

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa



جامعة غرداية

Faculté des sciences de la
nature et de la vie et des sciences de la terre
Département des sciences agronomiques

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en sciences agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THEME

**Evaluation du pouvoir allélopathique des extraits
aqueux de *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*)**

Présenté par

BOUZID Djemâa

Membres du jury

Grade

M^{me}. TELLI Allia

MAA

Présidente

M. BEN SEMAOUNE Youcef

MAA

Examineur

M. OULD EL HADJ MED. Didi

Pr

Encadreur

M. KEMASSI Abdellah

MAA

Co-encadreur

JUIN 2013

Dédicace

*À mes parents tous les deux êtres les plus chers
dans le monde; que dieu leurs accorde
une longue vie.*

À mes chers sœurs et frères

À mes neveux Oussama et Youcef

À mes proches amies

Je dédie ce travail.

BOUZID Djemâa



Remerciement

Avant toute chose, je remercie DIEU, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force, le courage et la patience afin de réaliser ce travail.

Je tiens d'abord mes profonds remerciements et ma vive reconnaissance à. M. OULD EL HADJ M. D., maître de conférences au département de biologie à la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur de l'université KASDI MERBAH-Ouargla pour avoir accepté d'encadrer et diriger ce travail avec une grande rigueur scientifique,

J'exprime également mes vifs remerciements à mon Co-promoteur M.KEMASSI Abdellah (Maître-assistant A au département des sciences agronomiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et sciences de la terre – Université de Ghardaïa) je lui exprime ma profonde gratitude et mes sincères reconnaissances et remerciements pour son aide sans cesse et sa disponibilité et ses conseils fructueux.

Mes remerciements exprimés au jury: M^{me}. TELLI Allia (Maître-assistant au département des Sciences de la Nature et de la Vie à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et sciences de la terre - Université de Ghardaïa) pour l'honneur d'avoir accepté de présider le jury.

Et M. BEN SEMAOUNE Youcef (Maître-assistant au département des Sciences de la Nature et de la Vie à Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et science de la terre - Université de Ghardaïa) pour avoir accepté d'examiner ce travail.

J'adresse mes remerciements à M. KHENE Bachir (chef de département des Sciences agronomiques à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et sciences de la terre -Université de Ghardaïa)

Je tiens également à adresser mes vifs remerciements à tous les enseignants de qu'ils m'ont suivis durant mes études dès la primaire jusqu'au universitaire en graduation et en post-graduation.

Et à tous qu'ils m'aident et encouragés de prés ou de loin trouveront ici mes remerciements.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Taux d'inhibition et probits correspondants à la concentration de l'extrait foliaire de la plante <i>C. arabica</i> .	50
2	Taux d'inhibition et probits correspondants à la concentration de l'extrait racinaire de la plante <i>C. arabica</i> .	50
3	Concentrations d'efficacités (CE ₅₀ , CE90) des extraits végétaux foliaire et racinaire de <i>Cleome arabica L.</i> vis-à-vis de plante test.	51
4	Index de germination des extraits aqueux foliaire et racinaire de <i>Cleome arabica L.</i> vis-à-vis de plante test.	53
5	Valeurs moyennes de la longueur et poids des parties aériennes et souterraines des plantules d'orge témoins et traités par les extraits aqueux de <i>Cleome arabica L.</i>	55

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Voie de biosynthèse des métabolismes secondaires (BUCHANAN, sd)	08
02	Type et origine des métabolites secondaires (BUCHANAN, sd)	11
03	Structure des molécules phénoliques. (BUCHANAN, sd)	13
04	Structure générale du noyau des flavonoïdes (HEIM <i>et al.</i> , 2002)	14
05	Structure de l'acide Shikimique. (BOUTON, 2005)	16
06	Le rôle central de l'acide shikimique dans la synthèse de différents métabolismes primaire et secondaire. (BUCHANAN, sd)	17
07	Voies de libération des molécules allélopathiques. (EGNAULT-ROGER, 2008)	19
08	Interaction interspécifique entre plantes (mécanisme de compétition pour les ressources (en rouge) et allélopathie (bleu) (VIARD-CRETAT, 2008)	21
09	Interférence entre les plantes. (Delabays et Mermillod, 2002)	22
10	Interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives, d'une plante sur une autre (microorganismes inclus) (BOUTON, 2005)	23
11	Dispositif expérimental de l'étude	36
12	Schéma représentant les lots expérimentaux	37
13	Taux de germination maximal enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de <i>C. arabica</i>	43
14	Taux d'inhibition maximal de germination enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de <i>C. arabica</i>	45
15	Cinétique de la germination observée au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire aqueux de <i>Cleome arabica</i> L.	47

16	Cinétique de la germination observée au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait racinaire aqueux de <i>Cleome arabica</i> L.	48
17	Vitesse de germination enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de <i>Cleome arabica</i> L.	49
18	Action de concentrations d'extrait foliaire de <i>Cleome arabica</i> sur le taux d'inhibition de la germination des graines d' <i>H. vulgare</i>	51
19	Action de concentrations d'extrait racinaire de <i>Cleome arabica</i> sur le taux d'inhibition de la germination des graines d' <i>H. vulgare</i>	51

Liste des photos

Photo	Titre	Page
01	<i>Cleome arabica</i> L récoltée à Oued Zergoune, (région Ghardaïa Sahara septentrional Est Algérien).	30
02	<i>Cleome arabica</i> L. en floraison, Oued Zergoune, région de Ghardaïa.	31
03	<i>Cleome arabica</i> L. en fructification, Oued Zergoune, région de Ghardaïa.	31
04	Les épis d' <i>Hordeum vulgare</i> L.	32
05	Les grains d' <i>Hordeum vulgare</i> L.	32
06	Dispositif d'extractions des principes actifs par reflux.	33
07	Extraits foliaire (A) et racinaire (B) de <i>Cleome arabica</i> L.	34
08	Différentes concentrations de l'extrait foliaire de <i>Cleome arabica</i> L.	35
09	Différentes concentrations de l'extrait racinaire de <i>Cleome arabica</i> L.	35
10	Dispositif d'irrigation des graines d'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	38
11	Grains d'orges irriguées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> à 25%.	57
12	Grains d'orges irriguées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> à 25%. (A, B)	57
13	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	57
14	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	57
15	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 10%.	58
16	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 10%.	58
17	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 15%.	58
18	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 15%.	58
19	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 5%.	58
20	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 5%.	58
21	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> à 2,5%. (A).	59
22	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 2,5 %. (B)	59
23	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 2,5 %. (A)	59
24	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 2,5 %. (B)	59
25	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 1%.	59
26	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 1%.	59
27	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	60
28	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	60
29	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	60
30	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	60
31	Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	61
32	Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de <i>C. arabica</i> ' à 20%.	61

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique

CE₅₀ : concentration efficace à 50%

CE₉₀ : concentration efficace à 90%

CoA : coenzyme A

CS : chalcone synthase

IAA : Indol acetic acid

Ig : Index de germination

ml : milli litre

PAL: phenylalanine amonia lyase

Sd : Sans date

TG : Taux maximal de germination

TI : Taux d'inhibition maximal de germination

Tm : Vitesse de germination

UV : Ultrat violet

Résumé

Evaluation du pouvoir allélopathique des extraits aqueux de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae)

Résumé

La présente étude réalisée porte sur l'évaluation du pouvoir allélopathique des extraits foliaire et racinaire aqueux de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) récoltée dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional), vis-à-vis de la germination des grains d'orge *Hordeum vulgare* L. (Poaceae). Pour cela, de nombreux tests biologiques sont réalisés. Cette étude nous a permis de constater que les extraits foliaire et racinaire de cette plante présentent un fort pouvoir inhibiteur de la germination des graines d'orge. Les extraits aqueux purs et dilués à 50% (des deux parties de la plante) ont présentés un taux d'inhibition de 100% chez les graines d'espèce test, alors qu'il est de 30%, 13,33%, 13,33%, 10%, 10%, 6,67%, et 6,67% chez les graines d'*H. vulgare* traitées par l'extrait foliaire aqueux dilué à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1% respectivement, par contre, il est de 33,33%, 20%, 16,67%, 13,33%, 10%, 10% et 6,67% au niveau des grains d'orge traitées par l'extrait racinaire aqueux dilué à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1% respectivement. Également, il est rapporté des retards dans la germination des graines des lots traités par rapport aux grains du lot témoin. En outre, on a remarqué des anomalies morphologiques au niveau des lots des grains traités par les extraits aqueux de *Cleome arabica* L.

Mots clés: *Cleome arabica* L., *Hordeum vulgare* L., extrait aqueux, germination, Ghardaïa.

Assessment of the potential for growth inhibitory of aqueous extracts of *Cleome arabica L.* (Capparidaceae)

Summary

The Present study focuses on the assessment of the power of allelopathic aqueous root and leaf extracts of *Cleome arabica L.* (Capparidaceae) harvested in the region of Ghardaia (northern Sahara) on the germination of barley grains (*Hordeum vulgare L.* (Poaceae)). For this many biological tests are performed. This study allowed us to see that the leaf and root extracts of this plant have a germination inhibitor exceptional power: The pure aqueous extracts and diluted to 50% (the two parts of the plant) have shown an inhibition rate of 100 % of test species seeds, so it is at 30%, 13.33%, 13.33%, 10%, 10%, 6.67% and 6.67% in seeds of *H. vulgare* treated with aqueous leaf extract diluted to 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2.5% and 1%, respectively, against it is 33.33%, 20%, 16.67 %, 13.33%, 10%, 10% and 6.67% in processed barley grains using aqueous root extracts diluted to 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2.5% and 1% respectively.

Also it is reported delays germination and growth of grain test treated compared to control batch plant grains also were noted morphological abnormalities lots of grains treated with the extracts.

Keywords: *Cleome arabica L.*, *Hordeum vulgare L.*, aqueous extract, germination, Ghardaia.

تقييم القدرة المثبطة للنمو للمستخلص المائيلنبات التيل من العائلة اللصيفية

الملخص:

ارتكزت هذه الدراسة على تقييم القدرة المثبطة للنمو للمستخلص المائي لأوراق وجذور نبات التيل من العائلة اللصيفية المجنية من منطقة غارداية (الصحراء الشمالية) على نمو بذور الشعير الفولقاري. من أجل هذا قمنا بعدة تجارب حيوية.

سمحت هذه الدراسة بملاحظة القوة المثبطة للنمو الاستثنائية الموجودة لدى للمستخلص المائي لأوراق وجذور هذا النبات. المستخلص المائي الخالص و المخفف ب: 50% لجزئي هذا النبات أظهر قوة مثبطة بنسبة 100% بينما بلغت نسبة 30% , 13,33% , 13,33% , 10% , 10% , 6,67% و 6,67% عند البذور المعالجة بالمستخلص المائي لأوراق هذا النبات المخففة ب: 25% , 20% , 15% , 10% , 5% , 2,5% و 1% بالترتيب بلغت 33,33% , 20% , 16,67% , 33,13% , 10% , 10% و 6,67% عند البذور المعالجة بالمستخلص المائي لجذور هذا النبات المخففة ب: 25% , 20% , 15% , 10% , 5% , 2,5% و 1% بالترتيب.

كما لوحظ تأخر إنبات و نمو البذور المعالجة بالمقارنة مع بذور الشاهد إضافة إلى ظهور شذوذ في المظهر الخارجي للنباتات المعالجة بالمستخلص.

الكلمات الدالة: التيل, الشعير الفولقاري, المستخلص المائي, نمو, غارداية.

SOMMAIRE

Dédicace	
Remerciement	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Résumé	
Introduction.....	02

Chapitre I - Généralité sur le phénomène de l'allélopathie

I.1- Histoire d'allélopathie.....	05
I.2.- Définition.....	06
I.3.- Métabolites des plantes.....	08
I.3.1.- Métabolites primaires.....	08
I.3.2.- Métabolites secondaires.....	08
I.3.3.- Fonction des métabolismes secondaires.....	09
I.3.4.-Types des métabolites secondaires.....	10
I.3.4.1.- Terpenoïdes.....	11
I.3.4.2.- Alcaloïdes.....	12
I.3.4.3.- Molécules phénoliques.....	12
I.3.4.4.- Quelques classes de molécules phénoliques.....	13
I.3.4.4.1- Flavonoïdes.....	14
I.4- Allélopathie de la molécule de la plante cible.....	14
I.4.1.- Composés allélopathiques.....	15
I.4.2.- Voies de libération des composés allélopathiques.....	17
I.4.3.- Sol, réservoir de composés allélopathiques.....	20
I.5- Interaction entre les plantes.....	22
1.5.1.- Interactions entre les plantes et les micro-organismes du sol.....	24
I.5.1.1.- Symbioses mycorhiziennes.....	24
I.5.1.2.- Relations plantes- symbioses.....	25
I.5.1.2.1- Mycorhizes.....	25
I.5.1.2.2.- Nodosités.....	25
I.5.1.2.3.- Endophytes.....	25

I.5.1.3- Défense des plantes contre les organismes pathogènes.....	26
I.6- Compétitions.....	26
1.6.1- Compétition intra spécifique.....	27
I.6.2 Compétition interspécifique.....	28
I.6.3- Plantes parasites.....	28

Chapitre II - Méthodologie de travail

II.1-Matériels utilisés.....	30
II.1.1.- Matériels végétal.....	30
II.1.1.1.- Plante utilisée pour l'extraction (<i>Cleome arabica L.</i>).....	30
II.1.1.1.1.- Description botanique.....	30
II.1.1.1.2. - Classification.....	31
II.1.1.1.3. - Répartition géographique.....	31
II.1.1.1.4. - Intérêts socioéconomiques.....	32
II.1.1.2.-Plante test.....	32
II.1.2.- Matériels et produits expérimental.....	32
II.2- Méthodologie du travail.....	33
II.2.1.- Préparation des extraits aqueux des plantes.....	33
II.2.2.- Choix des concentrations.....	33
II.2.3.- Constitution des lots expérimentaux.....	34
II.2.4.- Tests biologiques.....	37
II.2.5.- Exploitation des résultats.....	38
II.2.5.1.- Taux de germination (TG).....	38
II.2.5.2.- Taux d'inhibition (TI).....	39
II.2.5.3.- Vitesse de germination (Tm).....	39
II.2.5.4.- Concentration d'efficacité CE ₅₀	40
II.2.5.5.- Index de germination.....	40

Chapitre III - Résultats et discussion

III.1-Taux maximal de germination.....	42
--	----

III.2- Taux d'inhibition maximal de germination.....	44
III.3- Effet des extraits aqueux sur la cinétique de germination.....	46
III.4- Vitesse de germination.....	48
III.5 - Concentration d'efficacité (CE ₅₀).....	49
III.6- Index de germination.....	52
III.7-Les anomalies des deux parties de la plante test.....	53
Conclusion.....	63
Références bibliographiques.....	66

Introduction

Introduction

Le Sahara, le plus vaste et le plus chaud des déserts du monde, possède dans sa partie Nord, (le Sahara septentrional), une végétation diffuse et clairsemée. L'état de la flore spontanée dans cette zone ainsi que les relations entre l'homme et les espèces végétales, méritent une attention particulière. Certaines espèces possèdent des propriétés pharmacologiques qui leur confèrent un intérêt médical et biotechnologique (OULD ELHADJ *et al.*, 2003).

La flore du Sahara regroupe des plantes de différentes propriétés et utilités dont alimentaire, fourragères, médicinales et industrielles et certaines d'entre elles sont considérées comme espèces toxiques pour l'homme et ses animaux. Ces dernières sont relativement peu nombreuses et les empoisonnements dus aux végétaux sont rares (COUPLAN, 2009).

Chez les végétaux la réponse aux stress abiotiques ou biotiques peut se traduire par différentes manières. Les essences végétales sont des substances émises par les plantes pour se protéger contre les agressions des phytophages ou bien pour de la chimiotaxie. De nombreuses plantes sahariennes dégagent de fortes odeurs, celles-ci expliquent le rôle de ces substances volatiles dans les mécanismes d'adaptations aux conditions rudes du Sahara (LOUIS, 2004). Pour cela, l'étude réalisée porte sur l'étude du pouvoir allélopathique de l'extrait aqueux d'une plante saharienne à odeur fétide vis-à-vis des graines d'orge.

Les composés allélopathiques se comportent comme des herbicides naturels; ils ont fréquemment plusieurs sites d'action et des effets divers sur les organismes cibles. Ces composés biochimiques peuvent être classés en grande partie comme métabolites secondaires, qui sont généralement considérés comme des composés qui ne jouent aucun rôle dans le processus du métabolisme essentiel à la survie des plantes. On trouve parmi ces composés des acides phénoliques, des flavonoïdes, des terpenoïdes, des alcaloïdes, etc.,

Les produits allélochimiques sont présents pratiquement dans tous les tissus de la plante, dans les fruits, les fleurs, les feuilles en passant par la tige à la racine et rhizomes. Aussi au niveau du pollen et les graines. Ces produits sont très répons dans les plantes spontanées (BEN CHACHA, 2008).

Le présent travail comporte trois chapitres, le premier chapitre est consacré à la généralité sur le phénomène d'allélopathie faisant ressortir les aspects historiques, les mécanismes physiologiques et les composés chimiques impliqués. Le second chapitre explique la méthodologie adoptée pour la partie expérimentale. Le troisième chapitre regroupe l'ensemble des résultats qui seront suivis d'une discussion et d'une conclusion générale qui est un ensemble de réflexions qui achève cette étude.

Chapitre 7

*Généralité sur le phénomène de
l'allélopathie*

Chapitre I- Généralité sur le phénomène de l'allélopathie

Des plantes produisent en effet toute une gamme de composés chimiques ayant comme rôle la réponse vis-à-vis de certains stress biotiques et abiotiques. Si l'un de ces composés a un effet négatif sur les autres individus de même espèce ou bien d'une espèce différente, ce mécanisme de compétition, est appelé Allélopathie (VIARD-CRETAT, 2008).

I.1.- Histoire d'allélopathie

MOLISH est le premier qui a défini le mécanisme de l'allélopathie en 1937 regroupant les interactions biochimiques entre tous types de plante et incluant les microorganismes (RICE, 1984).

En 1984, RICE pose les fondements de l'allélopathie « moderne » et la définit comme « Un effet positif ou négatif, direct ou indirect, d'un végétal-micro-organisme inclus-sur un autre, par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement » cette définition prévaut aujourd'hui et illustre bien en quoi ce type d'interaction diffère du parasitisme et de la symbiose (où il y a contact direct entre les protagonistes) ainsi que de la compétition (dans laquelle une ressource commune et limitée est exploitée par les protagonistes). Des phénomènes allélopathiques ont pu être détectés à la fois dans des écosystèmes naturels ou soumis à la gestion humaine, et des applications pratiques commencent à voir le jour notamment pour les agrosystèmes (REGNAULT-ROGER *et al.*, 2008).

Dans les agro système, trois catégories d'interaction peuvent se distinguer :

- L'inférence des mauvaises herbes sur le rendement des cultures (quelques centaines d'espèces de mauvaises herbes posséderaient un potentiel allélopathique à l'encontre d'espèces cultivées) ;
- L'effet allélopathique d'espèces cultivées sur d'autres espèces cultivées (les substances libérées par les résidus végétaux sont souvent impliqués dans le faible rendement de la culture suivante) ;

- Et les effets allélopathiques d'espèces cultivées sur les mauvaises herbes (interaction bénéfiques pour l'agriculture ou l'utilisation de ces espèces/ variétés diminuerait l'usage des herbicides).

En écologie, les études des interactions allélopathiques sont également développées dans certains écosystèmes. Elles apportent une meilleure compréhension du fonctionnement de ceux-ci en intégrant le rôle de ces substances chimiques dans les cycles biogéochimiques, les associations et les successions végétales (REGNAULT-ROGER *et al.*, 2008).

I.2.-Définition

Le phénomène de l'allélopathie est défini comme « toute action directe ou indirecte, positive ou négative, d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement » (RICE, 1984; GALLET et PELLISSIER, 2002).

Elle correspond à la capacité que possèdent certaines plantes à inhiber ou à bloquer la germination ou la croissance des autres plantes à leur voisinage, par l'émission de substances chimiques (BAIS *et al.*, 2004; LESUFFLEUR, 2007).

L'allélopathie se définit comme les interférences qu'une plante cause à ses voisins par la diffusion de composés chimiques dans son environnement. Ce principe a été remanié à de nombreuses reprises et sa définition stricte varie selon les auteurs. En effet, l'allélopathie n'est parfois définie que par l'effet toxique d'une plante sur les autres (altération du développement et de la croissance) (INDERJIT *et al.*, 2008). Les récepteurs de ses interactions changent eux aussi selon les définitions. Soit cela ne concerne que les végétaux au sens strict, soit on peut inclure l'effet causé à tous les organismes voisins (champignons, plantes, algues, virus, micro-organisme). Ce phénomène est un facteur déterminant des interactions entre les végétaux (BLANCO, 2007).

Tout d'abord, l'allélopathie joue un rôle très important dans la répartition des espèces. En effet, la production de toxines est positivement liée à l'intensité du stress que subit la plante (BLANCO, 2007). L'allélopathie serait un facteur non négligeable à la réussite d'une invasion biologique (INDERJIT et *al.* 2008). Une espèce exotique peut devenir invasive si elle est capable de grandir et de se reproduire dans son nouvel environnement. Mais cette condition ne suffit pas à expliquer l'explosion de son abondance. Les espèces coexistant ont développé une résistance à leurs toxines respectives mais pas aux toxines étrangères (FIFTER, 2003).

VALANTIN-MORISON et *al.* en (2006) ont notés deux types d'allélopathie; allélopathie directe: la libération de médiateurs chimiques par une plante productrice vivante (exudation racinaire) et allélopathie indirecte: la libération de médiateurs chimiques par une plante morte (dégradation des résidus de la plante productrice). Ces médiateurs chimiques sont des métabolites secondaires (terpènes, alcaloïdes, molécules aromatiques...).

Les composés allélopathiques affectant les processus fondamentaux de la plante, soit la photosynthèse, la synthèse des protéines, la production de la chlorophylle, les relations plante-eau, la perméabilité membranaire, la divisions cellulaire, la germination et l'absorption de nutriments (EINHELLIG, 1986; In YAMANE et *al.*, 1992; FERGUSON et *al.*, 2003; NEWMAN et MILLER, 1977). En outre, il est rapporté que les stress physiologiques et environnementaux peuvent moduler l'allélopathie, de ce fait, il joue un grand rôle dans l'établissement et le maintien des communautés végétales (WALKER et *al.*, 2003; FERGUSON et *al.*, 2003; BOUTON, 2005).

Il est admis communément que l'expression de potentiel allélopathique de certaines plantes dépend de plusieurs paramètres abiotiques dont le climat et la nature du sol et biotiques particulièrement la microfaune). Les microorganismes du sol, sont capables de dégrader ou de rendre inactives les molécules responsables de l'inhibition en les immobilisant (par polymérisation, adsorption, conjugaison...), ils sont bien entendu jouer un rôle clé dans l'expression du potentiel allélopathique. Ce sont eux qui pour une grande part vont contrôler la quantité de molécules réellement bio disponibles pour la plante cible, mais des exemples sont

également connus d'amélioration de la toxicité d'un extrait végétal par certains groupes de bactéries, par la création de molécules toxiques à partir de molécules peu ou pas actives (GALLET et PELLISSIER, 2002).

Actuellement, l'allélopathie est définie comme étant le mécanisme d'interférence entre plantes, par du matériel végétal mort (litière) ou vivant qui émet des composés chimiques exerçant un effet, généralement négatif, sur les plantes associées (WARDLE et *al*, 1998 ; BOUTON, 2005). Ces substances toxiques ou phytotoxines peuvent être libérées par exsudation racinaire, volatilisation foliaire ou bien par décomposition des résidus (dégradation de débris végétaux morts) (BOUTON, 2005). Ces substances sont parfois très sélectives en empêchant la croissance d'une seule espèce, ou elles peuvent au contraire avoir un spectre d'action plus large et inhiber la croissance de plusieurs espèces (WHITTAKER et FEENY, 1971; In BOUTON, 2005).

I.3.- Métabolites des plantes

Chez les végétaux, deux catégories de voie métaboliques se déroulent déterminant ainsi deux types de métabolites, dites primaires et secondaires :

I.3.1.- Métabolites primaires

Les métabolites primaires sont synthétisés normalement par l'organisme pour sa croissance et sa reproduction; ils sont communs à tous les organismes vivants, ils traduisent l'uniformité du monde vivant. Les produits des métabolismes primaires (essentiellement des saccharides) substances indispensable à la vie de la plante, résultat de la photosynthèse (BEN CHACHA, 2008).

I.3.2.-Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques,

abiotiques ou améliorent l'efficacité de reproduction, ils sont différents dans les différents espèces, au contraire les métabolites primaires, ils ont un rôle essentiel pour le métabolisme et le développement végétal et se retrouvent dans toutes les espèces. La différence entre les deux catégories peut être très petite ou arbitraire (dépend du niveau de connaissance) (BUCHANAN, sd).

Une métabolite secondaire est une molécule, telle que les acides phénoliques les flavonoïdes, les terpenoïdes et les alcaloïdes, que produisent les organismes en dehors des voies métaboliques strictement nécessaires à assurer la survie (on parle de métabolisme primaire dans ce cas), cette gamme de composés est très développée chez les végétaux et constitue un moyen de lutte contre des concurrents écologiques (allélopathie) ou des prédateurs (production de substances toxiques ou des mauvaises goûts contre un herbivore) (BEN CHACHA, 2008).

Ils dérivent principalement de métabolisme primaire via les molécules charnières comme l'acide shikimique, l'acetyl-CoA et l'acide mevalonique, et il existe donc des liens étroits entre la grande fonction physiologique des végétaux (photosynthèse et respiration) et la production de métabolites secondaires, potentiellement allélopathiques. Leur importance quantitative chez les végétaux est extrêmement variable et contrôlée par des facteurs aussi bien génétiques qu'environnement. Ainsi leur apparition et /ou accumulation coïncident souvent avec une étape de développement, et seront modulées par les conditions environnement (REGNAULT-ROGER, 2008).

I.3.3.-Fonction des métabolismes secondaires

Ils ont des fonctions très différentes, exemples:

- Protection de l'attaque des pathogènes ou des herbivores (menthe par exemple)
- Attraction des pollinisateurs
- Ils participent à des réponses allélopathiques. (Compétition entre les plantes pour la germination et croissance)
- Ils sont des molécules qui sont aussi très utiles pour l'homme, comme colorants, arômes, antibiotiques, herbicides, drogues etc.(BUCHANAN, sd).

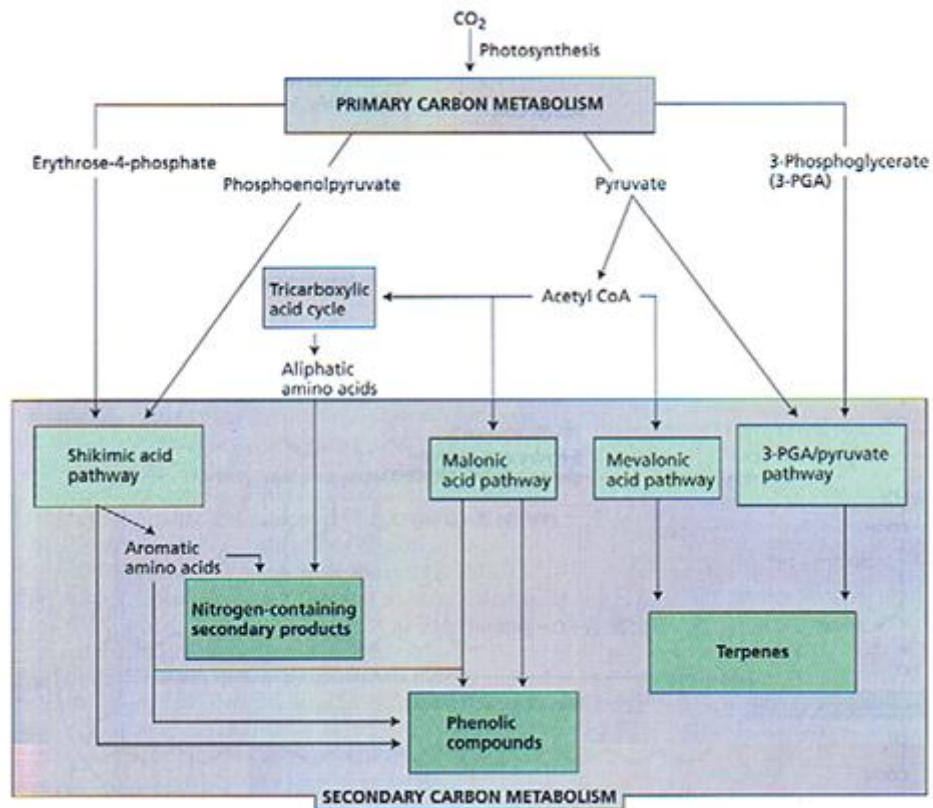


Figure 1- Voie de biosynthèse des métabolismes secondaires (BUCHANAN, sd).

I.3.4.- Types des métabolites secondaires

Nombreuses études notoires rapportent la présence de plusieurs catégories de métabolites secondaires impliquées dans les processus d'allélopathie:

- Les terpénoïdes
- Les alcaloïdes
- Les Molécule phénolique (BUCHANAN, sd).

Types et origine des métabolites secondaires

On peut identifier trois types de métabolites secondaires:

	Ils dérivent de:	Nombre de différent Molécules caractérisées
-Terpénoïdes	→ l'IPP (isopentenyl diphosphate), une molécule à 5 C	→ 25000
-Alcaloïdes	→ ----- Acides aminés	→ 12000
-Molécules phénoliques	→ ----- Voie de l'acide shikimique et acétate/malonate	→ 8000

Ces voies synthétisent aussi des métabolites primaires

Figure 2-Type et origine des métabolites secondaires (BUCHANAN, sd).

I.3.4.1.-Terpenoïdes

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

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

I.3.4.2.- Alcaloïdes

La définition originale de « alcaloïde » est la suivante: produits d'origine végétale, basiques, contenant azote et pharmacologiquement actifs (SERTURNER, 1806; MEISSNER, 1819; In BUCHANAN, sd).

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques azotées, d'origine naturelle. Les alcaloïdes présentent des structures très diverses; ils dérivent de différents acides aminés ou de l'acide mevalonique en passant par différentes voies biosynthétiques. Ils ont une activité biologique chez les animaux, souvent même à très faibles concentrations, et beaucoup sont couramment utilisés en médecine ou bien toxiques (par exemple la cocaïne, la morphine, l'atropine, la colchicine, la quinine, et la strychnine) (JUDD *et al.*, 2002).

I.3.4.3.- Molécules phénoliques

Les molécules phénoliques sont des composés qui contiennent un groupe phénol (anneau aromatique avec un groupe hydroxyle). Ils peuvent avoir plusieurs différents substituants. Dans l'air ces groupes sont facilement oxydés. Ils peuvent former des complexes avec les protéines et donner beaucoup de problèmes dans les extractions des protéines ou de l'ADN. Ils sont typiques des plantes vasculaires, qui ont colonisées l'environnement aérien: le contenu en composés phénoliques est minimale chez les algues.

Ils ont beaucoup des fonctions différentes dans les différentes espèces:

- Défense contre les pathogènes ;
- Molécules de dissuasion alimentaire ;
- Attraction des pollinisateurs ;
- Protections des rayonnements UV ;
- Molécules qui donnent couleur, arômes, parfums aux plantes ;

- Rôle structurel (ex. lignine, constituante du bois).

Ils jouent ainsi un rôle primordial dans les processus de biosynthèse de la paroi de la cellule végétale via la synthèse de la lignine, et sont considérés aussi comme précurseur de molécules aromatiques (BUCHANAN, sd).

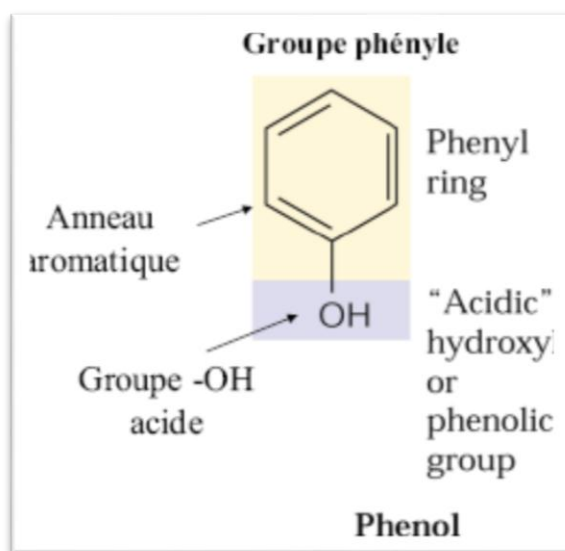


Figure3- Structure des molécules phénoliques
(BUCHANAN, sd).

I.3.4.4.- Quelques classes de molécules phénoliques

Les composés phénoliques constituent un groupe très important et jouent un rôle prépondérant dans les réactions de défense des plantes vis-à-vis de leurs ennemis naturelles et dans les interactions inter et intra-spécifiques, les principales catégories sont surtout les lignanes, lignines et les flavonoïdes (BUCHANAN, sd).

I.3.4.4.1.- Flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus important des composés phénoliques, sont généralement produits par cyclisation d'un intermédiaire dérivé de l'acide cinnamique et de trois molécules de malonyl-CoA. Ils interviennent probablement dans les mécanismes de défenses des plantes contre les herbivores et contrôler le transport des auxines (phytohormone) (JUDD *et al.*, 2002).

Les flavonoïdes représentent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, dont plusieurs sont responsables de couleur vive des fleurs, des fruits et des feuilles (PIETTA, 2000 ; GHEDIRA, 2005).

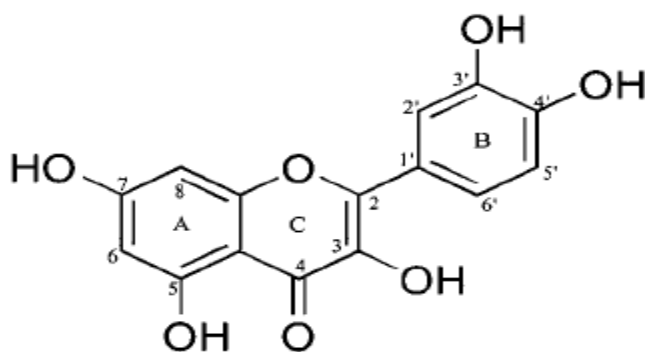


Figure 4-Structure générale du noyau des flavonoïdes
(HEIM *et al.*, 2002).

I.4.-Allélopathie de la molécule de la plantecible

Les plantes subissant les effets d'une autre plante sont appelées plantes cibles ou receveuses; Les plantes cibles peuvent réagir différemment face aux actions de leurs plantes voisines, cela peut donc avoir de l'effet sur la compétition des communautés et la coexistence des espèces (INDERJIT *et* CALLAWAY, 2003; BOUTON, 2005).

I.4.1.-Composés allélopathiques

L'allélopathie se définit comme un effet direct ou indirect d'une plante (ou d'un microorganisme) sur une autre par libération de composés chimiques dans l'environnement. Pour montrer qu'une plante exerce une action allélopathique phytotoxique envers une autre plante, plusieurs étapes sont nécessaires. La première consiste à identifier et quantifier les composés secrétés par les plantes productrices (terpènes, stéroïdes, phénols...), puis d'étudier leur devenir dans le sol. Ces composés allélopathiques doivent ensuite être absorbés par la plante cible où ils peuvent alors avoir des effets phytotoxiques (CHIAPUSIO, 2000).

Les composés allélopathiques sont des métabolites secondaires appartenant à différentes classes de composés chimiques, issus souvent de la voie du Shikimate (BOUTON, 2005).

Ces substances varient qualitativement et quantitativement dans les différentes régions de la plante (fleurs, feuilles, épines, racines, tiges) et selon les saisons. Elles peuvent persister dans le sol et donc affecter plusieurs successions de végétation et les plantes voisines (BOUTON, 2005).

La majorité de ces composés ont un effet inhibiteur sur la germination des graines et sur la croissance des germes, leurs effets peuvent être synergiques (effet positif de complémentarité dans une organisation) ou additifs (désigne une substance qui est introduite dans un mélange pour apporter une propriété spécifique) (FERGUSON et *al.*, 2003, TANG & YOUNG, 1982; GALLET & LEBRETON 1995, YAMANE et *al.*, 1992).

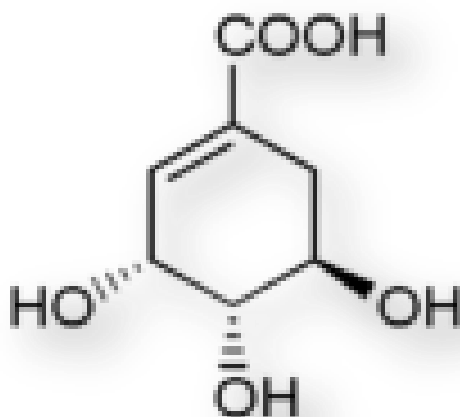


Figure 5-Structure de l'acide Shikimique(BOUTON, 2005).

Les composés allélopathiques sont le plus souvent des composés phénoliques. Pour être considérés comme composés allélopathiques, les acides phénoliques doivent notamment être sous forme active (libre et protonée) (BLUM, 2004).

Ces composés chimiques, en particulier les tannins, sont des complexant des protéines et peuvent modifier le cycle de l'azote en affectant les bactéries du sol fixatrices d'azote, (WESTON PUTNAM, 1985; In BOUTON, 2005). Ils peuvent aussi intervenir dans les interactions mycorhiziennes (PERRY CHOQUET, 1987, In BOUTON, 2005).

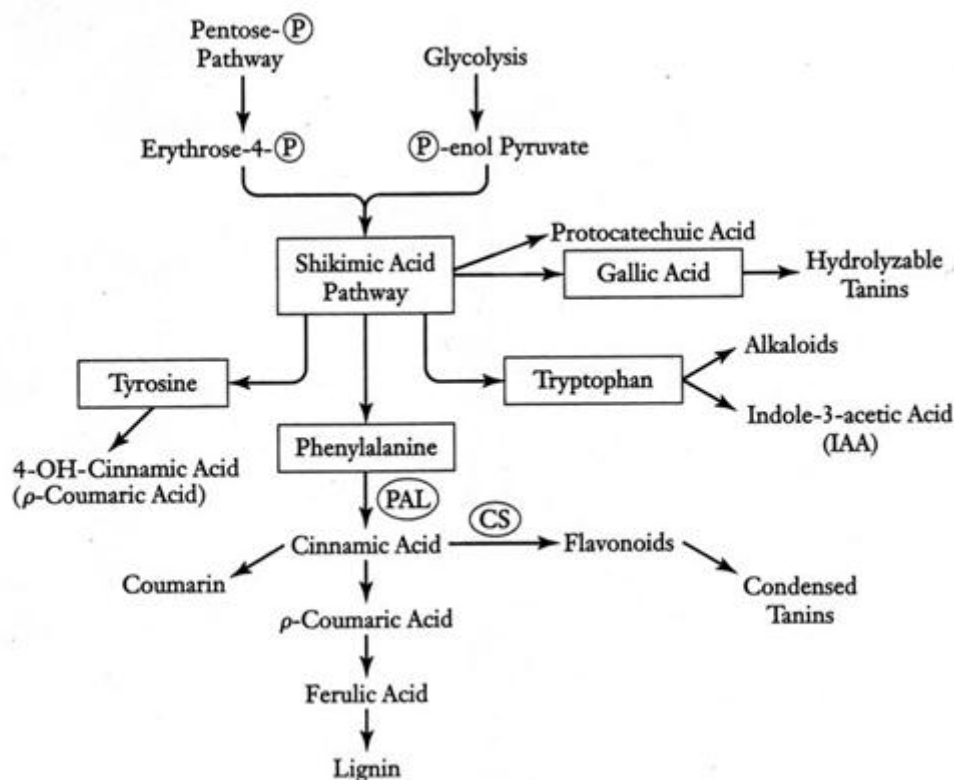


Figure6- Rôle central de l'acide shikimic dans la synthèse de différents métabolismes primaire et secondaire (BUCHANAN, sd).

Les composés allélopathiques peuvent jouer un rôle de défense contre les phytophages en rendant la plante inappétente, ils peuvent influencer la vitesse de décomposition de la litière, donc, influence également la pedo-faune associée (WARDLE *et al.*, 1998 ;BOUTON, 2005).

I.4.2.-Voies de libération des composés allélopathiques

Tous les organes végétaux contiennent des quantités variables de substances potentiellement allélopathiques qui sont libérées dans l'environnement par des voies diverses, actives ou passives : volatilisation, exsudation racinaire, lessivage ou décomposition des résidus végétaux incluant les racines (figure7). La libération de substances toxiques volatiles par les plantes est un phénomène écologiquement plus important dans les milieux arides ou semi-arides. Les substances émises par cette voie sont le plus souvent des mono terpènes simples (BERTIN *et al.*, 2003).

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 rhizosphère, pouvant ainsi potentiellement influencer la composition de la flore microbienne (BERTIN *et al.*, 2003).

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 lessive, y compris les terpènes, les alcaloïdes et les substances phénoliques (TUKEY, 1970).

Les substances potentiellement allélopathiques étant présentes dans tous les tissus des plantes (y compris les racines), la décomposition de résidus végétaux entraîne leur libération dans le sol (REGNAULT-ROGER, 2008).

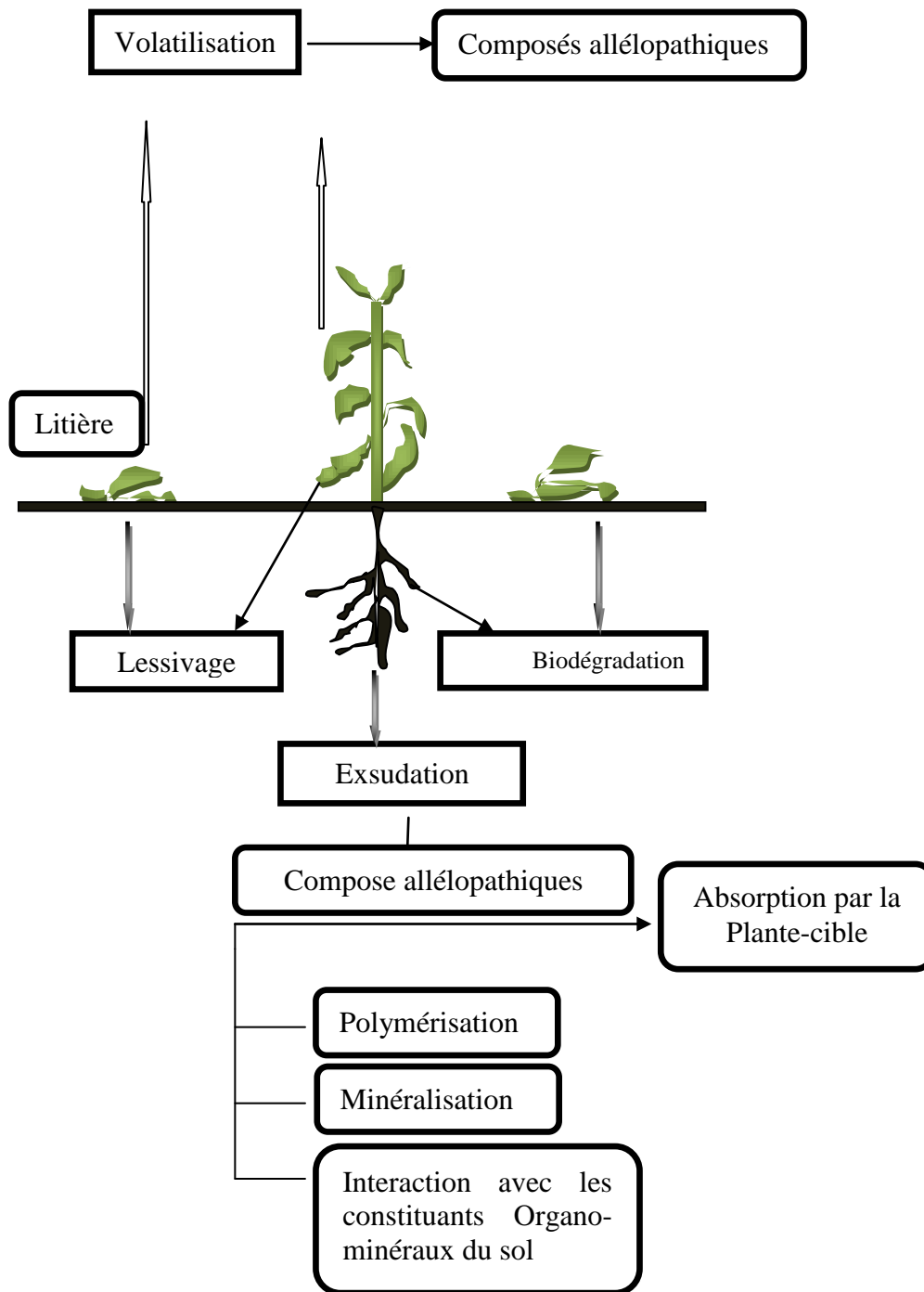


Figure 7- Voies de libération des molécules allélopathique (REGNAULT-ROGER, 2008).

Les interférences entre espèces sont très étudiées dans le littérature (GOLDBERG, 1987; THOMPSON, 1987; TILMAN, 1989; CONNELL, 1990; GOLDBERG et BARTON, 1992;

BERTNESS et CALLAWAY, 1994; BRUNO et *al.*, 2003). Certaines plantes émettent dans le sol de nombreux composés chimiques dont l'action sur les communautés microbiologiques du sol et les autres plantes est complexe et peu connue. L'hypothèse de l'émission par une plante de composés organiques capables de modifier la croissance de ces voisines (= allélopathie) (VIARD-CRETAT, 2008).

I.4.3.-Sol, réservoir de composés allélopathiques

À grande majorité des substances allélopathiques, après leur libération, parvient au sol. Ce dernier, compte tenu de ses propriétés mécaniques, physique et biologique, ne se comporte pas comme un milieu neutre mais influence d'une manière décisive le devenir des composés à vocation allélopathiques (FISHER, 1987).

On peut résumer sous forme d'organigramme les conditions régissant l'expression allélopathiques d'un métabolite secondaire parvenant au sol ou pénétrant dans la plante- cible (figure 8).

Les colloïdes du sol sont capables d'adsorber la plupart de ces substances (HUANG et *al.*, 1977, In CHEIKH et NAKES, 2011). Cette adsorption conduit à une perte temporaire de l'activité toxique réversible. L'inactivation de ces composés, due aux changements chimiques, peut aussi survenir pendant l'adsorption car elle favorise leur dégradation et/ou leur polymérisation.

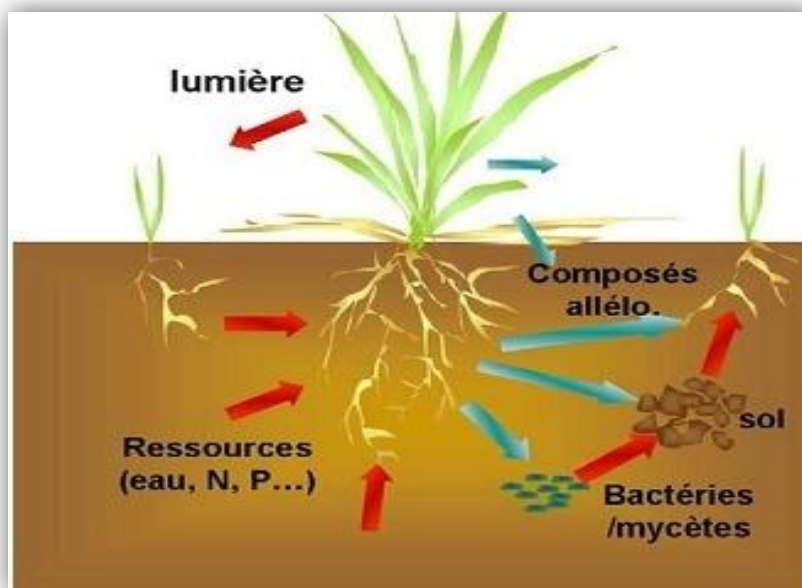


Figure 8- Interaction interspécifique entre plantes (mécanisme de compétition pour les ressources (en rouge) et allélopathie (bleu) (VIARD-CRETAT, 2008).

La toxine peut aussi former des complexes avec les acides humiques, WANG et *al.*, (1971), il s'agit d'une simple réaction d'adsorption, la substance peut redevenir disponible ; en revanche, sa perte d'activité sera irréversible dans le cas de réaction de précipitation ou complexation.

La molécule peut encore subir l'action des micro-organismes et être dégradée, qu'elle soit libre dans la solution du sol ou adsorbée (TURNER et RICE, 1975; In CHEIKH et NAKES, 2011). La dégradation microbienne entraîne soit la détoxification complète, soit la production de nouvelles substances allélopathiques (BULM, 1998; CECCI et *al.*, 2004).

Le rôle du sol dans la compréhension des mécanismes allélopathiques est donc primordial, car ce lui qui va réguler les flux de substances toxiques biodisponibles pour les plantes – cibles. Mais ce rôle demeure mal connu à cause de la complexité des mécanismes mis en jeu et de l'influence tant de la nature du sol que des conditions environnementales. (REGNAULT-ROGER, 2008).

I.5.- Interaction entre les plantes

Les communautés végétales sont en partie régies par les interactions entre espèces. Il existe deux modalités d'interactions entre les plantes:

- les relations de facilitation représentant l'effet positif d'une espèce sur d'autres espèces, comme la protection contre l'herbivore ou les associations symbiotiques.
- Les interférences négatives peuvent être directes, c'est-à-dire de plante à plante (compétition, allélopathie) ou indirectes (attraction ou entretien d'organismes comme les herbivores affectant les plantes voisines) (BOUTON, 2005).

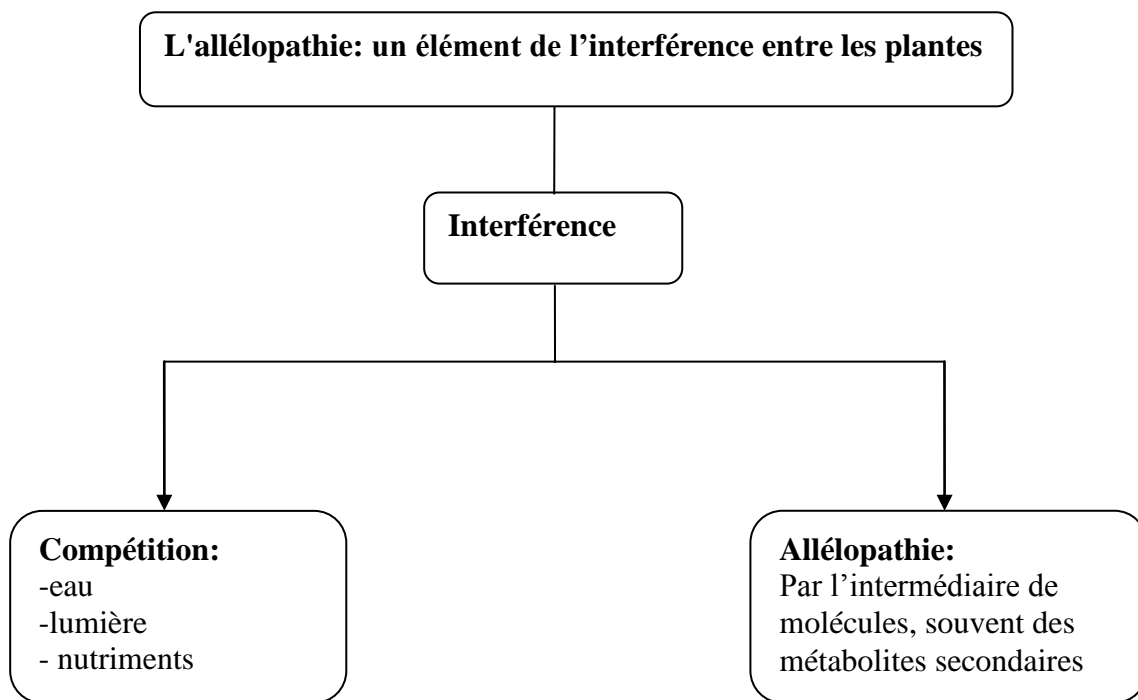


Figure 9- Interférence entre les plantes (DELABAYS et MERMILLOD, 2002).

L'allélopathie (ou interaction chimiques entre les plantes) a souvent été considérée comme une part de la compétition ou un comportement végétal complètement ignorée (DESCHENES, 1973;

LOCKERMAN et PUTNAM, 1981). Alors que, à leur actuel, ces deux mécanismes sont bien différenciés et sont généralement regroupés sous le terme d'interférences négatives. Les effets de ces interactions dépendent des facteurs physiques environnementaux et de la combinaison entre la compétition pour les ressources, les composés impliqués dans le phénomène de l'allélopathie émis dans l'environnement et des facteurs de facilitation (CALLAWAY et *al.*, 1991, et WEIDENHAMER et *al.*, 1989).

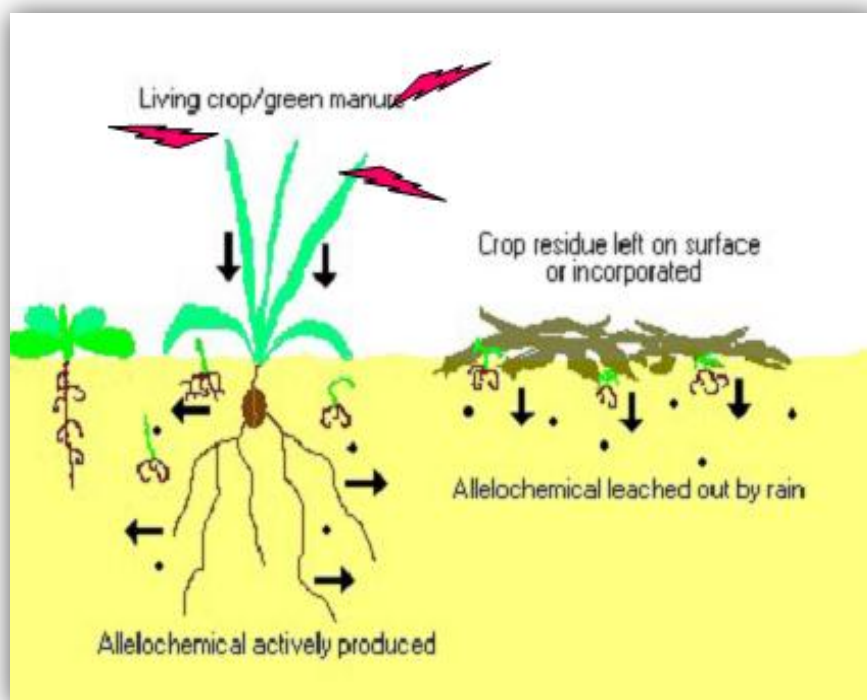


Figure 10- Interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives d'une plante sur une autre (microorganismes inclus) (BOUTON, 2005).

La connaissance de l'allélopathie est nécessaire, car elle peut être impliquée dans la hiérarchie d'aptitude compétitive des espèces et influence leur stratégie (LIANCOURT, 2005). La compétition est un processus qui a lieu lorsque les plantes utilisent des ressources communes comme l'eau, les nutriments ou la lumière, leur demande combinée en ressources est supérieure à la quantité disponible. L'allélopathie (ou interactions chimiques entre les plantes) a souvent été considérée comme une part de la compétition ou complètement ignorée (DESCHENES 1973, LOCKERMAN et *al.*, 1981; BOUTON, 2005).

I.5.1.- Interactions entre les plantes et les micro-organismes du sol

Les interactions positives existant entre les plantes et les micro-organismes du sol faisant intervenir les exsudats racinaires, représentent essentiellement les symbioses mycorhiziennes, les symbioses avec les bactéries, alors que les interactions négatives, portent surtout sur la défense des plantes contre les organismes pathogènes (LESUFFLEUR, 2007).

I.5.1.1.-Symbioses mycorhiziennes

Plus de 80 % des plantes terrestres forment des symbioses avec des champignons mycorhiziennes, qui leur permettent notamment d'accroître leur capacité d'absorption des éléments minéraux. Les associations ectomycorhiziennes concernent essentiellement les arbres, bien que, les associations endomycorhiziennes concernent presque exclusivement les Ericacées. Certains champignons mycorhiziennes ne colonisent qu'un petit nombre de plantes hôtes (MALAJCZUK *et al.*, 1982; VANDENKOORNHUYSE *et al.*, 2002, 2003).

Mais d'autres champignons sont connus pour coloniser un large panel de plantes hôtes (TRAPPE, 1962; MOLINA et TRAPPE, 1982). Cela suggère qu'il existe à la fois des composés impliqués dans une reconnaissance générale et des composés impliqués dans une reconnaissance plus spécifique entre les symbiontes. Un large panel de composés a été proposé pour jouer le rôle des signaux favorisant la croissance et la colonisation des champignons.

Les composés exsudés par les plantes hôtes stimulent la germination et surtout la croissance des hyphes fongiques (CHABOT *et al.*, 1992; NAIR *et al.*, 1991 ; GIOVANNETTI *et al.*, 1993 a, b). Le rôle stimulateur de certains flavonoïdes tels que la Quercétine ou la Rutine et également du CO₂ issu de la respiration racinaire est maintenant clairement établi (BECARD *et al.*, 1992; POULIN *et al.*, 1993; BALAJI *et al.*, 1995; CHABOT *et al.*, 1992; BEL-RHLID *et al.*, 1993; CHABOT *et al.*, 1992; LAGRANGE *et al.*, 2001).

Certaines hormones secrétées soit par les champignons soit par les racines de la plante et de certains glycoprotéines extracellulaires, modifient également la formation de la symbiose (GOGALA, 1991 ; GAY et *al.*, 1994 ; LESUFFLEUR, 2007).

I.5.1.2.-Relations plantes- symbioses

Les relations des végétaux avec les micro-organismes ne sont pas toujours conflictuelles. Certaines sont des symbioses tout aussi complexes que les relations entre agent pathogène et végétal et aux conséquences tout aussi importantes pour l'agriculture (LESUFFLEUR, 2007). Il existe des ressemblances de structure et de fonction entre parasitisme et symbiose. Certains parasites peuvent devenir symbiotes et inversement selon l'environnement, l'état physiologique du végétal et la variabilité génétique des protagonistes. Les relations entre végétal et micro-organismes ne sont pas toujours franches. la majorité des végétaux vit associée a des micro-organismes symbiotes On distingue :

I.5.1.2.1.-Mycorhizes

Association d'un champignon et d'une racine, sont la symbiose la plus répandue sur terre. Leur rôle dans la nutrition minérale du végétal, les mycorhizes contribuent à protéger les racines contre une infection par des micro-organismes pathogènes du sol.

I.5.1.2.2.- Nodosités

Associations d'une bactérie ou d'une cyanobactérie et généralement d'une racine, sont plus spécifiques de certaines familles de végétaux.

I.5.1.2.3.- Endophytes

(Du grec *endo*, dans et *phuton*, plante), association d'un champignon (ascomycètes) et de la tige feuillée, sont surtout connus chez les Poacées, les Cypéracées et les Ericacées, mais ils existent aussi chez les Coniferophytes, les ptéridophytes, les bryophytes, chez de nombreux végétaux, des bactéries sont des endophytes des méristèmes. L'endophytes vit presque toute sa vie dans le végétal qui ne présente pas de symptômes visibles de sa présence.

Il ne se reproduit pas par voie sexuée et se propage d'un végétal à l'autre en colonisant les graines avant leur dissémination. Il semble fournir à l'hôte des défenses chimiques contre les herbivores et contribue à augmenter sa croissance, sa résistance au stress hydrique donc pouvoir compétitif. Toutefois, certains endophytes deviennent pathogènes lorsque le végétal est stressé ou âgé. On ignore si les endophytes sont des agents pathogènes latents ou des exemples de relation entre micro-organisme et végétal, coevoluent du parasitisme vers le mutualisme (MEYER, *et al*, 2004).

I.5.1.3.- Défense des plantes contre les organismes pathogènes

Les végétaux ne sont pas seulement l'objet d'attaques d'herbivores, ils subissent aussi celles de plantes parasites et surtout celles de milliers d'agents pathogènes. Malgré toutes ces attaques, les végétaux sont rarement malades. Leurs défenses, principalement assurées par la diversité des métabolites secondaires ; sont très efficaces (MEYER, *et al*, 2004).

I.6.-Compétitions

La compétition entre les plantes constitue l'un des principaux moyens susceptibles d'expliquer la variation spatiale et temporelle dans les communautés végétales. Elle peut être définie comme la recherche active, par les individus d'une même espèce ou des espèces différentes, d'une même ressource du milieu (DAJOZ, 1971).

Le niveau de compétition dans les communautés végétales dépendra, de la répartition spatiale des plantes, des ressources nutritives en partage, et de la capacité de chaque espèce végétale ou des moyens mis en œuvre par celle-ci pour acquies leurs besoins vitaux (FRECKLETON et WATKINSON, 2001).

La plus grande partie de la compétition entre végétaux se déroule au niveau du sol. Par contre, la compétition au niveau aérien, est impliquée principalement à la lumière. Les plantes ont en commun une large gamme de ressources (eau, éléments minéraux) à se partager au niveau du sol (CASPER et JACKSON, 1997).

La compétition au niveau du sol réduit beaucoup plus considérablement la performance des plantes que la compétition pour la lumière (DONALD, 1958 ; WILSON, 1988), et constitue la principale forme de compétition dans les écosystèmes ayant de faibles densités végétales (FOWLER, 1986).

Dans une communauté végétale mono spécifique, les mécanismes de compétition sont principalement assujettis à l'aptitude compétitive et à la variation dans l'acquisition des ressources à l'échelle de l'individu (WEINER, 1986; HARA et WYSZOMIRSKI, 1994; NAGASHIMA *et al.*, 1995; ALAIN SANON, 2009).

S'il s'agit d'une interaction entre individus d'une même espèce, on parle de compétition intra spécifique, s'il agit d'interactions entre individus d'espèces différents, on parle de compétition interspécifique. la compétition se traduit par une diminution de la densité et/ou de la biomasse d'une population au détriment d'une autre (compétition interspécifique) ou de certains individus au détriment des autres (compétition intra spécifique). Elle s'instaure pour l'appropriation d'une ressource présente en quantité limitée dans l'environnement. Il peut s'agir d'une ressource nutritive (lumière, eau, sels minéraux), d'une appropriation de l'espace, de l'appropriation d'un partenaire (pollinisateurs, disséminateurs) (WEINER, 1986; NAGASHIMA *et al.*, 1995; ALAIN SANON, 2009).

1.6.1.- Compétition intra spécifique

Les ressources en quantité constante sont réparties en fonction du nombre d'individus des mêmes espèces présentes sur la parcelle. Le développement des individus est lié à leur densité par unité de surface plus ils sont nombreux, moins chacun dispose de ressource et ses performances s'en trouvent diminuées (MEYER, *et al.*, 2004).

I.6.2.- Compétition interspécifique

Les compétitions interspécifique se produit le plus souvent entre espèces voisines appartenant a un même niveau trophique. Mais elle peut aussi exister entre espèces éloignées (MEYER *et al.*, 2004).

I.6.3.-Plantes parasites

Les exsudats racinaires jouent un rôle essentiel dans l'attaque des plantes cultivées par les plantes parasites (BAIS *et al.*, 2006). Plus de 4000 espèces de plantes parasites facultatives ou obligatoires ont été identifiées à ce jour (YODER, 1999). La communication chimique croisée qui contrôle le lieu de germination des parasites et le développement des connections physiques entre le parasite et l'hôte. Les exsudats racinaires jouent un rôle déterminant dans la communication croisée entre le parasite et son hôte qui aboutit à la formation des haustorium. Les haustorium sont des structures cellulaires spécialisées du parasite lui permettant d'infecter les racines de son hôte et de former des connections avec les tissus vasculaires de celui-ci afin d'accéder à ses ressources trophiques (BAIS *et al.*, 2006 ;LESUFFLEUR, 2007).

Chapitre 10

Méthodologie de travail

Chapitre II- Méthodologie de travail

De nombreuses plantes synthétisent et relâchent dans l'environnement des molécules capables d'inhiber le développement des plantes voisines; c'est ce qu'on appelle l'allélopathie. Ce phénomène peut être utilisé pour le contrôle biologique des adventices, et notamment pour réduire le recours aux herbicides de synthèse. De nombreuses expérimentations ont ainsi montré l'effet inhibiteur très fort de certains extraits végétaux mais peu d'études sur les possibilités allélopathiques de la flore Saharienne sont réalisées. De ce fait, pour la présente étude, une plante spontanée du Sahara septentrional Est algérien est utilisée pour la préparation d'extrait aqueux dont *Cleome arabica L.* sur la germination de l'orge (*Hordeum vulgare L.*) dans les cultures céréalières soit la variété *Téchedrete*.

II.1.- Matériels utilisés

II.1.1.- Matériels végétal

II.1.1.1.- Plante utilisée pour l'extraction (*Cleome arabica L.*)

II.1.1.1.1.- Description botanique

Plante vivace de 30 cm de hauteur, à tiges dressées et ramifiées, *C.arabica* présente de petites feuilles poilues, trifoliées à folioles lancéolées (GUBB, 1913; OZENDA, 1991).(Photo 1).



Photo 1-*Cleome arabica L.* au stade fructification (Mars 2013)
(Oued Zergoune, Région Ghardaïa, Sahara septentrional Est Algérien)

Les fleurs ont des pétales dont la couleur va du jaune au pourpre-foncé. Le fruit est une gousse velue de 2 à 5 cm de longueur située à la base de pétiole (Photo 2, 3). C'est une plante à odeur fétide, toxique et présente des effets hallucinogènes. Les glandes stipées sécrètent une substance visqueuse (GUBB, 1913; OZENDA, 1991).



Photo 2- *Cleome arabica* L. au stade de floraison, Oued Zergoune, région de Ghardaïa.



Photo 3- *Cleome arabica* L. au stade de fructification, Oued Zergoune, région de Ghardaïa.

II.1.1.1.2.- Classification

Embranchement : Spermaphyte

Sous embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dilleniidae

Ordre : Capparales

Famille : *Capparidaceae*

Genre : *Cleome*

Espèce : *C. arabica* L. (OZENDA, 1991).

II.1.1.1.3.- Répartition géographique

Espèce fréquente dans les savanes désertiques et les tamariciaies de l'étage tropical, monte dans l'étage méditerranéen inférieur sur les pentes pierreuses et dans les ravines

sablonneuses. C'est une espèce commune dans tout le Sahara septentrional, Egypte et en Afrique tropicale (MAIRE, 1933;OZENDA, 1991).

II.1.1.1.4.- Intérêts socioéconomiques

En pharmacopée, certains indigènes utilisent *C. arabica L.* comme diurétique et contre les rhumatismes. Cette plante ne présente guère d'intérêt pastoral car elle n'est pas broutée par le dromadaire et très peu appréciée par les chèvres et les moutons (MAIRE, 1933).

II.1.1.2.- Plantes tests

Pour tester l'efficacité d'inhibition de germination des extraits de *Cleome arabica L.*, les grains de l'orge (*Hordeum vulgare L.*) de la variété local *Téchedrete* appartenant à la famille de (*Poaceae*) est utilisé. (Photo 4, 5)



Photo 4- Épis d'*Hordeum vulgare L.*



Photo 5- Les grains d'*Hordeum vulgare L.*

II.1.2.- Matériels et produits expérimental:

Pour la présente étude, le matériel suivant est utilisé:

Broyeur ; Erlen Mayer; chauffe ballon; Ballon; Balance de précision; Boîtes de pétrie ;
Papiers filtre; Réfrigérant; Flacons en verre; Méthanol; Entonnoir; Eau distillée.

II.2.- Méthodologie du travail

II.2.1.- Préparation des extraits aqueux des plantes

Elle consiste en une macération dans une phase organique. Les plantes testées sont séchées à l'aire libre et dans la température ambiante et ensuite broyées. La drogue pulvérisée va subir une extraction par reflux dans un mélange méthanol-eau (2:1) pendant six heures (photo 4). Une filtration est ensuite réalisée, le résidu sec est jeté alors que le filtrat est recueilli et subit une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor vapor afin d'éliminer le méthanol. L'extrait aqueux est récupéré et est utilisé pour les tests biologiques.

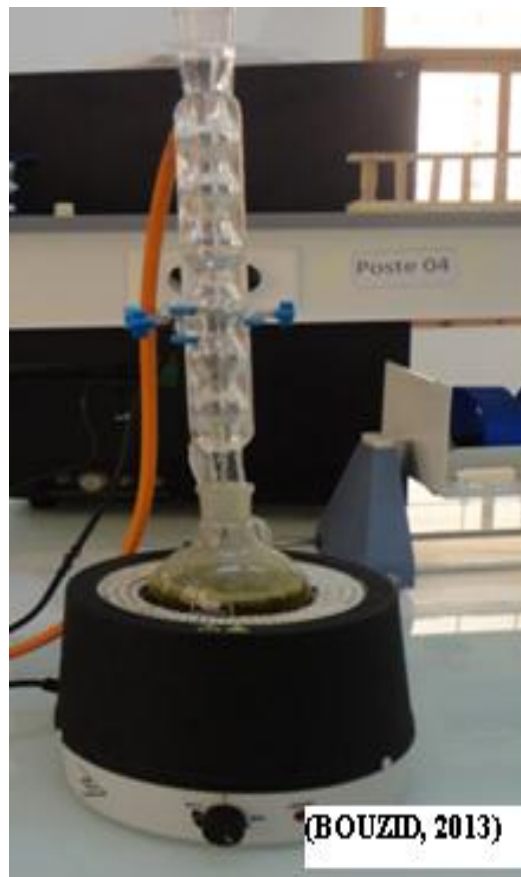


Photo 6- Dispositif d'extractions des principes actifs par reflux

II.2.2.- Choix des concentrations

Dans la recherche de la concentration d'efficacité, neuf (9) concentrations successives sont choisies soit 100%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 05%, 2,5% et 1%.

II.2.3.- Constitution des lots expérimentaux

Pour la présente étude, trois lots sont constitués, dont un lot témoin et deux lots pour les traitements. Chaque lot constitué regroupe deux parties utilisées (feuilles et racines), soit trois répétitions (boîte de pétrie, ce qui fait un total de six boîtes de Pétrie par traitement par lot. Pour chaque lot défini par la partie utilisée de l'espèce (*Cleome arabica L.*), 09 traitements sont réalisés soit l'extrait à 100%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 05%, 02,5% et 01%. dont les graines de plantes tests (orge) sont irriguées le premier jour par 3ml d'extrait végétal et par la suite quotidiennement irriguée par 1ml d'eau distillée (photo 7,8 et 9).

L'expérimentation est suivie durant 10 jours, tout en notant chaque jour le nombre des graines germées et toutes sortes d'anomalies. A la fin de suivi (après 10 jours), des mesures morpho-métriques sont réalisées, il s'agit de la taille et le poids de la racine, la taille et le poids des feuilles cotylédonaire (partie aérienne) (figure 11).

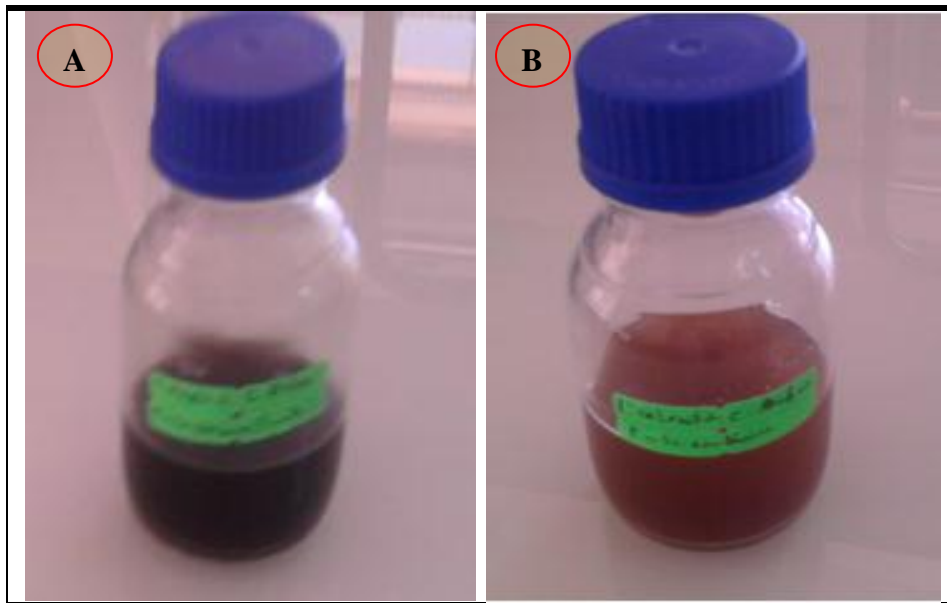


Photo 7_(A, B)- Extraits foliaire (A) et racinaire (B) de *Cleome arabica L.*
(Originale)



Photo 8- Différentes concentrations de l'extrait foliaire de *Cleome arabica L.* (de gauche à droite: ([100%],[50%]. [25%],[20%],[15%],[10%],[05%],[02,5%] et [01%]) (Originale)



Photo 9- Différentes concentrations de l'extrait racinaire de *Cleome arabica L.* (de gauche à droite: ([100%],[50%]. [25%],[20%],[15%],[10%],[05%],[02,5%] et [01%]) (Originale)

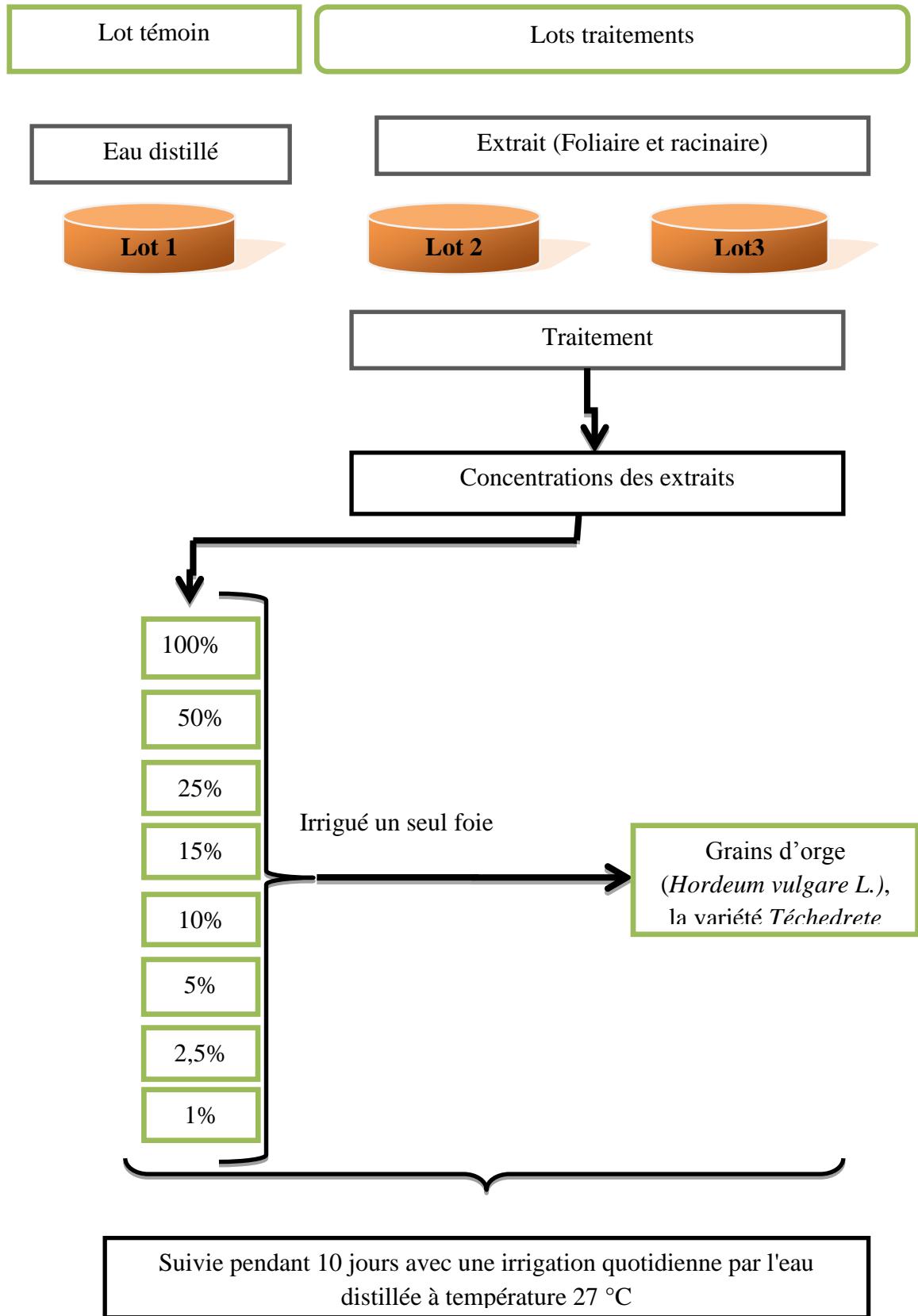


Figure11- Dispositif expérimental de l'étude

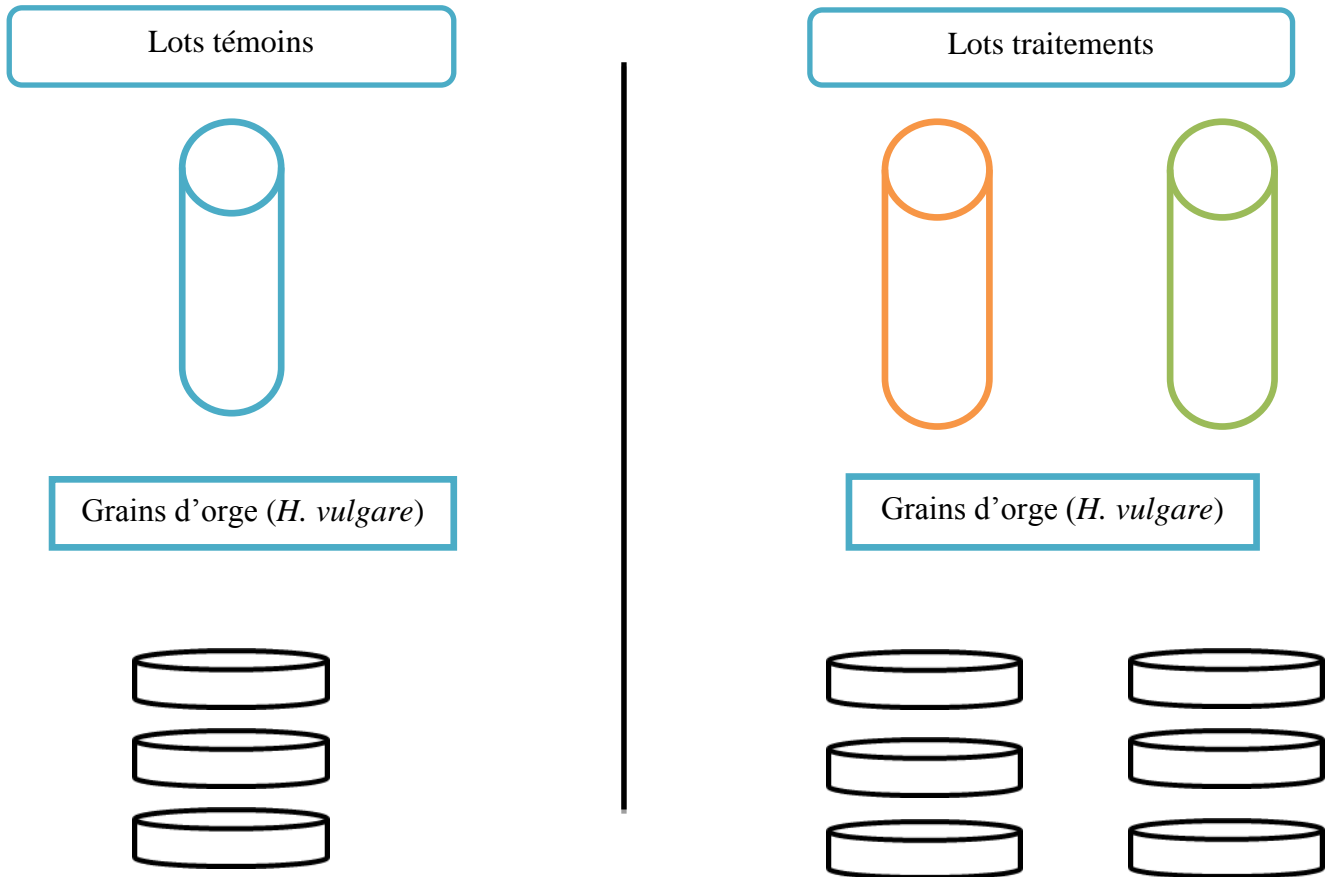


Figure 12- Schéma représentant les lots expérimentaux

II.2.4.- Tests biologiques

Afin d'évaluer le pouvoir inhibiteur de la germination des extraits aqueux *Cleome arabica L.* récoltée à Oued Zergoune, (région de Ghardaïa, Sahara septentrional Est algérien), sur les graines d'orge sont mis en contact direct avec les extraits foliaires et racinaires de la plante, ce fait 10 grains d'*Hordeum vulgare L.* sont déposées sur un papier filtre dans une boîte de pétrie et ensuite irriguées à l'aide de 3ml d'extrait végétal ou témoin (photo 10). L'expérimentation est suivie durant 10 jours tout respectant le protocole expérimental expliqué ci-dessus et en notant quotidiennement le nombre des graines germées et qui servent par la suite au analyses de la cinétique de la germination observées au niveau des différents lots constitués.

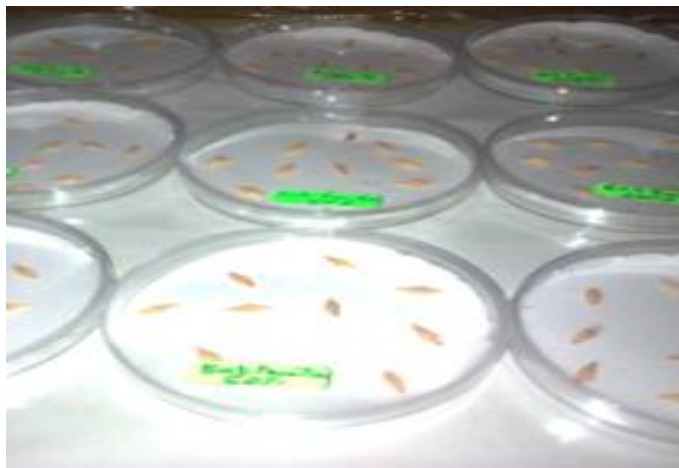


Photo 10- Dispositif d'irrigation des graines d'orge (*Hordeum vulgare L.*)
(Originale)

II.2.5.- Exploitation des résultats

Pour notre étude, sept paramètres sont étudiées dont : le taux de germination, le, le taux d'inhibition et la vitesse de germination. la cinétique de germination, l'index de germination, la concentration d'efficacité et les anomalies morphologiques.

II.2.5.1.- Taux de germination (TG)

Le taux de germination selon CÔME (1970), correspond au pourcentage des grains germés par rapport au total des grains semis, il est estimé par la formule suivant:

$$TG = \frac{\text{nombre des graines germées} \times 100}{\text{nombres des graines semis}}$$

II.2.5.2.- Taux d'inhibition (TI)

Ce paramètre selon CÔME (1970), explique la capacité d'une substance ou préparation à inhiber la germination des graines, il est évalué en calculant le rapport de nombre de graines semis moins le nombre de graine germer par rapport au nombre total des graines semis (BEN KHATTOU, 2010).

$$(TI\%) = (\text{nombre des graines semis} - \text{nombre des graines germées} / \text{nombre des graines semis}) * 100$$

II.2.5.3.- Vitesse de germination (Tm)

La vitesse de germination d'après CÔME (1970) peut être exprimée de plusieurs façons :

- Par le pourcentage de semences germées, ou taux de germination, au bout d'un certain temps après l'ensemencement;
- Par le temps moyen nécessaire à la germination et représente l'inverse de «Coefficient de vélocité» (KOTOWISK, 1926; BEN KHATTOU, 2010).

$$T_m = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots \times 100}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

N1 : nombre de graine germe au temps T1

N2 : nombre de graine germe au temps T2

N3 : nombre de graine germe au temps T3

Nn : nombre de graine germe au temps Tn

II.2.5.4.- Concentration d'efficacité CE₅₀

Les lettres CE désignent la «concentration d'efficacité» ; La CE₅₀ est la quantité d'une matière, administrée en une seule fois, qui cause la mort de 50% (la moitié) d'un groupe traité. La CE₅₀ est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière. Pour les tests avec dilutions, le pourcentage d'inhibition pour l'ensemble des graines de chacune des concentrations est utilisé pour le calcul de la CE₅₀.

CE (ex. CE₅₀); concentration efficace qui inhibe un pourcentage donné d'une réponse biologique de type binaire (exp. germination ou absence de germination). La CE₅₀ est estimée selon la méthode des probits.

II.2.5.5.- Index de germination I_g

D'après ABOTT (1955), l'index de germination est une expression quantitative de germination qui concerne le taux de germination quotidienne à la valeur maximale de germination, il est donné par la relation suivante:

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

N: pourcentage de la germination des grains pendant le jour.

Chapitre VII

Résultats et discussion

Chapitre III- Résultats et Discussion

III.1-Taux maximal de germination

Le nombre des grains germées par rapport au nombre des grains semis définit le taux de germination. La figure 13 exprime la différence dans le taux de germination entre les lots traités par l'extrait aqueux foliaire et racinaire de *Cleome arabica L.*

Au vu des résultats de la figure 13, il est constaté qu'aucune graine n'a pu germer au niveau des lots traités par l'extrait foliaire pur et dilués à 50%, tandis que au niveau des autres lots le taux de germination est variable, il est plus élevé au niveau des lots traités par l'extrait foliaire dilué à 1% et 2,5% où un pourcentage de germination de l'ordre de 93,33% est constaté pour chacun de ces lots, il est suivi par les lots traités par l'extrait dilué à 5% et 10% qui sont représentés par 90%. Alors qu'au niveau des lots traités par l'extrait dilués à 15% et 20%, un taux de germination de 86,67% est observé au niveau des deux lots. L'extrait foliaire de *C. Arabica* entraîne un taux de germination de 70% pour le lot traité par l'extrait dilué à 25%, en revanche, au niveau du lot témoin, un taux de germination de 100% est noté.

Il apparaît au vu des résultats de la figure 13, qu'une différence dans la réponse aux extraits racinaires pur et dilué. Au niveau du lot traité par l'extrait dilué à 1%, le taux maximal de germination observé est de 93,33%, suivie par les lots de 2,5% et 5% chacun soit 90%, ensuite un taux de 86,67% est enregistré pour les graines irriguées par l'extrait dilués à 10%. En outre, un taux de germination de 83,33% est rapporté au niveau du lot traité par l'extrait à 15%, alors que des taux de germination de l'ordre de 80% et 66,67% sont enregistrés dans les lots de 20% et 25% respectivement. Il est à noter qu'aucune graine n'a germé dans les lots irrigués par l'extrait pur et dilué à 50% et que chez les graines du lot de témoin, un pourcentage de germination de 100% est noté au bout de 5^e jour.

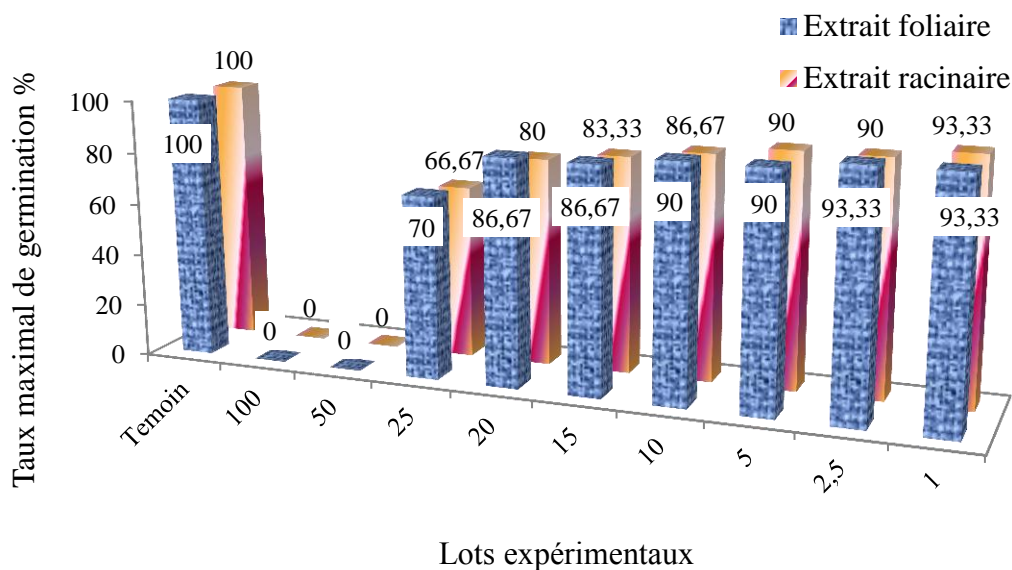


Figure13- Taux de germination maximal moyen enregistré au niveau de différents lots témoin et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de *C. arabica*

CHEIKH et NAKES (2011), note dans leur travail sur l'activité allélopathique de quelques plantes spontanées du Sahara dont *Euphorbia guyoniana* Boiss et Reut. (*Euphorbiaceae*) et *Eucalyptus occidentalis*, L. (*Myrtaceae*), *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) qu'au niveau de différents lots traités par l'extrait aqueux foliaire pur, aucune graine n'est germée. Alors qu'au niveau des lots témoins des différentes espèces tests, un taux de germination de 100% est atteint au bout de 7 jours pour *Hordeum vulgare* et *Lolium multiflorum* et au bout de 8 jours pour *Cetaria verticillata* et *Chloris gayana*. Les mêmes résultats sont rapportées pour les graines traitées par les extraits dilués à 50% ; aucune graine traitée n'a pu germer, tandis que, chez les traitées à extraits aqueux dilués à 25%, des taux de germinations variables sont observés au niveau de deux espèces tests soit : *Hordeum vulgare* L. et *Lolium multiflorum*.

Pour *Hordeum vulgare* traités à l'aide des extraits aqueux de *Euphorbia guyoniana*, *Peganum harmala*, *Cleome arabica*, *Zygophyllum album*, *Limoniastrum guyonianum* et d'*Eucalyptus occidentalis*, des taux de germination de l'ordre de 68,33%, 58,33%, 60%, 55%, 48,33% et 31,67% respectivement sont enregistrés. Alors que pour *Lolium multiflorum* traitée par les extraits aqueux de *E. guyoniana* et *Eucalyptus occidentalis* aucune graine n'a germé. un taux de germination de graine de *L. multiflorum* de l'ordre de

40%, 15%, 13,33% et 06,67% est enregistré au niveau des traitées par l'extrait aqueux de *C. arabica*, de *Z. album*, *L. guyonianum* et *P. harmala* respectivement. Il est admis que dans les conditions naturelles, la germination des graines est un processus biochimique et physiologique où dès le premier contact de graine avec le stimulus exogène (eau), un enzyme amylase est synthétisé et secrété afin dégrader l'amidon (albumines) afin fournir à l'embryon l'énergie nécessaire à la germination, une fois secrété, la croissance embryonnaire amorce et intervienne par la suit par un autre processus physiologiques où les acteurs sont les hormones de croissances végétales dont l'auxine. De ce fait, la capacité d'inhibé la germination des graines, est un processus complexe, plusieurs hypothèses peuvent être posées dont la capacité de certaines molécules qui se trouve dans l'extrait à inhibé l'action de l'enzyme amylase ou bien d'occupé leurs sites membranaires, ou bien à l'action mimétiques ou antagonistes des ces molécules vis-à-vis des hormones de croissances ou à l'inhibition de leurs actions tissulaire (REGNAULT-ROGER *et al.*, 2008).

III.2- Taux d'inhibition maximal de germination

Au vu de données expérimentales des expériences réalisées, il est observé des réponses différentielles au niveau de différents lots: témoins et traités par l'extrait foliaire aqueux de *Cleome arabica L.*, qui se traduit par les taux d'inhibition de la germination très variables. Ces réponses se répartissent sur 9 concentrations et témoin dont les concentrations de 100% et 50% se traduit par un taux d'inhibition de 100%, ensuite le lot traité par l'extrait à 25% est le mieux représenté par rapport aux restes, il présente 30%, suivie par les lots traités par l'extrait à 20% et 15%, où un pourcentage d'inhibition de la germination de 13,33% pour chacun des deux lots sont rapporté, bien qu'un pourcentage d'inhibition de la germination de 10% est noté au niveau des lots traités par l'extrait à 10% et 5%. Pour les autres lots expérimentaux soit ceux constitué par des graines d'orge traitées par l'extrait aqueux à 2,5% et à 1%, le taux d'inhibition de la germination enregistré est de 6,67% chacun. Parallèlement il est de 0% au niveau du lot témoin du fait que la totalité des graines sont germées (figure 14).

Au niveau des lots traités par l'extrait racinaire aqueux de *Cleome arabica L.*, les résultats observés montrent que l'extrait aqueux des racines est plus efficace sur la germination des graines d'orge que l'extrait aqueux des feuilles de cette plante du Sahara. Au niveau des

lots traités par l'extrait à pur et dilué à 50%, un taux d'inhibition de germination de 100% est noté. L'extrait racinaire à 25% de concentration engendre un taux d'inhibition de 33,33%, suivi par l'extrait à 20% où il provoque un pourcentage d'inhibition de la germination de 20%, ensuite les lots traités par l'extrait dilué à 15% et 10% soit un taux d'inhibition de 16,67% et 13,33% respectivement. Quant aux lots irrigués par l'extrait à concentration de 5%, 2,5% et 1% un taux d'inhibition de 10%, 10% et 6,67% sont notés respectivement (figure 14).

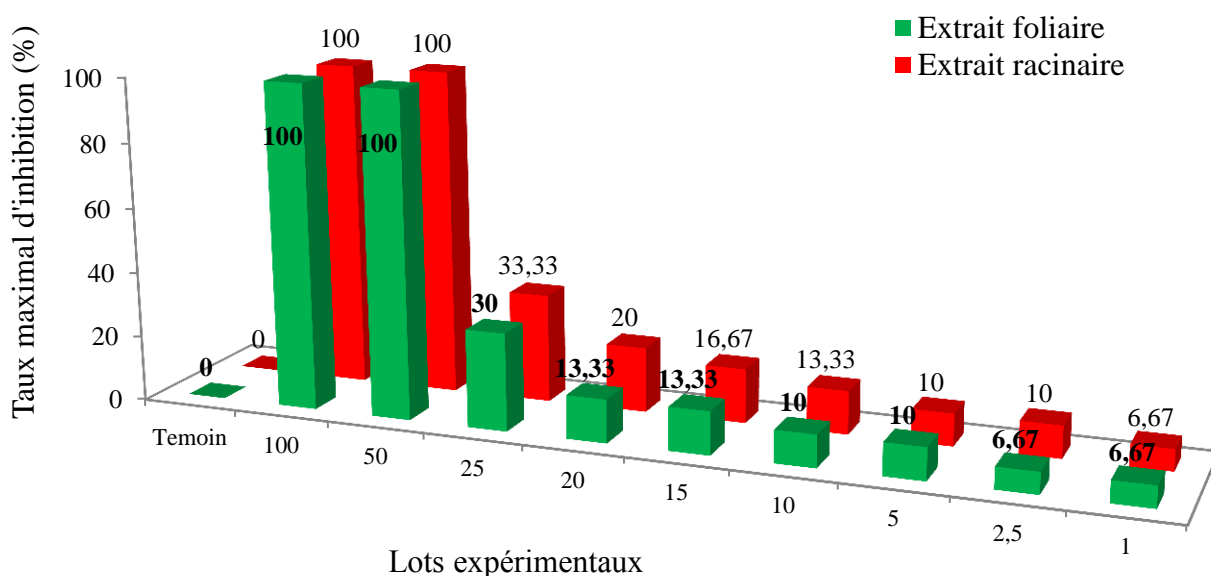


Figure 14- Taux d'inhibition maximal de germination enregistré au niveau de différents lots témoin et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de *C.arabica*

La capacité d'inhiber la germination des graines, est un processus complexe, plusieurs hypothèses peuvent être posées dont la capacité de certaines molécules qui se trouve dans les extraits à inhibé l'action de l'enzyme amylase ou bien d'occuper leurs sites membranaires, ou bien à l'action mimétiques ou antagonistes de ces molécules vis-à-vis des hormones de croissances ou à l'inhibition de leurs actions tissulaire (FEENY, 1976).

D'après la littérature, certaines métabolites secondaires végétales influent la germination des graines ou la croissance des plantes par des mécanismes multiples, les

composés chimiques des plantes tel que les composés phénoliques forment des complexes avec les enzymes de ce fait leurs actions se trouvent inhibées, en outre les alcaloïdes, composés phénoliques, flavonoïdes, etc... ont la capacité d'inhiber l'action de certaines enzymes végétales tel que ATPase, ou de certains phénomènes tel que la phosphorylation, le métabolisme oxydatif, le transport membranaire, la réduction de la synthèse de certaines protéines et lipides. D'autres travaux expliquent l'action de quelques métabolites secondaires végétales comme les benzoxazolinones comme substances inhibitrices de l'auxine de coléoptile de l'avoine (BAIS *et al.*, 2004 ; LESUFFLEUR, 2007).

III.3- Effet des extraits aqueux sur la cinétique de la germination

Les résultats de la figure 15, laissent apparaître que l'extrait foliaire aqueux de *Cleome arabica L.*, a un effet sur la germination aussi bien sur les graines du lot traitées à la faible concentration dont les graines traitées par l'extrait à 1% et 2,5% que sur les lots traités à 5% et à 10% tandis qu'au niveau des lots traités par l'extrait à 15% et 20%, la germination est presque nulle durant le premier jour, c'est qu'à partir du deuxième jour que des graines d'orge commencent la germination, le taux de germination évolue de 66,67% enregistré le 2^e jour jusqu'à 73,33% durant le 3^e jour et arrive 83,33% lors du 4^e jour, et ensuite reste stable jusqu'à la fin du traitement à un taux de 86,67%. Pour le lot traité par l'extrait foliaire à 25%, la germination est nulle pendant les deux premiers jours, après elle commence d'augmenter jusqu'à 70% lors du 8^e jour et reste constante jusqu'à la fin du suivi. Par contre, au niveau des lots traités par l'extrait pur et dilué à 50%, le pourcentage de germination est nul (figure 15).

De même, au niveau des lots traités par l'extrait racinaire aqueux de *C. arabica*, un taux de germination bien présentée dans le lot traité de 1% qui commence avec un taux de germination 60% à partir du deuxième jour et continue à augmenter jusqu'à 93,33% dans le dernier jour; que sur le lot traité à 25% où la germination commence par 3,33% dans le troisième jour et arrive à 66,67% comme un taux maximal dans le 10^e jour; alors que au niveau des autres lots traités le taux de germination varie selon la concentration de l'extrait administré, Les lots traités du 20% et 15% paraissent plus sensibles aux extraits que le

lot traité de 10%, suivi par le lot traité à 5% puis le lot traité à 2,5% tandis qu'au niveau du lot témoin le taux de germination apparaît plus grand dès le deuxième jour par un pourcentage de 73,33% et arrive à 100% à partir de sixième jour jusqu'à la fin de décade. (figure 16).

BOUTON, (2005) dans leur étude sur le potentiel allélopathique de la graminée *Festuca paniculata* L. dans les prairies subalpines a mentionné que les extraits aqueux des feuilles de *Festuca paniculata* L., quelle que soit leur partie d'origine, ralentissent la cinétique de germination des graines de radis et de laitue et diminuent nettement le pourcentage final de germination. Les extraits issus des gaines de *Festuca paniculata* L. sont les moins inhibiteurs pour la germination. Les extraits provenant des racines et des parties aériennes de *F. paniculata* qui induisent les effets les plus inhibiteurs. D'après EVENARI (1957), la germination est considérée comme étant le passage d'une semence inerte (vie ralentie) à une jeune plantule autotrophe. Les processus physiologiques qui se déroulent pendant cette phase sont très complexes. Cependant, l'activité peut se mesurer par le biais de plusieurs facteurs, principalement: imbibition et respiration.

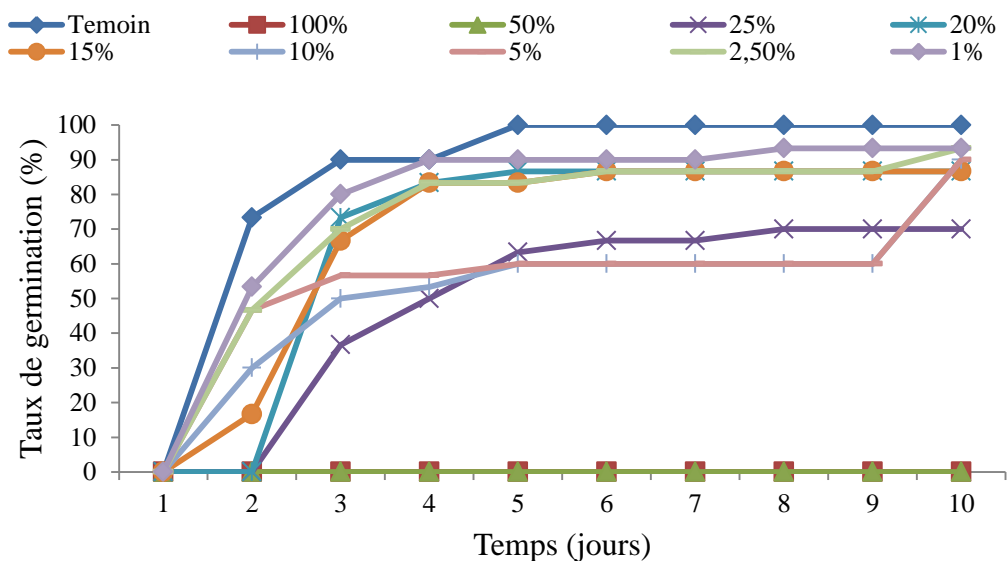


Figure 15–Cinétique de la germination observée au niveau de différents lots témoin et traités par l'extrait foliaire aqueux de *Cleome arabica* L.

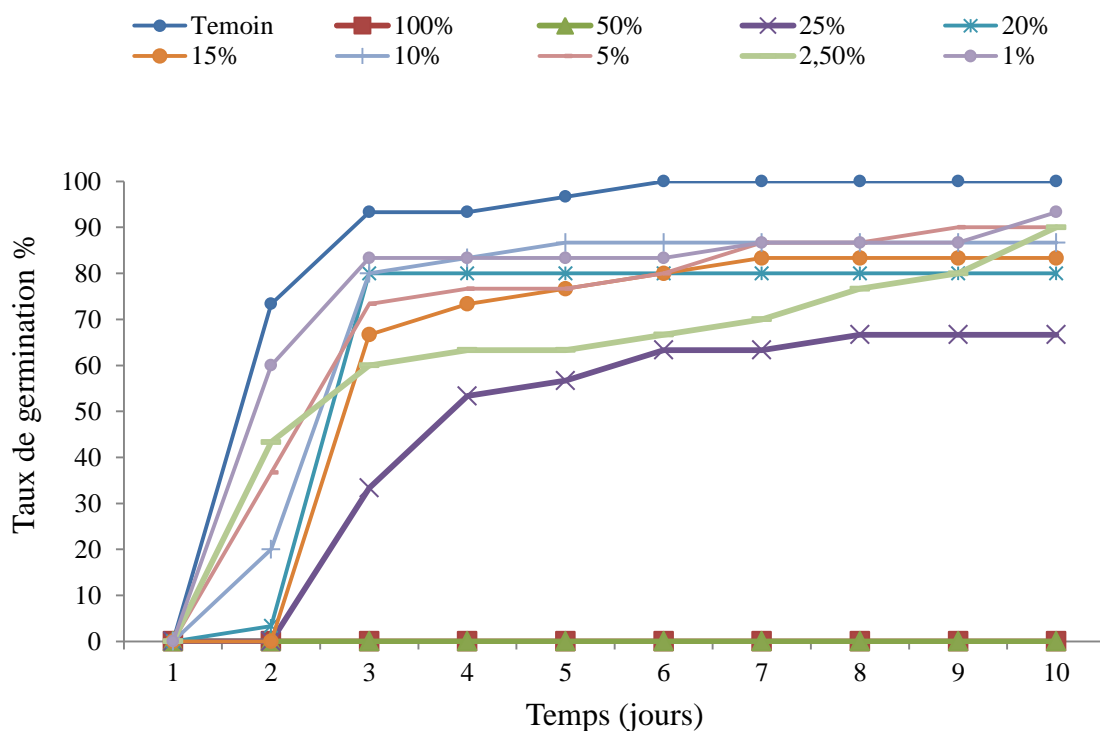


Figure 16–Cinétique de la germination observée au niveau de différents lots témoin et traités par l'extrait racinaire aqueux de *Cleome arabica* L.

III.4- Vitesse de germination

La vitesse de germination peut être exprimée:

- Par le pourcentage de semences germées, ou taux de germination, au bout d'un certain temps après l'ensemencement;
- Par le temps moyen nécessaire à la germination et représente l'inverse de «Coefficient de vélocité».

La figure 17, illustre la vitesse de la germination observée au niveau de différents lots témoin et traités par l'extrait foliaire aqueux de *C. arabica* à différentes concentrations. Au vu des résultats de la figure 17, il est noté que la vitesse de germination varie en fonction de la concentration en extrait, les valeurs rapportées pour les lots témoin et traités à 1% sont de l'ordre de 16,17 graines/jours et 15,96 graines/jours respectivement ; alors qu'au niveau de lot traité de 25% la vitesse de la germination est de 14,58 graines/jours, cependant pour les lots d'extrait pur et dilué à 50% on a pas de germination alors par conséquent pas de vitesse à évaluer.

Au vu des résultats la figure 17, la vitesse de germination constatée est liée probablement au traitement par l'extrait aqueux racinaire de *C. arabica*, la vitesse est de 16,21 grains/jours et 16,12 grains/jours pour le témoin et lot traité par l'extrait à 1% respectivement, alors que la vitesse de germination est de 14,60 grains/jours au niveau de lot traité de 25%, néanmoins pour les lots traités par l'extrait pur et dilué à 50% aucune germination n'a été rapportée alors par conséquent on a pas de vitesse à évaluer.

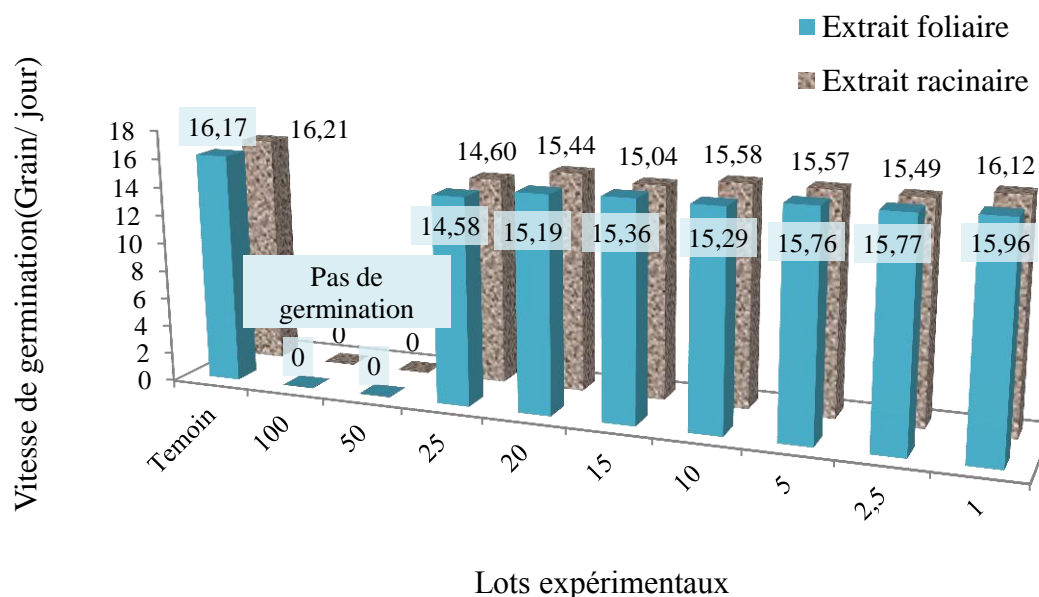


Figure 17- Vitesse de germination moyenne enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de *Cleome arabica L.*

III.5 - Concentration d'efficacité (CE_{50})

La CE_{50} et/ou 90 (CE_{90}) qui est le calcul de la concentration d'efficacité 50 et/ou 90 est l'un des indices d'évaluation de degré de la toxicité d'une substance inerte vis-à-vis d'un organisme vivant, Ces dernières sont estimées par différentes méthodes, pour la présente étude, la méthode des probits est suivie. Les tableaux 1 et 2 montrent les concentrations appliquées en extrait végétal de deux parties (aérienne et souterraine) de la plante spontanée *C. arabica* sur les graines d'orge, les concentrations sont présentées en pourcentage, puis en poids de la matière sèche par rapport à un volume puis en logarithme de cette dernière d'une part, et d'autre part, les pourcentages d'inhibitions de la germination obtenue et leurs probits correspondants.

Dans le but de l'estimation des concentrations d'efficacité 50 et 90 de ces extraits sur la germination des graines d'orge (tableau 3), la droite de régression de logarithme des concentrations en fonction des probits des pourcentages d'inhibition de la germination est dressée pour chacune des extraits sur la germination des graines de l'orge (figures 18, 19).

Tableau 1-Taux d'inhibition et probits correspondants à la concentration de l'extrait foliaire de la plante *C. arabica*

Concentrations			Extrait foliaire	
(%)	[Mg/ml]	log [mg/ml]	Taux d'inhibition (%)	Probits
100%	0,05	-1,3010	100	7,614
50%	0,025	-1,6020	100	7,614
25%	0,0125	-1,9030	30	4,476
20%	0,01	-2	13,33	3,881
15%	0,0075	-2,1249	13,33	3,881
10%	0,005	-2,3010	10	3,718
5%	0,0025	-2,6020	10	3,718
2,50%	0,00125	-2,9030	6,67	3,498
1%	0,0005	-3,3010	6,67	3,498

Tableau 2-Taux d'inhibition et probits correspondants à la concentration de l'extrait racinaire de la plante *C. arabica*

Concentrations			Extrait foliaire	
(%)	[Mg/ml]	log [mg/ml]	Taux d'inhibition (%)	Probits
100%	0,06	-1,2218	100	7,614
50%	0,03	-1,5228	100	7,614
25%	0,015	-1,8239	33,33	4,564
20%	0,012	-1,9208	20	4,158
15%	0,009	-2,0457	16,67	4,039
10%	0,006	-2,2218	13,33	3,881
5%	0,003	-2,5228	10	3,718
2,50%	0,0015	-2,8239	10	3,718
1%	0,0006	-3,2218	6,67	3,498

Tableau 3- Concentrations d'efficacités (CE₅₀, CE₉₀) des extraits végétaux foliaire et racinaire de *Cleome arabica L.* vis-à-vis de plante test

Extrait végétal	Concentration d'efficacité (mg/ml)	
	CE ₅₀	CE ₉₀
Extrait foliaire	0,0086	0,0347
Extrait racinaire	0,0093	0,0378

Le tableau 3 illustre les valeurs de CE₅₀ et CE₉₀ calculés pour les deux extraits testés, il est remarqué que l'extrait racinaire de *Cleome arabica L.* (*Caparidaceae*) est efficace sur la germination des graines par une valeur de 0,0093mg/ml. Mais également on n'a observé que les graines d'*H. vulgaire* sont plus sensibles à l'action de l'extrait foliaire de *C. arabica*, la CE observée est de 0,0086 mg/ml. Cependant, la CE₉₀ enregistré pour les extraits foliaire et racinaire est de l'ordre de 0,0347 et 0,0378 mg/ml respectivement,

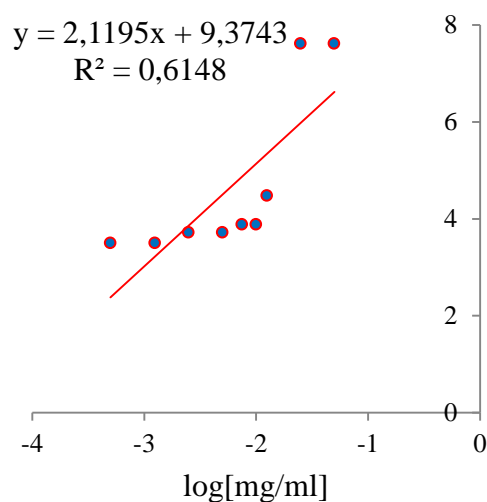


Figure18- Action de concentrations d'extrait foliaire de *Cleome arabica L.* sur le taux d'inhibition de la germination des graines d'*H. vulgare*

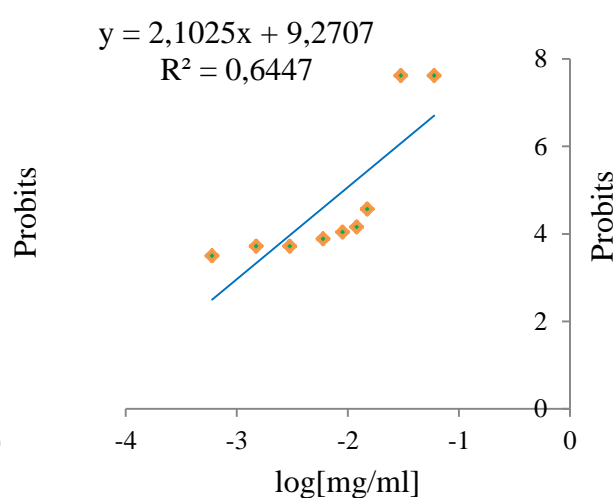


Figure19- Action de concentrations d'extrait racinaire de *Cleome arabica L.* sur le taux d'inhibition de la germination des graines d'*H. vulgare*

Selon les travaux de BENAFIANE et BELAID, (2012), trouvent que l'extrait obtenu à partir des feuilles d'*Euphorbia guyoniana* sont plus efficace sur la l'inhibition de la germination des graines de deux espèces tests dont *Polygonum monspiliensis* et *Dactyloctenium aegypticum*. Mais également il est remarqué que les graines de *Dactyloctenium aegypticum* sont plus sensibles à l'action de l'extrait foliaire de l'*Euphorbia guyoniana* comparativement au *Polygonum monspiliensis*. Les valeurs de la concentration d'efficacité noté étant plus faible; elle est dans l'ordre de 0,0016mg/ml pour le *Dactyloctenium aegypticum* et de 0,005 mg/ml pour le *Polygonum monspiliensis* traitées par l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana*.

Alors que pour l'extrait aqueux d'*Eucalyptus occidentalis* la CE₅₀ la plus faible est rapportée pour le *Polygonum monspiliensis*, elle est de 0,0145mg/ml bien qu'il est dans l'ordre de 0,0038 pour le *Dactyloctenium aegypticum* traitées par l'extrait aqueux d'*Eucalyptus occidentalis*. En revanche, le CE₉₀ enregistrée pour l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* sur les deux espèces test est de 0,039 et 0,0189 pour le *Dactyloctenium aegypticum* et le *Polygonum monspiliensis* respectivement. Les valeurs enregistrées pour l'extrait d'*Eucalyptus occidentalis* sont de l'ordre de 0,037et 0,047 pour le *Dactyloctenium aegypticum* et le *Polygonum monspiliensis* respectivement.

III.6- Index de germination

Une expression quantitative de germination qui concerne le taux de germination quotidienne à la valeur maximale de germination.L'index de germination est défini par le nombre de semences germées tous les 2 jours.Au vu desrésultats de tableau 4, il ressort que les valeurs de l'index de germinationvarient d'une concentration à une autre ; il est de 38,46 comme une valeur maximale dans le lot dilué à 1% et par 19,17 comme une valeur minimale dans le lot dilué à 25% pour l'extrait foliaire néanmoins il est arrivé à 38,9comme une valeur maximale pour le traité à 1% et au minimum à 18,35 pour le lot dilué à 25% pour l'extrait racinaire mais ces valeurs restent moins qui est observés au niveau de témoin foliaire et racinaire qui sont dans l'ordre de 44,21 et44,53 respectivement.

Tableau 4–Index de germination des extraits aqueux foliaire et racinaire de *Cleome arabica* L. vis-à-vis de plante test

	Index de germination									
	Témoin	100%	50%	25%	20%	15%	10%	5%	2,5%	1%
Extrait foliaire	44,21	0	0	19,17	27,6	29,7	26,82	30,32	35,64	38,46
Extrait racinaire	44,53	0	0	18,35	27,21	25,56	31,49	33,25	31,26	38,9

III.7- Anomalies des deux parties de la plante teste

Au cours de suivi de la croissance des grains, des anomalies de croissance sont observées soit: la longueur de la partie aérienne, souterraines et leurs poids pour les lots irrigués par l'extrait aqueux soit foliaire ou racinaire ces anomalies sont variables comparativement aux lots témoins. Le tableau 5 montre la moyenne de la longueur et le poids de deux parties de la plante teste (*H. vulgaire*). Selon les résultats du tableau 5 nous avons remarqué plusieurs variations dans la longueur et le poids des parties aériennes, ils varient d'une façon progressive au sens proportionnelle avec la diminution des concentrations, on a constaté: $7,06 \pm 6,22$ cm pour 25% ; $9,88 \pm 3,71$ cm pour 10% et $14,06 \pm 2,28$ cm pour 1% de longueur; le poids est de l'ordre $0,08 \pm 0,07$ g; $0,09 \pm 0,04$ g et $0,13 \pm 0,02$ g; pour les concentrations de 25%, 10% et 1% respectivement pour la partie aérienne des grains irrigués par l'extrait foliaire, la partie souterraine est de $1,82 \pm 2,10$ cm pour le lot traité par l'extrait foliaire à 25%; $4,60 \pm 1,19$ cm pour le lot traité par l'extrait foliaire 10% et $17,98 \pm 1,76$ cm pour le lot traité par l'extrait foliaire 1%. Bien que le poids des parties souterraines est variable, il est de $0,02 \pm 0,02$ g pour le lot traité par l'extrait à 25%; $0,03 \pm 0,01$ g pour le lot traité par l'extrait à 10% et $0,13 \pm 0,03$ g pour le lot traité par l'extrait à 1%.

D'autre part, la longueur des parties aériennes des grains irrigués par l'extrait racinaire est évaluée par $7,14 \pm 5,18$ cm pour le lot traité par l'extrait à 25% ; $14,06 \pm 2,44$ cm pour le lot traité par l'extrait à 10% et $13,78 \pm 2,21$ cm pour le lot traité par l'extrait à 1%. Le poids est de $0,07 \pm 0,05$ g; $0,12 \pm 0,03$ g et $0,10 \pm 0,03$ g pour les lots traités par l'extrait racinaire à 25%,

10% et 1% respectivement. Alors que la longueur des parties souterraines des grains irrigués par l'extrait racinaire est de l'ordre de $4,94 \pm 3,93$ cm pour le lot traité par l'extrait à 25%; $10,72 \pm 1,48$ cm pour le lot traité par l'extrait à 10%; $17,20 \pm 1,64$ cm pour le lot traité par l'extrait à 1%, cependant le poids est de $0,06 \pm 0,09$ g, $0,07 \pm 0,05$ g et $0,14 \pm 0,04$ g pour les extraits à 25%; 10%, et 1% respectivement. Pour les graines du lot témoin, la longueur de la partie aérienne est de $10,93 \pm 3,87$ cm et présentant ainsi un poids de l'ordre de $0,09 \pm 0,04$ g.

Tableau 5: Valeurs moyennes de la longueur et poids des parties aériennes et souterraines des plantules d'orge témoins et traités par les extraits aqueux de *Cleome arabica L.*

		Lots expérimentaux										
		Témoin	100%	50%	25%	20%	15%	10%	5%	2,5%	1%	
Extrait foliaire	Feuille cotylédonaire	Longueur	10,93±3,87	/	/	7,06±6,22	5,39±5,17	7,64±2,69	9,88±3,71	13,34±2,23	11,51±4,72	14,06±2,28
		Poids	0,09±0,04	/	/	0,08±0,07	0,05±0,05	0,07±0,03	0,09±0,04	0,13±0,03	0,10±0,04	0,13±0,02
	Racine	Longueur	9,19±1,45	/	/	1,82±2,10	1,61±1,32	3,81±1,28	4,60±1,19	13,37±1,95	16,16±3,55	17,98±1,76
		Poids	0,05±0,03	/	/	0,02±0,02	0,01±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,07±0,02	0,06±0,02	0,13±0,03
Extrait racinaire	Feuille cotylédonaire	Longueur	9,97± 2,84	/	/	7,14±5,18	12,28±4,47	12,83±3,78	14,06±2,44	15,28±1,25	13,64±3,65	13,78±2,21
		Poids	0,06±0,03	/	/	0,07±0,05	0,11±0,04	0,13±0,04	0,10±0,03	0,12±0,03	0,12±0,03	0,12±0,03
	Racine	Longueur	9,98±2,29	/	/	4,94±3,93	8,72±2,65	9,38±3,79	10,72±1,48	15,89±2,97	16,44±3,30	17,20±1,64
		Poids	0,02±0,01	/	/	0,06±0,09	0,06±0,03	0,07±0,04	0,07±0,05	0,12±0,04	0,11±0,03	0,14±0,04

D'après l'étude réalisée on a constaté plusieurs anomalies de croissance et de développement du lot traité par l'extrait racinaires à 25% de *Cleome arabica L.* (Photo12_{A,B}), où il est observé des racines bien développées par contre une partie aérienne non ou peu développée, ou bien le contraire ; des graines germées sans radicules ou radicules courtes et munies des feuilles cotylédonaire pour le lot traité par l'extrait foliaire à 25% (Photo11) et on peut observer d'autres anomalies au niveau des photo des autres lots.

RSAISSI *et al.*, (2013) dans leur étude sur Potentiel allélopathique du figuier de barbarie « *Opuntia ficus-indica L. Mill* » sur la germination et la croissance du jujubier « *Ziziphus lotus L. Desf.* » a mentionné que après 22 jours d'incubation, l'effet inhibiteur de tous les extraits du figuier de barbarie sur la longueur des racines des plantules du jujubier est très significatif, à l'exception de l'extrait aqueux des racines séchées qui a montré un effet bon (89%), tous les autres extraits des deux parties utilisées fraîches ou sèches ont montré un très bon effet (supérieur 96%). Sur la hauteur des tiges, cette inhibition était bonne (93%) à très bonne (supérieure à 98%) respectivement pour l'extrait aqueux de la racine fraîche et les autres extraits des deux parties fraîches. Alors, que les extraits du figuier de barbarie séché, les effets inhibiteurs étaient moyens, il est de 74 à 80% pour les extraits de la racine et bonne (94%) à très bonne (100%) respectivement pour les extraits aqueux et hydro-méthanolique de la raquette.

De même, l'effet inhibiteur de différents extraits du figuier de barbarie sur la croissance du jujubier était très significatif en termes de la matière fraîche et sèche.

Pour les extraits des parties fraîches: la réduction en matière fraîche était bonne (82 à 90%) pour l'extrait de la racine et très bonne (99 à 100%) pour les extraits de la raquette, alors que cette réduction en matière sèche était faible (55%) à bonne (88%), respectivement, pour l'extrait aqueux et l'extrait hydro-ethanolique de la racine et bonne (94%) à très bonne (100%) pour les extraits de la raquette. Pour les extraits des parties séchées: la réduction en matière fraîche était faible (50%) et bonne (84%), respectivement, pour l'extrait aqueux et hydro-ethanolique de la racine; alors que cette réduction était très bonne (94 à 100%) pour les extraits de racine. En effet, ces

propriétés allélopathiques de certaines plantes sur la croissance d'autres ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes (RSAISSI et al., 2013).



Photo11- Grains d'orges irriguées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 25%

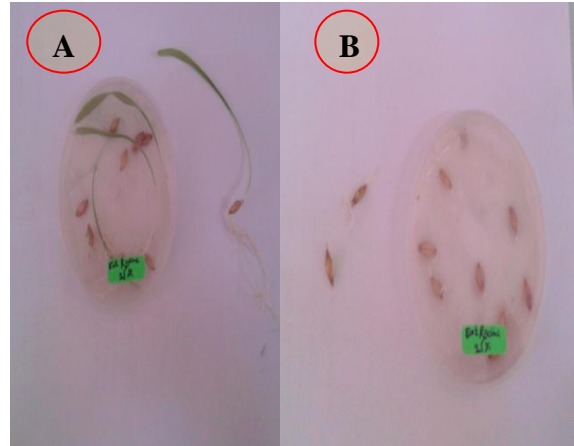


Photo12_{A, B}- Grains d'orges irriguées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 25%



Photo13- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 20%



Photo 14- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 20%

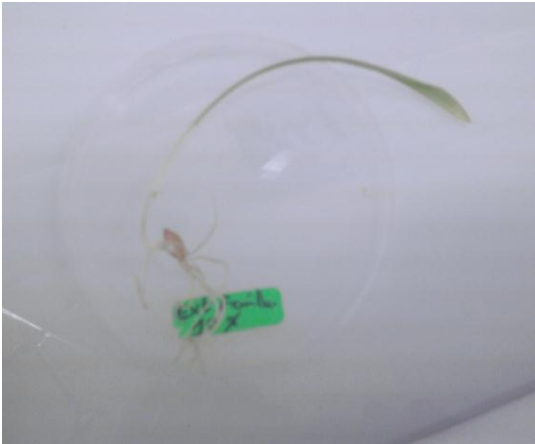


Photo 15- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 10%



Photo 16- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 10%



Photo 17- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 15%



Photo 18- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 15%



Photo 19- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 5%



Photo 20- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 5%



Photo 21-Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 2,5%



Photo 22-Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 2,5 %



Photo 23-Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 2,5 %

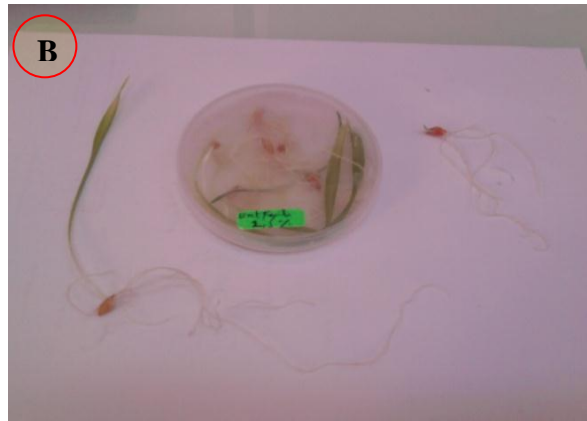


Photo 24-Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 2,5 %



Photo 25- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 1%



Photo 26- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 1%

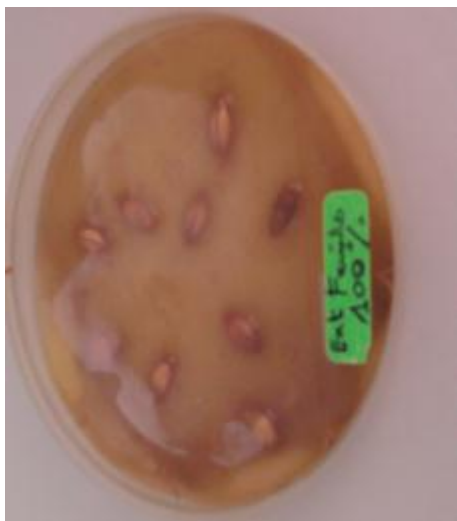


Photo 27- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 100%



Photo 28- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 100%



Photo 29- Grains d'orges traitées par l'extrait foliaire de *C. arabica* à 50%



Photo 30- Grains d'orges traitées par l'extrait racinaire de *C. arabica* à 50%



Photo 31- Grains d'orges de témoin après 10 jours.



Photo 32- Grains d'orges de témoin après 10 jours.

Conclusion

Conclusion

Le travail est une étude préliminaire sur l'action des extraits aqueux foliaires et racinaire d'une plante spontanée récoltée dans le Sahara septentrional dont *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) sur la germination des graines d'*Hordeum vulgaire* L. (*Poaceae*). Les extraits utilisés pour les tests biologiques étaient à différentes concentrations soit 100%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%. Ils concernent également l'étude de l'action de ces extraits.

Selon les résultats de cette étude on peut conclure, donc, que l'hypothèse de mise en jeu l'action d'allélopathie de *C. arabica* et *Hordeum vulgaire* L. est vérifiée. Les extraits aqueux purs et dilués à 50% foliaire et racinaire, présentent un effet inhibiteur total sur la germination de graines de la plante végétale test, le taux d'inhibition rapporté est de 100% pour les grains de tous les lots traités par ces extraits. Pour les autres extraits aqueux dilués, l'effet inhibiteur est partiel, il est mesuré par 30%, 13,33%, 13,33%, 10%, 10%; 6,67% et 6,67% pour les lots traités par l'extrait foliaire dilué à 25%; 20%; 15%; 10%; 5%; 2,5% et 1% respectivement et estimé par 33,33%; 20%; 16,67%; 13,33%; 10%; 10% et 6,67% pour les lots traités par l'extrait racinaire dilué à 25%; 20%; 15%; 10%; 5%; 2,5% et 1% respectivement; alors que l'inhibition de germination dans le lot témoin est nul.

Il est noté que la vitesse de germination varie en fonction de la concentration en extrait foliaire et racinaire d'une façon croissante tel qu'elle augmente avec la diminution des concentrations, cependant, au niveau des lots traités par les extraits purs et dilués à 50% on n'a pas de germination alors par conséquent pas de vitesse à évaluer.

Les phénomènes allélopathiques détectés dans les deux parties aérienne et souterraine du *C. arabica* sont des composés allélopathiques qui ont un effet inhibiteur sur la germination et la croissance de la plante cible. A cet effet, une forte corrélation linéaire négative entre ces différents effets allélopathiques du *C. arabica* sur l'orge a été notée.

Il est noté également que le traitement des lots par les extraits foliaire et racinaire a causé beaucoup de déformations morphologiques entre lots traités par les deux extraits et même entre les lots traités par l'un des deux extraits selon la concentration, tel qu'on a constaté des allongements des parties aériennes et parties souterraines courte, comme on a constaté au niveau du lot traité par l'extrait foliaire à 25% la différence entre la longueur du partie aérienne et souterraine et même lorsqu'on le compare avec le lot traité par l'extrait racinaire à 25%, par contre on a remarqué une partie souterraine aussi longue que la partie aérienne comme nous avons constatés au niveau de lots traité par l'extrait foliaire à 1% et même au niveau de lot traité par l'extrait racinaire à 1%.

En perspective, pour une meilleure poursuite de la recherche des molécules bioactives des plantes spontanées du Sahara septentrional Est Algérien, de la présente étude, il est souhaitable de:

-Détecter les composés allélopathiques dans les deux parties aérienne et racinaire comme les composés phénoliques qui peuvent avoir un effet inhibiteur sur la germination et la croissance de la plante cible et détecter aussi la concentration en phénols totaux contenus dans les différentes parties de cette plante;

-Tester l'efficacité en plein champs;

-Identifier le principe actif par des tests de caractérisation et d'identification phytochimique des extraits;

Ces résultats peuvent être exploités dans une stratégie de lutte biologique contre les adventices dans les terrains de parcours infestés par ces plantes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ALAINE SANONE A., 2009:** Le concept de niche écologique associée a la coexistence des espèces végétales : mise en évidence du rôle de la symbiose mycorhizienne et de sa microflore associée dans la structuration de la strate herbacée en milieu tropical : thèse de doctorat. Univ, Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).11-26 p.
- BAIS H. P., WEIR T. L., PERRY L. G., GILROY S and VIVANCO J. M., 2006:** The role of root exudates in Rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annu Rev Plant Biol* 57, 233-266 p.
- BALAJI B., POULIN M. J., VIERHEILIG H. and PICHE Y., 1995:** Responses of an carbuncular mycorrhizal fungus, *Gigaspora margarita*, to exudates and volatiles from the Ri T- Untransformed roots of nonmycorrhizal and mycorrhizal mutants of *Pisum sativum* L. Sparkle. *Exp Mycol* 19, 275-283p.
- BÉCARD G., DOUDS D and PFEFFER P. E., 1992:** Extensive in vitro hyphal growth of vesicular arbuscular Mycorrhizal fungi in the presence of CO₂ and flavonols. *Appl Environ Microbiol* 58, 821-825p.
- BEL RHLID R., CHABOT S., PICHE Y and CHENEVERT R., 1993:** Isolation and identification of Flavonoids from Ri T-DNA-transformed roots (*Daucus carota*) and their significance in vesicular-carbuncular mycorrhiza. *Phytochem* 33, 1369-1371p.
- BEN AFIANE M. et BELAID H., 2012:** Recherche de l'activité herbicide de deux plantes spontanées du Sahara septentrional Est algérienne. Mémoire d'ingénieur, Ouargla. Pp 67.
- BEN CHACHA A., 2008:** Etude de l'effet allélochimique de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales et aromatiques sur la germination des grains des mauvaises herbes.5-23p.
- BEN KHATTOU H., 2010:** Contribution à l'étude de l'aptitude à la germination des graines d'*Agrainia spinosa* L. (*Sapotaceae*) dans la région d'Ouargla. Pp33-34.
- BERTIN C., YANG X. and WESTON L.A., 2003:** The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant soil*, 256: pp 67-83.
- BERTNESS M.D. and CALLAWAY R.M., 1994:** Positive interactions in communities. *TREE*, 9, 191-193.
- BLANCO J.A., 2007:** "The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models". *Ecological Modelling*, 209: pp 65-77.

- BLUM B, J 2004:** “Perspectives pratiques du contrôle biologique des adventices”, AFPP-dix neuvième conférence du Columa. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon 8-9 et 10 déc. 2004, 8 p.
- BOUCHNAN, sd:** Métabolisme secondaire, diapos, PDF.
- BOUTON F., 2005:** Mise en évidence du potentiel allélopathiques de la graminée *Festuca Panuculata* dans les prairies subalpine. Rapport de stage de master 01 sciences de la vivant-biodiversité écologie environnement, Univ. Joseph Fourier de biologie. 1-18p.
- BRUNO J.F., STACHOWICZ J.J and BERTNESS M.D., 2003:** Inclusion of facilitation into ecological theory. *TREE*, 18, 119-125p.
- BULM U., 1998:** Effects of microbial utilization of phenolic asids and their phenolic acid breakdown products on allélopathic interaction. *jchem ecol*, 24:685-708p.
- CALLAWAY R. M., NADKARNI N. M. and MAHALL B. E. 1991:** Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understorey productivity in central california. *Ecology* 72(4) : 1484-1499.
- CASPER B.B. and JACKSON R B., 1997:** Plant competition underground. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 545-570.
- CECCI A. M., KOSKINEN W. C., CHENG H. H and HAIDER K., 2004:** Sorption desorption of phenolic acids as affected by soil properties. *biol fert soils*, 39:235-242.
- CHABOT S., BEL-RHLID R., CHENEVERT R and PICHE Y., 1992:** Hyphal growth promotion in vitro of the VA mycorrhizal fungus, *Gigaspora margarita* Becker & Hall, by the activity of structurally specific flavonoid compounds under CO₂-enriched conditions. *New Phytol* 122, 461-467.
- CHEIKH H. et NAKES N., 2011:** Recherche de l'activité allélopathique chez quelques plantes spontanées du Sahara sur quelques espèces adventices associées à la culture de blé dur dans la région de Ouargla. Mémoire d'ingénieur, Ouargla. pp59, 60.
- CHIAPUSIO G, 2000:** Les composés allélopathiques : Dégradation par les microorganismes et absorption par la plante, Thèse de l'Université de Savoie et de l'Université de Vigo.
- COME D., 1970:** Les obstacles à la germination (Monographie et physiologie végétale N°6) Edit. MASSON et CIE (Paris), pp : 14, 24,27.
- CONNELL J.K., 1990:** Apparent versus "real" competition in plants. In: Grace, J. & Tilman, D. (eds.) *Perspectives on Plant Competition*, pp. 93-115. Academic Press, San Diego, California, USA.
- DAJOZ R., 1971:** Précis d'Ecologie. Dunod, Paris. 334p.

- DELABAYS N., MERMILLOD G. 2004:** Phénomène d'allélopathie: premières observations au champ. *Revue Suisse Agric.* N°34.pp.213-237.
- DONALD C.M., 1958:** The interaction of competition for light and for nutrient. *Australian Journal of Agricultural Research* 9: 421-435.
- EVENARI M., 1957:** Les problèmes physiologiques de la germination. *Bull.soc.franc. physiol.veg.* 3, 4,105-124.
- FEENY P. P., 1976:** Plant appetency and chemical defense. Ed. Plenum Press, New York: 1-40.
- FERGUSON J.J., and RATHINASABATHI, 2003:** Allelopathy : how plants supress other plants. Cours d'université de Floride : 3.
- FISHER R. F., 1987:** Forest regeneration failure.in: Waller gr allelochemicals: role in agriculture and forestry.acs symposium series 330, Washington dc, 176-184.
- FITTER A., 2003:** « Making allelopathy respectable ». *Science*, 301 : 1337.
- FOWLER N.L., 1986:** The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 89-110.
- FRECKLETON R.P. and WATKINSON A.R., 2001:** Asymmetric competition between plant species. *Functional Ecology* 15: 615-623.
- GALLET et PELLISSIER, 2002:** Interaction allélopathiques en milieu forestier.567-570p.
- GALLET C., and LEBRETON P., 1995:** Evolution of phenolics patterns in plants and associated litters and humus of a mountain forest ecosystem. *Soil biology biochemistry* 27: pp.157-165.
- GAY G., NORMAND L., MARMEISSE R., SOTTA B et DEBAUD J. C., 1994:** Auxin overproducer mutants of *Hebeloma cylindrosporum* Romagnesi have increased mycorrhizal activity. *New Phytol* 128, 645-657.
- GHEDIRA K., 2005:** Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie.* 4: 162-169.
- GIOVANNETTI M., SBRANA C., AVIO L., CITERNESI A. S et LOGI C., 1993:** Differential hyphal Morphogenesis in arbuscular mycorrhizal fungi during pre-infection stages. *New Phytol* 125, 587-593.
- GOGALA N., 1991:** Regulation of mycorrhizal infection by hormonal factors produced by hosts and fungi. *Cell Mol Life Sic* 47, 331-340.
- GOLDBERG D.E., 1987:** Neighborhood competition in an old-field plant community. *Ecology*, 68, 1211-1223.

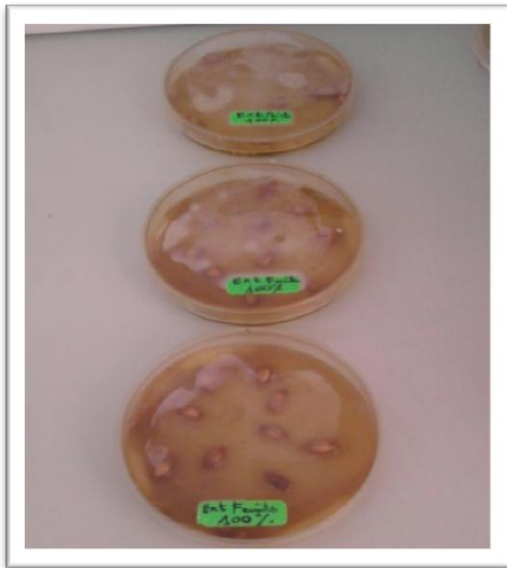
- GOLDBERG D.E.** and **BARTON A.M.**, 1992: Patterns and consequences of interspecific competition in natural communities: a review of field experiments with plants. *American Naturalist*, 139, 771-801.
- GUBB A. S.**, 1913: La flore Saharienne: Un aperçu photographique. Ed. ADOLPHE JOURDANE, Alger, 129 p.
- HARA T.** and **WYSZOMIRSKI T.**, 1994: Competitive asymmetry reduces spatial effects on size-structure dynamics in plant populations. *Annals of Botany* 73: 185-197.
- HEIM E.K.**, **TAGLIAFERRO A.R.** and **BOBILYA D.J.**, 2002: Flavonoid antioxidants : chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 572-584.
- INDERJIT** and **CALLAWAY R. M.**, 2003: Experimental design for the study of allelopathy. *Plant and Soil* 256: 1-11.
- INDERJIT, SEASTED T.R., CALLAWAY R.M., POLLOCK J.L.** and **KAUR J.**, 2008: « Allelopathy and plant invasions: traditional, congeneric, and bio-geographical approaches ». *Biological Invasions*, 10 : 875-890.
- JUDD W.S., CAMPBELL CH.S., KELLOGG E.A** et **STEVENS P.**, 2002: Botanique systématique une perspective phylogénétique. 87p.
- LAGRANGE H., JAY-ALLGMAND C.** et **LAPEYRIE F.**, 2001: Rutin, the phenolglycoside from Eucalyptus root exudates, stimulates *Pisolithus* hyphal growth at picomolar Concentrations. *New Phytol* 149, 349-355.
- LESUFFLEUR**, 2007: Rhizodéposition à court terme de l'azote et exsudation racinaire des acides aminés par le trèfle blanc (*Trifolium repense L.*). 17-37p.
- LIANCOURT P.**, 2005: Stratégies fonctionnelles et interactions entre les espèces dominantes le long de gradient de ressources hydrique et trophique au niveau des pelouses calcaires. Thèse.
- LOCKERMAN R. H.**, and **PUTNAM A. R.**, 1981: Mechanisms for differential interference among cucumber (*Cucumis sativus L.*) accessions. *Botanical Gazette* 142 : 427-430 p.
- MAIRE R.**, 1933: Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord n°3, Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.
- MALAJCZUK N., MOLINA R.** and **TRAPPE J .M.** 1982: Ectomycorrhiza formation in Eucalyptus. I. Pure culture synthesis, host specificity and mycorrhizal compatibility with *Pinus Radiata*. *New Phytol* 91, 467-482p.
- MEYRER S .,** **REEB C** et **BASDEUIX R.**, 2004: botanique biologie et physiologie végétales. 335-337p.

- MOLINA R., TRAPPE J. M., 1982:** Patterns of ectomycorrhizal host specificity and potential Among Pacific Northwest conifers. *Forest Sic* 28, 423-458.
- MOLISH H., 1937:** Der infuses einer pflanze auf die andere-allelopathie.fisher, jena.
- NAGASHIMA H., TERASHIMA I et KATOH S., 1995:** Effects of plant density on frequency distributions of plant height in *Chonopodium album* stands: analysis based on continuous monitoring of the height-growth of individual plants. *Annals of Botany* 75: 173-180.
- NAIR M G., SAFIR G. R et SIQUEIRA J. O., 1991:** Isolation and identification of vesicular-arbuscular mycorrhiza-stimulatory compounds from clover (*Trifolium repens L.*) roots. *Appl Environ Microbiol* 57, 434-439.
- NEWMAN et MILLER, 1977:** Allelopathy among some British grassland species. II. Influence of root exudates on phosphore uptake. *Journal of ecology* 65 : 399-411.
- OULD EL HADJ M., HADJ-MAHAMMED M. et ZABEIROU H., 2003:** place de plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d’Ouargla (Sahara septentrional est). Article de journal, *Courrier du Savoir – N°03*, Janvier 2003, pp.47-51.
- OZANDA P., 1991:** Flore et végétation du Sahara. -3^e édition, augmentée. Ed. CNRS, Paris: 662 p.
- PIETTA P.G., 2000:** Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products*. 63: 1035-1042.
- POULIN M J., BEL-RHLID R., PICHÉ Y et CHÊNEVERT R., 1993:** Flavonoids released by carrot (*Daucus carota*) seedlings stimulate hyphal development of vesicular-arbuscular Mycorrhizal fungi in the presence of optimal CO₂ enrichment. *J Chem Ecol* 19, 2317-2327.
- REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B. JR et VINCENT CH., 2008:** Bio pesticides d’origine végétale .Ed.TEC &DOC, Paris. Pp51-60.
- REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B. JR et VINCENT CH., 2008:** Bio pesticides d’origine végétale .Ed.TEC & DOC, paris : Pp 51-60.
- RICE E.L., 1984:** Allelopathy. - 2^e édition. - Orlando: Academic Presse, 1984. -422 p.
- RSAISSI N., BOUHACHE M., and BENCHARKI B., 2013:** Allelopathic potential of Barbary fig. « *Opuntia ficus-indica (L.) Mill* » on the germination and growth of wild jujube « *Ziziphus lotus (L.) Desf.* »] *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324. Vol. 3 No. 1 May 2013, pp. 205-214.
- TANG C S. et YOUNG C. C., 1982:** Collection and identification of allélopathic compounds from the undisturbed root system of Bigalta Limpogress (*Hemarthria altissima*). *Plant physiol.* 69: 155-160.

- THOMPSON K., 1987:** The resource ratio hypothesis and the meaning of competition.
- TILMAN D., 1989:** Competition, nutrient reduction and the competitive neighborhood of a bunchgrass. *Functional Ecology*, 3, 215-219.
- TRAPPE J. M., 1962:** Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot Rev* 28, 538-606.
- TUKEY H. B., 1970:** The leaching of substances from plants. *Annual Review plant physiologic*, 21:305-58.
- VALANTIN-MORISON M. L., GUICHARD et JEUFFROY M.H., 2006:** Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers les éléments de l'itinéraire technique ? UMR INRA Agroparistech d'Agronomie.
- VANDENKOORNHUYSE P., RIDGWAY K P., WATSON I. J., FITTER A. H. et YOUNG J. P W., 2003:** Coexisting grass species have distinctive arbuscular mycorrhizal communities. *Mol Ecol* 12, 3085-3095.
- VIARD-CRETAT F., 2008:** Mécanisme de régénération des espèces végétales dans les prairies subalpine : thèse de doctorat. Univ, Montpellier II sciences et technique du Languedoc.19-168p.
- WALKER S. R., MEDD R. W., ROBINSON G.R. et CULLIS B.R. 2002:** Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely-sown wheat and less herbicide. *Weed Res.* 42: 257-270.
- WANG TS C., YEH K L., CHENG S.Y et YANG T.K., 1971:** Behaviour of soil phenolic acids.in:u.s.natl.comm.for ibp.biochemical interactions among plants.natl.acad.sci, Washington dc, 113-120.
- WARDLE A.D., NILCON M. C., GALLET C. et ZACKRISSON O., 1998:** An ecosystem level Perspective of allelopathy. *Biological Review* 79: 305-319.
- WEIDENHAMER J. D., HARNETT D. C., and ROMEO J. T., 1989:** Density-dependent phytotoxicity : distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. *Journal of Applied Ecology* 26 : 613-624.
- WEINER J., 1986:** How competition for light and nutrients affects size variability in *Ipomoea tricolor* populations. *Ecology* 67: 1425-1427.
- WILSON J.B., 1988:** Shoot competition and root competition. *Journal of Applied Ecology* 25: 279-296.
- YAMANE A. D., NISHIMURA H. et MIZUTANI J., 1992:** Allelopathy of yellow fieldcress (*Rorippa Sylvester's*): identification and characterization of phototoxic constituents. *Journal of Applied Ecology* 18(5): 683-691.

YODER J. I., 1999: Parasitic plant responses to host plant signals: a model for subterranean plantplant interactions. *Curr Opin Plant Biol* 2, 65-70.

Annexes



Les grains traités par l'extrait foliaire pur (à 100%) après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 50% après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 25% après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 15% après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 10% après 10 jours.



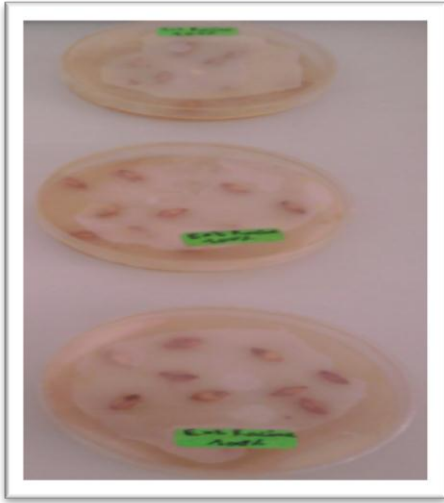
Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 5% après 10 jours.



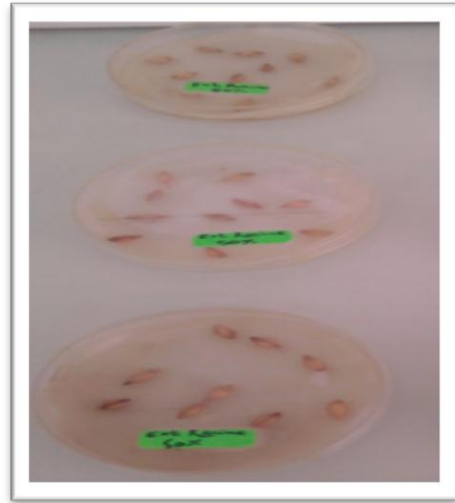
Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 2,5 % après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait foliaire dilué à 1% après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait racinaire pur (à 100%) après 10 jours.



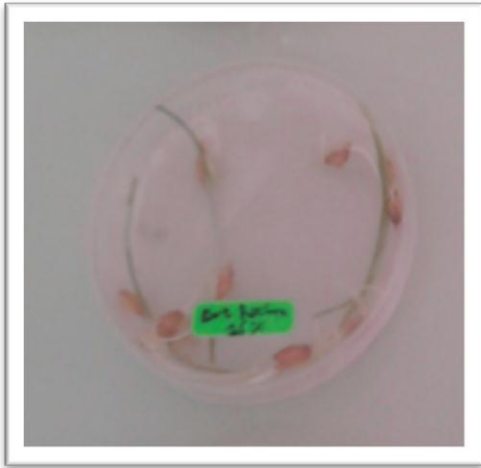
Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 50 % après 10 jours.



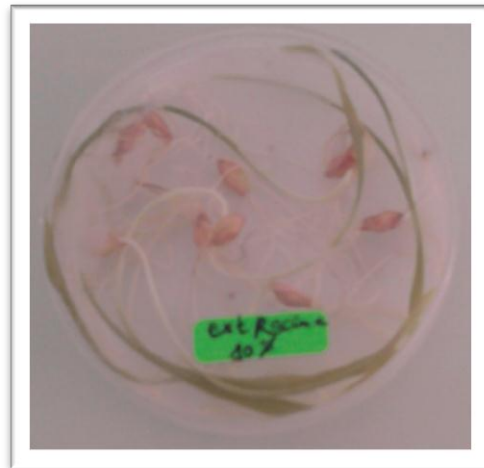
Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 25% après 10 jours.



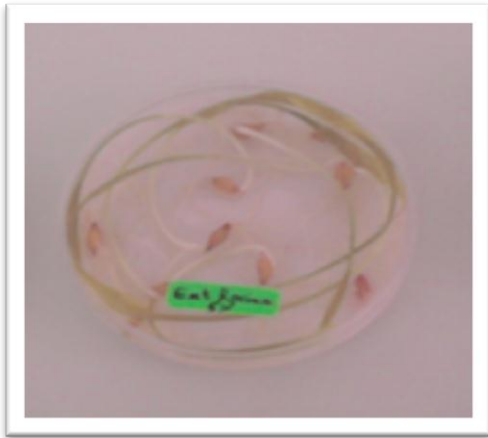
Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 25% après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 15% après 10 jours.



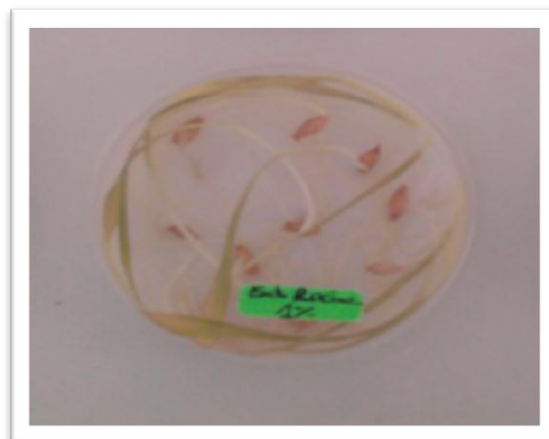
Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 10% après 10 jours.



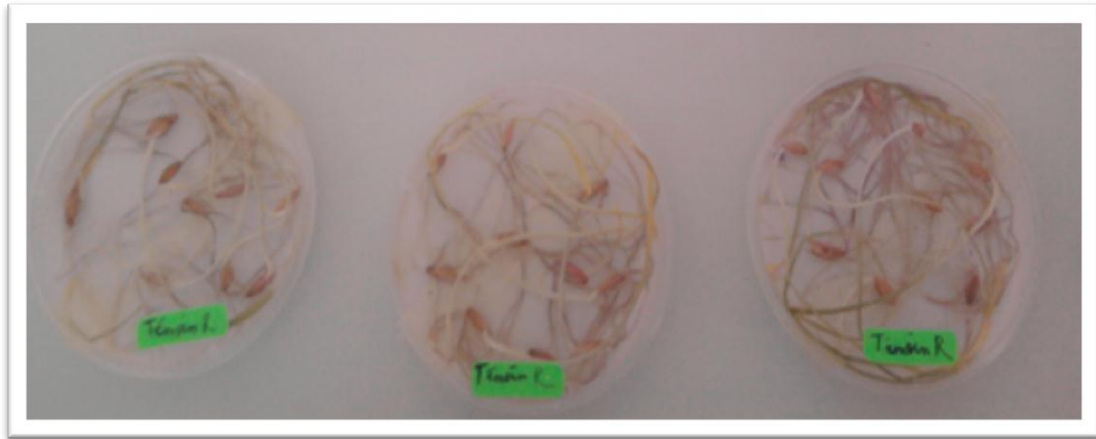
Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 5% après 10 jours.



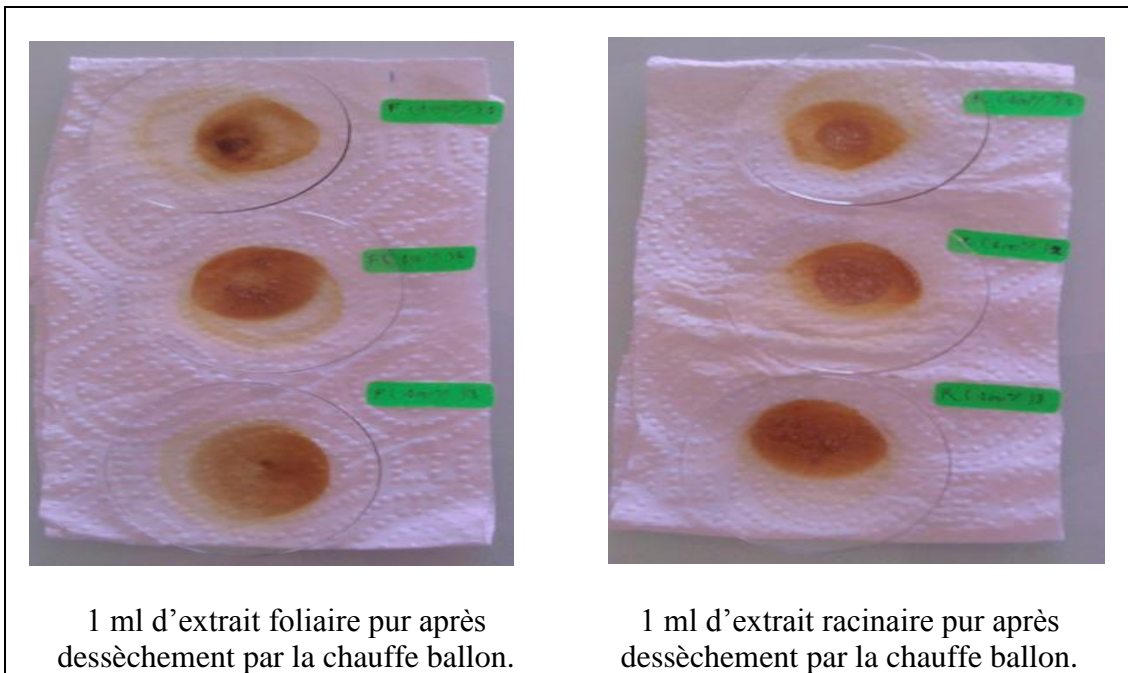
Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 2,5% après 10 jours.



Les grains traités par l'extrait racinaire dilué à 1% après 10 jours.



Les grains de témoin après 10% jours.



1 ml d'extrait foliaire pur après dessèchement par la chauffe ballon.

1 ml d'extrait racinaire pur après dessèchement par la chauffe ballon.

Evaluation du pouvoir allélopathique des extraits aqueux de *Cleome arabica L.* (*Cappariadaceae*)

Résumé

La présente étude réalisée porte sur l'évaluation du pouvoir allélopathique des extraits foliaire et racinaire aqueux de *Cleome arabica L.* (*Cappariadaceae*) récoltée dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional), vis-à-vis de la germination des grains d'orge *Hordeum vulgare L.* (*Poaceae*). Pour cela, de nombreux tests biologiques sont réalisés. Cette étude nous a permis de constater que les extraits foliaire et racinaire de cette plante présentent un fort pouvoir inhibiteur de la germination des graines d'orge. Les extraits aqueux purs et dilués à 50% (des deux parties de la plante) ont présentés un taux d'inhibition de 100% chez les graines d'espèce test, alors qu'il est de 30%, 13,33%, 13,33%, 10%, 10%, 6,67%, et 6,67% chez les graines d' *H. vulgare* traitées par l'extrait foliaire aqueux dilué à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1% respectivement, par contre, il est de 33,33%, 20%, 16,67%, 13,33%, 10%, 10% et 6,67% au niveau des grains d'orge traitées par l'extrait racinaire aqueux dilué à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1% respectivement. Également, il est rapporté des retards dans la germination des graines des lots traités par rapport aux grains du lot témoin. En outre, on a remarqué des anomalies morphologiques au niveau des lots des grains traités par les extraits aqueux de *Cleome arabica L.*

Mots clés: *Cleome arabica L.*, *Hordeum vulgare L.*, extrait aqueux, germination, Ghardaïa.

Assessment of the potential for growth inhibitory of aqueous extracts of *Cleome arabica L.* (*Cappariadaceae*)

Summary

The Present study focuses on the assessment of the power of allelopathic aqueous root and leaf extracts of *Cleome arabica L.* (*Cappariadaceae*) harvested in the region of Ghardaia (northern Sahara) on the germination of barley grains (*Hordeum vulgare L.* (*Poaceae*)). For this many biological tests are performed. This study allowed us to see that the leaf and root extracts of this plant have a germination inhibitor exceptional power: The pure aqueous extracts and diluted to 50% (the two parts of the plant) have shown an inhibition rate of 100 % of test species seeds, so it is at 30%, 13.33%, 13.33%, 10%, 10%, 6.67% and 6.67% in seeds of *H. vulgare* treated with aqueous leaf extract diluted to 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2.5% and 1%, respectively, against 33.33%, 20%, 16.67 %, 13.33%, 10%, 10% and 6.67% in processed barley grains using aqueous root extracts diluted to 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2.5% and 1% respectively.

Also it is reported delays germination and growth of grain test treated compared to control batch plant grains also were noted morphological abnormalities lots of grains treated with the extracts.

Key words: *Cleome arabica L.*, *Hordeum vulgare L.*, aqueous extract, germination, Ghardaia.

تقييم القدرة المثبطة للنمو للمستخلص المائيلنبات التليل من العائلة اللصيفية

المخلص:

ارتكزت هذه الدراسة على تقييم القدرة المثبطة للنمو للمستخلص المائي لأوراق وجذور نبات التليل من العائلة اللصيفية الأجنبية من منطقة غارداية (الصحراء الشمالية) على نمو بذور الشعير الفولقاري. من أجل هذا قمنا بعدة تجارب حيوية.

سمحت هذه الدراسة بملاحظة القوة المثبطة للنمو الاستثنائية الموجودة لدى للمستخلص المائي لأوراق وجذور هذا النبات. المستخلص المائي الخالص والمخفف ب: 50% جزئي هذا النبات أظهر قوة مثبطة بنسبة 100% بينما بلغت نسبة 30% , 13,33% , 13,33% , 10% , 10% , 6,67% , 6,67% عند البذور المعالجة بالمستخلص المائي لأوراق هذا النبات المخففة ب: 25% , 20% , 15% , 10% , 5% , 2,5% , 1% بالترتيب و بلغت 33,33% , 20% , 16,67% , 13,33% , 10% , 10% , 6,67% عند البذور المعالجة بالمستخلص المائي لجذور هذا النبات المخففة ب: 25% , 20% , 15% , 10% , 5% , 2,5% , 1% بالترتيب.

كما لوحظ تأخر إنتاش و نمو البذور المعالجة بالمقارنة مع بذور الشاهد إضافة إلى ظهور شذوذ في المظهر الخارجي للنباتات المعالجة بالمستخلص.

الكلمات الدالة: التليل, الشعير الفولقاري, المستخلص المائي, نمو, غارداية.