

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :  
N° de série :

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
Département de Biologie

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Écologie et Environnement

**Spécialité :** Sciences de l'Environnement

**Par :** CHERIF Rekia

## Thème

***Activité biologique des extraits aqueux de  
Pergularia tomentosa L. (Asclepiadaceae)***

**Soutenu publiquement le : 10/06/2013**

**Devant le jury :**

<b>Mme. MEHANI Mouna</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Présidente</b>
<b>M. OULD EL HADJ MED Didi</b>	Professeur	Univ. Ouargla	<b>Encadreur</b>
<b>M. KEMASSI Abdellah</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Co- Encadreur</b>
<b>M. BENSAMOUNE Youcef</b>	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	<b>Examineur</b>

**Année universitaire 2012/2013**

# *Dédicaces*

☞ *À mes chers parents, lumière de ma vie ;*

☞ *À mes chers sœurs et frères ;*

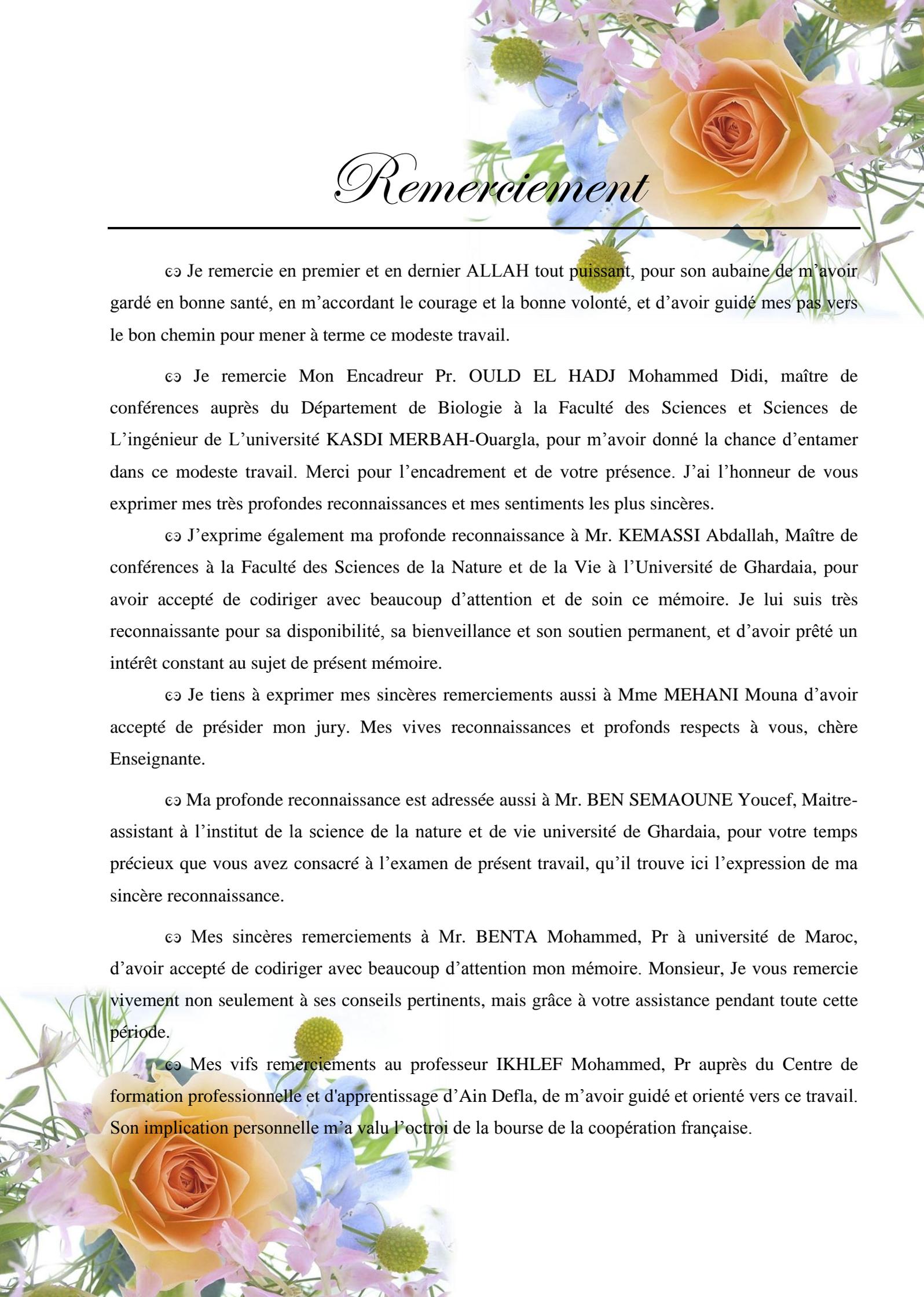
☞ *À ma chère cousine Sabrina ;*

☞ *À mes adorables nièces et neveux ;*

☞ *À toutes mes chères amies ;*

*Que ce modeste travail nous y dédions.*





# Remerciement

---

☞ Je remercie en premier et en dernier ALLAH tout puissant, pour son aubaine de m'avoir gardé en bonne santé, en m'accordant le courage et la bonne volonté, et d'avoir guidé mes pas vers le bon chemin pour mener à terme ce modeste travail.

☞ Je remercie Mon Encadreur Pr. OULD EL HADJ Mohammed Didi, maître de conférences auprès du Département de Biologie à la Faculté des Sciences et Sciences de L'ingénieur de L'université KASDI MERBAH-Ouargla, pour m'avoir donné la chance d'entamer dans ce modeste travail. Merci pour l'encadrement et de votre présence. J'ai l'honneur de vous exprimer mes très profondes reconnaissances et mes sentiments les plus sincères.

☞ J'exprime également ma profonde reconnaissance à Mr. KEMASSI Abdallah, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université de Ghardaia, pour avoir accepté de codiriger avec beaucoup d'attention et de soin ce mémoire. Je lui suis très reconnaissante pour sa disponibilité, sa bienveillance et son soutien permanent, et d'avoir prêté un intérêt constant au sujet de présent mémoire.

☞ Je tiens à exprimer mes sincères remerciements aussi à Mme MEHANI Mouna d'avoir accepté de présider mon jury. Mes vives reconnaissances et profonds respects à vous, chère Enseignante.

☞ Ma profonde reconnaissance est adressée aussi à Mr. BEN SEMAOUNE Youcef, Maitre-assistant à l'institut de la science de la nature et de vie université de Ghardaia, pour votre temps précieux que vous avez consacré à l'examen de présent travail, qu'il trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

☞ Mes sincères remerciements à Mr. BENTA Mohammed, Pr à université de Maroc, d'avoir accepté de codiriger avec beaucoup d'attention mon mémoire. Monsieur, Je vous remercie vivement non seulement à ses conseils pertinents, mais grâce à votre assistance pendant toute cette période.

☞ Mes vifs remerciements au professeur IKHLEF Mohammed, Pr auprès du Centre de formation professionnelle et d'apprentissage d'Ain Defla, de m'avoir guidé et orienté vers ce travail. Son implication personnelle m'a valu l'octroi de la bourse de la coopération française.



☺ J'adresse également mes remerciements aux chères enseignants : Prof. BEN BRAHIM Faouzi, Mr HADJ SEYD Abdelkader, pour leurs soutien moral et leurs encouragements incessants tout au long mon curseur universitaire ainsi que tous les enseignants de spécialité Ecologie végétal qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

☺ Ce travail aurait été impossible sans le soutien et l'aide des membres de ma famille, qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma gratitude.

☺ J'exprime ma reconnaissance à tous les Enseignants et Mes collègues étudiantes à université de Ghardaïa pour leurs encouragement et leur amitié, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin de à accomplir ce modeste travaille. Spécialement à mes collègues de spécialité « Ecologie végétale et la protection d'environnement » au cours ces années de recherche pour leur soutien déterminant.

☺ Une mention spéciale à tous ma famille CHERIF de Marseille et de Paris, elle m'a soutenue et toujours cru à mes capacités.

☺ Merci à tous et à toutes pour les efforts consentis d'une façon ou d'une autre.

MERCI

*CHERIF R.*



## **Activités biologiques des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa* L. (*Asclepiadaceae*)**

### **Résumé**

La présente étude est portée essentiellement à la recherche des activités allélopathiques de la plante *Pergularia tomentosa* L. récoltée dans le Sahara septentrional, Est Algérien, et leurs effets sur la germination des graines d'orge (*Hordeum vulgare* L.), (*Poaceae*). Elle met en évidence l'effet inhibiteur de germination sur les graines d'orge traitées par les extraits foliaire et racinaire aqueux de cette plante Saharienne. En termes de résultats, il est montré que les extraits aqueux purs et dilués à 50% présentent une capacité exceptionnelle à inhiber la germination des graines d'orge, et ce, correspond à un taux d'inhibition maximal à 100%. Et de degré moindre pour concentrations à dosage assez faible. Il est déduit ainsi que l'extrait racinaire semble plus phyto-toxique que l'extrait foliaire de cette plante, où certaines anomalies de croissance sont également constatées par ces traitements.

**Mots clés :** Allélopathie, Extrait aqueux, Inhibition, *Pergularia tomentosa* L., Sahara.

## **Biological activity of aqueous extracts of *Pergularia tomentosa* L. (*Asclepiadaceae*)**

### **Abstract**

This study focuses on the search for allelopathic activity of the plant *Pergularia tomentosa* L. were harvested in the northern Sahara, eastern Algeria, on the germination of seeds of barley (*Hordeum vulgare* L.), (*Poaceae*). This study allowed demonstrating the inhibitory effect on the germination of barley seeds treated with the aqueous leaf and root extracts of this plant in the Sahara. The pure and diluted to 50% aqueous extracts showed an exceptional ability to inhibit the germination of barley seeds where a maximum rate of 100% inhibition is achieved for low back concentrations, an inhibitory effect on the germination part there observed. In addition, it is found that the root extract seems more phytotoxic than the leaf extract of *P. tomentosa* L.; Growth abnormalities are still observed in the batches treated with extracts of this plant, also.

**Keywords:** Allelopathy, Aqueous extract, Inhibition, *Pergularia tomentosa* L., Sahara.

دراسة النشاط البيولوجي للمستخلص المائي  
لنبات *Pergularia tomentosa* L.  
(Asclepiadaceae)

الملخص:

تتركز هذه الدراسة على البحث عن نشاط التسمم لنبات *P. tomentosa* التي تنبت في شمال الصحراء، شرق الجزائر على انبات بذور نبات الشعير. سمحت لنا هذه الدراسة على أنه يوجد عامل مثبط على نمو وانتاش بذور الشعير بشكل خاص والتي تمت معالجتها بواسطة المستخلص المائي للأوراق و الجذور لهذا النبات الصحراوي، وقد أظهر مستخلص الأوراق والجذور تركيز 100% والمخفف بنسبة 50% قدرة استثنائية على منع إنبات بذور الشعير حيث بلغ أعلى معدل تثبيط 100%، أما بالنسبة للتركيز الأخرى والمخففة بدرجات منخفضة، كان لها تأثير بشكل جزئي أو نسبي. من هذا نستنتج أن مستخلص الجذور يمتلك نسبة عالية من التسمم مقارنة بمستخلص الأوراق لنبات *P. tomentosa*. كما يلاحظ بعض الاختلالات في النمو على مستوى العينات المعالجة بواسطة المستخلصين لهذه النبة الصحراوية.

كلمات الدالة: التسمم النباتي، المستخلص المائي، تثبيط، *Pergularia tomentosa*, الصحراء.

# Liste des tableaux

---

N°	Titre	Page
<b>Tableau 01</b>	Principaux produits du métabolisme secondaire.....	12
<b>Tableau 02</b>	Taux d'inhibition et probits correspondants en fonction de la concentration de l'extrait foliaire de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	47
<b>Tableau 03</b>	Taux d'inhibition et probits correspondants en fonction de la concentration de l'extrait racinaire de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	47
<b>Tableau 04</b>	Concentrations d'efficacités (CE <sub>50%</sub> , CE <sub>90%</sub> ) des extraits végétaux de <i>Pergularia tomentosa</i> L. vis-à-vis d' <i>Hordeum vulgare</i> L.....	48
<b>Tableau 05</b>	Index de germination des plantules d'orge témoins et traitées par les extraits aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	49
<b>Tableau 06</b>	Valeurs moyennes de la longueur et poids des parties aériennes et souterraines des plantules d'orge témoins et traitées par les extraits aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	50

# Liste des figures

N°.	Titre	Page
<b>Figure 01 :</b>	Processus théorique du phénomène d'allélopathie.....	08
<b>Figure 02 :</b>	Métabolismes primaires.....	08
<b>Figure 03 :</b>	Voie de biosynthèse des métabolismes secondaires.....	10
<b>Figure 04 :</b>	Structure des composés phénoliques.....	12
<b>Figure 05 :</b>	Origine biosynthétique des métabolites primaires et secondaires.....	14
<b>Figure 06 :</b>	Voies des émissions des allélochimiques.....	17
<b>Figure 07 :</b>	Interaction interspécifique entre les plantes.....	18
Figure 08:	Absorption des allélochimiques par la plante cible.....	19
<b>Figure 09 :</b>	Facteurs influant sur le comportement et l'activité phyto-toxique de l'allélochimique.....	22
<b>Figure 10 :</b>	Répartition géographique de <i>Pergularia tomentosa</i> L. dans le monde.....	31
<b>Figure 11 :</b>	Dispositif expérimental.....	36
<b>Figure 12 :</b>	Taux maximal d'inhibition de germination enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	43
<b>Figure 13 :</b>	Taux maximal de germination enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L....	43
<b>Figure 14 :</b>	Cinétique de germination observée au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	45
<b>Figure 15 :</b>	Cinétique de germination observée au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait racinaire aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	45
<b>Figure 16 :</b>	Vitesse de germination au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de <i>Pergularia tomentosa</i> L.....	46
<b>Figure 17:</b>	Action de différentes concentrations d'extrait foliaire de <i>P. tomentosa</i> sur le taux d'inhibition de la germination des graines d'orge.....	48
<b>Figure 18:</b>	Action de différentes concentrations d'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i> sur le taux d'inhibition de la germination des graines d'orge.....	48

# Liste des abréviations

---

Abréviation	Définition
C.E.	Concentration d'efficacité.
E. foliaire	Extrait foliaire.
E. racinaire	Extrait racinaire.
<i>H. vulgare</i>	<i>Hordeum vulgare L.</i>
I.g.	Index de germination.
<i>P. tomentosa</i>	<i>Pergularia tomentosa L.</i>
T.G.	Taux de germination.
T.I.	Taux d'inhibition.
T <sub>m</sub>	Temps moyen nécessaires à la germination.
R. 1% (1)	Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire à concentration 1% dans la boîte N°1.
F.1% (1)	Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire à concentration 1% dans la boîte N°1.
U.I.C.N.	Union internationale pour la conservation de la nature.

# Liste des photographies

---

N°.	Titre	Page
<b>Photo 01 :</b>	<i>P. tomentosa L.</i> en végétation d'Oued Metlili à région de Ghardaïa.....	28
<b>Photo 02 :</b>	Feuilles de <i>Pergularia tomentosa L.</i> .....	28
<b>Photo 03 :</b>	Fleurs de <i>Pergularia tomentosa L.</i> .....	29
<b>Photo 04 :</b>	Fruits de <i>Pergularia tomentosa L.</i> .....	29
<b>Photo 05 :</b>	Latex de <i>Pergularia tomentosa L.</i> .....	30
<b>Photo 06 :</b>	Racines de <i>Pergularia tomentosa L.</i> .....	30
<b>Photo 07 :</b>	Champs d'orge ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ).....	32
<b>Photo 08 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare L.</i> .....	32
<b>Photo 09 :</b>	Matériels utilisés.....	33
<b>Photo 10 :</b>	Dispositif d'extractions des principes actifs par reflux.....	33
<b>Photo 11 :</b>	Dispositif d'évaporation de Méthanol.....	34
<b>Photo 12 :</b>	Lot témoin (eau distillé).....	35
<b>Photo 13 :</b>	Lot d'extrait foliaire et racinaire de <i>Pergularia tomentosa L.</i> .....	35
<b>Photo 14 :</b>	Différentes concentrations de l'extrait foliaire de <i>Pergularia tomentosa</i> ....	35
<b>Photo 15 :</b>	Différentes concentrations de l'extrait racinaire de <i>Pergularia tomentosa</i> ..	35
<b>Photo 16 :</b>	Dispositif d'irrigation des graines d'orge ( <i>Hordeum vulgare L.</i> ).....	37

Suite N°.	Titre	Page
<b>Photos 17:</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait foliaire de <i>P. tomentosa</i> à 20%.	53
<b>Photos 18 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i> à 20%.....	53
<b>Photos 19 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait foliaire de <i>P. tomentosa</i> à 10%.	53
<b>Photos 20 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i> à 10%.....	53
<b>Photos 21 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait foliaire de <i>P. tomentosa</i> à 05%.	54
<b>Photo 22:</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i> à 05%.....	54
<b>Photo 23 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait foliaire de <i>P. tomentosa L.</i> à 2,5%.....	54
<b>Photo 24 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i> à 2,5%.....	54
<b>Photo 25 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait foliaire de <i>P. tomentosa</i> à 01%	55
<b>Photo 26 :</b>	Graines d' <i>Hordeum vulgare</i> traitées par l'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i> à 01%	55
<b>Photos 27 :</b>	Suivie de germination des graines d'orge traitées par les extraits aqueux foliaire et racinaire de <i>P. tomentosa L.</i> .....	58

# Sommaire

<b>Introduction générale</b>	<b>02</b>
------------------------------	-----------

## **Chapitre I- Généralités sur le phénomène d'allélopathie**

I.1. Histoire et Définition.....	05
I.2. Métabolismes des plantes.....	06
I.2.1. Métabolites primaires.....	06
I.2.2. Métabolite secondaire.....	09
A. - Alcaloïdes.....	10
B. - Terpénoïdes.....	11
C. - Substances phénoliques.....	11
I.3. Fonction des métabolites secondaires.....	13
I.4. Biosynthèse des métabolites primaires et secondaires.....	13
I.5. Compréhension du phénomène d'allélopathie.....	14
I.6. Étapes d'étude de phénomène allélopathie.....	15
I.6.1. Plante productrice.....	15
I.6.2. Composés allélopathiques (allélochimiques).....	15
I.6.2.1. Sources des allélochimiques.....	16
I.6.2.2. Voies d'émission des composés allélopathiques.....	16
I.6.2.3. Devenir des composés allélopathiques (Sol).....	18
I.6.3. Plantes cibles.....	19
I.7. Mode d'action des allélochimiques.....	20
I.8. Concentration des composés allélochimiques dans le sol.....	20
I.9. Facteurs influant la production des composés allélopathiques.....	21
I.10. Facteurs influant l'activité des composés allélopathiques.....	22
I.11. Impact de l'allélopathie sur l'environnement.....	23
I.12. Application de l'allélopathie.....	23
I.12.1. Concurrence des mauvaises herbes sur la culture.....	23
I.12.2. Lutte contre les mauvaises herbes.....	24
I.12.3. Gestion des rotations culturales.....	24
I.12.4. Itinéraires techniques.....	25

## **Chapitre II- Méthodologie du travail**

II.1. Matériels utilisés.....	27
-------------------------------	----

II.1.1. Matériels végétaux.....	27
II.1.1.1. Plante d'extraction ( <i>Pergularia tomentosa L.</i> ).....	27
A. Description botanique.....	27
B. Position systématique.....	31
C. Origine et aire de répartition.....	31
D. Biologie et écologie de l'espèce.....	32
II.1.1.2. Plante test.....	32
II.1.2. Matériels et produits expérimentaux.....	32
II.2. Méthodologie du travail.....	33
II.2.1. Préparation des extraits aqueux de <i>Pergularia tomentosa L.</i> ...	33
II.2.2. Choix des concentrations.....	34
II.2.3. Constitution des lots expérimentaux.....	34
II.2.4. Tests biologiques.....	37
II.2.5. Traitement des résultats.....	38
II.2.5.1. Taux maximal d'inhibition (T.I.).....	38
II.2.5.2. Taux maximal de germination (T.G.).....	38
II.2.5.3. Cinétique de germination.....	39
II.2.5.4. Vitesse de germination (T <sub>m</sub> ).....	39
II.2.5.5. Concentration d'efficacité (C.E. <sub>50%</sub> , C.E. <sub>90%</sub> ).....	39
II.2.5.6. Index de germination.....	40

### Chapitre III- Résultats et Discussion

III.1. Taux maximal d'inhibition.....	42
III.2. Taux maximal de germination.....	42
III.3. Cinétique de la germination.....	44
III.4. Vitesse de la germination.....	46
III.5. Concentrations d'efficacité (C.E. <sub>50%</sub> , C.E. <sub>90%</sub> ).....	46
III.6. Index de germination (I. <sub>g</sub> ).....	49
III.7. Actions des extraits végétaux sur certains paramètres de croissance d' <i>Hordeum vulgare</i> .....	49
III.8. Discussion.....	59

### Conclusion générale

Références bibliographiques.....	67
Annexes.....	74



---

# *Introduction*

## Introduction

Le Sahara est caractérisé par des conditions édapho-climatiques très contraignantes pour la survie spontanée des êtres vivants. Néanmoins, cet écosystème reste un milieu vivant caractérisé par un couvert végétal très diversifié, discontinu et très irrégulier, les plantes se répartissent sur les endroits où l'eau est plus accessible que d'ailleurs (CHEHMA, 2004).

La végétation des zones arides et semi arides et en particulier celles du Sahara, est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé, les arbres sont aussi rares voir dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année notamment les conditions devenues favorables (CHEHMA et al., 2005).

En revanche, la répartition des différentes espèces est très irrégulière et est fonction des différentes zones géomorphologiques du Sahara. En effet, le recouvrement de la végétation est très inégal: on la trouve peuplements denses, en groupes, en petites colonies et en pieds isolés. De ce fait, les plantes présentent dans une parcelle interfèrent entre elles de manières différentes, traditionnellement cette interférence est conjuguée principalement par l'effet de compétition vis-à-vis aux ressources environnementales telle que l'eau, la lumière et les substances nutritives. D'après MACIAS et al. (1999) l'isolement chez nombreuses essences végétales est dû à l'émission des molécules capables d'influencer sur la germination et la croissance des autres espèces voisines, synthétisées par les plantes productrices, c'est ce qu'on l'appelle l'allélopathie. En 1984, RICE pose les fondements de l'allélopathie «moderne» et la définit comme «un phénomène impliquant soit des effets directs ou indirects et soit positif ou négatif d'une plante (y compris les micro-organismes) sur une autre plante à travers la libération de substances chimiques dans l'environnement».

Plusieurs plantes présente des pouvoirs allélopathiques parmi lesquelles, on peut citer : *Juglan sregia* L. (*Juglandaceae*), *Pinus sylvestris* L., *Pinus halipensis* L. (*Pinaceae*), *Eucalyptus occidentalis* L. (*Myrtaceae*), *Euphorbia guyoniana* Boiss. (*Euphorbiaceae*), *Peganum harmala* L. (*Zygophyllaceae*), *Cleome arabica* L. (*Capparaceae*), *Zyophyllum album* L. (*Zygophyllaceae*), *Ricinus communis* L. (*Euphorbiaceae*) (KIL, 1992) et (MALLIK, 1987).

Dans notre étude, on a choisi la plante *Pergularia tomentosa* L. (*Asclepiadaceae*) récoltée dans le Sahara septentrional Est Algérienne à Oued Metlili, région de Ghardaïa comme plante d'étude pour évaluer l'effet inhibiteur de ses extraits aqueux sur la germination des graines d'orge (*Hordeum vulgare* L.) (*Poaceae*).

Concernant l'organisation de texte, trois chapitres sont présentés. Le premier chapitre consacré à l'étude bibliographique de phénomène allélopathie faisant sortir les aspects historiques, les mécanismes physiologiques et les composées chimiques impliquées dans ce phénomène. Le deuxième chapitre a pour objet de présenter brièvement l'espèce *Pergularia tomentosa*, l'*Hordeum vulgare* et les pratiques adoptés dans ce travail. Bien entendue, le troisième chapitre est un champ de discussion des résultats retenus, puis ensuite, des conclusions générales sont données à la fin, ainsi que les perspectives de futurs travaux.



## *Chapitre I*

---

# *Généralités sur le Phénomène d'allélopathie*

## Chapitre I- Généralités sur le phénomène d'allélopathie

Dans un biotope donné, les plantes d'une même espèce ou différente sont en compétition pour l'espace, la lumière et pour l'approvisionnement en eau et en sels minéraux. Cette compétition se traduit par la production et l'accumulation des substances potentiellement toxiques aux voisines (phénomène d'*allélopathie*) et par des modifications de la morphogénèse induites par des signaux venant de leurs entourages (ROBERT et CATESSON, 2000).

### I.1. Historique et Définition

Dès l'antiquité, l'homme a observé que certains végétaux gênaient le développement des autres espèces voisines (ALDRICH, 1984). Le père de botanique Théophraste (300 avant JC) a d'abord remarqué l'effet délétère de chou (*Brassica oleracea L., Brassicaceae*) sur la vigne, que ce lui a amené à suggérer que ceci est dû aux odeurs émises par cette type de plante. D'autre côté, il a écrit dans ses ouvrages que le pois-chiche (*Cicer arietinum L., Fabaceae*) épuise le sol et détruite les mauvaises herbes (BELL et KOEPPE, 1972). L'ancien CATON (234 avant J.C.) a mentionné que les noyers étaient toxiques pour les autres plantes et ne laissait pousser aucune plante sous son feuillage (MALLIK et LUO, 2008). En 1937, MOLISCH précisa ce phénomène et donna le nom officiel de l'allélopathie (CHEDDA, 2007).

Le mot allélopathie est dérivé du grec *allellos* « de l'autre » et *pathos* « souffrir », donc l'allélopathie se réfère à l'inhibition d'une espèce par une autre. L'inhibiteur chimique est libéré dans un environnement où il peut affecter le développement et la croissance des plantes avoisinantes (RIZVI, 1991). En 1984, RICE pose les fondements de l'allélopathie « moderne » et la définit comme « un phénomène impliquant soit des effets directs ou indirects que ce soit positif ou négatif, d'une plante (y compris les micro-organismes) sur une autre plante à travers la libération des substances chimiques dans son environnement ».

Actuellement, nombreux auteurs, [CAUSSANEL (1975), DESAYMARD (1977), DRAPIER (1983), SINGH et *al.*, (2001), DE RAISSAC (2002), DELABAYS et MERMILLOD (2002), BRURUNEL (2002), PELLISSIER (2002), LACROIX, (2003), CORDONNIER (2004), LECONTE (2004), LELONG et *al.*, (2004), KIM (2004), UK-CHON et *al.*, (2004), DELABAYS, (2005) et HULOT et LACROIX (2005)] ont accordé de définir l'allélopathie comme c'est l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération des substances organiques par divers organes végétaux, vivants ou morts, et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation

de la croissance des plantes développant au voisinage de ces espèces ou leur succédant sur le même terrain (CHADDA, 2007).

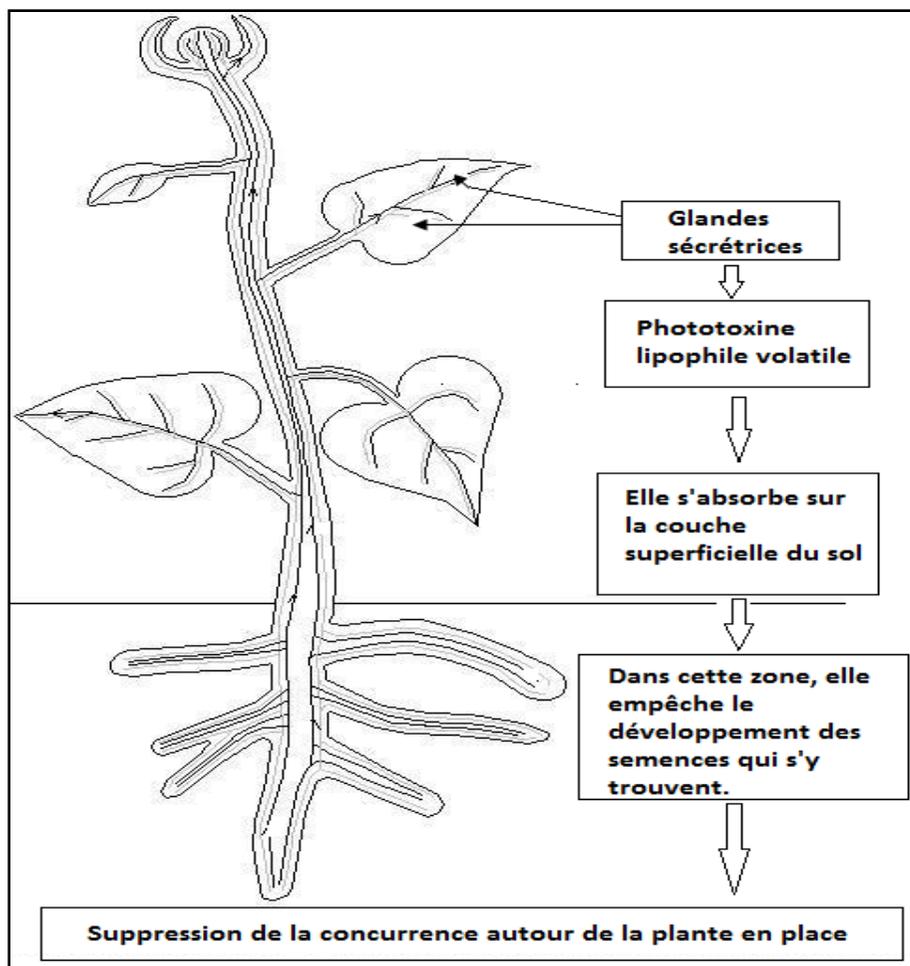
L'allélopathie est donc un phénomène très important quoiqu'elle permette à une plante de conquérir un territoire et de s'y maintenir face à la concurrence des autres espèces (ROBERT et CATESSON, 2000). Les substances rejetées dans le milieu par les plantes supérieures sont des métabolites secondaires (antibiotiques, toxines, inhibiteurs de la germination ou de croissance) qui peuvent être synthétisées par les plantes vivantes ou être issues de la décomposition en débris toxiques d'une plante morte (figure 1) (ROMARI, 2004).

## **I.2. Métabolismes des plantes**

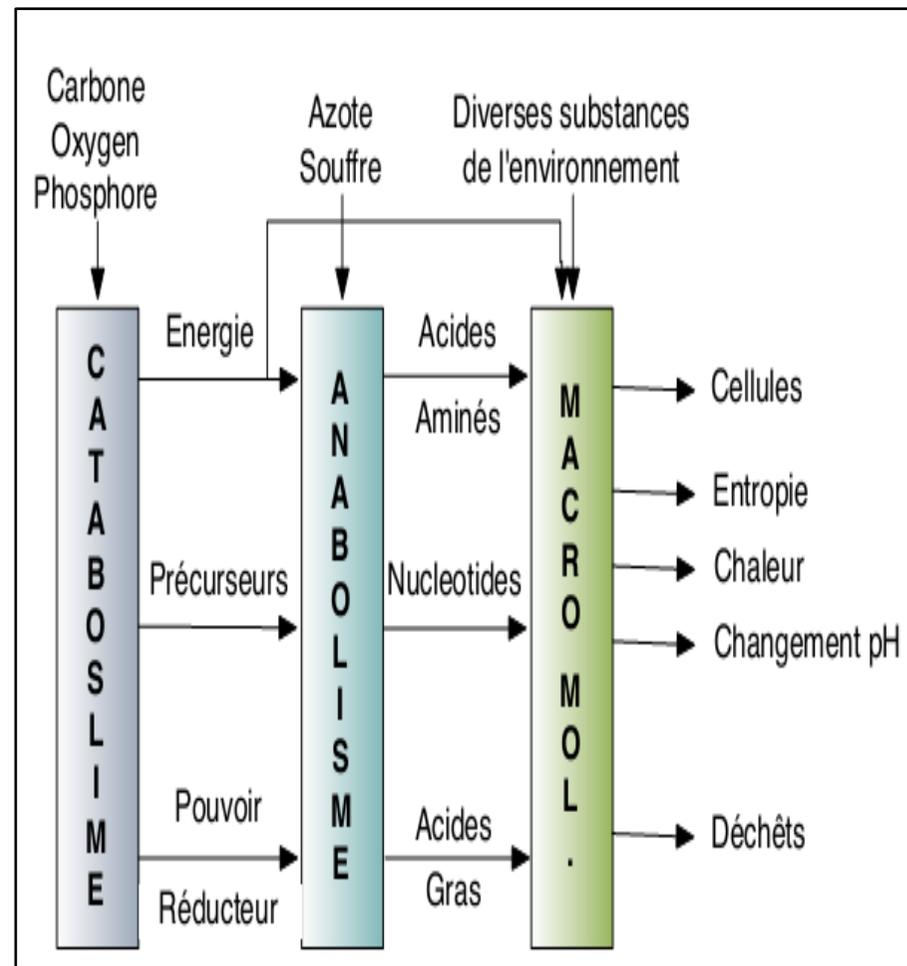
Le métabolisme est l'ensemble des transformations moléculaires et énergétiques qui déroulent d'une manière ininterrompue dans la cellule ou l'organisme vivant (BROWN et *al.*, 2004). Chez les végétaux, deux catégories de voie de la biosynthèse métabolique, et qui sont à l'origine de deux types de métabolites, dites métabolites primaires et métabolites secondaires (BEN CHACHA, 2008). La compréhension des métabolismes primaire et secondaire est nécessaire de cerner dans un premier temps les mécanismes qui permettent à une plante de vivre (DELEBAYS, 2005).

### **I.2.1. Métabolites primaires**

Par définition, les métabolites primaires sont des molécules nécessaires à la vie et se présentent au niveau de toutes les cellules végétales. Les sucres simples, les acides aminés, les protéines et acides nucléiques sont des exemples de métabolite primaire (PETER, 2003). En effet, les métabolites primaires sont synthétisés normalement par l'organisme pour son développement et sa reproduction, ils sont communs à tous les êtres vivants et traduit l'uniformité du monde vivant (BEN CHACHA, 2008). D'après EYER et DUBUIS (2008), les principales parties du métabolisme primaire sont: catabolisme, anabolisme et la synthèse de macromolécules telles que les protéines, les acides nucléiques (figure 2).



**Figure 1-** Processus théorique du phénomène d'allélopathie (TISSUT *et al.*, 2006).

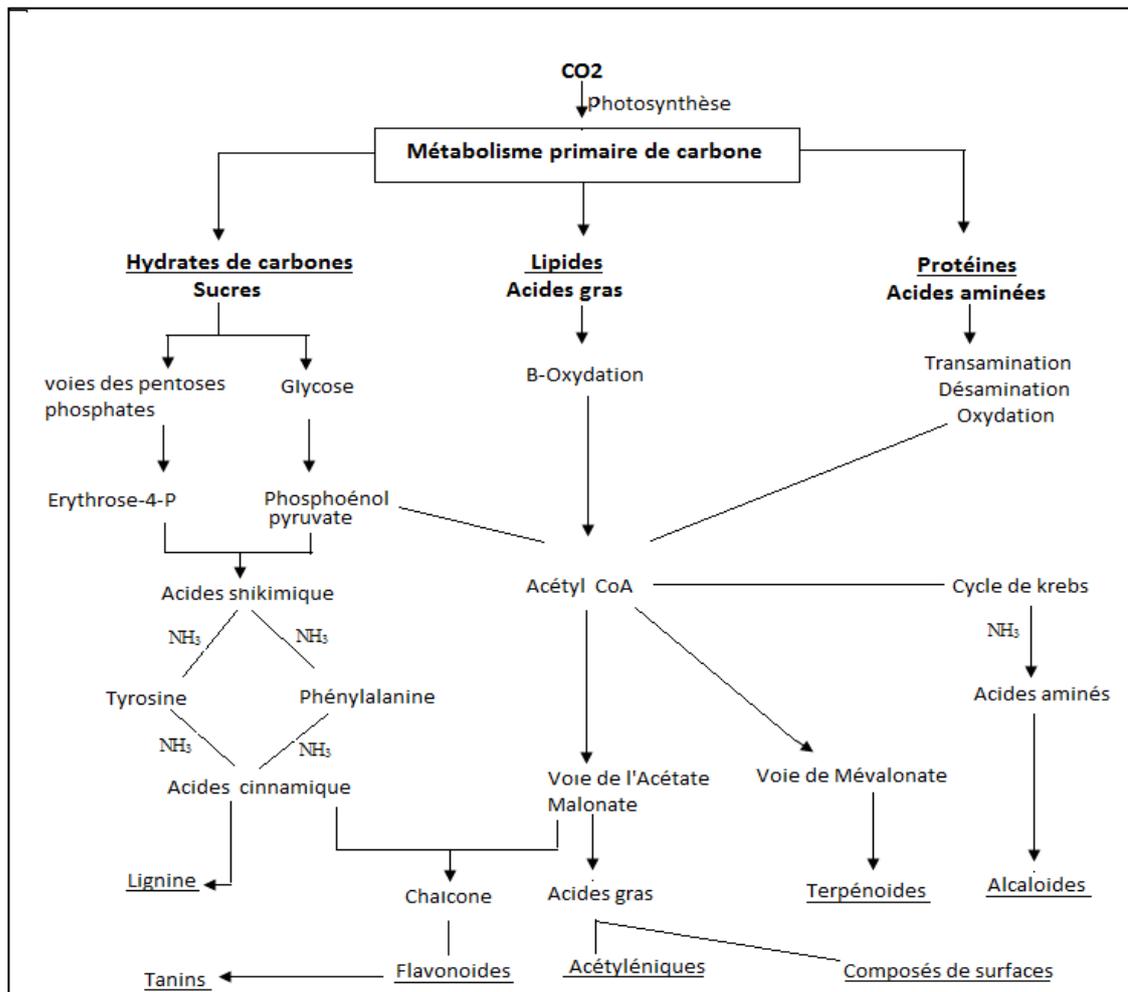


**Figure 2-** Métabolismes primaires (JACCARD, 2008).

## **I.2.2. Métabolite secondaire**

Dans la plupart des plantes, une quantité importante du carbone, dont a été assimilée par l'énergie emmagasinée, est prélevée afin de synthétiser des molécules organiques qui semble ne peuvent avoir aucun rôle dans la croissance et le développement. Ces molécules sont appelées métabolites secondaires (HOPKINS, 2003). Ils ne participent pas directement au développement des plantes mais ils varient d'une espèce à l'autre. Ils sont fabriqués uniquement si tous les mécanismes vitaux de la plante considérée soient réalisés, ce qui permet de caractériser les familles végétales. Aussi, ils interviennent dans les repenses aux stress environnementaux et aux autres participant pour défendre leur producteur contre les herbivores, les pathogènes et/ou des compétiteurs (PETER, 2003). En revanche, les métabolites primaires ont un rôle essentiel pour le métabolisme et le développement végétal. Pour cet effet, ils se retrouvent dans toutes les espèces végétales (BUCHANAN, 2006). Ces composés organiques dérivent principalement du métabolisme primaire via les molécules charnières comme l'acide Shikimique, l'acetyl-CoA et l'acide mevalonique (figure 3). Il existe donc des liens étroits entre les grandes fonctions physiologiques des végétaux (photosynthèse, respiration, croissance, etc....) et la production de métabolites secondaires, potentiellement allélopathiques. Leur importance quantitative chez les végétaux est extrêmement variable et généralement contrôlée par des facteurs assez bien génétiques qu'environnementaux. Ainsi, leur apparition et/ou accumulation sont souvent en harmonie avec l'étape du développement, ils seront modulées par les conditions de l'environnement (REGNAULT-ROGER, 2008).

Enfin, les métabolites secondaires constituent un groupe très hétérogène par sa nature chimique comme par sa répartition systématique, sa localisation anatomique et leurs actions physiologiques supposées. Parmi les familles chimiques les plus connues par ces effets biologiques il y a : les terpénoïdes, les composés phénoliques et les composées azotées telles que les alcaloïdes (tableau 1) (PETER, 2003).



**Figure 3-** Voie de biosynthèse des métabolismes secondaires

(MERGHEM, 2009).

#### D. - Alcaloïdes

Le terme d'alcaloïde a été introduit par William MEISNER au début du XIX<sup>e</sup> siècle pour désigner les substances naturelles réagissent comme des bases, des alcalis (de l'arabe al kaly et du grec *eidos*). Toutefois, il n'existe pas une définition simple et précise des alcaloïdes, et il est parfois difficile de situer les frontières qui séparent les alcaloïdes des autres métabolites azotés naturels. On peut définir d'une manière simple que « un alcaloïde est une substance organique azotée (appartenant au vivant) d'origines végétale, à caractère alcalin et présentent une structure complexe » leur atome d'azote est incluse dans un système hétérocycliques. Les alcaloïdes possèdent une activité pharmacologique significative (HEMINGWAY et PHILLIPSON, 1987 ; ROBERTS et VINK, 1998; HESSE, 2002; BRUNETON, 2009). Plusieurs auteurs pensaient que ces alcaloïdes avaient pour origine le seul règne végétal. Mais, au fil du temps un certain nombre d'alcaloïdes été isolé chez certains animaux (MANN et *al.*, 1994).

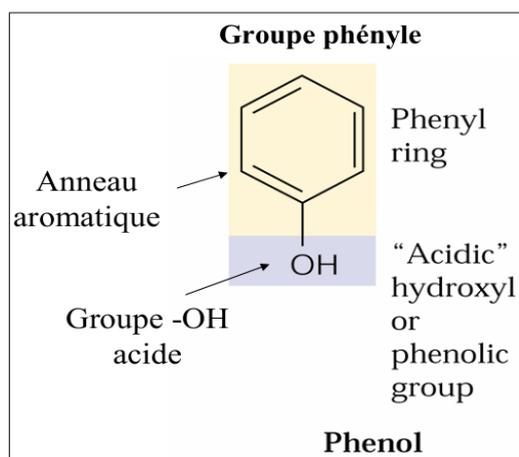
Les alcaloïdes entrent dans le groupe dit des métabolites secondaires qui ne sont pas impliquées dans les activités fondamentales des organismes (BROSSI, 1988). En fait, les alcaloïdes forment un groupe hétérogène tant de la structure et des propriétés chimiques que des effets biologiques qu'ils manifestent (BUCKINGHAM *et al.*, 1989).

### **E. - Terpénoïdes**

L'étymologie du mot «terpène» dérive du mot latin «*turbentina* » qui désignait la résine huileuse de variétés particulière de Pin (JOULAIN, 1986). Les terpénoïdes ou isoprénoïdes constituent une classe de substances naturelles extrêmement abondantes. Plus de 22000 composés ont été répertoriés. Leur squelette carboné est formellement dérivé du squelette ramifié en C<sub>5</sub> de l'isoprène (PORTER et SPURGEON, 1981). La plupart de ces composés ont des structures multicycliques qui diffèrent les unes des autres non seulement par les groupes fonctionnels, mais aussi par la structure basique de leurs squelettes hydrocarbonés. Ces lipides peuvent être trouvés dans toutes les classes de créatures vivantes, et constituent le plus large groupe des produits naturels (JOULAIN, 1986).

### **F. - Substances phénoliques**

Les composés phénoliques ou polyphénols forment une grande famille de composés chimiques très divers depuis les simples acides phénoliques jusqu'aux grands polymères complexes qui sont par exemple, les tanins et la lignine. Comme pour d'autres produits secondaires, des nombreux composés phénoliques semblent d'être impliqués dans des interactions plante/herbivore; certains (exemple la lignine) sont des composés structuraux importants alors que d'autres ne semblent que d'être simples métabolites terminaux qui ne possèdent pas de fonction déterminée (figure 4) (HOPKINS, 2003).



**Figure 4-** Structure des composés phénoliques  
(BUACHANAN, 2006).

**Tableau 1-** Principaux produits du métabolisme secondaire (MERGHEM, 2009).

Classe	Nombre de structure	Distribution
<b>Composés azotés</b>		
Alcaloïdes	5500	Angiospermes, feuilles, fruits et racines.
Amines	100	Angiospermes, fleurs.
Aminoacides non protéique	400	Graines.
Glucosides cyano-génique	30	Fruits et feuilles.
Glucosinolates	75	Crucifères.
<b>Terpénoïdes</b>		
Monoterpènes	1000	Huiles essentielles.
Sesquiterpènes	600	Composées, angiospermes.
Diterpènes	1000	Latex, résines.
Saponines	500	Feuilles, fleurs et fruits.
Caroténoïdes	500	Apoginacées.
<b>Composées phénoliques</b>		
Phénols simples	200	Feuilles et tissus.
Flavonoïdes	1000	Angiospermes, Gymnospermes.
Pro-anthocyanidines		
Quinones	500	Rhamnacées.

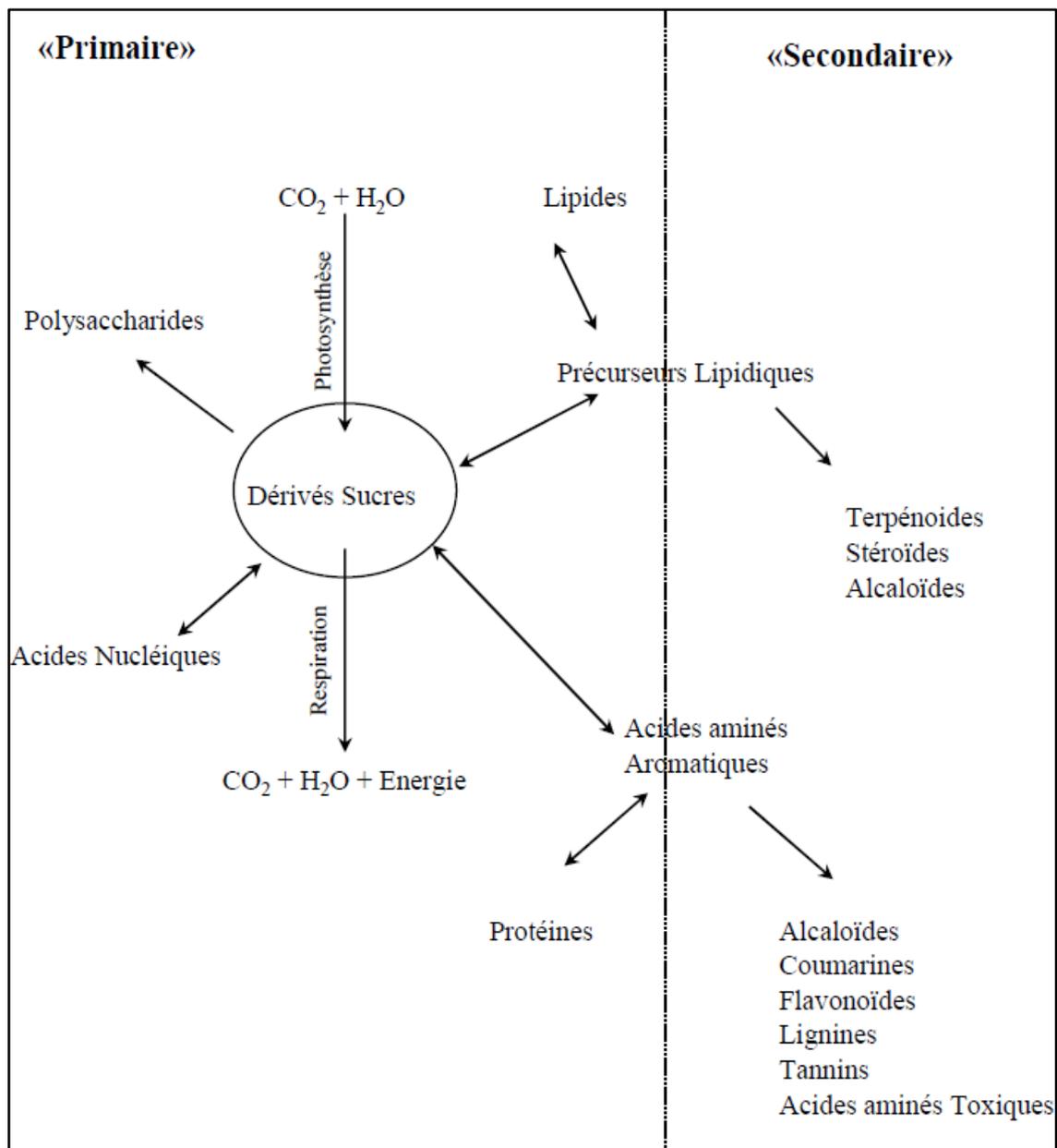
### I.3. Fonction des métabolites secondaires

D'après BUCHANAN (2000), les métabolites secondaires sont des molécules ne participant pas directement au développement des plantes, mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques, abiotiques ou améliorent l'efficacité de reproduction. Ils ont des fonctions très différentes, parmi lesquelles on peut citer :

- Protection de l'attaque des pathogènes ou des herbivores (mécanisme de défenses des plantes face à leurs agresseurs phytophages) ;
- Phénomène d'attraction (attraction des pollinisateurs) ;
- Ils participent à des réponses allélopathiques (compétition entre les plantes pour la germination et la croissance).

#### **I.4. Biosynthèse des métabolites primaires et secondaires**

Bien que l'homme dépende des végétaux pour sa nutrition, l'humanité a souvent considéré les plantes comme des êtres primitifs, juste capables de croissance végétative intense. En fait, les plantes tirent leur énergie de la photosynthèse qui transforme l'eau et le gaz carbonique en produits organiques (sucres, protéines, lipides, vitamines, etc.) (figure 5). La photosynthèse leur confère ainsi une autonomie énergétique (autotrophie): les végétaux au sens large sont les producteurs primaires de la biosphère. Ces matières organiques végétales constituent les ressources alimentaires dont dépendent les animaux pour leur nutrition (hétérotrophie) (BAAS, 1989).



**Figure 5-** Origine biosynthétique des métabolites primaires et secondaires

(BAAS, 1989).

### I.5. Compréhension du phénomène d'allélopathie

Selon APPLETON et *al.* (2000), l'allélopathie est un phénomène complexe, il implique la sécrétion d'une gamme des matériaux biochimiques dans l'environnement afin d'inhiber la germination ou la croissance de la végétation environnante. Les substances qui y ont sécrété par la plante sont des sous-produits métaboliques, lorsqu'il est introduit dans l'environnement provoquent une inhibition de la croissance. Les symptômes des effets allélopathiques comprennent les feuilles de flétrissement et le jaunissement ou la mort d'une partie ou de la totalité d'une usine (BROOKS, 1951).

## **I.6. Étapes d'étude de phénomène allélopathie**

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

### **I.6.1. Plante productrice**

L'allélopathie est un processus biologique assurément complexe, car il met enjeu, outre les deux végétaux respectivement "producteur" et "cible" des molécules, un intermédiaire : le sol, dont les caractéristiques de ce dernier abiotiques et biotiques (en particulier la microfaune) sont fondamentales pour l'expression de ce potentiel allélopathique (GALLET et PELLISSIER, 2002). Cette complexité explique d'ailleurs les nombreuses controverses qui existent encore concernant l'importance écologique de ces interactions, ainsi que la difficulté à les démontrer (BECKER et BENNETT, 1980).

La production des composés allélopathiques par la plante productrice dépend des caractères morpho-physiologiques (densité des plantes, stade de développement,...), des facteurs climatiques (température de l'air, humidité du sol) et des facteurs édaphiques (texture du sol, pH, carbone organique, nutriments, activité biologique,...). En règle générale, les conditions de stress favorisent la production de composés allélopathiques. Les micro-organismes jouent aussi un rôle important car ils peuvent en modifier les effets. Ils peuvent dégrader les composés allélopathiques en produits plus ou moins toxiques (INDERJIT et KEATING, 1999).

### **I.6.2. Composés allélopathiques (allélochimiques)**

D'après RICE (1984), les allélochimiques sont les métabolites secondaires qui ne participent pas aux fonctions de base de la plante comme les composés phénoliques, terpénoïdes, alcaloïdes, stéroïdes, poly-acétylènes et huiles essentielles, ces composés allélopathiques doivent ensuite être absorbés par la plante cible où ils peuvent alors avoir des effets phyto-toxiques (ELREFAI et MOUSTAFA, 2004).

EINHELLIG et LEATHER (1988), PURVIS (1990) et WATSON (1992) cités par KIM (2004) ont rapporté que les produits chimiques normaux exerçant un effet allélopathique peuvent être les composés secondaires simples ou complexes. De leur côté, FERGUSON et *al.* (2003) et

FANNY (2005) ont rappelé que ces composés allélopathiques appartenant à différentes classes de composés chimiques, issus souvent de la voie du Shikimate. Ces substances peuvent persister dans le sol, donc affecter plusieurs successions de végétation et les plantes voisines. 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 ou additifs.

#### **I.6.2.1. Sources des allélochimiques**

RADOSEVICH et HOLT (1984) ont déclaré que le principal effet d'allélopathie semble issu d'une association avec la litière végétale dans ou sur le sol. RIZ (1984) et PUTNAM (1985) a rapporté que les allélochimiques sont pratiquement présents dans tous les tissus de la plante, les feuilles, les fruits, à savoir leurs tiges et racines. Les feuilles peuvent être la source la plus constante, tandis que les racines sont considérées, comme contenant des toxines, de moins en moins puissant. Selon ALDRICH (1984), les allélochimiques doivent être concentrés dans les feuilles, les tiges ou les racines plutôt que dans les fruits ou les fleurs. Si elle est concentrée dans ces organes, il est peu probable qu'elle puisse être disponible à temps pour interférer avec les plantes voisines.

#### **I.6.2.2. Voies d'émission des composés allélopathiques**

Dans le cas de contrôle de flore adventice par allélopathie, les plantes émettent des substances gênant la germination, soit la croissance ou le développement des adventices par les allélochimiques (DERAISSAC et *al.*, 1998), ces substances allélochimiques peuvent être libérées dans l'environnement par exsudation racinaire, lessivage des parties aériennes, volatilisation et par décomposition des matières végétales (figure 6) (RIZ, 1984).

Selon RICE (1984) et PUTNAM (1985), il existe quatre façons dont les produits chimiques sont libérés :

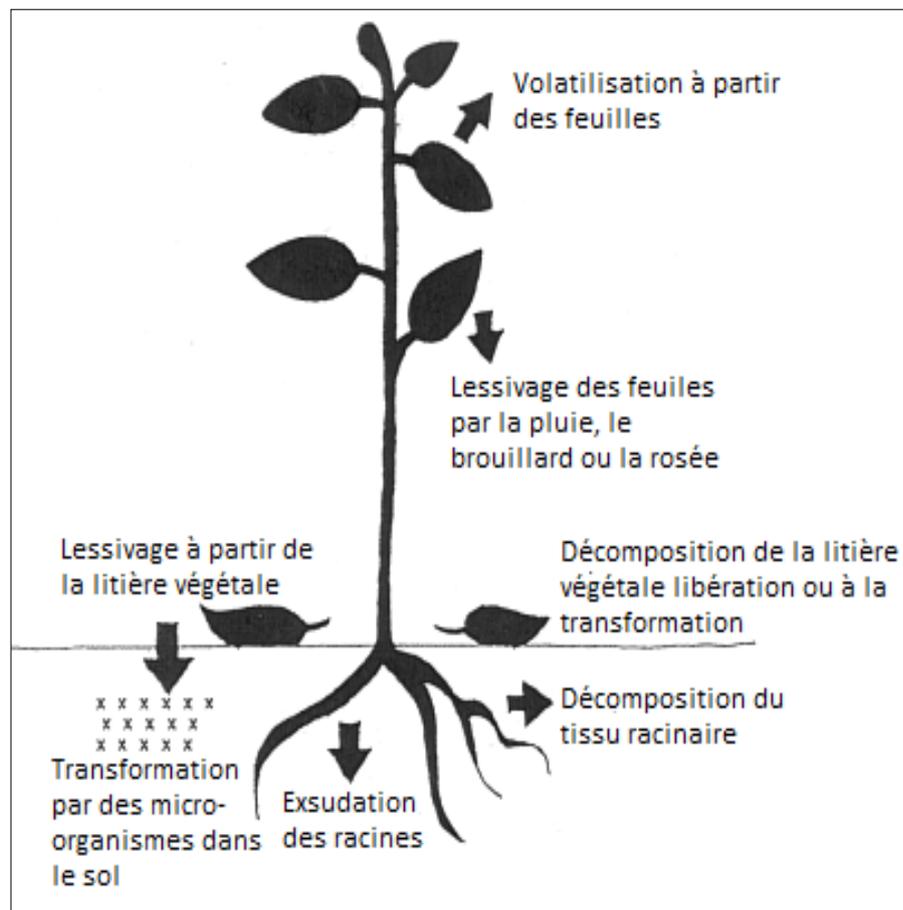
- **Volatilisation:** c'est un phénomène écologiquement plus important, Il n'est significatif que dans des conditions arides ou semi-arides. Les composées peuvent être absorbées par les plantes à vapeur entourant, être absorbée à partir de la condensation dans la rosée ou peut atteindre le sol et être absorbées ou assimilées par les racines.

- **Lessivage:** la rosée ou l'irrigation peut être lessivé les produits chimiques à partir des parties aériennes des plantes qui sont ensuite déposés sur d'autres plantes ou sur le sol. Le lessivage peut également se produire par des résidus végétaux. Leur solubilité aura une incidence sur leur mobilité

dans l'eau du sol. La grande majorité des substances allélopathiques peut être lessives, y compris les terpènes, les alcaloïdes et substances phénoliques.

- **Décomposition des débris:** La décomposition des parties mortes de la plante (la litière à la surface du sol, racines) peut libérer des toxines soit directement, soit à la suite de la décomposition par les micro-organismes du sol.

- **Exsudats racinaires:** L'appareil racinaire vivant et intact excrète une grande variété de composé chimique.



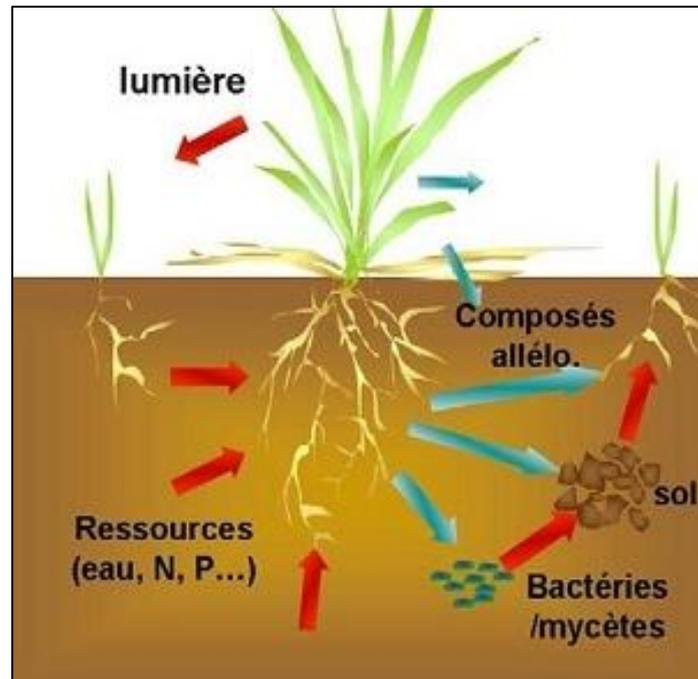
**Figure 6-** Voies des émissions des allélochimiques  
(MULLER, 1966).

### I.6.2.3. Devenir des composés allélopathiques (Sol)

Des travaux de CHIAPUSIO (2000) ont précisé le devenir des composés allélopathiques après leur libération par la plante productrice, 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).

Enfin, 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 7).



**Figure 7-** Interaction interspécifique entre plantes  
(VIARD-CRETAT, 2008).

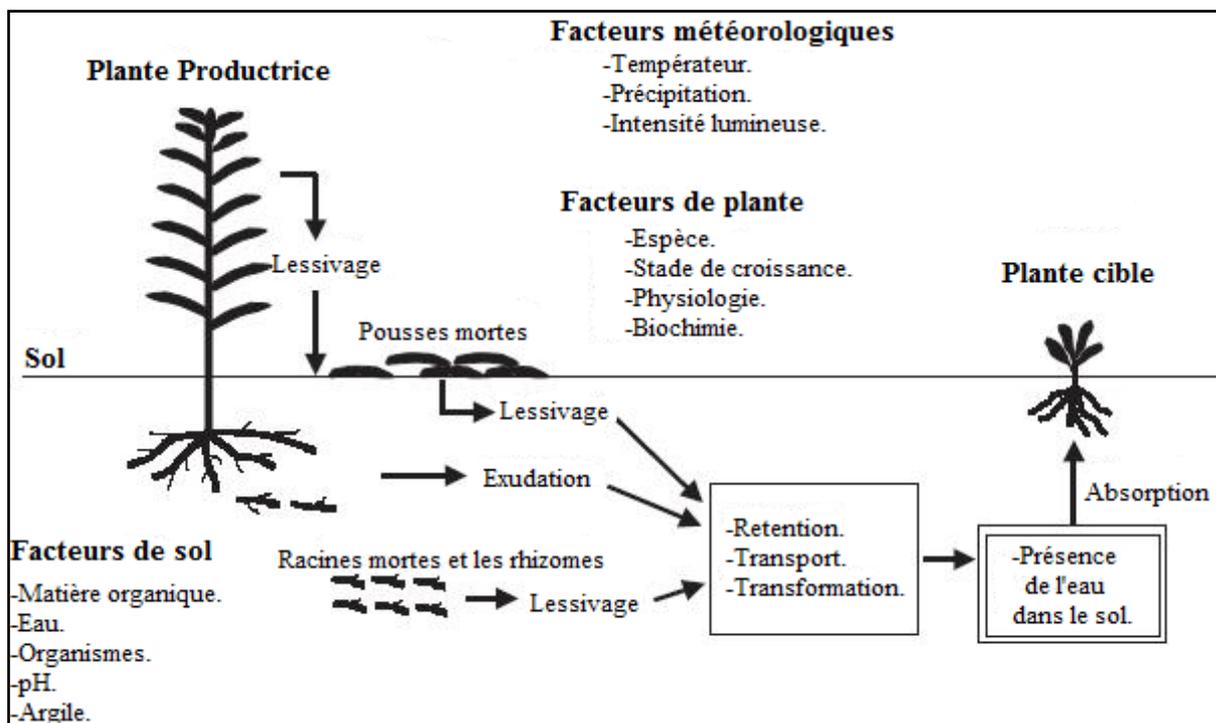
- Mécanisme de compétition pour les ressources.
- Processus d'allélopathie.

Les colloïdes du sol sont capables d'adsorber la plupart de ces substances (VIARD-CRETAT, 2008). 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. Avec les acides humiques. 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 (WANG et *al*, 1971). La molécule peut encore subir l'action des micro-organismes et être dégradée, qu'elle soit libre dans la solution du sol ou adsorbée (WANG et *al*, 1971). La dégradation microbienne entraîne soit la détoxification complète, soit la production de nouvelles substances allélopathiques (BLUM, 1988; CECCHI 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 bio-disponibles pour les plantes – cibles. Mais ce rôle demeure mal connu à cause de la complexité des mécanismes de mis en jeu et de l'influence tant de la nature du sol que des conditions environnementaux (REGNAULT, 2008).

### I.6.3. Plantes cibles

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 alors avoir des effets sur la composition des communautés et la coexistence des espèces. Jusqu'à présent, aucune étude n'a pris en compte tous les facteurs compétitifs (figure 8) (LIANCOURT, 2005). L'auteur insiste sur la nécessité de connaissance de l'allélopathie car cela peut être impliquée dans la hiérarchie d'aptitude compétitive des espèces et influence leur stratégie.



**Figure 8-** Absorption des allélochimiques par la plante cible (LIANCOURT, 2005).

### I.7. Mode d'action des allélochimiques

Le mode d'action d'un produit chimique peut être divisé en action directe et indirecte. Effets à travers l'alternance des propriétés du sol, l'état nutritionnel et une population altérée ou l'activité de micro-organismes et les nématodes représentent l'action indirecte. L'action directe implique des

effets biochimiques et physiologiques de l'allélochimiques sur divers processus importants de la croissance des plantes et le métabolisme (RIZVI et *al.*, 1992). Selon FERGUSON et *al.* (2003), les substances allélopathiques agissent sur :

- **Absorption minérales:** allélochimiques peut modifier la vitesse à laquelle les ions sont absorbés par les plantes (RICE, 1974) ;
- **Croissance et synthèse:** les composés phénoliques ont une action sur la régulation des hormones de croissance (RICE, 1974) ;
- **Photosynthèse:** Les inhibiteurs photosynthétiques peuvent être des inhibiteurs d'électrons ou découpleurs comme la scopolétine réduit la photosynthèse chez le tournesol (EINHELLIG et RASMUSSEN, 1979; PATTERSON, 1981) ;
- **Respiration:** allélochimiques peut stimuler ou inhiber la respiration, les deux pouvant être nocifs pour le processus de production d'énergie (RICE, 1974) ;
- **Activité spécifique d'enzyme:** RICE (1984) fait état d'un certain nombre des composés allélochimiques qui inhibent la fonction des enzymes dans l'usine ;
- **Perméabilité membranaires:** de nombreux composés biologiques exercent leur action par des changements dans la perméabilité des membranes (HARPER et BALKE, 1981).

Dans les conditions naturelles, l'action des composés allélochimiques semble tourner autour d'un processus affiné réglementaire dans lequel beaucoup de ces composés peuvent agir ensemble sur un ou plusieurs des procédés ci-dessus (RIZVI et *al.*, 1992).

## **I.8. Concentration des composés allélochimiques dans le sol**

La concentration d'une substance allélochimiques libérée à un moment donné peut être considérée comme un instantané de la situation actuelle et mesures sur de plus longues périodes de temps doit être effectuée à établir le taux de libération des allélochimiques à partir de plantes. Certes, des applications ponctuelles de composés ne seront pas simuler en continu libérer des composés allélochimiques par les plantes dans des conditions naturelles (WEIDENHAMER, 1996).

Les faibles concentrations dans l'environnement des allélochimiques à un moment donné du temps n'est pas nécessairement un argument contre leur rôle allélopathique (BLUM et

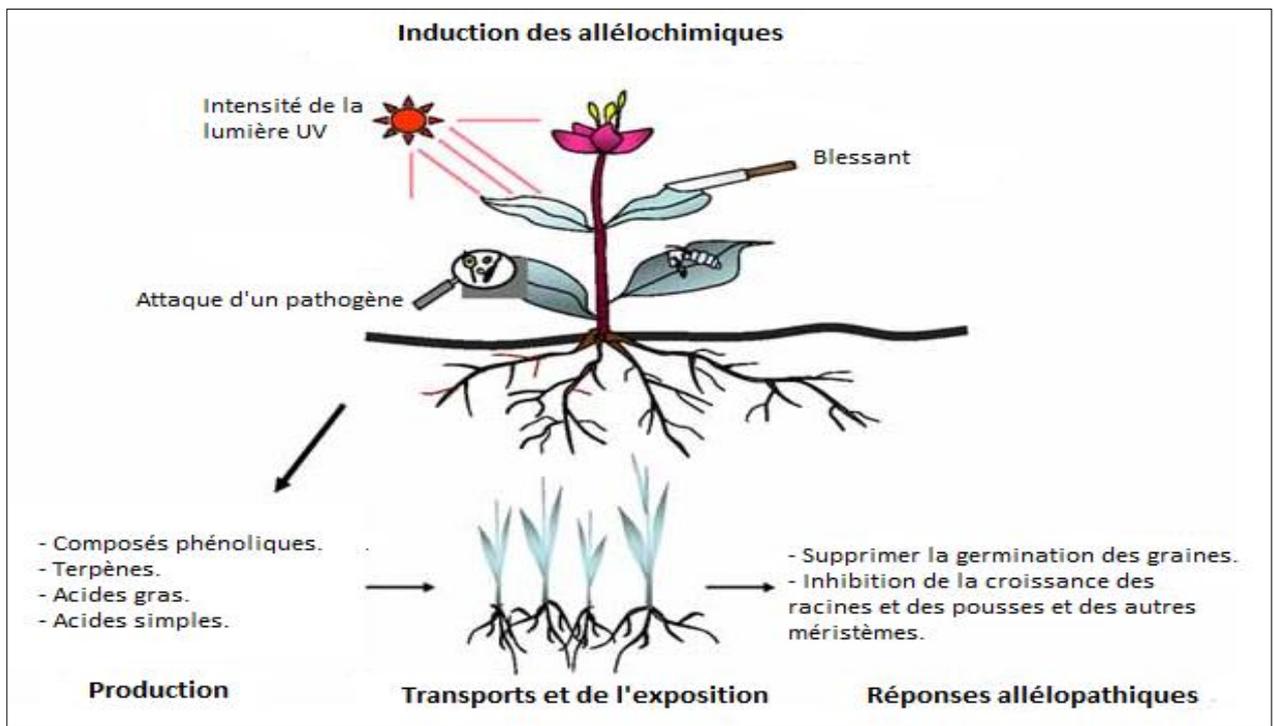
WEIDENHAMER, 1996) ou une preuve de leur activité à de très faibles concentrations. La toxicité des allélochimiques a été suggérée comme une fonction de la disponibilité statique en un point donné dans le temps et de la disponibilité dynamique sur la base de la quantité totale de produits chimiques qui entrent et sortent du système sur une période de temps (CF-WEIDENHAMER, 1996).

### **I.9. Facteurs influant la production des composés allélopathiques**

Les stress physiologiques et environnementaux peuvent moduler l'allélopathie, parmi lesquelles on peut citer : (FERGUSON et *al.*, 2003) (figure 9).

- **Conditions du milieu:** La lumière (qualité, intensité et photopériode), température, stress hydrique ;
- **Éléments minéraux:** Une déficience en azote ou en phosphate augmente la production des copolétine chez le tabac ;
- **Espèces productrices:** Variétés, organes (racines, feuilles, fleurs, fruits) ;
- **Facteurs biotiques:** attaques parasitaires (et emploi de pesticides).

Les concentrations des produits allélopathiques peuvent changer continuellement de jour en jour et d'une partie d'arbre à une autre partie, que leur synthèse et leur dégradation sont renforcées ou réduites (CODER et KIM, 1999). En règle générale, les stress ont tendance à augmenter la production de composés allélopathiques (réponse à l'agressivité du milieu), mais on observe de nombreuses exceptions (RICE, 1984).



**Figure 9-** Facteurs influant sur le comportement et l'activité phyto-toxique de l'allélochimiques (BONNER, 1950).

### I.10. Facteurs influant l'activité des composés allélopathiques

D'après THOMSON (1985), les facteurs influant l'activité des composés allélochimiques sont:

- **Nature du sol:** les composés allélopathiques ont une activité réduite lorsqu'ils sont fixés par les argiles ou par la matière organique, alors qu'ils sont totalement disponibles dans un sol très sableux; un amendement calcaire aurait la propriété de lier ces composés et de les inactiver;
- **Eau:** un apport d'eau dilue les substances et diminue leur activité (rôle du drainage). Selon SONI et VASISTHA (1999) ont indiqués que les effets sont moindres lorsque les éléments toxiques sont lessivés, par exemple dans des régions connaissant des pluies abondantes. On peut en déduire que les effets allélopathiques nuisent davantage la production herbacée dans les régions semi-arides que dans d'autres régions ;
- **Substance actives:** durée de vie des substances (décomposition, migration) ou bien la synergie.

## **I.11. Impact de l'allélopathie sur l'environnement**

La plante allélopathique est en compétition à travers des interférences des produits chimiques pour assurer une place dans la nature, telle que la lumière du soleil, l'eau et les éléments nutritifs. Lorsque les organismes en concurrence entre eux, ils créent le potentiel de la limitation des ressources et des extinctions possibles. Les plantes allélopathiques empêchent d'autres plantes d'utiliser les ressources disponibles et donc influent sur l'évolution et la répartition des autres espèces. On pourrait dire que les plantes allélopathiques contrôlent les environnements dans lesquels ils vivent (GOMEZ APARICIO et CANHAM, 2008).

D'après UICN, l'allélopathie explique en partie le caractère invasif de certaines espèces. Les invasions biologiques sont considérées comme la seconde cause de dégradation des écosystèmes et de régression de la biodiversité. À titre d'exemple, l'*Ailanthus altissima* Mill. (*Simaroubaceae*) (Faux-vernis du Japon) interagit en Amérique du Nord avec trois espèces autochtones : *Acer rubrum* L. (*Aceraceae*), *Acer saccharum* Marsh (*Aceraceae*) et *Quercus rubra* L. (*Fagaceae*) montrent une réponse positive à la présence de l'envahisseur alors que les jeunes *Quercus rubra* L. (*Fagaceae*) ont une croissance inhibée en leurs présences. Une espèce invasive peut donc fortement modifier le peuplement dans lequel elle apparaît, en inhibant le développement de certaines espèces, et en favorisant d'autres (GOMEZ APARICIO et CANHAM, 2008).

## **I.12. Application de l'allélopathie**

En situation naturelle, il semble que l'allélopathie contribue à la répartition spatiale des espèces et à l'organisation des successions végétales; les phénomènes allélopathiques trouvent également de nombreuses applications dans le domaine de l'agriculture: Les propriétés allélopathiques ont été mises en évidence pour plus de 90 espèces de mauvaises herbes, par exemple, *Agropyrum repens* L. (*Poaceae*). Elles inhibent *Elytrigia repens* L. (*Poaceae*), *Chenopodium album* L. (*Chenopodiaceae*) (chénopode blanc) (DELABAYS, 2005).

### **I.12.1. Concurrence des mauvaises herbes sur la culture**

L'emploi des herbicides chimiques, aussi efficaces qu'ils puissent être n'est pas toujours à recommander car ils créent des situations souvent irréversibles et dommageables à l'environnement (CHADDA, 2007).

On a ainsi vu disparaître des zones cultivées un grand nombre d'espèces appréciées par ailleurs. C'est le cas, par exemple, de la nielle des blés (*Lychnis githago L.*) (*Caryophyllaceae*) ou du cirse des champs, faux bleuet (*Cirsium arvense L.*) (*Asteraceae*) qui ont disparu des cultures et sont recherchées par les paysagistes (BLUM, 2004).

FANNY (2005) affirme que les effets allélopathiques sélectifs peuvent présenter un intérêt considérable pour le contrôle des mauvaises herbes dans les cultures. En effet, l'allélopathie pourrait remplacer les produits phytosanitaires néfastes pour l'environnement. Contrairement aux herbicides qui doivent être appliqués régulièrement et qui voient leur concentration dans le sol diminuer au cours du temps, les substances allélopathiques sont continuellement libérées dans le sol.

### **I.12.2. Lutte contre les mauvaises herbes**

Schématiquement, on peut envisager trois manières d'utiliser l'allélopathie pour la maîtrise des mauvaises herbes en agriculture (DELABAYS, 2005):

- Sélectionner des variétés cultivées allélopathiques, donc susceptibles de mieux concurrencer ses mauvaises herbes;
- Mettre en place des cultures « nettoyantes » durant l'inter-culture;
- Installer des couvertures végétales allélopathiques, notamment en cultures pérennes.

Pour une lutte efficace contre les mauvaises herbes, PUTNAM et TANG (1986) et DUPAIGRE (1999) avaient envisagé:

- **Sélection de variétés ayant un pouvoir allélopathique:** avoine, tournesol, concombre et riz ;
- **Élaboration d'herbicide:** par exemple pour le riz; des substances allélopathiques peuvent servir à l'élaboration d'herbicides, comme la *Cynméthylène* développé par Shell à partir de cinéol (composé terpénique de l'eucalyptus) pour le désherbage des cultures de soja, d'arachide et de cotonnier.

### **I.12.3. Gestion des rotations culturales**

On observe des effets d'une culture sur la suivante, soit à cause de phénomènes d'auto-toxicité (le sorgho ou le riz pluvial peut subir un effet dépressif, s'il est implanté après un précédent de la même culture, avec de fortes variations variétales), soit à travers des successions nettoyantes (dans le cas de la culture de tournesol); les associations de cultures peuvent être perturbées par des

substances allélopathiques (par exemple, leur action sur la fixation de l'azote peut gêner l'établissement des légumineuses dans les prairies) (CHADDA, 2007).

#### I.12.4. Itinéraires techniques

- **Résidus de récoltes:** c'est actuellement un problème qui prend de l'importance avec le développement des techniques de travail minimum. L'enfouissement des résidus de récoltes permet de diluer les composés allélopathiques libérés par leur décomposition et de limiter leurs effets sur la culture suivante ;
- **Plantes de couverture:** une couverture permanente du sol réduit la prolifération des mauvaises herbes par l'obscurité qu'elle dispense, par la compétition pour les ressources du milieu et, aussi, par des effets allélopathiques fréquemment suggérés par l'expérience ;

De leur côté, FONTAR et THOMAS (1992) expliquaient qu'avec certaines plantes de couverture ou lors de la dégradation des résidus de récolte, il peut se produire une stimulation de la germination, puis une lyse des tubes germinatifs de certains champignons pathogènes du sol par des phénomènes d'allélopathie. On peut citer les exemples suivants:

- Pourriture des racines de cotonnier due à *Phymatotrichum omnivorum* Duggar peut être contrôlée par la présence de résidus de culture;
- Pourriture noire des racines de haricots due à *Thielaviopsis basicola* Berk. est contrôlée à 90% en mettant sur le sol de la paille d'avoine, des résidus de maïs ou de la paille de luzerne.

Les plantes de couverture peuvent constituer une barrière physique à la dissémination d'un inoculum primaire du pathogène. Par exemple, à la réunion, une couverture de kikuyu sur culture de géranium empêche les éclaboussures de terre et donc l'infestation du géranium par l'anthracnose *Glomerella vanillae* Zim. De même, une couverture morte d'avoine ou de canne à sucre peut constituer un leurre pour les larves de vers blancs *Haplochelus marginalis* Fai. qui ne sont plus concentrées uniquement sur les racines de géranium. La couverture végétale peut servir de réservoir de parasitoïdes et donc constituer une forme de contrôle biologique contre les ravageurs et les pathogènes des cultures (MICHELLON, 1996; THOMAS, 1992). De plus, ces auteurs montrèrent que les composés allélopathiques peuvent jouer un rôle de défense contre les herbivores en rendant la plante inappétante, ils peuvent influencer la vitesse de décomposition de la litière, donc influencer également la pédo-faune associée (MICHELLON, 1996 et THOMAS, 1992).



## *Chapitre II*

---

# *Méthodologie du travail*

## Chapitre II- Méthodologie du travail

Le phénomène d'interférence des plantes entre elles est exprimé par les effets de compétition à l'égard des ressources environnementales disponibles : d'eau principalement, la lumière et les substances nutritives. Ainsi, c'est pour ces raisons et d'autres que nombreuses espèces végétales synthétisent dans son environnement des substances susceptibles d'inhiber la germination, voir la croissance, des plantes avoisinantes. Un processus qui s'appelle *l'allélopathie* (ROBERT et CATESSON, 2000). Ce phénomène attire l'attention de certains chercheurs biologistes d'étudier cette influence et les motifs y afférents, dont se trouve son domaine de recherche dans une grande gamme de littérature. En effet, des études notoires ont montré l'effet inhibiteur de la germination de certains extraits végétaux mais très peu d'études sur les possibilités allélopathique de la flore Saharienne sont réalisées. C'est pour ce dernier, notre étude s'inscrit.

Donc, dans cette partie, il est présenté le mode opératoire et les paramètres intervenants afin de mettre en évidence la nature de ces substances et leurs effets sur les plantes avoisinantes (dites cibles). Pour cela, on fait adopter d'utiliser la plante *Pergularia tomentosa L. (Asclepiadaceae)* pour préparer les extraits aqueux. Cette plante s'est récoltée dans le Sahara septentrional, Est Algérienne, et prise pour tester son effet sur la germination des graines d'orge *Hordeum vulgare L. (Poaceae)*.

### II.1. Matériels utilisés

#### II.1.1. Matériels végétaux

##### II.1.1.1. Plante d'extraction (*Pergularia tomentosa L.*)

###### A. Description botanique

Cet arbrisseau vivace en petit buisson très dense, pouvant atteindre un (01) m en haut et un (01) m de large à couleur verte-blanchâtre. Elle présente une tige très ramifiée ligneuse grimpante ou volubile et tomenteuse à l'état jeune (SITOUH, 1989). Elle est reconnaissable aux feuilles opposées en forme de cœur, charnues, composée à deux folioles (DOAIGEY, 1991). Les jeunes rameaux sont volubiles s'enroulant autour des pieds anciens qui lui donnant un aspect touffu. Elle est souvent caractérisée par des poils courts recouvrant toute la plante ; les inflorescences en grappes blanc jaunâtre, vert-brunâtre abondant au bout de long pédoncule. Les fleurs ont couleur blanche jaunâtre, les fruits composés de deux follicules, portent de petites. Au moindre contact, la plante sécrète un liquide blanc collant des feuilles et des fruits. Elle se fleurit au printemps dans le Sahara du nord et à n'importe quel moment de l'année dans le Sahara central (ELHAG et *al.*, 1998) (photo 1).



**Photo 1-** *Pergularia tomentosa L.* en végétation  
(Oued Metlili, région de Ghardaïa ; Février 2013).

Les feuilles de *Pergularia tomentosa L.* sont opposées de 1 à 2 cm de long en forme de cœur de couleur verte amande, simples, pétiolées, ovales, orbiculaires, cordées à la base et apiculées (photo 2). Elles sont tomenteuses sur les deux faces au stade jeune et glabres au stade adulte. Elles mesurent environ 5cm de diamètre mais souvent plus petites (BATANOUNY, 1999).



**Photo 2-** Feuille de *Pergularia tomentosa L.*  
(MEYER, 2013).

Les fleurs sont oblongs, follicules globuleux, couverts de poils charnue, dilatés en loua sommet. Elles sont souvent à couleur blanc pourpre à 5 pétales libres et odoriférants avec une corolle tubulaire blanche ou pourpre qui mesure 8 mm de long (photo 3) (OZENDA, 1991).



**Photo 3-** Fleurs de *Pergularia tomentosa* L.  
(MEYER, 2013)

Les fruits sont des follicules groupés par paire, ils sont fusiformes, divergents et couverts de rugosités. Ils sont pubescents et crochus à leur sommet (photo 4). Ils mesurent 7 cm de long et s'ouvrent par une fente longitudinale par où s'échappent les graines (QUEZEL, 1962 et SANTA, 1963).



**Photo 4-** Fruits de *Pergularia tomentosa* L.  
(MEYER, 2012)

Cette plante produit un lait corrosif blanc collant des feuilles et des fruits. Il ne faut pas la toucher, car sinon on risque de perdre la couleur de peau (photo 5).



**Photo 5-** Latex de *Pergularia tomentosa* L. (MEYER, 2012)

Le caractère corrosif de la plante est bien connu chez les Touaregs qui ne manquent pas d'attirer l'attention sur cet acide qui brûlera les mains si on le touchera lors d'un tannage, où on exploite largement ces propriétés. La plante entière, écrasée et étalée en emplâtre sur les peaux, en fait tomber les poils en quelques jours. Elle est utilisée de la même manière sur les piqures de serpent comme remède (MEYER, 2012).

La plante *P. tomentosa* possède des racines profondes pouvant atteindre jusqu'à un (01) m avec un diamètre de 2 à 5 cm dans la maturité. Elles sont tubérisées à poils raides et courts ou parfois glabre, contenant du latex (GOYDER, 2006) (photo 6).



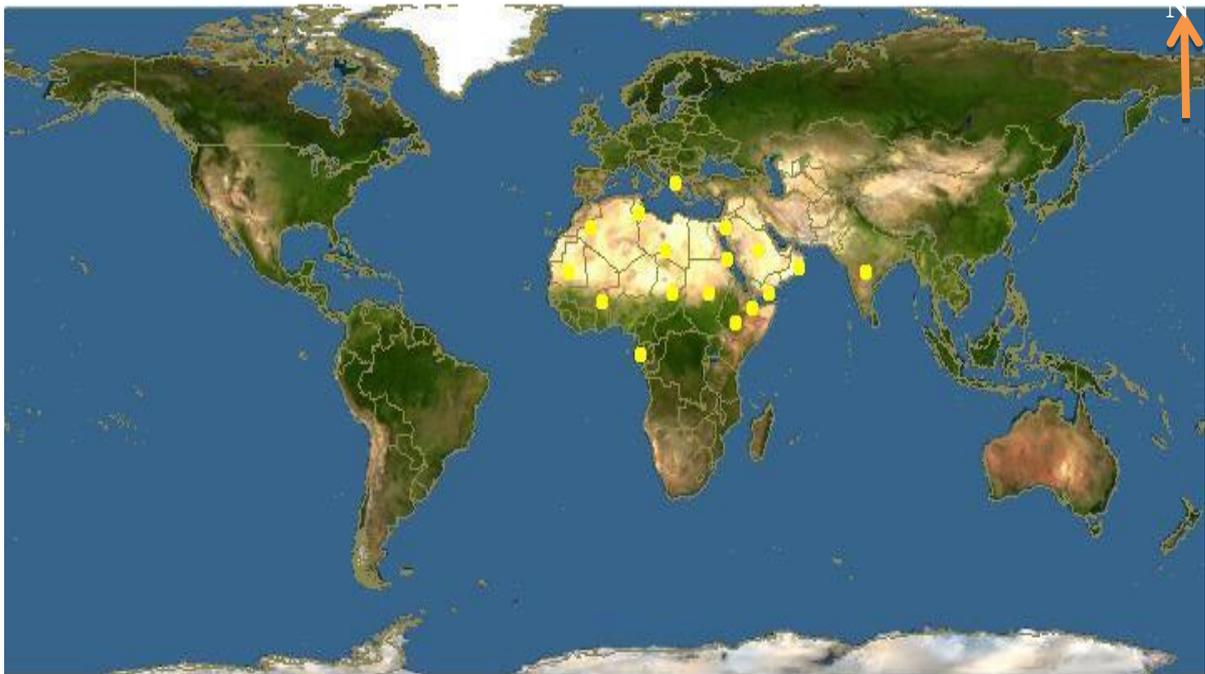
**Photo 6-** Racines de *Pergularia tomentosa* L. (MEYER, 2012).

## B. Position systématique

L'espèce *Pergularia tomentosa* L. appartient au règne végétal, à l'embranchement des Spermaphytes, au sous-embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones ou *Magnoliopsidae*, à la sous-classe des *Rosidae*, à l'ordre des Gentianales et à la famille des *Asclepiadaceae* au genre *Pergularia* (MAMAN, 2003).

## C. Origine et aire de répartition

Comme origine, la plante *P. tomentosa* est une espèce Saharo-indien qui se répartie dans l'Afrique du Nord et plus réponde au Sahara Algérien (figure 10). Elle est observée en pieds isolés ou en petits groupes dans les oueds sablo-argileux et les regs. Chez les populations locales du Sahara septentrional, elle est connue par une appellation de *Kalga* à la raison du latex qu'elle secrète suite à une blessure (ROUSSEL, 1987).



● Présence de l'espèce *Pergularia tomentosa* L.

**Figure 10-** Répartition géographique de la plante *Pergularia tomentosa* L. dans le monde (SAADOU, 1990)

## D. Biologie et écologie de l'espèce

*Pergularia tomentosa* L. est une plante *Chamaephyte* vivace rustique qui montre une amplitude assez large pour le sol de sableux, argileux graveleux ou pierreux, elle se trouve sur les lits des oueds, ainsi que sur les plateaux caillouteux (regs). La plante pousse aussi dans les déserts chauds où la pluviométrie ne dépasse pas 100 mm/an. Elle fleurit en saison sèche. Sa souche vivace pousse en saison des pluies et donne une plante feuillue. La dissémination des semences se fait essentiellement par anémochorie (AL-SAID et *al.*, 1989).

### II.1.1.2. Plante test

Pour tester l'efficacité d'inhibition des extraits aqueux des feuilles et des racines de *Pergularia tomentosa* L., on utilise les graines d'*Hordeum vulgare* L. (*Poaceae*) (photos 7, 8). On a opté à ce choix à cause que ce type de graine possède une vitesse de germination plus ou moins rapide. De plus, sa taille est relativement considérable par rapport d'autres (graines des herbes adventices).



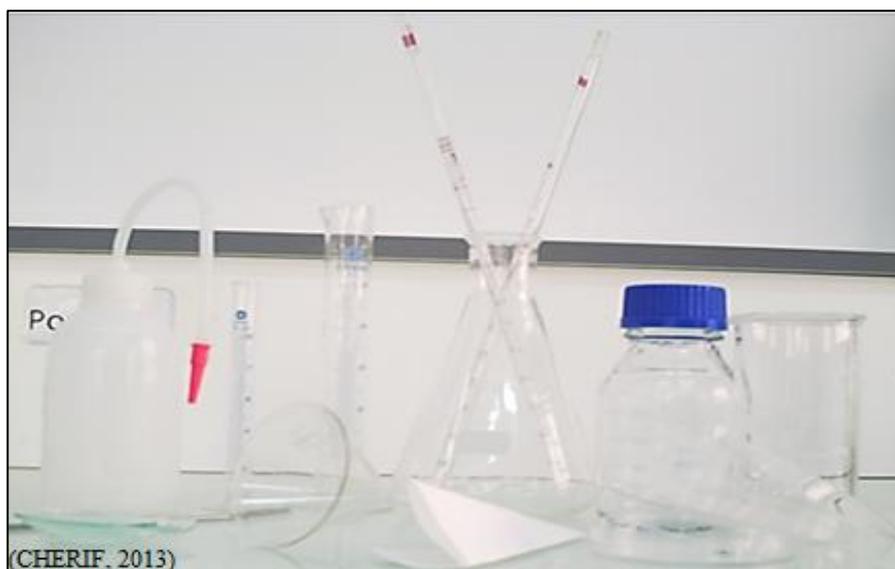
**Photo 7-** Champ d'orge (RSAISSI et *al.*, 2013)



**Photo 8-** Graines d'*Hordeum vulgare* L.

### II.1.2. Matériels et produits expérimentaux

Pour la présente étude, on utilise le matériel suivant: Broyeur, Erlenmeyer, chauffe ballon, Ballon, Balance de précision, Boite pétrie, Papier filtre, Réfrigérant, Flacon en verre, Méthanol, Entonnoir et l'eau distillée (photo 9).



**Photo 9-** Matériel utilisés.

## II.2. Méthodologie du travail

### II.2.1. Préparation des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

La préparation consiste d'une macération dans une phase organique. Les feuilles et les racines de la plante testée sont séchées à l'aire libre à 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 10).



**Photo 10-** Dispositif d'extractions des principes actifs par reflux.

Une filtration est ensuite réalisée, le résidu sec est jeté alors que le filtrant est recueilli, puis subit une évaporation sous vide à l'aide d'un rotor-vapor afin d'éliminer le méthanol. L'extrait aqueux récupéré est utilisé pour les tests biologiques (photo 11).



**Photo 11-** Dispositif d'évaporation de Méthanol.

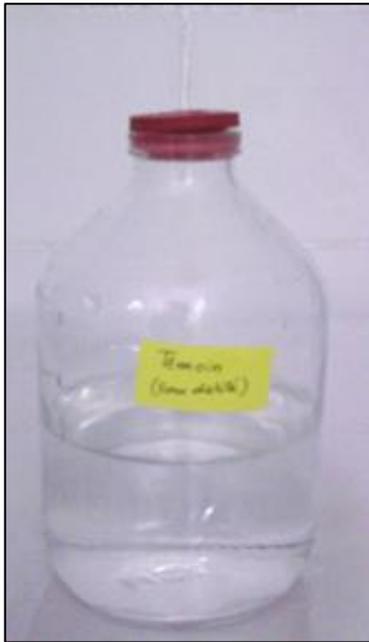
### **II.2.2. Choix des concentrations**

Dans l'objectif de voir la concentration efficace, neuf (09) concentrations successives sont choisies soient à 100%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 05%, 02,5% et 01%.

### **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 donc trois répétitions (boîtes de pétries), ce qui fait un total de six (06) boîtes par traitement et par lot. Pour chaque lot défini par la partie utilisée de l'espèce (*Pergularia tomentosa L.*), neuf (09) traitements sont réalisés soit l'extrait à 100%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 05%, 2,5% et 1%, dont les graines de plante test (orge) sont irriguées le premier jour par trois (03) ml d'extrait végétal et par la suite quotidiennement par un (01) ml d'eau distillée (photos 12-15).

L'expérimentation est suivie durant 10 jours, toute en notant continuellement (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, des feuilles cotylédonaire (partie aérienne), ainsi (figure 11).



**Photo 12-** Lot témoin (Eau distillé).



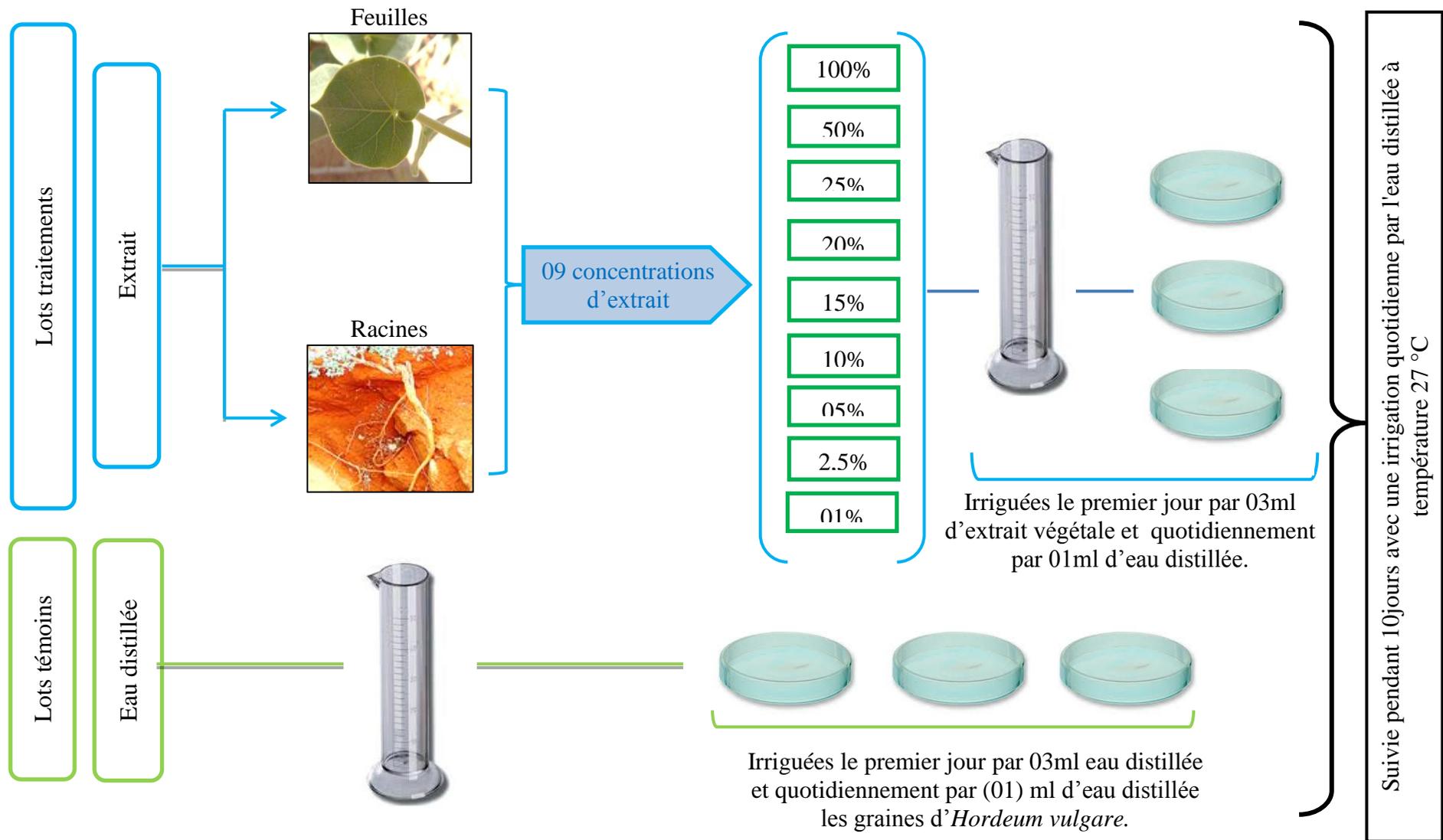
**Photo 13-** Lot d'extrait foliaire (gauche) et racinaire (à droite) de *Pergularia tomentosa* L.



**Photo 14-** Différentes concentrations de l'extrait foliaire de *Pergularia tomentosa* L. (de la gauche vers la droite : [100%], [50%], [25%], [20%], [15%], [10%], [5%], [2,5%] et [1%]).



**Photo 15-** Différentes concentrations de l'extrait racinaire de *Pergularia tomentosa* L. (de la gauche vers la droite: [100%], [50%], [25%], [20%], [15%], [10%], [5%], [2,5%] et [1%]).



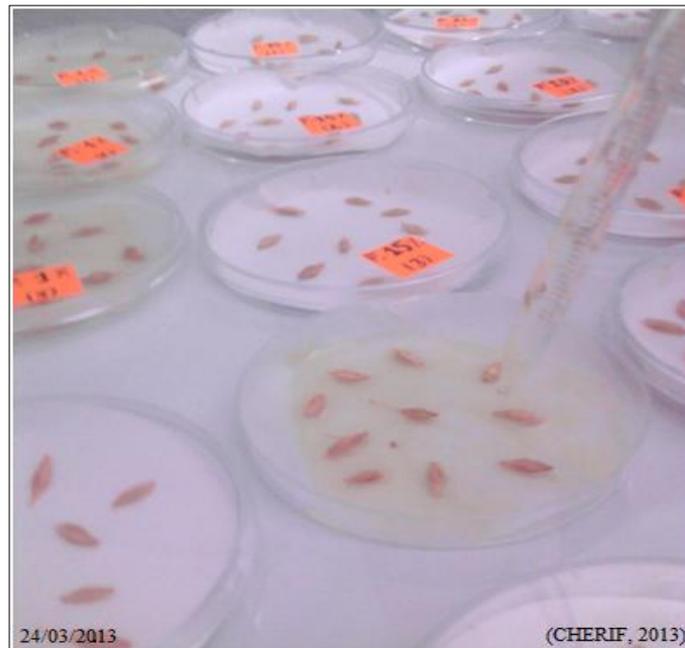
**Figure 11-** Dispositif expérimental.

#### II.2.4. Tests biologiques

Afin d'évaluer l'effet inhibiteur de la germination des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa* L. sur les graines d'orge, on suit les étapes suivantes :

- Préparer soigneusement des boîtes de Pétrie avec papiers filtre ;
- Mettre une quantité de dix (10) graines d'orge dans ces boîtes ;
- Irriguer les échantillons par trois (03) ml d'extrait végétal et d'eau distillée en premier jour ;

L'expérimentation va être suivie pendant dix (10) jours successifs tout en respectant le protocole expérimental expliqué ci-dessus. Notons journallement le nombre des graines germées, ce qui nous a permis, par la suite, d'effectuer les processus de germination de chaque lot (Photo 16).



**Photo 16-** Dispositif d'irrigation des graines d'orge  
(*Hordeum vulgare* L.)

## II.2.5. Traitement des résultats

Dans notre étude, on va axer sur six paramètres qui sont les suivants :

1. le taux maximal d'inhibition ;
2. le taux maximal de germination ;
3. la cinétique de germination ;
4. la vitesse de germination ;
5. la concentration d'efficacité ;
6. l'index de germination.

Dans ce qui suite, des définitions brèves de ces paramètres sont données.

### II.2.5.1. Taux maximal d'inhibition (T.I.)

D'après CÔME (1970), Ce paramètre explique la capacité d'une substance ou préparation à inhiber la germination des graines. Il s'agit le rapport de la différence entre le nombre des graines semis et germées au nombre total des graines semis (BEN KHATTOU, 2010).

$$\boxed{\phantom{0}} \quad T$$

### II.2.5.2. Taux maximal de germination (T.G.)

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

$$\boxed{\phantom{0}}$$

### II.2.5.3. Cinétique de germination

La cinétique de germination correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines de la plante test. Elle représente graphiquement le pourcentage de germination en fonction du temps. Elle donne une vision précise sur l'évolution de germination d'un lot de semences placé dans des conditions bien déterminées.

### II.2.5.4. Vitesse de germination ( $T_m$ )

En général, la vitesse de germination peut être exprimée de plusieurs façons (CÔME, 1970):

- Le pourcentage de semences germées ou le 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 et BEN KHATTOU, 2010).

$$C_v = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{(N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n)} \cdot 100\%$$

Donc :

$$T_m = \frac{(N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_n T_n)}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

$N_1$  : nombre de graine germe au temps  $T_1$

$N_2$  : nombre de graine germe au temps  $T_2$

$N_n$  : nombre de graine germe au temps  $T_n$

### II.2.5.5. Concentration d'efficacité (C.E.)

La concentration d'efficacité à 50% (C.E.<sub>50%</sub>) est la quantité d'une matière pouvant induire un pourcentage de succès de 50% de population traitée. En autre sens, c'est celle qui provoque une mort de moitié (50%) de l'échantillon. Egalement une C.E.<sub>90%</sub> engendre un taux de succès de 90%.

La C.E.50% est une façon de mesurer du potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière donnée. Pour les tests avec dilution, le pourcentage d'inhibition pour l'ensemble des graines de chacune des concentrations, C.E.50% et C.E.90%.

C.E. (ex.C.E.50%); concentration efficace qui inhibe un pourcentage donné d'une réponse biologique de type binaire (exp. germination ou absence de germination). La C.E.50% et la C.E.90% sont estimées selon la méthode des Probits.

#### **II.2.5.6. Index de germination**

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



$N_n$  est le pourcentage de germination obtenu au nième jour.



## *chapitre III*

---

# *Résultats et discussions*

## Chapitre III- Résultats et Discussion

Pour la présente étude, les effets allélopathiques des extraits aqueux des feuilles et des racines de *P. tomentosa* sur la germination des semences d'orge aspergées par des extraits aqueux de cette plante du Sahara sont exposés. En effet, le suivi a une durée de dix (10) jours dans les conditions normales.

Dans cette partie, on va présenter les différents résultats constatés à travers les analyses faites au chapitre précédent.

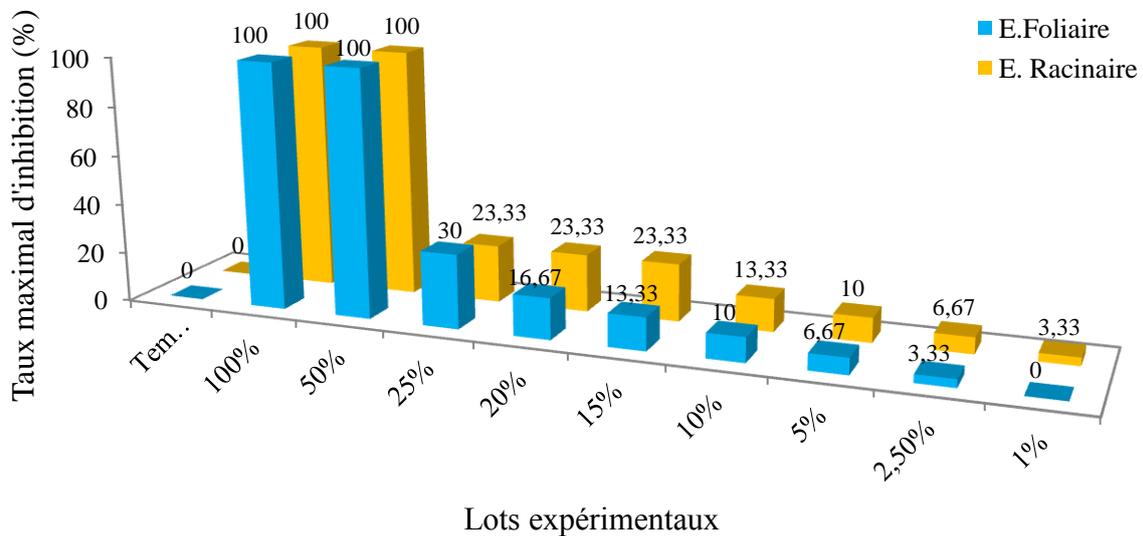
### III.1. Taux maximal d'inhibition

Figure 12 présente la variabilité du taux maximal d'inhibition de la germination, observée au niveau de différents lots témoins et traités soit par l'extrait foliaire ou racinaire de *P. tomentosa*, suivant des différentes concentrations y utilisées. Au vu des résultats obtenus, il est intéressant à noter que l'extrait végétal, pur et dilué à 50%, présente une capacité exceptionnelle à inhiber la germination des graines de la plante objet de test. Cependant, chez l'extrait foliaire dilué à 25%, le taux d'inhibition de la germination est d'ordre 30%. Pour les autres concentrations, soit à 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%, le taux d'inhibition maximal enregistré est de l'ordre de 16,67%, 13,33%, 10%, 6,67%, 3,33% et 0%, respectivement. Comparativement avec l'extrait racinaire, le taux d'inhibition maximal de la germination est de 23,33% pour les extraits dilués à 25%, 20% et 15%. Alors que, pour les lots traités par l'extrait dilué à 10%, 5% et de 2,5%, le taux d'inhibition maximal enregistré est de 13,33%, 10%, 6,67% et 3,33% respectivement. Ce résultat permet de conclure que l'extrait racinaire possède une capacité d'inhibition de la germination plus efficace que celui de l'extrait foliaire.

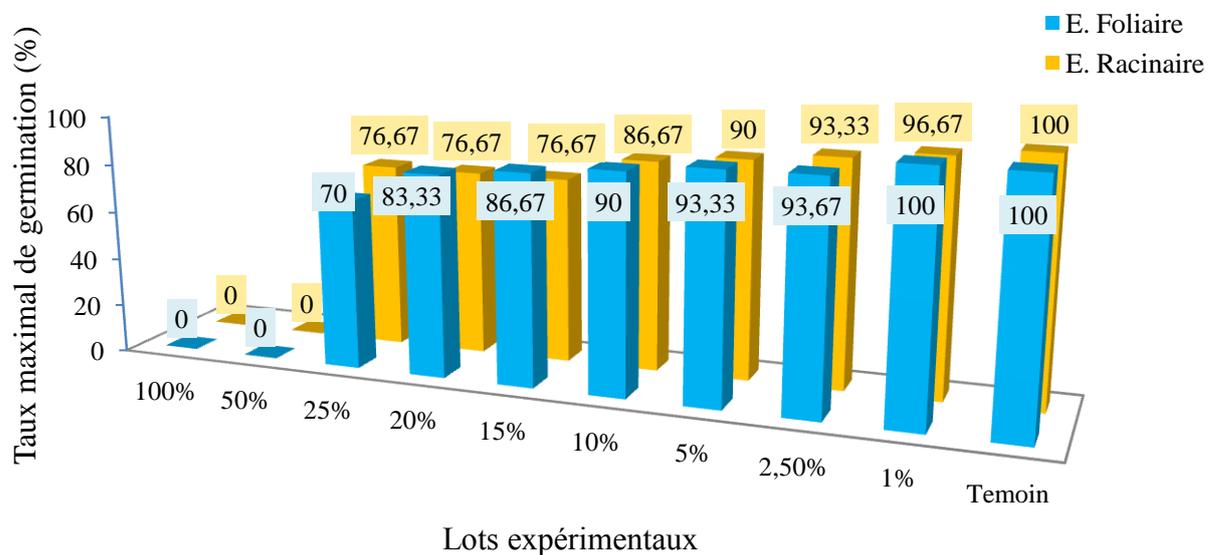
### III.2. Taux maximal de germination

A l'issu des résultats présentés dans la figure 13, il est constaté que l'extrait foliaire et racinaire aqueux pur et dilué à 50% provoque une inhibition totale de la germination des graines d'orge contrairement aux celles de populations de témoin, et cela, après 10 jours de suivi quotidien. D'après la figure 13, le taux maximal de germination est de 70% environ au niveau du lot traité par l'extrait foliaire dilué à 25%. Ainsi, pour les autres concentrations, pour les lots traités par les extraits foliaires dilués à 20%, 15%, 10%, 5% et 2,5%, les taux de germination correspondants sont de l'ordre de 83,33%, 86,67%, 90%, 93,33% et 93,67% respectivement. Pour une concentration de 1%, le taux de germination peut atteindre 100%. Par contre, chez l'extrait racinaire, un pourcentage de germination de 76,67% est enregistré, et ce, pour les graines traitées par les extraits dilués à

25%, 20% et 15% bien qu'ils soient de 86,67%, 90%, 93,33% et 93,67 au niveau des lots traités par les extraits à 10%, 5%, 2,5% et 1% respectivement.



**Figure 12-** Taux maximal d'inhibition de germination enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de *Pergularia tomentosa L.*



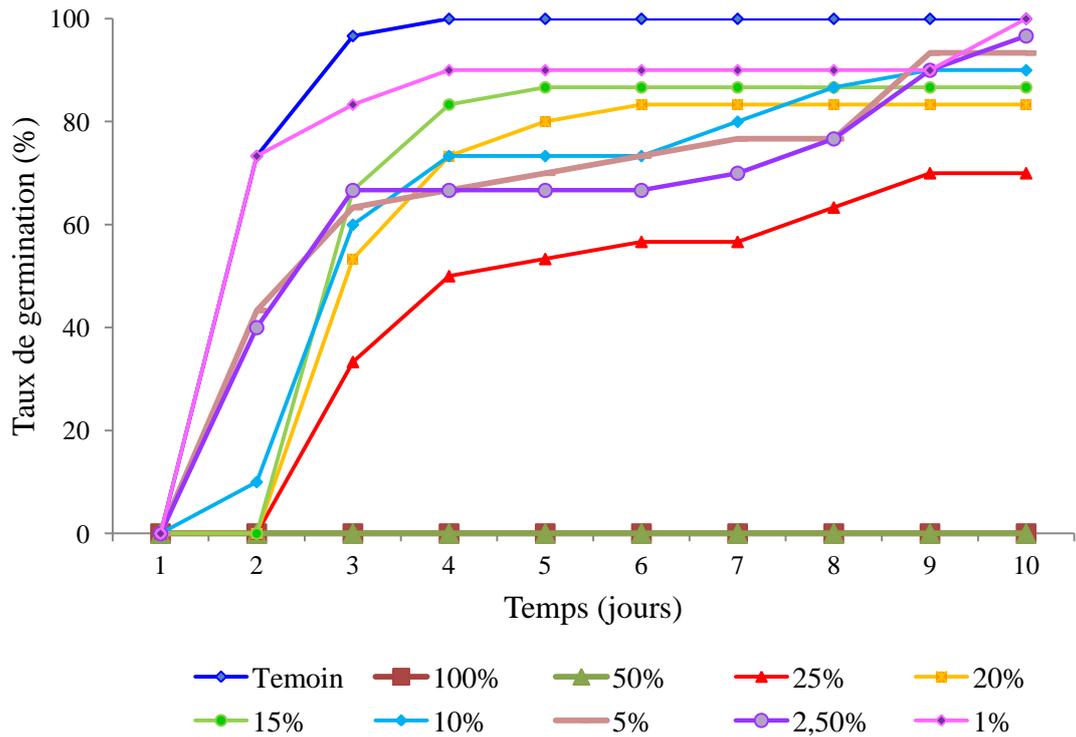
**Figure 13-** Taux maximal de germination enregistré au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

### III.3. Cinétique de germination

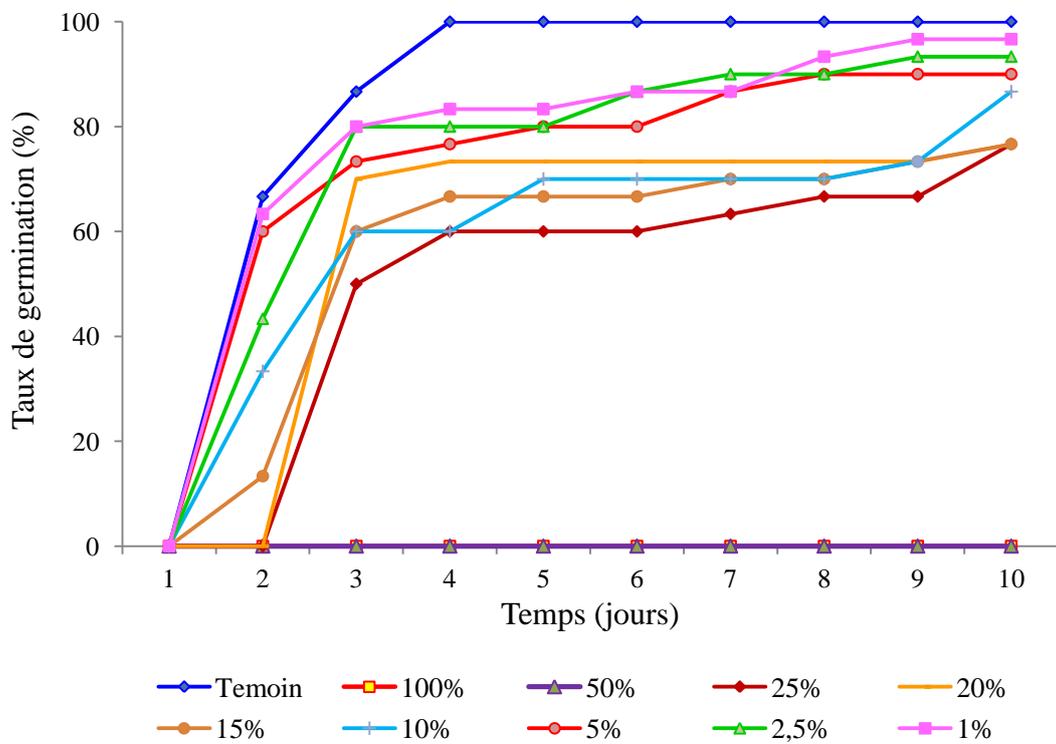
Les figures 14 et 15, présentent l'évolution dans le temps du taux de germination des différents lots traités en comparaison avec un cas dit témoin. Après avoir suivi la cinétique de germination des graines d'orge irriguées par les extraits aqueux purs et dilués à différentes concentrations de *P. tomentosa*, pendant dix (10) jours, nous avons remarqué une variation dans le taux de germination journalier, observé au niveau des lots de traitements par rapport au lot témoin. Au niveau des lots témoin et traités, aucune germination n'a été observée dans le premier jour de l'expérimentation. On ajoute aussi, que l'extrait foliaire et racinaire pur et dilué à 50%, aucune germination n'a été relevée pendant toute la période d'expérimentation, par contre au niveau des lots à faible doses (de 25% à 1%), on observe la germination des graines semées. D'une manière générale, il est mentionné que la germination dépend inversement à la concentration en extrait.

On constate d'après les résultats de figure 14, une augmentation des taux de germination pour les lots de 25% à 1% a été enregistrée, ceux-ci ont un effet retardateur dès le début de germination : pour les lots de 25%, 20% et 15%, le processus de germination est déclenché au bout de 3<sup>ème</sup> jour, et à partir le 2<sup>ème</sup> jour pour les lots 10%, 5%, 2,5% et 1%.

À l'issue des résultats de figure 15, on peut dire d'une manière générale que la cinétique germination a une allure monotone et variable selon les dosages considérés. Au niveau des lots 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%, le processus de germination est commencé dès le 2<sup>ème</sup> jour de l'expérimentation. Pour le cas de concentration à 25% et 20%, on constate que leurs germinations ne commencent qu'à partir le 3<sup>ème</sup> jour. En ajoute, la cinétique de germination à 20% de dosage est plus stable que celle de 25%, elle est relativement aussi importante. Un maximum pouvait l'atteindre, les deux cas (lots), est à 75% environ.



**Figure 14-** Cinétique de germination observée au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

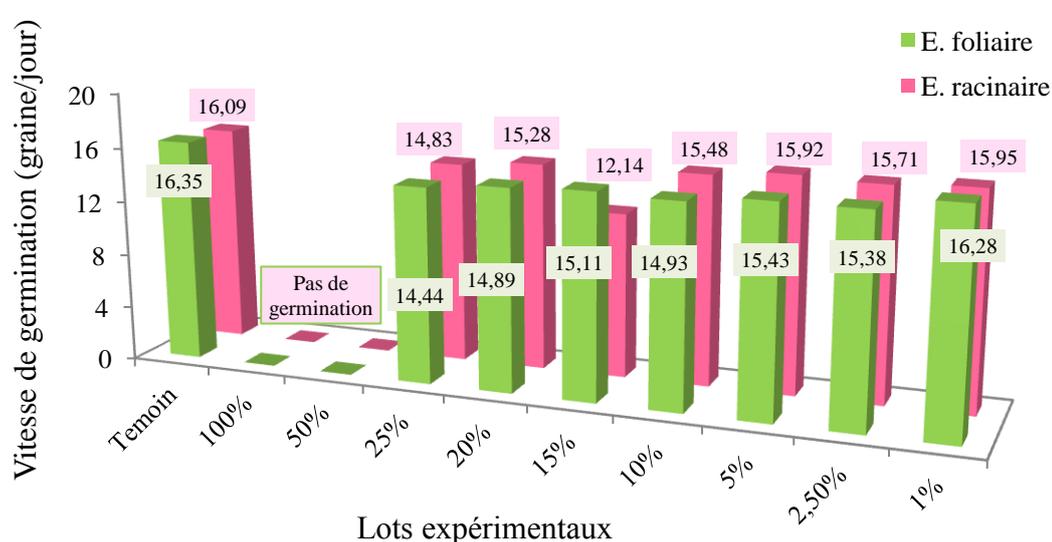


**Figure 15-** Cinétique de germination observée au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait racinaire aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

### III.4. Vitesse de germination

A partir des résultats montrés dans la figure 16, il ressort que, pour les traitements à dosage supérieur à 50%, aucune germination n'a été rapportée ; les graines aspergées par l'extrait foliaire dilué de 25% à 1% (couleur verte), la vitesse de germinations est en accroissement, et ce, en fonction de la diminution de concentration ;

En revanche, pour l'extrait racinaire, la vitesse de germination s'accroît aussi, et ce, inversement aux valeurs de gamme des dosages considérés (de 25% à 1%) ; aussi, et d'une manière générale, la concentration en extrait foliaire ou racinaire, la vitesse de la germination est toujours faible de celle du lot témoin.



**Figure 16-** Vitesse de germination des graines d'orge au niveau de différents lots témoins et traités par l'extrait foliaire et racinaire aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

### III.5. Concentrations d'efficacité (C.E.<sub>50%</sub>, C.E.<sub>90%</sub>)

Les tableaux 2 et 3, ci-dessous, montrent les taux d'inhibitions et les probits correspondants enregistrés selon la concentration de l'extrait végétal de *Pergularia tomentosa L.* Afin de permettre en évidence l'estimation des concentrations d'efficacité de 50% et 90%, la droite de régression logarithmique de ces concentrations est dressée en fonction des probits des pourcentages d'inhibition pour chacune des extraits.

**Tableau 2-** Taux d'inhibition et probits correspondants en fonction de la concentration de l'extrait foliaire de *Pergularia tomentosa* L.

Concentrations			Taux d'inhibition de la germination des graines d'orge traitées par l'extrait foliaire de <i>P. tomentosa</i>	
(%)	[Mg/ml]	log [mg/ml]	Taux d'inhibition (%)	Probits
100	0,06	-1,22184875	100	7,614
50	0,03	-1,522878745	100	7,614
25	0,015	-1,823908741	30,00	4,476
20	0,012	-1,920818754	16,67	4,0392
15	0,009	-2,045757491	13,33	3,88182
10	0,006	-2,22184875	10,00	3,718
05	0,003	-2,522878745	06,67	3,51108
2.5	0,0015	-2,823908741	03,33	3,14246
01	0,0006	-3,22184875	0	0

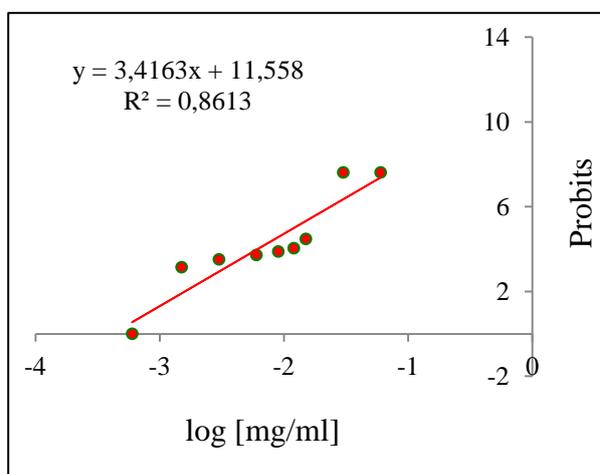
**Tableau 3-** Taux d'inhibition et probits correspondants en fonction de la concentration de l'extrait racinaire de *Pergularia tomentosa* L.

Concentrations			Taux d'inhibition de la germination des graines d'orge traitées par l'extrait racinaire de <i>P. tomentosa</i>	
(%)	[Mg/ml]	log [mg/ml]	Taux d'inhibition (%)	Probits
100	0,05	-1,30103	100	7,614
50	0,025	-1,60205999	100	7,614
25	0,0125	-1,90308999	23,33	4,26678
20	0,01	-2	23,33	4,26678
15	0,0075	-2,12493874	23,33	4,26678
10	0,005	-2,30103	13,33	3,881
05	0,0025	-2,60205999	10,00	3,718
2.5	0,00125	-2,90308999	6,67	3,51184
01	0,0005	-3,30103	3,33	3,14246

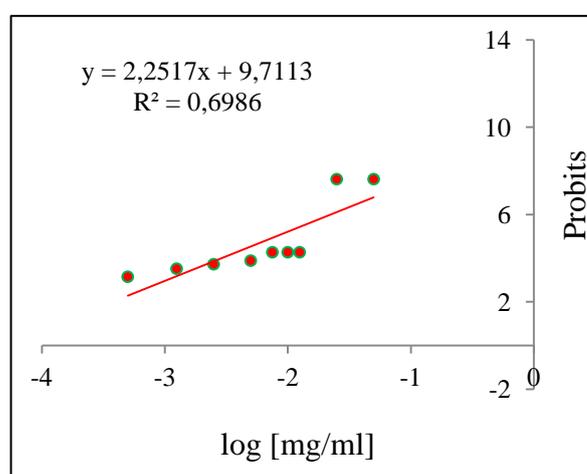
Il est noté dans les deux courbes l'équation de la droite correspondante. Egalement, étant donné le paramètre de corrélation (R) de deux échantillons (figures 17-18). Les concentrations

d'efficacité sont calculées graphiquement à l'aide de l'équation de la droite moyenne, celles-ci sont rapportées dans le tableau 4.

En effet, le tableau 4, ci-dessous, regroupe les valeurs de C.E.<sub>50%</sub> et C.E.<sub>90%</sub> calculées pour les deux extraits, foliaire et racinaire. Il est constaté que l'extrait obtenu à partir des racines de *P.*



**Figure 17-** Action de différentes concentrations d'extrait foliaire de *P. tomentosa* sur le taux d'inhibition de la germination des graines d'orge.



**Figure 18-** Action de différentes concentrations d'extrait racinaire de *P. tomentosa* sur le taux d'inhibition de la germination des graines d'orge.

*tomentosa* est plus efficace sur la germination des graines d'orge comparativement à l'extrait foliaire de cette plante. Or, la C.E.<sub>50%</sub> de l'extrait racinaire est la plus faible, à l'ordre de 0,0081 mg/ml. Ainsi, elle est de 0,012 mg/ml pour l'extrait aqueux foliaire. Ces remarques sont également constatées pour la CE<sub>90%</sub>.

**Tableau 4-** Concentrations d'efficacités (CE<sub>50%</sub>, CE<sub>90%</sub>) des extraits végétaux de *Pergularia tomentosa* L. vis-à-vis des graines d'orge.

Extrait de <i>P. tomentosa</i>	Espèce test	Concentration d'efficacité [mg/ml]	
		CE <sub>50%</sub>	CE <sub>90%</sub>
Extrait foliaire	<i>Hordeum vulgare</i> L.	0,0120	0,0286
Extrait racinaire		0,0081	0,0299

### III.6. Index de germination (I.g)

A l'issu des résultats mentionnés dans le tableau 5, ci-dessous, il est observé qu'au niveau des lots purs et dilués à 50%, aucun cas de germination n'a été enregistré. En ajoute, dans les cas à concentration diluée à dose faible (de 25% à 1%), l'index de la germination se trouve en augmentation, et ce, en fonction de la diminution de la concentration. Pour cela, il est à déduire que ce soit la concentration en extrait foliaire ou racinaire (de *Pergularia tomentosa L.*), l'index de la germination est plus faible que celui du lot témoin.

**Tableau 5-** Index de germination des plantules d'orge témoins et traitées par les extraits aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

	Lots expérimentaux									
	Témoin	100%	50%	25%	20%	15%	10%	5%	2,5%	1%
E. foliaire	46,94	/	/	18,10	24,10	27,04	27,14	32,91	32,67	42,65
E. racinaire	43,63	/	/	21,04	24,96	25,14	29,25	37,29	35,83	39,79

### III.7. Actions des extraits végétaux sur certains paramètres de croissance d'*Hordeum vulgare*

Afin d'étudier l'action des extraits végétaux sur la croissance des plantules d'orge, des mesures morpho-métriques sont réalisées. Ces mesures concernent la taille et la forme de la radicule et des feuilles cotylédonaires (la tigelle), le poids de la radicule et des feuilles cotylédonaires des plantules d'orges germées.

Le tableau 6, ci-dessous, présente la variation des valeurs moyennes de la longueur et du poids des parties aériennes et souterraines des plantules d'orge témoins et traités par les extraits aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

**Tableau 6-** Valeurs moyennes de la longueur et du poids des parties aériennes et souterraines des plantules d'orge témoins et traités par les extraits aqueux de *Pergularia tomentosa L.*

			Lots expérimentaux									
			Témoin	100%	50%	25%	20%	15%	10%	5%	2,5%	1%
Extrait foliaire	Feuille cotylédonnaire	Longueur	7,72±2,40	/	/	7,61±3,62	9,83±2,22	8,67±3,32	8,44±4,06	9,17±4,90	10,39±4,73	11,72±2,35
		Poids (g)	0,07±0,02	/	/	0,08±0,04	0,11±0,03	0,10±0,04	0,08±0,03	0,09±0,05	0,08±0,04	0,11±0,03
	Racine	Longueur	8,17±3,78	/	/	9,28±3,02	10,61±1,76	8,83±2,55	9,94±3,32	11,44±4,69	12,56±4,54	14,33±4,16
		Poids(g)	0,03±0,02	/	/	0,07±0,03	0,13±0,20	0,07±0,03	0,07±0,02	0,09±0,06	0,09±0,05	0,09±0,05
Extrait racinaire	Feuille cotylédonnaire	Longueur	9,33±2,72	/	/	/	1,72±3,07	6,00±5,83	11,39±2,22	13,11±5,29	13,83±2,15	9,89±1,34
		Poids(g)	0,07±0,03	/	/	/	0,02±0,03	0,05±0,05	0,10±0,02	0,11±0,05	0,11±0,02	0,07±0,02
	Racine	Longueur	9,94±4,99	/	/	/	0,13±0,22	2,89±2,97	4,72±2,71	8,44±3,80	14,28±1,73	8,33±1,89
		Poids(g)	0,15±0,33	/	/	/	0,002±0,003	0,01±0,01	0,02±0,01	0,05±0,02	0,09±0,04	0,02±0,01

D'après les résultats de tableau 6, on constate aucune germination n'a été détectée pour les graines irriguées par l'extrait foliaire aqueux pur et dilué à 50%. Par contre au niveau des lots traités par l'extrait à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%, le taux de germination évolue en fonction de la concentration appliquée ; soit les valeurs de pourcentage de germination accroissent progressivement selon les concentrations en extrait foliaire ou racinaire. La longueur des feuilles cotylédonaire est de  $7,61 \pm 3,62$  cm pour les graines de lot traité par l'extrait à 25%,  $8,44 \pm 4,06$  cm,  $11,72 \pm 2,35$  cm pour les graines de lot traités par l'extrait dilués à 10% et 1% respectivement. D'autre coté, la longueur et le poids de la partie aérienne et souterraine des plantules d'orge des lots traités par l'extrait racinaire sont marquées par une absence de la germination chez les lots traités par l'extrait à concentration de 100%, 50% et 25%. Le poids des feuilles cotylédonaire traités par les extraits dilués à 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1% est en augmentation en fonction des concentrations en extrait, parmi lesquelles on cite:  $0,002 \pm 0,003$ g (extrait à 20%),  $0,05 \pm 0,02$ g (extrait à 5%) et  $0,09 \pm 0,04$ g (extrait à 2,5%). En outre, les longueurs sont  $0,13 \pm 0,22$ cm (extrait à 20%),  $2,89 \pm 2,97$ cm (extrait à 15%) et  $8,33 \pm 1,89$  cm (extrait à 1%). Donc, on peut dire que l'extrait végétal de *P. tomentosa* influe d'une manière variable sur la croissance des plantules d'*Hordeum vulgare* soit en excès soit réduire leurs parties aériennes et/ ou souterraines.

Pendant cette expérience, il est observé des anomalies dans la croissance des plantules d'orge irriguées par l'extrait végétal de *P. tomentosa*.

Comme une remarque générale, les lots à concentration purs et modérés à 50% et (25% pour l'extrait racinaire) sont marquées par une absence de croissance dans la partie aérienne et souterraine (photos 27 A, B, C).

#### ○ **Pour l'extrait foliaire**

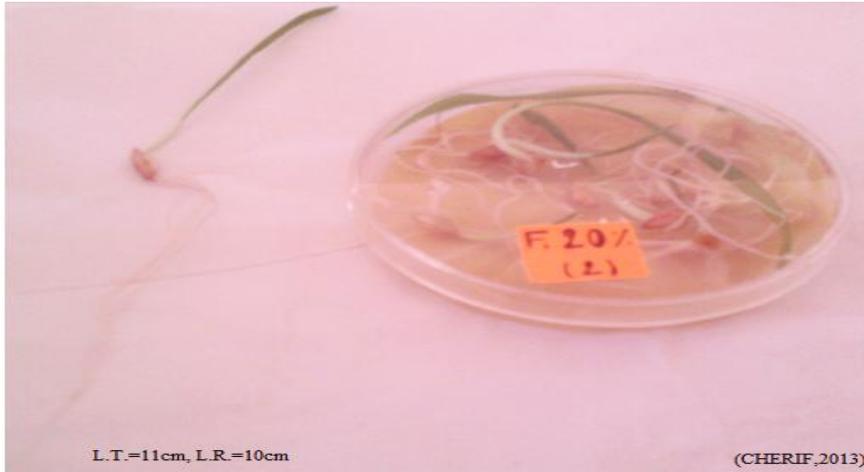
Concernant les plantules traitées en différentes concentration (soient à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%), il est mentionné que la longueur de la partie aérienne et souterraine des plantules d'orges est plus importante que celle constatée chez la population du témoin ;

- En ajoute, la longueur de partie souterraine (radicelles) est plus importante que celle de la partie aérienne (tigelles) pour les plantules traitées par l'extrait foliaire (photo 17, 19, 21, 25).
- D'une manière générale, il est à déduire que l'extrait foliaire engendre une excroissance dans la partie aérienne et souterraine des plantules d'orge par rapport aux plantules du lot témoin.

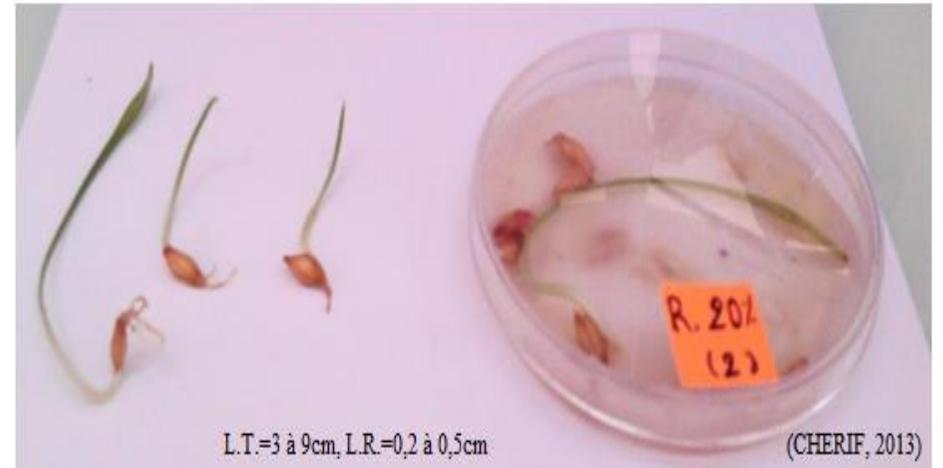
#### ○ **Pour l'extrait racinaire**

D'après nos constatations, il est observé que la croissance dans la partie aérienne des plantules est normale par rapport leurs racines qui s'apparurent très petites, et ce, dans le lot de 20% (photo 18).

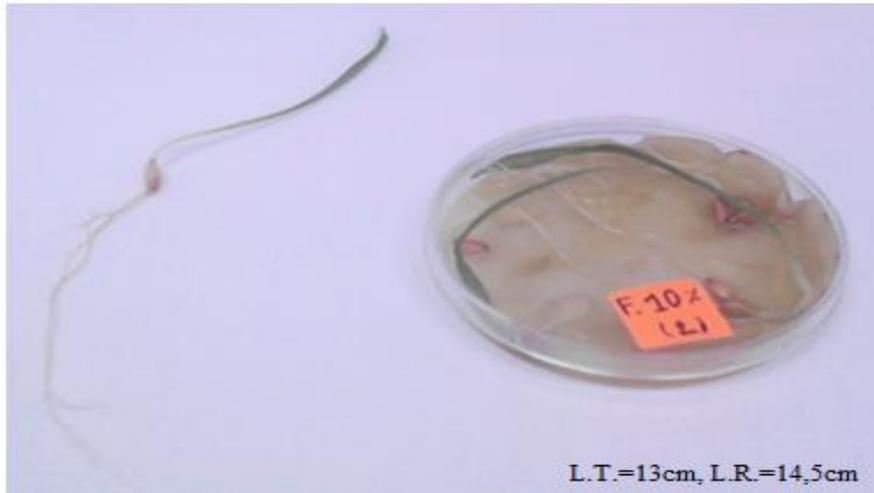
- Au niveau des lots traités par l'extrait racinaire dilués à 10%, on observe l'apparition d'une minuscule radicelle, la croissance de tigelle est normale jusqu'à la fin de l'expérimentation (photo 20).
- Une autre anomalie été observée chez les graines d'orge traitées par les extraits racinaire à faible concentration, soit les extraits dilués à 5%, il s'agit la croissance de la tigelle est plus importante que celle de la radicelle ; soit la tigelle à très grande longueurs qui dépassent nettement la longueur de la radicelle observée (photo 22).
- Pour la concentration de 2,5%, on observe que la croissance de la partie souterraine (racines) est plus en plus important que celle de la partie aérienne. On ajoute que la croissance de la partie aérienne et souterraine est plus importante que celle rapportée au niveau du lot de témoin (photo 24).
- Dans le lot à un (1%), la croissance de la partie aérienne dépasse la longueur de partie aérienne des plantules du témoin, alors que la croissance de la partie souterraine est normale (photo 26).



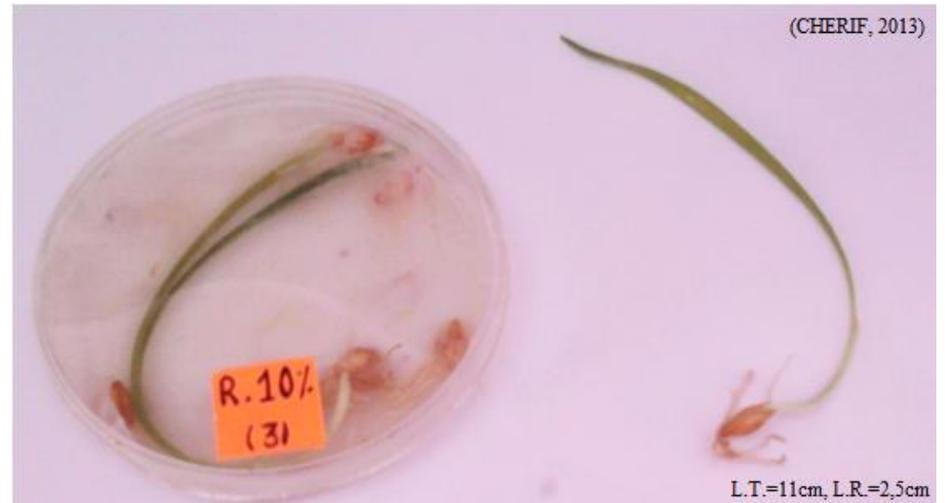
**Photo 17-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à 20%.



**Photo 18-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à 20%.



**Photo 19-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à 10%.



**Photo 20-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à 10%.



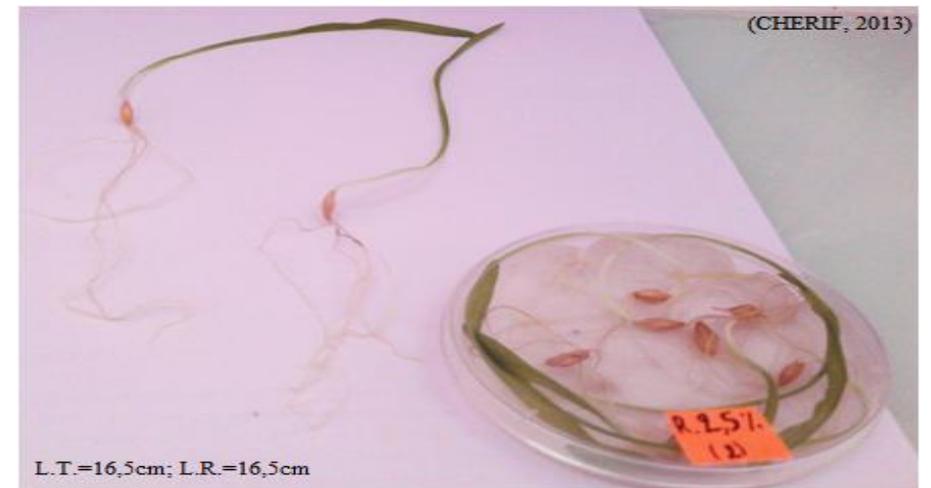
**Photo 21-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à 05%.



**Photo 22-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à 05%.



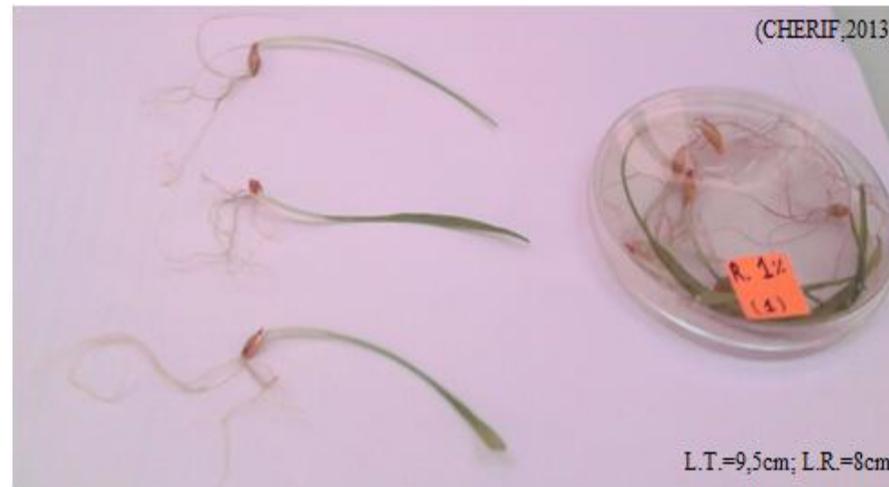
**Photo 23-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à 2,5%.



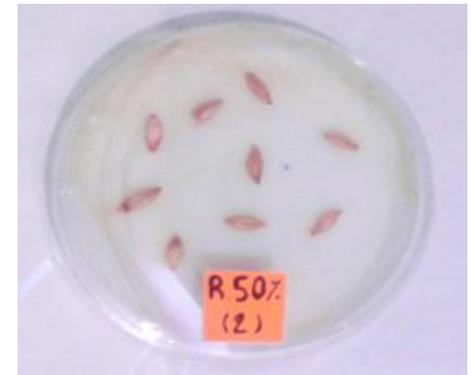
**Photo 24-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à 2,5%.



**Photo 25-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à 01%

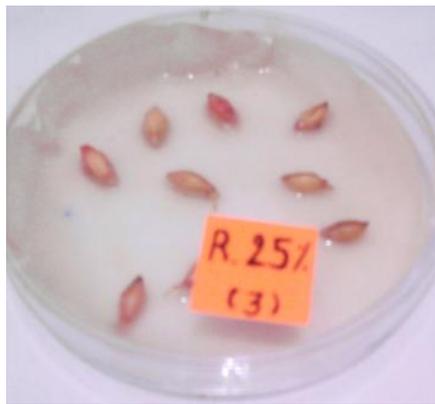


**Photo 26-** Graines d'*Hordeum vulgare* traitées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à 01%



**A-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 100% après 10 jours.

**B-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 50% après 10 jours.



**C-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 25% après 10 jours.

**D-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 20% après 10 jours.



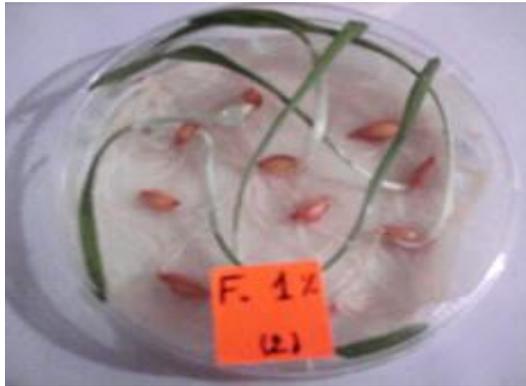
**E-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 15% après 10 jours.

**F-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 10% après 10 jours.



**G-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 05% après 10 jours.

**H-** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (à gauche) et racinaire (à droite) à 2,5% après 10 jours.



I- Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire (F) à 01% après 10 jours.



J- Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire (R) à 01% après 10 jours.



K- Graines d'orge irriguées par l'eau distillé (Témoin) après 10 jours.



L- Graines d'orge irriguées par l'eau distillé (Témoin) après 10 jours.

**Photos 27**<sub>A, B, C, D, E, F, H, I, G, K, L</sub> - Suivi de germination des graines d'orge traitées par les extraits aqueux foliaire et racinaire de *Pergularia tomentosa L.* pendant dix (10) jours.

### III.8. Discussions

Notre étude se déroule sur l'évaluation de pouvoir allélopathique de *Pergularia tomentosa* L. testé sur les graines d'orge, dix concentrations sont réalisées. De ce fait, divers paramètres sont étudiés soient le taux d'inhibition, taux de germination, concentration d'efficacité, et leurs effets sur quelques paramètres relatifs à la croissance.

A l'issu des résultats obtenus, il est bien à mentionner, en premier temps, que à partir une irrigation de 50% et plus, aucun signe de germination, chez les graines d'orge, n'a été remarqué. Pour rappel, une irrigation faite par un extrait végétal foliaire et racinaire purs (diluées à 50% et à 100%). Cela traduit l'inhibition totale (100%) des graines. En conséquence, la vitesse de germination (Graine/Jour), pour ces concentrations, est également nulle.

En revanche, pour les autres concentrations moins qu'à 50% (soit à 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%), une inhibition partielle a été constatée. Ce constat est concomitant avec celles obtenues par KHEDDA et BELGHIT (2012). Résultats des essais réalisés sur le pouvoir allélopathique des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa* L. sur la germination des graines *Dacteactylone aegyotiicum*. L. (*poaceae*) ; dont laquelle ils ont rapporté un taux d'inhibition à 93,33%, 90% et 87,5% correspondant à des lots traités par extrait aqueux à 100%, 50% et à 25%, respectivement. Au-delà, on peut déduire que l'extrait aqueux de *Pergularia tomentosa* L. possède une capacité exceptionnelle à inhiber la germination de cette espèce adventice, une action probablement liée à la concentration des extraits en molécules actifs capables d'empêcher la germination des graines. Il est intéressant à noter que dans les conditions naturelles la germination des graines est un processus biochimique et physiologique dont, dès le premier contact de la graine avec le stimulus exogène (eau), une enzyme amylase est synthétisée et secrétée afin de dégrader l'amidon (albumines) afin de fournir à l'embryon l'énergie nécessaire à la germination (REGNAULT-ROGER et al., 2008). Une fois secrété, la croissance embryonnaire amorce et intervient par la suite par un autre processus physiologiques où les acteurs sont les hormones de croissances végétales dont l'auxine (LESUFFLEUR, 2007).

De ce fait, la capacité d'inhiber la germination des graines est un processus complexe. Plusieurs hypothèses peuvent s'intervenir, à savoir : la capacité de certaines molécules, qui se trouve dans les extraits à inhiber, l'action de l'enzyme amylase ou bien d'occuper leurs sites membranaires, ou bien à l'action mimétiques ou antagonistes de ces molécules vis-à-vis aux hormones de croissances ou à l'inhibition de leurs actions tissulaire (FEENY, 1976). D'autre côté, HOPKINS en 2003 a déclaré que la capacité d'une plante capable à inhiber la germination et la croissance de l'autre essence végétale est fortement influencée par différentes paramètres

intrinsèques et extrinsèques, et les paramètres relatifs à la concentration et la nature chimique des constituants et aux proportions de ceux-ci dans les extraits; ou bien être liée aux conditions extérieures relatives au climat, à la nature de sol et à l'espèce végétale réceptrice.

Après avoir étudié sur une durée de 10 jours, la cinétique de germination des graines du plant test traitées par les extraits aqueux purs et dilués aux différentes concentrations, on a constaté qu'il y a une variation dans le taux de germination journalière observée au niveau du lot témoin par rapport aux lots traitements. Au niveau des populations témoin, aucune germination n'a été rapportée dans le premier jour de l'expérimentation. En effet, le processus de germination se commence à partir le deuxième jour, et ce, pour les graines traitées par l'extrait végétal dilué à dosage compris entre 15% et 1%. En revanche, pour les autres traitements dont les extraits purs et dilués à 50% aucun cas de germination n'est observé pendant la période d'étude.

En parallèle, dans certaines études réalisées sur le pouvoir allélopathique chez quelques *Euphorbiaceae* récoltées dans le Sahara septentrionale, (Est Algérien), portant sur la cinétique de germination des graines d'orge aspergées par les extraits foliaire d'*Euphorbia guyonia* (*Euphorbiaceae*) et *Ricinus communis* (*Euphorbiaceae*), il est constaté que la germination des graines commence aussi dès le deuxième jour pour des populations traitées à 50%, 25%, 10% et à 5%. Pour l'extrait pur 100%, un retard de germination y est observé pendant la période d'étude.

En fait, certaines métabolites secondaires végétales influent sur la germination et/ou la croissance des plantes par des mécanismes multiples (EINHELLIG et *al.*, 1985). La division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement, sont sensibles à la présence des composés allélopathiques (MULLER, 1965). Les substances allélopathiques ont parfois une action très sélective empêchant la croissance de plusieurs espèces (spectre d'action large) ou elles peuvent réagir au contraire, d'avoir un spectre d'action limité et inhiber la croissance d'une seule espèce. En outre, il existe chez les plantes des composés secondaires à valeurs quantitatives agissant selon leurs concentrations, tel que les tannins et des composés ayant une activité spécifique à des concentrations relativement faibles. Ces substances ont un effet phyto-toxique (FEENY, 1975), ainsi.

Donc, l'évaluation des concentrations d'efficacité 50% montrent que les graines d'orge sont plus sensibles à l'effet inhibiteur de la germination de deux extraits aqueux. Il est jugé que l'extrait racinaire est le plus efficace que l'extrait foliaire aqueux de *P. tomentosa* L. Selon des bilans faits par NAKES et CHEIKH (2011), concernant le pouvoir inhibiteur de la germination de deux extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* et *Eucalyptus occidentalis* et son effet sur les graines *Dactyloctenium aegyptium* et *Polygonum monspeliensis*, il y est bien montré que les

graines de *Dactyloctenium aegypticum* sont plus sensibles à l'effet inhibiteur de la germination de deux extraits aqueux comparativement aux graines de *Polygonum monspeliensis*, où la C.E.<sub>50%</sub> la plus faible est enregistrée pour l'extrait d'*Euphorbia guyoniana*. Donc, l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* est plus efficace que l'extrait aqueux d'*Eucalyptus occidentalis*. La variation dans les valeurs des concentrations d'efficacité (C.E.<sub>50%</sub>) rapportée, entre les deux extraits vis-à-vis des graines d'orge, émane de la variabilité dans la composition chimique des deux extraits, alors que celle observée pour le même extrait vis-à-vis à la plante de test est probablement due à la différence dans la structure, la biologie et la taille des graines de la plante test.

En ajout, chez les végétaux, la croissance est un phénomène fortement influencée par les conditions exogènes (biotiques et abiotiques). Pour la présente étude, des anomalies dans la germination et la croissance des individus des lots des traitements par rapport aux lots témoins sont observées. Concernant les lots à concentration (pur) ou modérée (extraits dilués 50% et 25% pour l'extrait racinaire), la croissance de la partie aérienne et souterraine des plantules d'*Hordeum vulgare* est quasiment absente. Pour l'extrait foliaire dilué à faible doses, engendre une excroissance de la partie aérienne et souterraine des plantules d'orge par rapport des plantules du lot témoin. En plus, la longueur de la partie souterraine (radicelles), chez les plantules traitées par l'extrait foliaire, est plus importante que celle de la partie aérienne (tigelles). Par contre chez les plantules traités par l'extrait racinaire, divers anomalies sont également observées, soit l'accroissement de la tigelle par rapport la longueur des racines ou soit l'absence de la radicelle (très petit) alors que la tigelle est plus long.

Pour des études effectuées par RSAISSI et *al.*, (2013) sur le potentiel allélopathique du figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica* L.) sur la germination et la croissance du jujubier (*Ziziphus lotus* L.) a pour objectif de tester les effets des extraits aqueux des parties aériennes et souterraines du figuier de barbarie sur la germination des graines et la croissance des plantules du jujubier. 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. Pour la longueur des racines, à l'exception de l'extrait aqueux des racines séchées qui a montré un bon effet (89%), tous les autres extraits des deux parties utilisées, fraîches ou sèches, ont montré un très bon effet (> 96%). Sur la hauteur des tiges, cette inhibition s'avère varie de bonne (93%) à très bonne (>98%) pour l'extrait aqueux de la racine fraîche et les autres extraits des deux parties fraîches, respectivement.

Donc, il y a lieu de conclure que la plante *Pergularia tomentosa* L. possède un potentiel allélopathique dépend de la concentration en extrait, et que le processus de germination ne se

déroule pas, en effet, d'une manière homogène, les causes de cette hétérogénéité sont nombreuses et assez variées (patrimoine héréditaire, taille des semences, stade de maturation ...etc.).



# *Conclusion*

## Conclusion

Le présent travail a pour objectif de mettre en évidence l'action des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa L.* sur la germination des graines d'orge (*Hordeum vulgare L.*).

Les extraits utilisés sont d'origine foliaire et racinaire récoltée dans le Sahara septentrional à Oued Metlili (Est Algérien). Plusieurs tests ont été effectués, à différentes concentrations soit à 100%, 50%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2,5% et 1%.

D'après les résultats des analyses, il est constaté en premier lieu que les extraits aqueux purs et dilués à 50% présentent un effet inhibiteur significatif sur la germination de graines d'orge. Aucun signe de germination, en effet, n'a été constaté. Il s'agit d'une inhibition totale (100%). Dans le cas d'une dilution à faible dose, l'effet inhibiteur est quasi-partiel. Donc, l'extrait aqueux empêche la germination des graines comparativement aux graines du lot de témoin. Aussi, ces résultats mettent en évidence l'effet allélopathiques ou phyto-toxique des extraits aqueux de cette plante vis-à-vis aux graines d'orge. En plus, il est remarqué que tous les extraits appliqués à l'état pur, présentant un effet inhibiteur significatif de la germination, mais lorsqu'ils sont appliqués à des concentrations relativement faibles, certains a relevé des signes de germination. Donc, quel que soit la concentration appliquée, l'effet inhibiteur est persistant et brutal. Ces résultats ont été prouvés par les résultats d'étude portant sur l'effet inhibiteur de la germination par effet choc, où les extraits sont appliqués une fois sans répétition et le taux d'inhibition été de 100%.

A la lumière de ces résultats, il est intéressant de conclure que les extraits aqueux de *Pergularia tomentosa L.* possèdent un effet d'inhibiteur agissant même à faibles concentrations et empêche, en plus, la germination des graines d'orge. De ce fait, une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait offrir des perspectives intéressantes pour la gestion de la flore spontanée des parcelles cultivées et ainsi contribuer à diminuer l'utilisation d'herbicides de synthèse. Pour cela, et en termes de perspectives, et afin de poursuivre la recherche aux molécules actifs de la plante *P. tomentosa L.*, il est vivement souhaité de :

- Etudier les composés allélochimiques qui les constituent (coupes histologiques) ;
- Déterminer la distance au quelle les composés allélopathiques influe sur les autres essences végétales ;
- Dans quelle mesure les molécules allélochimiques peuvent persister dans le sol ;
- Tester l'efficacité des extraits en plein de champs.



## *Références bibliographiques*

## **-Références bibliographies.**

1. ALDRICH JD., 1984. Weed-culture écologique: Principes et pratiques. Les éditeurs bretons. P.215-241.
2. AL-SAID M.S.; ABU-JAYYAB A. et HIFNAWY M.S., 1989. Biochemical studies on ghalakinoside, a possible antitumor agent from *Pergularia tomentosa*. Journal of ethnopharmacology Vol. 27 (1/2). Pp. 235-240.
3. APPLETON B., BERRIER R., HARRIS R., ALLEMAN D., SWANSON L., 2000. The walnut tree: allelopathic effects and tolerant plants. Pub 430-021. Virginia Cooperative Extension.
4. AUDRU J., CESAR J. et LEBRUN J.P., 1994. Les plantes vasculaires de la république de Djibouti. Flore illustrée. Cirad, Département d'Elevage et de Médecine vétérinaire, vol. 1, 336 p., p. 184.
5. BAAS W. J., 1989. Secondary plant compounds, their ecological significance and consequences for the carbon budget. Introduction to the carbon/nutrient cycle theory. In: Causes and consequences of variation in growth rates and productivity of higher plants (Lambers H., Cambridge M. L., Konings H. and Pons T. L. eds). S. P.B. Academic publishing, The Hague, pp. 313-340.
6. BATANOUNY K. H., 1999. Wild Medicinal Plants in Egypt. The Palm Press. Cairo. pp. 207.
7. BECKER M. et BENNETT P., 1980. Propriétés allélopathiques d'une graminée forestière : la grande Fétuque (*Festuca silvatica* Vill.). In : Comptes rendus 6<sup>ème</sup> colloque international Ecol. Biol. System. Mauvaises Herbes, Columa-ewrs, Montpellier, vol.2, pp. 451-460.
8. BELL DT et KOEPPE DE., 1972. Non concurrentiels effets de la sétaire géante sur la croissance du maïs. Agronomy Journal 64, P. 321-325.
9. BHOWMIK PC. et DOLL JD., 1984. Effets allélopathiques des résidus de mauvaises herbes annuelles sur la croissance et l'absorption des nutriments du maïs et du soja. Agronomy Journal 76, P.383-388.
10. 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 dec. 2004. 8p.
11. BLUM U., 1996. Allelopathic interactions involving phenolic acids. Journal of Nematology 28, P.259-267.
12. BLUM U., GERIG TM., WORSHAM AD. et KING L. D., 1993. Modification of allelopathic effects of pcoumaric acid on morninglory seedling biomass by glucose, methionine, and nitrate. Journal of Chemical Ecology 19, P.2791-2811.

13. BLUM U., SHAFER SR. et LEHMEN M. E., 1999. Evidence for inhibitory interactions involving phenolic acids in field soils: concepts vs. experimental model. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18, 673-693.
14. BONNER J., 1950. The role of toxic substances in the interactions of higher plants. *The Botanical Review* 16: 51-65.
15. BOULOS L., 1983. *Medicinal Plants of North Africa*. Reference Publication Algonac, Michigan. 286 p.
16. BROOKS M. G., 1951. Effect of black walnut trees and their products on other vegetation. Bulletin 347, West Virginia University, Agricultural Experiment Station, Morgantown WV.
17. BROSSI, 1988. *The Alkaloids. Chemistry and Pharmacology*, Academic Press.
18. BROWN J., GILLOOLY JF., ALLEN AP., SAVAGE VM, WEST GB., 2004. Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*, 85, P.1771–1789.
19. BRUNETON J., 1993. *Pharmacognosie phytochimie plantes médicinales*. Edition Lavoisier Paris. 1996. *Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux*. Edition Lavoisier, Paris, 529 pp.
20. BRUNETON J., 2009. *Pharmacogonie, phtochimie, Plantes médicinales*. Paris 4ème Edition Lavosier.
21. BRURUNEL C., 2002. Décoloration des iris ? *Revue Iris et Bulbeuses* n° 144.p 6.
22. BUCHANAN C., 2000. *Métabolites secondaires*. 24 p.
23. CAUSSANEL J.P., 1975. Phénomène de concurrence par allélopathie entre adventices et plantes cultivées. COLUMA-EWRC, Cycle international de perfectionnement en malherbologie, Versailles, 7p.
24. CECCI A . et *al.*, 2004. Sorption desorption of phenolic acids as affected by soil properties. *biofert soils*, 39:235-242.
25. CHEHMA et *al.*, 2005. Étude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. Laboratoire de recherche Protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides, Université de Ouargla, Algérie. Article de Sécheresse vol. 16, n° 4.
26. CHENG HH., 1992. Un cadre conceptuel pour évaluer allélochimiques dans l'environnement du sol. Dans: SJH Rizvi et Rizvi V. *Allélopathie: aspects fondamentaux et appliqués*. Chapman & Hall Publishers, 21-29 p.
27. CHENG, 1995. Characterization of mechanisms of allelopathy: Modeling and experimental approaches. In *Allelopathy: Organisms, Processes and Applications* (ed. Inderjit, KMM Dakshini and FA Einhellig), American Chemical Society, Washington, DC. pp. 132-141.
28. CHIAPUSIO G., 2000. *Devenir des composés allélopathiques*. Thèse de l'université de Savoie et de l'Université de Vigo.

29. CHRISTENSEN S., 1993. Weed suppression in cereal varieties. Min. Agric. Statens Plane avlsforsog. Denmark. No. 1. p. 104. (Ph.D. thesis).
30. CODER et KIM D., 1999. Tree Allelochemicals: Ways and Means. University of Georgia Daniel B. Warnell School of Forest Resources Extension publication FOR99-005. Pp.4.
31. COME D., 1970. Les obstacles à la germination. Monographie et physiologie végétale N°6. Edit. MASSON et CIE (Paris), pp. 14, 24, 27.
32. CORDELL J., BUCKINGHAM et SOUTHON DIR., 1989. Dictionary of Alkaloids, Chapman & Hall, New York,
33. CORDELL, 1981. Introduction to Alkaloids. A Biogenetic Approach, Wiley-Interscience, New York.
34. DE RAISSAC R., 2002. Processus agrobiologiques mis en jour par les SCV. Rev. Suisse. Agro N°36. pp.25-35.
35. De BOECK S. et LARCIER A., 2006. Dictionnaire biologie 2<sup>ème</sup> édition de De boeck unoversité de Bruxelles. 584 p. (dictionnaire d'allélopathie=télétoxie)
36. DE RAISSAC M. ; MARNOTTE P. et ALPHONSE S., 1998. Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures : Quelle est l'importance de l'allélopathie? In Agriculture et développement N° 17, pp. 40-49.
37. DELABAYS N., 2004. Guerre chimique dans le monde végétale. Station fédérale des recherches en production végétale de Changins.
38. DELABAYS N., 2005. L'allélopathie et son utilisation en agriculture biologique. Journées techniques fruits et légumes et viticulture biologique. pp.25-33.
39. DELABAYS N. et MERMILLOD G., 2004. Phénomène d'allélopathie : premières observations au champ. Revue Suisse Agric.n°34.pp.213-237.
40. DESAYMARD P., 1977. Malherbologie forestière. Rev. phytoma. défense des cultures N°291. pp.5-8.
41. DOAIGEY A. R., 1991. Occurrence, Type, and Location of Calcium Oxalatre Crystals in Leaves and Stems of 16 Species of Poisonous Plants. American Journal of Botany, 78 (12). Pp. 1608 -1616.
42. DRAPIER J., 1983. Les difficultés de régénération des sapinières vosgiennes. Importance de l'humus et rôle de l'allélopathie. Thes.Doct.3<sup>ème</sup> cycle. Sciences forestières. Univ. Nancy.109 p.
43. DROST DC. et DOLL JD., 1980. The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn (*Zea mays*) and soyabeans (*Glycine max*). Weed Science 28, 229-233.
44. DUKE S.O., SCHEFFLER B.E., DAYAN F.E., WESTON L.A. et OTA E., 2001. Strategies for using transgenes to produce allelopathic crops. Weed Tech.15: pp.826-834.

45. EINHELLIG F.A., 1995. Mechanisms of action of allelochemicals in allelopathy. Organisms, processes, and applications. ACS Symposium Series 582 (ed. Inderjit, KMM Dakshini and FA Einhellig), pp. 96-116. American Chemical Society, Washington, DC.
46. EINHELLIG F. A., 1996. Physiology and mechanism of action in allelopathy. In First World Congress On Allelopathy (ed. A. Torres, RM Oliva, D. Castellano and P. Cross), pp. 139. SAI University of Cadiz, Cádiz Spain.
47. EINHELLIG F.A. et RASMUSSEN J.A., 1979. Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and growth of soybean and grain sorghum seedlings. *Journal of Chemical Ecology* N°5, p.815.
48. ELHAG H., EL-OLEMY M.M. et AL-SAID S., 1998. Production of anthocyanins and extracellular polysaccharides by cell cultures of *Pergularia tomentosa*. Poster presented at the Annual Conference on new crops and new uses: bio-diversity and sustainability.
49. ELHAG H., EL-OLEMY M.M. et AL-SAID S., 1998. Production of anthocyanins and extracellular polysaccharides by cell cultures of *Pergularia tomentosa*. Poster presented at the Annual Conference on new crops and new uses: bio-diversity and sustainability.
50. ELREFAI IM. et MOUSTAFA SMI., 2004. Allelopathic effect of some cruciferous seeds on *Rhizoctonia solani* kuhn and *Grossypium barbadense* L. *Pakistan journal of biological sciences* 7 (4). Pp.550-558.
51. EYER K. et DUBUIS P., 2008. Development of an Industrial Biotechnology Process: Metabolic basis of product formation and development of medium, HES-SO Valais.
52. FANNY B., 2005. Mise en évidence du potentiel allélopathique de la graminée *Festuca paniculata* dans les prairies subalpines. Rapport de stage de master –science du vivant- biodiversité écologie environnement. 125p.
53. FEENY P. P., 1976- Plant appetency and chemical defense. Ed. Plenum Press, New York: 1-40.
54. EVENARI, 1957. Allelopathy of plant invasion. *Science*.301. P. 127-130.
55. FERGUSON S., BAIS H-P., VEPACHEDU R., GILROY S., VIVANCO J-M ., 2003. Allelopathy and exotic plant invasion from molecules and genes to species interactions. *Science*.301. P. 1277-1380.
56. FERGUSON J.J. et RATHINASABATHI, 2003. Allelopathy: how plants supress other plants. Cours d'université de Floride : 3p.
57. FISHER 1987. Forest regeneration failure.in: Waller Gr allelochemicals: role in agriculture and forestry. Acs symposium series 330, Washington dc, 176-184.

58. GOHAR A., EL-OLEMY M., ABDEL-SATTAR E., EL-SAID M. et NIWA M., 2000. Cardenolides and b-sitosterol glucoside from *Pergularia tomentosa*. *Nat. Prod. Sci.* 6. pp. 142-146.
59. GOMEZ APARICIO L. et CANHAM C.D., 2008. Neighbourhood analyses of the allelopathic effects of the invasive tree *Ailanthus altissima* in temperate forests. *Journal of Ecology* 96: p. 447-458 (12 p., 3 tab., 2 fig., 70 réf).
60. GOYDER D.J., 2006. A revision of the genus *Pergularia* L. (*Apocynaceae: Asclepiadoideae*). *Kew Bulletin* 61: 245–256.
61. HARPER J.R. et BALKE N.E., 1981. Characterization of the inhibition of K<sup>+</sup> absorption in oat roots by salicylic acid. *Plant Physiology* P.68 à 1349.
62. HEMINGWAY S.R. et PHILLIPSON, 1987. Alkaloids of the *Rubiaceae*. In: J.D. Philipson and Zenk M. H., *Indole and biogenetically Related Alkaloids*. Academic et Documentation. Paris, 1ere Edition;
63. HESSE M., 2002. *Alkaloids-Nature's curse or Blessing*, VHCA, Zurich.
64. HULOT F. et LACROIX., 2005. L'allélopathie en milieu aquatique. *Laboratoire Dynamique des Ecosystèmes d'Altitude Université d'Altitude Université de Savoie*. 3p.
65. INDERJIT KAUR S. et DAKSHINI KM M., 1996. Determination of allelopathic potential of a weed *Pluchea lanceolata* through a multifaceted approach. *Canadian Journal of Botany- Revue Canadienne de Botanique* 74, P.1445-1450.
66. INDERJIT and KEATING K.I., 1999. Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. *Advances in Agronomy* 67 : p.142-231
67. INDERJIT et DAKSHININ M., 1994. Allelopathic potential of the phenolics from the roots of *Pluchea lanceolata*. *Physiologia Plantarum* 92, P.571-576.
68. INDERJIT et DEL MORAL R., 1997. Is separating resource competition from allelopathy realistic? *Botanical Review* 63, 221-230.
69. JOULAIN D., 1986. *Progress in terpene chemistry*, congrès, Éd. Frontières, Gif-sur-Yvette,
70. KHEDDA et BELGHIT, 2012. Recherche de pouvoir allélopathique des extraits aqueux de la plante *Pergularia tomentosa* L. sur la germination des graines *Dacteoclyone aegyotiicum*. L. (*poaceae*) récoltés dans le Sahara septentrional Algérie. *Université de Ghardaia*. 45-70p.
71. KIM K-U., 2004. Integrated management of paddy weeds in Korea, with an emphasis on allelopathy. *Journal of biological sciences* 9-54.pp.8-22.
72. LACROIX C., 2003. Bran de science : des réponses à vos questions. *FERTIOR*. pp.27-31
73. LECONTE D., 2004. Biodiversité et réversibilité de la friche. Dossier de l'environnement de l'INRA.N°21.162p.

74. LELONG B., FERNANDEZ C., BOUSQUET-MELOU A., VILA B., ROBLES H., GREFF G., DUPOUYET S., 2004. Etude des potentialités allélopathiques du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller). Conséquences sur la biodiversité dans des zones de déprise agricole. 2ème journée de l'Institut français de la biodiversité, Marseille. 25-28 Mai 2004. p130.
75. LESUFFLEUR, 2007. Rhizodéposition à court terme de l'azote et exsudation racinaire des acides aminés par le tréfle blanc (*Trifolium repense* L.). 17-37p.
76. LIU DL. et LOVETT JV., 1993. Biologically active secondary metabolites of barley. II. Phytotoxicity of barley allelochemicals. *Journal of Chemical Ecology* 19, Pp. 2231-2244.
77. MAMAN S., 2003. Contribution à l'étude de l'écologie de *Pergularia tomentosa* et son impact sur les ressources sylvopastorales au niveau du massif forestier de Daddaria (Mainé Soroa) ; mémoire d'Ingénieur IPR/IFRA de Katibougou (Mali) 61 p.
78. MANN J., DAVIDSON R. S., HOBBS J., BANTHORPE D., HARBORNE J., 1994. Natural products. Longman, 398 P.
79. MERGHEM R., 2009. Eléments de biochimie végétale, université Mentouri Constantine. 171 P.
80. MEYER C., 2013. Dictionnaire des Sciences Animales. [On line]. Montpellier, France, Cirad. URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr>
81. MOLISCH H., 1937. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere- Allelopathie. Fischer publ., Jena.
82. MULLER C.H., 1966. The role of chemical inhibition (allelopathy) in vegetational composition. *Bulletin Torrey Botanical Club* 93, 332 - 351.
83. NAKES et CHEIKH, 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 d'Ouargla. Université de KASDI MERBAH, En vue de l'Obtention Du Diplôme d'Ingénieur d'État en Écologie et Environnement. 109p.
84. NEWMAN E. I. et MILLER M. H., 1977. Allelopath among some British grassland species. II. Influence of root exudates on Phosphore uptake. *Journal of ecology* 65: 399-411
85. OZENDA, P., 1991. Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, Paris. 662 p.
86. PELLISSIER F., 2002. Mission développement et valorisation. *Revue de l'Université de Savoie* N° 17 du 25 juin 2002. pp7-8.
87. PETER H., 2003. *Biology of plants* (sixth edition in New York) 927p.
88. PORTER et SPURGEON, 1981. *Biosynthesis of Isoprenoid Compounds*, vol. I
89. PUTNAM A.R., 1985. Weed allelopathy. In: S.O. Duke (ed.). *Weed physiology volume 1: Reproduction and Ecophysiology*. CRC Press. 131-155.

90. QUEZEL P. et SANTA, S. 1962-1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, 2 vol. 1170 p.
91. RADOSEVICH S.R. & HOLT, J.S., 1984. Weed-ecology: Implications for vegetation management. Wiley-Interscience Publications. 93-138.
92. REGNAULT- ROGER C., PHILOGENE B. JR et VINCENT CH., 2008.-Bio pesticides d'origine végétale .Ed. TEC & DOC, Paris: 51-60p.
93. REIGOSA MJ. SÁNCHEZ-MOREIRAS, A. et GONZALES L., 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences* 5, 577-608.
94. RICE E.L., 1974. Allelopathy. Academic Press.
95. RICE E., 1984. Allelopathy. *Physiological ecology*. Academic Press Inc.413p.
96. RICE E.L., 1984. Allelopathy. 2nd edition. Academic Press
97. RIZVI S., RIWVI V., 1991. Allelopathy: basic and applied aspects. Ed. Chapman and Hall. New York.480p.
98. RIZVI S.J.H., HAQUE, H., SINGH, V.K. & RIZVI, V., 1992. A discipline called allelopathy. In: S.J.H. Rizvi, & V. Rizvi (eds.). *Allelopathy: Basic and applied aspects*. Chapman & Hall Publishers. 1-8.
99. ROBERT D. et CATESSON A.M., 2000. Organisation végétative « biologie végétale » volume 2
100. ROBERTS M.F. et VINK M., 1998. Alkaloids. *Biochemistry, ecology, and medicinal application*, plenum press, New York.
101. ROMEO JT et WEIDENHAMER J. D., 1998. Bioassays for allelopathy interrestrial plants. In *Methods in Chemical Ecology*, vol. II (ed. KF Haynes and JG Millar), pp. 179-211. Chapman & Hall.
102. ROUSSEL B., 1987. Les groupements végétaux hydrophyles, hygrophyles et ripicoles d'une région sahélienne (l'Ader Doutchi, République du Niger) Thèse d'état es-sciences naturelles ; Université Blaise Pascal de Clermont –Ferrand, France 342 p.
103. RSAISSI et al., 2013. Potentiel allélopathique du figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica L.*) sur la germination et la croissance du jujubier (*Ziziphus lotus L.*). laboratoire d'Agroalimentaire et Santé, Université Hassan I, ISSR Journals, Maroc.
104. SAADOU M., 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse d'état Es-sciences Naturelles. Université de Niamey, 395 p.
105. SINGH H-P., KOHLI R-K. et BATISH D-R., 2001. Allelopathic interference of populus deltoids with some winter season crops. *Art. INRA* 21.pp139-146.
106. SITOUEH, M., 1989. Les plantes utiles du Sahara. *Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Alger*, vol. 13, N°2: P.583-658.

107. TISSUT M. DELVAL P. et RAVANEL P., 2006. Plantes, herbicides et désherbage. Association de coordination technique agricole, 635 P.
108. TRABUT L., 1935. Répertoires des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. Collection du Centenaire de l'Algérie, Alger. 355 p.
109. UK-CHON S., COUTTS J-H. et NELSON C-H., 2004. Effects of light, growth media, and seedling orientation on bioassays of Alfalfa autotoxicity. Journal of biological sciences 10 (4).pp.118-125.
110. Union Internationale pour la conservation de la nature (UICN, en anglais IUCN) est la principale ONG mondiale consacrée à la cause de la conservation de la nature.
111. VIARD-CRETAT, 2008. Mécanisme de régénération des espèces végétales dans les prairies subalpine : thèse de doctorat. Univ, montpellier II sciences et technique du Languedoc.19-168p.
112. WANG et *al.*, 1971. Behaviour of soil phenolic acids. In: U. S. Natl. comm. biochemical interactions among plants. natl. acad. Washington p.113-120.
113. WARDLE A.D., NILCON M. C., GALLET C. and ZACKRISS O., 1998. An ecosystem level perspective of allelopathy. Biological Review 79: 305 -319.
114. YAMANE A. D., H. NISHIMURA et MIZUTANI. 1992. Allelopathy of yellow field cress (*Rorippa sylvestris*): identification and characterization of phytotoxic constituents. Journal of Applied Ecology 18 (5 ): P.683- 691
115. ZACKRISSON O. et NILSSON M.C., 1992. Allelopathic effects by *Empetrum hermaphroditum* on seed germination of two boreal tree species. Canadian Journal of Forest Research 22, P.1310-1319.
116. ZENG R. S., MALLIK A.U. et LUO S. M., 2008. Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry; Springer Science +Business Media, LLC: New York, NY, USA, Rice, 1984. E.L. Allelopathy; Academic Press Inc: Norman, Oklahoma.



# *Annexes*

## **-Glossaire**

- **Acetyl-CoA** : usuellement abrégée en acétyl-CoA, est la forme « activée » de l'acide acétique, c'est-à-dire le thioester qu'il forme avec la coenzyme A. C'est une molécule à haut potentiel d'hydrolyse, qui est au centre d'un carrefour métabolique. L'Acétyl-CoA peut être liée à la dégradation du pyruvate ou résulter de la  $\beta$ -oxydation des lipides. L'acétyl-CoA réagit avec l'oxaloacétate dans le cycle de Krebs mais peut aussi remonter la  $\beta$ -oxydation pour donner des acides gras (par un mécanisme différent) dans le cas d'excès de métabolites (alimentation) ou même donner naissance à des corps cétoniques (acétoacétate, acétone,  $\alpha$ -hydroxybutyrate) dans le cas de jeûne prolongé.
- **Acide mevalonique** : est un composé organique clé en biochimie. C'est le précurseur dans la voie métabolique appelée la voie de l'HMG-CoA réductase, qui produit les terpènes et les stéroïdes. L'acide mévalonique est très soluble dans l'eau et dans les solvants organiques polaires. Il existe en équilibre avec la forme lactone, appelée mévalo-lactone, formée par condensation interne de son alcool terminal avec sa fonction acide carboxylique.
- **Acide Shikimique** : elle est plus connue sous sa forme anionique, les **shikimates**, est un intermédiaire biochimique important dans les plantes et les microorganismes. Il doit son nom à la fleur japonaise shikimi, d'où il a été isolé. L'acide Shikimique est présent dans la plupart des organismes autotrophes, mais le rendement d'isolation est bas. L'acide shikimique extrait de l'anis étoilé chinois est à la base de la fabrication de chimiothérapie antigrippale non-vaccinale.
- **Action mimétique ou antagoniste** : Le notion de perturbateur endocrinien (PE, aussi leurre hormonal, xéno-œstrogène, disrupteur endocrinien, etc.) est une notion apparue à la fin du XXe siècle pour désigner toute molécule ou agent chimique composé, xénobiotique ayant des propriétés hormono-mimétiques. Ces molécules agissent sur l'équilibre hormonal d'espèces vivantes (animales ou végétales dans le cas des phytohormones). Elles sont souvent susceptibles d'avoir des effets indésirables sur la santé en altérant des fonctions telles que la croissance, le développement, le comportement et l'humeur, la production, l'utilisation et le stockage de l'énergie, la fonction de repos (le sommeil), l'hémodynamique et la circulation sanguine, la fonction sexuelle et reproductrice. Ces molécules agissent à très faibles doses (du même ordre de grandeur que les concentrations physiologiques des hormones) ; elles ne sont pas toxiques au sens habituel du terme (empoisonnement) mais peuvent perturber l'organisme de façon discrète, parfois difficile à reconnaître. Un perturbateur endocrinien est défini un mécanisme (hormonal) d'action, « et non par la nature de l'effet nocif potentiel ou par ses propriétés physico-chimiques ou toxico-cinétiques ».

Trois types d'effets sont distingués: ces molécules interfèrent avec le fonctionnement des glandes endocrines ou des organes cibles par :

- **Effet de blocage** (ou **antagoniste**) : blocage de l'action d'une hormone naturelle (en saturant les récepteurs, par exemple) ;
  - **Effet mimétique** (ou **agoniste**) : imitation de l'action d'une hormone naturelle (comme une fausse clé dans les « serrures biologiques » qui existent dans les organes et cellules) ;
  - **Effet perturbant** (ou d'interférence) : perturbation, soit gêne ou blocage de la production, du transport, ou du métabolisme des hormones ou des récepteurs, induite par une action hormonale anormale dans l'organisme qui interfère avec les processus métaboliques ou de croissance et division cellulaire. Ces perturbations sont d'autant plus graves qu'elles se produisent tôt (fœtus, embryon, jeune enfant, car des effets irréversibles peuvent être induits, y compris des malformations génitales).
- **Amylase** : L'amylase est une enzyme permettant la digestion de l'amidon et des dextrines en sucres réducteurs assimilables. Elle est sécrétée par le pancréas et les glandes salivaires et peut donc augmenter en cas d'atteinte de l'une ou l'autre de ces glandes.
  - **Anémochorie** : c'est un mode de dissémination des semences des plantes assuré par le vent.
  - **Angiosperme** : unité systématique groupant les plantes dont les graines sont enfermées dans des cavités (dans un fruit).
  - **Anthracnose** : est une maladie cryptogamique relativement courante, et qui atteint de nombreux végétaux, notamment des arbres, des arbustes et des plantes potagères. La prévention demeure le meilleur moyen de lutte contre cette maladie. Elle est reconnaissable aux taches brunes ou noires qu'elle provoque sur les feuilles. Selon le champignon responsable, ces taches peuvent être circulaires ou irrégulières, elles apparaissent alors soit sur le bord des feuilles, soit le long des nervures. Les zones nécrosées s'étendent de manière plus ou moins concentrique, la limite avec les tissus sains étant très nette. Les feuilles prennent peu à peu un aspect desséché, comme brûlé par le froid ou le soleil, et finissent par tomber prématurément. Les jeunes rameaux peuvent aussi se flétrir lorsque des chancres (c'est-à-dire des plaies) se développent sur les tiges. Les dégâts sont généralement mineurs et la maladie entraîne rarement la mort des arbres ou des arbustes atteints : ceux-ci sont seulement affaiblis, surtout si la chute des feuilles est importante et précoce, et si les attaques se répètent année après année. Cependant, chez les plantes potagères, le flétrissement peut être total. Dans tous les cas, la récolte est menacée, car la maladie atteint aussi les fruits.
- **Auxine** : ou acide indole-acétique, est une phytohormone possédant un caractère acide, dont le pH est de 4,8. C'est la première hormone végétale découverte. Elle est sécrétée par la partie apicale des tiges, c'est-à-dire à leurs extrémités, et plus précisément par les bourgeons terminaux

de la plante à partir d'un acide aminé appelé tryptophane. Une fois l'hormone synthétisée, celle-ci se dirige vers les cellules cibles.

- **Dicotylédones** : groupe des plantes angiospermes dont les plantules possèdent deux Cotylédons
- **Juglone** : est un composé aromatique de formule moléculaire  $C_{10}H_6O_3$ . On trouve naturellement du juglone dans les feuilles, racines et écorce des plantes de la famille des Juglandaceae, et particulièrement dans lenoyer noir. Il se trouve sous forme libre ou sous forme de 4- $\beta$ -D-glucopyranoside de l'hydrojuglone (HJG).
- **Kikuyu** : est un genre de l'espèce *Pennisetum clandestinum*, le kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) est une graminée (famille des *Poaceae*, tribu des *Paniceae*) pérenne. Le kikuyu est originaire d'Afrique de l'Est et a été naturalisé dans le nord et le sud de l'Afrique, en Amérique latine, en Australie et dans l'Océan Pacifique. Il menace de devenir une adventice invasive autour de la Méditerranée, sur sols alluviaux riches, C'est une plante prostrée, de 30 à 40 cm de haut, parfois jusqu'à 70 cm. Elle est stolonifère et rhizomateuse, formant de très nombreux stolons qui présentent de nombreux nœuds pouvant s'enraciner. Le kikuyu forme ainsi un tapis épais couvrant le terrain. Une fois installé, son enracinement fasciculé est très dense en surface : 90 % en poids des racines se trouve dans les 60 premiers centimètres du sol. Une partie des racines peut cependant s'enraciner très profondément, jusqu'à plus de 3 m en conditions favorables. Le kikuyu a des intérêts agronomiques dans la fertilité et caractéristiques du sol, Bien que le kikuyu s'installe lentement, et soit une plante exigeante sur le plan de la fertilité, il joue un rôle important dans la restauration de la fertilité des sols grâce à leur réactivation biologique. Un intérêt majeur du kikuyu est sa forte capacité à maîtriser les adventices. D'une part, les adventices ont beaucoup de difficultés à s'implanter dans le tapis végétal dense qu'il crée. D'autre part, le kikuyu est fortement allélopathique. Ainsi, il contrôle totalement des adventices majeurs : des Cypéracées comme *Cyperus rotundus*. Le kikuyu, graminée fourragère tropicale, permet de reconstruire des systèmes de production diversifiés et durables en l'associant à des cultures maraichères, telles que le haricot ou la tomate, ou au géranium rosat. Pour éviter une concurrence avec la culture, la couverture vive est maîtrisée avec de très faibles doses de fluazifop-p-butyl. Cette gestion réduit la prolifération des adventices et supprime les sarclages, conduit à une amélioration de la fertilité du sol et de l'état sanitaire des cultures.
- **Scopolétol** ou **scopolétine** est une coumarine aglycone de formule brute  $C_{10}H_8O_4$ . C'est l'équivalent de l'esculétol dont un des substituants hydroxy est remplacé par un méthoxy (-OCH<sub>3</sub>). Son nom vient du fait qu'on la trouve dans les racines de plantes du genre Scopolia, comme Scopolia carniolica ou Scopolia japonica, mais on la trouve aussi dans la chicorée sauvage,

*l'Artemisia scoparia*, la passiflore, la *Brunfelsia*, la *Viburnum prunifolium* ou encore dans la *Kleinhovia hospita*.

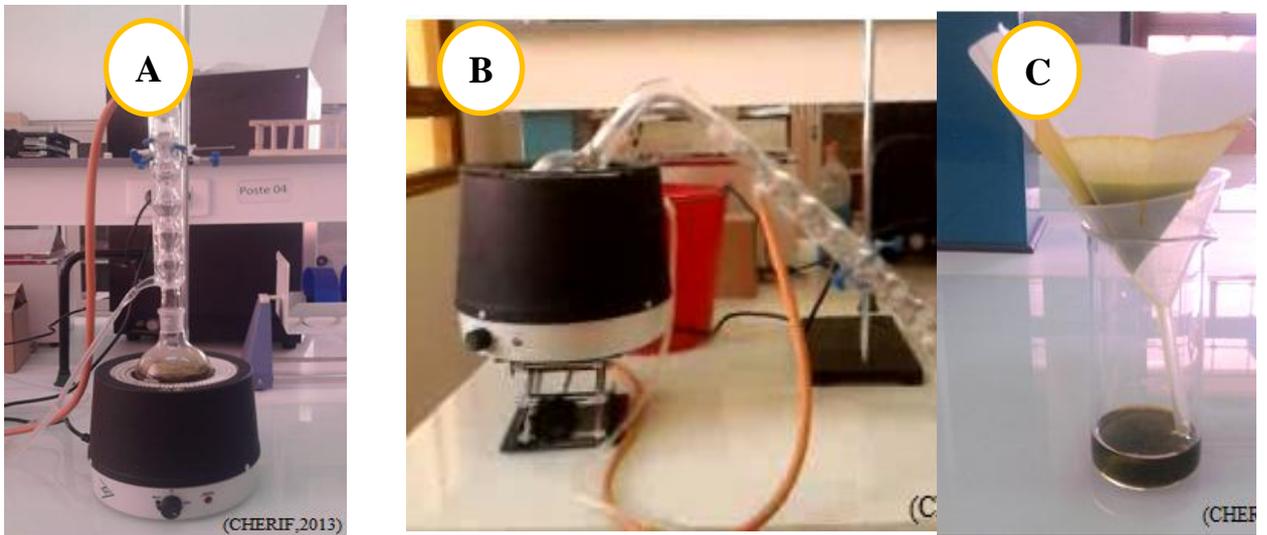
- **Oblongues** : se dit d'un organe (feuille, fruit...) beaucoup plus long que large.
- **Orbiculaires** : se dit d'un organe dont la surface se rapproche de la surface d'un cercle.
- **Parasitoïdes** : est un organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme dit « hôte », mais qui tue inévitablement ce dernier au cours de ce développement ou à la fin de ce développement, alors que de nombreux parasites ne tuent pas leur hôte. Habituellement, la relation hôte-parasite tend à un équilibre entre les deux organismes, du fait que d'un point de vue évolutif simplifié, le parasite ne retirerait aucun avantage de la mort de son hôte... Les parasitoïdes peuvent être des insectes, des nématodes, des champignons, des protistes, des bactéries ou des virus (EGGLETON et GASTON 1990). Cependant, la majorité des parasitoïdes étudiés et répertoriés sont des insectes (Boivin 1999).
- **Phyto-chimie** : Les différentes substances rencontrées dans les végétaux. C'est la phyto-chimie (chimie des végétaux) qui se charge d'étudier ces substances actives, leur structure, leur distribution dans la plante, leurs modifications et les processus de transformation qui se produisent au cours de la vie de la plante, de la préparation du remède végétal, puis durant son stockage.
- **Spermaphytes** : embranchement du règne végétal comprenant les plantes à fleurs et graines.



**Figure 1:** Etapes de préparation de la drouge végétal du *Pergularia tomentosa* L. récoltée dans l'Oued Metlili, région de  
(A)- feuilles de *P. tomentosa* en état frais, (B)- racines de *P. tomentosa* à l'état frais, (C)- feuilles de



**Figure 2:** Etapes de mesure le poids de la drouge végétal du *Pergularia tomentosa* L. pour réaliser les test biologiques, dans

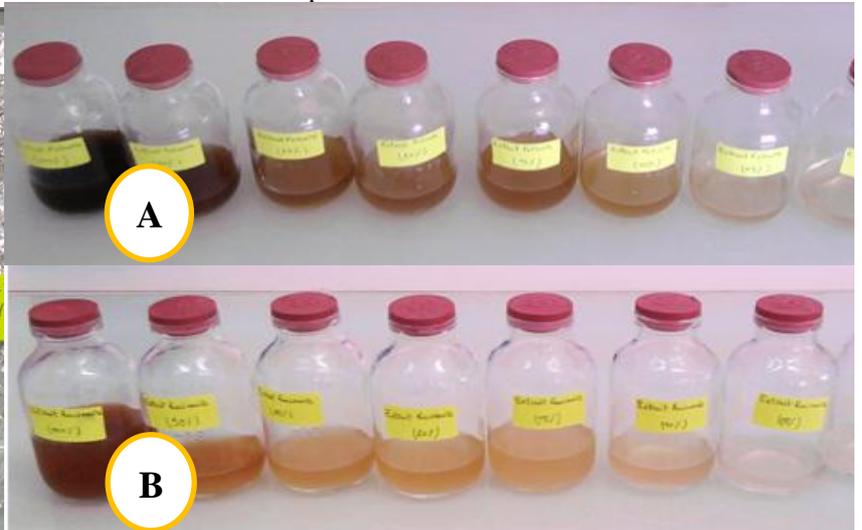


**Figure 3:** dispositif d'extraction pour réaliser les extraits végétal du *P. tomentosa*, dans laboratoire biologie à université de Ghardaia (2013).

(A)- Dispositif d'extraction des principes actifs à reflux, (B)- Dispositif d'évaporation de Méthanol, (C)- Infiltration de l'extrait aqueux.



**Figure 4:** l'extrait foliaire et



**Figure 5:** différents concentration en extrait végétale obtenue par la

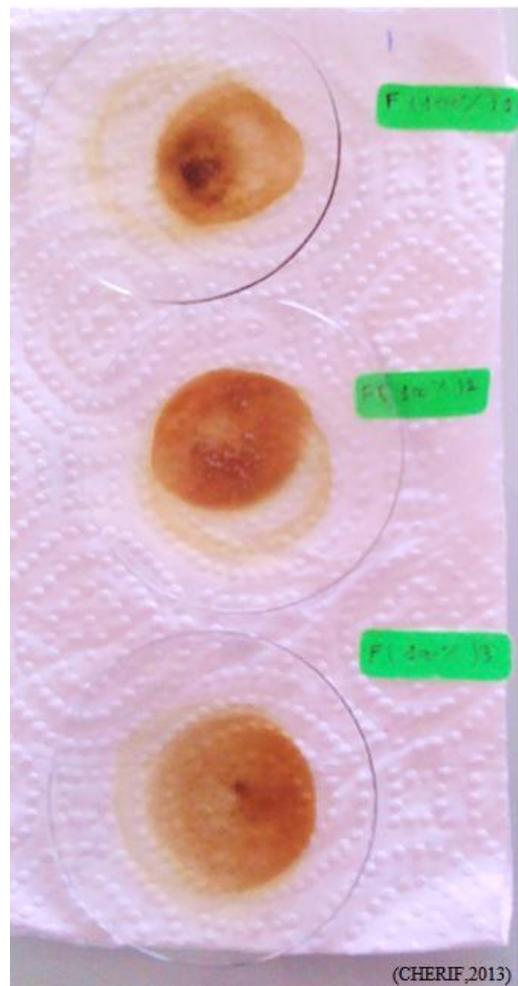
racinaire de *P. tomentosa* L.  
couvrait par le papier  
d'alluminium.



**Figure 6:** Matériel utilisés pour réaliser le test de concentration d'efficacité.

dilution.

(A)- différentes concentration de l'extrait foliaire, (B)- Différentes concentrations de l'extrait racinaire.



**Figure 7:** échantillons des extraits foliaire et racinaire effectués la concentration



**Figure 8:** Protocole de préparation les boîtes pétries pour



**Figure 9:** Méthode d'irrigation des graines d'orge à l'aide

réaliser le travail.

d'une pipette,



**Figure 11 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à (100% et 50%) après 10jour.



**Figure 12 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à (25% et 15%) après 10jour.



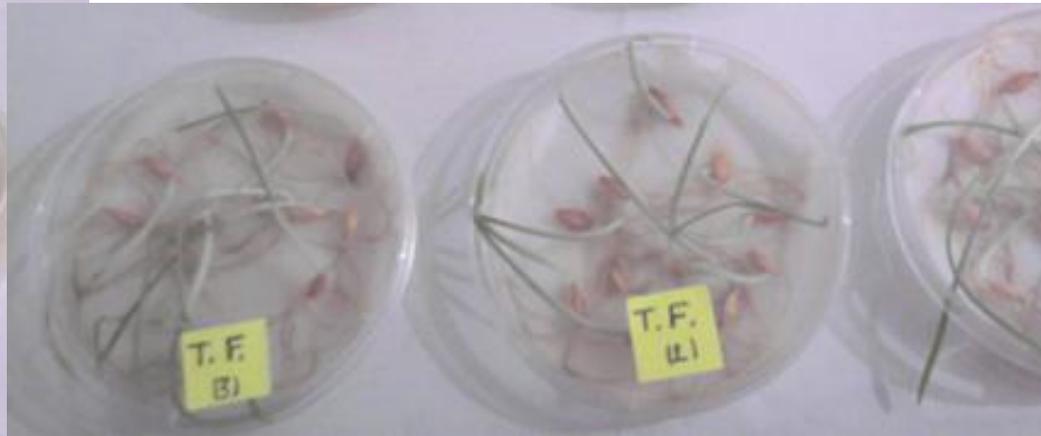
**Figure 13 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à (15% et 10%) après 10jour.



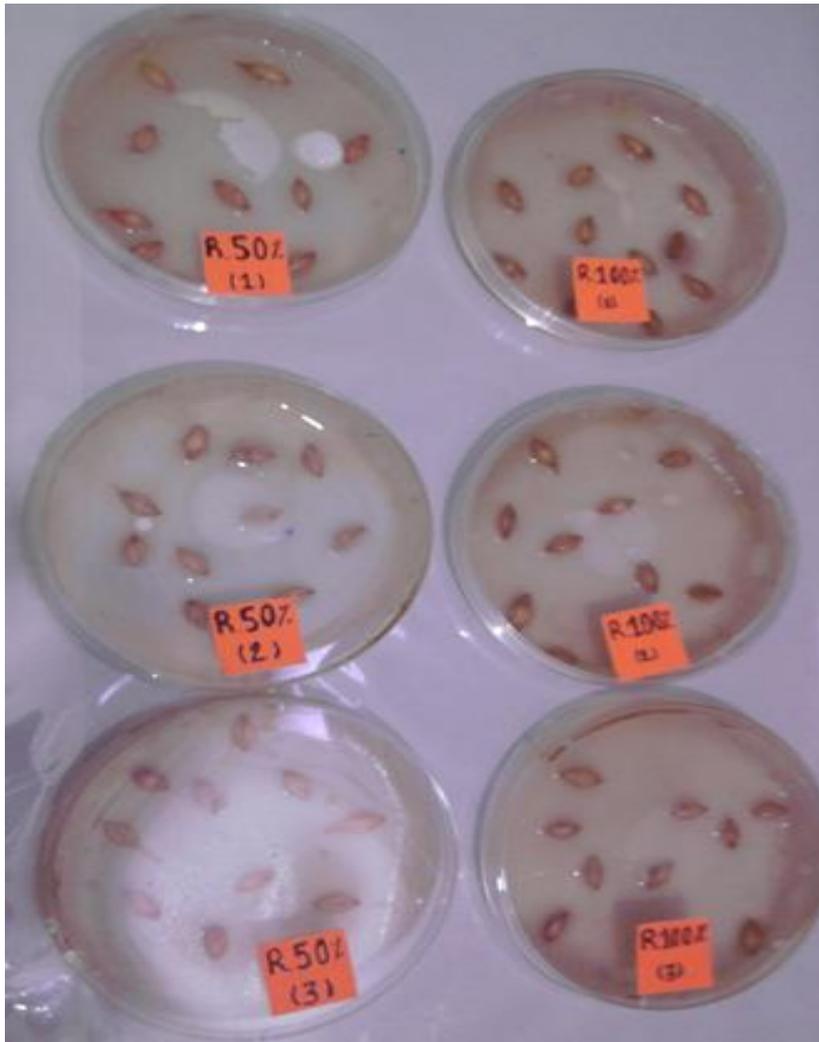
**Figure 14 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à (05% et 2,5%) après 10jour.



**Figure 15 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait foliaire de *P. tomentosa* à 1% après 10jour.



**Figure 16 :** Graines d'orge irriguées par l'eau de témoin après 10jour.



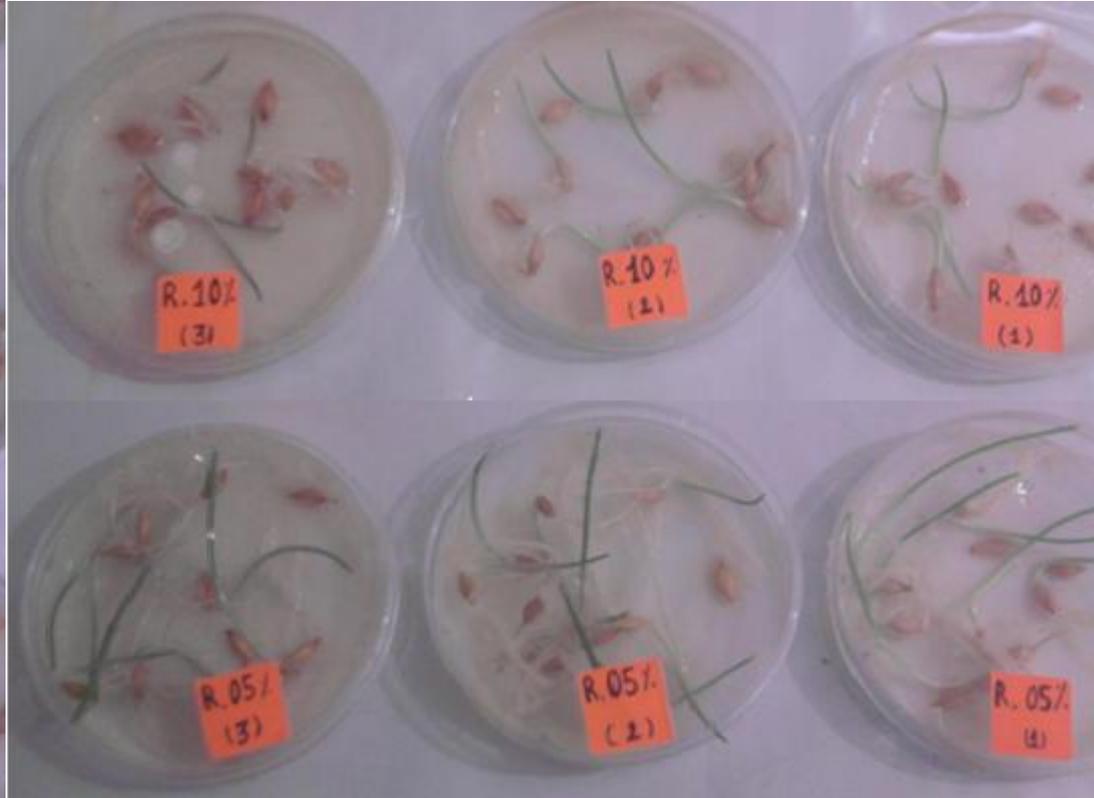
**Figure 17 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à (100%et 50%) après 10jour.



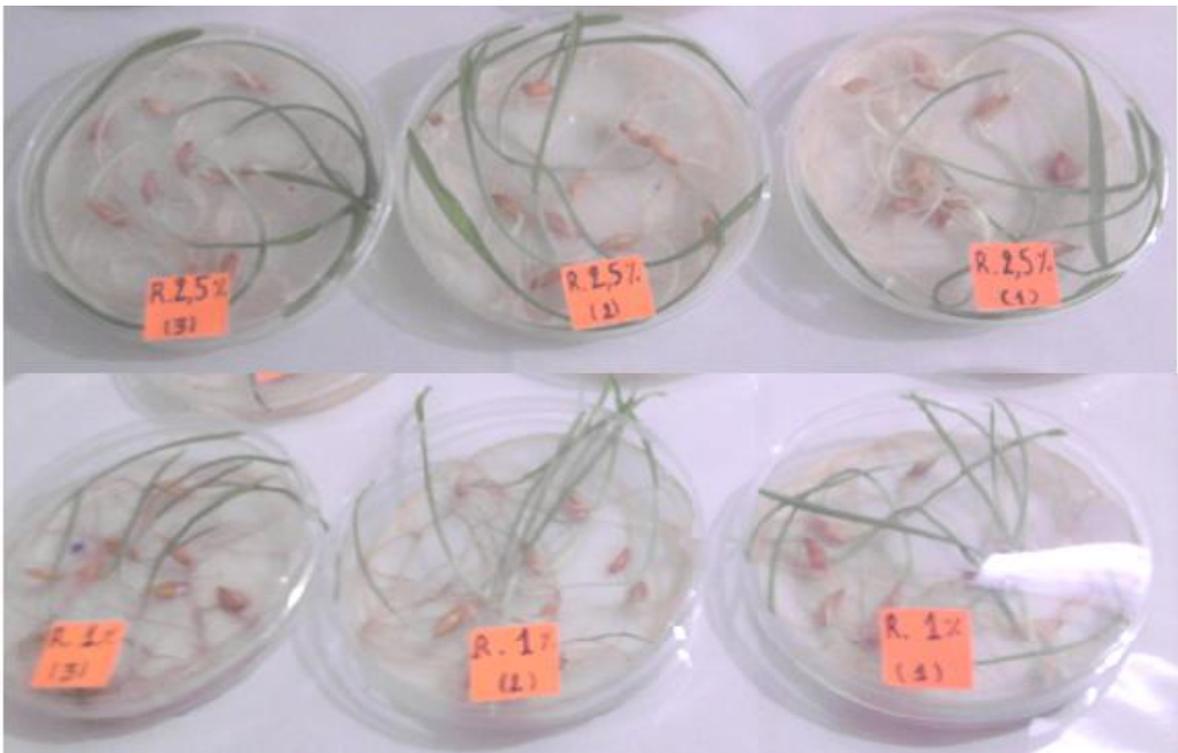
**Figure 18 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à (25%et 20%) après 10jour.



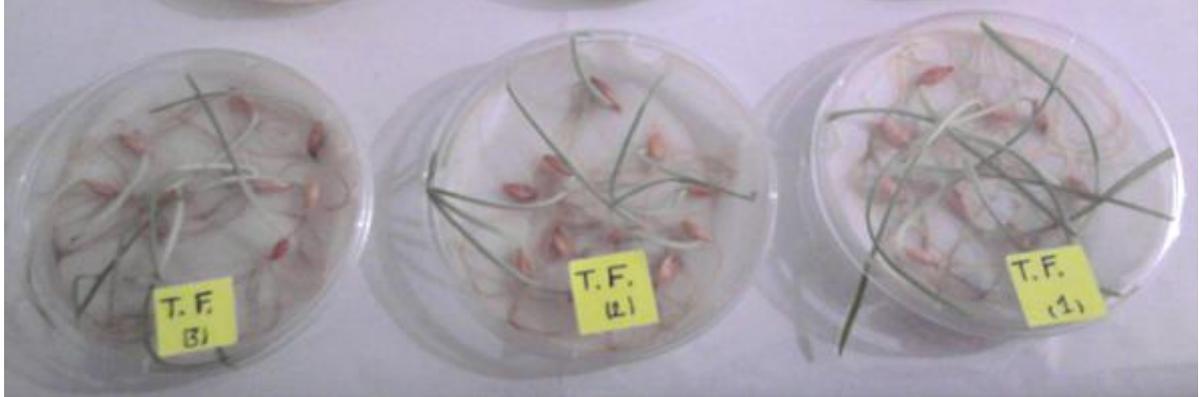
**Figure 19 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à (15%) après 10jour.



**Figure 20 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à (10%, 5%) après 10jour.



**Figure 21 :** Graines d'orge irriguées par l'extrait racinaire de *P. tomentosa* à (2,5%, 1%) après 10jour.



**Figure 22 :** Graines d'orge irriguées par l'eau distillée (témoin) après 10jour.

\*

## Activité biologique des extraits aqueux de *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) Résumé

La présente étude est portée essentiellement à la recherche des activités allélopathiques de la plante *Pergularia tomentosa* L. récoltée dans le Sahara septentrional, Est Algérien, et leurs effets sur la germination des graines d'orge (*Hordeum vulgare* L.), (*Poaceae*). Elle met en évidence l'effet inhibiteur de germination sur les graines d'orge traitées par les extraits foliaire et racinaire aqueux de cette plante Saharienne. En termes de résultats, il est montré que les extraits aqueux purs et dilués à 50% présentent une capacité exceptionnelle à inhiber la germination des graines d'orge, et ce, correspond à un taux d'inhibition maximal à 100%. Et de degré moindre pour concentrations à dosage assez faible. Il est déduit ainsi que l'extrait racinaire semble plus phyto-toxique que l'extrait foliaire de cette plante, où certaines anomalies de croissance sont également constatées par ces traitements.

**Mots clés :** Allélopathie, Extrait aqueux, Inhibition, *Pergularia tomentosa* L., Sahara.

## Biological activity of aqueous extracts of *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) Abstract

This study focuses on the search for allelopathic activity of the plant *Pergularia tomentosa* L. were harvested in the Northern Sahara, Eastern Algeria, on the germination of seeds of barley (*Hordeum vulgare* L.), (*Poaceae*). This study allowed demonstrating the inhibitory effect on the germination of barley seeds treated with the aqueous leaf and root extracts of this plant in the Sahara. The pure and diluted to 50% aqueous extracts showed an exceptional ability to inhibit the germination of barley seeds where a maximum rate of 100% inhibition is achieved for low back concentrations, an inhibitory effect on the germination part there observed. In addition, it is found that the root extract seems more phytotoxic than the leaf extract of *P. tomentosa* L.; Growth abnormalities are still observed in the batches treated with extracts of this plant, also.

**Keywords:** Allelopathy, Aqueous extract, Inhibition, *Pergularia tomentosa* L., Sahara.

## دراسة النشاط البيولوجي للمستخلص المائي لنبات *Pergularia tomentosa* L. (Asclepiadaceae) المخلص:

تتركز هذه الدراسة على البحث عن نشاط التسمم لنبات *P. tomentosa* التي تنبت في شمال الصحراء، شرق الجزائر على انبات بذور نبات الشعير. سمحت لنا هذه الدراسة على أنه يوجد عوامل مثبطة على نمو وانتشاش بذور الشعير بشكل خاص والتي تمت معالجتها بواسطة المستخلص المائي للأوراق و الجذور لهذا النبات الصحراوي، وقد أظهر مستخلص الأوراق والجذور ذا التركيز 100% والمخفف بنسبة 50% قدرة استثنائية على منع إنبات بذور الشعير حيث بلغ أعلى معدل تثبيط 100%، أما بالنسبة للتركيز الأخرى والمخففة بدرجات منخفضة، كان لها تأثير بشكل جزئي أو نسبي. من هذا نستنتج أن مستخلص الجذور يمتلك نسبة عالية من التسمم مقارنة بمستخلص الأوراق لنبات *P. tomentosa*. كما يلاحظ بعض الاختلالات في النمو على مستوى العينات المعالجة بواسطة المستخلصين لهذه النبة الصحراوية.

**كلمات المفتاحية:** التسمم النباتي، المستخلص المائي، تثبيط، *Pergularia tomentosa* L., الصحراء.