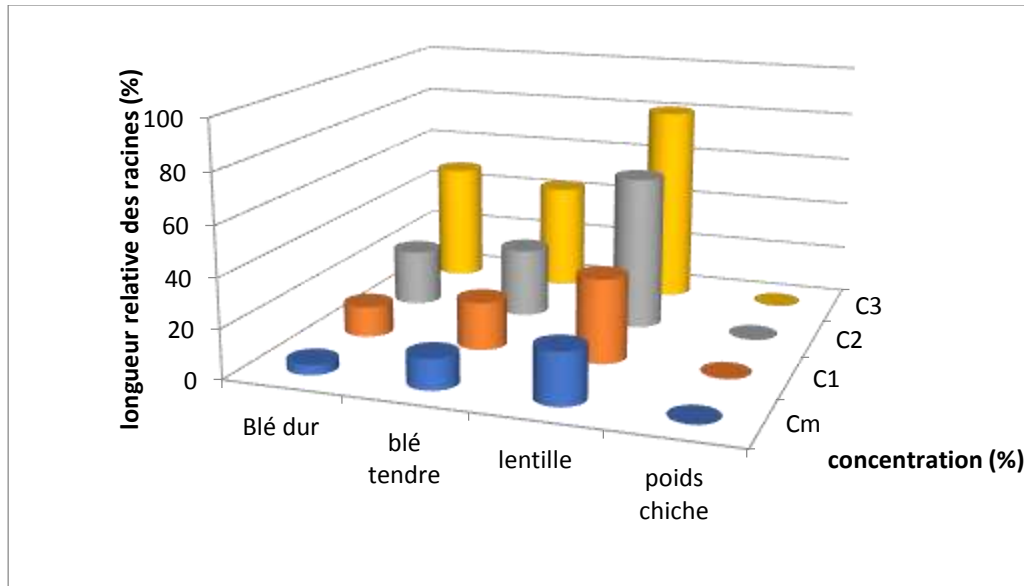


Figure 18 : longueur relative des racines

1-7- Variation du taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des pousses en fonction de concentration

Le tableau VIII (annexe) et l'histogramme de la figure 19 montrent que l'extrait de *Inula viscosa* L. a provoqué une inhibition de croissance des pousses pour toutes les espèces et à toutes les concentrations, cette inhibition est dose dépendante.

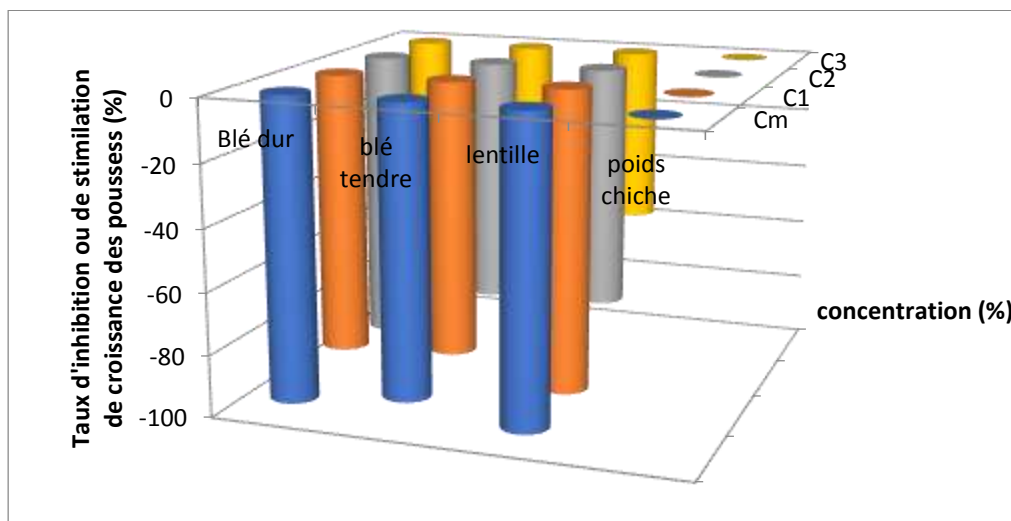


Figure 19 : Taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des pousses

1-8- Variation du taux d'inhibition et/ou de stimulation de croissance des racines en fonction de concentration

Les résultats obtenus sur l'effet inhibition et/ou stimulation de l'extrait aqueux des feuilles de *Inula viscosa* L. sont enregistrés dans les figure 20 il est a noté que dans cette étude l'extrait aqueux a induit uniquement un effet inhibiteur sur les quatre espèces végétales testées. Cet effet est létal pour le pois chiche ; alors que pour les autres concentrations il s'accroît avec l'augmentation de la concentration. L'inhibition de la croissance est plus prononcée pour le blé dur que pour le blé tendre, et sur le pois chiche que sur lentille. Il est aussi important de signaler que l'effet inhibiteur est d'autant plus important sur la croissance des pousses que sur celle des racines.

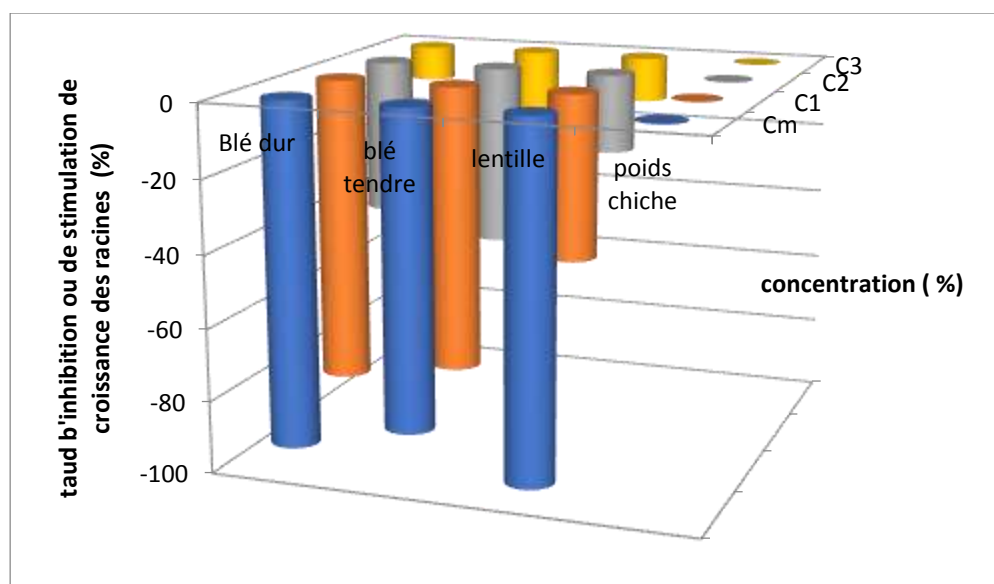


Figure 20 : taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des racines

Discussion

Le phénomène de germination est l'ensemble des événements qui commencent par l'étape d'absorption de l'eau par la graine et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l'embryon (**Mihoub et al., 2005**), ce phénomène se traduit par l'activation des activités enzymatique dans tout les parties de la graine (**Labbe, 2004**).

Le développement et la croissance de la germination sont très affectés à la présence des substances allélopathique (**Zerouge, 2019**)

Afin de montrer la capacité allélopathique des feuilles de *Inula viscosa* L. sur la germination des graines des espèces céréales (blé tendre, blé dur) et espèces légumineuses (poids chiche, lentille) on a effectué cette étude.

Les résultats que nous avons obtenus ont montré ce potentiel allélopathique de l'extrait aqueux des feuilles de *Inula viscosa* L. en particulier avec les concentrations Cm et C1.

Pour toutes les espèces, on remarque que la germination des graines est retardée ou bloquée dans les premiers stades.

Inula viscosa L. est caractérisée par un pouvoir allélopathique et une capacité importante de réduire la germination de plusieurs mauvaises herbes grâce à ses métabolites secondaires (**Omezzine et al., 2011**).

Selon (**doret hershenhorn, 2012**) l'extrait de *Inula viscosa* L. induisent une inhibition de germination à 80% du blé dur.

Al-boudib en **2014** a montré que l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. a une forte toxicité sur la germination et la croissance des tiges et des racines du blé tendre.

Nos résultats concordent avec beaucoup de travaux qui ont pu mettre en évidence l'effet inhibiteur de l'extrait des feuilles de *Inula viscosa* L. sur la germination des espèces céréalières et légumineuses.

Les études réalisées par (**Abouramila, 2015**) ont confirmé que certains composés de l'extrait aqueux réduisent le taux de croissance des racines de lentilles et d'autres espèces légumineuses.

D'après (**urro, 2009**) l'extrait des feuilles de *Inula viscosa* L. a la capacité d'inhiber la germination des graines de plusieurs espèces légumineuses.

Conclusion et perspectives

Les plantes médicinales et aromatiques ont fait l'objet de multiples projets de recherche ces dernières années. Ces plantes sont considérées pour les chercheurs comme une usine chimique naturelle dont il faut tirer le maximum de profit.

Dans ce travail, notre intérêt est d'étudier l'effet allélopathique de l'extrait aqueux d'*Inula viscosa* L. sur la germination et le développement des espèces céréalières (blé dur et blé tendre) et des espèces légumineuses (lentille et pois chiche)

D'après les résultats obtenus dans la présente étude, il est clair que l'extrait aqueux de *Inula viscosa* L. contient des substances allélochimiques qui ont la capacité de bloquer ou d'inhiber la germination et la croissance de blé dur, blé tendre, lentille et le pois chiche surtout pour les concentrations élevées, cet effet est létal pour le pois chiche et dose dépendante pour les autres espèces .

Les résultats obtenus dans cette étude sont encourageants, Cependant ils restent préliminaires, et pour plus d'efficacité il est nécessaire d'encourager des études complémentaires et approfondies. Ainsi, de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- D'étudier les activités biologiques comme l'activité antifongique, antibactérienne et antivirale
- D'étudier l'activité antioxydant de *Inula viscosa* L.
- D'utiliser les extraits de plante comme des insecticides biologiques pour lutter contre les insectes ravageurs
- Tester l'effet herbicide de cet extrait.

Références bibliographiques

A

Abu Zarga, M., Sabri, S., Hamed, E., Khanfar, M., Zeller, K., Atta-Ur, R., Alarcón, D., Lastra, C., López, A., Motilva V. (1993). Gastroprotection and prostaglandin E2 generation in rats by flavonoids of *Dittrichia viscosa*. *PlantaMed*, 59: 497-501. 2002. A new eudesmane type sesquiterpene from *Inula viscosa*. *Natural Product Research*, Vol.17, No.2, pp99-102.

Abouramila, B., Al-aboudib, A., Musa H., Abu zargab, R., Awwadib, F., Salim F. (2014). *Natural Product research*.

Abiyu, E., Nagappan, R. (2015). Allelopathic Effect of *Lantana camara* L. Leaf Powder on Germination and Growth Behaviour of Maize, *Zea mays* Linn. and Wheat, *Triticum turgidum* Linn. Cultivars. *Asian Journal of Agricultural Science* 7(1): 4-10.

Ait, Y. (2006). *Les plantes médicinales de Kabylie*. Edition Ibis Press. Paris. 349p.

Akroum, S. (2011). *Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels*. Thèse de Doctorat. Université Mentouri de Constantine. Algérie.

B

Baba aissa, F. (1991). *les plantes médicinales en Algérie* Ed condition bouchée et Ad diwan Algérie.

Bartels, A. (1997). *Guide des plantes du bassin méditerranéen* Ed .Eugenulmer ,paris .

Bertin, C., Xiaohan Y., WESTON L. (2003). The role of root exudates and Allelochemicals in the rhizosphere. *Plant & Soil* 256: 67–83.

Benkikki, N. (2006). *Etude phytochimique des plantes médicinales Algériennes* *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*, Thèse de doctorat, Université Al-hadj lakhdar batena p112.

Berkane, A., Yehiaoui A. (2007). L'érosion dans les Aurès. *Sécheresse*, 18(3) : 213-216.

Benhammou, N. (2012). Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de Dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat en Biologie. Université AboubakrBelkaïd-Tlemcen. 161p.

Belloum, Z. (2007). Etude phytochimique des plantes médicinales Algériennes, cas de L'espèce *Inula crithmoi* des L. Thèse de doctorat. Université Mentouri de Constantine .Algérie.

Benyahia ,A . (2014). Contribution à l'étude phytochimique et activité biologiques de Deux plantes médicinales *Inulaviscosa* L et *Inulamontana*. Mémoire de Master. Université Tlemcen, Algérie

Ben Khetto, H. (2010). Contribution à l'étude de l'aptitude à la germination des graines d'*Agraniaspinoso* L. (SAPOTACEAE) dans la région d'Ouargla. Mémoire ing. éco.,univ. Ouargla.

Bellakhdar, J. (1997). La pharmacopée Ancienne et savoirs populaires. Saint Etienne, Edit. Ibis Press, 764 pp. (Ed. Le Fennec. Marocaine, traditionnelle. Médecine arabe Casablanca, Maroc. 12533).

Benayache, S., Benayach, F., Dendougui, H ., Jay, M. (1991). Les flavonoïdes de *InulaViscosa* (L.) Plantes médicinales et phytothérapie. Tome 25. N°4 : p170-176.

Bicha, S. (2003) . Etude de l'effet de la pollution du sol par les métaux lourds sur L'accumulation des métabolites secondaires de l'exsudat chloroforme d'*Inulaviscosa* (compositae). Thèse de magister, Université de Constantine.

Bouhadjera, W. (2017). Étude histométrique de l'espèce *Inulaviscosa*, dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en Ecologie végétale et environnement. Université de Tlemcen. 79p.

Bounias, M. (1999). Traité de toxicologie générale : du niveau moléculaire à l'échelle planétaire .

Boudiaf, A., Bebtayeb, D. (2017). Pouvoir allélopathique et biologique des huiles Essentielles d'Eucalyptus globulus L et Menthaspicata L., Mémoire de Master, biodiversité et Physiologie végétale. Université Mohamed Boudiaf – m'sila, .

Boukemaya, F., Messaoudi F. (2016). Etude phytochimique de la plante InulaViscosa L. Ait. (Asteraceae) et évaluation des activités insecticide et antimicrobienne de son extrait éthanolique brut. Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université de Boumerdes. p (48).

Bonnafous, PH., Cathrine, D. (2013). Traité scientifique. Aromathérapie .Aromatologie et Aromachologie, édition., Dangles, France:12.

Bonnier, G. (1990). la grande flore .Ed belin : 517 .565 .586

Bohlman, F., Czerson, H., Schöneweiss, S. (1997) . New constituents of Inula viscosa Ait. chem. Ber. 110, 1330-1334.

Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, Photochimie -Plantes médicinales. 3 éme éd, Tec et Doc .Lavoisier, Paris. Pp 484-540, 555-558.

C

Cafarchia, C., De Laurentis, N., Milillo, M., Losacco, V., Puccini, V. (2002). Antifungal activity of essential oils from leaves and flowers of Inula viscosa (Asteraceae) by Apulian region. Parass., 44: 153–156

Chaouche, T. (2014). contribution à l'étude des activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de quelques plantes médicinales. thèse de doctorat. université abou- bakr- belkaid. tlemcen

Chadda, D. (2008) . Influence des matières organiques (feuilles, châtons et racines) du Noyer (Juglans regia L.) sur le comportement de jeunes plants de pommier (Malus Domestica Borkh) dans la région de R'haouat (Hidoussa) (Belezma), Mémoire Magister en Sciences Agronomiques, Université Batna, p8-25.

Cohen, Y, Baider A, Ben-Daniel, B, Ben-Daniel, Y. (2002). Fungicidal preparations from Inula viscosa. [Extrakte aus Inula viscosa zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten.] In :

Boos, Markus (Ed.) 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture. Proceedings to The Conference from 4th to 7th Feb. 2002 at Weinsberg/Germany, pp. 152-156.

Come, D. (1970). Les obstacles à la germination . Masson Editeur , Paris .

D

Daghdak, H., Zaitar, R., (2014).evaluation de l'activité anti-oxydante et anti inflammatoire de la plante medicinalealgerienneinulaviscosa: université constantine1: 91p.

Delabays, N., Mermillod, G. (2002). Phénomènes d'allélopathie : premières observations au champ. revuesuisseagric., 34, 231-237.

Delabays, N., Darbellay, C., Galland, N. (2002). Variation and heritability in artemisinincontentin Artemisia annua L. In: Artemisia, Wright,C.W. (Ed.), Taylor & Francis, New York,197-209.Delabays N. &Mermillod G., 2002 .

E

Eddouks, M., Maghrani, M., Lemhadri, A. (2002). Ethnopharmacological survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes mellitus, hypertension and cardiac diseases in the southeast region of Morocco (Tafilalet). J Ethnopharmacol 82(2-3): 97-103.

F

Filleul, E. (2019). Les astéracées: description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques (Doctoral dissertation).

Fournier, P. (1947) .Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Ed. LE Chevalier. Tome 1, pp. 176-178.

Francomican, S ., Castro, J., Campos, M. (2008) Observation du complexe Parasitaire de l'inule visqueuse en Espagne et ses méthodes de Propagation Le Nouvel Olivier n°66 Novdéc [France].

G

Ghestman, C., Culea, M ., Cozar, O. (2001) .Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS-Talanta; vol.53; pp.253-262.

Guignard, JL. (2001). Arégé de botanique : systimatiquemoluculair .Pris :Edmasson 100-272

Guignard, J . (1994). Abrégé Botanique. 9éme Ed: p 203204

H

Harborne, JB . (1980). Plant phenolics. In: Bell EA, Charlwood BV (eds) Encyclopedia of plantphysiology, vol 8, Secondary plant products. Springer, Berlin, pp 329–402

Haig, T. (2008). Allelochemicals in plants. In Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry (pp. 63-104).

Haoui, I .,Derriche, R ., Madani, L. (2015) .Analysis of the che-mical composition of essential oil from Algerian Inula viscosa (L.) Aiton. Arab J Chem 8:587–90

Herzi, N., Camy, S., Bouajila, J., Destrac, P., Romdhane, M., Condoret, J-S. (2013) supercritical co2 extraction of tetraclinisarticulata: chemical composition, antioxidant activity and mathematical modeling. the journal of supercritical fluids, 82, 72-82.

Hmamouchi, M. (2001). Livre : les plantes médicinales et aromatiques Marocaines, 2Ème édition.

Hurabielle, M., (1981). Flavonoids of artemisiacampestris ssp. Glutinosa. PlantaMed,46(2) :124-125p.

I

Inderjit ,R ., Keating, K . (1999). Allelopathy: Principles, procedures, processes and promises for Biological control. Advances in Agronomy 67 :141-231.

Inderjit, R . (2001) .Soil ; Environmental effects on allelochemical activity. Agronomy journal ; 93: 79-84.

Isabelle ,C. (2021) .Inulle visqueuse insecticide et fongcidenaturel .Gerbeud journal.

K

Khanbabe, K ., Ree, T . (2001).Tannins:Classification and defenition. journal of royal society of chemistry, vol. (18): 641-649p

Konig, G., Wright,, A., Franzblau S. (2000). Antimycobacterial activity assessment of a series of mainly marine derived natural products. plantamedica 66:337-342.

L

Lecomte, J. (2015). Lutter naturellement contre la Mouche de l'Olive, Saint-Rémy de Provence, édition sud, « Le choix durable », France: 216 p.

M

Martin, S., Andriantsitohaina, R. (2002).Mécanismes de la protection cardiaque Etvasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. Annales de cardiologie et D'angéiologie, 51 : 304315.

Mauro, N. (2006). Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier, Grenoble, France

Manez, S. Recio, M ., Gil, I., Gomez,, C., Giner, R.,Warmremen, P. (1999) .Aglycosyl

analogue of diacylglycerol and other anti-inflammatory constituents from inula viscosa . journal of natural products, 62 (4), pp 601-604.

Muehlchen, A., Rand, R., Parke, J. (1990) . evaluation cruciferous green manure crops for controlling aphanomyces root rot of peas. plant dis., 64: 651–654

Muscolo, E., Mamoci, E., Cavoski, I., Andres, M. (2012).chemicalcharac-terization of the aphid antifeedant extracts from dittrichiaviscosa and ferula communis. biochem system ecol 43:1017.

N

Nijveldtrj., Vannoode., Vanhoornde., Boelenspg., Vannorrenk., Vanleeuwenpa. (2001). Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *AmJ Clin Nutr* 74:418-425.

O

Omezzine, F., Daami-Remadi, M., Rinez, A., Ladhari, A., Haouala, R. (2011). In vitro Assessment of *Inula* ssp. Organic extracts for their antifungal activity against some Pathogenic and antagonistic fungi. *African Journal of Microbiology Research*; 5: 3527-3531.

Orcuera, L., (1993). Biochemical basis for the resistance of barley to aphids. *Phytochemistry* 33:741-747.

Ouldmammar, N., Aban, M., (2021) .activité antioxydant et antibactérienne de feuilles d'*Inula viscosa*, université mouloud mammeri de tiziouzouP1.

P

Parry, G. (1982). Le cotonnier et ses produits. Maisonneuve et Larose, Paris. P.88.

Q

Quezel, P., Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des Régions désertiques méridionales. Tome (I et II). CNRS, Paris.

R

Ramli, B. (2013). Extraction des flavonoïdes de la plante *Inula viscosa* de la région d'Oran et mise en évidence de l'activité microbienne. mémoire de master en chimie. université d'Oran., p (32).

Reeb, C. (2010). Plantes mellifères l'inule visqueuse. Abeilles et Fleurs 720:19-20.

Rezaire, A. (2012). activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de

palmier amazonien *Oenocarpus bataua* (patawa). Thèse de doctorat, Université des Antilles et de la Guyane, 208 p.

Reynier, A. (2007). Manuel de viticulture. Paris : Edit, Tec. Doc. 532 p.

Rho, B., B.S.Kil, J. (1986). Influence of phytotoxication from *Pinus rigida* on the selected plants. *Journal of Natural Science*, 5: 19-27.

Roux, D., Catier, O. (2007). Botanique, pharmacognosie, phytothérapie. 3^{ème} Édition. Ed. Wolters Kluwer, Dalian China. 141p.

Rozenblat, S., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H., Cohen, Y., Dovrat, S. (2008) Induction of G2/M arrest and apoptosis by sesquiterpene lactones in human melanoma cell lines. *Biochemical Pharmacology*. 75:369–82. 29.

S

Sassi, A., Skhiri, F., Bourgougnon, N., Aouni, M. (2008). Antiviral activity of some Tunisian medicinal plants against herpes simplex virus type 1. *Natural Product Research*; 22: 53-65. Mostaganem. 189p

Sbahi, K. (2017). Etude épidémiologique, paramétrique et phytothérapeutique de la lithiase urinaire. Thèse De Doctorat. Université AbdElamid Ibn Badis

Susplugas, C., Balansar, G., Julien, J. (1980). Evidence of anthelmintic action of aerial part from *Inula viscosa* Ait. *Herba Hung.*, 19: 19–33

T

Tahri, N., EL Basti, A., Zidane, L., Rochdi, A., et Douira, A. (2012) . Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la province de Settat (Maroc). *Journal of Forestry Faculty*, 12(2) : 192-208.

Throneberry, G., Smith, F. (1955). Relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability. *Plant Physiology*, 30: 337-343.

W

Tukey, H. (1970). The leaching of substances from. *Annu. Rev. Plant. Physiol.*, 21:30.

Warlop, F. (2006). Limitation des ravageurs de l'olivier par le recours à la lutte Biologique par conservation. Cahiers Agriculture; 15(5): 449-455.

Y

Yaniv, Z., Dafni A., Friedman, J., Palevitch D . (1987). Plants used for the treatment of diabetes in Israel. J Ethnopharmacol 19:145–151.

Z

Zenk , M., Jueng, M. (2007). Evolution and current status of the phytochemistry of Nitrogenous compounds. Phytochemistry 68, 2757- 2772.

Zeguerrou, R., Guesmia, H., Lahmadi, S. (2013) . Recueil des plantes médicinales dans la région ziban . Edition dar el houda , Algérie ,ISBN : 978-993.

Zeggwagh, N., Ouahidi, M ., Lemhadri, A., Eddouks, M. (2006). Study of hypoglycaemic and hypolipidemic effects of *Inulaviscosa* L. aqueous extract in normal and diabetic rats. J. Ethnopharmacol. 108: 223-227. 6.

Zhang, W., Sulz, M., Bailey, K. (2001). Growth and spore production of *Plectosporium tabacinum*. Can. J. Bot. 79: 1297-1306

Annexe

Annexe

Tableaux III : Effet des extrait de *Inula viscosa* L , sur la germination des graines

Effet des extrait de <i>Inula viscosa</i> L , sur la germination des graines								
Les graine	Blé dur		Blé tendre		lentille		Poids chiche	
	Taux de germination%	Taux d'inhibition%	Taux de germination%	Taux d'inhibition%	Taux de germination%	Taux d'inhibition%	Taux de germination%	Taux d'inhibition%
Témoin	81%	19%	89%	11%	89%	10%	36%	64%
Cm=100%	29,96%	61,0%	34,3%	65,5%	60,3%	39,7%	0%	100%
C1=75%	54 ,52%	46,6%	57,9%	46,0%	83,61%	16,39%	0%	100%
C2=50%	76 ,61%	24 ,0%	87,2%	12,7%	83,62%	16,38%	0%	100%
C3=25%	81%	19%	81,6%	18,3%	89,2%	10,8%	0%	100%

Tableaux IV : Vitesse de germination

	Vitesse de germination			
Les graines	Blé dur	Blé tendre	lentille	Poids chiche
Témoin	0,1	0,1	0,19%	0,01%
Cm=100%	0,01	0,01	0,15%	0%
C1=75%	0,03	0,015	0,15%	0%
C2=50%	0,03	0,016	0,18%	0%
C3=25%	0,03	0,016	0,19%	0%

Tableaux V : Index de germination

	Index de germination			
Les graines	Blé dur	Blé tendre	lentille	Poids chiche
Témoin	45%	50%	70,83%	20%
Cm=100%	15,48%	27,62%	21,11%	0%
C1=75%	27,48%	43,76%	21,08%	0%
C2=50%	42,06%	44,26%	42,2%	0%
C3=25%	48,33%	49%	43,39%	0%

Tableaux VI : Longueur relative des pousses

	Longueur relative des pousses			
Les graines	Blé dur	Blé tendre	lentille	Poids chiche
Cm=100%	4,03%	9,45%	0,99%	0%
C1=75%	12,47%	11,77%	2,13%	0%
C2=50%	22,97%	18,15%	16,25%	0%
C3=25%	48,76%	31,9%	47,57%	0%

Tableaux VII : Longueur relative des racines

	Longueur relative des racines			
Les graines	Blé dur	Blé tendre	lentille	Poids chiche
Cm=100%	5,9%	12,43%	21,04%	0%
C1=75%	13,74%	19,48%	34,11%	0%
C2=50%	49,6%	28,12%	62,57%	0%
C3=25%	78,38%	43,78%	81,14%	0%

Tableaux VIII: Taux d'inhibition ou de stimulation de croissances des pousses

Taux d'inhibition ou de stimulation de croissances des pousses				
Les graines	Blé dur	Blé tendre	lentille	Poids chiche
Cm=100%	-96,85%	-91,81%	-97,22%	0
C1=75%	-90,85%	-88,25%	-97,22%	0
C2=50%	-95,14%	-78,64%	-77,77%	0
C3=25%	-64%	-69,39%	-36,11%	0

Tableaux IX : Taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des racines

Taux d'inhibition ou de stimulation de croissance des racines				
Les graines	Blé dur	Blé tendre	lentille	Poids chiche
Cm=100%	-94,13%	-86,31%	-97,35%	0
C1=75%	-83,95%	-78,31%	-44,80%	0
C2=50%	-42,59%	-49,05%	-21,42%	0
C3=25%	-9,56%	-57,26%	-12,33%	0

➤ **Matériel et produits utilisés**

Pour réaliser cette expérience, nous avons utilisé des matériels et nombreux appareils et produits.

Tableau X : matériel et produit utilisés

Les appareils	Les produits	Les matériels
-Broyeur électronique -Agitateur -Balance de précision	-Eau distillé -Eau de javel	-Papier aluminium -Flacon en verre -Entonnoir -Pissette -Spatule -Pipette pasteur -Boîte de pétrie en verre -Papier filtre -Entonnoir -Bécher 500 ml -Bécher 250 ml

Thème :

Effet de l'extrait de *Inula viscosa* L. sur la germination et la croissance de quelques espèces végétales

Résumé

Inula viscosa L. est une plante appartenant à la famille des Astéracées , largement distribuée dans le monde et présente de multiples propriétés médicinales . la présente étude est portée sur l'évaluation du potentiel allélopathique de son extrait aqueux sur la germination et la croissance de quatre espèces végétales (blé dur, blé tendre, lentille et pois chiche)

La macération aqueuse nous a permis d'obtenir un extrait aqueux qui a été utilisé pour irriguer les graines des quatre espèces végétales .

Les résultats obtenus ont montré que cet extrait a un effet inhibiteur sur les paramètres étudiés (taux de germination, taux d'inhibition, vitesse de germination ,longueur relative des pousses et des racines , taux d'inhibition ou/et stimulation des pousses et des racines) pour toutes les espèces étudiées ; et que cet effet est proportionnelle avec la concentration en extrait .

Mots clé : *Inula viscosa* L. Allélopathie, métabolites secondaires, extrait aqueux, inhibition

Devant le jury :

Président : M^{me} HIMOUR Sara	MCB
Examineur : M^{me} BENTAHAR Soumia	MCB
Promoteur : M^{me} TALHI Fahima	MCB

